

# GESTION PATRIMONIALE ET DURABILITE DES SERVICES PUBLICS D'EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT



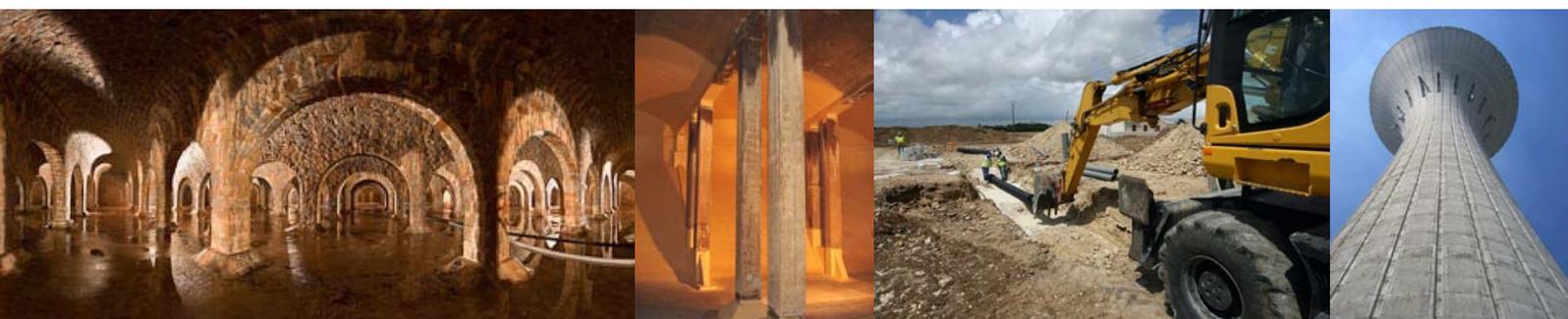
Mémoire de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Génie Rural, des Eaux et  
des Forêts

*Voie d'approfondissement : Master d'Economie du Développement Durable, de  
l'Environnement et de l'Energie (EDDEE)*

**MATTERSDORF Guillaume**  
**Promotion 2008 – 2010**

***"L'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts n'entend donner aucune approbation ni improbation aux thèses et opinions émises dans ce rapport ; celles-ci doivent être considérées comme propres à leur auteur."***

# GESTION PATRIMONIALE ET DURABILITE DES SERVICES PUBLICS D'EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT



Par :

**MATTERSDORF Guillaume**

**Mémoire rédigé sous la direction de :**

Bernard BARRAQUE

*Directeur de recherche au CNRS*

**Organisme d'accueil :** Service Public 2000

**Maître de stage :**

Nicolas CRINQUANT

*Directeur Adjoint du Pôle Eau*

**Présenté le :** 04 octobre 2010

**Devant le jury :** Bernard BARRAQUE, Directeur de Recherche au CNRS

Caroline ORSET, Maître de Conférences à l'AgroParisTech



## Remerciements

---

Je tiens d'abord à remercier mon maître de stage Nicolas Crinquant, directeur adjoint du pôle Eau à Service Public 2000, pour sa très grande disponibilité et pour avoir su m'aiguiller avec patience tout au long de ce stage. Je remercie également Bernard Barraqué et Laure Isnard d'avoir été à l'écoute de mon travail et de m'avoir fait partager leurs précieuses connaissances sur les services d'eau et d'assainissement. Tous trois ont su diriger mes travaux de manière complémentaire, et c'est eux qui ont permis le bon déroulement de ce stage.

Je remercie également Catherine Estoup, Directrice du pôle Eau à Service Public 2000, pour m'avoir accueilli au sein du pôle.

Enfin, je remercie toute l'équipe du pôle de m'avoir fait partager leurs connaissances sur les questions de gestion des services publics, qui plus est dans une ambiance de travail très agréable. Ma reconnaissance va particulièrement à Mehmet Akyel et Anouk Beaufumé pour leur disponibilité, leurs conseils et leur assistance précieuse.



# TABLES DES MATIERES

---

<b>Introduction.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Les services publics d'eau et d'assainissement en France .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Gestion de l'eau et répartition des compétences .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Organisation de la gestion de l'eau au niveau des collectivités locales .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 La gestion des services d'eau et d'assainissement .....</b>	<b>15</b>
a) Les différents acteurs et la répartition des responsabilités.....	15
b) Les différents modes de gestion des services publics d'eau et d'assainissement .....	17
(1) <i>Gestion directe</i> .....	17
(2) <i>Gestion déléguée</i> .....	18
(3) <i>Synthèse</i> .....	20
c) Le rôle important joué par l'autorité organisatrice .....	22
<b>2. La durabilité des services d'eau et d'assainissement .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Définition de la durabilité d'un service public d'eau et/ou d'assainissement.....</b>	<b>25</b>
a) Durabilité environnementale.....	25
b) Durabilité économique .....	26
c) Durabilité éthique .....	26
<b>2.2 Les méthodes d'évaluation de la durabilité d'un service .....</b>	<b>27</b>
a) Les indicateurs de performance.....	27
b) La méthode des 3E.....	29
<b>2.3 Limites de chacune des méthodes et émergence d'une approche hybride.....</b>	<b>30</b>
<b>3. Gestion patrimoniale et durabilité des services.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Définition de la gestion patrimoniale .....</b>	<b>33</b>
a) La gestion du patrimoine - Asset Management .....	33
b) De nombreuses approches possibles pour un même objectif : la durabilité des services publics ....	35
<b>3.2 Les démarches actuelles de renouvellement des infrastructures .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Enjeux et problématiques pour une gestion durable des services d'eau .....</b>	<b>38</b>

<b>4.</b>	<b>L'approche économique du renouvellement : une démarche d'optimisation pour une plus grande durabilité des services .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Une approche économique du problème .....</b>	<b>41</b>
a)	Les démarches de renouvellement les plus fréquemment rencontrées .....	41
b)	Une approche d'optimisation et de rationalisation .....	42
<b>4.2</b>	<b>Le renouvellement : choix de modèles statistiques plutôt que de modèles techniques à base physique .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>Définition d'une approche économique basée sur un modèle des risques proportionnels</b>	<b>45</b>
a)	Les modèles de durée de vie .....	45
b)	Les approches classiques utilisées dans de tels modèles .....	47
(1)	<i>Les fonctions classiquement utilisées dans les modèles de durée de vie .....</i>	<i>47</i>
(2)	<i>Estimation de modèles : le choix des modèles de risque proportionnel .....</i>	<i>48</i>
c)	Le modèles des risques proportionnels : un modèle adaptés aux défaillances .....	50
d)	Implémentation de la dimension économique dans le modèle .....	54
(1)	<i>Une approche basée sur les coûts .....</i>	<i>54</i>
(2)	<i>Détermination du coût de maintien en service .....</i>	<i>54</i>
(3)	<i>Détermination du coût de remplacement .....</i>	<i>54</i>
(4)	<i>L'importance d'une évaluation précise des coûts .....</i>	<i>55</i>
(5)	<i>Analyse des résultats du modèle : l'importance des coûts indirects .....</i>	<i>56</i>
<b>4.4</b>	<b>L'estimation des externalités : une amélioration possible du modèle pour une meilleure intégration des composantes de la durabilité des services .....</b>	<b>57</b>
a)	Un besoin grandissant de prendre en compte les externalités .....	58
b)	Les différentes méthodes d'estimation des externalités .....	58
(1)	<i>Définition de la valeur économique totale .....</i>	<i>58</i>
(2)	<i>L'estimation des changements marginaux de la valeur économique totale .....</i>	<i>60</i>
(3)	<i>Les méthodes d'évaluation des externalités .....</i>	<i>60</i>
c)	Application dans le cas des services publics d'eau et d'assainissement .....	63
<b>4.5</b>	<b>Analyse critique du modèle .....</b>	<b>66</b>
a)	Les enjeux inhérents à l'intégration des externalités comme variable de décision .....	66
b)	Les limites liées aux méthodes d'évaluation des externalités .....	67
c)	Les limites liées aux approches statistiques .....	68

<b>5. L'approche opérationnelle du renouvellement : une approche plutôt financière qu'économique.....</b>	<b>69</b>
<b>5.1 Quelques données de contexte .....</b>	<b>69</b>
<b>5.2 Le renouvellement ou une problématique d'investissement sous contrainte budgétaire</b>	<b>71</b>
a) Les différents investissements possibles dans un service d'eau et d'assainissement .....	71
b) Renouvellement et choix d'investissement .....	72
c) Cas théorique : Absence de contraintes budgétaires et disponibilité de la ressource financière .....	74
d) Contraintes budgétaires, insuffisance de la ressource financière .....	74
e) Influence du mode de gestion du service .....	78
<b>5.3 La problématique du financement du renouvellement dans une optique de durabilité des services .....</b>	<b>78</b>
a) Une problématique de financement qui s'inscrit dans le cadre de la comptabilité publique .....	78
b) Les différents mécanismes de financement existants pour une gestion durable des services .....	80
(1) <i>L'autofinancement.....</i>	<i>80</i>
(2) <i>L'emprunt.....</i>	<i>84</i>
<b>5.4 Financement du renouvellement et diminution de la durabilité des services.....</b>	<b>85</b>
a) La règle de non-placement des fonds publics.....	85
b) L'endettement .....	85
c) Le besoin de cadrer les responsabilités de chacun lorsque le renouvellement est assurée en gestion déléguée.....	86
<b>5.5 Des pistes de réflexion pour une plus grande durabilité des services.....</b>	<b>88</b>
a) Un besoin grandissant d'augmenter la part de l'autofinancement .....	88
b) Le développement de la mutualisation des moyens .....	89
(1) <i>Le système de Vendée.....</i>	<i>89</i>
(2) <i>Le système de la Charente Maritime .....</i>	<i>89</i>
(3) <i>Le système de l'Aube.....</i>	<i>90</i>
(4) <i>Le système du Conseil Général du Rhône.....</i>	<i>90</i>
(5) <i>Les bienfaits de la mutualisation des moyens .....</i>	<i>90</i>
c) Repenser le renouvellement dans les services ruraux.....	91
d) Dépasser les contraintes d'ordre politique et sociétale .....	91
 <b>Conclusion .....</b>	 <b>95</b>
 <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	 <b>99</b>

## Liste des Figures

---

Figure 1. Description de la méthodologie employée .....	10
Figure 2. Les acteurs publics de la gestion de l'eau en fonction de leur niveau d'intervention (Barucq et al., 2010) .....	13
Figure 3. Compétences des services publics d'eau potable et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010).....	15
Figure 4. Les différents acteurs de la gestion des services publics d'eau et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010) .....	16
Figure 5. Opérateur et mode de gestion au sein d'un service public d'eau et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010) .....	21
Figure 6. Place de l'autorité organisatrice dans les choix de gestion des services publics d'eau (BIPE & AMF, 2008) .....	22
Figure 7. Principaux indicateurs de performance d'un service d'eau et d'assainissement (BIPE & AMF, 2008).....	28
Figure 8. Démarche employée dans la méthode des 3E .....	30
Figure 9. Description du patrimoine d'un service public d'eau potable et d'assainissement (BIPE & AMF, 2008) .....	34
Figure 10. Gestion patrimoniale: des points de vue variés pour traiter une même problématique ....	35
Figure 11. Estimation des valeurs à neuf et de l'investissement de renouvellement annuel (Fauquert, 2005).....	38
Figure 12. Estimation des échéances de renouvellement de réseau d'eau potable (Fauquert, 2005) .....	38
Figure 13. Principaux enjeux de la gestion patrimoniale des services publics d'eau et d'assainissement (Inspiré de G2C, 2009) .....	39
Figure 14. Démarche courante de renouvellement des infrastructures des services d'eau potable et d'assainissement (Fauquert, 2005) .....	41
Figure 15. Démarche d'optimisation économique de renouvellement (MAP – FNDAE, 1993) .....	42
Figure 16. Démarche d'optimisation du renouvellement (G2C, 2009) .....	44
Figure 17. Décomposition de la valeur économique totale d'un bien (Inspiré de Pearson et al., 2009) .....	59
Figure 18. Changement marginal et valeur économique totale .....	60
Figure 19. Méthodologie pour une évaluation des externalités des services d'eau et d'assainissement .....	65
Figure 20. Evolution des dépenses d'investissement des collectivités locales à l'horizon 2013 (Barucq et al., 2010) .....	69
Figure 21. Hypothèse de renouvellement des réseaux d'eau potable à l'échelle du territoire national (Berland et Juery, 2003) .....	70
Figure 22. Démarche de renouvellement en absence de contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006) .....	74
Figure 23. Renouvellement et contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006).....	75

Figure 24. Programmation du renouvellement sous contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006) ...	75
Figure 25. Renouvellement, contrainte budgétaire et performance du service (Inspiré de Nafi, 2006) .....	77
Figure 26. Exemple de budget des services d'eau et d'assainissement selon les normes comptables M49 (Ministère du budget, 2008) .....	79
Figure 27. Pratiques d'amortissement et durabilité des services d'eau .....	82
Figure 28. Principales procédures budgétaires d'autofinancement d'une collectivité (Inspiré de FNDAE, 1994) .....	84
Figure 29. Démarche de gestion patrimoniale et durabilité des services d'eau .....	95
Figure 30. Gestion du renouvellement des équipements selon l'horizon temporel envisagé (Inspiré de Nafi, 2006) .....	96

## Liste des Tableaux

---

Tableau 1. Répartition des compétences selon les modes de gestion des services publics d'eau et d'assainissement (site internet « Eau dans la ville », 2010).....	20
Tableau 2. Répartition des indicateurs de performance selon les axes de la durabilité (Canneva et Lejars, 2009).....	28
Tableau 3. Estimation des coûts pris en compte dans l'étude selon l'emplacement des réseaux (Elnaboulsi et Alexandre, 1998) .....	56
Tableau 4. Détermination des dates optimales de renouvellement suivant l'intégration ou non des coûts indirects (Elnaboulsi et Alexandre, 1998).....	57
Tableau 5. Principales externalités associées aux équipements des services d'eau et d'assainissement .....	64
Tableau 6. Principales limites des méthodes d'évaluation des externalités.....	67

# Introduction

---

## 1. CONTEXTE

Ce travail est essentiellement un travail de synthèse bibliographique et de proposition de pistes de réflexions sur les futures orientations de gestion patrimoniale des services d'eau en France. Il s'inscrit dans le cadre d'un stage de fin d'études effectué dans le cabinet de conseil Service Public 2000. S'inscrivant à la fois dans le cadre d'exigences d'une entreprise privée mais également dans celles de l'équipe pédagogique du master recherche EDDEE (Economie du Développement Durable, de l'Environnement et de l'Energie), une attention particulière a été portée à la dimension économique et théorique du sujet.

Plus généralement, ce rapport s'insère dans une réflexion portée par le projet de recherche Eau&3E. Le constat de départ est le suivant : pour la première fois depuis 20 ans, la consommation d'eau a stagné voire même diminué dans de nombreuses villes européennes. Si a priori, ce constat est une bonne nouvelle d'un point de vue de la préservation de la ressource, une réflexion un peu plus approfondie nous amène à dresser un tableau légèrement différent.

Il convient pour cela de rappeler que les services d'eau et industries de l'eau sont des secteurs essentiellement à coûts fixes. Pour financer l'ensemble de ces coûts, le modèle économique historique en France est une facturation à la consommation des usagers, à laquelle vient s'ajouter une part fixe destinée à couvrir une partie des coûts fixes. La baisse de consommation des abonnés suppose donc une diminution des recettes pour les services d'eau et industries. Cette évolution intervient au moment précis où la question du prix de l'eau est dans le collimateur d'une opinion publique mobilisée contre les augmentations (ex : enquête UFC – Que Choisir en 2007) et de plus méfiante vis-à-vis du « modèle français » de délégation des services publics d'eau et d'assainissement. Plusieurs questions se posent dès lors :

- Dans un contexte d'évolution incertaine des consommations, d'un retour des solutions individuelles d'approvisionnement en eau auxquelles s'ajoutent la question du changement climatique, comment assurer la durabilité des services d'eau et d'assainissement ?
- Une modification de la tarification suffirait-elle à résoudre les problèmes de financement des services d'eau ?
- Quelles conséquences cela aurait-il sur les usagers, notamment les plus démunis ?

C'est à l'ensemble de ces questions que tente de répondre les partenaires du projet Eau&3E, en proposant une démarche intégrée de l'évaluation de la durabilité des services d'eau et d'assainissement.

## 2. Cadre de l'étude et problématique

Le luxe de disposer à son domicile d'une eau en qualité et en quantité suffisantes est devenu réalité depuis une quarantaine d'années pour la majorité des communes françaises. Poussés par l'augmentation des consommations et l'émergence de normes sanitaires de plus en plus drastiques dès les années d'après-guerre, l'Etat et certaines entreprises privées ont alors réalisé les premiers investissements conséquents permettant d'aboutir à ce résultat.

Cependant, depuis la fin des années 1970, les données recueillies auprès des différents services d'eau sur le territoire national révèlent une stabilisation de la demande en eau et un tassement des investissements. L'analyse de cette diminution des capitaux investis par les gestionnaires, qu'ils soient privés ou publics, mène à la conclusion suivante : même si les besoins en travaux d'extension, d'amélioration et de renforcement des dessertes existantes demeurent importants, il est raisonnable de considérer que la phase **historique** de construction des infrastructures d'Alimentation en Eau Potable (AEP) est achevée.

Les données patrimoniales dont dispose l'ensemble des acteurs de l'eau sur le territoire national montrent plutôt que les infrastructures de réseaux sont aujourd'hui entrées dans une phase de maturité voire de dégradation (FNDAE, 1993). Ce constat purement technique sur l'état des infrastructures d'eau potable laisse présager une montée progressive des charges dont le poids, en dehors de situation particulières, s'est peu fait sentir jusqu'à présent : **les charges de renouvellement des équipements (réseaux, stations de traitement...)**.

En ce qui concerne les réseaux et infrastructures nécessaires à la collecte et au traitement d'eaux usées, la problématique est identique mais légèrement décalée dans le temps. En effet, les législations relatives aux normes de rejets des eaux usées apparaissent plus contemporaines que celles concernant les normes sanitaires de production et de distribution d'eau potable. Les installations concernant les filières d'assainissement sont donc plus récentes que celles d'eau potable. Mais bien que décalée dans le temps, la problématique de renouvellement de ces infrastructures reste la même. Aussi, même si dans la suite du rapport, les propos feront principalement référence aux infrastructures d'eau potable, ces derniers sont tout à faits transposables en ce qui concerne les équipements d'assainissement.

### 3. Objectifs

Au final, c'est donc dans un contexte général de durabilité des services d'eau que s'insère la problématique auquel tente de répondre l'exposé de ce rapport. Sous la tutelle de Bernard Barraqué et de Laure Isnard, nous nous sommes efforcés de répondre à la question suivante : Comment s'insère la question de la gestion patrimoniale des équipements des services d'eau dans une optique plus large de durabilité de ces mêmes services ? Nous avons fait le choix de restreindre pour le moment le périmètre de l'étude au territoire national.

Pour répondre de la manière la plus efficace possible aux questions qui découlent de cette problématique générale, la démarche adoptée est la suivante:

- Tout d'abord, comment s'organise la gestion de l'eau en France et comment s'insèrent les services publics d'eau et d'assainissement dans ce schéma de fonctionnement ?
- Une fois les périmètres de compétences et de responsabilités des services d'eau définis, comment définir la durabilité d'un tel service ? Et surtout, de quels moyens disposons-nous pour l'évaluer ?
- Puis, après avoir défini le concept de durabilité d'un service public, comment s'insère la question de gestion patrimoniale des infrastructures dans ce cadre d'action ? Après avoir investi massivement dans des équipements dont les durées de vie atteignent bientôt leurs limites, comment assurer de façon optimale leur renouvellement ? Dans le cas d'une gestion patrimoniale dilettante, quelles conséquences cela peut-il avoir tant en terme de qualité de l'eau distribuée que de surcoût pour les usagers ?
- Le contexte général exposé, nous montrerons dans une quatrième partie qu'au-delà de l'aspect technique souvent exposé (données nécessaires pour qualifier l'état du réseau, besoin d'élaboration de méthodes statistiques pour connaître l'état du réseau, les moyens importants à mettre en œuvre que cela suppose...) le renouvellement peut avant tout être vu comme un problème économique soulevant la question de la date optimale de remplacement des équipements existants. Nous nous efforcerons de donner le maximum d'éléments possibles permettant de faire face à cette problématique en présentant notamment les approches classiquement utilisées pour répondre à ce problème.
- Enfin, nous tenterons d'élargir le débat dans une dernière partie en réalisant qu'une fois la date optimale de renouvellement acquise se pose la question du financement des travaux. Après les aspects techniques et économiques, nous aborderons la problématique du renouvellement des infrastructures des services d'eau sous l'angle d'**investissements financiers** à réaliser sous contrainte budgétaire. Si cette question peut paraître assez banale

et anodine, elle soulève pourtant de réels enjeux. Comment est aujourd’hui traitée la question du renouvellement par les opérateurs des services publics d’eau, qu’ils soient publics ou privés ? Existe-t-il des différences entre un gestionnaire privé et un gestionnaire public ? Quelles recommandations cela amène-t-il pour une gestion patrimoniale durable des équipements dont tout un chacun profite aujourd’hui ?

Le schéma suivant tente de synthétiser la démarche employée tout au long de ce rapport.



Figure 1. Description de la méthodologie employée

# 1. Les services publics d'eau et d'assainissement en France

---

## 1.1 Gestion de l'eau et répartition des compétences

Longtemps considérée comme abondante, l'eau apparaît aujourd'hui dans certaines situations comme un bien limité à la qualité menacée. Pour faire face à ces questions de pénurie et de dégradation de qualité de la ressource, l'Etat a cherché à mettre en œuvre sur son territoire depuis plus de cinquante ans une politique de gestion de l'eau qui se veut cohérente, tant d'un point de vue de gestion de la ressource que de l'efficacité de son utilisation. C'est dans cette optique d'une gestion juste et parcimonieuse que quelques grands principes ont peu à peu été édictés au cours des dernières décennies. Parmi les principaux postulats existants, il conviendra de retenir (ONEMA - EauFrance, 2010) :

- **Une gestion décentralisée et concertée au niveau des bassins versants.** En effet, Si certains fondements de la politique de l'eau remontent au XVIème siècle, l'organisation actuelle repose sur la loi sur l'eau de 1964, qui a ensuite été complétée et modernisée au niveau national par la loi de 1992 puis la LEMA en 2006. Cette première loi sur l'eau a notamment posé trois principes essentiels qui font aujourd'hui référence mais qui furent novateurs pour l'époque : une gestion décentralisée au niveau des grands bassins hydrographiques, une gestion concertée, des outils financiers incitatifs. Pour organiser la concertation et le partage des responsabilités, une structure consultative (le Comité de Bassin composé à la fois d'élus locaux, d'usagers, de scientifiques et de représentants de l'Etat) et un organisme exécutif (l'Agence de l'Eau, sous tutelle du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer) ont été créés pour chaque grand bassin ;
- **Une approche intégrée** (ou globale) qui tient compte des différents usages de l'eau et des équilibres physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques ;
- **Une expertise scientifique et technique pour accompagner la conception**, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'eau. En France, cette tâche de coordination et d'évaluation est dévolue à l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), crée par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 ;
- **La mise en œuvre d'instruments économiques d'incitation**, basés sur les principes pollueur-payeur et utilisateur-payeur. Les redevances sont collectées par les Agences de l'eau et redistribuées sous forme d'aides ;

- **La responsabilité des autorités publiques locales** (municipalités, syndicats, communautés de communes...) pour la gestion des services d'eau potable et d'assainissement qui choisissent un mode de gestion qui implique des opérateurs publics et/ou privés. Cela passe également par le pouvoir de Police de l'Eau confié au Maire.

Au-delà de ces grands principes, il apparaît que de nombreuses entités sont aujourd'hui impliquées dans la gestion de l'eau en France. Cette organisation s'articule en effet autour de différents maillons administratifs du territoire national mais implique également une multiplicité d'acteurs, tant scientifiques, qu'industriels et institutionnels. Les nombreuses échelles de gestion (locale, nationale, européenne, internationale), les compétences diverses existantes (eau potable, assainissement, aménagement des cours d'eau, écologie, énergie...) et la diversité des organismes impliqués (administrations, bassins) ont tendance à créer un flou dans la limite des prérogatives de chacun.

Comme le souligne à juste titre le rapport d'information sur la gestion de l'eau sur le territoire rédigé par Jean Launay et présenté en 2003 à l'Assemblée Nationale : l'eau, à l'instar de nombre de domaines techniques, souffre d'un éparpillement des intervenants (LAUNAY, 2003). Loin d'encourager l'efficacité dans la gestion de la ressource, l'émiettement des compétences semble inhiber la mise en œuvre de certaines réformes jugées nécessaires.

Cet éparpillement s'explique par deux phénomènes :

- La décentralisation de certaines compétences concernant la gestion de l'eau, qui implique un partage des missions entre l'Etat et les collectivités locales ;
- La seconde très bien formulée par Jean-Loïc Nicolazo : l'appareil administratif de gestion de l'eau apparaît d'une particulière complexité car il a voulu répondre à une double logique : celle d'une organisation administrative classique, à laquelle est venue se greffer une logique d'organisation à partir de l'échelon naturel que constitue le bassin (Nicolazo, 2007).

Aussi, la commune apparaît comme le lieu par excellence de la gestion de l'eau (Martin-Lagardette, 2004). Si la commune paraît légitime, les moyens et les compétences que réclame la gestion de l'eau sous toutes ses formes sont toujours plus importants pour répondre à des exigences réglementaires toujours plus nombreuses et coûteuses. Actuellement, la majorité des petites communes françaises éprouvent de réelles difficultés à s'affranchir de leurs missions en mettant en œuvre des moyens adaptés aux enjeux de la gestion de la ressource en eau.

La figure suivante tente de faire un récapitulatif des acteurs publics de la gestion de l'eau en France.

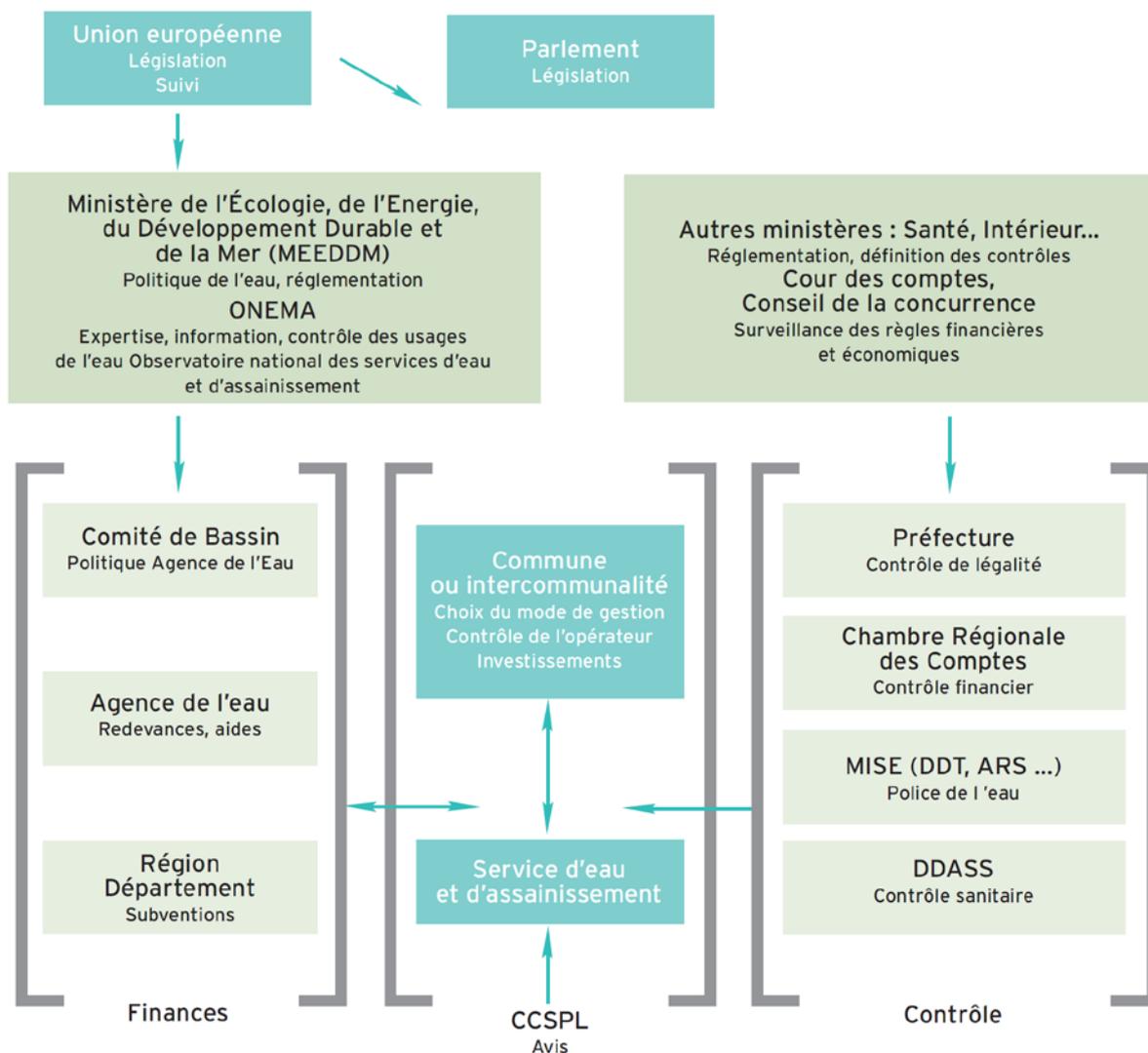


Figure 2. Les acteurs publics de la gestion de l'eau en fonction de leur niveau d'intervention (Barucq et al., 2010)

Dans la suite du rapport, nous concentrerons notre réflexion à l'échelle locale, et plus particulièrement à l'échelle des services publics d'eau potable et d'assainissement. Ce choix est dicté par l'échelle de décision à laquelle intervient le renouvellement des équipements. C'est en effet à l'échelle des services publics locaux que se décident les principales orientations autour de la gestion patrimoniale du service mais aussi que se valident les décisions d'investissement concernant le renouvellement des infrastructures.

## 1.2 Organisation de la gestion de l'eau au niveau des collectivités locales

Le service public est « l'activité assurée ou assumée par une personne publique en vue de l'intérêt général. La constitution et les lois confèrent aux collectivités locales un certain nombre de missions qui répondent à cette définition du service public local. La Loi en régit alors l'exercice et le pouvoir des collectivités locales se borne à exécuter la loi » (Guerin-Schneider et *al.*, 2001).

Ces services se divisent en deux catégories : les services publics administratifs (SPA) et les services publics industriels et commerciaux (SPIC) dont font partie les services de l'eau et de l'assainissement. D'autres services, comme la distribution de gaz et d'électricité, les transports urbains et non urbains... sont également considérés comme des SPIC. Pour mémoire, un service présente le caractère industriel et commercial lorsque plusieurs éléments sont réunis (Guerin-Schneider et *al.*, 2001) :

- **Nature de l'activité** : Il doit s'agir d'une activité de production et d'échanges de biens ou de services susceptibles d'être exercée par une personne privée.
- **Mode de fonctionnement** : le service doit fonctionner dans les mêmes conditions que les entreprises industrielles et commerciales similaires.
- **Rémunération** : Sauf exception, les recettes du service proviennent de la facturation de la prestation à l'utilisateur. Les SPIC se différencient en cela des SPA pour qui les ressources proviennent uniquement de recettes fiscales ou de subventions.

En plus de ces particularités spécifiques aux SPIC, ces derniers doivent également respecter les principes fondamentaux de gestion des services publics locaux. Parmi ces principes se trouvent :

- **Le principe de continuité** : Le service public correspondant à un intérêt général qualifié, qui ne peut être satisfait de manière intermittente, rien ne doit faire obstacle à son fonctionnement continu. Sauf cas de force majeure, seule l'autorité organisatrice, c'est-à-dire la collectivité, peut décider de mettre fin au service. Ce principe suppose donc par exemple que l'exercice du droit de grève par les agents du service soit soumis à un régime spécifique.
- **Le principe d'égalité des usagers** : Ce principe stipule que le service doit traiter sur un pied d'égalité, sans discrimination, dans la mesure où ces usagers se trouvent dans des situations comparables au regard du service. Cela signifie que seules les discriminations traduisant une différence notable de situation au regard du service peuvent légalement induire une différence de traitement.

- **Le principe de mutabilité** : Ce principe implique que le régime des services publics doit pouvoir être adapté, chaque fois qu'il le faut, à l'évolution des besoins collectifs et aux exigences de l'intérêt général. Il impose donc qu'il n'y ait pas d'obstacles juridiques aux mutations à réaliser.

Après avoir défini les grands principes régissant le cadre d'action des services publics d'eau, il convient de définir leur mode de fonctionnement d'un point de vue plus opérationnel. Concrètement, l'exercice du service public d'eau et d'assainissement consiste d'une part à garantir la production et la distribution en eau potable des usagers mais aussi à assurer la collecte et le traitement des eaux usées. La responsabilité de l'exercice du service public est alors assurée par l'autorité organisatrice (commune, communauté de communes, syndicat...) qui détient la compétence. La figure suivante illustre les principales compétences qui incombent aux collectivités assurant la gestion des services publics d'eau et d'assainissement.

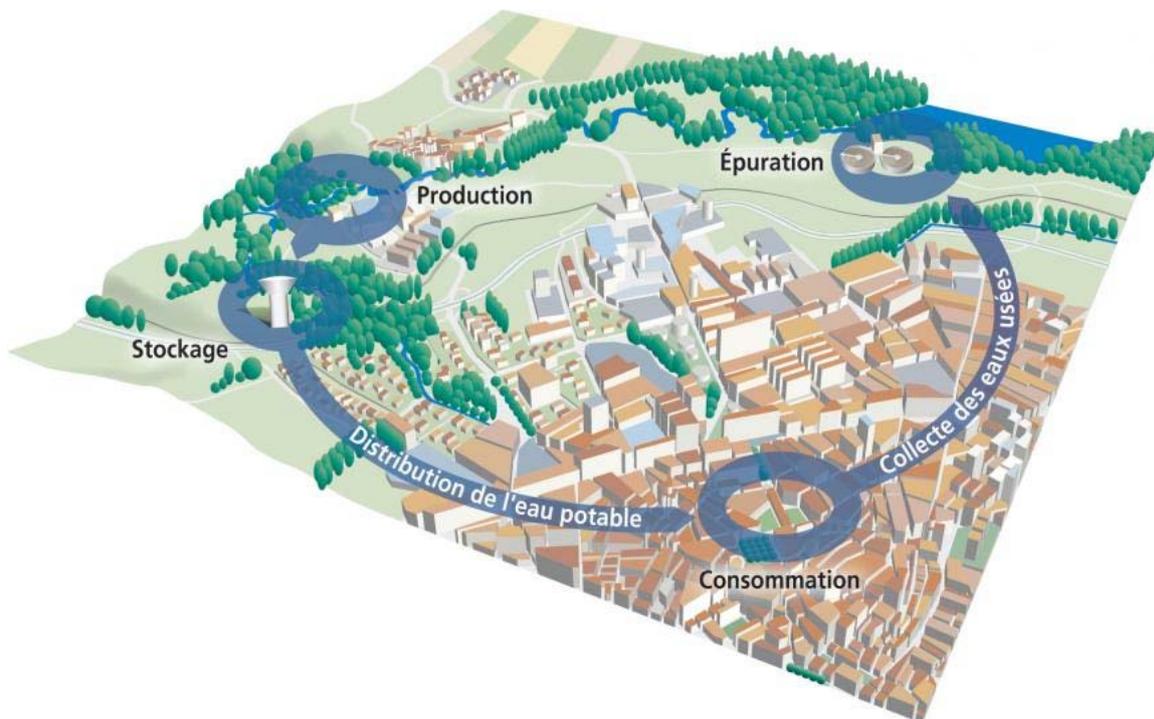


Figure 3. Compétences des services publics d'eau potable et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010)

### 1.3 La gestion des services d'eau et d'assainissement

#### *a) Les différents acteurs et la répartition des responsabilités*

La gestion des services publics d'eau et d'assainissement s'articule autour de trois acteurs principaux, dont la figure suivante récapitule les différentes prérogatives :

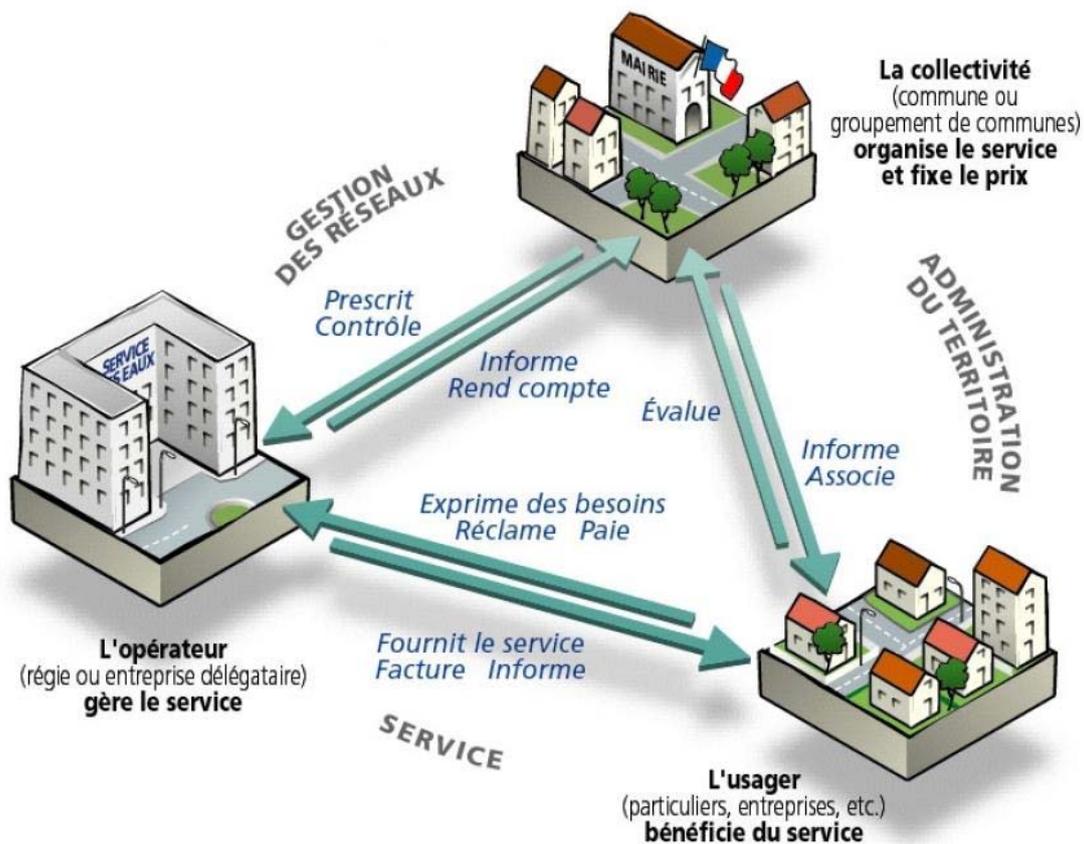


Figure 4. Les différents acteurs de la gestion des services publics d'eau et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010)

La répartition des responsabilités est donc la suivante :

- **L'autorité organisatrice** : C'est la personne publique (commune, intercommunalités, syndicat...) qui a en charge l'organisation du service public d'eau et d'assainissement. Elle choisit et contrôle l'opérateur (qu'il soit public ou privé) du service. C'est également elle qui fixe les tarifs du service public. A noter enfin que l'autorité organisatrice est aussi l'entité institutionnelle propriétaire des équipements du service (maître d'ouvrage).
- **L'opérateur** : c'est l'entité qui assure l'exploitation du service. Il convient alors de distinguer deux situations : l'opérateur public et l'opérateur privé. Le terme d'opérateur public est employé lorsque l'exploitation du service est assurée en régie par les services de la commune ou de la collectivité compétente. Le terme d'opérateur privé est utilisé lorsque l'exploitation du service est déléguée à une entreprise privée après une phase de mise en concurrence, conformément à la loi Sapin de janvier 1993. Le terme opérateur privé vaut également dans le cas de Marchés Publics. A noter que si la gestion du service est assurée par une entreprise privée, cette dernière est liée à la collectivité par un contrat mais le service lui-même reste public.

- **Les usagers** : les relations entre usagers et service sont définies par un texte réglementaire officiel : le règlement de service. C'est l'article L-2224-12 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) qui impose l'édition d'un tel document : « les communes et groupements de collectivités territoriales, après avis de la commission consultative des services publics locaux, établissent, pour chaque service d'eau ou d'assainissement dont ils sont responsables, un règlement de service définissant, en fonction des conditions locales, les prestations assurées par le service ainsi que les obligations respectives de l'exploitant, des abonnés, des usagers et des propriétaires ». Dans le cas d'une Délégation de Service Public, les obligations contractuelles du délégataire (frais d'accès au service,...) sont par exemple retranscrites dans un tel document.

A noter que « l'utilisateur et l'opérateur (qu'il soit public ou privé) sont liés par un contrat d'abonnement. La souscription à un tel contrat se fait sur simple demande de l'utilisateur. La première facture, appelée facture-contrat, comprend les frais d'accès au service et l'abonnement. Le paiement de cette facture vaut acceptation du contrat, lequel est souscrit pour une durée indéterminée mais peut être résilié à tout moment » (BIPE & AMF, 2008).

### ***b) Les différents modes de gestion des services publics d'eau et d'assainissement***

Le code général des collectivités territoriales distingue deux modes de gestion possibles des services publics d'eau et d'assainissement, à savoir :

- la gestion directe ;
- la gestion déléguée.

C'est à l'organe délibérant (conseil municipal, comité syndical...) de la collectivité titulaire de la compétence eau potable et/ou assainissement de déterminer s'il opte pour une gestion directe ou pour une délégation de service public. Le CGCT impose dorénavant l'édition d'un rapport devant motiver le choix de l'autorité organisatrice pour tel ou tel choix de mode de gestion.

#### **(1) Gestion directe**

La gestion directe correspond à la situation où c'est la personne publique qui gère elle-même son service d'eau et/ou d'assainissement, avec ses propres moyens (personnel, véhicules...).

Dans ce cadre, la régie constitue le mode de gestion directe du service public par la commune ou l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI). Il existe trois formes majeures de régies selon le degré d'externalisation choisi :

- **La régie simple ou directe :** La régie directe, ou régie simple, est la plus utilisée par les collectivités. Cela représente par exemple 60% des communes pour la compétence assainissement (source : IFEN, 2004). Elle n'est dotée d'aucune autonomie administrative, juridique, organisationnelle, financière ou comptable, et dépend totalement des services. Ce mode de gestion, valable uniquement pour les collectivités de moins de 3 000 habitants et ayant choisi ce mode gestion avant 1926, peut entretenir une confusion entre régie et collectivité. Cela étant, l'avènement de la comptabilité M14 y a depuis apporté des améliorations. Par ailleurs, la régie directe représente une garantie quant à l'application des choix de la collectivité
- **La régie dotée de la simple autonomie financière :** Dans ce cas, le service d'eau et/ou d'assainissement est doté de l'autonomie financière (obligation d'éditer un budget annexe au budget général pour le service d'eau), mais sans personnalité morale, c'est-à-dire qu'il ne se distingue pas de l'autorité sous laquelle il est placé. Ainsi, dotée d'une autonomie budgétaire ou financière, la régie dispose d'organes de gestion attitrés (ex : Conseil d'Exploitation). La collectivité conserve cependant le contrôle du service. S'il peut impliquer une certaine complexité de fonctionnement, ce mode de gestion permet d'appliquer les choix de la collectivité et s'avère transparent quant aux coûts du service.
- **La régie personnalisée :** La régie personnalisée est un établissement public placé sous le contrôle de la collectivité. Possédant son propre conseil d'administration, financièrement autonome, ce type de régie est dotée de la personnalité morale et applique les règles de la comptabilité publique. La collectivité conserve cependant le contrôle du service. Ce mode de gestion peut être lourd dans son fonctionnement. Mais il permet de constituer une entité juridique parfaitement autonome contrôlée par la collectivité.

## (2) Gestion déléguée

La gestion déléguée renvoie au cas d'une délégation à une personne morale de droit privé (entreprise, association...) d'une partie ou de la totalité d'un service public sous la forme d'un contrat. Quatre grandes catégories de gestion déléguée sont usuellement envisagées (Inspiré d'ONEMA – EauFrance, 2010) :

- **Régie intéressée :** L'exploitation du service est confiée à un prestataire extérieur sous la responsabilité financière de la collectivité ("risques et périls" supportés par la collectivité). L'entreprise délégataire, dénommée régisseur, exploite les ouvrages qui lui sont confiés par la collectivité mais son mode de rémunération diffère de ceux des fermiers et des concessionnaires. Au lieu de se rétribuer directement auprès de l'utilisateur, ce régisseur est payé par la collectivité en question. La rémunération du régisseur intéressé est assurée

indirectement par la collectivité publique qui verse une rémunération forfaitaire à l'exploitant, à laquelle s'ajoute un intéressement au résultat.

De la gestion déléguée, la régie intéressée se rapproche par le fait que le régisseur apparaît comme un entrepreneur dont la rémunération est variable, calculée en fonction du pourcentage du chiffre d'affaires, généralement complétée d'une prime de productivité.

A noter qu'en fonction de l'autonomie de gestion du régisseur et du niveau de risque assuré par ce dernier, il s'agit soit d'un **Marché Public (MP)** soit d'une **Délégation de Service Public (DSP)**.

- **Gérance** : L'exploitation du service est confiée à un prestataire extérieur sous la responsabilité financière de la collectivité ("risques et périls" supportés par la collectivité). Le gérant n'est pas associé à la détermination du prix et ne perçoit qu'une rémunération forfaitaire sans intéressement au résultat. La rémunération du gérant n'est pas en principe fixée en fonction des résultats de la gestion du gérant. La collectivité contractante décide seule du niveau des tarifs pratiqués à l'égard des usagers. Le gérant n'est pas, en principe, associé à la détermination des tarifs.

Tout intéressement direct du gérant aux bénéfices, et a fortiori aux pertes d'exploitation, semble exclu. Le gérant bénéficie d'une réelle garantie financière. Il ne prend aucun risque. Le gérant est classiquement défini comme un mandataire. Il apparaît comme un prestataire de services de la collectivité.

- **Affermage** : L'affermage est le mode de délégation le plus couramment pratiqué actuellement. L'entreprise délégataire, appelée fermier, est chargée de l'exploitation et de l'entretien des équipements qui lui sont confiés. Un fermier peut toutefois prendre en charge une partie du renouvellement de certains équipements. On parle alors de clauses concessives au contrat.

Le fermier verse à la collectivité concernée une partie du montant (la *surtaxe*) qu'il facture aux consommateurs. Avec cette somme, la collectivité finance notamment ses équipements et leur renouvellement.

- **Concession** : L'entreprise délégataire, appelée concessionnaire, investit dans les équipements nécessaires (réseaux, station de production d'eau potable, stations de traitement des eaux usées...) et les exploite « à ses risques et périls ». Elle se rémunère directement auprès des usagers, en percevant une redevance pour service rendu, déterminée par contrat avec la collectivité. A la fin du contrat, les équipements

indispensables à la réalisation du service et construits par l'entreprise reviennent à la collectivité. En général, l'entreprise verse une petite partie de la redevance perçue à la collectivité, notamment pour lui permettre de contrôler le travail de son délégataire. Cela reste malheureusement trop rare dans les faits.

### (3) Synthèse

Pour tenter de synthétiser l'ensemble des propos exposés précédemment, il conviendra de retenir que la **gestion directe** correspond à « la situation où la collectivité est seul décideur des opérations réalisées sur l'emprise du service. Dans cette mesure, elle est chargée de la facturation des usagers, et de la réception et de la réponse aux doléances des abonnés. Cela étant, ce mode de gestion peut s'accompagner de l'externalisation de certaines prestations, comme les astreintes, certains travaux ou certains services qu'elle préfère faire assurer par une tierce entité. Ces prestations ou travaux sont attribués selon le code des marchés publics (CMP) » (Fauquert, 2007). La gestion directe recouvre la régie simple (uniquement pour les collectivités n'incluant que des communes de moins de 3000 hab.), la régie à autonomie financière et la régie à autonomie financière et à personnalité morale. Les différences entre ces modes d'organisation sont d'abord budgétaires, la régie simple n'étant pas contrainte de distinguer le budget de l'eau de celui de la collectivité ; la personnalité morale modifie les responsabilités de l'élu.

En ce qui concerne la **gestion déléguée**, cette dernière « implique un transfert de la prestation globale d'exploitation du service à une entité tierce. Le délégataire est généralement une entreprise, mais peut aussi être une autre collectivité. Ceci suppose également que la rémunération du délégataire soit substantiellement (selon le terme consacré par la loi MURCEF du 11 décembre 2001) et directement assurée par les abonnés » (Fauquert, 2007). C'est aussi, dans la pratique, la notion d'exploitation "aux risques et périls" de l'opérateur qui définit un service public délégué.

Le tableau qui suit donne un aperçu des caractéristiques des différents modes de gestion applicables pour la distribution de l'eau :

Mode de gestion	Propriété des infrastructures	Exploitation et maintenance	Financement des investissements	Risque commercial
Gestion directe	publique	publiques	public	public
Régie intéressée	publique	publiques et privées	public	public
Gérance	publique	publiques et privées	public	public
Affermage	publique	privées	public et privé	public et privé
Concession	publique	privées	privé	privé

**Tableau 1. Répartition des compétences selon les modes de gestion des services publics d'eau et d'assainissement (site internet « Eau dans la ville », 2010)**

Il est à noter que l'ensemble des modes de gestion exposés précédemment ne sont pas exclusifs et non pas vocation à s'opposer. Il est tout à fait envisageable qu'au sein d'un même service, une partie soit gérée en gestion directe et l'autre en gestion déléguée. Pour cela, prenons l'exemple de la figure suivante qui illustre le service d'une collectivité ayant la compétence eau et assainissement.

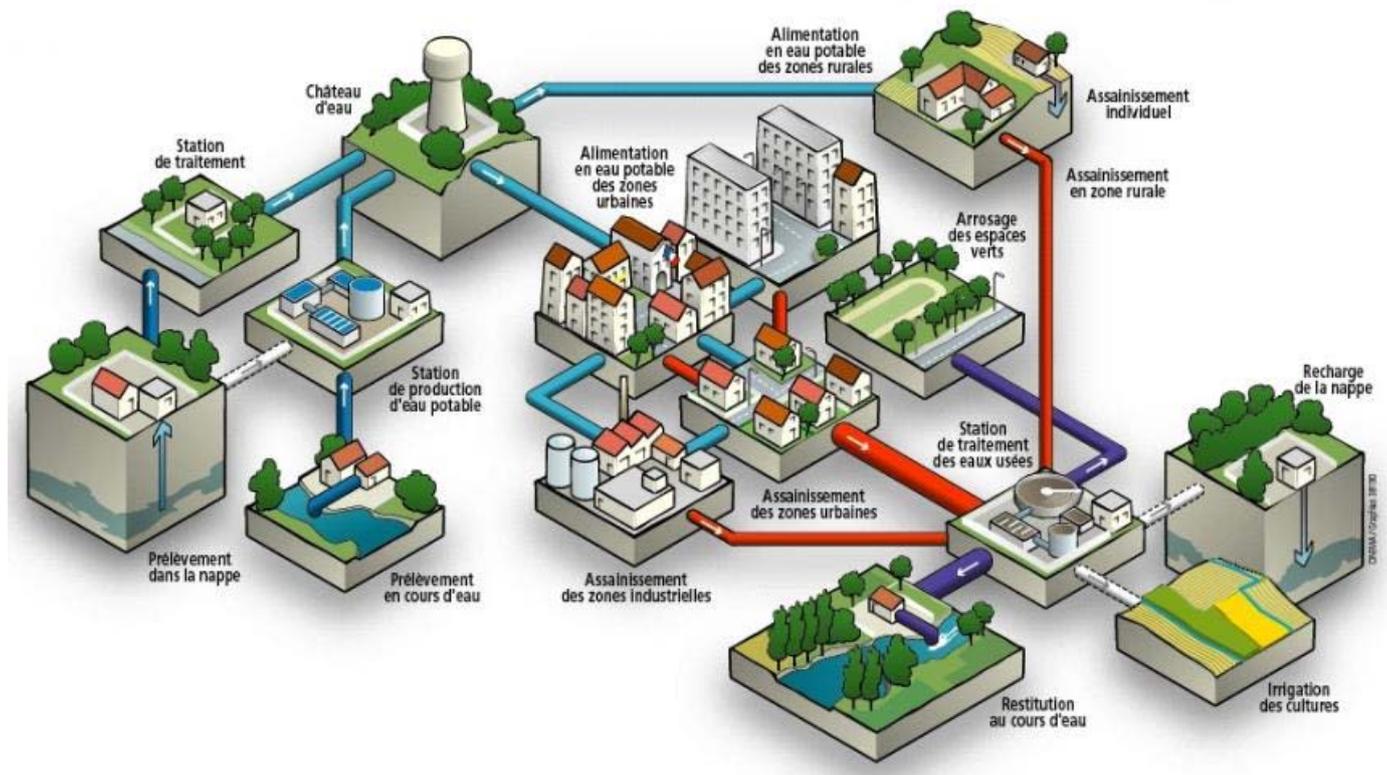


Figure 5. Opérateur et mode de gestion au sein d'un service public d'eau et d'assainissement (ONEMA – EauFrance, 2010)

A titre d'exemple, il est possible dans le cas présent que la commune gère en gestion directe la production d'eau potable et la station d'épuration, mais confie à un (ou plusieurs) délégataire(s) privé(s) la gestion des réseaux d'eau potable et d'assainissement. La situation inverse est également envisageable : la collectivité choisit de gérer en régie les réseaux d'eau potable et d'assainissement mais confie à des entreprises privées l'exploitation de la station de production d'eau potable et de la station d'épuration. D'autres situations intermédiaires, à mi-chemin de celles exposées précédemment (ex : gestion directe de la partie eau potable du service et gestion déléguée de la partie assainissement, ou vice-et-versa), peuvent également être proposées. Cette mixité des modes de gestion, associé à de nombreux enjeux locaux, nous amène à préciser qu'il n'existe pas un service public local d'eau et d'assainissement, mais bien des services publics locaux d'eau et d'assainissement, chacun présentant des problématiques et des spécificités qui en font une entité différente du service de la collectivité voisine.

### c) Le rôle important joué par l'autorité organisatrice

Dans ce cadre global de gestion des services publics d'eau et d'assainissement, il est important de se rappeler que c'est l'autorité organisatrice qui garde la main et définit les principales orientations de gestion de son service. En effet, les services de l'eau potable et de l'assainissement sont **des services publics décentralisés**, et à ce titre, les communes sont à la fois responsables de l'organisation du service mais sont également propriétaires de l'ensemble des équipements.

Dans ce contexte, l'Etat français met un accent particulier sur la **responsabilité des collectivités**, la nécessaire mise en concurrence des opérateurs et le suivi de la qualité du service (rapports, indicateurs de performance), la rigueur de la gestion budgétaire et la transparence vis-à-vis des usagers). Au final, la gestion d'un SPIC tel que les services publics d'eau et d'assainissement s'avère complexe. La figure suivante tente de synthétiser l'ensemble des choix et des décisions auxquelles doit faire face la collectivité compétente pour la gestion d'un tel service.

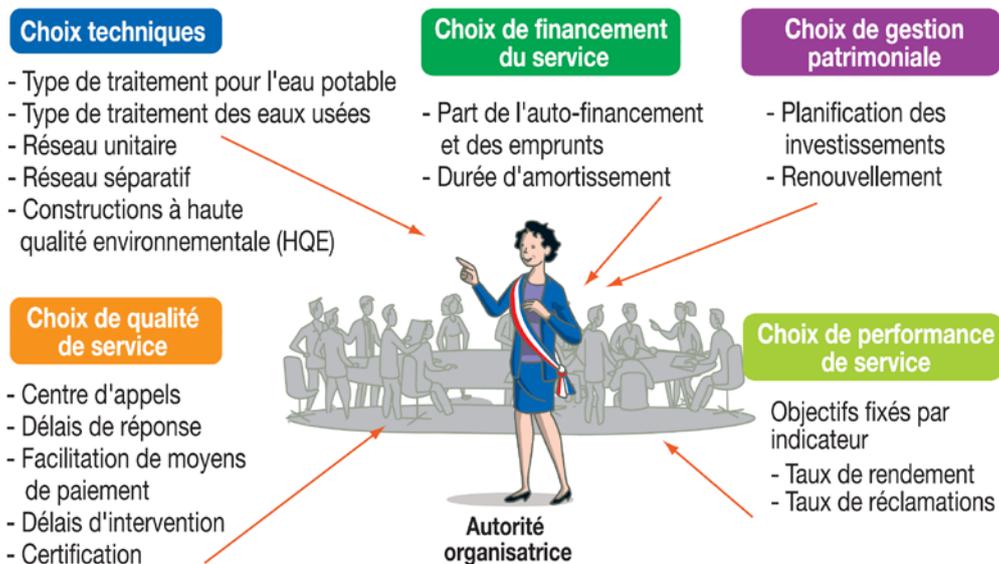


Figure 6. Place de l'autorité organisatrice dans les choix de gestion des services publics d'eau (BIPE & AMF, 2008)

## DISCUSSION

Cette première partie a pour but de définir le cadre d'action général en expliquant le fonctionnement des services publics d'eau et d'assainissement. Il semble que ce soit le préalable obligatoire à toute analyse plus approfondie de la gestion patrimoniale de tels services.

Cette rapide synthèse a notamment permis de rappeler qu'il existait une multitude de possibilité de modes de gestion. Elle est également l'occasion de mettre en avant la multiplicité des acteurs impliqués dans la gestion de tels services et le fonctionnement relativement complexe de telles entités.

Avant d'aborder la question de la gestion du patrimoine des services d'eau et d'assainissement, il semble opportun de définir le cadre dans lequel s'insère cette réflexion : la durabilité des services. Cela implique notamment que chacune des conclusions du rapport s'insère dans une optique de gestion durable des services. Cela présuppose aussi de penser les préconisations sur la gestion patrimoniale des services d'eau tant d'un point de vue économique et financier (c'est l'objet principal de ce rapport), qu'environnemental (ex : pertinence du renouvellement des équipements au regard du gain environnemental) et sociétal (ex : gestion du patrimoine et maîtrise des coûts de renouvellement pour une stabilisation du prix de l'eau).



## 2. La durabilité des services d'eau et d'assainissement

---

### 2.1 Définition de la durabilité d'un service public d'eau et/ou d'assainissement

La définition de la durabilité d'un service d'eau et d'assainissement n'est pas chose aisée. Cela étant, la définition la plus commune et la plus largement acceptée est la suivante : « un service d'eau potable et d'assainissement est durable (1) s'il distribue (rejette) une eau conforme aux normes et (2) assure le renouvellement de son capital (3) sur la base d'un tarif acceptable par les abonnés » (Pezon, 2006).

Cette première définition montre que la durabilité d'un service public d'eau peut donc se décliner selon les trois critères du développement durable : économie, environnement et éthique. Cette approche, connue sous le nom de démarche des 3E, appelle les questions suivantes (Inspiré de Lejars et Canneva, 2009) :

- D'un point de vue économique, les modes de financement actuels, et en particulier les factures d'eau lorsqu'il y en a, permettent-ils de maintenir le patrimoine en bon état ?
- D'un point de vue environnemental, quels investissements supplémentaires faut-il consentir pour améliorer les performances environnementales et de santé publique des services ?
- Enfin, d'un point de vue éthique, si tous ces investissements et coûts de fonctionnement accrus se répercutent sur les factures d'eau, les usagers accepteront-ils de supporter ces surcoûts ?

Cette approche de la durabilité définit donc un cadre d'action dans lequel s'inscrit la problématique de gestion des services publics locaux d'eau et d'assainissement. Avant de présenter plus en détail les différentes méthodes existantes pour évaluer la durabilité d'un service, il semble important d'apporter quelques précisions quant aux différents « axes de la durabilité » explicités ci-dessus.

#### ***a) Durabilité environnementale***

Ce premier axe de la durabilité recoupe à la fois des enjeux environnementaux et des enjeux de santé publique. Ces enjeux sont notamment repris dans la directive européenne cadre sur l'eau et dans la dernière Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006. Pour mémoire, ces deux textes rappellent qu'en ce qui concerne les services d'eau potable, ces derniers se doivent de « distribuer une eau conforme aux normes, sans compromettre l'approvisionnement des

générations futures, donc sans exercer sur les ressources (bassin versant du lieu de prélèvement) une pression risquant de dégrader leur qualité ou leur disponibilité » (Pezon, 2006). De façon analogue pour les services détenant la compétence assainissement, ceux-ci ont pour mission de définir les traitements appropriés aux effluents collectés sur leurs réseaux. Ils contribuent ainsi à la préservation ou à l'amélioration de la qualité des ressources nécessaires à la satisfaction de nos usages présents et futurs.

### ***b) Durabilité économique***

Cette deuxième composante de la durabilité d'un service cherche à évaluer la politique d'entretien et de renouvellement des infrastructures du service (stations de traitement, réseaux...). Cette politique de gestion, aussi appelée gestion patrimoniale, doit permettre d'assurer dans de bonnes conditions le fonctionnement des équipements mais également leur renouvellement. C'est essentiellement de cet aspect dont nous traiterons dans les parties suivantes du rapport.

Une gestion économique durable des services d'eau et d'assainissement implique une maîtrise des dépenses et donc indirectement du prix de l'eau. Mais cela présuppose également une pérennisation des ressources pour renouveler son patrimoine et garantir un certain niveau de qualité de service.

### ***c) Durabilité éthique***

Dernière composante de la durabilité d'un service d'eau, la composante éthique n'en a pas moins de l'importance, notamment en ce qui concerne les élus et leur posture plus ou moins « orientée » de la gestion des services publics locaux.

Concrètement, cet aspect de la durabilité suppose que « le tarif doit être accepté par les abonnés : ils doivent à la fois avoir la capacité de payer le service qui leur est rendu mais aussi, quand leur pouvoir d'achat est suffisant, être disposés à le faire » (Pezon, 2006). Si cette définition peut sembler assez simple et évidente au premier abord, elle pose cependant de nombreuses questions. En effet, les normes environnementales de plus en plus drastiques imposées par le cadre réglementaire et l'exigence du recouvrement du coût complet du service (principe de « l'eau paie l'eau ») peut mener à l'insolvabilité de certains usagers. Dans ce cas, des dispositions particulières peuvent être envisagées (ex : Fonds Solidarité Logement géré par le Conseil Général) pour les abonnés les plus démunis afin de ne pas les priver d'un service essentiel comme peut l'être la distribution de l'eau. « La dimension éthique de la durabilité se traduit alors par des soucis d'équité » (Pezon, 2006).

## 2.2 Les méthodes d'évaluation de la durabilité d'un service

### a) Les indicateurs de performance

« Selon l'International Water Association, un indicateur de performance est une mesure quantitative d'un aspect spécifique de la performance de l'exploitant ou de son niveau de service. Ce type d'indicateur permet le plus souvent de suivre et d'évaluer l'efficacité et l'efficacités d'un service d'eau et d'assainissement » (Canneva et Lejars, 2009). Depuis la parution du décret n°2007-675 le 2 mai 2007, les collectivités disposent d'un panel d'indicateurs pour évaluer la performance de leur service. La mise en œuvre de cette méthodologie, obligatoire depuis 2009, cherche « à constituer un panel commun d'indicateurs balayant l'ensemble des missions des services d'eau et d'assainissement. Ces indicateurs, en nombre limité et souvent assez simples à calculer, sont hiérarchisés de manière à guider le choix de la collectivité, sans toutefois lui retirer la possibilité d'adapter la liste au contexte particulier de son service » (Guerin-Schneider, 2001). Au final, l'autorité organisatrice dispose donc d'un moyen lui permettant d'analyser la situation réelle de son service et de comparer les résultats de l'opérateur aux objectifs assignés.

Cette évaluation de la performance des services « répond aux attentes conjointes de plusieurs parties prenantes. D'une part celles exprimées par la Cour des Comptes dans le cadre de son rapport public sur les services publics d'eau et d'assainissement de décembre 2003. D'autre part, celles des gestionnaires et des usagers du même service » (Canneva et Lejars, 2009).

Le dispositif réglementaire mis en place offre ainsi aux services d'eau et d'assainissement un référentiel pour les engager dans une démarche de progrès. En effet, si individuellement ces indicateurs donnent des informations précises sur des questions spécifiques, ils peuvent, intégrés dans une grille d'évaluation commune, permettre d'apprécier l'efficacité de gestion des services d'eau et d'assainissement selon les trois composantes exposées précédemment. L'analyse du fonctionnement des services par le prisme de la durabilité impose donc de ne pas restreindre l'interprétation des résultats de chaque indicateur à une lecture individuelle mais d'étendre leur analyse à un cadre de réflexion intégré dans le but d'initier une véritable démarche de progrès. La figure suivante, présente les principaux indicateurs disponibles pour un service d'eau et d'assainissement.

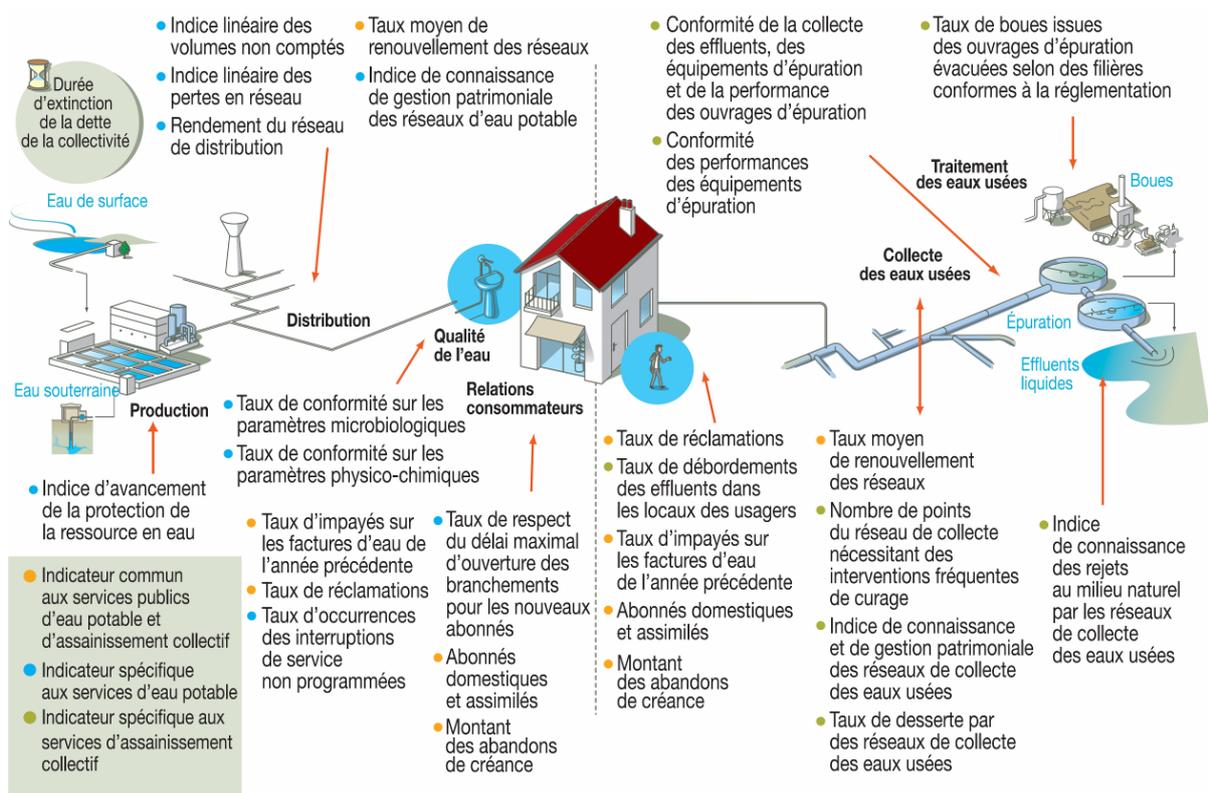


Figure 7. Principaux indicateurs de performance d'un service d'eau et d'assainissement (BIPE & AMF, 2008)

Le tableau suivant tente de classer une grande partie des indicateurs du décret n°2007-975 selon les trois piliers de la durabilité exposés précédemment.

Pilier de la Durabilité	Type d'indicateur	Indicateurs
Durabilité environnementale	Santé Publique	P.101.1, P101.2, P251.1
	Environnement	P.104.3, P.105.3, P.106.3, P.108.3, D202.0, D203.0, P206.3, P254.3, P255.3
Durabilité économique	Finance	P109.0, P153.2, P154.0, P207.0, P257.0, P256.2
	Patrimoine / Equipement	P103.2, P107.2, P151.1, P201.1, P202.2, P252.2, P253.2
Durabilité éthique	Qualité de service / prix	P102.0, P155.1, D204.0, P258.1

Tableau 2. Répartition des indicateurs de performance selon les axes de la durabilité (Canneva et Lejars, 2009)

Au final, l'autorité organisatrice dispose donc d'un ensemble d'indicateurs dont l'analyse conjointe lui permet d'évaluer la durabilité de son service à un instant t. L'analyse de l'évolution de ces indicateurs sur plusieurs exercices permet d'apprécier les efforts entrepris ou encore ceux à engager par l'opérateur pour améliorer l'exploitation du service. Il convient de préciser que chaque indicateur fait l'objet d'une fiche détaillée qu'il est possible de télécharger par exemple sur le site internet [www.eaudanslaville.fr](http://www.eaudanslaville.fr).

En conclusion, la méthode des indicateurs est une méthode de diagnostic rapide qui permet d'appréhender avec un minimum de données la qualité du service rendu. Ce constat ne vaut toutefois que pour les services tenant régulièrement à jour l'inventaire de leur patrimoine et les données d'exploitations courantes et financières de leur service. La situation ne cesse cependant de s'améliorer depuis la mise en œuvre de la Loi Barnier et le recours croissant à l'ingénierie contractuelle. L'émergence conjointe de ces deux éléments a largement favorisé à améliorer la culture du reporting et celle de la transparence chez tous les opérateurs. Pour les services où la donnée fait défaut, il est nécessaire d'apprécier leur durabilité par un moyen détourné. C'est ce que propose notamment la méthode des 3E.

### ***b) La méthode des 3E***

L'approche employée par la méthode des 3E cherche à évaluer la durabilité d'un service d'eau et d'assainissement selon les 3 dimensions décrites précédemment : environnement, économie et éthique. Prenons l'exemple d'un service d'eau potable : ce service est réputé durable si le niveau de recettes réelles du service couvre le coût complet théorique de production et de distribution de l'eau. Cela présuppose cependant que dans cet équilibre recettes/coût, il est implicitement admis que le service respecte les législations en matière d'objectifs environnementaux et financiers.

Initialement développée pour l'évaluation de politique publique, et notamment les conséquences de la politique environnementale européenne, cette méthodologie a été particulièrement appréciée pour diagnostiquer l'impact tarifaire de la directive cadre européenne sur l'eau de 2000 sur les services publics d'eau et d'assainissement.

La démarche de la méthode des 3E est relativement simple : les données techniques et financières du service permettent de reconstituer le coût d'exploitation et le coût d'investissement supportés par ce dernier, sachant que le service se doit de répondre à la fois aux objectifs environnementaux et financiers imposés par la réglementation. A ces coûts s'ajoutent le coût des activités de gestion clientèle et de gestion de la facturation. La somme de l'ensemble de ces coûts permet de reconstituer le coût complet théorique du service. Ce dernier est alors comparé aux recettes réelles

et permet de révéler si l'économie du service autorise à qualifier ce dernier de durable. La figure suivante tente de synthétiser la démarche employée dans cette méthode.

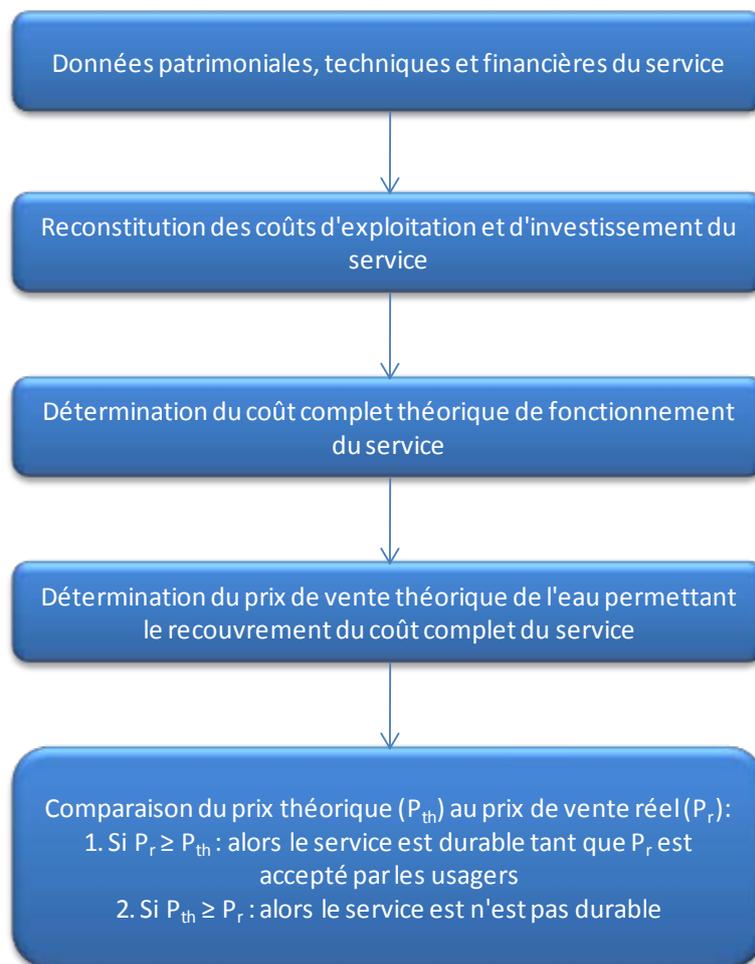


Figure 8. Démarche employée dans la méthode des 3E

### 2.3 Limites de chacune des méthodes et émergence d'une approche hybride

Chacune des deux méthodes exposées précédemment présente ses propres forces et faiblesses. C. Pezon définit par ailleurs très bien les avantages de chaque méthodologie : « la méthode des 3E constitue un outil d'évaluation de nature économique [...]. Les indicateurs de performance constituent quant à eux un outil d'évaluation de gestion publique » (Pezon, 2006). En effet, alors que la méthode des 3E base toute son analyse sur des coûts théoriques reconstitués, les indicateurs de performance considèrent les coûts réels et qualifient la durabilité d'un service au regard de ses pratiques effectives de gestion. Dans cette seconde approche, « ce n'est pas la durabilité en tant que telle qui est évaluée, mais la capacité des services à atteindre les objectifs qui leur sont assignés. Dès

lors que la durabilité est déclinée en sous objectifs, elle peut devenir la cible de la mesure de la performance » (Pezon, 2006).

Au final, la méthode des indicateurs semble plus employée que celle des 3E grâce à sa facilité d'utilisation et grands nombre d'indicateurs disponibles. Mais elle ne permet pas d'appréhender complètement toutes les composantes de la durabilité d'un service (ex : durabilité éthique), et la disponibilité des données, notamment sur plusieurs exercices, fait souvent défaut, limitant la portée des conclusions. A l'inverse, si la méthode des 3E permet d'apprécier dans sa globalité la notion de durabilité, la lourdeur et les marges d'erreurs importantes provoquées par l'emploi de cette méthode limitent considérablement son utilisation.

Cela étant, loin de s'opposer, ces deux approches apparaissent tout à fait complémentaires. La méthode des 3E semble tout à fait pertinente dans une utilisation *ex-ante* (ex : changement d'échelle sur la durabilité d'un service, transfert de compétences...), en amont des études ou des changements d'échelle de gestion. La méthode des indicateurs de performance permet au contraire, *ex-post*, d'évaluer la capacité d'un service à atteindre des objectifs. C'est dans ce cadre d'action que nous allons aborder la question de la gestion patrimoniale des services d'eau et d'assainissement.

## DISCUSSION

La durabilité des services apparaît de plus en plus comme un des enjeux majeurs de gestion des services publics locaux. La prise en compte simultanée des aspects environnementaux, économiques et éthiques devient la nouvelle clé de gestion de tels services. Il semble opportun de rajouter à ces trois composantes celle de la gouvernance, qui suppose une réflexion sur le degré d'implication de l'ensemble des acteurs (usagers, autorité organisatrice, associations...) intervenant dans le fonctionnement de ces services et l'échelle de décision pertinente pour définir les orientations propres à chaque service.

Nous rappellerons dans la partie suivante de l'exposé les forts enjeux liés à la gestion du patrimoine des services publics d'eau et d'assainissement. Ces derniers seront notamment abordés sous l'angle des impacts que peuvent engendrer les choix d'une collectivité en matière de gestion patrimoniale sur la durabilité de ses services.



## 3. Gestion patrimoniale et durabilité des services

---

### 3.1 Définition de la gestion patrimoniale

#### *a) La gestion du patrimoine - Asset Management*

Avant de définir plus précisément ce qu'est la gestion patrimoniale, nous précisons que sont associés à la notion de patrimoine non seulement les conduites et réseaux enterrés d'assainissement et de distribution d'eau potable, mais également tous les organes de régulation s'y trouvant (vannes, clapet, stabilisateurs de pression...) et l'ensemble des ouvrages de traitement permettant d'assurer une qualité de l'eau (qu'elle soit distribuée ou rejetée dans le milieu naturel) conforme aux normes réglementaires.

La définition la plus communément admise pour la gestion patrimoniale est celle de l'Agence de protection de l'Environnement (EPA) aux Etats-Unis : « La gestion du patrimoine est un processus de planification qui assure la meilleure valeur des immobilisations et permet de dégager les ressources financières pour leur réhabilitation et leur remplacement quand c'est nécessaire. La gestion du patrimoine intègre le développement d'un plan de réduction des coûts en augmentant la performance et la fiabilité des immobilisations. Une gestion du patrimoine efficace dépend du niveau d'information disponible concernant le patrimoine et la communication en continu avec les usagers pour anticiper les besoins futurs ».

Les équipements d'un service d'eau et d'assainissement s'usent donc au fil du temps, et ce qu'elle que soit leur fonction. Cette usure est définie comme « la conjonction de la diminution de la productivité de l'infrastructure, de l'abaissement de la qualité des biens produits grâce à l'équipement considéré, et de l'augmentation des coûts d'entretien et de réparation nécessaires au maintien en état » (Fauquert, 2005). Cette notion d'usure se distingue de celle d'obsolescence, pour laquelle la vétusté des équipements en place n'est pas due à une usure du temps mais est plutôt la conséquence du progrès technique ou de l'évolution des normes.

« Le renouvellement est donc un investissement de remplacement d'une infrastructure existante à l'identique ou à fonction identique » (Fauquert, 2005). Pour mémoire, la figure suivante récapitule l'ensemble du patrimoine à gérer pour une collectivité détenant la compétence eau et assainissement.

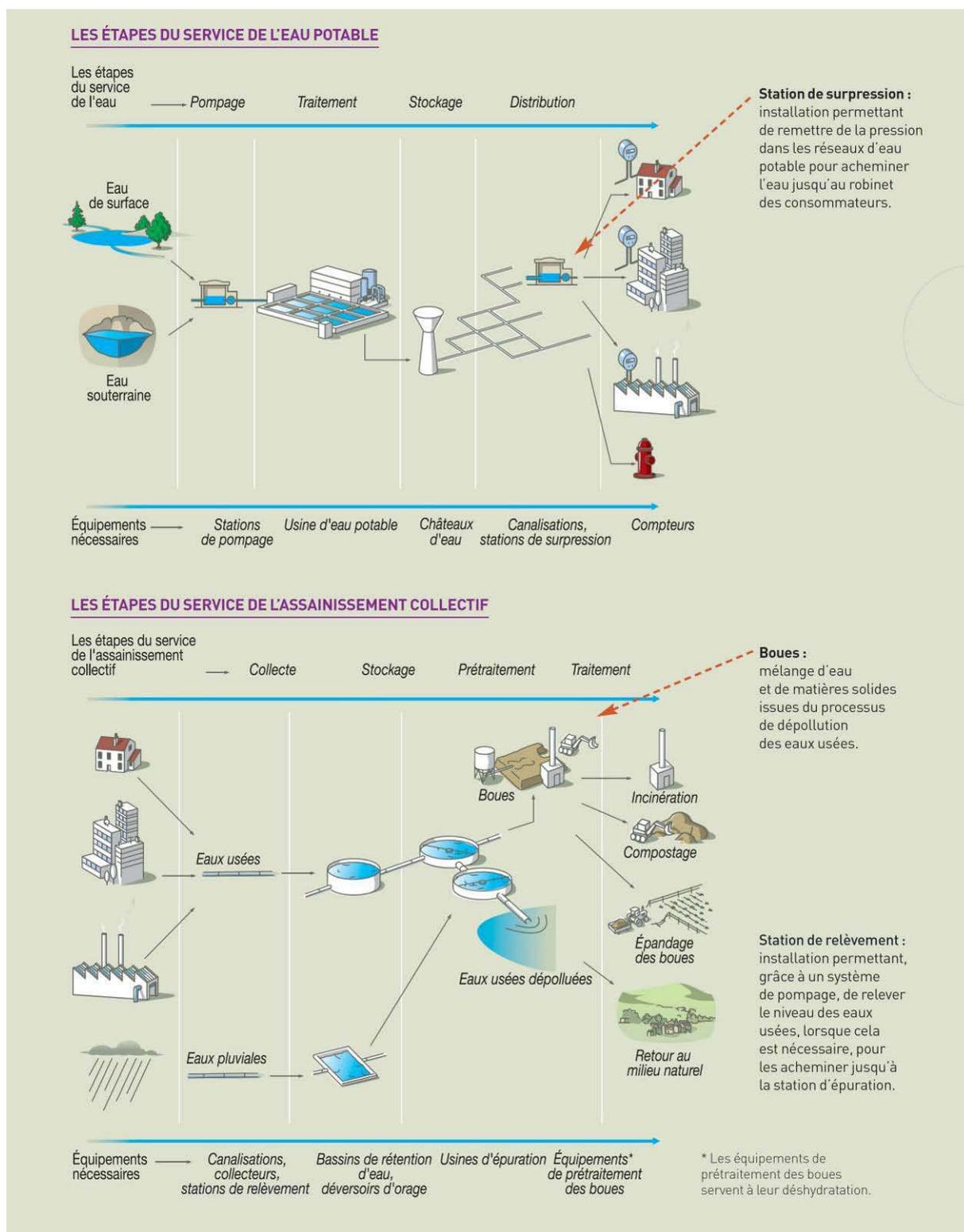


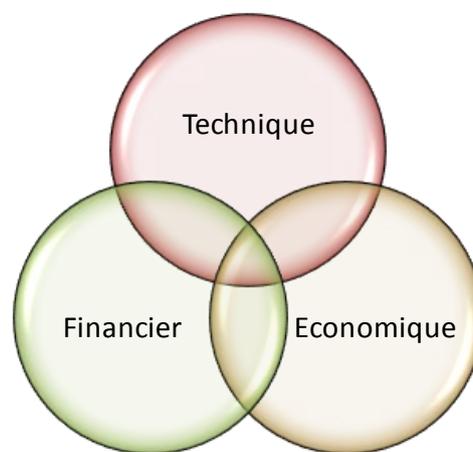
Figure 9. Description du patrimoine d'un service public d'eau potable et d'assainissement (BIPE & AMF, 2008)

Au final, il apparaît que les services publics d'eau et d'assainissement ont à gérer un patrimoine conséquent, dont la valeur atteint des montants extrêmement importants. Dans une optique de durabilité des services, la gestion d'un tel patrimoine et de son renouvellement apparaît comme un enjeu majeur, tant d'un point de vue environnemental (garantie d'un certain niveau de la qualité de

l'eau distribuée...), qu'économique (optimisation de la date de renouvellement et de remplacement des installations grâce à un arbitrage entre coût de remplacement et coûts d'entretien et de réparation) ou éthique (prévoir le plus en amont possible la charge financière que représentera le renouvellement de tels équipements afin de ne pas provoquer une hausse trop brutale du prix de l'eau, notamment pour les usagers les plus démunis).

***b) De nombreuses approches possibles pour un même objectif : la durabilité des services publics***

La figure suivante tente de synthétiser l'ensemble des approches possibles pour aborder la question de la gestion patrimoniale et du renouvellement des infrastructures :



**Figure 10. Gestion patrimoniale: des points de vue variés pour traiter une même problématique**

Avant d'aborder la question de la gestion patrimoniale et des enjeux que cela représente en termes de durabilité des services, il semble important de rappeler que trois approches sont envisageables pour traiter de la seule question du renouvellement des infrastructures :

- **L'approche technique** : Très développée depuis une vingtaine d'années, elle a permis l'élaboration de nombreux modèles à base physique sur la dégradation des matériaux et des équipements en fonction de leur environnement (pression, nature du sol, trafic routier...). Pour information, la thèse d'Amir NAFI (2006) portant sur la programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux d'eau potable rappelle de façon assez exhaustive l'ensemble des approches techniques existantes.
- **L'approche économique** : Ce type d'approche est basée sur une approche d'optimisation d'utilisation des ouvrages qui intègre la notion de coût et non plus simplement la dimension technique. En plein développement depuis le début des années 2000, ce genre de méthodologie permet de dépasser l'approche technique en intégrant la notion de coût d'exploitation et permet, comme expliqué dans le paragraphe précédent, d'optimiser la date

de renouvellement des équipements grâce à un arbitrage entre coût de remplacement et coûts d'entretien et de réparation. Cette approche sera notamment développée dans la 4<sup>ème</sup> partie de l'exposé.

- **L'approche financière** : Cette approche, qui vient généralement après les approches technique et économique, cherche à optimiser le financement du renouvellement des infrastructures. En effet, une fois la date de renouvellement optimale acquise, se pose très souvent la question des sources de financement disponibles et des répercussions que cela peut avoir, notamment en termes budgétaires et tarifaires, sur la collectivité et les usagers du service. Cette dernière approche sera particulièrement développée dans la 5<sup>ème</sup> partie de ce rapport.

La gestion patrimoniale peut ainsi s'envisager de trois façons. S'il semble judicieux de traiter cette question du renouvellement des équipements en intégrant à chaque pas de notre réflexion les trois dimensions exposées dans la figure précédente, nous ferons le choix dans la suite du rapport de privilégier les approches économique et financière, l'approche technique ayant déjà été largement développée et étudiée depuis une vingtaine d'années.

### 3.2 Les démarches actuelles de renouvellement des infrastructures

Le processus de décision relatif aux choix de gestion patrimoniale d'un service d'eau et d'assainissement fait intervenir de nombreux paramètres. Le choix de renouvellement reflète de multiples réalités, et les causes de vétusté apparaissent très variées. Elles peuvent être d'ordre technique, économique, technologique, réglementaire ou bien encore contractuel (ex : obligation pour le délégataire de renouveler 150 branchements par an). « Dans la pratique, au-delà de la seule vétusté, des facteurs extérieurs peuvent souvent amener à repousser cette échéance, ou au contraire à l'anticiper » (MAP – FNDAE, 1993). Aujourd'hui, quatre démarches principales sont recensées dans les pratiques de renouvellement des différentes collectivités :

- **Démarche curative** : C'est la démarche la plus couramment rencontrée. Cette dernière consiste à pallier les défaillances des équipements dès que ceux-ci ne sont plus en état de fonctionner. A titre d'exemple, les comportements typiques de cette approche se caractérisent par le remplacement d'une pompe qui ne fonctionne plus, d'un système de traitement qui tombe trop régulièrement en panne, ou bien encore de canalisations qui font l'objet de rupture trop fréquentes. Cette approche peut cependant se décliner sous des formes assez diverses, avec notamment l'application de seuils (différents selon les équipements et les services rencontrés) comme critères de renouvellement.

- **Démarche conjoncturelle** : L'apparition de défaillances peut ne pas être le seul moteur de décision du renouvellement de certains équipements. D'autres événements extérieurs peuvent conduire le gestionnaire du service à intervenir et à différer son programme de renouvellement. L'exemple le plus souvent cité est celui des travaux sur la voirie : le gestionnaire peut profiter de travaux programmés initialement dans un autre but (réhabilitation de conduites de gaz, poses de conduites pour l'enterrement du réseau électrique...) pour renouveler une canalisation d'eau potable. Cela explique notamment pourquoi les gestionnaires des programmes de renouvellement actuels de réseaux d'eau potable tentent de coordonner un maximum leurs interventions avec les gestionnaires des autres réseaux enterrés.
- **Démarche patrimoniale** : Cette démarche se base sur « la recherche d'une limitation de la dévalorisation du patrimoine [...] et constitue la ligne directrice d'une gestion prévisionnelle qui permet une bonne maîtrise des investissements » (MAP – FNDAE, 1993). L'emploi de cette démarche présuppose une bonne connaissance de l'état du patrimoine du service, et donc la réalisation de diagnostics techniques réguliers. Une fois cette bonne connaissance acquise, la mise en œuvre concrète de cette démarche se traduit par une programmation régulière des parties les plus anciennes et les plus fragiles du réseau ou des équipements des stations. Ce renouvellement régulier permet de lisser les charges liées au remplacement des infrastructures les plus fragiles et évite les à-coups liés aux ruptures spontanées de certains éléments du service.
- **Démarche économique** : Dernière des quatre démarches les plus fréquemment rencontrées, celle-ci cherche à minimiser le coût global d'un équipement. En effet, l'utilisation d'une infrastructure du service engendre irrémédiablement des coûts de réparation et d'exploitation qui augmentent avec le temps. A l'inverse, le coût actualisé de son renouvellement diminue avec le temps. L'objectif recherché est donc de déterminer la date optimale pour laquelle le coût total actualisé (somme des coûts exposés précédemment) est minimal. Pour plus de détails sur cette méthode, se référer à la partie suivante de l'exposé.

Au final, il apparaît que quelque soit la démarche de gestion patrimoniale employée, une connaissance technique fine de l'état des infrastructures est absolument nécessaire. C'est le point de départ à toute gestion anticipée et rationnelle de l'état du patrimoine.

### 3.3 Enjeux et problématiques pour une gestion durable des services d'eau

Tant dans le domaine de l'eau potable que celui de l'assainissement, la valeur à neuf des infrastructures représente des sommes extrêmement conséquentes. Pour mémoire, la Cour des Comptes estime dans son rapport de décembre 2003 sur la gestion des services publics d'eau et d'assainissement que la valeur du patrimoine d'eau et d'assainissement avoisinait plusieurs centaines de milliards d'euros.

En ce qui concerne les équipements des services publics d'eau potable, leur établissement s'est fait principalement depuis la fin de la seconde guerre mondiale. La création du Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (FNDAE) en 1954 et des Agences Financières de Bassin (devenues aujourd'hui les Agences de l'eau) en 1964 ont favorisé la mise en place massive d'équipements pour la production et la distribution d'eau potable notamment. Si les infrastructures des services d'assainissement sont postérieures à celle des services d'eau potable, la problématique n'en reste pas moins la même. Nombreux sont les équipements des services publics d'eau et d'assainissement qui sont aujourd'hui en limite de vétusté. Les tableaux suivants tentent de montrer l'importance des enjeux financiers relatifs à la gestion du patrimoine de tels services :

	Valeurs à neuf (G€)	Investissement moyen annuel (G€)
Stations d'épuration	12,6	0,62
Réseaux d'eaux usées	64,5	0,8
Usine de production d'eau potable	27,9	ND
Réseaux d'eau potable	79	2

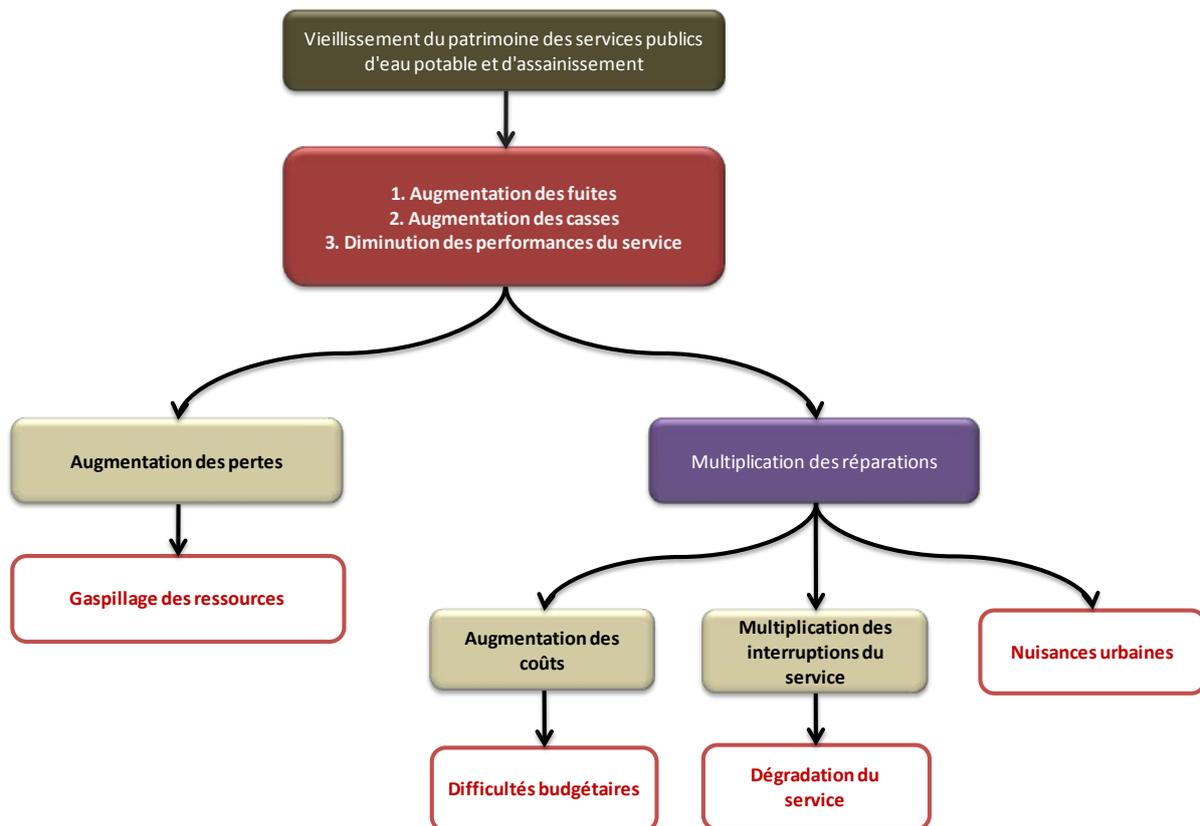
Figure 11. Estimation des valeurs à neuf et de l'investissement de renouvellement annuel (Fauquert, 2005)

Période	Montant annuel (G€)
Avant 2015	1,5 à 2
2015 - 2025	2 à 2,5
2025 - 2040	1
2040 - 2050	2,5

Figure 12. Estimation des échéances de renouvellement de réseau d'eau potable (Fauquert, 2005)

Ces tableaux illustrent bien le fait que les montants à investir sont importants et que les temps de retour sur investissement sont relativement longs. A titre d'exemple, les réseaux d'eau potable nécessitent, au niveau national, un investissement moyen annuel de près de 2 milliards d'euros. Par

conséquent, au vu des montants importants à investir, une planification judicieuse et pertinente du financement du renouvellement des équipements se doit d'être établie. Au-delà des enjeux financiers majeurs de la gestion patrimoniale, une planification optimale des opérations de renouvellement des équipements du service permet d'éviter la dégradation de la qualité de l'eau distribuée et permet de maintenir un certain niveau de performance et de qualité du service. La figure suivante tente de synthétiser les conséquences néfastes dues à la dégradation du patrimoine des services d'eau et d'assainissement.



**Figure 13. Principaux enjeux de la gestion patrimoniale des services publics d'eau et d'assainissement (Inspiré de G2C, 2009)**

Le vieillissement des équipements d'eau et d'assainissement soulèvent donc une multiplicité d'enjeux. « Le renouvellement des infrastructures des services d'eau et d'assainissement est un enjeu de préservation de la ressource en eau, autant que d'économie sur les coûts d'exploitation. Mais avant tout, il représente des investissements de montant élevé et l'échéance de ces remplacements approche » (Fauquert, 2005). La gestion patrimoniale représente donc un enjeu majeur pour la qualité et la durabilité de tels services.

## DISCUSSION

Dans une optique de durabilité des services publics d'eau potable et d'assainissement, la gestion patrimoniale de telles entités apparaît comme un élément majeur de la réflexion. Les enjeux sous-jacents à l'entretien et au renouvellement des équipements de ces services sont nombreux. Diverses approches sont alors envisageables pour aborder une telle problématique.

Dans un souci de laconisme de nos propos et de respect des contraintes de l'exercice, le choix a été fait de concentrer notre attention plus particulièrement sur les enjeux économiques et financiers de la gestion patrimoniale. Cela étant, rien ne nous empêche d'élargir notre réflexion et de replacer les conclusions de ce rapport dans un contexte où sont intégrées les dimensions technique et sociétale.

La partie suivante tente de présenter une des principales approches adoptées pour traiter la question du renouvellement d'un point de vue économique. La dernière partie s'attardera plus à présenter les enjeux financiers posés par le remplacement des équipements des services d'eau et d'assainissement.

## 4. L'approche économique du renouvellement : une démarche d'optimisation pour une plus grande durabilité des services

### 4.1 Une approche économique du problème

#### *a) Les démarches de renouvellement les plus fréquemment rencontrées*

La modélisation économique du renouvellement d'une infrastructure suppose la définition au préalable d'un critère de renouvellement. La multiplicité des démarches de renouvellement exposées dans le paragraphe précédent a montré que ces critères pouvaient être extrêmement variés et nombreux.

Dans le cas d'une démarche économique, l'approche la plus simple et la plus pertinente est d'opter pour la notion de coût comme critère de décision. L'approche économique d'un problème est en effet très souvent une démarche d'optimisation, qui cherche à maximiser ou minimiser une fonction objectif du décideur. Dans le cas d'une entreprise par exemple, cette dernière cherchera à maximiser son profit. Au contraire, dans le cas d'un décideur public, ce dernier cherchera à maximiser le bien être social. La figure suivante illustre les démarches classiquement rencontrées dans les services d'eau potable et d'assainissement :

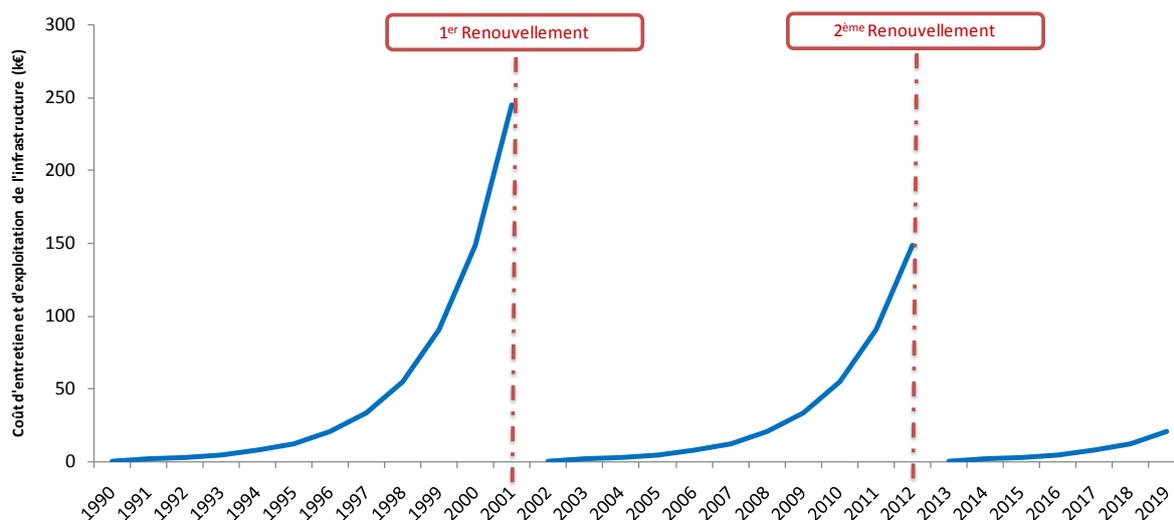
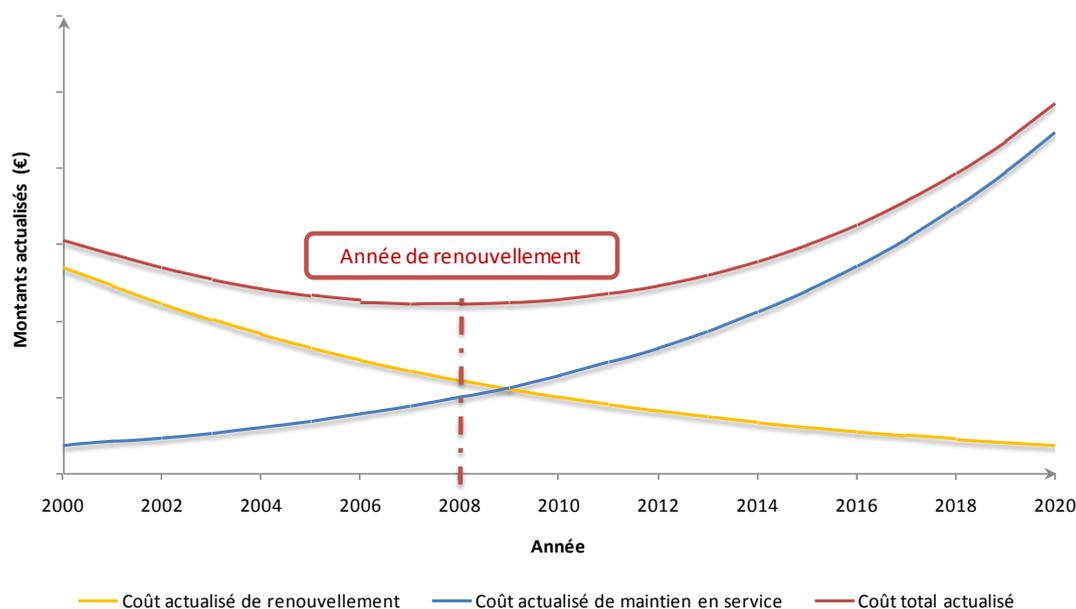


Figure 14. Démarche courante de renouvellement des infrastructures des services d'eau potable et d'assainissement (Fauquet, 2005)

Nous supposons ici un coût d'entretien croissant et convexe de plus en plus important avec le vieillissement de l'infrastructure (consommations électriques supplémentaires, augmentation des fuites, réparation du génie civil...). Cela suppose que l'augmentation du coût croît également avec l'ancienneté de l'infrastructure. Cette figure cherche à montrer que dans la plupart des cas, les démarches de gestion patrimoniale ne sont pas ou peu optimisées. Les critères de renouvellement ne sont pas ou peu définis à l'avance et les travaux engagés sont très souvent le fruit d'opportunité de mutualisation de travaux comme lors des réfections de voirie par exemple. Peu nombreux sont les services qui ont aujourd'hui une véritable démarche d'optimisation du renouvellement de leurs infrastructures. La LEMA devrait cependant faciliter l'amélioration de la situation.

### ***b) Une approche d'optimisation et de rationalisation***

Dans le cas d'une autorité organisatrice « bienveillante » et compétente pour le service d'eau potable et d'assainissement, cette dernière est normalement chargée de mettre en œuvre une démarche de rationalisation financière pour le renouvellement des équipements du service. Concrètement, cela signifie que l'entité responsable essaye de maximiser l'efficacité de l'euro investi en terme de performance du service rendu. La figure suivante tente de traduire graphiquement le problème auquel fait face l'autorité en charge du renouvellement :



**Figure 15. Démarche d'optimisation économique de renouvellement (MAP – FNDAE, 1993)**

Pour illustrer par un cas concret la figure précédente, prenons l'exemple du renouvellement d'une canalisation. L'analyse statistique des ruptures sur le réseau géré par le service permet d'établir un modèle de rupture des canalisations. En parallèle, le personnel du service mène un calcul du coût actualisé de maintien en service de l'ouvrage. Ce coût est calculé à partir des coûts annuels actualisés

d'exploitation (coût de réparation, coût d'entretien, surcoût de fonctionnement...) entre son année de pose et toute année de renouvellement théorique. A ce coût s'ajoute le coût actualisé de renouvellement de l'équipement qui diminue au cours du temps (ce qui présuppose que le prix de la canalisation soit invariable en euros courants). Une fois la somme de ces deux coûts effectuée, il est possible de déterminer la date optimale de renouvellement.

Ce raisonnement n'est cependant valable que pour un ouvrage. A l'échelle du service, un nouveau problème se rajoute : définir les endroits du réseau où l'intervention semble la plus pertinente. Comme expliqué précédemment, les interventions sur le réseau se font très souvent selon une démarche opportuniste.

Prenons l'exemple d'une collectivité lambda disposant d'un diagnostic technique de son réseau. Les conclusions du diagnostic sont les suivantes : si l'état général du réseau apparaît satisfaisant, plusieurs linéaires de canalisations se trouvent dans un état dégradé. Parmi ces linéaires, il est recensé :

- une importante canalisation d'adduction en plein centre ville présentant de nombreuses fuites. Montant des travaux : 200 000 €.
- Plusieurs dizaines de petits linéaires de canalisations en bout de réseau de distribution présentant également de nombreuses fuites. Montant des travaux : 1 100 000 €.

La collectivité se retrouve donc la situation suivante : sachant que la performance de son service est en partie appréciée par l'indice linéaire de pertes, quel linéaire de canalisation faut-il renouveler en priorité ? La réponse est la canalisation se trouvent en centre ville évidemment.

Si le cas présenté est ici caricatural, il est important de se rappeler que c'est bien en ces termes que se posent aujourd'hui les problèmes d'ordonnement des travaux de renouvellement. Le but de cet exemple était de montrer que l'euro investi par un service d'eau n'est donc pas toujours celui qui permet d'améliorer le plus la performance du service. Il apparaît donc indispensable d'accompagner la démarche d'investissement par un diagnostic technique performant. Seule la combinaison de ces de ces deux approches permet une optimisation des euros investis dans le renouvellement des équipements du service. La figure suivante tente de synthétiser ces propos :

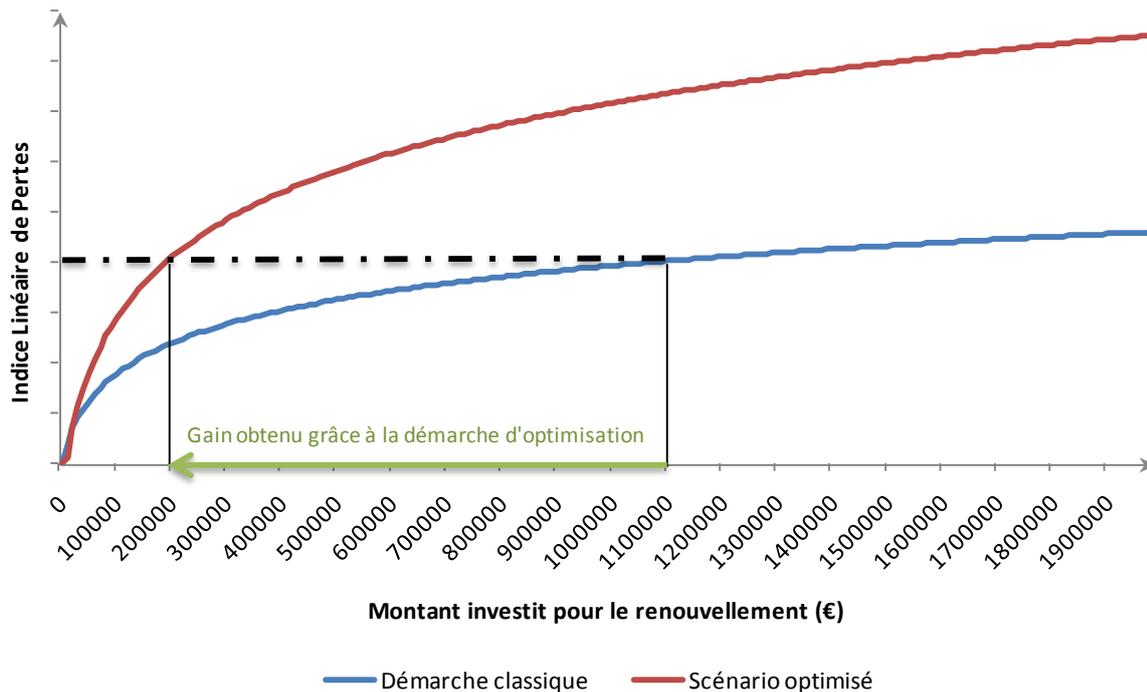


Figure 16. Démarche d'optimisation du renouvellement (G2C, 2009)

La démarche classique correspond à une démarche de renouvellement conjoncturelle ou curative où la connaissance du patrimoine du service est relativement faible. De nombreux investissements non ciblés sont très souvent nécessaires pour améliorer sensiblement le niveau de performance du service. Mais un diagnostic technique adapté combiné à la mise en œuvre d'une démarche économique du renouvellement permet de maximiser l'efficacité de l'euro investi en termes de performance du service. En effet, la figure précédente montre que pour un même niveau de performance fixé, la démarche économique combinée à un diagnostic technique préalable du service permet de réduire et de rationaliser considérablement les moyens financiers investis dans la gestion patrimoniale des services d'eau et d'assainissement.

## 4.2 Le renouvellement : choix de modèles statistiques plutôt que de modèles techniques à base physique

De nombreux auteurs et laboratoires se sont déjà attelés à proposer des solutions d'optimisation du renouvellement des équipements des services d'eau potable et d'assainissement. Parmi les travaux les plus récents, il convient de citer ceux de l'Unité Mixte de Recherche (UMR) GESTion Territoriale de l'Eau et de l'environnement (GESTE) à Strasbourg qui conduit des recherches appliquées dans les domaines de la gestion des services publics d'environnement (eau, assainissement, déchets). Caty Wery et Christophe Wittner sont les principaux chercheurs de ce laboratoire à travailler sur le sujet. Le CEMAGREF (en particulier Eddy Renaud, Yves Legat) participe également à de nombreux projets

de recherche sur le sujet, et a notamment mis au point deux logiciels concernant la gestion patrimoniale des services d'eau : CASSES et CRITICITE. A ces deux laboratoires s'ajoutent les travaux de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon dans le cadre du projet européen CARE. Enfin, François Mauvais, directeur technique de l'ASTEE, a également longtemps travaillé sur le sujet, notamment en utilisant le logiciel Gestion des Services Publics (GSP) issu des travaux du laboratoire GESTE.

Tous ces travaux ont pour point de départ la définition d'un modèle de dégradation des équipements à base physique. Une fois ce premier modèle établi, un module économique et financier vient s'ajouter au modèle de base et permet de mettre des coûts de réparation et / ou de remplacement en face des sorties et des préconisations du modèle physique.

Présenter l'ensemble de ces modèles serait ici trop fastidieux et n'éclairerait pas beaucoup les débats dans le cas de notre exposé. De plus, « si plusieurs techniques ont été utilisées afin de mieux comprendre et de prévoir les processus de dégradation des équipements, elles s'avèrent inadéquates pour expliquer les effets combinés de différents facteurs sur la détérioration des canalisations d'eau potable et l'évolution avec le temps de chaque conduite prise séparément » (Elnaboulsi et Alexandre, 1998)

Nous avons donc choisi de baser notre approche de dégradation des équipements sur un modèle statistique de défaillance : le modèle des risques proportionnels. En s'appuyant sur des données historiques d'exploitation du service, ce type de modèle permet de prendre en compte un grand nombre de variables explicatives et de données. Le but recherché avec l'emploi d'un telle approche est relativement simple : mettre en « évidence une méthode technique et économique utilisable pour la prise de décision » (Elnaboulsi et Alexandre, 1998). En se concentrant essentiellement sur une analyse statistique des défaillances et de leurs conséquences, notamment d'un point de vue économique, ce genre de méthodologie permet tout à fait d'initier une démarche d'optimisation du renouvellement.

### **4.3 Définition d'une approche économique basée sur un modèle des risques proportionnels**

Nous supposons tout au long de cette partie de l'exposé que la collectivité étudiée dispose d'un diagnostic technique suffisant du patrimoine de son service.

#### ***a) Les modèles de durée de vie***

Dans le cas d'une politique de renouvellement, le gestionnaire du service est amené à prendre en compte simultanément plusieurs facteurs de risque pour estimer voire anticiper la survenue d'une

rupture d'un des équipements. Le but recherché est donc d'établir la relation liant une rupture ou une défaillance à des facteurs explicatifs.

Avant d'aborder la partie construction du modèle, il semble important de se rappeler que « la détermination d'un modèle mathématique, fonction du temps, capable de décrire convenablement à la fois une population et un phénomène évolutif relatif à cette population est beaucoup plus difficile a priori que celle d'un modèle pouvant décrire la situation moyenne et les variations de qualité de la production d'une machine par exemple, problème où des raisons techniques autant que statistique conduisent à penser au rôle fondamental de la loi normale ou de la loi binomiale et de ses approximations » (Morice, 1966).

En effet, il apparaît que l'évolution au cours du temps du risque de défaillance d'un élément comme une canalisation par exemple ne peut pas être caractérisée de manière unique par un simple paramètre (ex : taux de défaillance constant). « L'expérience confirme généralement l'idée que la vie d'un élément technique qui vient d'être fabriqué comprend trois périodes successives qui ont quelque analogie avec celles d'un être vivant, mais aussi difficiles à délimiter :

- **Période de jeunesse ou d'adaptation** : généralement de courte durée avec un taux instantané de défaillance décroissant,
- **Période de vie utile** : période de fonctionnement normal avec un taux instantané de défaillance sensiblement constant,
- **Période d'usure** : période où le taux instantané de défaillance est croissant.» (Morice, 1966)

Dans notre cas particulier, c'est surtout la dernière période de vie des équipements qui nous intéresse. C'est très souvent la période la plus difficile à appréhender car de nombreux paramètres peuvent avoir une influence positive comme négative sur le taux de défaillance. Cela conduit souvent à construire des modèles mathématiques relativement complexes.

Cette approche mathématique de durée de vie d'un équipement a été appliquée au cas du renouvellement d'infrastructures telles que les réseaux d'eau potable. Parmi les nombreuses méthodologies existantes, celle développée par Jihad Elnaboulsi et Olivier Alexandre dans un article intitulé : « Le renouvellement des réseaux urbains d'eau potable : une approche économique d'optimisation » est particulièrement intéressante. Nous tenterons dans cette partie de présenter et de synthétiser leur approche du renouvellement des infrastructures d'eau potable, tout en essayant de mettre en avant les avantages et inconvénients que présente une telle approche.

## ***b) Les approches classiques utilisées dans de tels modèles***

Avant d'aborder plus en détail les modèles de durée de vie, il semble important de rappeler quelques définitions et propriétés de fonctions associées à un modèle de durée de vie.

### **(1) Les fonctions classiquement utilisées dans les modèles de durée de vie**

Soit  $T$  une variable aléatoire positive qui représente le temps de défaillance d'un élément appartenant à une population homogène donnée.  $f(t)$ , à valeurs dans  $\mathbb{R}^+$ , désigne la fonction de densité de cette variable. Le but de nombreux modèles de durée de vie est d'obtenir une expression de cette fonction. La fonction de répartition de cette même variable peut donc s'écrire :

$$F(t) = \text{prob}(T \leq t) = \int_0^t f(x)dx$$

Cette fonction de répartition mesure donc la probabilité pour l'élément de « mourir » au plus tard en  $t$ . Une fois cette fonction déterminée, il est possible de déterminer la **fonction de survie** de l'élément, qui mesure la probabilité pour ce dernier de survivre à  $t$ . Cette fonction s'écrit de la façon suivante :

$$S(t) = \text{prob}(T \geq t) = 1 - F(t), \quad t \in [0, +\infty[$$

Cette fonction est décroissante et varie entre  $S(0) = 1$  et  $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$ . Il est intéressant de remarquer que la définition de ces deux fonctions nous permet d'avoir une autre expression de la fonction de densité :

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\text{prob}(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t} = -\frac{dS(t)}{dt}$$

Fort de ces trois fonctions, il est alors possible de définir la **fonction de risque** :

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\text{prob}(t \leq T < t + \Delta t / T \geq t)}{\Delta t}$$

Cette dernière s'interprète comme la densité de mortalité en  $t$  conditionnée par la survie jusque là. Autrement dit, cette fonction permet de spécifier le taux de défaillance instantané à  $T = t$  des éléments étudiés, sachant qu'ils n'ont pas eu de défaillance jusqu'à  $t$  et en ont connu une entre  $t$  et  $t + \Delta t$ .

Elnaboulsi rappelle dans son article que Kalbfleisch et Prentice ont montré que cette fonction de risque pouvait être formulée de la façon suivante :

$$h(t) = -\frac{d \ln S(t)}{dt}$$

Il est alors possible d'obtenir une nouvelle expression de la fonction de densité de la variable T. Au vu des équations précédentes, **la fonction de densité** peut alors s'exprimer par la relation :

$$f(t) = h(t) \times \exp\left(-\int_0^t h(x)dx\right)$$

## (2) Estimation de modèles : le choix des modèles de risque proportionnel

Les modèles de durée de vie se prêtent à divers types d'estimation :

- **L'estimation non-paramétrique** (ou **fonctionnelle**), qui vise à approximer l'une ou plusieurs des différentes fonctions caractérisant la distribution observée ( $F(t)$  ou  $h(t)$  le plus souvent) sans faire d'hypothèse sur celle-ci.
- **L'estimation paramétrique**, qui ayant retenue une forme de distribution donnée (par exemple, loi exponentielle) cherche à en estimer les paramètres. Un terme correctif peut être introduit pour prendre en compte l'effet des variables exogènes (appelées aussi covariables).

Exemple : Le modèle à temps accéléré

Dans le cas de cette approche,  $S(t, Z) = S_0 \times (t \times \exp(\beta Z))$ , où  $S_0$  représente la fonction de survie de base retenue,  $Z$  un vecteur de variables explicatives et  $\beta$  les coefficients associés aux variables. L'estimation d'un tel modèle demande donc que soit spécifiée la distribution de base. Cette estimation se fait ensuite par la méthode classique du maximum de vraisemblance.

- **L'estimation semi-paramétrique** qui pour des modèles de la forme précédente cherche à estimer l'influence des facteurs exogènes sans hypothèse concernant la distribution de base.

Dans notre cas, le but est d'étudier l'effet d'un certain nombre de variables exogènes  $Z$  (ex : caractéristiques de la canalisation (matériau...), environnement (sol, trafic routier...), conditions d'exploitation (pression, nombre de branchements...), etc...). Plusieurs études se sont déjà essayées à trouver une relation entre temps de survie et variables explicatives. Les modèles les plus couramment utilisés dans la pratique sont :

### 1. Le modèle exponentiel

Dans ce modèle, un seul paramètre  $\lambda$  est à estimer. Les distributions retenues sont les suivantes :

$$f(t) = \lambda \times \exp(-\lambda t)$$

$$S(t) = \exp(-\lambda t)$$

$$h(t) = \lambda$$

La principale propriété de ce type de modèle réside dans une distribution à risque constant ou sans mémoire. Ainsi, la loi exponentielle des durées de vie correspond au cas particulier où l'on fait l'hypothèse d'un taux de défaillance ( $h(t)$ ) constant. Il est d'ailleurs équivalent de dire que le logarithme de la fonction de survie est linéaire.

## 2. Le modèle de Weibull

Alors que la loi exponentielle supposait que les défaillances survenaient de manière entièrement aléatoire, le taux de défaillance étant constant, l'hypothèse employée dans le modèle de Weibull tient compte de la variation du risque sur la durée. Des formes très diverses de loi de survie peuvent évidemment être obtenues suivant l'hypothèse faite sur  $h(t)$  : fonction puissance, fonction exponentielle... Dans le cas du modèle de Weibull, deux paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  sont à estimer. Les distributions retenues sont les suivantes :

$$\begin{aligned} f(t) &= \alpha \times \beta \times (\beta t)^{\alpha-1} \times \exp(-(\beta t)^\alpha) \\ S(t) &= \exp(-(\beta t)^\alpha) \\ h(t) &= \alpha \times \beta \times (\beta t)^{\alpha-1} \end{aligned}$$

Cette approche appelle deux remarques : Tout d'abord, pour  $\alpha = 1$ , le modèle de Weibull permet de retomber sur le modèle exponentiel. Ensuite, la fonction de risque est monotone. Suivant que  $\alpha$  soit supérieur, égal ou inférieur à 1, la loi de Weibull peut correspondre à un taux instantané de défaillance croissant, constant ou décroissant. Il est également intéressant de noter que  $\beta$  est un simple paramètre de changement d'échelle, souvent désigné sous le nom de vie caractéristique ou caractéristique de vie qui n'intervient pas dans la forme de la distribution, laquelle ne dépend que de  $\alpha$ . L'appréhension du risque est donc plus intuitive. Cette approche est très utilisée par les industriels pour le suivi de la durée de vie des pièces de leur machine.

## 3. Le modèle de Cox ou le modèle de risques proportionnels

C'est un modèle semi-paramétrique qui émet l'hypothèse « selon laquelle la probabilité conditionnelle de défaillance à n'importe quel moment est le produit d'un premier terme dépendant du temps, reflétant le processus de vieillissement, et d'un second terme dépendant du « stress » qui s'exerce sur la conduite » (Elnaboulsi et Alexandre, 1998). Mathématiquement, ces deux hypothèses s'écrivent de la façon suivante :

$$h(Z, t) = h_0(t) \times \exp(Zb)$$

Avec :

$h_0(t)$  = fonction de risque de base, arbitraire et non spécifiée, ne dépendant que du temps

$Z$  = vecteur des caractéristiques de la canalisation

$b$  = vecteur des paramètres propres à chaque variable

«  $h_0(t)$  représente le processus de vieillissement des canalisations de manière indépendante du phénomène de « stress » auquel celles-ci sont soumises. Le facteur stress inclus dans  $\exp(Zb)$  est supposé avoir un effet démultiplicateur sur le taux de risque » (Elnaboulsi et Alexandre, 1998).

C'est cette approche qui a été choisie par Elnaboulsi et Alexandre dans leur article.

### ***c) Le modèle des risques proportionnels : un modèle adaptés aux défaillances***

L'approche employée par les modèles des risques proportionnels permet donc d'associer une probabilité à chaque défaillance sur les équipements des services d'eau et d'assainissement en fonction de plusieurs paramètres : matériau, diamètre, année de pose, nombre de branchement sur la canalisation,... Le calcul de ces probabilités conditionnelles permet ensuite d'établir une loi de vieillissement de ces équipements. La méthodologie employée pour établir cette loi de vieillissement est très bien détaillée dans le papier d'Elnaboulsi et d'Alexandre<sup>33</sup>. Les explications de la méthodologie qui suivent sont donc très fortement inspirées de leurs travaux.

Considérons pour cela un réseau d'eau potable ou d'assainissement. Nous supposons de plus que le réseau a entièrement été posé à  $t_0 = 0$ . Débutons notre raisonnement en ne considérant qu'une seule défaillance sur ce réseau. Si l'on suppose que  $P(N(t) = 1) = \text{prob}(\text{avoir une et une seule défaillance entre } 0 \text{ et } t)$ , avec  $N(t)$  une variable qui représente le nombre de défaillances observées sur le réseau pendant un temps  $t$ , alors cette probabilité se décompose de la façon suivante :

$$P(N(t) = 1) = \text{prob}(\text{avoir une défaillance au temps } t_1 \text{ et ne pas en avoir entre } t_1 \text{ et } t)$$

Cela peut donc se réécrire de la façon suivante :

$$P(N(t) = 1) = \text{prob} \left( \begin{array}{l} (\text{ne pas avoir de défaillances entre } 0 \text{ et } t_1) \cap \\ (\text{avoir une défaillance en } t_1) \cap \\ (\text{ne pas avoir de défaillance entre } t_1 \text{ et } t \text{ sachant qu'il y en a déjà eu une en } t_1) \end{array} \right)$$

Les événements de défaillance sur un réseau d'eau potable peuvent être considérés comme indépendants les uns par rapport aux autres. Cela nous amène à l'équation suivante :

$$P(N(t) = 1) = \text{prob}(\text{ne pas avoir de défaillances entre } 0 \text{ et } t_1) \times \text{prob}(\text{avoir une défaillance en } t_1) \\ \times \text{prob}(\text{ne pas avoir de défaillance entre } t_1 \text{ et } t \text{ sachant qu'il y en a déjà eu une en } t_1)$$

Or, il apparaît que :

- « Ne pas avoir de défaillances entre 0 et  $t_1$  » correspond à la fonction de survie  $S_1(t_1)$
- « Avoir une défaillance en  $t_1$  sachant qu'il n'y en a eu aucune entre 0 et  $t_1$  » correspond à la fonction de risque  $h_1(t_1)$
- « Ne pas en avoir entre  $t_1$  et  $t$  sachant qu'il en a eu une en  $t_1$  » correspond à la fonction de survie  $S_2(t - t_1)$

Mathématiquement, la probabilité d'avoir une et une seule défaillance peut donc s'écrire de la façon suivante :

$$P(N(t) = 1) = \sum_{t_1=0}^t (S_1(t_1) \times h_1(t_1) \times S_2(t - t_1))$$

Or, les équations établies dans la partie précédente de l'exposé nous permettent d'écrire que :

$$f_1(t_1) = S_1(t_1) \times h_1(t_1)$$

D'où, au final :

$$P(N(t) = 1) = \sum_{t_1=0}^t (f_1(t_1) \times S_2(t - t_1))$$

Considérons maintenant la probabilité d'avoir deux défaillances entre 0 et  $t$ . La situation est alors la suivante :

$$P(N(t) = 2) = \text{prob} \left( \begin{array}{l} \dots \cap (\text{en avoir une en } t_1) \\ \cap (\text{ne pas en avoir entre } t_1 \text{ et } t_2) \\ \cap (\text{en avoir une en } t_2 \text{ sachant qu'il y en a eu une en } t_1) \\ \cap \dots \end{array} \right)$$

En tenant le même raisonnement que celui tenu précédemment pour une seule défaillance, il apparaît que :

$$P(N(t) = 2) = \sum_{t_1=0}^t \sum_{t_2=t_1}^t (f_1(t_1) \times f_2(t_2 - t_1) \times S_3(t - t_2))$$

En appliquant de nouveau le même raisonnement, la probabilité d'avoir trois défaillances peut s'écrire :

$$P(N(t) = 3) = \sum_{t_1=0}^t \sum_{t_2=t_1}^t \sum_{t_3=t_2}^t (f_1(t_1) \times f_2(t_2 - t_1) \times f_3(t_3 - t_2) \times S_4(t - t_3))$$

La généralisation à k défaillances est alors assez intuitive :

$$P(N(t) = k) = \sum_{t_1=0}^t \sum_{t_2=t_1}^t \sum_{t_3=t_2}^t \dots \sum_{t_k=t_{k-1}}^t (f_1(t_1) \times f_2(t_2 - t_1) \times f_3(t_3 - t_2) \times \dots \times f_k(t_k - t_{k-1}) \times S_{k+1}(t - t_k))$$

Cette loi de défaillance, ou loi de vieillissement des canalisations, permet de calculer la probabilité d'avoir k défaillances pendant un laps de temps t.

Elnaboulsi et Alexandre précisent dans leur article que d'autres auteurs, Andreou en 1986 et Eisenbeis en 1994 en particulier, ont montré qu'à partir d'un certain rang, les défaillances sur un réseau devenaient indépendantes du temps en plus de devenir indépendantes les unes par rapport aux autres. Les auteurs précisent alors que le processus de défaillance suit une loi de Poisson.

Concrètement, cela signifie qu'« une suite d'évènements comme les défaillances sur un réseau se réalisant aux temps  $t_1, t_2, \dots$  obéissent à une loi de poisson si les intervalles de temps  $t_2 - t_1, t_3 - t_2, \dots$  suivent indépendamment une même loi de probabilité et si la probabilité d'arrivée de l'un quelconque de ces évènements pendant un intervalle de temps infiniment petit  $dt$  est  $\lambda dt$  ( $\lambda$  constante positive indépendante du temps) » (Morice, 1966).

Partons donc de cette hypothèse. Soit  $P(0, N(t) = k)$  la probabilité pour que k évènements comme des défaillances sur un réseau se produisent pendant l'intervalle de temps  $(0, t)$ . Si ces évènements suivent une loi de poisson, pendant l'intervalle de temps t et t+dt, la probabilité devient donc :

$$\begin{aligned} P(0, N(t + dt) = k) &= P(0, N(t) = k) \times (P(N(t), N(t + dt)) = 0) \\ &\quad + P(0, N(t) = k - 1) \times (P(N(t), N(t + dt)) = 1) \\ &= P(0, N(t) = k) \times (1 - \lambda dt) + P(0, N(t) = k - 1) \times \lambda dt \end{aligned}$$

Il est supposé de plus que dt est suffisamment petit pour que  $P_{k>1}(t, t + dt)$  soit négligeable. Il en résulte que :

$$\frac{P(0, N(t + dt) = k) - P(0, N(t) = k)}{dt} = -\lambda \times P(0, N(t) = k) + \lambda \times P(0, N(t) = k - 1)$$

$$\text{Soit : } \frac{dF(t)}{dt} + \lambda \times P(0, N(t) = k) = \lambda \times P(0, N(t) = k - 1)$$

Il apparaît donc un système récurrent d'équations différentielles. En posant comme conditions initiales :  $P(0, N(0) = 0) = 1$  et  $P(0, N(0) = k) = 0$  pour tout  $k \geq 1$

$$\text{La solution de ce système devient : } P(N(t) = k) = \left( \frac{(\lambda t)^k \times \exp(-\lambda t)}{k!} \right)$$

Voilà pourquoi il est admis que les processus de défaillances sur un réseau suivent une loi de Poisson de paramètre  $\lambda t$ . On remarquera en particulier que l'on a :  $P(0, N(t) = 0) = \exp(-\lambda t)$ .

De plus, si un évènement est arrivé à l'instant  $t=0$  (arbitrairement pris comme origine), la probabilité  $f(t)$  pour que le suivant ait lieu entre  $t$  et  $t + dt$  est égale au produit de la probabilité 0 arrivée entre 0 et  $t$  par la probabilité de l'arrivée de l'évènement entre  $t$  et  $t + dt$ , soit :

$$f(t) = \lambda \times \exp(-\lambda t)$$

Cela se traduit donc d'un point de vue du modèle de durée par une loi de vieillissement basée sur le modèle exponentiel. Au-delà de cette première approche, de nombreux auteurs ont déjà montré que dans le cas de tels modèles, modèle exponentiel et processus de Poisson sont liés.

Pour revenir au cas de l'étude des défaillances sur les réseaux d'eau potable et/ou d'assainissement, plusieurs études ont donc mis en évidence qu'à partir d'un certain nombre de défaillances, ces dernières suivaient une loi de Poisson. Supposons donc que l'on observe ce phénomène à partir de la  $k^{\text{ème}}$  défaillance. Dans ce cas,  $\forall i \geq k$ , le processus de défaillance suit la loi suivante :

$$f(t) = \lambda \times \exp(-\lambda t)$$

$$S(t) = \exp(-\lambda t)$$

$$h(t) = \lambda$$

Elnaboulsi et Alexandre écrivent dans leur article que ce phénomène s'observe à partir de la 4<sup>ème</sup> défaillance. Nous ferons l'hypothèse, dans une optique de présentation des résultats de leurs travaux, que ce phénomène se produit bien à partir de la 4<sup>ème</sup> défaillance. Ainsi,  $\forall k \geq 4$ , la loi de vieillissement établie précédemment devient :

$$P(N(t) = k) = \sum_{t_1=0}^t \sum_{t_2=t_1}^t \sum_{t_3=t_2}^t \dots \sum_{t_k=t_{k-1}}^t \left( f_1(t_1) \times f_2(t_2 - t_1) \times f_3(t_3 - t_2) \times \dots \times \lambda^{k-3} \times \exp(-\lambda \times (t - t_3)) \right)$$

Une fois cette loi de vieillissement obtenue, il est alors possible d'en déduire le nombre moyen de défaillances sur un réseau. Ce nombre correspond à l'espérance de cette loi, qui se formule de la façon suivante :

$$E(N(t)) = \sum_{k=1}^{\infty} (k \times P(N(t) = k))$$

#### ***d) Implémentation de la dimension économique dans le modèle***

##### **(1) Une approche basée sur les coûts**

L'optimisation du renouvellement des canalisations d'un réseau d'eau potable peut se faire sur une approche basée sur les coûts. L'idée est la suivante : la date optimale de remplacement d'une canalisation est obtenue lors que le coût total d'exploitation de cet équipement, somme du coût de maintien en service auquel s'ajoute le coût de remplacement d'une canalisation, devient minimale. L'objectif devient donc :

$$\text{Min}_t CT = \text{Min}_t (C_m(t) + C_{ra}(t))$$

##### **(2) Détermination du coût de maintien en service**

L'établissement de cette loi de défaillance fournit donc la probabilité d'avoir k défaillances au temps t. Il est donc possible d'approcher le coût de maintien en service probabilisé et actualisé pour tout évènement et à tout instant t. Pour cela, notons  $C_m(t)$  le coût de maintien en service pendant un laps de temps t,  $C_d$  le coût d'une défaillance et r le taux d'actualisation. Au vu de la loi de défaillance établie précédemment, l'espérance mathématique du coût de maintien en service d'un réseau pendant un temps t correspond au coût d'une défaillance multipliée par la probabilité actualisée d'avoir k défaillances pendant un laps de temps t. Mathématiquement, cela peut donc s'écrire de la façon suivante :

$$E(C_m(t)) = C_d \times \sum_{i=1}^k \left[ P(N(t) = i) \times \left( \sum_{t=t_i}^{t_i} \frac{1}{(1+r)^t} \right) \right]$$

##### **(3) Détermination du coût de remplacement**

En ce qui concerne le coût de remplacement d'une canalisation, ce dernier est plus facile à obtenir. Il correspond au coût des travaux de main d'œuvre et de fournitures et sous-traitance engagés pour remplacer l'équipement défaillant. Dans le cas de notre approche statistique, si l'on note  $C_r$  le coût de remplacement d'une canalisation au temps t=0, le coût actualisé de remplacement au temps t devient :

$$C_{ra}(t) = C_r \times \left( \frac{1}{(1+r)^t} \right)$$

#### (4) L'importance d'une évaluation précise des coûts

La dégradation des équipements des services d'eau potable et d'assainissement a de multiples conséquences : augmentation du nombre de fuites, diminution de la pression sur le réseau, détérioration de la qualité...

De nombreux auteurs (ex : Howard, Walski) ont montré qu'une telle approche basée sur les coûts semblait tout à fait pertinente. L'avantage d'un remplacement d'un équipement défaillant peut en effet tout à fait être évalué dans un premier temps en tenant compte des économies futures faites sur le maintien en service d'une canalisation défaillante. Mais ce n'est pas tout, car d'autres coûts peuvent rentrer en jeu. Si l'évaluation des coûts de remplacement est relativement aisée, le coût de maintien en service l'est beaucoup moins. Si de nombreuses études assimilent ces coûts uniquement au coût d'exploitation et d'entretien des équipements, une petite revue de la littérature montre que les choses ne sont pas aussi simples que cela. La dégradation des infrastructures des services d'eau potable engendre une multitude de coûts directs et indirects. En faire la liste exhaustive serait impossible. Cela étant, voici une liste des principaux coûts consécutifs à la défaillance d'une canalisation :

- **Coûts directs** : Parmi les principaux coûts directs, il est classique de citer le coût de mobilisation des équipes de secours et de réparation, le coût de pompage et de traitement des eaux perdues, le coût de recherche de fuites, le coût de réparation...
- **Coûts indirects** : Ceux-ci sont extrêmement nombreux mais généralement très difficile à évaluer. A titre d'exemple, il est possible de citer le coût indirect lié à l'absence de sécurité incendie, le coût lié à l'altération de l'image du distributeur, le coût indirect lié à la perturbation de l'activité économique, le coût indirect des dommages causés aux usagers...

Très souvent, un manque d'information et de méthodologies appropriées ne permettent pas d'estimer l'ensemble des coûts directs et indirects liés à une défaillance d'un équipement des services publics d'eau potable et d'assainissement. Cela étant, malgré les données partielles dont peuvent disposer les opérateurs, les résultats de l'étude menée par Elnaboulsi et Alexandre confirment l'importance d'une évaluation précise de ces coûts. Tous n'ont certes pas la même importance, et les décideurs ne disposent pas toujours de tous les éléments nécessaires pour en évaluer précisément le montant. Mais les premiers résultats de leurs travaux de recherche

confirment l'importance d'une évaluation pertinente des coûts indirects. C'est ce dont nous allons discuter dans la partie suivante.

### (5) Analyse des résultats du modèle : l'importance des coûts indirects

Par manque de données, nous n'avons pas eu le temps d'utiliser le modèle exposé précédemment. Nous allons donc dresser notre analyse à partir des résultats des travaux d'Elnaboulsi et Alexandre qui ont pu implémenter le modèle de défaillance décrit précédemment au niveau des réseaux de la ville de Strasbourg. Après avoir préalablement sélectionné un certain nombre de variables explicatives des défaillances des canalisations (ex : année de pose, corrosivité du sol, importance du trafic routier, durée de l'interruption, facteurs environnementaux divers...), ces derniers ont pris en compte dans leur modèle les coûts de remplacement, le coût de réparation, le coût de perturbation de l'activité économique, le coût des fuites, le coût de la perte d'eau et le coût des dommages subis par les usagers. La méthodologie pour estimer chacun de ces coûts est décrite dans leur article (Elnaboulsi et Alexandre, 1998). Le tableau suivant, issu de leurs travaux, récapitule l'estimation de ces coûts pour chaque tronçon de réseau étudié (attention, les coûts présentés ici sont en francs):

Nom de la rue	Longueur en m	Coût de maintien en service						Coût de remplacement	
		Coût direct	Coûts indirects					Unitaire	Total
			CAE	CPE	CF	CDU	Total		
Grandes Arcades	345	6 000	19 323	600	0	535,5	26 458,5	2 000	690 000
Mésange	471,5	6 000	4 359	600	0	535,5	11 494,5	2 000	943 000
Division Leclerc	253	6 000	13 533	600	0	535,5	20 668,5	2 000	506 000
22 Novembre	379,5	6 000	82 534	600	0	535,5	89 669,5	2 000	759 000
Faubourg de Pierre	356,5	6 000	6 684	600	129 600	535,5	143 419,5	2 000	713 000
Marché aux Vins	356,5	6 000	11 134	600	0	535,5	18 269,5	2 000	713 000
Marché aux Poissons	241,5	6 000	9 469	600	57 024	535,5	73 628,5	2 000	483 000
Francs Bourgeois	195,5	6 000	8 443	600	0	535,5	15 578,5	2 000	391 000
Avenue des Vosges	1 150	6 000	108 789	600	25 920	535,5	141 844,5	2 000	2 300 000

CAE : coût de l'activité économique

CPE : coût de perte d'eau

CF : coût des fuites

CDU : coût des dommages subis par les usagers

L : longueur

**Tableau 3. Estimation des coûts pris en compte dans l'étude selon l'emplacement des réseaux (Elnaboulsi et Alexandre, 1998)**

Aussi, pour chaque section du réseau, les auteurs ont calculé la date optimale de renouvellement des canalisations. Un premier calcul a été effectué en ne tenant compte uniquement que des coûts directs comme critère de décision. Puis un nouveau calcul a été lancé en intégrant cette fois-ci les coûts indirects. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Nom de la rue	Sans coût indirect	Avec coût indirect
Grandes Arcades	29	23
Mésange	26	24
Division Leclerc	> 30	26
22 Novembre	28	19
Faubourg de Pierre	28	17
Vieux marché aux Vins	28	24
Vieux marché aux Poissons	> 30	21
Francs Bourgeois	> 30	29
Avenue des Vosges	21	14

**Tableau 4. Détermination des durées de vie optimales de renouvellement suivant l'intégration ou non des coûts indirects (Elnaboulsi et Alexandre, 1998)**

Au-delà de l'influence des variables et du montant des coûts sur la date optimale de renouvellement, il apparaît très nettement que l'intégration des coûts indirects dans le critère de décision du renouvellement joue un rôle extrêmement important. Sans prise en compte de ces coûts, la date optimale de renouvellement des canalisations est en moyenne supérieure à celle obtenue lorsque seuls les coûts directs sont pris en compte. Cela vaut quelque soit le contexte dans lequel se trouve l'infrastructure. Dès lors que les coûts indirects sont intégrés, la date optimale d'utilisation de l'infrastructure se réduit considérablement. La différence peut s'avérer extrêmement importante : 9 ans de durée d'utilisation en moins par exemple en ce qui concerne la Rue du 22 novembre.

Il conviendra de préciser que cette étude, comme d'autres d'ailleurs, met en évidence l'importance de deux coûts indirects particuliers comme variable de choix et de durée d'utilisation optimale des infrastructures : il s'agit du coût lié aux pertes en eau et le coût lié à la perturbation de l'activité économique.

#### **4.4 L'estimation des externalités : une amélioration possible du modèle pour une meilleure intégration des composantes de la durabilité des services**

De nombreux auteurs ont publié des articles et des ouvrages de référence sur les méthodes d'évaluation et d'intégration des externalités. Une revue exhaustive de ces méthodologies serait fastidieuse. Le choix a donc été fait de restreindre la suite de l'exposé à une synthèse relativement succincte des méthodes existantes et de voir comment elles pouvaient être employées dans le cas de la gestion patrimoniale des services publics d'eau et d'assainissement. La majorité de nos propos dans cette partie de l'exposé est issue d'un travail (Pearson et *al.*, 2009) réalisé en décembre 2009

par une équipe du CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) sous la tutelle de L. Pearson et David Marlow.

### ***a) Un besoin grandissant de prendre en compte les externalités***

Les résultats du précédent modèle mettent en évidence l'importance des coûts indirects. Ces derniers apparaissent en effet comme une variable de décision prépondérante dans la date de renouvellement des canalisations. Mais comme le rappellent les deux auteurs de l'étude « l'application de ces modèles nécessite un système complet d'information qui permet la quantification en termes financiers des différents coûts que l'on peut imputer à la détérioration des réseaux d'eau potable due au vieillissement » (Elnaboulsi et Alexandre, 1998). Ainsi, les auteurs soulignent que le manque de données et l'absence de méthodologie précise les empêchent d'intégrer dans leurs critères de décision de nombreux coûts indirects et par voie de conséquence, les amènent très probablement à surestimer la durée de vie des canalisations.

Avec l'avènement de l'économie de l'environnement lors de la dernière décennie en particulier, de nombreuses méthodes d'estimation des externalités sont aujourd'hui accessibles et commencent à être introduites de plus en plus régulièrement dans les études d'analyse coûts bénéfices. Pour rappel, une « externalité ou effet externe désigne une situation économique dans laquelle l'acte de consommation ou de production d'un agent influe positivement ou négativement sur l'utilité d'un autre agent, sans que cette influence ne passe par un marché. Cette interaction entre agents ne passe ainsi pas par un prix » (Carbonnier, 2010). Cela se rapproche donc très fortement des coûts indirects exposés précédemment par Elnaboulsi et Alexandre. L'objectif recherché dans cette partie de l'exposé est d'expliquer comment appliquer les méthodologies d'intégration des externalités dans le cas précis d'une gestion patrimoniale des infrastructures des services publics d'eau potable et d'assainissement.

### ***b) Les différentes méthodes d'estimation des externalités***

#### **(1) Définition de la valeur économique totale**

Les externalités associées aux infrastructures des services publics d'eau et d'assainissement engendrent un certain surplus chez les usagers du service. Un changement dans la structure, la nature ou le fonctionnement des équipements de tels services induit obligatoirement une variation de surplus chez ces mêmes usagers. A titre d'exemple, une défaillance sur le réseau (ex : rupture de canalisations) entraînant une rupture d'alimentation en eau peut être considéré comme une externalité négative pour l'utilisateur. A l'inverse, l'amélioration des filières de traitement garantissant l'élimination totale des nitrates dans l'eau peut être vue comme une externalité positive. Pour évaluer l'impact de tels changements, le concept de valeur économique totale d'un bien ou d'un équipement est généralement utilisé par les économistes.

Ce concept englobe toutes les valeurs possibles d'un bien, qu'elles soient positives ou négatives. La décomposition de cette valeur économique totale a déjà été reprise de nombreuses fois par différents auteurs. La figure suivante reprend cette décomposition :

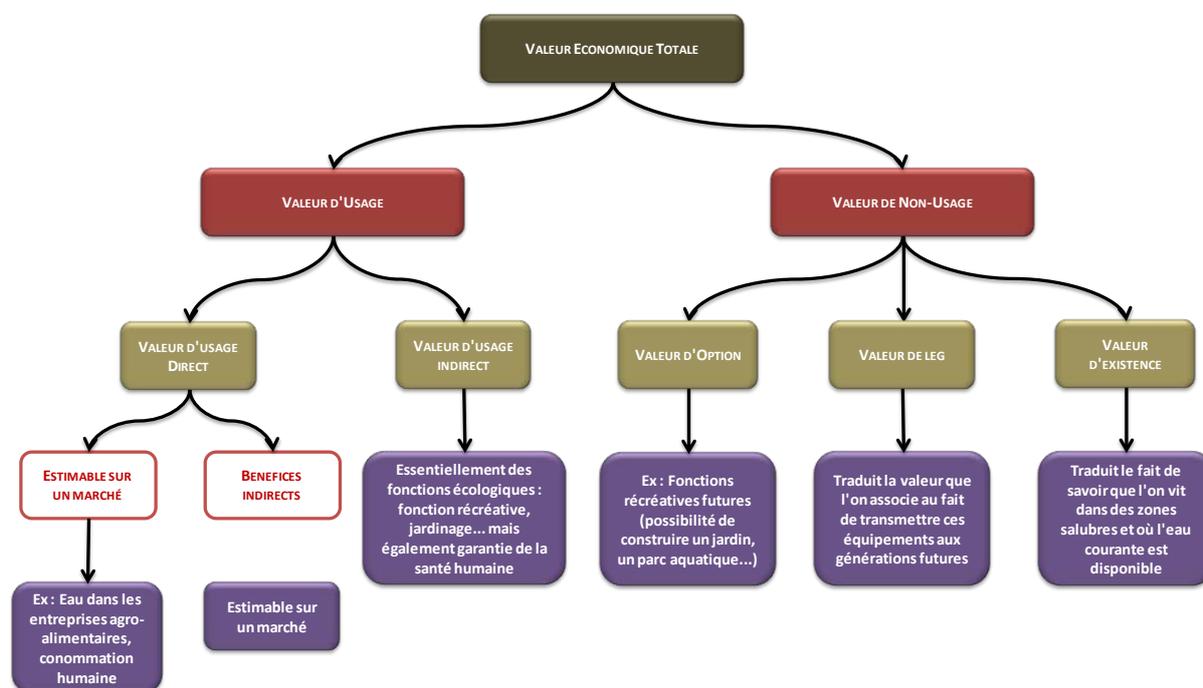


Figure 17. Décomposition de la valeur économique totale d'un bien (Inspiré de Pearson et *al.*, 2009)

Comme montré dans la figure précédente, la valeur économique totale repose principalement sur deux types de mesures : les valeurs d'usage et de non-usage. « La première mesure concerne les éléments fournis par la nature et qui ont un marché sur lequel il est possible de relever des prix, ou qui ont des substituts marchands à des prix observables. La seconde résulte de la volonté de donner une mesure monétaire à des objets et des fonctions de l'équipement n'ayant pas de marché » (Colon et *al.*, 2009) : possibilité future de construire un jardin grâce à l'apport d'eau, possibilité de construire des habitats salubres.... Ne disposant pas de prix observables, l'évaluateur construit des marchés fictifs en demandant à un échantillon de personnes leur consentement à payer pour protéger l'équipement ou le service rendu par ce dernier, et son consentement à recevoir pour accepter la disparition de l'infrastructure.

L'évaluation de la valeur économique totale de l'équipement d'un service public d'eau n'est pertinente que dans le cas où le décideur fait face soit à une absence complète de proposition, soit à un excès de possibilité parmi lesquelles il faut choisir. Très souvent, plutôt que d'évaluer la valeur totale, les décideurs choisissent les composantes les plus pertinentes à estimer au vu de la problématique et le choix se fait sur une variation marginale de ces valeurs.

Prenons un exemple : supposons qu'une collectivité fait face au renouvellement de différents secteurs de son réseau. Il se peut qu'il y ait de nombreuses possibilités. Le choix se fera alors sur la base d'une estimation des externalités associées au renouvellement de chaque secteur (gain de confort pour les usagers, sécurisation de l'approvisionnement pour les entreprises, possibilité d'aménagement futur du quartier grâce à la mise à disposition de l'eau courante, ...).

## (2) L'estimation des changements marginaux de la valeur économique totale

Tout repose donc sur l'estimation des bénéfices marginaux liés à un changement de situation (ex : renouvellement ou non de l'infrastructure dans notre cas). Cela présuppose une bonne compréhension de ce qu'est un changement de la valeur économique totale d'un équipement suivant les scénarios envisagés, i.e. avec ou sans renouvellement de l'infrastructure dans notre cas. Ce concept est illustré dans la figure suivante :

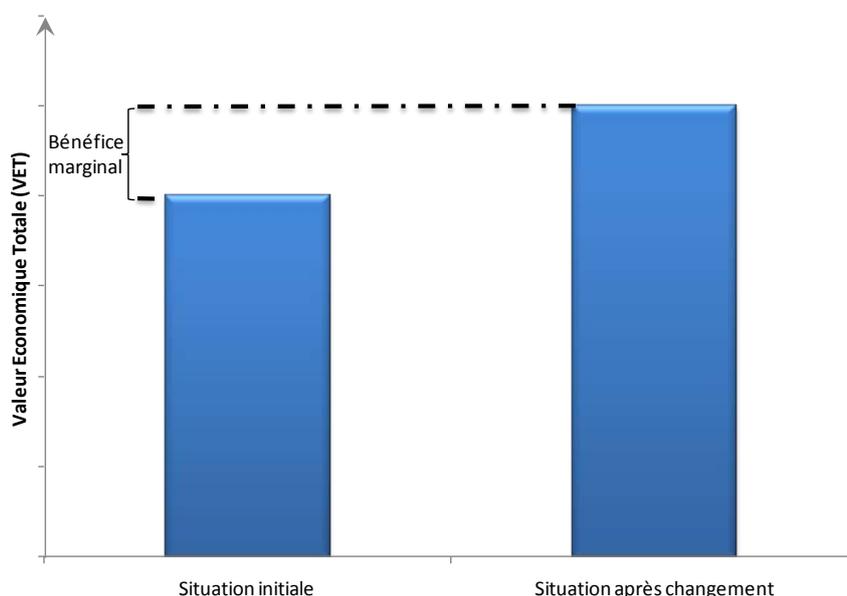


Figure 18. Changement marginal et valeur économique totale

Cette approche implique que pour chaque scénario envisagé, seulement une petite fraction de la valeur économique totale est susceptible de varier et nécessite une évaluation précise. De plus, il convient de rappeler que le changement estimé doit être « net », c'est-à-dire les bénéfices moins les coûts.

## (3) Les méthodes d'évaluation des externalités

Il existe de nombreuses approches conceptuelles pour estimer cette valeur économique totale des externalités. « Ces méthodes d'évaluation économique sont principalement basées sur des approches qui associent une valeur exprimée en termes monétaires (euros, dollars ...) à des changements de l'état de l'environnement. Cette monétarisation du changement d'état ne consiste

pas à ramener l'environnement à l'état de simple marchandise qu'on peut acheter ou épuiser librement. Elle permet de fournir un élément de comparaison à des grandeurs économiques plus classiques mobilisées dans l'analyse des décisions et les choix politiques » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>).

De nombreuses approches d'évaluation économique ont été mises au point. « Chaque méthode apporte un éclairage différent et original et plusieurs méthodes peuvent être utilisées conjointement pour mieux capturer cette valeur qui reste difficile à évaluer ! Les valeurs obtenues par des méthodes complémentaires ne peuvent cependant pas être simplement additionnées pour obtenir une valeur monétaire totale » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>). Classiquement, les économistes recensent quatre grands types d'approche :

- **Les méthodes à préférences révélées** : « Les méthodes à préférences révélées déduisent la valeur des services rendus par l'infrastructure à partir de situations existantes et de décisions effectivement prises par les individus. L'ambition de ces méthodes est d'observer le comportement des utilisateurs de l'équipement (usager domestique, industriel, agriculteur...), ce comportement étant sensé traduire leurs préférences et donc la valeur qu'ils accordent à l'infrastructure » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>). Parmi les principales méthodes à préférences déclarées, il existe :
  - **Les méthodes basées sur les prix de marché** : la valeur d'un bien ou d'un équipement se déduit à partir de sa valeur ou de celle d'un bien équivalent sur un marché.
  - **Les méthodes basées sur la productivité** : cette approche s'utilise lorsqu'un bien est utilisé dans la production d'un autre produit qui lui est vendu sur un marché. « Ainsi, la qualité de l'eau influence la productivité des cultures irriguées ou les coûts de traitement des services d'alimentation en eau potable. Les bénéfices économiques liés à une meilleure qualité de l'eau peuvent donc être approchés en mesurant l'augmentation de revenus consécutive à une plus grande productivité de l'activité agricole ou à la baisse des coûts d'alimentation en eau potable » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>).
  - **La méthode des prix hédoniques** : Cette méthode permet d'estimer la valeur d'un bien qui influe directement sur le prix d'autres objets ou équipements. Cette méthode est très régulièrement utilisée avec des biens immobiliers. Ainsi, une maison bénéficiant d'une adduction d'eau potable aura très probablement un prix plus élevé qu'une maison identique sans eau courante.

- Les méthodes à préférences déclarées** : Bon nombre de services rendus par les équipements des services d'eau et d'assainissement (ex : amélioration de la qualité de l'environnement en aval d'une station d'épuration, diminution des maladies liées à l'eau...), ne s'achètent pas, ni ne se monnaient sur un marché. « Il n'est pas non plus possible d'approcher leur valeur à partir d'échanges « commerciaux » existants comme c'est le cas des méthodes à préférences révélées » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>). Dans ce cas, les citoyens ne peuvent donc pas révéler le « plaisir » que leur procure l'utilisation de ces services ou tout simplement l'importance qu'ils attachent à la présence de l'équipement et à sa protection au travers des actions qu'ils entreprennent. Pour estimer ce type d'externalité, différentes méthodes sont disponibles :

  - **La méthode de l'évaluation contingente** : Cette approche permet d'estimer à partir d'enquêtes combien les usagers seraient prêts à payer pour une amélioration donnée de l'équipement (ex : mise en place d'un système de traitement des odeurs au niveau des stations d'épuration, sécurisation de l'alimentation en eau potable pour éviter toute pénurie d'eau notamment pendant la période estivale...). Ce consentement à payer pour une amélioration de la qualité du service est utilisé pour calculer la valeur monétaire associée à l'externalité.
  - **La méthode de l'analyse conjointe** : « Appelée méthode des choix expérimentaux ou des choix contingents, sert à estimer la valeur d'un service rendu par l'équipement à partir de choix faits entre des situations virtuelles. Les personnes interviewées établissent des priorités parmi différentes caractéristiques du service d'eau ou des services qu'il produit. Le coût ou d'autres attributs monétaires/économiques étant une des composantes du choix, les réponses des personnes interviewées permettent de déduire la valeur réelle de l'équipement » (<http://economie-environnement-alsace.ecologie.gouv.fr>).
- Méthode des coûts évités, méthode des coûts de remplacements, méthode des coûts substitués** : La valeur de certains services rendus par les infrastructures d'eau potable peut être déduite des coûts qui seraient engagés si ces services venaient à disparaître ou leur qualité à s'altérer. Par exemple, la disparition d'une station d'épuration ou sa dégradation entraînerait la dégradation de la qualité de l'environnement en aval de la station, mais également une augmentation des risques de contamination de l'eau pour les villes situées en aval de l'ouvrage et engendrant une hausse des hospitalisations (coûts évités). A cela peut s'ajouter enfin l'apparition d'odeurs dues au mauvais fonctionnement de l'infrastructure et

qui pourraient gêner les riverains de l'équipement. La réhabilitation ou la construction de nouveaux ouvrages pourraient alors être nécessaires (coûts de réhabilitation).

- **La méthode dose-effet** : « Le principe de la méthode est d'observer les conséquences physiques (dégradation de l'état de santé d'une population par exemple) qu'entraîne la variation de la qualité d'un équipement. Cette approche est en particulier utilisée dans la méthode des coûts sanitaires qui mobilise aussi le concept de coût de la vie pour évaluer les conséquences sur la santé du fait d'une dégradation de la qualité de l'environnement » (Pearson et al., 2009).

### ***c) Application dans le cas des services publics d'eau et d'assainissement***

Le rapport écrit sous la direction de Mr Pearson et Marlow rappelle les situations où il semble opportun d'appliquer les méthodes exposées précédemment pour obtenir une bonne idée de ce que représentent les externalités associées à la gestion des infrastructures des services d'eau et d'assainissement. Pour des cas d'étude français, le site internet « Economie Eau France » (source : <http://www.economie.eaufrance.fr>) recense également par type de méthodes l'ensemble des études disponibles pour une estimation des externalités. Parmi les principales études, il semble judicieux de signaler :

- L'étude « Feeling good about conserving water in Melbourne City » (R. Plant & J. Herriman, 2007), utilisant une approche par évaluation contingente
- L'étude « Estimating Real Costs of Urban Water » (R. Plant & J. Herriman, 2007)
- L'étude « Evaluating customers' preferences for less water stoppages in SA » (Hatton Mac Donald et al., 2005) utilisant une approche par analyse conjointe

L'étude « Evaluation de la qualité des cours d'eau : une approche de la méthode des prix hédonistes appliquée à quatre cas d'étude » (V. Fromon et B. Zuideau, 2000) utilisant l'approche des prix hédonistes

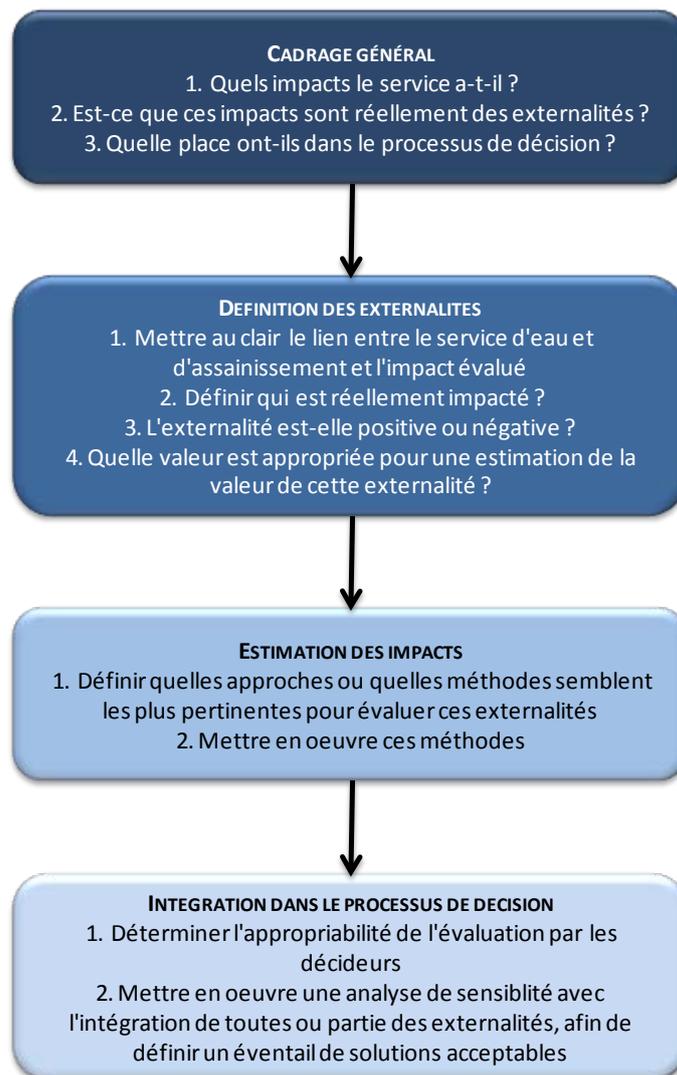
Le tableau suivant tente de dresser un bilan des approches à mobiliser pour les principales externalités générées lors de défaillances importantes dans des zones densément peuplées.

EXTERNALITE IDENTIFIEE	METHODE D'ESTIMATION
Dégradation de l'environnement (notamment dans le cas de réseau d'assainissement)	Méthode des coûts de remplacement  Méthode des coûts de réparation
Emission de gaz à effet de serre dans le cas des travaux et des déplacements	Méthode liée au prix de marché (prix du carbone sur le marché européen)
Nuisances dues au bruit et aux odeurs	Evaluation contingente
Valeur des logements	Méthode des prix hédoniques
Risque sanitaire de contamination	Méthode dose-effet

**Tableau 5. Principales externalités associées aux équipements des services d'eau et d'assainissement**

Il est important de préciser que ces méthodes sont aujourd'hui essentiellement appliquées pour l'évaluation de biens environnementaux. Il est cependant tout à fait envisageable d'employer ces approches pour l'évaluation des bénéfices et des coûts indirects générés par le renouvellement ou non des infrastructures d'eau potable et d'assainissement. Les anglo-saxons ont déjà commencé à employer ces méthodes pour la gestion patrimoniale des équipements des services publics d'eau. En France, l'utilisation de telles approches n'est pas encore très répandue. Mais dans une optique d'optimisation de l'utilisation des infrastructures des services d'eau et d'assainissement, il semblerait judicieux de commencer à intégrer l'évaluation des coûts indirects dans les critères de renouvellement.

Ainsi, dans le cas des services d'eau et d'assainissement, L.Pearson et D.Marlow proposent une méthodologie pour intégrer l'évaluation des externalités dans la gestion des équipements. La figure suivante se propose de résumer et de synthétiser cette méthodologie :



**Figure 19. Méthodologie pour une évaluation des externalités des services d'eau et d'assainissement**

Il existe ainsi une multitude d'externalités possibles associées aux casses, à l'entretien et au remplacement des canalisations. A titre d'exemple permettant d'illustrer nos propos, l'estimation de l'impact d'une défaillance sur le trafic routier et l'activité sociale semble tout à fait à propos. Ces perturbations arrivent à la fois pendant les défaillances imprévues de réseau mais également pendant les interruptions programmées. Néanmoins, il apparaît que les usagers acceptent mieux ces dernières que les interruptions non programmées. Les variations de bien être associées à chacune de ces défaillances ne sont donc pas les mêmes, et sont très probablement plus faibles dans le cas d'interruptions programmées. Il convient donc de distinguer les cas où les externalités se produisent lors de défaillances spontanées des cas où elles se manifestent lors d'arrêts programmés du service.

## 4.5 Analyse critique du modèle

### *a) Les enjeux inhérents à l'intégration des externalités comme variable de décision*

Il semble important de rappeler que de nombreuses différences persistent toujours entre les préconisations de renouvellement issues des travaux d'économie théorique comme ceux exposés précédemment et les décisions effectivement prises par les gestionnaires des équipements des services publics d'eau et d'assainissement. Ces divergences sont principalement le fruit de la difficulté d'appliquer les méthodologies économiques et les préconisations qui en résultent. Mais elles sont également la conséquence d'un écart important entre le champ d'action d'un gestionnaire de réseau et la posture adoptée par de nombreux économistes, à savoir celui d'un décideur bienveillant.

Ainsi, il existe très souvent une divergence de perception des externalités selon l'acteur et le point de vue adopté :

- **Du point de vue du bien être social (cas d'un décideur bienveillant)** : dans ce cas, l'impact des externalités, qu'elles soient positives ou négatives, est perçu à partir du changement de bien être de chaque agent économique (dans notre cas, un usager du service) lié à l'utilisation des infrastructures des services d'eau et d'assainissement. L'adoption d'un tel point de vue présuppose qu'il y ait un « intérêt social à agir » dès lors que la variation du bien-être total de la population, fruit de la somme de la variation de chaque agent, est positive. Les méthodes pour mesurer ces variations de bien-être seront expliquées brièvement un peu plus loin dans le rapport.
- **Du point de vue de l'opérateur** : les externalités sont dans la majeure partie des cas des externalités négatives perçues par l'acteur à travers les conséquences dues à une défaillance des équipements et non prise en compte dans son mode de gestion du renouvellement des infrastructures. Le point de vue adopté par le gestionnaire est donc bien souvent plus restreint que celui du décideur bienveillant. Cela permet de comprendre pourquoi les choix de renouvellement des infrastructures des services d'eau décidés par les opérateurs de réseau ne sont que rarement ceux issus des préconisations de modèles économiques théoriques.

Malgré cette différence de point de vue, l'estimation des externalités reste aujourd'hui un des enjeux majeurs de gestion des infrastructures des équipements des services publics d'eau. En permettant d'internaliser de nouveaux coûts indirects dans le critère de décision, l'évaluation des externalités est à même de modifier considérablement les durées d'utilisation de certaines infrastructures et peut

amener les gestionnaires de réseau à repenser en profondeur leur modèle d'exploitation de tels équipements.

### ***b) Les limites liées aux méthodes d'évaluation des externalités***

L'internalisation des externalités dans des modèles de décision va apparemment dans le sens d'une plus grande durabilité des services, en ce sens où elles permettent d'en appréhender de nombreuses composantes (impact social, environnemental...). Mais les « nouvelles » méthodologies aujourd'hui employées pour évaluer les externalités inhérentes aux défaillances des équipements des services d'eau et d'assainissement possèdent chacune des avantages et des inconvénients. La littérature disponible à ce sujet est importante. Le tableau 6 reprend les limites principales de chaque méthode.

METHODE D'ESTIMATION	LIMITES IDENTIFIEES
Evaluation contingente	Biais hypothétique Biais d'inclusion Biais stratégique Effet revenu...
Méthode des prix hédoniques	L'étendue des bénéfiques qui peuvent être évalués est limitée à ce qui est reflété dans les prix des logements  La méthode présuppose que les personnes ont la possibilité de choisir la combinaison de caractéristiques qu'ils préfèrent pour leur logement (avec un revenu donné). Cependant, le marché immobilier peut être soumis à d'autres influences comme les taux d'intérêts ou les impôts...
Méthode des coûts évités	Ne permet pas de connaître les valeurs de non-usage...
Méthode de l'analyse conjointe	Biais des questionnaires (questions mal formulées par exemple)  Certaines personnes peuvent trouver difficile de faire un arbitrage entre différentes caractéristiques  Repose entièrement sur les réponses des « enquêtés » : hétérogénéité de la connaissance de la thématique
Méthode des risques sanitaires de contamination	Repose sur des valeurs relativement « subjectives » telles que la valeur statistique de la vie humaine...

**Tableau 6. Principales limites des méthodes d'évaluation des externalités**

L'estimation des coûts indirects dans le modèle précédent est donc à prendre avec précaution, et les résultats issus de telles approches sont plutôt à appréhender comme des ordres de grandeur que des

certitudes absolues. A cela s'ajoute la difficulté de rassembler les données brutes permettant de mettre en œuvre efficacement de telles méthodologies. Il n'existe aujourd'hui aucune culture forte de la part des services d'eau pour collecter et gérer un tel niveau de données.

### ***c) Les limites liées aux approches statistiques***

Le modèle présenté dans la partie précédente est un modèle statistique. Autrement dit, il ne présuppose pas d'une connaissance déterministe des phénomènes modélisés, et les seules données nécessaires sont un historique des conditions d'exploitation du réseau associées à un certain nombre de variables explicatives. Autrement dit, ce modèle est forcément un modèle dépendant de données locales. Il est donc à adapter dans chaque cas, et les résultats obtenus pour un site ne sont pas transposables sur un autre. Cela vaut notamment pour :

- La sélection des variables explicatives des défaillances observées sur le réseau. Celles-ci varient d'un site à un autre.
- L'estimation des coûts directs et indirects suivant que l'on soit en milieu rural, semi rural, ou urbain.

Cela présuppose donc d'adapter le modèle à chaque site, et par voie de conséquence les politiques de renouvellement à chaque service. Certaines canalisations auront très probablement une durée de vie de 80 ans dans un milieu rural mais une espérance réduite à 25 ou 30 ans dans les milieux urbains densément peuplés.

## **DISCUSSION**

La présentation d'une approche économique d'optimisation du renouvellement met en évidence deux enjeux majeurs aujourd'hui :

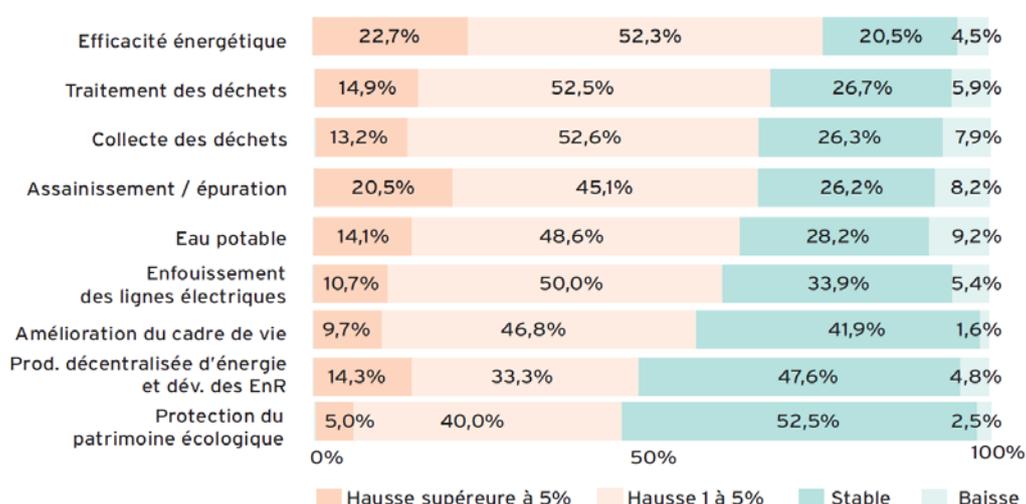
- Le recueil des données techniques apparaît extrêmement important pour pouvoir caler correctement le modèle et estimer de façon pertinente les fonctions de survie.
- A cela doit s'ajouter une évaluation pertinente des coûts indirects et des externalités grâce aux notamment aux méthodes économiques classiques, afin d'évaluer de façon pertinente et judicieuse la date optimale de renouvellement des équipements.

Cela étant, au-delà de la démarche économique qui reste une approche d'optimisation d'utilisation de l'infrastructure, un des enjeux majeurs se situe au niveau du financement du renouvellement. De quels moyens disposent les collectivités pour financer de tels travaux ? Quels impacts cela a-t-il sur la durabilité des services ?

## 5. L'approche opérationnelle du renouvellement : une approche plutôt financière qu'économique

### 5.1 Quelques données de contexte

Avant de d'aborder de façon plus technique les mécanismes possibles de financement du renouvellement des équipements des services d'eau et d'assainissement, il semblait important de donner quelques ordres de grandeur des montants en jeu. Le tableau suivant, issu du BIPE 2010, détaille la répartition des investissements des collectivités locales à l'horizon 2013 dans le domaine environnemental (en % du nombre de collectivités auditées).



**Figure 20. Evolution des dépenses d'investissement des collectivités locales à l'horizon 2013 (Barucg et al., 2010)**

Si l'efficacité énergétique semble être devenue la grande priorité d'investissement des collectivités locales, notamment sous l'effet du Grenelle de l'Environnement, le financement des équipements des services d'eau et d'assainissement reste malgré tout parmi leurs principales préoccupations.

A titre indicatif, le montant des investissements dans le domaine de l'eau et de l'assainissement s'est élevé en 2008 à 6 milliards d'euros. Ces financements ont principalement concerné :

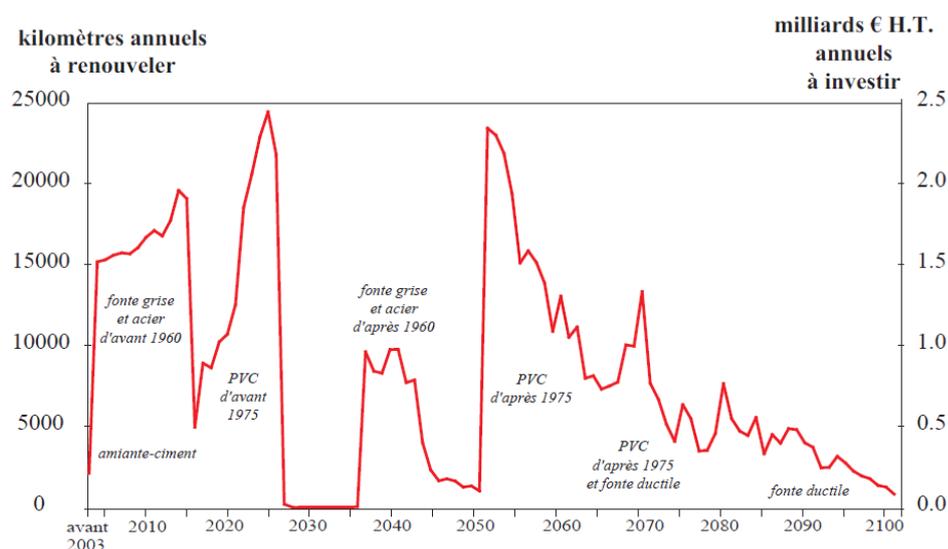
- La création de nouveaux réseaux et de nouvelles stations d'épuration
- Le renouvellement ou mise à niveau d'un certain nombre d'équipements pour satisfaire aux exigences réglementaires.

Les montants financiers investis dans le renouvellement des équipements des services d'eau et d'assainissement sont donc considérables.

A titre informatif, une étude menée par le Cercle de l'eau en 2003 estimait de façon un peu plus fine les besoins de renouvellement suivants :

- 1,5 milliards d'Euros par an pour les réseaux d'eau en supposant que l'ensemble des branchements en plomb et des canalisations en fonte grise soient renouvelés avant 2015.
- 800 millions à 1,3 milliard d'Euros par an pour les réseaux d'assainissement ;
- soit un total de l'ordre de 34 à 42 milliards d'Euros sur une quinzaine d'années et ce en ne tenant compte ni du renouvellement des usines de production d'eau potable et ni du renouvellement des stations d'épuration.

La figure suivante détaille les hypothèses de renouvellement à l'échelle du territoire national pour les réseaux d'eau potable.



**Figure 21. Hypothèse de renouvellement des réseaux d'eau potable à l'échelle du territoire national (Berland et Juery, 2003)**

Au final, l'analyse du graphique met rapidement en évidence les enjeux financiers importants liés au renouvellement des équipements des services d'eau et d'assainissement. C'est en moyenne près d'un milliard d'euros qu'il conviendrait d'investir chaque année pendant 50 ans dans le renouvellement de telles infrastructures. A cela s'ajoute le fait que le besoin en renouvellement des réseaux n'est absolument pas linéaire, ce qui pose de véritables questions du point de vue de la maîtrise du prix de l'eau dans un futur plus ou moins proche. Mais au-delà d'un montant théorique, ces besoins s'inscrivent dans des contraintes budgétaires et des choix politiques qu'il serait inopportun de négliger. C'est ce que cette partie de l'exposé va tenter de mettre en avant, en tentant d'identifier les principales conséquences d'une augmentation des charges de renouvellement sur la durabilité des services d'eau.

## 5.2 Le renouvellement ou une problématique d'investissement sous contrainte budgétaire

### *a) Les différents investissements possibles dans un service d'eau et d'assainissement*

La gestion d'un service public d'eau et d'assainissement amène à distinguer trois types d'investissements, repris dans le document édité en 2008 par l'AMF (Association des Maires de France), le BIPE et Les Entreprises de l'Eau :

- **Les investissements sur de nouveaux ouvrages** : ces derniers correspondent à de nouveaux équipements : extension de réseau, nouvelle usine de traitement d'eau potable, nouvelle usine d'épuration...
- **Les investissements de mise en conformité** : ceux-ci sont liés aux évolutions réglementaires européennes ou nationales (qualité de l'eau, traitement des eaux usées, eaux de baignade...).
- **Les investissements de renouvellement**, qui correspondent au remplacement d'équipements existants. Ces investissements sont de deux natures :
  - **le renouvellement fonctionnel**, qui est nécessaire à la continuité du service (pannes électromécaniques, fuites, compteurs bloqués...). Il est, en règle générale, pris en charge par le délégataire à ses risques et périls, tout au long de la délégation.
  - **le renouvellement patrimonial**, fixée par la collectivité en fonction de sa connaissance de la performance et de l'état des équipements du service. Lorsque la collectivité transfère à son délégataire l'exécution des travaux de renouvellement patrimonial, ils font l'objet d'un programme contractuel valorisé (programme de travaux annexé au contrat), depuis la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) en 2006. En cas de non-réalisation d'une opération, l'autorité organisatrice et l'opérateur privé conviennent d'une nouvelle affectation du financement. À défaut, l'opérateur privé restitue à la collectivité la valeur des travaux non réalisés en fin de contrat.

Nous nous intéresserons uniquement aux investissements de renouvellement dans la suite de l'exposé. Au-delà de la démarche économique d'optimisation, l'analyse de la problématique du renouvellement des équipements des services d'eau doit également s'aborder sous l'angle de la recherche des modalités de financement de tels travaux. La détermination de la durée optimale d'utilisation d'un équipement n'est pas suffisante. Il convient par la suite de dégager les moyens financiers nécessaires pour assurer son renouvellement.

## ***b) Renouvellement et choix d'investissement***

La notion d'investissement est différente selon les secteurs d'activité. « Pour les économistes, il s'agit essentiellement d'un flux de capital permettant de modifier le stock existant, qui constitue avec le facteur travail l'un des principaux facteurs de la fonction de production. Pour les gestionnaires, l'investissement représente un coût pour l'entreprise, qui génère de nouveaux cash-flows (avantages) » (Nafi, 2006). Dans le second cas, l'évaluation de la rentabilité d'un projet d'investissement passe obligatoirement par une analyse coûts-avantages.

De nombreux auteurs donnent leur approche technique et financière du renouvellement. Ainsi, « Daflon définit en 1998 l'investissement comme une dépense qui accroît la valeur du patrimoine et dont l'utilité s'étend sur plusieurs années. Cette dépense conserve ou améliore l'usage du patrimoine sur plusieurs années d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Par analogie, le renouvellement des réseaux d'eau potable (investissement) aura comme incidence l'augmentation de la durée de vie des conduites, la baisse de l'occurrence des défaillances, l'amélioration de la desserte en eau des usagers, le gain de performance du réseau de manière générale et la réduction des coûts opérationnels et de maintenance [...] De son côté, Alexandre définit en 1993 le renouvellement comme tout investissement correspondant à la réalisation d'une immobilisation qui se substitue à l'identique ou à fonction identique à une immobilisation existante » (Nafi, 2006).

Quoiqu'il en soit, le renouvellement des équipements est très fortement lié à la notion d'investissement. Cette idée de financement suppose donc des connaissances sur la durée de vie de l'équipement, le capital investi et le risque encouru. Cette notion de risque est très importante, tant du point de vue de la gestion technique de l'équipement que du mode de gestion du service. Le risque peut en effet être lié à l'équipement ou à l'apparition de défaillances réduisant des avantages ou engendrant des pertes financières. Mais il présuppose également de savoir qui est censé assumer ce risque, et de quelle façon le supporter suivant les limites de responsabilités entre autorité organisatrice et opérateur de réseau. Nous reviendrons sur ce point un peu plus tard dans l'exposé.

De façon générale, la décision en matière d'investissement dépend de nombreux critères, en majorité économiques et financiers. « En avenir certain, la décision d'investissement s'appuie soit sur la comparaison des flux financiers dégagés par l'investissement sur une durée de vie donnée avec le montant de l'investissement, ou par l'évaluation de la durée de vie permettant de récupérer le capital investi »<sup>48</sup>. Les principaux indicateurs généralement utilisés sont :

- Le taux de rentabilité moyen permet de comparer les flux moyens dégagés par l'investissement avec le montant moyen de l'investissement.

- Le délai de récupération permet d'évaluer la durée sur laquelle le montant de l'investissement sera récupéré.
- La valeur actuelle nette (VAN) traduit la différence entre la valeur actuelle des flux générés par l'investissement et les dépenses d'investissement. L'investissement sera rentable pour une VAN>0.
- Le Temps Interne de Rendement correspond au temps d'actualisation qui rend la VAN nulle.

Ces approches supposent la connaissance du montant exact des flux de trésorerie dégagés et du taux d'actualisation. Elles ne tiennent pas compte de l'incertitude liée à l'évolution de l'environnement économique.

Nous considérons le renouvellement des réseaux d'eau potable comme un investissement de modernisation. Il requiert des dépenses importantes mais ne dégage pas de nouveaux flux financiers lors de l'exploitation du réseau. Les conduites d'eau potable ne constituent pas un équipement de production propre au même titre qu'un équipement industriel pour lequel une valeur de flux de trésorerie peut être évaluée.

Ainsi, « Les approches susmentionnées présentent donc des limites. Pour répondre à la problématique de renouvellement des réseaux d'eau potable, il est nécessaire d'intégrer des critères économiques et techniques. L'analyse économique se basant sur l'estimation des flux financiers générés par l'investissement paraît inadéquate pour notre problématique » (Nafi, 2006). L'impact du renouvellement sera mesuré en termes de :

- nombre de casses et défaillances évitées permettant de réduire les fuites et les pertes d'eau
- baisse du nombre de plaintes, d'interruption de service et amélioration de la desserte en eau des usagers
- réduction des coûts de maintenance et de réparation
- augmentation de la fiabilité du réseau, augmentation des durées de vie des conduites
- réduction des coûts sociaux ou indirects qui traduisent la gêne occasionnée et le manque à gagner pour certains professionnels : (commerces, médecins) en cas d'interruption du service ou de déviation pour travaux et les risques de dégâts importants en cas de rupture de conduites.

La problématique du renouvellement n'est donc pas la même que celle d'un investissement de premier établissement. C'est avant tout un problème de mobilisation des ressources financières qui diffère selon les modes de gestion et suivant les niveaux de risque assumés par chacun. Avant

d'aborder l'impact du partage des risques, nous allons tout d'abord nous concentrer sur les moyens de mobilisation de la ressource financière.

### c) Cas théorique : Absence de contraintes budgétaires et disponibilité de la ressource financière

Plaçons-nous tout d'abord dans la situation où la collectivité et l'opérateur ne font face à aucune contrainte budgétaire. Autrement dit, ils disposent de ressources financières « infinies » et la problématique de mobilisation de ces ressources ne se pose donc pas. Le seul enjeu réside dans l'atteinte d'un niveau de performance supérieur du service pour un minimum de travaux. C'est donc le cas théorique où seule la mise en œuvre d'une démarche d'optimisation économique s'avère nécessaire. Le processus de décision de renouvellement est alors le suivant :

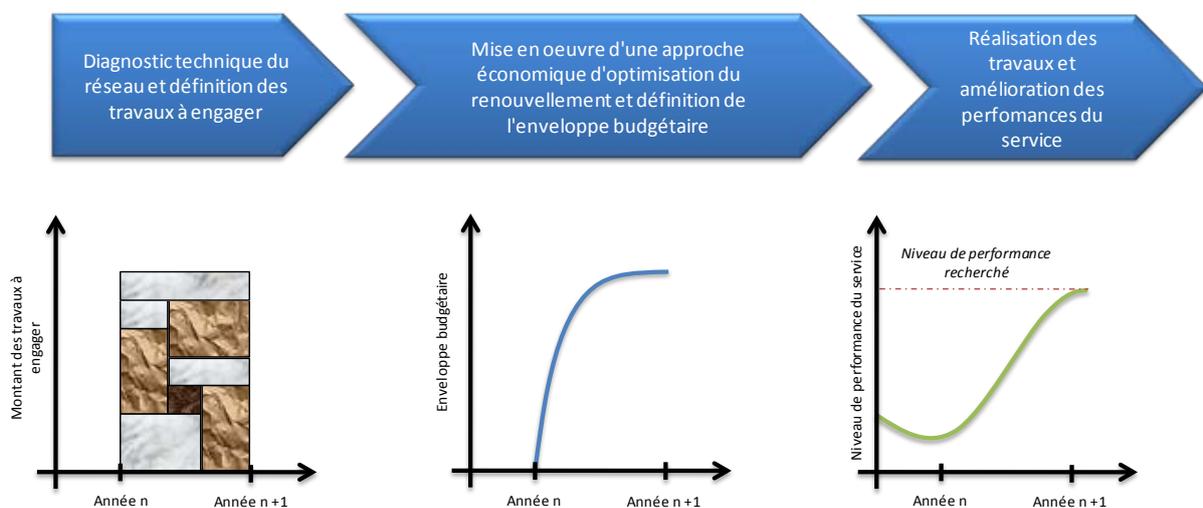
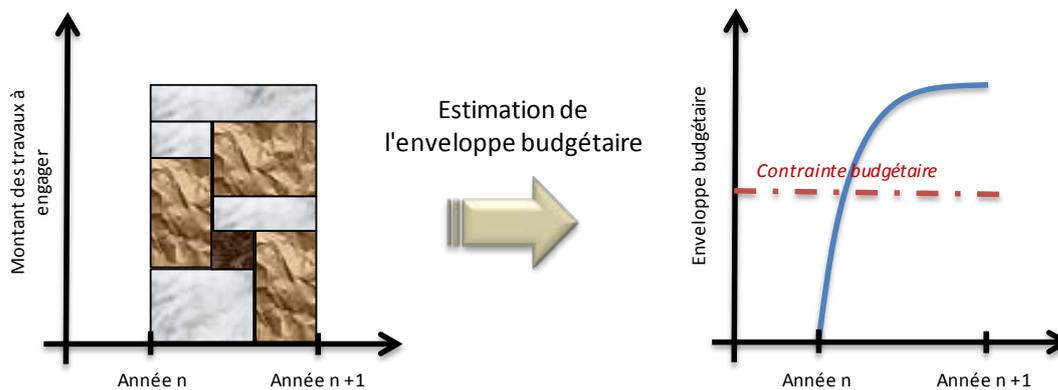


Figure 22. Démarche de renouvellement en absence de contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006)

La figure précédente cherche à démontrer qu'en absence de contrainte budgétaire, le seul problème que doit résoudre l'entité (opérateur ou autorité organisatrice) en charge du renouvellement est l'optimisation de l'euro investi pour un l'atteinte d'un niveau de performance donné. D'un point de vue de la durabilité des services, ce cas apparaît comme optimal puisqu'il permet d'améliorer les performances du service tout en évitant d'augmenter le prix du service. Durabilité économique, environnementale et sociale sont donc obtenues simultanément.

### d) Contraintes budgétaires, insuffisance de la ressource financière

Le cas abordé dans la partie précédente est malheureusement un cas purement théorique. Dans la réalité, les collectivités disposent rarement de ressources financières suffisantes pour financer l'ensemble des travaux nécessaires sur les infrastructures dont elles ont la responsabilité. Le problème rencontré est alors le suivant :

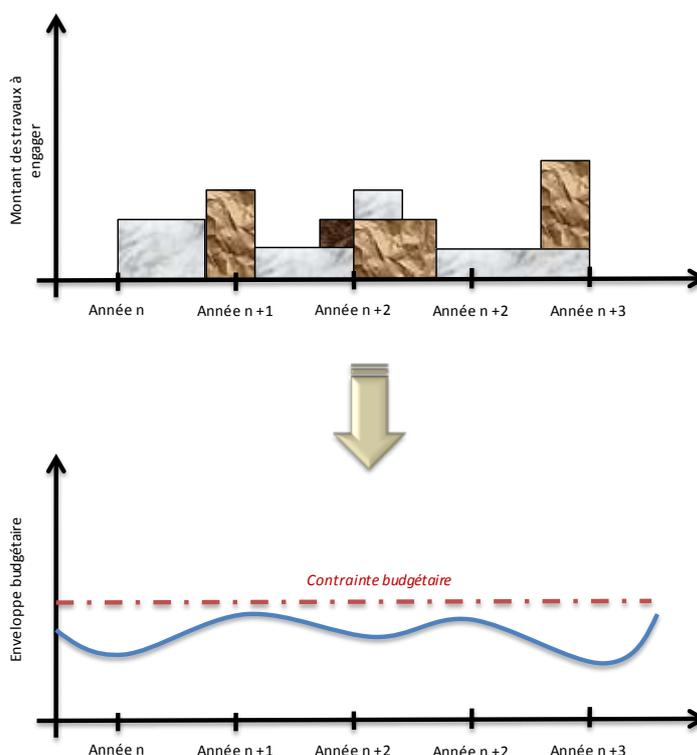


**Figure 23. Renouvellement et contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006)**

Deux solutions sont alors régulièrement mises en œuvre :

- Augmentation des capacités financières pour limiter la contrainte budgétaire grâce à un recours à l'emprunt ou une augmentation de la redevance.
- Lissage des travaux et élaboration d'un programme pluriannuel d'investissement afin d'anticiper les besoins financiers futurs pour assurer une continuité et un certain niveau de qualité du service

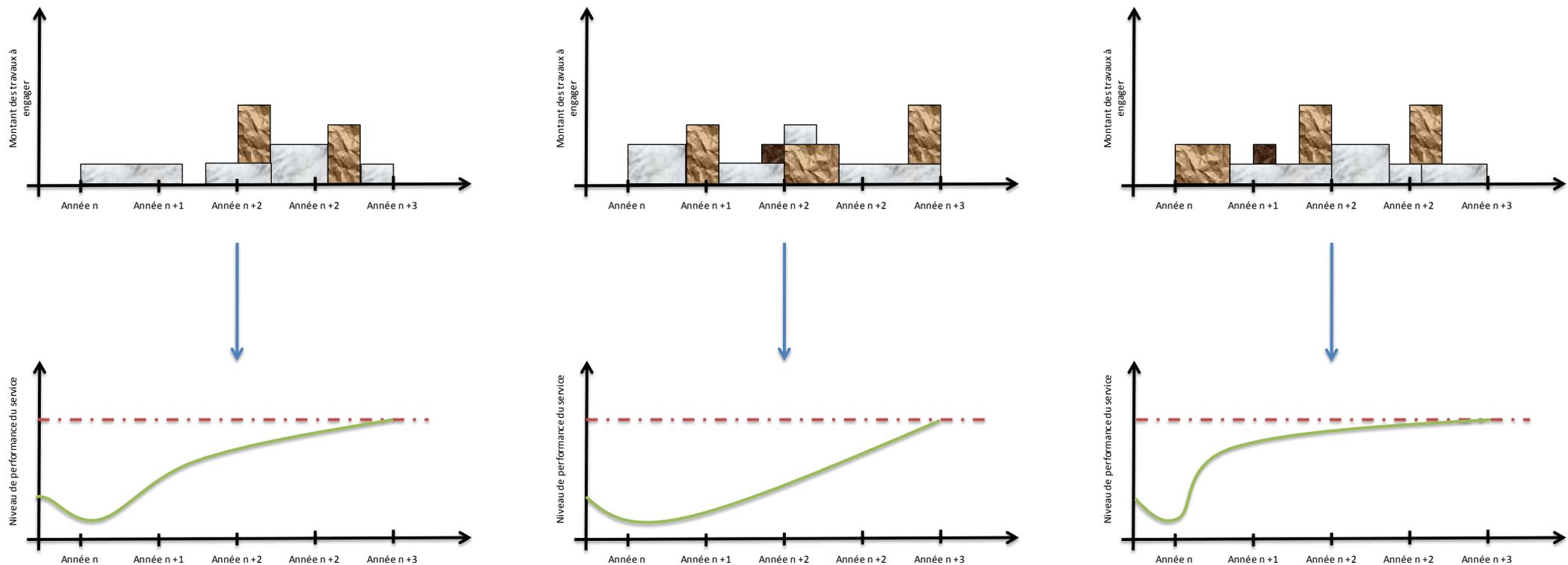
La figure suivante illustre le cas où l'autorité organisatrice décide de lisser ces investissements sur plusieurs années. La mise en place de la démarche de renouvellement devient alors la suivante :



**Figure 24. Programmation du renouvellement sous contrainte budgétaire (Inspiré de Nafi, 2006)**

La figure précédente illustre une approche de programmation pluriannuelle sous contrainte budgétaire. La définition des travaux de renouvellement met ainsi en évidence une insuffisance des capacités financières de la collectivité pour pouvoir engager l'ensemble des travaux nécessaires sur une seule année. La solution retenue est donc le lissage des travaux sur une période donnée. A noter que l'exemple illustré ci-dessus prend l'hypothèse d'une contrainte budgétaire constante. Il est cependant tout à fait probable que cette dernière varie d'année en année en fonction des recettes perçues.

Cela étant, le lissage des travaux n'est pas suffisant. La définition de l'ordre de réalisation des travaux doit prendre en compte les priorités de renouvellement des conduites d'eau et l'impact sur la performance du réseau. En effet, différents scénarios d'amélioration de la performance du réseau sont envisageables pour une même quantité de travaux. La figure suivante illustre quelques-uns de ces scénarios :



**Figure 25. Renouvellement, contrainte budgétaire et performance du service (Inspiré de Nafi, 2006)**

La seule définition des travaux n'est donc pas suffisante. La programmation des interventions sur le réseau apparaît également comme un élément primordial de la politique de renouvellement des équipements des services d'eau et d'assainissement. C'est en ce sens que diagnostic technique et démarche économique d'optimisation apparaissent comme des approches tout à fait complémentaires dans une optique de durabilité des services.

### ***e) Influence du mode de gestion du service***

Comme expliqué précédemment, le renouvellement est avant tout une opération d'investissement pour un service d'eau potable et d'assainissement. Cependant, le mode de gestion du service et les modalités de financement de ces opérations diffèrent des investissements neufs. Aussi, la responsabilité de l'autorité organisatrice en matière de financement du renouvellement s'applique :

- Pour tous les équipements du service lorsque la collectivité décide d'exploiter son service en régie. Dans le cas de contrats d'affermage, ce renouvellement fonctionnel est généralement assuré par l'entreprise privée.
- Pour tous les équipements patrimoniaux (réseaux, ensemble du génie civil...) dans tous les cas, excepté celui des contrats de concession. Ce cas reste très rare aujourd'hui.

La question du financement du renouvellement des équipements des services d'eau et d'assainissement pourrait donc s'aborder différemment, selon que la collectivité assume tout ou partie du renouvellement. Les modalités de mobilisation de la ressource financière sont en effet différentes entre entreprise privée et une entité publique qui décide de financer les travaux.

Cela étant, le faible nombre de contrats de concessions nous amène à laisser ce cas de côté. De plus, la problématique de financement du renouvellement lors d'un tel mode de gestion se réduit à l'analyse de rentabilité d'un projet sur la durée du contrat concédé.

Nous choisissons par conséquent de nous placer exclusivement dans le cas de la collectivité. La quasi-totalité des propos suivants sont issus d'un document édité par le Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau (FNDAE), intitulé « Le financement du renouvellement des réseaux d'adduction d'eau potable » et paru en décembre 1993. Le but n'est pas de réécrire ce document, mais bien de faire ressortir les principaux enjeux liés aux différentes sources de financement selon le mode de gestion du service adopté par l'autorité organisatrice.

## **5.3 La problématique du financement du renouvellement dans une optique de durabilité des services**

### ***a) Une problématique de financement qui s'inscrit dans le cadre de la comptabilité publique***

La comptabilité des SPIC (Services Publics à caractère Industriel et Commercial) est régie par la norme comptable M49. Cette instruction est obligatoire pour tous les services d'eau et d'assainissement, et implique une obligation d'individualisation budgétaire (création d'un budget annexe). D'un point de vue comptable, le budget se présente en deux parties, une section de fonctionnement et une section d'investissement. Chacune de ces sections doit être présentée en

équilibre, les recettes égalant les dépenses. Schématiquement, la section de fonctionnement retrace toutes les opérations de dépenses et de recettes nécessaires à la gestion courante et régulière du service par la collectivité, les plus récurrentes. L'excédent de recettes par rapport aux dépenses, dégagé par la section de fonctionnement, est utilisé en priorité au remboursement du capital emprunté par la collectivité, le surplus constituant de l'autofinancement qui permettra d'abonder le financement des investissements prévus par la collectivité. La section d'investissement présente les programmes d'investissements nouveaux ou en cours. Elle retrace les dépenses et les recettes ponctuelles qui modifient de façon durable la valeur du patrimoine comme les dépenses concernant le remboursement des capitaux empruntés, les acquisitions immobilières ou les travaux nouveaux. La section d'investissement est par nature celle qui a vocation à modifier ou enrichir le patrimoine de la collectivité.

La norme comptable M49 permet donc de transférer un excédent de la section d'exploitation à la section d'investissement, c'est à dire l'autofinancement. « Cet autofinancement, complété par le capital emprunté à des organismes bancaires, constitue les recettes de la section d'investissement. Les dépenses qui y sont reportées sont ventilées principalement entre les investissements, les annuités de la dette et diverses réserves. Les collectivités sont contraintes par la législation en vigueur de voter un budget de leur service d'eau équilibré : le vote en excédent de la section d'investissement n'est pas permis, contrairement à la section d'exploitation » (Fauquert, 2005).

FONCTIONNEMENT	
DEPENSES	RECETTES
Charges à caractère général Charges de personnel Autres charges de gestion courante  Charges financières Charges exceptionnelles	Excédent antérieur reporté Produits des services et du domaine Travaux en régie Impôts et taxes Dotations et participations Produits financiers Produits exceptionnels Transferts de charges
<b>023 VIREMENT À INVESTISSEMENT</b>	
INVESTISSEMENT	
DEPENSES	RECETTES
Capital des emprunts Opérations d'investissement : <ul style="list-style-type: none"> <li>• travaux</li> <li>• acquisitions</li> <li>• constructions</li> </ul>	<b>021 VIREMENT DU FONCTIONNEMENT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FCTVA</li> <li>• subventions Conseil Régional, Conseil Général, DGE, Fonds européens</li> <li>• emprunts</li> </ul>

**Figure 26. Exemple de budget des services d'eau et d'assainissement selon les normes comptables M49 (Ministère du budget, 2008)**

De façon très générale, les ressources financières d'un service peuvent avoir deux origines : les usagers et les contribuables. En France, il n'existe pas de fiscalité spécifique pour l'eau. Le principe retenu est celui de : « L'eau paie l'eau ». Autrement dit, le financement du service est assuré directement par la facture des usagers et non pas par des ressources fiscales dédiées. Même si cela impose de fortes contraintes sur le fonctionnement du service et peut avoir de fortes répercussions sur le prix de l'eau, force est de reconnaître que cela va plutôt dans le sens d'une durabilité éthique.

### ***b) Les différents mécanismes de financement existants pour une gestion durable des services***

Au vu cadre comptable dans lequel s'inscrit le fonctionnement des services publics d'eau et d'assainissement, il apparaît que la collectivité est dans l'obligation de trouver ses propres ressources financières pour financer sa politique de renouvellement. Pour cela, elle dispose de plusieurs moyens :

- L'autofinancement,
- L'emprunt,
- Les subventions. Cela étant, « l'investissement de renouvellement n'est pas subventionné. Il se distingue par cela de l'investissement initial, de création ou d'extension des infrastructures. En effet, seul l'investissement de premier établissement est éligible à une très forte aide de l'État, des collectivités territoriales et des Agences de l'Eau » (Fauquert, 2005),
- Faire appel à un gestionnaire privé via des clauses particulières dans le contrat d'affermage.

Dans le cadre de l'instruction M49, l'amortissement des immobilisations est le principal mécanisme permettant d'assurer l'autofinancement du renouvellement. D'autres procédures existent en parallèle. Chacune de ces méthodes est résumée dans les paragraphes suivants de l'exposé.

#### **(1) L'autofinancement**

- **L'amortissement**

Parmi l'ensemble des mécanismes de financement disponibles pour la collectivité, celui de l'amortissement est prépondérant. Obligatoire au titre du plan comptable M49, son fonctionnement est pluriannuel. Il traduit la réduction irréversible, répartie sur une période déterminée, de la valeur des immobilisations financées par le service. Cet instrument peut être utilisé afin de financer les besoins en renouvellement du service étalés dans le temps, mais il ne peut généralement assurer à lui seul la totalité de ce financement. D'autres procédures de financement, détaillées dans la suite du rapport, sont alors mobilisables.

La procédure comptable d'autofinancement liée à l'amortissement est appelée amortissement budgétaire. Cette procédure consiste à enregistrer le montant de l'amortissement simultanément en dépense d'exploitation, par un compte de dotations de l'exercice aux amortissements, et en recettes d'investissement par un compte d'amortissement. L'inscription en dépense de la section d'exploitation a pour effet de renchérir le prix de l'eau, ce flux de recettes n'étant contrebalancé (en section d'exploitation) par aucun flux de trésorerie. D'où la nécessité d'inscrire ce flux de recettes en section d'investissements, où il permettra de financer les futures immobilisations. Cette inscription budgétaire, appelée opération d'ordre, répond à la logique de la pratique de l'amortissement : en s'acquittant de la charge d'amortissement, les usagers participent au financement des investissements nécessaires au maintien à niveau du capital immobilisé et donc à la durabilité du service.

Dans une optique de durabilité des services, il convient également de s'intéresser à la notion d'amortissement financier. Ce type d'amortissement se définit comme la valeur du remboursement en capital (c'est-à-dire intérêts exclus) des emprunts contractés. Il correspond donc à une dépense d'investissement.

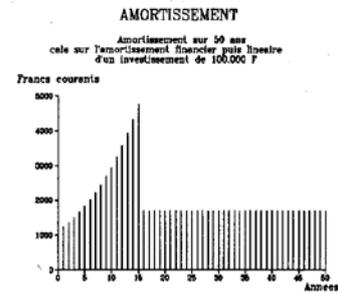
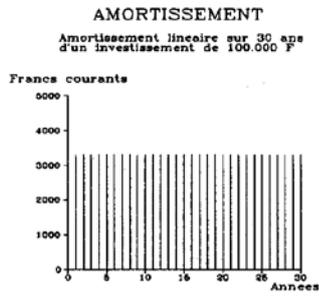
L'amortissement constitue donc la principale procédure budgétaire assurant, à titre principal, la couverture de l'amortissement financier. Cependant, l'amortissement est généralement calculé de façon linéaire tandis que les usages bancaires décident d'un rythme croissant du remboursement du capital prêté. De fait, selon la part prise de l'emprunt dans le financement de l'investissement, et selon la durée d'amortissement de ce dernier, une adaptation imparfaite des flux d'amortissement peut parfois être constatée. La figure de la page suivante détaille les principaux cas de figure habituellement rencontrés.

Au final la pratique de l'amortissement conduit à une augmentation du prix de l'eau. Cela est particulièrement vrai lorsque les recettes d'investissement qu'il génère dépassent la stricte couverture de l'amortissement financier. Cela étant l'autofinancement dégagé grâce à cette pratique permet une réduction du recours à l'emprunt et une diminution des charges d'intérêts qui induiront dans le long terme une baisse du prix du service. Tout l'enjeu de cette pratique budgétaire est donc d'assurer la durabilité des services.

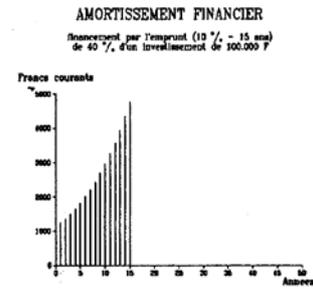
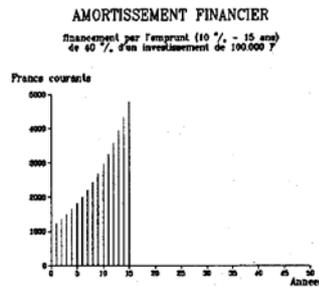
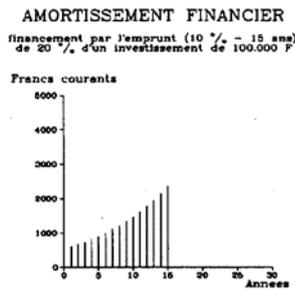
Au-delà de la procédure d'amortissement, d'autres mécanismes secondaires de financement sont disponibles. La suite du rapport définit ces procédures.



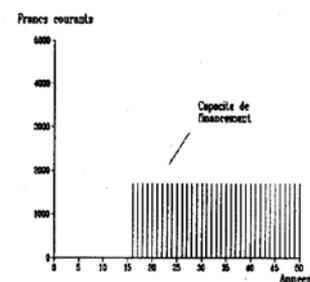
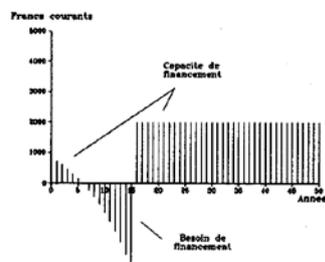
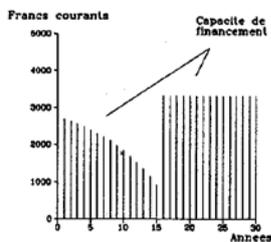
## AMORTISSEMENT



## AMORTISSEMENT FINANCIER



## AUTOFINANCEMENT



**Schéma 2** : Couverture simple et automatique de l'amortissement financier par l'amortissement

**Schéma 3** : Adaptation imparfaite des flux d'amortissement

**Schéma 4** : Démarche d'ajustement de l'amortissement à l'amortissement financier

Figure 27. Pratiques d'amortissement et durabilité des services d'eau (FNDAE, 1993)

- **L'autofinancement complémentaire**

Parmi les autres procédures budgétaires existantes, il semble important de commencer par l'autofinancement complémentaire. « L'autofinancement de la section d'investissement est un mécanisme prévisionnel qui permet, par l'augmentation du prix du service qu'il génère, de programmer un résultat excédentaire de l'exercice budgétaire » (FNDAE, 1993). A noter que ce mécanisme prévisionnel est non cumulatif.

Le recours à ce mécanisme permet de palier à un manque d'anticipation des travaux de renouvellement. Dans le cas où une collectivité se retrouve en léger déficit de ressources financières, la possibilité lui est donnée par une augmentation ponctuelle du prix de l'eau de pouvoir augmenter ses recettes. Dans le cas des travaux de renouvellement, ce mécanisme de financement peut donc être vu comme un mécanisme de secours à l'amortissement. L'augmentation (parfois importante) du prix de l'eau ne va cependant pas forcément dans le sens d'une amélioration de la durabilité des services.

- **La provision**

C'est le moyen de financer des besoins précis qui ont été préalablement évalués, et destinés à couvrir des risques tels que les « grosses réparations » qui ne présentent pas un caractère annuel. Elles ne peuvent pas être assimilées à des frais courants d'entretien et compte tenu de leur nature ou de leur importance, ne sauraient être supportées par le seul exercice budgétaire où elles sont engagées. Le mécanisme de constitution de ces provisions est analogue à celui de l'amortissement.

- **Les réserves**

Dernière procédure d'autofinancement, les réserves correspondent à l'affectation chaque année de l'excédent de la section de fonctionnement dans un compte particulier. La constitution d'un résultat excédentaire peut découler d'un choix de la collectivité de mettre en place un mécanisme d'autofinancement complémentaire, ou bien de provenir d'une vente d'eau non prévue. Au même titre que les provisions, les réserves constituent une ressource financière ponctuelle. Elles ne sont mobilisables qu'une fois, et leur reconstitution se fait sur plusieurs exercices. Provisions et réserves constituent donc des ressources de secours, disponibles pour palier un besoin de financement exceptionnel (nouvel ouvrage...). Dans une optique de durabilité des services d'eau, elles ne devraient donc jamais être mobilisées lors de travaux de renouvellement.

Le tableau suivant rappelle les principales procédures comptables mobilisables par une collectivité pour financer le renouvellement de ses infrastructures et ainsi assurer la durabilité de son service

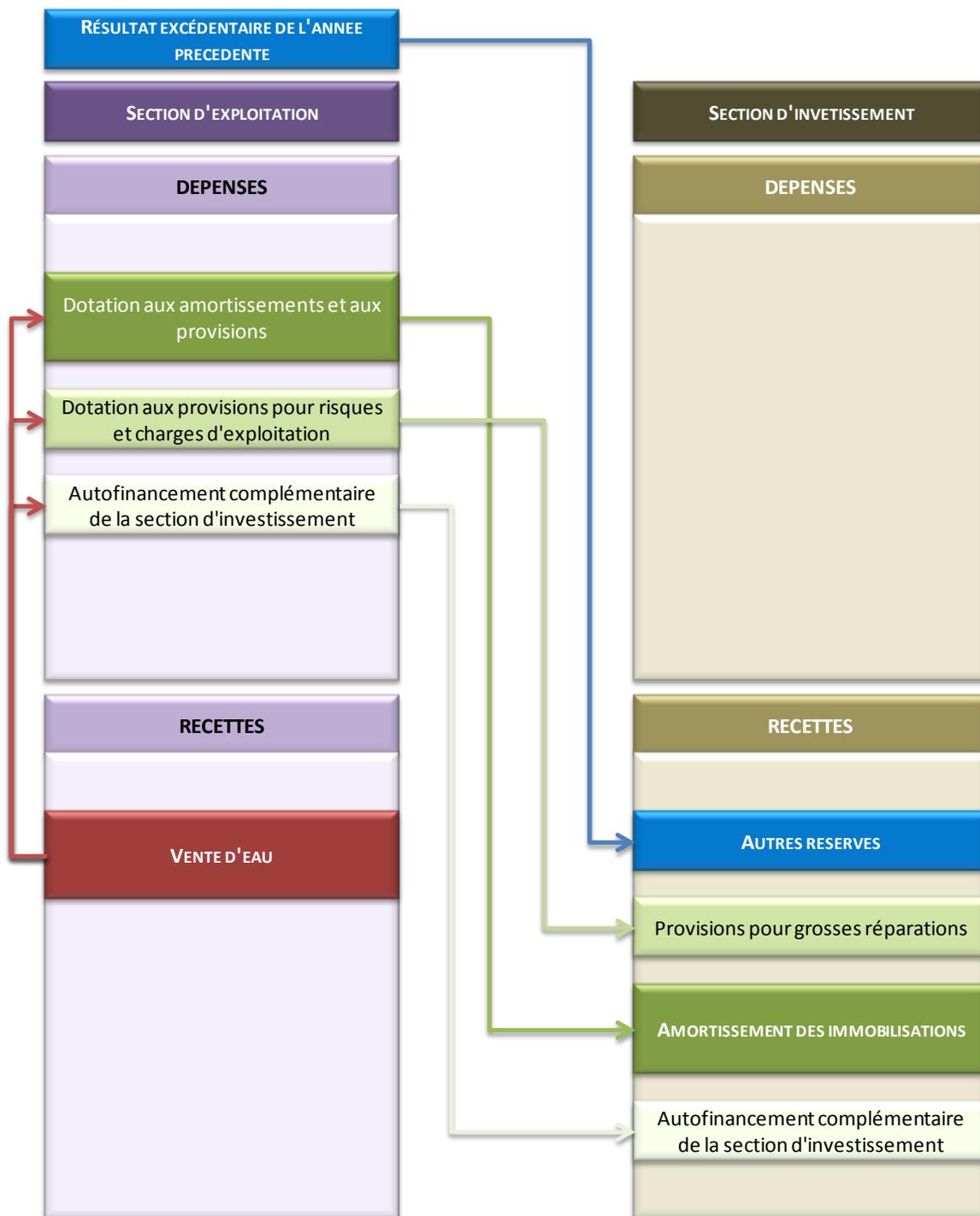


Figure 28. Principales procédures budgétaires d'autofinancement d'une collectivité (Inspiré de FNDAE, 1994)

## (2) L'emprunt

Dans ce cas précis, ce sont les organismes bancaires qui deviennent les interlocuteurs des collectivités. Suivant le taux de l'emprunt au moment du financement du programme de renouvellement, une comparaison doit s'imposer avec les modalités d'autofinancement envisageables par la collectivité.

## 5.4 Financement du renouvellement et diminution de la durabilité des services

Comme vu précédemment, le financement du renouvellement par une collectivité est essentiellement assuré par un ensemble de procédures budgétaires qui lui permet de dégager suffisamment de ressources financières. Cela étant, si certaines de ces règles présentent des avantages indéniables, d'autres règles comptables imposées au fonctionnement des SPIC limitent la durabilité des services d'eau en tronquant les modalités de financement des travaux de renouvellement.

### *a) La règle de non-placement des fonds publics*

Parmi les principales limites imposées par la M49, celle du non-placement des fonds publics est certainement la plus contraignante. En effet, l'amortissement comptable d'un équipement ne correspond à aucun flux de trésorerie et permet à la collectivité de se constituer des réserves pour financer plus tard le renouvellement de l'infrastructure. Cela signifie donc que si aucun projet d'investissement ne vient à être réalisé par la collectivité, la somme mise de côté grâce à l'autofinancement est thésaurisée par cette dernière. Or, les collectivités n'ont pas pour rôle de garder « en sommeil » les sommes d'argent acquises grâce au paiement des factures par les usagers. L'ensemble de ces sommes, si elles existent, sont intégralement reversées au Trésor Public sous la tutelle de l'Etat. A cela s'ajoute le phénomène d'érosion monétaire qui vient diminuer annuellement la valeur de cette masse financière acquise grâce au fonctionnement du service.

« Ainsi, pour l'instant, la collectivité n'a pas intérêt à conserver plus d'un certain temps les provisions pour renouvellement au-delà duquel la valeur perdue par l'argent thésaurisé dépasse le coût d'opportunité de ces fonds (manque à gagner par exemple par rapport à tout autre choix, comme l'utilisation immédiate de cette masse monétaire) » (Fauquert, 2005). De nombreux auteurs ont cherché à définir cette période à partir de différents indicateurs financiers.

A titre d'exemple, la création d'une structure intercommunale peut être avantageuse. Elle permet en effet à la fois une mobilisation plus large des fonds en mutualisant plusieurs services existants ; mais elle peut permettre également une utilisation plus rapide et plus importante de ces fonds en garantissant une certaine souplesse d'exécution à l'échelle communale.

### *b) L'endettement*

Autre source de limitation de la durabilité des services d'eau et d'assainissement, tout du moins en ce qui concerne la question du renouvellement des équipements, l'endettement fait figure de « bête noire ». En effet, l'investissement de renouvellement à neuf d'un équipement est généralement bien supérieur au montant amorti. Si on ajoute à cela la règle de non-placement des fonds publics, la

collectivité se retrouve très souvent dans l'obligation d'emprunter. Dès lors, l'utilisation de l'endettement comme moyen de financement du renouvellement apparaît comme une solution de court terme mais plus du tout comme une solution qui va dans le sens de la durabilité des services d'eau et d'assainissement. Une solution envisageable serait la mobilisation de l'autofinancement complémentaire, mais ce dernier est rarement adopté par les élus et les gestionnaires pour des raisons politiques et sociales.

### ***c) Le besoin de cadrer les responsabilités de chacun lorsque le renouvellement est assurée en gestion déléguée***

Nos précédents propos ont montré que pour une collectivité, une connaissance fine du patrimoine et des travaux de renouvellement à engager était nécessaire pour une gestion durable de ses services. Si cela reste vrai quel que soit le mode de gestion retenu par l'autorité organisatrice, ces propos prennent tout leur sens dans le cas d'une gestion déléguée du service où l'entreprise privée est très souvent en charge du renouvellement fonctionnel. Le délégataire peut alors adopter différentes solutions pour assurer le financement de ces travaux. Mais loin d'être équivalentes, ces solutions présentent chacune un certain nombre d'inconvénients :

- **Les provisions de renouvellement** : Conçues au départ comme un outil de gestion préventif du renouvellement, ces dernières consistent à « constituer une provision d'un montant total limité, fonction du montant de l'investissement à réaliser et de l'ancienneté de l'infrastructure (valeur à neuf moins valeur amortie sur la durée de fonctionnement. Ces provisions sont utilisées pour des infrastructures dont le renouvellement est effectif au cours du contrat et impliquent des dispositions fiscales particulières » (Fauquert, 2005). Ces provisions, si elles ne sont pas utilisées, reviennent très souvent dans les poches du délégataire. Cela présuppose donc que la collectivité connaisse, à l'avance, les besoins financiers nécessaires pour assurer les travaux de renouvellement sur la durée du contrat. Dans le cas contraire, c'est l'utilisateur qui peut être amené à surpayer son service et financer uniquement le délégataire qui n'engagera aucun travaux.
- **Les garanties de renouvellement** : Elles « peuvent correspondre, de manière similaire aux provisions de renouvellement, au lissage sur la durée du contrat d'une prévision précise non contractuelle et implicite, des infrastructures à renouveler au cours du contrat » (Fauquert, 2005). Le problème reste le même que pour les provisions de renouvellement : si aucune mention légale n'est stipulée dans le contrat, rien n'oblige le délégataire à restituer le solde de la garantie en fin de contrat. De plus, la collectivité ne dispose d'aucun moyen pour forcer le délégataire à effectuer les travaux de renouvellement. Cette situation, d'un point de vue de la durabilité des services, n'est également pas souhaitable.

- **Le programme de renouvellement :** En plus des clauses d'obligation de résultat habituellement rencontrées dans les contrats de Délégation de Service Public (DSP), le délégataire peut également faire face à des obligations de moyens. Cela peut d'ailleurs être dans certains cas contradictoires avec le principe de la DSP, qui prévoit que le délégataire assume un certain nombre de risques et périls à ses charges.

Cela étant, « l'établissement d'un programme de renouvellement répond à la demande de transparence des collectivités. La prévision de renouvellement, comprenant l'inventaire des infrastructures concernées et leur date maximale de renouvellement, devient contractuelle et génératrice de pénalités financières en cas de non-exécution » (Fauquert, 2005). Une telle disposition réduit donc les marges de manœuvre du délégataire et augmente celles de la collectivité au niveau de ses possibilités de contrôle. Cette clause apparaît généralement nécessaire dans le cas où les montants de travaux de renouvellement à engager sont importants ou l'échéance du contrat courte. En effet, « puisque l'échéance du contrat est fixe, le délégataire ne voudra pas spontanément faire de gros investissements, peu rentables sur une courte période, et préférera conserver une infrastructure âgée »<sup>59</sup>. Cette solution a pour but d'inciter le délégataire à s'engager sur la réalisation de certains travaux à la demande de la collectivité. Malgré cela, les coûts de renouvellement réellement engagé par le délégataire sont difficilement approchables. Une fois de plus, cela met en avant l'importance pour l'autorité organisatrice de connaître avec précision l'état de son patrimoine pour assurer la durabilité et la qualité du service rendu.

- **Le compte de renouvellement :** Ce compte est un « système contractuel de financement du renouvellement (et éventuellement des travaux concessifs), obligeant le délégataire à établir dans sa comptabilité un compte spécifique, visible par la collectivité, et dédié au renouvellement » (Fauquert, 2005). L'idée de ce compte est d'assurer une plus grande transparence des montants de travaux réellement engagés par le délégataire tout en évitant une obligation de moyens comme cela peut être le cas avec le programme de renouvellement.

Quelque soit la solution envisagée, la solution pour une durabilité optimale des services d'eau et d'assainissement semble consister à combiner le compte de renouvellement avec le programme de travaux associés. A cela s'ajoute le besoin de définir le devenir du solde d'un tel compte : positif, il revient à la collectivité ; négatif, il reste à la charge du délégataire. Il apparaît donc que le financement du renouvellement reste une question entière et spécifique à chaque service. Chaque système possède ses avantages et ses propres inconvénients. La solution pour une gestion plus

durable du renouvellement réside très probablement dans un montage combinant plusieurs de ces approches.

## **5.5 Des pistes de réflexion pour une plus grande durabilité des services**

### ***a) Un besoin grandissant d'augmenter la part de l'autofinancement***

Comme expliqué précédemment, l'autofinancement se définit comme « la partie non extérieure du financement d'un investissement, le financement extérieur regroupant l'ensemble des capitaux qui proviennent de tiers, que ces capitaux soient onéreux (emprunts) ou non (subventions et participations). C'est la partie du financement générée par les recettes d'exploitation » (FNDAE, 1993).

Le mécanisme d'autofinancement correspond donc à un mouvement budgétaire de la section de fonctionnement vers la section d'investissement, ces mouvements étant régis par la norme comptable M49. Dans le cadre du renouvellement des infrastructures, le développement de ce mécanisme est une nécessité parce qu'il correspond à un mécanisme de financement permettant d'anticiper des besoins prévisibles, réguliers et durables qui se dessinent. A l'inverse, le recours à un financement extérieur pour des travaux de renouvellement des infrastructures traduit un manque d'anticipation de besoin en ressources financières pour des opérations parfaitement prévisibles. Dans une optique de durabilité des services, le recours à l'emprunt devrait donc être limité à son minimum pour tout ce qui concerne l'opération de renouvellement des équipements, sous peine d'entraîner indubitablement une augmentation du prix de l'eau.

Dans une optique de durabilité des services et de maîtrise du prix du service, il est globalement souhaitable que la part de l'autofinancement augmente dans le financement du renouvellement, et ce, pour les raisons suivantes :

- Les services d'eau, notamment ruraux, sont souvent très fortement endettés. Cela représente pour certains services plus de 30% du prix du service. Une nouvelle augmentation du prix de l'eau suite à la contraction de nouveaux emprunts ne semble dès lors pas opportune.
- Le coût réel des emprunts, surtout lorsqu'ils s'étalent sur des durées longues, demeure très élevé
- Les gestionnaires publics justifient souvent le surcoût dû à la charge des intérêts par le fait que l'emprunt permet une mobilisation rapide des ressources financières. Cela étant, plus que tout autre investissement, le renouvellement des équipements est relativement

prévisible et à vocation à s'étaler dans le temps. Les mécanismes doivent donc être privilégiés afin d'assurer une durabilité des services à moindre coût.

### ***b) Le développement de la mutualisation des moyens***

De nombreux services d'eau, ruraux notamment, ne peuvent pas dégager de manière indépendante un autofinancement significatif. En effet, à cause du faible nombre d'habitants qu'ils desservent, seule une augmentation considérable, voire insupportable, du prix de l'eau pourrait permettre une politique d'autofinancement véritable efficace. Par conséquent, seul un système de solidarité et de mutualisation des moyens, à une échelle la plus large possible, peut permettre d'améliorer la durabilité des services. A titre d'exemple, des systèmes départementaux, spécifiques au financement du renouvellement, ont été mis en place dans les départements de Vendée, de Charente-Maritime, de l'Aube et dans le Rhône. Ces systèmes, développés dans le document du FNDAE de 1993 sur les modalités de financement du renouvellement des équipements des services d'eau, sont résumés dans la partie suivante.

#### **(1) Le système de Vendée**

Le syndicat départemental, Vendée Eau, fut créé en 1961. Il pratique la péréquation totale des charges et l'unicité du tarif entre les collectivités adhérentes. Ce syndicat a fait le choix d'ajuster le prix de l'eau afin de pouvoir financer sur son résultat global 40% du montant des programmes de renouvellement. En complément, les services contractent des emprunts car ils ne dégagent pas localement suffisamment d'autofinancement. Ainsi, par le jeu de l'unicité des tarifs et de la péréquation totale des charges, les travaux de renouvellement sont financés à 100% par le prix de l'eau. Dans ce cas précis, l'appréciation de la durabilité du système est difficile : si tout est bien financé par le prix de l'eau, le recours important à l'emprunt induit indubitablement une augmentation du prix de l'eau. Il convient donc de maîtriser avec précision le taux des emprunts et les charges financières qu'ils engendrent.

#### **(2) Le système de la Charente Maritime**

Ce syndicat départemental offre à ses adhérents deux services à la carte : une régie d'exploitation et un fonds de péréquation des charges d'emprunt. Ce dernier est alimenté par une surtaxe au m<sup>3</sup> calculée annuellement afin de couvrir le montant, majoré de 10%, des annuités des emprunts contractés par les adhérents au fonds.

Le mécanisme mis en place pour financer le renouvellement est greffé sur le fonds de péréquation. Il est destiné à financer l'intégralité des travaux de renouvellement à partir du produit de la surtaxe, des sommes versées par le FCTVA et de l'excédent cumulé du fonds. Le mécanisme exposé précédemment est également renforcé par des mesures de placement et permet de couvrir

l'ensemble du besoin de financement des travaux sur une période estimée de 15 à 20 ans. Une fois de plus, cela va dans le sens de l'amélioration de la durabilité des services.

Enfin, le Syndicat a défini des critères de choix des travaux extrêmement précis afin d'éviter tout dérapage (conditions de financement du renouvellement plus favorables que pour les extensions ou les renforcements) et d'accumuler progressivement une connaissance détaillée des infrastructures pour programmer les travaux sur 5 ans.

### **(3) Le système de l'Aube**

Le système mis en place par ce syndicat pour le renouvellement comprend 2 volets :

- L'autorisation négociée par le Syndicat et accordée par le Trésor Public Général aux services intercommunaux de placer leurs réserves de renouvellement en valeurs autorisées du Trésor.
- Le Syndicat et le Département ont chacun décidé d'accorder, sur leurs ressources générales, une bonification de 2,5 points du taux des emprunts contractés pour financer des travaux de renouvellement.

Les responsables du Syndicat ont ainsi engagé une démarche qui respecte l'indépendance des services : chacun reste maître du choix des travaux à réaliser et de leur opportunité. Cela va tout à fait dans le sens d'une amélioration de la durabilité des services.

### **(4) Le système du Conseil Général du Rhône**

Il n'existe pas de syndicat à grande échelle dans le département du Rhône. Le mécanisme est donc géré par le Conseil Général, et relève d'une convention de durée illimitée signée avec chaque service intéressé. Cette convention, un peu à l'instar du système de la Charente-Maritime, institue un fonds départemental destiné à financer 50% du montant hors taxes des travaux de renouvellement. Ce système n'existe plus aujourd'hui pour des raisons de mauvaise gestion du fonds.

### **(5) Les bienfaits de la mutualisation des moyens**

Lorsqu'il est géré à grande échelle, l'autofinancement prend un sens particulier puisque son bénéfice n'est, pour un service donné, ni direct ni automatique. Certains services peuvent même par moment trouver le coût de la solidarité élevé. Cependant, ces systèmes de mutualisation des moyens présentent de réels avantages, parmi lesquels :

- Une sécurisation à long terme contre l'apparition de besoin de renouvellement non prévus.
- Des gains que les services ne pourraient réaliser individuellement, tels les gains liés à un moindre recours à l'emprunt, aux économies d'échelle, ou l'accès au placement de trésorerie.

- Un meilleur lissage dans le temps de l'incidence du renouvellement sur le prix de l'eau et donc un allègement de la contrainte politique liée à ce prix.

La mutualisation va donc dans le sens d'une amélioration de la durabilité des services d'eau et d'assainissement.

### ***c) Repenser le renouvellement dans les services ruraux***

Le renouvellement des équipements des services d'eau peut également l'occasion de repenser l'organisation de certains services, notamment ruraux. L'avènement du modèle « tout réseau » dans les années 60 et 70 montre aujourd'hui ses limites. Les investissements gigantesques que celui à imposer font aujourd'hui peser des charges financières de renouvellement extrêmement importantes sur les services d'eau et d'assainissement.

Aussi, plutôt que de vouloir renouveler en permanence à l'identique les équipements, certaines situations se prêtent à une refonte des systèmes de distribution d'eau. Prenons l'exemple d'un service rural où la dispersion de la population provoque un éparpillement du réseau et un linéaire extrêmement important pour un faible nombre d'abonnés. Avant d'envisager un renouvellement à l'identique du réseau, d'autres solutions apparaissent concevables :

- Tolérer des pertes plus importantes pour ce type de service afin d'éviter un surinvestissement dans des travaux de renouvellement et par la même un surcoût du service.
- Mettre en place des systèmes de production et d'assainissement plus locaux. La construction de forages locaux et le développement de l'assainissement non collectif peuvent apparaître comme des solutions alternatives et moins onéreuses au remplacement à l'identique des équipements existants. Cela pose cependant des questions en termes de sécurisation d'approvisionnement des usagers.

La gestion patrimoniale durable des services d'eau et d'assainissement apparaît plus complexe qu'il n'y paraît. Si aucune réponse type ne semble se dessiner à l'issue de ce rapport, de nombreuses pistes de réflexion émergent pour une meilleure synergie des moyens et des choix effectués par les gestionnaires. Ce n'est qu'à travers une réflexion globale, combinant toutes les composantes de la durabilité, qu'une solution viable et pertinente pourra exister.

### ***d) Dépasser les contraintes d'ordre politique et sociétale***

Cette réflexion fait référence à la différence qui existe entre la temporalité d'action des élus et celle inhérente à la gestion patrimoniale. La seconde implique en effet une vision à beaucoup plus long terme que celle du mandat des élus. Cette différence d'échelle d'action temporelle pose bien souvent des problèmes dans les choix de remplacement ou non de certains équipements. Nombreux

sont les élus qui préfèrent déléguer la responsabilité des travaux de renouvellement à leur successeur plutôt que de devoir engager eux-mêmes ces travaux, sous peine de provoquer une hausse du prix de l'eau et de faire émerger chez les usagers un mécontentement certain.

Dans une optique de durabilité des services d'eau, il conviendrait de faire prendre conscience aux élus l'importance de dépasser ce raisonnement à court terme. La mise en place de programme de renouvellement pertinents et judicieux présuppose en effet de privilégier une vision de plus long terme.

## DISCUSSION

La présentation de l'approche financière du renouvellement met en évidence plusieurs enjeux majeurs :

- Quelque soit les modes de gestion du service (hors concession), c'est à l'autorité organisatrice de mettre en œuvre les procédures budgétaires nécessaires pour assurer le financement des travaux de renouvellement
- L'instauration du cadre comptable M49 et l'obligation légale pour les collectivités de pratiquer l'amortissement de leurs équipements ont permis normalement de dégager suffisamment de ressources pour pouvoir financer le renouvellement des infrastructures des services d'eau
- Il est important de garder à l'esprit que dans une optique de durabilité des services, seules les ressources financières dégagées grâce à l'amortissement doivent permettre aux collectivités d'assurer le renouvellement des équipements. Le recours à toute autre ressource financière (emprunt, autofinancement complémentaire,...) provoque indéniablement une augmentation du prix du service. Il est donc important pour les collectivités de connaître avec précision l'état technique de leur patrimoine et pouvoir ainsi mettre en œuvre les pratiques d'amortissement nécessaires. Le tableau suivant récapitule les principales procédures du financement du renouvellement :

Financement de l'immobilisation	Conditions particulières	Collectivité	Déléataire
<b>Collectivité</b>	Renouvellement à la charge de la collectivité	Amortissement	-
	Renouvellement à la charge du fermier, prévu avant la fin du contrat	-	Provisions pour renouvellement
	Renouvellement à la charge du fermier, prévu après la fin du contrat	Amortissement	Provisions pour risque de renouvellement
	Immobilisation cédée au fermier	Amortissement (jusqu'à la cession)	Amortissement (sur la valeur d'acquisition)
<b>Fermier</b>	Immobilisation destinée à demeurer au domaine public	-	Amortissement

- L'adéquation des besoins financiers aux besoins techniques des services met en évidence une fois de plus l'importance pour la collectivité de connaître avec précision l'état de son patrimoine afin de pouvoir adopter les pratiques budgétaires qui s'imposent.



## Conclusion

L'élaboration de ce rapport a permis de mettre en évidence tous les enjeux auxquels doivent ou devront faire face les collectivités. Le renouvellement des infrastructures des services d'eau et d'assainissement apparaît comme un pion essentiel de la durabilité des services d'eau.

Les propos évoqués précédemment ont également montré que la mise en œuvre efficace et optimale d'une politique de renouvellement des équipements des services d'eau nécessite une réflexion élargie afin d'anticiper aux mieux les futurs besoins techniques et financiers mobilisables.

La figure suivante tente de résumer l'élaboration d'une démarche de renouvellement des infrastructures des services d'eau potable et d'assainissement construite tout au long de ce rapport dans une optique de durabilité des services.

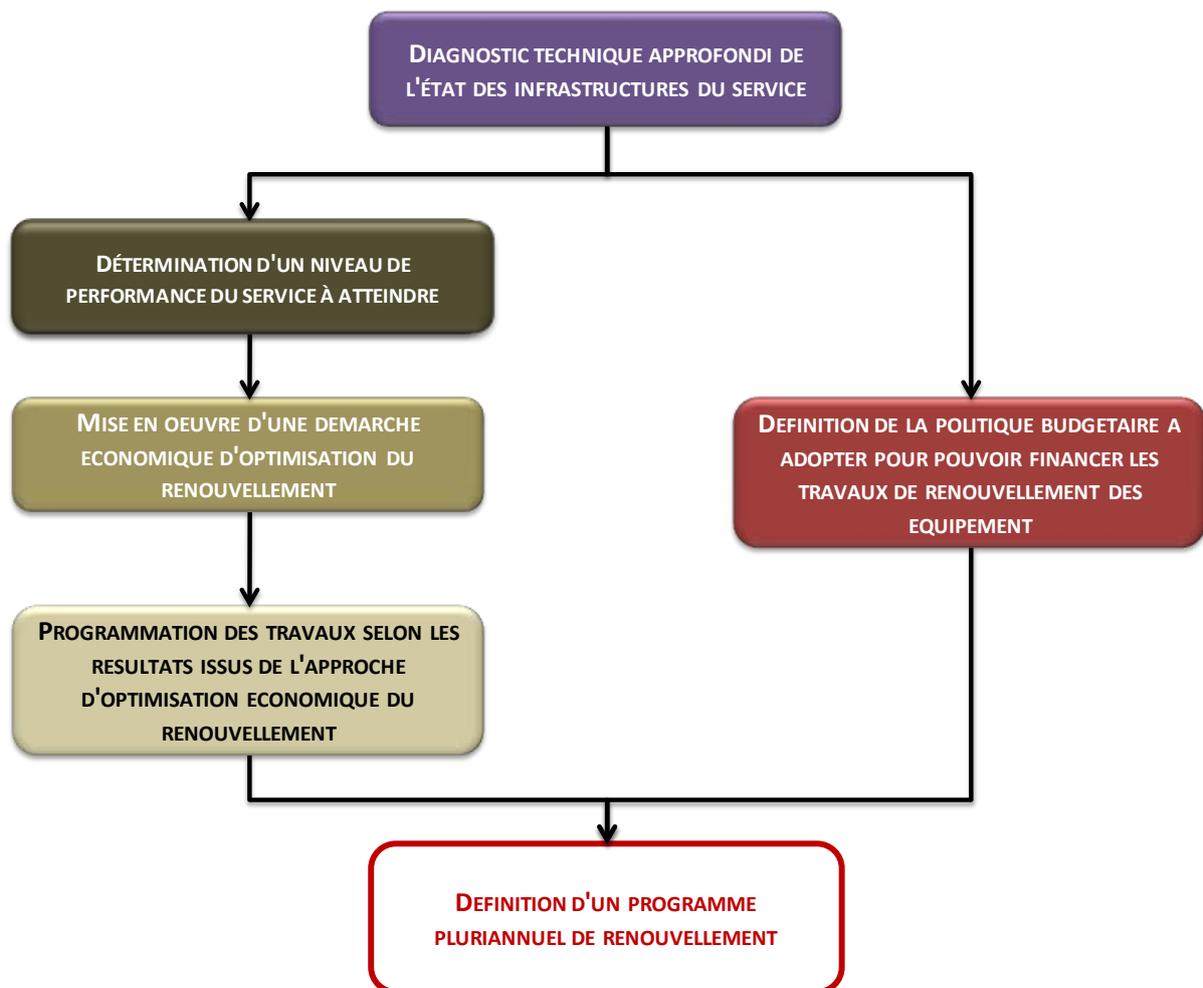
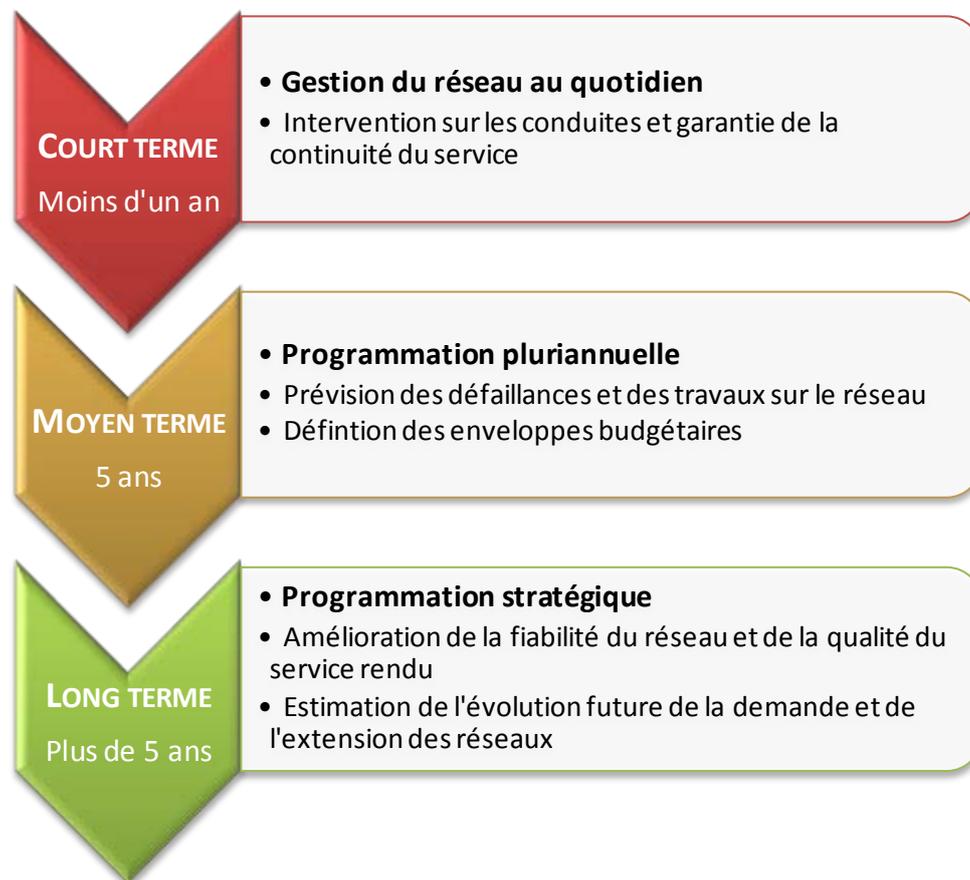


Figure 29. Démarche de gestion patrimoniale et durabilité des services d'eau

Mais au-delà de cette démarche, la politique de renouvellement des équipements d'un service d'eau est une démarche qui doit s'aborder sur plusieurs échelles de temps. La figure suivante résume les principaux enjeux selon l'horizon temporel envisagé.



**Figure 30. Gestion du renouvellement des équipements selon l'horizon temporel envisagé (Inspiré de Nafi, 2006)**

De nombreux ouvrages et outils informatiques sont aujourd'hui disponibles pour permettre une optimisation du renouvellement des équipements en fonction des contraintes budgétaires des collectivités. Il semble intéressant de citer les travaux notamment de :

- E. Renaud et C. Wery qui ont réalisé une note sur l'ensemble des outils de gestion patrimoniale existants aujourd'hui. Leur rapport est disponible à l'adresse suivante : <http://sinfotech.cemagref.fr/asp/index.asp> et s'intitule « Les outils de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable ».
- E. Renaud intitulé « PRECONISATIONS POUR LA COLLECTE ET LA GESTION DES DONNEES TECHNIQUES NECESSAIRES A LA GESTION PATRIMONIALE DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ». Ce rapport, édité par le CEMAGREF, est disponible en libre téléchargement sur internet.

- Etude réalisée par l'Office International de l'Eau pour le compte du Syndicat Professionnel des Entreprises de Services d'Eau et d'Assainissement (SPDE), intitulée « La gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable : enjeux et recommandations »

Il semble cependant important de conclure ce rapport en précisant que si la gestion patrimoniale reste un des aspects majeurs de la durabilité des services d'eau et d'assainissement tant ces impacts sont importants sur le fonctionnement des services eux-mêmes, elle n'est pas le seul. D'autres éléments sont également à intégrer dans notre réflexion pour définir une évaluation plus pertinente de la durabilité des services. Parmi ces composantes, il semble opportun de souligner les modalités de gouvernance des services, les choix de politiques tarifaires, la mise en place d'aides aux plus démunis, la réduction des impacts environnementaux...

L'intégration de l'ensemble de ces composantes pour une évaluation de la durabilité d'un service n'est cependant pas chose aisée. Il convient donc de replacer cette problématique de gestion du renouvellement des équipements des services d'eau dans un contexte plus large, afin d'évaluer de façon toujours plus pertinente la durabilité des services d'eau et d'assainissement.



## BIBLIOGRAPHIE

---

BARUCQ C., AIT-KACI A., ENRICH J.-J. *Les services publics d'eau et d'assainissement en France : Données économiques, sociales et environnementales*. [en ligne]. 4<sup>ème</sup> Ed., Paris : BIPE/FP2E, 2010. Disponible sur : [http://www.fp2e.org/les-publications-de-la-fp2e\\_fr\\_05.html](http://www.fp2e.org/les-publications-de-la-fp2e_fr_05.html) (consulté le 10 août 2010)

BERLAND JM., JUERY C. *Note de synthèse – inventaire et scénario de renouvellement du patrimoine d'infrastructures des services publics d'eau et d'assainissement* [en ligne]. Paris : Etude conduite par l'OIEAU pour le compte du MEDD/D4E, 2003, 4 p. Disponible sur : [www.economie.eaufrance.fr](http://www.economie.eaufrance.fr)

BIPE, AMF et Les entreprises de l'eau. *L'économie des services publics de l'eau et de l'assainissement*. [en ligne]. Paris : Etude AMF, BIPE et FP2E, 2008. Disponible sur : [http://www.fp2e.org/les-publications-de-la-fp2e\\_fr\\_05.html](http://www.fp2e.org/les-publications-de-la-fp2e_fr_05.html) (consulté le 10 août 2010)

CARBONNIER C. *Biens publics et externalités* [en ligne]. Université de Cergy-Pontoise : Notes de cours du Master Sciences de l'environnement - milieux urbains et industriels, 2010, 10 p. Disponible sur : <http://www.jourdan.ens.fr/~carbonnier/>

CANNEVA G., LEJARS C. *Analyse de la durabilité des services d'eau et d'assainissement – Cas de la ville de Gignac*. Montpellier (France) : Etude d'ingénierie des Ingénieurs-élèves du GREF pour Gignac Energie, 2009, 32p.

COLON M., MATTERSODORF G., PAVAGEAU C. *La place de l'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques dans les processus de décision*. [en ligne]. IDDRI et AgroParisTech, 2009, 68 p. Disponible sur : [www.iddri.org](http://www.iddri.org)

ELNABOULSI J., ALEXANDRE O. *Le renouvellement des réseaux urbains d'eau potable : une approche économique d'optimisation*. Ingénieries - E A T [en ligne]. 1998, n°15, p.3-17. Disponible sur : <http://hal.archives-ouvertes.fr> (consulté le 10 juillet 2010)

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Asset Management: A Handbook for Small Water Systems One of the Simple Tools for Effective Performance (STEP)*. USA: EPA /816/R-03/016, 2003.

FAUQUERT G. *Le renouvellement des infrastructures des services d'eau et d'assainissement : pratique et problématique*. [en ligne]. Paris : Flux 2005/2-3, n°60/61, 2005, p.83-95. Disponible sur : [www.cairn.info](http://www.cairn.info) (consulté le 25 juin 2010)

FAUQUERT G. *Les déterminants du prix des services d'eau potable en délégation - Contribution à la régulation locale des services publics de l'eau potable*. [en ligne]. Doctorat Sciences de l'eau - option Gestion, ENGREF - Laboratoire de Gestion de l'Eau et de l'Assainissement, ENGREF 07ENGR0002, 2007, 396 p. Disponible sur : <http://pastel.paristech.org> (consulté le 20 juillet 2010)

G2C. *SIROCO – L'aide à la décision pour le renouvellement des réseaux d'eau», Plaquette Commerciale*. [en ligne]. 2009, 2 p. Disponible sur : <http://www.g2c.fr>

GUERIN-SCHNEIDER L., ROYERE V., PREVOST G. *Principes d'analyse financière des services d'eau et d'assainissement (M49)*, Paris : ENGREF-FNDAE, 2001, 99 p.

GUERIN SCHNEIDER L. *Introduire la mesure de performance dans la régulation des services d'eau et d'assainissement en France. Instrumentation et organisation*. [en ligne]. Doctorat Gestion - Science de l'eau, ENGREF, 2001, 390 p. Disponible sur : <http://pastel.paristech.org> (consulté le 20 juillet 2010)

LAUNAY J. Rapport d'information sur la gestion de l'eau sur le territoire au nom de la Délégation à l'Aménagement et au Développement Durable du Territoire. **[en ligne]**. Paris : Documents d'information de l'Assemblée Nationale, n° 1170, 2003. Disponible sur : <http://www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/rap-info/i1170.pdf> (consulté le 20 août 2010)

LEJARS C., CANNEVA G. Durabilité des services d'eau et d'assainissement : méthode d'évaluation, étude de cas et perspectives pour le changement d'échelle **In** Deuxième dialogue euro-méditerranéen de management public, 9 et 10 octobre 2009, Portoroz, Slovénie. **[en ligne]**. Disponible sur : <http://eau3e.hypotheses.org>

MARTIN-LAGARDETTE J-L. L'eau potable et l'assainissement : le cadre juridique, les acteurs, la qualité de l'eau potable, l'assainissement, la protection des milieux, outils et modes de gestion, la démocratie de l'eau, le prix de l'eau. Paris : Editions Johanet, 2004, 155 p.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE. *Le financement du renouvellement des réseaux d'adduction d'eau potable*. **[en ligne]**. FNDAE – Documentation technique, n°15, 1993, 41p. Disponible sur : [www.fndae.fr](http://www.fndae.fr)

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE. *Le renouvellement des réseaux d'eau potable* **[en ligne]**. FNDAE - Documentation technique Hors-série, n°10, 1994. Disponible sur : [www.fndae.fr](http://www.fndae.fr)

MINISTERE DU BUDGET, DES COMPTES PUBLICS ET DE LA FONCTION PUBLIQUE. *Mémento financier et fiscal du Maire* **[en ligne]**. Paris : Direction Générale des Finances Publiques, 2008, 68 p. Disponible sur : [http://www.colloc.bercy.gouv.fr/colo\\_otherfiles\\_gest\\_loca/docs\\_divers/memento.pdf](http://www.colloc.bercy.gouv.fr/colo_otherfiles_gest_loca/docs_divers/memento.pdf)

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, Décret n°2007-675 du 2 mai 2007 pris pour l'application de l'article L. 2224-5 et modifiant les annexes V et VI du code général des collectivités territoriales

MORICE E. *Quelques modèles mathématiques de durée de vie*. **[en ligne]**. Revue de statistique appliquée, 1966, tome 14, n°2, p.45-126. Disponible sur : [http://www.numdam.org/item?id=RSA\\_1966\\_\\_14\\_2\\_99\\_0](http://www.numdam.org/item?id=RSA_1966__14_2_99_0)

NAFI S. *La programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux d'eau potable* **[en ligne]**. Thèse en Sciences de Gestion, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 2006, 232 p. Disponible sur : [www.eprints-scd-ulp.u-strasbg.fr:8080/727/01/NAFI2006.pdf](http://www.eprints-scd-ulp.u-strasbg.fr:8080/727/01/NAFI2006.pdf)

NICOLAZO J-L. Les Agences de l'eau : Quarante ans de politique de l'eau. Paris : Editions Johanet, 2007, 376 p.

OIEAU – Eau dans la Ville. *Eau dans la Ville* **[en ligne]**. Disponible sur : <http://www.eaudanslaville.fr> (consulté le 11 août 2010)

ONEMA – EauFrance. *Portail du Système d'Information sur l'Eau (SIE)* **[en ligne]**. Disponible sur : <http://www.eaufrance.fr> (consulté le 20 août 2010)

ONEMA – EauFrance. *Portail du Système d'Information sur l'Eau (SIE) – Services : Observatoire National des Services d'Eau et d'Assainissement* **[en ligne]**. Disponible sur : <http://www.services.eaufrance.fr> (consulté le 22 août 2010)

PEARSON L., MARLOW D., Whitten S. et al. *Externalities associated with urban Water Asset Management*. Australie: Water for a Healthy Country Flagship Report, 2009, 28 p.

PEZON C. *Intercommunalité et durabilité des services d'eau potable et d'assainissement – Etude de cas français, italiens et portugais*. **[en ligne]** ENGREF (Centre de Montpellier) et MEDD : Programme Politiques Territoriales et Développement Durable, 2006, 136 p. Disponible sur : [http://www.territoires-rdd.net/recherches/pezon/rapport\\_pezon.pdf](http://www.territoires-rdd.net/recherches/pezon/rapport_pezon.pdf) (consulté le 20 juin 2010)