

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 I : Bibliographie et état de l'art

Rapport final

Rémi WAGNER (Cerema, Direction Territoriale Est)
Jean Sébastien FINCK (Cerema, Direction Territoriale Est)
Aurélie GEROLIN (Cerema, Direction Territoriale Est)
Emmanuel BERTHIER (Cerema, Direction Territoriale Ile-de-France)
Jean Christophe DE BORTOLI (GEMCEA)

Novembre 2018

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

En partenariat avec :



Auteurs

Rémi WAGNER, Expert (Cerema, Direction Territoriale Est),

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

Aurélié GEROLIN, Responsable d'activités (Cerema, Direction Territoriale Est),

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

Jean Christophe DE BORTOLI, Chargé d'études (GEMCEA)

Correspondants

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

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

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

Cerema : Nathalie LENOUVEAU, Direction Technique Territoires et Ville,

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

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

Agence de l'Eau Loire-Bretagne : Henri-Noël LEFEBVRE,
Bertrand OLLAGNON,
henri-noel.lefebvre@eau-loire-bretagne.fr
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,
l.semblat@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
Version 2.05	Jean Christophe de BORTOLI Jean Sébastien FINCK Emmanuel BERTHIER Aurélie GEROLIN Rémi WAGNER	Document de travail, transmis à Emmanuel BERTHIER 07/11/2014
Version 2.06	Idem	Document de travail, transmis à Céline LACOUR, Nathalie LENOUVEAU, Emmanuel BERTHIER le 21/11/2014
Version 4.1	Idem	Document transmis le 05/12/2014 en vue du CoPil du 19/12/2014
Version 5.1	Idem	Document rassemblant les remarques et annotations des membres du CoPil (daté du 15/03/2015)
Version 6.1	Idem	Document diffusé aux membres du CoTech
Version 6.2	Idem	Document diffusé aux membres du CoTech (05/05/2015)
Version 7.1	Idem	Document diffusé aux membres du CoPil (27/05/2015)
Version 8.1	Idem	Document diffusé aux membres du CoPil (26/09/2017)
Version 9.1	Idem	Document diffusé aux membres du CoPil (05/02/2018)
Version 10.1	Idem	Document final en relecture
Version 10.2	Idem	Document final en relecture, prenant en compte les remarques formulées par l'AEAG
Version 10.3	Idem	Document définitif

Ce rapport constitue le livrable de première phase du « Retour d'Expériences national sur les bassins de stockage sur réseau unitaire ». Celle-ci consistait à faire un état de l'art préliminaire sur les ouvrages de stockage sur réseau unitaires en se basant notamment sur une recherche bibliographique. Le but était notamment de préparer un large travail de retours d'expériences auprès de collectivités maitres d'ouvrage et de gestionnaires de « bassins d'orage ».

Les thèmes abordés sont très larges et portent autant sur le cadre historique et réglementaire de la gestion des systèmes d'assainissement (notamment par temps de pluie, qui a poussé un certain nombre de maitres d'ouvrages à construire ce type de dispositifs), que sur le patrimoine d'ouvrages au niveau national (avec une tentative de caractérisation de ce parc) ou sur le vocabulaire et les terminologies utilisées par les acteurs. Les considérations plus techniques sont également abordées : la conception, les équipements, le dimensionnement, le fonctionnement et l'exploitation, sans oublier non plus les coûts associés à ces ouvrages (investissement, équipements, mais également exploitation et fonctionnement).

Ce travail préliminaire a vocation à être complété par les résultats des enquêtes qui seront réalisées auprès de collectivités maitres d'ouvrages et de gestionnaires de bassins d'orage, ainsi que de retours sur plusieurs suivis météorologiques d'ouvrages (phase 2 de l'étude).

Le document final de cette étude aura vocation à pouvoir présenter un certain nombre de points de vigilance et, éventuellement, de préconisations relatives à la conception, au dimensionnement et à l'exploitation des « bassins d'orage », basées sur les expériences de terrain des collectivités que nous aurons sollicitées.

mots clés : bassin d'orage, bassin de stockage, système d'assainissement, réseau unitaire, eaux résiduaires, temps de pluie, RUTP,

This report is the 1st part of an « experiences feedback on stormwater tanks in combined sewer systems ». It constitutes a preliminary state of the art on tanks in combined systems basing on a bibliographic research whose aim is to prepare a large work of collecting feedbacks from local authorities who owns and/or operates stormwater tanks.

This work deals at the same time with historical and regulatory aspects of sewer systems management (in particular during storms and rainfall. That's why some local government have built this kind of devices), the « national tanks stock » (we try to characterize this stock), the vocabulary and terminologies used by players ; more technical considerations are also studied like conception of these tanks, equipments, dimensioning, functioning and operating ; the issue of costs related to these devices (equipment, operating, functioning and capital costs) is also studied.

This preliminary work is going to be completed with results of the tank owners and/or operators survey, and feedbacks on metrological tracking of several tanks (2nd part of this work).

The summary note of this work must be able to produce a list of key points or warnings and, if possible, to present recommendations related to conception, dimensioning and operating, based on the information collected during field experience feedbacks.

Key words (thematic and geographical area)

Introduction.....	9
1 Cadre historique et réglementaire du développement des bassins d'orage dans les systèmes d'assainissement	10
1.1 Limitation des surcharges hydrauliques en entrée de stations et réduction des pollutions déversées au milieu naturel à partir des années 1970	10
1.1.1 Maintien des performances épuratoires des stations d'épuration	10
1.1.2 Prise en compte progressive de la qualité des milieux aquatiques	12
1.1.3 Cas de la lutte contre les inondations par débordements de réseaux	13
1.2 Prise en compte du temps de pluie dans l'assainissement des agglomérations à partir des années 1990.....	13
1.2.1 Surverses des réseaux unitaires et objectifs de moyens définis par la Directive Eaux Résiduaire Urbaines.....	13
1.2.2 Le déploiement de démarches globales à l'échelle des systèmes d'assainissement.....	14
1.2.3 Une évolution des approches méthodologiques suite à la DCE.....	15
1.3 Etudes existantes et opportunité d'un état de l'art national sur les ouvrages de stockage sur réseaux d'assainissement unitaires	17
1.3.1 Plusieurs études réalisées, pour la plupart à l'initiative des Agences de l'eau.....	17
1.3.2 Vers une actualisation des connaissances sur les bassins de stockage sur réseaux unitaires.....	19
2 Etat des connaissances sur les « bassins d'orage »	20
2.1 Typologie, terminologies et classifications	20
2.1.1 Dénomination des bassins	20
2.1.2 Classification des bassins.....	20
2.1.3 Positionnement des bassins vis-à-vis du concept de niveau de service.....	22
2.2 Méthodes et critères de dimensionnement.....	24
2.2.1 Historique des méthodes et critères de dimensionnement	24
2.2.2 Les recommandations françaises actuelles	25
2.2.2.1 Pour un bassin ayant pour fonction la régulation hydraulique	26
2.2.2.2 Pour un bassin ayant pour fonction la décantation	28
2.2.2.3 Pour un bassin ayant pour fonctions la régulation et la décantation	29
2.2.3 Illustrations de travaux scientifiques et pratiques opérationnelles actuels	29
2.2.3.1 Résumé d'articles scientifiques illustratifs.....	29
2.2.3.2 Illustration des pratiques opérationnelles actuelles.....	32
2.2.4 Conclusions	34
2.3 Critères généraux de caractérisation des bassins d'orage.....	35
2.3.1 Implantation sur le système d'assainissement	35
2.3.2 Type de connexion	35
2.3.3 Éléments de conception	37
2.3.3.1 Enterré/Ouvert	38
2.3.3.2 Gestion des dépôts.....	38
2.3.3.3 Alimentation et ouvrage d'interception	39
2.3.3.4 Renvoi vers la station de traitement.....	39
2.3.3.5 Surverse vers le milieu naturel.....	40
2.3.4 Sécurité du personnel et des infrastructures.....	41
2.3.5 Exploitation	41
2.3.5.1 Gestion de l'air et des gaz	43

2.3.5.2	Métrologie, automatisme, autosurveillance, détection de gaz.....	44
2.4	Vers une caractérisation du patrimoine national	44
3	Etude nationale du parc de bassins d'orage sur systèmes d'assainissement unitaire	45
3.1	Comparaison de la situation des services d'assainissement pour les six grands bassins hydrographiques	45
3.1.1	Compétences, taille et mode de gestion des services	45
3.1.2	Connaissances des services et dominantes des linéaires de réseau	47
3.2	Données disponibles	50
3.2.1	Etudes diverses et extractions issues des bases de données financières des Agences de l'eau	50
3.2.2	Enquêtes "Eau et Assainissement" (IFEN/SOeS-SSP).....	52
3.3	Caractérisation du parc d'ouvrages par grand bassin hydrographique	52
3.3.1	Adour Garonne	53
3.3.1	Artois Picardie	53
3.3.2	Loire Bretagne	55
3.3.3	Rhin Meuse	56
3.3.4	Seine Normandie	58
3.4	Recensement national à partir des enquêtes « Eau et Assainissement »	59
3.5	Aspects financiers	61
3.5.1	Coûts d'investissement	61
3.5.2	Coût des équipements	64
3.5.3	Evolution des coûts des investissements et des équipements	66
3.5.4	Coûts de fonctionnement et d'exploitation	66
4	Conclusion	69
5	Glossaire	70
6	Sigles & Abréviations	70
7	Références	71
8	Table des illustrations et tableaux.....	75

Introduction

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 directs 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.

L'objet de cet état de l'art vise donc, dans un premier temps, à dresser une synthèse du contexte historique et réglementaire national qui a soutenu la mise en œuvre de ces ouvrages jusqu'à l'arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif.

Dans une seconde étape, ce rapport présente des éléments de classification de ces dispositifs en fonction de leur(s) objectif(s) fonctionnel(s). Il s'attache à dresser un état des connaissances scientifiques et techniques sur ces ouvrages.

Enfin, sur la base d'échantillons de données recueillies auprès de divers services et plus particulièrement des Agences de l'eau, le rapport présente une première tentative de caractérisation du parc d'ouvrages au niveau national, dans la limite des échantillons qui ont pu être recueillis.

L'ensemble des informations, et notamment celles figurant dans les deuxième et troisième parties de ce rapport seront complétées par des investigations et enquêtes complémentaires prévues en phase 2 de cette étude.

1 Cadre historique et réglementaire du développement des bassins d'orage dans les systèmes d'assainissement

1.1 Limitation des surcharges hydrauliques en entrée de stations et réduction des pollutions déversées au milieu naturel à partir des années 1970

1.1.1 Maintien des performances épuratoires des stations d'épuration

En France, les **premières stations d'épuration** des eaux usées ont été construites dans la période d'entre-deux-guerres. Ce besoin découlait de la concentration des charges polluantes en des points de rejet localisés suite à l'émergence du concept moderne d'hygiénisme et à la construction des premiers réseaux d'assainissement à la fin du XIX^{ème} siècle et dans le courant du XX^{ème} (Duchesne, 2005). Les stations se développent alors progressivement (Ministère de la Santé publique, 1950, 1970). Les villes recourent notamment au procédé des boues activées, dont les performances sont très **sensibles aux variations de débits par temps de pluie** (dilution des charges polluantes à traiter, possible lessivage des boues d'épuration). La conception et l'exploitation des stations doivent être optimisées en ce sens. La **construction de bassins de stockage en tête de station**, souvent qualifiés de « *bassins d'orage* », est alors une solution qui consiste à stocker temporairement des apports d'eaux usées excédant la capacité hydraulique de traitement de la station (Duchesne, 1997). Cette solution technique est évoquée dès 1949 au sein de la **Circulaire générale CG 1333**, dite Circulaire « Caquot ». Cependant, à cette époque, elle est introduite non pas comme une solution permettant avant tout de maîtriser les apports en tête de station mais comme un moyen de limiter les risques de pollutions engendrés par les déversoirs d'orage (cf. § 1.1.2). Il s'agit ainsi de « *limiter la fréquence des déversements¹ en recourant, suivant une pratique assez usitée à l'étranger, à la création de bassins d'orage en dérivation sur les installations de traitement des eaux usées* »(Ministère de la reconstruction, 1949).

Par la suite, les **textes d'application et d'accompagnement de la Loi sur l'eau du 16 décembre 1964** intégreront cette solution technique pour réguler les apports hydrauliques en direction des stations de traitement et d'assurer le maintien des caractéristiques des effluents rejetés, telles que définies dans le chapitre V de la Circulaire du 7 juillet 1970 (Ministère de la Santé publique, 1970). C'est le cas de cette même Circulaire, relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs, puis de la **Circulaire du 10 juin 1976** (Ministère de la Santé, 1976). Cette dernière consacrera d'ailleurs un paragraphe à la question des eaux pluviales (Tableau 1). La **Circulaire du 14 janvier 1977** renforce quant à elle les exigences de performances des stations de traitement en précisant le flux maximal de pollution, le débit maximal autorisé et la qualité minimale de l'effluent rejeté dans les cours d'eau, canaux, lacs, étangs et dans la mer (Ministère de l'Intérieur et al., 1977). Ces exigences peuvent être favorables aux ouvrages de stockage en tête de station ou sur système de collecte, ce qu'indiquera également la **Circulaire du 4 novembre 1980** relative aux conditions de détermination de la qualité minimale d'un rejet d'effluents urbains (Ministère de l'Intérieur et al., 1980). Cette dernière introduira aussi l'idée selon laquelle l'instruction conjointe des autorisations de rejet des stations d'épuration et des déversoirs d'orage est souhaitable pour assurer une **cohérence au niveau du système d'assainissement**.

Tableau 1 : Evocation implicite ou explicite des solutions techniques de type « bassins de stockage sur réseaux d'assainissement unitaire et séparatif pluvial » dans les Circulaires (inter-) ministérielles entre 1949 et 1980.

	Stockage sur réseau unitaire	Stockage sur réseau pluvial
Circulaire du 22 février 1949	Chapitre IX – Stations de traitement : « <i>Si des décharges trop fréquentes par temps de pluie ou d'orage représentaient elles-mêmes une cause inacceptable de pollution, il y aura lieu de compléter la station par des bassins d'orage</i> ».	/
Circulaire du 12 mai 1950	/	/

¹ Une fréquence de déversement mensuelle étant considérée comme une "limite désirable du point de vue de l'hygiène".

	Stockage sur réseau unitaire	Stockage sur réseau pluvial
Circulaire du 7 juillet 1970	<p>Chapitre IV-§ 1 – Emissaires d'évacuation :</p> <p>« En système unitaire [...], toutes dispositions utiles doivent être prises pour que les trop-pleins et réservoirs d'orage qui se situeraient sur le parcours des ouvrages n'entrent pas en fonctionnement plus d'un certain nombre de fois au cours d'une année [...] ».</p>	<p>Chapitre IV-§ 1 – Emissaires d'évacuation :</p> <p>« En système séparatif, il convient de ne pas perdre de vue les effets de chasse que produisent les premières eaux d'orage dans un réseau pluvial. [...] Ces impératifs peuvent conduire notamment à prévoir sur le tracé du réseau des bassins de dessablement et en ses extrémités des « bassins d'orage » permettant de séparer un premier flot dont les caractéristiques se rapprochent d'un effluent « unitaire », afin d'en moduler le rejet. En tout état de cause, si ces premières eaux pluviales doivent être épurées, un bassin d'orage est nécessaire afin de ne pas perturber le fonctionnement de la station ».</p>
Circulaire du 10 juin 1976	<p>Chapitre II-§ 2.3 – Eaux pluviales :</p> <p>« La création de bassins d'orage en système unitaire permet de réduire les dimensions du réseau et améliore les performances globales de l'épuration. Toutefois, il convient de rappeler qu'il est nécessaire de prévoir un entretien régulier de tels dispositifs afin de pallier les nuisances sanitaires ou esthétiques éventuelles ».</p> <p>Chapitre IV-§ 1 – Emissaires d'évacuation :</p> <p>Cf. Circulaire du 7 juillet 1970, le terme « réservoirs » étant remplacé par « déversoirs ».</p>	<p>Chapitre II-§ 2.3 – Eaux pluviales :</p> <p>« L'apport de pollution entraînée par les seules eaux pluviales peut ne pas être négligeable, surtout en début d'orage. Il est parfois utile de prévoir la mise en place immédiate ou future de dispositifs appropriés d'épuration de ces eaux pluviales, de façon à éviter en particulier des rejets trop importants de sables, de matières décantables ou de flottants dans le milieu naturel ou, parfois, d'hydrocarbures ».</p> <p>Chapitre IV-§ 1 – Emissaires d'évacuation :</p> <p>Cf. Circulaire du 7 juillet 1970.</p>
Circulaire du 4 novembre 1980	<p>Chapitre I-I-B – Débit</p> <p>« [...] Dans le cas des réseaux unitaires, une certaine limitation du débit instantané rejeté en période pluvieuse peut être obtenue en utilisant par exemple des bassins d'accumulation dont le contenu est introduit progressivement dans la station d'épuration à la fin de l'épisode pluvieux. La mise en place de tels bassins peut également, lorsque le milieu récepteur l'exige, contribuer à réduire les flux de matières polluantes rejetées ».</p>	/

Sur un plan plus technique, bien que l'**Instruction technique de 1977** relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations axe son discours sur les bassins de retenue des eaux pluviales strictes (Ministère de l'Intérieur et al., 1977), elle rappelle également que la construction de systèmes d'assainissement unitaires, recommandés lorsque la population est dense et les dénivellations assez marquées, « peut nécessiter la construction de bassins d'orage à la station », ce qu'elle encourage par ailleurs (Encadré 1-A).

Encadré 1-A : Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (INT 77.284).

Chapitre 5 – Conditions d'établissement des réseaux. 5.1 – Système unitaire

« On doit rappeler également que l'**installation d'un bassin d'orage à l'amont de la station d'épuration** est une pratique souvent recommandable. Un tel bassin répond à deux objectifs : ou bien il sert de bassin de décantation complémentaire avec rejet des eaux dans le milieu naturel ou bien il permet d'étaler dans le temps le traitement des eaux d'orage les plus chargées.

Son calcul repose donc d'une part sur le débit apporté par l'émissaire qui, dans ce cas, peut dépasser largement trois fois le débit de temps sec, et d'autre part sur le volume qu'il est possible de stocker et d'admettre ultérieurement sur la station. Il doit tenir compte des exigences du milieu naturel, aussi bien au niveau des déversoirs d'orage qu'à l'aval de la station d'épuration ainsi que de l'importance respective des débits d'eaux usées et pluviales ».

1.1.2 Prise en compte progressive de la qualité des milieux aquatiques

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 des eaux usées, puis sur le maintien ou l'amélioration de leurs performances, la considération des **pollutions véhiculées par les surverses unitaires** par temps de pluie n'a réellement fait son chemin qu'à partir du début des années 1970, ces dernières étant notamment présentées comme susceptibles de compromettre les efforts de gestion des effluents par temps sec (Dubois, 1969). Ce sera également le cas des **rejets pluviaux stricts** quelques années plus tard (Ranchet et Ruperd, 1982). Constat est fait que les normes de rejet des stations d'épuration dans le milieu récepteur ne seraient pas respectées « *par les rejets des égouts pluviaux séparatifs, ni par les rejets des déversoirs d'orage²* » (AFB Seine-Normandie, 1980). Cet état de fait était suggéré par les Circulaires des années 1970 (Tableau 1), sans que de recommandations techniques ne soient encore définies.

En France comme à l'international, cette prise de conscience a contribué à des changements de paradigme en matière d'assainissement, au même titre que l'urbanisation croissante et les évolutions démographiques des années 1960-1970. Démonstration est faite qu'il « *n'est pas possible, du point de vue économique, d'obtenir une réduction satisfaisante de [la] fréquence [des déversements] en augmentant la capacité des collecteurs d'interception* » (Dubois, 1969). A la fin des années 1970, le **développement des ouvrages permettant le stockage total ou partiel des eaux collectées en excès** par un réseau d'assainissement unitaire ou séparatif pluvial peut ainsi être envisagé afin de contrôler les débits et les rendre compatibles aussi bien avec « *la capacité du collecteur et de la station [qu'] avec le débit et le pouvoir épurateur du cours d'eau récepteur* » (AFB Seine-Normandie, 1980). Ainsi, les bassins d'orage sont considérés par certains ingénieurs comme un « *remède* » à la pollution des émissaires par les déversements d'orage des réseaux unitaires (Carré, 1975). Par exemple, dans le département du Bas-Rhin, sous l'impulsion des services de l'État, les principes issus des **préconisations édictées par l'association allemande des techniciens de l'assainissement** (ATV, 1977) furent mis en œuvre dès le début des années 1980. Les bassins construits visaient à la fois à stocker les surverses de déversoirs afin de limiter la pollution rejetée dans le milieu naturel ainsi que les volumes d'eaux parasites en provenance de la nappe d'Alsace et drainés dans les réseaux d'assainissement non étanches (Roche, 1975; Giersch, 1984). Ces préconisations furent reprises à l'échelle du bassin Rhin-Meuse par l'Agence financière de bassin qui les inscrit dans les cahiers des charges des études diagnostics et contribua par la suite à l'implantation de ces ouvrages au travers de sa politique de subventions (Hebert, 1998).

Le recours à des bassins de stockage pour la préservation de la qualité du milieu récepteur, mais également de ses usages, s'illustre particulièrement dans les **zones littorales**. A partir de 1990, la notion de fréquence de débordement est utilisée pour les ouvrages situés dans ces zones pour lesquelles la qualité bactériologique des eaux de baignade est particulièrement sensible aux rejets urbains. En complément des règles de dilution dans le milieu, la limitation des débits de pointe en différents points du réseau permet de réduire la **fréquence des déversements annuels**, comme en Allemagne ou en Hollande (Valiron et Affholder, 1996)³. Le raisonnement se faisait sur le principe des normes dites « *impératives* » avec 95% des analyses bactériologiques qui devaient être inférieures à certains seuils⁴. Sur le même principe, la conception et le dimensionnement des bassins devaient donc assurer l'absence de déversement pour 95 % des pluies, comme par exemple à Saint-Malo (Dussart, 2008).

Ainsi, à la fin des années 1980, les **motivations** pour le recours aux bassins d'orage sur réseaux d'assainissement unitaires apparaissent variées et **de l'initiative de différents acteurs** : prescriptions à l'échelle des Départements pour la protection de milieux sensibles, protection de la vie piscicole des cours d'eau exutoires, développement des études diagnostic réalisées par les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, forme de solidarité amont-aval dans le développement des réseaux d'assainissement intercommunaux... (FNDAE et al., 1988). Ceci révélait des « *approches fondamentalement différentes quant à l'utilisation des bassins d'orage, d'une région à l'autre* », ainsi que l'absence à ce stade d'analyse globale des systèmes d'assainissement pour optimiser le recours aux bassins de stockage.

² A cette période les rejets d'eaux pluviales, et certains déversements de pollution avant épuration inférieurs à un nombre donné d'habitants réels ou équivalents, sont exemptés de la formalité d'autorisation prévue par la Loi sur l'eau du 16 décembre 1964 (Art. 2 et 3 de l'Arrêté du 13 mai 1975 relatif aux conditions dans lesquelles certains déversements, jets et dépôts de nocivité négligeable sont exemptés de l'autorisation prévue par le décret n°73-218 du 23 février 1973 (abrogé en 1993)).

³ Chapitre 6 – La réglementation des rejets des déversoirs.

⁴ Référence aux objectifs de qualité bactériologique des eaux de baignade (cf. Annexe de la directive 76/160/CEE).

1.1.3 Cas de la lutte contre les inondations par débordements de réseaux

Il est important de rappeler que l'objectif de **protection contre les inondations par débordement de réseaux**, avec la maîtrise des apports hydrauliques aux stations d'épuration et la protection des milieux aquatiques, sont les trois grands objectifs qui ont pu motiver la construction de bassins de stockage sur les réseaux d'assainissement. Les premiers bassins se sont développés dans les **secteurs sensibles à l'urbanisation et à l'accroissement de l'imperméabilisation des sols**. A ce titre, deux territoires sont particulièrement emblématiques de ces ouvrages dans les années 1970 : le District Urbain de Nancy et le Département de la Seine-Saint-Denis. Sur l'agglomération nancéenne, une géographie typique en « *cuvette* » est un facteur aggravant du ruissellement et est à l'origine du développement d'un important parc de bassins de rétention, initié suite à d'importantes inondations à la fin des années 1960 et au début des années 1970 (NanCIE, 1993). Avec l'appui des élus, le District entre dans une ère de grands travaux hydrauliques qui consistera notamment en la construction de bassins de stockage de tailles conséquentes, sur réseaux unitaires puis séparatifs. Dans le contexte de la Seine-Saint-Denis, des bassins de retenue sont également construits dès les années 1970. Ces derniers se situent sur réseaux pluviaux mais également unitaires dans les zones plus anciennes afin de lutter contre les inondations et de réduire les déversements d'eaux non traitées vers le milieu naturel (Breuil et Browne, 2008).

La **rétention des eaux pluviales sur réseaux séparatifs** visant la prévention des inondations sera évoquée pour la première fois de manière officielle dans l'**Instruction technique de 1977**, en tant qu'alternative efficace au redimensionnement des réseaux de collecte situés en aval des zones de construction nouvelles (Ministère de l'Intérieur et al., 1977). Il s'agit d'une approche plus préventive que curative sur les réseaux pluviaux existants, à l'aube du développement des « *techniques compensatoires* » ou « *techniques alternatives aux réseaux* » (noues, tranchées, chaussées à structure réservoir...). Ces bassins, qualifiés parfois de « *bassins de retenue* », peuvent être secs ou en eau, enterrés ou à ciel ouvert pour une meilleure intégration dans l'aménagement (STU, 1989). Ils feront l'objet d'un référentiel technique dédié avec le soutien des Agences de l'eau (STU, 1994). Les bassins de retenue vont devenir partie intégrante des choix de gestion des eaux pluviales de nombreuses collectivités. Plus largement, que ce soit sur réseaux unitaires ou séparatifs, apparait le concept d'ouvrages qualifiés de « *double fonction* ». Ceux-ci visent à la fois à intercepter des volumes de ruissellement importants en milieu urbain (pour réduire les risques d'inondation) et à retenir une partie des pollutions véhiculées pour contribuer à la protection du milieu naturel dans les secteurs fragiles (FNDAE et al., 1988).

1.2 Prise en compte du temps de pluie dans l'assainissement des agglomérations à partir des années 1990

1.2.1 Surverses des réseaux unitaires et objectifs de moyens définis par la Directive Eaux Résiduaires Urbaines

Depuis 40 ans, et parallèlement aux évolutions de la conception de l'assainissement en France, l'Union européenne a cherché à établir une politique communautaire de l'eau. Ne portant à l'origine que sur des aspects strictement sanitaires (eaux potable, baignade, conchyliculture)⁵, les champs d'action de cette politique commune se sont progressivement élargis à la protection de la ressource en eau, à la lutte contre les pollutions et à la préservation des milieux aquatiques⁶. Le séminaire des ministres de l'environnement sur l'eau de Francfort en juin 1988 soulignait les problèmes spécifiques dont différentes régions de l'Union faisaient l'objet, et réaffirma notamment la nécessité d'adopter une législation communautaire concernant le traitement des eaux usées. L'adoption de la **Directive 91/271/CEE sur les eaux résiduaires urbaines** (DERU) a ainsi imposé aux États membres d'équiper leurs agglomérations de systèmes de collecte et de traitement des eaux résiduaires. Les eaux urbaines résiduaires y sont définies comme étant « *les eaux ménagères usées ou le mélange des eaux ménagères usées avec des eaux industrielles usées et/ou des eaux de ruissellement* » (Art. 2). Les eaux de ruissellement en tant que telles ne sont donc pas soumises aux obligations de traitement de la DERU, excepté dans le cas où celles-ci sont collectées par les systèmes unitaires et mélangées aux eaux usées.

⁵ Respectivement Directive 75/440/CEE (abrogée par la Directive 2000/60/CE dite Cadre sur l'Eau), Directive 76/160/CEE (modifiée par la Directive 91/692/CEE), Directive 79/923/CEE (remplacée par la Directive 2006/113/CE).

⁶ Par exemple, Directive 80/68/CEE sur les eaux souterraines (remplacée par la Directive 2006/118/CE, modifiée par la Directive 2014/80/UE).

La Directive conçoit cependant que l'importance et la variabilité des débits et des volumes en temps de pluie ne permettent pas d'envisager le traitement de tous les effluents collectés, notamment pour des raisons économiques (Encadré 1-B). Elle laisse le soin aux États membres de **définir les conditions pluviométriques** au-delà desquelles les objectifs de collecte et de traitement (traitement secondaire) peuvent ne plus être respectés. Pour les collectivités, la définition des objectifs de gestion des rejets urbains de temps de pluie, essentiellement sur réseaux unitaires, tendra donc désormais à s'exprimer également par le **respect des exigences de rejet réglementaire de temps sec pour les pluies non exceptionnelles** (Chocat, 1997)⁷.

Encadré 1-B : Directive n° 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.

Annexe 1 – Prescriptions relatives aux eaux urbaines résiduaires.

A. Systèmes de collecte

« La conception, la construction et l'entretien des systèmes de collecte sont entrepris sur la base des connaissances techniques les plus avancées, sans entraîner des coûts excessifs, notamment en ce qui concerne :

- le volume et les caractéristiques des eaux urbaines résiduaires,
- la prévention des fuites,
- la limitation de la pollution des eaux réceptrices résultant des surcharges dues aux pluies d'orage ».

Concernant les pollutions liées aux **surverses de réseaux unitaires**, la Directive renvoie également aux réglementations nationales, dans son Annexe 1, le soin de fixer « les mesures à prendre pour limiter la pollution résultant des surcharges dues aux pluies d'orage », indiquant que celles-ci « pourraient se fonder sur les taux de dilution ou sur la capacité par rapport au débit de temps sec », ou encore sur « un nombre acceptable de surcharges chaque année ».

La Directive ERU a été transposée en droit français par la **Loi sur l'eau du 3 janvier 1992**. Les mesures à prendre pour limiter les surcharges dues aux pluies d'orage sont de la responsabilité des collectivités. En effet, l'Article 35 de la directive, codifié dans l'Article L2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales, prévoyait que les communes ou leurs établissements publics délimitent « [...] 3° les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ; 4° les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, autant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement **lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement** ». Les mesures prises par les collectivités peuvent être de natures différentes et concerner des travaux lourds, autant sur stations de traitement que sur système de collecte⁸.

1.2.2 Le déploiement de démarches globales à l'échelle des systèmes d'assainissement

Les choix faits par la France pour transposer la DERU se sont traduits par deux **Arrêtés ministériels du 22 décembre 1994**⁹. Les « bassins de rétention » et « stockages en réseau » sont identifiés parmi les dispositions alternatives pouvant être mises en œuvre par la commune de manière à « *minimiser la quantité totale de matières polluantes déversée par le système d'assainissement, dans tous les modes de fonctionnement* ». L'**Arrêté du 22 juin 2007**, issu de la révision des arrêtés de 1994, référence également les ouvrages de type « bassins d'orage » sur réseaux unitaires, en définissant par ailleurs des premières exigences techniques réglementaires pour leur réalisation sur réseau (Art. 5) ou en tête de station (Art. 9) (Encadré 1-C).

⁷ Article Impact des rejets sur les milieux aquatiques.

⁸ Par ailleurs, rappelons que les dispositions prises en application de la Loi sur l'eau de 1992 permettent d'encadrer plus précisément les rejets en provenance de déversoirs d'orage et, surtout, les rejets d'eaux pluviales (Décret n° 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration (abrogé en 2007)).

⁹ Dans l'Arrêté du 22 décembre 1994 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées (abrogé), cela se traduit par la nécessité pour la collectivité, lors d'une demande d'autorisation de rejet, de présenter les « *mesures prises pour limiter le flux d'eaux pluviales véhiculés par les systèmes de collecte unitaires* ».

Encadré 1-C : 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 efficacité¹⁰.

Art. 5 : « [...] Les **bassins d'orage éventuels**, exception faite des bassins assurant également le rôle d'infiltration, doivent être étanches. Ils doivent être conçus de façon à faciliter leur nettoyage et la prévention des odeurs lors des vidanges. Celles-ci doivent être réalisables en vingt-quatre heures maximum ».

Art. 9 : « [...] Les **bassins d'orage réalisés dans l'enceinte de la station** doivent être étanches et conçus de façon à faciliter leur nettoyage et la prévention des odeurs lors des vidanges. Celles-ci doivent être réalisables en 24 heures maximum ».

Afin de favoriser le développement d'approches globales sur les systèmes d'assainissement, le **Décret du 3 juin 1994** introduit le principe de la programmation de l'assainissement, la **Circulaire du 12 mai 1995** relative à l'assainissement des eaux usées urbaines (Ministère de l'Environnement, 1995), à destination première des services de l'État chargés de la police de l'eau, propose une approche progressive d'un point de vue technique, tenant compte des capacités de financement des communes ainsi que d'une évaluation adaptée à chaque contexte local (Deneuvy, 1995). Cette Circulaire approfondit le principe des **études diagnostic** pour la définition des **programmes d'assainissement des collectivités**. Le cadre existant de ces études, visant initialement la recherche des dysfonctionnements de temps sec, est élargi à l'analyse des rejets de temps de pluie. Les conclusions aident aux choix des mesures à prendre, avec une première priorisation définie par la Circulaire, en proposant seulement dans un second temps le recours aux bassins de stockage (Encadré 1-D).

Encadré 1-D : Circulaire du 12 mai 1995 relative à l'assainissement des eaux usées urbaines.

1.4 – Le programme d'assainissement de l'agglomération

1.4.3 – Prise en compte des eaux pluviales dans les réseaux unitaires

« L'étude du fonctionnement du système d'assainissement (réseau et station) en période de temps de pluie doit aboutir à la détermination d'hypothèses quant à la valeur de la pluie de référence qui sera choisie finalement par le maître d'ouvrage à l'issue de l'étude diagnostic. A partir de ces hypothèses seront réalisées des simulations de modifications ou de créations de déversoirs d'orages **et de constructions de bassins de rétention** (localisations, dimensionnements, caractéristiques de fonctionnement aux débits de référence) et de leurs impacts prévisibles sur la qualité du milieu naturel. [...] »

Il paraît dangereux de vouloir définir un programme type d'investissements à mettre en place dans toutes les agglomérations. Dans ce contexte, la démarche générale consiste :

1. A réaliser dès que possible les ouvrages et équipements qui s'imposent de manière évidente (pour mémoire, suppression de rejets directs de temps sec ; réglage des déversoirs ; mise à niveau de la station d'épuration ; mise en œuvre d'une politique de limitation des débits de ruissellement par une maîtrise de l'urbanisation ou la mise en place de techniques alternatives).

2. [...]

3. Au terme de cette analyse, et dans une seconde étape, à déterminer **les équipements de stockage à installer pour prendre en compte les pluies de faible fréquence de retour** (de l'ordre en général de la pluie mensuelle). Cette seconde étape doit être appréciée en dehors du calendrier prévu par la directive.

4. Après mesure des résultats obtenus et poursuite de la mise en observation, élaboration d'une stratégie plus ambitieuse, la priorité de réalisation étant établie en fonction du coût de l'unité de pollution éliminée correspondant à chaque équipement ou ouvrage (ratio coût/efficacité vis-à-vis du milieu récepteur)».

1.2.3 Une évolution des approches méthodologiques suite à la Directive Cadre sur l'Eau de 2000

La **Directive 2000/60/CE** établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE), transposée en droit français par la Loi du 21 avril 2004, demandait aux États membres l'atteinte de l'objectif de bon état des masses d'eau d'ici à fin 2015, avec des reports possibles sur 2021 et 2027. Conscient que des efforts sur les systèmes d'assainissement seraient nécessaires à l'atteinte de ces objectifs, l'État français a engagé des réformes institutionnelles, notamment vis-à-vis des Agences de l'eau avec la simplification du système de redevances (Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 (LEMA)) et des collectivités (communes et leurs groupements) qui se sont vu confier des compétences accrues en matière d'assainissement (contrôle des dispositifs d'assainissement non collectifs et des déversements dans les système de collecte,

¹⁰ Abrogé par l'arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif.

possibilité donnée aux communes d'instituer une taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines¹¹ pour dégager des ressources financières dédiées à la gestion du pluvial).

Depuis une dizaine d'années, les objectifs de résultat de la DCE doivent donc être pris en compte dans les diagnostics et dans l'élaboration des stratégies d'assainissement des collectivités. Ils s'ajoutent aux obligations de moyens (traitement secondaire) et de résultat (qualité des rejets) déjà définies par la DERU. Pour l'assainissement par temps sec, la DCE peut donc générer des exigences complémentaires motivées par la qualité actuelle des milieux récepteurs et leurs usages, ce qui a conduit à la disparition des cartes départementales d'objectifs de qualité des eaux. On assiste aujourd'hui, pour le temps de pluie, à une confrontation entre, d'un côté, l'état des masses d'eau qui doit être considéré comme acceptable et, de l'autre, la maîtrise des rejets urbains par temps de pluie, le tout devant rester dans des gammes de coûts acceptables. Tout cela a donc conduit à **une adaptation des méthodologies d'études et de diagnostic**. L'approche actuelle consiste soit à quantifier la part de l'assainissement urbain dans la dégradation des milieux aquatiques, soit à définir des objectifs de rejets pour les agglomérations permettant d'atteindre les objectifs de préservation ou d'amélioration de la qualité des masses d'eau (Certu et MEDD, 2003).

Dans ce contexte, le référentiel *La Ville et son assainissement* propose une hiérarchisation des objectifs de performances des systèmes d'assainissement en fonction de cinq **niveaux de service**, associés à des conditions météorologiques différentes (Tableau 2).

Tableau 2 : Niveaux de service d'un système d'assainissement (adapté de Certu et MEDDE, 2003)

Niveaux de service	Conditions météorologiques	Objectifs
N0	<i>Temps sec</i>	Tous les ouvrages de traitement fonctionnent avec leur rendement nominal.
N1	<i>Pluies faibles</i>	Maintien des performances des ouvrages de traitement. Pas de rejets d'eaux résiduaires non traitées par les déversoirs d'orage. Pas de mise en charge des réseaux (tous les effluents sont traités avant rejet).
N2	<i>Pluies moyennes</i>	Pas de dysfonctionnement hydraulique du système d'assainissement autre que des mises en charge localisées sans débordement. Surverses acceptées par les déversoirs d'orage, ainsi qu'une baisse des performances des ouvrages de traitement. L'impact sur le milieu doit rester limité et contrôlé.
N3	<i>Pluies fortes</i>	Débordements localisés et limités dans le temps sur les espaces publics. Plus de contrôle des rejets par les déversoirs d'orage et acceptation d'un risque de détérioration sensible de la qualité du milieu récepteur. La priorité est à la gestion du risque d'inondation, la préservation de la qualité du milieu à moyen terme peut être conservée comme objectif secondaire.
N4	<i>Pluies exceptionnelles</i>	Débordement généralisé des réseaux d'assainissement susceptible de provoquer des dégâts économiques sérieux. Abandon de tous les objectifs sur la qualité des milieux, la seule priorité est d'éviter les dommages aux personnes.

Les objectifs de performances des ouvrages constitutifs des systèmes d'assainissement peuvent également être positionnés par rapport à ces niveaux de service, à l'image des bassins de stockage (Aires et al., 2008). Il est à noter qu'un même ouvrage peut répondre à plusieurs de ces niveaux de services, même s'il est parfois difficile de faire la distinction entre eux dans la mesure où aucune période de retour n'y est associée. Le niveau de protection, en termes de période de retour, et les objectifs dépendront donc essentiellement des enjeux auxquels l'ouvrage tente de répondre. Par exemple, une « pluie faible » (niveau N1) pourra dans certains cas être fixée à la pluie de période de retour 2 semaines (avec pour objectif de ne pas déverser plus de 20 fois par an afin de répondre aux exigences de l'arrêté du 21 juillet 2015), ou bien à la pluie bisannuelle si les enjeux sont très élevés (ex : zone de baignade).

¹¹ Supprimée dans le cadre de la Loi de finances 2015.

1.3 Etudes existantes et opportunité d'un état de l'art national sur les ouvrages de stockage sur réseaux d'assainissement unitaires

1.3.1 Plusieurs études réalisées, pour la plupart à l'initiative des Agences de l'eau

Faisant suite à plusieurs programmes de recherche en hydrologie urbaine, lancés dans les années 1970 et qui ont conduit à la publication de l'Instruction technique de 1977, plusieurs Agences de l'eau se sont mobilisées sur la question de la gestion des réseaux d'assainissement par temps de pluie. Les Agence de l'eau Artois-Picardie et Seine-Normandie notamment se sont attelées très tôt à la réduction des rejets urbains par temps de pluie, réalisant plusieurs études sur le sujet¹² et participant aux groupes de travail nationaux sur la question. Un **premier état des connaissances sur les bassins de stockage sur systèmes d'assainissement unitaires** a été publié en 1988 avec le soutien des Agences de l'eau, sur la base d'une étude confiée à un prestataire (FNDAE et al., 1988). Basé sur les connaissances accumulées notamment durant les années 1980, il incitera les Agences de l'eau à créer une ligne de programme dédiée à l'accompagnement financier des travaux permettant de réduire l'impact des rejets urbains par temps de pluie. En plus de donner une première idée du nombre d'ouvrages en France¹³, ce document relève des insuffisances au niveau de la conception des ouvrages ainsi que des problèmes d'exploitation liés à ces insuffisances et à un manque d'information des exploitants. En l'absence de préconisations techniques, notamment dans l'Instruction technique de 1977, ce premier recueil propose des éléments de méthode sur la prise en compte des bassins dans les démarches générales des schémas d'assainissement. Y figurent également des informations utiles à la conception (alimentation et vidange des bassins, automatisation, choix des matériaux...), au dimensionnement des ouvrages, ainsi que des recommandations pragmatiques pour leur exploitation (nettoyage, sécurité, formation des personnels). Il propose aussi une sensibilisation à la question des coûts pour lesquels des évaluations sont données. Le **manque d'informations chiffrées sur l'efficacité des bassins** au regard du fonctionnement global du système d'assainissement apparaît être l'une des principales lacunes relevées par l'étude.

De par leur champ d'intervention, les Agences de l'eau ont été amenées à soutenir, ou à produire, d'autres études en lien plus ou moins direct avec les bassins d'orage. Chaque Agence a développé et priorisé ses interventions sur les rejets unitaires de temps de pluie au regard du contexte propre de son bassin hydrographique (Encadré 1-E¹⁴).

Encadré 1-E : Exemples de prise en compte de la gestion de temps de pluie dans les programmes d'intervention des Agences de l'eau à partir des années 1980.

L'**Agence de l'eau Seine-Normandie**, sensibilisée aux conséquences des rejets de l'agglomération parisienne sur la Seine, soutient dès la fin des années 1970 des programmes de recherche sur la connaissance des pollutions de temps de pluie (programmes du Plan Urbain). Elle s'investit au début des années 1990 dans le développement d'outils de modélisation et d'évaluation de la pollution rejetée (logiciels FLUPOL, KALPLAN, KALITO).

Sur un bassin hydrographique à forte dominante unitaire, l'**Agence de l'eau Rhin-Meuse** intègre très tôt la nécessité de mettre en œuvre des bassins d'orage, suivant les préconisations allemandes (ATV), et a par la suite développé dans le cadre du groupe de travail « Eaux résiduaire urbaines » sa propre méthode de dimensionnement des systèmes d'assainissement par temps de pluie (Pastant et Salleron, 1994 ; Agence de l'eau Rhin-Meuse, 1997).

L'**Agence de l'eau Adour-Garonne** commandite pour sa part dans les années 1990 une étude visant à apprécier l'impact potentiel des rejets de temps de pluie de chacune des principales agglomérations de son bassin (Hebert, 1998), mais conclut à ce stade à de faibles enjeux. Ce constat s'explique en grande partie à l'époque par la forte proportion de communes rurales sur le bassin.

¹² Par exemple : *Etude des moyens de lutte contre la pollution des rivières due aux rejets pluviaux et surverses d'orage*, Agence financière de bassin Seine-Normandie (1980), ou *Le traitement des eaux pluviales : Aperçu des expériences réalisées aux USA*, Agence de bassin Artois-Picardie (1977)

¹³ Un chiffre de 200 ouvrages avait été présenté. Ce point sera évoqué dans la Partie 2 de cet état de l'art.

¹⁴ Cet encadré est en grande partie alimenté par le recueil d'informations réalisé dans l'étude Coûts et modalités de financement de la gestion des eaux pluviales en France (Cerema et al., à paraître). Un choix de renvoi adéquat est à définir avec les auteurs.

Au contraire, à cette même période, l'**Agence de l'eau Artois-Picardie** constate que l'amélioration progressive du fonctionnement général des systèmes d'assainissement par temps sec est masquée par les fréquentes dégradations de la qualité des milieux par temps de pluie. Cela est d'autant plus sensible que le bassin hydrographique Artois-Picardie est relativement plat, parcouru de nombreux cours d'eau à faibles débits, et soumis à une forte pression démographique.

L'**Agence de l'eau Loire-Bretagne** fait dans un premier temps le choix de soutenir des projets expérimentaux de collectivités dans le cadre du groupe de travail « Métrologie des réseaux » de 1994 à 2001. Elle anime un groupe de réflexion pour le développement du logiciel MINAUTOR pour l'exploitation, la validation et la synthèse des données d'autosurveillance des réseaux (Joannis et al., 2001).

L'**Agence Rhône-Méditerranée et Corse** quant à elle a soutenu à partir de la fin des années 1990 la réalisation de schémas directeurs d'assainissement comprenant un volet spécifique sur l'optimisation des systèmes d'assainissement existants, notamment par temps de pluie. Ce positionnement est motivé en particulier par des enjeux importants sur la façade littorale du bassin hydrographique (baignade notamment).

Depuis le 6^{èmes} programme d'intervention des agences, les bassins de stockage sur réseaux unitaires font partie des travaux aidés (Cerema, à paraître). Le IV^{ème} programme d'études Inter-Agences (1992-1998) a vu ses thèmes relatifs aux réseaux d'assainissement s'enrichir du sujet de la dépollution des eaux par temps de pluie. A l'aune des 7^{èmes} programmes d'intervention, **un premier bilan a été mené sur les bassins d'orage sur réseaux unitaires** pour dégager des éléments de coût et des recommandations à l'attention des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et concepteurs. La mission a été confiée à un prestataire extérieur (Sépia/SIEE, 1998). Les recommandations issues de l'analyse d'un échantillon de 29 ouvrages de stockage, situés sur réseaux unitaires comme en tête de station, échantillon couvrant l'ensemble du territoire national, portait sur leur insertion dans le système d'assainissement, leur conception et leur dimensionnement. Le rapport présente également des éléments de coût forfaitaires d'investissement, et souligne la **difficulté d'individualiser les coûts d'exploitation**. Cette étude s'est appuyée en partie sur une étude réalisée pour le compte de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne en 1997, qui portait plus largement sur les bassins de rétention, quelque soit le type d'effluents retenu : eaux usées, eaux résiduaires urbaines, eaux pluviales strictes. Elle met à disposition une soixantaine de fiches descriptives détaillées. Cette étude pointait déjà la **nécessité de clarifier les dénominations des différents types d'ouvrages**.

Si près de la moitié des bassins considérés font l'objet d'un « suivi », seuls les temps de pompage sont référencés dans le meilleur des cas, ce qui n'est évidemment pas suffisant pour pouvoir juger de la performance des ouvrages au vue de leur utilisation (BCEOM, 1997a). Sur les 31 bassins étudiés plus en détail, dont une majorité en tête de station, l'étude met notamment en évidence (BCEOM, 1997b) :

- sur la démarche générale : l'intérêt de délocaliser les bassins sur les systèmes de collecte, voire dans certains cas d'éviter d'y recourir en étudiant un meilleur étalement des capacités de pompage en tête de station ;
- sur la conception : des choix à éviter (régulation en canard, absence de pré-traitement ou d'équipements annexes) et une inadaptation des anciens ouvrages de stations d'épuration réutilisés en tant que bassins d'orage¹⁵ ;
- sur l'exploitation : de très rares problèmes d'odeurs ou de nuisances mais une inadaptation des débits de pompage dans de nombreux ouvrages et des dysfonctionnements conduisant à des déversements bruts alors que le bassin n'est pas totalement rempli. L'étude réaffirme également l'intérêt d'une vidange continue assurée par pompage, notamment lorsque le bassin se situe en série de la filière d'épuration ;
- sur le suivi : l'absence régulière de métrologie et de données qualitatives pour évaluer les performances des ouvrages¹⁶.

Ces conclusions sont synthétisées sous forme de recommandations (BCEOM, 1997c).

Plus récemment, au cours de son 7^{ème} programme d'intervention, l'Agence de l'eau Artois-Picardie a cherché à élaborer une **stratégie technique et financière de soutien des actions** visant à lutter contre les pollutions liées au temps de pluie (à savoir les surverses des réseaux d'assainissement unitaires, ainsi que les rejets pluviaux stricts). L'étude a conclu que les bassins de stockage retiennent toujours un peu de matières polluantes. Toutefois, une gestion optimisée permettrait d'améliorer la protection du milieu naturel par temps de pluie (Miot, 1999). De même, l'Agence de l'eau Seine-Normandie constate sur son bassin hydrographique que la mise en place de bassins de stockage-laminage suivie d'un traitement en stations d'épuration a représenté la majeure partie des actions

¹⁵ Les conclusions du recueil du FNDAE de 1988 étaient moins tranchées sur ce point.

¹⁶ Conclusions concordantes avec (FNDAE et al., 1988).

engagées par les collectivités en matière de rejets urbains de temps de pluie. A l'aube de son 9^{ème} programme d'intervention, guidée par les objectifs de mise en conformité des derniers systèmes d'assainissement au titre de la DERU et d'atteinte du bon état des masses d'eau au titre de la DCE, l'Agence engage une démarche pour « réexaminer l'effort technique et financier consenti ces dernières années par les collectivités dans ce domaine, avec le soutien de l'Agence » (Jestin et al., 2009). Un échantillon de 27 bassins enterrés est étudié plus en détails sur les volets techniques et financiers. L'étude témoigne d'une **grande disparité de conception et de gestion des ouvrages dictée en grande partie par le choix de(s) objectif(s) assigné(s) à l'ouvrage.**

Les études et recherches portent également sur une meilleure connaissance des performances épuratoires des bassins de stockage initialement conçus pour limiter les apports hydrauliques en stations de traitement des eaux usées par temps de pluie ou lutter contre les débordements de réseaux mais présentant, *a posteriori*, des potentialités intéressantes de dépollution des effluents (Aires et al., 2003). Plus généralement, deux colloques techniques ont permis de partager les expériences des collectivités et les avancées de la recherche en 2004 et 2008 (congrès ASTEE-SHF).

1.3.2 Vers une actualisation des connaissances sur les bassins de stockage sur réseaux unitaires

Les référentiels et études cités dans la première partie de cet état de l'art rendent compte d'une littérature a priori abondante sur les bassins de stockage sur système de collecte (unitaire ou pluvial). La diversité de ces ouvrages en termes de dénominations, d'implantations sur les systèmes d'assainissement et d'objectifs assignés avait été mise en lumière à la fin des années 1990 et suggérait déjà la nécessité de clarifier les dénominations et la typologie. Une telle classification ne semble pas faire référence à ce jour. Elle nécessite, pour être pleinement opérationnelle, de clarifier les fonctions assurées par les ouvrages pour différentes conditions pluviométriques (pluies faibles à fortes), ces fonctions orientant alors directement la conception et les critères de dimensionnement des ouvrages.

L'importance du choix de ces critères trouve aujourd'hui un écho en appui de l'interprétation des objectifs de moyens et de résultats prévus par la Directive européenne Eaux Résiduaire Urbaines (DERU) et la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) qui entre dans son second cycle (2015-2021). Suite à la condamnation du Royaume-Uni en 2012 pour des surverses directes de déversoirs d'orage de deux agglomérations, l'argumentaire qui tendait à admettre que des rejets pourraient avoir lieu dans des masses d'eau pour des pluies non exceptionnelles, dès lors que celles-ci ne sont pas déclassées, n'a pas été retenu par la juridiction européenne¹⁷. L'introduction par la France du recours prioritaire aux techniques alternatives et à la gestion à la source des eaux pluviales en application de l'arrêté du 21 juillet 2015 et ses textes d'accompagnement (qui fixent aussi de nouveaux objectifs de performance pour les systèmes de collecte des eaux usées) a également redéfini le contexte dans lequel les bassins de stockage sur réseaux unitaires peuvent être utilisés. Une **synthèse des connaissances techniques et financières** relatives à ces ouvrages fait donc sens, notamment dans la mesure où ceux-ci sont fortement subventionnés par de l'argent public depuis le début des années 1990, et dans une logique d'optimisation des aides (coûts-efficacité) et d'accompagnement des collectivités locales pour la définition de leurs programmes de gestion du temps de pluie.

Dans ce cadre, la **deuxième partie de cette étude** propose des éléments de typologie des bassins sur systèmes de collecte unitaires, construite sur la base d'une recherche bibliographique et opérationnelle. Elle permettra également pour nous d'identifier les différents objectifs fonctionnels donnés à ces ouvrages et les processus à l'œuvre pour y parvenir. Cet état des connaissances portera plus spécifiquement sur les méthodes et critères de dimensionnement des ouvrages, leur conception (ce qui inclue les équipements annexes), ainsi que leur exploitation. Une synthèse des éléments de coût sera également effectuée. Les conclusions permettront notamment de préparer les enquêtes auprès de gestionnaires d'ouvrages prévus en phase 2 de cette étude. Enfin, la **troisième partie** présentera une tentative de caractérisation du parc national d'ouvrages sur le territoire national, en explicitant les limites de cet exercice.

¹⁷ Arrêt de la Cour (première chambre) du 18 octobre 2012. Commission européenne contre Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. Manquement d'État - Pollution et nuisances - Traitement des eaux urbaines résiduaires - Directive 91/271/CEE - Articles 3, 4 et 10 - Annexe I, points A et B. Affaire C-301/10.

2 Etat des connaissances sur les « bassins d'orage »

2.1 Typologie, terminologies et classifications

2.1.1 Dénomination des bassins

La distinction des différents objectifs pouvant être remplis par les bassins a vocation à guider le Maître d'Ouvrage dans ses choix de dimensionnement, de conception, voir même d'équipements annexes dont disposeront ces ouvrages. Que ce soit de par leur fonction, leur conception, leur implantation sur le système ou encore de par leur mode de fonctionnement, la grande diversité de ces bassins de stockage en fait une solution technique particulièrement riche. Cela a conduit au cours du temps à diverses dénominations, dans les textes d'application réglementation (cf. Partie 1) mais aussi et surtout sur le terrain dans les référentiels techniques et opérationnels. Bien que le terme de « **bassin d'orage** », retenu dans l'arrêté du 21 juillet 2015, apparaisse récurrent, il n'en est pas moins accompagné d'une **terminologie foisonnante** dans la littérature comme dans le langage technique courant, qui ne permet pas toujours d'identifier ni l'objet ni la (ou les) fonction(s) précise(s) de ces ouvrages.

Par ailleurs, les dénominations peuvent **varier selon les territoires géographiques**. C'est en particulier le cas du terme « *bassin d'orage* »¹⁸ parfois utilisé pour désigner un ouvrage visant un objectif purement hydraulique de lutte contre les inondations, ou alors simplement un bassin implanté sur un système unitaire quelle qu'en soit la(les) fonction(s) tel que défini par FNDAE et al. (1988). Inversement, **un même type d'ouvrages peut être désigné par des appellations différentes** : bassin d'orage (FNDAE et al., 1988), bassin tampon (Chocat, 1997; Bertrand-Krajewski, 1992), bassin de stockage-laminage (Valiron et Tabuchi, 1992), bassin de pollution (Pastant et Salleron, 1994), ...

Par ailleurs, certaines dénominations ont des significations plus claires que d'autres dans la mesure où elles font **référence à une caractéristique fonctionnelle précise** (ex : bassin de stockage-décantation). D'autres dénominations s'appuient quant à elles sur une **référence à une caractéristique technique** et ce quel que soit l'objectif fonctionnel de l'ouvrage (ex : bassin à connexion latérale, à connexion directe, bassin à ciel ouvert, enterré). Si la différence semble relativement claire entre un « *bassin de dépollution* » et un « *bassin de rétention* », le premier devant protéger le milieu naturel des impacts liés aux rejets urbains par temps de pluie et le second visant à protéger les biens et les personnes des inondations, la distinction devient plus difficile lorsque certains « *bassins de rétention* » assurent également une fonction de dépollution pour de faibles pluies : on parle alors de « *bassins à double fonction* ».

Ces différents constats montrent la nécessité d'avoir des éléments de classification de ces dispositifs, ce qui nous conduit à essayer d'adapter des classifications déjà proposées dans la littérature pour en extraire les éléments structurants.

2.1.2 Classification des bassins

Nous avons pu relever qu'il existait dans la littérature de nombreuses classifications différentes de ces ouvrages (AFB Seine-Normandie, 1980 ; FNDAE et al., 1988 ; STU, 1989 ; Bertrand-Krajewski, 1992 ; Chocat, 1997 ; BCEOM, 1997 ; AERMC, 2008). Alors que les premières se réfèrent plutôt à des caractéristiques techniques des bassins (telles que le mode d'alimentation et de restitution des eaux par exemple), les suivantes s'attachent davantage à différencier les ouvrages selon leurs objectifs et/ou leurs fonctions. Ainsi, dans l'ensemble, trois paramètres de caractérisation semblent récurrents :

- le type d'effluents concerné : eaux mixtes / eaux unitaires, eaux usées, eaux pluviales,
- l'objectif ou la fonction du bassin : dépollution, décantation, protection du milieu naturel, régulation hydraulique, lutte contre les inondations, double fonction, laminage...
- la situation ou l'implantation du bassin sur le système d'assainissement : sur le système de collecte, en amont immédiat de la station de traitement des eaux usées...

¹⁸ La régie Haganis (Metz Métropole) désigne par l'appellation « bassin d'orage » des bassins de grande taille, en eau, à ciel ouvert, et sur réseau strictement pluvial. Les bassins sur réseau unitaires sont désignés par l'appellation « bassin de retenue de pollution »

En nous appuyant sur les définitions proposées par Bertrand-Krajewski (Encadré 2-A), nous proposons **des éléments de classification structurants des bassins sur les systèmes d'assainissement**. Ces éléments concernent également les bassins de stockage sur systèmes séparatifs pluviaux, bien que ces derniers ne fassent pas l'objet de cet état de l'art.

Encadré 2-A : Classification des ouvrages de stockage (d'après Bertrand-Krajewski, 1992)

• BASSINS DE RETENTION OU DE STOCKAGE

Ces bassins visent principalement à limiter les débits vers l'aval par un stockage temporaire des eaux. Ils sont généralement mis en place sur les réseaux séparatifs ou les grands réseaux unitaires pour :

- lutter contre les inondations,
- limiter les débits à l'aval.

Autres termes employés : bassin d'étalement, bassin d'écrêtement, bassin de rétention d'eaux pluviales.

En allemand : *Regenrückhaltebecken* (parfois abusivement traduit par « bassin de pluie », d'où la confusion avec les bassins d'orage).

En anglais : *storage tank, détention tank, detention pond* (pour du séparatif pluvial).

• BASSINS DE DECANTATION

Ces bassins visent prioritairement à intercepter des eaux, dans le but de pouvoir en améliorer la qualité par simple décantation. Les eaux clarifiées sont ensuite renvoyées soit vers le milieu récepteur, soit éventuellement vers une unité de traitement complémentaire. On en rencontre autant sur des réseaux séparatifs, en dérivation ou en série, que sur des réseaux unitaires. Les boues décantées sont ensuite évacuées soit en décharge, soit vers une station de traitement, par pompage direct ou par renvoi au réseau d'eaux usées.

Autres termes employés : bassin de pollution, bassin de sédimentation.

En allemand : *Regenklärbecken* (bassin de rétention-décantation).

• BASSINS DE STOCKAGE-DECANTATION

Ces bassins visent à la fois à limiter les débits vers l'aval et à améliorer la qualité des eaux interceptées par décantation. Il s'agit d'une synthèse (d'une sorte de compromis) entre les deux types précédents. La conception du bassin intègre ainsi les deux fonctions.

• BASSINS TAMPON

Ces bassins installés sur les réseaux unitaires stockent des eaux par temps de pluie en vue de limiter les rejets au milieu récepteur via les déversoirs d'orage. Les eaux stockées sont ensuite renvoyées vers la station d'épuration pour y être traitées. On cherche parfois dans ce cas à éviter, ou à minimiser, la décantation des solides dans le bassin.

Autres termes employés : bassin d'orage, bassin de pollution, bassin d'orage et de pollution, bassin de dépollution, bassin de déversement.

En allemand : *Regenüberlaufbecken* (bassin à déversement d'eaux pluviales, souvent traduit à tort par bassin d'orage).

L'analyse du fonctionnement des bassins et des différentes typologies proposées dans la littérature indique que toutes ces classifications peuvent se structurer autour de deux grandes caractéristiques :

- la fonction : elles même structurées autour de deux fonctions fondamentales que sont :
 - la régulation hydraulique du réseau (à des degrés divers) : protection contre les mises en charge, protection contre les débordements, lutte contre les inondations
 - la protection du milieu naturel : par stockage restitution, par décantation des effluents avant rejet aux milieux ou par laminage des pics de charge et/ou de débit en tête de station.
- le(s) processus à l'œuvre pour y parvenir :
 - par stockage-restitution : c'est le volume de l'ouvrage qui sera alors la caractéristique prépondérante
 - par décantation (celle-ci n'étant pas toujours souhaitée par ailleurs) : la conception et le fonctionnement général de l'ouvrage (notamment les phases d'alimentation et/ou de vidange de l'ouvrage ou de ses différents compartiments) auront alors une importance fondamentale.

2.1.3 Positionnement des bassins vis-à-vis du concept de niveau de service

Comme évoqué dans la partie précédente, le concept de « bassin de stockage » permet de **répondre à différents objectifs** : maintien des performances épuratoires des stations de traitement des eaux usées, régulation hydraulique et lutte contre les débordements de réseaux, limitation de l'impact des rejets de temps de pluie sur les milieux récepteurs (cf. § 1.1).

Dans le cas d'un objectif de maintien des performances épuratoires des stations ou de limitation de l'impact des rejets d'effluent par temps de pluie, le rôle des bassins est alors de réguler les écoulements et de limiter la fréquence ou le volume des déversements. Ils sont ainsi conçus pour répondre **au niveau de service N1** (assurer, pour les faibles pluies, le transfert de l'intégralité des effluents collectés vers les stations de traitement), **voire en partie au niveau de service N2, au moins en mode dégradé** (limiter les volumes déversés vers le milieu naturel)¹⁹. Les critères de conception et de dimensionnement sont susceptibles d'être complétés lorsque nécessaire, en tenant compte des enjeux locaux et de l'état des masses d'eau réceptrices au sens de la DCE. Les bassins ainsi conçus et dimensionnés constituent une réponse technique pouvant être complémentaire à d'autres approches stratégiques telles que :

- **l'aménagement et la modification d'ouvrages existants**, comme des déversoirs d'orage qui, pour les plus anciens, ont très souvent été conçus pour déverser dès les faibles pluies²⁰. Ces modifications entraînent souvent un rehaussement de la crête des déversoirs et éventuellement la construction d'un bassin de stockage (ou « bassin d'orage »). L'aménagement d'ouvrages existants initialement conçu pour lutter contre les inondations peut également être une solution efficace : à titre d'exemple, le bassin Gentilly à Nancy, initialement conçu pour répondre à une problématique hydraulique, a été compartimenté de manière à ce qu'il puisse fonctionner dans un mode « dépollution ». Cette aménagement s'est accompagné d'une automatisation de ses consignes de gestion (Faure et al., 1998; De Belly et Dalaine, 2003);
- **l'implantation d'ouvrages à « double fonction »** visant à la fois à limiter l'impact des rejets urbains par temps de pluie et à répondre à l'enjeu de lutte contre les inondations par débordements de réseaux. La conception de ces ouvrages comprend généralement plusieurs compartiments : un compartiment dédié à la fonction de protection du milieu contre la pollution de temps de pluie et un ou plusieurs compartiment(s) dédié(s) à la lutte contre les inondations et les débordements du réseau aval. La conception et le fonctionnement de ces ouvrages est généralement plus efficiente que celui d'un ouvrage de stockage réhabilité dont les objectifs fonctionnels ont été révisés. Par ailleurs, l'exploitation en est généralement moins onéreuse. On peut citer à titre d'exemple le bassin de la Plaine en Seine-Saint-Denis, alimenté par un déversoir d'orage étagé (Conseil Général 93, 2014);
- **l'adaptation des consignes de gestion** du système de collecte par temps de pluie peut permettre d'optimiser les fréquences de sollicitation et le taux de remplissage des ouvrages. Le but est de pouvoir profiter de davantage de souplesse dans la gestion des réseaux de manière à ce qu'ils ne débordent pas tout en limitant au maximum les déversements directs au milieu naturel (Jestin et al., 2009). Cette solution dépasse la seule automatisation du fonctionnement des ouvrages de rétention, il peut en effet s'agir d'une véritable « gestion dynamique des flux » qui peut même aller jusqu'à l'utilisation optimisée de la capacité de stockage en ligne des collecteurs.

Pour ce qui est de la lutte contre les inondations par débordement de réseaux, les bassins ont pour fonction de réguler l'écoulement des eaux lors des épisodes pluvieux les plus importants pour l'ajuster aux capacités hydrauliques du réseau aval. Ils sont ainsi conçus pour répondre aux **niveaux de service au moins égale à N2** et ne sont alors généralement sollicités que quelques fois par an. Ces bassins constituent également une protection supplémentaire en cas de très fortes pluies, afin de répondre également au **niveau de service N3 le cas échéant**, notamment dans le cadre d'un protocole de gestion centralisé des systèmes de collecte, même s'ils ne permettent généralement pas, dans ces conditions, d'éviter les débordements sur les voiries ou dans les caves. Il est par ailleurs

¹⁹ Pour la définition des différents niveaux de service, nous renvoyons au paragraphe 1.2.3.

²⁰ Dans un rapport pour le compte du Ministère de l'équipement et du logement et de la Direction générale de la protection de la nature et de l'environnement, les auteurs distinguaient en ce sens les déversoirs d'orage dits "classiques" justifiés "si l'on considère que le réseau d'égouts en temps de pluie n'a qu'un rôle d'évacuation" et pour lesquels les seuils de déversement fixés sont uniquement liés "à la capacité du réseau aval" des déversoirs d'orage dits "améliorés" ou "réglables" qui correspondent à une volonté de traiter partiellement les déversements d'orage, puis d'optimiser ce traitement (Coyne et Bellier, 1972).

possible de recourir à une adaptation des consignes de gestion des ouvrages, ce qui, dans certains cas, permet d'accroître sensiblement la capacité du système d'assainissement à conserver ses effluents, notamment lors des pluies d'intensité moyenne (c'est ce qu'ont fait par exemple les départements de la petite couronne parisienne (CD92, CD93 et CD94) qui, pour limiter les déversements au milieu naturel, forcent le remplissage de leurs bassins lors des pluies moyennes).

Comme nous le verrons dans la suite de cette étude, le dimensionnement, la conception, les équipements, l'exploitation et l'entretien pourront être plus ou moins complexes suivant les fonctions remplies par le bassin de stockage. Un ouvrage ayant pour unique fonction le stockage et la restitution des effluents sera généralement d'une conception et d'une exploitation plus simples qu'un ouvrage conçu également pour assurer la décantation de l'effluent.

Encadré 2-B : Conclusion du § 2.1

- Processus à l'œuvre :

- **stockage-restitution,**
- **décantation.**

- Fonctions :

- **protection du milieu naturel**

- **limitation des déversements** par stockage de l'effluent et restitution au réseau une fois que la capacité du réseau à l'aval le permet (niveaux de service N1, N2 (dégradé)). *Une variante de cette fonction consiste à capter les premiers flots de rinçage du réseau, supposés représenter une part significative des flux de pollution transités au cours de l'événement pluvieux. Néanmoins, cette notion de « premier flot » est assez controversée, les observations indiquent en effet que ce phénomène est loin d'être systématique*
- **décantation avant surverse** (unitaire) **ou rejet au milieu naturel** (pluvial strict). *Pour les réseaux pluviaux stricts (et dans de rares cas unitaires), ces ouvrages peuvent aussi permettre de protéger le milieu d'une éventuelle pollution accidentelle.*
- **tamponnage** et laminage des pics de charge et de débit à la STEU

- **régulation hydraulique du réseau**

- limitation des mises en charge (niveaux de service N0 et N1)
- maîtrise des débordements (niveaux de service N1 et N2)
- lutte contre les inondations (niveaux N1, N2, N3, N4 (dégradé))

Ci dessous quelques exemples :

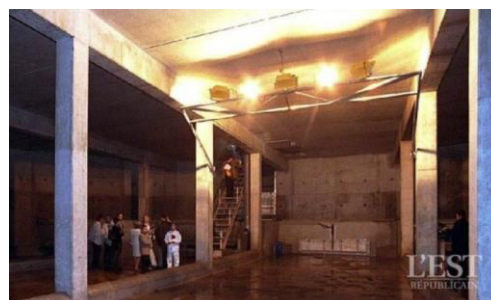


Une conduite surdimensionnée dont l'objectif principal est de réguler les débits envoyés au réseau de manière à limiter les désordres hydrauliques. Celle-ci peut être implantée sur réseau unitaire comme sur réseau strictement pluvial.

Photo 1: Conduite surdimensionnée - Photo Stracchi

Un bassin rectangulaire enterré de lutte contre les inondations dont la fonction essentielle est de protéger tout un quartier du risque d'inondation par ruissellement. Ces ouvrages peuvent eux aussi être implantés sur réseau unitaire comme sur réseau strictement pluvial (en l'absence d'exutoire).

Photo 2 : Bassin des Duqs de Bar - Photo Est Républicain



Un « **bassin tampon** » situé en tête de station et dont l'objectif est de lisser les pics de charges et de volume arrivant à la STEU. Le laminage permet de limiter les variations dans les caractéristiques de l'effluent envoyé en filière de traitement, optimisant ainsi les performances du système de traitement.

Photo 3 : Bassin tampon de la STEP des Salelles - Photo CC du Pays de Chanac



Un « **bassin de retenue de pollution** » situé sur le réseau unitaire et dont l'objectif est de limiter les rejets urbains par temps de pluie. Ces ouvrages permettent notamment de répondre aux exigences de performances des systèmes de collecte des eaux usées fixés par la réglementation.

Photo 4 : Bassin Mazelle - Image Haganis

Un **bassin à double fonction** dont l'objectif est à la fois de lutter contre les inondations par ruissellement (événements pluvieux exceptionnels), et de limiter les déversements au milieu naturel (en forçant son remplissage lors de pluies nettement plus courantes). L'effluent est ici décanté à raison d'une heure par mètre de hauteur d'eau stockée.

Photo 5 : Bassin Carnot - Photo DEA93



La suite de cette partie abordera la question des méthodes et des critères de dimensionnement des ouvrages (§ 2.3). Une attention sera portée aux éléments de typologie présentés précédemment, afin d'assurer un lien avec les recommandations actuelles. Les caractéristiques générales des bassins d'orage seront présentées dans un second temps, en traitant en particulier les volets de la conception, de la sécurité et de l'exploitation de ces ouvrages.

2.2 Méthodes et critères de dimensionnement

Les méthodes et critères de dimensionnement sont présentés dans ce paragraphe en suivant 3 étapes. Un bref historique est d'abord présenté. Ensuite les recommandations françaises actuelles sont décrites, via principalement 2 référentiels techniques. Enfin, des méthodes et pratiques actuelles sont illustrées via des exemples issus d'articles scientifiques et techniques et via des pratiques opérationnelles. Une brève conclusion récapitule les principaux éléments de résultat.

2.2.1 Historique des méthodes et critères de dimensionnement

Avant 1977, il y avait en France peu de bassins de stockage sur les réseaux unitaires, et donc les méthodes et critères de dimensionnement étaient éparés. Dans un article de 1975 (Carré, 1975), deux méthodes pratiquées à l'étranger sont présentées : utilisées en Suisse et en Allemagne, elles sont basées sur des courbes empiriques comparant les débits d'entrée et le débit à évacuer pour en déduire le volume de stockage utile nécessaire.

L'instruction technique 77.284.INT de 1977 (nommée généralement IT77) présente pour la France deux méthodes pour le calcul du volume utile d'un bassin : les méthodes « des pluies » et « des volumes ». Ces méthodes ont connu un grand succès en France du fait de leur pertinence initiale et surtout qu'il n'existait pas de méthodes autres et qu'elles sont très faciles à appliquer (cf. par exemple l'abaque Ab.7 dans l'Annexe de l'IT77). Elles restent utilisées actuellement, dans des conditions

parfois peu satisfaisantes (MEDDE, 2003). Les deux méthodes des pluies et des volumes ont aussi connu des évolutions qui les rendent plus pertinentes, en particulier les données de pluie ne sont plus basées sur la régionalisation caduque du régime pluviométrique en 3 régions françaises.

Avec l'avènement des micro-ordinateurs, les logiciels des réseaux d'assainissement ont commencé à se développer vers la fin des années 1980, et leur utilisation à se généraliser dans les années 1990. Il est possible de citer les logiciels Swmm, Mouse, Infoworks, et le français Canoé co-développé par l'Insa de Lyon. Ces logiciels permettaient à l'origine de simuler de façon dynamique lors de pluies de projet les différentes étapes des écoulements et des stockages sur un réseau d'assainissement. Leur usage s'est développé très fortement grâce à des capacités informatiques croissantes, à l'amélioration des connaissances sur les processus physiques, et aussi aux capacités d'adaptation de ces outils à de nouveaux besoins et enjeux. Aujourd'hui ces logiciels comprennent différents modules qui permettent de représenter de façon détaillée les différentes étapes de la production et des transferts des flux hydriques et des polluants :

- production du ruissellement et des polluants sur les sous-bassins versants ;
- transferts hydrauliques et des polluants dans les réseaux, mais aussi dans des techniques alternatives
- stockage / restitution / transformation des polluants dans des ouvrages de type bassin,

D'un usage de plus en plus ergonomique et avec des modules de plus en plus complets (fonctionnalité, lien avec les banques de données urbaines sur l'occupation du sol et la géométrie des réseaux, ...), **le recours à un logiciel de réseaux d'assainissement est à ce jour la pratique courante pour dimensionner un ouvrage de stockage** ; sauf dans le cas soit de bassin versant très réduit, soit de collectivité locales qui ne souhaitent pas investir dans la construction d'un modèle de leur réseaux.

Un logiciel d'assainissement typique est le modèle Storm Water Management Model développé par le ministère de l'environnement des USA (<http://www2.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>). Sa dernière version (v5.1) intègre même des modules pour représenter des techniques alternatives comme des chaussées à structure réservoir, des toitures végétalisées, ...

Les possibilités offertes par l'usage des logiciels détaillés ont permis aussi de faire évoluer les objectifs et critères de dimensionnement. Alors que les méthodes présentées dans l'IT77 utilisent une loi de vidange très sommaire (le débit de fuite étant généralement supposé constant), les approches par logiciels dynamiques permettent de prendre en compte différents types de critères : volumes interceptés, flux polluants interceptés, nombre de déversements, non-déclassement du milieu naturel exutoire,

Certains critères nécessitent de simuler les productions des polluants sur les sous-bassins versants, leur transfert dans les réseaux, voire leur décantation dans le bassin. Il faut alors représenter les dépôts, arrachements, transferts, décantations, et évacuations vers l'aval des polluants. Les modélisations de flux polluants sont aujourd'hui plus incertaines que les modélisations de flux d'eau (voir par exemple Kanso et al., 2007), d'abord tout simplement parce qu'elles nécessitent la modélisation préalable des flux d'eau, mais aussi parce que les processus physico-chimiques mis en jeu sont plus divers et complexes. Les variabilités spatio-temporelles observées sont très importantes, et il est très difficile de les mesurer en continu sur de longues périodes. La représentation du processus de décantation nécessite ainsi des informations sur les vitesses de chute des particules, voire des polluants (cf. par exemple le protocole Vicas, Chebbo et al., 2003).

2.2.2 Les recommandations françaises actuelles

En France, le corpus technique sur les questions de conception et dimensionnement des ouvrages des systèmes d'assainissement est parfois un peu complexe et contient par vraiment de méthodes « de référence ». Nous avons retenu de présenter les recommandations actuelles en se basant principalement sur 2 ouvrages de synthèse :

i) l'Encyclopédie de l'hydrologie urbaine (Eurydice, 1997).

Même si elle date un peu, cette encyclopédie reste un document de référence en particulier comme référentiel technique et contenant des informations assez complètes et de synthèse ;

ii) le guide La ville et son assainissement (MEDDE, 2003).

Ce guide est un des derniers référentiels techniques français rédigé. Son chapitre 6.2 contient une série de fiches qui recommandent des méthodologies pour des études de conception, de dimensionnement, etc.... Deux fiches concernent particulièrement les bassins : la fiche 6.2.24 « *Conception et dimensionnement d'un bassin d'orage (en entrée de station ou dans le réseau)* » et la

fiche 6.2.25 « Conception et dimensionnement d'un ouvrage de dépollution par décantation (avec ou sans renvoi des effluents vers la STEP) ».

En complément, il est à noter aussi le guide du Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau potable (FNDAE, 1988) qui donne des recommandations plus détaillées sur la conception des « bassins d'orage », et un nouveau mémento technique à paraître en 2018 sous l'égide de l'ASTEE portant sur les conceptions et dimensionnements d'ouvrages d'assainissement.

Les recommandations de conception-dimensionnement y sont présentées en distinguant la fonction du bassin (Régulation hydraulique ou bien Dépollution), et en mentionnant diverses étapes dans une étude de conception et de dimensionnement :

- **le(s) objectif(s)**, qui peuvent être variables selon la fonction ;
- **les éléments de dimensionnement**, qui représentent les résultats principaux de l'étude ;
- **les critères** à respecter pour concevoir et dimensionner l'ouvrage ; ces critères sont choisis par les acteurs de l'étude et dépendent des fonctions attendues ;
- **les méthodes et méthodologies suivies**. En terme de méthodes, on distinguera **les formules** dites « ponctuelles » ou « globales » ou « approchées » qui globalisent le bassin versant amont et permettent à partir d'une formulation simple et peu paramétrée d'estimer directement un volume à stocker (ex. méthodes « des volumes » et « des pluies ») et **les logiciels d'assainissement** qui simulent l'hydrologie et l'hydraulique de la transformation pluie-débit en amont du bassin projeté ainsi que les remplissages / vidanges de l'ouvrage. Ils permettent de donner des résultats discrétisés dans le temps sur l'ensemble du système ; par contre ils nécessitent une importante connaissance du système à modéliser, avec de nombreux paramètres à caler.

2.2.2.1 Pour un bassin ayant pour fonction la régulation hydraulique

Les études de conception et dimensionnement ont comme **objectif « d'optimiser la capacité de stockage du bassin »** de façon à en tirer le meilleur parti pour le fonctionnement global du système d'assainissement » (MEDDE, 2003, p148),

L'élément de dimensionnement, résultat des études, **est un volume utile à stocker, avec éventuellement un débit de fuite s'il n'est pas contraint**. Ces résultats peuvent être optimisés en fonction de critères de dimensionnement et de choix du Maître d'Ouvrage.

Le choix du(des) critère(s) pour estimer le volume utile et éventuellement le débit de fuite est une étape importante. Ce critère peut être variable en fonction du contexte du cas d'étude, et il est difficile d'en faire une liste exhaustive. On peut citer selon le type d'effets contre lequel on souhaite protéger le milieu naturel :

- des critères sont régulièrement exprimés à des échelles de temps plutôt annuelle, pour les effets cumulatifs. La Figure 1 illustre le calcul de critères de ce type, exprimés comme des efficacités. Ces critères peuvent être exprimés à partir de masse de polluants (comme la Figure 1), mais aussi plus simplement à partir de volume d'effluent (on parle alors d'efficacité hydraulique) ;
- des critères sont aussi exprimés sur les événements les plus importants, parfois pour limiter les effets de choc. Le plus simple des critères est de fixer un débit de fuite maximum et d'accepter aucune surverse pour une (des) condition(s) pluviométrique(s) précisée(s). L'exemple typique est un bassin qui doit être dimensionné avec un débit de fuite limité à 20 l/s pour une pluie décennale. L'idée est de se fixer un niveau de service pour lequel il y a aucune surverse, et au delà, le bassin n'est plus efficace ;
- il existe aussi le même type de critère (débit de fuite maximum et aucune surverse pour une condition pluviométrique précisée) mais pour des événements fréquents. C'est particulièrement le cas pour des bassins « tampons » en tête de STEP de petites collectivités, avec un débit de fuite fixé selon les capacités de traitement de la station. Par exemple, il s'agit de pouvoir stocker la pluie semestrielle sans rejet avec un débit de fuite qui permet de vidanger et traiter les effluents du bassin en 24h ;
- il arrive parfois que les critères soient exprimés comme des fréquences de rejets résiduels, en particulier pour les effets chroniques. Par exemple, il s'agit de dimensionner un bassin pour qu'il ne déverse que 10 à 12 fois / an ;
- les critères peuvent être exprimés sous forme d'impact sur le milieu naturel. Il s'agit alors de dimensionner pour que le cours d'eau récepteur des déversements ne soit pas déclassé, ou alors dans des conditions et fréquences précisées. Il existe différentes méthodes pour calculer ces conditions et fréquences de déclassement (cf. par ex. Safège et Irh, 2010 ; MEDDE, 2003 ; Agence de l'eau Rhin-Meuse et Dreal Lorraine, 2010).

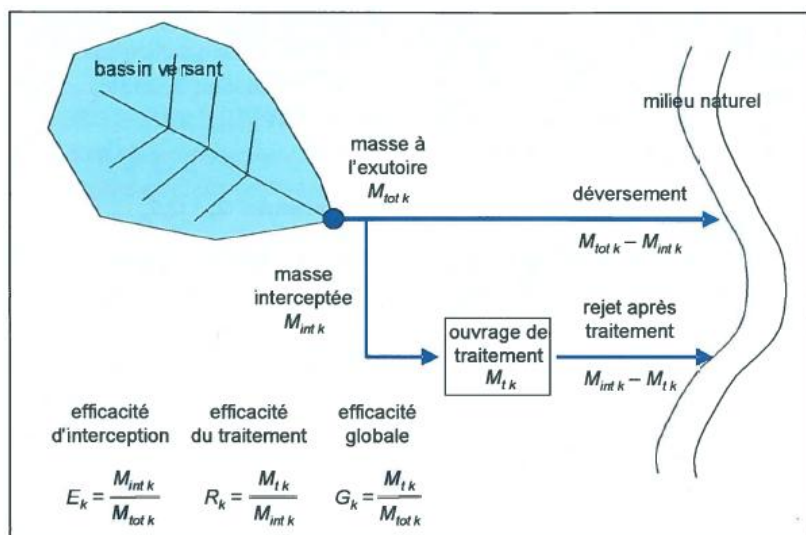


Figure 1 : Illustration de l'expression de différents critères à l'échelle annuelle pour concevoir et dimensionner un bassin (extrait de Krajewski et Chebbo, 2003 ; les critères sont ici exprimés en masse de polluant, mais ils peuvent aussi être exprimés en volume d'effluent)

Si les critères portent sur les flux polluants, il faut aussi préciser quel est le polluant concerné (dans la plupart des cas, c'est les MES).

Le choix du ou des critères à respecter est effectué par la Maîtrise d'Ouvrage, à partir d'éléments techniques mais aussi réglementaires (certains choix doivent être validés par le Service en charge de la Police de l'Eau). Un Maître d'Ouvrage peut par exemple choisir de dimensionner un bassin pour une période de retour 20 ans sur un quartier de sa commune, et seulement 10 ans sur un autre.

Des études pour optimiser ces choix sont recommandées : il faut par exemple veiller à ce que des effluents stockés dans le bassin ne soient pas déversés plus en aval (par ex. en amont de la STEP), la filière boue peut être intégrée dans la réflexion (« les effluents de temps de pluie n'ont en effet pas les mêmes caractéristiques que les effluents de temps sec, ce qui peut influencer la qualité des boues produites, et dans certains cas extrêmes restreindre les possibilités de valorisation », MEDDE, 2003, p248), ...

En plus de ces critères, le guide La ville et Son Assainissement recommande de vérifier quelques généralités à chaque scénario étudié : « la durée de stockage ne devrait idéalement pas dépasser 8 à 12h, exceptionnellement 24h (risque de septicité), le débit de fuite maximum ne devrait pas être supérieur au débit d'eau moyen arrivant à la station (dilution 1/1), exceptionnellement au double de ce débit (dilution 2/1) » (MEDDE, 2003, p248).

Une fois les critères fixés, les études proprement dites de conception/dimensionnement sont réalisées. **Pour un bassin de régulation, il est recommandé d'utiliser un logiciel d'assainissement.** Le guide La ville et son Assainissement préconise par exemple que chaque collectivité développe son modèle d'assainissement, qu'elle nomme « le modèle général de la collectivité ». Seul un logiciel complet d'assainissement peut permettre d'estimer les différents critères nécessaires, et d'optimiser certaines caractéristiques.

Les données pluviométriques utilisées constituent une entrée clé des simulations. La Ville et son Assainissement recommande d'utiliser « un ensemble de pluies de référence réelles mesurées sur le site ou sur un site voisin (représentative de la pluviométrie locale) » (MEDDE, 2003, p242). Le guide note qu'il est indispensable de tenir compte des pluies longues et des successions de pluie (prise en compte de l'état de remplissage du bassin au début de pluie). Si cet ensemble de pluie de références réelles n'est pas disponible, un ensemble de pluie de projet est recommandé, avec là aussi **des pluies de différentes durées pour une même période de retour**. Lorsque les conditions pluviométriques de dimensionnement concernent des niveaux de services fréquents (niveaux 1 voire 2), il est souligné que l'approche événementielle ne constitue pas une solution pertinente car elle ne permet généralement pas de représenter les différentes conditions nécessaires à la recherche de compromis technico-économiques. La méthode préconisée consiste à simuler le comportement du système (calcul des hydrogrammes et des pollutogrammes en entrée et sortie d'ouvrage) pour un grand nombre d'événements pluvieux observés localement, si possible sur un minimum de 5 années réelles représentatives. Les résultats peuvent alors être exploités selon différents critères : taux d'interception annuel, nombre de déversements annuels, etc... (MEDDE, 2003, p250).

A défaut de pouvoir travailler sur 5ans de pluie réelle, « une à deux années réelles, des classes de pluie, des chroniques synthétiques, un échantillon d'événements réels ou un ensemble de pluies de projet pourront être utilisés », mais il est très important de tenir compte des pluies longues et des successions de pluies afin de représenter l'état de remplissage du bassin (MEDDE, 2003, p251).

D'autres méthodes sont aussi utilisables, mais dans des conditions plus restrictives :

- il est possible d'utiliser des méthodes globales (méthodes des pluies ou des volumes) avec des données locales de pluie et dans les cas d'un réseau amont « homogène, sans ouvrage spécial ni autre bassin ..., à condition que le volume total soit inférieur à 500 m³ (volume pouvant exceptionnellement être porté à 1000 m³ en l'absence de risques importants lors de dysfonctionnement) » (MEDDE, 2003, p242).

- d'autres méthodes régionales ont aussi été pratiquées, mais avec leur limite
L'Annexe 1 liste les méthodes rencontrées et les décrit très succinctement.

2.2.2.2 Pour un bassin ayant pour fonction la décantation

L'objectif des études de conception/dimensionnement de ce type d'ouvrage est « de définir les caractéristiques physiques et géométriques de l'ouvrage dont la fonction sera de retenir en son sein les particules décantables, véhiculant par temps de pluie une grande part des polluants » (MEDDE, 2003, p250). Il faut préciser qu'il s'agit de dimensionner des ouvrages, ou des compartiments d'ouvrage, capables de traiter des événements courants dont la période de retour est le plus souvent « inférieure ou égale à l'année » (MEDDE, 2003, p250). Il s'agit de limiter le débit traversier, voire l'annuler, de maintenir l'eau le plus longtemps possible, et d'éviter la remise en suspension lors de la vidange (Euridyce, 1997, p102)

Pour un bassin à fonction Décantation, **les éléments de dimensionnement** résultants des études peuvent être variables, ce qui n'est pas le cas pour un bassin de Régulation où c'est généralement le volume utile. **Le temps de séjour nécessaire** pour obtenir un rendement donné de décantation (dépendant de la profondeur de l'ouvrage et de la répartition des vitesses de chute des particules) peut-être un résultat. Dans le cas d'un débit traversier, les études se compliquent (les vitesses de chute dépendent du champ de turbulence créé par l'écoulement) : l'Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine (Euridyce, 1993) préconise **de fixer une valeur maximale du débit traversier au-delà de laquelle la décantation devient insuffisamment efficace**, et en déduire la vitesse moyenne de chute minimum qui lui correspond.

Des bassins de Décantation peuvent aussi être compartimentés, chaque compartiment étant sollicité à partir d'un certain niveau de pluie. Cela permet d'entretenir uniquement les compartiments sollicités, et donc représente une simplification d'exploitation, mais complique un peu les conceptions-dimensionnement (il faut répéter les études pour chaque compartiment).

Les critères retenus pour le dimensionnement sont généralement exprimés en termes de polluant, et non plus uniquement en termes hydrauliques comme pourrait l'être pour un bassin de régulation. Mise à part cette condition, c'est les mêmes critères qui peuvent être utilisés :

- exprimés à des échelles de temps plutôt annuelle comme des efficacités de traitement ou globale (Figure 1) ;
- exprimés sur les événements les plus importants, en terme d'efficacité de traitement ou de masse rejetée au milieu naturel ;
- exprimés sous forme d'impact sur le milieu naturel.

Pour favoriser la décantation, il est aussi recommandé de respecter des critères généraux (Encyclopédie de l'Hydrologie Urbaine, 1997):

- limiter ou même annuler le débit traversier pendant le stockage, ce qui peut nécessiter des volumes importants ;
- porter une attention particulière à la gestion de la vidange, pour éviter les remises en suspension notamment lors du déstockage vers le milieu récepteur. Il est recommandé en particulier d'adapter la nature du revêtement (herbe, béton, etc.) et surtout la géométrie de l'ouvrage (« surface de décantation, hauteur utile, rapports longueur/largeur, hauteur/longueur, hauteur/rayon, pente du radier, compartimentage, présence de dissipateurs d'énergie », MEDDE, 2003, p251).

La méthodologie recommandée pour effectuer les études pour un ouvrage de Décantation comprend 2 étapes (MEDDE, 2003) : **i) le dimensionnement hydraulique**, et **ii) l'optimisation de la décantation des polluants**. Concernant le dimensionnement hydraulique, les recommandations

sont les mêmes que pour le dimensionnement d'un Bassin de Régulation. Concernant l'étape de décantation, de nombreux modèles de décantation existent, et « en première approximation, le modèle de Hazen peut fournir quelques ordres de grandeur d'efficacité » (MEDDE, 2003, p251). Il nécessite de disposer de la distribution des vitesses de chute représentatives des MES en entrée d'ouvrage, en l'absence il est recommandé « de viser a priori des débits surfaciques inférieurs à 2 m/h » (MEDDE, 2003, p251). Si l'enjeu est important, le recours à une modélisation hydraulique dynamique fine de l'ouvrage permettra une bonne prédiction des champs de vitesse horizontale et donc des conditions de décantabilité (en 1997, il était noté que « les modèles réduits restent peu adaptés pour étudier le comportement des particules les plus fines; les études sur pilotes sont intéressantes, mais coûteuses et longues » Euridyce, 1997, p105).

2.2.2.3 Pour un bassin ayant pour fonctions la régulation et la décantation

On rappelle qu'un bassin avec la fonction mixte est dimensionné et conçu pour que pendant la pluie, **le stockage et la décantation soient favorisés** (avec d'éventuels renvois d'eau décantée au milieu naturel par des surverses), et après la pluie, le volume restant et les sédiments décantés sont généralement renvoyés à la STEP (Euridyce, 1997, p103) ou parfois aussi pompés.

Pour un bassin ayant la double fonction, **l'objectif des études de conception/dimensionnement est en même temps d'optimiser la capacité de stockage du bassin et de définir ses caractéristiques physiques et géométriques afin de favoriser la décantation.**

Les éléments de dimensionnement obtenus sont là aussi un mix de la double fonction, donc **un volume utile mais aussi un temps de séjour ou un débit traversier.**

Les critères de conception / dimensionnement sont dans le cas de la double fonction pas simple à arbitrer :

- « d'abord parce que les parties de l'hydrogramme à stocker pour un maximum d'efficacité ne coïncident pas toujours : les parties les plus chargées en pollution, bien que ces dernières ne se limitent pas aux premières fractions, sont plutôt situées dans la première partie de l'événement (notion de premier flot) ; cette stratégie permet aussi de stocker tous les événements produisant un volume inférieur à celui du bassin ; à l'inverse pour optimiser l'efficacité de la lutte contre les inondations, il est nécessaire de conserver le volume de stockage disponible pour le moment où le débit sera le plus fort, et le stockage systématique en début d'événement n'est donc pas favorable ;
- l'autre raison de la difficulté d'arbitrage concerne la durée de stockage : pour favoriser la décantation, il est nécessaire de conserver l'effluent pendant plusieurs heures, alors que si l'objectif est la régulation hydraulique, il faut vidanger le bassin le plus rapidement possible de manière à disposer d'un volume disponible maximum en cas de nouvelle arrivée. Il s'agit donc de trouver un compromis, suivant le poids accordé à chaque fonction » (Euridyce, p105-107, 1997).

Au-delà de cette difficulté d'arbitrage, **on retrouve les mêmes critères que pour les fonctions individuelles de Régulation et Décantation, mais souvent combinés**, ils peuvent être exprimés en termes purement hydraulique, mais aussi de polluants.

Il faut aussi toujours suivre les recommandations de conception qui sont énoncées pour les 2 fonctions individuelles, et en particulier de porter une attention particulière « au mode de connexion de l'ouvrage (en série ou parallèle), à la position de la surverse (en amont, ce sont des eaux plus chargées qui seront déversées), et au mode de gestion et notamment de nettoyage de l'ouvrage » (Euridyce, 1997, p249).

2.2.3 Illustrations de travaux scientifiques et pratiques opérationnelles actuels

En complément des recommandations précédentes, des travaux scientifiques et des pratiques opérationnelles actuels sont présentées dans ce paragraphe. Ces travaux et pratiques sont très nombreux et diversifiés, et nous avons choisi quelques illustrations jugées intéressantes, mais en aucun cas les résultats et conclusions ont vocation à être généralisés.

2.2.3.1 Résumé d'articles scientifiques illustratifs

Il existe de nombreux travaux scientifiques sur la performance des bassins de stockage en fonction du bassin versant amont et des critères de dimensionnement ; nous en illustrons ici 4.

Les agences de l'Eau, et en particulier l'agence Seine Normandie, ont fait réaliser diverses études au début des années 2000 sur la question des méthodes de dimensionnement des bassins et des simulations de rejets par temps de pluie. L'article de Aires et al. (2003) fait la synthèse des résultats

concernant l'influence des modes de représentation de la pluie dans un logiciel d'assainissement. Les méthodes comparées sont les suivantes :

- la chronique de pluies réelles : elle est constituée d'une série d'événements pluvieux successifs ; construite à partir de chronique(s) continue(s) de pluie observée(s) localement et suffisamment longue(s) (plusieurs années) ; elle ne prend en compte que les événements d'une hauteur supérieure à un certain seuil et utilise un paramètre « durée de temps sec » qui permet de distinguer si deux séquences de pluie qui se suivent sont indépendantes (=2 événements) ou pas (=1 événements). Les calculs sont ensuite menés événement par événement pour simplifier le travail ;
- année(s) réelle(s) la(les) plus proche de l'année moyenne : c'est la même méthode que précédemment, sauf que l'on se limite à une ou deux années « moyenne(s), représentative(s) » ;
- les chroniques de pluies longues durées reconstituées : il s'agit ici d'utiliser un générateur stochastique de pluies (Cereve, 2000), calé à partir d'observations locales de pluie. Un tel générateur, s'il est correctement développé et calé, permet de générer des chroniques de pluie réalistes et statistiquement représentatives du climat local ;
- une année synthétique : le générateur de pluie utilisé (Cereve, 2000) permet de générer une année « synthétique » de pluie. « Les événements pluvieux qui la constituent sont décrits de façon simplifiée (simple ou double rectangle ou triangle) » ;
- les classes de pluie : à partir de chroniques de pluies observées, il est identifié une série de classes de pluie sur des critères de durée, hauteur, intensité, ... Chaque classe comprend un ensemble « de 10 à 20 pluies, voire plus ». Chaque classe est ensuite résumée par une pluie (fictive ou réellement observée) et associée à une fréquence d'apparition en fonction du nombre de pluie qu'elle contient. Les calculs sont ensuite menés uniquement avec les pluies représentatives de chaque classe ;
- les pluies de projets : fondées sur une analyse statistique des événements pluvieux réels, elles sont constituées de hyétoigrammes modèles.

Ces différentes méthodes de représentation de la pluie ont en fait été utilisées en entrée de logiciels d'assainissement pour des études diverses. La synthèse de la comparaison de ces différentes méthodes est résumée dans le Erreur ! Source du renvoi introuvable.. Le dimensionnement des bassins est très sensible aux modes de représentation de la pluie et aux simplifications qu'ils induisent. Les méthodes simulant de nombreux événements successifs sont les plus satisfaisantes.

Tableau 3 : Comparaison de différentes méthodes de représentation de la pluie pour dimensionner un bassin avec un logiciel d'assainissement (tiré de Aires et al., 2003)

Appréciation	Méthodes	Points forts	Points faibles
0	Pluies de projet	Facile à mettre en œuvre Durée de simulation et d'exploitation minimisée	Perte d'information importante par dégradation des données d'origine Méthode inadaptée aux besoins
*	Classes de pluies	Réduction des durées de simulation et d'exploitation	Perte d'information par dégradation des données d'origine Traitement des données pluviographiques demandant de l'expertise Formes arbitraires et non représentatives des hyétoigrammes
**	Année synthétique	Traitement des données pluviographiques effectué par Météo-France Réduction des durées de simulation et d'exploitation	Perte d'information par dégradation des données d'origine Perte de « maîtrise » sur le traitement donc risque de mauvais ajustement sur l'utilisation des données
***	Chroniques de pluies longues durées reconstituées	Régionalisation possible à partir de n pluviographes Représentation assez fidèle de la diversité et de la variabilité des précipitations	Pour l'instant disponible uniquement en région Île-de-France Perte d'information par dégradation des données d'origine ? Modélisation demandant de l'expertise
**	Année réelle la plus proche de l'année moyenne	Traitement des données pluviographiques minimisé Réduction des durées de simulation et d'exploitation	Représentativité statistique incertaine
****	Chroniques de pluies réelles	Traitement des données pluviographiques minimisé Représentation fidèle de la diversité et de la variabilité des précipitations	Modélisation demandant de l'expertise

Cet article, même s'il date un peu, permet de bien illustrer de façon quasi exhaustive les différentes méthodes de représentation de la pluie. Ses conclusions sont pour la plupart toujours d'actualité : les durées de simulation, et dans une moindre mesure d'exploitation des résultats, sont des contraintes moins fortes aujourd'hui ; la recommandation de privilégier des longues chroniques reconstituées ou mieux observées est ainsi confirmée.

Krajewski et Chebbo (2003) proposent une méthode de dimensionnement pour les bassins avec décantation. Partant du double constat que les flux polluants sont très variables (d'un site à l'autre, d'un événement pluvieux à l'autre, et même lors d'un événement), et que les périodes de retour de ces flux et de la pluie sont parfois différentes, ils prônent une approche avec modélisation des flux polluants. A partir i) d'observations importantes de pluie, de débit, et de flux polluants sur 2 sites expérimentaux (dont un unitaire), et ii) de modèles calés sur ces données, une méthode de dimensionnement est proposée. Le critère d'évaluation retenu est l'efficacité d'interception des polluants (rapport masse de polluant interceptée par l'ouvrage / masse de polluant produite par le bassin versant amont) : il s'avère très variable d'un événement à l'autre mais relativement stable aux échelles annuelle et interannuelle.

La méthode présentée dans l'article est très rigoureuse et illustre une application de modélisation des flux polluants (modélisation bien calée sur des données expérimentales). Des travaux ultérieurs ont cependant montré les difficultés des modèles de flux polluants à reproduire les variabilités observées (cf. par ex. Kanso, 2007), ce qui oblige à relativiser la fiabilité des approches en flux polluant pour une application opérationnelle.

Calabro et Viviani (2005) étudient les performances des bassins à l'aide d'un modèle conceptuel simplifié. Différents scénarios sont considérés : volumes de stockage variés, connexion en série ou en parallèle, taille et caractéristiques du bassin versant amont. Les longues simulations en continu effectuées sont représentatives de 2 climats d'Italie (Nord et Sud). L'efficacité des bassins est analysée selon différents critères de rétention de pollution dans le bassin (en particulier MES) et de réduction des rejets au milieu naturel, y compris en comparant à la configuration d'un simple déversoir d'orage (le débit aval est régulé à une valeur non précisée). Les conclusions de l'étude sont les suivantes :

- les bassins sont capables de réduire significativement les rejets en MES (cf. illustration en Figure 2) ;
- la façon de représenter l'effet de 1^{er} flot influence un peu l'efficacité du bassin : si ce 1^{er} flot est important, l'efficacité d'un bassin en parallèle est accrue ;
 - une évaluation correcte de la performance d'un bassin nécessite des mesures des flux polluants afin de caler le modèle de qualité ; à défaut, les performances du bassin peuvent être évaluées à partir de critères hydrauliques, comme les nombres et durées des rejets, qui sont fortement corrélés à l'efficacité de rétention des MES ;
 - l'efficacité d'un bassin en parallèle est très conditionnée par le niveau du seuil qui l'alimente.

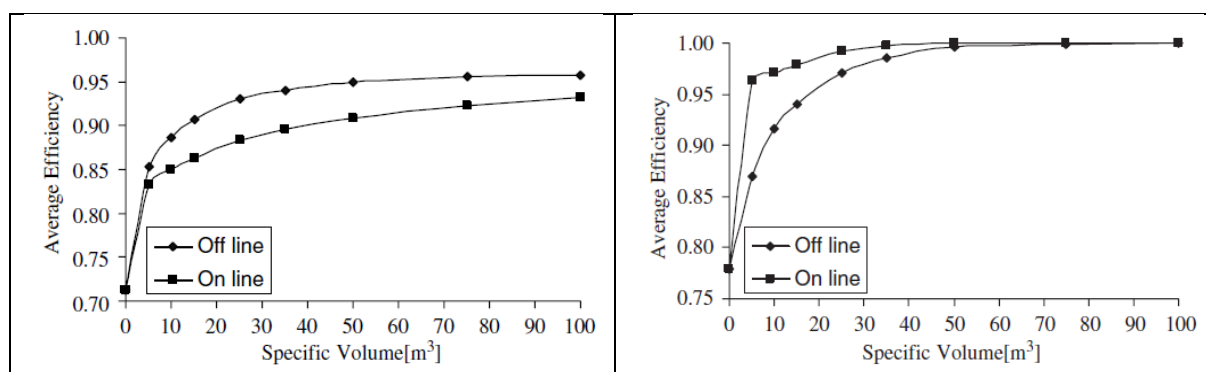


Figure 2 : Efficacité annuelle d'un bassin (rapport masse de MES interceptée / masse produite en amont) simulée pendant plusieurs années sur 2 bassins versants italiens en fonction du volume spécifique de stockage (m³/ha imperméabilisé) et de la situation du bassin (en série ou en parallèle, on line ou off line respectivement) (extraits de Calabro et Viviani, 2005)

Un second article (Todeschini et al., 2012) suit les mêmes objectif et méthodologie en abordant plus de scénarios (par exemple sur les lois d'alimentation du bassin) et de critères (par exemple la réduction du coût de fonctionnement de la STEP). Les résultats obtenus sont les suivants :

- les bassins sont performants pour limiter les pollutions au milieu naturel : des critères satisfaisants sont même obtenus avec des volumes de stockage d'environ 35-50 m³/ha imperméabilisé et des débits régulés faibles (0,5-1 l/s/ha imperméabilisé) ;
- une alimentation en continu assure les plus faibles nombre et durée de déversements par rapport à une alimentation intermittente ;
- les superficies des bassins versants amonts et les pentes ont peu d'influence sur les performances simulées ;

Ces 2 derniers articles illustrent bien l'usage de modèles scientifiques pour appréhender l'efficacité d'interception et de traitement en fonction de divers paramètres et configurations. A noter que les efficacités sont estimées uniquement en fonction du réseau amont et du bassin, et qu'en perspective il est noté l'intérêt d'introduire dans les études le fonctionnement de la STEP et plus largement le fonctionnement du système complet.

2.2.3.2 Illustration des pratiques opérationnelles actuelles

Afin d'illustrer des pratiques opérationnelles actuelles, quelques études récentes ont été analysées.

Illustration de la méthode pratiquée par un bureau d'études national dans le cadre d'un Schéma Directeur d'Assainissement d'une ville de taille moyenne

La méthode quasi généralisée qu'utilise ce bureau d'étude au niveau national pour dimensionner un bassin est présentée dans ce paragraphe.

Dans un premier temps, il est décrit un exemple issu d'une étude de Schéma Directeur d'Assainissement d'une ville de taille moyenne. L'étude de dimensionnement nécessite comme préalable l'existence des modèles des réseaux (EU, EP, unitaire) sous un logiciel d'assainissement. La méthode de dimensionnement du bassin se base sur une analyse statistique des résultats obtenus lors d'une simulation d'une année « moyenne » en terme pluviométrique (75 événements ont été identifiés ; les simulations sont réalisées de façon événementielle). La simulation porte sur les flux quantitatifs, et il n'y a pas de simulation des transferts de polluants. L'élément de dimensionnement recherché est dans 1^{er} temps le volume utile du bassin, et le critère de dimensionnement retenu est l'efficacité d'interception hydraulique E définie comme le rapport entre le volume cumulé des rejets en situation future avec le bassin et le volume cumulé des rejets en situation actuelle sans bassin.

Plus précisément, les événements pluvieux simulés sont classés par ordre croissant de volume rejeté en situation actuelle. Le volume de stockage C du bassin peut alors être choisi en visualisant en fonction des événements le volume déversé (Figure 3). Le bureau d'étude recommande alors de choisir une capacité optimale C_{opt} qui correspond « au point pour lequel le rayon de courbure est minimal » sur la courbe reliant la capacité de stockage C et l'efficacité d'interception hydraulique E (Figure 3.b, qui est en fait l'intégration de la courbe en Figure 3.a) ; le bureau d'étude précise qu'il est obtenu généralement une efficacité d'interception de 80% : Mettre en place une capacité inférieure à C_{opt} induirait une forte réduction de l'efficacité d'interception, et inversement investir dans une capacité supérieure ne permettrait pas de gagner beaucoup en efficacité.

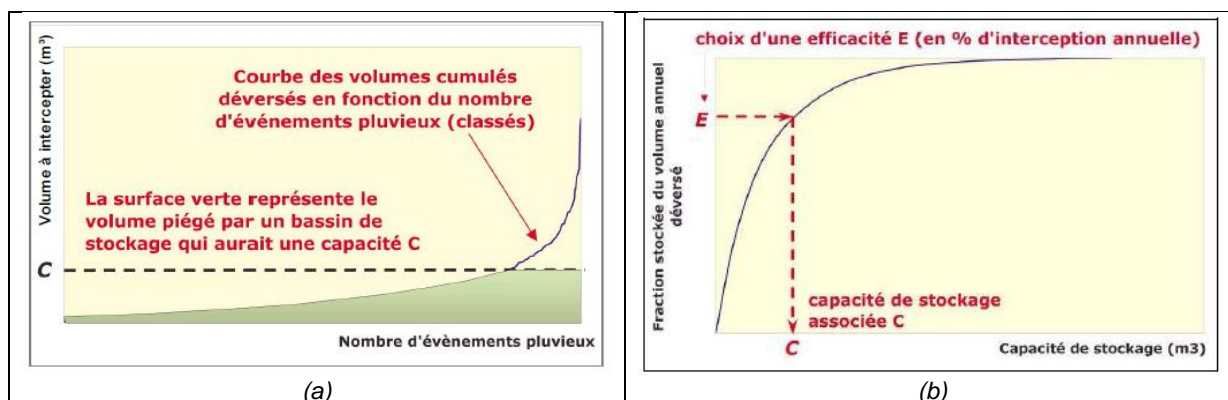


Figure 3 : Méthodologie de dimensionnement à partir d'une simulation annuelle pour définir la capacité de stockage C d'un bassin ; (a) : distribution des volumes à intercepter en fonction de l'événement pluvieux (au nombre de 75) ; (b) : courbe de l'efficacité d'interception hydraulique E en fonction de la capacité de stockage C

Au-delà de cet exemple, le bureau d'études a les pratiques suivantes :

Dans la majorité des études préliminaires, la méthode est basée sur une démarche uniquement volumique et hydraulique, avec un logiciel d'assainissement dont certains paramètres sont calés sur des mesures. Si le CCTP n'indique pas l'usage d'un logiciel détaillé, la méthode des pluies est généralement utilisée avec des données locales de pluie. La modélisation détaillée dynamique permet aussi de tester différents scénarios de gestion de l'ouvrage (dynamiques d'alimentation, de vidange, de surverse, ...), paramètres qui peuvent être très importants dans un objectif d'optimisation de l'ouvrage.

Pour l'entrée pluie, le bureau d'études utilise des chroniques observées sur une durée minimum de 2 ans (1 an est souvent trop juste). Les simulations peuvent aussi être réalisées sur une année « moyenne », établie parfois à l'échelle mensuelle (c'est-à-dire que l'année moyenne peut être reconstituée avec des mois d'années différentes). Il est parfois aussi retenu une année sèche et une année humide. Le choix des années retenues est considéré comme important, même dans le cas où 2 années sont retenues. Les observations de Météo-France sont préférentiellement utilisées, car validées rigoureusement, sauf dans le cas où le Maître d'Ouvrage a un réseau de pluviomètre dont la fiabilité des données est satisfaisante.

La méthodologie suivie est généralement la suivante, sauf si elle est imposée dans le CCTP :

- dans un 1^{er} temps, le dimensionnement du volume du bassin est effectué selon des critères hydrauliques d'interception, voire de déversements (avec comme objectif un nombre de déversements inférieurs à 12-18 / ans) ;
- dans un 2nd temps, l'impact des rejets au milieu naturel est estimé, et il est vérifié la conformité avec les objectifs de la DCE. Pour cette étape, les flux polluants sont calculés avec généralement des concentrations et des taux d'abattement moyens. Les valeurs retenues sont issues de la littérature (il est souligné qu'il faut éviter de prendre celles mesurées à la STEP), avec une adaptation aux caractéristiques du bassin versant amont.

Dans le cas d'une conception avec un compartimentage et une fonction attendue de décantation, il est fréquent de dimensionner un compartiment pour la pluie mensuelle, les effluents étant après la pluie soit envoyés au réseau soit rejetés au milieu naturel (à défaut de valeurs précisées dans le CCTP, les objectifs de traitement retenus sont 60% sur les MES et 50% sur les DBO5 et DCO ; certains CCTP demandent un calcul hydraulique détaillé et la prise en compte de vitesse de chute pour dimensionner et concevoir un tel compartiment).

Les caractéristiques de la campagne de mesure nécessaire au calage du(des) modèle(s) sont en général précisées dans le CCTP. Il s'agit de mesures de débit, voire parfois de simple hauteur pour les déversoirs. La durée recommandée est au moins de 2 mois (pour avoir 3 pluies significatives) et quand c'est des déversements qui sont mesurés, il est recommandé de centrer la campagne sur les mois avec épisodes intenses. Spatialement, les points de mesure sont les DO (à minima) et des points intermédiaires dans le réseau (appelés « point de calage »). Si un emplacement pour le futur bassin est pressenti, il est recommandé de placer un point de mesure à proximité. Un pluviomètre est aussi recommandé, afin de bien connaître la pluie lors de cette campagne de mesure. Rarement une campagne de mesure de pollution est prescrite, du fait de son coût élevé, même si elle aurait la plupart du temps son intérêt. Le bureau d'études insiste sur l'importance de cette campagne de mesure, et en particulier sa durée afin d'avoir une variété de comportement hydrologique/hydraulique. Si l'étude de la création du bassin s'inscrit dans une étude diagnostique, le(s) emplacement(s) possible(s) du bassin sont discutés avant les simulations avec le Maître d'Ouvrage, et une fois le(s) emplacement(s) validé(s), les scénarios de dimensionnement sont simulés.

Les études préliminaires consistent à trouver l'emplacement et définir le volume du bassin (généralement intégrées dans des études de diagnostic et de schéma directeur). Les études de maîtrise d'œuvre reprennent pour confirmation les études préliminaires, avec si possible et sauf biais méthodologiques flagrants (comme des données d'entrée de pluie non-satisfaisantes) les mêmes méthodes et outils.

La méthode pratiquée par le bureau d'études apparaît relativement pertinente, et en cohérence avec les recommandations actuelles. Elle est conditionnée par le fait de disposer d'un modèle bien construit et fiable du réseau amont. La principale source d'incertitude vient sûrement de la fiabilité de ce modèle. En second lieu, le choix de la chronique de pluie ainsi que la méthode d'identification des événements pluvieux ont aussi leur importance car même en travaillant à partir de longues chroniques de pluie, les simulations restent événementielles ce qui oblige à faire des hypothèses à chaque événement sur l'état initial du réseau et du bassin.

Illustration de la méthode pratiquée par une collectivité locale importante : La Direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) du Conseil Départemental de Seine-Saint-Denis (CD93)

La DEA du CD93 a publié deux articles récents qui permettent de bien illustrer leur politique en terme de conception et de dimensionnement d'un bassin d'orage (Breuil et Browne, 2008 ; Chaumeau, 2014). L'article le plus récent précise rapidement que « comme partout, l'étude et la conception des bassins de rétention en Seine-Saint-Denis s'appuient systématiquement sur la modélisation numérique des réseaux ». Le logiciel utilisé est Canoe, et la méthode d'obtention des données de pluie entrées est explicitée : « plusieurs pluies ou groupes de pluies sont utilisés : une pluie décennale de projet afin d'évaluer le risque d'inondation, la pluie de 16 mm, dite pluie « 6 mois » comme référence en terme de lutte contre la pollution, et 89 classes de pluies. Ces classes de pluies ont été établies sur la base de 24 années de mesures enregistrées sur un poste pluviométrique de Seine-Saint-Denis. Leur simulation permet de mener une analyse statistique sur les grandeurs hydrauliques issues des résultats de calcul. Plusieurs tests ont montré que pour des bassins versants de taille modeste, jusqu'à un peu plus de 1 000 hectares, les résultats de l'analyse statistique effectuée sur les résultats de la simulation de ces 89 classes de pluies permettent d'estimer de manière satisfaisante ceux issus des 1997 pluies de l'échantillon original de 24 années de pluies. Cette approche trouve ses limites dès lors que l'on s'intéresse aux grands bassins versants affectés par la répartition spatiale de la pluie et parce qu'elle ne prend pas en compte la succession des événements. Cela reste néanmoins un outil intéressant de par le gain en temps de calcul et la variété des pluies simulées. Le bassin de rétention projeté, ou la modification d'un bassin existant, est alors étudié en utilisant la pluie décennale de projet pour évaluer le volume de stockage nécessaire à la lutte contre les inondations et les caractéristiques des prises d'eau. L'analyse des configurations envisageables et de différents modes de gestion est ensuite complétée avec la simulation des autres pluies. » (Chaumeau, 2014, p4).

Pour chaque projet de bassin, divers scénarios de simulation avec les 89 « classes » de pluies sont simulés, et différents critères sont calculés afin d'évaluer l'intérêt d'une configuration ou d'un mode de gestion (exemple dans le Tableau 4). Pour la lutte contre la pollution, ces critères sont par exemple « le volume intercepté dans le bassin de rétention par rapport au volume d'eau pluviale produit par le bassin versant et transitant dans le collecteur délesté vers le bassin, ou le volume intercepté dans le bassin de rétention par rapport au volume rejeté au milieu naturel. » (Chaumeau, 2014, p5).

Tableau 4 : Illustration de bilan d'interception d'un bassin simulé par la DEA du CD93, basé sur les 89 classes de pluies (pour le bassin séparatif Casanova ; extrait de Chaumeau, 2014, p5)

Mode d'alimentation	Volume total de la crue "sur 24 ans"	Volume dans bassin sans forcer le remplissage	Volume dans bassin en forçant le remplissage pour des pluies <16mm
1 prise d'eau	3 499 369	51 692	2 744 486
% d'interception des volumes de crue		1.50%	78.40%
2 prises d'eau	3 499 369	520 163	2 755 531
% d'interception des volumes de crue		14.90%	78.70%

Les auteurs soulignent que ces classes de pluie permettent in fine d'avoir pour chaque scénario, c'est-à-dire « configuration de l'ouvrage / mode de gestion de l'ouvrage / classe de pluies », la destination des effluents : stockage dans le bassin d'orage, rejet au milieu naturel, ou transfert vers la STEP. L'apport essentiel d'une gestion adaptée à la pluie par rapport à une alimentation statique établie pour la lutte contre les inondations peut ainsi être mis en évidence (Tableau 4). Les auteurs concluent qu'avec une telle étude sur un réseau unitaire, il y a alors suffisamment de données pour choisir un scénario et lancer l'étude de conception du bassin ou décider de modifier un bassin existant.

2.2.4 Conclusions

Le premier constat que l'on peut faire est que **vu la diversité des critères et la variété des modes d'utilisation des bassins, la façon de concevoir et dimensionner un bassin de stockage est extrêmement variable** (Eurydice, 1997). Le second constat est que dans les ouvrages et travaux consultés, **l'usage d'un logiciel d'assainissement est recommandé et répandu**. Les critères pour dimensionner un bassin sont très divers, fonction du cas d'étude et en particulier des enjeux à l'origine du projet de bassin : les critères purement hydrauliques semblent toutefois plus répandus que les critères avec flux polluants, du fait des réserves actuelles sur les modèles de flux polluants.

2.3 Critères généraux de caractérisation des bassins d'orage

2.3.1 Implantation sur le système d'assainissement

L'implantation de l'ouvrage sur le système d'assainissement peut être réalisée directement en tête de la station de traitement des eaux usées, ou plus en amont sur le système de collecte. Le choix de cette localisation dépend de considérations techniques, d'investissement et d'exploitation (FNDAE et al., 1988).

Situé en tête de station, l'ouvrage permet de tamponner l'effluent et/ou de stocker les débits dépassant la capacité maximale de traitement. Les contraintes de construction sont généralement moindres du fait de l'espace disponible très souvent plus important au niveau de la station que sur le réseau. La construction d'un ouvrage à ciel ouvert y est généralement moins contrainte, ce qui offre de meilleures conditions d'entretien, notamment du fait de la proximité immédiate du personnel de la station. Ces ouvrages apportent aussi à l'exploitant une certaine souplesse dans la gestion de la station, ils permettent par exemple le stockage des débits de temps sec pendant les périodes de maintenance et/ou d'arrêt de la filière de traitement.

Placé sur le système de collecte, il peut avoir pour objectif de limiter les surcharges hydrauliques (en soulageant le collecteur aval dont la section est souvent limitée), et/ou de limiter les surverses au milieu naturel. Ces ouvrages sont d'une gestion et d'une exploitation généralement plus délicates que pour les bassins construits en tête de station. Ceux-ci ne bénéficient en effet pas de la proximité immédiate du personnel de la station. Ces ouvrages permettent cependant d'apporter localement de la souplesse dans le fonctionnement général du réseau, notamment par temps de pluie. La mise en place de ce type d'ouvrages sur le réseau constitue souvent un moyen de lutter efficacement contre la pollution des milieux, tout en assurant une meilleure gestion hydraulique des systèmes d'assainissement (FNDAE et al., 1988).

Entre objectifs de régulation hydraulique des réseaux et de protection des milieux naturels, il est parfois délicat de faire la distinction au seul regard de la conception générale d'un bassin. En effet, un bassin ayant pour vocation première de répondre à des désordres hydrauliques limitera a fortiori le nombre et l'importance des rejets directs d'effluent vers le milieu récepteur. Et dans le cas de surverses au milieu naturel, l'ouvrage, suivant sa conception, pourra également apporter un prétraitement des eaux avant rejet, par décantation des matières en suspension et de la pollution qui y est liée. Cette double fonction est souvent revendiquée après coup, suite à des évolutions d'exploitation permettant d'adapter le fonctionnement d'un ouvrage existant pour qu'il puisse répondre à d'autres objectifs fonctionnels. Quand cette double fonction est prévue dès la conception de l'ouvrage, celle-ci peut être mise en avant par les maîtres d'ouvrage, notamment pour obtenir des subventions auprès de financeurs institutionnels tels que les Agences de l'eau ou les régions. Néanmoins, dans les faits, il est souvent très délicat de juger de la part relative de ces deux actions dans le fonctionnement réel de l'ouvrage.

2.3.2 Type de connexion

Deux configurations peuvent être envisagées pour ce qui est de la connexion de l'ouvrage au système d'assainissement. Les **bassins à connexion directe**, ou en série, sont implantés en ligne sur le réseau de canalisations. Ils sont, dans ce cas, traversés en permanence par le débit de temps sec, d'où la nécessité d'intégrer dans leur conception des dispositions visant à assurer un autocurage permanent de l'ouvrage. Ils offrent l'avantage essentiel de ne pas avoir besoin d'ouvrage de relèvement spécifique, ce qui permet de limiter de fait les coûts d'exploitation. Dans cette disposition, l'ouvrage est une part intégrante du système de collecte, les deux étant hydrauliquement liés, mais cela rend aussi souvent plus complexe la gestion du système, notamment pour ce qui est des opérations de maintenance. Un autre inconvénient de cette disposition réside dans sa faible capacité de réponse à des accidents impliquant des liquides polluants : il offre en effet peu de possibilités de piégeage en cas de pollution accidentelle, celle-ci nécessitant alors de fait la déconnexion totale de la branche.

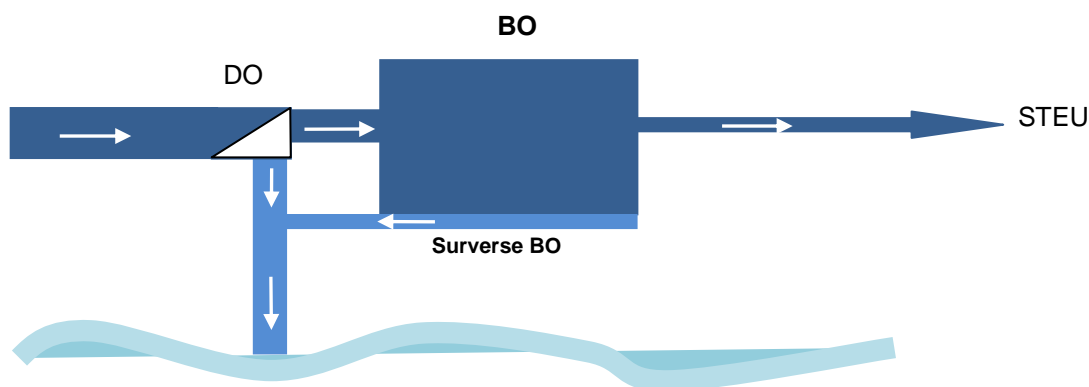


Figure 4 : exemple de schéma de principe d'un bassin à connexion directe avec surverse (VSA, 2012)

Un **bassin à connexion latérale**, ou parallèle, est alimenté en dérivation, soit par un système de déversement gravitaire, soit par pompage. Ce type de disposition est à privilégier si la décantation est un des objectifs recherchés (Chocat, 1997) en notant toutefois que les particules les plus lourdes (graviers, sables, ...) ne sont généralement pas dirigées vers le bassin. La vidange de ce type d'ouvrage se fait le plus souvent par pompage. Cette disposition offre d'ailleurs plus de souplesse dans la gestion des volumes stockés (Chocat, 1997), notamment pour la maintenance de l'ouvrage. Mais celle-ci nécessite, le cas échéant, des équipements visant à remettre en suspension les particules décantées afin d'éviter de diriger vers la station des effluents trop faiblement chargés. Suivant les configurations, la vidange du bassin peut se faire à l'amont ou à l'aval de son entrée. Une vidange à l'amont permet de sécuriser le débit maximum renvoyé au réseau mais peut provoquer un «pompage en boucle» en cas de mauvais asservissement du système (on parle aussi de fonctionnement « en canard »).

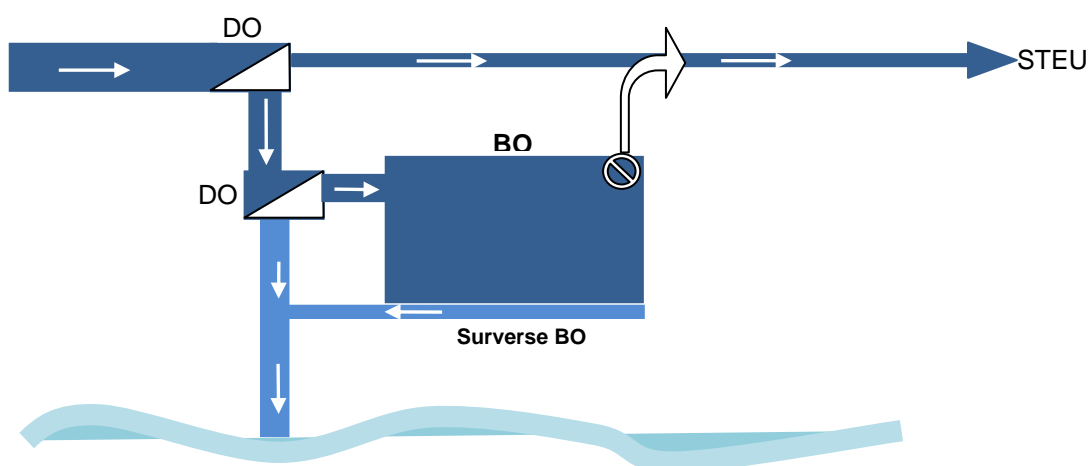


Figure 5 : exemple de schéma de principe d'un bassin à connexion latérale avec surverse (VSA, 2012)

Dans les deux configurations ci-dessus, le bassin est muni d'une surverse, ce qui n'est pas systématique. Le déversoir d'orage peut être distinct ou intégré à l'ouvrage de stockage (cf. Figure 6).

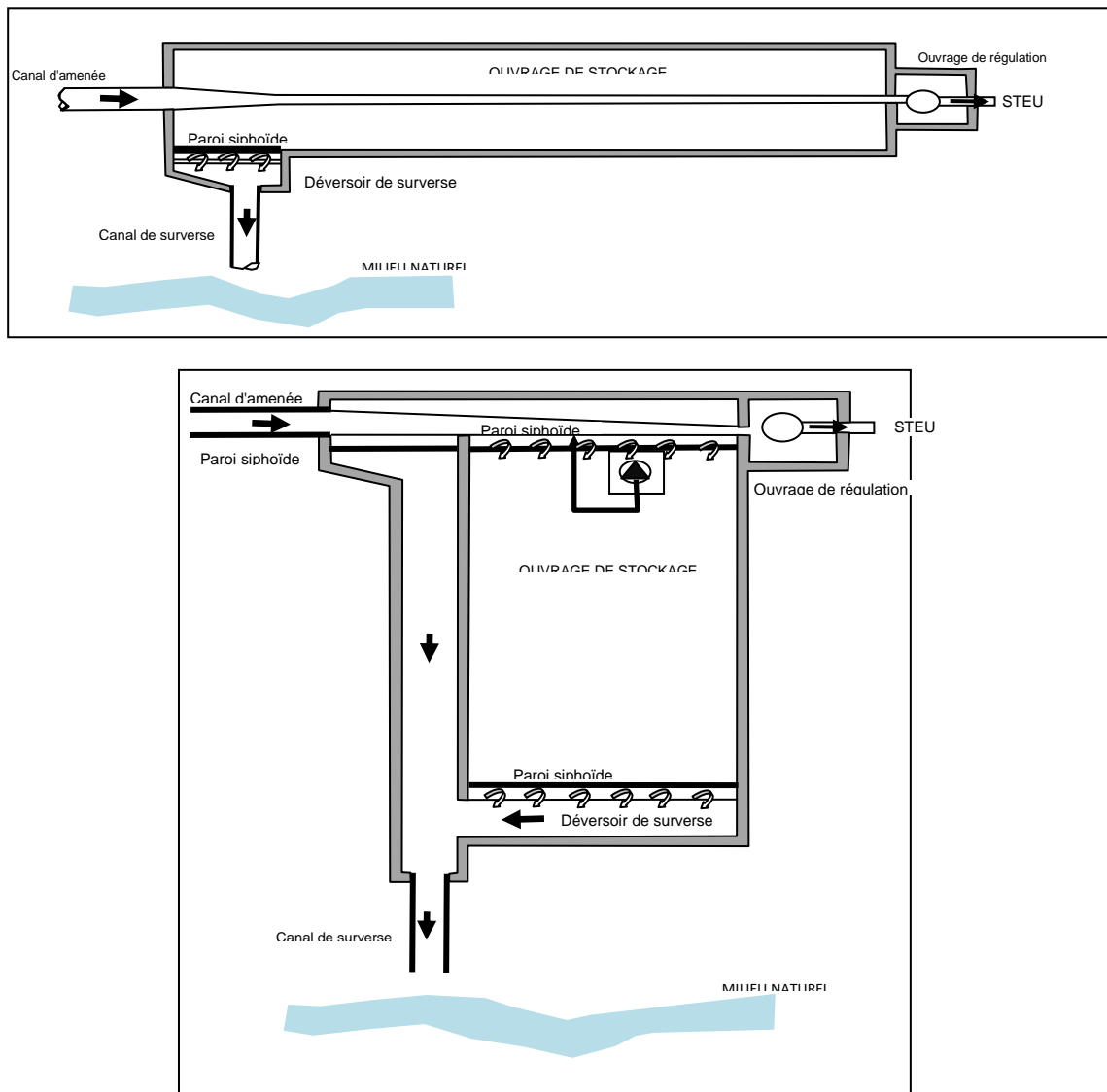


Figure 6 : exemples de disposition a) bassin à connexion directe b) bassin à connexion latérale (VSA, 2012)

Lorsque la charge polluante se concentre en début d'événement pluvieux (notion de premier flot de rinçage), l'ouvrage peut être conçu sans surverse. Le déversoir amont est alors sollicité lorsque l'ouvrage a atteint sa limite de capacité. On parle alors de bassin piège (FNDAE et al, 1988). Dans les autres cas, lorsqu'il n'existe pas d'effet marqué du premier flot de rinçage (cas sans doute le plus fréquent), une surverse peut être intégrée à l'ouvrage de stockage, en lieu et place ou en complément du déversoir situé à l'amont (celui-ci ne fonctionnant alors que de manière exceptionnelle). Si l'ouvrage d'alimentation du bassin n'en est pas muni, on recommande que la surverse à l'intérieur du bassin soit dotée d'une paroi siphonide, et ce afin d'éviter le départ de flottants et de retenir les graisses à l'intérieur du bassin. Elle est généralement placée le plus loin possible de l'entrée du bassin pour favoriser au maximum la décantation.

2.3.3 Eléments de conception

De nombreux aspects entrent en ligne de compte lors de la conception d'un ouvrage : emplacement, occupation du sol et du sous-sol, contraintes d'accessibilité, conditions de fonctionnement, d'exploitation, ainsi que des contraintes techniques particulières (nature du sol, hydrologie, réseau amont et aval, ...) sont autant d'éléments qui doivent être considérés dans l'élaboration de la solution technique à apporter, de façon à ce que celle-ci soit efficace et permette d'éviter les surcoûts (que ce soit à la réalisation, lors de la maintenance ou de l'exploitation de l'ouvrage).

Dans le cas d'ouvrages ayant pour seule fonction la régulation des débits vers l'aval, les phénomènes hydrodynamiques à l'œuvre à l'intérieur de l'ouvrage jouent un rôle mineur (conditions d'écoulement dans le système), ce qui permet une plus grande liberté de conception.

Dans le cas où la décantation est l'un des objectifs recherchés, les aspects hydrauliques et hydrodynamiques jouent un rôle central dans l'efficacité du traitement, ce qui conditionne fortement la conception de l'ouvrage et de ses équipements.

2.3.3.1 Enterré/Ouvert

Les ouvrages à ciel ouvert constituent une option moins coûteuse, autant en termes de génie civil que de maintenance. Cette conception facilite également les interventions d'exploitation et d'entretien. Elle trouve néanmoins une limite en zone urbanisée dense car elle demande beaucoup d'espace sans autoriser d'autre valorisation de son emprise (parking ou un espace vert par exemple). Ce mode de conception demande également de sécuriser l'accès à l'ouvrage (risques d'accident, de noyade) et d'éviter autant que possible les nuisances olfactives (généralement plus problématiques et « impactantes » en milieu urbain dense).

Les ouvrages enterrés sont généralement plus onéreux et plus contraints que les ouvrages à ciel ouvert, autant dans leur réalisation (génie civil, terrassement, ...) que dans leur exploitation (interventions, désodorisation,...). La conception enterrée est très bien adaptée aux zones urbaines denses, notamment dans les grandes agglomérations. Elle est d'ailleurs parfois la seule solution envisageable pour faire face à la fois à d'importants volumes d'eaux usées et pluviales (ces eaux pouvant être très chargées), à une population et à un réseau de circulation denses. Leur construction exige généralement une surface moins importante que pour un bassin à ciel ouvert et permet également une utilisation complémentaire du sol et/ou du sous-sol (espaces verts, parkings, voiries.). Néanmoins, cette option est aussi soumise à d'autres contraintes importantes : leur accès n'est pas toujours évident (notamment quand l'ouvrage est construit sous un parking ou sous une voirie), la corrosion des équipements y est plus importante que pour des ouvrages à ciel ouvert, la question du renouvellement d'air est également essentielle (risques liés au H₂S notamment).

Le stockage des eaux en canalisations surdimensionnées est une solution régulièrement utilisée, notamment lorsque les besoins en capacité de rétention sont faibles. Dans de nombreux cas, cette solution apparaît particulièrement adaptée pour des volumes de stockage réduits, notamment car les coûts et de contraintes d'entretien sont généralement très faibles. Il est cependant recommandé de veiller à ce que la pente soit suffisante pour assurer l'autocurage de l'ouvrage. Leur accès étant souvent très délicat, il peut être difficile d'y intervenir pour nettoyer la canalisation (Sepia/SIEE, 1998) d'où l'intérêt d'une conception qui permette d'assurer un autocurage suffisant. Néanmoins, ces ouvrages semblent donner entière satisfaction dans la plupart des cas.

2.3.3.2 Gestion des dépôts

Dans toutes les configurations, la décantation des particules, qu'elle soit recherchée ou non, induira des dépôts dont l'évacuation nécessitera des aménagements ou des dispositions visant à les évacuer.

Sauf dans les cas où la décantation est l'un des objectifs recherchés, l'ouvrage devra être conçu pour limiter les dépôts et faciliter leur reprise lors de la vidange, de manière à ce qu'ils puissent être évacués vers la station de traitement (cf. Figure 4). La suppression des angles permet de minimiser les risques d'accumulation (Aires N., et al. 2008). Dans les cas où des dispositions sont prises pour assurer l'autocurage des ouvrages à connexion directe, la pente doit être suffisante pour assurer une vitesse d'au moins 0.80 m/s pour le débit de temps sec (VSA, 2012). Elle doit aussi permettre la remise en suspension des matières solides dans le bassin, ce qui demande d'avoir une pente de 2% à 10% au minimum. Une inspection et un nettoyage régulier restent néanmoins recommandés.

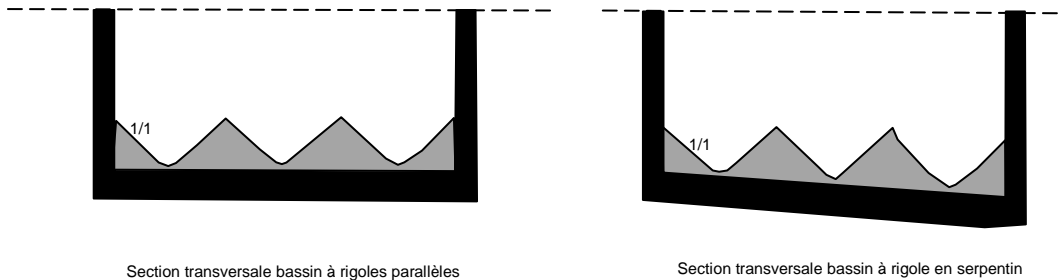


Figure 7 : exemple de disposition constructive favorisant l'autocurage (Saint Avold (57))

Des interventions manuelles ou automatiques sont souvent nécessaires pour nettoyer les bassins (hydroéjecteurs, sprinklers, clapet de chasse, augets, cloche à vide, lances, hydrocureuse, ...)
 Dans le cas d'ouvrages aux volumes importants, le compartimentage peut s'avérer être une bonne solution pour limiter les interventions d'entretien et de nettoyage. Il peut également, dans certains cas, apporter de la souplesse pour les opérations de maintenance de l'ouvrage.

2.3.3.3 Alimentation et ouvrage d'interception

L'ouvrage d'interception est un élément important dans le fonctionnement hydraulique du bassin et doit faire l'objet d'une étude détaillée (Dussart, 2008). Suivant les situations, celui-ci doit notamment permettre :

- d'assurer le transfert du débit régulé vers le réseau aval,
- d'assurer l'alimentation du bassin jusqu'à l'événement pluvieux de référence,
- d'éviter les mises en charge du réseau amont pour les pluies faibles et moyenne (N1 et N2),
- d'assurer la surverse de l'ouvrage pour les pluies plus importantes (N3 et N4).

Pour les bassins à connexion directe, l'alimentation doit être, dans la mesure du possible, aménagée sans chute ni remous de façon à éviter les dégradations du génie civil. Des rampes de type « saut à sky » ou des puits de chute permettent de prévenir des dégradations. Pour les bassins à connexion latérale, une alimentation par crête de déversement munie d'une paroi siphonide constitue une disposition bien adaptée dans les cas les plus fréquents. Une chambre de tranquillisation en amont du déversoir d'alimentation permet de faire remonter les flottants et de conserver les particules les plus lourdes dans le collecteur (ce qui évite de les retrouver dans le bassin). A noter néanmoins que beaucoup d'ouvrages (notamment les plus imposants) sont munis, à leur entrée, d'un dispositif de décantation des particules les plus lourdes (dessableur) qui permet aussi de piéger certains macro-déchets (lingettes), ce qui participe à la protection des pompes de refoulement lors des phases de vidange.

2.3.3.4 Renvoi vers la station de traitement

Pour les bassins à connexion directe, la vidange est généralement gravitaire ou assurée par un poste de relèvement couplé à l'ouvrage. Dans ce cas, la régulation du débit peut être effectuée :

- soit par des moyens "rustiques" : de type orifice ou canalisation étranglée, une seconde canalisation de vidange peut également être prévue et utilisée en cas d'obstruction de la première (cf. Figure 8);

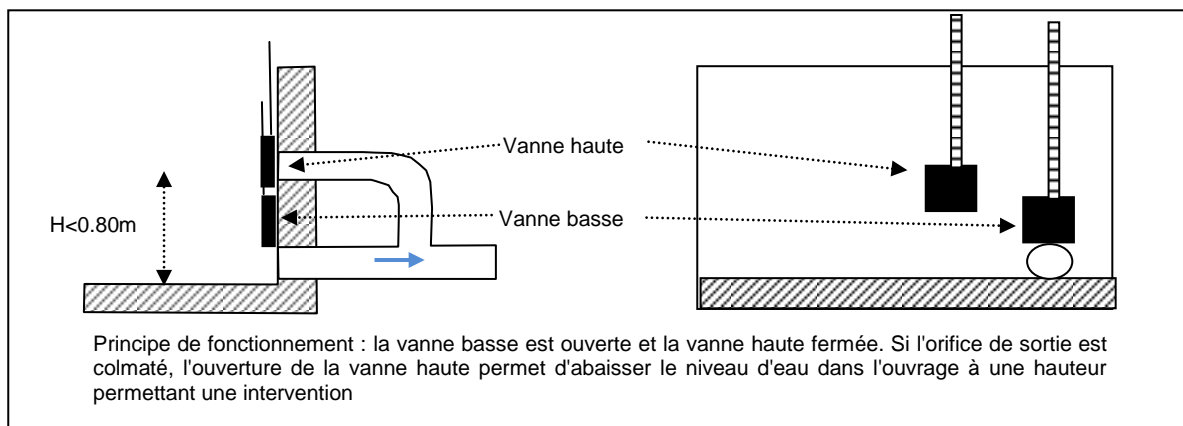


Figure 8 : schéma ouvrage de vidange "rustique"

- soit par la mise en place d'un régulateur de débit de type vanne à flotteur (Figure 9) si une régulation à débit constant est imposée, ou par une vanne électro commandée qui permet la gestion à distance et/ou l'asservissement du débit de vidange.

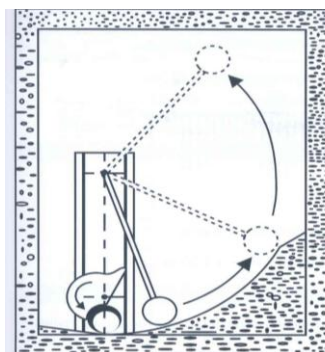


Figure 9 : schéma ouvrage régulateur vanne à flotteur (source Hydroslide)

Dans les autres cas, un groupement de pompes effectue généralement la vidange des bassins. Quelque soit l'option choisie, la réglementation demande à ce que la vidange puisse être réalisée en moins de 24 heures (arrêté du 21 juillet 2015).

2.3.3.5 Surverse vers le milieu naturel

La surverse vers le milieu récepteur peut advenir soit via un déversoir situé en amont de l'ouvrage (lorsque celui-ci n'est pas muni de surverse), soit par une crête placée en partie supérieure de l'ouvrage. Il arrive que ces surverses en trop plein soient équipées de cloisons siphonoïde, ce qui permet de limiter le départ des flottants et de confiner les graisses ou une éventuelle pollution accidentelle non miscible.

Pour les ouvrages souterrains profonds qui ne peuvent être équipés de surverse, le rejet vers le milieu naturel pourra être assuré par un système de pompage. Cette solution est cependant loin d'être idéale, une défaillance des pompes de refoulement pouvant alors avoir des conséquences graves sur le système. Il arrive néanmoins que cette solution soit la seule possible, c'est notamment le cas de certains bassins construits en bord de cours d'eau ou en zone littorale dont la cote peut être située sous le niveau des plus hautes eaux.

Lorsque la vidange du bassin se fait exclusivement vers le milieu naturel, l'ouvrage sera donc conçu pour améliorer au maximum la qualité de l'effluent rejeté. Il existe des dispositifs spécifiques permettant d'assurer cette fonction tout en restant dans des gammes de volume raisonnables : par traitement physique (décanteur lamellaire à contrecourant, co-courant, ou à alimentation latérale), voir par traitement chimique (utilisation de flocculants/coagulants). Pour ce dernier, les rares expériences menées en France indiquent que la mise en œuvre de cette solution est souvent très contraignante, notamment en termes d'exploitation (demande des agents d'astreinte 24h/24 et des moyens de prévision météorologique relativement poussés (les réactifs ne pouvant être stockés et devant être préparés immédiatement avant l'épisode pluvieux)).

2.3.4 Sécurité du personnel et des infrastructures

Il arrive régulièrement que l'accès du personnel et du matériel au bassin soit à peine prévu, ou qu'il le soit de manière insuffisante. C'est notamment le cas de certains bassins enterrés qui n'ont parfois pas été conçus pour être visités (ex : bassin Daniel Casanova en Seine Saint Denis). C'est très dommageable, notamment lorsqu'il faut intervenir sur l'ouvrage pour les opérations de nettoyage, de maintenance, ou pour y installer de la métrologie. La mauvaise sécurisation de l'accès des personnels peut être à l'origine d'un mauvais entretien. C'est pourquoi les bassins doivent être dotés de systèmes d'accès sécurisés autant pour le personnel que pour le matériel. Si les rampes ou escaliers descendant jusqu'au radier peuvent permettre de garantir la sécurité et un certain confort d'accès, il faut aussi savoir qu'ils peuvent également être sujet à des dépôts et pourraient donc nécessiter un nettoyage après chaque remplissage (Dussart et al, 2008). La mise en place d'échelles amovibles peut constituer un palliatif, mais il convient alors de s'assurer d'un ancrage solide et de ne pas les placer à proximité d'organes en mouvement (notamment électromécaniques). Dans le cas où l'ouvrage disposerait d'un système de nettoyage par vague de chasse, celui-ci devra être soigneusement asservi et sécurisé de manière à éviter tout déclenchement lorsque le personnel est présent à l'intérieur de l'ouvrage.

Une protection des équipements, pompes et génie civil, est également conseillée. Elle peut consister en la mise en place de dispositifs de prétraitement tels que des dégrilleurs, des dessableurs ou des pièges à cailloux. Les conséquences de leur installation doivent néanmoins être réfléchies, celle-ci pouvant apporter des contraintes d'entretien supplémentaires et un risque accru de colmatage (Jestin et al. 2009). Cela est d'autant plus prégnant que les usagers jettent à l'égout de plus en plus de lingettes, celles-ci étant aujourd'hui l'une des principales bêtes noires des gestionnaires de systèmes de collecte et de stations de traitement, entraînant notamment le colmatage des dégrilleurs et des pompes de relevage.

2.3.5 Exploitation

Le stockage d'effluent s'accompagne toujours d'une diminution des vitesses, ce qui est propice à la décantation des particules (que celle-ci soit ou non recherchée). Des dépôts importants peuvent alors se former sur le radier de l'ouvrage, ce qui peut poser des problèmes hydraulique, d'odeurs, ou remettre en suspension des matières qui peuvent parfois être entraînées vers le milieu naturel (allant à l'encontre de l'objectif recherché). En conséquence, le nettoyage des ouvrages semble être l'un des éléments clés de l'efficacité d'un bassin (en particulier pour les ouvrages enterrés). Des équipements automatiques spécifiques ou un curage manuel régulier peuvent alors être mis en place.

Le guide FNDAE (1988) distingue ainsi deux types d'équipements :

- les équipements "passifs" : rigoles autocurantes (notamment pour les ouvrages à connexion directe, cf. Figure 4) et systèmes de remise en suspension,
- les équipements "actifs" : les équipements de nettoyage manuel, les installations mécaniques et automatiques intégrés.

Parmi les équipements dits "passifs", les rigoles autocurantes peuvent être fortement recommandées dès lors que l'ouvrage est à connexion directe, c'est-à-dire traversé en permanence par les effluents de temps sec. Relativement efficaces (lorsque leur mise en œuvre est adaptée), elles dispensent généralement l'exploitant d'un certain nombre d'interventions de nettoyage, à condition cependant que ces rigoles aient suffisamment de pente et/ou parcourent l'ensemble du radier (cf. photo du bassin de Saint Avold (57) §4.3.2). Dans le cas contraire, des interventions de nettoyage manuelles seront à prévoir en complément.

Les équipements dits "actifs" sont plus nombreux, leur mise en œuvre et leur efficacité pouvant être très variables.

Le retour d'expériences Jestin et al. (2009) classe quant à lui les multiples systèmes de nettoyage suivant deux grandes catégories²¹ :

- les systèmes basés sur le stockage et le lâcher d'une quantité d'eau, visant à remettre en suspension les dépôts et à les entraîner vers une fosse d'où ils pourront être repris (généralement par pompage),
- les systèmes basés sur le maintien en suspension des particules.

²¹ Lovera et Blanchet (2009) fait également cette même distinction.

La remise en suspension des dépôts peut être envisagée en installant dans le bassin des dispositifs d'agitation, comme par exemple des hydro-éjecteurs ou des aéroéjecteurs. L'insufflation d'air apporte une oxygénation de l'effluent mais coûte relativement cher autant en termes d'investissement que de fonctionnement. Par ailleurs, les résultats obtenus sont souvent jugés insuffisants en termes d'agitation : les retours d'expérience (Dussart, 2009) montrent en effet que le dispositif ne permet pas toujours de garder les particules en suspension, notamment en fin de vidange lorsque le niveau d'eau dans l'ouvrage est faible.

La mise en place de **systèmes d'aspersion-rinçage**, aussi appelés sprinklers, disposés sur les parois ou sur le radier des bassins apporte une satisfaction limitée, souvent peu efficaces pour cause d'effets dynamiques très insuffisants. Ils peuvent de plus poser certains problèmes d'accessibilité lorsque ceux-ci sont installés sur le radier. Il conviendra donc de juger du besoin et de la fréquence des visites sur site en cas de choix de cette technique.

Les équipements de création d'une vague déferlante (cloche à vide, augets basculants) apportent généralement une bonne efficacité dans le nettoyage, sous réserve d'être déclenchés avant que les dépôts ne soient secs ou compactés (auquel cas, un nettoyage manuel par jet à haute pression peut alors être nécessaire). L'option d'utiliser des augets basculants présente l'avantage de ne pas demander beaucoup d'espace. Il faudra néanmoins penser à prendre en compte le système d'alimentation en eau des augets (effluent, eau potable, forage dédié). Cependant, leurs performances peuvent être moindres que celles de systèmes à clapets de chasse ou les pompes à vide qui ont l'avantage de pouvoir envoyer des volumes d'eau plus importants²² et de couvrir de plus longues distances. On peut conseiller de laisser les clapets de chasse ouverts en dehors de leur utilisation pour éviter l'arrachage des joints (cas de figure rencontré et relevé par Jestin et al. (2009)).

Tout dispositif automatisé représente un coût supplémentaire à l'investissement, une consommation d'énergie parfois loin d'être négligeable, une consommation d'eau (éventuellement), et des interventions humaines régulières, notamment pour assurer leur maintenance.

Si aucun système automatique n'est prévu, les opérations de maintenance sont souvent plus lourdes (même si de nombreux ouvrages ne disposant d'aucun équipement de nettoyage semblent donner entière satisfaction). Plus encore que pour les dispositifs automatisés, ces opérations de nettoyage manuel doivent être considérées dès la conception du bassin, notamment en termes d'adduction d'eau et d'accessibilité du personnel comme du matériel (lances, engins, ...). Quelle que soit la solution retenue, on préconise généralement l'installation de lances à incendie de manière à toujours pouvoir assurer un nettoyage manuel de l'ouvrage, notamment en cas d'insuffisance des systèmes automatiques (Sepia/SIEE, 1998). Même lorsque le bassin est compartimenté, on peut retrouver régulièrement des boues dans tous les compartiments de l'ouvrage, y compris ceux qui apparaissent être les moins sollicités. Il n'est en effet pas rare que la fréquence de sollicitation des différents compartiments soit plus importante que ce qui avait été initialement prévu. La gestion de leur nettoyage doit donc être anticipée et adaptée en conséquence (fréquence, types d'interventions, ...).

Le guide FNADE et al.(1988) présente une synthèse des performances et critères de dimensionnement des différents dispositifs de curage. Si les conclusions vis-à-vis des équipements automatiques sont à nuancer (et à actualiser), les éléments concernant le nettoyage manuel ne semblent pas avoir particulièrement évolué depuis 30 ans.

Tableau 5 : Vue d'ensemble des équipements de curage des bassins de pluie (adapté d'un Tableau issu de FNADE et al. 1988)

	Procédé utilisé	Utilisation possible	Origine de l'eau de nettoyage	CRITERES DE DIMENSIONNEMENT			EFFICACITE DU NETTOYAGE	
				Pression requise	Débit requis	Conditions à respecter	Performance de nettoyage	Commentaire
EQUIPEMENT DE NETTOYAGE MANUEL	Nettoyage à pression normale	Bassin de forme quelconque	<ul style="list-style-type: none"> eau du réseau alimentation séparée eau de sortie de clarificateur dans certains cas 	<10 bars	2 - 3 l/s buse de sortie de 10 mm	Prévoir une interruption de l'eau (rupture de charge ou clapet anti-retour)	Portée de la lance < 10 m	PEU ADAPTE
	Nettoyage avec installation haute pression	Bassin de forme quelconque	<ul style="list-style-type: none"> eau du réseau alimentation séparée eau de sortie de clarificateur 	<10 bars	3 - 5 l/s buse de sortie de 10 mm	Prévoir une interruption de l'eau (rupture de charge ou clapet anti-retour)	Portée de la lance 20 m	BON
	Lance à haute pression	Canalisation de diamètre inférieure à 2 m	<ul style="list-style-type: none"> eau du réseau alimentation séparée (véhicule mobile ou hydrant) 	60 à 120 bars	5 - 10 l/s suivant la tête de lavage	Nécessité d'un véhicule de contenance 7 à 12 m ³	Long. max. de tuyau entre le réservoir de pluie et le puits d'aération 100 m	BON

²² Le poids que peuvent supporter les fixations des augets constitue en effet souvent le paramètre limitant de cette solution. Son utilisation est donc plutôt préconisée pour de courtes distances de lavage.

Pour les autres dispositifs de nettoyage, de nombreuses communications et retours d'expériences²³ présentent des recommandations actualisées que nous avons pu synthétiser dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Vue d'ensemble des dispositifs de nettoyage des bassins d'orage

Procédé	Contraintes d'utilisation	Performances	Avantages et points de vigilance	Commentaire
Autocurage	Adapté aux bassins traversiers (connexion directe) Plutôt recommandé pour des bassins longilignes La pente du radier ou la vitesse d'écoulement doivent être suffisantes	Très variables Procédé pas toujours satisfaisant Permet de limiter les interventions de nettoyage manuelles, sans pour autant s'y substituer	GC relativement simple si ouvrage longiligne ou avec rigole centrale Des dépôts persistants (jusqu'à plusieurs cm) sont régulièrement relevés sur certains ouvrages	Performances variables, pas toujours satisfaisant si utilisé seul
Augets basculants	Pas de contrainte particulière sur la forme du bassin La pente du radier doit être suffisante	Efficace à condition qu'il soit activé aussi rapidement que possible après vidange	Demande de respecter les recommandations données par le fournisseur (largeur, longueur, pente, hauteur de chute, ...) Doit prendre en compte la capacité de la STEU à faire face à la charge polluante issue du nettoyage	Satisfaisant
Clapets de chasse	Pas de contrainte particulière sur la forme du bassin La pente du radier doit être suffisante	Généralement plus performant que des augets basculants	Idem que pour les augets basculants	Bon
Cloche à vide	Plus adapté aux formes rectangulaires que circulaires Demande un dimensionnement précis des volumes de chasse et de la cuvette de réception	Très variable Beaucoup de bassins équipés font état de problèmes de fonctionnement rendant la plupart du temps le dispositif inopérant (problèmes d'étanchéité de la cloche, système de pompage à vide défectueux)	GC relativement simple Pas d'encastrement métallique dans le béton Force tractrice du flot importante Bon rapport coût/efficacité Faible consommation électrique Pas d'équipement en contact avec l'effluent Le volume du réservoir de chasse fait partie intégrante du volume du bassin Interventions de maintenance préventive réduites à de simples contrôles visuels Problème d'étanchéité assez fréquents. Le nettoyage apporte à la STEU une charge polluante qui peut conduire à des dysfonctionnements du traitement biologique	Performances variables, peut être très satisfaisant si le dispositif fonctionne. En cas de problème (étanchéité, pompe à vide), le dispositif reste totalement hors service
Hydroéjecteurs	Pas de contrainte particulière	Généralement satisfaisant Souvent utilisé en complément d'autres dispositifs de nettoyage	Doivent être en nombre suffisants (dépend de la taille du radier)	Satisfaisant
Insufflation d'air	Le maillage doit être suffisant Souvent couplé à des interventions manuelles régulières Coûts importants en investissement et en fonctionnement	Nettoyage pas toujours très satisfaisant (notamment lorsque le maillage est trop grossier) Généralement insuffisant si utilisé seul	L'insufflation d'air limite la septicité Difficultés d'accès et d'intervention sur le radier	Peu adapté
Rampe d'aspersion	Pas de contrainte particulière	Rarement satisfaisant si utilisé seul Peut assurer la propreté des parois mais généralement pas celle du radier	Consomme généralement beaucoup d'eau. Doit nécessairement être associé à un mode de nettoyage complémentaire (nettoyage manuel par exemple)	Peu adapté

2.3.5.1 Gestion de l'air et des gaz

Une désodorisation, chimique ou physique, peut être envisagée lorsque le bassin est situé à proximité immédiate de zones habitées et qu'il est susceptible de générer des nuisances olfactives. Dans la plupart des cas, une simple aération du bassin couplée à une ventilation de la bâche de relevage suffit à régler les problèmes. Cela permet par ailleurs d'évacuer les gaz tels que le H₂S (pour les bassins

²³ Les éléments présentés dans le Tableau 6 reprennent des conclusions issues des études Sepia/SIEE (1998), FNDAE et al. (1988), ainsi que de plusieurs communications, notamment issues du colloque ASTEE/SHF sur la conception, l'entretien et la gestion des bassins d'orage du 18-19 Novembre 2008 (Lovera & Blanchet ; Churllet et al. ; Mulliez et al. ; Guilhem et al. ; Gardon et al.)

enterrés) qui, outre sa nocivité très importante, a aussi tendance à endommager les équipements et structures métalliques en favorisant leur corrosion. Les problèmes d'odeurs concernent rarement le bassin de stockage en lui-même, dans la mesure où celui-ci ne reste en eau que quelques heures pour chaque sollicitation. Ce sont les bâches de pompage qui y sont en revanche le plus sujet, celles-ci restant presque constamment en eau. Pour que la ventilation et la désodorisation soient efficaces, il est donc préconisé de bien séparer le bassin de stockage de sa bache de pompage, et de concentrer la ventilation sur cette dernière (Jestin et al, 2009). Pour économiser de l'énergie, cette ventilation peut être asservie aux teneurs en H₂S et en CH₄.

2.3.5.2 Métrologie, automatisme, autosurveillance, détection de gaz

L'instrumentation des ouvrages, par la mise en place d'équipements de métrologie, apparaît de plus en plus indispensable autant pour répondre aux exigences réglementaires de l'autosurveillance que pour la gestion en temps réel des systèmes de collecte et l'automatisation des organes électromécaniques de remplissage et de vidange des bassins. Si ces appareils présentent un léger surcoût à l'investissement comme à l'exploitation, ils peuvent cependant apporter de nettes améliorations dans la gestion et l'entretien des systèmes de collecte, par exemple pour réduire l'impact des rejets urbains par temps de pluie sur les milieux récepteurs.

A l'échelle de l'ouvrage, ces équipements permettent également d'asservir les différents organes du bassin : qu'il s'agisse de l'alimentation, de la vidange, ou encore du rinçage. Ils peuvent aussi être une source de données intéressante qui peut permettre de mieux comprendre l'efficacité et les services rendus par l'ouvrage (Jestin et al, 2009).

2.4 Vers une caractérisation du patrimoine national

Comme en témoigne les multiples items abordés au cours de ce chapitre, les sujétions relatives au dimensionnement, à la conception, à l'entretien et à l'exploitation des bassins d'orage exprime toute la richesse conceptuelle de ces dispositifs pour répondre aux différentes problématiques de gestion hydraulique et de limitation des rejets urbains par temps de pluie rencontrées par les gestionnaires de systèmes d'assainissement. Cette richesse conduit à l'existence d'un panel d'ouvrages potentiellement très diverses.

Pourtant, aucun dispositif ne permet actuellement de connaître le patrimoine d'ouvrages existant sur le territoire français. Si les services locaux disposent généralement de ces informations à l'échelle de leur système, celles-ci restent relativement difficiles d'accès et sans réelle cohérence au niveau national. Nous chercherons, dans le chapitre qui suit, à donner des éléments sur ce parc d'ouvrages au niveau français. Nous essaierons notamment d'évaluer dans quelle mesure les territoires peuvent différer en matière d'assainissement et plus précisément en termes de gestion des eaux usées par temps de pluie, quelles sont les différentes situations techniques et institutionnelles ceux-ci peuvent rencontrer sur le terrain.

3 Etude nationale du parc de bassins d'orage sur systèmes d'assainissement unitaire

Bien que plusieurs retours d'expériences sur ces ouvrages aient déjà été réalisés en France (souvent commandités par les Agences de l'eau au niveau local, pour des objectifs pouvant être très variés), les bassins d'orage n'en demeurent pas moins des objets relativement mal connus à l'échelle nationale et interrégionale. Les résultats de l'enquête IFEN « Eau et Assainissement », réalisée en 2001 auprès des collectivités locales, **estimaient leur nombre à 17 600 sur tout le territoire national, dont 6 100 sur réseau unitaire**²⁴. Mais l'absence de dénomination unique et de typologie clairement établie pour ces dispositifs apparaît comme l'une des premières difficultés pour leur étude et leur référencement, et ce alors qu'une même dénomination peut parfois désigner des objets très différents en termes d'objectifs ou de conception (Voir partie 2). Dans le même temps, **l'Allemagne dénombrait en 2010 plus de 68 000 dispositifs de régulation des réseaux par temps de pluie** (« *Regenentlastungsanlagen* ») répartis suivant une typologie de 4 ouvrages différents, et parmi lesquels figurent un peu plus de **23 800 bassins de stockage sur réseau unitaire** (« *Regenüberlaufbecken* ») pour une capacité de stockage cumulée de presque **15 millions de m³**²⁵. Les services fédéraux allemands de statistiques relèvent ainsi le nombre de bassins en activité et leur volume de stockage sur la base d'enquêtes systématiques auprès des gestionnaires. Réalisées tous les trois ans depuis 1991, les résultats de ces enquêtes sont une ressource précieuse pour la connaissance patrimoniale des réseaux d'assainissement et d'eau potable outre Rhin.

3.1 Comparaison de la situation des services d'assainissement pour les six grands bassins hydrographiques

Pour de nombreuses raisons, la situation de l'assainissement peut beaucoup évoluer d'une région à l'autre et donc d'une Agence de l'eau à l'autre. L'hétérogénéité des contextes historiques, climatiques, géographiques et démographiques est telle que la structuration physique et institutionnelle diffère sensiblement sur les territoires en fonction des enjeux auxquels ceux-ci sont confrontés. Le bassin Rhin-Meuse, par exemple, est le seul des six grands bassins hydrographiques à ne pas avoir de façade maritime. Dans le même temps, il est aussi le seul à être confronté dans une telle mesure à la problématique de la nécessaire collaboration entre Etats voisins traversés par un même grand fleuve européen (la partie française du Rhin et de la Meuse étant en amont direct de la Belgique, de l'Allemagne et des Pays-Bas). Ce paragraphe a pour but de faire un état des lieux de ces différences entre grands bassins hydrographiques, sur la base d'une exploitation des données renseignées dans la base SISPEA²⁶.

Créé par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006, le Système d'Information sur les Services Publics d'Eau et d'Assainissement (SISPEA) est un outil public mis en place et animé par l'AFB dans le cadre de sa mission d'observation des services publics d'eau et d'assainissement. Cette base de données est alimentée par les informations transmises par les services en charge de la fourniture en eau potable et de l'assainissement, via les Agences de l'eau et les Services Police de l'Eau. Suivant sa nature et ses missions, chaque service remonte un certain nombre de variables et d'indicateurs caractéristiques des performances et de l'état de connaissance de son système, constituant ainsi une source d'informations précieuse et accessible à tous pour décrypter les enjeux techniques, financiers et sociaux du service public de l'eau et d'assainissement en France.

3.1.1 Compétences, taille et mode de gestion des services

SISPEA recensait en 2014 près de 16 600 services d'assainissement sur le territoire métropolitain, dont 90% sont des communes (généralement de petite taille), et un peu plus de 7% sont des syndicats. L'étendue géographique des grands bassins hydrographiques étant très variable, le nombre de services diffère énormément d'un bassin hydrographique à l'autre (un peu plus de 260 services pour le bassin Artois-Picardie contre près de 5 300 pour le bassin Rhône-Méditerranée-Corse !), tout comme la taille de ces services dont la répartition n'est absolument pas homogène sur le territoire national (cf. Figure 10)

²⁴ Notre estimation réalisée à partir des mêmes données brutes est nettement moins élevée (voir §3.4)

²⁵ D'après données Destatis (2010)

²⁶ Données de 2014, qui constitue l'année de référence pour la diffusion au grand public

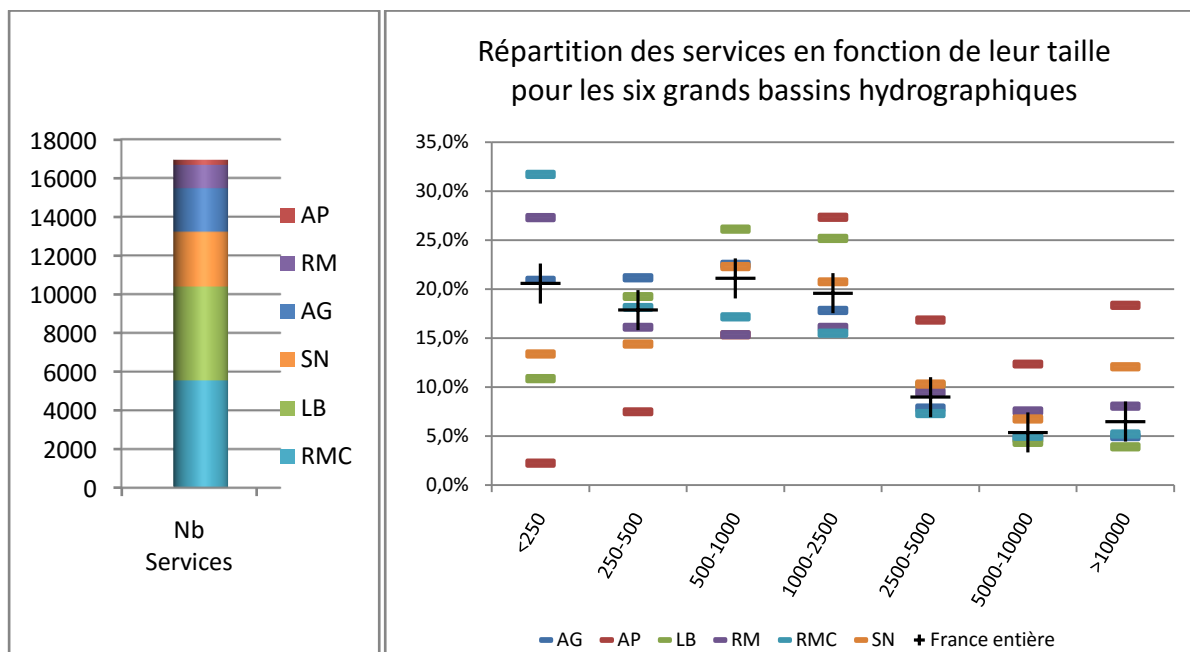


Figure 10 : Répartition des services en fonction de leur taille pour les six grands bassins hydrographiques (d'après données SISPEA 2009)

On note le profil assez singulier du bassin Artois-Picardie, de loin la plus petite Agence de l'eau et dont les services d'assainissement sont sensiblement plus grands que la moyenne nationale. La proportion de communes dans ses services y est également plus faible (seulement 2/3 des services d'assainissement d'Artois Picardie sont des communes, contre 80 à 90% pour les autres bassins hydrographiques). Dans une moindre mesure, le bassin Loire-Bretagne affiche également une faible représentation des tout petits services, contrairement aux bassins Rhin-Meuse et Rhône-Méditerranée-Corse pour lesquels plus du tiers des services desservent moins de 250 habitants.

Pour ce qui concerne les compétences de ces services, il apparaît que près de 85% d'entre eux sont au moins en charge de la collecte et du traitement des eaux usées, ce chiffre évoluant sensiblement avec le type de collectivité : 85% des communes, plus de 95% des Intercommunalités et 71% des syndicats assurant la compétence assainissement. Là encore, on observe aussi des différences sensibles de cette proportion d'un grand bassin hydrographique à l'autre (cf. Tableau 11)

Tableau 7 : Part des services d'assainissement assurant la triple compétence (CTD) pour les six grands bassins hydrographiques (d'après données SISPEA)

Bassin hydrographique	Nb de services	Nb services tri-compétents	%
Adour-Garonne	2 365	2 030	85,8%
Artois-Picardie	266	262	98,5%
Loire-Bretagne	4 676	3 654	78,1%
Rhin-Meuse	1 163	1 056	90,8%
Rhône-Méditerranée-Corse	5 278	4 392	83,2%
Seine-Normandie	2 711	1 931	71,2%
France Métropolitaine	16 459	13 325	80,9%

Le mode de gestion des services d'assainissement apparaît très largement dominé par deux formes : la régie (pour un peu plus de 12 000 services) et l'affermage (pour un peu plus de 3 700 services). La Régie avec prestation de service représente quant à elle un peu plus de 620 services, les autres catégories (gérance, concession, ...) moins de 100 services. Notons également que ces modes de gestions ne se répartissent pas uniformément suivant les bassins, la taille et les compétences

assurées par ces services : On observe par exemple une surreprésentation de l'affermage sur le bassin Artois-Picardie par rapport à la moyenne nationale, notamment pour la mission « traitement des eaux usées ». Certains modes de gestion touchent plus les « gros » services que les plus petits : l'affermage et la gérance concernent deux fois plus les services de plus de 1 000 habitants que la moyenne, tandis qu'ils concernent de 2 à 6 fois moins de services de moins de 500 habitants que la moyenne. A l'inverse, la régie est 2 fois moins courante chez les services de plus de 2 500 habitants que la moyenne nationale.

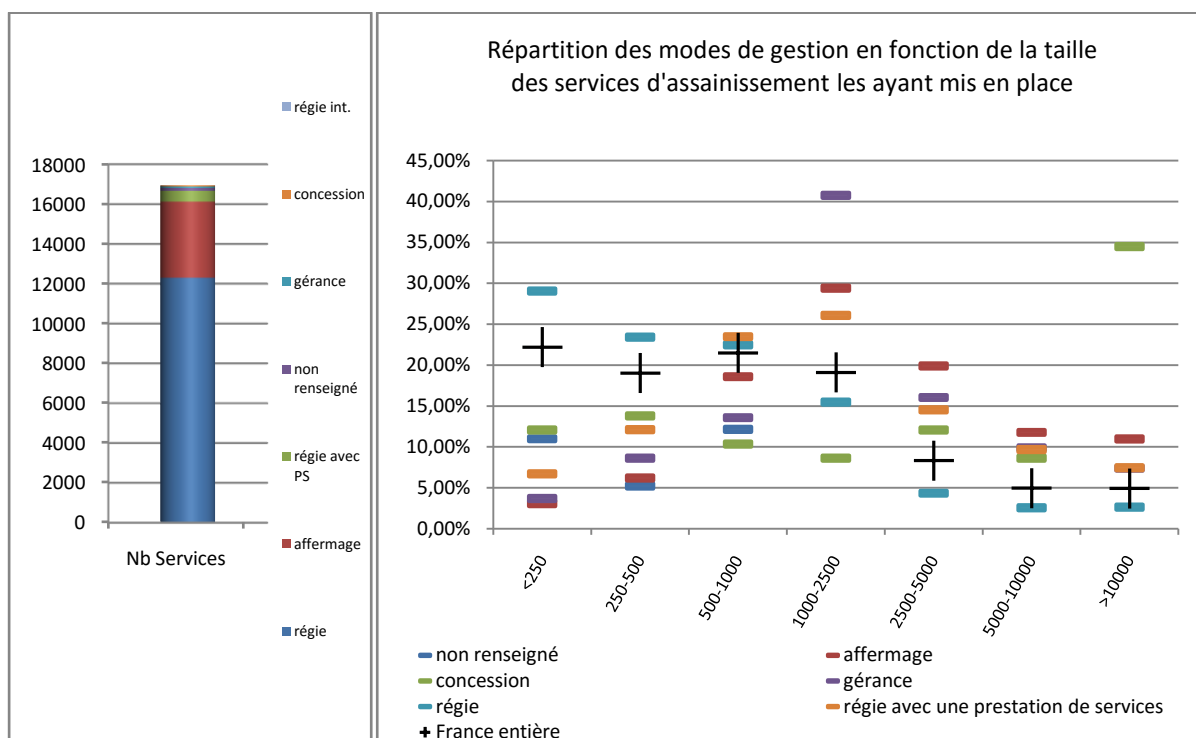


Figure 11 : Répartition des modes de gestion mis en place par les services d'assainissement (d'après données SISPEA 2009)

3.1.2 Connaissances des services et dominantes des linéaires de réseau

Les services ayant en charge la collecte et/ou le transport des eaux usées doivent renseigner pour le SISPEA plusieurs indicateurs de connaissance de leur système. Si rien n'était obligatoire jusqu'au 1^{er} janvier 2017, plusieurs agences de l'eau avaient déjà commencé à conditionner certaines de leurs aides au renseignement de ces indicateurs. Parmi les informations demandées figurent, entre autres, les linéaires de réseau unitaire et séparatif (VP.199 et VP.200), leur connaissance de la localisation et de la description de leurs ouvrages annexes tels que les postes de relevages, les déversoirs d'orage et les bassins d'orage (VP.145), l'existence d'un plan localisant les points de rejets potentiels aux milieux récepteurs, l'évaluation sur carte de la pollution collectée en amont de chaque point de rejet potentiel, ect ... (VP.158 à VP.165). Ces indicateurs sont une source d'information précieuse pour évaluer le niveau de connaissance patrimoniale des systèmes de collecte. Malheureusement, dans les faits, on constate que ceux-ci sont encore très loin de toujours être renseignés par les services.

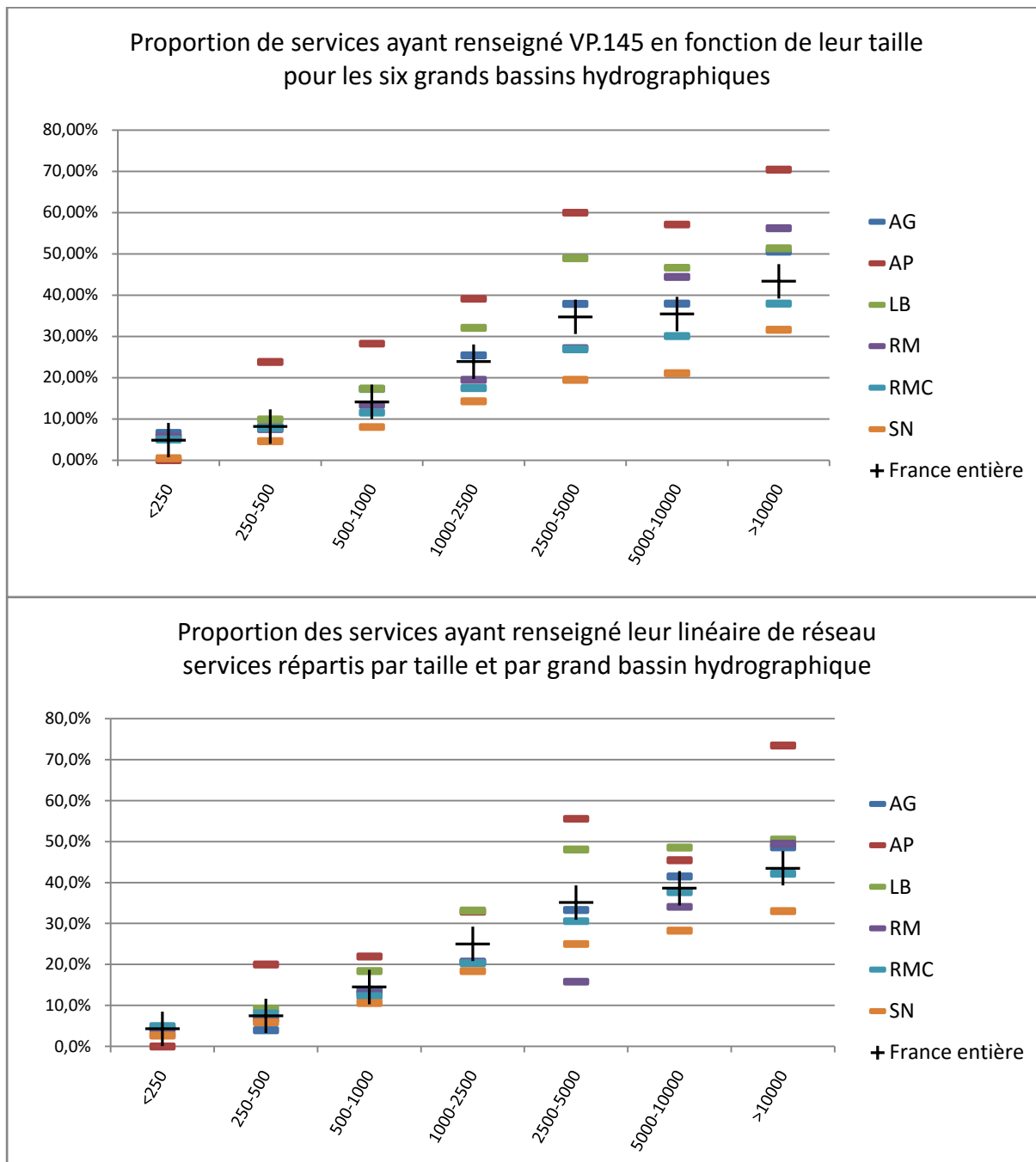


Figure 12 : Part des services ayant renseigné les indicateurs de connaissance patrimoniale VP.145 et VP.199-200 (d'après données SISPEA 2009)

Les indicateurs de connaissance des linéaires de réseau (VP.199-200) et de localisation et description des ouvrages annexes (VP.145) apparaissent comme les deux indices les plus renseignés par les services en charge de la collecte et du transport des eaux usées. Globalement, les petits services répondent nettement moins que les plus gros (en proportion), cette différence pouvant atteindre un facteur 4 (en 2014, 20% des services desservant moins de 250 habitants avaient renseigné leur linéaire de réseau contre 67% des services de plus de 10 000 habitants). On observe cependant un net progrès de ce pourcentage entre 2009 et 2014, notamment pour les plus petits services, passant, pour ceux desservant moins de 250 habitants, d'un peu moins de 5% de réponse à plus de 16%. Dans la mesure où ces petits services sont largement majoritaires, bien que la plus grande part de la population soit desservie par des services de plus de 10 000 habitants, 36% des services ont aujourd'hui renseigné leur linéaire de réseaux (contre seulement 21% en 2009).

On observe néanmoins des différences notables entre grands bassins hydrographiques sur la proportion des services ayant renseigné ces indicateurs. Les services du bassin Artois-Picardie apparaissent comme ceux qui répondent le plus, à la différence du bassin Seine-Normandie pour

lequel les services renseignent légèrement moins leurs linéaires que la moyenne nationale (notamment les plus gros d'entre eux). Cependant, les réponses montrent pour tous les bassins hydrographiques une bonne connaissance générale des ouvrages annexes (description et localisation), avec là encore une connaissance plus faible pour les services de moins de 1 000 habitants. Cette conclusion est toutefois à mettre en relation avec les proportions parfois très élevées de non-réponses qui peuvent raisonnablement être considérées comme des réponses négatives.

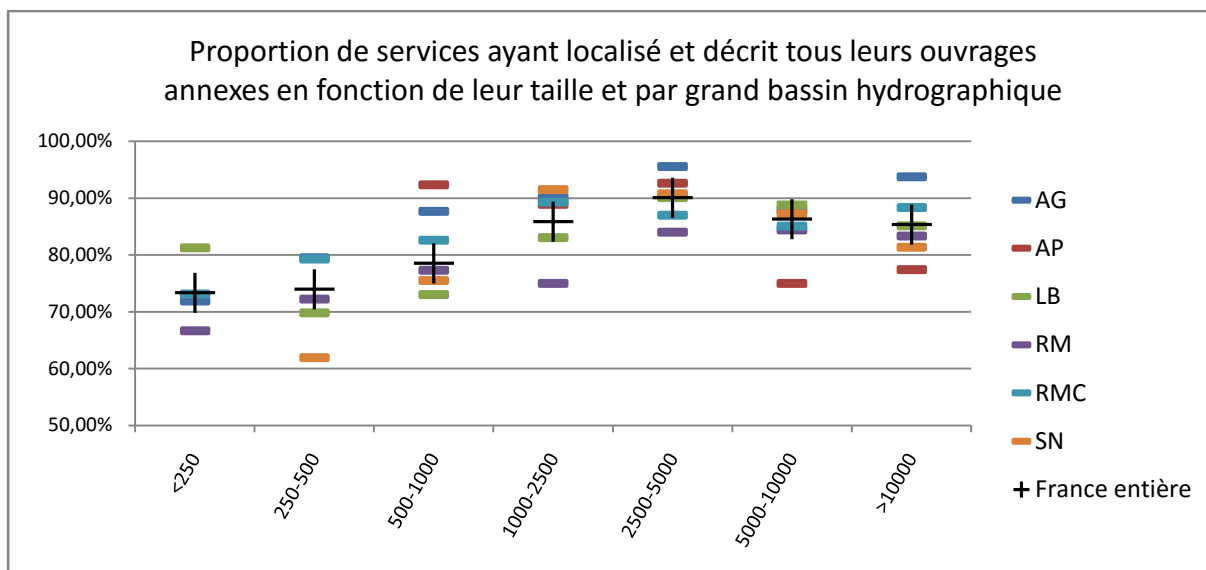


Figure 13 : Part des réseaux pour lesquels sont décrits et localisés tous les ouvrages (d'après données SISPEA 2009)

Néanmoins, c'est surtout sur les linéaires de réseaux que sont observées les plus grandes différences entre les services des six grands bassins hydrographiques. En effet, on remarque très clairement la nette singularité du bassin Rhin-Meuse pour lequel la part de services dont les linéaires sont à dominante unitaire est de 3 à 4 fois supérieure à la moyenne nationale, toutes classes de population confondues.

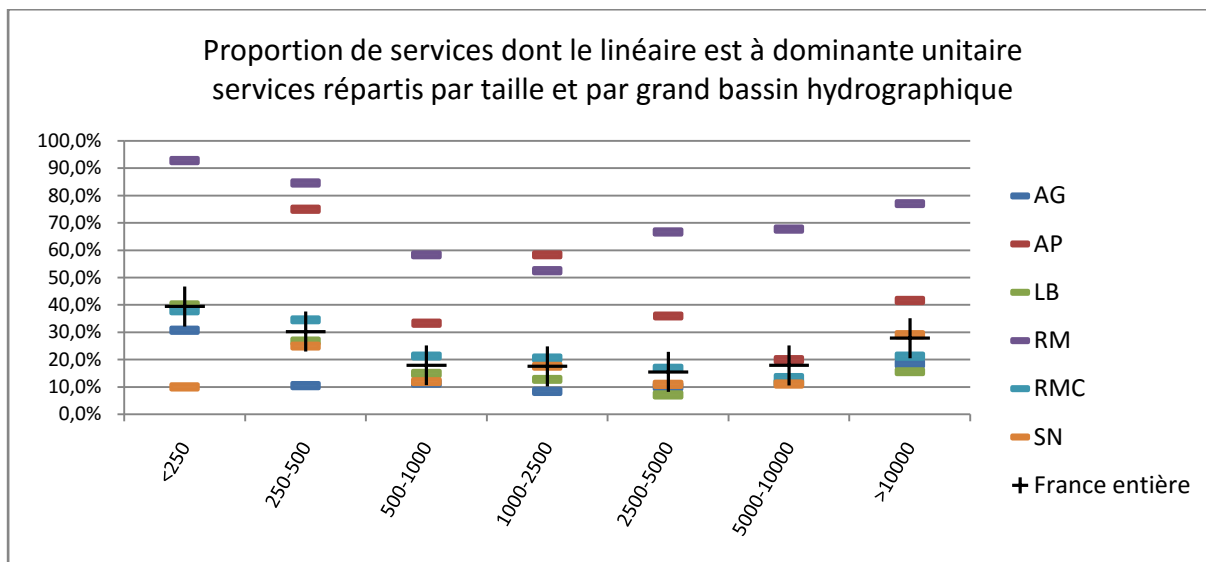


Figure 14 : Part des réseaux à dominante unitaire pour les six grands bassins hydrographiques (d'après données SISPEA 2009)

3.2 Données disponibles

3.2.1 Etudes diverses et extractions issues des bases de données financières des Agences de l'eau

L'enquête réalisée auprès des Agences de l'eau nous a permis de nous rendre compte de la difficulté de recenser et de suivre l'évolution de la « population » de bassins d'orage au niveau national. Bien que les agences disposent aujourd'hui de bases de données qui leur permettent d'assurer la gestion et le suivi financier de leurs interventions, la part de ces bases ayant été informatisées ne remontent généralement pas au-delà des années 2000 et celles-ci n'ont pas été conçues pour recenser les caractéristiques techniques des ouvrages subventionnés.

Plusieurs études traitant de ces ouvrages présentent également un certain nombre de bassins, pour la plupart plus anciens que ceux référencés dans les extractions qui nous ont été fournies. Réalisés le plus souvent à l'initiative des Agences de l'eau, ces travaux présentent diverses informations sur des échantillons dont l'homogénéité varie suivant les objectifs visés par l'étude : volumes, coûts, équipements, implantation (réseau/station), part des travaux subventionnée,... Ces études portent le plus souvent sur un échantillon limité d'ouvrages. Elles n'avaient pas pour vocation de recenser l'ensemble des bassins d'orage.

Tableau 8 : Résultats d'études apportées par les Agences de l'eau et caractérisation des informations disponibles

Origine	Intitulé (et période couverte)	N°	Période couverte	Nb bassins	Informations disponibles
AEAP	Etude AEAP sur les coûts de référence pour 2014	[1]	1991-2012	71	Localisation, année de l'attribution de la subvention par l'agence, volume de l'ouvrage, coût de l'ouvrage à la clôture des travaux, et diverses caractéristiques techniques pour plusieurs bassins (implantation (Réseau/Station), génie civil (béton et/ou géomembrane), couverture (enterré/ouvert), dispositif de nettoyage)
AEAP	Etude AEAP sur la maîtrise des eaux pluviales	[2]	2000-2006 <i>(pour les ouvrages renseignés)</i>	130	Année (sans autre précision), volume de l'ouvrage et implantation (Réseau/Station)
AEAP	Etude AEAP sur la répartition régionale des bassins de stockage-restitution (BSR)	[3]	1976-1999	35	Date prévisionnelle de mise en service*, volume de l'ouvrage, coût total, coût du génie civil et coût d'équipement
AEAP	Ouvrage de stockage des rejets urbains par temps de pluie sur le bassin Artois-Picardie (Miot, 1999).	[4]	1984-1999	83	Seuls 32 bassins font l'objet d'une fiche détaillée renseignant : l'année de mise en service, le volume de l'ouvrage et de nombreuses caractéristiques techniques (type de connexion, mode d'alimentation et de vidange, dispositif de nettoyage, coût de réalisation, d'équipement et d'exploitation)
AELB	Echantillon dans le cadre d'une étude Agence sur la période 1999-2008	[5]	1999-2008	83 <i>opérations financées</i>	Localisation, année de l'attribution de la subvention par l'agence, montant total de l'opération, type d'aide (avance/subvention) et montant de la subvention agence. De nombreux volumes sont également renseignés
AELB	Echantillon dans le cadre d'une étude Agence sur la période 2009-2013	[6]	2009-2013	115	Année de l'attribution de la subvention par l'agence, volume de l'ouvrage, montant total de l'opération et part de l'opération subventionnée par l'agence
AELB	Recensement des bassins sur le territoire de l'agence Loire-Bretagne (BCEOM, 1997)	[7]	1972-1997	98	Année de mise en service, type d'effluent collecté (EU/Mélange), volume de l'ouvrage, ainsi que de nombreuses caractéristiques techniques (implantation (Réseau/Station), couverture (enterré/ouvert), dispositif de nettoyage)

Origine	Intitulé (et période couverte)	N°	Période couverte	Nb bassins	Informations disponibles
AERMC	Références de coûts pour la construction de bassins d'orage	[8]	1992-2006	34 sur RMC + 29 sur AG	Année de réalisation, volume de l'ouvrage, génie civil (béton/terre), cout global de construction, cout du bassin stricto-senso (AERMC uniquement), montant de la subvention agence (AEAG uniquement)
AESN	Etude sur la maitrise des rejets urbains par temps de pluie en Basse Normandie (Guillaume, 2006).	[9]	1992-2006	68	Volume, implantation (réseau/station), coûts de construction (actualisation 2006), mode d'alimentation et de vidange, dispositif de nettoyage, équipements de surveillance, mode de gestion, absence de référence temporelle
AESN	Retour d'expériences sur les bassins d'orage (Goussebaile, 2008).	[10]	1994-2008	27 bassins dont 15 sur réseau unitaires	Beaucoup d'informations disponibles : année de mise en service, volume, forme, mode de vidange, type d'effluents, dispositif de nettoyage, objectif de conception, mode d'alimentation et de vidange,, autosurveillance, maitre d'ouvrage, exploitant, ... et une analyse détaillée des coûts (actualisation 2006): coûts globaux de construction, GC + terrassement, collecteur, équipements, autres
AESN	Bilan des investissements relatifs aux ouvrages de dépollution des eaux pluviales (Chaussec, 1998)	[11]	1992-1998	87	Le listing détaillé des bassins recensés est disponible en format papier au siège de l'Agence.
AESN	Bilan des aides de l'agence pour la dépollution des rejets urbains par temps de pluie (LP112 - 1121) + complément sur la période 2008-2013 pour les BSR sur STEU (LP1111) (Chabanel, 2014)	[12]	1992-2013	540	Le listing détaillé des bassins recensés ne nous a pas été communiqué
Sépia SIEE (Inter-Agences)	Etude sur les bassins de lutte contre la pollution de temps de pluie (Sépia, 1998)	[13]	1982-1995	29	Etude détaillée très complète : année de mise en service, volume, forme, couverture (enterré/ouvert), implantation (réseau/station), type (FNDAE), mode d'alimentation et de vidange, dispositif de nettoyage, objectif de conception, méthode de dimensionnement, surface active, charge polluante, ... et une analyse détaillée des coûts : coût de construction, d'équipements, d'exploitation

Tableau 9 : Extractions réalisées par les Agences de l'eau transmises dans le cadre de cette étude et caractérisation des informations disponibles

Origine	Intitulé (et période couverte)	N°	Période couverte	Nb bassins	Informations disponibles
AEAG	Extraction BDD financière AEAG de juillet 2015	[14]	1994-2015	92 opérations financées	Localisation, volume, année d'attribution de la subvention, montant total de l'opération, montant de la subvention
AEAP	Extraction BDD financière AEAP d'avril 2014	[15]	1996-2015	141	Localisation, date prévisionnelle de fin des travaux* , volume de l'ouvrage
AELB	Extraction BDD financière AELB de 2013	[16]	2009-2013	126 opérations financées	Localisation, année de l'attribution de la subvention par l'agence, montant total de l'opération et montant de la subvention agence. De nombreux volumes sont également renseignés
AERM	Extraction BDD financière AERM de 2014	[17]	2007-2015	224 opérations financées	Année d'instruction par l'agence, montant total de l'opération, ainsi que de nombreux volumes d'ouvrage

* A l'instruction du dossier par l'Agence

* A l'instruction du dossier par l'Agence

L'agence de l'eau Seine Normandie a initié mi 2014 un bilan des ouvrages ayant bénéficié d'un accompagnement financier de l'AESN depuis 1992. Celui-ci a été effectué sur la base d'une exploitation de la BDD financière AESN et des rapports de présentation en commission des aides. Complété par divers documents dont des dires d'experts et plusieurs retours d'expériences réalisés en 1998, 2006 et 2008, ces travaux ont conduit l'Agence à estimer le nombre de bassins de stockage aidés sur la période 1992-2013 aux alentours de 750 à 850, dont 550 à 750 unités reçoivent des effluents de type unitaire..

3.2.2 Enquêtes "Eau et Assainissement" (IFEN/SOeS-SSP)

Les enquêtes « Eau et Assainissement » peuvent aussi être une source d'information intéressante pour estimer le nombre de bassins en service sur le territoire national. Réalisées par le SOeS²⁹ (ex-IFEN) et le SSP³⁰ auprès d'un échantillon de plus de 5 200 collectivités, celles-ci visaient à étudier les services publics de l'eau sous divers aspects : les prix pratiqués, l'existence et la qualité des services rendus, l'organisation et la gestion des services, ainsi que les équipements nécessaires à leur bon fonctionnement. Sur les 4 études réalisées dans ce cadre (1998, 2001, 2004 et 2008), les 3 dernières se sont également intéressées au temps de pluie, et ont notamment demandé aux collectivités enquêtées de renseigner le nombre de déversoirs et de bassins d'orage raccordés à leur réseau d'assainissement. L'un des principaux atouts de ces enquêtes réside dans leurs taux de sondage exceptionnels, qui vont de l'exhaustivité pour les communes de plus de 10 000 habitants à 5% pour les communes de moins de 400 habitants. On peut néanmoins regretter que les capacités de stockage, même globales par commune, n'aient pas été également sondées.

3.3 Caractérisation du parc d'ouvrages par grand bassin hydrographique

Ce paragraphe tente de mettre en lumière certaines caractéristiques du parc d'ouvrages sur les territoires des différentes agences de l'eau. Malheureusement, les informations à notre disposition (cf Tableau 8) ne nous ont pas permis de caractériser précisément et de manière uniforme le parc de bassins d'orage des différents bassins hydrographiques. En effet, et comme mentionné précédemment (voir § 3.2.1) les bases de données des agences de l'eau ont été mises en place pour leur permettre d'assurer la gestion et le suivi financier de leurs interventions, et n'ont donc pas été conçues pour recenser les caractéristiques techniques des ouvrages.

3.3.1 Adour Garonne

Les seules informations disponibles concernant les ouvrages du bassin Adour Garonne proviennent d'une liste ([14]*), fournie par l'Agence de l'eau, des travaux relatifs à la problématique « eaux pluviales » susceptibles de comprendre la réalisation ou la réhabilitation d'un bassin d'orage. Ces travaux concernent autant les STEU (réalisation d'un bassin d'orage en tête de station) que le système de collecte. Une partie de cette liste avait par ailleurs déjà été utilisée par l'étude AERMC [8]* qui disposait, semble-t-il, d'informations complémentaires sur ces opérations, notamment pour ce qui concerne la nature des réseaux sur lesquels ces ouvrages ont été construits (unitaires ou pluviaux stricts). Nous avons donc pu retirer les opérations qui concernent strictement les eaux pluviales. Ainsi, le nombre d'ouvrages listés et identifiés comme étant implantés en tête de STEU ou sur système de collecte unitaire se monte à 35 bassins, pour une capacité de stockage totale d'un peu plus de 77 000 m³. Ces chiffres ne constituent bien entendu pas un bilan exhaustif de la capacité de stockage instruite par l'AEAG sur la période.

²⁹ Service de l'Observation et des Statistiques (MEDDE/CGDD)

³⁰ Service de la Statistique et de la Prospective (Ministère de l'Agriculture)

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

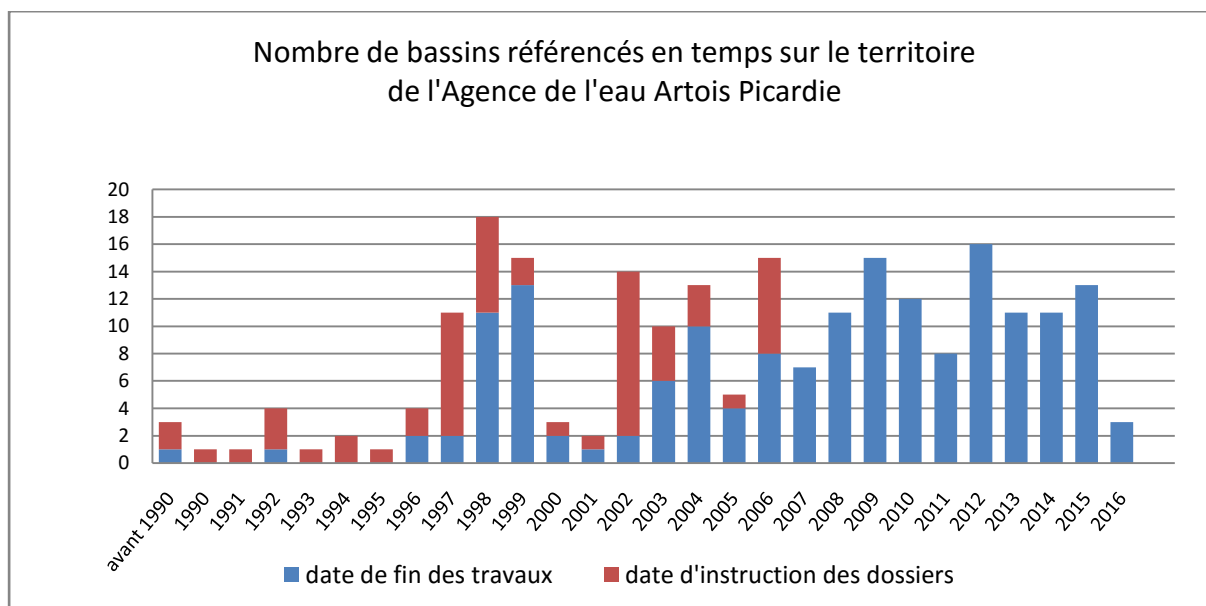
Tableau 10 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence AG (réalisé à partir de données AEAG [8] *)

	Nb	capacité (m3)	% nb	% de capacité
< 200 m3	1	100	2,9%	0,1%
200-500 m3	6	2350	17,1%	3,1%
500-1000 m3	10	7840	28,6%	10,2%
1000-2000 m3	8	11103	22,9%	14,4%
2000-5000 m3	5	14390	14,3%	18,7%
> 5000 m3	5	41300	14,3%	53,6%
Total	35	77083		

Dans cette liste, on observe que ce sont les volumes médians (entre 500 et 2000 m³) qui sont les plus nombreux. Cette catégorie représente à elle seule la moitié des ouvrages listés. Néanmoins, il semblerait que ce soit les volumes les plus importants (> 5000 m³) qui représenteraient la majorité de la capacité de stockage. Ces résultats doivent cependant être relativisés dans la mesure où ils sont issus d'une liste qui n'a vocation ni à être un recensement exhaustif, ni à constituer un échantillon représentatif du parc d'ouvrages sur le territoire de l'agence.

3.3.2 Artois Picardie

Il a été parfois difficile de croiser les données issues des 5 sources d'information à notre disposition, celles-ci faisant apparaître un nombre assuré de doublons. La référence temporelle est probablement l'information qui a fait le plus défaut : les dates retenues ne sont pas les mêmes suivant les sources (date d'instruction des dossiers ou date de fin des travaux) alors que pas moins de 50 bassins (d'une capacité totale de stockage de 154 037 m³) n'ont pas de date associée et ne sont donc pas référencés dans le temps.



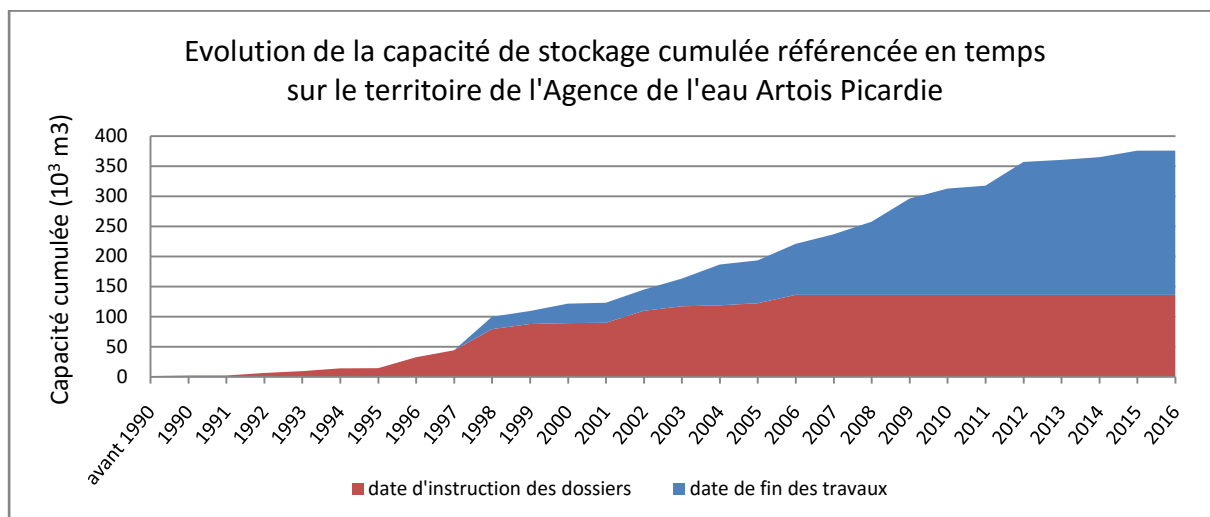


Figure 15 : Nombre de bassins et capacité de stockage référencés en temps sur le territoire de l'Agence Artois-Picardie entre 1990 et 2016 (données AEAP [1], [2], [3], [4], [15] *)

L'évolution du nombre de bassins recensés par an sur le territoire de l'agence montre une augmentation assez nette dans la deuxième moitié des années 1990. Cela coïncide avec le lancement du 7^{ème} Programme d'Intervention de l'agence (1997-2002), qui a fait suite à d'importantes évolutions réglementaires en matière de lutte contre les pollutions liées aux rejets urbains. Les années 1994 et 1995 ont en effet été marquées par l'adoption de 3 décrets et d'une circulaire relatifs à l'assainissement des eaux usées urbaines et des dispositions alternatives à mettre en œuvre pour limiter la pollution liée aux rejets urbains, notamment par temps de pluie (voir §1.2.2).

Tableau 11 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence AP (réalisé à partir de données AEAP [1], [2], [3], [4], [15] *)

	Nb	capacité (m3)	% nb	% de capacité
< 200 m3	19	2330	8,6%	0,4%
200-500 m3	46	15936	20,8%	3,0%
500-1000 m3	46	34575	20,8%	6,5%
1000-2000 m3	37	53667	16,7%	10,1%
2000-5000 m3	49	152051	22,2%	28,7%
> 5000 m3	24	271642	10,9%	51,2%
Total	221	530201		

Sur les 290 ouvrages recensés, 81 bassins sont décrits comme étant implantés sur réseau, contre 90 implantés en tête de station. Cette répartition est nettement plus équilibrée que celle présentée dans le rapport de stage Miot (1999), qui sur 83 ouvrages référencés en comptait 32 sur réseau contre 51 implantés sur station. D'après nos premières constatations, il n'apparaît pas que l'implantation ait une quelconque influence sur la taille des bassins, à l'exception peut-être des ouvrages les plus petits (8 bassins de volume inférieur à 200 m³ sont implantés sur réseau, contre 4 implantés en tête de station). Une exploitation statistique des informations sur le type de connexion (Directe / Latérale) et sur le mode de fonctionnement (bassin de Transit / bassin Piège) (voir Partie 2) indique cependant une nette prédominance des bassins de transit à connexion latérale pour les ouvrages implantés sur réseau. Aucune information sur ces deux aspects n'est disponible pour les ouvrages implantés en tête de station.

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

Tableau 12 : Répartition des bassins construits sur réseau par mode de fonctionnement et par type de connexion sur le territoire de l'agence AP (réalisé à partir de données AEAP [4] *)

		Connexion	
		R	
Fonctionnement	Piège	3	2
	Transit	5	16

3.3.3 Loire Bretagne

Il nous a été plus facile de croiser les informations issues de nos 4 sources d'information sur le parc d'ouvrages du bassin Loire-Bretagne, dans la mesure où ces 4 sources couvrent des périodes disjointes (exception faite de la période 2009-2013 pour laquelle deux sources d'informations coexistent). L'étude BCEOM (1997), qui visait à recenser et décrire les ouvrages de lutte contre la pollution par temps de pluie, fut la première étude à notre disposition cherchant à faire un inventaire exhaustif des bassins d'orage instruits sur le territoire de l'agence, et à tracer l'évolution du parc d'ouvrages au cours du temps. Nous avons complété ces données par les résultats issus des deux retours d'expériences ainsi que de l'extraction des bases de données financières de l'agence (cf. Tableau 6). Sur les 290 bassins recensés, 282 ont une référence temporelle, soit par année d'engagement de leurs travaux, soit par leur date de mise en service.

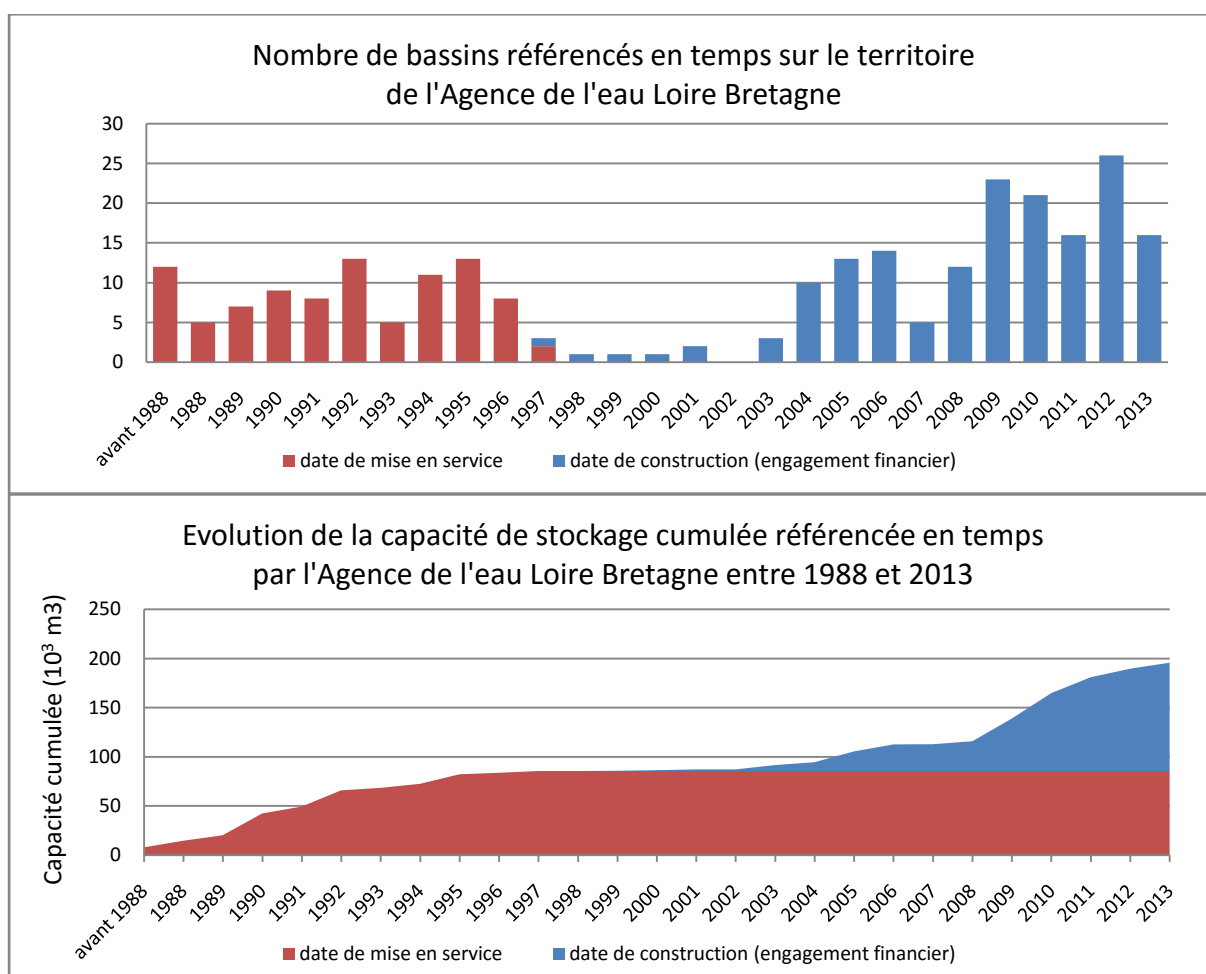


Figure 16 : Nombre de bassins et capacité de stockage référencés en temps sur le territoire de l'Agence Loire-Bretagne entre 1988 et 2013 (réalisé à partir de données AELB [5], [6], [7], [16] *)

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

D'après des dires d'expert, il semblerait que la saisie des bassins aidés par l'agence dans ses bases de données ne soit devenue systématique qu'à partir de l'année 2004. Cela explique le relatif « trou d'air » entre cette date et l'année 1997 qui est la date de parution de l'étude BCEOM. Il nous a été précisé que le recensement effectué après 1999 concernait uniquement les ouvrages implantés sur réseau³³. On distingue pourtant deux périodes homogènes en termes de référencement de bassins : 1988-1996 et 2004-2013, avec une nette progression du nombre de bassins instruits par an entre ces deux périodes (+ 50% environ).

L'étude BCEOM (1997) apporte également des informations intéressantes sur les 98 ouvrages de son recensement. Contrairement au bassin Artois-Picardie, la répartition des bassins d'orage sur le territoire de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne indique que plus des 2/3 des ouvrages sont implantés en tête de station (68 bassins sur STEU, contre 30 implantés plus en amont). Cette proportion est identique à celle observée sur le bassin Seine-Normandie³⁴ (voir §3.3.5).

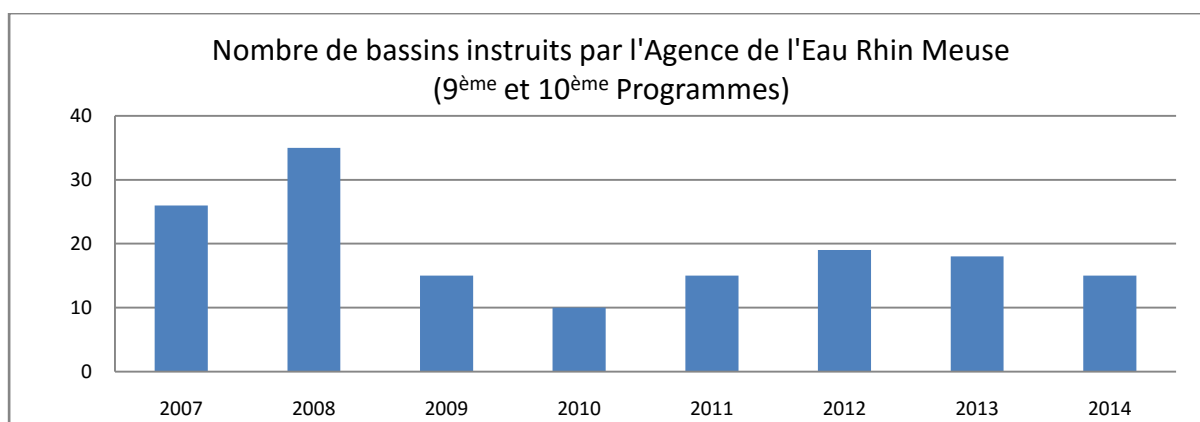
Tableau 13 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'Agence Loire-Bretagne (réalisé à partir de données AELB [5], [6], [7], [16] *)

	nb	capacité (m3)	% nb	% de capacité
< 200 m3	110	10224	42,0%	5,2%
200-500 m3	75	24885,9	28,6%	12,5%
500-1000 m3	37	29696	14,1%	15,0%
1000-2000 m3	19	29948	7,3%	15,1%
2000-5000 m3	14	44200	5,3%	22,3%
> 5000 m3	7	59500	2,7%	30,0%
Total	262	198453,9		

Les petits et moyens volumes sont ici très largement majoritaires : 185 bassins sur 262 volumes référencés ont une capacité inférieure à 500 m³. Néanmoins, la capacité de stockage cumulée des plus gros bassins (> 5000 m³) représente encore près d'un tiers du total. Ces résultats doivent néanmoins être relativisés dans la mesure où, comme nous l'avons déjà dit, les bassins référencés après 2009 ne tiennent compte que des ouvrages implantés sur le réseau, alors même que ceux-ci ne pourraient représenter qu'un tiers du parc selon les conclusions de BCEOM (1997).

3.3.4 Rhin Meuse

La quasi-totalité des ouvrages recensés sur le territoire de l'agence Rhin-Meuse provient d'une extraction datée de 2014 qui ne remonte pas au-delà du 9^{ème} programme d'intervention de l'agence (2007-2012). Sur les 164 bassins répertoriés, 10 n'ont pas de référence temporelle et 31 apparaissent sans volume renseigné.



³³ Les bassins construits en tête de station ne sont pas individualisés, ils sont intégrés au financement global de réalisation de la STEU

³⁴ D'après Jestin et al. (2009), TSM n°6 pp. 21-30

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

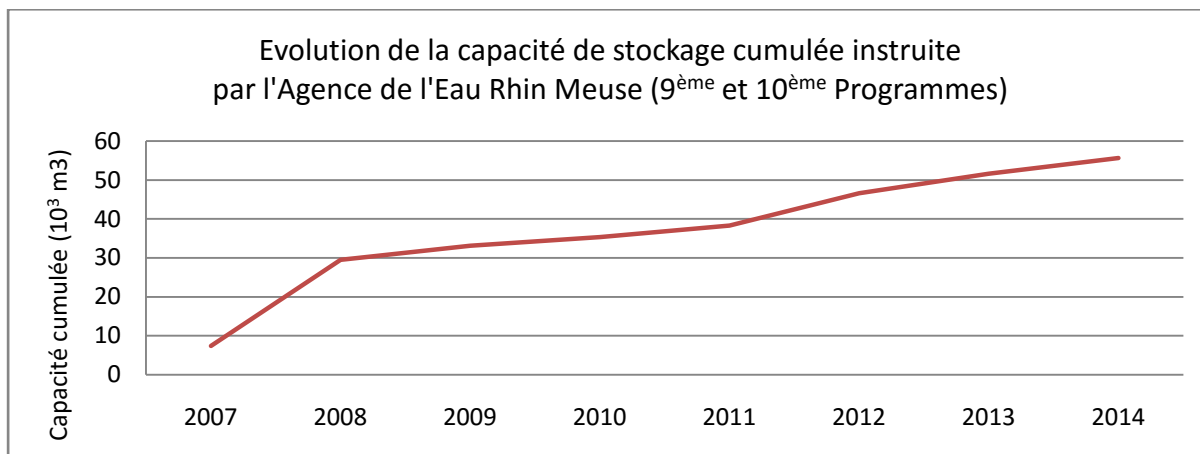


Figure 17 : Nombre de bassins et capacité de stockage instruits par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse entre 2007 et 2014 (réalisé à partir de données AERM [17] *)

Sur la plage temporelle couverte, le rythme d'instruction de bassins d'orage semble relativement constant depuis 2009, autant pour ce qui est du nombre d'ouvrages que de la capacité de stockage. De manière générale, le rythme d'instruction de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse sur cette période, en termes de capacité de stockage instruite, est deux fois moindre que celui des Agences Artois-Picardie et Loire-Bretagne (et quatre fois moindre que celui de l'Agence de l'eau Seine-Normandie). Cependant, en termes de nombre de bassins instruits, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse apparaît avoir le rythme d'instruction le plus soutenu (153 bassins instruits sur la période, contre 126 pour Loire-Bretagne, 89 pour Seine-Normandie et 80 pour Artois-Picardie). Les bassins instruits par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse ne sont donc pas moins nombreux qu'ailleurs. Au contraire, on y instruit proportionnellement 4 à 5 fois plus de bassins par service que sur les bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie (2 fois moins cependant que sur le bassin Artois-Picardie). Cela peut s'expliquer par la nette dominance de l'unitaire dans les linéaires de réseau des systèmes de collecte du bassin Rhin-Meuse, et ce quelle que soit leur taille.

Tableau 14 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence Rhin-Meuse (réalisé à partir de données AERM [17] *)

	nb	capacité (m ³)	% nb	% de capacité
< 200 m ³	47	5014	35,3%	8,5%
200-500 m ³	55	17946	41,4%	30,5%
500-1000 m ³	22	15730	16,5%	26,7%
1000-2000 m ³	6	7940	4,5%	13,5%
2000-5000 m ³	3	12200	2,3%	20,7%
> 5000 m ³	0	0	0,0%	0,0%
Total	133	58830		

Conformément à ce qui a été dit précédemment, la répartition des bassins par volume indique logiquement une très nette prédominance des petits ouvrages : 3/4 d'entre eux ont une capacité inférieure à 500 m³. Ceux-ci représentent d'ailleurs près de 40% de la capacité de stockage totale sur le territoire de l'agence, ce qui constitue une réelle singularité sur le territoire métropolitain. On note également l'absence d'ouvrages dont la capacité de stockage dépasse les 5 000 m³, ce qui paraît relativement étonnant. Avec le département de la Seine Saint Denis, le district Urbain de Nancy fut l'un des territoires pionnier de la construction de gros ouvrages de stockage-restitution des eaux pluviales (dont le plus gros, le bassin des Ducs de Bar, dépasse les 30 000 m³), mais les besoins et les moyens financiers se sont depuis largement réduits. Nous savons également que la ville de Metz a construit en 2010 un bassin de 8 500 m³, très probablement subventionné par l'agence de l'eau.

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

Parallèlement, plusieurs références corroborent une culture ancienne de la rétention des eaux dans le Nord-Est de la France, notamment dans le département du Bas-Rhin où les préconisations allemandes ont été pratiquées dès le début des années 1980 (voir §1.1.2). Nous n'avons pas pu trouver d'exemple, mais certains grands bassins ont pu être construits avant 2007 et n'apparaissent donc pas dans nos statistiques. Notons cependant que l'agence n'a probablement pas instruit de si gros bassins sur la période 2007-2012 (à la réserve près du bassin Mazelle de Metz).

3.3.5 Seine Normandie

Sur la base des aides apportées sur la période 1992-2013 pour la réalisation d'ouvrages de lutte contre les pollutions par temps de pluie, l'Agence de l'eau Seine Normandie estime que le nombre d'ouvrages de stockage se situe dans une fourchette de 750 à 850 unités. Seuls 550 à 750 d'entre eux seraient conçus pour recevoir des effluents de type unitaire, de manière plus ou moins fréquente. Entre la moitié et les 2/3 de ce parc serait situé en tête de station. Plusieurs graphiques de synthèse nous ont été fournis, permettant d'appréhender les évolutions du parc d'ouvrages instruits par l'agence sur la période 1992-2013 (Chabanel-Durrand, 2014). La figure 19 illustre l'évolution d'une partie de ce parc, en nombre et en capacité de stockage. Seuls y sont pris en compte les ouvrages situés sur des réseaux clairement identifiés comme unitaires.

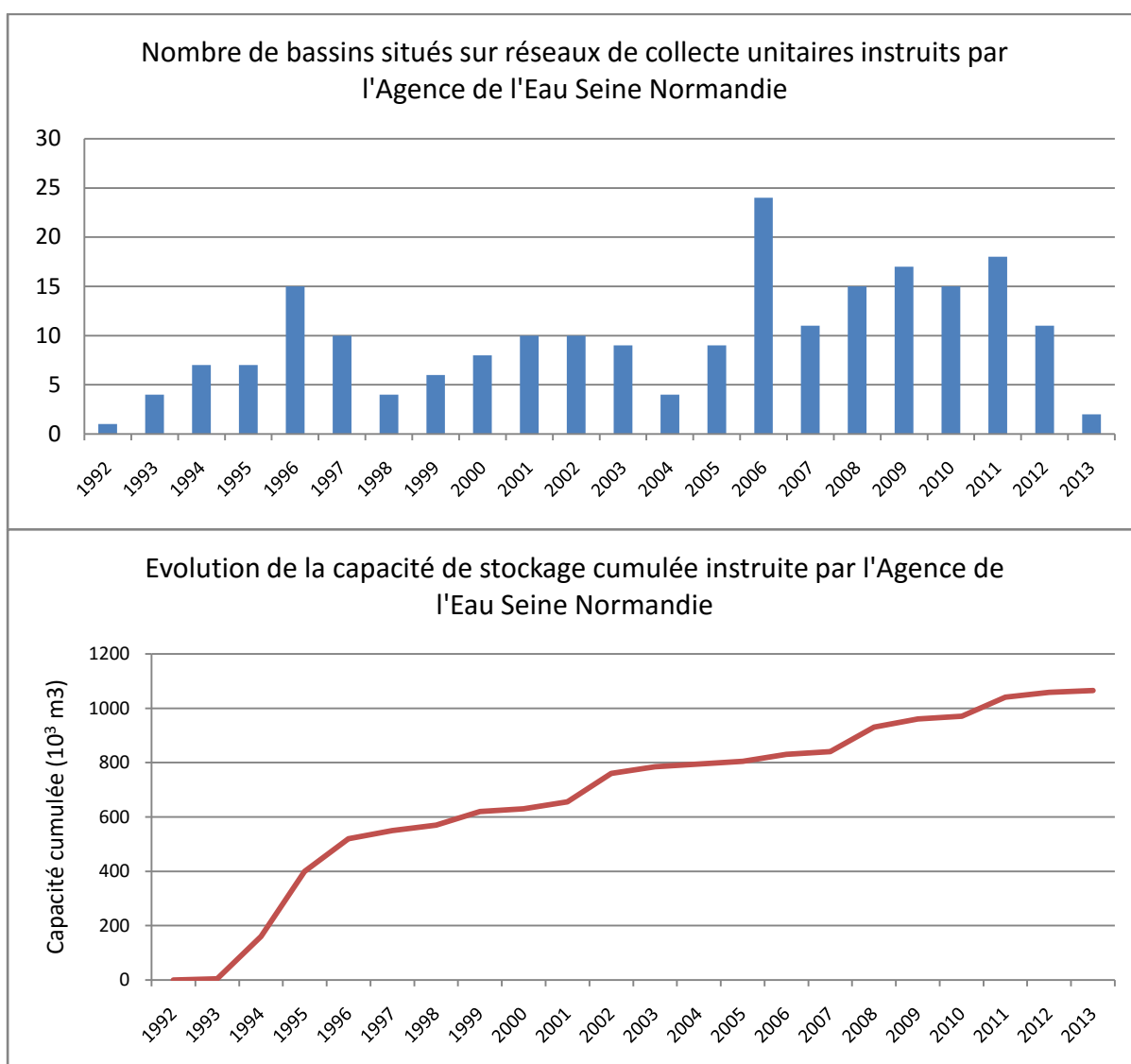


Figure 18 : Evolution du nombre de bassins situés sur réseau de collecte unitaire et capacité de stockage associée aidés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie entre 1992 et 2013 (données AESN 2014 [12] *)³⁸

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

La moitié de la capacité de stockage sur les réseaux de collecte unitaires s'est constituée dans la première moitié des années 90, en grande partie sur le département de la Seine-Saint-Denis. Cette période ne représente pourtant que 15 à 20% de tous les bassins instruits par l'agence. La taille moyenne des ouvrages et la capacité de stockage instruite par an se seraient donc réduites à partir de la seconde moitié des années 1990 (d'un facteur 4 pour la taille des ouvrages, d'un facteur 3 pour la capacité de stockage instruite par an).

Tableau 15 : Répartition des bassins d'orage situés sur réseau de collecte unitaire par gamme de taille sur le territoire de l'Agence Seine-Normandie (données AESN 2014 [12] *)

	nb	capacité (m3)	% nb	% de capacité
< 200 m3	19	2176	8,9%	0,2%
200-500 m3	42	12315	19,6%	1,2%
500-1000 m3	44	30612	20,6%	2,9%
1000-2000 m3	32	35600	15,0%	3,4%
2000-5000 m3	31	83625	14,5%	7,9%
> 5000 m3	46	895920	21,5%	84,5%
Total	214	1060248		

Les bassins de grandes capacités (> 5000 m3) représentent près de 85 % de la capacité totale de stockage mais seulement 21 % du nombre total d'ouvrages. Ces gros ouvrages se situent plutôt dans des zones assez urbanisées, essentiellement sur la petite couronne parisienne. Nous pouvons citer en exemple les bassins de La Plaine (165 000 m3) en Seine-Saint-Denis, et EV3 (65 500 m3) à Vitry-sur-Seine dans le Val-de-Marne. Tous deux ont été réalisés dans le courant des années 1990. 80% des volumes de stockage se situent en Ile de France. Le bassin Seine-Normandie compte cependant une part importante d'ouvrages dont la taille est nettement plus modeste : 50 % d'entre eux ont une capacité de stockage inférieure à 1000 m3.

3.4 Recensement national à partir des enquêtes « Eau et Assainissement »

Rappelons que l'un des principaux atouts des enquêtes "Eau et Assainissement" réside dans leurs taux de sondage exceptionnels, qui vont de l'exhaustivité pour les communes de plus de 10 000 habitants à 5% pour les communes de moins de 400 habitants. Comme l'extrapolation des résultats de l'échantillon enquêté vers le niveau national ne concerne en fait que la part de la population qui n'a pas été sondée, la démographie française, caractérisée par une forte proportion de population résidant dans les grandes agglomérations, nous faisait espérer de pouvoir obtenir une bonne représentativité et des résultats fiables jusqu'à l'échelle régionale. Nous n'avons pu que constater malheureusement que les résultats obtenus au cours des différentes enquêtes successives ne sont en fait pas du tout homogènes entre eux, autant au niveau régional que national. Les deux seules publications de l'IFEN sur ces chiffres confirment d'ailleurs ce constat : 6 100 bassins estimés à partir des données de l'enquête 2001 contre 4 200 ouvrages estimés avec les données de 2004⁴⁰. Il paraît en effet peu probable que le nombre de bassins ait pu diminuer entre 2001 et 2004, surtout dans de telles proportions. Selon toute vraisemblance, ces écarts ne sont pas liés à l'incertitude statistique, mais bel et bien à l'objet même du sondage qui, de manière intentionnelle ou non, a très probablement évolué au cours des enquêtes.

³⁸ 18% des conventions avec au moins un bassin ne mentionnent pas la nature du réseau. Les données ne sont donc pas exhaustives mais fournissent une tendance

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

⁴⁰ D'après "Les données de l'environnement" août 2004 et "Les dossiers" n°10 janvier 2008 (IFEN). Ces chiffres ne sont pas en accord avec les résultats de nos redressements, pourtant issus des mêmes jeux de donnée.

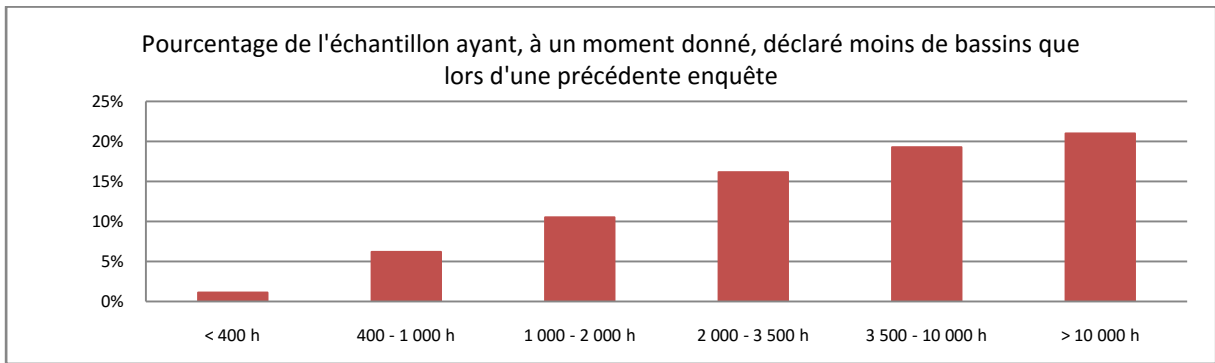


Figure 19 : Part de l'échantillon soumis à réserve

Le graphique ci-dessus montre la proportion de communes enquêtées qui, à une enquête donnée, ont déclaré avoir moins de bassins d'orage que lors d'une précédente enquête (moins de bassin en 2008 qu'en 2001 ou en 2004 ; ou moins de bassins en 2004 qu'en 2001). Cette proportion peut être relativement significative (648 sur 5 084 communes métropolitaines), notamment pour les communes de plus de 10 000 habitants (pour lesquelles 21% de l'échantillon est concerné !). L'exemple le plus frappant est celui d'une grande métropole française qui, en 2001, comptait sur son territoire pas moins de 45 bassins, contre seulement 3 en 2004 et 2008.

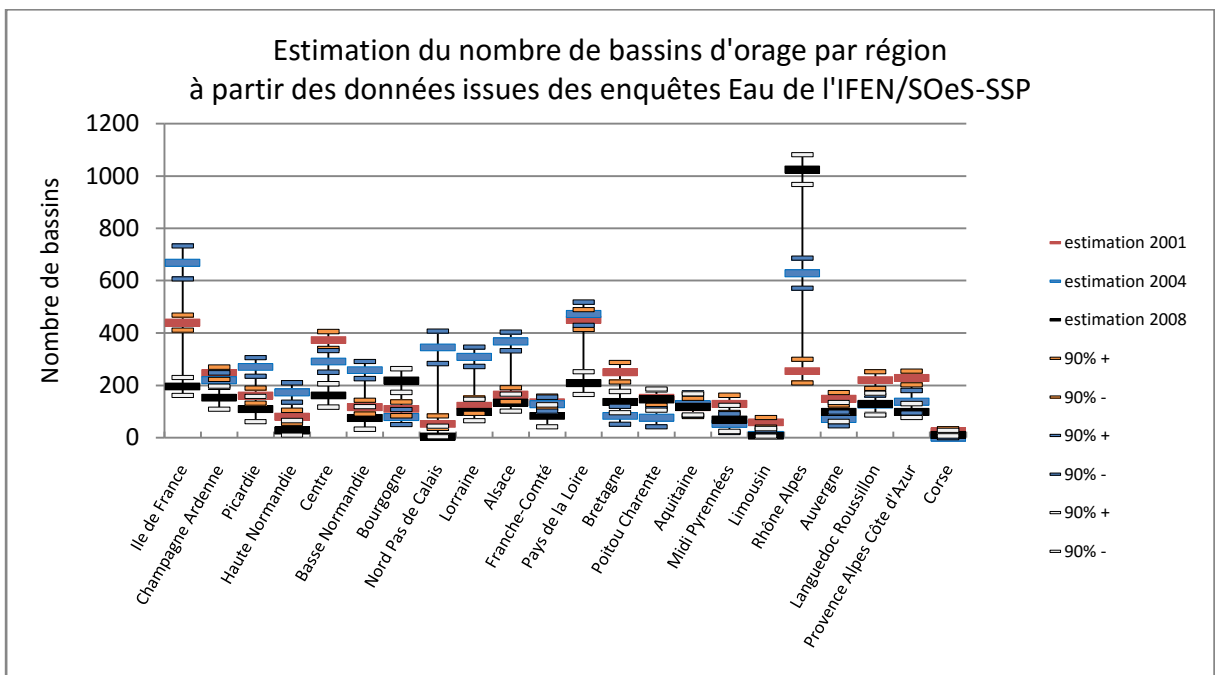
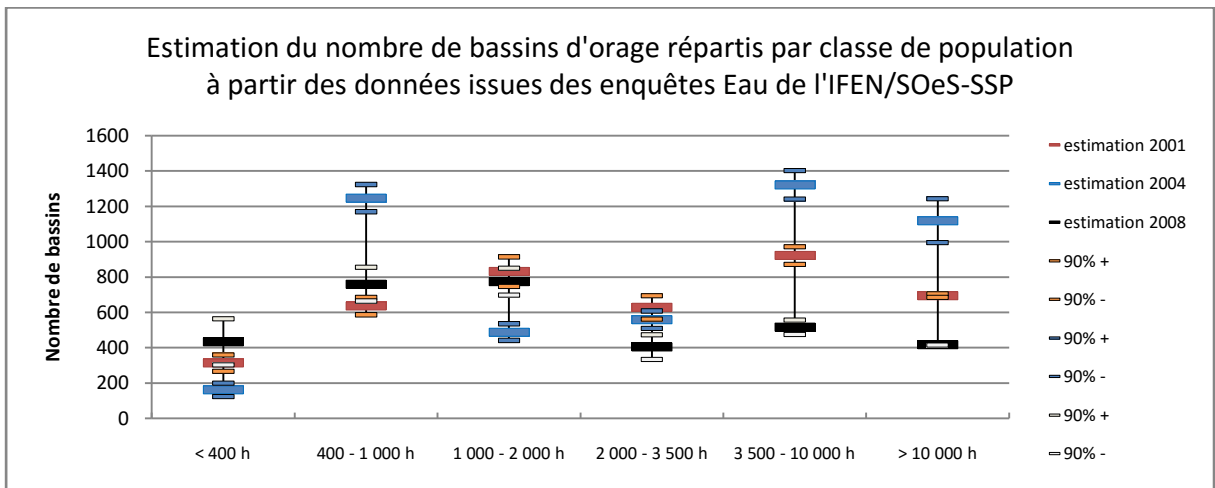


Figure 20 : Estimation du nombre de bassins sur réseau unitaire (d'après données SOeS/SSP)

Malgré de sérieuses réserves sur ces chiffres, plusieurs remarques peuvent être formulées : tout d'abord, la quasi absence de bassins d'orage déclarés en Corse et dans le Limousin, et le nombre important d'ouvrages en régions Rhône-Alpes et Ile-de-France. Ces chiffres doivent aussi être mis en relation avec le résultat des extraction des bases de donnée financières des Agences de l'eau.

Globalement, il apparait que les résultats de l'enquête de 2008 ne permettent pas de réaliser une estimation fiable du nombre d'ouvrages sur les bassins Artois-Picardie, Loire-Bretagne et Seine-Normandie. Le nombre d'ouvrages estimé pour le bassin Rhin-Meuse est lui aussi bien en deça de ce à quoi on pourrait s'attendre : moins de 300 bassins, à partir des données 2001 et 2008, sur tout le territoire du bassin Rhin-Meuse, et ce alors même que le SDEA Alsace-Moselle gère déjà et à lui seul plus de 500 bassins d'orage⁴¹ !

Néanmoins, le résultat de ces enquêtes permet aussi de donner des estimations du nombre d'ouvrages construits sur le territoire des Agences de l'eau pour lesquelles aucune information n'était disponible : on estime ainsi que le bassin Rhône-Méditerranée-Corse compterait entre 1 000 et 1 500 bassins d'orage sur son territoire, contre 200 à 300 pour le bassin Adour-Garonne (sous couvert de toutes les réserves exprimées précédemment).

3.5 Aspects financiers

3.5.1 Coûts d'investissement

De nombreux éléments entrent en ligne de compte pour expliquer la variation des coûts d'investissement d'un bassin : le volume, le contexte géographique et technique, l'implantation (réseau/tête de station), les matériaux constitutifs (terre/béton), la couverture (enterré/ciel ouvert), les équipements divers (alimentation et vidange, nettoyage, ventilation et/ou désodorisation éventuelle, etc.). Si le volume apparait comme le premier paramètre impactant le coût de réalisation d'un ouvrage, **une analyse économique ne considérant que des ratios volumiques généraux n'en demeure pas moins hasardeuse, et ce du fait de la grande diversité de situations qui peuvent être rencontrées.** La documentation technique FNDAE sur les bassins d'orage (1988) indiquait déjà à ce sujet que « [l']on peut seulement proposer une fourchette de valeurs » plus ou moins fiables autour d'un « coût au m³ de bassin » qu'il est impossible de fixer dans un cas général. Le diagramme coût au m³ versus volume, qui avait été présenté (et qui demanderait à être actualisé), avait donc été obtenu à partir d'ouvrages répondant à des critères relativement stricts. Néanmoins, et malgré ces réserves, ce type de ratio reste actuellement la norme pour comparer et évaluer les coûts de réalisation des bassins d'orage. La plupart des Agences de l'eau utilisent ce type de ratios pour fixer les coûts de référence (coût moyen observé par l'agence sur des projets similaires) et les coûts plafond de leurs interventions (coût maximal au delà duquel l'agence écrêtera ses aides).

Figure 25 COUT DU M³ DE BASSIN EN FONCTION DU VOLUME DE STOCKAGE (hors foncier)

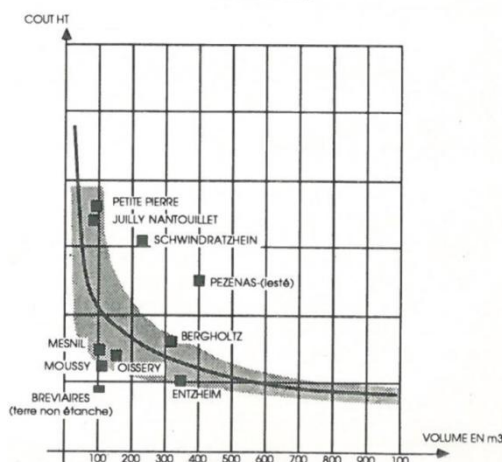


Figure 21 : Diagramme coût du m³ de bassin d'orage en fonction du volume de stockage présenté dans FNDAE et al. (1988)

⁴¹ D'après les informations présentées par le site internet du SDEA (données 2013) <http://www.sdea.fr/index.php/Bienvenue-au-SDEA/Nos-activites.html>

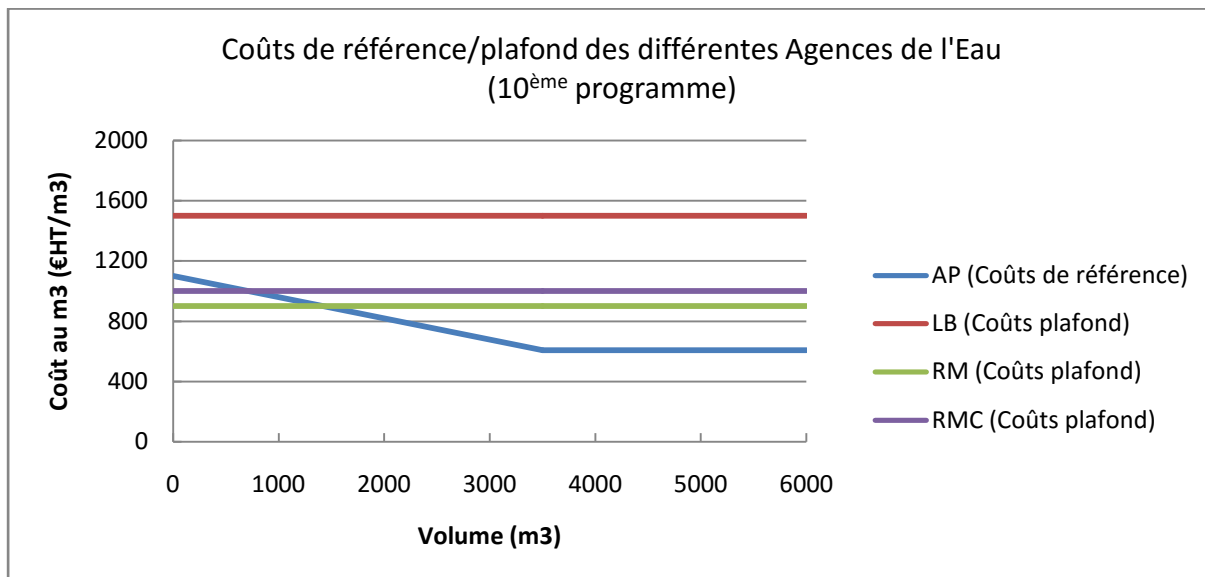


Figure 22 : Coûts de référence/plafond des différentes Agences de l'eau (10^{ème} programme)

Le graphique précédent présente les limites de financement que se sont fixées les différentes Agences de l'eau pour leurs 10^{ème} Programmes d'Intervention (2013-2018). Ces coûts sont réactualisés régulièrement, généralement à chaque nouveau programme. Deux agences ne figurent cependant pas sur ce graphique : l'agence Adour-Garonne qui n'a pas défini de coûts de référence faute de recul suffisant sur ce type d'opérations (peu de dossiers déposés), et l'agence Seine-Normandie qui, quant à elle, définit ses limites d'intervention par rapport au type d'ouvrage, son volume et son rendement (DBO5 et MES).

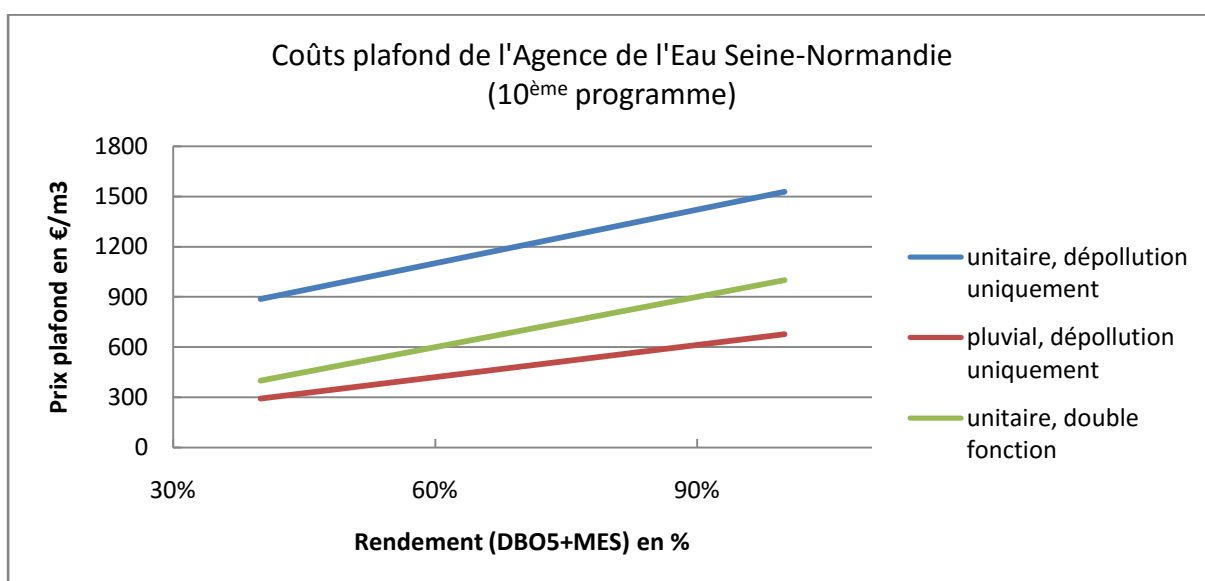


Figure 23 : Coûts plafond pratiqués par l'Agences de l'eau Seine Normandie (10^{ème} programme)

Comme décrit plus haut, le montant des coûts de construction dépend de nombreux éléments liés à la situation, à la conception et aux équipements du bassin. Les informations collectées lors des précédentes études et auprès des différentes agences permettent d'investiguer certaines hypothèses quant à l'influence de ces éléments sur le montant global des travaux.

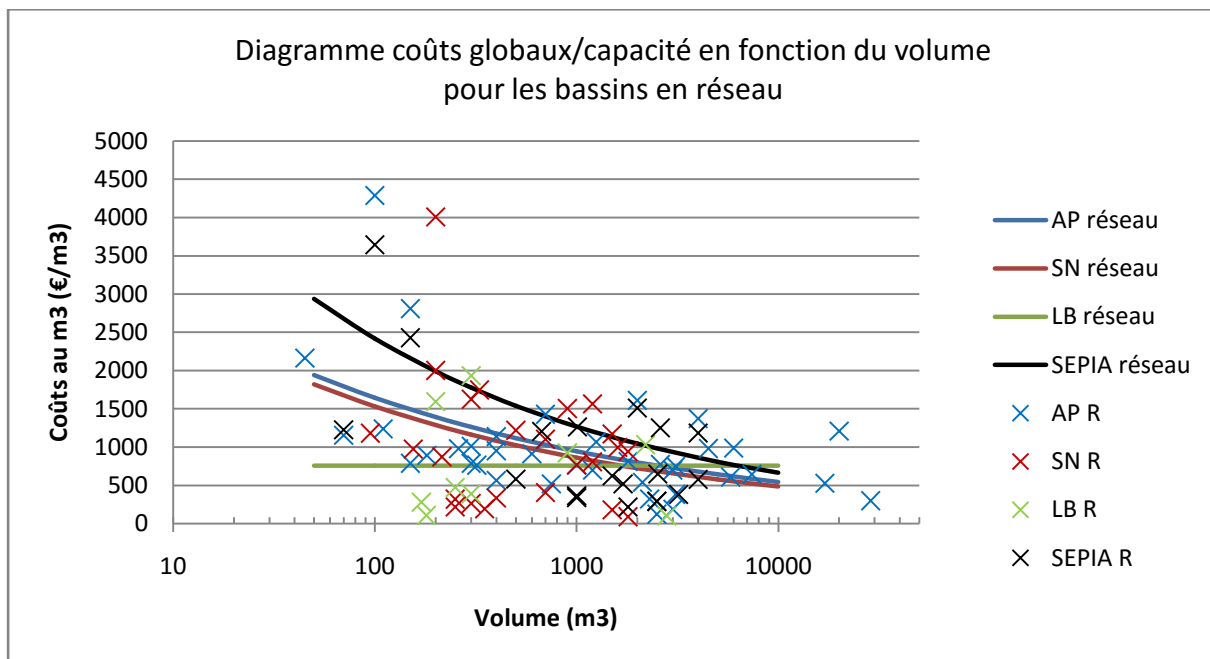


Figure 24 : Comparaison des ratios coûts globaux/capacité des bassins pour différentes Agences de l'eau ([1], [2], [7], [9] *), distinction des bassins par leur situation (Réseau/Station)

Tableau 16 : Comparaison des différences de ratio coût globaux/capacité en fonction de la situation des bassins (Réseau/Station) pour différentes Agences de l'eau et d'après l'étude Sepia/SIEE ([1],[2], [7], [9], [13], [14] *)

Cout d'investissement volumique (€/m3)	Adour Garonne	Artois Picardie	Loire Bretagne	Seine Normandie	Sepia/SIEE
Réseau	900	1000	760	1290 (€06)	975
Station	100	450	300	460 (€06)	580
Différence Réseau/Station	89%	55%	61%	64%	41%

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

Les deux graphiques et le tableau ci-dessus montrent une nette influence de la situation du bassin (réseau/station) sur le coût volumique global de l'ouvrage, celui-ci évoluant de 40 à 90% suivant que le bassin est construit sur le réseau ou en tête de station. D'après l'étude Sepia/SIEE (1998), cette différence s'expliquerait par la prépondérance des bassins ouverts construits en tête de station par rapport aux bassins construits plus en amont sur le réseau. Sur l'échantillon de bassins étudié par Sepia, 18 des 20 bassins construits sur réseau sont effectivement enterrés tandis que 7 des 9 bassins situés en tête de station sont ouverts. La complexité des chantiers influencerait aussi sensiblement ce coût volumique, les frais fixes liés au chantier sont également évoqués dans le cas des bassins construits en même temps que la STEU.

Le retour d'expérience Goussebaile (AESN, 2008) confirme en effet que le terrassement et le génie civil peuvent parfois peser très lourd dans les coûts de construction des bassins d'orages, notamment pour les ouvrages enterrés qui nécessitent très souvent la mise en œuvre de techniques de construction spécifiques telles que des parois moulées (au moins pour les plus gros bassins). La forme du bassin et le mode d'ancrage de la structure peuvent aussi affecter sensiblement le coût de réalisation du bassin : la DEA93 indique en effet que l'utilisation de certains systèmes de soutènement et de blindage de type butons ou tirants peut alourdir le coût du génie civil de près de 30%. Pour les bassins à ciel ouvert, des techniques plus classiques et moins onéreuses, telles que le talutage, sont le plus souvent utilisées, celle-ci nécessitant néanmoins d'avoir une emprise foncière suffisante pour pouvoir construire un talus suffisamment large. La mise en place de palplanches peut apporter plus de souplesse, mais avec un coût supérieur de près de 20% à celui d'un terrassement taluté classique.

D'autres aspects importants peuvent également avoir un poids non-négligeable dans le montant des coûts d'investissement : les frais liés à l'installation et au repliement du chantier notamment, les travaux préparatoires et finaux, l'aménagement des voiries, des trottoirs, des autres réseaux (gaz, ...)

Tableau 17 : Effectifs de l'échantillon Sepia/SIEE répartis suivant la couverture et la situation des bassins, coûts volumiques moyens par couverture

nb bassins	Réseau	Station	coûts volumiques (€/m3)
Enterré	18	2	960
Ouvert	2	7	650

3.5.2 Coût des équipements

Plusieurs études réalisées à l'initiative des agences de l'eau se sont intéressées, entre autres, à la part représentée par les équipements dans les coûts d'investissement globaux. Celle-ci varie sensiblement d'un bassin à l'autre, pouvant aller de 30 à 60% d'après FNDAE et al. (1988), mais des travaux plus récents, qui se sont aussi intéressés à cet aspect, ne confirment pas une telle fourchette.

Les conclusions de l'étude Sepia/SIEE (1998) ne s'avançaient que sur des fourchettes de prix au m³ :

- 1 000 +/- 350 FHT/m3 de Génie civil pour un ouvrage « à ciel ouvert »
- 1 700 +/- 400 FHT/m3 de Génie civil pour un ouvrage « enterré »
- 600 +/- 400 FHT/m3 pour les équipements quel que soit la couverture du bassin

Par ailleurs, les résultats obtenus à partir des échantillons de bassins pour lesquels l'information du coût des équipements était disponible montrent que ces ratios sont extrêmement variables.

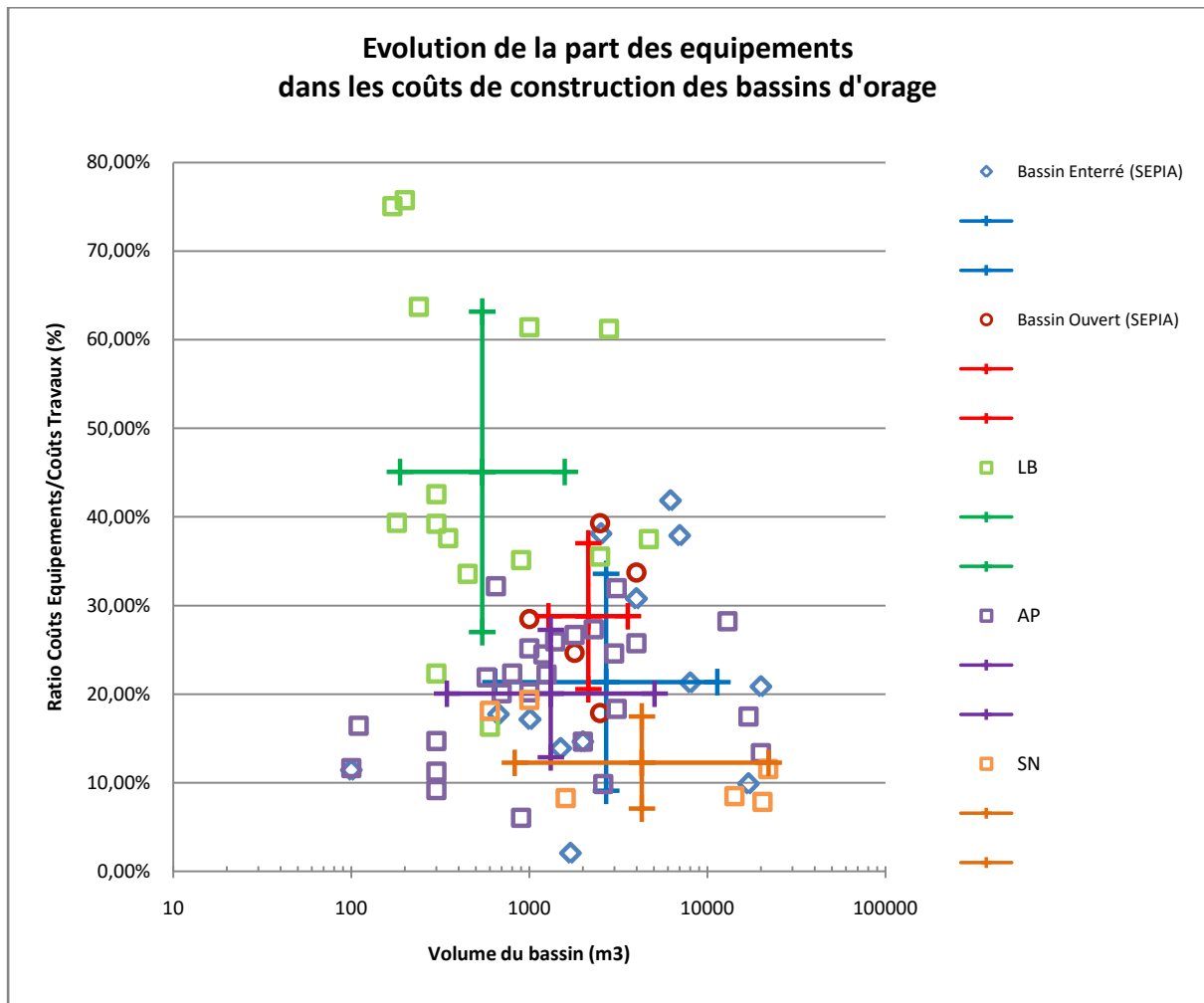


Figure 25 : Comparaison de la part des équipements dans le coût d'investissement global pour différentes Agences de l'eau et étude Sepia/SIEE ([3], [4], [7], [10], [13] *)

Tableau 18 : Fourchettes de prix et ordre de grandeur de la part des équipements dans les coûts d'investissement globaux

		montant (non actualisé)	part équipement
Annoncé	FNDAE		de 30% à 60%
	Sepia/SIEE	600 +/- 400 FHT/m3	
dédit à partir des données disponibles	AP [3], [4] *	600 +/- 250 FHT/m3	de 10% à 30%
	LB [7] *	400 +/- 250 FHT/m3	de 20% à 75%
	SN [10] *	100 +/- 70 €(06)/m3	de 8% à 20%
	Sepia/SIEE	600 +/- 350 FHT/m3	de 10% à 35%
	Sepia/SIEE Ouvert	350 +/- 150 FHT/m3	de 20% à 40%
	Sepia/SIEE Enterré	750 +/- 350 FHT/m3	de 10% à 35%

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

* cf. Tableau 8 et Tableau 9

La nature de ces équipements peut également être très différente.

Pour les vannes, la DEA93 indique que les dispositifs se fermant par le haut sont globalement moins onéreux que ceux se fermant par le bas (sans pour autant donner de chiffres).

Pour les pompes, Goussebaile (2008) rappelle que celles-ci doivent avoir des puissances différentes selon les caractéristiques des bassins et la gestion que l'on souhaite en avoir. Plusieurs pompes sont généralement installées en parallèle de manière à pouvoir pallier à une éventuelle panne. C'est une préconisation importante, notamment lorsque l'ouvrage est stratégique pour le bon fonctionnement du système par temps de pluie. Pour les points les plus sensibles, un groupe électrogène peut être préconisé pour pallier à une éventuelle panne électrique.

Différents dispositifs de nettoyage automatiques peuvent aussi être installés, leurs coûts d'installation et d'exploitation pouvant être très variables d'un bassin à l'autre. Le retour d'expériences Goussebaile (AESN, 2008) en présente plusieurs exemples : un système d'aérateurs à jet à 30 000€ pour un bassin circulaire de 46m de diamètre ; des augets basculant à 35 000€ pour un bassin circulaire de 34m de diamètre (chaque chasse coûte dans les alentours de 200€ s'il s'agit d'eau potable) ; des clapets de chasse à 64 000€ pour un bassin circulaire de 32m de diamètre ; un système de vague déferlante à 46 000€ pour un bassin circulaire de 16m de diamètre.

Des équipements de surveillance peuvent également être installés : une sonde piézométrique coûte dans les alentours de 300€. Il faut compter plutôt 1 000€ pour l'installation d'une sonde à ultrason. Bien que cette dernière ait généralement une durée de vie plus longue, elle est souvent moins fiable et plus difficile d'entretien qu'une sonde piézométrique. Son coût global (maintenance comprise) est en fait plus proche des 3 000€. Les doppler ont l'avantage de donner des informations sur les champs de vitesse de l'écoulement, mais ils peuvent aussi être soumis à l'envasement et sont également nettement plus chers (pour exemple, Goussebaile (2008) rapporte les chiffres de 8 000€ et de 23 500€ pour l'instrumentation de deux bassins d'orage en région parisienne).

3.5.3 Evolution des coûts des investissements et des équipements

A notre connaissance, seul le retour d'expérience Goussebaile (AESN, 2008) s'est intéressé à l'évolution au cours du temps des coûts d'investissement. Sur la période 1997-2005, les coûts volumiques de construction des bassins ont été multipliés par 4, passant d'environ 200€/m³ à 800€/m³.

Sur cette période, les coûts du génie civil n'ont été multipliés que par 2 (150€/m³ en 1997 contre 300€/m³ en 2005). La part du coût du génie civil dans le coût total de réalisation a ainsi été réduite de moitié. Dans le même temps, le coût des matières premières (béton et acier) n'a augmenté que de 40%. Si le prix du terrassement est resté relativement stable sur la période, celui du transport et de la prise en charge des déblais a quant à lui augmenté de l'ordre de 50%.

Ces éléments étant présentés pour la période 1997-2005, on peut s'attendre à ce que ces prix aient encore augmenté au cours des 10 dernières années.

Browne & Lecointe (2008) présentent une analyse des coûts de construction et de fonctionnement des bassins de retenus constatés sur le département de la Seine-Saint-Denis. Leurs données indiquent que tous les bassins construits sur réseau unitaire (à l'exception de celui de la Molette) sont enterrés. Ceux-ci ont une capacité moyenne de 16 420 m³ et un coût de construction moyen actualisé (2007) de 490€ par m³ construit (et 1 120€ par m³ d'eau stocké par an). Il paraît cependant difficile d'extrapoler ces chiffres au niveau national, dans la mesure où la majeure partie de ces bassins sont à double fonction et ont donc de très gros volumes de stockage (ce qui génère de facto des économies d'échelle).

3.5.4 Coûts de fonctionnement et d'exploitation

Nous n'avons que peu d'informations à notre disposition sur le montant des coûts d'exploitation et de fonctionnement des bassins d'orage. En effet, peu d'études se sont intéressées à ces coûts qui, contrairement aux coûts d'investissement, ne sont pas directement subventionnés. Le rapport Sepia/SIEE (1998) a d'ailleurs souligné la difficulté d'obtenir auprès des gestionnaires des informations sur les coûts d'exploitation des ouvrages, ceux-ci étant le plus souvent intégrés au budget global via des lignes de dépense réparties par poste et non par bassin. L'établissement prévisionnel du coût de fonctionnement d'un ouvrage nécessite donc la connaissance de nombreux paramètres qui, comme les coûts d'investissement, dépendent beaucoup des conditions locales : taille de l'ouvrage, situation sur le réseau, localisation géographique, équipements, conception générale, ...

De la même manière que pour les coûts d'investissement globaux, il n'est pas possible de définir des « coûts-type » de fonctionnement qui seraient valables dans un cas général. L'évaluation de ces coûts passe donc par une analyse précise de chacun des postes de dépenses. La documentation technique FNDAE et al. (1988) distingue ainsi :

- **Les frais de renouvellement** (frais fixes) : qui correspondent à l'amortissement de l'investissement sur la durée de vie totale du génie civil et des équipements. Ces frais tiennent une place importante dans les comptes d'exploitation, d'où la nécessité d'être très prudent lors de l'évaluation des provisions à réaliser.
- **Les frais d'entretien et de personnel** (frais fixes et variables) : ils comprennent les coûts liés aux inspections de routine, à la maintenance préventive, aux pièces de rechanges, aux travaux d'entretien du génie civil, aux essais des équipements, comme à toute autre intervention programmée ou ponctuelle (comme, par exemple, le nettoyage manuel du bassin)
- **Les frais d'énergie et de télécommunication** (frais variables) : qui correspondent aux dépenses liées, d'une part, au fonctionnement des éventuels systèmes électromécaniques assurant l'alimentation et/ou la vidange du bassin, mais également aux dépenses énergétiques et de communication liées à l'entretien, à la télégestion ou à la surveillance de l'ouvrage.

L'étude FNDAE et al. (1988) donne également des bases de calcul pour estimer les frais fixes et variables liés à l'exploitation d'un bassin. Si les montants avancés (en FHT de 1985) demandent à être réactualisés, les chiffres présentés indiquent néanmoins que **les frais fixes liés au coût annuel d'entretien des équipements et au coût annuel d'entretien du génie civil représenteraient respectivement 5% et 1,5% du montant total des investissements**⁴⁵, montants auxquels il faut également ajouter les frais liés :

- aux **inspections de routine** : durée d'inspection estimée à 2 heures pour un technicien spécialisé, à effectuer idéalement tous les mois.
- à un **nettoyage approfondi** : fonction de la surface du bassin, il faut compter 3 heures pour une seule personne et pour 100m² de surface⁴⁶. Ce chiffre n'est cependant valable que pour le cas de bassins relativement facile d'accès. Tous n'ont en effet pas été conçus pour assurer l'accès du personnel et du matériel à cette fin, notamment lorsque la conception prévoyait l'autocurage ou l'installation de dispositifs de nettoyage automatique du bassin. En la matière, le retour d'expérience Goussebaile (AESN, 2008) présente, pour son échantillon de bassins, des **coûts annuels de 6 000 à 8 000€ pour un nettoyage manuel** pour un hydrocurage réalisé une fois tous les 1 à 3 ans, et pour des surfaces à nettoyer allant de 400 à 1100 m². L'opération peut être réalisée par un technicien et est préconisée une à deux fois par an, ou après chaque pluie si aucun dispositif particulier n'est prévu pour nettoyer le bassin (soit alors une fréquence moyenne théorique préconisée d'une fois toutes les deux semaines. Mais peu de services disposent des moyens humains nécessaires pour assurer un tel niveau d'entretien).
- aux **essais des organes électromécaniques** et contrôle des dispositifs de suivi : à raison d'une à deux journées par an pour un technicien spécialisé.
- aux **dépenses de communication pour les éventuels dispositifs de suivis**, et à la **consommation énergétique des équipements de pompage**: FNDAE et al. (1988) estime entre 15 et 25 Wh la puissance nécessaire pour relever de 1m un débit de 1l/s. Ces coûts peuvent parfois peser relativement lourds dans les budgets d'entretien. Goussebaile (2008) donne pour exemple une consommation électrique annuelle de 70 000€ pour un bassin de 10 000m³ de l'est parisien fréquemment sollicité. Les coûts de télécommunication des éventuels équipements de suivi peuvent être relativement variables suivant l'importance de l'instrumentation. Ceux-ci s'élèvent généralement à quelques milliers d'euro par an.

⁴⁵ L'analyse des informations disponibles présentées par le retour d'expériences Goussebaile (AESN, 2008) sur son échantillon de bassins nous donne des ratios nettement plus faibles.

⁴⁶ Un exemple tiré du retour d'expériences Goussebaile (AESN, 2008) pour lequel cette opération est détaillée semble confirmer ce chiffre.

Une étude du département de Seine Saint Denis présente le détail des coûts de fonctionnement séparés par poste de dépense, et permettent donc de se faire une idée du poids que ceux-ci peuvent représenter dans les budgets de fonctionnement des gestionnaires de réseau.

Tableau 19 : Coûts annuels d'exploitation des bassins enterrés de la Seine St Denis (d'après Browne & Lecointe, 2008)

Bassin enterré	Electricité €	Téléphone €	Eau €	Maintenance		Déchets €	Curage €	Réhab. €	Gestion autom. €	Astreintes €
				Préventive €	Corrective €					
Moyenne EP	3 400	4 589	399	5 085	5 150	0	867	47 367	3 448	828
Moyenne UN (hors Stade de France)	3 474	2 800	1 452	3 055	3 556	0	274	23 522	3 448	828
Moyenne globale (hors Stade de France)	3 451	3 350	1 069	3 732	4 087	0	444	30 859	3 448	828

Stade de France	21 290	10 067	7 046	21 264	51 144	389	0	150 898	3 448	828
-----------------	--------	--------	-------	--------	--------	-----	---	---------	-------	-----

Bassin enterré	Nombre	Volume annuel moyen stocké m3	Total coût exploitation €	Coût expl. / m3 construit €/m3	Coût expl. / m3 stocké €/m3
Moyenne EP	4 bassins	19 604	70 307	3,97	3,88
Moyenne UN (hors SF)	10 bassins	15 056	42 959	3,86	8,45
Moyenne globale (hors Stade de France)		16 572	52 075	3,89	6,92

Stade de France	1 bassin	425 703	265 547	1,57	0,62
-----------------	----------	---------	---------	------	------

Qu'il s'agisse de l'investissement ou du fonctionnement, deux types de ratios volumiques peuvent être utilisés pour l'étude des coûts : on peut rapporter toutes les sommes au volume utile de l'ouvrage (cf Figures du §3.5.1), ou alors au volume « utilisé », ce qui est généralement plus adapté lorsqu'on compare le prix du fonctionnement des ouvrages au regard de leur utilisation.

A la construction, un bassin de stockage enterré construit sur réseau unitaire est globalement plus cher au m3 construit qu'un bassin à ciel ouvert sur réseau strictement pluvial (la différence étant de l'ordre de 30%). Néanmoins, les coûts d'exploitation ramenés au volume construit des bassins sont sensiblement les mêmes entre un ouvrage construit sur réseau pluvial et un bassin implanté sur réseau unitaire. Pour ce qui est du fonctionnement des ouvrages, on constate cependant que les coûts de fonctionnement moyens pour un bassin construit sur réseau pluvial sont sensiblement supérieurs à ceux d'un bassin construit sur réseau unitaire (70 307€ contre 42 959€). Mais lorsqu'on ramène ces coûts au volume annuel moyen stocké, le coût d'exploitation au m3 d'eau stocké est plus de deux fois supérieur pour les bassins implantés sur réseau unitaire que pour ceux implantés sur réseau pluvial.

Ces chiffres devront cependant être relativisés dans la mesure où le nombre d'ouvrages utilisés pour calculer ces moyennes reste relativement faible (4 bassins EP et 10 bassins UN). Ils témoignent également de la situation singulière du parc d'ouvrages de la Seine Saint Denis qui n'est pas forcément représentative de la réalité de la majorité des systèmes.

4 Conclusion

Ce travail préliminaire nous a permis d'évaluer la richesse du concept de « bassin d'orage » qui peut être utilisé pour répondre à de nombreuses problématiques différentes. La prépondérance des problématiques évoquées justifiant la réalisation d'un ouvrage à d'ailleurs fortement évolué, notamment en lien avec les changements opérés dans la réglementation. Bien que la technique paraisse relativement ancienne, notamment à l'ère de la gestion à la source des eaux pluviales, elle n'en reste pas moins toujours d'actualité, notamment pour répondre aux nouvelles exigences françaises pour la conformité des systèmes de collecte.

Nous nous sommes également rendu compte de la diversité des dénominations utilisées pour désigner ces dispositifs pour lesquels nous ne sommes pas parvenus à proposer une typologie claire qui fasse consensus. Les situations d'utilisation sont tellement variées en termes d'objectif(s) fonctionnel(s), d'effluents collectés, de positionnement sur le système et de modes de fonctionnement qu'il est très difficile de trouver dans chaque cas une terminologie qui fasse référence. Le positionnement de ces dispositifs vis-à-vis de la notion de « niveau de service » ou de « fortes pluies » (telles que définies dans l'arrêté du 21 juillet 2015) n'apparaît pas évident elle non plus.

La conception des ouvrages comme leur dimensionnement semblent également faire l'objet de nombreuses méthodes et techniques différentes. Le fonctionnement et l'exploitation de ces dispositifs font néanmoins l'objet de plusieurs retours d'expériences « régionaux », même s'il n'est pas possible de donner d'estimation précise du nombre de « bassins d'orage » existant sur le territoire national.

Confirmant les conclusions d'études précédentes, la question des coûts reste l'un des sujets les plus difficiles à appréhender au niveau global. Nous chercherons à documenter ce point comme beaucoup d'autres au cours des retours d'expériences qui seront réalisés en phase 2 de cette étude.

5 Glossaire

Déversoir d'orage : Ouvrage permettant le rejet direct d'une partie des effluents au milieu naturel lorsque le débit amont dépasse une certaine valeur (Chocat B. 1997)

6 Sigles & Abréviations

AEAG	Agence de l'eau Adour-Garonne
AEAP	Agence de l'eau Artois-Picardie
AELB	Agence de l'eau Loire-Bretagne
AERM	Agence de l'eau Rhin-Meuse
AERMC	Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse
AESN	Agence de l'eau Seine-Normandie
AFB	Agence Française de la Biodiversité
ASTEE	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
ATV	Association allemande des techniciens de l'assainissement
BO	Bassin d'orage
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Certu	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (intégré au sein du Cerema)
DCE	Directive européenne Cadre sur l'Eau
DEB	Direction de l'eau et de la biodiversité
DERU	Directive eaux résiduaires urbaines
DO	Déversoirs d'orage
FNCCR	Fédération nationale des collectivités concédantes et régies
FNDAE	Fonds national pour le développement des adductions d'eau
GEMCEA	Groupement pour l'évaluation des mesures en continu dans les eaux et en assainissement
H2S	Sulfure d'hydrogène
IFEN	Institut français de l'environnement (remplacé par le SOeS)
IFSTTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
LEESU	Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains
LEMA	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
ONEMA	Office National de l'eau et des Milieux Aquatiques
SHF	Société hydrotechnique de France
SISPEA	Système d'informations sur les services publics d'eau et d'assainissement
SOeS	Service de l'observation et des statistiques (MEDDE)
STEP	Station d'épuration
STEU	Station de traitement des eaux usées (anciennement STEP)
STU	Service technique de l'urbanisme (intégré au sein du Certu puis du Cerema)
VSA	Association suisse des professionnels de la protection des eaux

7 Références

Références législatives et réglementaires

Arrêté du 13 mai 1975 relatif aux conditions dans lesquelles certains déversements, jets et dépôts de nocivité négligeable sont exemptés de l'autorisation prévue par le décret n°73-218 du 23 février 1973 portant application des articles 2 et 6 (1.) de la Loi N. 64-1245 du 16 décembre 1964 (*abrogé*).

Arrêté du 22 décembre 1994 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées et Arrêté du 22 décembre 1994 relatif à la surveillance des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L. 372-1-1 et L. 372-3 du code des communes (*abrogé*).

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 (*en révision*).

Décret n°73-218 du 23 février 1973 portant application des articles 2 et 6 (1e) de la loi 64-1245 du 16-12-64 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution. Abrogé le 30 mars 1993 (*abrogé*).

Décret n° 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau (*abrogé*).

Directive n° 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution.

Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.

Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

Circulaires et instructions (inter-)ministérielles

Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (1949). Instruction technique relative à l'assainissement des agglomérations. Paris (France). Circulaire générale CG 1333, 22 février 1949, 50 p. + annexes.

Ministère de la Santé publique et de la population (1950). Circulaire n°93 du 12 mai 1950 relative à l'assainissement des agglomérations, Paris (France), J.O. du 18 mai 1950, 16 p. + annexes.

Ministère de la Santé publique et de la sécurité sociale (1970). Circulaire du 7 juillet 1970 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs. Paris (France) : J.O.N.C du 7 août 1970, pp. 7479-7496.

Ministère de la Santé (1976). Circulaire du 10 juin 1976 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs (1). Paris (France) : J.O.N.C du 21 août 1976, pp. 4256-4270.

Ministère de l'Intérieur, Ministère de l'Équipement, Ministère de l'Agriculture, Ministère de la Santé, Ministère de l'Industrie et de la recherche, Ministère de la qualité de vie (1977). Circulaire du 14 janvier 1977 relative à l'autorisation des déversements, écoulements, jets, dépôts et autres faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles, souterraines et de la mer dans les limites territoriales, JORF du 9 mars 1977, pp. 1274-1289.

Ministère de l'Intérieur, Ministère de la Culture et de l'environnement, Ministère de l'Équipement et de l'aménagement du territoire, Ministère de l'agriculture, Ministère de la Santé et de la sécurité sociale (1977). Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations. Paris (France). Instruction interministérielle n° 77.284/INT, 22 juin 1977, 62 p. + annexes.

Ministère de l'Intérieur, Ministère de l'Environnement et du cadre de vie, Ministère de la Santé et de la sécurité sociale, Ministère de l'Agriculture (1980). Circulaire du 4 novembre 1980 relative aux conditions de détermination de la qualité minimale d'un rejet d'effluents urbains prise en application de l'article 12 de l'arrêté du 20 novembre 1979 fixant les conditions techniques générales auxquelles sont subordonnées les autorisations délivrées en application du décret n°73-218 du 23 février 1973, J.O.N.C du 29 novembre 1980, pp. 10390-10395.

Ministère de l'Environnement (1995). Circulaire du 12 mai 1995 relative à l'assainissement des eaux usées urbaines, texte non paru au Journal officiel, Paris, le 12 mai 1995. Disponible sur http://cartel.oieau.fr/textes/circulaire_du_12_mai_1995_ass.htm (consultée le 31 octobre 2014).

Guides, référentiels techniques

- Agence de l'eau Rhin-Meuse (1997). *Comment calculer les flux de rejet de temps de pluie sur une agglomération ?* Fiche produite par le Groupe de travail Eaux résiduaires urbaines, 7 p.
- ATV (1977). *Directives pour le dimensionnement et la conception des dispositifs de surverse des réseaux unitaires (Abwassertechnische Vereinigung, Arbeitsblatt A128)*. *Plusieurs versions*.
- Certu, MEDD (2003). *La ville et son assainissement : principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. CD-rom, 514 p. Chapitre 5 : L'évaluation des impacts sur les milieux récepteurs.
- Chocat B. (1997). *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*, Eurydice 92, Lavoisier Tec et Doc, 1124 p.
- Fonds national pour le développement des adductions d'eau (FNDAE), Ministère de l'Agriculture (1988). *Les bassins d'orage sur les réseaux d'assainissement*, Documentation Technique FNDAE, en partenariat avec les Agences de l'eau (études interAgences), 61 p.
- NanCIE (1993). *Les bassins de rétention des eaux pluviales. Mode d'emploi*, NanCIE. 222 p.
- Service technique de l'urbanisme (STU) (1989). *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales*, La documentation Française, Paris, décembre 1989, 350 p.
- Service technique de l'urbanisme (STU), Agences de l'eau (1994). *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*, Éditions Lavoisier Tec et Doc, 275 p.
- Valiron F. et Tabuchi J.-P. (1992). *Maitrise de la pollution urbaine par temps de pluie*, Agence de l'eau Seine-Normandie et AGHTM, Éditions Lavoisier Tec et Doc, 564 p.
- Valiron F., Affholder M. (1996). *Guide de conception et de gestion des réseaux d'assainissement unitaires*, Éditions Lavoisier Tec et Doc, 375 p.
- VSA (2012). *Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM) Technische Richtlinie (TechRiLi)*, Band 2A Regenüberläufe und Regenbecken: Bemessung und Grundsätze der Gestaltung

Rapports d'études

- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse (2008). *Références de coûts pour la construction de bassins de stockage de temps de pluie sur réseaux unitaires et sur réseaux pluviaux. Assainissement des collectivités*, document rédigé par G. Pautet et M. Lami, août 2008, 30 p.
- Agence Financière de Bassin Seine-Normandie (1980). *Etude des moyens de lutte contre la pollution des rivières due aux rejets pluviaux et surverses d'orage*, mars 1980, 112 p.
- BCEOM (1997a). *Recensement et description des ouvrages de lutte contre la pollution de temps de pluie sur le bassin Loire-Bretagne. Rapport 1ère phase*, Agence de l'eau Loire-Bretagne, BCEOM, novembre 1997, 176 p. (dont annexes).
- BCEOM (1997b). *Recensement et description des ouvrages de lutte contre la pollution de temps de pluie sur le bassin Loire-Bretagne. Rapport 2ème phase*, Agence de l'eau Loire-Bretagne, BCEOM, décembre 1997, 179 p. (dont annexes).
- BCEOM (1997c). *Recensement et description des ouvrages de lutte contre la pollution de temps de pluie sur le bassin Loire-Bretagne. Synthèse et recommandations*, Agence de l'eau Loire-Bretagne, BCEOM, décembre 1997, 17 p.
- Cerema (à paraître). Coûts et modalités de financement de la gestion des eaux pluviales en France, Rapport Onema.*
- Chabanel P. (2014). *Dépollution des rejets urbains par temps de pluie entre 1992 et 2013. Bilan des aides de l'AESN (LP112 - 1121) – Compléments sur la période 2008-2013 pour les bassins de stockage restitution sur STEU (LP1111)*
- Chaussec E. (1998). *Bilan des investissements relatifs aux ouvrages de dépollution des eaux pluviales sur l'ensemble du bassin Seine-Normandie*. Stage pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie, 89p.
- Conseil Général de Seine-Saint-Denis (CG 93) (2014). *Analyse du fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement départemental - Pluie du 19 juin 2013*, janvier 2014, 196 p.
- Coyne et Bellier (1972). *Étude des déversoirs d'orage*, rapport de synthèse, Direction générale de la protection de la nature et de l'environnement, Ministère de l'équipement et du logement, novembre 1972, 22 p.
- Goussebaile A. (2008). *Retour d'expérience sur les bassins de rétention d'effluents urbains en temps de pluie : analyse de 27 ouvrages situés sur le bassin Seine Normandie*. Stage pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie.

- 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*. Stage pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie
- Miot M. (1999). *Ouvrages de stockage des rejets urbains par temps de pluie sur le bassin Artois-Picardie*, DESS Génie des procédés de traitement des eaux, Université des sciences et technologie de Lille I, septembre 1999, 52 p.
- Ranchet J., Ruperd Y. (1982). *Moyens d'actions pour limiter la pollution due aux eaux de ruissellement en système séparatif et unitaire*. Synthèse bibliographique LCPC, rapport de recherche n°111, mars 1982, 104 p.
- Sauveterre (1983). *Etude économique – Bassins de retenue*. Rapport pour l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 40 p.
- Sepia, SIEE (1998). *Bassins de lutte contre la pollution de temps de pluie : Analyse de 30 ouvrages réalisés en France*. Mémoire de synthèse, étude commandée par les Agences de l'eau, octobre 1998, 40 p.

Publications scientifiques

- Aires N., Ahyerre M., Chabanel M. (2003). *Dimensionnement hydraulique d'ouvrages de dépollution: influence des modes de représentation de la pluie*, TSM n°12, décembre 2003, pp. 9-19.
- Aires N., Chebbo G., Tabuchi J.-P., Battaglia Ph. (2003). *Dépollution des effluents urbains de temps de pluie en bassins de stockage décantation*, TSM, n°12, décembre 2003, pp. 70-86.
- Bertrand-Krajewski J.-L., Chebbo G. (2003). *Méthode de dimensionnement et ordres de grandeur des ouvrages de traitement des rejets urbains de temps de pluie*, TSM n°12, décembre 2003, pp. 21-37.
- Carré Y. (1975). *Un remède, les bassins d'orage*, TSM, Vol70, n°7, pp. 313-319.
- De Belly B., Dalaine (2003). *Gestion des eaux pluviales et de temps de pluie de la Communauté Urbaine du Grand Nancy*, TSM, n°12, décembre 2003, pp. 96-97
- Deneuvy M. (1995). *La prise en compte des rejets urbains par temps de pluie dans la réglementation française*, TSM, n°11, novembre 1995, pp. 789-791.
- Dubois A. (1969). *Pollution du milieu naturel par les déversements des systèmes unitaires d'assainissement*, TSM, Vol64, n°5-6, mai et juin 1969, pp. 151-167 et pp. 191-202.
- Duchesne P. (1997). *Optimisation du traitement d'eaux usées par temps de pluie : assainissement unitaire et boues activées nitrifiantes*, Ingénieries - E A T, 1997, pp. 35-42.
- Duchesne P. (2005). *Cent ans de procédés d'épuration des eaux résiduaires*, TSM, n°11, 2005, pp. 35-44.
- Dussart B. (2009). *Conception et réalisation de bassins de stockage-restitution en site urbain*, TSM, n°6, 2009, pp. 37-45.
- Giersch P. (1984). *Conceptions et techniques nouvelles en vue de la collecte optimale de la pollution dans les réseaux unitaires*, TSM, juin 1984, pp. 289-303.
- Guilhem P., Ventura A., Laplace P., Jacopin L'Azou C., Bourgogne P. (2009). *Conception et exploitation des bassins d'orage enterrés de la communauté urbaine de Bordeaux. Retour d'expérience sur le bassin de la Grenouillère*, TSM, n°6, 2009, pp. 77-85.
- Hebert N. (1998). *Le soutien des actions au travers des politiques des agences de l'eau*, TSM, n°6, juin 1998, pp. 65-70.
- 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 ?* TSM, n°6, pp. 21-30.
- Joannis C., Cohen-Solal F., Rufflé S. (2001). *Conception d'un logiciel intégré pour la gestion et l'exploitation de résultats de mesures permanentes en réseaux d'assainissement*, La Houille Blanche, 6/7, pp. 115-119.
- Pastant D., Salleron J.-L. (1994). *Assainissement des agglomérations : objectifs de protection des milieux par temps de pluie – Eléments méthodologiques*, La Houille Blanche, 1/2, pp. 105-108.
- Roche E. (1975). *Application à l'Alsace des conceptions nouvelles en matière de réseaux d'assainissement*, TSM, L'Eau, 75ème année, n°12, pp. 596-604.

Communications

- Aires N., Jestin E., Goussebaile A. (2008). *Maîtrise des rejets urbains de temps de pluie sur le bassin Seine Normandie : Quels retours d'expérience sur les bassins d'orage ?* Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 3-12.
- Breuil B., Browne O. (2008). *Les bassins de retenue en Seine-Saint-Denis – « 2008 : inventaire des stocks »*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 108-113.
- Browne O. & Lecointe T. (2008). *Les bassins de retenue en Seine-Saint-Denis – « 2008 : Analyse des coûts »*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 40-47.
- Chebbo et al. (1991). *Les bassins d'orage et la lutte contre la pollution des eaux pluviales, Journée d'études des eaux pluviales, Agen 1991. A récupérer*
- Churlet P. et al. (2008). *Retours d'expériences sur l'exploitation des bassins d'orage*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 21-25.
- Dussart B. (2008). *Expérience de Safège en conception et réalisation de bassins de stockage-restitution en site urbain*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 26-39.
- Dussart et al. (2008). *Regard croisés sur le bassin des Baunes à Valence – Les choix du concepteur et les retours de l'exploitant »*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 135-144.
- Faure et al. (1998). *Réduction des déversements de pollution par temps de pluie par une stratégie globale pollution/ inondation de gestion d'un réseau d'assainissement*, 3^{ème} conférence internationale sur les nouvelles technologies en assainissement pluvial, Novatech98, Lyon, 4-6 mai 1998, 8 p.
- Gardon R. (2008). *Influence du système de rinçage de radier sur le fonctionnement du bassin d'orage de Rignac*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 114-119.
- Guilhem P. (2008). *Retour d'expérience sur le bassin de la Grenouillère*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 97-107.
- Lovera M., Blanchet F. (2008). *De la conception à l'exploitation des bassins de rétention : quelques retours d'expériences de Véolia Eau*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 13-20.
- Mouchel J.-M. (1995). *Impact en Seine des rejets des déversoirs d'orage. Résultats obtenus par le groupe "Bassins versants urbains" dans le cadre du programme Piren-Seine*, journées d'Achères, 19 mai 1995, in (Valiron et Affholder, 1996), pp. 205-222.
- Mulliez M. (2008). *Stockage et traitement dans les bassins Eugénie Louis et 5^{ème} Dragons à Compiègne*, Colloque « Conception, entretien et gestion des bassins d'orage », ASTEE, SHF, 18 et 19 novembre 2008, Marne-la-Vallée, pp. 90-96.

Autres

- Arrêt de la Cour (première chambre) du 18 octobre 2012. Commission européenne contre Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord. Manquement d'État - Pollution et nuisances - Traitement des eaux urbaines résiduaires - Directive 91/271/CEE - Articles 3, 4 et 10 - Annexe I, points A et B. Affaire C-301/10.
- Haganis (2013). *Rapport d'activité Assainissement 2013*, 44 p.
- IFEN (2004). *Les progrès de la collecte des eaux usées et pluviales*, Les données de l'environnement, Eau, 4 p.
- IFEN (2008). *Les services publics de l'assainissement en 2004*. Les dossiers, numéro 10, janvier 2008, 30 p.

8 Table des illustrations et tableaux

Photo 1 : Conduite surdimensionnée.	10
Photo 2 : Bassin des Ducs de Bar.....	16
Photo 3 : Bassin tampon de la STEP des Salelles	30
Photo 4 : Bassin Mazelle	34
Photo 5 : Bassin Carnot.....	242
Figure 1 : Illustration de l'expression de différents critères à l'échelle annuelle pour concevoir et dimensionner un bassin.....	27
Figure 2 : Efficacité annuelle d'un bassin (rapport masse de MES interceptée / masse produite en amont) simulée pendant plusieurs années sur 2 bassins versants italiens en fonction du volume spécifique de stockage et de la situation du bassin	31
Figure 3 : Méthodologie de dimensionnement à partir d'une simulation annuelle pour définir la capacité de stockage C d'un bassin	32
Figure 4 : exemple de schéma de principe d'un bassin à connexion directe avec surverse	36
Figure 5 : exemple de schéma de principe d'un bassin à connexion latérale avec surverse	36
Figure 6 : exemples de disposition	37
Figure 7 : exemple de disposition constructive favorisant l'autocurage (Saint Avold (57)).....	39
Figure 8 : schéma ouvrage de vidange "rustique".....	40
Figure 9 : schéma ouvrage régulateur vanne à flotteur	40
Figure 10 : Répartition des services en fonction de leur taille pour les six grands bassins hydrographiques.....	46
Figure 11 : Répartition des modes de gestion mis en place par les services d'assainissement	47
Figure 12 : Part des services ayant renseigné les indicateurs de connaissance patrimoniale VP.145 et VP.199-200 (d'après données SISPEA 2009)	48
Figure 13 : Part des réseaux pour lesquels sont décrits et localisés tous les ouvrages.....	49
Figure 14 : Part des réseaux à dominante unitaire pour les six grands bassins hydrographiques.....	49
Figure 15 : Nombre de bassins et capacité de stockage référencés en temps sur le territoire de l'Agence de l'eau Artois-Picardie.....	54
Figure 16 : Nombre de bassins et capacité de stockage référencés en temps sur le territoire de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne	55
Figure 17 : Nombre de bassins et capacité de stockage instruits par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse .	57
Figure 18 : Evolution du nombre de bassins situés sur réseau de collecte unitaire et capacité de stockage associée aidés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie	58
Figure 19 : Part de l'échantillon soumis à réserve	60
Figure 20 : Estimation du nombre de bassins sur réseau unitaire (d'après données SOeS/SSP).....	60
Figure 21 : Diagramme coût du m3 de bassin d'orage en fonction du volume de stockage	61
Figure 22 : Coûts de référence/plafond des différentes Agences de l'eau (10 ^{ème} programme)	62
Figure 23 : Coûts plafond pratiqués par l'Agences de l'eau Seine Normandie (10 ^{ème} programme).....	62
Figure 24 : Comparaison des ratios coûts globaux/capacité pour différentes agences de l'eau.....	63
Figure 25 : Comparaison de la part des équipements dans le coût d'investissement global pour différentes agences de l'eau.....	65

Tableau 1 : Evocation implicite ou explicite des solutions techniques de type « bassins de stockage sur réseaux d'assainissement unitaire et séparatif pluvial » dans les Circulaires (inter-) ministérielles entre 1949 et 1980.	10
Tableau 2 : Niveaux de service d'un système d'assainissement.....	16
Tableau 3 : Comparaison de différentes méthodes de représentation de la pluie pour dimensionner un bassin avec un logiciel d'assainissement.....	30
Tableau 4 : Illustration de bilan d'interception d'un bassin simulé par la DEA du CD93	34
Tableau 5 : Vue d'ensemble des équipements de curage des bassins de pluie	42
Tableau 6 : Vue d'ensemble des dispositifs de nettoyage des bassins d'orage	43
Tableau 7 : Part des services d'assainissement assurant la triple compétence (CTD).....	46
Tableau 8 : Résultats d'études apportées par les Agences de l'eau	50
Tableau 9 : Extractions réalisées par les Agences de l'eau transmises dans le cadre de cette étude et caractérisation des informations disponibles.....	51
Tableau 10 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence AG	53
Tableau 11 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence AP.....	54
Tableau 12 : Répartition des bassins construits sur réseau par mode de fonctionnement et par type de connexion sur le territoire de l'agence AP.....	55
Tableau 13 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence LB.....	56
Tableau 14 : Répartition des bassins d'orage par gamme de taille sur le territoire de l'agence RM....	57
Tableau 15 : Répartition des bassins d'orage situés sur réseau de collecte unitaire par gamme de taille sur le territoire de l'Agence Seine-Normandie	59
Tableau 16 : Comparaison des différences de ratio coût globaux/capacité en fonction de la situation des bassins.....	63
Tableau 17 : Effectifs de l'échantillon Sepia/SIEE répartis suivant la couverture et la situation des bassins, coûts volumiques moyens par couverture	64
Tableau 18 : Fourchettes de prix et ordre de grandeur de la part des équipements.....	65
Tableau 19 : Coûts annuels d'exploitation des bassins enterrés de la Seine St Denis	68

Annexe 1 : Présentation rapide de diverses méthodes globales de dimensionnement

Ces méthodes dites « globales » ont été largement utilisées à défaut d'un logiciel d'assainissement. Elles sont très élémentaires et leur usage n'est aujourd'hui plus recommandé, sauf pour la méthode des pluies dans le cas d'un bassin versant amont de taille très réduite.

Méthode des pluies

Avec la méthode des pluies, il faut poser comme hypothèse que le débit de fuite de l'ouvrage est constant dans le temps, que le temps de transfert des débits amonts est négligeable (applicable seulement pour les petits bassins versants, sans ouvrages de stockage) et que les événements pluvieux sont indépendants. Les courbes Intensité-Durée-Fréquence, construites par rapport aux événements pluvieux locaux, permettent de connaître les hauteurs précipitées par période de retour, qui sont multipliées par la surface active du bassin versant étudié, c'est-à-dire la surface multipliée par le coefficient de ruissellement. Il faut alors retrancher à ce volume ruisselé le volume évacué par l'ouvrage pendant la durée considérée (voire le guide La Ville et son Assainissement pour des détails).

Méthode de la pluie critique

Cette méthode suit les travaux de Dr Krauth de l'Université de Stuttgart : elle est issue de l'étude, sur deux ans, de la commune de Busnau, 4000 habitants répartis sur une surface de 32 ha. Il convient d'appliquer de l'appliquer sur des zones d'étude similaires avec une pluviométrie proche de celle de Stuttgart, soit environ 600-700 mm de précipitation annuel. La pluie critique est définie comme la pluie au-delà de laquelle on ne doit pas déverser au milieu naturel. En réseau ce débit est exprimé de cette manière :

$$Q_{cr} = Q_{pts} + Q_{pluiecr}, \text{ avec } Q_{pluiecr} = I_c \cdot S_a,$$

S_a étant la surface imperméabilisée en ha et I_c l'intensité de la pluie critique.

Le débit admit à l'aval du bassin, Q_{pav} , doit être défini en fonction des caractéristiques du réseau aval ou de la station, il permet de calculer $I_{cav} = Q_{pav}/S_a$. Cette valeur est utilisée avec I_c dans l'abaque suivant :

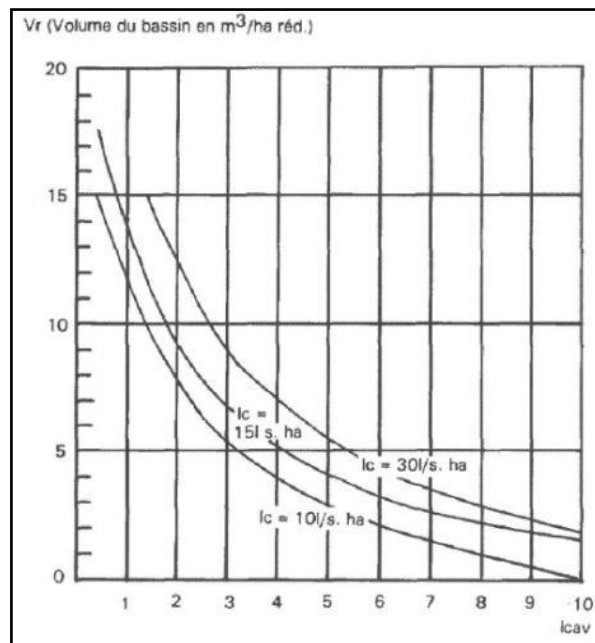


Figure 1 : Relation de calcul du volume r\u00e9duit

V_r est le volume réduit, il entre dans la détermination du volume utile du BSU:

$$V = V_r \cdot S_a \cdot aT$$

Le facteur aT est défini en fonction du temps de concentration :

Tableau 1 : Calcul du facteur aT

Temps de concentration (en minutes)	Facteur aT
10	1,25
15	1,48
20	1,63
25	1,74
30	1,82
35	1,88
40	1,93
50	2,02
60	2,06
80	2,12
100	2,17
120	2,20
180	2,25

Le temps de concentration est donné par la formule de Kirpich :

$$T_c = 0,0195 \cdot L^{0,77} / p^{0,385}$$

Avec :

T_c en min

p la pente en m/m

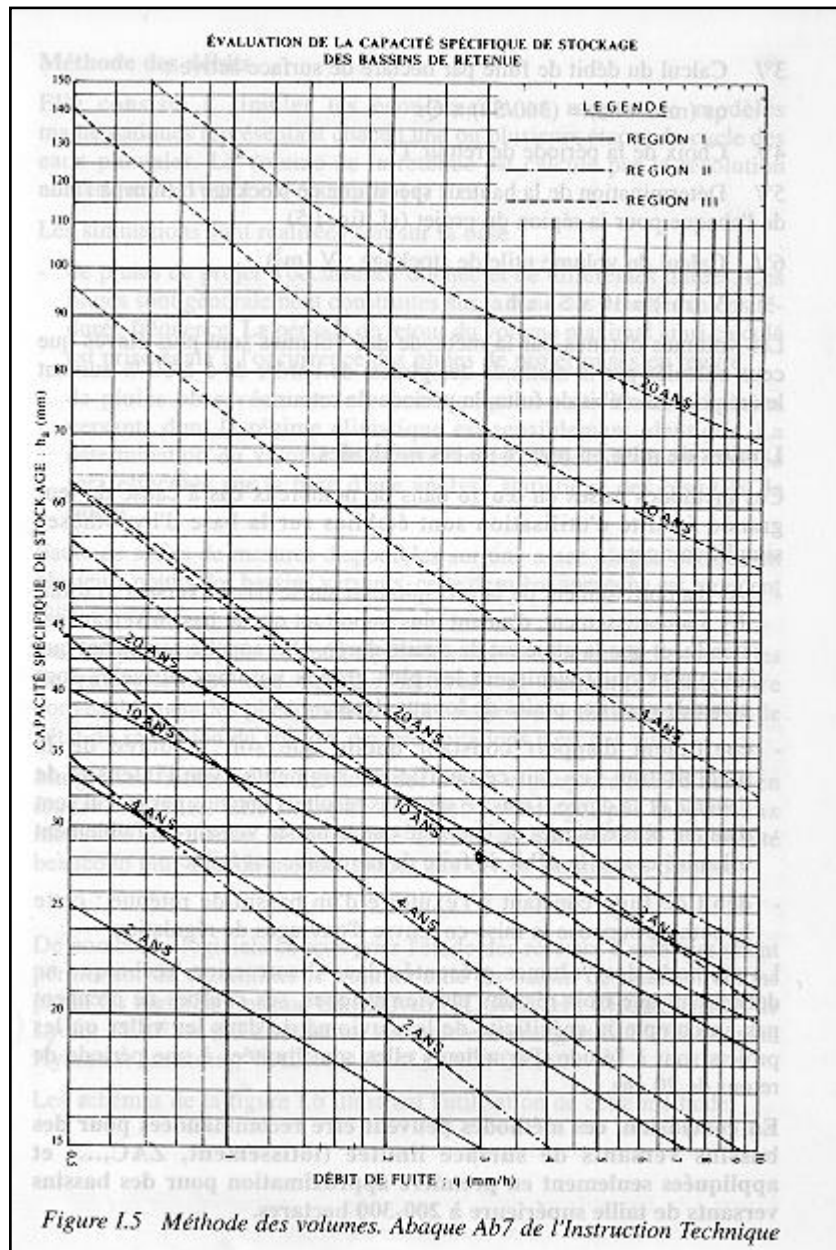
L le plus long parcours hydraulique en m

Méthode des volumes, IT 77

Cette méthode est aujourd'hui caduque mais elle a été utilisée par le passé et est rappelée ici pour mémoire. Il est donc explicitement recommandé de ne plus l'utiliser sauf dans le cas d'un usage rigoureux : en traitant sa propre chronique de pluie continue et de longue durée, et en ré-applicant la méthode de traitement statistique sur cette chronique, ce qui n'est pas aisé.

L'Instruction Technique 77 suppose l'existence de 3 zones homogènes du point de vue de la pluviométrie sur le territoire métropolitain français. Pour ces trois régions il existe un abaque permettant de trouver le volume de stockage en fonction de la période de retour de l'événement pluvieux. Soit Q le débit de fuite de l'ouvrage en m^3/s , S_a la surface active en ha, et V la capacité totale de l'ouvrage en m^3 , $q = 360 \cdot Q / S_a$ l'intensité spécifique en mm/h.

Le volume à stocker est égale à : $V = 10 \cdot ha \cdot S_a$, ha étant estimée avec l'abaque



**Figure 3 : Abaque de la méthode des volumes,
à partir de la capacité spécifique et du débit de fuite**

Méthode des débits

Nommée «Méthode des débits», il s'agit d'une méthode de dimensionnement simplifiée qu'il faut désormais ne plus utiliser car faisant appelle à des notions vagues et pas vérifiées comme le temps de rinçage ou le premier flot. Elle prend comme base de dimensionnement de retenir comme volume six fois le débit de temps sec pendant 20 min. La durée est supposée correspondre au temps de rinçage du réseau. La justification du multiple du débit de temps sec reste à faire, tout comme celle de l'existence et la durée de temps de rinçage.

Méthode de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse

L'Agence préconise de calculer les volumes de stockage directement en fonction des déversements acceptables par le milieu récepteur, pour conserver les objectifs de qualité du cours d'eau. Pour le bassin Rhin-Meuse, il a été demandé de ne pas déclasser plus de 10% du temps le milieu naturel par rapport à la grille d'appréciation, sauf pour l'O₂. Le dimensionnement se fait pour le débit d'étiage, le plus défavorable afin d'éviter les effets choc, le déclassé autorisé ne devant être que d'une classe maximum. Les volumes donnés par cette méthode s'avèrent très importants et aboutir à des impasses économiques et technologiques.

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/