

Année de programmation Sept 2013 - Décembre 2017 – Domaine « Eau et aménagements urbains »

Retour d'expériences national sur les bassins de stockage sur réseau unitaire

Phase II : Enquête et suivis métrologiques

Rapport final

Jean Sébastien FINCK (Cerema, Direction Est)
Emmanuel BERTHIER (Cerema, Direction d'Ile-de-France)
Anne LE GALL (Cerema, Direction d'Ile-de-France)
Abderrahmen KHALIFA (Gemcea)
Fabien BOUILLAGUET (Gemcea)
Oriane WARUSFEL (Gemcea)
Léa ANSTETT (Gemcea)

Novembre 2018

Document élaboré dans le cadre de la Convention partenariale de recherche (2013-2017) entre l'Onema, le GEMCEA et le Cerema (Directions Territoriales Est et Ile-de-France)

En partenariat avec :



Auteurs

Jean Sébastien FINCK, Responsable d'activités (Cerema, Direction Territoriale Est),
jean-sebastien.finck@cerema.fr

Emmanuel BERTHIER, Responsable d'unité (Cerema, Direction Territoriale Ile-de-France),
emmanuel.berthier@cerema.fr

Anne LE GALL, Chargée d'études (Cerema, Direction Territoriale Ile-de-France),

Abderrahmen KHALIFA, Ingénieur d'études (GEMCEA),

Fabien BOUILLAGUET, Chargé d'études (GEMCEA),

Oriane WARUSFEL, Chargée d'études (GEMCEA),

Léa ANSTETT, Chargée d'études (GEMCEA),

Document de travail

Correspondants

Agence française pour la biodiversité : Claire LEVAL, DREC,
claire.leva@afbiodiversite.fr

MTES-MCT : Christophe VENTURINI, DGALN / DEB / EARM4,
christophe.venturini@developpement-durable.gouv.fr

GEMCEA : Rémy CLAVERIE,
remy.claverie@cerema.fr

IFSTTAR : Fabrice RODRIGUEZ, GERS/EE,
fabrice.rodriquez@ifsttar.fr

Agence de l'Eau Seine-Normandie : Nadine AIRES,
nadine.aires@aesn.fr

Agence de l'Eau Loire-Bretagne : Bertrand OLLAGNON,
bertrand.ollagnon@eau-loire-bretagne.fr

Agence de l'Eau Artois-Picardie : Anne-Laure MILL,
al.mill@eau-artois-picardie.fr

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse : Céline LAGARRIGUE,
celine.lagarrigue@eaurmc.fr

Agence de l'Eau Rhin-Meuse : Nicolas VENANDET,
nicolas.venandet@eau-rhin-meuse.fr

Agence de l'Eau Adour-Garonne : Geraldine BERNHARD,
Matthieu JOST,
geraldine.bernhard@eau-adour-garonne.fr
matthieu.jost@eau-adour-garonne.fr

FNCCR : Laure SEMBLAT,
Sandrine POTIER,
l.semblat@fnccr.asso.fr
s.potier@fnccr.asso.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : pouvoirs publics, professionnels, experts, chercheurs

Historique des versions du document

Version	Auteurs	Commentaires
<i>Version 1.0</i>	<i>Jean Sébastien FINCK Emmanuel BERTHIER Anne LE GALL Abderrahmen KHALIFA Fabien BOUILLAGUET Oriane WARUSFEL Léa ANSTETT</i>	Document de travail, transmis aux membres du Copil (15/09/2017)
<i>Version 2.0</i>	Idem	Document diffusé aux membres du CoPil (02/02/2018)
<i>Version 3.0</i>	Idem	Document final en relecture
<i>Version 4.0</i>	Idem	Document définitif

Ce rapport constitue le livrable de deuxième phase du « Retour d'expériences national sur les bassins de stockage sur réseau unitaire ». Il explique la démarche adoptée et fait la synthèse des travaux et des résultats obtenus au cours de cette phase qui se divise en deux grandes parties :

- La réalisation d'une enquête auprès de collectivités, puis la réalisation d'entretiens détaillés auprès de gestionnaires et de maîtres d'ouvrage, le but étant d'approfondir les interrogations que nous avons pu soulever lors du travail bibliographique effectué en 1^{ère} phase,
- La réalisation d'un retour d'expériences sur des instrumentations d'ouvrages et sur la météorologie déployée sûr et autour des « bassins d'orage ».

La première partie de ce rapport décrit donc la démarche suivie pour réaliser les enquêtes et entretiens ainsi que la constitution des échantillons de collectivités et de bassins que nous avons étudiés. Elle présente ensuite de façon structurée les enseignements et les principaux points de vigilance identifiés au cours de ces entretiens, réalisés auprès des 17 collectivités/gestionnaires que nous avons rencontré.

La deuxième partie présente les critères de choix des 5 cas étudiés dans le cadre de ce focus thématique centré sur la météorologie et sur l'instrumentation des ouvrages, décrit les capteurs et les acquisitions généralement présents dans les bassins, synthétise les usages de la météorologie dans et autour des « bassins d'orage ». Elle présente également en quoi les mesures effectuées permettent de mieux comprendre le fonctionnement réel des ouvrages.

Ce second rapport sera complété d'un document de synthèse final, ainsi que par une journée technique de restitution qui s'est tenue le 10 octobre 2017 à Nancy.

Mots clés : bassins d'orage, bassins de stockage, système d'assainissement, réseau unitaire, temps de pluie, enquête, entretiens, météorologie, instrumentation

This report is the 2nd part of an « experiences feedback on stormwater tanks in combined sewer systems ». It presents the approach taken and consolidates the work and results achieved during this phase which may be split in two parts :

- The first one consists of an ambitious tank owners and/or operators survey followed by depth interviews with several players among the respondents. The aim of this work is to enhance our knowledge in the fields indentified during the previous part,
- The second one consists of a detailed feedback on the metrology and instrumentation of the basins

The first part of this report outlines the approach taken for this survey, it explains how study samples have been made up and organizes lessons and key points identified during these survey and 17 depth interviews.

The second part of this report consists of a feedback focused on metrological tracking : it made it possible to describe the sensors and the acquisitions generally present in the basins, to synthesize the uses of metrology in and around, and finally how the measurements carried out make it possible to better understand the real behavior of the basins from 5 cases of study.

This second report will be followed by a final phase comprising a final synthesis report and a technical conference for the operational stakeholders of the storm basins.

Key words: storm basins, storage tanks on sewerage network, experience feedback, survey, metrology and instrumentation

Introduction générale	9
1 Enquêtes auprès d'un échantillon de collectivités	10
1.1 Introduction	10
1.2 Méthodologie	10
1.2.1 Pré-enquête auprès des collectivités/gestionnaires	11
1.2.1.1 Prise de contact.....	11
1.2.1.2 Questionnaire en ligne.....	12
1.2.2 Entretiens auprès des Maîtres d'ouvrage/gestionnaires	16
1.2.2.1 Elaboration du support d'entretien.....	16
1.2.2.2 Choix de l'échantillon de collectivités.....	17
1.2.2.3 Choix de l'échantillon de bassins.....	18
1.3 Retour d'expériences sur les entretiens réalisés	19
1.3.1 Synthèse des éléments recueillis sur les collectivités rencontrées	19
1.3.1.1 Panorama des services enquêtés.....	19
1.3.1.2 Raisons du recours aux « bassins d'orage ».....	22
1.3.1.3 Contraintes.....	25
1.3.2 Synthèse des éléments recueillis sur les ouvrages sélectionnés	26
1.3.2.1 Choix de conception	27
1.3.2.2 Dimensionnement.....	30
1.3.2.3 Exploitation et entretien	31
1.3.2.4 Coûts.....	35
1.4 Conclusion	36
2 La métrologie et l'instrumentation des bassins d'orage	38
2.1 Introduction	38
2.2 Méthodologie	38
2.2.1 Parcours bibliographique	38
2.2.2 Constitution d'un échantillon de maîtres d'ouvrages et de bassins d'orage	38
2.2.3 Les bassins retenus pour l'exploitation des mesures	40
2.2.3.1 Bassin de la Brande, Commune de Commeny.....	40
2.2.3.2 Bassins Carnot et Place de la résistance, Conseil Départemental de Seine-Saint-Denis ...	41
2.2.3.3 Bassin S1 de la Communauté Urbaine d'Arras.....	43
2.2.3.4 Bassin Athanor de la Communauté d'agglomération Montluçonnaise.....	45
2.2.3.5 Résumé de données exploitées.....	45
2.3 Retour d'expérience	46
2.3.1 La métrologie présente dans et autour des bassins d'orage	46
2.3.1.1 Mesure des précipitations autour des bassins.....	46
2.3.1.2 Mesure des hauteurs d'eau autour et dans un bassin	47
2.3.1.3 Mesure des vitesses d'écoulement autour des bassins.....	48
2.3.1.4 Mesure des débits autour des bassins	49
2.3.1.5 Mesure de la qualité de l'eau dans et autour des bassins	49
2.3.1.6 Maintenance des capteurs - critique, validation des données.....	50
2.3.1.7 Divers.....	52
2.3.1.8 Éléments de coûts	53
2.3.1.9 Synthèse sur la métrologie rencontrée	54
2.3.2 L'usage de la métrologie dans et autour des bassins	55
2.3.3 Fonctionnement des BO vu par la métrologie	57
2.3.3.1 Fonctionnement du bassin de la Brande à Commeny	57
2.3.3.2 Fonctionnement du bassin Carnot du CD de Seine-Saint-Denis	62
2.3.3.3 Fonctionnement du bassin Place de la Résistance du CD de Seine-Saint-Denis.....	64

2.3.3.4	Fonctionnement du bassin S1 de la Communauté Urbaine d'Arras	667
2.3.3.5	Fonctionnement du Athanor de la Communauté d'Agglomération Montluçonnaise.....	69
2.4	Conclusions	71
	Conclusion générale	72
	Remerciements	73
	Références.....	74
	Table des illustrations et tableaux.....	76
	Annexes.....	78

Introduction générale

Le développement actuel des systèmes d'assainissement s'appuie, pour la très grande majorité d'entre eux, sur des structures construites il y a plusieurs dizaines d'années. Mises en place essentiellement dans les centres urbains historiques, beaucoup de ces réseaux étaient alors conçus sur le principe du tout à l'égout qui consistait à évacuer les eaux sales hors de la ville. C'est donc tout naturellement que les extensions de ces réseaux, nécessaires à l'assainissement des zones de construction nouvelles d'après-guerre, ont d'abord été conçues suivant le principe de la collecte unitaire, avant de changer progressivement de paradigme à partir du milieu des années 1950. Alors que, depuis lors, la plus grande part des efforts entrepris en matière d'assainissement portait sur la création de stations de traitement, puis sur le maintien et l'amélioration de leurs performances épuratoires, la considération des pollutions véhiculées par les surverses des réseaux unitaires vers les milieux récepteurs par temps de pluie n'a fait son chemin qu'à partir des années 1970. Plusieurs référentiels montreront plus tard l'importance de ces charges polluantes rejetées qui peuvent être du même ordre de grandeur que les charges annuelles contenues dans les eaux rejetées après traitement par les stations d'épuration. C'est aussi à cette même période que les systèmes d'assainissement ont montré leurs limites vis à vis de l'évacuation des débits de ruissellement, entraînant des inondations pour des épisodes orageux de moindre ampleur que ceux pour lesquels ils avaient été initialement conçus.

Afin de limiter les dysfonctionnements des systèmes, les collectivités, en partie soutenues par les Agences de l'eau, ont mis en place des ouvrages dont les objectifs essentiels étaient de deux ordres :
i) améliorer la collecte et le traitement des effluents et limiter les rejets vers le milieu naturel,
ii) éviter les désordres hydrauliques et les débordements des réseaux par temps de pluie.

La technique la plus couramment utilisée a été celle des « bassins d'orage » (terminologie utilisée dans l'arrêté du 22 juin 2007) qui, selon les objectifs fonctionnels visés, a conduit à des conceptions très variées et à l'utilisation de méthodes de dimensionnement adaptées à ces objectifs. Il en résulte sur le territoire national l'existence d'un panel d'ouvrages difficilement appréhendable autant en termes de nombre, de volume d'eau stocké, que de conception et d'objectifs de fonctionnement.

Ce projet de « Retour d'expériences national sur les bassins de stockage sur réseau unitaire » vise donc à actualiser les connaissances et les enseignements concernant ces ouvrages, permettant in fine d'éclairer les politiques publiques autour de l'utilisation de ces dispositifs, notamment pour atteindre les objectifs de conformité des systèmes de collecte par temps de pluie imposés par la Directive ERU et retranscrits par la France au travers de l'arrêté du 21 juillet 2015, et des dispositions complémentaires prévues par les SDAGE, les SAGE et/ou certains arrêtés préfectoraux.

La première phase de ce projet, objet d'un premier rapport, a permis de dresser une synthèse du contexte historique et réglementaire qui a soutenu la mise en œuvre de ces ouvrages, de présenter des éléments techniques et fonctionnels autour de ces dispositifs (éléments issus de la littérature), et de tenter de caractériser le parc d'ouvrages de type « bassin d'orage » au niveau national. Elle a également permis de préparer cette seconde phase en structurant les principales interrogations autour de la conception, du dimensionnement, du fonctionnement et de l'exploitation de ces ouvrages.

1 Enquêtes auprès d'un échantillon de collectivités

1.1 Introduction

Cette phase vise à réactualiser les connaissances que nous avons pu collecter lors de la 1^{ère} phase de l'étude, basée sur une recherche bibliographique importante autour des « bassins d'orage » construits sur réseau d'assainissement unitaire. De nombreux documents de référence, textes réglementaires, études, rapports de stage, guides et référentiels techniques nous ont en effet permis de faire un point sur les connaissances et informations dont nous disposons sur ce type d'ouvrages. Le travail réalisé en 1^{ère} phase a été l'occasion pour nous de collecter beaucoup d'éléments sur divers aspects de ces dispositifs, ce qui nous a également permis de mettre en lumière un certain nombre d'interrogations quant à la désignation, à l'utilisation de ces dispositifs, à différentes caractéristiques, éléments de conception, de dimensionnement, d'exploitation, ainsi qu'aux coûts qui peuvent y être associés.

Ce premier travail nous a permis de nous rendre compte de la grande diversité des situations de ces ouvrages, des systèmes sur lesquels ces bassins pouvaient être implantés, et des objectifs qui peuvent leur être assignés. Cette nouvelle phase vise donc à approfondir cet état de l'art et à répondre à ces questions, notamment en interrogeant des acteurs de terrain - maîtres d'ouvrages et exploitants - sur leur expérience opérationnelle vis-à-vis de ces dispositifs.

C'est un travail ambitieux et riche d'enseignements que ce paragraphe introduit ici, cette partie ayant autant pour objet de présenter la démarche adoptée que de structurer les points clés et les enseignements tirés des enquêtes et entretiens réalisés. Ce rapport est complété par un ensemble de fiches techniques de retours d'expériences réalisées sur 38 bassins répartis sur un échantillon de 17 collectivités « sélectionnées » pour la diversité de leurs situations locales et d'enjeux auxquels celles-ci sont confrontées.

Nous présenterons dans un premier temps les différentes étapes de la démarche et la méthodologie adoptées, qui nous a permis tout d'abord d'identifier des collectivités disposant de « bassins de stockage sur réseau d'assainissement unitaire » (ou « bassins d'orage », même si cette terminologie ne fait pas l'unanimité), pour constituer un « vivier » d'ouvrages parmi lesquels une quarantaine de bassins ont été « sélectionnés » pour faire l'objet d'investigations plus poussées. L'échantillon de collectivités et de bassins est présenté et analysé en fonction des enjeux locaux particuliers qui ont pu être identifiés.

Un retour d'expérience général sur ces entretiens est ensuite présenté, structuré suivant les différentes problématiques identifiées lors de la 1^{ère} phase. Lorsque cela est possible, nous tentons de faire des préconisations, ou tout du moins de mettre en exergue certains points de vigilance particuliers sur les aspects et thématiques qui ont été enquêtés.

1.2 Méthodologie

Le travail s'est déroulé en plusieurs étapes. Il fallait d'abord identifier des collectivités susceptibles de disposer de « bassins d'orage » sur réseaux d'assainissement unitaires. Il fallait ensuite contacter ces collectivités pour obtenir des informations, d'abord sur leur situation locale (démographique, institutionnelle, structurelle), mais aussi sur leur(s) système(s) d'assainissement (connaître la longueur et le type de linéaires dont elles ont la gestion, la taille des stations, le nombre d'ouvrages annexes, ...) puis enfin et surtout sur leur parc de « bassins d'orage » sur tronçons de réseau unitaires.

Les résultats de ces enquêtes devaient nous permettre de disposer d'un premier niveau d'information sur un « vivier » d'ouvrages parmi lesquels serait sélectionné un échantillon suffisamment riche et diversifié, autant en termes de taille, d'ancienneté, de localisation sur le système, de conception (bassin enterré, hors sol, couvert, à ciel ouvert), ou encore en termes de suivi météorologique. Ces ouvrages ont ensuite fait l'objet d'un entretien plus poussé avec leur maître d'ouvrage ou leur gestionnaire, de façon à pouvoir tirer le plus d'enseignements possibles. Il est à noter que ces enseignements concernent autant les caractéristiques techniques des ouvrages que les systèmes sur lesquels ceux-ci sont implantés. Cette mise en situation nous a en effet permis de mieux comprendre les enjeux locaux qui ont pu expliquer la construction de ces ouvrages, connaître les objectifs fonctionnels qui leurs avaient été assignés ainsi que les éléments de contexte pouvant expliquer un "bon" ou un "mauvais" fonctionnement du bassin.

1.2.1 Pré-enquête auprès des collectivités/gestionnaires

C'est sur la base des informations recueillies lors de la 1^{ère} phase de l'étude que nous avons pu pré-identifier des collectivités susceptibles de disposer de bassins de stockage. Les extractions de bases de données financières des Agences de l'eau qui nous ont été transmises (réalisées généralement par mots clés) permettaient en effet de lister des collectivités ayant fait des demandes d'aides pour des opérations comprenant la construction ou la réhabilitation de « bassins d'orage » sur réseau d'assainissement unitaire.

Les données brutes issues des enquêtes « Eau et Assainissement », fournies par le SOeS (enquêtes de 2001, 2004 et 2008), nous ont également permis d'obtenir un échantillon de communes ayant déclaré disposer d'au moins un « bassin d'orage raccordé au réseau d'assainissement¹ ». Couvrant toute la France métropolitaine, ces enquêtes étaient notre unique source d'information pour certains bassins hydrographiques pour lesquels nous ne disposions pas d'éléments. Ayant pour objectif de toucher des collectivités dont les situations seraient les plus variées possible, nous avons fait le choix de solliciter des collectivités de tous les grands bassins hydrographiques de façon à éviter autant que possible les biais géographiques.

1.2.1.1 Prise de contact

Les contacts ont été pris individuellement par téléphone. Le but de ces appels était d'obtenir un accord de principe de la collectivité pour répondre à un questionnaire en ligne (voir paragraphe suivant 1.2.1.2) et d'être dirigé vers un agent technique qui puisse être en mesure d'y répondre. Nous cherchions à obtenir une adresse électronique à laquelle nous pouvions envoyer divers éléments dont, entre autres, une présentation de notre démarche ainsi qu'un lien vers notre questionnaire. La commune appelée n'étant pas toujours compétente en matière d'assainissement, et nous avons souvent dû être redirigés vers d'autres structures, intercommunalités, syndicats ou délégataires.

Ce sont, en tout, un peu plus de 160 collectivités qui ont été contactées. Un travail conséquent qui a nécessité de multiples rappels, les personnes en mesure de répondre n'étant pas toujours disponibles ou facilement joignables. Plusieurs relances ont dû être réalisées : par téléphone, par voie électronique, et parfois même par courrier. Les profils contactés étaient très divers, allant de l'agent technique en charge de l'assainissement jusqu'au Maire (pour les plus petites communes), en passant par des responsables de services techniques, voir même des agents du délégataire.

Parallèlement à ces prises de contact téléphonique, la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies (FNCCR) nous a proposé de diffuser le questionnaire auprès de ses adhérents qui étaient susceptibles de pouvoir répondre. Même si nous n'étions alors pas en mesure de vérifier ni l'homogénéité géographique, ni la diversité de taille des collectivités sollicitées par ce canal, ce fut pour nous une aide très précieuse.

Les cartes ci-après font le bilan des collectivités contactées et des réponses obtenues. Celui-ci tient compte des 14 réponses obtenues via la diffusion du questionnaire aux adhérents de la FNCCR.

Sur les 169 collectivités contactées, 64 ont donné une réponse, parmi lesquelles :

- 43 réponses complètes
- 11 réponses restées incomplètes malgré relances
- 10 réponses négatives (la collectivité indiquant ne pas disposer de « bassin d'orage » sur réseau d'assainissement unitaire).

¹ Terminologie utilisée dans le Questionnaire commune de l'enquête « Les collectivités locales et l'environnement », volet Eau et Assainissement, réalisée en 2008 par le SOeS et le SSP

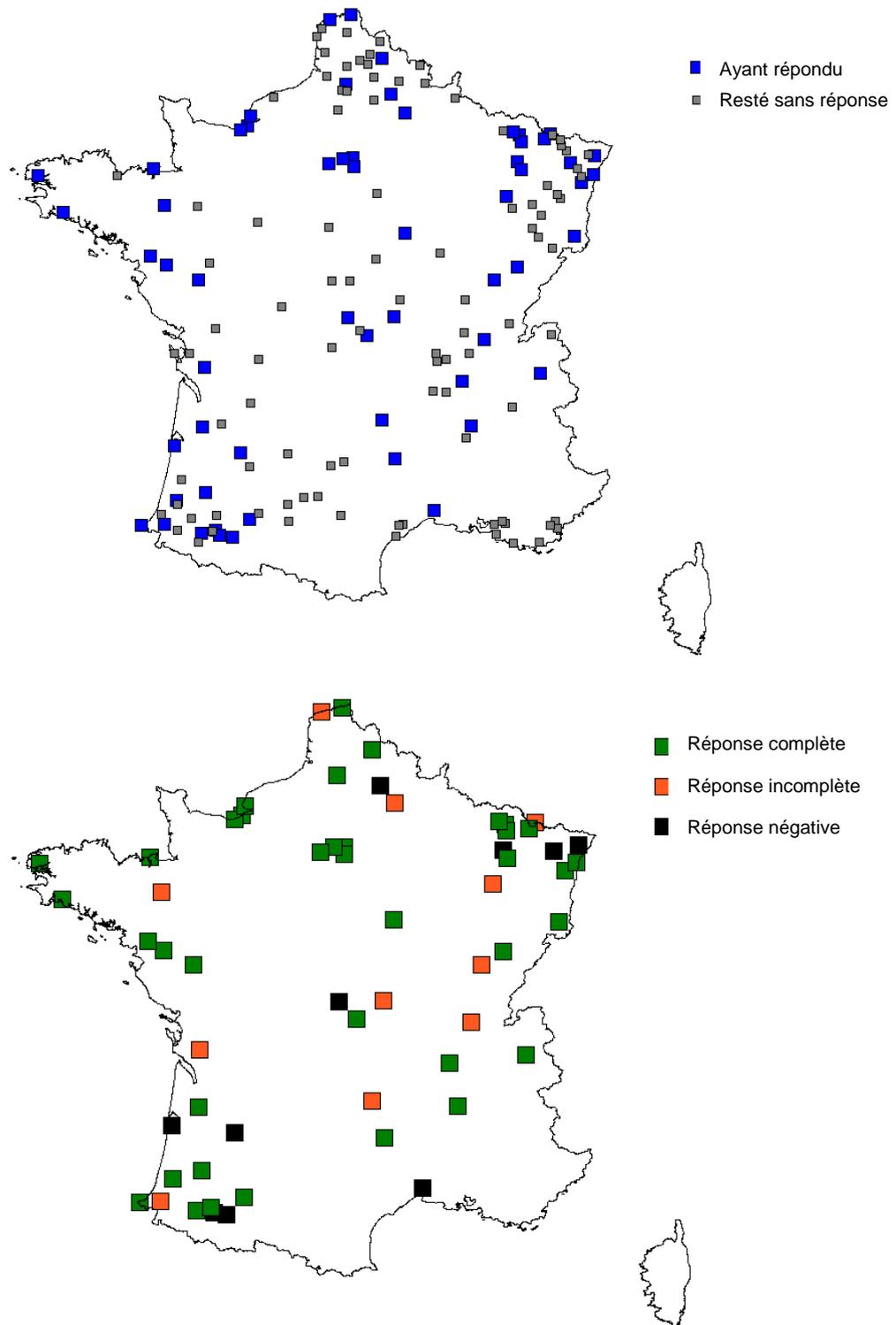


Figure 1 : Bilan des collectivités a) contactées et b) ayant répondu à la pré-enquête (tient compte des réponses des adhérents de la FNCCR)

1.2.1.2 Questionnaire en ligne

En collaboration avec les Agences de l'eau et la FNCCR, un questionnaire à destination des collectivités a été élaboré. Son but était de recueillir des éléments généraux sur la situation des collectivités sollicitées, et notamment sur leur parc de « bassins d'orage » sur réseau d'assainissement unitaire.

Le tableau suivant fait une synthèse des questions posées. Le questionnaire a ainsi été divisé en 3 grandes parties :

- une partie sur la collectivité elle-même (nom, taille, compétences, ...)
- une partie sur le parc de « bassins d'orage » sur le(s) système(s) d'assainissement unitaire(s) sur le(s)quel(s) la structure est compétente (les différentes questions posées le sont bassin par bassin)
- une demande d'accord de principe pour participer à la 2^{ème} partie de l'enquête (et la possibilité donnée aux répondants de demander à ce que leurs réponses restent anonymes).

Tableau 1 : Synthèse des questions posées dans le questionnaire en ligne

<u>Questions sur la collectivité</u>	
Nom de la collectivité	
Statut (Commune, EPCI, ...)	
Taille (habitants)	
En charge de la compétence Collecte ou Transport ? (si oui, depuis quand ?)	
Disposez-vous de bassins de stockage sur réseau unitaire ?	
Dénomination et coordonnées du MOA	
Dénomination(s), nombre et taille des unités de traitement	
Nombre de bassins de stockage sur réseau unitaire	
Nombre d'ouvrages annexes (DO, PR)	
Linéaires de réseau (unitaire et séparatif eau usée)	
Nombre, dénomination(s) et coordonnées des exploitants de bassins de stockage sur réseau unitaire	
Mode de gestion de ces bassins de stockage (régie, affermage, ...)	
<u>Questions sur les « bassins d'orage »</u>	
Désignation de l'ouvrage	
Exploitant	
Année de construction	
Volume utile	
Implantation (Réseau/Station)	
Couverture (Enterré/Semi-enterré/Ouvert)	
Suivi métrologique (Oui/Non)	
<u>Question pour la suite de l'étude</u>	
Seriez-vous prêt à partager votre expérience et à être recontacté pour un entretien ?	
Souhaitez-vous que vos réponses restent anonymes ?	

Sur les 43 réponses complètes recueillies, 35 collectivités ont indiqué être prêtes à faire l'objet d'un retour d'expérience plus poussé. 8 ont indiqué qu'elles ne le souhaitaient pas, parmi lesquelles 5 ont demandé à rester anonymes.

Si la taille des collectivités ayant répondu est relativement diversifiée, nous aurions aimé pouvoir obtenir des réponses de collectivités rurales de taille inférieure à 2 000 habitants (nous savons en effet que certaines d'entre elles disposent de « bassins d'orage ») mais aucune des collectivités contactées n'a accepté de nous répondre, généralement plus par manque de temps que par véritable désintérêt. Pour les systèmes encore gérés en régie, c'est généralement l'employé communal qui assure l'exploitation du système d'assainissement parmi bien d'autres choses. Par ailleurs, beaucoup de toutes petites communes préfèrent aujourd'hui déléguer leurs compétences assainissement à une structure extérieur qu'il n'est pas toujours simple de solliciter pour répondre à une enquête.

Tableau 2 : Synthèse des réponses complètes obtenues via le questionnaire en ligne

Nom de la collectivité	Taille (hab.)	Nb Bassins
CC du Pays de Chanac	2 000	1
Commune de Flesselles	2 200	1
Commune de Monein	2 200	1
Commune de Morlaas	4 500	1
Commune de Commentry	7 000	3
Commune de Savenay	8 200	1
CC du Secteur d'Ilfurth	10 390	10
CC de l'Estuaire de la Dives	14 194	6
SIVOM du Bassin de l'Ehn	25 234	10
SIARNC	26 000	2
Commune de Laon	26 000	3
Syndicat Orne Aval	28 725	11
Régie des eaux de Mont de Marsan	30 000	1
Commune de Concarneau	30 000	2
SIA de la Région d'Albertville (SIARA)	31 160	2
Commune d'Auxerre	37 800	6
Commune de Saint Malo	47 000	4
SIAAL (Longwy)	50 000	41
CC Rives de Moselle	50 146	5
Agglomération Sud Pays Basque	65 000	16
Syndicat pour la station d'épuration de Givors	66 000	1
CA du Choletais	84 000	12
CA du calaisis	100 000	2
CC Cœur Côte Fleurie	115 000	7
Commune de Besançon	120 000	8
CA du douaisis	156 000	20
CU de Dunkerque	197 600	2
Eau du Ponant SPL (Brest)	220 000	8
CA Valence Romans Sud Rhône Alpes	220 000	4
Haganis (Metz)	227 136	17
CODAH (Communauté de l'agglomération havraise)	243 399	11
Métropole du Grand Nancy	261 995	8
Nantes Métropole	602 923	2
Noreade (SIDEN-SIAN)	618 000	25
Métropole de Bordeaux	743 000	152
SDEA Alsace Moselle	800 000	500
Département du Val de Marne	1 300 000	6
Département de la Seine-Saint-Denis	1 540 000	15
Département des Hauts-de-Seine	1 586 434	3

Avant retrait des collectivités ayant demandé à rester anonyme, ce sont 930 bassins de stockage qui ont été recensés, dont 753 bassins pour lesquelles les répondants nous ont fourni des informations. Se cachent cependant derrière ce chiffre de très fortes disparités puisque le SDEA Alsace Moselle gère à lui seul 500 ouvrages, tous renseignés (soit plus de la moitié de l'échantillon). Notons que le nombre d'habitants desservis ne semble pas être un caractère discriminant dans le nombre de bassins gérés par une collectivité, aucune corrélation en ce sens n'a pu être établie.

Sur les 253 ouvrages de cet échantillon (hors SDEA), la répartition géographique semble être relativement équilibrée entre les différents bassins hydrographiques, à l'exception des bassins Rhin-Meuse (assez largement surreprésenté, notamment avec le SDEA) et Rhône-Méditerranée-Corse (nettement sous-représenté. cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon (hors SDEA), répartis par bassin hydrographique

Adour Garonne	42
Artois Picardie	46
Loire Bretagne	30
Rhin Meuse	72
Rhône Méditerrané Corse	15
Seine Normandie	48

La taille des collectivités ayant répondu à notre enquête varie entre 2 000 et 1 600 000 habitants, les volumes des ouvrages variant quant à eux entre 10 m³ (SIA de l'Agglomération de Longwy) et 220 000 m³ (Métropole de Bordeaux). En ce qui concerne le type de collectivité assurant la maîtrise d'ouvrage de ces bassins, on note sur cet échantillon une nette prédominance des EPCI (notamment à fiscalité propre). Notons cependant que cette situation est amenée à évoluer très fortement dans les années à venir avec le transfert d'ici à 2026 de l'ensemble des compétences « eau et assainissement » aux intercommunalités.

Tableau 4 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon (hors SDEA), répartis par type de structure compétente

Commune	28
EPCI à fiscalité propre	121
EPCI sans fiscalité propre	40
Autres	64

La proportion d'ouvrages construits sur le système de collecte parait hégémonique vis-à-vis de ceux construits en tête de station (199 contre 49).

On note aussi dans cet échantillon la très forte proportion d'ouvrages enterrés (173, contre 32 ouvrages à ciel ouvert et 48 non renseignés).

Pour ce qui est du suivi métrologique, la grande majorité des ouvrages de l'échantillon semble a priori en faire l'objet (182 bassins seraient équipés d'instruments de suivi contre 38 qui ne le seraient pas). Nous ne savons pas dans quelle mesure cela peut constituer un biais par rapport à la situation générale de ces ouvrages en France.

Tableau 5 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon (hors SDEA), répartis par date de construction ou de mise en service

Avant 1990	15
1990-1994	7
1995-1999	27
2000-2004	46
2005-2009	42
Après 2010	48

En ce qui concerne la date de construction ou de mise en service, la répartition fait état d'un échantillon relativement récent : les 3/4 des ouvrages ont en effet été construits après l'an 2000. Mais il est possible que nous ayons là encore un biais qui pourrait être lié aux listes de collectivités qui ont été utilisées (enquêtes SOeS, et extractions informatiques des bases de données financières des aides accordées par les agences de l'eau). La plupart d'entre elles ne couvrent que des périodes récentes. La catégorie des collectivités ayant construit des bassins il y a longtemps (et n'en ayant pas reconstruit depuis) pourrait donc être sous-représentée.

Il est assez peu probable que cet échantillon soit représentatif du parc de bassins au niveau national, autant au niveau de l'ancienneté des bassins que de leur positionnement sur le système. Les ratios entre le nombre d'ouvrages situés en tête de station par rapport à ceux situés plus en amont sur le réseau sont en effet très différents de ceux présentés par les Agences de l'eau Seine Normandie, Artois Picardie et Loire Bretagne. La représentativité de l'échantillon n'était cependant pas un objectif. Le nombre relativement conséquent d'ouvrages le composant et sa répartition géographique plutôt équilibrée paraissent en effet être une meilleure base à la constitution d'un échantillon très riche.

1.2.2 Entretien auprès des Maitres d'ouvrage/gestionnaires

Partant du « vivier » de collectivités et d'ouvrages, constitués sur la base des résultats de la « pré-enquête », il fallait choisir un échantillon de bassins pour tirer le maximum d'informations et d'enseignements. Un support d'entretien a été élaboré pour structurer nos questions et les éléments à recueillir.

1.2.2.1 Elaboration du support d'entretien

Ce support d'entretien a fait l'objet de discussions riches et nourries avec les membres du comité de pilotage de l'étude. Celles-ci ont notamment permis de préciser certaines attentes. Les thématiques abordées étaient extrêmement larges, traitant à la fois de :

- la situation générale et institutionnelle des services enquêtés : leurs compétences, leur mode de gestion, leurs effectifs et les missions exercées, la structure et le linéaire de leurs réseaux, les contraintes et enjeux locaux particuliers auxquels ils peuvent être confrontés, la connaissance qu'ils jugeaient avoir du fonctionnement de leur(s) réseau(x) et des rejets au(x) milieu(x) récepteur(s), ...
- la place des « bassins d'orage » sur réseau unitaire dans l'optimisation du fonctionnement de leur(s) système(s) d'assainissement : évolution de leur parc d'ouvrages, de leurs objectifs, de leurs enjeux, choix du positionnement de ces ouvrages sur le système, ...

Mais aussi des questions plus spécifiques sur les ouvrages eux-mêmes (questions abordées pour chacun des ouvrages sélectionnés) :

- choix de conception,
- contraintes techniques particulières,
- dimensionnement,
- dispositifs d'alimentation, de vidange,
- dispositifs de nettoyage,
- dispositifs de prétraitement éventuels,
- télégestion, suivi métrologique,
- fonctionnement, exploitation, sécurité, accès du personnel et du matériel,
- coûts d'investissement, de fonctionnement et d'entretien, ...

La plupart des collectivités sollicitées ont indiqué avoir été surpris de la longueur de ce support. Le choix avait été fait de diffuser une version pré-remplie de ce support préalablement aux entretiens avec les services. Nous souhaitons en effet que nos interlocuteurs puissent avoir toutes les informations nécessaires sur notre démarche et nos interrogations, de façon à pouvoir préparer cet entretien dans les meilleures conditions possibles. Nous souhaitons aussi qu'ils puissent nous orienter, préalablement à l'entretien, dans le choix des ouvrages qui feraient l'objet d'un retour d'expérience plus poussé.

En accompagnement de l'envoi de ce support pré-rempli, l'accent a été mis sur le fait que nous ne nous attendions pas forcément à ce que la collectivité puisse répondre à toutes les questions posées (ni même sur tous les bassins « sélectionnés »), certaines d'entre elles étaient en effet plus pertinentes (et intéressantes) dans certains cas que dans d'autres.

Les informations demandées n'étant d'ailleurs pas toujours disponibles, même en recherchant dans les archives. C'était généralement le cas lorsque la personne interviewée exerçait uniquement la maîtrise d'ouvrage du système, la connaissance technique sur le fonctionnement des bassins étant alors généralement plus du côté de l'exploitant que du donneur d'ordre (ce premier ne pouvait pas toujours se rendre disponible pour participer à l'entretien). Beaucoup d'informations d'ordre historique (dates de réalisation, hypothèses de dimensionnement, coûts d'investissement) ont également été

perdus, suite à des départs du service (mutation ou retraite), mais aussi suite à des restructurations ou à des transferts de compétences. Les évolutions en cours et prochaines concernant la compétence « eau et assainissement » génèrent d'ailleurs de nombreuses incertitudes et interrogations au sein des structures que nous avons rencontrées, notamment les syndicats et les régies communales.

1.2.2.2 Choix de l'échantillon de collectivités

Dans les deux listes précédentes (collectivités d'une part, et « bassins d'orage » recensés d'autre part), desquelles ont été enlevées les collectivités n'ayant pas souhaité participer à la suite de l'enquête, une petite vingtaine de services ont été choisis. Ce choix s'est opéré à la fois sur les caractéristiques générales du service (notamment la taille, la situation et le parc d'ouvrages) que sur les « bassins d'orage » que nous envisagions de « sélectionner ».

L'objectif était de constituer un échantillon de collectivités et de bassins qui soit le plus diversifié possible, cette diversité étant évaluée en prenant en compte plusieurs critères tels que :

- la géographie : nous souhaitons en effet couvrir tous les bassins hydrographiques,
- l'ancienneté des ouvrages : autant que possible, nous souhaitons avoir une diversité dans les époques de construction ou de mise en service des bassins,
- des considérations plus techniques telles que : le volume de l'ouvrage, la localisation sur le système, la mise en place (ou non) d'un suivi météorologie.

Nous souhaitons également interroger des collectivités de tailles différentes et, autant que possible, soumises à des enjeux les plus diversifiés possibles : milieux vulnérables, protections des usages (baignade, conchyliculture, captage AEP, ...), spécificités territoriales locales (secteur littoral, géologie, pluviométrie, caractère saisonnier, ...)

Un système de notation avait initialement été envisagé pour choisir les collectivités. Celui-ci était basé sur l'évaluation d'un « degré d'intérêt » calculé en fonction de plusieurs critères tels que le mode de gestion, la taille, la présence ou l'absence de commentaires laissés lors de la réponse au questionnaire, ... Mais il a très vite été constaté qu'un tel système s'adaptait mal à la constitution d'un échantillon visant la diversité sur de multiples critères. Le choix des collectivités s'est donc plutôt fait « au fil de l'eau », en assumant la part de subjectivité qui peut y être associée.

Ce sont au départ 21 collectivités qui avaient été sélectionnées. Pour diverses raisons, plusieurs d'entre elles se sont finalement ravisées après reprise de contact de notre part. Nous avons donc dû revoir certains de nos choix en cherchant, dans la mesure du possible, à conserver les enjeux pour lesquels ces collectivités avaient été choisies. Pour d'autres raisons, manque de temps ou de disponibilité le plus souvent, nous sommes finalement parvenus à en rencontrer 17. Le tableau ci-après liste les communes sélectionnées.

Tableau 6 : Liste des collectivités sélectionnées pour les entretiens (en bleu les collectivités que nous n'avons pas pu rencontrer)

Nom de la collectivité	Taille (hab.)	Raison du choix
CC du Pays de Chanac	2 000	La plus petite collectivité ayant répondu. Secteur rural des Cévennes
Commune de Monein	2 200	Petite collectivité de secteur rural, enjeux milieu (Natura 2000), pluviométrie importante.
Commune de Commentry	7 000	Petite collectivité avec beaucoup de secteurs sensibles (anciennes houillères)
Commune de Savenay	8 200	Petite collectivité du bassin Loire Bretagne en secteur sensible (Natura 2000)
CC de l'Estuaire de la Dives	14 194	Collectivité littorale sujette au risque de submersion marine, importantes zones de baignade et caractère saisonnier très marqué
SIVOM du Bassin de l'Ehn	25 234	Collectivité semi-rurale aux faciès très variés
SIARNC	26 000	Petite structure de région parisienne gérant plusieurs STEU équipées de bassins d'orage
Régie des eaux de Mont de Marsan	30 000	Collectivité de taille moyenne ayant choisi de construire un gros bassin en tête de STEU
Commune de Concarneau	30 000	Commune littorale portuaire de taille moyenne

Grand Lac (Aix les Bains)	31 160	Collectivité de taille moyenne du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, située en zone de montagne avec forts enjeux milieu (Lac du Bourget)
Commune d'Auxerre	37 800	Collectivité de taille moyenne du bassin Seine Normandie
SIAAL (CA de Longwy)	50 000	Collectivité disposant de nombreux petits bassins construits par des lotisseurs et rétrocedés
Commune de Besançon	120 000	STEU à traitement tertiaire, collectivité importante du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, réflexion sur le rapport coût/efficacité des bassins d'orage
CA du douaisis	156 000	Collectivité du bassin Artois Picardie, utilisation massive de techniques alternatives pour réduire les volumes de stockage à construire.
Eau du Ponant (Brest)	220 000	Collectivité littorale soumise à de nombreux enjeux (zones de baignade, relief très escarpée, ...), démarche proactive pour connaître et améliorer leurs systèmes d'assainissement
Haganis (Metz)	227 136	Collectivité de taille importante du bassin Rhin-Meuse ayant notamment participé à un important programme de renaturation de cours d'eau
CODAH	243 399	Collectivité littorale portuaire soumise à de nombreux enjeux (inondations, zones de baignade, relief escarpé, milieu naturel sensible (estuaire de la Seine, sites Natura 2000,...))
Métropole du Grand Nancy	261 995	Acteur historique des programmes nationaux d'hydrologie urbaine. Bassins de grande taille construits il y a longtemps.
Noreade (SIDEN-SIAN)	618 000	Grand syndicat du Nord de la France, gère beaucoup de petits systèmes ruraux.
SDEA Alsace Moselle	800 000	Acteur historique dans la construction d'ouvrage selon les recommandations de l'ATV (préconisations allemandes). Territoire semi-rural
Département de la Seine-Saint-Denis	1 540 000	Acteur historique des programmes nationaux d'hydrologie urbaine. Bassins de grande taille construits il y a longtemps, avec toutes les spécificités et enjeux de la région parisienne.

1.2.2.3 Choix de l'échantillon de bassins

La « pré-sélection » des ouvrages parmi le parc des collectivités qui ont été choisies a fait l'objet d'ajustements, parfois importants, sur la base d'échanges avec le maître d'ouvrage ou le gestionnaire. Cette étape fut nécessaire dans la mesure où les réponses données lors de la « pré-enquête » ne donnaient pas toutes les caractéristiques suffisantes pour choisir un échantillon suffisamment riche (notamment sur certains aspects parfois très spécifiques que nous souhaitions étudier). Nous estimions qu'en tant qu'acteurs de terrain, les maîtres d'ouvrage et gestionnaires étaient mieux à même de pouvoir orienter l'entretien vers les ouvrages sur lesquels ils auraient le plus d'éléments ou de choses à dire.

Des recherches plus précises ont ainsi été faites pour chaque collectivité : sur la situation de leur(s) système(s), les spécificités locales et les enjeux auxquels ces services pouvaient être confrontés. Réalisé le plus souvent à partir d'éléments disponibles en ligne (articles de journaux, Rapports sur le Prix et la Qualité de Service (RPQS), règlement d'assainissement, avis d'appel d'offre, arrêté de déclaration ou d'autorisation du système d'assainissement au titre de la loi sur l'eau, ...) ce travail préalable était nécessaire pour proposer aux collectivités des particularités que nous pouvions juger intéressantes et dignes d'enrichir le retour d'expérience. Il arrive en effet parfois que les exploitants n'aient pas conscience de la spécificité de certaines caractéristiques de leur territoire ou de leur système. Il est même arrivé plusieurs fois que nos interlocuteurs nous disent que la préparation de notre entretien avait été l'occasion pour eux d'apprendre des choses sur leur système.

1.3 Retour d'expériences sur les entretiens réalisés

Les entretiens ont été l'occasion de recueillir de très nombreux éléments dont cette partie fait la synthèse. Le choix a été fait de présenter séparément l'exploitation des éléments recueillis sur les collectivités enquêtées elles-mêmes (leur situation, leurs enjeux, les moyens dont elles disposent, leurs problématiques, etc) des éléments recueillis sur les bassins retenus. La séparation entre les deux n'est pas toujours très évidente, il arrive souvent que certains aspects techniques particuliers relatifs à un ouvrage entre en écho avec la situation de la collectivité dans son ensemble.

Nous précisons que ce travail n'a pas vocation à se présenter comme un guide technique sur la conception, l'entretien ou l'exploitation des ouvrages de stockage sur réseau unitaire, ni même à donner des préconisations précises quant aux démarches à engager par les collectivités pour optimiser le fonctionnement de leur système d'assainissement par temps de pluie. Ne sont présentés ici que des éléments d'expériences, qui peuvent parfois mettre en lumière des points de vigilance sur certains choix de stratégie, de conception, d'entretien ou d'exploitation d'ouvrages, mais sans pour autant que ces retours n'aient vocation à être présentés comme des éléments de doctrine. En effet, les situations rencontrées sur le terrain peuvent être très différentes les unes des autres, et il n'est généralement pas possible de présenter de « solution miracle » qui résoudrait un même problème ici et partout ailleurs.

1.3.1 Synthèse des éléments recueillis sur les collectivités rencontrées

Les paragraphes suivants présentent, dans un premier temps, un panorama rapide des services rencontrés dans le cadre de ces enquêtes en mettant en lumière toute leur diversité ; les raisons pour lesquelles les services rencontrés ont pu être amenés à construire des « bassins d'orage » sur réseau unitaire ; ainsi que les contraintes locales auxquelles les collectivités ont pu être confrontées dans la structuration de leur réseau ou dans leurs stratégies d'action pour optimiser le fonctionnement de leur(s) système(s) d'assainissement par temps de pluie.

1.3.1.1 Panorama des services enquêtés

Taille :

Les collectivités rencontrées desservent entre 2 000 (Communauté de communes du Pays de Chanac) et 1,5 millions d'habitants (Département de la Seine Saint Denis), dans des secteurs très différents les uns des autres, avec des patrimoines et des structures de réseau également très différents (longiligne, étoilée, recomposée), avec des parcs de bassins d'orage qui peuvent être eux aussi très variables en fonction des problématiques locales rencontrées et des objectifs qui en sont attendus (un seul bassin en tête de STEU à Mont de Marsan, ou bien une myriade de petits ouvrages situés en aval de branches raccordées à une même STEU intercommunale à Longwy).

Périmètre :

Leur périmètre de compétence peut se limiter à une seule commune (par exemple une petite régie communale à Monein) ou s'étendre à toute une intercommunalité voire même au-delà : à l'échelle d'un département (DEA93) si ce n'est même au-delà encore (Noreade, SDEA). Il n'est d'ailleurs pas rare de constater que ce périmètre de compétence ait pu évoluer très fortement au cours des dernières années (fusions d'intercommunalités), et qu'il doive encore évoluer dans les années à venir, notamment avec la loi NOTRe et la nouvelle répartition des compétences que celle-ci induit (ce sera notamment le cas de la CC du Pays de Chanac qui devrait, à terme, être séparée et rattachée à deux intercommunalités).

Répartition des compétences et mode(s) de gestion :

Les compétences exercées peuvent elles aussi être très différentes d'une collectivité à l'autre, allant de la seule Maitrise d'ouvrage pour les compétences « transport » et « dépollution » gérées par contrat d'affermage (SIVOM du bassin de l'Ehn), jusqu'à la gestion en régie directe de toutes les compétences « petit » et « grand cycle de l'eau » (Métropole du Grand Nancy) incluant également la voirie et les espaces verts.

La centralisation ou l'éclatement des compétences peuvent constituer des atouts, ou au contraire des freins dans la mise en œuvre des stratégies visant à optimiser le fonctionnement des systèmes d'assainissement. L'articulation des compétences « collecte » et « transport intercommunal » des effluents constitue l'une des principales interfaces maîtresses, tout comme l'articulation de la compétence « assainissement » au sens large avec les compétences « voirie » et « eaux pluviales ». Il n'est pas rare qu'une mauvaise synergie entre ces compétences entraîne des difficultés. Des solutions existent, mais demandent néanmoins des relations cordiales entre les différents acteurs.

A Metz, par exemple, la maîtrise d'ouvrage des réseaux unitaires est partagée à 50/50 entre la régie en charge de l'assainissement (Haganis) et la Ville de Metz qui, à la date de rédaction de ce rapport, dispose de la compétence « gestion des eaux pluviales ». Les investissements réalisés sur ces réseaux sont donc partagés eux aussi, ce qui peut permettre, dans certains cas, de clarifier les bilans comptables entre budget dédié « assainissement » et budget général (eaux pluviales). La DEA93 a quant à elle développé un système de conventionnement avec les propriétaires des terrains sur lesquels sont construits ses bassins, lui garantissant notamment un accès 24h/24 et 7j/7 aux ouvrages.

A l'inverse, des relations parfois tendues entre une intercommunalité et plusieurs des communes la composant ont pu entraîner des aménagements de voirie (à l'initiative de ces communes) qui ont fortement mis à mal les efforts menés par l'intercommunalité pour réduire les apports météoriques à ses réseaux.

Nombre d'agents et moyens matériels :

Là encore les moyens humains et matériels peuvent évoluer très fortement d'une collectivité à l'autre, suivant les compétences exercées et le niveau d'implication de la collectivité :

Cela peut aller d'un seul agent (0,2 ETP) pour la commune de Savenay - qui gère en affermage total l'intégralité de sa compétence assainissement - jusqu'à presque 300 agents, structurés en 7 services et comprenant 4 équipes d'agents de maintenance disponibles 24h/24, pour le département de la Seine Saint Denis qui assure en régie intégrale à la fois la maintenance et l'entretien de ses réseaux et ouvrages annexe, la gestion patrimoniale de son système, le suivi météorologique et la modélisation de tout son patrimoine d'ouvrage, les études, la conception, la maîtrise d'œuvre et le suivi de tous ses travaux.

De nombreux services se sont dotés de moyens matériels pour assurer certaines opérations en régie : camions hydrocureur, caméras (portatives ou installées sur camion), laboratoire d'analyse, et/ou de compétences spécifiques en électromécanique, hydraulique, métrologie ou encore SIG.

La répartition des agents entre les différents services peut également être très variable, et il n'est pas rare de constater des porosités parfois importantes entre différentes divisions (eau potable, assainissement, espaces verts, voiries) qui ne sont pas toujours simples à gérer d'un point de vue comptable, certains agents contribuant à la fois à des missions sur budget dédié (assainissement) ou sur le budget général (gestion des eaux pluviales, lutte contre les inondations, mais parfois aussi viabilité hivernale ou collecte des ordures ménagères). Certaines collectivités, comme Haganis, ont préféré se structurer en compétences métier (étude, maintenance, exploitation) plutôt qu'en services « eau potable » ou « assainissement ». D'autres, comme la commune de Commeny, se sont historiquement structurées autour d'un service « eau potable » qui s'est chargé, à leurs créations, de l'exploitation des STEU, avant que ne soit créé un service dédié « assainissement » qui ne se chargeait alors que de l'entretien des réseaux. Depuis, les deux services travaillent continuellement ensemble suivant des liens hiérarchiques ou fonctionnels qui ne paraissent pas forcément évident au regard de l'organigramme. D'autres collectivités, généralement les plus importantes, peuvent être amenées à structurer leurs services en fonction de périmètres géographiques (SDEA, Noreade, DEA93) mais cela intervient toujours après une structuration par compétence ou par type d'ouvrages ou de réseau (assainissement, eau potable, ...).

Spécificités territoriales :

Les territoires eux même varient très fortement, et ne sont pas du tout confrontés aux mêmes réalités ni aux mêmes enjeux. La topographie, la géologie, la pluviométrie, les enjeux locaux telle que la baignade (CC Estuaire de la Dives, CODAH, Eau du Ponant), la lutte contre les inondations, la sensibilité des usages et/ou des milieux, ... évoluent aussi très fortement d'un territoire à l'autre. Des éléments historiques propres au territoire peuvent aussi dans certains cas constituer des éléments de compréhension (anciens trous de mine sur terrain très argileux à Commeny, urbanisation et

imperméabilisation importantes dans les années 1960-1970 à Nancy et en Seine Saint Denis, pression foncière importante à Longwy au début des années 2000, ...).

Contraintes réglementaires :

En lien direct avec ces situations, il n'est pas rare que les services de l'Etat imposent des contraintes réglementaires particulières aux collectivités. Il peut s'agir - entre autres - d'un PPRI (CODAH, SIVOM du bassin de l'Ehn) en cas de risque inondation, d'un suivi du milieu récepteur généralement en amont et en aval d'un rejet ou de l'agglomération (Commentry, Monein, Savenay), de contraintes spécifiques pour la protection des ressources utilisées pour l'adduction en eau potable (DEA93 vis à vis des déversements vers le canal de l'Ourcq, CA de Longwy vis-à-vis du ruisseau du Parivaux), ou de suivis de la qualité bactériologique des eaux de baignade (CC Estuaire de la Dives, Eau du Ponant, Concarneau).

Démarches mises en œuvre :

La prise de conscience des enjeux liés à la gestion des systèmes d'assainissement peut également avoir été très différente d'un territoire à l'autre. Suivant les enjeux, les élus ne sont pas toujours sensibilisés de la même manière à ces problématiques et les démarches engagées en la matière par la collectivité peuvent être plus ou moins avancées. Des enjeux locaux forts peuvent inciter certaines collectivités à aller au-delà de ce qu'impose la réglementation, ces démarches pouvant par ailleurs être portées par plusieurs acteurs.

Beaucoup de collectivités se sont engagées dans des démarches de gestion intégrée des eaux pluviales, au regard de leurs impacts sur les milieux récepteurs. La ville de Metz par exemple - et pour une part sa régie Haganis - ont participé à un vaste programme de renaturation d'un cours d'eau (la Seille) porté par l'agence de l'eau et qui comportait, entre autres, un volet « assainissement » ainsi que la réhabilitation des berges. La ville a mis en place un suivi annuel de la qualité du cours d'eau de manière à pouvoir suivre les résultats de ce programme. D'autres collectivités ont également mis en place ce type de suivi, parfois de manière beaucoup plus stricts (6 fois par an pour la CODAH) visant à évaluer l'impact de l'agglomération sur la qualité des masses d'eau. D'autres collectivités encore ont fait le choix d'instrumenter l'intégralité de leurs points de rejet, de façon à pouvoir évaluer le plus finement possible la pollution rejetée par l'agglomération vers le milieu récepteur (CC estuaire de la Dives et Eau du Ponant). Plusieurs d'entre elles ont également choisi d'équiper certains de leurs déversoirs de préleveurs fixes (SIVOM du bassin de l'Ehn), ou de réaliser des campagnes de prélèvement mobiles plus ponctuelles (Auxerre, Besançon). La collectivité peut aussi avoir cherché à spatialiser l'information pluviométrique sur son territoire en installant un réseau de pluviomètres (CODAH, CC estuaire de la Dives, Métropole du Grand Nancy, DEA93, ...), voir même en analysant en temps réel les images radar de MétéoFrance pour adapter ses consignes de gestion en conséquence (DEA93). En complément, et pour limiter encore un peu plus ses rejets, plusieurs collectivités ont également choisi d'équiper leurs stations d'épuration de filiales de traitement tertiaires (Haganis, Besançon, CC estuaire de la Dives, ...).

En matière de gestion patrimoniale, les démarches engagées peuvent être elles aussi très variables : le premier niveau de connaissance du patrimoine existant passe par un relevé topographique de l'ensemble des réseaux. Si beaucoup de petites collectivités ne disposent pas de ce niveau de connaissance minimal, il arrive régulièrement que des collectivités de plus grande taille n'aient encore qu'une connaissance partielle des cotes et de leurs linéaires. Ces informations peuvent être centralisées sur un SIG sur lequel peuvent aussi être reportés les travaux réalisés sur le réseau ainsi que les résultats de campagnes d'inspections télévisées (ITV) réalisées sur le réseau (DEA93). Beaucoup de maîtres d'ouvrage mettent en place des programmes d'ITV préventives, même si les petites collectivités gérées en régie n'en ont pas toujours les moyens (les inspections sont alors uniquement curatives). Des objectifs annuels d'inspection en termes de linéaires de réseau peuvent néanmoins être inscrits dans les contrats d'affermage. En ce qui concerne la maintenance préventive, beaucoup de collectivités n'en font pas (notamment les plus petites d'entre elles). D'autres utilisent un tableau, généralement défini en début d'exercice, d'autres encore (généralement les collectivités les plus importantes) mettent en place une Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) qui peut être complétée de fiches synoptiques par ouvrage (DEA93, Haganis, Métropole du Grand Nancy). Grâce à sa GMAO, la régie Haganis est ainsi capable de connaître les coûts (pièces, eau, électricité, communication) et le temps passé par ses agents sur chacun de ses ouvrages, ce qui lui permet d'identifier les points du réseau les plus sensibles.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de leurs réseaux, beaucoup de collectivités ont recours à la métrologie. Si celle-ci se limite généralement aux seules exigences réglementaires, certaines collectivités vont au-delà, faisant remonter les informations collectées vers la supervision du système. La CA de Longwy a par exemple installé des débitmètres sur chacune des principales branches de son réseau pour connaître les débits et volumes apportés par les différents secteurs de son système. Un système de gestion dynamique des flux peut être mis en place, généralement dans les cas où les enjeux sont importants (CC estuaire de la Dives vis-à-vis de la protection des plages et de la qualité des eaux de baignade). Cette démarche peut être associée à une modélisation générale du fonctionnement des réseaux dans le cadre de la mise en place d'une supervision en temps réel (système de gestion NIAGARA de la DEA93, ou système MAGES du SIAAP), mais ça n'est pas toujours le cas : La ville de Besançon a mis en place une modélisation de son système de manière à pouvoir réaliser des analyses a posteriori du comportement de ses réseaux face aux événements pluvieux. Ces résultats permettent aussi à la collectivité d'évaluer l'efficacité prévisionnelle des travaux à réaliser. La finalité de la modélisation se limite donc ici au cadre du diagnostic permanent. Néanmoins d'autres collectivités peuvent aller beaucoup plus loin : la DEA93 fait évoluer son Schéma Directeur d'Assainissement à chaque intervention de réhabilitation, construction ou renforcement de son réseau. Toutes les informations issues des campagnes de maintenance et d'ITV ainsi que les travaux réalisés sur le réseau sont centralisées sur le SIG et pris en compte dans la modélisation du système. Le schéma AUDACE et son programme de travaux évoluent donc pour être en permanence à jour avec la réalité du système.

Sur un autre sujet, de plus en plus de services s'engagent dans des démarches de certification ISO9001 et ISO14001 : cette dernière repose sur le principe d'amélioration continue de la performance environnementale par la maîtrise des impacts liés à l'activité du service (Haganis, SDEA, Noreade, CA du Douaisis, ...). Cette démarche qualité complète généralement celle du diagnostic permanent dans la mesure où elles reposent toutes deux sur 3 étapes capitales que sont : la connaissance du patrimoine ; la compréhension du fonctionnement hydraulique du système ; l'engagement du service dans une approche optimisée et performante.

1.3.1.2 Raisons du recours aux « bassins d'orage »

Les raisons pour lesquelles une collectivité choisit d'avoir recours à un(des) « bassin(s) d'orage » peuvent être très différentes. Sont listées ci-dessous les principales d'entre elles :

Désordres hydrauliques :

Des désordres hydrauliques, parfois importants, peuvent avoir été constatés sur le système. Dans la plupart des cas, cela survient suite à des évolutions sensibles du territoire telle que de l'urbanisation nouvelles (CA de Longwy) ou suite à la restructuration du système (renforcement ou étanchéification de collecteurs, suppression d'unités de traitement obsolètes et/ou raccordement des réseaux à une STEU intercommunale existante, ...). Il peut aussi s'agir de la construction d'une nouvelle station de traitement dont le bon fonctionnement peut demander un « tamponnement » de la charge polluante et/ou des débits : c'est le cas par exemple des stations d'épuration du SIARNC dont le débit d'apport et les charges pouvaient être très variables ; ou encore de la STEU de Savenay dont le procédé d'épuration, très innovant (par cycles de traitement dans un même bassin), demande de nombreux réglages.

Le recours aux « bassins d'orage » traduit souvent un choix de la part de la collectivité dans sa stratégie d'optimisation du réseau d'assainissement. D'autres solutions existent comme la mise en séparatif, la déconnexion ou la gestion des eaux pluviales à la source (choix de la CA du Douaisis), ces solutions pouvant tout à fait être combinées entre elles : c'est par exemple le choix qu'a fait la ville de Savenay qui envisage de passer en séparatif intégral d'ici à 2032, ou encore de la ville d'Auxerre qui s'oriente également vers un programme de travaux de mise en séparatif de ses réseaux (mais qui se heurte actuellement à plusieurs difficultés pour ce qui est du financement des travaux sur branchements en domaine privé). Pour ce qui est du recours aux « bassins d'orage », plusieurs stratégies peuvent être mise en œuvre suivant les situations et les contraintes locales : ou bien construire des ouvrages à l'aval des bassins versant (ou en tête de station d'épuration) et gérer ainsi les désordres hydrauliques de façon plus ou moins « centralisée » ; ou bien agir plus en amont sur les réseaux pour gérer localement les risques de mise en charge (choix de la CA de Longwy qui a cherché à imposer une régulation des débits envoyés au réseau à l'échelle de l'aménagement).

Inondations récurrentes par ruissellement :

C'est la première raison pour laquelle des collectivités ont commencé à construire des ouvrages dans les années 1970, 1980 ou 1990. Les exemples sont en effet nombreux (Département de Seine Saint Denis, Métropole du Grand Nancy, CODAH) et les enjeux tout autant dans la mesure où ils touchent à la sécurité des biens et des personnes. Ils trouvent d'ailleurs généralement un écho important autant auprès des médias que des riverains et des élus. Il n'est donc pas rare de voir certaines collectivités engager de gros moyens pour répondre à cette problématique, en construisant souvent des ouvrages dont la taille peut être très importante et dotés pour certains de dispositifs de surveillance et de télégestion très développés. La lutte contre les inondations est par exemple la préoccupation numéro un de la DEA93 pour ce qui est de la gestion de ses réseaux. D'autres problématiques sont également considérées par le service, parfois de façon très sérieuse comme la protection des milieux récepteurs (notamment pour répondre aux objectifs d'ouverture à la baignade d'une partie de la Seine et de la Marne pour accueillir les épreuves de nage en eau vive des Jeux Olympiques de Paris en 2024), mais celles-ci passent encore souvent au second plan. La Métropole du Grand Nancy a par exemple construit un ensemble d'ouvrages dont la capacité de stockage totale dépasse 260 000 m³, dont le bassin des Duucs de Bar (30 000 m³) chargé de protéger le point critique que constitue le secteur de la place de la Commanderie (Nancy). L'alimentation et la vidange de ce bassin sont automatisées et coordonnées avec celles d'autres ouvrages de stockage par un système de gestion dynamique des flux qui repose sur toute une batterie de capteurs (débit et hauteur d'eau notamment). Un groupe électrogène y a également été installé de manière à ce que les pompes de vidange du bassin puissent fonctionner en toute éventualité, notamment dans le cas d'une coupure générale d'électricité qui aurait lieu lors d'un événement pluviométrique significatif. La nouvelle répartition des compétences liée aux lois NOTRe et MAPTAM pourrait à terme faciliter la proposition de réponses intégrées traitant à la fois de la protection des milieux naturels, de la gestion des eaux pluviales, de la compétence GEMAPI ainsi que de la lutte contre le ruissellement, qui doivent être considérées dans l'environnement urbain au sens large.

Protection du milieu naturel :

Beaucoup de « bassins d'orage » sur réseau unitaire ont été construits dans cet objectif au cours des 30 dernières années, et c'est très probablement pour répondre à cette problématique que les collectivités construisent le plus de bassins aujourd'hui. La réglementation récente en matière de conformité des systèmes de collecte par temps de pluie (introduite par l'arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectifs) entraîne de nombreuses collectivités à réaliser des études diagnostic de leur réseau, pour mieux connaître son fonctionnement, identifier ses désordres et prévoir un programme de mesures à mettre en œuvre pour y remédier. Notre enquête indique que ces études dite « Schéma Directeur d'Assainissement » (SDA), lancées pour certaines d'entre elles dès les années 1980, sont aujourd'hui quasi systématiques, beaucoup de collectivités en étant d'ailleurs déjà à la 2^{ème} ou 3^{ème} version de ce SDA.

Il arrive que des bassins soient construits comme des réponses curatives « de court terme » à des difficultés qui peuvent être beaucoup plus structurelles vis-à-vis des impacts sur les milieux récepteurs. Malheureusement, et même si ça n'est pas toujours le cas, il arrive fréquemment que les travaux mis en œuvre constituent des aberrations en termes de gestion intégrée, notamment lorsque ceux-ci sont consécutifs à un contentieux avec l'Etat.

Il arrive aussi que des démarches soient engagées suite à des menaces de la part des Préfets de limiter les possibilités d'aménagement (cas de la CC Estuaire de la Dives vis-à-vis de la qualité des eaux de baignade). Les élus peuvent être plus ou moins sensibilisés à ces enjeux vis-à-vis de la gestion des réseaux, tous n'étant pas toujours conscients des liens qui existent entre aménagement urbain, valorisation du territoire et assainissement. Cette prise de conscience est souvent facilitée lorsque la collectivité est chargée à la fois de la compétence « assainissement », et de la gestion et de la valorisation des milieux aquatiques (cas de Metz Métropole et de la ville de Besançon).

Plusieurs objectifs fonctionnels peuvent être associés à cet objectif plus large que constitue la protection des milieux naturels vis-à-vis des rejets urbains par temps de pluie :

- capter le « 1^{er} flot » de rinçage du réseau : c'est en effet une idée ancienne qui consiste à considérer que les premières eaux qui transitent dans les réseaux au cours d'un événement pluvieux concentreraient la part la plus significative du flux de pollution. Notre enquête indique que de nombreux ouvrages, même récents, sont conçus et dimensionnés pour cet objectif. Cette notion de « 1^{er} flot » est pour autant très loin de faire l'unanimité, des travaux scientifiques récents comme plus anciens ayant remis en cause

son existence. Les ouvrages conçus sur ce principe n'en restent pas moins efficaces pour limiter les risques de pollution accidentelle (cas du bassin STEP 1 et 2 de Besançon, et du bassin d'Obernai (SIVOM du Bassin de l'Ehn)).

- limiter, si ce n'est supprimer, les rejets aux milieux récepteurs : cela peut entraîner la réalisation de bassins de taille plus ou moins importante et de modes de gestion plus ou moins sophistiqués en fonction de l'importance des enjeux. Pour garantir la qualité des eaux de baignades par exemple, la CC Estuaire de la Dives a construit un ensemble de 5 bassins dont les remplissages et vidanges sont gérés par un système de gestion dynamique des flux, de façon à limiter au maximum les déversements sur la plage ou en bord de mer. La DEA93 a construit un bassin couplé à une zone inondable de 79 000 m³ au niveau du collecteur de la Poudrerie pour supprimer les déversements au canal de l'Ourcq utilisé potentiellement pour l'adduction en eau potable. La CA de Longwy a installé une lagune avec filtre à sable en aval de la surverse d'un de ses bassins d'orage pour protéger un cours d'eau (le Parivaux) utilisé pour l'adduction en eau potable. De nombreux ouvrages sont également exploités de façon à pouvoir opérer une décantation de l'effluent avant une éventuelle surverse, mais les gestionnaires n'ont généralement pas beaucoup d'éléments pour démontrer l'efficacité de ce type de dispositif. Le SIVOM du Bassin de l'Ehn a cherché à évaluer cet effet et en a conclu que - sur son système - l'efficacité variait énormément d'un événement à l'autre. D'autres ouvrages peuvent quant à eux être conçus de façon à opérer une décantation de l'effluent une fois le bassin rempli, l'objectif étant alors généralement de pouvoir répondre à des contraintes liées au temps de vidange des ouvrages, sur des réseaux parfois sous dimensionnés par endroit, en vidangeant plus rapidement les eaux les plus claires que les eaux les plus chargées, réduisant ainsi les charges polluantes potentiellement surversées via les déversoirs d'orage.

Opportunité de la réhabilitation d'un ouvrage existant :

Certaines collectivités saisissent l'opportunité qui leur est offerte de réhabiliter d'anciens ouvrages (généralement d'anciens bassins de traitement de station d'épuration) pour en faire des volumes de stockage (ce qui permet effectivement de faire des économies de Génie Civil). Eau du Ponant (Brest) a par exemple conservé 2 anciens bassins (aérateur et clarificateur) de l'ancienne STEU de « Brest Zone Portuaire » pour se constituer un volume de stockage supplémentaire en cas d'orage. Il faut néanmoins s'assurer au préalable que la localisation, la conception générale et le dimensionnement de l'ouvrage en question soient compatibles avec les objectifs qui leurs sont assignés, ce qui n'est pas toujours le cas. Commeny a par exemple fait le choix de réhabiliter un ouvrage d'une ancienne STEU en bassin d'orage. La collectivité s'est rendu compte après coup que l'efficacité générale de l'ouvrage n'était pas forcément optimale, notamment du fait du positionnement de la surverse du bassin qui ne permet pas d'assurer une bonne décantation avant rejet. La CA de Longwy avait étudié cette solution, mais l'avait très vite écartée, notamment à cause des contraintes structurelles imposées par l'ouvrage et de son positionnement peu pratique vis-à-vis du réseau.

Il n'est également pas rare que certains constructeurs puissent être « frileux » à l'idée de réutiliser un ouvrage potentiellement vétuste (certains pouvant avoir plusieurs dizaines d'années) dont ils ne connaissent pas l'état. Le risque est d'autant plus grand que le constructeur engage sa responsabilité au titre de la garantie décennale même vis-à-vis du génie civil pré-existant. Il est donc possible que ce type de réutilisation entraîne des surcoûts importants en matière d'assurance.

Evolution des objectifs fonctionnels :

Il arrive assez régulièrement que des ouvrages soient utilisés à d'autres fins que celles pour lesquelles ils avaient été conçus au départ. C'est notamment le cas des bassins de lutte contre les inondations dont le fonctionnement peut être adapté de façon à pouvoir se remplir pour de faibles pluies et de limiter ainsi les rejets au milieu récepteur. Nous pouvons citer à titre d'exemple beaucoup de bassins de Seine Saint Denis, aujourd'hui appelés « bassins à double fonction », dont le fonctionnement a été repensé de manière à pouvoir éventuellement forcer leur remplissage lors de pluies faibles à moyennes.

La question se pose néanmoins de savoir dans quelle mode de fonctionnement utiliser ces ouvrages : stocker ce que l'on pense être une « petite pluie » plutôt que de la transférer à l'aval, alors qu'il s'agit en réalité d'un événement pluvieux décennal, peut en effet avoir de graves conséquences et générer des inondations par débordement de réseau. Se pose également la question de la pérennité des équipements électromécaniques des ouvrages qui pourront être sensiblement plus sollicités

qu'auparavant si les bassins devaient voir leur remplissage forcé pour les pluies les plus courantes. Peu de collectivités disposent du recul suffisant pour pouvoir répondre à ces questions.

Dans un tout autre cas, les bassins peuvent permettre de remplir des rôles qui ne leur étaient pas forcément donnés au départ : c'est par exemple le cas du bassin de la STEU des Salelles (CC du Pays de Chanac), construite après la station d'épuration pour limiter les déversements au Lot, il sert principalement aujourd'hui à tamponner la charge en entrée de station en diluant avec l'effluent arrivant par le collecteur les matières de vidange et les rejets très concentrés d'un parfumeur. Ayant semble-t-il été très largement dimensionné par rapport à la station, il permet également d'apporter de la souplesse en cas de maintenance de la STEU. D'autres cas d'ouvrages sont eux aussi indirectement utilisés dans cet objectif : c'est notamment le cas du bassin de Mont de Marsan, et des bassins de Concarneau (vis-à-vis des postes de relevage auxquels les ouvrages sont associés).

1.3.1.3 Contraintes

Les collectivités peuvent être confrontées à des contraintes diverses pour ce qui est du fonctionnement de leur système d'assainissement :

Nappe haute :

Il n'est en effet pas rare de voir des réseaux littéralement baigner dans la nappe. En cas de défaut d'étanchéité, cela peut entraîner des apports d'eaux claires très importants dans les réseaux. Une nappe sub-affleurante limite également les possibilités de recours à l'infiltration pour ce qui est de la gestion des eaux pluviales.

Mais ces problèmes de nappe concernent également la réalisation des ouvrages : un niveau de nappe élevé peut constituer une contrainte réelle, notamment quand il s'agit d'ouvrages enterrés. Le niveau de la nappe peut aussi fortement varier au cours de l'année. Un suivi du niveau de la nappe sur une période d'au moins un an peut donc être préconisé dans le cadre des investigations géotechniques. La ville de Commeny indique que ce type de suivi est assez courant sur leur secteur pour tous les ouvrages enterrés.

Des solutions existent néanmoins pour palier à ces problèmes : Cela peut passer par la réalisation de puits de décharge, ou par un lestage du bassin, généralement par le radier, mais la dalle de couverture d'un bassin enterré peut également être lestée (Cela peut s'y prêter si l'ouvrage doit être carrossable). Des pompes de drainages peuvent également être placées sous le radier pour limiter la poussée de la nappe.

Ce critère se doit en tout cas d'être pleinement intégré dans la connaissance et la compréhension du fonctionnement de l'ouvrage et du système, au même titre que les problématiques liées aux risques de crue, de submersion et d'influence aval.

Contraintes foncières :

Ces contraintes peuvent être liées à l'environnement direct du futur ouvrage (zone urbaine dense, construction en zone Natura2000), ou à des questions de propriété : le prix du foncier, notamment en zone très contrainte, peut constituer une problématique en soi, même s'il existe aussi des solutions alternatives à l'acquisition des terrains par la collectivité compétente en matière d'assainissement. La CODAH a dû construire un bassin sur un terrain appartenant au conservatoire du littoral, ce qui a demandé la signature d'une convention de servitude entre l'agglomération et le conservatoire. Il en va de même de l'utilisation du sol et du sous-sol, essentiellement dans le cas de bassins enterrés (place, parking, jardin, ...), ce qui peut également imposer des contraintes, notamment vis-à-vis de l'accessibilité à l'ouvrage et vis-à-vis des odeurs.

Contraintes géotechniques :

Celles-ci peuvent être plus ou moins importantes : problème de tenue de sol à Mont de Marsan, socle rocheux très proche du sol à Savenay, ... La ville de Besançon a dû gérer en phase travaux un problème de cavité karstique lors de la construction du bassin Léo Lagrange. Les sondages géotechniques réalisés étaient passés à côté. Un autre ouvrage (le bassin Mermoz) a dû être entièrement creusé à l'explosif dans la roche (mais cela avait été anticipé dès l'étude d'avant projet).

Coordination des travaux ou rétrocession :

Plusieurs retours concernant la mise en place de conduites surdimensionnées ont indiqué que le maître d'ouvrage avait dû se coordonner avec les programmes de réhabilitation des voiries et/ou des réseaux d'eau potable.

Il arrive également que des ouvrages puissent avoir été construits par un aménageur et être ensuite rétrocédés. Le constructeur du bassin n'est donc pas celui qui l'exploitera, ce qui n'est pas toujours sans poser de problèmes : les ouvrages peuvent alors en effet être réalisés « à l'économie » et ne pas forcément être très bien conçus. Les collectivités ont alors un rôle majeur à jouer sur l'anticipation et la coordination des différents acteurs : promoteur, instructeur des permis de construire, futur gestionnaire de l'ouvrage.

Risques de crue, de submersion et d'influence aval :

Dans certains cas très spécifiques, il arrive que des ouvrages puissent éventuellement se retrouver en zone inondable (généralement pour des événements de forte période de retour). De même, la surverse de certains ouvrages peut éventuellement se retrouver sous le niveau de la mer dans les cas de forts coefficients de marée, éventuellement couplés à de fortes dépressions. Des pompes de refoulement peuvent alors être nécessaires pour ne pas provoquer d'inondation plus en amont (cas de Dives sur Mer, Concarneau, mais également de Metz en cas de crue de la Moselle).

Intégration paysagère :

Plusieurs collectivités ont indiqué avoir été confrontées à des contraintes de ce type. Cela concernait généralement les locaux techniques situés en surface. La ville d'Auxerre a par exemple reçu une telle demande de la part de l'Architecte des Bâtiments de France, au titre de la protection du patrimoine, pour la réalisation du bassin de la Chainette. Les murs du local technique ont ainsi dû être recouverts de parures en pierre de taille. Dives sur Mer et la CODAH ont également été sujet à ce type de demandes.



Figure 2 : local technique du bassin de la Chainette (Auxerre) et du bassin Port de pêche (Dives sur Mer)

1.3.2 Synthèse des éléments recueillis sur les ouvrages sélectionnés

Les paragraphes suivants abordent les éléments plus techniques recueillis au travers des retours qui nous ont été faits sur les 38 ouvrages retenus. Seront abordés tout d'abord les choix en matière de conception (forme, connexion, alimentation/vidange) ; puis les aspects en lien avec les questions de dimensionnement (méthodes, choix de la période de retour) ; les questions relatives à l'exploitation et à la maintenance (protection des installations, accès, sécurité, nettoyage, ventilation, métrologie) ; seront enfin abordés les questions relatives aux coûts associés aux investissements, à l'exploitation et à la maintenance de ces ouvrages.

1.3.2.1 Choix de conception

Le degré d'implication de la collectivité dans les choix de conception peut être très variable suivant les situations. Si plusieurs Maîtres d'ouvrages réalisent eux-mêmes leurs études de conception générale (DEA93, Concarneau), la plupart font appel à des bureaux d'études et maîtres d'œuvre extérieurs. Les éléments présentés ci-après ont donc vocation à faire état des expériences qui nous ont été rapportées sur la base desquelles quelques points de vigilance peuvent être mis en exergue.

Implantation sur le réseau :

Suivant les objectifs fonctionnels attendus, la situation et la structuration du réseau, les contraintes spécifiques locales et la stratégie adoptée, les ouvrages peuvent être implantés sur le réseau ou en tête de station d'épuration. A l'usage, beaucoup de collectivités ont confirmé que les bassins situés en tête de STEU posaient généralement moins de problèmes que ceux situés plus en amont sur le réseau. Ils ont en effet l'avantage de bénéficier de la proximité immédiate du personnel d'exploitation de la station, et font généralement l'objet de vérifications plus fréquentes.

Néanmoins, cette solution ne peut être envisagée dans tous les cas et dépend grandement des objectifs attendus vis-à-vis du système. Il est en effet très rare de voir un bassin situé en tête de STEU participer activement à un objectif de lutte contre les inondations. Son installation dans le cadre d'un objectif de préservation du milieu récepteur peut en outre nécessiter dans certains cas des travaux importants de renforcement du réseau et ne constitue pas toujours la meilleure solution technique au vu du fonctionnement du système. Comme indiqué plus en amont, le choix de cette implantation doit être fait sur la base d'une réelle stratégie d'action définie dans le cadre d'un Schéma directeur d'assainissement et suite à une étude diagnostic du système qui se doit d'être considéré dans son ensemble. Le périmètre doit être adapté aux problématiques auxquelles la/les collectivité(s) et les autres acteurs doivent faire face, ce qui peut très bien dans certains cas amener à devoir dépasser les frontières administratives et les limites de compétences.

Enterré/hors sol :

De nombreux aspects extérieurs entrent dans le choix de ce critère. Si le choix d'un bassin hors sol ou semi-enterré permet généralement de limiter les volumes excavés et de réduire ainsi les coûts de terrassement, certaines contraintes doivent néanmoins être considérées. En milieu urbain dense ou secteur très fortement contraint, les ouvrages enterrés s'imposent souvent. L'occupation du sol et la structure des réseaux limitent généralement ce type de solutions à la seule enceinte de la STEP. En la matière, les ouvrages semi enterrés sont souvent préférés aux bassins entièrement hors sol, généralement pour des raisons de gestion de la pression hydrostatique, les terres participant au maintien de la structure. Il arrive néanmoins parfois que les contraintes géotechniques obligent à construire un bassin entièrement hors sol (par exemple à Savenay), à cause de contraintes liées à la poussée de la nappe ou à la présence d'un socle rocheux à faible profondeur.

En ce qui concerne les ouvrages enterrés, plusieurs degrés existent : certaines collectivités vont préférer construire des ouvrages relativement profonds de façon à pouvoir les alimenter de façon gravitaire, d'autres au contraire (comme la ville de Concarneau) vont plutôt chercher à réaliser des ouvrages qui ne seront pas trop profonds de façon à limiter des coûts de terrassement, quitte éventuellement à devoir alimenter ces ouvrages par pompage. L'objectif fonctionnel assigné à l'ouvrage doit également être pris en considération, il n'est en effet pas toujours très raisonnable de devoir alimenter par pompage des ouvrages dont le rôle est de prévenir les inondations : cela suppose alors que les pompes d'alimentations soient parfaitement opérationnelles dans tous les cas de figure ce qui est très difficile à assurer. Un défaut d'automate ou une panne des pompes d'alimentation lors d'un épisode pluvieux intense pourrait potentiellement entraîner de lourdes conséquences à l'aval. Toutes les contraintes doivent néanmoins être considérées pour faire un choix (notamment structurelles, géotechniques et hydrogéologiques).

Couvert/ciel ouvert :

Là encore, c'est généralement les contraintes imposées par l'environnement immédiat de l'ouvrage qui dictera ce choix. Il est très rare de voir des « bassins d'orage » sur réseau unitaire à ciel ouvert en milieu urbain en dehors de l'enceinte de la STEP. Le bassin de la Poudrerie (DEA93) en fait partie mais la structure de son bassin versant est telle que les effluents qu'il collecte sont relativement peu chargés. La majorité des bassins à ciel ouvert se retrouve donc en tête de station, ou dans des zones éloignées des habitations (cas d'un bassin à Saint Avoild, voir Figure 3). Ils offrent généralement une

meilleure accessibilité et des conditions d'exploitation bien plus simples que les bassins enterrés. Ils sont cependant susceptibles de générer des odeurs.

Forme :

Deux grandes catégories se distinguent : les bassins circulaires (de loin les plus courants), et les bassins rectangulaires. D'autres formes plus atypiques ont été rencontrées : demi-cercle pour le bassin Palaren (Eau du Ponant), ou en forme de double-anneau circulaire (« cacahuète ») pour le bassin Carnot (DEA93).

La plupart des collectivités ayant expérimenté les deux formes nous ont indiqué préférer sensiblement les bassins rectangulaires (SIVOM du bassin de l'Ehn et CC Estuaire de la Dives). Bien qu'étant généralement plus cher à la réalisation (mais ça n'est pas toujours le cas), ils sont souvent plus simples en termes d'exploitation, notamment vis-à-vis du nettoyage. Les dispositifs de type clapet de chasse et augets basculant y seraient particulièrement efficaces.

On retrouve souvent des bassins circulaires en tête de station d'épuration ou pour des ouvrages relativement profonds (bassin Mazelle (Haganis)). « Le bassin se tient tout seul » indique d'ailleurs la DEA93.

Les conduites surdimensionnées constituent également une forme très fréquente parmi les ouvrages de stockage-restitution. Celles-ci peuvent être circulaires ou rectangulaires. Ce type d'ouvrages demande d'avoir suffisamment de place (en longueur) et de pente (de manière à assurer l'autocurage). La CC Estuaire de la Dives indique avoir installé une telle conduite sur plus d'un kilomètre de collecteur très faiblement penté. Le nettoyage est assuré par un système de pelle retenant l'effluent pendant 12h avant que celle-ci ne s'abaisse violemment et ne le nettoie par effet de vague.

Connexion directe/latérale :

A l'exception des conduites surdimensionnées, nous n'avons pas rencontré beaucoup d'ouvrages à connexion directe. Ceux-ci se cantonnaient à quelques ouvrages situés en tête de station, dans lequel se situe le poste de relèvement principal de la STEU (cas des bassins du SIARNC). Ceux-ci peuvent nécessiter des pentes importantes pour limiter les dépôts. Ils ne sont généralement pas équipés de dispositif de nettoyage. Les bassins à connexion directe pâtissent souvent de contraintes d'exploitation importantes, notamment pour ce qui est des opérations de maintenance. Ils nécessitent par ailleurs des dispositions particulières pour assurer l'autocurage du radier par temps sec, tel qu'une rigole avec pente transversale suffisante, celle-ci pouvant simplement traverser le bassin ou parcourir l'ensemble du radier comme dans l'exemple ci-dessous (cas d'un bassin à Saint Avold).



Figure 3 : Bassin à connexion directe (Saint Avold (57))

Les exemples de bassins traversiers rencontrés indiquent que leur fonctionnement n'est pas toujours satisfaisant. Ils ne sont d'ailleurs pas tous très bien conçus ou entretenus.

Alimentation / Vidange :

Dans l'idéal, et dans la mesure du possible, on peut recommander que l'alimentation et la vidange des ouvrages puissent se faire de manière gravitaire. C'est ce qui est le plus économe en énergie et le

plus commode en termes d'entretien. Néanmoins cela n'est pas toujours possible pour les raisons énoncées plus haut (contraintes structurelles du réseau, géotechnique, ...).

Une alimentation gravitaire est très fortement recommandée dès lors que l'ouvrage doit permettre de répondre à des enjeux forts tels que la lutte contre les inondations ou la protection d'un milieu ou d'une ressource sensible. La DEA93 indique en effet « qu'il vaut toujours mieux pouvoir être capable de remplir un bassin, qu'il puisse jouer son rôle et faire face à un événement pluvieux d'envergure, quitte à avoir ensuite, après la pluie, des difficultés pour le vidanger (à cause d'une panne des pompes par exemple) plutôt que l'inverse ». Une alimentation par pompage ne peut être adaptée qu'à la condition que les enjeux protégés soient moindres et que les contraintes locales soient relativement fortes.

La vidange peut être réalisée de façon gravitaire, régulée alors le plus souvent par des vannes. Des pompes d'épuisement peuvent parfois être ajoutées pour s'assurer que le bassin se vide complètement. Lorsqu'une régulation du débit de fuite est recherchée, celle-ci peut être réalisée au moyen d'ajutages calibrés, ou éventuellement par des régulateurs à effet vortex (cas de certains « bassins de rétention » de la CA Longwy). Le réglage du système de régulation est un point clé, parfois négligé, qui dans certains cas peut éventuellement provoquer des mises en charge à l'aval.

Une vidange par pompage permet également de réguler le débit de sortie en fonction du nombre de pompes mises en route et des temps de fonctionnement des pompes. Ainsi, la régulation peut donc s'avérer nettement plus précise quand l'ouvrage est vidangé par pompage en comparaison d'une régulation par manœuvre de vanne. C'est notamment l'une des nombreuses raisons pour lesquelles beaucoup de systèmes régulés par gestion dynamique des flux préfèrent utiliser des pompes, notamment lorsque des priorités existent dans la vidange de plusieurs ouvrages sur un même collecteur. Néanmoins, le choix du pompage nécessite le plus souvent la mise en place d'outils de métrologie (sondes de hauteur), et d'automates pour assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage. Ces dispositifs offrent également la possibilité de pouvoir éventuellement suivre l'état du bassin sur une supervision.

Le fonctionnement des ouvrages, leur alimentation mais aussi et surtout leur vidange doivent, dès lors que celles-ci sont gérées de manière automatique, être intégrées au fonctionnement général du réseau. L'ouvrage doit être conçu comme une partie intégrante du système, s'agissant d'une conjugaison entre fonctionnalité et fiabilité. Il n'est en effet pas rare de constater que des ouvrages ne fonctionnent pas comme ce qui avait été imaginé au départ : par exemple, ne se vidangent pas aussi rapidement que ce qui était initialement prévu à cause d'une mauvaise prise en compte de l'ouvrage dans le fonctionnement global du système. Plusieurs exploitants ont indiqué actionner eux-mêmes la vidange de certains bassins (cela ne concerne que des bassins situés en tête de station).

Plusieurs niveaux de pompes peuvent être disposés dans les bassins, notamment quand la décantation de l'effluent fait partie des objectifs recherchés. Cela concerne peu de bassins dans l'échantillon étudié. L'effluent est généralement stocké plusieurs heures (1h par mètre d'eau stockée pour les bassins de la DEA93) avant d'être vidangé de façon différentielle entre les eaux claires (au dessus) et les eaux chargées (en fond de bassin). La DEA93 a mis en place, dans l'un de ses bassins, un système permettant de ne pomper que les eaux situées au plus proche de la surface, de façon à perturber le moins possible la décantation. Lorsque les eaux les moins chargées ont été vidangées, c'est au tour des « pompes à boues » de prendre le relais, à un débit nettement moindre que les premières de façon à limiter les surverses au niveau du DO situé juste en aval. Ce mode de fonctionnement est parfois le seul qui permette de vidanger l'ouvrage dans un temps raisonnable tout en limitant au maximum les rejets polluants au milieu récepteur.

En cas d'alimentation ou de vidange par pompage, il est important de pouvoir disposer d'au moins une pompe de secours, avec système d'alternance automatique de manière à ce que toutes les pompes fonctionnent régulièrement. Cet aspect semble en tout cas être très bien intégré par les concepteurs. La mise en place de poires de niveau peut également être une sécurité supplémentaire pour palier au défaut des automates, celles-ci pouvant même être reliées directement aux pompes. Ces poires peuvent néanmoins connaître des problèmes : il arrive qu'elles se coincent dans certains cas, mais cela dépend beaucoup de la conception du système mécanique.

1.3.2.2 Dimensionnement

Le volume des bassins retenus dans cette étude varie de 45 m³ à 30 000 m³. L'un et l'autre n'ont bien entendu pas vocation à répondre aux mêmes enjeux, mais au-delà de cette seule considération, la question du dimensionnement d'un ouvrage repose sur la conjonction de trois éléments : la méthode de dimensionnement, le choix de l'événement dimensionnant, et les données pluviométriques utilisées.

Méthodes de dimensionnement :

Beaucoup de volumes d'ouvrages sont définis sur la base d'études hydrauliques qui peuvent considérer plusieurs scénarios de pluie. Les ouvrages les plus anciens ont été dimensionnés sur la base de la formule de Caquot et la propagation d'un hydrogramme triangulaire (c'est notamment le cas des premiers bassins qui ont été construits à Nancy dans les années 1970 : Gentilly et Ducs de Bar). Cette méthode était préconisée par la circulaire générale CG1333 de 1949, dite « Caquot », du nom de son rédacteur. Celle-ci a été remplacée, à la fin des années 1970, par l'instruction technique de 1977 (INT77) qui présentait entre autres plusieurs méthodes de dimensionnement telles que la méthode des pluies et la méthode des volumes (voir Annexe 1 du Rapport de Phase 1). Les premiers modèles numériques de modélisation hydrauliques sont apparus dans les années 1980, le volume des ouvrages étant alors déterminés sur la base d'études par bassin versant. Les modélisations numériques générales de l'ensemble des réseaux ne sont apparues que plus tard, au début des années 1990.

Peu de collectivités ont été en mesure de nous indiquer par quelle(s) méthode(s) avaient été déterminés les volumes de stockage présentés dans leur SDA. Il semble cependant que les modélisations numériques générales soient devenues la norme, notamment depuis le milieu des années 2000. Ces modélisations sont semble-t-il, dans la plupart des cas, accompagnées de campagnes de mesures effectuées sur les réseaux, qui permettent de caler les modèles et d'identifier d'éventuels désordres hydrauliques : intrusions d'eaux claires et/ou déversements importants. Un ou plusieurs programmes de travaux sont alors simulés pour pouvoir déterminer quelles sont les actions les plus efficaces à mettre en œuvre. La réalisation de volumes de stockage peut alors être préconisée et les actions priorisées.

Il n'est pas rare que plusieurs études hydrauliques successives soient menées pour confirmer ou revoir certains volumes. C'est généralement nécessaire quand des actions structurantes ont été réalisées sur le réseau, les volumes de stockages indiqués pouvant alors être devenus obsolètes.

Certaines collectivités ayant mis en place une modélisation générale de leur système utilisent leur modèle pour mettre elles-mêmes à jour leur SDA, c'est par exemple le cas de la DEA93 qui y inscrit toutes les opérations de réhabilitation effectuées sur le réseau (schéma directeur « AUDACE »).

Pour certains ouvrages très rustiques de régulation hydraulique, tel que les conduites surdimensionnées ou les « bassins de régulation » de la CA de Longwy, le dimensionnement peut s'effectuer plus simplement - sur la base de la méthode des pluies - utilisant des données pluviométriques locales (coefficients de Montana) avec parfois un débit de fuite limité à une certaine valeur : à Longwy, il s'agissait pendant un temps du débit décennal collecté avant aménagement. La collectivité a par la suite durci ses exigences en fixant un débit de fuite spécifique de 10 l/s/ha.

Choix de la période de retour et de la pluie :

Les périodes de retour et les pluies utilisées peuvent être très variables. Concernant la période de retour, cela dépend souvent de l'objectif fonctionnel fixé à l'ouvrage : un bassin visant à lutter contre les inondations sera logiquement dimensionné pour des périodes de retour plus contraignantes (10, 20 ans) qu'un bassin visant simplement à limiter les déversements au milieu récepteur (1 à 6 mois).

Il n'est pas rare que certains ouvrages soient dimensionnés pour plusieurs « niveaux de service » même si cette notion (présentée dans le guide technique Certu « La Ville et son Assainissement » de 2003) ne parle quasiment pas aux personnes que nous avons interrogées. Néanmoins, l'approche de chercher à gérer les eaux pluviales tant au travers des « tuyaux » que de « débordements maîtrisés » semble entrer peu à peu dans les habitudes. Pour le bassin « Clos Pasteur » à Dives sur Mer, l'ouvrage est dimensionné de telle sorte qu'il n'y ait aucun débordement en dessous de la pluie 2 ans, et pas d'inondations en dessous de la pluie décennale. Pour le bassin d'Obernai (SIVOM du Bassin de l'Ehn), l'ouvrage est conçu pour que le réseau ne se mette pas en charge avant la pluie de période de retour 5 ans, et qu'il n'y ait pas d'inondations en dessous de la pluie trentennale.

D'autres ouvrages, visant à limiter les surverses au milieu récepteur ont quant à eux été dimensionnés pour des événements pluvieux nettement plus courants : le bassin de la Brande (Commentry) a été dimensionné pour la pluie mensuelle de durée 30 minutes (initialement 4h, mais revue à la baisse du fait des faibles capacités de la station d'épuration. La tranche 2 du bassin ne sera d'ailleurs pas construite pour cette raison) ; le SIARNC a dimensionné ses bassins pour une pluie de période de retour 6 mois (l'un d'eux étant couplé à une lagune pour limiter les effets de choc) ; la ville de Concarneau a dimensionné ses bassins pour des pluies de période de retour 3 mois estivale et 1 mois hivernal.

Plusieurs collectivités comme Auxerre ou le département de Seine Saint Denis utilisent quant à eux des chroniques de pluies réelles (parfois de plusieurs dizaines d'années) pour tester le comportement de leur réseau et des aménagements envisagés face aux pluies qui sont effectivement tombées sur le secteur.

Il arrive fréquemment, au vu des sollicitations et des déversements observés, que les niveaux de protections aient été surestimés. Cela peut s'expliquer par une mauvaise estimation des capacités hydrauliques des réseaux, une mauvaise évaluation des surfaces d'apport et/ou du temps de réaction du bassin versant. La CC Estuaire de la Dives indique par exemple qu'ils avaient dimensionné leurs ouvrages sur la base d'une pluie de 12h et de période de retour comprise entre 2 et 10 ans, alors que les pluies les plus impactantes semblent être des pluies plus intenses dont les durées seraient de l'ordre de 2h.

A l'inverse, il apparaît aussi que certains bassins ne sont que très peu sollicités : c'est le cas du bassin de la STEU de Mont de Marsan et de celui de la STEU des Salelles (CC du Pays de Chanac). Des aménagements sur le réseau sont envisagés pour augmenter cette sollicitation.

1.3.2.3 Exploitation et entretien

C'est logiquement sur ce volet que le plus d'éléments ont pu être collectés auprès des collectivités et des gestionnaires. Pour faire la transition vis à vis des deux paragraphes précédents, nous rappelons ici l'importance de pouvoir associer l'exploitant et l'ensemble des acteurs concernés dès la conception des ouvrages.

Pour l'élaboration de son SDA, faisant suite au constat que son ancienne STEU était devenue insuffisante, la ville de Monein a constitué un comité de pilotage regroupant des représentants de la commune, les techniciens exploitants, la police de l'eau, le SATESE et l'Agence de l'eau. Tous ont pris part à l'élaboration du cahier des charges, ont été informés des résultats du diagnostic et des investigations effectuées sur le réseau, et ont participé aux choix des solutions et à la prise de décision de manière collégiale. Chacun a apporté à son niveau des éléments à la réflexion dans le but de trouver une solution qui puisse être validée par tout le monde. Cela a apparemment très bien fonctionné, et a contribué à tisser un lien de confiance entre Maître d'ouvrage, services de l'Etat et agence de l'eau. La régie des eaux de Mont de Marsan nous a elle aussi indiqué associer la police de l'eau et l'Agence de l'eau à leurs réflexions concernant l'autosurveillance et les travaux structurants à réaliser sur leur système.

Le SIVOM du bassin de l'Ehn associe lui aussi systématiquement son exploitant aux réflexions sur les programmes de travaux et la conception de ses ouvrages de stockage. Le Maître d'ouvrage indique que les remarques de son gestionnaire sont la plupart du temps très pertinentes. La DEA93 et la ville de Besançon ont également mis en place des fiches synoptiques décrivant le fonctionnement de leurs ouvrages, ainsi que des carnets d'entretiens de manière à pouvoir améliorer le suivi (traçabilité des interventions et des vérifications).

Dégrilleurs / dessableurs / parois siphonides :

S'ils ne sont pas systématiquement installés sur tous les ouvrages, des dispositifs de prétraitement peuvent être préconisés lorsqu'il est suspecté (ou constaté) que le réseau est sujet à l'ensablement ou à des apports importants de lingettes et autres macro-déchets. Un dégrilleur, piège à cailloux ou une paroi siphonide sont par contre systématiquement préconisés dès lors que l'ouvrage est équipé de pompes (pour l'alimentation ou pour la vidange du bassin). Plusieurs collectivités indiquent cependant avoir eu de mauvaises expériences avec des dégrilleurs : des problèmes de pertes de charge parfois très importantes qui pouvaient même aller jusqu'à l'arrachement des barreaux pour les plus fortes pluies (cas du bassin Léo Lagrange à Besançon dont le dégrilleur, situé à l'entrée de l'ouvrage est

visiblement trop fin (entrefer de 5mm)). La DEA93 a ainsi proscrit tout dégrilleur à l'amont de ses bassins pour ces mêmes raisons, préférant installer des parois siphoides.

La mise en place de dégrilleurs statiques induit nécessairement un entretien régulier (curage hebdomadaire en été à Concarneau, une fois par mois en hiver ; Haganis effectue un curage systématique de tous ses dégrilleurs après chaque pluie) qui n'est pas toujours compatible avec les contraintes d'accès à certains bassins enterrés. Ceux-ci peuvent également faire l'objet d'une corrosion importante à cause du H₂S (CA de Longwy). L'installation de dégrilleurs automatiques dans le local technique ou en surface peut alors être une solution, mais demande alors de pouvoir sortir régulièrement les bennes de refus. La commune de Monein a indiqué avoir rencontré des problèmes d'arrêt intempestif de son dégrilleur automatique situé en tête de station d'épuration. Le problème provenait semble-t-il de microcoupures électriques sur le réseau EDF. La maintenance de ces dispositifs demande également certaines compétences.

Les dessableurs peuvent eux aussi piéger une part des lingettes, et sont généralement plus efficace pour piéger les sables et les cailloux. Certains gestionnaires ont indiqué que leur mise en place n'était pas toujours très efficace. Ils peuvent être placés en amont de l'ouvrage, à l'entrée du bassin, plus rarement à sa sortie. Ils demandent eux aussi un minimum d'entretien (mais généralement bien moindre qu'un dégrilleur).

Sécurité :

De manière générale, les bassins à ciel ouvert posent nettement moins de problèmes de sécurité que les bassins enterrés. Le contrôle visuel y est nettement plus simple et leur accès n'est pas autant contraint que dans le cas d'un ouvrage enterré (milieu confiné).

La CC Estuaire de la Dives indique avoir travaillé avec la CARSAT sur tous les aspects « sécurité » de leurs bassins et de leur station d'épuration. Ils ont pu bénéficier de recommandations quant à la sécurité, ainsi que de prestations d'ingénierie spécialisées sur ces questions. La régie Haganis a quant à elle passé un marché « sécurisation » pour l'ensemble de ses ouvrages. Il concerne essentiellement les équipements d'accès aux ouvrages et aux équipements électromécaniques (échelles ou escaliers flottants).

Il arrive que l'accès au volume de stockage de l'ouvrage n'ait pas été prévu. Pour les bassins enterrés, il est alors nécessaire de prévoir des dispositions pour assurer un contrôle visuel régulier, notamment lorsque l'ouvrage n'est pas muni de dispositifs de télésurveillance. La CC Estuaire de la Dives a ainsi installé une fenêtre sur l'un de ses bassins, ce qui permet de voir ce qui se passe à l'intérieur sans avoir à descendre dans l'ouvrage. Un système d'éclairage a également été installé dans le bassin des Ducs de Bar pour en sécuriser l'accès (Métropole du Grand Nancy). La ville d'Auxerre nous a indiqué que l'accès aux instruments de suivi météorologique du bassin de la Chainette n'était vraiment pas évident, ce qui posait nécessairement des difficultés lors des opérations de maintenance des appareils. Pour les conduites surdimensionnées, des regards peuvent être installés pour y placer des équipements de météologie. Des escaliers avec garde-corps, passerelles, trappes d'accès pour le personnel et/ou le matériel, échelles à crinoline ou même des rampes peuvent être mises en place. Des palans avec potence peuvent également être mis en place, notamment pour déplacer les pompes, paniers dégrilleurs, hydroéjecteurs, ou encore les sables et sous-produits de curage le cas échéant. La corrosion des éléments métalliques (H₂S) en milieu confiné peut néanmoins constituer un réel problème.

L'accès au site peut également parfois ne pas avoir été bien anticipé, l'environnement immédiat de l'ouvrage pouvant par ailleurs être très fortement contraint. Certains ouvrages enterrés, situés sous voirie notamment, ne disposent pas toujours de parking pour y stationner un camion. C'est particulièrement problématique lorsque la voie en question est très fréquentée (lignes de transport en commun (CODAH), ou seule route d'accès possible (Houlgate)). La DEA93 a ainsi mis en place un système de conventionnement de servitudes avec les propriétaires des terrains d'assiette des ouvrages, de façon à pouvoir disposer d'un accès 24h/24 et 7j/7. C'est l'une des conditions non-négociable du contrat. L'accès à un bassin enterré peut, en outre dans certains cas, se compliquer suite à une mutation de l'occupation du sol. A Metz, la construction d'un parking souterrain, du parvis des droits de l'Homme et du centre Pompidou Metz, ont très fortement contraint l'accès au bassin « Amphithéâtre » construit à cet endroit 15 ans plus tôt. L'exploitant indique que les opérations de nettoyage périodique du bassin ont été sensiblement ralenties à cause de ces nouvelles difficultés d'accès. Les agents passent plus de temps à apporter et à ranger le matériel qu'à réaliser le nettoyage en tant que tel.

La problématique du H₂S dans les bassins enterrés ne semble pas prépondérante. Plusieurs ouvrages sont équipés de capteurs de gaz (bassin Mazelle (Haganis)), mais aucun problème touchant à la sécurité du personnel n'y a été constaté. La ville de Concarneau a indiqué avoir utilisé du ciment « spécial H₂S » pour améliorer la longévité du génie civil, mais cela n'a aucun effet sur les teneurs en H₂S dans l'air. Sur le bassin de la Brande (Commentry), la ventilation se met automatiquement au maximum dès que la trappe d'accès à l'ouvrage s'ouvre.

Compartiments :

Un certain nombre d'ouvrages ont été séparés en plusieurs compartiments. Si ce compartimentage peut avoir été prévu dès la conception, cela n'est pas toujours le cas. Le bassin d'Obernai (SIVOM du Bassin de l'Ehn) a été modifié pour être compartimenté en 4 parties plutôt qu'en 2 (qui se remplissaient de façon symétrique). Le but était de limiter les opérations de nettoyage, notamment car le système d'augets basculant était alimenté par le réseau d'eau potable. Dans le cas général, les compartiments sont dimensionnés suivant plusieurs hypothèses de pluies : un compartiment pour les pluies courantes et un autre, généralement alimenté par surverse du premier, pour les événements pluvieux plus exceptionnels. Néanmoins, il arrive aussi fréquemment que les différents compartiments soient de même taille.

Nettoyage :

Nos constatations indiquent que la présence dans les « bassins d'orage » sur réseaux unitaires de dispositifs de nettoyage automatique est très loin d'être systématique, sans pour autant que cette absence n'entraîne un mauvais fonctionnement de l'ouvrage. Par exemple, le bassin de la Poudrerie (DEA93) n'est muni d'aucun dispositif automatique et est nettoyé régulièrement par les agents d'exploitation après séchage des boues. Il arrive aussi fréquemment que des ouvrages sans dispositifs de nettoyage automatique ne soient jamais curés. A l'inverse, certains ouvrages munis d'équipements de nettoyage demandent à être curés régulièrement. Cela dépend généralement beaucoup du réseau et de sa sensibilité à l'ensablement ou aux dépôts de lingettes. Ci-dessous les principaux systèmes automatiques rencontrés :

- Augets basculants et clapets de chasse : les retours recueillis sur ces dispositifs sont généralement très bons, certains exploitants indiquant d'ailleurs que « c'est ce qui marche le mieux » (SIVOM du Bassin de l'Ehn (augets basculants), CC Estuaire de la Dives (clapets de chasse)). Ceux-ci peuvent être alimentés par l'effluent au remplissage de l'ouvrage (cas le plus fréquent) ou par de l'eau potable, ce qui implique alors un raccordement au réseau d'eau de la ville qui doit alors être en mesure de pouvoir fournir la quantité d'eau nécessaire au nettoyage. La CA de Longwy nous a notamment indiqué avoir mis en place, dans l'un de ses bassins, une rampe de lavage mais que celle-ci n'avait jamais servi car elle viderait alors le château d'eau de la commune. Plusieurs collectivités ont mis en place des forages dédiés à l'alimentation de leurs augets. Le SIVOM du Bassin de l'Ehn nous a néanmoins indiqué que cette solution avait finalement été abandonnée faute de débit suffisant. Plusieurs exploitants ont indiqué l'importance de disposer des petits murets sur le radier de façon à diriger le flux vers la bêche de vidange.
- Hydroéjecteurs : le dispositif permet de remettre en suspension les matières décantées et permet éventuellement d'oxygéner l'effluent. Les retours recueillis sont pour la plupart relativement bons dès lors que le nombre de dispositifs installés est suffisant (ce qui n'est pas toujours le cas). Haganis nous a cependant fait part de problèmes sur ce type de dispositifs, attribués à un défaut d'entretien et à un encrassement rapide (probablement lié à la nature de l'effluent)
- Colonne sous vide : les retours qui nous ont été fait ne témoignent pas toujours d'une bonne expérience. Des problèmes d'étanchéité de la colonne vis-à-vis du reste du bassin et du système de dépression posent souvent de gros problèmes qui peuvent rendre le dispositif inutilisable. Contrairement aux augets basculants ou aux clapets de chasse, l'efficacité du nettoyage dépend de la hauteur d'eau stockée dans l'ouvrage, ce qui peut amener à des résultats très variables. Bien que ce type de dispositifs ait au départ été pensé pour des bassins rectangulaires, on les retrouve le plus souvent sur des ouvrages circulaires. Haganis est le seul exploitant que nous avons rencontré à avoir témoigné d'une bonne expérience de ce type de dispositifs. Contrairement aux autres cas de colonne sous vide que nous avons rencontré, le génie civil est ici remplacé par un dispositif préfabriqué en inox qui permet de limiter les problèmes d'étanchéité. La collectivité fait également appel à un contrat de maintenance pour ses deux colonnes (qui demandent des compétences spécifiques).

Des résines spéciales peuvent aussi être appliquées sur le radier pour éviter que les dépôts ne s'accrochent (bassin Suffren à Concarneau), mais il faut alors s'assurer que cela n'entraîne pas de risque vis-à-vis de l'accessibilité du personnel.

Le déclenchement de ces dispositifs est souvent automatisé, le nettoyage étant la plupart du temps lancé dès la fin de la phase de vidange du bassin. C'est nécessaire lorsque le dispositif automatique utilise l'effluent pour nettoyer l'ouvrage. Pour les dispositifs alimentés par de l'eau claire, le nettoyage peut être réalisé plus tard et ne demande pas forcément d'être automatisé (cas du bassin d'Obernai (SIVOM du bassin de l'Ehn), et du bassin Jacquard (Haganis)).

Pour le nettoyage manuel d'un ouvrage, il faut généralement compter entre 1/2 et 2 jours de travail pour une équipe de 2 à 4 personnes et une hydrocureuse. Mais cela dépend beaucoup de la surface du radier et des conditions d'accès à l'ouvrage du matériel de nettoyage.

La présence de points d'eau, de type « borne à incendie », voir même de lances, peuvent être utiles, notamment pour faire face à une mauvaise efficacité du dispositif automatique de nettoyage.

Ventilation / désodorisation :

Beaucoup de bassins enterrés sont ventilés naturellement. Des grilles, événements, ou cheminées d'aération sont généralement suffisamment efficaces pour limiter la formation de gaz et permettre le bon remplissage du bassin. La ventilation mécanique est globalement assez peu fréquente sur les ouvrages que nous avons étudiés.

Les systèmes de désodorisation sont eux aussi relativement peu fréquents sur les ouvrages de l'échantillon et concernent autant les bassins à ciel ouvert (disposés généralement en tête de STEU) que les bassins couverts. Dans un cas comme dans l'autre, ces systèmes traitent généralement et en priorité l'emplacement des pompes, ou poste de relevage associé au bassin. Ceux-ci sont en effet plus susceptibles de générer des odeurs que le reste de l'ouvrage. Par ailleurs, leur mise en place est autant préventive que curative : des ouvrages situés en zone très contraintes ou fréquentées ont été munis d'une désodorisation dès leur conception (bassin Mazelle (Haganis), bassin Peneroff à Concarneau) tandis que d'autres ont pu faire l'objet d'un équipement suite à des plaintes de riverains (bassin Suffren à Concarneau). Dans les faits, il est assez difficile de dire si la mise en place d'un système de désodorisation à titre préventif a été efficace ou non. Son opportunité dépend donc essentiellement de l'environnement dans lequel s'insère l'ouvrage et des risques effectifs de nuisance. Pour un ouvrage à ciel ouvert situé dans l'enceinte de la STEU, le bassin ne semble en tout cas pas être le principal générateur d'odeurs, notamment en comparaison du local de séchage des boues.

En termes d'entretien des dispositifs de désodorisation, si certains vendeurs préconisent de changer les charbons tous les 6 mois, ceux-ci semblent généralement avoir une durée de vie effective nettement plus longue (de 4 à 6 ans).

Métrieologie :

Un système de métrieologie est souvent installé pour connaître l'état de remplissage ou pour automatiser le fonctionnement d'un ouvrage, notamment lorsque celui-ci est alimenté ou vidangé par pompage. La confrontation des niveaux de remplissage et du temps de fonctionnement des pompes peut notamment permettre de détecter une éventuelle fatigue des pompes. La métrieologie est également l'un des points clés lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre une gestion dynamique des flux.

Nous avons constaté dans le cadre de la « pré-enquête » qu'une part importante des ouvrages recensés faisait l'objet d'un suivi métrieologique. Les autres, au contraire, fonctionnent la plupart du temps de manière « passive », alimentés et vidangés de façon gravitaire sans aucune automatisation. Ces ouvrages doivent souvent faire l'objet d'un contrôle plus régulier qu'un bassin télésurveillé (tous les 6 mois pour le bassin de Klingenthal (SIVOM du Bassin de l'Ehn)).

Les éléments recueillis au cours des entretiens sur la métrieologie sont détaillés dans le paragraphe 2.

1.3.2.4 Coûts

La question des coûts est très probablement l'une de celles pour lesquelles il nous a été le plus difficile de récolter des éléments. A l'exception des coûts d'investissement globaux qui peuvent être relativement bien renseignés, il est souvent difficile de faire la distinction entre les coûts qui relèvent du génie civil/terrassement, des études/maitrise d'œuvre ou des équipements. Il en va de même, en phase opérationnelle, des coûts d'entretien et d'exploitation des bassins qui ne sont généralement pas individualisés à l'échelle des ouvrages, notamment lorsque ceux-ci sont gérés de façon déléguée.

Coûts d'investissement :

Il n'est pas toujours évident de retrouver dans une opération ce qui relève de la réalisation d'un bassin d'orage du reste des travaux réalisés (Construction d'une nouvelle STEU, réhabilitation d'un poste de relèvement, renforcement des réseaux, mise en séparatif, etc...), d'autant qu'une comparaison des montants investis pour la réalisation d'un ouvrage est relativement difficile dans la mesure où les travaux réalisés peuvent avoir été effectués à des périodes très différentes. Pour les années les plus récentes, il semblerait néanmoins qu'une fourchette de prix allant de 500 à plus de 2500€HT/m³ puisse être présentée avec, pour une construction neuve, une moyenne qui serait proche de 1000€HT/m³. La ville de Besançon considère plutôt dans ses estimations un ratio de l'ordre de 500 à 600€HT/m³, et plutôt 1 000€HT/m³ en zone contrainte. Ces montants se situent donc plutôt en bas de la fourchette présentée plus haut. La volatilité importante des prix constatée ici s'explique essentiellement par la diversité des contraintes qui peuvent peser sur la réalisation de l'ouvrage et d'éventuelles économies d'échelle : la localisation, le terrassement (nécessairement plus coûteux pour un bassin enterré qu'hors sol), une conception particulière (forme, ferrailage, lestage du radier, ...) ou des équipements divers peuvent expliquer de telles différences.

Il apparaît néanmoins que la part des études, AMO, Maitrise d'œuvre, ne représente qu'une part relativement faible des coûts liés au projet, apparemment entre 3 et 7%. Ce ratio peut être plus faible sur certains dossiers, mais ils ne garantissent généralement pas la bonne rémunération des acteurs, ce qui peut peser sur la qualité des prestations. La métrologie quant à elle ne représenterait qu'une part très marginale de l'investissement, quasi négligeable.

Beaucoup de collectivités nous ont indiqué ne pas envisager de construire de nouveaux ouvrages (en tout cas pas dans l'immédiat). En effet, beaucoup d'entre elles préfèrent privilégier d'autres solutions techniques qui pourraient être mieux adaptées à leur situation locale (mise en séparatif, déconnexion et gestion à la source des eaux pluviales, renforcement et étanchéification des réseaux, ...)

Le principal point noir de la solution « bassin d'orage », relevé par les services, résiderait dans son coût relativement élevé. Beaucoup nous ont indiqué que ces opérations coûtent très cher à la collectivité et ont tendance à grever ses capacités d'investissement (à la différence d'autres solutions techniques qui peuvent plus facilement être étalées dans le temps).

Coûts d'exploitation :

Peu de collectivités ont été en mesure de nous donner des éléments concernant ces coûts. Tout comme pour les coûts d'investissement, ceux-ci peuvent évoluer très fortement en fonction des caractéristiques de fonctionnement des ouvrages :

- **le mode d'alimentation ou de vidange** : un bassin au fonctionnement entièrement « passif », alimenté et vidangé de façon gravitaire, sera nécessairement plus économe qu'un bassin alimenté et/ou vidangé par pompage. Ces coûts peuvent dépasser la dizaine de milliers d'euro par an.
- **La sollicitation de l'ouvrage** : un bassin sollicité à chaque pluie pour limiter les rejets au milieu récepteur sera généralement plus cher à l'entretien qu'un bassin qui ne serait sollicité que lors des événements les plus exceptionnels. Outre la question du pompage, le nettoyage de l'ouvrage peut entraîner des coûts possiblement très importants. La DEA93 présente pour le bassin de la Poudrerie un coût de pompage de 13 000€ par an et des coûts pour le curage de 35 000€ par an. La modification du fonctionnement des ouvrages, comme c'est par exemple le cas en Seine Saint Denis, n'est d'ailleurs pas toujours sans conséquence sur les coûts de fonctionnement des bassins. Mais peu de collectivités concernées disposent du recul suffisant pour l'évaluer.

- **La métrologie et la supervision** : si les équipements de métrologie eux même ne coûtent pas nécessairement très cher, l'exploitation opérationnelle d'un système de télésurveillance, la validation des données, la gestion dynamique des flux, le diagnostic permanent et la supervision en temps réel, peuvent constituer un coût non négligeable pour la collectivité, et ce autant en termes de moyens humains que financiers.

Nos rencontres indiquent également que les coûts d'exploitation des solutions techniques envisagées par les collectivités ne sont encore que très peu évalués. Rares sont celles pour lesquelles ces coûts sont entrés en ligne de compte dans le choix des solutions techniques retenues, mais il semble que les choses changent peu à peu :

- La ville de Monein a fait évaluer l'impact environnemental des différentes solutions techniques envisagées pour améliorer le fonctionnement de son système. Les coûts d'exploitation ont eux aussi été évalués et intégrés à la réflexion.
- La ville d'Auxerre a fait réaliser un audit énergétique complet du fonctionnement de ses postes de relevage et du bassin de la Chainette. Cet audit a mis en évidence une consommation élevée du bassin due au chauffage du local technique visant à faire face aux problèmes d'humidité qui y sont rencontrés. La désodorisation a également été pointée du doigt. Un déshumidificateur d'air devrait être mis en place très prochainement pour diminuer ces coûts.

Refus de dégrillage et sous-produits de curage :

Généralement, les sous-produits de curage sont envoyés en STEU pour y être traités. Les boues suivent les filières de valorisation classiques : épandage (Besançon, Mont de Marsan, Haganis), incinération (Monein, Haganis), co-compostage (CC Estuaire de la Dives), etc. En termes de coûts, la mairie de Monein indique que l'incinération de ses boues d'épuration lui coûte 70€ par tonne. Pour l'épandage, Mont de Marsan indique un chiffre d'environ 50€ par tonne.

Pour les sables en revanche, les exploitants les envoient le plus souvent en centres spécialisés : soit pour être lavés et réutilisés en BTP (CA de Longwy, Besançon) pour un coût de l'ordre de 20 à 50€ par tonne ; soit mis en décharge CET-2 ou CET-3 (Commentry). Après lavage en STEU, Haganis réutilise les sables extraits de ses réseaux sur ses propres chantiers, généralement sous forme de remblais.

Les refus de dégrillage sont généralement traités comme des ordures ménagères : sur les stations d'épuration du SIARNC, un camion poubelle passe 1 à 2 fois par semaine pour les récupérer. Ils sont ensuite incinérés.

1.4 Conclusion

L'enquête et les entretiens réalisés ont été très riches d'enseignements, et leurs résultats particulièrement denses. Au-delà du seul objet « bassin d'orage », ce travail a permis d'illustrer les différentes stratégies mises en œuvre par les maîtres d'ouvrages/gestionnaires, celles-ci étant élaborées le plus souvent en fonction des contraintes et des réalités très concrètes auxquelles ces collectivités peuvent être confrontées.

Les « bassins d'orage » y constituent le plus souvent une solution technique « de base » qu'il convient d'adapter en fonction des objectifs que l'on souhaite atteindre, eux même liés aux enjeux locaux. Cela explique la très grande diversité, de tout ordre, des ouvrages que nous avons pu étudier dans cet échantillon. Le choix de s'intéresser à tout type de collectivités, de toutes les tailles, de toutes régions, a également permis de mettre en perspective des pratiques, enjeux, expériences de tout ordre, probablement plus représentatives de la réalité du terrain que si l'on s'était seulement intéressés aux collectivités les plus importantes et/ou les plus vertueuses en la matière.

Cette étude a permis de confirmer les évolutions présentes dans l'usage de la technique des « bassins d'orage » qui, utilisée d'abord pour un objectif de régulation hydraulique, n'en reste pas moins une solution d'actualité pour répondre aux évolutions réglementaires en matière de rejets urbains par temps de pluie, notamment la protection des milieux récepteurs et les objectifs de bon état des masses d'eau. Depuis 30 ans, on constate une évolution sensible du nombre de bassins construits, mais aussi et surtout des raisons pour lesquelles ces ouvrages ont été réalisés : les collectivités ont en effet intégré la nécessité de limiter les surverses des systèmes d'assainissement via les déversoirs d'orage.

Notons aussi que beaucoup de collectivités ont évolué en considérant l'intégration de ces « bassins d'orage » et leurs fonctions dans une approche territorialisée de la gestion de l'eau et des milieux. Certaines semblent désormais vouloir aussi privilégier d'autres solutions telles que les mises en séparatifs, la gestion des eaux pluviales à la parcelle ou leur dé raccordement du réseau, comme les y incite l'arrêté du 21 juillet 2015. La nouvelle réorganisation territoriale intégrée par les lois MAPTAM puis NOTRe peut toutefois conduire à revoir certaines volontés politiques selon les enjeux locaux prioritaires.

2 La métrologie et l'instrumentation des bassins d'orage

2.1 Introduction

Le travail présenté dans cette partie s'intéresse plus particulièrement à la métrologie en place sur les bassins et au rôle qu'elle joue dans la gestion lors d'un événement pluvieux, rôle qui à priori est amené à se développer en réponse à l'arrêté relatif à l'auto-surveillance des systèmes d'assainissement (arrêté du 21 juillet 2015). Les objectifs sont triples : i) faire un retour d'expérience ciblé sur la métrologie utilisée dans les bassins d'orage, ii) recueillir pourquoi l'instrumentation des bassins d'orage (BO) est mise en œuvre, et comment les données acquises sont utilisées, iii) enfin, exploiter les données sur quelques BO afin d'illustrer les intérêts, mais aussi limites, de la métrologie.

Ce retour d'expérience a été produit à partir de 3 sources complémentaires d'informations : i) une étude bibliographique, ii) des entretiens ciblés auprès d'exploitant et/ou maître d'ouvrage de BO instrumentés, iii) des mesures existantes (débits entrant-sortant, niveau d'eau dans le bassin, ...) ont été récupérées et analysées. Les enseignements tirés des enquêtes de la tâche 3 sur la métrologie ont aussi été repris.

Ce rapport présente dans un premier temps la méthodologie mise en place, puis dans une 2nd partie, le retour d'expérience sur l'instrumentation des BO est présenté de façon synthétique pour répondre aux triples objectifs du travail.

2.2 Méthodologie

Les 3 sources d'informations utilisées pour réaliser le retour d'expérience sont présentées dans ce paragraphe.

2.2.1 Parcours bibliographique

La recherche bibliographique menée a pour but de faire une synthèse de suivis réalisés sur des bassins d'orage en France principalement, mais également, pour élargir le cadre de l'étude, à l'étranger. Plusieurs ressources ont été utilisées : la première, et la plus utilisée, a été la bibliographie scientifique et des recherches avec les mots-clés suivants : « bassin orage unitaire », « bassin orage retour expérience », « bassin stockage », « combined sewer detention tank » ou encore « retention tank performance » et « combined detention tank performance ». Les articles publiés dans le cadre de conférences connues représentent également une source importante d'informations : des recherches ciblées ont été menées dans les actes de Novatech, International Conference on Urban Drainage (ICUD) et de colloques récents organisés par la SHF ou l'ASTEE.

60 articles ont ainsi été sélectionnés et finalement 32 articles se sont avérés intéressants pour notre retour d'expérience (cf. la liste des références bibliographiques en fin de rapport).

2.2.2 Constitution d'un échantillon de maîtres d'ouvrages et de bassins d'orage

Un échantillon de BO et de maîtres d'ouvrages concernés a été recherché afin de les questionner et aussi de sélectionner quelques bassins pour lesquelles les mesures effectuées seront analysées.

Les ouvrages recherchés sont de deux types : i) bassins en tête de station d'épuration (Step) et ii) bassins en réseau bien en amont de la station d'épuration. Les BO recherchés étaient plutôt à l'origine des petits bassins (< 10 000 m³) mais il s'est avéré que ce type de bassin n'était pas régulièrement instrumenté, et de plus grands bassins ont aussi été retenus. Le choix des bassins a également été guidé par leur conception : les ouvrages possédant plusieurs entrées/sorties, voire plusieurs compartiments, ont été évités au profit d'ouvrages de conception plus simple. Enfin, critère le plus important, l'instrumentation du bassin doit permettre de connaître au minimum les débits entrant et sortant ainsi que la hauteur d'eau stockée. Les données pluviométriques peuvent également être utiles à l'exploitation des données du BO, et une information sur la qualité de l'effluent a été jugée comme un plus. Il est aussi à noter que le contact avec le maître d'ouvrage, sa disponibilité et son intérêt pour l'étude, ont aussi été des critères importants, voire primordiales, pour le choix des bassins.

Une fois ces critères fixés, la constitution d'un échantillon de bassins s'est réalisée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, les Agences de l'eau ont été sollicitées pour nous recommander un certain nombre de maîtres d'ouvrages susceptibles de posséder des bassins d'orage répondant à nos

critères. En effet, en apportant une aide financière et en accompagnant la réalisation de projets, notamment dans le domaine de l'assainissement, ces dernières ont une bonne connaissance des collectivités présentes sur leur bassin ainsi que de leur réseau d'assainissement.

Une fois un pré-échantillon établi, deux cas de figures se sont présentés : soit les collectivités sont contactées par l'Agence de l'eau dans un premier temps puis par le Cerema ensuite, soit le Cerema les a contactées directement. Le premier cas de figure présente l'avantage de passer par un interlocuteur connu des collectivités avec lequel elles ont l'habitude de dialoguer. À l'inverse, cette méthode prend plus de temps qu'un contact direct. Quelques collectivités avec lesquelles le Cerema a déjà des liens ont aussi été contactées directement.

Chaque prise de contact était accompagnée d'une fiche de présentation de l'étude: cette fiche présente brièvement le projet RexBO dans son ensemble, avant de donner les objectifs spécifiques au travail sur la métrologie et les critères des bassins recherchés (la fiche est disponible dans l'annexe A). Quelle que soit la méthode utilisée, le but de cette première prise de contact est de solliciter un entretien téléphonique pour présenter plus en détail l'étude et obtenir des informations sur le parc de bassins pour en retenir un ou deux. À l'issue de cette première phase, 8 collectivités ont été retenues (Figure 4), ainsi que 9 bassins d'orage (Tableau 7 ; le Conseil Départemental (CD) du Val-de-Marne a été interrogé sur l'ensemble de son parc de BO). A noter que certaines collectivités ont été enquêtées dans la tâche précédente.



Figure 4 : Carte des collectivités retenues pour le retour d'expérience sur la métrologie

Tableau 7 : Bassins d'orage sélectionnés pour le retour d'expérience sur la métrologie

Agence de l'eau	Bassin d'orage	Localisation	
Seine-Normandie	Carnot	Villemomble	CD Seine-Saint-Denis
	Place de la Résistance	Pavillons-sous-Bois	
	Parcs de bassins	CD du Val-de-Marne	
Artois-Picardie	S1	CU d'Arras	
	STEP de Douai	CA du Douaisis	
Loire-Bretagne	Athador	CA Montluçonnaise	
	STEP de la Brande	Commentry	
	Moulin du Milieu	CA du Niortais	
	Quai Métayer		
	Place de Verdun	Fontenay-le-Comte	

Une fois le pré-échantillon établi, la deuxième étape a consisté à solliciter un entretien en présentiel avec le maître d'ouvrage. Une semaine avant chaque rendez-vous, un certain nombre de documents sont demandés à la collectivité. Il s'agit de documents portant sur le réseau d'assainissement, le bassin d'orage et les données météorologiques : l'objectif est de recueillir une partie de ces documents avant l'entretien afin de pouvoir le préparer et de récupérer des compléments à l'issue de l'entretien.

L'entretien en lui-même se déroule en deux parties. La première partie est une discussion dans les locaux de la collectivité sur le(s) bassin(s) retenu(s). Cette partie est réalisée à l'aide d'une fiche de questions, non transmise au préalable à l'interviewé, qui permet de guider l'entretien et de s'assurer qu'aucun point n'est oublié (cf. Annexe A). Cette partie de l'entretien, avec l'accord des personnes présentes, est enregistrée pour faciliter l'exploitation des informations. L'entretien se poursuit si possible par une visite d'un ou plusieurs bassins, en surface et si possible à l'intérieur de l'ouvrage. Chaque entretien fait par la suite l'objet d'un compte-rendu détaillé et validé, ils sont consultables en annexe.

2.2.3 Les bassins retenus pour l'exploitation des mesures

Lors de la première phase du projet Rex-BO, il est apparu qu'il serait lourd d'instrumenter et de réaliser nous même un suivi sur plusieurs bassins d'orage du fait de la complexité de la méthode à mettre en place et du temps nécessaire. Il a alors été décidé de se focaliser sur quelques bassins représentatifs faisant ou ayant fait l'objet d'un suivi et d'en exploiter les données. Après les entretiens et les visites des bassins, il a été décidé de retenir 5 BO sur lesquels les mesures seront récupérées et exploités ; ces bassins, et leur contexte, sont présentés ci-dessous (pour plus de détail, voir les comptes-rendus en Annexe A).

2.2.3.1 Bassin de la Brande, Commune de Commentry

La ville de Commentry est une commune du département de l'Allier de 6 000 habitants environ. Elle possède trois bassins d'orage, un sur chacune des deux stations d'épuration les plus importantes et un troisième sur le réseau au niveau d'un poste de relevage. Une étude diagnostique commencée en 2004 a mis en évidence que les postes de relevage sur le réseau unitaire n'étaient pas aptes à gérer tous les flux de pollution, et la solution des BO a été retenue principalement guidée par le besoin de répondre à la réglementation sur les rejets de temps de pluie. Suite à l'étude, la construction des BO s'est accompagnée d'une mise en conformité du réseau, avec comme objectif d'amener le débit de la pluie décennale au bassin (parallèlement Commentry mène une politique de déconnexion des eaux pluviales du réseau).

Le bassin se situe au niveau du relevage général à l'entrée de la STEP de la Brande. C'est un bassin de 1 550 m³ circulaire mis en service en 2013. Il est alimenté par surverse quand le débit au poste de relevage devient supérieur à la capacité de traitement de la STEP. Les effluents passent préalablement par un dessableur et un dégrilleur. Une fois le bassin plein, un deuxième déversoir dans le poste de relevage surverse les débits encore excédentaires vers le milieu naturel voisin. Le bassin est vidangé gravitairement via une petite canalisation située au radier du bassin.

À l'origine, la modélisation hydraulique a montré le besoin de construire un bassin de 3 100 m³ afin de stocker la pluie mensuelle de 4h mais la nécessité de le vidanger en 24 h ne pouvait pas être respectée avec les ouvrages de la STEP existante. En accord avec la police de l'eau, il a donc été décidé de construire une première tranche de 1 550 m³ (stockage de la pluie mensuelle de 30min) plus rapidement vidangeable tout en continuant les efforts de mise en séparatif du réseau et de gestion des eaux pluviales à la source. Jusqu'à présent aucun problème n'a été constaté et il n'est pas prévu de réaliser une deuxième tranche de 1 550 m³. Le bassin a permis, avec une restructuration de la STEP, de multiplier par quatre le volume traité (Commentry, 2016). En termes d'instrumentation et depuis la construction du bassin en 2013, les hauteurs d'eau dans le bassin et dans le poste de relèvement sont suivies par des sondes ultrasons (US ; Figure 5). On retrouve aussi une sonde US en amont et en aval du dégrilleur (permet d'évaluer le besoin de nettoyage du dégrilleur). Un débitmètre électromagnétique est présent sur le refoulement du poste de relevage à l'aval du bassin (entrée de la STEP). La surverse est également équipée d'une mesure de débit grâce à une sonde Doppler (double mesure de la hauteur et de la vitesse de l'écoulement). Des préleveurs fixes sont présents en entrée et sortie de la STEP ainsi que sur la surverse. Un prélèvement est réalisé tous les 10 m³ sur chacun de ces points. Sur l'entrée et la sortie un bidon est rempli par jour alors que sur la surverse, 4 bidons sont disponibles par jour. Une analyse est réalisée une fois par mois (obligation réglementaire) selon un calendrier imposé par la police de l'eau. Des analyses sont

également réalisées de manière hebdomadaire sur l'entrée et la sortie de la station pour le suivi de son fonctionnement.

Les données récupérées pour le bassin de la Brande sont le niveau d'eau dans le bassin et le débit dans la canalisation de surverse vers le milieu naturel. Ces données sont disponibles au pas de temps de 4 minutes sur la période du 1er janvier 2014 au 31 mai 2016. Les mesures de pollution n'ont pas pu être récupérées mais la pluviométrie, à un pas de temps journalier, est disponible pour les années 2014 et 2015.

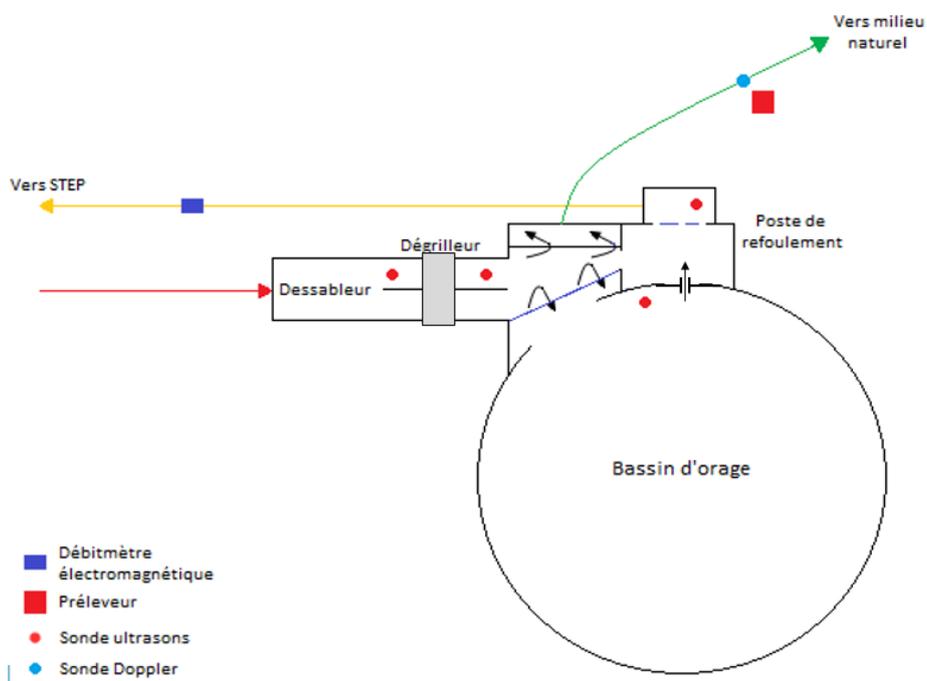


Figure 5 : Synoptique du bassin de la Brande (Commentry) avec la position des équipements métrologiques

2.2.3.2 Bassins Carnot et Place de la résistance, Conseil Départemental de Seine-Saint-Denis

La Seine-Saint-Denis est un département (93) de la région Île-de-France comptant plus de 1 550 000 habitants (recensement 2013), et la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) a en charge l'assainissement départemental. Le parc de bassins sur le réseau unitaire est composé de 15 ouvrages (Tableau 8) de volumes importants du fait de la taille du système d'assainissement (le bassin de la Plaine est le plus grand de France).

Tableau 8 : Parc des bassins d'orage du Conseil Départemental de la Seine-Saint-Denis

Nom	Commune	Volume (m ³)
Eglise de Bagnolet	Bagnolet	3 400
Luzernière	Dugny	4 000
René Char	Bondy	12 000
Cheval Noir	Pantin	14 200
Place de la Résistance	Pavillons-sous-Bois	15 200
Carnot	Villemomble	16 000
Mare Rossignol	Bondy	18 200
Monthyon	Pavillons-sous-Bois	19 600
Guernica	Montreuil-sous-Bois	20 600
Bois de Groslay	Drancy	21 000
Plateau du Montillet	Le Blanc-Mesnil	22 000
Rû de Montfort	Aubervilliers	24 000
La Poudrerie	Sevran	79 000
Molette	La Courneuve	209 200
La Plaine	Saint-Denis	217 800

Ces BO ont pour objectif premier de stocker les effluents pour éviter des inondations et/ou la mise en charge des collecteurs amont ou aval. Un second objectif est ensuite apparu, consistant à réduire à l'aval les rejets de temps de pluie aux milieux naturels. Une fois l'événement passé, l'eau est intégralement restituée vers la station d'épuration, et la dépollution des effluents par décantation n'est généralement pas recherchée. Bien que la lutte contre la pollution ne soit pas l'objectif historique des bassins unitaires, le CD93 a étudié la possibilité de forcer le remplissage de ces derniers pour des petites pluies : ce forçage ne se justifie pas pour tous les bassins (augmentation des coûts d'entretien) et complique la gestion. En effet, en cas d'événement important, le maximum du volume de stockage doit être disponible. Deux bassins du parc ont été retenus pour notre retour d'expérience : le bassin Carnot à Villemomble et le bassin Place de la Résistance à Pavillons-sous-bois.

Mis en service en janvier 2009, le bassin de rétention Carnot est un ouvrage enterré de 16 000 m³ (plus 3 000 m³ dans les collecteurs d'alimentation). Il déleste un réseau unitaire (UN) qui rejoint ensuite un réseau séparatif ; ce bassin présente donc un double intérêt : i) il permet d'éviter les inondations sur le réseau unitaire pour les fortes pluies et ii) également, pour les petites pluies, réduire les délestages du réseau UN vers le réseau pluvial (EP) qui entraînent une pollution de la Marne. Le Bassin Carnot est donc régulièrement sollicité : le délestage de l'UN se produit lorsque le débit dépasse 150 l/s, or la vidange du bassin est réalisée à un débit de 540 l/s, conduisant nécessairement à une surverse de l'UN vers l'EP. C'est pour cette raison qu'il est normalement recherché une décantation (sur la base de 1 mètre par heure) des effluents du bassin, la vidange des eaux chargées restantes en fond de bassin se fait ensuite à un débit inférieur à celui entraînant la surverse et en passant par une chambre à sable. Pour conforter l'efficacité de décantation, en particulier lors d'un temps de stockage réduit, l'étude d'avant-projet avait démontré l'intérêt d'effectuer un captage des eaux à pomper au plus proche de la surface de l'eau. La solution technique retenue repose ainsi sur des pompes de vidange réparties sur toute la hauteur du bassin. Un positionnement au plus proche de la surface de l'eau permet aujourd'hui de diminuer les délais entre l'arrêt du remplissage du bassin et le début de la vidange. Lors de la vidange, la décantation se poursuit puisque les temps de fonctionnement respectifs des pompes sont décalés. Ce fonctionnement apporte aussi une marge de manœuvre supplémentaire pour gérer la vidange.

Depuis la mise en service du bassin en janvier 2009, la métrologie du bassin Carnot est constituée de trois sondes piézométriques permettant de connaître les hauteurs d'eau au droit des 2 prises d'eau et une dans le bassin (Figure 6). Une section débitmétrique (station « GM » sur la Figure 6) permet de calculer le débit de fuite du bassin : elle est équipée d'une sonde piézométrique couplée à une mesure de vitesse par temps de transit (corde de vitesse), ceci sur les 2 collecteurs UN et EP (si ces sections débitmétriques tombent en panne, le débit de vidange peut être approché par le temps de fonctionnement des pompes).

Les données exploitées sur le bassin Carnot sont les hauteurs d'eau dans le bassin mesurées au pas de temps de 1 minute sur la période du 6 février 2009 au 25 septembre 2016.

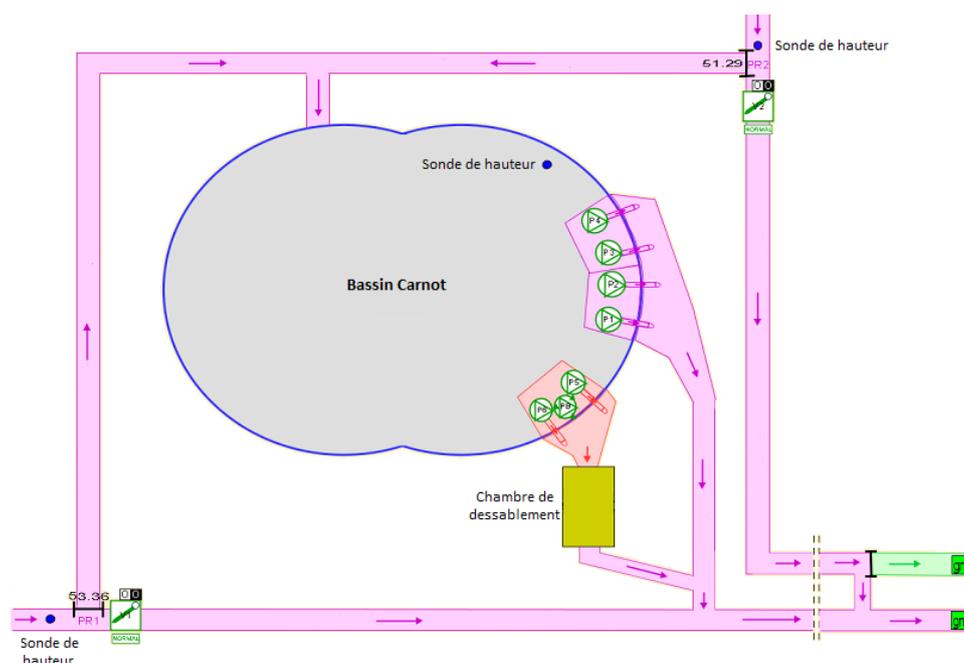


Figure 6 : Synoptique du bassin Carnot du CD de Seine-Saint-Denis avec la position des équipements métrologiques (Source Direction de l'Eau et de l'Assainissement du CD93)

Le bassin d'orage Place de la Résistance, mis en service en 1998, est également un ouvrage enterré circulaire d'une capacité de 15 200 m³. Il se situe à l'amont de zones régulièrement exposées aux inondations du fait de pentes faibles du réseau. Son alimentation est gravitaire suite à une mise en charge due à un orifice Ø400 sur le collecteur d'amenée (Figure 7).

Depuis sa mise en service en 1998, la métrologie présente sur le bassin Place de la Résistance est constitué de trois sondes piézométriques permettant de connaître les hauteurs d'eau dans le collecteur à l'amont, dans le bassin et dans le collecteur à l'aval (Figure 7). Le temps de fonctionnement des pompes permet de calculer le débit de vidange du bassin.

Comme pour le bassin Carnot, les données exploitées sur ce bassin sont constituées des hauteurs mesurées dans le bassin, acquises à un pas de temps de 1 minute depuis le 2 janvier 2000 jusqu'au 25 septembre 2016.

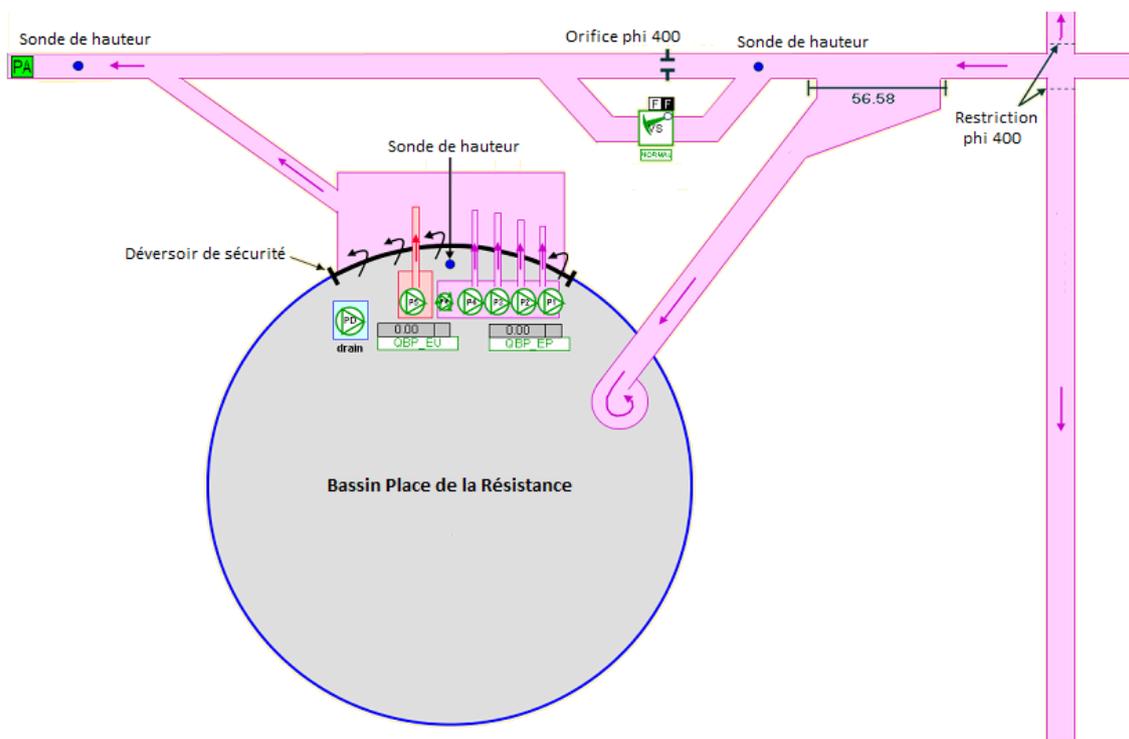


Figure 7 : Synoptique du bassin Place de la Résistance (DEA93) avec la position des équipements métrologiques (Source DEA93)

2.2.3.3 Bassin S1 de la Communauté Urbaine d'Arras

La communauté urbaine d'Arras (CUA) a été créée en 1998, et regroupe aujourd'hui 39 communes du département du Pas-de-Calais, pour une population avoisinant les 102 000 habitants (en 2013). Son parc de bassins d'orage compte cinq ouvrages actuellement en service, construits suite à des études diagnostics et à l'exploitation des données d'autosurveillance qui ont permis de confirmer les résultats des études et surtout d'affiner le dimensionnement des ouvrages (mesures sur des chroniques de pluie longues et récentes). Pour Arras, les bassins d'orage représentent une solution technique pour la gestion des flux unitaires, et le développement en cours du parc est motivé par la nécessité de répondre aux objectifs fixés par le nouvel arrêté du 21 juillet 2015 (parallèlement, la CUA mène aussi une politique de contrôle des branchements des particuliers et d'obligation de gestion des eaux pluviales à la parcelle).

Le bassin S1 mis en service en 1998 est un bassin enterré de 20 000 m³ divisé en trois compartiments, un de 4 000 m³ et deux de 8 000 m³. Le premier compartiment est alimenté par surverse du poste de relèvement accolé au bassin, puis les deux autres compartiments par surverse du premier (Figure 8). La vidange se fait par pompage des eaux dans le poste de relèvement vers un autre poste de relèvement PR S6. Le bassin a été construit sur le site de l'ancienne STEP sur la commune de Saint-Laurent-Blangy, emplacement choisi car de nombreux réseaux passent par ce point. S1 a été construit avec un objectif de stockage-restitution dans le but de diminuer les rejets d'eaux unitaires dans la rivière Scarpe voisine lors des épisodes pluvieux : la pluie de référence prise en compte a été une pluie trimestrielle de durée 2h (soit 9,8mm), avec comme objectif de limiter les

déversements à 4 au maximum par an en moyenne (contre 130 en situation sans le bassin). À l'heure actuelle, l'objectif du bassin n'a pas changé, il fonctionne toujours en stockage-restitution, mais ce fonctionnement a été optimisé en fonction de la configuration du réseau. C'est le PR S6 à l'aval qui gère automatiquement la vidange de tous les bassins, et donc de S1, en donnant la priorité à l'un ou à l'autre en fonction des capacités du réseau et de la STEP.

Le bassin S1 est équipé de différentes sondes (Figure 8) :

- le canal d'arrivé est équipé d'un profil de 3 cordes de vitesse et d'une sonde de hauteur US émergée, permettant de connaître le débit entrant. À cause de la zone morte de la sonde US, une sonde piézométrique immergée est également présente afin d'avoir une information pour les hauteurs importantes ;
- une sonde piézométrique est présente dans chacun des trois compartiments du bassin (B1, B2 et B3) ainsi que dans le poste de relèvement voisin (pour sa régulation) pour connaître les hauteurs d'eau ;
- le débit partant du poste de relèvement est mesuré grâce à un débitmètre électromagnétique dans la canalisation en charge.

La sonde piézométrique du poste de relèvement est utilisée pour connaître le nombre de déversements au milieu naturel ainsi que leur durée (en comparant à la hauteur du seuil du déversoir). Un bilan sur le débit entrant, le volume stocké et le débit sortant, permet d'estimer le volume déversé dans la Scarpe.

Les sondes de hauteur d'eau dans le bassin et dans le poste de relèvement sont présentes depuis la construction du bassin (en 1998). Les mesures de débit arrivant et partant vers PR S6 ont été installées en 2007, suite à la parution de l'arrêté du 22 juin relatif à l'autosurveillance.

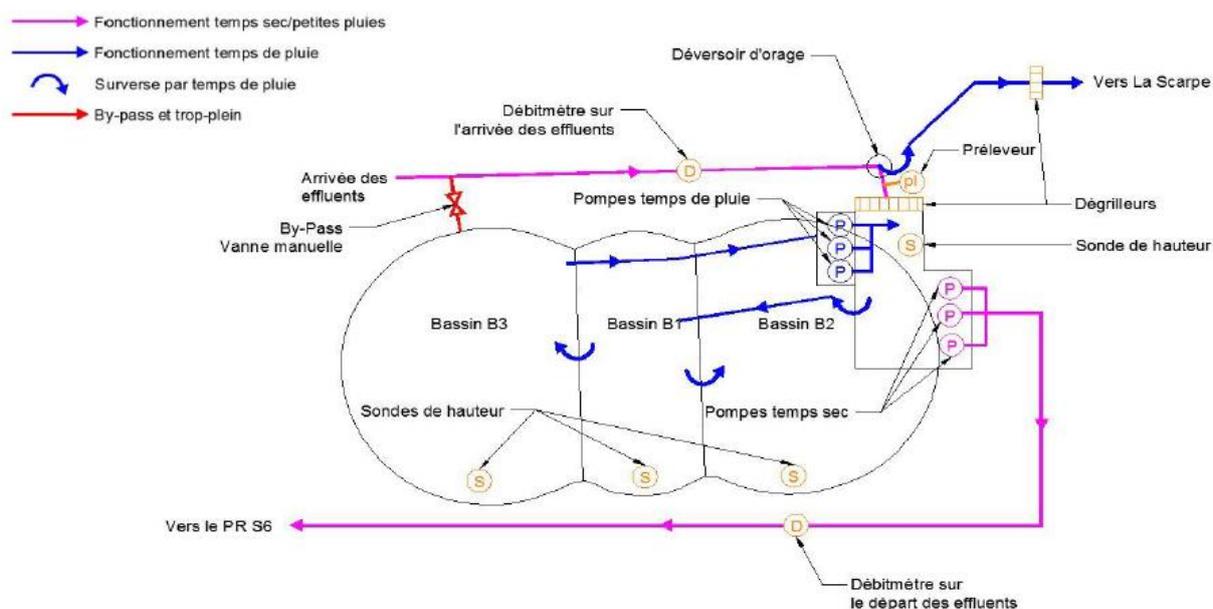


Figure 8 : Synoptique du bassin S1 de la Communauté Urbaine d'Arras, avec la position des équipements métrologiques (Source Communauté Urbaine d'Arras)

Du point de vue qualité, un préleveur en amont du déversoir d'orage permet de faire un prélèvement de l'effluent à chaque fois qu'il y a un déversement. La demande chimique en oxygène (DCO) et les matières en suspension (MES) sont analysées en laboratoire. Depuis 2016, la demande biologique en oxygène (DBO), le phosphore et l'azote Kjeldahl total, sont également analysés.

Sur ce bassin S1, les volumes arrivant, stocké, relevé ainsi que l'estimation du volume déversé dans la Scarpe (bilan entrée-sortie-stocké) accompagné de la durée de déversement, ont été récupérées. Pour les données qualitatives, les charges de matières en suspension (MES) et de demande chimique en oxygène (DCO) déversées sont disponibles, ainsi que les charges conservées estimées à partir des volumes renvoyés vers PR S6 et d'une valeur moyenne mensuelle de concentration en entrée de STEP. La pluviométrie est également connue. Toutes ces données sont disponibles sur la période du 1er janvier 2012 au 30 avril 2016 à un pas de temps journalier.

2.2.3.4 Bassin Athanor de la Communauté d'agglomération Montluçonnaise

La communauté d'agglomération (CA) Montluçonnaise compte environ 75 000 habitants répartis sur 10 communes du département de l'Allier. Montluçon, plus grande commune de la CA est traversée par la rivière Le Cher. La Communauté d'Agglomération Montluçonnaise (CAM) dispose de deux bassins d'orage sur son territoire. Un premier bassin en tête de la station d'épuration de la Loue (Montluçon) de 10 000 m³ construit lors de la restructuration de la station entre 2002 et 2004 et le bassin Athanor situé sur le réseau (Montluçon). Pour la CAM les bassins d'orage remplissent uniquement un rôle de lutte contre la pollution et non de protection contre les inondations.

Le bassin Athanor est situé sur la rive gauche du Cher (point n°4 sur la Figure 9), il a été construit en 2012 sous le parvis du centre de spectacle du même nom. C'est un ouvrage circulaire de 12 000 m³ placé en dérivation du réseau unitaire, plus exactement à l'aval de déversoirs d'orage existants qui rejetaient dans le Cher. Le bassin est alimenté par un système comprenant deux puits, le puits amont (point n°1 sur la Figure 9) et le puits intermédiaire (point n°2), en rive droite du Cher. Ces deux puits interceptent les eaux de plusieurs déversoirs d'orage (3 DO pour le puits amont et un pour le puits intermédiaire) et les envoient vers le bassin d'orage en gravitaire via une galerie profonde en siphon sous la rivière (point n°3 sur la Figure 9). Après stockage, dès que les conditions dans le réseau à l'aval et à la STEP le permettent, les eaux du bassin sont évacuées par pompage vers la STEP (point n°5 sur la Figure 9) pour y être traitées. Lorsque le bassin est plein, les eaux sont déversées dans le Cher gravitairement au niveau des puits amont et intermédiaire.

Ce bassin a été construit dans le but d'améliorer la qualité des eaux du Cher. En effet, en interceptant les eaux surversées par quatre DO et en les dirigeant vers le bassin, les puits amont et intermédiaire permettent d'éviter le rejet d'eaux usées non traitées directement dans la rivière. L'objectif initial de la construction de ce bassin était de réduire de 40 % les flux de pollution sur l'ensemble du système d'assainissement. Il est un des éléments de la reconquête de la qualité des eaux du Cher.

Le bassin ainsi que les puits amont et intermédiaire sont équipés pour le suivi quantitatif et qualitatif des effluents. Ces équipements ont été prévus et installés dès la construction du bassin et des puits (cf. le compte-rendu en Annexe A pour les schémas des équipements).

Au niveau du bassin, la hauteur d'eau est suivie grâce à une sonde radar émergée placée sur la dalle du bassin. Dans le collecteur de vidange en charge, le débit est mesuré par un débitmètre électromagnétique. C'est également à ce niveau que se trouve un préleveur d'échantillons réfrigéré asservi au débit. Au niveau des puits, on retrouve également des préleveurs d'échantillons réfrigérés asservis au débit. L'instrumentation pour le suivi quantitatif diffère entre les deux puits. La hauteur d'eau et la vitesse dans le collecteur d'arrivée du puits intermédiaire sont suivies respectivement par une sonde radar et une sonde à effet Doppler. La hauteur d'eau dans le puits intermédiaire est mesurée par une sonde piézométrique. Les collecteurs d'arrivée du puits amont sont équipés chacun d'une sonde à effet Doppler et d'une sonde radar. Les déversements par surverse vers le Cher sont suivis par une sonde radar. Ce puits est également équipé de deux lignes de dégrillage, avec un suivi commun de la hauteur d'eau amont par sonde radar et pour chacune des lignes, un suivi de la hauteur d'eau aval par sonde radar également.

Au niveau des puits amont et intermédiaire, les volumes surversés vers le Cher sont disponibles au pas de temps journalier. Pour le bassin Athanor, sont connus les hauteurs d'eau ainsi que les volumes vidangés, au pas de temps journalier également. Ces données sont disponibles pour certains événements de remplissage et/ou de surverse mais pas systématiquement, depuis la mise en service du bassin en janvier 2013 jusqu'en avril 2016 pour les mesures de pollution et juin 2016 pour les mesures quantitatives.

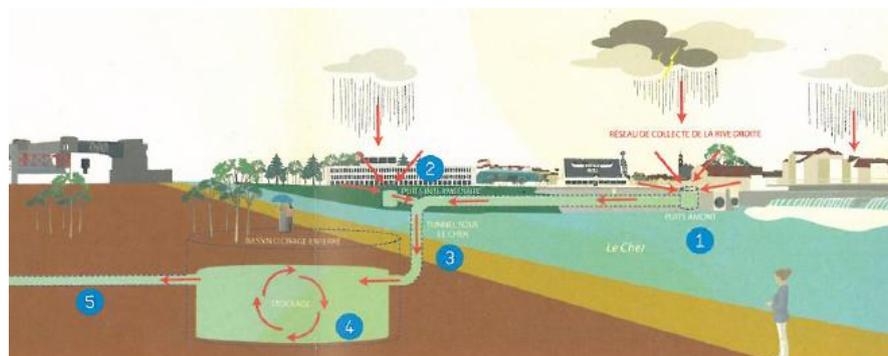


Figure 9 : Principe de fonctionnement du bassin Athanor de la Communauté d'agglomération Montluçonnaise (Source Communauté d'agglomération Montluçonnaise)

2.2.3.5 Résumé de données exploitées

La totalité des données exploitées sur les 5 BO est résumée dans le Tableau 9: trois bassins ont des mesures à des pas de temps fins, ce qui va permettre une analyse fine des dynamiques de stockage, les 2 autres avec des données journalières seront exploités en bilan. Si l'on cumule les durées de mesures, c'est 34 années et 5 mois de données qui sont exploitées.

Tableau 9 : Synthèse des mesures exploitées sur les 5 bassins d'orage retenus

Bassins	Mesures exploitées	Durées des mesures	Pas de temps des mesures
La Brande (Commentry), 1550 m ³	H _{eau} dans le bassin	2 ans et 5 mois	4min
	Q surversé au milieu naturel		4min
Carnot (CD Seine-St-Denis), 16 000 m ³	H _{eau} dans le bassin	7 ans et 8 mois	1min
Place de la Résistance (DEA93), 15 200 m ³	H _{eau} dans le bassin	16 ans et 9 mois	1min
S1 (CU d'Arras), 20 000 m ³	Volumes entrant, sortant, stocké, déversé	4 ans et 4 mois	1 jour
Athanor (CA Montluçon), 12 000 m ³	H _{eau} dans le bassin	3 ans et 5 mois	1 jour
	Pluie sur le bassin versant		1 jour
	Volumes pompés dans le bassin		1 jour
	Volumes surversés en amont		1 jour

2.3 Retour d'expérience

A partir des investigations présentées dans les paragraphes précédents, il est possible de faire des retours d'expérience sur la métrologie et ses usages dans les BO. Ces retours sont présentés en distinguant 3 niveaux : la métrologie rencontrée dans et autour des BO (quels capteurs ? quelles mesures ?), les usages par les maîtres d'ouvrages et/ou exploitants des mesures faites (pourquoi les bassins ont été instrumentés ? comment les mesures sont exploitées ? à quoi elles servent ?, ...), et enfin que disent les mesures sur le fonctionnement réel des BO (dynamiques de remplissage et vidange, fréquence de ces remplissages, ... ?

2.3.1 La métrologie présente dans et autour des bassins d'orage

Les différents capteurs rencontrés dans et autour des bassins d'orage étudiés sont ici présentés. Il est distingué 5 familles de variables mesurées : les précipitations, la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement, le débit, et les paramètres de pollution.

2.3.1.1 Mesure des précipitations autour des bassins

Pour les BO rencontrés, la mesure des précipitations est réalisée quasi-exclusivement avec des pluviomètres automatiques. Un pluviomètre est un capteur simple, rustique, et fiable pour mesurer en continu la hauteur des précipitations (Chocat, 1992). Ses limites sont :

- i) le pas de temps de mesure (on rencontre parfois encore le pas de temps journalier, comme à Commentry, ce qui peut paraître comme limite pour bien interpréter les débits arrivant en entrée de bassin) ;
- ii) la surface représentative de la mesure, qui se limite au cône du pluviomètre (de l'ordre de 1000cm²). Comme la pluie peut-être très variable spatialement, il peut être nécessaire de développer un réseau de pluviomètre qui permet d'estimer la pluviométrie sur tout le bassin versant amont (CD93, CD94, Arras, 2016 par exemple).

Pour palier à cette limite de représentativité spatiale, la mesure par radar météorologique peut aussi être utilisée car elle fournit une estimation de la hauteur de pluie sur chaque km² sur un territoire de plus de 100km de côté. Les limites de cette information sont les disponibilités et coût des images radars (à partir du réseau national des radars gérés par Météo-France) et les incertitudes inhérentes à ce type de mesure (Chocat, 1992). Des collectivités moyennes à grandes utilisent des images radars, pour faire de la prévision de pluie par exemple (CD93, 2016) mais le pluviomètre reste le capteur référent.

Une part importante des collectivités rencontrées dans l'enquête de tâche 3 a indiqué vouloir renforcer leurs connaissances sur les précipitations qui restent souvent méconnues, notamment par l'installation de pluviomètres (Commentry, Métropole du Grand Nancy, Besançon, CC Estuaire de la Dives).

2.3.1.2 Mesure des hauteurs d'eau autour et dans un bassin

C'est la mesure rencontrée le plus fréquemment. Ces capteurs permettent de suivre le niveau d'eau dans le bassin (ou dans ses différents compartiments), dans les collecteurs d'alimentation et/ou de vidange, ainsi que dans les bâches de pompage. Ils permettent notamment de pouvoir estimer les débits via des lois hauteur/débit (en complément d'une mesure de vitesse) ce qui demande néanmoins de positionner les capteurs aux endroits adéquats. Les principes de mesure rencontrés dans notre étude sont les suivants :

- capteur par ultra-sons (US) : il mesure le temps de propagation aller-retour d'une onde ultrasonore entre la sonde émettrice et la surface de l'effluent qui rétrodiffuse une partie de l'onde. La sonde est émergée pour rendre son accès facile, et donc dans la plupart des cas, assez facilement accessible. C'est une sonde très répandue autour des bassins ;

- capteur Radar : le principe s'apparente à celui d'une sonde US mais il mesure un temps de propagation de la lumière (onde électromagnétique et non pas mécanique de variations de pression comme l'ultra-son). Ce type de sonde de hauteur d'eau a été rencontré sur 2 BO étudié (Montluçon et Niort) ;

- capteur piézométrique : ce type de capteur est immergé (souvent proche du radier de l'ouvrage) et il mesure la pression de l'eau au-dessus de lui. En faisant l'hypothèse hydrostatique, la hauteur d'eau équivalente est déduite. C'est un principe de mesure fréquent en assainissement ;

- poire de niveau : c'est une mesure qui déclenche, ou arrête, un contact dès que l'eau atteint, ou se retire, d'un niveau fixé. Placée à un niveau seuil, cette mesure permet typiquement de déclencher ou arrêter des pompes (c'est généralement un capteur uniquement utilisé pour le fonctionnement du BO). Le contact se déclenche ou s'arrête grâce à une position d'une bille, ou d'un volume de mercure, à l'intérieur de la poire. Ce type de mesure est quasi généralisé dans les BO, et il est régulièrement installé comme relai de secours à une vraie mesure de hauteur d'eau (Niort, 2016 ; Montluçon, 2016).

Dans beaucoup de situations, le choix du type de sonde est soit l'ultrason soit la piézométrie (Arras, 2016). Dans le cas d'un effluent très gras ou avec de la mousse, une sonde US ne sera pas adaptée (Arras, 2016). À l'inverse pour un endroit qui s'encrasse rapidement (beaucoup de sable par exemple) une sonde piézométrique ne sera pas recommandée (Arras, 2016). L'encombrement du site de mesure est aussi un critère de choix : dans un lieu encombré par des câbles, pompes ou d'autres canalisations, une sonde US risque de mesurer autre chose que le niveau d'eau (Arras, 2016). Une sonde US possède aussi une zone morte de mesure si le niveau de l'effluent est trop près de la sonde, ce qui peut parfois l'empêcher de mesurer les hauteurs et débits importants (Arras, 2016). Inversement, une sonde piézométrique a du mal à mesurer les faibles hauteurs d'eau car sa prise d'eau est rarement strictement au niveau du radier (pour éviter son colmatage). C'est pourquoi, dans la mesure du possible et dans certaine situation, un point de mesure de hauteur d'eau peut être doublé avec deux capteurs complémentaires US et piézométrique (CD94, 2016). Un doublement permet également de pallier la défaillance d'un des deux capteurs et de fiabiliser la mesure (CD94, 2016). Il faut aussi faire attention que pour une sonde radar ou US, elle ne doit pas être localisée en dessous du niveau des plus hautes eaux : le CD93 (2016) mène par exemple une étude préalable avant l'installation de telles sondes pour connaître le niveau attendu des plus hautes eaux sur le site pressenti).

Selon le CD93 (2016), l'emplacement le plus adapté pour les sondes de hauteur dans un BO est près des pompes dans la partie la plus profonde de l'ouvrage. Elles ne doivent cependant pas non plus se situer trop près des pompes, à cause des remous qui fausseraient la mesure et pour la même raison près de l'alimentation du bassin. Le SIVOM du Bassin de l'Ehn nous a fait part de difficultés dans l'estimation des débits vidangés du fait de la présence d'une zone de turbulences au niveau du capteur qui faussait la mesure de hauteur (ce qui entraînait une sous-estimation du débit de vidange de 100m³/h). Au niveau de seuil, par exemple pour la prise d'eau alimentant un BO, les sondes ne doivent pas être placées directement à proximité du seuil, ni sur (CD93, 2016). Par expérience, le CD93 (2016) les place entre 5 et 10 m en amont du déversoir, dans la limite des contraintes imposées par le site. Il est possible de réaliser une modélisation 3D hydraulique fine pour comprendre le fonctionnement du seuil ainsi que pour préconiser des endroits où implanter les points de mesure : sur

un projet de bassin à Montreuil avec un réseau très pentu (CD93, 2016), une telle étude a montré qu'il n'y pas de placement « idéal » mais que l'emplacement varie en fonction du débit transitant. Les sondes émergées US et radar devant être placées le plus haut possible, cela peut engendrer un coût supplémentaire en génie civil par rapport à l'instrumentation d'une sonde piézométrique (casser la voûte, mettre un support, faire un puits pour la maintenance...CD93, 2016). Il a aussi été mentionné que sur des seuils larges de plusieurs mètres de long, il est difficile de certifier la validité de l'estimation de volumes déversés à partir d'une unique mesure de hauteur (Niort, 2016).

2.3.1.3 Mesure des vitesses d'écoulement autour des bassins

Plusieurs gestionnaires nous ont indiqué préférer les mesures de hauteur aux débitmètres. Néanmoins, ce type de capteurs se trouve fréquemment sur les réseaux d'assainissement. La mesure de vitesse d'écoulement est traditionnellement nécessaire pour estimer un débit traversant un ouvrage, un collecteur, 4 principes de mesure ont été rencontrés :

- Electromagnétique : le capteur utilise le principe de l'induction électromagnétique pour estimer une vitesse moyenne dans un collecteur en charge. Un champ magnétique est appliqué au fluide en mouvement, créant une force électromotrice qui est mesurée et qui s'avère proportionnelle au débit. C'est le principe de mesure le plus usuel sur les conduites en charge, en particulier pour connaître les débits pompés d'un BO (Montluçon, Commentry, Niort, Fontenay, Arras, 2016). Les débitmètres électromagnétiques fonctionnent généralement très bien et ne demandent quasiment aucune maintenance. Des valeurs de débit incohérentes ont néanmoins été rapportées sur ce type d'équipement, attribuées à la présence de bulles d'air dans l'effluent. ;

- Corde de vitesse : le principe est de mesurer un temps de parcours d'une onde ultrasonore dans le sens de l'écoulement et dans le sens contraire, la différence donnant une information sur la vitesse moyenne de l'écoulement le long du parcours de l'onde. Il est donc nécessaire d'installer des sondes émettrices et réceptrices (une même sonde pouvant faire les deux) de chaque côté de l'ouvrage et le long de parcours amont – aval (d'où le nom de corde de vitesse). Il est parfois nécessaire d'instrumenter plusieurs de ces parcours sur la verticale d'un ouvrage afin d'avoir un profil de vitesse. C'est un principe de mesure fiable et précis, mais d'installation assez lourde ; il est fréquemment rencontré dans les collecteurs autour des BO (CD93, 2016 ; Arras, 2016) ;

- Effet Doppler : le principe de mesure consiste à émettre une onde ultrasonore dans l'écoulement, une partie de cette onde est rétrodiffusée par les particules présentes dans l'écoulement à une fréquence différente de l'onde initiale et dépendante de la vitesse de ces particules. Il s'agit alors de mesurer en réception cette nouvelle fréquence. Cette mesure de vitesse, à partir d'un unique capteur immergé, est assez courante autour des BO (Montluçon, Commentry, 2016) ;

- Radar : le principe est le même que celui présenté juste avant mais avec un capteur émergé et l'émission d'une onde radar à la surface de l'écoulement. C'est la rugosité de surface qui renvoie l'onde émise, il est donc généralement nécessaire d'avoir un écoulement un peu turbulent. Seule la vitesse de surface est mesurée, et il est nécessaire de faire des hypothèses sur le profil vertical de vitesse pour estimer une vitesse moyenne de l'écoulement. Ce type de mesure, à priori en développement car non-immergé, a été rencontré sur un bassin (Niort, 2016).

Les cordes de vitesse apparaissent comme des mesures fiables et robustes en réseau d'assainissement (Arras, 2016 ; CD93, 2016 ; Rudelle, 2008). Sur le bassin d'Arras (2016) par exemple, le canal d'arrivée est équipé de 3 cordes de vitesse à différentes hauteurs (à cause de la géométrie pas traditionnelle du canal d'arrivée). Initialement, les cordes de vitesse n'étaient pas placées dans des niches, et « toute la filasse » s'accrochait dessus, les rendant inopérantes ; leur placement et leur nombre ont ensuite été adaptés à la forme du canal d'arrivée. Le CD93 (2016) indique même que ce type de mesure est plus précis qu'une mesure de temps de fonctionnement des pompes.

Concernant la mesure par radar, il est constaté qu'une bonne mesure nécessite la présence de vaguelettes à la surface de l'effluent, or le capteur est dans une zone plutôt calme sur le site de Niort (2016). Il se pose aussi la question de la fiabilité de l'étalonnage de ce type de capteur, en particulier de la transformation entre la vitesse de surface et la vitesse moyenne (Niort, 2016), qui dépend beaucoup des conditions fines d'écoulement.

La mesure électromagnétique semble aussi assez fiable et précise, un inconvénient noté étant qu'un capteur est difficilement vérifiable manuellement et qu'il doit être démonté et envoyé sur un banc de test (Douai, 2016).

2.3.1.4 Mesure des débits autour des bassins

Les mesures d'un débit (volume traversant une section durant un pas de temps donné) par un unique capteur ne sont pas courantes en assainissement et autour des BO. On peut citer 2 principes rencontrés :

- le temps de fonctionnement de pompe : dans le cas où le débit d'intérêt est pompé, c'est un moyen de mesure simple et à priori précis. Il suffit par exemple d'enregistrer les dates de début et de fin de chaque pompage. La précision est conditionnée par un bon étalonnage de chaque pompe, étalonnage qu'il est recommandé de réactualiser régulièrement (quelques années par exemple). Ce principe de mesure est rencontré régulièrement (CD93, 2016 ; Arras, 2016, ...)
- le canal Venturi : le principe est de diriger l'effluent dans un canal de dimensions précises, généralement comprenant un étranglement et une élévation de radier, et dont la loi hauteur-débit est maîtrisée. Il existe dans le commerce des canaux préfabriqués qui couvrent une large gamme de débit. Il a été rencontré dans notre étude sur le bassin de Douai (2016 ; sur le site de la station d'épuration).

2.3.1.5 Mesure de la qualité de l'eau dans et autour des bassins

La mesure de la qualité des effluents dans et autour des BO est réalisée traditionnellement par des préleveurs automatiques et des analyses en laboratoire de ces prélèvements. Ceux-ci sont souvent installés dans le local technique de l'ouvrage (quand celui-ci en est muni). Beaucoup de « bassins d'orage » munis de surverses ont été équipés de manière à pouvoir faire des prélèvements des effluents déversés au milieu récepteur, généralement dans le cadre de l'autosurveillance réglementaire des points de rejet au milieu naturel. Le nouvel arrêté du 21 juillet 2015 va obliger certaine collectivité à réfléchir à la nécessité de mettre en œuvre un suivi qualité (Fontenay, 2016) sur certains DO. Le choix du point de prélèvement est un aspect délicat car le préleveur doit être à proximité (attention au vandalisme dans certaines situations ; Dussart, 2009).

Les stratégies d'échantillonnage et les paramètres à analyser sont discutés avec le service en charge de la police de l'eau et l'agence de l'eau locale. Il est préférable de travailler avec des préleveurs réfrigérés et asservis au débit (Montluçon, 2016). Par exemple, sur la surverse du bassin de Douai (2016), un prélèvement est réalisé tous les 90 m³ et un échantillon moyen sur 24 h est réalisé. Plusieurs collectivités soulignent toutefois que l'exploitation de préleveurs demande des moyens importants, autant humains que financiers : la mise en place d'astreintes pour récupérer les échantillons le weekend et un budget pour les analyses qui peut être relativement conséquent. Beaucoup de collectivité ayant mis en place ce type de dispositifs n'avaient pas suffisamment anticipé ces contraintes et ont finalement préféré enlever ces préleveurs.

Au-delà des mesures par prélèvement, il y a une incitation de plus en plus accrue pour l'utilisation de mesures en continu. Pour les bassins et leurs surverses, le suivi en continu de la turbidité aurait à priori des intérêts. Les capteurs de turbidité en continu mesurent l'atténuation de l'effluent qui passe entre leurs deux broches immergées dans l'effluent. La turbidité est ensuite théoriquement corrélée avec les concentrations en MES et, dans une moindre mesure, la DCO. Il est reconnu qu'un tel suivi continu est plus délicat et présente une incertitude plus grande que ce que peuvent fournir des analyses en laboratoire sur échantillons (Betrand-Krajewski et al., 2001). Mais il représenterait le seul moyen d'obtenir des mesures à court pas de temps et sur le long terme à un coût non-prohibitif (Betrand-Krajewski et al., 2001). Les gestionnaires de réseaux d'assainissement se montrent souvent septiques quant à l'utilisation opérationnelle de la turbidité. Les turbidimètres requièrent en effet un protocole adapté d'étalonnage et de suivi. L'implantation de ces dispositifs dans un milieu aussi perturbé et hostile qu'un réseau d'assainissement exige également des précautions particulières de protection contre l'encrassement (voir détails dans Lacour, 2009). La gestion de la vidange des BO est l'une des applications possibles des mesures en continu de turbidité.

Dans le cas où un bassin a une fonction de dépollution, l'efficacité de la décantation est généralement évaluée à priori avec des hypothèses de vitesses de décantation et à posteriori par des campagnes de mesures ponctuelles (Escaler et al., 2005). Le mode de gestion d'un BO reste alors basé sur un temps de séjour empirique des effluents dans le bassin, temps déterminé pour garantir une décantation suffisante mais également pour éviter des temps de séjour trop longs des boues, sources de phénomènes anaérobies (Escaler et al., 2005). Les turbidimètres permettant le contrôle de la décantation pourraient être installés selon deux méthodes (Escaler et al., 2005):

- une installation sur flotteur qui permet de suivre la qualité de la couche supérieure au fur et à mesure du remplissage ou de la vidange,

- une installation à profondeur fixe, de préférence vers le fond, qui permet par exemple de contrôler l'avancement de la décantation au niveau de la limite entre couche vidangée vers la STEP et couche vidangée vers le milieu naturel.

Les travaux de Lacour (2009) indiquent que la valeur initiale de turbidité ne permet pas de déterminer vraiment ce qui va se passer à un horizon temporel supérieur à deux heures. Ils montrent aussi que fixer une temporisation n'est pas un mode de gestion optimal car les concentrations initiales en polluants et leurs vitesses de décantation varient fortement de sorte que pour un même temps de décantation, les concentrations de sortie peuvent être très différentes.

Les très rares collectivités ayant mis en œuvre ce type de suivi (généralement au niveau de leurs principaux déversoirs d'orage) en sont généralement revenues. La corrélation entre turbidité et pollution demande souvent un calage sur plusieurs mois qui n'est pas toujours réalisé. Plusieurs maîtres d'ouvrage rencontrés lors de notre retour d'expérience ont testé l'usage de la mesure en continu de la turbidité. Sur le bassin d'Arras, une tentative d'utilisation d'un turbidimètre a eu lieu, mais suite à des problèmes de fiabilité de mesure, ce type de sonde a été abandonné : lors des étalonnages, il n'a pas été possible de trouver une relation entre la valeur de la turbidité et la concentration en MES, les écarts entre la sonde et les prélèvements n'étaient jamais constants (Arras, 2016). Le CD93 (2016) a aussi testé la mesure en continu de la turbidité aux entrées et sorties du bassin du Stade de France mais elle a ici aussi été abandonnée car les mesures n'étaient pas optimisées, validées et n'avaient finalement pas d'utilité dans la gestion d'un bassin dont la fonction principale est le stockage-restitution. Dans le cadre d'un test d'une gestion dynamique de la vidange des bassins (fonction du débit entrant, sortant et de la pollution), une mesure de la turbidité a aussi été testée sur le bassin Carnot (CD93, 2016). Le but était de conditionner la vidange du bassin à la décantation de l'effluent. Le principe était que si à la fin du temps de décantation estimé (fonction de la hauteur d'eau stockée), l'eau était encore trop turbide, la vidange aurait été retardée. L'essai n'a pas été concluant, des questions sur l'emplacement de la sonde et principalement sur la maîtrise de l'incertitude de la mesure ont fait que la sonde a été retirée. Il est à noter que le CD93 ne rejette pas la mesure en continu de la turbidité mais préfère concentrer ses efforts sur la maîtrise des mesures de turbidité au niveau des exutoires au milieu naturel (cadre réglementaire) pour calculer des charges polluantes (CD93, 2016). Cette décision est renforcée par la refonte récente de l'organisation et des procédures de mesurage de la turbidité au sein de la structure. Cette évolution a aussi été dictée par l'importance des enjeux : il est en effet plus risqué d'utiliser les valeurs de turbidité pour gérer la vidange d'un bassin (risque de pollution si la mesure est erronée). Le CD94 (2016) a aussi mené quelques tests sur l'usage des turbidimètres dans les bassins, mais sans généraliser cette solution pour l'instant. La ville de Besançon envisage d'utiliser la turbidité pour juger de la concentration potentielle des eaux en polluants et adapter ainsi leurs consignes de télégestion. L'idée serait pour Besançon de pouvoir estimer l'opportunité d'alimenter un ouvrage plutôt que de déverser, notamment dans le cas de ses bassins gérés en double fonction. Une réflexion très large a été lancée sur la gestion en temps réelle de leur système de collecte, et notamment sur cette question.

En résumé sur la mesure en continu de la turbidité, elle fournit à priori une information de haute valeur ; cependant, elle demande des compétences significatives et du temps conséquent pour l'exploitation et la maintenance (Schütze et al., 2004). Elle reste de fait peu utilisée dans et autour des BO, d'autant que pour la fonction stockage-restitution, elle s'avère d'un intérêt limité. Sur la centaine de bassins étudiée par Jestin et al. (2009), seuls deux bassins étaient instrumentés pour suivre l'évolution des concentrations en continu des effluents (turbidimètre et COTmètre) ; sur l'échantillon de bassins étudiés pour notre retour d'expérience, elle n'est pas utilisée actuellement. Il est à noter qu'il existe un guide technique récent à l'intention des acteurs opérationnels pour la mise en œuvre de la mesure en continu de la turbidité en assainissement (Versini et al., 2015).

2.3.1.6 Maintenance des capteurs - critique, validation des données

L'emplacement d'une sonde est un des premiers critères pour faciliter, ou pas, sa maintenance. Par exemple à Niort (2016), l'emplacement d'une sonde radar dans un ovoïde en amont du bassin Moulin du Milieu s'est avéré pas optimum : l'agent du service d'exploitation est obligé d'avancer de plusieurs mètres dans un ovoïde pour pouvoir intervenir dessus. Cela est contraignant en termes d'exploitation et notamment du point de vue de la sécurité (être sûr d'être en temps sec avant toute intervention). Pour le CD94 (2016), il est important de prévoir dès la conception la mise en place des équipements météorologiques dans le bassin. Ceci n'a cependant pas toujours été possible du fait des diverses contraintes subies par un projet de construction tout au long du chantier : sur le bassin de

Sucy, il a été demandé de l'instrumenter une fois le génie civil terminé. De ce fait, certains points du bassin présentant un intérêt pour des bilans de fonctionnement n'ont pas pu être équipés à cause de la présence d'un coude ou d'une chute à proximité. Suite à une modélisation 3D du bassin, des améliorations ont été apportées : des points de mesure de hauteur ont remplacé des points de mesure de débit, ce qui est moins onéreux, et d'autres ont été déplacés. Ce processus d'amélioration de l'instrumentation a pris plusieurs années et, grâce notamment à cette expérience sur le bassin de Sucy, les besoins et contraintes pour la métrologie sont bien pris en compte dès la conception de nouveaux projets.

Concernant la maintenance et la validation des données, processus qui sont très liés dans la pratique et qui sont primordiaux pour assurer une métrologie efficace autour des BO, les pratiques recueillies sont assez diverses.

A Niort (2016), tous les trimestres, un passage permet d'assurer l'entretien des sondes, c'est-à-dire vérifier qu'elles ne sont ni abîmées ni encrassées. Tous les six mois, un étalonnage des sondes US et piézométriques est réalisé. De plus, la vérification des données au niveau de la supervision à la station d'épuration permet de détecter des valeurs anormales mesurées par une sonde et de déclencher une intervention le cas échéant. La collectivité n'a pas connaissance de problèmes relatifs à l'installation des sondes, toutefois des soucis de communication vers la supervision générale ont été observés.

A Montluçon (2016), les agents passent « régulièrement » pour vérifier les sondes, et la surveillance des données grâce à la supervision permet de s'assurer que les valeurs mesurées sont cohérentes.

Pour Fontenay (2016), un passage des agents est effectué toutes les semaines pour s'assurer que les pompes fonctionnent correctement et que les sondes ne sont ni abîmées ni encrassées. Toutes les semaines également, l'exploitant vérifie la validité des mesures en comparant les valeurs fournies par la sonde avec une autre sonde dite « référente ». Ces contrôles sont effectués à la fois sur les mesures de hauteur d'eau et de débits. Si les valeurs sortent des spécifications d'une sonde, celle-ci est remplacée ou ré-étalonnée.

A le CD94 (2016), il est distingué pour l'entretien des sondes celles qui relèvent du réseau d'autosurveillance (« points temps différé ») et celles qui servent à assurer le fonctionnement du bassin. L'entretien des sondes utilisées pour l'autosurveillance est très fin (vérification mensuelle, fiche de suivi ...) dans le but de garantir la précision des mesures. Pour celles de fonctionnement, plus nombreuses, il n'est pas nécessaire de les contrôler à des fréquences aussi grandes, sachant que ces sondes ont une grande diversité. Concernant l'étalonnage, pour les sondes dites « points temps différé », les capteurs de vitesse et de hauteur d'eau sont contrôlés à l'aide d'un capteur « référent ». Si la différence entre les deux sondes dépasse une certaine valeur, le zéro est recalé. Selon le CD94 (2016) toujours, plusieurs éléments interviennent dans la fiabilité des mesures, en dehors d'être placés « correctement » : le type d'appareil, la fréquence de maintenance et la fréquence d'exploitation des mesures. Lorsque des bilans de fonctionnement sont réalisés à partir des mesures du réseau d'autosurveillance, des recoupements de données sont réalisés. Par exemple, les données d'un capteur de hauteur sont associées au fonctionnement d'une vanne ou d'une pompe. De plus l'ensemble des points de mesure sont pré-validés mensuellement en prenant en compte la maintenance des appareils et la configuration du réseau. Ainsi, un pic qui pourrait sembler aberrant peut-être expliqué par un fonctionnement particulier du réseau, au moment de la mesure.

Une vérification a lieu tous les mois sur les sondes de mesure de débit ainsi que sur les préleveurs du bassin de Douai (2016). Tous les ans, une vérification des préleveurs et des mesures de débit est effectuée par un organisme extérieur. Ce dernier installe ces propres appareils de mesure et réalise une comparaison des valeurs fournies par les deux sondes. Pour le débitmètre électromagnétique, le contrôle est plus délicat à réaliser : seule la partie électronique est vérifiée, sinon il faudrait le démonter. Quotidiennement, l'état des sondes est vérifié (poussières, toiles d'araignée ...) par les agents de la STEP qui est sur le site pour repérer d'éventuels dysfonctionnements.

Pour Arras (2016), tous les mois une vérification des sondes et un nettoyage ont lieu. Tous les trois mois une vérification plus poussée est réalisée, les sondes sont sorties de leur emplacement et testées. Ces vérifications ne concernent pas le débitmètre électromagnétique qui nécessiterait d'être démonté et envoyé sur un banc test. Si une sonde est hors gamme, cette dernière renverra une alarme signalant qu'elle est en défaut. De plus, l'examen des données permet de détecter toutes valeurs aberrantes. En cas de défaillance d'une sonde, cette dernière est remplacée. Pour le préleveur, l'entretien consiste simplement à s'assurer qu'il est opérationnel et prêt à démarrer au prochain déversement ; son nettoyage se fait lors de la récupération des échantillons. Le pluviomètre installé sur site est quant à lui vérifié tous les mois. Il est à noter que lors de la mise en fonction des

sondes, un calage est réalisé pour assurer la fiabilité des mesures réalisées ; ce calage n'est pas toujours évident à réaliser notamment en temps de pluie.

Pour le CD93 (2016), deux types de maintenance coexistent :

1. un entretien régulier des sondes (maintenance préventive) permet de limiter les pannes franches et de conserver des données de qualité dans le cadre de dérives non détectables ($< 0,03$ m pour une sonde de hauteur d'eau par exemple). Le type d'entretien dépend du type de technologie utilisée. Une sonde de pression est contrôlée chaque année alors que les sondes de type radar ou ultrasons, moins soumises au risque de dérive car non-immersées, sont vérifiées tous les trois ans. Les sondes de pression sont contrôlées sur site depuis la surface à l'aide d'un générateur de pression : l'appareil génère une pression équivalente à une colonne d'eau de 10 m et la réaction de la sonde est observée. Si la différence constatée dépasse un certain seuil (0,05 m), la sonde est changée. De nouveaux tests sont alors réalisés en laboratoire sur la sonde défectueuse. Si elle présente une dérive permanente, elle est réformée sinon elle pourra être réutilisée. Le contrôle des sondes radar et US est plus « artisanal » car il n'y a pas de norme officielle : un niveau d'eau fictif est simulé à l'aide d'une planche et, là encore, la réaction de la sonde est observée ;
2. un entretien régulier ne permet malheureusement pas de garantir une fiabilité parfaite de la mesure. Le suivi régulier des 770 voies de mesure que possède le département permet de détecter les dérives et les pannes franches. Les opérateurs chargés de la validation peuvent, en comparant les réactions sur des capteurs en amont/aval ou en s'appuyant sur les chroniques de temps sec (spécifiques pour chaque voie de mesure), détecter des anomalies et les corriger dans la base de données afin de conserver des données de grande qualité. Aussitôt une dérive ou panne franche détectée, une demande d'intervention est générée et une vérification sur le terrain est effectuée avant une éventuelle correction ou changement de matériel.

Cette validation fine des données associée à une maintenance préventive permet de garantir un taux de disponibilité de la donnée proche de 1 et de conserver un historique de données de très grande qualité. C'est pour le CD93(2016) le cycle vertueux de la mesure, ce qui lui permet d'avoir une grande confiance dans les mesures. Les technologies utilisées sont maîtrisées et le matériel en place est éprouvé. Lors de l'installation d'un nouvel équipement, une période de six mois est réservée pour vérifier et valider le fonctionnement de celui-ci.

2.3.1.7 Divers

Les bassins d'orage doivent être conçus comme des organes à part entière des systèmes d'assainissement, c'est-à-dire qu'ils doivent comporter toute la métrologie nécessaire aux automatismes, celle indispensable à la sécurité du personnel et être raccordés aux systèmes de supervision des infrastructures d'assainissement (Dussart, 2009). Les automatismes, télécontrôle et télégestion ne sont pas exempts de défauts, en particulier lorsque les incidents sont causés par des contextes et configurations non ou mal répertoriés (Jestin, 2009). Un onduleur doit être prévu pour garantir la fiabilité de fonctionnement du BO selon Dussart (2009), l'ensemble des sondes nécessaires à la métrologie, aux automatismes et la sécurité du personnel devant être raccordé sur cet onduleur.

En cas de présence d'un dégrilleur automatique, les cycles de rotation des peignes de nettoyage doivent pouvoir être asservis à une hauteur d'eau dans le collecteur entrant ou mieux, au suivi de la perte de charge de la grille plutôt qu'au temps par 2 mesures amont-aval de la hauteur d'eau (Lovera et Blanchet, 2009 ; Commentry, 2016)).

Concernant la ventilation, le bassin des Baumes à Valence (Dussart et al., 2009) est muni d'un système asservi à la détection de gaz en continu et fonctionnant de manière cadencée sur horloge :

- + petite vitesse, cadencée : bassin vide et analyse gaz $<$ seuil d'alerte
- + petite vitesse, continue : présence de personnel ou bassin en cours de remplissage/vidange
- + grande vitesse, continue : analyse gaz $>$ seuil d'alerte

Les questions de l'alimentation des capteurs et de la transmission des données vers la télésurveillance ou la télégestion sont également des éléments clés dans le bon fonctionnement du suivi métrologique des ouvrages. La CA de Longwy indique que l'alimentation électrique filaire de capteurs installés sur des ouvrages non motorisés coûtait souvent plus cher que l'installation de batterie, mais que celle-ci était généralement plus fiable. Les batteries font en effet souvent l'objet de vols notamment pour les ouvrages à ciel ouvert les plus accessibles. En milieu confiné, elles peuvent avoir tendance à se corroder assez rapidement à cause du H₂S, et demandent à être changées

régulièrement (pour être rechargées) ou raccordées soit à un panneau solaire, soit au secteur (souvent sur le réseau d'éclairage public). Des problèmes de dérives parfois importantes ont par ailleurs été rapportés sur des sondes à ultrason alimentées par batterie. Pour la transmission des données, la DEA93 est progressivement passé en filaire ADSL, apparemment plus fiable que le téléphone et le GSM. La CA de Longwy est quant à elle passée entièrement à la transmission de ses données par GSM, bien moins cher que le téléphone filaire. La CA de Longwy a par ailleurs défini une « armoire type » pour la télésurveillance et la transmission des données pour tous les nouveaux bassins construits par des aménageurs et rétrocédés à la collectivité.

2.3.1.8 Eléments de coûts

Il est toujours très difficile d'analyser et synthétiser des éléments de coût qui d'un témoignage à l'autre recouvrent souvent des prestations différentes (Dussart, 2009).

A Niort (2016), le coût global de la métrologie en 2014 était de 53 000 € (maîtrise d'œuvre et maintenance de la solution informatique). Il est difficile d'isoler précisément le coût de la métrologie pour les 2 BO étudiés (Quai Métayer et Moulin du Milieu), toutefois une fourchette de 5 000 € à 10 000 € pour la maintenance de ces deux sites semble pertinente.

Pour Montluçon (2016), il a été jugé difficile aussi d'estimer un coût concernant uniquement la métrologie du bassin Athanor. À titre d'exemple, le coût global de la métrologie des réseaux d'assainissement de la communauté d'agglomération est de 80 000 €/an pour 22 sites de mesure (soit 3600 € / point / an).

Pour Fontenay (2016), le coût des équipements métrologiques dans le fonctionnement du bassin est énoncé comme négligeable comparé à d'autres équipements comme la désodorisation.

A Arras (2016), il est affirmé que la métrologie n'est pas le poste financier le plus important dans le fonctionnement du bassin S1. La vérification des sondes demande une heure par mois plus une heure de plus chaque trimestre (il est difficile d'estimer un coût car quand un agent se déplace sur site, il ne le fait pas uniquement pour la métrologie). Le coût des interventions curatives n'est pas possible à évaluer car très aléatoire. En termes d'investissement et de consommation électrique, la métrologie ne représente pas un poste financier important. Le coût le plus conséquent est représenté par le remplacement d'une sonde (pas nécessairement prévu) suite soit à un problème mécanique (choc / arrachage lors des curages par exemple) soit à une évolution informatique (obsolescence de la sonde suite à une mise à jour logicielle).

Pour Commeny (2016), la vérification de la métrologie du bassin de la STEP de la Brande ne demande que quelques minutes par jour à un agent (le bassin est sur le site de la STEP). La prestation pour la vérification annuelle coûte quelques centaines d'euros par an : le contrôle d'un débitmètre à effet Doppler coûte une centaine d'euros (HT), un préleveur 69 € HT. Ces coûts s'entendent hors remplacement d'un équipement. Par exemple, une sonde US a dû être changée depuis la mise en service du bassin pour un coût d'environ 1 000 €. Le remplacement d'un préleveur a un coût plus important, environ 8 000 €. D'une manière générale, le coût de la métrologie est jugé comme négligeable en comparaison de l'investissement pour le bassin d'orage (environ 1 000 €/m³ stocké).

Il en est de même pour le CD93 (CD93, 2016 ; Browne et Lecoite, 2009) qui considère qu'en termes d'investissement et de fonctionnement, le coût de la métrologie est négligeable par rapport au coût de construction et d'exploitation d'un bassin. En moyenne pour 2013, l'exploitation d'un bassin a un coût de 53 000 € comprenant l'électricité, l'eau, le passage des équipes, les éventuels changements de matériel, et la gestion automatisée qui représente une part importante du coût. Une sonde, quelle que soit la technologie utilisée, représente un investissement de 2 000 € en moyenne (hors génie civil).

A Douai (2016), l'entretien des capteurs requiert une journée par mois sur l'ensemble de la station d'épuration, et il est considéré que la métrologie représente un coût négligeable par rapport au budget global de fonctionnement de la STEP qui accueille les bassins, bien qu'elle soit essentielle pour le bon fonctionnement des équipements.

Sur le réseau d'assainissement et les BO du CD94 (2016), pour des points de mesure liés à l'autosurveillance, une sonde de hauteur coûte 2 000 à 3 000 €/an, pour un capteur de débit (capteurs de hauteur et de vitesse) c'est 5 000 à 6 000 € (ces coûts intègrent la maintenance mais aussi la pré-validation des mesures et les coûts d'entretien annexes). Pour le bassin de Sucey, qui est un bassin expérimental du programme de recherche Opur4 sur la pollution des eaux urbaines, le coût de l'entretien de 5 turbidimètres et d'un conductimètre, à raison d'une visite de contrôle tous les 15 jours, est estimé à 30 000 €/an.

2.3.1.9 Synthèse sur la métrologie rencontrée

Le Tableau 10 résume la métrologie rencontrée dans et autour des BO lors des travaux de cette tâche. Il est difficile de donner des recommandations uniques pour instrumenter un BO car chaque site de mesure aura sa spécificité (le CD93 mène par exemple une étude spécialisée sur chaque site pour guider le choix de la technologie employée).

Tableau 10 : Synthèse de la métrologie rencontrée dans et autour des bassins d'orage

Variable mesurée	Principe de mesure	Présence dans et autour d'un BO	Commentaires divers Intérêts / limites
Précipitation	Pluviomètre à auget basculeur	Systématique	La mesure des précipitations permet de connaître la pluie sur le bassin versant amont du BO. En fonction de la taille de ce bassin versant, il peut y avoir plusieurs pluviomètres.
Hauteur d'eau	Temps de propagation d'une onde ultrasonore (sonde US)	Très fréquent	Le capteur est situé au-dessus de l'effluent (émergé ; simplifie la maintenance) ; attention aux obstacles entre le capteur et la ligne d'eau ; existence d'une zone de non-mesure proche du capteur ; ne fonctionne pas en présence de mousse
	Piézométrie (mesure d'une pression d'eau)	Fréquent	Le capteur est immergé dans l'effluent (complique la maintenance) ; non-recommandé dans un site avec encrassement ; difficultés pour mesurer des faibles hauteurs ; très complémentaire avec une sonde à ultra-sons
	Atteinte d'un seuil de hauteur, avec une « poire de niveau »	Systématique	Le capteur est généralement utilisé pour déclencher ou arrêter des appareils de fonctionnement (typiquement des pompes) ; il ne renseigne pas sur la hauteur d'eau en continu
	Temps de propagation d'une onde radar (sonde Radar)	Peu fréquent	Idem que la sonde ultrasons
Vitesse d'écoulement	Electromagnétique (principe de l'induction électromagnétique)	Très fréquent	Fonctionne uniquement sur un collecteur en charge (souvent installé en aval de pompes de refoulement) ; mesure fiable, sauf si présence d'air dans l'effluent ; la vérification du capteur est difficile
	Temps de propagation d'une onde ultrasonore dans l'écoulement (corde de vitesse)	Fréquent	Mesure fiable et précise de la vitesse moyenne ; installation assez lourde (nécessite régulièrement un profil vertical de capteurs) ; les capteurs sont immergés et doivent souvent être protégés des macro-déchets circulants (création de « niches »)
	Modification de la fréquence d'une onde ultrasonore (Effet Doppler)	Fréquent	Le capteur est immergé (complique la maintenance et nécessite parfois d'être protégé des macro-déchets)
	Modification de la fréquence d'une onde radar (Effet Doppler)	Peu fréquent	Le capteur est émergé, ce qui simplifie sa maintenance ; mesure de la vitesse de surface où l'écoulement doit être un peu turbulent (nécessite une certaine rugosité de surface)
Débit	Temps de fonctionnement de pompes	Fréquent	Mesure simple et fiable d'un débit (dans le cas où le débit d'intérêt est pompé) ; attention à connaître et/ou étalonner le débit de(s) pompes
	Mesures d'une hauteur d'eau dans sur une section où la loi hauteur-débit est connue (Canal Venturi, Seuil,)	Fréquent	Mesure indirecte du débit par un unique capteur de hauteur d'eau ; attention à bien positionner ce capteur afin d'avoir une loi hauteur-débit fiable
Turbidité	Mesure de l'atténuation d'un signal	Peu fréquent	Unique mesure en continu rencontrée pour des paramètres de pollution ; nombreuses difficultés rencontrées encore actuellement (maintenance, relation turbidité – paramètres de pollution ; ...)
Paramètres de pollution	Prélèvement automatique de l'effluent et analyse en laboratoire	Fréquent	Mesure traditionnelle des paramètres de pollution, fiable mais non continue et nécessite des moyens humains (récupération des prélèvements, analyses en laboratoire)

Le choix des grandeurs mesurées dépend des objectifs mais également des technologies disponibles, de leur coût et de leur fiabilité. De ce point de vue, il est généralement plus simple et moins coûteux de mesurer des débits que des flux polluants, ou des hauteurs d'eau que des vitesses (Bertrand-Krajewsky et al., 2001).

Les préférences pour un type de sonde ou une marque de matériel, l'expérience des agents, les contraintes de maintenance (prendre en compte l'accessibilité est très important) sont des critères importants pour faire des choix (Arras, CD93, 2016). L'installation et la maintenance d'une sonde sont des affaires de compromis entre les intérêts et limites d'une technologie et la configuration du site avec ses contraintes hydrauliques et d'accès (CD93, 2016 ; Bertrand-Krajewsky et al., 2001).

Le doublement des sondes sur les points stratégiques de mesure est régulièrement recommandé (Arras, 2016 ; Bertrand-Krajewsky et al., 2001) car une technologie unique peut ne pas être à même de couvrir la totalité de l'étendue de mesure recherchée, la double mesure est aussi précieuse pour la phase de critique-validation des mesures, et enfin dans le cas de dysfonctionnement d'un capteur, il est plus facile de basculer sur le deuxième que d'intervenir directement sur l'ouvrage.

Certaines collectivités, comme Concarneau, indiquent doubler systématiquement leurs capteurs de mesure de hauteur, utilisant parfois des technologies différentes pour tenter de pallier à ces phénomènes de dérive. La correction de la mesure vers la « vraie » valeur n'est cependant pas toujours simple. La fréquence des mesures peut être variable, mais est communément de l'ordre de 5 minutes (bassins d'Houlgate (CC estuaire de la Dives) et d'Obernai (SIVOM du bassin de l'Ehn)).

2.3.2 L'usage de la métrologie dans et autour des bassins

Les objectifs de la métrologie recueillis lors des entretiens et dans la bibliographie sont les suivants, par ordre décroissant de fréquence :

- la métrologie est nécessaire à la gestion d'un BO (Arras, Commentry, Douai, CD94, Fontenay, Montluçon, 2016). Autrement dit, la métrologie permet au BO d'atteindre le rôle qu'il lui est dévolu (réduction des inondations et des rejets à l'aval, dépollution, ...) car elle permet de connaître son état et ses sollicitations (débits à l'entrée, à la sortie, ...). La gestion d'un BO à partir de la métrologie se fait dans certaines situations de façon automatique (Fontenay, Montluçon, Arras, 2016) et parfois avec une vision en temps réel (CD93, 2016) ;
- la métrologie permet « l'autosurveillance » du bassin et de points voisins (CD94, Arras, Commentry, Douai, 2016), avec souvent des exigences réglementaires en particulier sur les points de rejets au milieu naturel (Arras, Commentry, Douai, 2016, en particulier à partir de l'arrêté du 22 Juin 2007) ; La métrologie permet donc de rendre compte de l'efficacité du BO et de son impact sur les rejets ;
- l'instrumentation d'un BO permet de détecter certains dysfonctionnements des équipements (Arras, 2016) : par exemple, une pompe qui « travaille » mais où aucun débit n'est mesuré est une pompe bouchée (Arras, 2016) ;
- la métrologie est utile dans certaines situations à l'entretien du bassin et du réseau (Commentry, 2016). Par exemple lors de certaines opérations, il est nécessaire de s'assurer que le bassin est vide (Commentry, 2016) ;
- la métrologie dans et autour d'un bassin permet aussi de mieux connaître les fonctionnements hydrauliques de l'ensemble, connaissances qui contribuent à améliorer le calage des modèles hydrauliques du réseau, mieux dimensionner les futurs ouvrages, vérifier les capacités d'engouffrement en cas de travaux sur des collecteurs existants, d'étudier finement, dans une zone particulière l'hydraulique (zone inondable, bassin, bassin versant... CD93, 2016).

En poursuivant ces objectifs généraux, il existe une certaine diversité des pratiques remontées lors de ce retour d'expérience.

En plus de la métrologie, la modélisation du système est complémentaire pour déterminer les fonctions de régulations, connaître le comportement du système et du bassin, et pour déterminer les points critiques d'inondation (Escaler et al., 2001). L'utilisation de sondes à l'aval du bassin, au niveau de ces points critiques, apporte une aide pour atteindre l'objectif de minimisation du risque inondation (Escaler et al., 2001).

La métrologie est régulièrement utilisée pour connaître « l'efficacité » d'un BO, et donc rendre des comptes sur le fonctionnement du système d'assainissement (au maître d'ouvrage, à l'agence de l'eau locale, au service en charge de la police de l'eau, ...).

Cette analyse d'efficacité est assez évidente si le BO est associé à la STEP. A Douai (2016) par exemple, des bilans journaliers sont réalisés sur le fonctionnement global de la station et de ses bassins (volume d'eau brute, épurée, volume stocké dans les bassins ...). Un bilan mensuel est transmis aux différentes instances (Agence de l'Eau, Police de l'Eau, maître d'ouvrage) et un bilan plus élaboré est réalisé tous les trimestres. Ce dernier bilan a été instauré récemment dans le cadre de la délégation de service pour un suivi plus simple et plus rapide du fonctionnement (remplissage et analyse des bassins, consommation de réactifs, ...). Les taux d'abattelements sont particulièrement regardés lorsque les bassins ont une fonction de décantation.

Cette analyse fine de fonctionnement et d'efficacité n'est toutefois par réalisée sur tous les BO (Fontenay, CD94, 2016). Le CD94 (2016) essaie de mettre en place un suivi hydraulique de ses bassins (taux d'interception et taux de remplissage) depuis plusieurs années, procédure compliquée par la complexité des bassins (nombreuses entrées / sorties, compartiments, vidange par pompage / gravitaire...). L'efficacité est aussi difficile à estimer pour des BO sur réseau sans surverse à proximité. C'est le cas de la plupart des bassins de le CD93 (2016) dont l'efficacité est évaluée avec le pourcentage d'eau non rejetée au milieu naturel à l'aval des bassins. Ce pourcentage est estimé lors de la conception du bassin par modélisation, et il n'est pas possible de le connaître pour chaque événement mesuré car les rejets sont influencés par d'autres constituants du système d'assainissement en amont (l'efficacité des bassins est testée entre autre à partir de simulations se basant sur la pluie semestrielle de 16 mm en 4 h, le système d'assainissement devant être capable de stocker les eaux jusqu'à cette pluie sans rejet dans la Seine et la Marne). Des bilans sur les conditions de stockage des bassins (taux de remplissage, durée de stockage, ...) sont toutefois produits pour toutes les pluies.

Au cas par cas, il arrive aussi que l'instrumentation des bassins soit utile à la compréhension de certains phénomènes. Par exemple, il y a quelques années sur Arras (2016), des valeurs anormales de potentiel Red/Ox avaient été détectées par une sonde à l'entrée de la station d'épuration. L'étude des données avait alors permis de montrer une corrélation entre ces valeurs anormales et la durée de stockage des effluents dans les bassins, et ainsi de corriger le problème. Arras (2016) conclut que le diagnostic permanent des réseaux et des bassins pourrait être une des évolutions possibles pour l'utilisation des données.

L'intérêt d'une supervision, voire d'une visualisation en temps réel, a aussi été régulièrement souligné pour optimiser les usages de l'instrumentation (CD93, Montluçon, Douai, Niort, 2016). A Montluçon (2016) une supervision est en place au niveau de la station d'épuration de la Loue sur laquelle les données du BO Athanor sont rapatriées une fois par jour. Il est difficile de faire du temps réel à cause du coût important engendré (communication BO – STEP) même si la visualisation des données en temps réel aurait été un plus. Pour Niort (2016), la mise en place de la métrologie fait suite à une volonté d'équiper l'ensemble du réseau d'assainissement de l'agglomération dans un objectif d'autosurveillance, parfois nécessaire sur certains équipements pour être en conformité réglementaire.

La métrologie permet ainsi d'améliorer la gestion des bassins (ouverture/fermeture vannes, démarrage pompes ...) grâce à des consignes prédéfinies gérées par des automates (il est toutefois possible d'intervenir manuellement au niveau de la supervision à la station Goillard). Des bilans de fonctionnement sont réalisés, y compris parfois en comparant la situation initiale sans bassin, avec la situation avec bassin (bassin Quai Métayer). Pour être en conformité avec l'arrêté du 21 juillet 2015, l'utilisation et l'interprétation des données issues de la métrologie sont amenées à se développer, et la communauté d'agglomération de Niort envisage d'aller au-delà des exigences de l'arrêté avec la mise en place d'un diagnostic permanent de son réseau d'assainissement nécessaire pour optimiser son fonctionnement (Niort, 2016).

Jestin (2009) souligne l'intérêt de la métrologie particulièrement lorsque l'ouvrage combine plusieurs fonctions. Les équipements métrologiques jouent alors un rôle déterminant dans la satisfaction des niveaux de services multiples car ils permettent d'asservir les différents organes d'alimentation et de restitution, les équipements de rinçage... L'utilisation conjointe de mesures et d'outils de modélisation permet aussi de faire évoluer et d'améliorer les consignes de gestion, tout en soulignant que les moyens qu'ils demandent (enregistrements, validation, exploitation des données) sont conséquents, ce qui les rend difficilement accessibles pour certaines collectivités. Alsuis et al. (2004) souligne aussi que le paramètre temps de séjours de l'eau peut être important à suivre, un stockage prolongé pouvant conduire à une situation anaérobie dans le bassin conduisant à la production de gaz malodorant et toxique augmentant le risque d'explosion et d'intoxication ; l'arrivée d'eau non oxygénée serait aussi problématique pour le traitement biologique de la STEP en aval. Il est finalement recommandé un temps de séjour maximum de 12 heures (Alsuis et al., 2004).

2.3.3 Fonctionnement des BO vu par la métrologie

Ce paragraphe présente l'exploitation des données issues des 5 BO sélectionnés afin d'illustrer la diversité de leurs fonctionnements. Des programmes informatiques de traitement des données ont été développés pour chaque bassin afin d'identifier automatiquement les événements de stockage et si possible différentes phases pour chacun des événements (cf. Annexe B et Figure 10) :

- le début d'un remplissage est identifié à partir du pas de temps où la hauteur d'eau (ou le volume stocké) dans le bassin dépasse une valeur seuil ;
- le début du stockage est identifié dès lors que les variations pendant une durée donnée de hauteurs d'eau (ou de volume stocké) deviennent inférieures à une valeur seuil ;
- la fin du stockage est identifiée de la même façon, mais dès lors que les variations pendant une durée donnée deviennent supérieures à une valeur seuil ;
- la fin du remplissage est enfin identifiée dès lors que la hauteur d'eau (ou le volume stocké) devient inférieure à une valeur seuil.

Les différents paramètres de ces indentifications sont adaptés pour chaque BO.

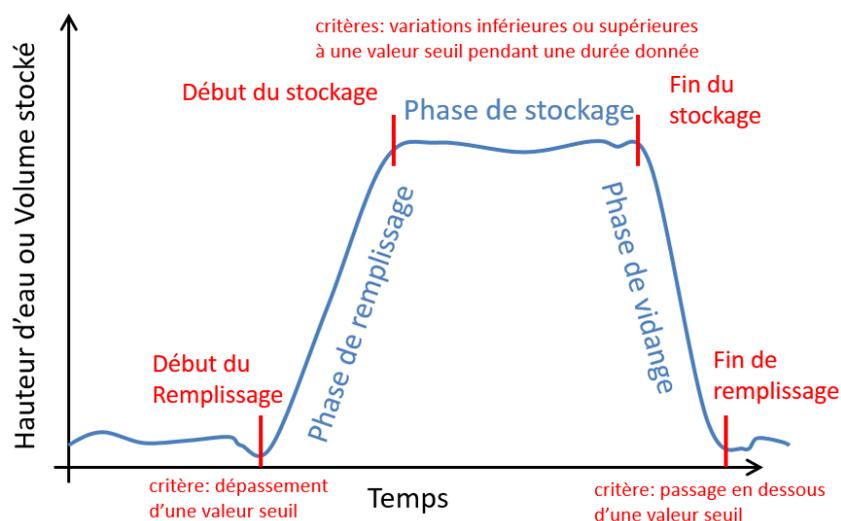


Figure 10 : Illustration de l'identification automatique d'un événement de stockage et de ses phases de remplissage, stockage, et vidange

2.3.3.1 Fonctionnement du bassin de la Brande à Commentry

Sur ce bassin, les données disponibles sont la hauteur d'eau dans le bassin et le débit surversé vers le cours d'eau voisin, pendant 2ans et demi (du 01/01/2014 au 30/06/2016), et au pas de temps de 4min. La durée des observations et le pas de temps fin sont très intéressants pour examiner les dynamiques de stockage et de surverse sur ce bassin de taille réduite.

Critique/Validation des données :

Les mesures à disposition ont déjà été critiquées et validées par le maître d'ouvrage. Les nouvelles exploitations menées pour notre étude ont permis d'identifier de nouvelles périodes avec des données non-satisfaisantes, en particulier une absence de mesures du 28/06/2014 au 21/07/2014 pour les hauteurs et les débits. Des pics aberrants de mesures sont aussi rencontrés : ils se produisent aux mêmes moments pour les hauteurs et pour les débits, ont la même durée, et les valeurs sont identiques pour chaque pic (3767,0 mm pour les hauteurs d'eau et 9360 m³/h pour les débits). Il a aussi été détecté quelques pertes de mesures lors d'événements, qui si elles sont courtes, ont été reconstituées. En résumé, 48j de mesures de hauteur ont été reconstituées ou considérées comme manquantes, et 47j pour les mesures de débit.

Fonctionnement général :

La Figure 11 représente les variations de hauteur d'eau dans le bassin et les volumes surversés pendant toute la période de mesure. Les remplissages et les surverses sont assez fréquents (cf. analyse à suivre) avec une hauteur maximale d'eau dans le bassin aux environs de 3,5m (le bassin est alors presque plein et la surverse s'active). Il est à noter que parfois le bassin reste rempli plusieurs dizaines de jours, et cela finalement assez fréquemment. La Figure 12 illustre le comportement du bassin lors d'un événement pluvieux ayant provoqué un stockage dans le BO et des surverses vers le milieu naturel. Le bassin se remplit en quelques heures, les pluies suivantes provoquent alors 2 épisodes de surverse. Les pluies sont ensuite réduites, et le bassin est alors vidangé en plusieurs jours. Ses durées de vidange, bien supérieures aux recommandations rencontrées de 12h ou 24h maximum, sont à priori cohérentes avec les hypothèses de conception du bassin (une vidange en 24h aurait régulièrement saturé la station d'épuration voisine et des surverses seraient alors produites).

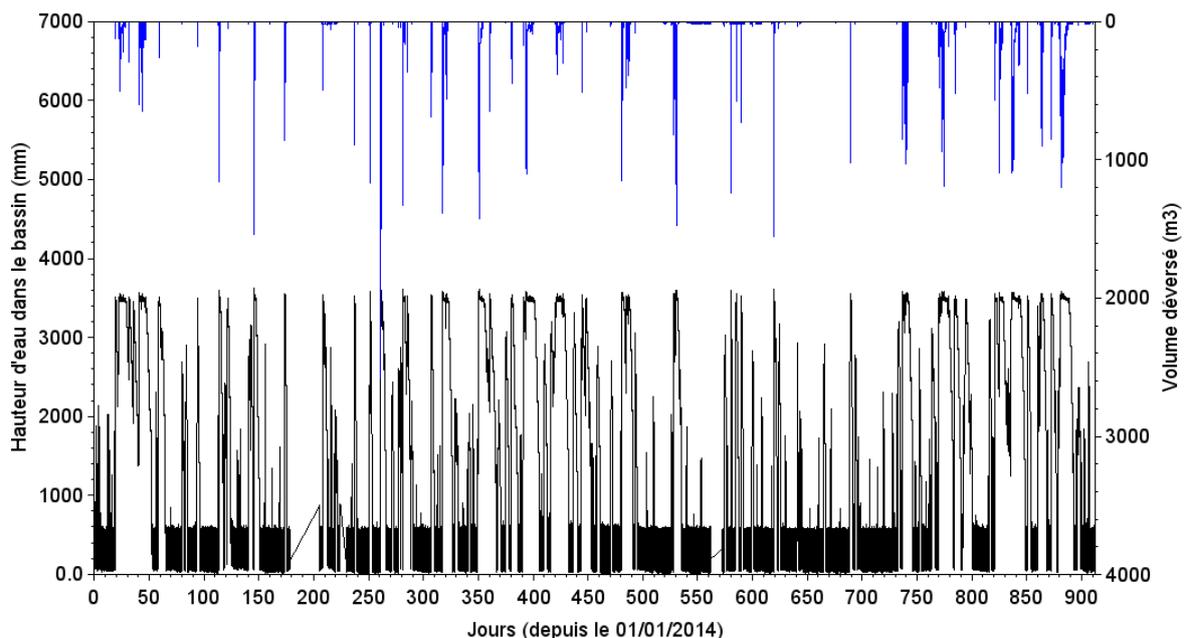


Figure 11 : Variations de la hauteur d'eau stockée (en noir) et des volumes surversés (en bleu) dans le bassin de la Brande (du 01/01/2014 au 30/06/2016)



Figure 12 : Variations de la hauteur d'eau stockée (en noir), des volumes surversés (en bleu) et des précipitations (en rouge) sur le bassin de la Brande (du 15/01/2015 au 22/01/2015)

Identification des événements de stockage :

Le programme d'identification automatique des événements de stockage est appliqué sur le BO de la Brande avec les paramètres suivants :

- Hauteur seuil de début du remplissage $H_{rempl_deb} = 900$ mm ;
- Hauteur seuil de fin du remplissage $H_{rempl_fin} = 600$ mm ;
- Δ Hauteur seuil de début du stockage $\Delta H_{stock_deb} = 150$ mm ;
- Δ Hauteur seuil de fin du stockage $\Delta H_{stock_fin} = 150$ mm ;
- nbDT de test du stockage $nbDT_{stock} = 25$.

La Figure 13 illustre les résultats de cette identification automatique sur une séquence d'événements de stockage. Les débuts et fin de remplissage sont plutôt correctement identifiés (en particulier, il est bien identifié 5 événements) ; il en est de même du début de stockage. La fin de stockage est régulièrement difficile à identifier sur le BO de la Brande car la vidange est lente et le pallier entre la fin du stockage et une phase de vidange marquée n'est pas très marqué (la fin de stockage représente plutôt ici une fin de « vidange lente »). Pour chaque événement est aussi identifié le taux de remplissage du bassin, défini comme le rapport entre la hauteur maximale mesurée pendant l'événement divisée par la hauteur de stockage possible dans le bassin (selon le plan topographique du bassin, cette hauteur est de 3623mm).

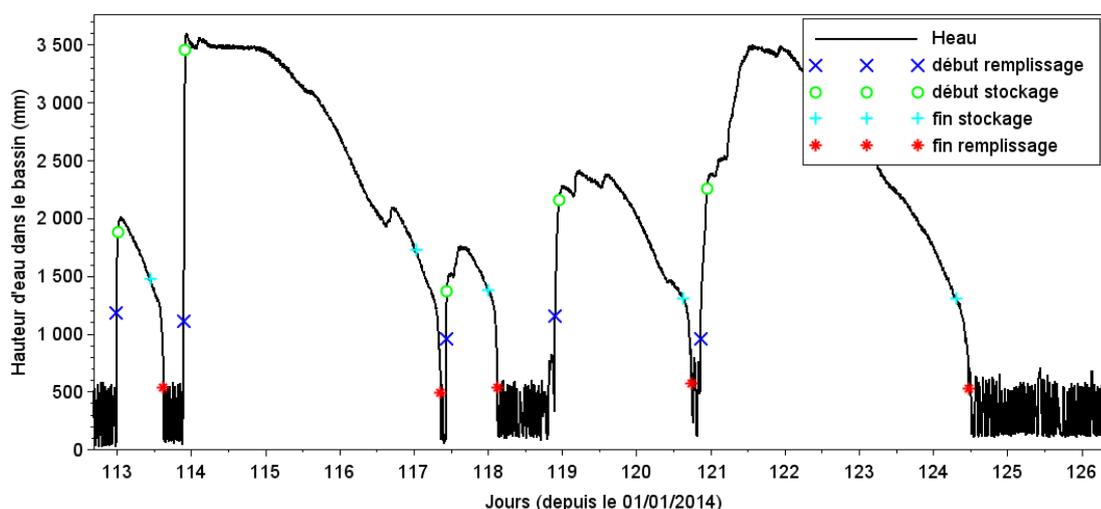


Figure 13 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin de la Brande

Caractéristiques des événements de stockage :

Pendant les 2ans et demi de données, 146 événements de stockage sont identifiés. La Figure 14 montre les durées totales de chacun, avec les durées des phases de remplissage, de stockage, et de vidange. La durée d'un événement est constituée principalement par la phase de stockage, sauf pour quelques événements, de durées plutôt courtes, où la durée de la phase de vidange est prépondérante. Le Tableau 11 indique des statistiques sur ces durées. La moitié des événements de stockage dure plus d'une journée (médiane de 22h), et le bassin est resté rempli pendant un mois en continu (maximum de 34j). Les durées de remplissage sont en moyenne légèrement supérieures à l'heure, alors que les durées de vidange sont un peu plus longues (moyenne de 7h) ; c'est bien la durée de stockage qui constitue la principale phase d'un événement (2,3j en moyenne).

Les taux de remplissage du bassin sont en moyenne de 67% (médiane de 60%), avec un minimum de 26% et un maximum de 106% (Tableau 11). La moitié des événements à un taux de remplissage entre 43% et 94%. Il y a une relation forte entre ce taux de remplissage et la durée de l'événement de stockage (Figure 15) :

- pour les événements de courtes durées (<2-3j), le bassin ne se remplit pas complètement, avec un taux de remplissage quasi proportionnel à la durée (surtout pour les événements inférieurs à 1j). Ce lien pourrait s'expliquer par un débit quasi constant qui alimenterait le bassin et qui serait constitué par la différence entre le débit capable du réseau amont (et donc arrivant à la station d'épuration) et le débit capable de traitement de la station ;
- pour les événements de longues durées, (>2-3j), le bassin est pleinement sollicité et le taux de remplissage atteint 100%.

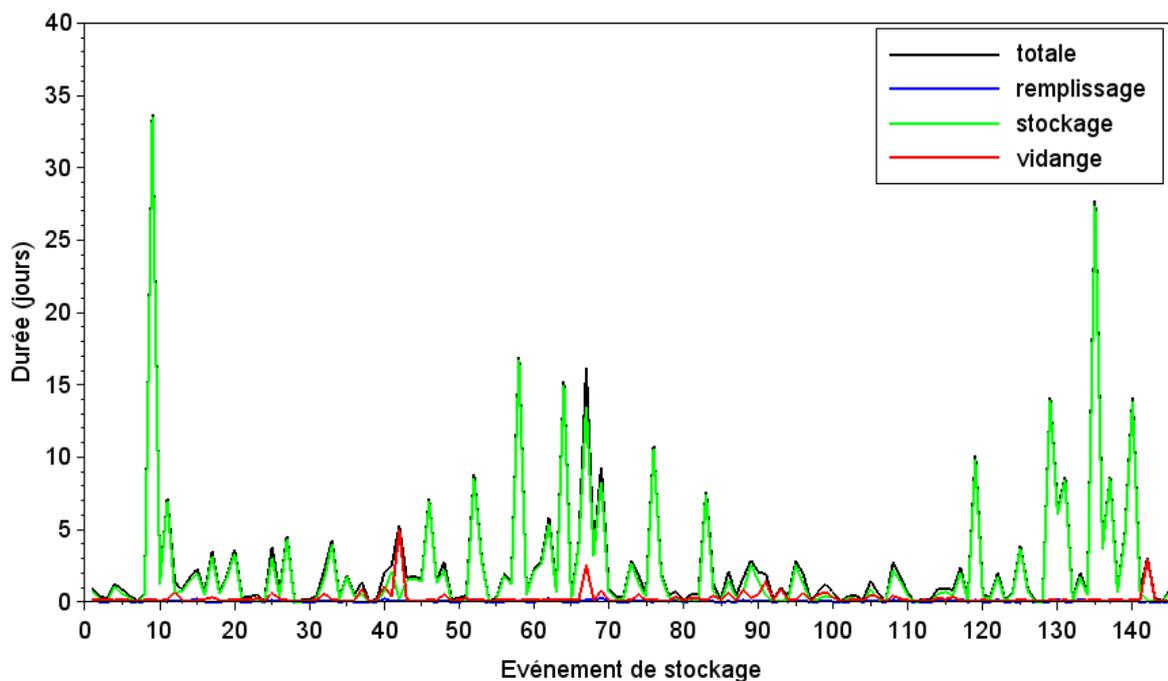


Figure 14 : Durées caractéristiques des événements de stockage sur le bassin de la Brande

Tableau 11 : Statistiques sur les durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin de la Brande

	Durée totale	Durée de remplissage	Durée de stockage	Durée de vidange	Taux de remplissage
Minimum	32min	0min	0min	32min	26%
quartile 25%	8h	16min	4h	3h	43%
Médiane	22h	48min	15h	3h	60%
Moyenne	2,6j	1,3h	2,3j	7h	67%
quartile 75%	2,7j	2h	2,1j	5h	94%
Max	33,6j	6h	33,5j	5,0j	106%

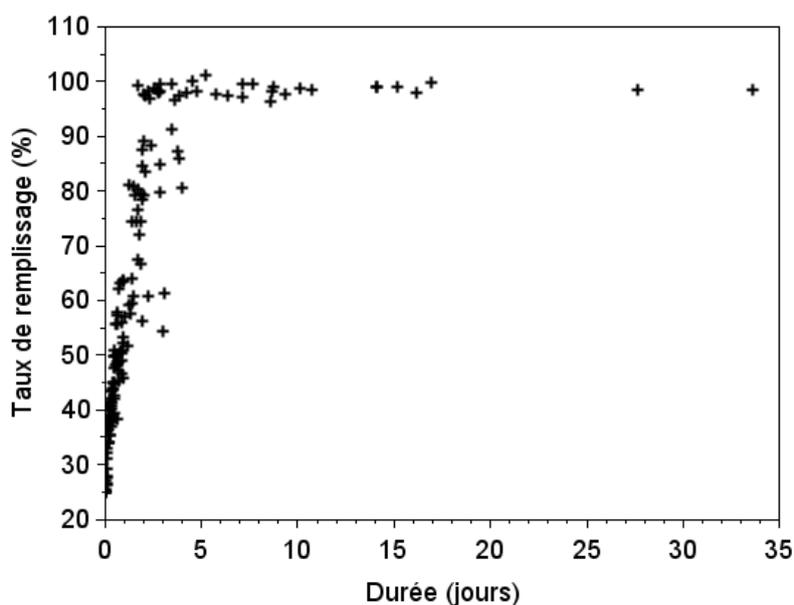


Figure 15 : Relation entre la durée et le taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin de la Brande

Identification des événements de surverses :

Certains événements de stockage ont donné lieu à des surverses, et d'autres non. La phase de critique des mesures a montré que, assez régulièrement, le débit de surverse prenait une valeur non-nulle alors qu'il n'y a pas en réalité de débit (difficulté bien identifiée par le maître d'ouvrage). La démarche suivie pour analyser les surverses et les relier aux événements de stockage a donc été la suivante (cf. le programme en Annexe B) :

- les événements de surverse sont identifiés, avec comme début le pas de temps pour lequel le débit dépasse 0 et avec comme fin, le pas de temps pour lequel le débit revient à 0. Sur les 2ans et demi de données, 1859 événements de surverse sont ainsi initialement identifiés ;
- les événements de surverses sont considérés comme réels dès lors que la hauteur d'eau dans le BO dépasse une hauteur seuil (fixée ici à 3200mm). Les débuts et fins de surverses sont alors redéfinis. 704 événements de vraies surverses sont ainsi retenus ;
- chacun de ces événements de vraies surverses est ensuite associé à un événement de stockage en comparant les dates.

Analyses des surverses :

Le cumul des volumes surversés représente 293 000m³ sur les 2ans et demi de mesures, ce qui représente un temps cumulé de surverse de 68jours. Pour comparaison, les volumes stockés dans le bassin représentent 143 000 m³ en cumul sur une durée totale de 386jours (le volume stocké est estimé ici en multipliant le volume du bassin par le taux de remplissage de l'événement ; il est du coup un peu sous-estimé car il ne tient pas compte des phases de vidange-stockage internes à un événement). Le volume stocké dans le BO représente donc 50% des volumes surversés ; autrement dit, le volume surversé est réduit d'environ 1/3 grâce au bassin. Par contre, le BO réduit significativement la fréquence des surverses, puisque sur les 146 événements de stockages, seuls 35 événements ont donné lieu à des surverses ; autrement dit, en faisant l'hypothèse réaliste que sans le bassin une surverse aurait eu lieu pour chaque événement de stockage, le BO de la Brande a permis de réduire de 76% les occurrences de surverse. Il est à noter que 2 événements ont provoqués des volumes surversés exceptionnels supérieurs à 50 000 m³ (Figure 16), événements ayant eu lieu lors de la période exceptionnellement pluvieuse de fin Mai et début Juin 2016. Il est aussi à noter que le volume surversé représente en cumul 17% des volumes traités par la STEP (sur les années 2014 et 2015 selon le rapport d'auto-surveillance).

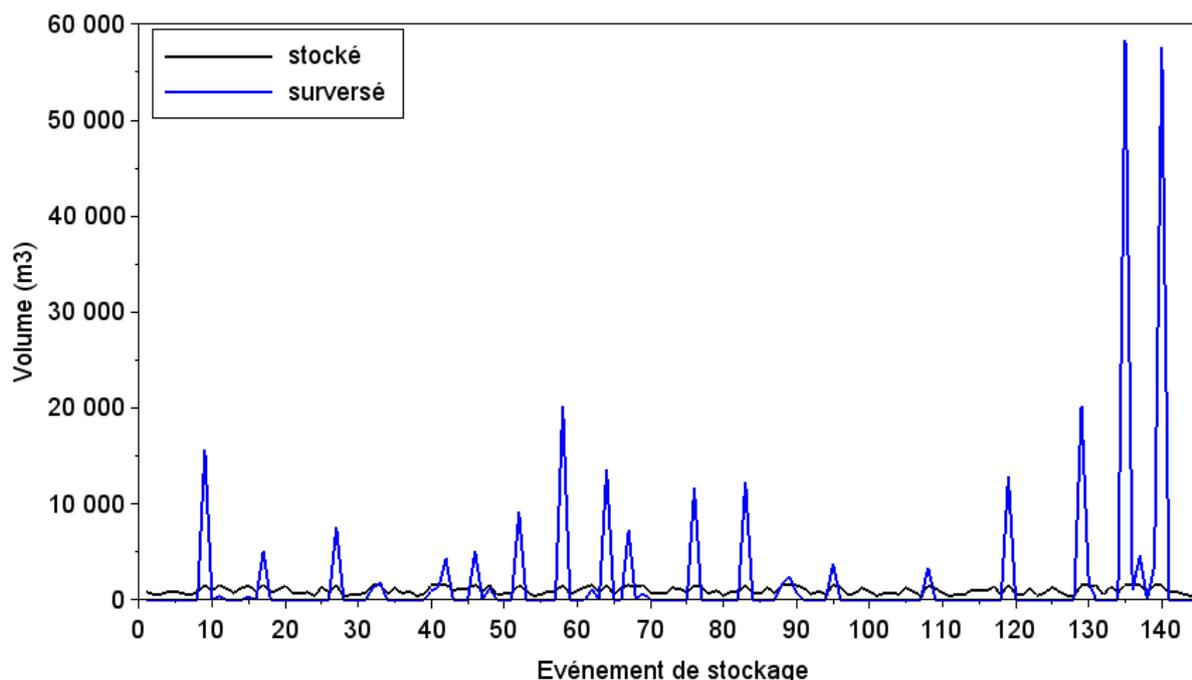


Figure 16 : Volumes stockés et surversés lors des événements de stockage sur le bassin de la Brande

Le Tableau 12 présente les statistiques des surverses lors des 35 événements de stockage donnant lieu à des surverses : les surverses sont en moyenne importantes en durée et en volume (médiane de 16h et 3665m³ respectivement). Plus de 25% des volumes surversés événementiels sont supérieurs à 10 000 m³, volume qui représente presque 10 fois le volume du BO. En moyenne, une surverse à lieu tous les 26j (fréquence mensuelle) alors que le bassin est sollicité tous les 6jours (fréquence hebdomadaire). Il est donc à noter que la fréquence des surverses du bassin est cohérente avec la fréquence prévue dans son dimensionnement (pluie mensuelle).

Tableau 12 : Statistiques sur les durées et volumes des surverses par événements de stockage sur le bassin de la Brande

	Durée de surverse	Volume de surverse (m ³)
minimum	68min	33
quartile 25%	7h	1150
médiane	16h	3665
moyenne	47h	8 372
quartile 75%	2,6j	11 030
max	10j	58 232

2.3.3.2 Fonctionnement du bassin Carnot du CD de Seine-Saint-Denis

Les données exploitées sont la hauteur d'eau dans le bassin pendant 7ans et demi (du 02/2009 au 09/2016), et au pas de temps de 1min. La durée des observations et le pas de temps fin sont très intéressants pour examiner les dynamiques de stockage et vidange de ce grand BO (16 000 m³).

Critique/Validation des données :

Les mesures à disposition ont déjà été rigoureusement critiquées et validées par le maître d'ouvrage : seules 5 périodes indiquent des données absentes, la plus longue durant 2j. Les données ont été mises en forme pour notre étude, et quelques données aberrantes ont été supprimées (elles représentent en cumul 1h15 environ).

Identification des événements de stockage :

Le programme d'identification automatique des événements de stockage est appliqué sur le BO Carnot avec les paramètres suivants :

- Hauteur seuil de début du remplissage Hrempl_deb = 38,5 m NGF ;
- Hauteur seuil de fin du remplissage Hrempl_fin = 38,5 m NGF ;
- ΔVitesse seuil de début du stockage ΔVstock_deb = 1mm/min ;
- ΔHVitesse seuil de fin du stockage ΔVstock_fin = 1mm/min ;
- nbDT de test du stockage nbDTstock = 2 ;

Lors du travail d'identification d'événement de stockage, il a été trouvé de nombreux événements par temps sec avec de longs temps de remplissage : il s'avère que c'est des remplissages par les eaux de drainage du bassin ; ces événements sont donc retirés de l'analyse. Il existe aussi des augmentations rapides et réduites de hauteur d'eau qui paraissent ne pas correspondre à des événements de stockage : les événements retenus durent donc au minimum 30min.

La Figure 17 montre l'identification des événements de stockage sur le bassin Carnot. Les durées d'événements sont plutôt courtes, avec des stockages de durées très réduites (une fois l'événement pluvieux passé et stocké, le bassin est vidangé dans la continuité). A noter que pour le 2nd événement, l'identification automatique se trompe pour identifier la fin du stockage car il apparaît une diminution rapide du niveau d'eau mais qui ensuite ré-augmente rapidement ; cette erreur est très peu fréquente sur les 7ans et demi. Un remplissage par l'eau de drainage est aussi illustré sur la Figure 17 en fin de séquence.

362 événements au total sont ainsi identifiés, mais seuls 221 sont de vrais événements de stockage par temps de pluie.

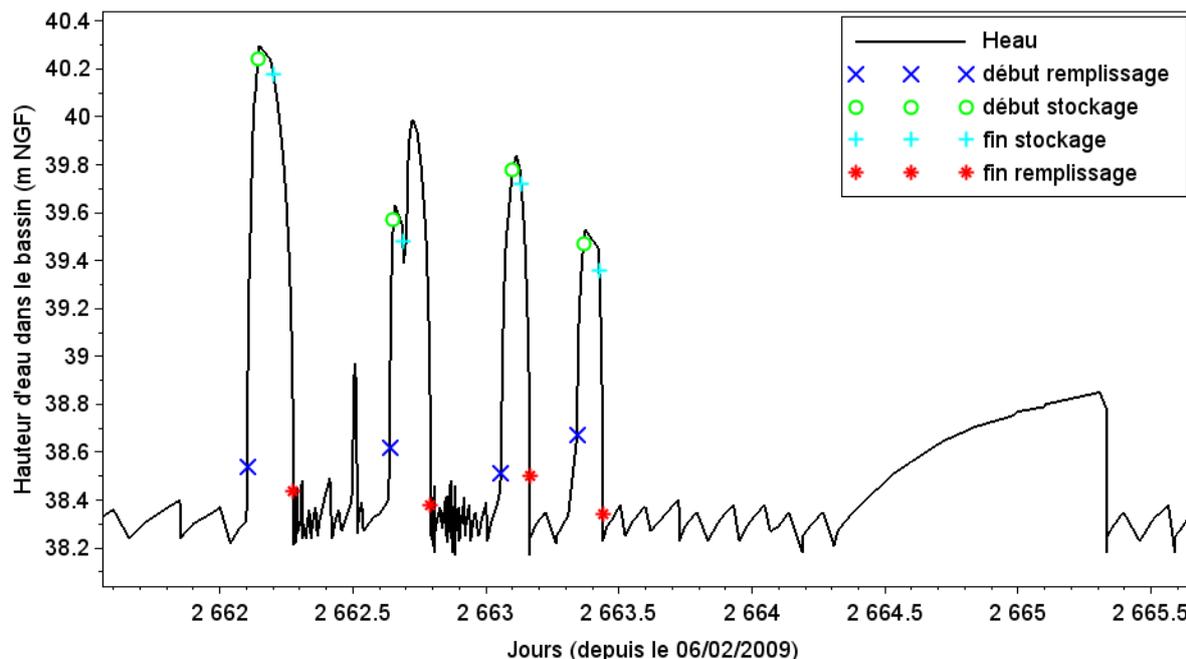


Figure 17 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Carnot

Analyse des événements de stockage :

En moyenne, le bassin Carnot est donc sollicité 29 fois par an (plus de 2 fois par mois). Les Figure 18 et Tableau 13 montrent les durées caractéristiques des événements de stockage. La moitié des événements durent moins de 100min : ils sont donc courts, et les durées médianes de remplissage, stockage, et vidange sont proches autour de 30min. Pour les événements plus longs, la phase de vidange devient prépondérante en durée : pour le quartile 75%, la vidange est de 2,2h pour une durée totale de 3,9h. Le taux de remplissage est réduit pour la série d'événement (Tableau 13), ce qui était attendu car le bassin a été dimensionné pour pouvoir stocker un événement exceptionnel et il est volontairement sollicité fréquemment: pour la majorité des événements, le bassin est sollicité entre 10% et 16% de son volume ; la moitié du bassin est dépassée pour uniquement 4 événements.

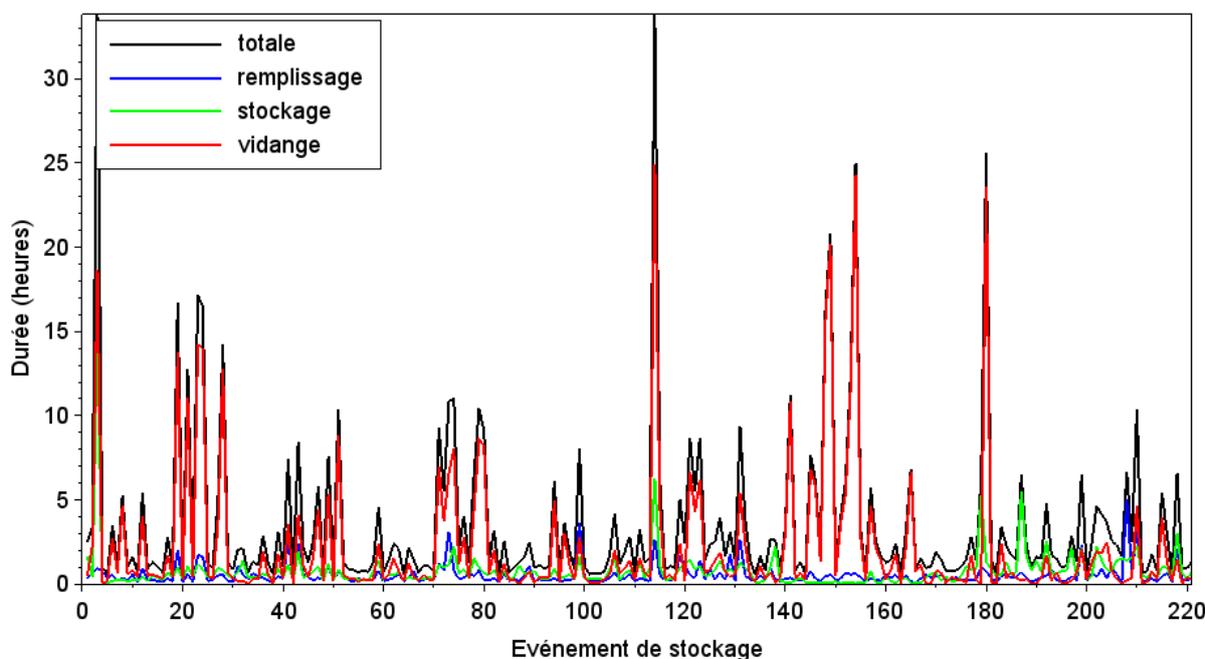


Figure 18 : Durées caractéristiques des événements de stockage sur le bassin Carnot

Il y a logiquement un fort lien entre la durée de l'événement de stockage et le taux de remplissage du BO (Figure 19) : la relation est quasi linéaire, sauf pour les courts événements (<10h) où il y a une certaine dispersion. La pente de cette relation, surtout dans la partie des événements longs, doit être expliquée par les capacités hydrauliques d'alimentation et de vidange du bassin.

Tableau 13 : Statistiques de durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin Carnot

	Durée totale	Durée de remplissage	Durée de stockage	Durée de vidange	Taux de remplissage
Minimum	32min	5min	3 min	0 min	5%
quartile 25%	59min	14min	17 min	16 min	10%
Médiane	98min	20 min	29 min	35 min	12%
Moyenne	3,6h	33 min	47 min	2,3h	14%
quartile 75%	3,9h	35 min	56 min	2,2h	16%
Max	34h	5h	14h	25h	64%

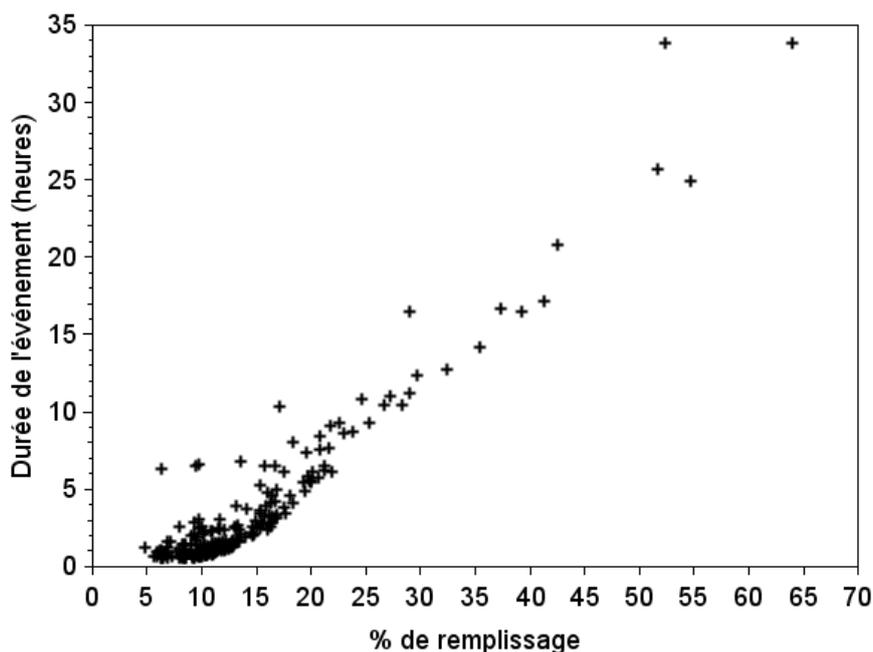


Figure 19 : Relation entre la durée de l'événement et le taux de remplissage sur le bassin Carnot

2.3.3.3 Fonctionnement du bassin Place de la Résistance du CD de Seine-Saint-Denis

Les données exploitées sont la hauteur d'eau dans le bassin mesurée pendant 16ans et demi (du 01/2000 au 09/2016) au pas de temps de 1min. La durée des observations et le pas de temps fin sont très intéressants pour examiner les dynamiques de stockage et vidange pour ce grand bassin (15 000m³).

Critique/Validation des données :

Les mesures à disposition ont déjà été rigoureusement critiquées et validées par le maître d'ouvrage : sur les 16ans et demi de données, 75 périodes indiquent des données absentes, la plus longue durant 10j et en cumul ces périodes couvrent 37j. Les données ont été mises en forme pour notre étude, et quelques données aberrantes ont été supprimées (elles représentent en cumul 1h40 environ).

Identification des événements de stockage :

Le programme d'identification automatique des événements de stockage est appliqué sur le BO Place de la résistance avec les paramètres suivants :

- Hauteur seuil de début du remplissage Hrempl_deb = 46,3 m NGF ;
- Hauteur seuil de fin du remplissage Hrempl_fin = 46,3 m NGF ;
- ΔVitesse seuil de début du stockage ΔVstock_deb = 1mm/min ;

- ΔHV vitesse seuil de fin du stockage $\Delta V_{stock_fin} = 1\text{mm/min}$;
- nbDT de test du stockage $nbDT_{stock} = 2$;

Le bassin Place de la résistance est rempli et vidangé très rapidement (Figure 20). Il existe aussi, comme pour le bassin Carnot, des augmentations rapides et réduites de hauteur d'eau qui paraissent ne pas correspondre à des événements de stockage : les événements retenus durent donc au minimum 30min et comprennent au moins 5 mesures de hauteur d'eau. 7 événements retenus ont aussi été exclus manuellement car ils ne correspondaient pas à des événements de stockage. In fine, 305 événements de stockage sont ainsi identifiés et retenus.

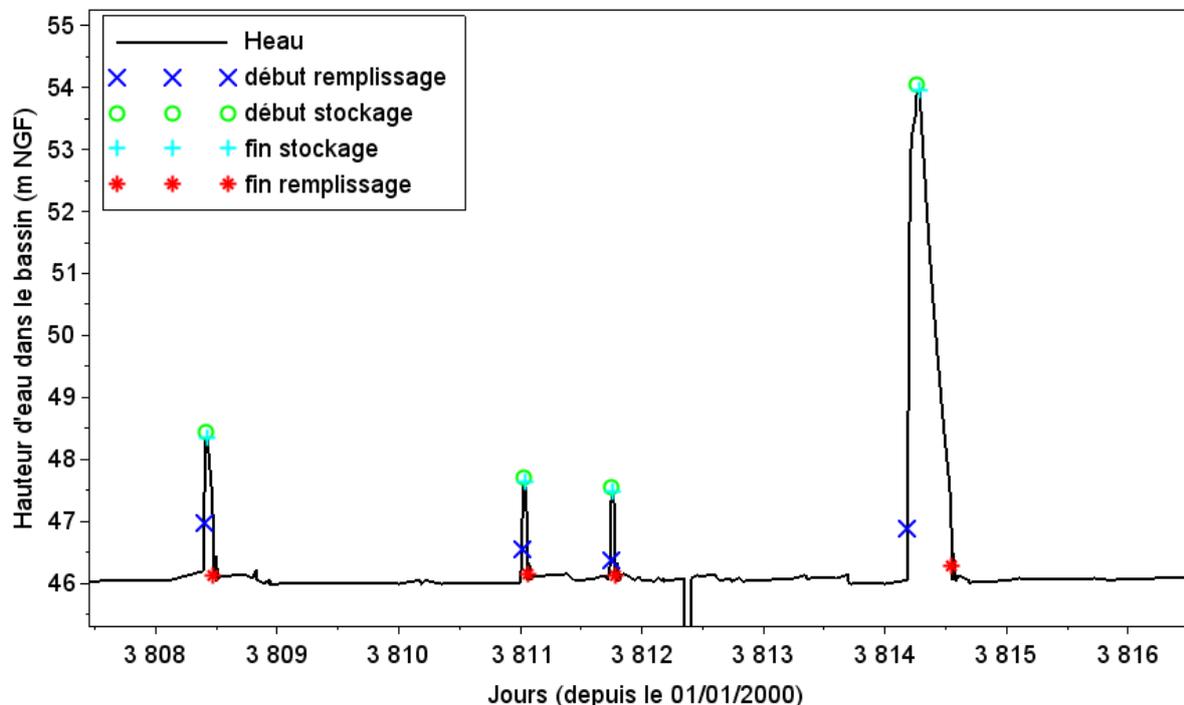


Figure 20 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Place de la résistance

Analyse des événements de stockage :

Le bassin Place de la résistance est donc en moyenne sollicité 18 fois par an (fréquence de 1 mois et demi). Les événements de stockage, comme pour le bassin Carnot, est logiquement courts avec 75% des événements de durées inférieures à 2,6 heures (Tableau 14). Les taux de remplissage sont équivalents au bassin Carnot, avec un remplissage inférieur à 18% pour 75% des événements (Tableau 14 et Figure 21). Le bassin Place de la résistance se remplit rarement significativement : 5 événements ont un remplissage supérieur à 60% pendant les 16ans et demi de données. C'est le cas pour l'événement du 18-19 juin 2013 pour lequel le bassin est quasi plein, et la Figure 22 montre sa dynamique de stockage : le bassin se remplit en 1h, la durée de stockage est très courte, puis la vidange est réalisée en 9h ; l'événement total a duré donc moins de 11h et le bassin est très rapidement re-disponible pour stocker un autre événement (qui arrive d'ailleurs moins de 2h après).

Tableau 14 : Statistiques de durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin Place de la résistance

	Durée totale	Durée de remplissage	Durée de stockage	Durée de vidange	Taux de remplissage
Minimum	26min	0min	2 min	0 min	3%
quartile 25%	51min	6min	20 min	9 min	8%
Médiane	90min	11min	30min	26min	12%
Moyenne	2,5h	17min	57min	76min	15%
quartile 75%	2,6h	20min	47min	86min	18%
Max	32h	2h	24h	20h	95%

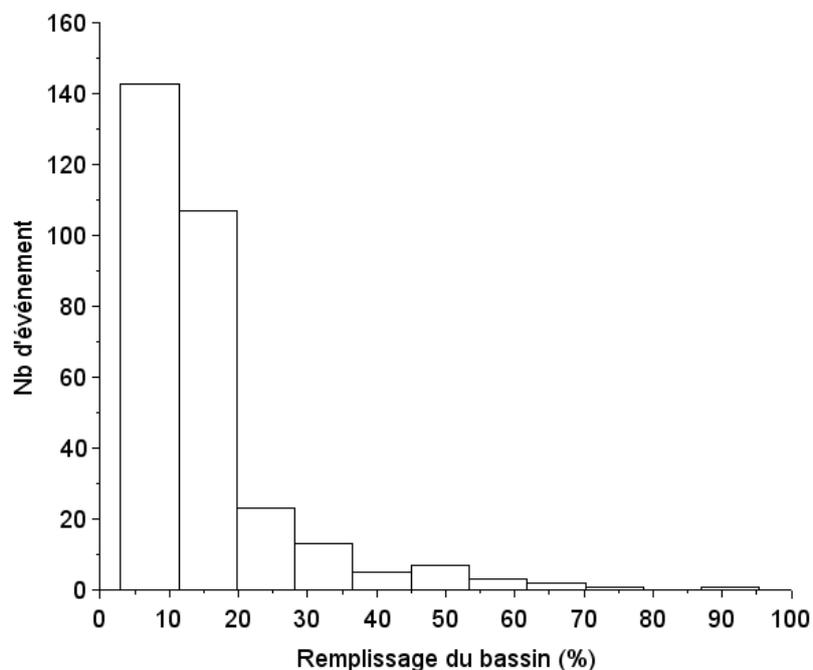


Figure 21 : Distribution du remplissage du bassin Carnot pour les 305 événements de stockage identifiés

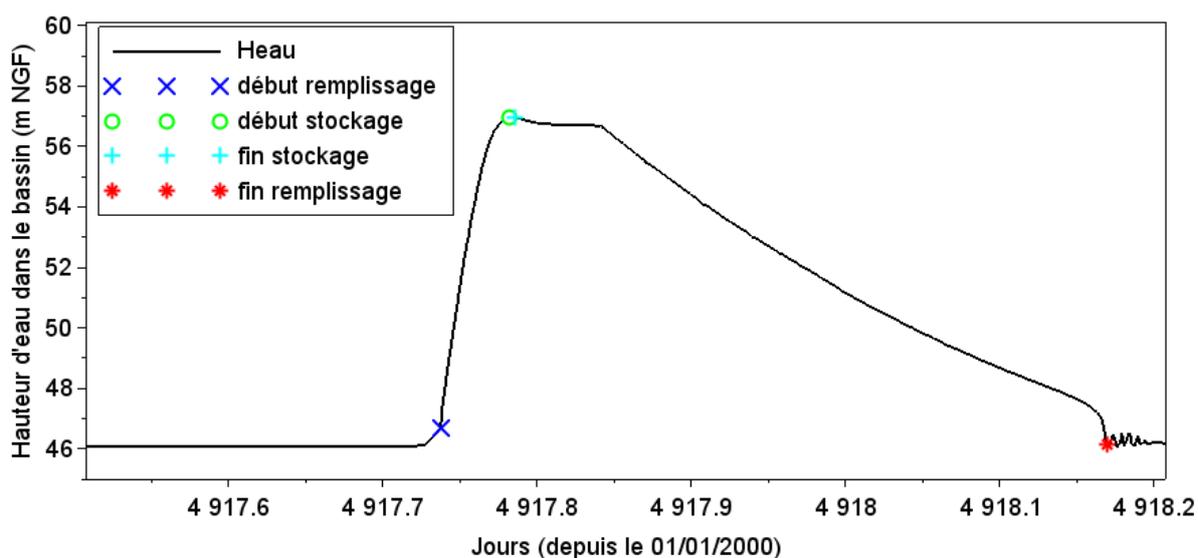


Figure 22 : Variation de la hauteur d'eau dans le bassin Carnot pour l'événement exceptionnel du 18/19 juin 2013

2.3.3.4 Fonctionnement du bassin S1 de la Communauté Urbaine d'Arras

Les données exploitées sont constituées de différents volumes journaliers pendant presque 4 ans et demi (du 01/2012 au 05/2016) : volume arrivant dans le poste de relèvement en amont, volume pompé et refoulé vers le réseau aval, volumes entrant ou sortant du bassin, et volume surversé vers la Scarpe (estimé à partir des volumes mesurés précédents).

Critique/Validation des données :

Les mesures à disposition ont déjà été traitées par le maître d'ouvrage et son exploitant, en particulier elles ont déjà été mises au pas de temps journalier alors que l'acquisition des mesures se fait à un pas de temps plus fin (ces mesures plus fines ne sont pas archivées). Les données fournies se sont avérées en général satisfaisantes et cohérentes, seules les données de 5 périodes de quelques jours chacune ont été déclarées comme aberrantes.

Identification des événements de stockage :

Les données sur le bassin S1 ne sont pas disponibles à pas de temps fin et ne permettent donc pas d'analyser finement la dynamique de stockage. Un événement de stockage est plus simplement identifié à partir des consignes suivantes :

- le début d'un événement est considéré dès lors que le stockage dans le bassin dépasse 2000m^3 ;
- la fin d'un événement est identifiée dès lors que le volume stocké est inférieur à 2000m^3 .

Une telle démarche fonctionne correctement sur les données du bassin S1 et 129 événements sont identifiés. La Figure 23 illustre une séquence de 5 événements : les 3 premiers sont courts avec des remplissages / vidanges de une journée ; les deux derniers sont plus longs : le bassin stocke pendant plus de 5 jours comprenant des phases de vidanges partielles. A noter que les volumes cumulés entrant – sortant sont pour ces événements bien cohérents car proches de 0.

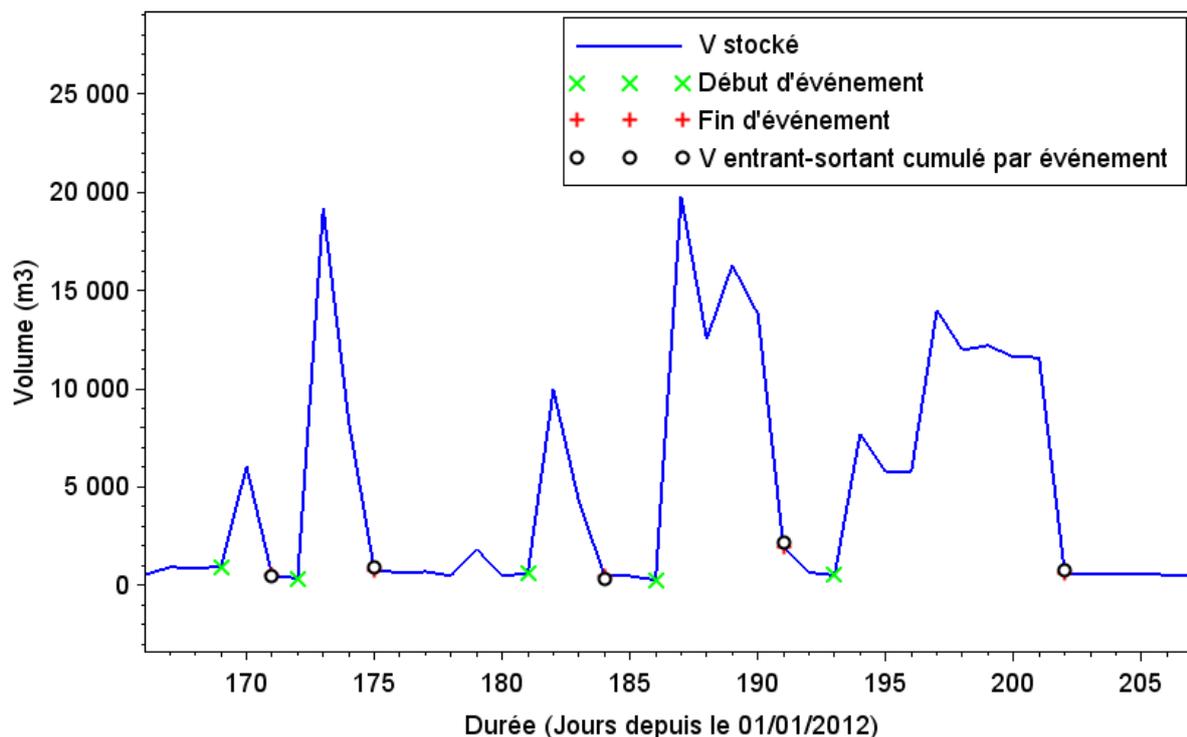


Figure 23 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin S1

Analyses des données :

Le bassin S1 est donc sollicité en moyenne 29 fois par an (fréquence un peu inférieure à une fréquence bimensuelle). Le cumul des volumes stockés pendant ces événements, y compris lors de phases de re-remplissage internes à un événement, représentent 1,18 millions de m^3 . Ces volumes stockés représentent 10% des volumes refoulés vers l'aval pendant les événements, et 183% des volumes surversés. La réduction des volumes surversés est donc très importante et peut-être estimée, avec l'hypothèse que tout volume stocké aurait été surversé, à 65%. La Figure 24 montre les volumes stockés et surversés pour les 129 événements de stockage : pour 87 événements, soit 67% des événements, il n'y a pas de surverse, et quelques événements provoquent des volumes surversés très importants. En moyenne, il y a donc près de 10 surverses par an (fréquence un peu supérieure à la mensuelle). A noter que ce chiffre est supérieur à celui attendu lors de la construction du bassin qui était de 4 surverses par an en moyenne. La durée de la pluie dimensionnante retenue est de 2h, mais elle ne correspond pas à la durée critique (cela dépend de la réaction du bassin versant amont) occasionnant ainsi des débordements lors d'autres pluies trimestrielles, voire plus fréquentes.

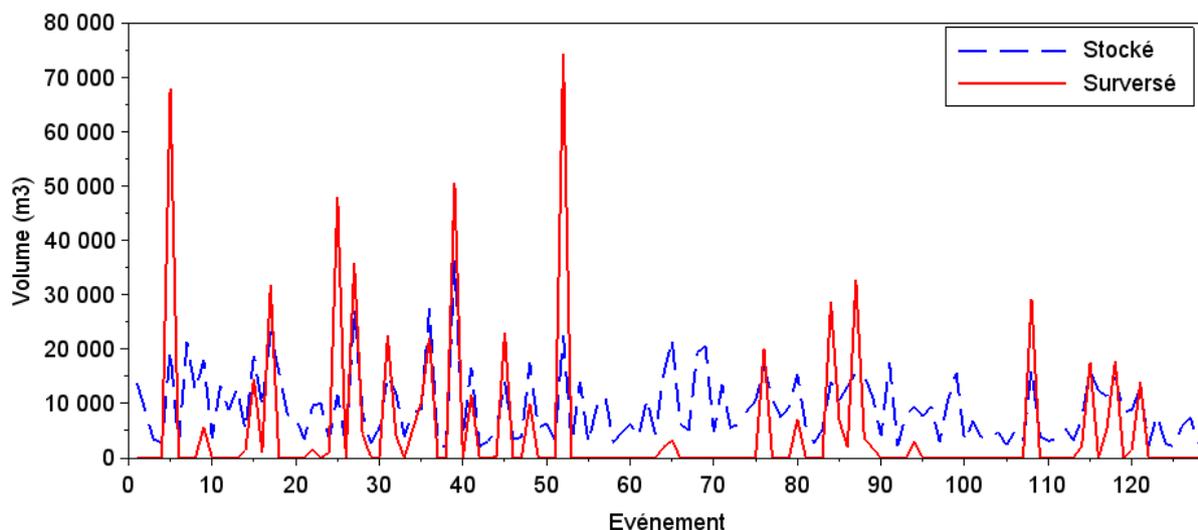


Figure 24 : Volumes stockés et surversés par événement sur le bassin S1

Les remplissages maximums par événements sont représentés en Figure 25 et leurs statistiques dans le Tableau 15 : en moyenne sur les événements identifiés, le bassin S1 est rempli jusqu'à 8 630 m³, et 50% des événements ont des remplissages maximums entre 3 750 et 13 180 m³. Il est à noter que le remplissage maximum du bassin est rarement atteint, alors que 33% des événements provoquent une surverse : cela peut être dû aux calages en z des seuils d'alimentation du bassin et de surverse, et aussi à la capacité hydraulique d'alimentation du bassin qui peut être dépassée par le débit arrivant en amont. Sur les 129 événements de stockage, 36 sollicitent seulement le 1^{er} compartiment du bassin (4 000 m³), 56 sollicitent aussi le 2nd compartiment (8 000 m³), et le 3^{ème} compartiment (8000 m³) n'est activé que pour 37 événements.

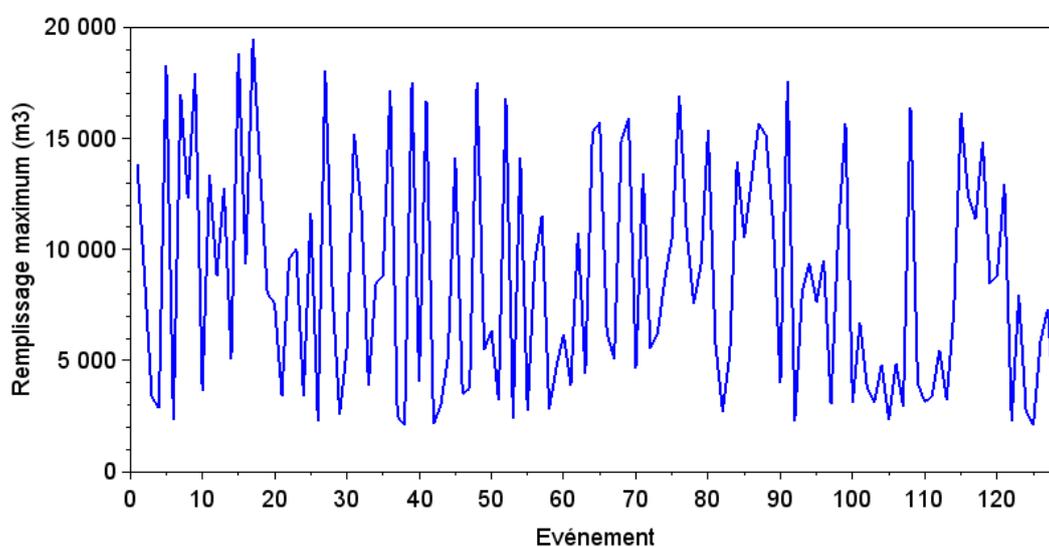


Figure 25 : Volumes stockés par événement sur le bassin S1

Tableau 15 : Statistiques de durées, de stockage, de remplissage maximum et de surverse lors des événements sur le bassin S1

	Durée totale (j)	Stockage (m ³)	Remplissage maximum (m ³)	Surverse (m ³)
minimum	2	2 070	2 070	0
quartile 25%	2	3 750	3 750	0
médiane	2	7 940	7 940	0
moyenne	3,3	9 180	8 630	5 000
quartile 75%	3	13 180	13 180	1 910
Max	21	36 170	19 490	74 400

2.3.3.5 Fonctionnement du Athanor de la Communauté d'Agglomération Montluçonnaise

Les données exploitées sont constituées des volumes journaliers surversés dans les puits amont et intermédiaire, des volumes pompés en sortie du bassin, et des hauteurs de pluie et d'eau dans le bassin, au pas de temps journalier pendant 3ans et demi (du 01/2013 au 05/2016).

Critique/Validation des données :

Les mesures à disposition ont déjà été l'objet d'un traitement par le maître d'ouvrage, en particulier elles ont déjà été mises au pas de temps journalier alors que l'acquisition des mesures se fait à un pas de temps plus fin (ces mesures plus fines ne sont pas archivées). Les données fournies sont satisfaisantes et complètes sauf pour les hauteurs d'eau dans le bassin qui sont souvent absentes en particulier par temps de pluie.

Identification des événements de stockage :

Les données sur le bassin Athanor ne sont pas disponibles à pas de temps fin et la mesure de hauteur d'eau est régulièrement non valide par temps de pluie. Après visualisation complète et commune des différentes données, nous avons retenu l'idée d'identifier les événements de stockage à partir de la pluie, selon la méthode suivante :

- un événement de stockage existe dès lors que la pluie journalière dépasse un certain seuil H_{pluie} , fixé ici à 5mm ;
- le début de l'événement est identifié comme le jour où la pluie a commencé, c.à.d. qu'elle n'était pas nulle ;
- la fin de l'événement est identifiée si pendant 2j consécutifs, la pluie est restée nulle. La fin de l'événement est alors le dernier de ces 2j.

Une telle identification fonctionne en général bien pour le bassin Athanor, avec des chronologies cohérentes entre la pluie, le volume en sortie de bassin, et les surversés vers le Cher. La Figure 20 illustre ce constat sur une période de plus de 1mois :

- lors du 1^{er} événement, le bassin se remplit et se vidange lors de la principale journée de pluie, des surverses apparaissent plutôt en fin d'événement lorsque le bassin apparaît vide ;
- le second événement, court et peu pluvieux, est l'occasion d'un stockage (5000m³ environ) et d'un vidange en une journée ;
- le 3^{ème} événement commence par une forte pluie (20mm) et des surverses associées, le remplissage et la vidange du bassin semblant se faire les jours suivants ;
- le dernier événement est le plus important : il dure 6j, le bassin est sollicité lors des 1^{ères} pluies (même si la mesure de hauteur d'eau dans le bassin n'est pas disponible), et des surverses importantes apparaissent dans la 2nd partie de l'événement sous de fortes pluies (33mm journalier).

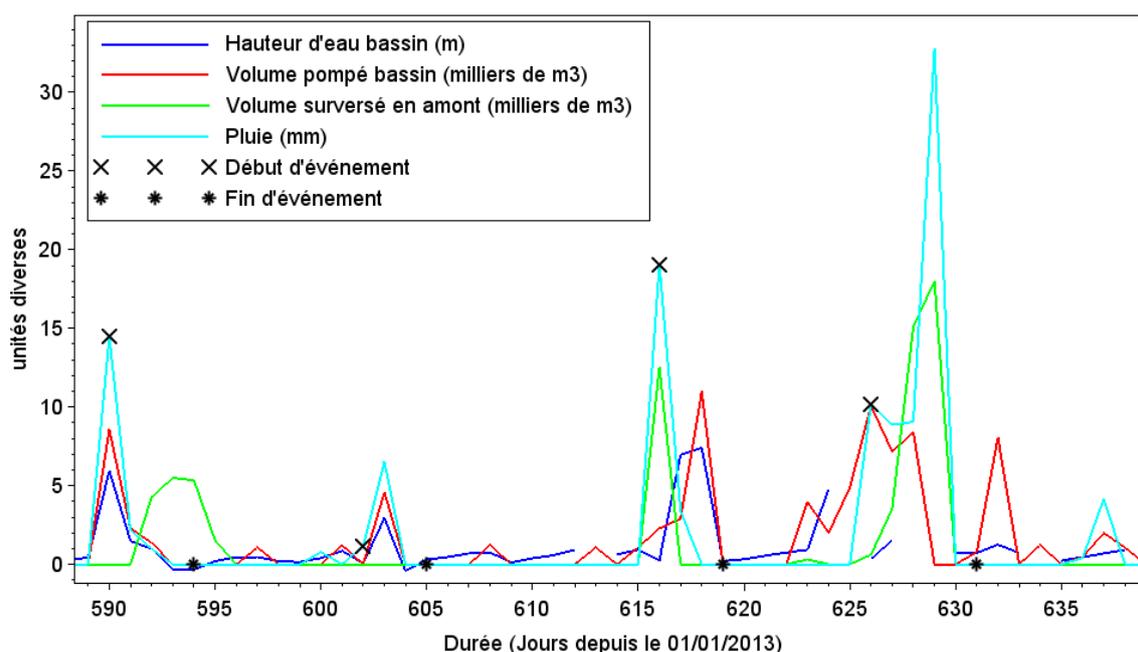


Figure 26 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Athanor

Cette méthode permet d'identifier 80 événements de stockage sur les 3ans et demi de données, mais pour certains les volumes de vidange et/ou surversés n'étaient pas disponibles, et 73 événements ont finalement été retenus.

Analyses des données :

Sur la totalité de l'échantillon d'événements sélectionnés, la pluie a représenté 1871mm (pour une pluie totale de 2272mm, soit une moyenne de 650mm par an). Le volume vidangé du bassin, et donc stocké, est de 1,21 Mm³ alors que les volumes surversés dans le Cher sont de 0,57 Mm³ par les 2 puits (avec des volumes équivalents pour chacun). L'efficacité globale du bassin peut donc être estimée à 68%, efficacité qui représente la part des volumes conservés par rapport aux volumes totaux qui auraient été déversés dans le Cher sans le bassin.

La Figure 27 présente pour chacun des 73 événements, les volumes pompés du bassin et les volumes surversés aux 2 puits ; le Tableau 16 contient des statistiques sur ces volumes. Il faut d'abord noter que le bassin est fortement sollicité lors de cette série d'événement car le volume pompé en sortie de bassin, et donc temporairement stocké lors de l'événement, dépasse généralement sa capacité de stockage (la médiane du volume stocké est de 13 275 m³ pour une capacité de stockage de 12 000 m³) ; le bassin est donc régulièrement vidangé en cours d'événement. Sur les 73 événements de stockage, 28 donne lieu à aucune surverse, soit une réduction de 38% de la fréquence des surverses.

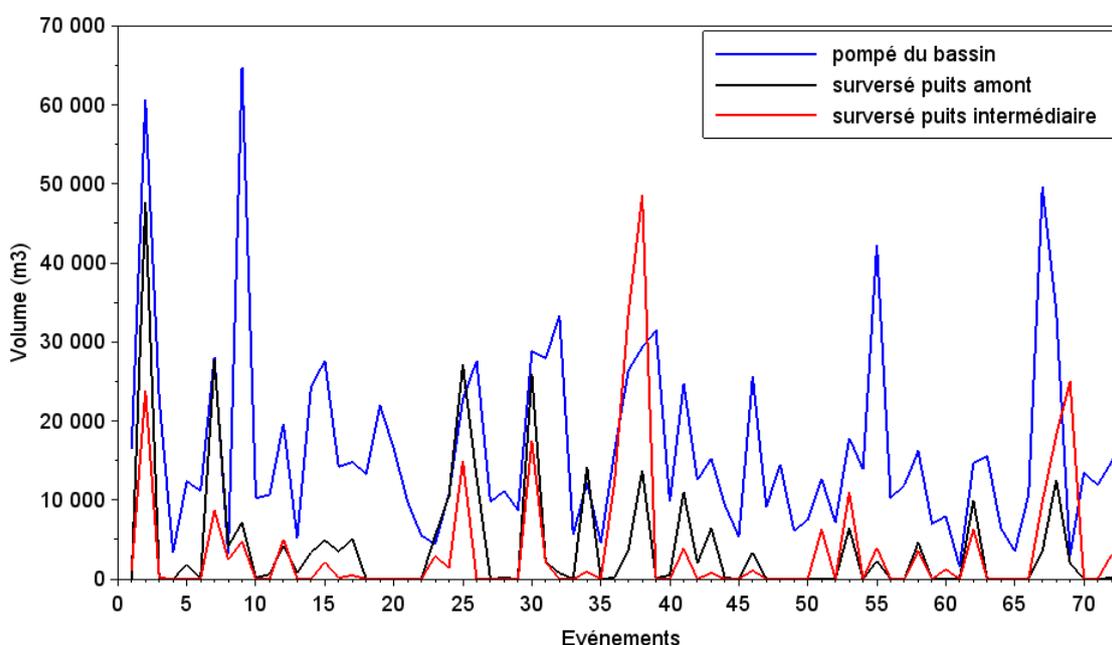


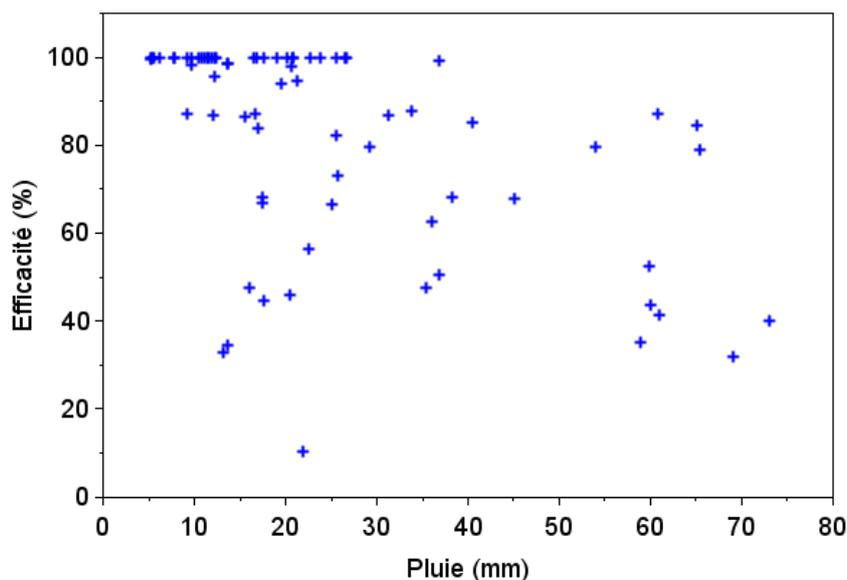
Figure 27 : Volumes pompés et surversés lors des événements de stockage sur le bassin Athanor

Tableau 16 : Statistiques de durées, de volumes et d'efficacité lors des événements sur le bassin Athanor

	Durée totale (j)	Volume pompé dans bassin (m ³)	Volume surversé (m ³)	Efficacité (%)
Minimum	3	1 545	0	10
quartile 25%	4	9 040	0	68
Médiane	6	13 275	765	94
Moyenne	7,3	16 595	7 845	81
quartile 75%	9	22 735	8 620	100
Max	23	64 700	71 410	100

Le calcul d'efficacité peut être mené pour chaque événement de stockage, en faisant le rapport du volume stocké, estimé comme le volume pompé, sur la somme des volumes stocké et surversés par les 2 puits. L'efficacité est en moyenne de 81% et avec une médiane même supérieure à 94%. Cette efficacité événementielle est en partie expliquée par l'importance de la pluie (Figure 28) : pour les pluies pas trop importantes (< 25mm sur l'événement), l'efficacité est en grande majorité de 100%, c'est à dire qu'il n'y a aucun rejet dans le Cher. Dès lors que la pluie est plus importante, les surverses

apparaissent, et en moyenne l'efficacité se réduit quand la pluie augmente. Il est toutefois à noter une certaine dispersion dans ces résultats, dispersion qui peut être expliquée par des imperfections dans l'identification des événements.



Conclusion générale

Le travail réalisé durant cette phase fut riche d'enseignements. Les retours recueillis confirment que les « bassins d'orage » peuvent constituer une solution efficace pour répondre à un certain nombre d'objectifs vis-à-vis de différents enjeux. Notons que ces ouvrages sont perçus par les gestionnaires comme une solution « parmi d'autres » mise en place par les services d'assainissement pour répondre à leurs problématiques locales vis à vis du fonctionnement des réseaux et du respect de la réglementation. Ils ont tous en commun la vocation d'apporter des volumes de stockage à des points précis du système de collecte (ou à son aval immédiat), solution de base qui se décline ensuite de multiples manières en fonction des objectifs attendus. Cependant, cette solution n'apporte que peu (si ce n'est aucune) réponse à une approche intégrée de la gestion des eaux pluviales, mais s'avère dans certains cas nécessaires faute de solution alternative possible.

Il est intéressant de constater que la grande majorité des collectivités rencontrées inscrivent la construction de ces ouvrages dans une véritable stratégie, définie en fonction de l'état de fonctionnement de leur système, des enjeux et des contraintes auxquelles elles peuvent être confrontées. Ces stratégies peuvent intégrer un suivi plus ou moins précis et rigoureux du fonctionnement général du système et de ses ouvrages, à travers l'installation d'instruments de mesure. L'exploitation opérationnelle de ces « systèmes de suivi », souvent nécessaires à l'exploitation du réseau et de ses ouvrages annexes (dont les bassins d'orage font partie), peuvent néanmoins parfois être relativement lourds, bien qu'indispensables dans certains cas à l'atteinte des objectifs fixés, que ceux-ci soient relatifs au fonctionnement hydraulique du système ou de la préservation du milieu récepteur.

Ces stratégies sont régulièrement ajustées au cours du temps, au gré des évolutions du territoire, de la gouvernance (évolution des compétences et/ou du périmètre) ainsi que des objectifs fixés par la réglementation. Les choix du passé ne sont pas toujours ceux retenus aujourd'hui qui, eux même, pourront être différents de ceux qui le seront demain. L'expérience montre à la fois tout le potentiel des solutions adoptées, mais aussi leurs limites, les bassins d'orage ne faisant pas exception. Et même si la technique des bassins de stockage peut paraître relativement « ancienne » (ou traditionnelle), elle ne manque cependant pas d'atouts et bénéficie d'un panel d'utilisations et de fonctionnements possibles assez remarquable. On peut donc s'attendre à ce que les évolutions réglementaires récentes (fixées par l'arrêté du 21/07/2015) incitent certains services à y avoir recours et/ou à y apporter des adaptations. Néanmoins, il est important de rappeler aussi que ce choix se doit d'être intégré à une stratégie d'action globale, combinant des solutions techniques de tout ordre les plus adaptées à la situation locale, qui se doit de considérer et d'être appliquée à l'ensemble du système.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier ici toutes les collectivités qui ont accepté de nous répondre, de nous rencontrer, de partager leurs expériences, et sans qui cette étude n'aurait tout simplement pas pu être menée :

Aude LAUTIER (Mairie de Monein)
Pierre TANGUY (Régie des eaux de Mont de Marsan)
Jérémy STEIGER et Anne ROTH-BOUCARD (SIVOM du Bassin de l'Ehn)
Sophie FIORINA (Haganis (Metz))
Régis DEMOLY et Christian IMPERAS (Ville de Besançon)
Julien THEBAUD (Ville de Savenay)
Ludovic DENNIN (CA du Douaisis), Muriel BAUDEMONT (Eau du Nord)
Antoine SINQUIN, Jean-François MENEZ, Jacques POULIQUEN, Aurore CHAUBET (Eau du Ponant)
William DELRIEU (CC du Pays de Chanac)
Cyril DELEGLISE, Marc POUPON (Ville de Concarneau)
Laurent THEURIER, Lionel MAFFI et Rémy JOUANDANE (Ville de Commeny)
Stéphane SOCHON (CC Estuaire de la Dives)
Frédéric VANDELANNOOTE, Véronique LANIER et Fabien DESETABLES (CD de Seine St Denis)
Virginie HAUCHARD (CODAH (Le Havre))
Carole TISSERAND, Fabien RICHARDOT (SIAAL (Longwy))
Jean-Marc LAMBIN, Benoît DELASSUS (Noreade, SIDEN-SIAN)
Marc TRUTTMANN, Franck PERRU (SDEA Alsace Moselle)
Céline ADAM, Claude MANCEAU, Guillaume AUMASSON (SIARNC)
Françoise DUPRE (Ville d'Auxerre)
Philippe GILLES, Francis WEHRUNG, Emmanuel DIDIER (Métropole du Grand NANCY)
Christophe TOUZEAU et Alexandre SAUVANT (Grand Lac (Aix les Bains))
Didier CARBONNET, Antoine VALLIN (CU d'Arras), Patrick FAUQUET, Frédéric VIGNERON (Veolia),
Patrick JACQUET et Cédric SALOMON (CA Montluçonnaise)
Olivier VAYRE (Ville de Fontenay-le-comte)
Doris HAFFOUD et MM. GARNIER, Didier TIRBOIS, Jérôme GAROUX, Stéphane Etien, Damien
LEFEBVRE (CA du Niortais), Samuel GARNIER (AELB)
Nathalie VERNIN et Alain RABIER (CD du Val de Marne)

Mais aussi :

M. DEFLESSEL (Ville de Flesselles)
Patricia JANUSZKIEWICZ (Ville de Saint Paul lés Dax)
Jean François BACCO (syndicat des eaux Orne aval)
Luc OSINSKI (Ville de Mirande)
Frédéric DELEGUE (SYSEG)
Francis WEISSE (Régie ENERGIS (Saint Avold))
Loïc TEYSSIER (CA Valence Romans Sud Rhone Alpes)
Dominique SALGADO (CA Sud Pays Basque)
Jérôme SOURISSEAU (CA du Choletais)
Céline HURTREZ (Ville de Saint Malo)
Gilles MOCKLY (CC du secteur d'Ilfurth)
Christian ROUX (CD des Hauts de Seine)
Christine LOUIS et Hanane STUBER (CC des Deux Fleuves)
Loïc GAUDRAY (CC de la Côte d'Albâtre)
Eric BORNAREL (CC Cœur Côte Fleurie)
Thierry BOUTILLY (Ville de Laon)
Jean Pierre ROUSSEAU (Bordeaux Métropole)
Richard BLEUSE (CU de Dunkerque)
Sophie MAHIEU (SIARA (Albertville))
Jon HARITSCHELHAR (Ville d'Hasparren)
Guy HUMBERT (Ville de Haguenau)
Cédric RATSIMBAZAFY (Véolia Eau (délégataire de la Ville de Marmande))
Jean Louis MANIEZ (Ville de Lunel)
Yannick NIEDZIELSKI (CC Rives de Moselle)
Nicolas GUILLON (Moulins Communauté)
Vincent ARPIN (Ville de Saintes)

Nicolas DEVAUX (CA de Saint Quentin)
Déborah SANCHEZ (SMEAVO)
Claude VIDAL (Ville de Chaussy)
Christel CARRIERE (Ville de Tarbes)
Nicolas FLOCH (Brest Métropole)

Références

Aires, N., Chebbo, G., Tabuchi, J.P., & Battaglia, P. (2003). Dépollution des effluents urbains de temps de pluie en basses de stockage décantation. TSM. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural, (12), 70-86. (papier)

Anstett L. (2015). Participation au retour d'expérience nationale sur les bassins de stockage sur réseau d'assainissement unitaire – enquêtes et étude de cas. Rapport de stage, Master Environnement, Ecotoxicologie et Écologie – Spécialité GEMAREC, Université de Lorraine, (62 p.).

Alsius A., Escaler I., Marti J., Verdejo J.M., Ramon G. (2004). Local control design for a CSO detention tank. Novatech 2004.

Arras (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (cf. Annexe A)

Arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5.

Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5.

Balisticchi M., Grossi G., Bacchi B. (2008). Assessment of the long-term efficiency of CSO captures tanks by semi probabilistic methods. In Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.

Bersinger T. (2013). Dynamique des effluents et des contaminants associés au système d'assainissement de la Communauté d'Agglomération de Pau Pyrénées (CDAPP). Thèse de doctorat, Pau, 196 p.

Bertrand-Krajewski J.L., Lefebvre M., Lefai B., Audic J.M. (1995). Flow and pollutant measurements in a combined sewer system to operate a wastewater treatment plant and its storage tank during storm events. Water Science and Technology, 31 (7), 1-12. (papier)

Bertrand-Krajewski J.L., Laplace D., Joannis C., Chebbo G. (2001). Quelles mesures pour quels objectifs ? TSM. Techniques Sciences Méthodes, (2), 29-38.

Bettencourt P., Lathière V., Pister B., Huart C. (2001). Le bassin de retenue de L'Haÿ-les-Roses, un bassin paysagé de la vallée de la Bièvre intégrée en site urbain. In Nouvelles technologies en assainissement pluvial. Conference international (pp. 529-536).

Browne O., Lecoite T. (2009). Les bassins de retenue en Seine-Saint-Denis – Analyse des coûts. Techniques Sciences Méthodes, (6), 46-52.

Brzezinska A., Zawilski M., Sakson G. (2014). The usefulness of online sensors for combined sewer overflows monitoring. 13th International Conference on Urban Drainage, Sarawak, Malaysia.

CERTU (2003) La ville et son assainissement. Guide technique

Chaumeau F. (2014) Les bassins de rétention en Seine-Saint-Denis, une contribution active à la protection des rivières. Congrès SHF : Optimisation de la gestion des systèmes, Bordeaux.

Chocat B. (1992). Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Edition Tec&Doc de Lavoisier.

Commentry (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (Annexe A)

CD93 (2016). Compte-rendu des entretiens entre le conseil départemental de Seine-Saint-Denis et le Cerema pour le projet Rex-Bo (cf. Annexe A)

CD94 (2016). Compte-rendu de l'entretien entre le conseil départemental du Val-de-Marne et le Cerema pour le projet Rex-Bo (cf. Annexe A)

Douai (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (cf. Annexe A)

Dufresne M., Dewals B., Erpicum S., Archambeau P., Piroton, M. (2010). Flow and sediment deposition in rectangular shallow reservoirs. Novatech 2010.

Dussart B. (2009). Conception et réalisation de bassins de stockage-restitution en site urbain-Retours d'expérience. Techniques Sciences Méthodes, (6), 34-45.

Dussart B., Morin-Batut C., Sicard V., Teyssier L., Vautier T. (2009). Regards croisés sur le bassin des Baumes à Valence – Les choix du concepteur et les retours de l'exploitant. Techniques Sciences Méthodes, (6), 93-100. (papier)

Escaler M.I., Marti J., Salamero M., Martin, C. (2001). Quasi-global regulation of stormwater detention tanks in the sewer system of Barcelona. Novatech 2001.

Fontenay-le-Compte (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (Annexe A)

Guillaume M. (2006). Maîtrise des rejets urbains de temps de pluie en Basse-Normandie : Bilan des travaux réalisés, enquête sur le fonctionnement des ouvrages, évaluation des équipements d'autosurveillance en place et perspectives. Rapport de stage, Licence professionnelle Protection de l'Environnement « EAU » : Mesures et Procédés, IUT Nancy Brabois, (38 p.).

Guillon A., Kovacs Y., Pascal O., Ruszniewski M. (2008). Evaluating on-line storage in the Haut-de-Seine departement sewer network in order to reduce overflows to the river Seine. In Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.

Jacopin C., Lucas E., Desbordes M., Bourgogne P. (2001). Lutte contre les inondations et réduction de la pollution: analyse des contraintes liées au double emploi des bassins de retenue. Novatech 2001.

Jestin E., Aires N., Goussebaile A. (2009). La maîtrise des rejets urbains de temps de pluie sur le bassin Seine-Normandie – Quels retours d'expérience sur les bassins d'orage ? Techniques Sciences Méthodes, (6), 21-30.

Kowalski R., Reuber J., Köngeter J. (1998). Investigations and optimisation of the performance of sewage detention tanks during CSO. Novatech 1998.

Lacour C. (2009). Apport de la mesure en continu pour la gestion de la qualité des effluents de temps de pluie en réseau d'assainissement. Thèse de doctorat, Paris, 273 p.

Lessard P., Maruejols T., Samie G., Pelletier G., Vanrolleghem P.A. (2010). Gestion des eaux usées urbaines en temps de pluie : caractérisation de la vidange des bassins de rétention. Novatech2010.

Lovera M., Blanchet F. (2009). De la conception à l'exploitation des bassins de rétention – Retours d'expérience. Techniques Sciences Méthodes, (6), 31-36. (papier)

Marte C., Ruperd Y. (1989). L'efficacité des ouvrages de traitement des eaux de ruissellement. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural, (5), 297-301.

Maruejols T. (2012). Gestion intégrée des eaux usées urbaines : Caractérisation et modélisation du comportement des polluants dans un bassin de rétention en réseau unitaire. Thèse de doctorat, Département de génie civil et de génie des eaux, Université Laval, Québec, Qc, Canada. (347 p.).

Maruejols T., Lessard P., Wipliez B., Pelletier G., Vanrolleghem P.A. (2011). Characterization of the potential impact of retention tank emptying on wastewater primary treatment : a new element for CSO management. Water Science & Technology, 64 (9), 1898-1905. (dans le rapport de thèse)

Maruejols T., Vanrolleghem P.A., Pelletier G., Lessard P. (2012). A phenomenological retention tank model using settling velocity distributions. Water Research, 46 (20), 6857-6867. (dans le rapport de thèse)

Métadier M., Binet G., Barillon B., Polard T., Lalanne P., Litrico X., de Bouteiller C. (2013). Monitoring of a stormwater-settling tank : how to optimise depollution efficiency. In 8th International Conference Novatech (pp. 23-27).

Montluçon (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (Annexe A)

Niort (2016). Compte-rendu de l'entretien avec le Cerema pour le projet Rex-Bo (Annexe A)

Pelletier G., Rondeau F., Lessard P. (2013). Caractérisation et bilans de masse des eaux unitaires d'un réservoir de rétention. Canadian Journal of Civil Engineering, 40 (3).

Perez-Sauvagnat I., Maytraud T., Piel C. (1995). Cent vingt-huit bassins de retenue sur le département Seine Saint Denis : leur efficacité, leur gestion. In International conference on innovative technologies in the domain of urban storm water drainage (pp. 557-563).

Porchez O., Breuil B., Browne O. (2013). Risques liés à l'exploitation de bassins de retenue en milieu urbain. Techniques Sciences Méthodes, (10), 36-43.

Schütze M., Campisano A., Colas H., Schilling W., Vanrolleghem P.A. (2004). Real time control of urban wastewater systems — where do we stand today? Journal of hydrology, 299(3), 335-348

Versini P. A., Joannis C. et Chebbo G., 2015. Guide technique sur le mesurage de la turbidité dans les réseaux d'assainissement. Onema, Coll. Guides et protocoles, 78 pages.

Table des illustrations et tableaux

Figure 1 : Bilan des collectivités contactées et ayant répondu à la pré-enquête	12
Figure 2 : local technique du bassin de la Chainette et du bassin Port de pêche	26
Figure 3 : Bassin à connexion directe (Saint Avoild (57))	28
Figure 4 : Carte des collectivités retenues pour le retour d'expérience sur la métrologie	39
Figure 5 : Synoptique du bassin de la Brande avec la position des équipements métrologiques	41
Figure 6 : Synoptique du bassin Carnot du CD avec la position des équipements métrologiques	42
Figure 7 : Synoptique du bassin Place de la Résistance avec la position des équipements	43
Figure 8 : Synoptique du bassin S1 (Arras) avec la position des équipements métrologiques	44
Figure 9 : Principe de fonctionnement du bassin Athanor (Montluçon)	45
Figure 10 : Illustration de l'identification automatique d'un événement de stockage et de ses phases de remplissage, stockage, et vidange	57
Figure 11 : Variations de hauteur d'eau stockée et volumes surversés dans le bassin de la Brande..	58
Figure 12 : Variations de hauteur d'eau stockée, des volumes surversés et des précipitations sur le bassin de la Brande	58
Figure 13 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin de la Brande	59
Figure 14 : Durées caractéristiques des événements de stockage sur le bassin de la Brande	60
Figure 15 : Relation entre la durée et le taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin de la Brande	60
Figure 16 : Volumes stockés et surversés lors des événements de stockage sur le bassin de la Brande	61
Figure 17 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Carnot	63
Figure 18 : Durées caractéristiques des événements de stockage sur le bassin Carnot	63
Figure 19 : Relation entre la durée de l'événement et le taux de remplissage sur le bassin Carnot....	64
Figure 20 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Place de la résistance	65
Figure 21 : Distribution du remplissage du bassin Carnot pour les 305 évènements de stockage identifiés.....	66
Figure 22 : Variation de la hauteur d'eau dans le bassin Carnot pour l'événement exceptionnel du 18/19 juin 2013	66
Figure 23 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin S1	67
Figure 24 : Volumes stockés et surversés par événement sur le bassin S1	68
Figure 25 : Volumes stockés par événement sur le bassin S1	68
Figure 26 : Illustration de l'identification des événements de stockage sur le bassin Athanor	69
Figure 27 : Volumes pompés et surversés lors des événements de stockage sur le bassin Athanor..	70
Figure 28 : Lien entre l'efficacité du bassin et l'importance de la pluie lors des événements de stockage sur le bassin Athanor	71

Tableau 1 : Synthèse des questions posées dans le questionnaire en ligne	13
Tableau 2 : Synthèse des réponses complètes obtenues via le questionnaire en ligne	14
Tableau 3 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon, répartis par bassin hydrographique.....	15
Tableau 4 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon, répartis par type de structure compétente.....	15
Tableau 5 : Synthèse du nombre de « bassins d'orage » recensés sur l'échantillon, répartis par date de construction ou de mise en service	15
Tableau 6 : Liste des collectivités sélectionnées pour les entretiens.....	17
Tableau 7 : Bassins d'orage sélectionnés pour le retour d'expérience sur la métrologie	39
Tableau 8 : Parc des bassins d'orage du Conseil Départemental de la Seine-Saint-Denis	41
Tableau 9 : Synthèse des mesures exploitées sur les 5 bassins d'orage retenus	46
Tableau 10 : Synthèse de la métrologie rencontrée dans et autour des bassins d'orage	54
Tableau 11 : Statistiques sur les durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin de la Brande.....	60
Tableau 12 : Statistiques sur les durées et volumes des surverses par événements de stockage sur le bassin de la Brande.....	62
Tableau 13 : Statistiques de durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin Carnot.....	64
Tableau 14 : Statistiques de durées et taux de remplissage des événements de stockage sur le bassin Place de la résistance	65
Tableau 15 : Statistiques de durées, de stockage, de remplissage maximum et de surverse lors des événements sur le bassin S1	68
Tableau 16 : Statistiques de durées, de volumes et d'efficacité lors des événements sur le bassin Athanor.....	70

Annexes

1. Guide d'entretien
2. Fiches de présentations de l'action et de la tâche lors du 1^{er} contact avec le maître d'ouvrage

1. Guide d'entretien

1. Contexte

1. Quelle est la politique de la collectivité en matière de bassin d'orage ?
2. Informations sur le parc de bassin en général.

2. Caractéristiques du bassin

1. Quelles sont les caractéristiques du bassin (volume, emplacement, date de construction, enterré/ouvert...) ?

3. Objectifs du bassin

1. Pour quelle raison le bassin a-t-il été construit ? Quels étaient les objectifs initiaux du bassin ?
2. Il y a-t-il eu une évolution de ces objectifs ?
3. Si oui pourquoi cette évolution ?
4. Le bassin répond-il à ces objectifs (initiaux ou modifiés) ?
5. Si non, quels problèmes ont été constatés ?
6. Trouvez-vous que le bassin fonctionne correctement ?
7. Êtes-vous « satisfait » ? Des améliorations pourraient-elles être apportées ?

4. Métrologie – Contexte

1. Quels sont les équipements de suivi du bassin ? Où sont-ils positionnés (amont, bassin, aval) ?
2. Ont-ils été prévus dès la construction du bassin ?
3. Si non pourquoi sont-ils devenus nécessaires ? Quand ont-ils été mis en place ?

5. Métrologie – Objectifs

1. Pour répondre à quels objectifs la métrologie a-t-elle été mise en place ?
2. Répond-elle à ces objectifs ?
3. Il y a-t-il eu des suivis ponctuels de la qualité des effluents ?
4. Si oui, dans quel cadre ces suivis ont-ils eu lieu ?

6. Métrologie – Installation / entretien

1. Il y a-t-il eu des difficultés lors de l'installation des sondes ?
2. Si oui, quelles solutions ont été mises en places ?
3. Quel entretien demande les sondes (nettoyage / étalonnage...) ? À quelle fréquence ?
4. Quel est le coût de la métrologie dans le fonctionnement du bassin ?

7. Métrologie – Retour d'expérience

1. Avez-vous observé des emplacements plus ou moins bien adaptés pour les sondes (en général, pour un type de sonde) ?
2. Il y a-t-il des capteurs plus ou moins adaptés en fonction des objectifs ? Du point de mesure ?
3. Qu'elle est la fiabilité des mesures ?

8. Métrologie – Utilisation des données

1. Quel rôle jouent les données dans la gestion du bassin (gestion en temps réel, bilan de fonctionnement...) ?
2. Sont-elles utilisées pour calculer un ou des critères d'efficacité ?

2. Fiches de présentation de l'action et de la tâche Métrologie



Retour d'expériences national sur les bassins de stockage sur réseaux de collecte unitaires

Un panel d'ouvrage hétérogène et méconnu

Le développement des réseaux d'assainissement s'est appuyé très fréquemment sur les structures mises en place dans les centres historiques dont le principe dit du "tout à l'égout" consistait en une évacuation des eaux sales hors de la ville. Tout naturellement les extensions de réseau nécessaires à la collecte des zones du fort développement urbain de l'après guerre se raccordant sur cette structure initiale se sont faites suivant le principe de la collecte unitaire. Alors que la plus grande part des efforts entrepris depuis les années 1950 en matière d'assainissement portait sur la création de stations de traitement, puis sur le maintien de leurs performances épuratoires, la considération des pollutions véhiculées par les surverses de ces réseaux unitaires vers les milieux récepteurs par temps de pluie n'a fait son chemin qu'à partir du milieu des années 1970. Plusieurs référentiels montreront plus tard l'importance de ces charges polluantes qui peuvent être du même ordre de grandeur que les charges annuelles contenues dans les effluents épurés par les stations de traitement des eaux usées. C'est à cette même époque que les systèmes d'assainissement ont montré leurs limites vis à vis de l'évacuation des débits de ruissellement.



Afin limiter ces dysfonctionnements des systèmes, les collectivités en partie soutenues par les Agences de l'eau ont mis en place des ouvrages dont les objectifs essentiels étaient de deux ordres :

- améliorer la collecte amont et le traitement des effluents et limiter les rejets d'effluents vers le milieu naturel
- éviter les engorgements et les débordements des réseaux à l'aval.

La technique la plus couramment utilisée a été celle des bassins de stockage qui, selon les objectifs fonctionnels, a conduit à des conceptions très variées et l'utilisation de méthodes de dimensionnement adaptées. Il en résulte sur le territoire national l'existence d'un panel d'ouvrages difficilement appréhendable en termes de nombre, de volume stocké et d'objectifs de fonctionnement.

Un état de l'art et une caractérisation du parc.

L'objet de l'opération consiste dans une première étape à dresser un rapport sur l'état de l'art national. Celui-ci précisera, en première partie le contexte historique et réglementaire qui a soutenu la mise en œuvre de ces ouvrages. Dans un second chapitre, une typologie des ouvrages (bassins de rétention de pluie, bassins de rétention hydraulique, bassins de rétention décantation) ainsi qu'une classification de leurs fonctions seront proposées. Le rapport s'attachera également à dresser un état des connaissances scientifiques et techniques sur la classe de ces ouvrages dont l'objectif premier est d'éviter tout déversement pour des débits inférieurs au débit de référence comme définit dans l'arrêté du 22 juin 2007.

Enfin, sur la base d'échantillon de données recueillies auprès de divers services et plus particulièrement les Agences de l'Eau, le rapport présentera une première tentative de caractérisation du parc national dans la limite des échantillons recueillis.

Une enquête auprès de Maîtres d'Ouvrages et gestionnaires

La seconde étape de l'opération vise à compléter et actualiser les informations. Elle s'appuiera sur des investigations et enquêtes complémentaires auprès de Maîtres d'Ouvrage et gestionnaires. Elle aura pour objectif de collecter des informations quant aux coûts d'investissement, d'entretien et d'exploitation des bassins de stockage sur réseau unitaire. Si les données sont disponibles, nous nous intéresserons aux budgets d'exploitation et aux plans de financement des travaux sur les réseaux, notamment aux plans de financement des bassins d'orage (quels financeurs, sur quel budget, montant et nature des subventions accordées). La connaissance des « points noirs » des réseaux d'assainissement unitaires dont les défauts de fonctionnement ont pu

entraîner la réalisation d'un ouvrage de stockage serait également une information intéressante pour pouvoir évaluer l'efficacité de cette solution technique au regard des objectifs de conception initiaux.

comprendre à minima la pluie, les débits amont-aval, et un ou des paramètres de qualité (permettant d'évaluer l'efficacité de l'ouvrage).

Un suivi expérimental de quelques ouvrages

En parallèle à l'enquête, un suivi métrologique sur quelques ouvrages sera mené afin de vérifier l'atteinte des objectifs initialement définis et de préciser l'impact des ouvrages sur la qualité des effluents rejetés à l'aval. Les ouvrages suivis pourront être de deux types :

- ouvrages en tête de station de traitement
- ouvrages en réseau.

Ils seront équipés de dispositif de mesures en continu sur une période de 6 à 9 mois, qui devront

Une journée technique de restitution

Sur la base des éléments recueillis lors des diverses étapes précédentes, un document de synthèse sur l'état de l'art traitant de la conception, de l'entretien et de la gestion des ouvrages sera produit. Ce document sera accompagné d'une classification des ouvrages au regard de critères coûts-rendements.

L'ensemble des résultats sera restitué à l'occasion d'une journée technique organisée à l'intention des acteurs opérationnels des ouvrages.

Vos interlocuteurs :

Au sein de l'Onema

Céline LACOUR
Direction de l'Action Scientifique et Technique
01 45 14 36 84
celine.lacour@onema.fr

Au sein du Cerema

Jean Sébastien FINCK
Cerema/Dter Est / LR Nancy
03 83 18 41 41
Jean-sebastien.finck@cerema.fr

Emmanuel BERTHIER
Cerema/Dter IDF

emmanuel.berthier@cerema.fr

Un panel d'ouvrages hétérogène et méconnu

Malgré une volonté de mise en séparatif des réseaux d'assainissement, de nombreuses zones sont encore assainies par un réseau unitaire. En temps de pluie, ces réseaux se délestent dans le milieu naturel par des déversoirs d'orage afin d'éviter d'être en surcapacité et de trop dégrader les performances épuratoires des stations d'épuration. Plusieurs études ont cependant montré que la pollution engendrée par ces surverses au milieu naturel est suffisamment importante pour contrebalancer l'action des stations de traitement des eaux usées. Ces réseaux ont également montré leur limite face à l'augmentation des volumes ruisselés dus à une imperméabilisation toujours plus importante des sols.

Les collectivités, en partie soutenues par les Agences de l'eau, ont alors mis en place des ouvrages dont les objectifs essentiels étaient de deux ordres : i) éviter les engorgements et les débordements des réseaux à l'aval et ii) améliorer le traitement et limiter les rejets d'effluents vers le milieu naturel.

La technique la plus couramment utilisée a été la création de bassins de stockage qui, selon les objectifs fonctionnels, a conduit à des conceptions et à l'utilisation de méthodes de dimensionnement très variées. Il en résulte sur le territoire national l'existence d'un panel d'ouvrages difficile à appréhender en termes de nombre, de volume stocké et d'objectifs de fonctionnement.

C'est pour apporter des réponses à ces questions que l'ONEMA, le GEMCEA et le Cerema ont lancé un retour d'expérience sur les ouvrages du type bassin de stockage sur réseau unitaire. Une première étape, aujourd'hui achevée, a consisté à référencer les connaissances actuelles sur les bassins de stockage sur réseau unitaire et à dresser un premier panorama national du parc d'ouvrages existant en France. L'étude est maintenant dans une phase d'approfondissement des connaissances sur un échantillon réduit de bassins.

Le suivi expérimental de quelques bassins

Une partie de cet approfondissement passe par un suivi météorologique de quelques bassins afin de vérifier l'atteinte des objectifs initialement définis et de

préciser l'impact de ces bassins sur les effluents à l'aval.

Lors de la première étape de l'action, il est apparu qu'il ne serait pas possible d'instrumenter et de réaliser nous même un suivi sur plusieurs ouvrages du fait de la complexité de la méthode à mettre en place. En conséquence, il a été décidé de se focaliser sur quelques bassins représentatifs faisant ou ayant fait l'objet d'un suivi.

Les ouvrages suivis pourront être de deux types : i) bassins en tête de station de traitement et ii) bassins en réseau, bien à l'amont de la station d'épuration. L'étude s'intéresse à la question de la gestion des flux polluants et non celle de la gestion du risque inondation. En conséquence, elle se focalisera principalement sur des petits bassins sollicités lors de pluies courantes. Le choix des bassins sera également guidé par leur conception (éviter les ouvrages avec plusieurs entrées/sorties et plusieurs compartiments). L'instrumentation devra permettre de connaître au minimum les débits en entrée et en sortie d'ouvrage. Les bassins possédant aussi une information sur la qualité de l'effluent seront privilégiés. Les données pluviométriques seront également importantes pour la compréhension du fonctionnement du bassin de stockage.

Une première sélection d'ouvrages potentiellement intéressants sera dans un premier temps réalisée en collaboration avec les Agences de l'eau. Puis après contact avec les maîtres d'ouvrages, l'échantillon final sera constitué. La tâche consistera alors dans un premier temps, en collaboration avec l'exploitant et le maître d'ouvrage, à comprendre comment le bassin est instrumenté et quels retours d'expérience a le gestionnaire sur le fonctionnement, la météorologie et l'entretien de l'ouvrage. Les données d'exploitation (pluviométrie, débits, mesures de qualité des flux entrants et sortants) seront si possible récupérées à cette occasion. Dans un deuxième temps, les données récupérées seront étudiées et mises en regard de la gestion du bassin de stockage pour comprendre quelle exploitation en est faite.

Sur certains ouvrages, il est envisagé de réaliser nos propres interprétations des mesures et de compléter ces mesures par des campagnes de prélèvements et d'analyses des polluants.

Cette tâche pourra donner lieu à des recommandations en matière d'instrumentation des bassins de stockage et sur les critères pertinents pour le suivi de l'efficacité de ce type d'ouvrage.

Agence Française pour la Biodiversité
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.afbiodiversite.fr/

Cerema
Cité des Mobilités
25, avenue François Mitterrand
69674 Bron Cedex
04 72 14 30 30
www.cerema.fr/