



Cibler, mettre en ½uvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eaux : axe 4 Evaluer l'impact de la réglementation issue du Grenelle de l'environnement sur la préservation de la ressource : Estimation à l'échelle nationale de l'évolution de la conformité des services d'eau potable au rendement seuil

Alain Husson, Yves Le Gat, Eddy Renaud

► **To cite this version:**

Alain Husson, Yves Le Gat, Eddy Renaud. Cibler, mettre en ½uvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eaux : axe 4 Evaluer l'impact de la réglementation issue du Grenelle de l'environnement sur la préservation de la ressource : Estimation à l'échelle nationale de l'évolution de la conformité des services d'eau potable au rendement seuil. [Rapport de recherche] irstea. 2015, pp.42. hal-02605757

HAL Id: hal-02605757

<https://hal.inrae.fr/hal-02605757>

Submitted on 16 May 2020

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

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



Cibler, mettre en œuvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eaux

Axe 4 : Evaluer l'impact de la réglementation
issue du « Grenelle de l'environnement »
sur la préservation de la ressource

Estimation à l'échelle nationale de
l'évolution de la conformité des services
d'eau potable au rendement seuil

Alain HUSSON (Irstea)

Yves LE GAT (Irstea)

Eddy RENAUD (Irstea)

Rapport 2015

et

Contexte de programmation et de réalisation

La lutte contre les pertes d'eau potable dans les réseaux de distribution est un enjeu considérable sur les territoires qui connaissent des problèmes de ressources. La loi du 29 juin 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II) comporte des dispositions incitatives modulées en fonction des taux de pertes. L'évaluation de l'impact des pertes en eau sur les ressources et des enjeux de leur réduction est nécessaire pour conduire et évaluer les actions visant à leur réduction. L'étude a une durée de 3 ans de 2013 à 2015.

Les auteurs

Alain HUSSON (1)
Ingénieur
alain.husson@irstea.fr

Yves LEGAT (1)
Ingénieur
yves.legat@irstea.fr

Eddy RENAUD (1)
Ingénieur
eddy.renaud@irstea.fr

(1) Irstea - Groupement de Bordeaux
50 avenue de Verdun, Gazinet 33612 CESTAS Cedex

Les correspondants

Onema

Bénédicte AUGÉARD, Direction de l'Action Scientifique et Technique, benedicte.augeard@onema.fr
Eric BREJOUX, Direction de la Connaissance et de l'Information sur l'Eau, eric.brejoux@onema.fr

Irstea

Eddy RENAUD, eddy.renaud@irstea.fr
Cathy WEREY, caty.werey@engees.unistra.fr
Lætitia GUÉRIN-SCHNEIDER, laetitia.guerin-schneider@irstea.fr

Autres contributeurs

Mariana MEDEIROS BATISTA (1)
Ingénieure stagiaire

Droits d'usage :	Accès libre
Couverture géographique :	France
Niveau géographique :	National
Niveau de lecture :	Elus, professionnels, experts
Nature de la ressource :	Rapport final

SOMMAIRE

LISTE DE SIGLES	4
1 Introduction.....	5
1.1 Cadre général de l'étude	5
1.2 Objectifs et contenu de l'étude.....	5
2 Rappel du contexte	6
2.1 Le rapport sur le prix et la qualité du service	6
2.2 L'engagement sur le rendement du réseau	6
3 Etude des données du département de la Charente (16).....	7
3.1 Echantillon de données	7
3.2 Analyse des données	8
3.2.1 Sélection des services.....	8
3.2.2 Données manquantes	8
3.2.3 Changement de périmètre.....	8
3.2.4 Exportations et Importations	8
3.3 Exploitation des données	9
4 Etude des données SISPEA	10
4.1 Etude des données disponibles	10
4.2 Conformité des services.....	11
4.2.1 Analyse selon le mode de gestion	14
4.2.2 Analyse selon le type de collectivité.....	14
4.2.3 Etude des services « stables »	15
4.3 Etude statistique	16
4.3.1 Modélisation linéaire généralisée de la conformité	16
4.3.2 Variables disponibles	17
4.3.3 Modélisation de la conformité des services renseignés.....	20
4.3.4 Modélisation de tous les services	24
5 CONCLUSIONS	30
6 BIBLIOGRAPHIE.....	32
ANNEXES	34
ANNEXE I.....	35
ANNEXE II.....	37
ANNEXE III.....	40

LISTE DE SIGLES

AE : Agence de l'Eau

AEAG : Agence de l'Eau Adour Garonne

AEAP : Agence de l'Eau Artois Picardie

AELB : Agence de l'Eau Loire Bretagne

AEOM : Agences de l'Eau Outre-Mer

AERM : Agence de l'Eau Rhin Meuse

AERMC : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

AESN : Agence de l'Eau Seine Normandie

AEP : Alimentation en Eau Potable

CGCT : Code Général des Collectivités Territoriales

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

DDT : Direction Départementale des Territoires

EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale

GLM : Generalized Linear Model

GSP : Gestion de Services Publics

ILC : Indice Linéaire de Consommation

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

RPQS : Rapport sur le Prix et la Qualité du Service

SIAEP : Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau potable

SISPEA : Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement

SMAEPA : Syndicat Mixte Alimentation Eau Potable et Assainissement

VCA : Volume Consommé Autorisé

VCC : Volume Consommé Comptabilisé

VCNC : Volume Consommé Non Comptabilisé

ZRE : Zone de Répartition des Eaux

1 Introduction

1.1 Cadre général de l'étude

L'action de recherche « Cibler, mettre en œuvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eau » a démarré en 2012 sur un financement du ministère de l'Ecologie sous le nom d'action n° 42. Cette action se poursuit de 2013 à 2015 par l'action 7 de la convention ONEMA-Irstea.

Les pertes dans les réseaux constituent une part importante des volumes d'eau prélevés dans le milieu naturel pour satisfaire les besoins en eau potable (souvent de 20 à 30 %). La limitation de cette proportion fait partie des objectifs des services d'Alimentation en Eau Potable (AEP) pour des raisons multiples : éviter des coûts, être en mesure de satisfaire la demande des usagers, éviter la création de nouvelles installations de production, etc.

L'enjeu de préservation ou de partage de la ressource en eau dépasse l'échelle du service ; c'est pourquoi, depuis de nombreuses années, les Agences de l'Eau encouragent et incitent les services des eaux à lutter contre les pertes. Cette préoccupation est aujourd'hui prise en compte à l'échelon national. En effet, l'article 161 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II) prévoit, entre autres, les dispositions suivantes :

- « ... Lorsque le taux de pertes en eau du réseau s'avère supérieur à un taux fixé par décret selon les caractéristiques du service et de la ressource, les services publics de distribution d'eau établissent, avant la fin du second exercice suivant l'exercice pour lequel le dépassement a été constaté, un plan d'actions comprenant, s'il y a lieu, un projet de programme pluriannuel de travaux d'amélioration du réseau... » ;
- « ... Le taux de la redevance pour l'usage "alimentation en eau potable" [...] est multiplié par deux lorsque le descriptif ou le plan d'actions visé à l'article L. 2224-7-1 du code général des collectivités territoriales n'a pas été établi dans les délais prescrits... ».

On notera que :

- Afin d'adapter les objectifs au contexte, il est prévu de moduler le taux de pertes en fonction des caractéristiques du service et de la ressource ;
- Les pertes visées sont les pertes en distribution (donc à l'exclusion des pertes éventuelles à l'amont) et la sanction concerne les volumes prélevés (doublement de la redevance « prélèvement »).

La nécessaire modulation de l'objectif de préservation de la ressource en eau en fonction du contexte local soulève plusieurs questions qui ont été regroupées en quatre axes de recherche :

- | | |
|-------|--|
| Axe 1 | La variabilité de l'impact des pertes sur la ressource ; |
| Axe 2 | Les disparités du potentiel de réduction des prélèvements ; |
| Axe 3 | Le partage des rôles entre les acteurs concourant au service d'eau potable ; |
| Axe 4 | L'évaluation de l'impact sur la ressource de la politique mise en place. |

Le présent rapport concerne les questionnements relatifs au dernier point.

1.2 Objectifs et contenu de l'étude

Les travaux menés dans le cadre de l'axe 4 visent à développer une méthode pour évaluer, à l'échelle nationale, l'impact de la réglementation « Grenelle de l'environnement » sur la préservation des ressources en eau. L'approche mise en œuvre vise trois objectifs :

- Analyser les données disponibles : Le Système d'Information sur les Services Publics d'Eau et d'Assainissement (SISPEA) est l'une des principales sources d'informations sur les services d'AEP. Il s'agit d'étudier cette base de données, la nature et la quantité d'informations disponibles, et la faisabilité d'une analyse des volumes basée sur ces informations.

- Etablir une typologie des services en lien avec leurs niveaux de pertes : Une typologie fondée sur les caractéristiques des services disponibles dans la base est à rechercher dans l'objectif d'identifier des points communs entre les services ayant un niveau de pertes équivalent et/ou se positionnant de manière identique vis-à-vis du seuil de performance réglementaire, tels que la densité d'abonnés, la taille, le mode d'exploitation, etc.
- Définir des indicateurs pour évaluer l'évolution des prélèvements et des pertes : En fonction des contraintes liées aux données disponibles, un travail doit être mené pour définir une méthodologie et des indicateurs permettant d'évaluer l'effet de la réglementation (attendu/constaté), en lien avec la typologie des services.

Après un rappel du contexte (chapitre 2), l'étude exploratoire des données du département de la Charente est présentée au chapitre 3. Ensuite, une analyse à l'échelle nationale fondée sur la base de données SISPEA est exposée au chapitre 4.

2 Rappel du contexte

2.1 Le rapport sur le prix et la qualité du service

La loi n° 95-101 du 2 février 1995, dite loi Barnier, relative au renforcement de la protection de l'environnement a initialement défini le Rapport sur le Prix et la Qualité des Services publics de l'eau potable et de l'assainissement (RPQS). Ce rapport doit être produit annuellement par chaque collectivité gérant un service d'eau et d'assainissement afin de fournir aux usagers des détails sur les services fournis et de présenter les résultats de l'exercice qui se termine.

En complément de cette loi de 1995, le décret n° 2007-675 du 2 mai 2007 a introduit un jeu de 29 indicateurs de performance permettant de décrire plus en détail les caractéristiques des services d'eau et d'assainissement.

Le RPQS d'un système d'approvisionnement en eau potable ou d'assainissement collectif aborde les cinq thèmes suivant :

- Caractérisation technique du service ;
- Tarification de l'eau et recette du service ;
- Indicateur de performance ;
- Financement des investissements ;
- Action de solidarité et de coopération décentralisée.

Ces données sont accessibles au grand public au moyen d'une base de données mise en place par l'ONEMA en 2009 : le Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement (SISPEA). Cette base est alimentée par les collectivités qui fournissent les informations concernant leur réseau à l'ONEMA, elle peut être consultée sur le site internet Services EauFrance.

2.2 L'engagement sur le rendement du réseau

Parmi les indicateurs de performance caractérisant les services d'eau potable, on trouve le « rendement du réseau de distribution ». Cet indicateur est décrit dans l'arrêté du 2 mai 2007 :

« Le rendement du réseau est obtenu en faisant le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres services publics d'eau potable et, d'autre part, le volume produit augmenté des volumes achetés à d'autres services publics d'eau potable. Le volume consommateurs sans comptage et le volume de service du réseau sont ajoutés au volume comptabilisé pour calculer le volume consommé autorisé. Le rendement est exprimé en pourcentage. »

Le rendement d'un service d'eau potable se calcule donc selon la formule suivante :

$$R = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{V_{prod} + V_a}$$

Avec :

V_{cc} , volumes consommés comptabilisés (m³) V_{cnc} , volumes consommés non comptabilisés (m³) V_{prod} , volumes produits (m³)

V_v , volumes vendus (m³) V_a , volume acheté (m³)

Le 27 janvier 2012 a été publié le décret 2012-97 relatif à la définition d'un descriptif détaillé des réseaux et d'un plan d'actions pour la réduction des pertes d'eau (Journal Officiel 2012). Ce décret incite les collectivités organisatrices des réseaux d'eau potable à fournir un descriptif détaillé du réseau d'eau potable et à limiter les pertes dans les réseaux de distribution. Le rendement du réseau a été choisi comme critère d'analyse de la performance du service en matière de pertes en eau. Un seuil a été défini en fonction de la valeur de l'Indice Linéaire de Consommation (*ILC*) et de l'existence de prélèvements d'eau au sein des Zones de Répartition des Eaux (ZRE) dépassant 2 000 000 de m³ par an. Les services dont le rendement est en deçà du seuil sont astreints à mettre en œuvre un plan d'actions de réduction des pertes sous peine de pénalités.

Le rendement seuil R_s est le minimum des deux valeurs R_1 et R_2 définies comme suit :

- $R_1 = 85 \%$
- $R_2 = R_0 + 0.2 \times ILC \quad (\%)$
- Le terme fixe R_0 est égal à 70 lorsque le service prélève plus de 2 000 000 m³ en ZRE et à 65 dans le cas contraire.

$$ILC = \frac{V_{cc} + V_{cnc} + V_v}{365 \times L} \quad , L \text{ étant le linéaire du réseau hors branchements (km).}$$

3 Etude des données du département de la Charente (16)

3.1 Echantillon de données

Afin d'aborder la question de l'impact de l'existence d'objectifs de rendement sur l'évolution des performances à une échelle réduite, la base de données Gestion de Services Publics (GSP) de la Charente fournie par la DDT 16 a été étudiée. En effet, dans ce département, de nombreux contrats de délégation comportent des engagements sur le rendement. Cette base de données très complète a permis d'étudier des données allant de 1998 à 2011 (Medeiros Batista, 2013) (Iristea, 2013).

La base étudiée est constituée de deux types d'informations :

- Les données relatives à l'organisation du service, dites organisationnelles :

- o Type de collectivité : commune ou EPCI
- o Mode de gestion : directe ou déléguée
- o Prestataire
- o Date de début du contrat
- Les données techniques :
 - o Volume consommé autorisé
 - o Volumes exportés, importés, produits et distribués
 - o Linéaire de réseau hors branchements
 - o Volumes consommés non comptabilisés et volumes de service
 - o Nombre total de branchements
 - o Nombre total d'abonnés
 - o Rendement primaire
 - o Indice des volumes non comptés.

3.2 Analyse des données

3.2.1 Sélection des services

Seuls les services pour lesquels les données nécessaires au calcul du rendement primaire étaient renseignées ont été sélectionnés pour la suite de l'analyse.

3.2.2 Données manquantes

Certaines données sont régulièrement non renseignées. Par exemple les volumes consommés non comptabilisés et les volumes de service manquent pour plusieurs années (données non obligatoire avant la publication de l'arrêté du 2 mai 2007). Dans le cas de données manquantes, la valeur a été considérée inconnue jusqu'en 2007 et égale à 0 à partir de 2007.

3.2.3 Changement de périmètre

Le périmètre des services n'est pas immuable et l'historique des données montre des changements du nombre de services. En effet, les collectivités peuvent se regrouper pour mutualiser leurs services, ce qui amène à des disparitions, des créations et des modifications du périmètre des services.

Certaines données des services avant leur fusion peuvent être additionnées ; il est ainsi possible de reconstituer un historique de données pour le service ayant un nouveau périmètre.

3.2.4 Exportations et Importations

La fusion de deux collectivités qui échangeaient de l'eau pose un problème dans la mesure où les volumes importés et exportés sur le nouveau périmètre ne sont pas égaux à la somme de ceux constatés sur les périmètres initiaux. Il n'est alors pas possible de reconstituer de façon fiable l'historique du rendement puisque celui-ci prend en compte les exports au numérateur et les imports au dénominateur. En revanche ce problème ne se pose pas avec le rendement primaire puisque cet indicateur prend en compte la balance des volumes importés et exportés au dénominateur.

$$R_{\text{primaire}} = \frac{V_{cc}}{V_{\text{prod}} + V_a - V_v}$$

Il a donc été choisi d'utiliser cet indicateur.

3.3 Exploitation des données

Dans de nombreux cas, les contrats de délégation des services de Charente comportent un engagement sur le rendement primaire. Parmi les 31 services présentant suffisamment de données pour l'étude, 25 ont un engagement sur au moins une partie de la période étudiée. La Figure 1 représente l'évolution du rendement primaire moyen de l'ensemble des services, des services avec engagement et des services sans engagement.

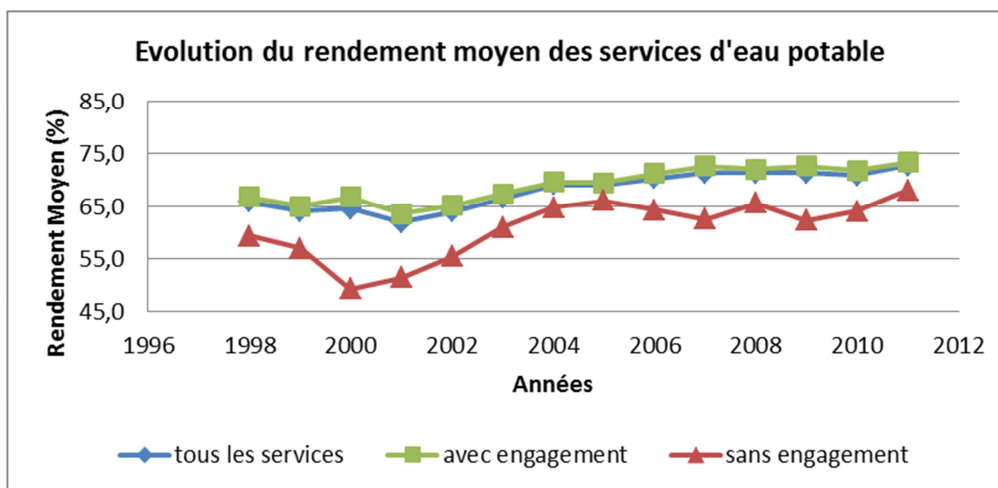


Figure 1 : Evolution du rendement primaire des services avec ou sans engagement

On constate en moyenne de meilleurs résultats pour les services avec engagement que pour les services sans. Cependant, l'étude détaillée des services qui se sont engagés sur leur performance montre qu'il n'y a pas nécessairement un impact visible de l'engagement sur l'amélioration de la performance, au moins dans les premières années. Il apparaît cependant que les services avec engagement, à l'inverse de ceux qui n'en ont pas, ont tendance à stabiliser leur performance (Figure 2).

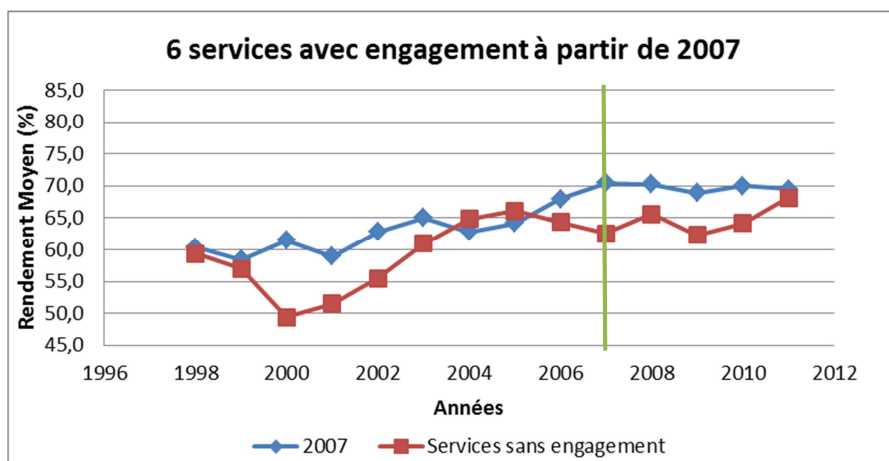


Figure 2 Evolution du rendement moyen de six services avec engagement à partir de 2007

4 Etude des données SISPEA

4.1 Etude des données disponibles

Les bases de données SISPEA des années 2009, 2010, 2011 et 2012 ont été étudiées sur la base d'une extraction réalisée en février 2015 à partir du portail Eaufrance, qui est le point d'accès aux données publiques relatives à l'eau et aux milieux aquatiques (<http://www.services.eaufrance.fr/base/telechargement>).

Les services réalisant de la distribution d'eau potable ont été sélectionnés et regroupés dans un sous ensemble nommé « Services de distribution ». Parmi les variables et indicateurs du RPQS, (voir ANNEXE I), ceux utiles à l'étude pour lesquelles un nombre suffisant de données étaient disponibles ont été sélectionnés :

- P.104.3 – Rendement du réseau de distribution (%) ;
- VP.056 – Nombre d'abonnés (ab) ;
- VP.077 – Linéaire de réseau hors branchements (km) ;
- VP.226 – Rendement seuil par défaut (%) ;
- VP.227 – Rendement seuil en ZRE (%) ;
- VP.232 – Volumes consommés comptabilisés (m³) ;
- VP.233 – Volume consommé autorisé + volume exporté (m³) ;
- VP.234 – Volume produit + volume importé (m³).

Les services ayant fourni les informations concernant ces variables ont été conservés dans le sous-ensemble « Services renseignés ». Certaines données visiblement erronées ont pu être identifiées ; les services correspondant n'ont pas été retenus.

Les services qui sont renseignés les quatre années (2009, 2010, 2011 et 2012) ont été identifiés, ils constituent un groupe nommé « Services stables ».

Les différentes phases de sélection des services sont présentées sur la Figure 3 :

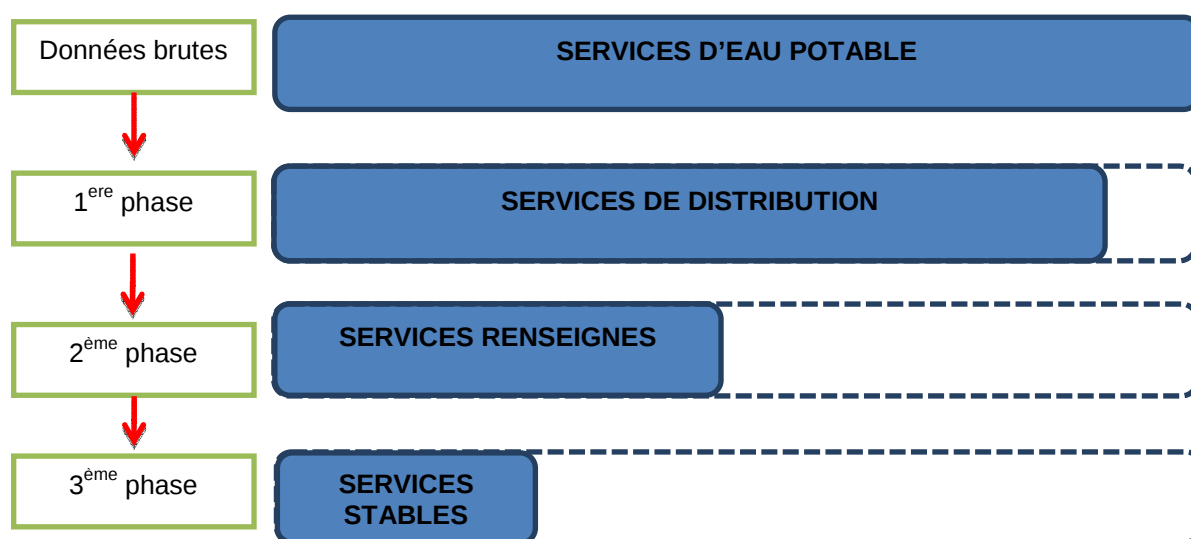


Figure 3 : Etapes du travail sur la base SISPEA

Pour chaque phase, le Tableau 1 présente le nombre de services concernés :

Tableau 1 : Nombre de services par an et par catégorie

Echantillons	2009		2010		2011		2012	
Services d'eau potable	13 966	100 %	14 939	100 %	13 852	100 %	13 774	100 %
« Services de distribution »	13 586	97 %	13 444	96 %	13 456	97 %	13 361	97 %
« Services renseignés »	3 146	23 %	3 623	26 %	3 824	28 %	3 853	28 %
« Services stables »	1 447	10 %	1 447	10 %	1 447	10 %	1 447	11 %

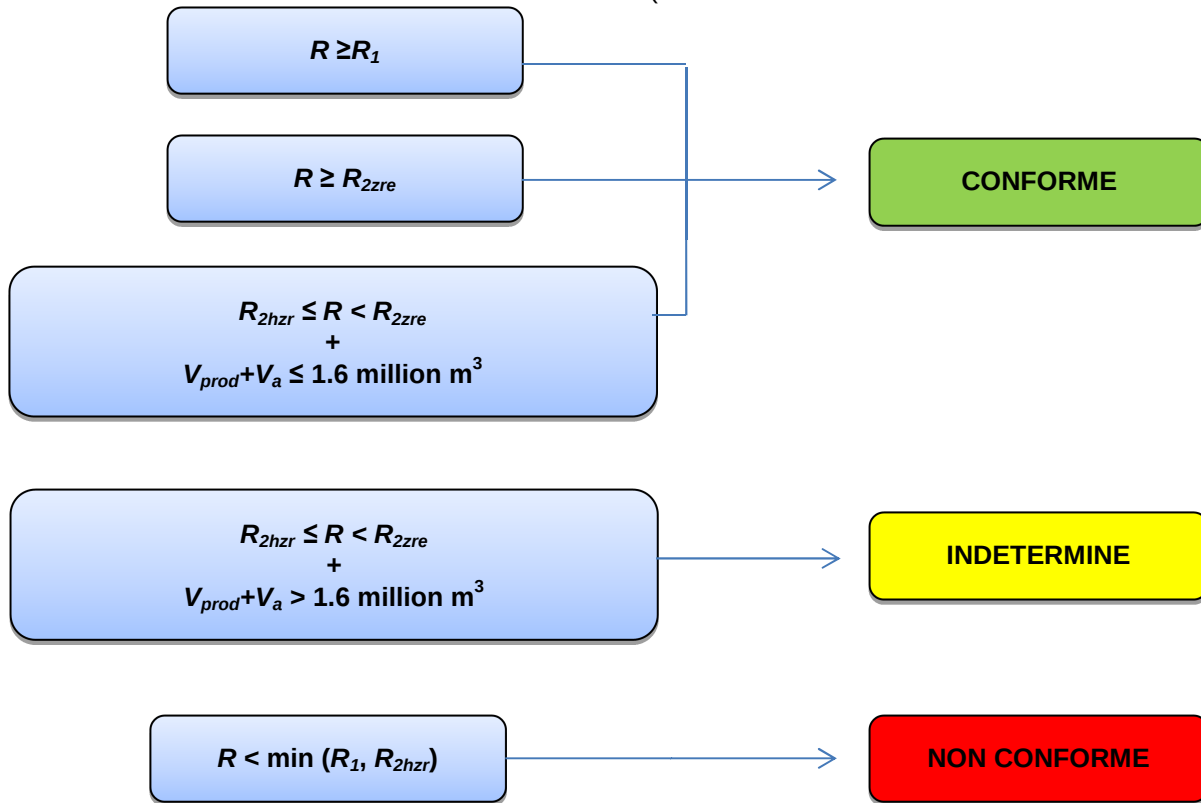
On remarque que le nombre de services renseignés progresse de 2009 à 2011 puis se stabilise (28 % de l'ensemble des services). Seuls 1 447 services (10 %), ont renseigné SISPEA chacune des quatre années.

La proportion de services renseignés (de 23 à 28 %) est faible et, de plus, comme l'indique la très faible proportion de services stables (10 %), la variabilité de l'échantillon concerné est très importante. Face à ce constat, il paraît hasardeux d'espérer, à partir de ces informations, obtenir des estimations correctes des volumes perdus à l'échelle nationale, notamment en raison des fortes variations interannuelles des volumes d'eau mis en œuvre au sein des services d'AEP. Pour évaluer les effets de la réglementation à l'échelle nationale, il a donc été décidé de s'intéresser à un indicateur *a priori* plus stable : la conformité des services au seuil de rendement réglementaire.

4.2 Conformité des services

A partir du rendement et du seuil réglementaire calculés pour chacun d'eux, les services renseignés ont été classés en 3 catégories : « Service non conforme » (NC), « Service conforme » (C) et « Service indéterminé » (I). L'indétermination de la conformité découle de l'absence d'information sur les ZRE au sein de la base de données.

Les critères de classification sont détaillés ci-dessous (



Où :

- R_{2hzt} : R_2 hors ZRE (%)
- R_{2zre} : R_2 en ZRE (%)

Figure 4).

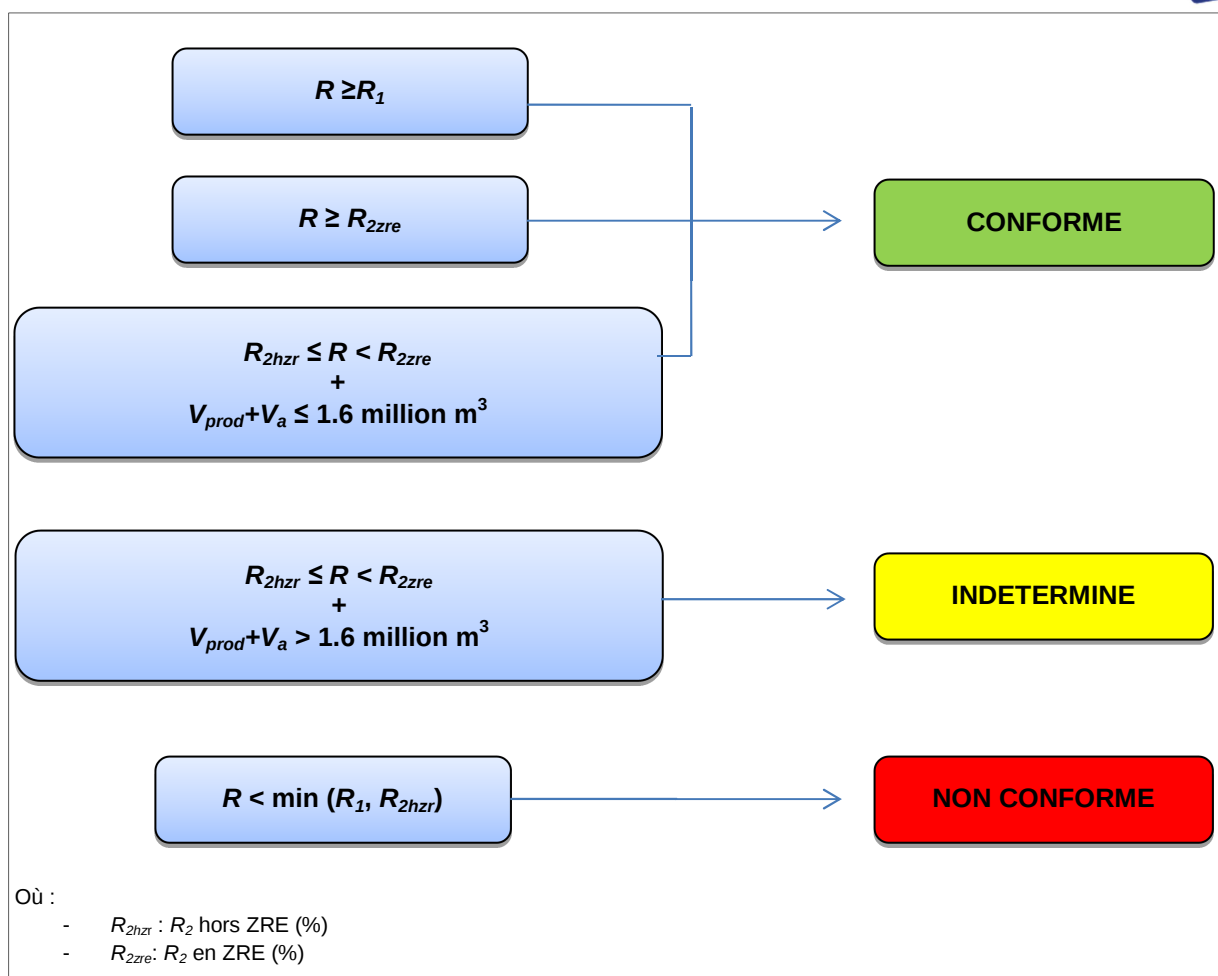


Figure 4 : Critères de conformité du rendement

Sur les quatre années étudiées, le pourcentage de services conformes parmi les services renseignés est présenté dans le Tableau 2 :

Tableau 2 : Conformité des services renseignés

	2009		2010		2011		2012	
Services renseignés	3 146		3 623		3 824		3 853	
<i>Conformes</i>	2 331	74,1 %	2 727	75,3 %	2 969	77,6 %	3 023	78,5 %
<i>Non conformes</i>	765	24,3 %	848	23,4 %	811	21,2 %	786	20,4 %
<i>Indéterminés</i>	50	1,6 %	48	1,3 %	44	1,2 %	44	1,1 %

Le pourcentage de services conformes est en augmentation ; il faut cependant rester prudent dans l'interprétation de ce résultat. En effet, l'échantillon de services étudiés varie d'une année à l'autre, seul 10 % de la population des services renseignés est stable sur la totalité des quatre années. Il n'est donc pas possible de tirer des conclusions à ce niveau de l'étude. Cette question est analysée plus en détail par la suite.

4.2.1 Analyse selon le mode de gestion

Les services d'eau potable sont en gestion directe lorsque la collectivité gère elle-même le service et ils sont en gestion déléguée lorsque le service est confié par contrat de délégation à une entreprise privée ou une société d'économie mixte. Le Tableau 3 et le Tableau 4 ci-dessous montrent que la proportion de services renseignés est plus faible pour les services de distribution en gestion directe que pour ceux en gestion déléguée, et ce pour les 4 années étudiées. Il est à noter cependant que cette proportion s'améliore d'année en année sur toute la période.

Tableau 3 : Répartition service par mode de gestion

	2009		2010		2011		2012	
Services distribution	13 586		13 444		13 456		13 361	
<i>Gestion Déléguée</i>	4 318	31,8 %	4 297	32,0 %	4 253	31,6 %	4 174	31,2 %
<i>Gestion Directe</i>	9 169	67,5 %	9 037	67,2 %	9 039	67,2 %	8 982	67,2 %
<i>Données absentes</i>	99	0,7 %	110	0,8 %	164	1,2 %	205	1,5 %
Services Renseignés	3 146		3 623		3 824		3 853	
<i>Gestion Déléguée</i>	2 017	64,1 %	1 997	55,1 %	1 933	50,5 %	1 884	48,9 %
<i>Gestion Directe</i>	1 122	35,7 %	1 609	44,4 %	1 881	49,2 %	1 957	50,8 %
<i>Données absentes</i>	7	0,2 %	17	0,5 %	10	0,3 %	12	0,3 %

On constate également que le pourcentage de services conformes est plus élevé parmi les services en gestion déléguée (entre 82 et 87 %) que parmi les services en gestion directe (de 65 à 73 %) et qu'il s'améliore chaque année pour les deux modes de gestion (Tableau 4).

Tableau 4 : Pourcentage de services renseignés et conformes selon le type de gestion

Pourcentage de services renseignés				
Mode de gestion	2009	2010	2011	2012
<i>Gestion Déléguée</i>	47 %	46 %	45 %	45 %
<i>Gestion Directe</i>	12 %	18 %	21 %	22 %
Pourcentage de services conformes				
<i>Gestion Déléguée</i>	82 %	85 %	86 %	87 %
<i>Gestion Directe</i>	65 %	66 %	71 %	73 %

4.2.2 Analyse selon le type de collectivité

Les services d'AEP peuvent être organisés par les communes mais ces dernières ont la possibilité de transférer cette compétence à des Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI). La plupart des services étudiés sont organisés en commune (Tableau 5) mais on constate que, malgré la progression constante du nombre de communes renseignées, les EPCI sont, en proportion, davantage renseignés (Tableau 6). De même, les EPCI présentent un pourcentage de services conformes plus élevé que les communes (de 80 à 85 % comparé à 72 à 75 %) (Tableau 6).

Tableau 5 : Répartition des services par type de collectivité

	2009		2010		2011		2012	
Services distribution	13 586		13 444		13 456		13 361	
<i>EPCI</i>	3 616	26,6 %	3 603	26,8 %	3 642	27,1 %	3 619	27,1 %
<i>Commune</i>	9 970	73,4 %	9 841	73,2 %	9 814	72,9 %	9 742	72,9 %
Services Renseignés	3 146		3 623		3 824		3 853	
<i>EPCI</i>	1 488	47,3 %	1 633	45,1 %	1 732	45,3 %	1 684	43,7 %
<i>Commune</i>	1 658	52,7 %	1 990	54,9 %	2 092	54,7 %	2 169	56,3 %

Le pourcentage de services conformes s'améliore chaque année pour les deux types de collectivités (Tableau 6).

Tableau 6 : Pourcentage de services renseignés et conformes selon le type de collectivité

Pourcentage de services renseignés				
Type de collectivité	2009	2010	2011	2012
<i>EPCI</i>	41 %	45 %	48 %	47 %
<i>Commune</i>	17 %	20 %	21 %	22 %
Pourcentage de services conformes				
<i>EPCI</i>	80 %	81 %	83 %	85 %
<i>Commune</i>	72 %	73 %	75 %	76 %

4.2.3 Etude des services « stables »

Afin d'étudier l'évolution du rendement sur un échantillon fixe, le groupe des 1 447 services renseignés sur les 4 années a été étudié. Les principaux indicateurs caractérisant ces services sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Analyse des 1 447 services stables

Nombre de services				
	2009	2010	2011	2012
<i>Non conforme</i>	308	288	243	242
<i>Conforme</i>	1 113	1 136	1 186	1 183
<i>Inconnu</i>	26	23	18	22
<i>Pourcentage de services conformes</i>	76,9 %	78,5 %	82,0 %	81,8 %
Indicateurs				
<i>Densité d'abonnés (ab/km)</i>	29,71	29,51	29,74	29,92
<i>ILC (m³/km)</i>	11,7	11,67	11,52	11,36
<i>Rendement moyen (%)</i>	75,9	76,8	77,8	77,6
Volumes				
<i>Volume perdu (m³/an)</i>	339 283 430	324 966 655	313 719 906	311 239 303
<i>Volume non compté (m³/an)</i>	374 937 150	363 441 980	347 691 262	348 082 923

On constate une augmentation du nombre de services conformes et une diminution des volumes perdus ou non comptés entre 2009 et 2011. Entre 2011 et 2012, la proportion de services conformes a légèrement diminué alors que sur l'ensemble des services renseignés, elle a continué sa progression (Tableau 2).

Les analyses qui précèdent montrent, d'une part, que la conformité des services est liée à certaines de leurs caractéristiques (mode de gestion, type de collectivité), et d'autre part, que les échantillons de services renseignés ne sont pas représentatifs de la proportion de ces caractéristiques à l'échelle nationale. Il en résulte qu'aucune extrapolation simple n'est légitime et qu'une analyse statistique plus approfondie des données doit être réalisée.

4.3 Etude statistique

Cette section de l'étude consiste à adopter une approche statistique afin d'identifier les variables pouvant avoir une relation avec la conformité des services, et tenter de définir un modèle faisant le lien entre conformité et un certain nombre de caractéristiques du réseau nommées covariables. Il convient d'insister ici sur le fait que l'approche statistique ne suppose pas un lien de causalité entre les covariables et la conformité.

La démarche sera réalisée en trois étapes :

- Définition d'un modèle sur la base de l'ensemble des variables des services renseignés ;
- Définition d'un modèle s'appuyant sur les variables communes à l'ensemble des services et calé sur les services renseignés, robustesse du modèle ;
- Extrapolation à l'ensemble des services pour évaluer leur conformité.

4.3.1 Modélisation linéaire généralisée de la conformité

Cette partie de l'analyse a pour but de modéliser le lien entre des variables significatives et la conformité des services. Dans notre cas d'étude, les variables explicatives peuvent être continues (volumes, linéaire, etc.) ou discrètes (mode de gestion, Agence de l'Eau, etc.). Un modèle linéaire généralisé, ou Generalized Linear Model (GLM) a donc été utilisé pour étudier la liaison entre la variable à expliquer Y (ici la conformité) et n variables explicatives $X=(1, X_1, \dots, X_n)$ pouvant être continues ou discrètes.

Quand la variable réponse Y suit une loi binomiale (n, p) où la probabilité d'un succès est p , et d'un échec est $1-p$, alors la fonction lien $g(\mu)$ à utiliser est appelée « *logit* ». Cette fonction est le logarithme du rapport des probabilités de succès et d'échec :

$$g(p) = \text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Ainsi, on a :

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = X^T \beta = \beta_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_n X_n$$

On remarque que l'on ne modélise pas comme dans une régression linéaire classique Y en fonction des X_n variables, mais le logarithme du rapport des probabilités où p est la probabilité d'être conforme et $(1-p)$ celle de ne pas l'être.

On peut alors écrire la relation entre la probabilité d'être conforme et les variables explicatives :

$$p = \frac{1}{1 + \exp(-(\beta_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_n X_n))}$$

Les modèles ont été testés avec le logiciel R, spécialisé dans le calcul et l'analyse statistique.

Le GLM est implémenté sous R par la fonction « *glm* ». Afin d'étudier l'influence des variables explicatives sur la conformité des services d'eau potable, il convient de spécifier :

- 1) la valeur observée « y » de la variable réponse Y (conformité / non-conformité) ;
- 2) les prédicteurs du modèle $(x_1, x_2, \dots, x_p)$, qui sont les variables explicatives comme le linéaire réseau, le nombre d'abonnés, le volume consommé comptabilisé, etc. ;
- 3) « *family* », la famille de distributions de la variable réponse ;
- 4) « *link* », la fonction lien à utiliser.

La fonction « *glm* » utilisée est la suivante :

modele01 = glm (y~ x₁ + x₂ +...+ x_p, family = binomial (link = « *logit* »))

4.3.2 Variables disponibles

4.3.2.1 Variables communes à tous les services

Les variables qui sont susceptibles d'influer sur la conformité et qui sont communes à tous les services de distribution sont essentiellement des variables qualitatives :

- Type de collectivité (Regroupement de collectivités = 1, Commune = 0) ;
- Mode de gestion (Déléguée = 1, Non déléguée = 0) ;

- Agence de l'Eau (AE). Cette variable donne une information à la fois sur l'impact potentiel de la localisation géographique du service, mais également sur l'effet des politiques incitatives mises en place par les Agences de l'Eau. S'agissant d'une variable qui comporte plus de deux modalités (autant que d'AE), son utilisation nécessite de la remplacer par des indicatrices, c'est-à-dire des variables binaires qui prennent la valeur 0 ou 1 selon que le service appartient ou non à l'AE concernée. Pour une variable comportant n modalités il convient de créer $n-1$ indicatrices : en effet, pour l'une des modalités appelée référence, les individus concernés sont ceux qui ne le sont par aucune des autres modalités. Dans notre cas, la modalité de référence choisie est l'AE Loire Bretagne.

Les indicatrices créées pour la variable AE sont donc :

- aermc : Rhône Méditerranée Corse
- aesn : Seine Normandie
- aeag : Adour Garonne
- aeom : Outre-mer
- aerm : Rhin Meuse
- aeap : Artois Picardie

La seule variable continue dont on dispose est la population des communes adhérentes au service (*Pop communes adhérentes*). On assume le fait qu'une commune appartenant à plusieurs services sera comptabilisée autant de fois.

Cette variable est utilisée comme variable continue, mais est également décomposée en 5 classes de tailles identiques (autant de services dans chacune des classes découpées en fonction de la population des services) pour détecter un éventuel effet non linéaire de la taille du service. Il faut noter à cette occasion que plus de 80 % des services regroupent moins de 3 000 habitants. L'objectif est de rechercher avec ces deux variables une éventuelle relation entre la taille des collectivités et la conformité du service.

Une variable complémentaire est créée pour rendre compte de la densité de population du service ; elle est construite à partir du rapport entre la population des communes adhérentes au service (*Pop communes adhérentes*) et du nombre de communes adhérentes (*Communes adhérentes du service*). Elle est divisée en trois classes (moins de 5 000 habitants/commune, de 5 000 à 10 000 habitants/commune et plus de 10 000 habitants/commune) afin de tester si une relation peut être établie entre la conformité et un service plutôt rural ou urbain.

4.3.2.2 Variables communes aux services renseignés

En complément des variables communes à tous les services, des variables continues sont disponibles uniquement pour les services renseignés :

- Linéaire du réseau ;
- Nombre d'abonnés ;
- Volume consommé comptabilisé (VCC) ;
- Volume entrant : produit + importé (Vprod_Vimport) ;
- Volume sortant : volume consommé autorisé + exporté (VCA_Vexport) ;

Trois indicateurs supplémentaires ont été utilisés :

- Densité d'abonnés égale au rapport entre le nombre d'abonnés et le linéaire de réseau ;
- Indice linéaire de consommation (ILC) égal au rapport entre le volume sortant et le linéaire de réseau ;
- Indice de consommation par abonné (Vab) égal au rapport entre volume sortant et nombre d'abonnés.

4.3.2.3 Indépendance des variables

Pour éviter l'instabilité du modèle et des difficultés dans l'interprétation de ses coefficients, il est important de s'intéresser au problème de multicollinéarité entre les variables explicatives. En l'occurrence, on constate que les variables linéaire de réseau, nombre d'abonnés, volume consommé comptabilisé, volume entrant, volume sortant et population des communes adhérentes sont très fortement liées entre elles, de même que la densité d'abonnés et l'indice linéaire de consommation (Figure 5).

Deux solutions sont apportées à cette difficulté :

- Limitation du nombre de variables explicatives par le choix d'une variable de substitution qui représente les autres ; il est intéressant de noter que la population des communes adhérentes est la seule variable commune à tous les services, et constitue donc un excellent indicateur dans l'objectif de généraliser le modèle à l'ensemble des services (renseignés ou non) ;
- Utilisation de variables synthétiques telles que la densité d'abonnés, l'indice linéaire de consommation ou l'indice de consommation par abonné.

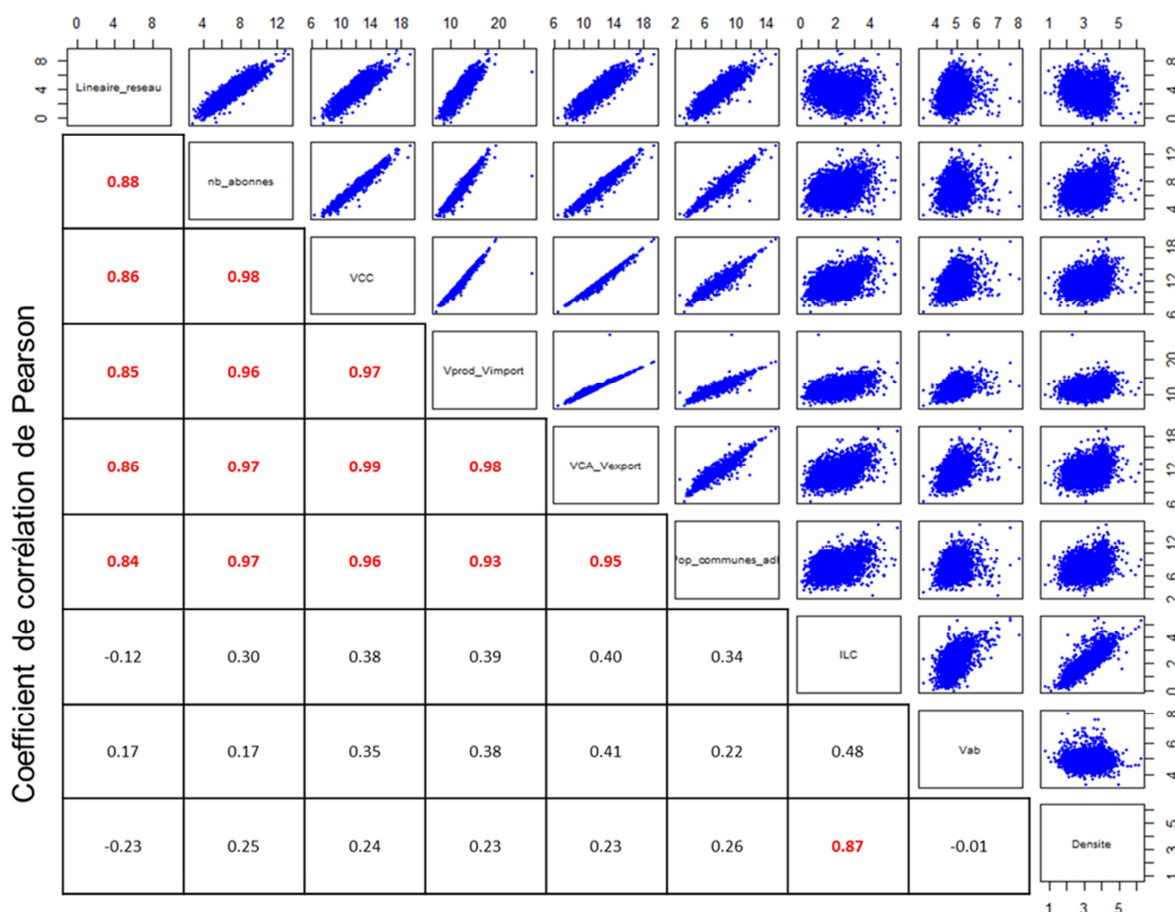


Figure 5 : Corrélation 2 à 2 entre les variables continues (année 2012)

4.3.3 Modélisation de la conformité des services renseignés

L'ensemble des modèles développés ne concerne que les services conformes (C) ou non-conformes (NC), à l'exclusion des services de conformité indéterminée qui ont été supprimés des échantillons de services utilisés. Le « taux de conformité » évoqué dans les résultats est le rapport entre le nombre de services conformes et le nombre de services conformes ou non-conformes (il se distingue des pourcentages présentés au paragraphe 4.2 qui incluent les services de conformité indéterminée au dénominateur).

4.3.3.1 Sélection parmi les variables des services renseignés

On va chercher à expliquer la conformité à partir du jeu de variables disponibles dans la base des services renseignés. L'objectif est de retenir le modèle le plus pertinent, à savoir celui qui réalise le meilleur ajustement aux données avec le moins de variables possible.

On utilise pour cela une méthode de régression avec sélection ascendante des covariables pas à pas (Stepwise). Cette procédure consiste à ajouter les variables par étape les unes après les autres pour bâtir le modèle.

A chaque fois, la pertinence des variables déjà sélectionnées est vérifiée : si l'une d'elles n'est plus significative, elle est retirée. Le critère de sélection retenu est le critère AIC (Akaike Information Criterion) qui permet de comparer deux modèles entre eux (plus il est faible, meilleur est le modèle). Il est calculé après chaque ajout ou suppression de variables, et l'on retient la solution qui le minimise avant de passer à l'étape suivante (procédure StepAIC sous R).

A l'issue de ces traitements, le choix des variables retenues est validé en fonction de la significativité de leur lien avec la variable à expliquer. Les termes d'interaction non significatifs sont éliminés. En l'occurrence, les variables dont la p-value calculée est supérieure à 5 % n'ont statistiquement pas de relation avec la conformité des services, et ne sont donc pas retenues dans le modèle final.

4.3.3.2 Modèles retenus

Les modèles retenus sont construits à partir d'un jeu de variables stables pendant les 4 années étudiées (2009 à 2012), et sont formulés de la façon suivante :

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 \times (\text{Type gestion}) + \beta_{2-7} \times (\text{Agence}) + \beta_8 \times \log(\text{Vab}) + \beta_9 \times \text{ILC} \\ + \beta_{10} \times (\text{Population service} > 3\,000 \text{ habitants})$$

Les coefficients varient chaque année pour s'adapter à l'évolution de l'échantillon et de la distribution de la conformité, ils sont résumés dans le Tableau 8 :

Tableau 8 : Coefficients de chaque variable

		2009	2010	2011	2012
(Intercept)	β_0	-2,103	-2,616	-2,673	-2,657
Type de gestion	β_1	0,796	0,947	0,830	0,775
aermc	β_2	-1,964	-1,615	-1,568	-1,819
aesn	β_3	-0,687	-0,596	-0,664	-0,996
aeag	β_4	-1,325	-1,056	-1,197	-1,622
aeom	β_5	-3,161	-2,639	-3,024	-4,519
aerm	β_6	-0,974	-0,962	-0,884	-1,217
aeap	β_7	-0,953	-0,771	-0,841	-1,142
log(Vab)	β_8	0,793	0,882	0,956	1,024
ILC	β_9	-0,014	-0,017	-0,015	-0,017
Population service>3000	β_{10}	0,369	0,415	0,289	0,444

Interprétation des coefficients du modèle :

- La variation interannuelle des coefficients est faible ;
- Des coefficients positifs indiquent une plus grande probabilité d'être conforme ; par exemple, un service délégué, toute chose égale par ailleurs, a plus de probabilité d'être conforme qu'un service bénéficiant d'une gestion publique (voir Tableau 8 et Figure 6) ;
- La probabilité de conformité du service en fonction de l'Agence de l'Eau dont il dépend s'interprète par rapport à l'Agence prise en référence dans l'occurrence Loire Bretagne (Figure 6). A des degrés variables, la probabilité d'être conforme est toujours plus faible pour les autres Agences de l'Eau (la situation la plus défavorable est rencontrée outre-mer). Il faut rester prudent sur l'interprétation de ces résultats puisque les écarts peuvent tout aussi bien être liés aux politiques d'incitation mises en place sur chaque bassin qu'à des facteurs historiques et géographiques.

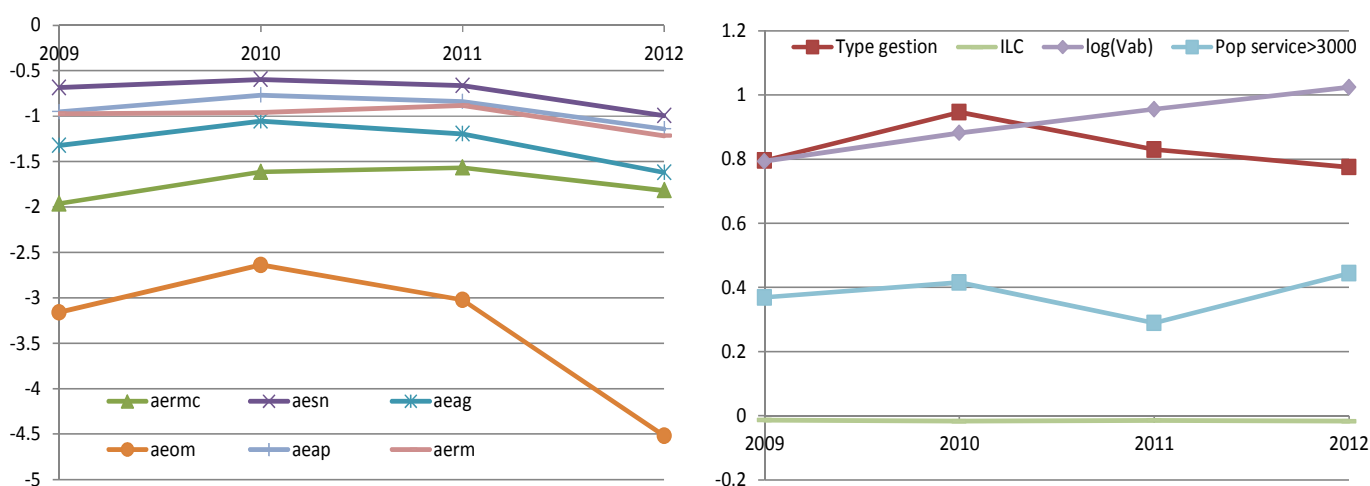


Figure 6 : Variations des coefficients par Agence

- autres variables

4.3.3.3 Extrapolation du modèle

Le modèle calé annuellement est extrapolé aux données des trois autres années disponibles pour tester la prédiction d'évolution de la conformité.

Pour chacun des modèles, on constate une décroissance du taux de conformité qui est liée à l'évolution des variables explicatives au sein des échantillons (cf Figure 7). A l'inverse le taux de conformité observé est croissant. Pour expliquer cette situation, deux propositions, non-exclusives l'une de l'autre, peuvent être formulées :

- Le modèle ne prend pas en compte un ou plusieurs facteurs absents des données disponibles mais ayant un lien significatif avec la probabilité qu'un service soit conforme, auquel cas l'augmentation observée est tout de même liée à la variation de l'échantillon ;
- L'augmentation du taux de conformité traduit une amélioration réelle de la conformité des services, indépendamment des variations de l'échantillon.

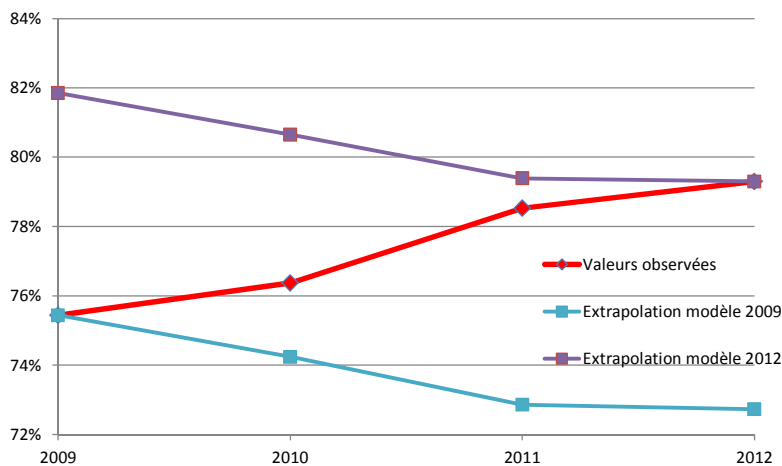


Figure 7 : Extrapolation de la conformité des services renseignés à partir des modèles annuels

Pour compléter ces résultats, la même approche a été utilisée sur l'échantillon des services stables, c'est-à-dire ceux qui ont fourni des données les trois années. Les résultats sont présentés sur la Figure 8.

On constate que les valeurs issues des modèles sont quasiment constantes dans le temps. Ce résultat est logique dans la mesure où, pour un même échantillon, les caractéristiques des services prises en compte par les modèles varient peu.

En fait, le taux de conformité observé augmente. S'agissant du même groupe de services, cela traduit manifestement une amélioration effective de la performance.

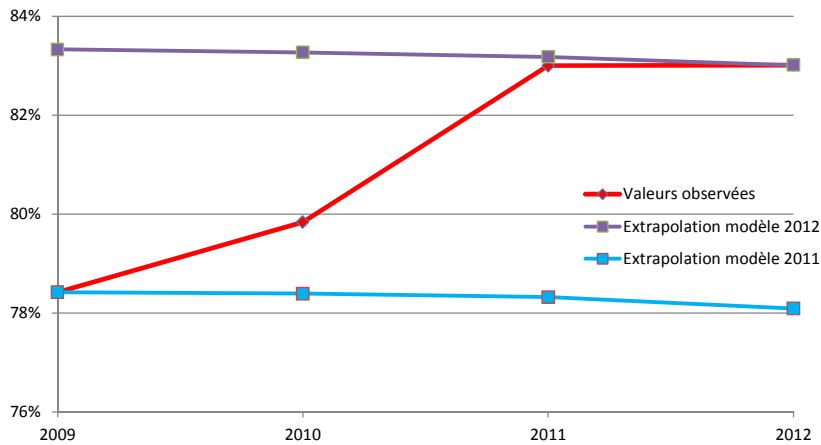


Figure 8 : Extrapolation de la conformité des services renseignés stables à partir des modèles annuels

Conclusion : On dispose d'un outil permettant de faire le lien chaque année entre caractéristiques du réseau et conformité mais uniquement pour les services renseignés. L'extrapolation à tous les services nécessite de bâtir un modèle en s'affranchissant des variables spécifiques des services renseignés (ILC et Vab) et d'en vérifier la robustesse.

4.3.4 Modélisation de tous les services

4.3.4.1 Modèles retenus

Comme précédemment (chapitre 4.3.3.1), les variables sont sélectionnées parmi l'ensemble des variables communes à tous les services par la méthode de régression pas à pas et validées par leur p-value. Les modèles sont ensuite construits à partir du même jeu de variables sur les 4 années sur la base suivante :

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 \times (\text{Type gestion}) + \beta_{2-7} \times (\text{Agence}) + \beta_8 \times (\text{Population service} > 3\,000 \text{ habitants})$$

Le calage est effectué sur l'ensemble des services renseignés pour obtenir un jeu de coefficients annuel résumé dans le tableau suivant (Tableau 9) :

Tableau 9 : Coefficients de chaque variable du modèle calé sur les services renseignés

		2009	2010	2011	2012
(Intercept)	β_0	1,512	1,410	1,686	1,990
Type de gestion	β_1	0,8142	0,970	0,868	0,783
aermc	β_2	-1,912	-1,597	-1,543	-1,782
aesn	β_3	-0,6832	-0,620	-0,673	-1,012
aeag	β_4	-1,217	-0,991	-1,116	-1,487
aeom	β_5	-3,146	-2,667	-3,086	-4,533
aerm	β_6	-0,961	-0,999	-0,875	-1,195
aeap	β_7	-1,004	-0,879	-0,930	-1,220
Population service > 3 000	β_8	0,399	0,441	0,358	0,502

4.3.4.2 Robustesse du modèle

Pour vérifier la robustesse du modèle retenu, on utilise la méthode Monte-Carlo qui permet, à partir d'un nombre important de tirages aléatoires, d'évaluer une valeur numérique (en l'occurrence la conformité des services renseignés).

Une succession d'échantillons aléatoires va être sélectionnée parmi la population des services renseignés. Pour chaque échantillon, le modèle est calé et la valeur de la conformité extrapolée à l'ensemble des services renseignés. Si le modèle est pertinent, on doit en toute logique observer la convergence de la conformité extrapolée avec celle observée. Les opérations se déroulent en trois étapes :

- 1^{ère} étape : Des tirages au sort d'échantillons sont effectués aléatoirement parmi la population des services renseignés (3 taux d'échantillonnage sont testés pour chaque année étudiée : 25 %, 50 % et 75 % des services renseignés, et à chaque fois 2 000 tirages sont effectués, soit 24 000 échantillons) ;
- 2^{ième} étape : Le modèle est calé sur les données de chaque tirage puis la conformité est extrapolée sur la totalité des services renseignés ;
- 3^{ième} étape : La valeur moyenne des extrapolations est comparée à la conformité observée.

Le résultat de l'évaluation de la conformité des services renseignés est présenté dans des graphiques annuels (voir ANNEXE II). Les résultats de l'année 2009 sont repris dans la Figure 9 ci-dessous. Chaque boîte à moustache représente graphiquement les résultats des 2 000 évaluations de la conformité réalisées pour un taux d'échantillonnage. Plus le taux d'échantillonnage augmente, plus la précision de l'évaluation s'affine, et quelle que soit la taille de l'échantillon, la moyenne et la médiane des valeurs évaluées convergent vers la valeur observée, confortant la validité du modèle retenu.

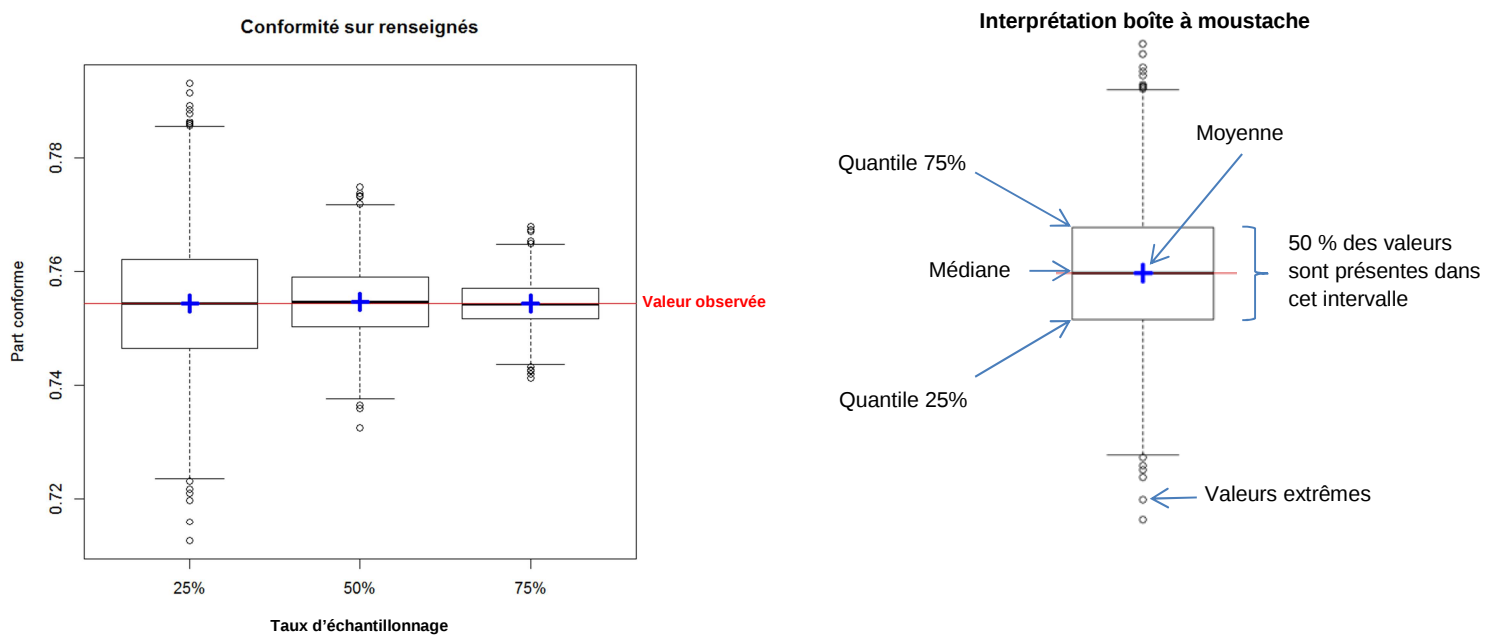


Figure 9 : Répartition des valeurs extrapolées de la conformité par taux d'échantillonnage (année 2009) et interprétation

4.3.4.3 Extrapolation à l'ensemble des services

Le modèle basé sur les variables communes à tous les services est calé sur les services renseignés, puis extrapolé pour évaluer la conformité de tous les services. On constate en Figure 10 que le pourcentage de services conformes sur l'ensemble des services progresse de 2009 à 2012 et reste toujours inférieur à celui des services renseignés.

Une des explications tient au fait que la gestion déléguée est surreprésentée dans le groupe des services renseignés, avec un taux de conformité plus fort que celui des services gérés directement. Lorsque l'on passe à l'échelle de la base complète, la part des services en gestion déléguée diminue, entraînant de fait une baisse de la conformité.

On remarque également que l'écart du taux de conformité entre les deux populations de services diminue sur la période passant de 10 % à 6 % entre 2009 et 2012.

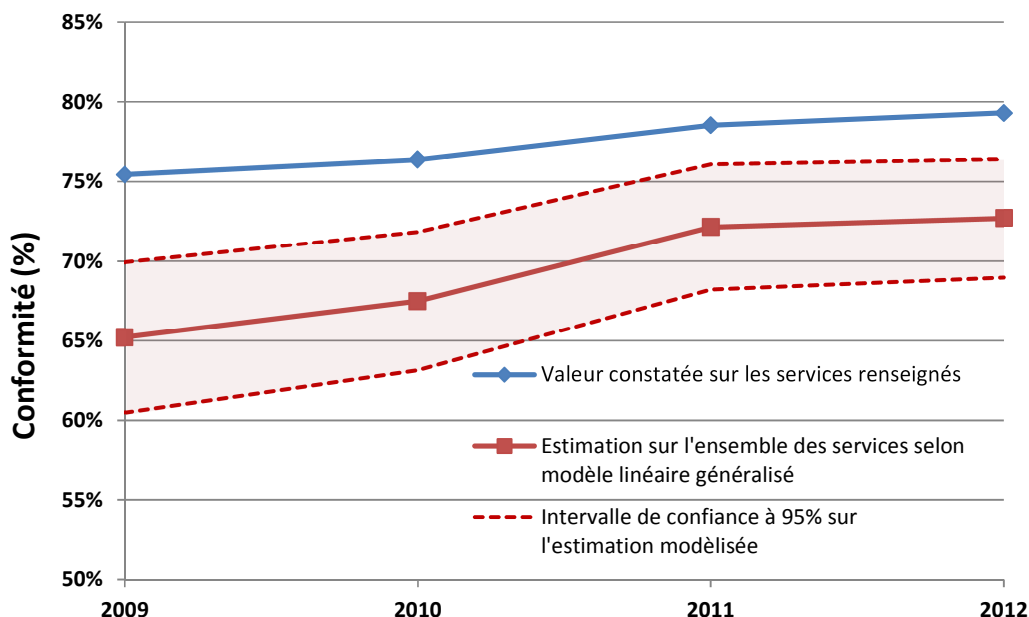


Figure 10 : Evaluation de la conformité sur l'ensemble des services de distribution

L'incertitude sur l'évaluation de la conformité des services est encadrée par l'intervalle de confiance à 95 % (zone en rose sur la Figure 10), ce qui correspond à une approximation du taux de conformité à + ou - 4 %.

Il est probable que l'estimation du taux de conformité de l'ensemble des services obtenu par cette approche est plutôt optimiste dans le sens où il est peut-être supposé que les services conformes ont une plus forte propension à renseigner régulièrement la base de données. La démarche ne prend effectivement pas en compte le biais correspondant à une volonté de ne pas renseigner pour ne pas rendre public une non-conformité, ou pouvant résulter de la non-conformité plus importante des services qui ne sont pas en capacité de renseigner la base de données.

4.3.4.4 Estimation de la conformité à partir du lien entre conformité et renseignement de la base SISPEA

Pour s'affranchir de ce biais, une autre approche a été engagée : l'objectif est de rechercher l'existence d'un lien entre le fait qu'un service soit renseigné et qu'il soit conforme. La loi d'ajustement de ce lien nous donne par extrapolation la probabilité de conformité des services non renseignés. Il ne reste plus alors qu'à recalculer la probabilité de conformité sur l'ensemble des services.

Exemple pour l'année 2012 :

Les services sont regroupés en 21 classes résultant du croisement des variables type de gestion, Agence, type de collectivité, population du service supérieure à 10 000 habitants/commune. Pour chacune des classes la part de services renseignés sur la totalité des services ($X_{i \text{ renseigné}}$) et la part de services conformes sur les services renseignés ($Y_{i \text{ conforme}}$) est déterminée et reportée graphiquement. La Figure 11 ci-dessous reprend ces résultats pour l'année 2012 (les graphiques de chaque année sont disponibles en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). On note que les classes les plus renseignées sont celles dont le taux de conformité est le plus élevé et inversement, les faibles taux de renseignement correspondent aux taux de conformité les plus bas.

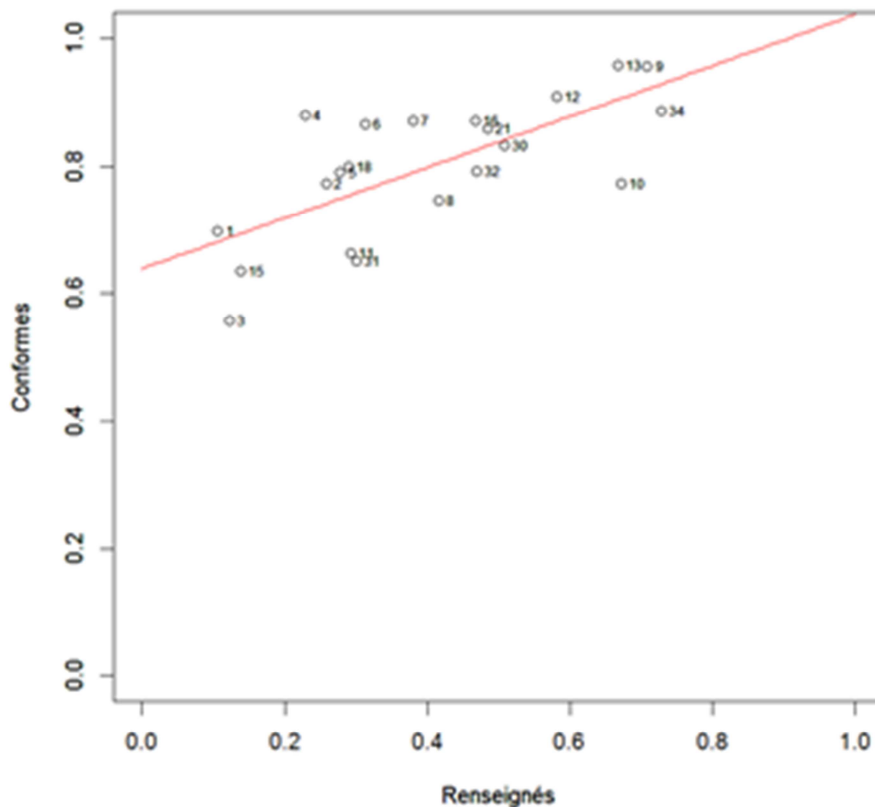


Figure 11 : Lien entre conformité et renseignement, ajustement linéaire (année 2012)

Le lien entre X_i renseigné et Y_i conforme est formalisé par ajustement linéaire. L'équation de la régression linéaire ainsi obtenue nous permet, par extrapolation, d'estimer la valeur de la conformité pour les services non renseignés (ordonnée à l'origine) :

$$Y_{i \text{ conforme}} = 0,639 + 0,397 \times (X_{i \text{ renseigné}})$$

$$\text{Coefficient de corrélation } R^2 = 0,48$$

La probabilité de conformité 0,639, ordonnée à l'origine, est affectée à tous les services non renseignés ; les renseignés sont, quant à eux, soit conforme et égal à 1, ou non conforme égal à 0. La probabilité de conformité sur l'ensemble de la population des services est alors de 0,6815 que l'on peut comparer avec le résultat obtenu en extrapolant le modèle calé sur les services renseignés au paragraphe précédent (4.3.4.3), soit 0,727.

Cette approche est fortement dépendante de la loi d'ajustement choisie (ici linéaire), mais elle permet de formaliser un biais non négligeable de comportement des services non conformes dans leur volonté ou leur capacité à renseigner la base SISPEA. Le calcul d'incertitude sur l'ordonnées à l'origine de la droite de régression permet d'évaluer l'intervalle de confiance à 95 % encadrant la valeur du taux de conformité estimé sur la population totale des services (Figure 12). Il est décroissant sur la période 2009-2012 mais reste supérieur à + ou - 6,5 %.

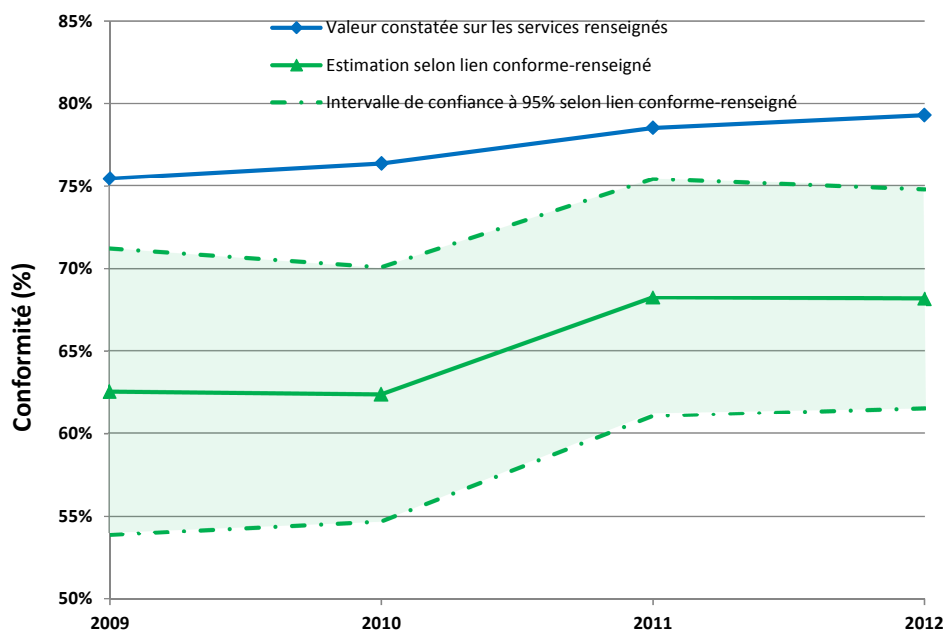


Figure 12 : Intervalle de confiance à 95 % sur l'estimation du taux de conformité de la totalité des services

Bilan sur les 4 années étudiées 2009 à 2012 :

Le résultat global des 4 années étudiées est présenté dans le Tableau 10. L'analyse statistique a permis d'établir une différence significative des taux de conformité des services qui alimentent la base de données et ceux extrapolés à la totalité des services.

La prise en compte d'un biais de non renseignement minore encore le taux de conformité extrapolé d'environ 4 %.

Tableau 10 : Récapitulatif des taux de conformité observés et estimés

	Valeur observée sur les services renseignés ¹	Valeur extrapolée sur l'ensemble des services	Valeur corrigée avec biais de non renseignement
2009	75,4 %	65,2 %	62,5 %
2010	76,4 %	67,5 %	62,4 %
2011	78,5 %	72,2 %	68,2 %
2012	79,3 %	72,7 %	68,2 %

¹ Remarque : Pour l'étude statistique, les services renseignés mais indéterminés ont été supprimés ; en conséquence, le taux de conformité est légèrement supérieur à celui calculé au paragraphe 4.2 (par exemple, en 2012, 79,3 % contre 78,5 %).

Il est probable que les valeurs réelles du taux de conformité se situent entre les valeurs extrapolées et les valeurs corrigées du biais de non renseignement, ce qui graphiquement situerait les taux de conformité dans la zone orangée matérialisée sur la Figure 13 avec une probabilité de 95 %.

En tout état de cause, on peut en déduire que :

- Le taux de conformité des services est croissant pendant la période étudiée ;
- La valeur du taux de conformité de l'ensemble des services est inférieure à celle des services renseignés avec une probabilité supérieure à 95 %.

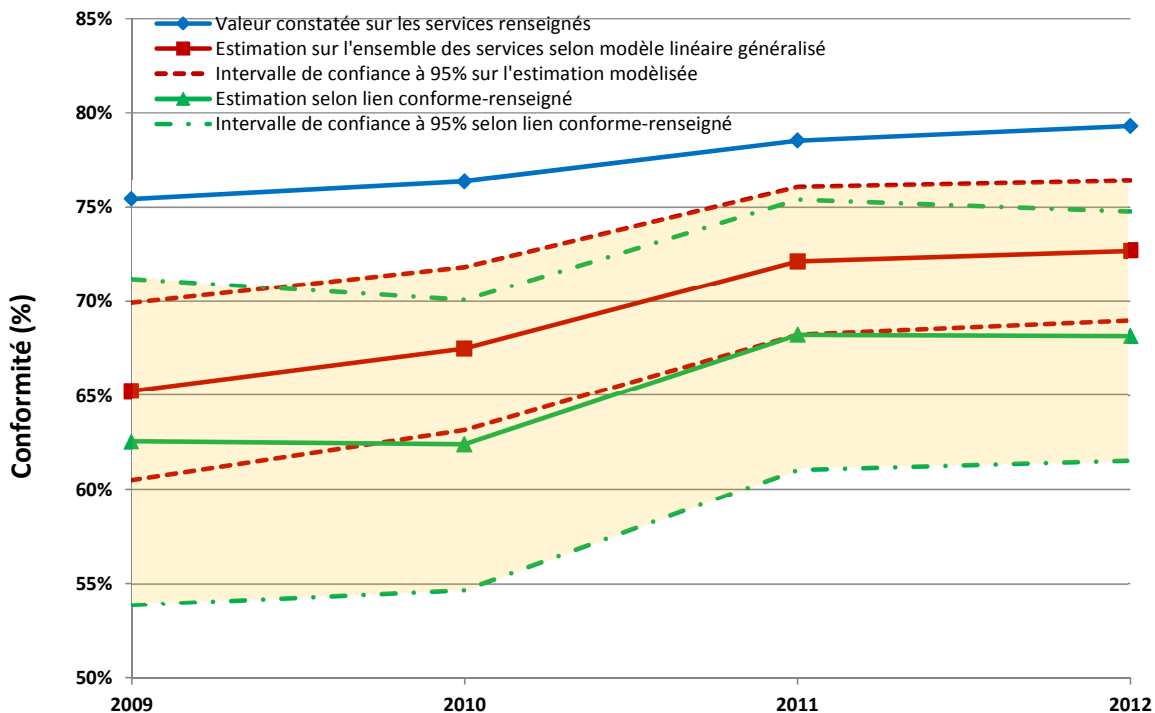


Figure 13 : Taux de conformité – Valeurs observées sur les services renseignés comparées aux valeurs évaluées pour l'ensemble des services

5 CONCLUSIONS

Une méthode d'évaluation de l'impact de la politique mise en place sur la préservation de la ressource a été recherchée au travers de l'analyse de différentes sources de données sur les réseaux d'eau potable (données GSP du département de la Charente, base nationale SISPEA).

L'étude des données de la Charente a permis de s'intéresser à l'efficacité de l'engagement des services de distribution d'eau sur le rendement primaire de leur réseau. Ceci a permis de montrer que pour les services dont la performance est déjà au-dessus du seuil cible cela ne se traduit pas toujours par une amélioration. Par contre, cela favorise une stabilisation du rendement.

La base de données nationale SISPEA alimentée depuis 2009 par les services comporte une quantité de jeux de données complets encore faible. Après 4 années de fonctionnement, le taux de renseignement n'évolue guère et se stabilise aux alentours de 30 %. **L'échantillon des services qui renseignent la base de données est très variable ; seuls environ 10 % des services ont fourni des données utilisables quatre années consécutives.** Compte tenu de ces constats, il est apparu qu'une extrapolation des volumes de pertes serait hasardeuse, et **il a été choisi de s'intéresser à la conformité des services au rendement seuil** et de rechercher des méthodes d'extrapolation prenant en compte la faiblesse et la variabilité des échantillons annuels de données.

Les analyses statistiques, centrées sur la « modélisation linéaire généralisée », ont dans un premier temps permis d'identifier les variables qui influencent la conformité des services renseignés. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence que **l'amélioration du taux de conformité observée sur les services renseignés n'est pas uniquement due à la variation interannuelle de l'échantillon.**

Dans un second temps, des modèles basés sur les variables disponibles pour l'ensemble des services ont été construits et calés sur les services renseignés. Les variables significatives sont :

- Le mode de gestion : Les services ayant recours à la gestion déléguée ont une probabilité plus importante d'être conforme que les services en gestion directe ;
- L'Agence de l'Eau : La probabilité de conformité du service est liée à l'Agence de l'Eau dont il dépend, elle est la plus importante pour l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et la plus faible pour l'outre-mer ;
- La population du service : Les services regroupant plus de 3 000 habitants ont une probabilité de conformité plus importante que les autres.

Pour s'assurer de la légitimité d'extrapoler les modèles calés sur les services renseignés à l'ensemble des services français, des tests de validation basés sur la méthode de Monte-Carlo ont été menés. Ils visaient à tester au sein des services renseignés la valeur prédictive d'un modèle calé avec un échantillon de ceux-ci. Cette analyse a montré un bon caractère prédictif des modèles (moyenne et médiane très proches de la valeur observée), qui de façon logique s'améliore quand le taux d'échantillonnage augmente.

Cependant, il ne faut pas négliger des biais éventuels liés à la composition de la base et de l'échantillon des services renseignés qui peuvent avoir un impact sur le taux de conformité observé :

- La construction d'un modèle linéaire généralisé de la conformité en fonction de variables caractéristiques des services permet de prendre en compte pour partie les variations du taux de conformité liées aux variations de l'échantillon ; il n'est toutefois pas exclu que certains facteurs ayant une influence importante sur la performance des services soient absents des données disponibles ;
- La propension des services à renseigner la base de données n'est pas indépendante de leur performance ce qui biaise l'échantillon des services renseignés.

Pour évaluer le biais introduit par un lien entre le renseignement et la conformité, l'échantillon des services renseignés a été subdivisé en classes caractérisées par les valeurs des différentes variables. Cette analyse confirme que **le taux de conformité d'une classe est positivement corrélé à son taux de renseignement.** Par extrapolation, on en déduit la probabilité de conformité des services non renseignés, ce qui permet une

estimation alternative du taux de conformité sur l'ensemble des services. Cette nouvelle approche qui prend en compte le biais du lien entre renseignement et conformité donne une évaluation plus basse de la conformité.

A l'issue des études statistiques, le taux de conformité de l'ensemble des services français peut être encadré par les valeurs hautes et basses des intervalles de confiance à 95 % des deux méthodes mises en œuvre (Tableau 11).

Tableau 11 : Encadrement de l'estimation du taux de conformité

	Estimation valeur basse	Estimation valeur haute	Valeur observée sur les services renseignés
2009	53,9 %	71,2 %	75,4 %
2010	54,7 %	71,8 %	76,4 %
2011	61,0 %	76,1 %	78,5 %
2012	61,5 %	76,4 %	79,3 %

La fourchette qui encadre la valeur probable du taux de conformité de l'ensemble des services est très large (+/- 7,5 %). Cela est lié au faible taux de renseignement de la base de données SISPEA et au nombre limité d'informations disponibles pour l'ensemble des services mobilisables pour bâtir les modèles. Néanmoins, deux enseignements peuvent être tirés des résultats :

- **Le taux de conformité observable sur les services renseignés est nettement supérieur au taux de conformité probable sur l'ensemble des services ;**
- **Une amélioration de la conformité des services a probablement eu lieu tout au long de la période étudiée (2009-2012).**

L'évolution positive du taux de conformité constatée entre 2010 et 2012 est vraisemblablement imputable pour une part aux objectifs contraignants de l'article 161 de la loi Grenelle 2010 que certaines collectivités ont anticipé par la mise en place de plans d'actions avant l'échéance de 2014.

Les méthodes présentées sont reproductibles et pourront être mises en œuvre chaque année pour évaluer à l'échelle nationale l'évolution de la conformité des services qui est un indicateur de l'efficacité des dispositions issues du Grenelle de l'environnement. La précision des estimations restera fortement liée au taux de renseignement et à la qualité des données de la base SISPEA.

6 BIBLIOGRAPHIE

LOI GRENELLE II. Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. Journal officiel n°0160 du 13 juillet 2010 page 12905

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. Journal officiel du 04 mai 2007.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. Arrêté du 2 mai 2007 relatif aux rapports annuels sur le prix et la qualité des services publics d'eau potable et d'assainissement. Journal officiel du 04 mai 2007.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. Décret n° 2012-111 du 27 janvier 2012 relatif à l'obligation de réalisation d'un audit énergétique pour les bâtiments à usage principal d'habitation en copropriété de cinquante lots ou plus et à la réglementation thermique des bâtiments neufs. Journal officiel du 28 janvier 2012.

MEDEIROS BATISTA Mariana. (2013). Evaluation de l'impact de la réglementation relative aux pertes des réseaux sur les prélèvements d'eau. Rapport de stage.Irstea INSA. 41p.

Irstea (2013). Cibler, mettre en œuvre et évaluer la lutte contre les pertes des réseaux d'eau potable dans le but de préserver la ressource en eaux. Rapport d'avancement. ONEMA. 58p.

PROJET EAU & ASSAINISSEMENT IGA / POLE OPERATIONNEL (2010). La lutte contre les pertes du réseau d'eau potable. La Cub. 10p.

SALVETTI, Maria; WITTNER, Christophe (collab.). (2012). Observatoire des services publics d'eau et d'assainissement : panorama des services et de leurs performances. ONEMA. 83 p.

Sites :

Eau France – Service, Observatoire national des services d'eaux et d'assainissement.
<http://www.services.eaufrance.fr/>

Onema

Hall C – Le Nadar

5 square Félix Nadar

94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

Irstea

1 rue Pierre-Gilles de Gennes

CS 10030

92761 Antony cedex

01 40 96 61 21

www.irstea.fr

ANNEXES

ANNEXE I

Liste des indicateurs et variables de performance de la base SISPEA

1 - Liste des indicateurs de performances

Code indicateur	Nom de l'indicateur	Unité
D101.0	Estimation du nombre d'habitants desservis	Hab
D102.0	Prix TTC du service au m ³ pour 120 m ³	€/m ³
D151.0	Délai maximal d'ouverture des branchements pour les nouveaux abonnés défini par le service	jours ouvrables
P101.1	Taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées réalisés au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne la microbiologie	%
P101.1a	Nombre de prélèvements réalisés en vue d'analyses microbiologiques	Unité
P101.1b	Nombre de prélèvements réalisés en vue d'analyses microbiologiques non conformes	Unité
P102.1	Taux de conformité des prélèvements sur les eaux distribuées réalisés au titre du contrôle sanitaire par rapport aux limites de qualité pour ce qui concerne les paramètres physico-chimiques	%
P102.1a	Nombre de prélèvements réalisés en vue d'analyses physico-chimiques	Unité
P102.1b	Nombre de prélèvements réalisés en vue d'analyses physico-chimiques non conformes	Unité
P103.2A	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable (jusqu'en 2012)	unité
P103.2B	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable	unité
P103.2	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable	Unité
P104.3	Rendement du réseau de distribution	%
P105.3	Indice linéaire des volumes non comptés	m ³ /km/j
P106.3	Indice linéaire de pertes en réseau	m ³ /km/j
P107.2	Taux moyen de renouvellement des réseaux d'eau potable	%
P108.3	Indice d'avancement de la protection de la ressource en eau	%
P109.0	Montant des abandons de créances ou des versements à un fond de solidarité	€/m ³
P151.1	Taux d'occurrence des interruptions de service non programmées	nb/1 000 ab
P152.1	Taux de respect du délai maximal d'ouverture des branchements pour les nouveaux abonnés	%
P153.2	Durée d'extinction de la dette de la collectivité	An
P154.0	Taux d'impayés sur les factures d'eau de l'année précédente	%
P155.1	Taux de réclamations	nb/1 000 ab

2 - Liste des variables de performances

Code Variable	Nom de la Variable	Unité
VP.056	Nombre d'abonnés	ab
VP.177	Montant HT de la facture 120m ³ au 1er janvier de l'année N+1 revenant au délégataire	€ HT pour 120 m ³
VP.190	Montant HT de la part fixe annuelle revenant au délégataire sur la facture au 1er janvier de l'année N+1	€ HT/an
VP.178	Montant HT de la facture 120m ³ au 1er janvier de l'année N+1 revenant aux collectivités	€ HT pour 120 m ³
VP.191	Montant HT de la part fixe annuelle revenant à la collectivité sur la facture au 1er janvier de l'année N+1	€ HT/an
VP.179	Montant total des taxes et redevances afférentes au service dans la facture 120m ³ au 1er janvier de l'année N+1	€ pour 120 m ³
VP.213	Taux de TVA applicable sur l'ensemble de la facture	%
VP.214	Voies Navigables de France (VNF) prélèvements	€HTVA/m ³
VP.215	Agences de l'Eau (protection de la ressource)	€HTVA/m ³
VP.216	Agences de l'Eau (redevance pollution)	€HTVA/m ³
VP.219	Autres taxes et redevances applicables sur le tarif (hors TVA)	€HTVA/m ³
DC.184	Montant HT des recettes liées à la facturation pour l'année N (hors travaux)	€ HT
DC.195	Montant financier HT des travaux engagés	€ HT
VP.183	Epargne brute annuelle	€
VP.182	Encours total de la dette	€
VP.119	Somme des abandons de créances et versements à un fonds de solidarité (TVA exclue)	€ HTVA
VP.185	Montant TTC facturé (hors travaux) au titre de l'année N-1, au 31/12/N	€ TTC
VP.020	Nombre d'interruptions de service non programmées	unité
VP.003	Nombre de réclamations écrites reçues par l'opérateur	unité
VP.152	Nombre de réclamations écrites reçues par la collectivité	unité
VP.059	Volume produit	m ³
VP.060	Volume acheté à d'autres services d'eau potable (importé)	m ³
VP.061	Volume vendu à d'autres services d'eau potable (exporté)	m ³
VP.193	Indice d'avancement de la protection de la ressource en eau des importations	%
VP.063	Volume comptabilisé domestique	m ³
VP.201	Volume comptabilisé non domestique	m ³
VP.220	Volume de service	m ³
VP.221	Volume consommé sans comptage	m ³
DC.192	Nature des ressources utilisées (part des eaux souterraines hors achat d'eau)	%
VP.130	Existence d'un plan du réseau couvrant au moins 95 % du linéaire estimé du réseau de desserte	0 ou 1
VP.131	Mise à jour du plan au moins annuelle	0 ou 1
VP.132	Informations structurelles complètes sur chaque tronçon (diamètre, matériau)	0 ou 1
VP.133	Connaissance pour chaque tronçon de l'âge des canalisations	0 ou 1
VP.134	Localisation et description des ouvrages annexes (vannes de sectionnement, ventouses, compteurs de sectorisation...) et des servitudes	0 ou 1
VP.135	Localisation des branchements sur la base du plan cadastral	0 ou 1
VP.136	Localisation et identification des interventions (réparations, purges, travaux de renouvellement)	0 ou 1
VP.137	Existence et mise en œuvre d'un programme pluriannuel de renouvellement des branchements	0 ou 1
VP.138	Existence d'un plan pluriannuel de renouvellement des canalisations (programme détaillé assorti d'un estimatif portant sur au moins 3 ans)	0 ou 1
VP.139	Mise en œuvre d'un plan pluriannuel de renouvellement des canalisations	0 ou 1
VP.077	Linéaire de réseau hors branchements	km
VP.140	Linéaire de réseau renouvelé au cours des cinq dernières années (quel que soit le financeur)	km
VP.224	Indice linéaire de consommation	m ³ /km/j
VP.225	Rendement sur les 3 années précédentes	%
VP.226	Rendement seuil par défaut	%
VP.227	Rendement seuil en ZRE	%
VP.228	Densité linéaire d'abonnés	ab/km
VP.229	Ratio habitants par abonnés	hab/ab
VP.231	Consommation moyenne par abonné	m ³ /ab
VP.232	Volumes consommés comptabilisés	m ³
VP.233	Volume consommé autorisé + Volume exporté	m ³
VP.234	Volume produit + Volume importé	m ³

ANNEXE II

Résultats méthode Monté Carlo

Précisions sur la méthode de tirage au sort : Afin que chaque classe soit représentée, le tirage est effectué aléatoirement dans chaque Agence à hauteur du taux d'échantillonnage souhaité. Ainsi, pour un taux d'échantillonnage de 25 %, on procède au tirage au sort aléatoire de 25 % des services parmi chaque Agence. L'échantillon constitué représente alors 25 % de la population des services renseignés. Le modèle est alors calé, puis la conformité évaluée sur la totalité des services renseignés.

Chaque année, les résultats de la méthode Monté Carlo sont reportés dans les quatre graphiques suivants (Figure 14 à Figure 17). Pour chaque taux d'échantillonnage, la représentation sous forme de boîte à moustache figure les 2 000 évaluations de la conformité correspondant aux 2 000 modèles calés sur autant d'échantillons.

A chaque fois, on constate la convergence de la moyenne des évaluations vers la valeur observée confortant la robustesse du modèle. On note la réduction de la dispersion des estimations avec l'augmentation du taux d'échantillonnage.

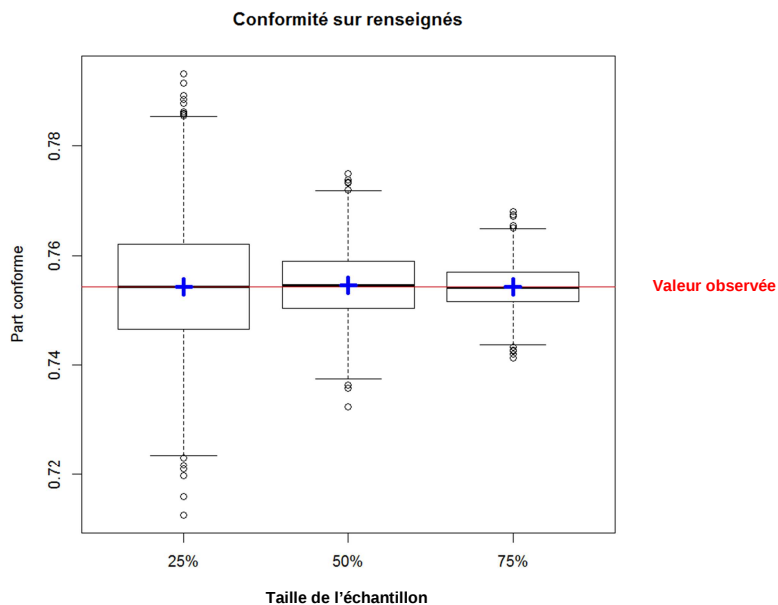


Figure 14 : Année 2009, résultats de l'évaluation de la conformité des services renseignés fonction du taux d'échantillonnage

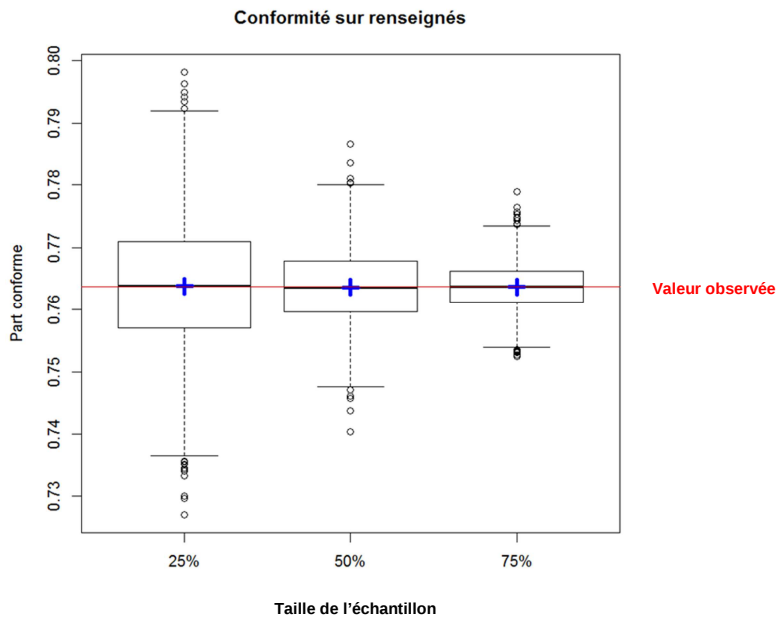


Figure 15 : Année 2010, résultats de l'évaluation de la conformité des services renseignés fonction du taux d'échantillonnage

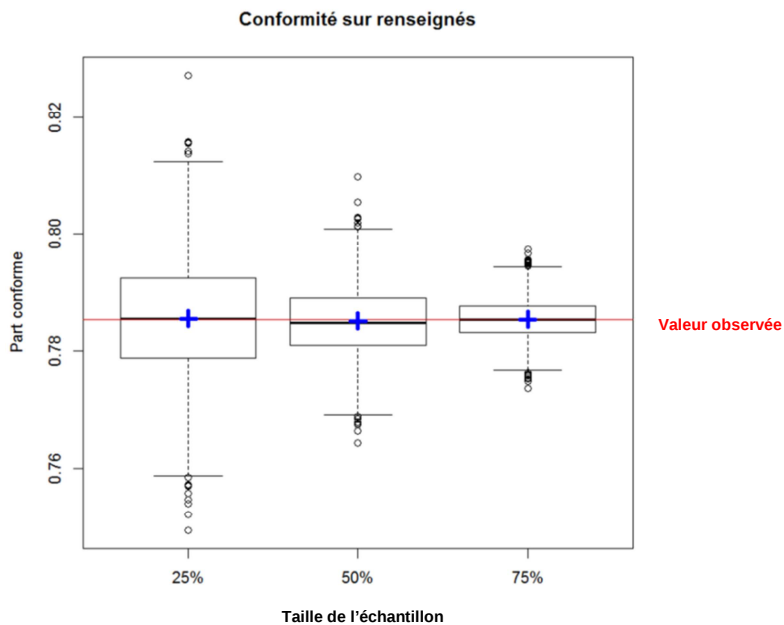


Figure 16 : Année 2011, résultats de l'évaluation de la conformité des services renseignés fonction du taux d'échantillonnage

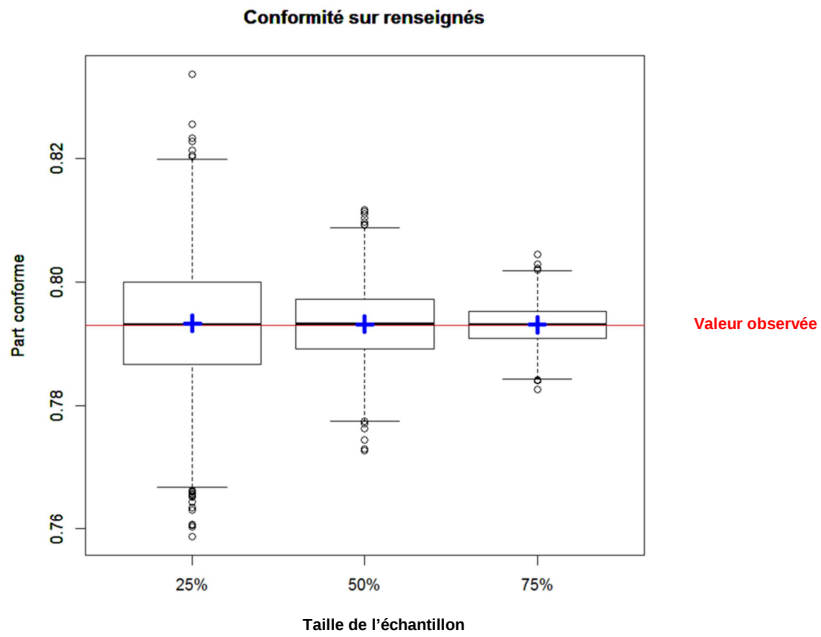


Figure 17 : Année 2012, résultats de l'évaluation de la conformité des services renseignés fonction du taux d'échantillonnage

ANNEXE III

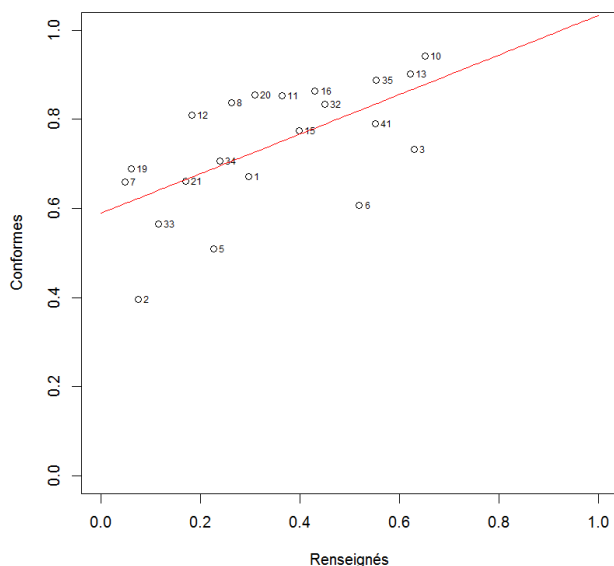
Lien entre conformité et renseignement de la base SISPEA

Les services sont regroupés par classes (type de gestion, Agences, etc.) avec un minimum de 50 individus par classe.

Les graphiques suivants représentent pour chaque année et pour chaque classe le taux de conformité en fonction du taux de renseignement (Figure 18 à Figure 21).

L'ajustement à une loi de type régression linéaire permet de caractériser le lien entre conformité et renseignement. Les équations des droites de régression et les coefficients de corrélation sont donnés au droit de chaque figure. L'ordonnée à l'origine donne la probabilité de conformité des services non renseignés qui permet ensuite de recalculer le taux de conformité de l'ensemble des services de distribution.

Année 2009

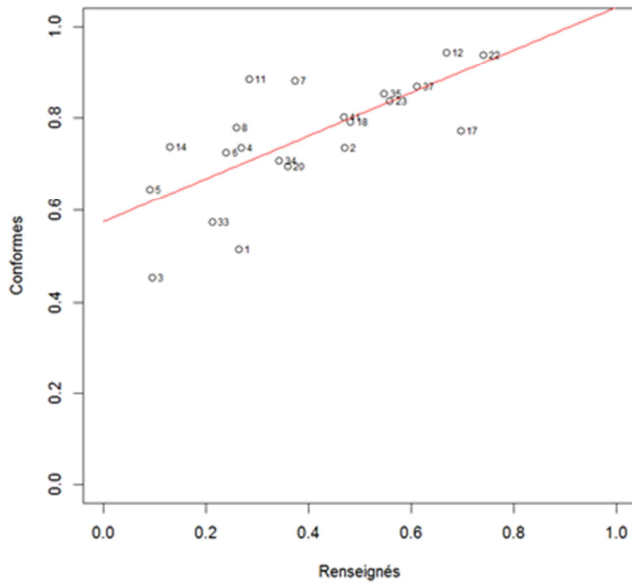


$$Y_{i \text{ conforme}} = 0,5898105 + 0,4436425 \times (X_{i \text{ renseigné}})$$

$$R^2 = 0,35$$

Figure 18 : Année 2009 – Lien entre conformité et renseignement, ajustement linéaire

Année 2010

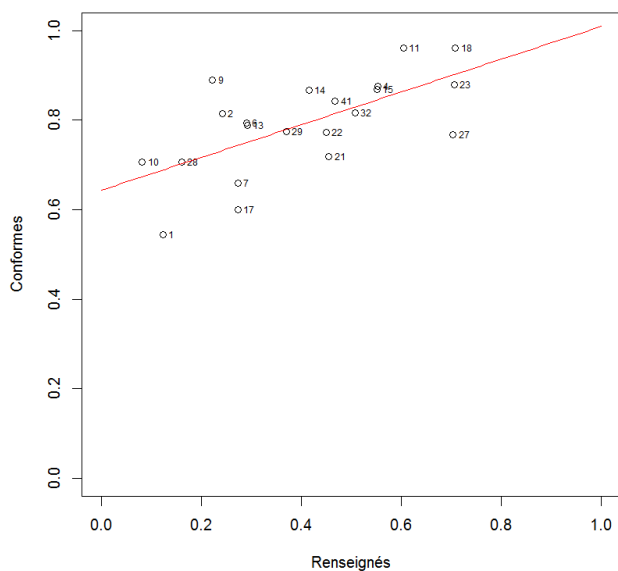


$$Y_{i \text{ conforme}} = 0,5754919 + 0,4668211 \times (X_{i \text{ renseigné}})$$

$$R^2 = 0,4779$$

Figure 19 : Année 2010 – Lien entre conformité et renseignement, ajustement linéaire

Année 2011

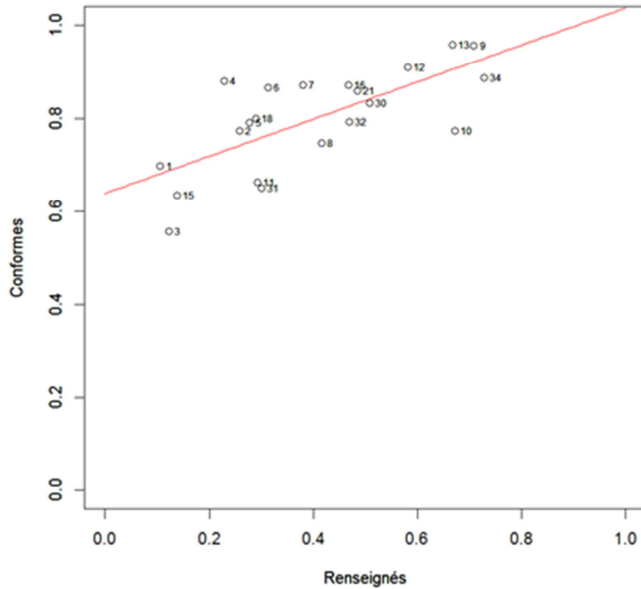


$$Y_{i \text{ conforme}} = 0,6441885 + 0,3654995 \times (X_{i \text{ renseigné}})$$

$$R^2 = 0,3921$$

Figure 20 : Année 2011 – Lien entre conformité et renseignement, ajustement linéaire

Année 2012



$$Y_{i \text{ conforme}} = 0,6390846 + 0,3971928 \times (X_{i \text{ renseigné}})$$

$$R^2 = 0,4765$$

Figure 21 : Année 2012 – Lien entre conformité et renseignement, ajustement linéaire

Onema

Hall C – Le Nadar

5, square Félix Nadar

94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

Irstea

1 rue Pierre-Gilles de Gennes

CS 10030,

92761 Antony cedex

01 40 96 61 21

www.irstea.fr