



HAL
open science

Influence de la densité urbaine et de la démographie sur les pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable en Gironde - Démo–Pertes

Eddy Renaud, Alain Husson

► **To cite this version:**

Eddy Renaud, Alain Husson. Influence de la densité urbaine et de la démographie sur les pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable en Gironde - Démo–Pertes. [Rapport de recherche] INRAE UR ETBX; SMEGREG. 2021, 83 p. hal-03162630

HAL Id: hal-03162630

<https://hal.inrae.fr/hal-03162630v1>

Submitted on 8 Mar 2021

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.

Influence de la densité urbaine et de la démographie sur les pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable en Gironde

Démo–Pertes

Rapport intermédiaire – Phase 1

Eddy RENAUD (INRAE)
Alain HUSSON (INRAE)

Mars 2021

Document élaboré dans le cadre du contrat de recherche entre le SMEGREG et INRAE (2020 – 2021)

- **AUTEURS**

Eddy RENAUD, Ingénieur (1), eddy.renaud@inrae.fr

Alain HUSSON, Ingénieur (1), alain.husson@inrae.fr

(1) INRAE - ETBX
50 avenue de Verdun, Gazinet 33612 CESTAS Cedex

- **CORRESPONDANTS**

SMEGREG, *Les Jardins de Gambetta, 74 rue Georges Bonnac, 33000 Bordeaux :*

Bruno DE GRISSAC, bruno.degrissac@smegreg.org

Patrick EISENBEIS, patrick.eisenbeis@smegreg.org

Table des matières

Introduction.....	5
1.1 Contexte	5
1.2 Objectifs et contenu de l'étude	5
1.2.1 Axes de l'étude	5
1.2.2 Phasage	6
2 AXE 1 – Performance des services en matière de pertes en eau.....	7
2.1 Analyse et traitement des données SISPEA.....	7
2.1.1 Variables utilisées.....	7
2.1.2 Traitements préliminaires des données	7
2.1.3 Sélection des services.....	7
2.1.4 Exclusion des valeurs singulières	8
2.2 Evaluation du lien entre <i>ILVNC</i> et <i>D</i>	14
2.2.1 Toutes densités	14
2.2.2 Fortes densités écartées	15
2.2.3 Construction d'un référentiel pour les services avec $D \leq 60$	17
2.2.4 Analyse des liens entre <i>ILVNC</i> et <i>D</i> pour les services avec $D > 60$	19
2.3 Cas particulier des services avec $D > 60$ ou de grande taille	20
2.3.1 Analyse des liens entre <i>IVNCA</i> et <i>TxHAB</i> pour les services avec $D > 60$	20
2.3.2 Exploration du lien entre <i>IVNCA</i> et <i>TxHAB</i> pour les services de grande taille avec $D > 60$	20
2.3.3 Construction du référentiel pour les services avec $D > 60$	22
2.3.4 Cas des services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants desservis.....	24
2.4 Référentiel 2018	27
2.5 Focus sur le département de la Gironde.....	31
2.5.1 Gironde 2011 – 2018 - Services de toutes densités	31
2.5.2 Gironde 2011 – 2018 - Services avec $D \leq 60$	32
2.5.3 Gironde 2018 - Services avec $D > 60$	32
2.6 Conclusion et perspectives pour l'axe 1.....	34
3 AXE 2 - Impact de la croissance démographique sur les réseaux de distribution.....	35
3.1 Evaluation à l'échelle nationale	35
3.1.1 Préparation des données	35
3.1.2 Lien entre évolution du linéaire et du nombre d'abonnés	37
3.1.3 Evaluation de la variation du linéaire en fonction de la variation des données de population INSEE.....	39
3.2 Services de Gironde.....	41
3.2.1 Analyse et traitement des périmètres des services.....	41
3.2.2 Etude des liens entre évolution du réseau et évolutions démographiques.....	46
3.3 Conclusion et perspectives pour l'axe 2.....	51
4 Bibliographie	52
5 Table des illustrations	53
6 Annexe 1 : <i>ILVNC</i> fonction de <i>D</i> de 2009 à 2017 – tous services.....	55
7 Annexe 2 : <i>ILVNC</i> fonction de <i>D</i> de 2009 à 2017 – sans dernière classe de <i>D</i>	65

8	Annexe 3 : <i>ILVNC</i> fonction de <i>D</i> de 2009 à 2017 – services avec $D \leq 60$	75
9	Annexe 4 : Etude conjointe des services $D > 60$ abonnés/km et des services $L > 2\,000$ km ou $N > 70\,000$	76
10	Annexe 5 : Ratios annuels par territoires en Gironde	83

Introduction

1.1 Contexte

Le département de la Gironde présente la particularité d'être approvisionné en eau potable en grande majorité à partir de nappes souterraines profondes à très grande inertie. Certaines de ces nappes sont surexploitées ou en limite de surexploitation sous l'effet des prélèvements qui sont destinés à plus de 90% à l'alimentation en eau potable. Dans ce contexte, compte tenu de l'inertie des ressources et des durées d'amortissement des infrastructures d'eau potable, la gestion de ces ressources nécessite une bonne connaissance des besoins en eau des systèmes d'eau potable, des usages qui leur sont associés et des facteurs qui les font évoluer. Ces besoins sont essentiellement constitués des consommations des usagers et des pertes des réseaux de distribution. Un contrat de collaboration passé entre le SMEGREG et divers organismes de recherche bordelais s'intéresse d'ores et déjà à jeter les bases d'une prospective de la demande en eau potable des usagers à moyen terme. Pour l'étude des pertes en eau des réseaux de distribution d'eau potable de Gironde le SMEGREG et l'INRAE ont conclu un contrat de recherche qui porte en particulier sur l'analyse de l'influence de la densité urbaine et de la démographie sur la performance des réseaux et l'évolution des volumes de pertes. Le présent rapport se rapporte à ce projet qui est intitulé « Démo-Pertes » et dont la durée prévisionnelle est de un an à compter du 1^{er} juillet 2020.

1.2 Objectifs et contenu de l'étude

1.2.1 Axes de l'étude

Le projet est structuré en deux axes.

Axe 1 - Performance des services en matière de pertes en eau

Cet axe vise trois objectifs :

1. Actualisation de la grille d'évaluation des performances des services au travers de l'indice linéaire de pertes (*ILP*) et de la densité d'abonnés :
 - a. actualisation de la grille de 2009 à partir des données disponibles dans SISPEA. Examen des possibilités d'en étendre l'application aux densités d'abonnés au-delà de 45 ab/km ;
 - b. analyse spécifique des performances pour les services à forte densité d'abonnés (nombre d'abonnés VS nombre de branchements ; disparités de taille entre les services à forte densité).
2. Vision chronologique de la performance des services Girondins :
 - a. analyse de la performance *ILP* des services depuis 2009 ;
 - b. analyse de l'évolution globale des pertes en Gironde et comparaison avec d'autres départements afin d'évaluer l'efficacité de la politique d'économies d'eau menée dans le cadre du SAGE Nappes profondes.
3. Influence de l'échelle spatiale d'analyse :
 - a. analyse exploratoire à partir de simulations rétrospectives, de l'influence de l'échelle spatiale de calcul sur l'évaluation de la performance en matière de pertes en eau.

Axe 2 - Impact de la croissance démographique sur les réseaux de distribution

Selon son importance, et les choix en matière d'urbanisation, une augmentation de la population peut se traduire par un allongement du réseau de distribution et une augmentation du nombre de ses branchements. Les facteurs d'influence de cet accroissement du réseau et l'importance des pertes qui lui sont associées restent à évaluer. Il est proposé de d'examiner cette question selon deux approches :

1. Approche statistique

Analyser des données de la base SISPEA à l'échelle nationale et pour les services girondins depuis l'année de création de cette base (2008). Cette analyse vise à relier la longueur de canalisation par habitant et le nombre d'habitants par abonné à différentes caractéristiques du service déterminées à partir de données géographiques et urbanistiques connues. L'objectif est de relier la population à la longueur du réseau et au nombre de ses abonnés en fonction des caractéristiques du territoire et, si cela est pertinent de dresser une typologie des services en fonction de ce critère.

2. Approche locale

Les données utilisées sont les données SIG existantes de quelques territoires. Il s'agit, à l'échelle du maillage IRIS de l'INSEE, d'identifier les canalisations et de les croiser avec les données de population. L'analyse menée est à la fois spatiale et temporelle. L'approche à l'échelle de l'IRIS vise à retrouver dans les grands services, tels que celui de Bordeaux Métropole, différentes typologies de territoires ou de configurations d'urbanismes dont certaines comparables à celles du milieu rural. Les territoires examinés, de préférence girondins, représentent des situations contrastées d'urbanisme et d'occupations des sols et sont choisis à partir de l'approche statistique. L'objectif de ce travail est d'établir une relation entre l'évolution des longueurs de canalisations par habitant supplémentaire et le type de développement urbain.

1.2.2 Phasage

Le projet se déroule en deux phases :

- La phase 1, au cours de six premiers mois. Elle sera principalement dédiée à l'exploitation des données de la base nationale SISPEA et vise en priorité, d'une part à atteindre l'objectif 1 de l'axe 1, « Actualisation de la grille d'évaluation des performances des services au travers de l'ILP et de la densité d'abonnés » et d'autre part à développer l'approche statistique prévue dans l'axe 2 avec pour objectif de dégager une première appréciation de l'influence de la démographie sur les longueurs de réseau. A l'issue de cette phase, un rapport intermédiaire sera produit par INRAE qui présentera les premiers résultats obtenus.
- La phase 2, jusqu'au terme du projet, mobilisera des informations plus sectorisées s'appuyant en particulier sur des données issues de Systèmes d'Information Géographique. Elle vise à avancer et à conclure sur l'ensemble des sujets, elle donnera lieu à la production par INRAE d'un rapport final. Si la qualité des résultats le permet, une synthèse ayant vocation à être soumise pour publication à une revue technique ou scientifique sera réalisée.

Le présent rapport intermédiaire présente les résultats de la phase 1.

2 AXE 1 – Performance des services en matière de pertes en eau

2.1 Analyse et traitement des données SISPEA

Le système d'information des services publics d'eau et d'assainissement (SISPEA) centralise depuis 2009 des données sur l'organisation, la gestion, la tarification et la performance des services publics d'eau et d'assainissement. Chaque année les services d'eau potable alimentent la base avec le jeu de données de l'année précédente. Les années 2009 à 2018 sont exploitées, toutefois, sauf mention contraire, les résultats présentés dans la suite concernent l'année 2018. Les résultats concernant les années antérieures figurent pour l'essentiel en annexe.

2.1.1 Variables utilisées

Les données et indicateurs extraits de SISPEA (ou calculés à partir des données extraites) pour caractériser les services d'eau potable sont les suivants :

- taille du service :
 - . L : longueur du réseau en km
 - . N : nombre d'abonnés du service
 - . H : Nombre d'habitants desservis
- indicateurs du caractère urbain ou rural du service :
 - . D : densité d'abonnés, $D = N / L$ en abonnés par km
 - . $TxHAB$: Taux d'habitants desservis par abonné, $TxHAB = H / N$
 - . $TxHL$: Taux d'habitants desservis par kilomètre de réseau, $TxHL = H / L$
- pertes et indicateurs de pertes :
 - . VNC : volume annuel non-comptés en m^3
 - . $ILVNC$: indice linéaire des volumes non-comptés $ILVNC = VNC / (L \times 365)$ en m^3 par km et par jour
 - . $IVNCA$: indice des volumes non-comptés par abonné $IVNCA = VNC / (N \times 365)$ en m^3 par abonné et par jour

2.1.2 Traitements préliminaires des données

La **longueur du réseau** est corrigée pour supprimer les erreurs d'unité (les linéaires sont parfois renseignés en mètres alors que la donnée doit être saisie dans la base en kilomètres) : si $L > 1\,000$ km et $D < 0.8$, alors $L = L/1000$.

Si la variable « **Habitants desservis** » est absente, sa valeur est considérée égale à celle prise par la variable « Population des communes adhérentes ».

Deux méthodes sont utilisées pour calculer $ILVNC$:

1. A partir de la valeur saisie d' $ILVNC$ notée $ILVNC_1$. Alors $VNC_1 = ILVNC_1 \times L \times 365$. Par extension $IVNCA_1 = VNC_1 / (N \times 365)$.
2. Calculé à partir des volumes saisis, notée $ILVNC_2$. En déduisant le volume comptabilisé du volume mis en distribution on obtient $VNC_2 = VP + VA - VV - VCC$. Alors $ILVNC_2 = VNC_2 / (L \times 365)$. De même $IVNCA_2 = VNC_2 / (N \times 365)$.

2.1.3 Sélection des services

Sur les 12 102 services présents dans la base SISPEA en 2018, seuls les services de distribution sont étudiés, soit un total de 11 747. L'ensemble de ces services ne renseignent pas toujours la base SISPEA, ne sont donc retenus chaque année que les services qui satisfont aux trois conditions suivantes :

- $L > 0$
- $N > 0$
- $ILVNC_1 > 0$

Pour s'affranchir des particularités locales, les données des DROM et de la Corse sont écartées. A ce stade, il reste **5 818 services de distribution** pour lesquels les données sont disponibles pour au moins une année entre 2009 et 2018.

2.1.4 Exclusion des valeurs singulières

Les données présentent une grande variabilité et une forte dispersion. Les valeurs extrêmes, qui correspondent soit à des erreurs dans les données soit à des services atypiques doivent être écartées pour éviter qu'elles n'impactent les résultats de l'analyse statistique. Leur sélection s'effectue à partir de l'analyse des fréquences cumulées de la série croissante des données de la variable étudiée. Les services sont ensuite écartés soit parce qu'ils présentent des particularités locales ou des suspicions de données erronées, soit parce que du fait leur très grande taille (N ou L), leur influence sur les résultats est disproportionnée. Dans ce dernier cas, ces services feront l'objet d'un traitement particulier.

2.1.4.1 N - Nombre d'abonnés

Les 24 services de moins de 31 abonnés sont écartés et les 25 de plus de 70 000 seront étudiés à part (Figure 1).

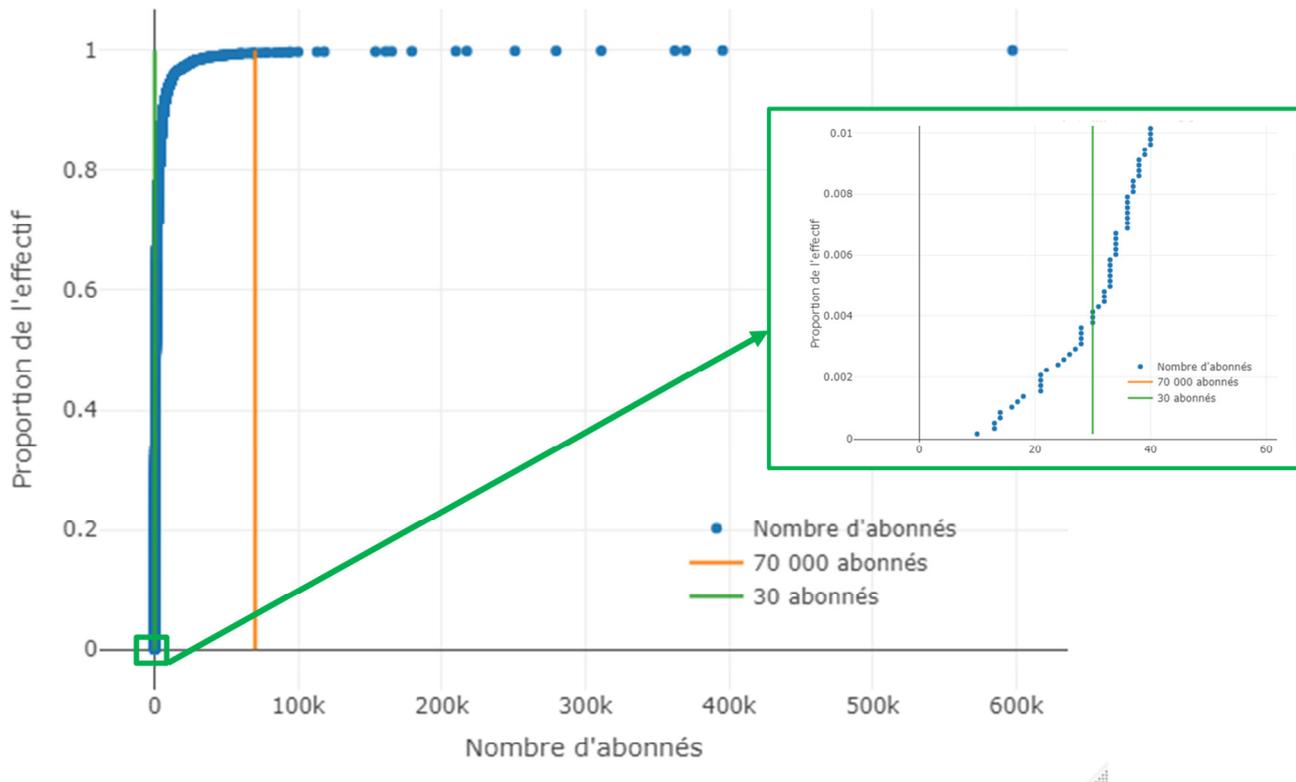


Figure 1 : Sélection des services pour la variable N

2.1.4.2 L - Linéaire du réseau

La limite supérieure fixée à 2 000 km de réseau écarte 5 services qui seront examinés plus tard (15 autres services sont déjà écartés pour un nombre d'abonnés supérieur à 70 000). Sur les 24 services dont la longueur de réseau est inférieure à 1 km, 8 ont déjà été écartés pour un nombre d'abonnés inférieur à 31, 16 services supplémentaires sont donc écartés (Figure 2).

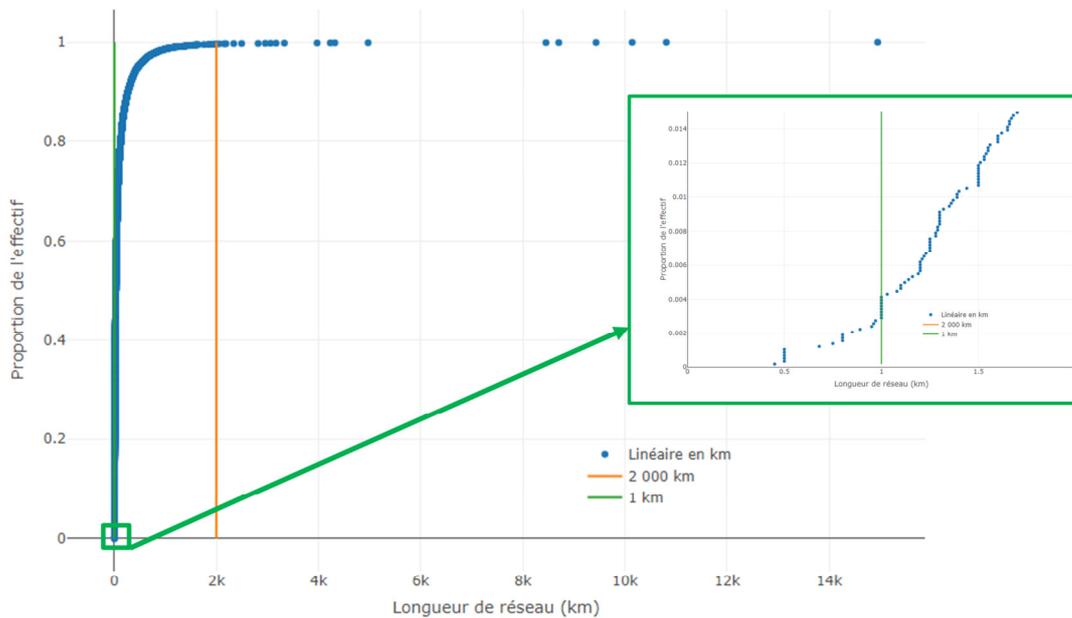


Figure 2 : Sélection des services pour la variable L

2.1.4.3 D – Densité d’abonnés par kilomètre

Pour la densité d’abonnés par kilomètre (Figure 3), tous les services hors des limites inférieures et supérieures fixées à 5 et 200 sont écartés (respectivement 39 et 1, soit 40 services).

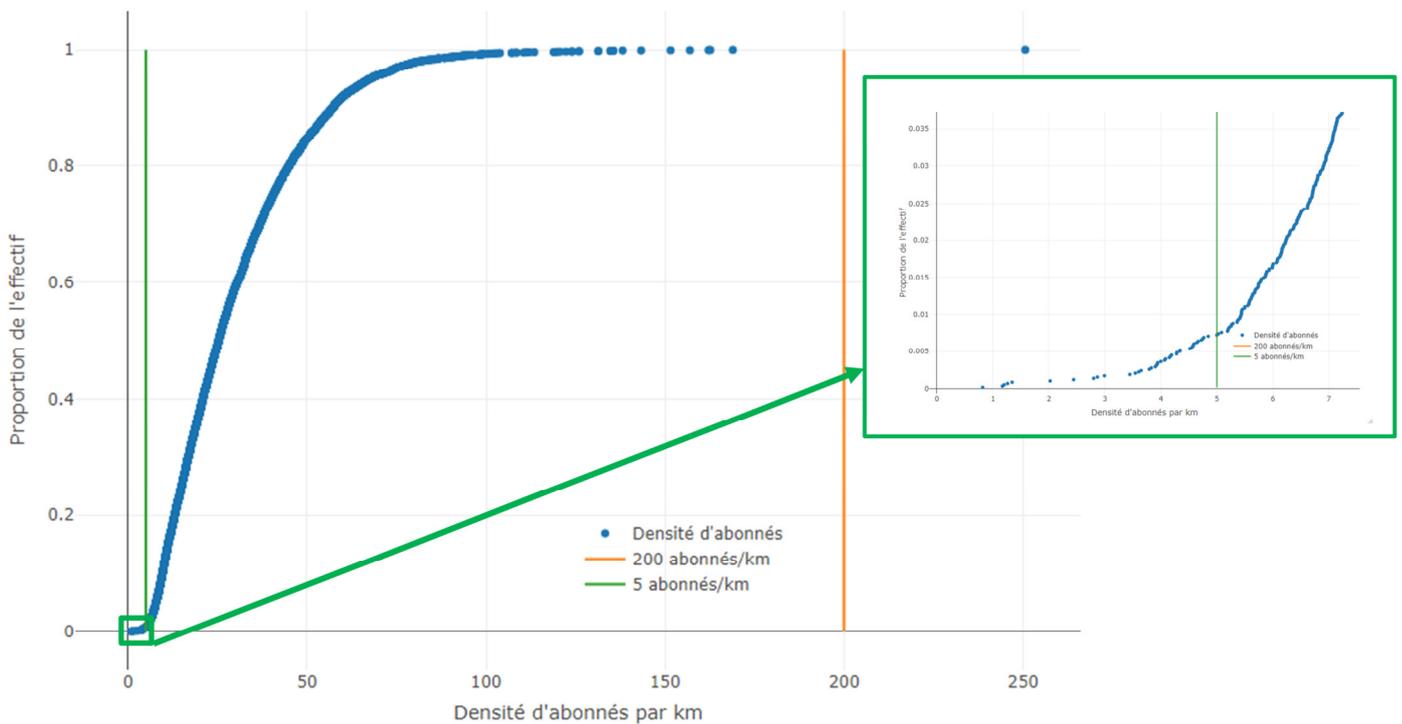


Figure 3 : Sélection des services pour la variable D

2.1.4.4 VNC₁ et Volume comptabilisé

En complément des longueurs de réseau et du nombre d’abonnés, 3 services sont mis à l’écart pour de forts VNC₁ (Figure 4, 1 service) ou de forts volumes comptabilisés (Figure 5, 2 services). Ces points seront étudiés par la suite (Tableau 1).

Tableau 1 : Détail des 3 services écartés – $VNC_1 > 5\,000\,000\text{ m}^3$ ou volumes comptabilisés $> 20\,000\,000\text{ m}^3$

Département	SISPEA	Collectivité	N	L	VNC ₁	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC ₁	IVNCA ₁
80	186270	AMIENS Métropole	57 205	932	5 919 132	183 911	3,215	61,379	17,400	0,283
67	103986	Eurométropole de Strasbourg	50 485	1 082	4 462 132	432 082	8,559	46,665	11,300	0,242
75	182961	SI Presqu'île de Gennevilliers	59 651	989	3 970 835	609 752	10,222	60,314	11,000	0,182

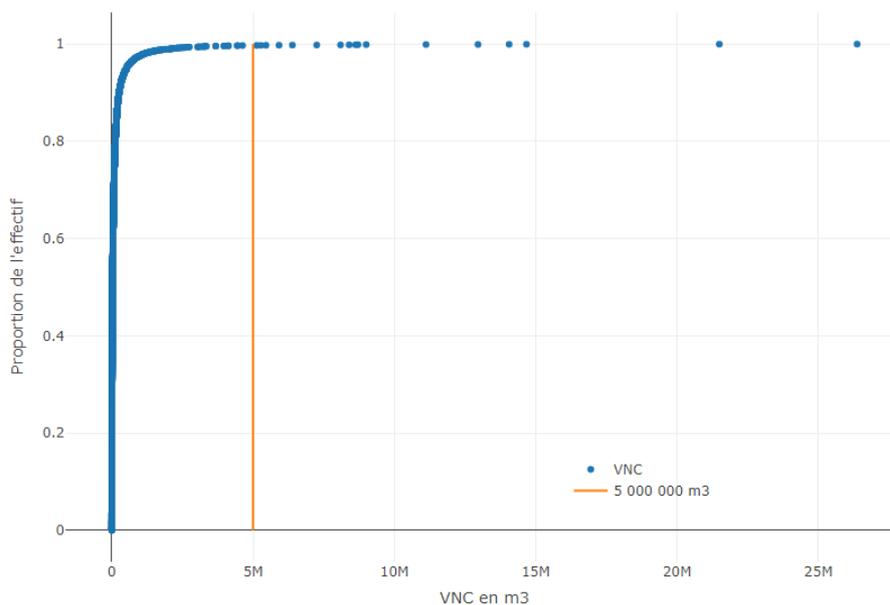


Figure 4 : Sélection des services pour la variable VNC₁

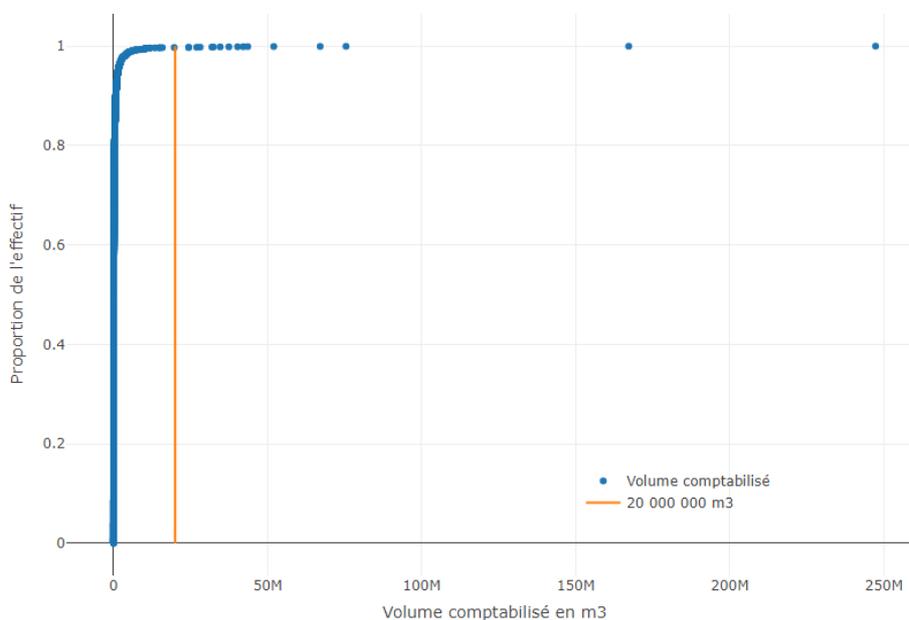


Figure 5 : Sélection des services pour la variable Volume comptabilisé

2.1.4.5 ILVNC₁

L'ILVNC₁ saisie dans la base SISPEA est comparé à l'IVNC₂ recalculé à partir des volumes saisis. Si l'écart entre ces deux valeurs est supérieur à un dixième, le service est écarté (138 services sont concernés).

Les services dont l'IVNC₁ est supérieur à 50 (9 services) ou inférieur à 0,2 m³/km/jour (57 services) sont aussi écartés (Figure 6).

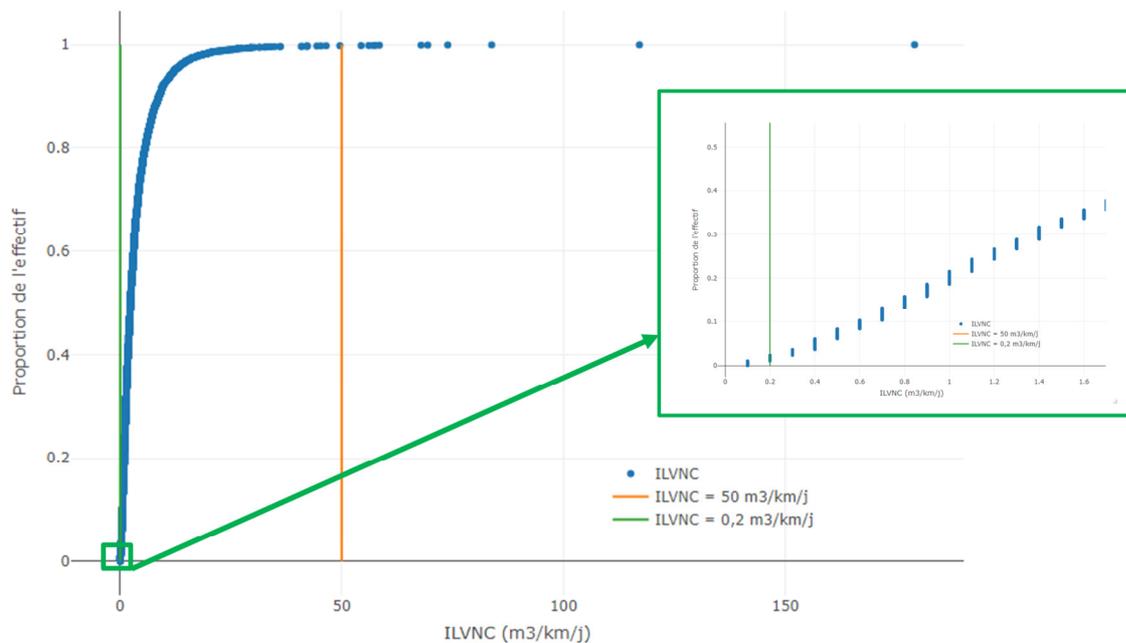


Figure 6 : Sélection des services pour la variable $ILVNC_1$

2.1.4.6 $IVNCA_1$

Les services dont l' $IVNCA_1$ est supérieur à $2 \text{ m}^3/\text{abonné}/\text{jour}$ (Figure 7) sont écartés (cela ne concerne plus que 3 services, les 5 autres étant déjà écartés, cf. Tableau 2).

Tableau 2 : 3 services écartés - $IVNCA_1 > 2 \text{ m}^3/\text{abonné}/\text{jour}$

Département	SISPEA	Collectivité	N	L	VNC ₁	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC ₁	IVNCA ₁
05	130668	Saint-Martin-de-Queyrières	689	29	524 111	1 502	2,180	23,800	49,600	2,084
06	85202	Briançonnet	243	30	228 855	610	2,510	8,100	20,900	2,580
07	178826	Astet	34	5	31 269	70	2,059	7,025	17,700	2,520

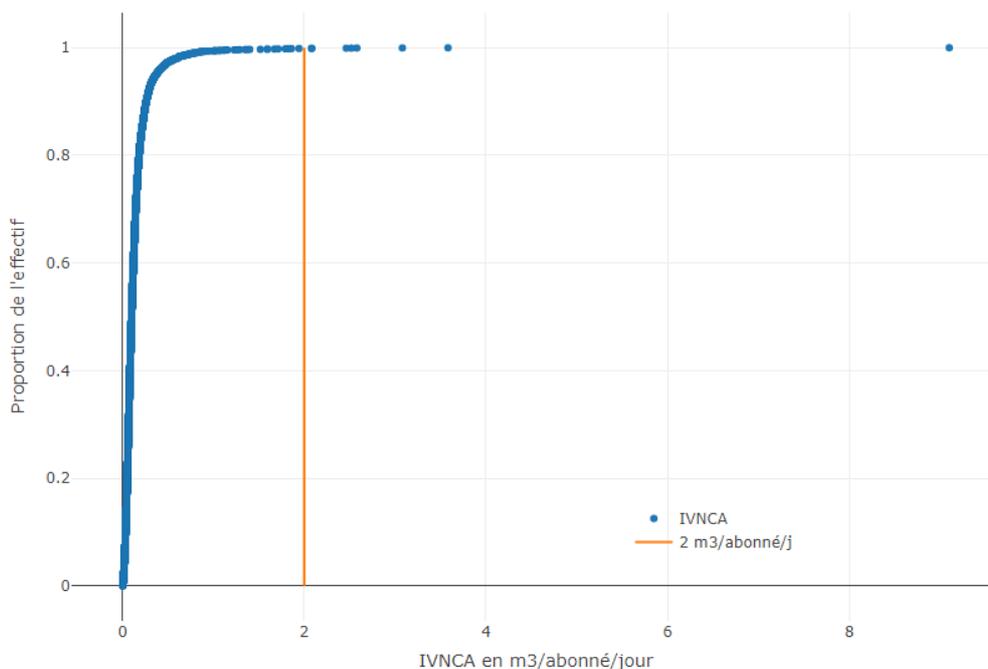


Figure 7 : Sélection des services pour la variable $IVNCA_1$

2.1.4.7 Volume comptabilisé par abonné (VC/N)

Pour éliminer les services constitués en majorité d'industriel, le volume comptabilisé par abonné est limité à 750 m³/abonné/an (Sur 13 services, 8 restent concernés, les 5 autres étant déjà écartés, cf. *Tableau 3* et *Figure 8*).

Tableau 3 : 8 services écartés – VC/N ≥ 750 m³/abonné/an

Département	SISPEA	Collectivité	N	L	VNC ₁	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC ₁	IVNCA ₁	VC/N
01	182744	SM Plaine de l'Ain	192	36	86 145	4 785	24,922	5,29	6,50	1,229	3 756
38	261334	CC Pays du Grésivaudan	3 971	54	43 362	8 708	2,193	73,54	2,20	0,030	969
52	131585	Peigney	216	11	24 902	379	1,755	20,26	6,40	0,316	1 086
62	203850	ZI Artois Flandres	80	12	39 420	97	1,213	6,67	9,00	1,350	2 737
70	106662	Charcenne	177	7	19 955	350	1,977	24,93	7,70	0,309	1 180
73	161064	Les Belleville (avant 2019)	753	45	44 564	60 000	79,681	16,65	2,70	0,162	1 125
88	99549	Ameuvelle	37	5	5 694	50	1,351	7,12	3,00	0,422	828
95	118209	Roissy-en-France	632	17	27 090	2 904	4,595	36,62	4,30	0,117	750

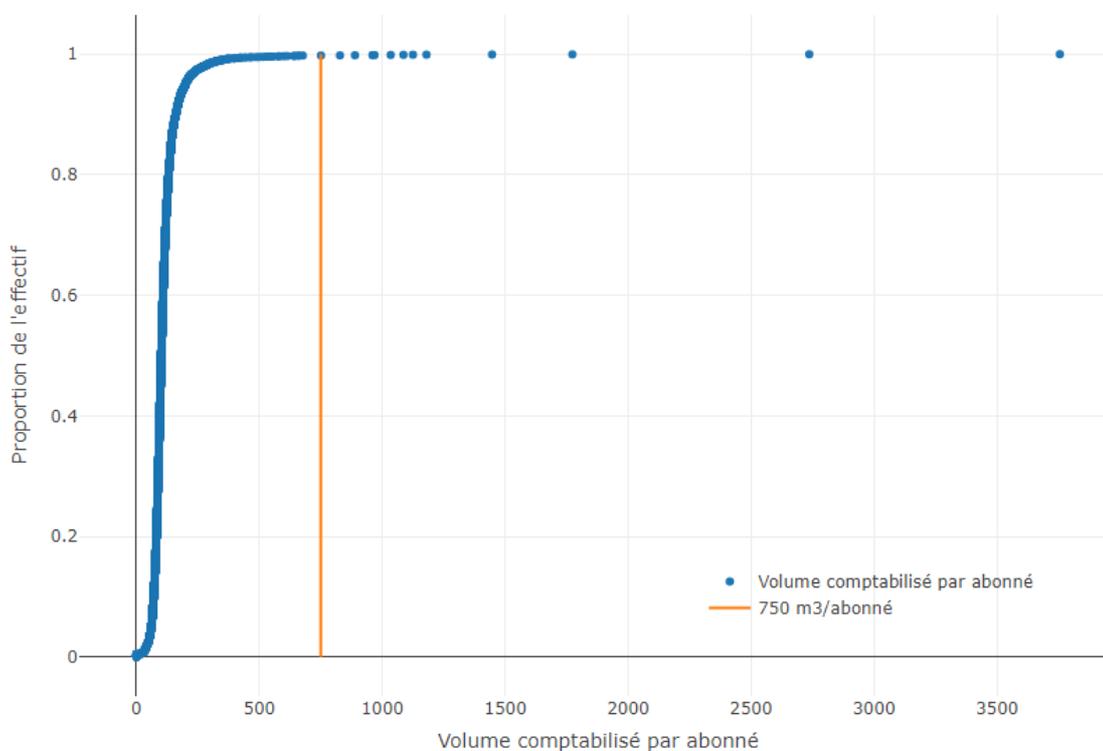


Figure 8 : Sélection des services pour la variable Volume comptabilisé par abonné

2.1.4.8 Récapitulatif des filtres utilisés

Les filtres suivants sont appliqués successivement sur les données SISPEA de 2018 :

1. $N < 70\,000$ (25 services écartés)
2. $N > 30$ (24 services écartés)
3. $L < 2\,000$ km (5 services écartés)
4. $L > 1$ km (16 services écartés)
5. $D < 200$ (1 service écarté)
6. $D > 5$ (39 services écartés)
7. $ILVNC_1 = ILVNC_2$ au dixième près (138 services écartés)
8. $VNC_1 < 5\,000\,000$ m³ (1 service écartés)
9. $Volume\ comptabilisé < 20\,000\,000$ m³ (2 services écartés)
10. $ILVNC_1 < 50$ (9 services écartés)
11. $ILVNC_1 > 0,1$ (57 services écartés)

12. $IVNCA_1 < 2$ (3 services écartés)

13. *Volume comptabilisé par abonné* < 750 (8 services écartés)

Sur 5818 services renseignés, il reste **5 490 services**, soit 328 services écartés dont 33 feront l'objet d'une étude spécifique (services écartés par les filtres 1, 3, 8 et 9).

2.2 Evaluation du lien entre *ILVNC* et *D*

2.2.1 Toutes densités

Après traitements préliminaires, 5 490 services sont donc présents dans la base de données. Compte tenu du nombre important de données et de leur foisonnement, l'analyse est effectuée par classe de *D*, l'échantillon est divisé en 20 classes identiques en nombre de services (aux arrondis près), telles que détaillées dans le *Tableau 4*.

Pour une même classe de *n* individus, les indicateurs sont recalculés pour constituer une valeur par classe :

$$D = \frac{\sum_1^n N_i}{\sum_1^n L_i}$$

$$ILVNC = \frac{\sum_1^n VNC_i}{365 \times \sum_1^n L_i}$$

Tableau 4 : Détail des 20 classes de D sur l'échantillon de 5 490 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;8,21[	315 698	44 358	16 747 066	275	567 710	1,798	7,117	1,034	0,145
2	[8,21;9,92[	375 015	40 943	19 551 758	274	700 796	1,869	9,159	1,308	0,143
3	[9,92;11,5[	486 080	45 904	20 060 545	275	946 535	1,947	10,589	1,197	0,113
4	[11,5;13,3[	437 615	35 187	19 375 313	274	843 331	1,927	12,437	1,509	0,121
5	[13,3;15,2[	544 853	38 572	23 237 064	275	1 053 850	1,934	14,126	1,651	0,117
6	[15,2;17[	427 807	26 664	21 545 478	274	862 050	2,015	16,044	2,214	0,138
7	[17;19[	426 632	23 649	18 234 786	275	897 586	2,104	18,040	2,112	0,117
8	[19;21[	512 610	25 825	24 345 050	274	1 066 117	2,080	19,850	2,583	0,130
9	[21;23,1[	496 586	22 622	22 128 309	275	1 036 360	2,087	21,951	2,680	0,122
10	[23,1;25,3[	698 138	28 699	29 934 740	274	1 449 142	2,076	24,326	2,858	0,117
11	[25,3;27,7[	474 494	17 991	25 533 931	274	1 139 109	2,401	26,373	3,888	0,147
12	[27,7;30,3[	535 044	18 532	20 528 929	275	1 078 073	2,015	28,871	3,035	0,105
13	[30,3;33,1[	602 243	18 929	26 412 893	274	1 342 891	2,230	31,816	3,823	0,120
14	[33,1;36,6[	574 020	16 500	27 651 177	275	1 246 244	2,171	34,790	4,591	0,132
15	[36,6;40[	709 472	18 660	29 773 028	274	1 664 865	2,347	38,021	4,371	0,115
16	[40;44,2[	671 821	15 934	35 519 536	275	1 875 315	2,791	42,162	6,107	0,145
17	[44,2;49,4[	959 269	20 485	40 360 647	274	2 372 619	2,473	46,828	5,398	0,115
18	[49,4;56,4[	1 021 954	19 397	43 562 367	275	2 707 466	2,649	52,685	6,153	0,117
19	[56,4;66,2[	1 544 543	25 398	61 783 671	274	3 953 085	2,559	60,813	6,665	0,110
20	[66,2;163]	2 152 304	25 696	74 448 927	275	4 806 023	2,233	83,761	7,938	0,095
		13 966 198	529 945	600 735 215	5 490	31 609 167	2,263	26,354	3,106	0,118

Le lien entre *ILVNC* et *D* est très fort. La droite de régression est contrainte à l'origine (en l'absence d'abonné, les pertes sont supposées nulles) :

$$ILVNC = 0,113 \times D$$

On note toutefois pour la dernière classe de densité d'abonnés un tassement de l'*ILVNC* (*Figure 9*), qui indique qu'au-delà d'un certain seuil de densité d'abonnés, les pertes par abonné sont moins élevées. Une vérification est réalisée avec les données SISPEA des années précédentes.

Les mêmes filtres que ceux appliqués en 2018 ont été répétés chaque année sur les données de 2009 à 2017. Pour chaque année, les courbes de régression entre l'*ILVNC* et 20 classes de *D* ont été tracées et à chaque fois le fléchissement de la tendance est constaté pour la dernière classe de densité (cf. annexe 1, chapitre 6).

Ces résultats confortent la très bonne corrélation entre *ILVNC* et la densité d'abonnés par kilomètre de réseau jusqu'à *D* entre 60 et 70 abonnés/km. Au-delà, les services feront l'objet d'une étude particulière.

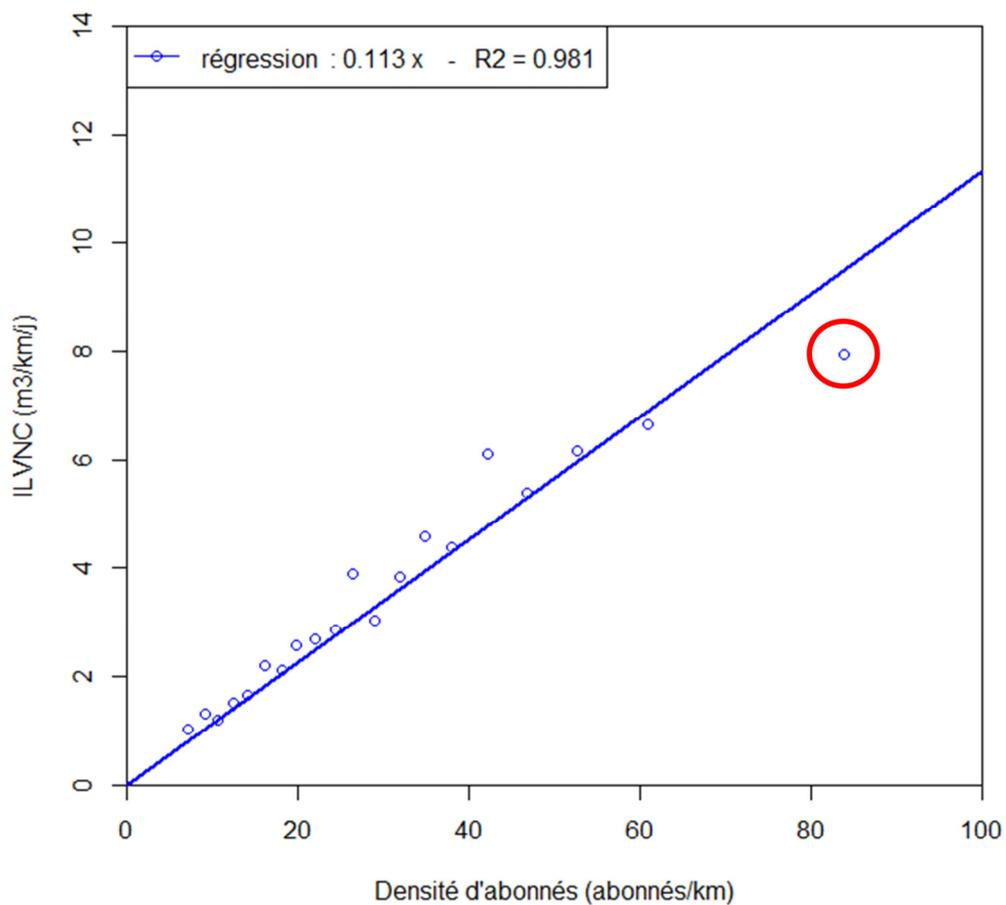


Figure 9 : *ILVNC* en fonction des 20 classes de *D* et 5 490 services

2.2.2 Fortes densités écartées

Les 274 services de la dernière classe de *D* sont donc écartés ($D > 66,2$). 20 nouvelles classes de *D* sont créées sur l'échantillon restant de 5 215 services (Tableau 5).

Tableau 5 : Détail des 20 classes de D sur l'échantillon de 5 215 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;8,12[	304 045	42 932	16 032 848	261	549 816	1,808	7,082	1,023	0,144
2	[8,12;9,78[	341 957	37 833	16 846 595	261	617 265	1,805	9,039	1,220	0,135
3	[9,78;11,2[	483 655	46 272	21 580 834	261	955 611	1,976	10,452	1,278	0,122
4	[11,2;12,9[	381 664	31 485	16 140 970	260	722 586	1,893	12,122	1,405	0,116
5	[12,9;14,7[	499 294	36 458	22 603 033	261	989 539	1,982	13,695	1,699	0,124
6	[14,7;16,4[	430 308	27 888	20 633 778	261	819 240	1,904	15,430	2,027	0,131
7	[16,4;18,2[	393 743	22 809	18 028 772	260	848 070	2,154	17,263	2,166	0,125
8	[18,2;20,2[	499 412	26 067	21 689 436	260	1 041 288	2,085	19,159	2,280	0,119
9	[20,2;22,1[	485 935	22 981	22 772 278	262	1 012 382	2,083	21,145	2,715	0,128
10	[22,1;24,2[	505 571	21 760	21 740 328	260	1 053 666	2,084	23,234	2,737	0,118
11	[24,2;26,2[	624 131	24 795	30 645 719	261	1 339 441	2,146	25,172	3,386	0,135
12	[26,2;28,6[	464 179	16 878	20 573 940	261	1 047 409	2,256	27,502	3,340	0,121
13	[28,6;31,5[	531 499	17 742	20 108 603	261	1 101 183	2,072	29,956	3,105	0,104
14	[31,5;34,1[	523 625	16 028	27 205 777	259	1 178 701	2,251	32,670	4,650	0,142
15	[34,1;37,3[	599 859	16 844	24 540 785	262	1 314 762	2,192	35,613	3,992	0,112
16	[37,3;40,7[	640 130	16 560	28 197 346	261	1 554 344	2,428	38,655	4,665	0,121
17	[40,7;44,9[	663 683	15 534	34 846 120	260	1 832 714	2,761	42,725	6,146	0,144
18	[44,9;50,1[	977 582	20 650	40 688 895	261	2 428 280	2,484	47,341	5,398	0,114
19	[50,1;56,7[	958 873	18 038	40 720 329	261	2 517 941	2,626	53,158	6,185	0,116
20	[56,7;66,2[	1 504 749	24 695	60 689 902	261	3 878 906	2,578	60,933	6,733	0,110
		11 813 894	504 249	526 286 288	5 215	26 803 144	2,269	23,429	2,859	0,122

L'ajustement obtenu est stable pour l'année 2018 (Figure 10), mais également pour les années précédentes de 2009 à 2017 (cf. détail en annexe 2, chapitre 7).

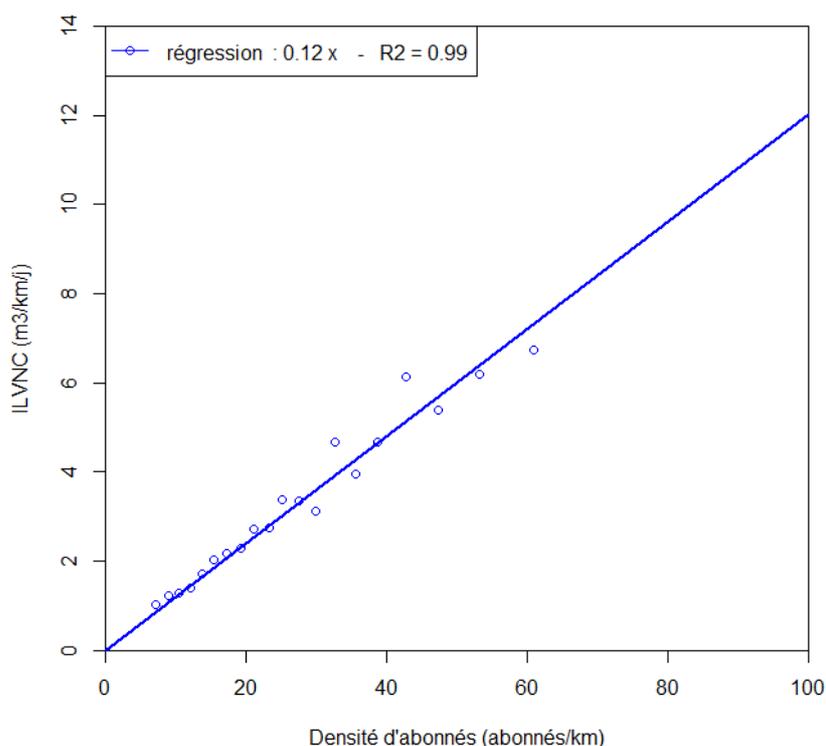


Figure 10 : ILVNC en fonction des 20 classes de D et 5 215 services

2.2.3 Construction d'un référentiel pour les services avec $D \leq 60$

Le référentiel est construit sur la base de la relation $ILVNC = f(D)$ dans sa partie stable et donc volontairement restreinte à $D \leq 60$ abonnés par kilomètre.

2.2.3.1 Année de référence 2018

La droite de régression obtenue avec l'ensemble des services permet d'apprécier la performance d'un service par rapport à la moyenne nationale. Pour améliorer le référentiel et apporter des nuances dans le niveau de performance d'un service, deux seuils supplémentaires vont être proposés [Renaud, 2009]. Deux droites de régression sont calculées pour encadrer la droite de régression initiale avec les services dont les points sont situés au-dessus de celle-ci d'une part, et en dessous d'autre part.

- le seuil haut est basé sur la droite de régression constituée à partir des 2 050 services regroupés en 20 classes de D pour lesquels $ILVNC > 0,12 \times D$ (courbe en rouge sur la Figure 11) ;
- de la même façon, le seuil bas est basé sur la droite de régression calculée avec les 3 033 services pour lesquels $ILVNC < 0,12 \times D$ (courbe en vert sur la Figure 11).

Cette méthode est basée sur une approche statistique et permet de situer un service par rapport à des valeurs moyennes. Elle ne permet en aucun cas de porter un jugement absolu sur sa performance. En effet, des facteurs qui ne sont pas pris en compte par le référentiel tels que la pression de service ou l'environnement du réseau peuvent influencer notablement le niveau des pertes et faire par exemple qu'un niveau élevé de pertes soit acceptable ou au contraire qu'un niveau modéré soit médiocre et aisément perfectible [Renaud, 2009].

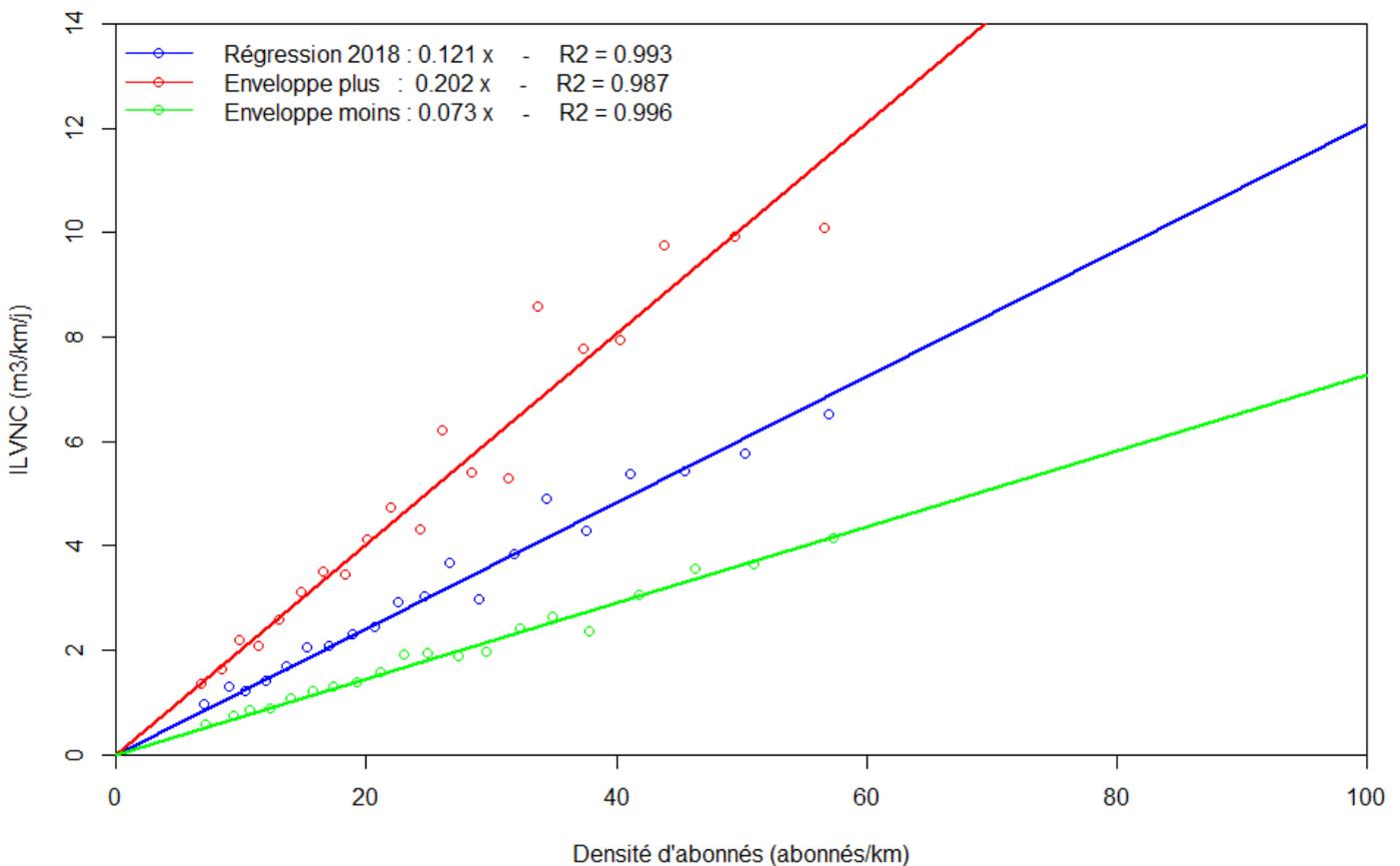


Figure 11 : Référentiel 2018 - $ILVNC = f(D)$

Le référentiel ainsi bâti permet de définir 4 niveaux de pertes (Tableau 6) à partir de la relation $ILVNC$ fonction de D (avec $D \leq 60$ abonnés/km).

Tableau 6 : Référentiel national - ILVNC en fonction de D pour D ≤ 60

	2020 (données 2018, D ≤ 60)	2009 (données 1990-2004, D ≤ 45)
Niveau de pertes faible	$ILVNC \leq 0.07 \times D$	$ILVNC \leq 0.08 \times D$
Niveau de pertes modéré	$0.07 \times D < ILVNC \leq 0.12 \times D$	$0.07 \times D < ILVNC \leq 0.15 \times D$
Niveau de pertes élevé	$0.12 \times D < ILVNC \leq 0.20 \times D$	$0.12 \times D < ILVNC \leq 0.29 \times D$
Niveau de pertes très élevé	$0.20 \times D < ILVNC$	$0.29 \times D < ILVNC$

2.2.3.2 Evolution interannuelle (2009 - 2018)

Les données SISPEA sont disponibles sur 10 années consécutives. Chaque année à compter de 2009 la droite de régression moyenne $ILVNC = f(D)$ avec $D \leq 60$ a été calculée, ainsi que les seuils haut et bas. Les courbes présentées dans la Figure 12 reprennent les pentes de chacune des droites de régression de 2009 à 2018 (cf. détail en annexe 3, chapitre 8). Ces pentes sont homogènes avec un IVNCA et peuvent être interprétées comme tel.

Les résultats font apparaître une diminution de la pente de 2009 à 2014 (amélioration de la performance), puis une stabilisation sur la période 2014 – 2018 y compris pour les seuils haut et bas (stagnation de la performance). Les gains de performance de la première période sont essentiellement dus aux progrès des services avec des niveaux de pertes élevées (et donc davantage de marge). La stagnation de la seconde période laisse supposer que, dans le contexte technique et institutionnel actuel, les pertes moyennes par abonné ont atteint un plancher.

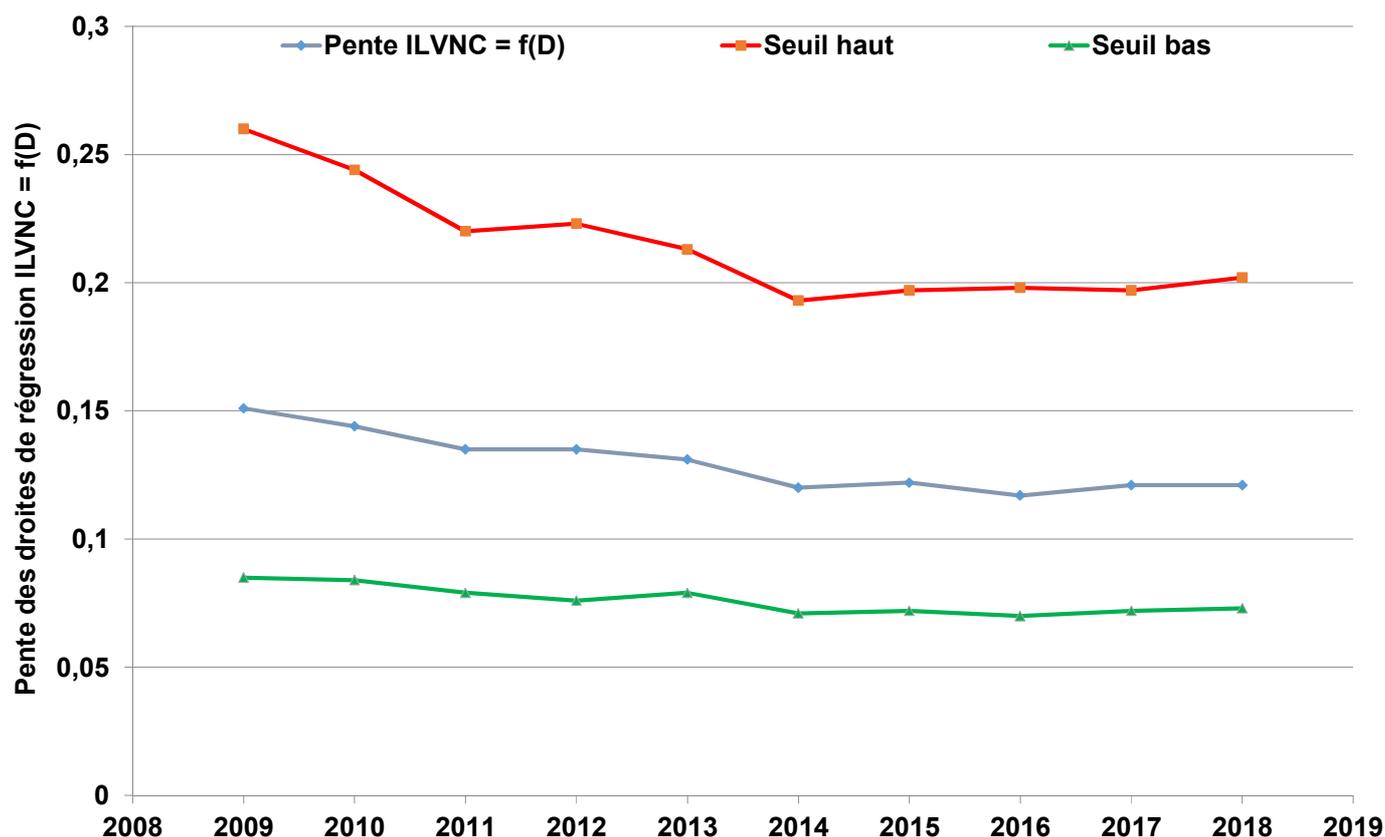


Figure 12 : Evolution annuelle des pentes de la régression $ILVNC = f(D)$

2.2.4 Analyse des liens entre *ILVNC* et *D* pour les services avec $D > 60$

Sur 5 818 services de distribution renseignés en 2018, 472 ont une densité d'abonnés supérieure à 60.

Les services sont répartis en 5 classes de *D* (Tableau 7).

Tableau 7 : *ILVNC* en fonction de *D* pour $D > 60$

Classe <i>D</i>	Intervalle	<i>N</i>	<i>L</i>	<i>VNC</i>	Nombre de services	Habitants desservis	<i>TxHAB</i>	<i>D</i>	<i>ILVNC</i>	<i>IVNCA</i>
1	[60;63,8[	631 333	10 211	33 497 048	95	2 196 317	3,479	61,828	8,988	0,145
2	[63,8;68,2[	674 442	10 247	26 978 386	94	1 542 636	2,287	65,819	7,213	0,110
3	[68,2;74,6[	2 030 442	28 729	91 671 143	94	8 951 501	4,409	70,676	8,742	0,124
4	[74,6;85,6[	973 850	12 327	48 696 291	94	2 672 714	2,744	79,001	10,823	0,137
5	[85,6;251]	1 862 699	18 068	50 732 499	95	4 518 102	2,426	103,096	7,693	0,075
		6 172 766	79 582	251 575 367	472	19 881 270	3,221	77,565	8,661	0,112

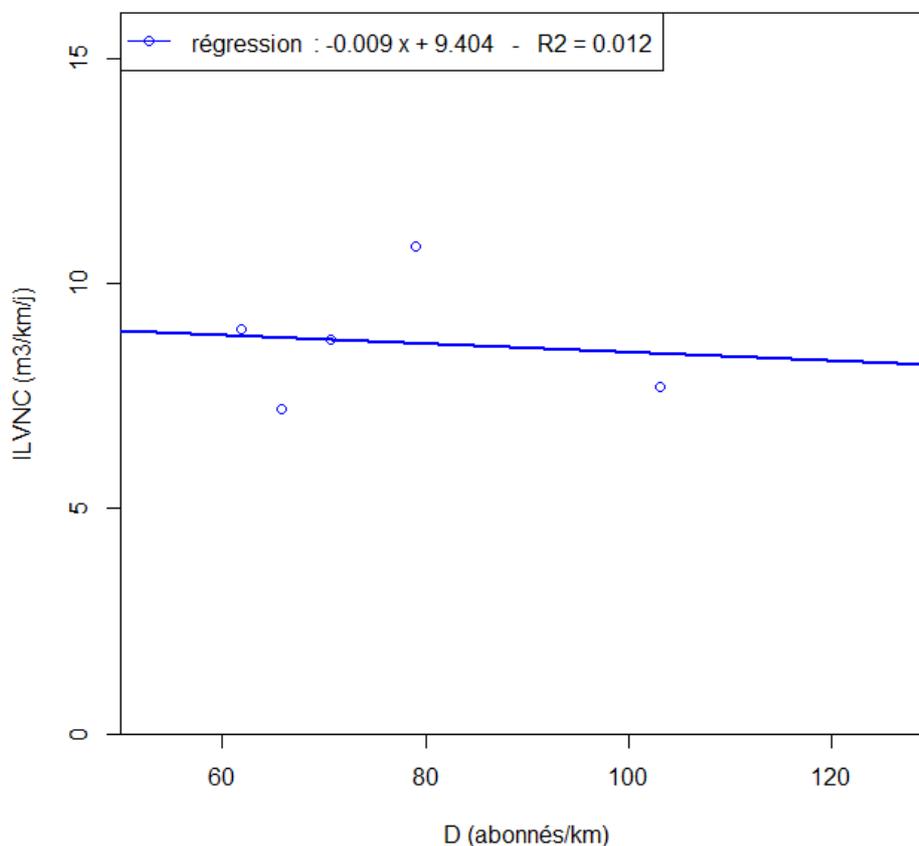


Figure 13 : $ILVNC = f(D)$ avec les 472 services $D > 60$

Ces résultats montrent que pour $D \geq 60$ il n'y a plus de lien de proportionnalité entre *IVNC* et *D* ce qui conforte le choix de limiter l'utilisation des régressions linéaires pour $D \leq 60$. D'autres méthodes sont donc à rechercher pour bâtir un référentiel pour les services à forte densité d'abonnés ou de grande taille.

2.3 Cas particulier des services avec $D > 60$ ou de grande taille

2.3.1 Analyse des liens entre $IVNCA$ et $TxHAB$ pour les services avec $D > 60$

Partant de l'hypothèse que pour les services avec $D > 60$ la part de l'habitat collectif impacte la configuration des réseaux, le lien entre $IVNCA$ et le nombre d'habitants desservis par abonnés est exploré.

Les 472 services avec $D > 60$ sont répartis en 5 classes de $TxHAB$ (Tableau 8). La droite de régression contrainte à l'origine (Figure 14) indique qu'une corrélation existe bien mais la qualité d'ajustement reste médiocre ($R^2 = 0.573$).

Tableau 8 : $IVNCA$ en fonction de $TxHAB$ pour $D > 60$

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	$TxHAB$	D	$ILVNC$	$IVNCA$
1	[0,164;1,69[	593 766	6 528	10 001 220	95	786 199	1,324	90,960	4,198	0,046
2	[1,69;2,01[	951 153	11 985	36 308 800	94	1 791 355	1,883	79,365	8,300	0,105
3	[2,01;2,24[	535 214	7 134	19 148 256	94	1 138 718	2,128	75,026	7,354	0,098
4	[2,24;2,56[	777 700	10 304	27 930 701	94	1 855 339	2,386	75,474	7,426	0,098
5	[2,56;13,7]	3 314 933	43 631	158 186 390	95	14 309 659	4,317	75,976	9,933	0,131
		6 172 766	79 582	251 575 367	472	19 881 270	3,221	77,565	8,661	0,112

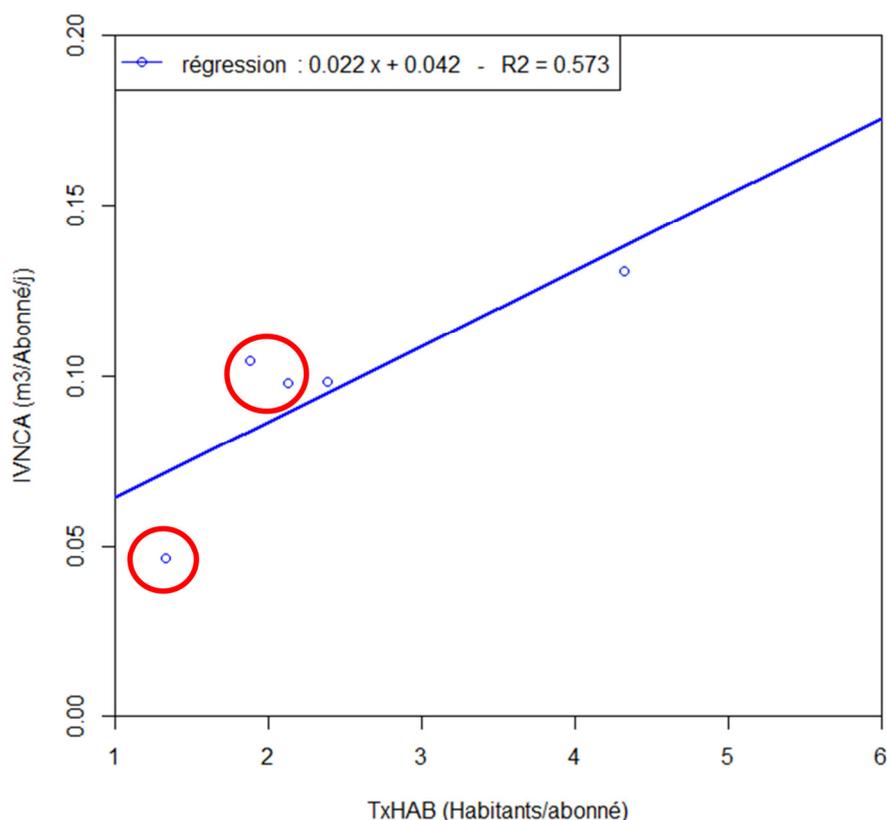


Figure 14 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec les 472 services $D > 60$

2.3.2 Exploration du lien entre $IVNCA$ et $TxHAB$ pour les services de grande taille avec $D > 60$

Pour poursuivre l'étude du lien entre $IVNCA$ et $TxHAB$, un nouvel échantillon constitué de services de $D > 60$ et de grande taille est constitué. La taille est appréciée par le nombre d'abonnés, plusieurs seuils ont été testés (2 000, 3 000, 4 000 et 5 000), seuls les résultats pour 5 000 abonnés, qui sont les plus intéressants, sont présentés ci-après.

Seuls les filtres en rouge sont activés

1. $N < 70\ 000$ (non appliqué)
2. $N > 5\ 000$ (305 services écartés)
3. $L < 2\ 000$ km (non appliqué)
4. $L > 1$ km (0 service écarté)
5. $D < 200$ (0 service écarté)
6. $D > 60$ (pour mémoire)
7. $ILVNC_1 = ILVNC_2$ à l'arrondi au dixième près (15 services écartés)
8. $VNC_1 < 5\ 000\ 000$ m³ (non appliqué)
9. Volume comptabilisé $< 20\ 000\ 000$ m³ (non appliqué)
10. $ILVNC_1 < 50$ (0 service écarté)
11. $ILVNC_1 > 0,1$ (0 service écarté)
12. $IVNCA_1 < 2$ (0 service écarté)
13. Volume comptabilisé par abonné < 750 (0 service écarté)

320 services sont écartés, les **152 services** restant sont classés en 5 classes de TxHAB (Tableau 9).

Tableau 9 : IVNCA en fonction de TxHAB pour $D > 60$

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[0,68;1,72[	497 671	5 662	13 110 005	31	684 786	1,376	87,895	6,344	0,072
2	[1,72;2,04[	851 490	10 659	30 530 416	30	1 630 279	1,915	79,882	7,847	0,098
3	[2,04;2,32[	474 480	6 222	16 402 655	30	1 052 172	2,218	76,260	7,223	0,095
4	[2,32;2,83[	1 226 943	14 742	39 979 445	30	3 180 937	2,593	83,230	7,430	0,089
5	[2,83;10,2]	1 968 149	27 873	97 012 857	31	10 129 361	5,147	70,611	9,536	0,135
		5 018 733	65 158	197 035 378	152	16 677 535	3,323	77,024	8,285	0,108

Il apparait que la régression linéaire non-contrainte par l'origine a une bonne qualité d'ajustement ($R^2 = 0.847$), les courbes enveloppes sont calculées selon le même principe qu'exposé précédemment (Figure 15).

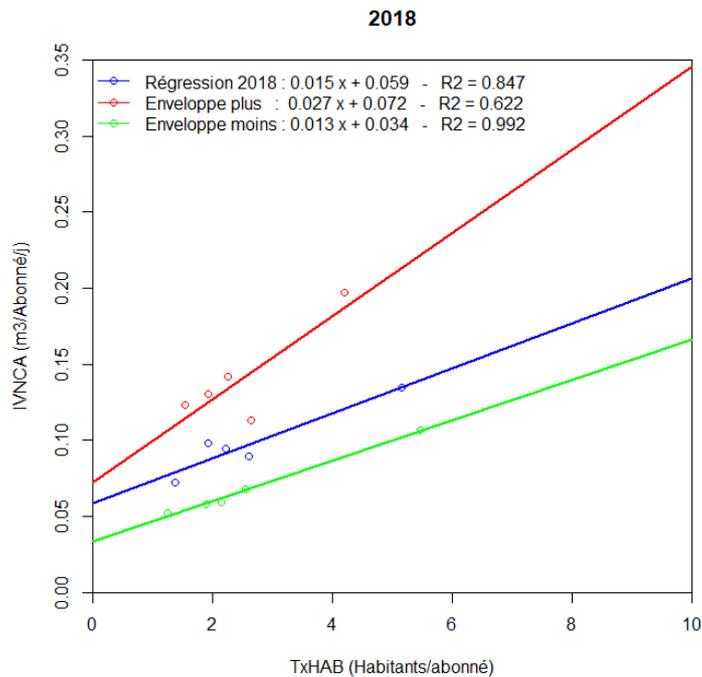


Figure 15 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec les 152 services filtrés $D > 60$

Pour vérifier la permanence du lien identifié, les mêmes types de régression sont calculés pour les années 2009 à 2017 (Tableau 10). Les qualités d'ajustement sont toujours bonnes (R^2 le plus souvent supérieurs à 0.8), cependant les

pentés et les ordonnées à l'origine des droites de régression ne sont pas stables d'une année à l'autre ce qui les rend impropres à la constitution d'un référentiel.

Tableau 10 : récapitulatif annuel IVNCA en fonction de TxHAB pour D > 60

Année	Total services D>60	Services filtrés	Services supprimés	Services >50 000 abonnés	Régression annuelle ax+b			Enveloppe inférieure a ₁ x+b ₁			Enveloppe supérieure a ₂ x+b ₂		
					a	b	R ²	a ₁	b ₁	R ₁ ²	a ₂	b ₂	R ₂ ²
2009	331	114	217	13	0.023	0.074	0.799	0.019	0.033	0.942	0.032	0.130	0.872
2010	357	100	257	13	0.025	0.062	0.824	0.018	0.033	0.955	0.037	0.087	0.970
2011	382	111	271	18	0.024	0.053	0.893	0.020	0.016	0.960	0.042	0.065	0.882
2012	417	123	294	22	0.024	0.051	0.906	0.020	0.020	0.970	0.033	0.079	0.726
2013	433	119	314	21	0.019	0.062	0.884	0.019	0.028	0.976	0.017	0.124	0.517
2014	495	135	360	25	0.023	0.048	0.876	0.019	0.027	0.993	0.029	0.090	0.745
2015	560	153	407	24	0.022	0.049	0.964	0.022	0.014	0.999	0.038	0.055	0.780
2016	485	149	336	28	0.028	0.030	0.955	0.021	0.016	0.980	0.035	0.053	0.826
2017	501	169	332	28	0.023	0.050	0.914	0.021	0.023	0.972	0.045	0.051	0.833
2018	472	152	320	27	0.015	0.059	0.847	0.013	0.034	0.992	0.027	0.072	0.622

Pour tenter d'aller plus loin, une étude détaillée des liens entre ILVNC ou IVNCA et D, TxHAB ou TxHL a été réalisée sur un échantillon de 488 services avec D>60 ou, quel que soit D, L > 2 000 km ou N > 70 000. Les résultats obtenus, présentés en annexe 4 (Chapitre 9) n'ont pas permis de mettre en évidence de relation apte à la construction d'un référentiel.

2.3.3 Construction du référentiel pour les services avec D > 60

Aucun lien n'ayant pu être établi entre ILVNC et D ou TxHL, ni entre IVNCA et TxHAB, il est proposé d'établir le référentiel pour D > 60 en se basant sur les distributions de ILVNC et IVNCA des 472 services identifiés précédemment (Tableau 11).

Tableau 11 : Données globales des 472 services de D > 60

D	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	TxHL	D	ILVNC	IVNCA
> 60	6 172 766	79 582	251 575 367	472	19 881 270	3,221	249,823	77,565	8,661	0,112

La Figure 16 présente les distributions d'ILVNC et d'IVNCA.

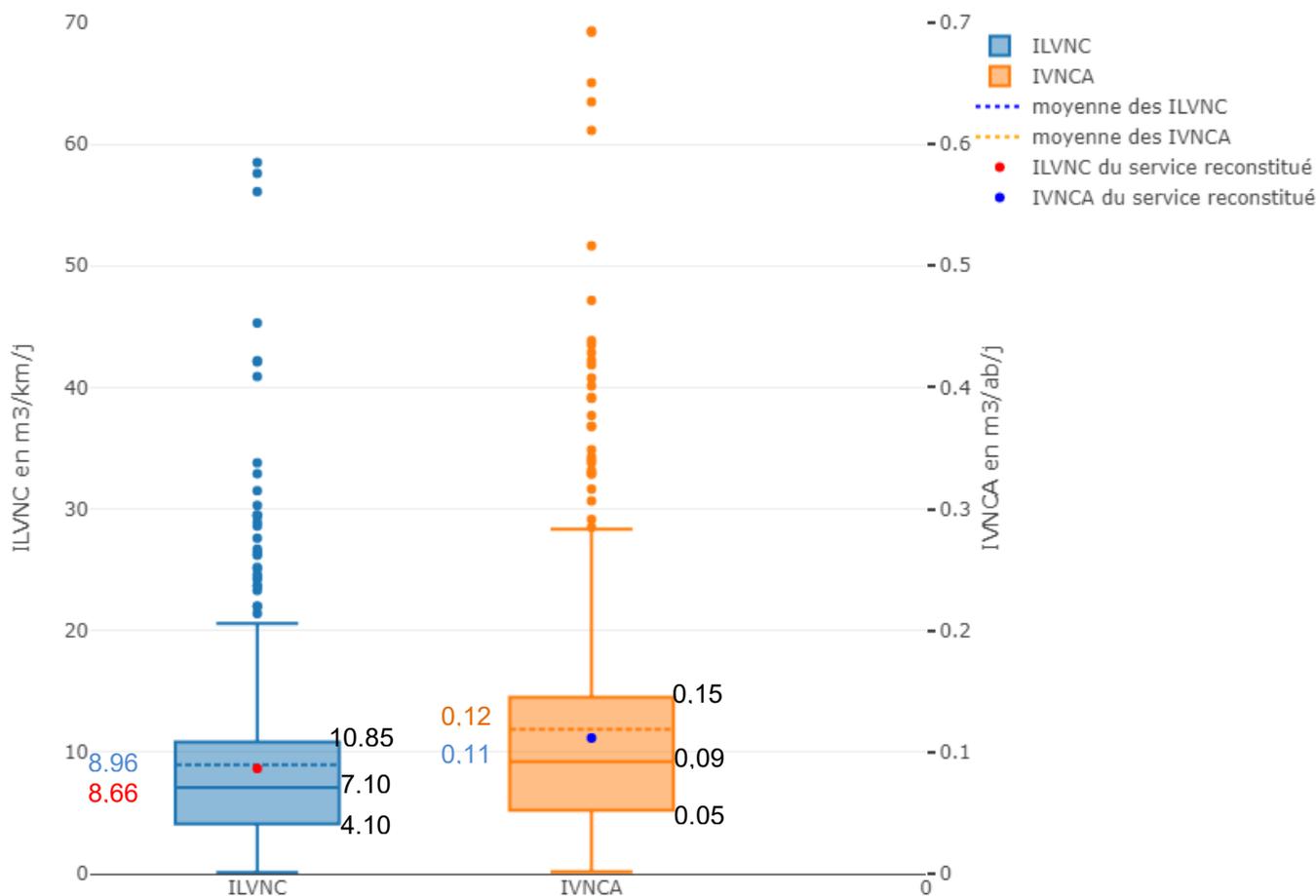


Figure 16 : Répartition ILVNC et des IVNCA pour les services avec $D > 60$

Par analogie avec la méthode utilisée pour $D < 60$, les seuils définissant les niveaux de pertes peuvent être définis par rapport aux quantiles suivants :

- 25 % des services sont sous le seuil bas ;
- 50 % des services sous la médiane ;
- 75 % des services sous le seuil haut.

Les niveaux de pertes peuvent alors être évalués pour les services de $D > 60$ par rapport à ces seuils pour l'ILVNC et l'IVNCA (cf. Tableau 12).

Tableau 12 : Seuils sur ILVNC et IVNCA pour les services avec $D > 60$

	$D > 60$ - ILVNC	$D > 60$ - IVNCA
Niveau de pertes faible	$ILVNC \leq 4,1$	$IVNCA \leq 0,05$
Niveau de pertes modéré	$4,1 < ILVNC \leq 7,1$	$0,05 < IVNCA \leq 0,09$
Niveau de pertes élevé	$7,1 < ILVNC \leq 10,9$	$0,09 < IVNCA \leq 0,15$
Niveau de pertes très élevé	$10,9 < ILVNC$	$0,15 < IVNCA$

2.3.4 Cas des services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants desservis

Pour comparer les deux systèmes d'évaluation (selon *ILVNC* et selon *IVNCA*) les quinze services avec $D > 60$ qui desservent plus de 200 000 habitants sont identifiés (*Tableau 13*) puis positionnés dans les « boîtes à moustache » représentant les distributions d'*ILVNC* (*Figure 17*) et d'*IVNCA* (*Figure 18*).

Tableau 13 : Services desservants plus de 200 000 habitants et de $D > 60$

Dpt	SISPEA	Collectivité	N	L	VNC	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
75	182961	SIE de Gennevilliers	59 651	989	3 970 835	609 752	10,222	60,31	11,0	0,182
54	164159	Grand Nancy	60 756	975	3 346 186	262 162	4,315	62,30	9,4	0,151
34	201874	CA Béziers Méditerranée	52 921	843	2 707 266	201 755	3,812	62,79	8,8	0,140
59	138440	Dunkerquois	99 811	1 505	2 142 083	245 076	2,455	66,33	3,9	0,059
44	129083	Nantes Métropole	217 419	3 168	8 094 240	638 931	2,939	68,63	7,0	0,102
75	97291	SEDIF	597 574	8 705	26 371 343	4 635 541	7,757	68,65	8,3	0,121
13	214336	Aix Marseille Provence	209 852	2 956	14 672 591	1 053 110	5,018	71,00	13,6	0,192
59	217814	Lille	311 011	4 231	11 119 068	1 099 972	3,537	73,51	7,2	0,098
74	218985	Grand Anancy	113 124	1 536	5 270 290	211 933	1,873	73,65	9,4	0,128
21	158047	CU du Grand Reims	59 451	770	1 489 372	226 801	3,815	77,22	5,3	0,069
06	217111	Nice Côte d'Azur	94 327	1 151	8 400 402	376 855	3,995	81,97	20,0	0,244
38	215437	Grenoble (la METRO)	165 012	1 990	6 391 880	450 139	2,728	82,92	8,8	0,106
72	74129	Le Mans Métropole	118 051	1 362	2 683 714	210 635	1,784	86,70	5,4	0,062
33	48283	Bordeaux Métropole	279 614	3 060	8 711 820	748 391	2,677	91,38	7,8	0,085
35	77654	Bassin Rennais (CEBR)	83 711	495	524 466	221 272	2,643	168,95	2,9	0,017

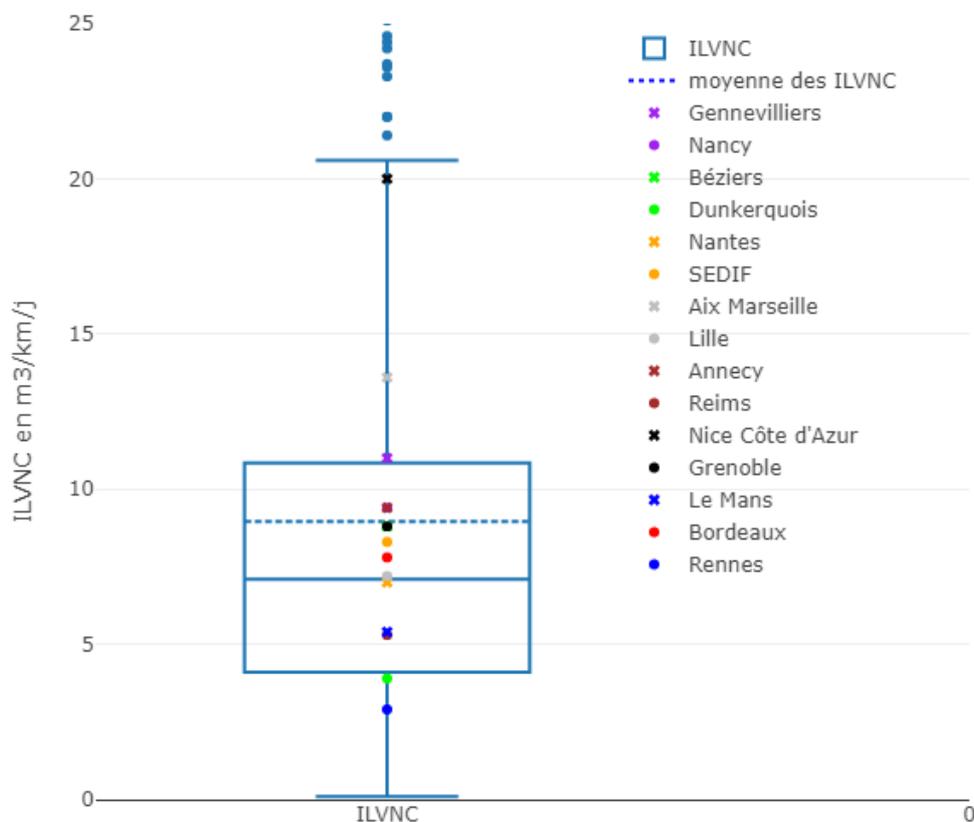


Figure 17 : ILVNC pour les services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants

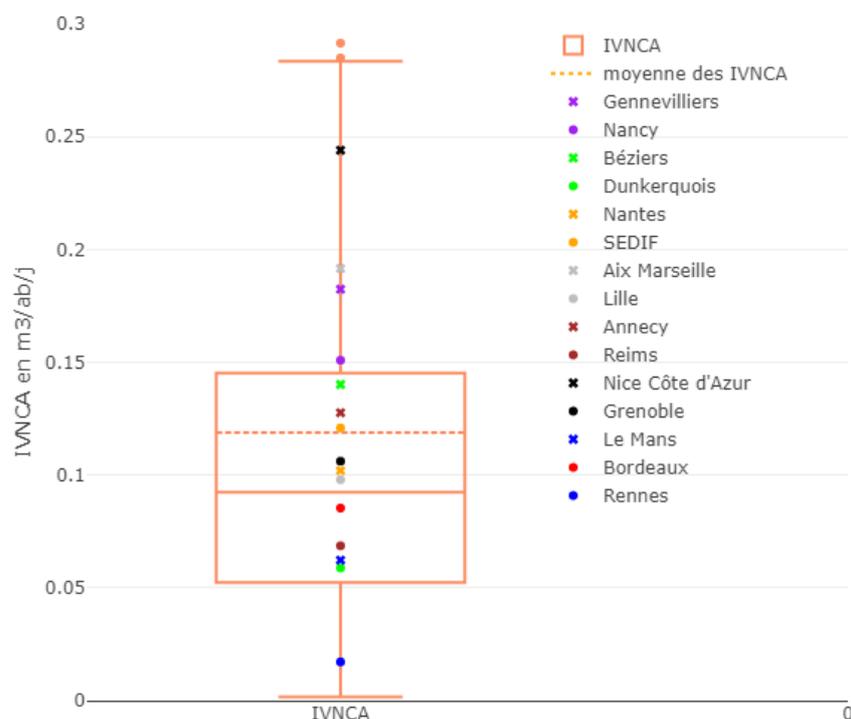


Figure 18 : IVNCA pour les services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants

Pour mieux visualiser l'impact du choix du référentiel sur l'appréciation du niveau de pertes de ces services, le *Tableau 14* compare leurs classements selon les trois référentiels suivants :

- **Ref<60**, référentiel proposé pour les services avec $D \leq 60$ (*Tableau 6*)
- **IVNCA>60**, référentiel basé sur IVNCA proposé pour les services avec $D > 60$ (*Tableau 12*)
- **ILVNC>60**, référentiel basé sur ILVNC proposé pour les services avec $D > 60$ (*Tableau 12*)

Tableau 14 : Comparaison de trois référentiels pour quinze services desservant plus de 200 000 habitants

1	Niveau de pertes faible
2	Niveau de pertes modéré
3	Niveau de pertes élevé
4	Niveau de pertes très élevé

Nom collectivité	Ref<60	IVNCA>60	ILVNC>60
Communauté d'Agglomération de Béziers Méditerranée	3	3	3
LE MANS METROPOLE	1	2	2
GRAND ANNECY	3	3	3
Collectivité Eau du Bassin Rennais (CEBR)	1	1	1
Communauté Urbaine du Grand Reims	1	2	2
SYNDICAT DE L' EAU DU DUNKERQUOIS	1	2	1
METROPOLE DU GRAND NANCY	3	4	3
MÉTROPOLE Nice Côte d'Azur	4	4	4
Grenoble Alpes Métropole (LA METRO)	2	3	3
Syndicat Intercommunal des eaux de la Presqu'île de Gennevilliers	3	4	4
NANTES METROPOLE	2	3	2
BORDEAUX Métropole	2	2	3
Métropole Aix Marseille Provence - Marseille Provence	3	4	4
METROPOLE EUROPEENNE DE LILLE	2	3	3
Syndicat des Eaux D'Île-de-France (SEDIF)	3	3	3

Les constats suivants peuvent être faits :

- Tous les niveaux de classement sont présents dans tous les référentiels ;
- Pour un même service, le classement dans Ref<60 est, dans la majorité des cas, plus favorable que le classement dans l'un ou l'autre des deux autres référentiels (10 cas sur 15) ;
- Les classements dans *IVNCA* > 60 et *ILVNC* > 60 sont le plus souvent identiques (11 cas sur 15) ;
- Sauf dans un cas (Bordeaux), lorsque les classements dans *IVNCA* > 60 et *ILVNC* > 60 sont différents, celui dans *ILVNC* > 60 est plus favorable que celui dans *IVNCA* > 60 (3 cas sur 4).

En conclusion de cette comparaison, il apparaît d'une part qu'étendre Ref<60 aux grands services avec *D* > 60 conduirait à sous-estimer leur niveau de pertes ; et d'autre part, que pour ces mêmes services, les référentiels s'appuyant sur les distributions d'*ILVNC* et d'*IVNCA* conduisent à des classements très similaires.

2.4 Référentiel 2018

Etant acté que le même référentiel ne peut pas être appliqué sur toute la gamme des densités d'abonnés, se pose la question de la cohérence entre deux référentiels distincts à la limite de leurs domaines d'application, c'est-à-dire pour une densité d'abonnés par kilomètre égale à 60. Le *Tableau 15* présente les valeurs seuil présent par *ILVNC* et *IVNCA* pour $D = 60$ dans chacun des référentiels.

Tableau 15 : Comparaison des valeurs des seuils des différents référentiels pour $D = 60$

Indicateur	<i>ILVNC pour $D = 60$</i>			<i>IVNCA pour $D = 60$</i>		
	Ref<60	<i>ILVNC</i> >60	<i>IVNCA</i> >60	Ref<60	<i>ILVNC</i> >60	<i>IVNCA</i> >60
Seuil 1	4.2	4.1	3.0	0.07	0.07	0.05
Seuil 2	7.2	7.1	5.4	0.12	0.12	0.09
Seuil 3	12.0	10.9	9.0	0.20	0.18	0.15

Il apparait clairement que pour les seuils 1 et 2, les valeurs des référentiels Ref<60 et *ILVNC*>60 sont très proches tandis que celles du référentiel *IVNCA*>60 sont sensiblement plus faibles. Pour le seuil 3, malgré des écarts un peu plus marqués, le constat est le même.

Sur cette base, moyennant une adaptation mineure des seuils calculés du référentiel *ILVNC*>60, (4,2 pour 4,1 – 7,2 pour 7,1 et 12 pour 10,9), il est possible de proposer un référentiel unique basé sur *ILVNC* en fonction de D avec un changement de formulation au-delà de $D = 60$. Ce référentiel est détaillé dans le *Tableau 16* et représenté par la *Figure 19*.

*Tableau 16 : Référentiel national - *ILVNC* en fonction de D*

	$D \leq 60$	$D > 60$
Niveau de pertes faible	$ILVNC \leq 0.07 \times D$	$ILVNC \leq 4.2$
Niveau de pertes modéré	$0.07 \times D < ILVNC \leq 0.12 \times D$	$4.2 < ILVNC \leq 7.2$
Niveau de pertes élevé	$0.12 \times D < ILVNC \leq 0.20 \times D$	$7.2 < ILVNC \leq 12$
Niveau de pertes très élevé	$0.20 \times D < ILVNC$	$12 < ILVNC$

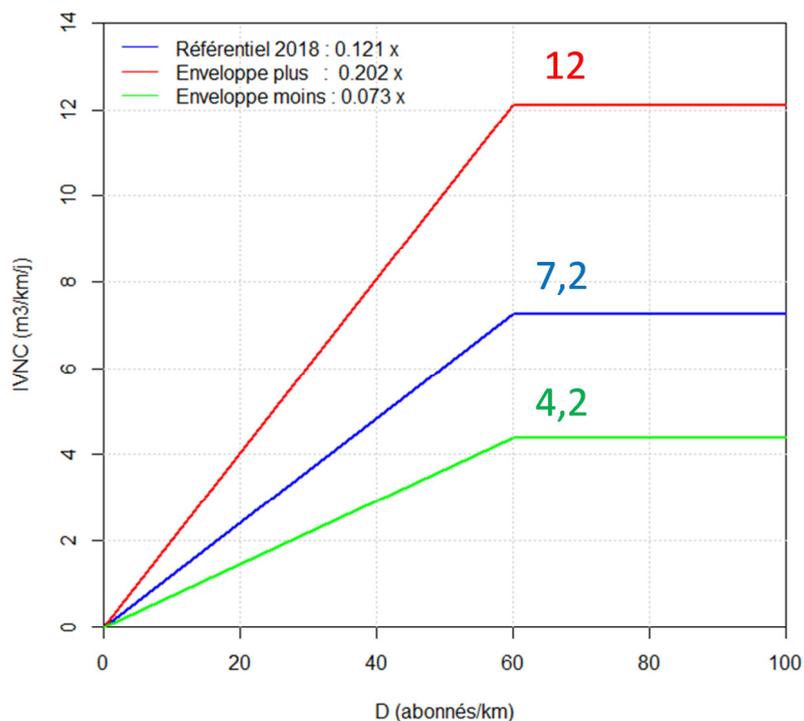


Figure 19 : Référentiel 2018 d'ILVNC fonction de D

La Figure 20 présente le positionnement dans le référentiel des services de $D \leq 60$ et de grande taille ($L > 2\,000$ km ou $N > 70\,000$ ou $VNC > 5\,000\,000$ m³ ou $VC > 20\,000\,000$ m³). A noter que Paris, avec $D = 46$ et $ILVNC=28$ n'est pas représenté. En effet, il s'agit d'un service atypique qui présente un nombre d'habitants par branchement très élevé ($TxHAB = 23,45$ habitants par abonnés), sa performance peut donc difficilement être appréciée avec le référentiel proposé.

La Figure 21 présente le positionnement dans le référentiel des services de $D > 60$ desservant plus de 200 000 habitants.

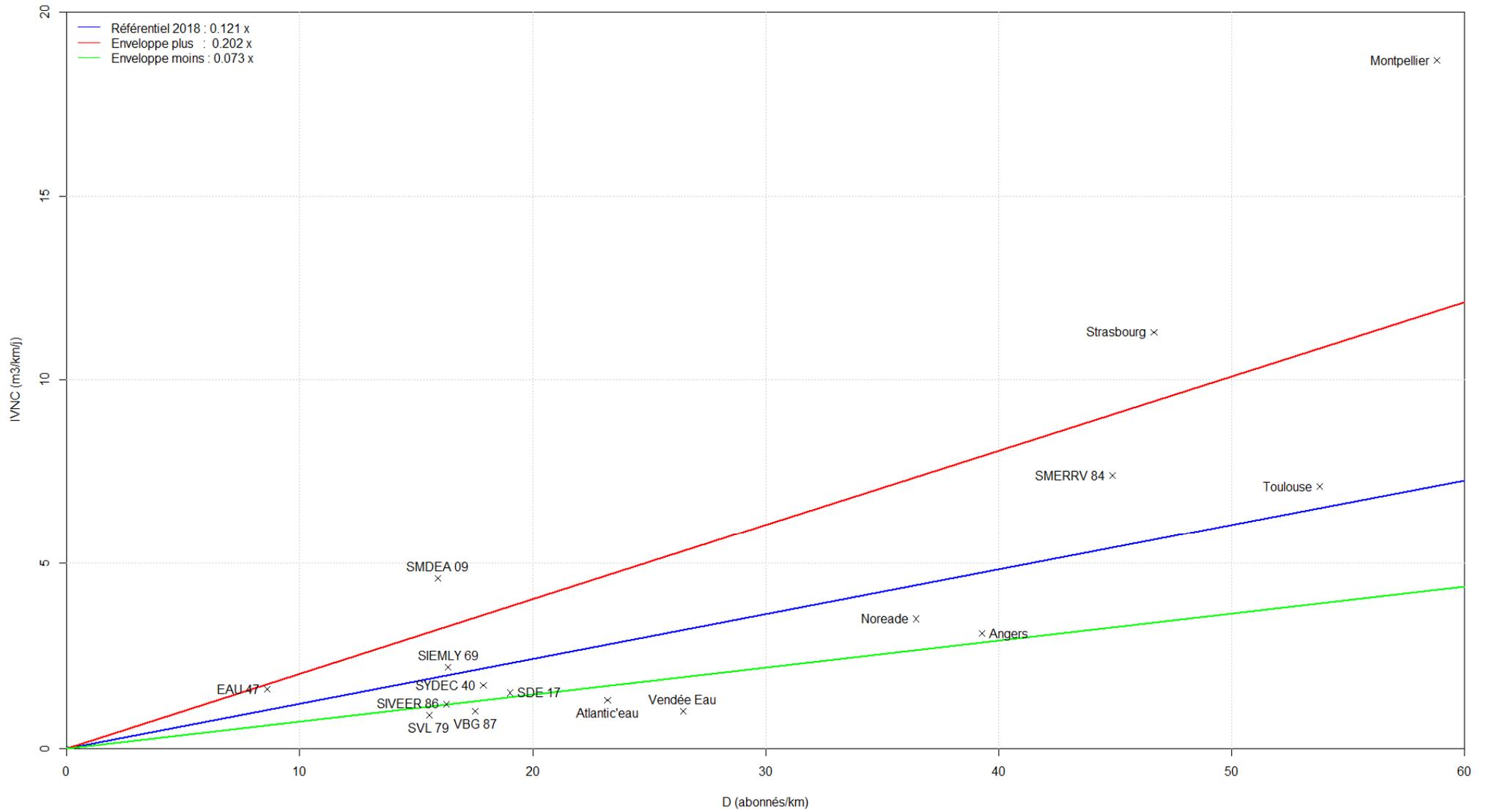


Figure 20 : Référentiel 2018 - Positionnement des services de grande taille avec D ≤ 60 (hors Paris)

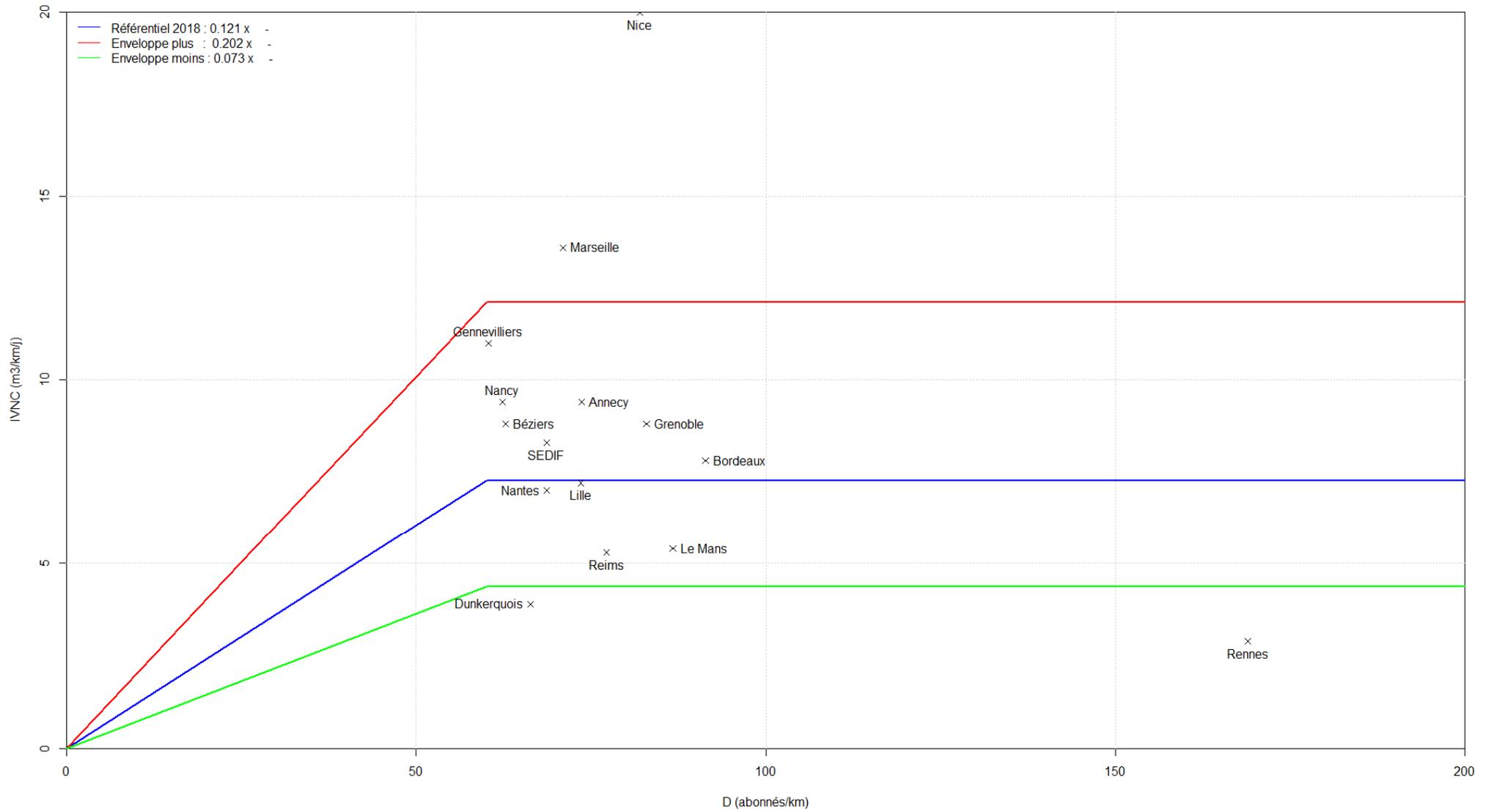


Figure 21 : Référentiel 2018 - Positionnement des services desservant plus de 200 000 habitants avec D > 60

2.5 Focus sur le département de la Gironde

Cette partie a pour objectif d'analyser la situation des services du département de la Gironde à la lumière du nouveau référentiel.

Pour dégager une vision d'ensemble dans le temps, il convient de s'intéresser aux services pour lesquels les données sont disponibles chaque année de la période d'étude. Pour pouvoir compter Bordeaux Métropole au nombre de ces services, la période d'étude est limitée à 2011-2018 (2009 et 2010 écartées).

2.5.1 Gironde 2011 - 2018 - Services de toutes densités

55 services girondins disposent, sans interruption, de données suffisantes dans la base SISPEA sur la période 2011-2018 (Tableau 17)

Tableau 17 : Données annuelles cumulées des services girondins retenus

ANNEE	N	L	VNC	Nombre de services	D	ILVNC
2011	518 937	13 571	19 159 501	55	38,239	3,868
2012	528 846	13 521	19 397 061	55	39,114	3,930
2013	540 242	13 615	19 514 625	55	39,679	3,927
2014	550 391	13 736	18 738 765	55	40,070	3,738
2015	557 895	13 806	19 079 185	55	40,409	3,786
2016	569 162	13 653	19 563 093	55	41,689	3,926
2017	577 661	13 670	19 912 693	55	42,257	3,991
2018	590 186	13 863	19 719 672	55	42,574	3,897

La Figure 22, construite à partir de ces données, montre une croissance systématique de la densité d'abonnés sur la période qui est cohérente avec une densification de l'habitat. Les variations d'ILVNC, en revanche, n'indiquent pas de tendance régulière.

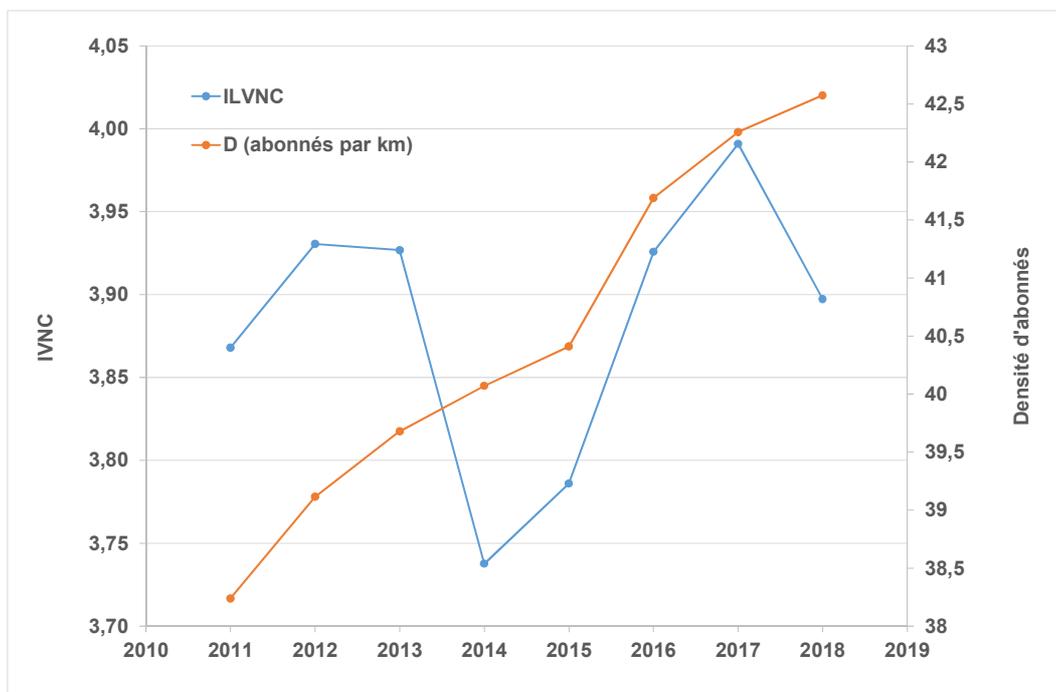


Figure 22 : Gironde - Evolution de la densité d'abonnés et de l'ILVNC de 2011 à 2018

2.5.2 Gironde 2011 – 2018 - Services avec $D \leq 60$

De 2011 à 2018, les 51 services pour lesquels $D \leq 60$ sont, chaque année, répartis en 5 classes de D puis, selon le même principe que précédemment, les droites de régression passant par l'origine sont ensuite calculées. La *Figure 23* représente l'évolution annuelle des pentes de ces régressions et les compare aux pentes obtenues à l'échelle nationale (*Figure 12*). La Gironde se situe dans un niveau de pertes modéré et sa situation s'améliore entre 2011 et 2018, mais on note tout comme au niveau national une stagnation depuis 2014.

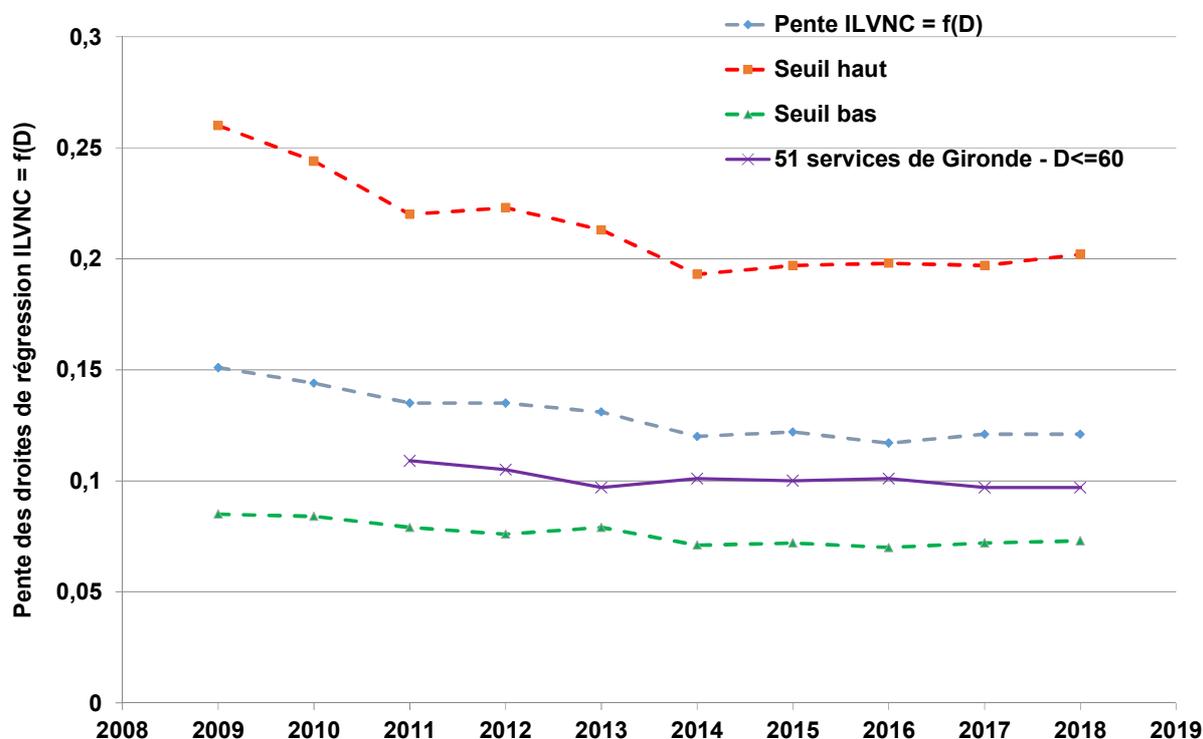


Figure 23 : Evolution annuelle des pentes des régressions $INVNC=f(D)$ pour $D \leq 60$ - Comparaison Gironde/France

2.5.3 Gironde 2018 - Services avec $D > 60$

Les services avec $D > 60$ sont au nombre de 5 (dont Langon pour lequel les données ne sont disponibles continument qu'à partir de 2013 et qui ne fait donc pas partie des 55 services étudiés sur la période 2011-2018). Le *Tableau 18* présente les données 2018 pour ces services.

La *Figure 24* positionne ces services dans le référentiel. A noter que Saint Macaire est un cas particulier puisqu'il s'agit d'un service de petite taille (13 km de réseau) qui présente une densité d'abonnés importante.

Tableau 18 : Récapitulatif des services avec $D > 60$ – données de l'année 2018

SISPEA	Collectivité	N	L	VNC	Habitants desservis	D	ILVNC	IVNCA
48296	COBAS	43 796	662	1 207 749	66 816	66,179	5,0	0,076
48194	Langon	4 854	70	79 431	7 708	69,145	3,1	0,045
48212	Libourne	11 646	146	400 031	25 491	79,696	7,5	0,094
48245	Saint-Macaire	1 084	13	7 831	2 088	85,895	1,7	0,020
48283	BORDEAUX Métropole	279 614	3 060	8 711 820	748 391	91,377	7,8	0,085

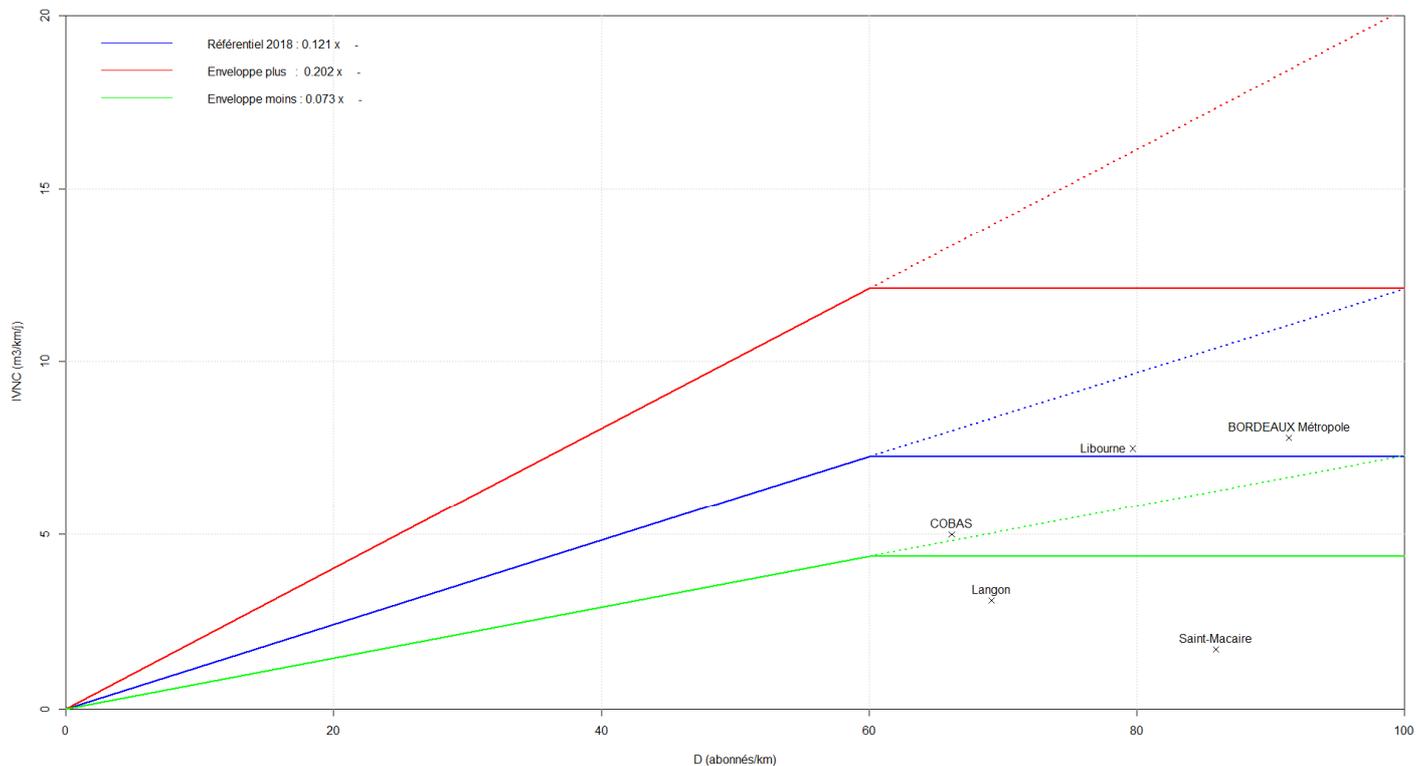


Figure 24 : Les services de Gironde D > 60 par rapport aux référentiels ILVNC

2.6 Conclusion et perspectives pour l'axe 1

A l'issue de l'analyse et du traitement des données SISPEA de 2009 à 2018, le référentiel d'*ILVNC* en fonction de *D* qui avait été établi en 2009 pour les services de $D \leq 45$ se montre toujours pertinent (très bon ajustement des régressions linéaires), il a été actualisé et sa plage de validité a été étendue jusqu'à $D \leq 60$ (*Tableau 6*).

Pour les services avec $D > 60$, ce référentiel n'est pas adapté, l'*ILVNC* ne progresse plus de façon linéaire en fonction de la densité d'abonné. Après avoir, sans succès recherché un lien stable entre *IVNCA* ou *ILVNC* et *D*, *TxHAB* ou *TxHL*, les seuils proposés sont basés sur la distribution d'*ILVNC* pour l'ensemble des services concernés (premier quartile, médiane, troisième quartile, cf. *Tableau 12*).

Deux méthodes peuvent être proposées pour prendre en compte la discontinuité au-delà de $D=60$:

1. Référentiel continu : évaluer, selon quatre catégories, le niveau de perte de tout service en s'appuyant sur la valeur d'*ILVNC* en fonction de celle de *D* (*Tableau 16* et *Figure 19*). En effet, moyennant quelques ajustements mineurs les deux sous-référentiels se raccordent pour $D = 60$;
2. Référentiel discontinu : Pour $D \leq 60$ appliquer le référentiel *ILVNC* en fonction de *D* (*Tableau 6*), et pour $D > 60$, analyser au cas par cas, le niveau de pertes, en prenant en compte les deux référentiels présentés dans le *Tableau 12* :
 - **IVNCA>60**, référentiel basé sur *IVNCA* proposé pour les services avec $D > 60$;
 - **ILVNC>60**, référentiel basé sur *ILVNC* proposé pour les services avec $D > 60$.

3 AXE 2 - Impact de la croissance démographique sur les réseaux de distribution

L'impact de la croissance démographique sur le linéaire de canalisation est d'abord analysé globalement sur les données nationales extraites des bases annuelles SISPEA, puis à l'échelle du département de la Gironde.

3.1 Evaluation à l'échelle nationale

3.1.1 Préparation des données

Les données sont extraites des données annuelles SISPEA de 2011 à 2018. Les années 2009 et 2010 moins bien renseignées sont volontairement écartées. Seuls les services pour lesquels toutes les années ont été renseignées sont retenus (1 407 services).

En premier lieu, les services dont la longueur a baissé de façon anormale ou dont le périmètre a changé sont écartés :

- ne sont conservés que les services dont la variation moyenne annuelle du linéaire de réseau dépasse -1% (877 services sur 1 407) ;
- 130 services dont le nombre de communes a varié entre 2011 et 2018 sont ensuite écartés (ce qui porte le nombre de services restants à 747).

En complément, une série de filtres sont appliqués pour garantir la représentativité de l'échantillon. Les limites minimum et maximum d'évolution d'un service entre 2011 et 2018 sont fixées pour écarter les services dont les changements résultent de correction, d'erreur ou de cas particulier.

Evolution du nombre d'abonnés

Ainsi, le service dont la croissance en nombre d'abonnés a été supérieure à 40 % et les 3 services qui ont perdu plus de 20 % d'abonnés sont écartés (cf. Figure 25).

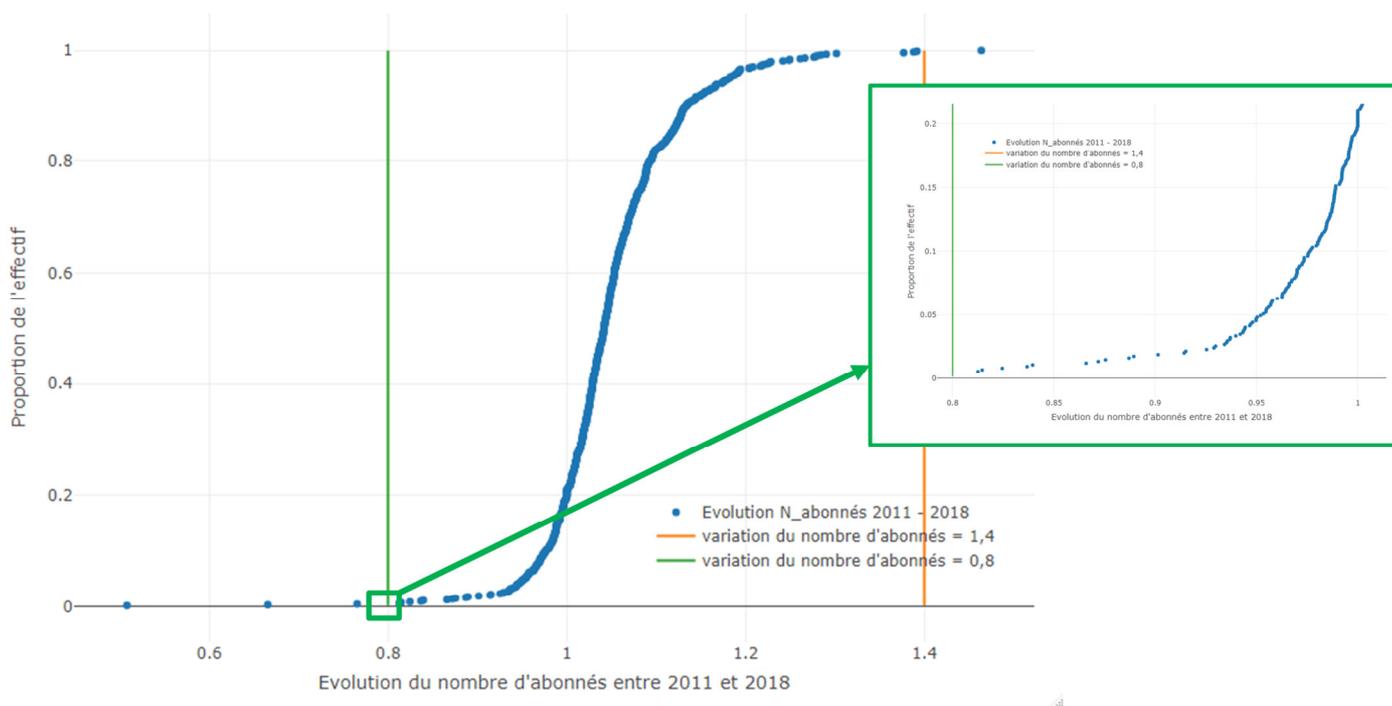


Figure 25 : Sélection des services pour la variable nombre d'abonnés

Evolution du linéaire de réseau

De même, un service est écarté pour une évolution trop importante de son linéaire, en 7 ans son linéaire a été multiplié par 4 sans croissance du nombre d'abonnés (cf. Figure 26).

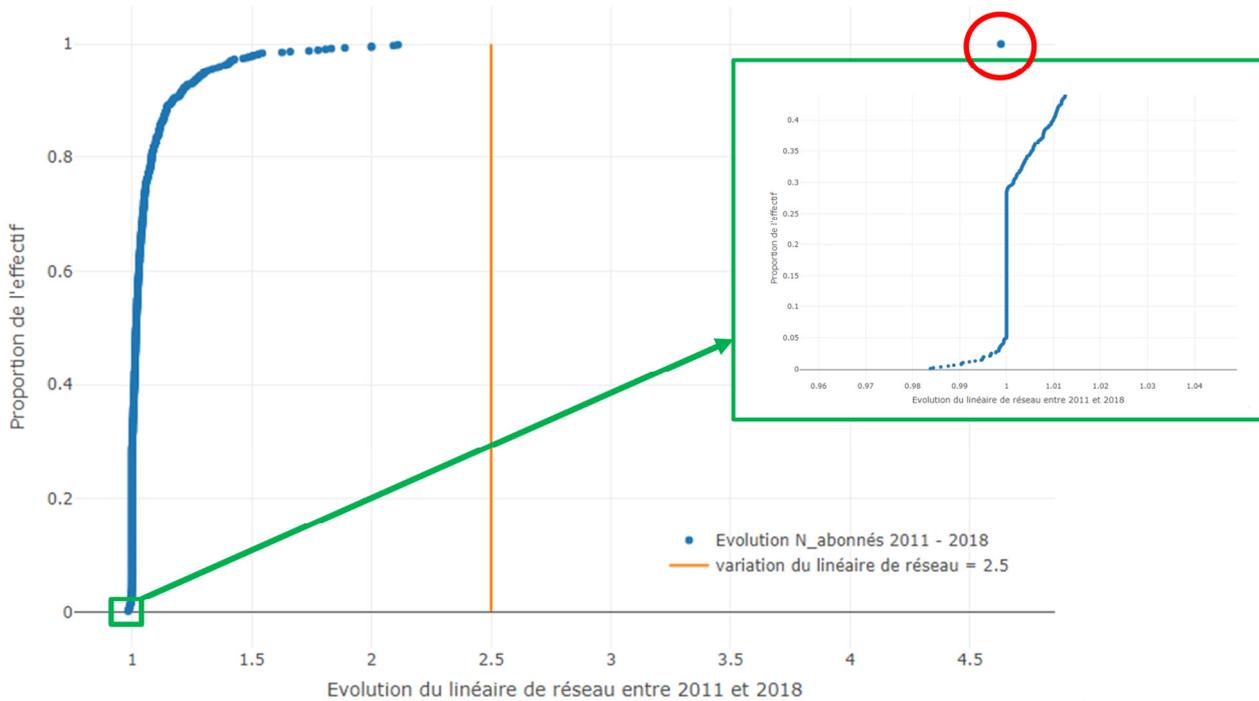


Figure 26 : Sélection des services pour la variable linéaire du réseau

Evolution du nombre d'habitants

5 services qui ont plus que doublé le nombre d'habitants desservis sont écartés, ainsi que 6 services ayant perdu plus de 50% de leurs habitants (cf. Figure 27).

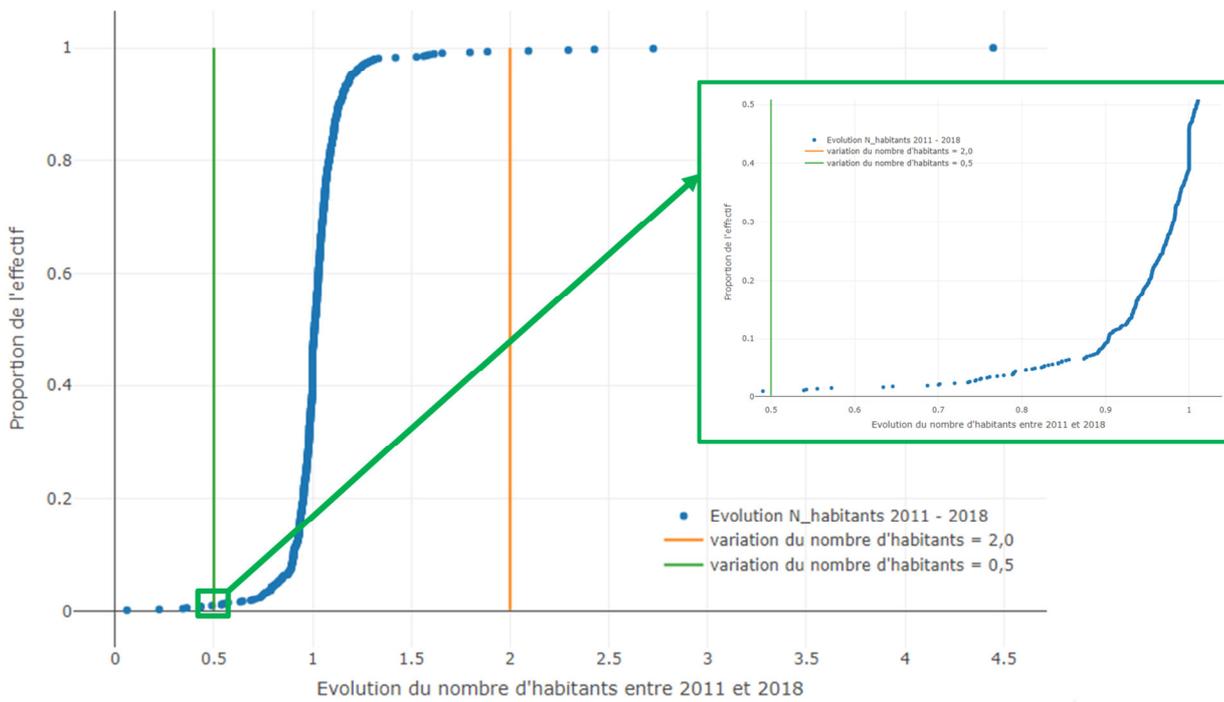


Figure 27 : Sélection des services pour la variable nombre d'habitants desservis

Récapitulatif

Les filtres successivement appliqués et basés sur les évolutions globales entre 2011 et 2018 sont les suivants :

1. Evolution du nombre d'abonnés < 1,4 (1 service écarté)
2. Evolution du nombre d'abonnés > 0,8 (3 services écartés)
3. Evolution du linéaire de réseau < 2,5 (1 service écarté)
4. Evolution du nombre d'habitants < 2 (5 services écartés)
5. Evolution du nombre d'habitants > 0,5 (6 services écartés)

Sur les 747 services conservés avant application des filtres il reste **731 services** (16 services écartés).

Dans la suite, les ratios moyens annuels d'évolution d'une variable X sont notés RA-X.

3.1.2 Lien entre évolution du linéaire et du nombre d'abonnés

On s'intéresse aux services dont le nombre d'abonnés a évolué positivement pour évaluer l'impact éventuel de cette augmentation sur la longueur des réseaux. Le nombre de services concernés est de 579 services.

3.1.2.1 Evolution du linéaire en fonction du nombre d'abonnés et du nombre d'habitants desservis

Les ratios annuels d'évolutions de la longueur, du nombre d'abonnés et du nombre d'habitants sur la période 2011 – 2018 sont calculés selon les formules suivantes :

- $RA-L = (L_{2018} / L_{2011})^{1/7}$
- $RA-N = (N_{2018} / N_{2011})^{1/7}$
- $RA-H = (H_{2018} / H_{2011})^{1/7}$

Les deux figures suivantes présentent l'évolution annuelle de la longueur du réseau en fonction du nombre d'abonnés (*Figure 28*) puis du nombre d'habitants (*Figure 29*) sans que se dégage de tendance particulière.

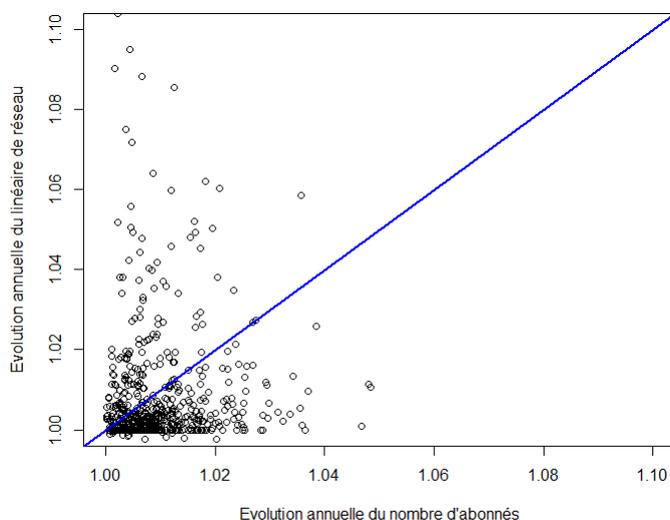


Figure 28 : Evolution annuelle de la longueur en fonction de celle du nombre d'abonnés

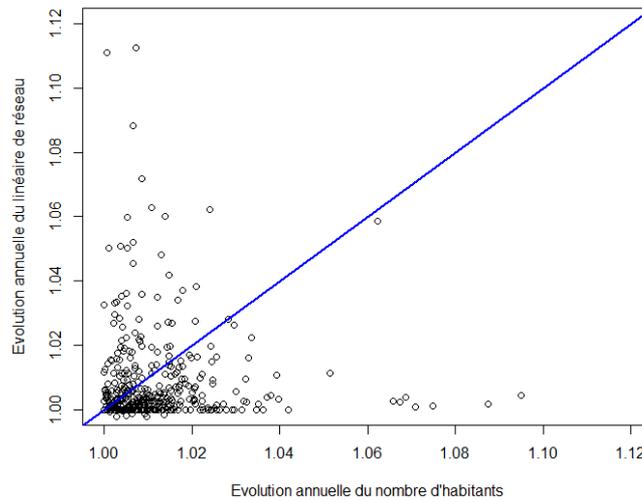


Figure 29 : Evolution annuelle de la longueur en fonction de celle du nombre d'habitants desservis

3.1.2.2 Analyse du rapport entre l'évolution de la longueur et celle du nombre d'abonnés

On définit $TxLsurAb$, rapport entre l'évolution de la longueur et celle du nombre d'abonnés :

$$TxLsurAb = RA-L / RA-N$$

Pour rechercher une relation entre $TxLsurAb$ et D , les 579 services sont répartis en 10 classes de densité d'abonnés, puis les n individus de chaque classe sont regroupés pour constituer un seul service par classe et les indicateurs correspondants sont calculés. Les points de la représentation de $TxLsurAb = f(D)$ ne sont pas alignés sur la droite de régression. Aucune tendance ne se dégage (Figure 30) : le caractère urbain ou rural n'impacte pas significativement l'accroissement de la longueur en fonction de celle du nombre d'abonnés. On remarque néanmoins, que, sauf pour le premier point, $TxLsurAb < 1$. Cela signifie que **la longueur augmente moins vite que le nombre d'abonnés**.

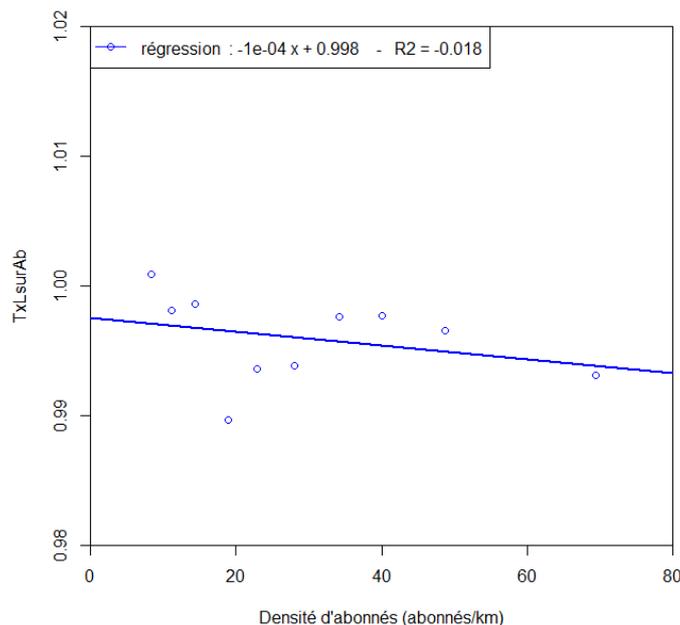


Figure 30 : Lien entre $TxLsurAb$ et D

3.1.2.3 Analyse du rapport entre l'évolution de la longueur et celle du nombre d'habitants desservis

On définit $TxLsurHab$, rapport entre l'évolution de la longueur et celle du nombre d'habitants :

$$TxLsurHab = RA-L / RA-H$$

Les 579 services sont répartis en 10 classes de nombre d'habitants par abonné, puis la courbe $TxLsurHab = f(TxHAB)$ est tracée. Aucun lien ne se dégage, les points sont dispersés autour de la droite de régression (Figure 31).

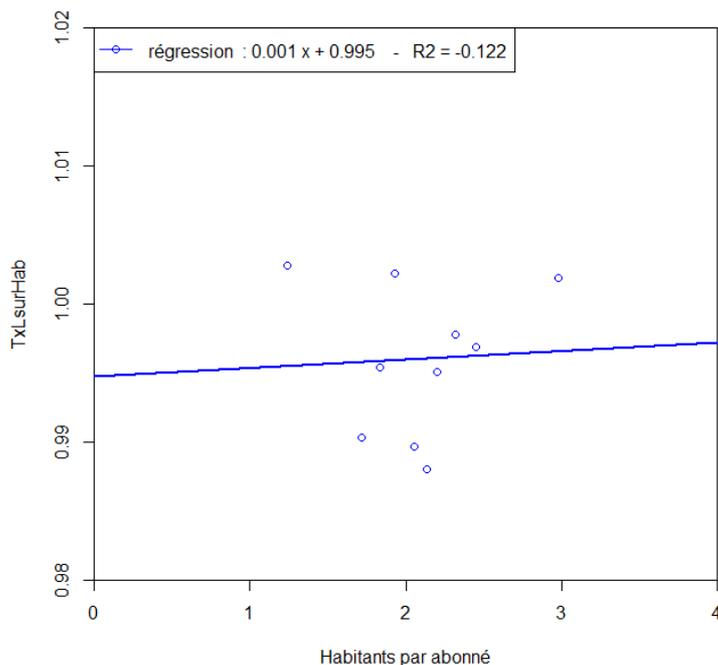


Figure 31 : Lien entre TxLsurHab et TxHAB

3.1.3 Evaluation de la variation du linéaire en fonction de la variation des données de population INSEE

Seuls les services mono-commune (le territoire du service est confondu avec celui d'une commune unique) sont étudiés. Les données renseignées sur SISPEA peuvent ainsi être complétées par les données INSEE pour préciser l'évolution de la population (Pop), du nombre de logements (Log), maisons (Mai) et appartements (App) sur la période 2011 à 2017.

401 services mono-commune ayant renseignés les bases SISPEA entre 2011 et 2017 sont concernés. Ils sont répartis en 3 classes :

- 264 services ruraux de population inférieure à 2 000 habitants ;
- 112 services urbains de population comprise entre 2 000 et 10 000 habitants ;
- 25 services très urbains de population supérieure à 10 000 habitants.

L'évolution Moyenne Annuelle des paramètres entre 2011 et 2017 est reportée dans le tableau suivant. On peut noter l'évolution du nombre de maisons plus importante en zone rurale par rapport aux zones très urbaines, et l'évolution inverse du nombre d'appartements. Par contre, l'échantillon sélectionné présente la particularité d'avoir une croissance de la population en zone rurale, et une stagnation en zone très urbaine, s'accompagnant d'une baisse de la densité linéaire d'abonnés (Tableau 19).

Tableau 19 : Evolution des services dans les 3 classes de population entre 2011 et 2017

	[0 ; 2 000[	[2 000 ; 10 000[	> 10 000	Tout
Nombre de services	264	112	25	401
RA-L	1,053	1,054	1,043	1,051
RA-N	1,035	1,051	1,015	1,035
RA-D	0,983	0,997	0,973	0,984
RA-H	1,022	1,026	1,001	1,014
RA-Log	1,046	1,055	1,041	1,048
RA-Mai	1,048	1,056	1,027	1,044
RA-App	1,038	1,066	1,051	1,056

Ces conditions particulières, notamment la baisse moyenne de la densité d'abonnés, ne correspondent pas à une évolution constatée par ailleurs sur la même période (et particulièrement en Gironde), l'échantillon des services mono-commune n'est donc pas jugé représentatif, il n'apporte pas d'enseignements généralisables aux autres services.

3.2 Services de Gironde

L'évolution des services du département de la Gironde est étudiée sur la période 2011 à 2017.

3.2.1 Analyse et traitement des périmètres des services

3.2.1.1 Services composés de communes mono-service

On s'intéresse ici aux services dont le territoire est constitué de communes qui ne font partie d'aucun autre service (communes mono-service), Pour ces services, la récupération des variables INSEE se fait par simple addition.

Pour chaque service, les années renseignées minimum et maximum sont recherchées dans les bases annuelles SISPEA de 2011 à 2017. La composition de chaque service est contrôlée pour s'assurer que son emprise n'a pas subi de modification au cours de la période considérée.

82 services sont stables, d'autres, qui varient, sont détaillés dans la suite.

Cas particulier des services dont le nombre de communes a varié

Les deux tableaux suivants détaillent les services dont le nombre de communes adhérentes a varié entre la date de début et de fin des observations SISPEA.

Le *Tableau 20* présente les services dont certaines communes se sont regroupées (Cantenac avec Margaux, Saint-Antoine et Salignac avec Aubie-et-Espessas), il y a modification du nombre de communes sans changement de périmètre.

Tableau 20 : Services dont le nombre de communes a changé sans modification du périmètre

SISPEA	Collectivité	Année max	N	L	Communes du service	Année min	N	L	Communes du service	Ecart nombre de communes	Durée
48267	S.I.E.A. d'Arsac-Cantenac-Margaux-Soussans	2017	3 559	130,34	3	2010	3 340	127,10	4	-1	7
48294	S.I. de Cubzadais Fronsadais	2017	22 688	807,00	32	2010	19 609	778,26	34	-2	7

Le *Tableau 21* liste les services qui ont subis un changement de périmètre pendant la période d'étude. Dans ce cas, les années minimum ont été corrigées pour se caler sur une période stable :

- Syndicat Bassanne Dropt Garonne (48320) : intégration de la commune de Jusix (47120) effective en 2015
- La Commune de Saint Antoine du Queyret (33372, 60 habitants) quitte la CDC Pays Foyen (48323) et intègre le Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Rauzan (48326) : effectif en 2015 (compte tenu de la taille du Syndicat de Rauzan (plus de 12 000 habitants), l'impact de l'intégration de Saint Antoine du Queyret est considéré comme négligeable).
- S.I.A.E.P.A de Langoiran (48309) : intégration de Paillet (33311) et de Villenave de Rions (33549) effective en 2013

Tableau 21 : Services dont le nombre de communes a changé avec modification du périmètre

SISPEA	Collectivité	Année max	N	L	Communes du service	Année min	N	L	Communes du service	Ecart nombre de communes	Durée
48320	Bassanne Dropt Garonne	2017	1 863	192,03	12	2013	1 847	192,42	11	1	4
						2015	1 878	192,98	12	0	2
48323	CDC Pays Foyen	2017	1 000	131,00	5	2010	1 000	148,00	6	-1	7
						2015	998	131,00	5	0	2
48309	S.I.A.E.P.A de Langoiran	2017	3 214	103,75	7	2010	2 383	89,58	5	2	7
						2013	3 316	104,00	7	0	4

Services avec communes multiservices sur une courte période

Pendant la période 2011 - 2017, les services suivants ont été constitués d'au moins une commune multiservices. La période d'étude a dû être adaptée pour ne pas avoir à regrouper ses services :

- SIEA des Portes de l'Entre Deux Mers : depuis 2014 inclus

A partir de 2014, le SIEA des Portes de L'Entre Deux Mers (212515) regroupe le SIEA de Lyde (48362), le S.I.A.E.P.A. de Camblanes, Quinsac (48286) et le S.I de Latresne (48311) à l'exclusion de la commune de Bouliac (33065). Avant 2014, Bouliac est à la fois sur le S.I de Latresne (48311) et sur Bordeaux Métropole (48283), depuis 2014, uniquement sur Bordeaux Métropole.

- Bazas et SI du Bazadais : depuis 2013 inclus

Le regroupement de la commune de Bazas (commune 33036 et service 48146) avec le SI du Bazadais (48274) est effectif à partir de 2016. Pour augmenter le nombre d'années disponibles, les collectivités sont regroupées artificiellement à partir de 2013.

- Castets et Castillon : année 2017 exclue

Castets et Castillon est une commune nouvelle depuis 2017 composée de Castillon de Castets (33107) et Castets en Dorthe (33106). Chacune des deux anciennes communes se situe sur un service différent. En excluant l'année 2017, on sépare les deux services S. Bassanne Dropt Garonne (48272) et S.I. de Castets en Dorthe (48357).

Récapitulatif

410 communes de Gironde et 1 commune de Lot et Garonne sont regroupées au sein de 92 services constitués de communes mono-service et desservent 674 814 habitants (Figure 32).

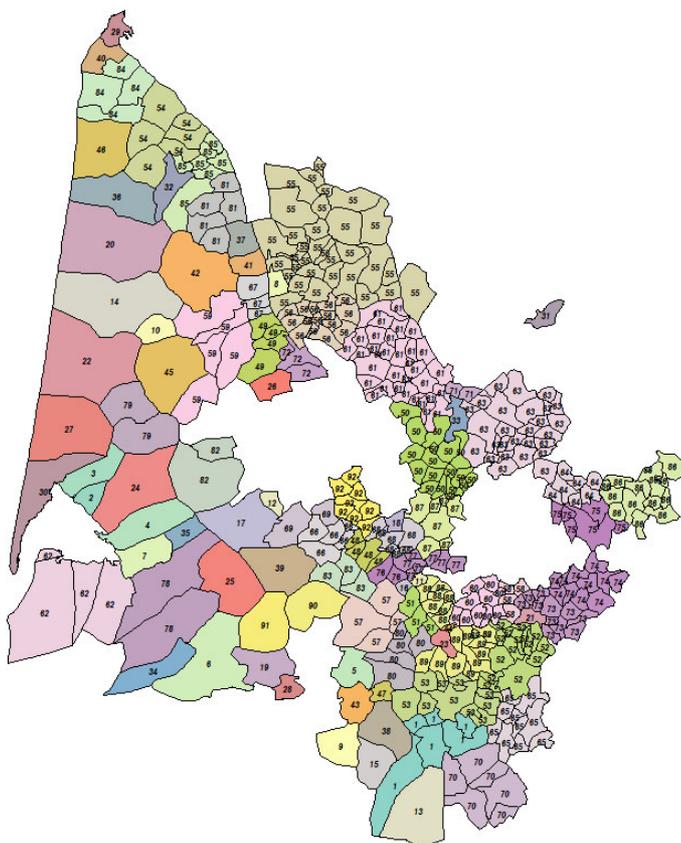


Figure 32 : 92 services de Gironde sans communes multiservices

3.2.1.2 Services contenant des communes multiservices

10 services regroupés en trois pôles contiennent des communes multiservices (Figure 33).

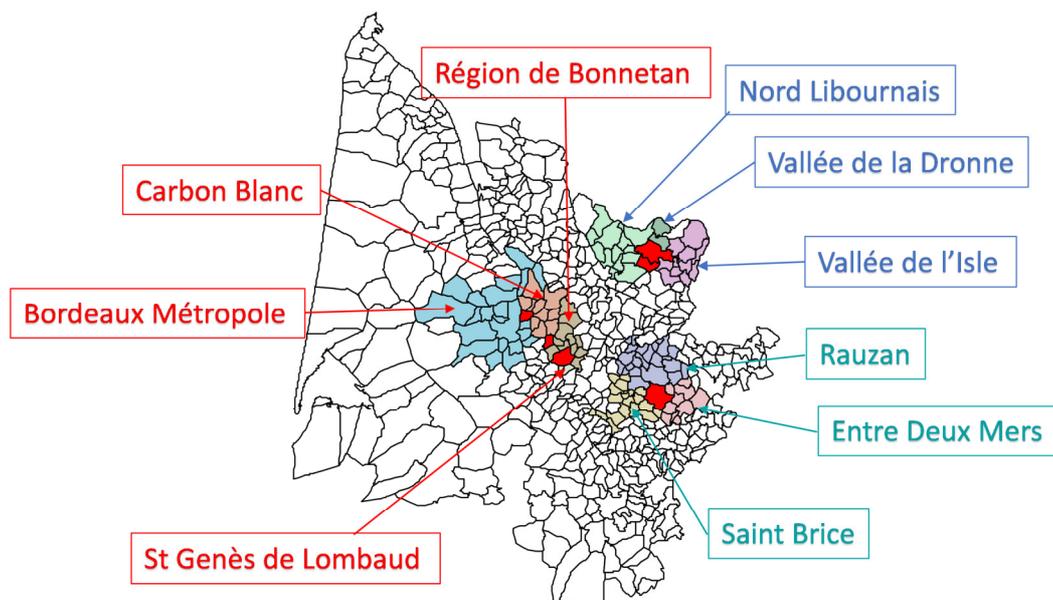


Figure 33 : Services avec communes multiservices

Les communes de Abzac, Coutras, Fargues Saint Hilaire, Lormont, Sadirac et Sauveterre de Guyenne sont des communes à plusieurs services. Le regroupement de plusieurs services est nécessaire pour décliner les données INSEE à l'échelle de ces services (Figure 34).

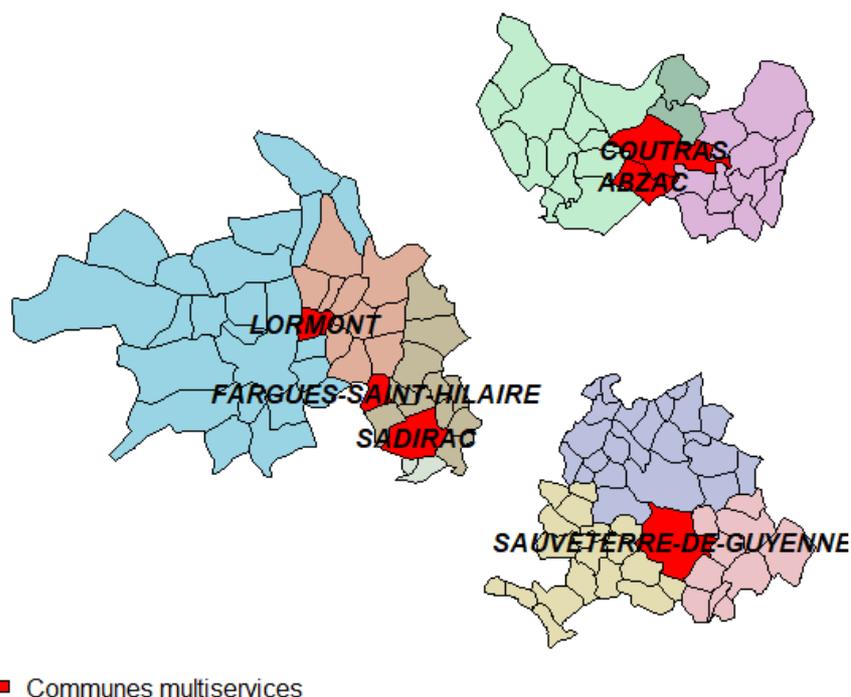


Figure 34 : 6 communes multiservices

Abzac et Coutras – Regroupement Nord Libournais / Vallée de l'Isle

- Abzac (33001) : services S.I.E.P.A. du Nord Libournais (48303, 14 communes) + S.I de la Vallée de l'Isle (48351, 13 communes) ;
- Coutras (33138) : commune appartenant à deux services S.I de la Vallée de l'Isle (48351) et Syndicat d'Eau et d'Assainissement de la Vallée de la Dronne (48352, 3 communes).

Le regroupement proposé concerne **28 communes et 40 314 habitants** concernées (S.I.E.P.A. du Nord Libournais + S.I. de la Vallée de l'Isle + Syndicat d'Eau et d'Assainissement de la Vallée de la Dronne)

Lormont, Fargues Saint Hilaire, Sadirac – Regroupements Bordeaux Métropole / Carbon Blanc et Bonnetan / Saint Genès

La présence des communes multiservices Fargues Saint Hilaire, Lormont et Sadirac nécessiterait le regroupement de plusieurs services :

- Fargues Saint Hilaire (33165, 2 889 habitants) appartient à deux services SIAEPA de la région de Bonnetan (48278, 13 communes et 25 606 habitants) et SIAO - Syndicat d'alimentation en eau de Carbon Blanc (48289, 12 communes et 89 590 habitants)
- Lormont (33249) appartient également à deux services, Bordeaux Métropole (48283, 23 communes et 729 327 habitants) et SIAO - Syndicat d'alimentation en eau de Carbon Blanc
- Sadirac (33363) appartient aux deux services : SIAEPA de la région de Bonnetan et S.I.A.E.P. St Genès de Lombaud-Madirac-Sadirac (48339, 3 communes et 4 590 habitants)

Le regroupement de ces 4 services conduirait à un service de 48 communes et 839 586 habitants que l'on pourrait étudier à compter de 2014 (Bouliac (3 631 habitants) intègre Bordeaux Métropole à partir de 2014).

Le choix est fait de distinguer 2 services, l'un très urbain et l'autre périurbain :

- Les services Bordeaux Métropole et Carbon Blanc sont regroupés pour former un ensemble de **34 communes et 815 215 habitants**. Deux hypothèses simplificatrices sont assumées :
1 - L'arrivée de Bouliac (3 631 hab) en 2014 est volontairement ignorée.
2 - La commune de Fargues St Hilaire (2 889 hab) est comptabilisée une première fois
- Les SIAEPA de la région de Bonnetan et S.I.A.E.P. St Genes de Lombaud-Madirac-Sadirac sont regroupés pour former un service périurbain de **15 communes et 27 260 habitants**. Fargues St Hilaire est également comptabilisée dans ce service.

Sauveterre-de-Guyenne – Regroupement Entre deux mers / Rauzan / Saint Brice

La commune de Sauveterre de Guyenne appartient à 3 services différents :

- SIVOM de L'Entre Deux Mers (48290, 12 communes et 3 870 habitants)
- Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Rauzan (48326, 24 communes et 12 741 habitants). Saint Antoine du Queyret intègre ce service en 2015 (60 habitants). Compte tenu de la petite taille de la commune, elle est ignorée sur les années précédentes
- SIVOM de Saint-Brice (48336, 20 communes et 6 208 habitants)

Ces trois services regroupés forment un ensemble de **54 communes et 18 502 habitants**.

Les 4 services ainsi reconstitués concentrent 130 communes, 880 262 habitants et 10 services (cf. *Tableau 22* et *Figure 35*).

Tableau 22 : Récapitulatif des 4 services créés

Identifiant	Service créé	Nombre de communes	H ₂₀₁₇	N ₂₀₁₇	L ₂₀₁₇ (km)
300001	Nord Libournais / Vallée de l'Isle	28	40 314	9 141	278
300002	Bordeaux – Carbon Blanc	34	815 215	19 069	862
300003	Bonnetan / Saint Genès	15	27 260	301 324	3 636
300004	<u>Entre deux mers / Rauzan / Saint Brice</u>	54	18 502	12 270	401

Nord Libournais / Vallée de l'Isle / Vallée de la Dronne

Bordeaux - Carbon Blanc

Bonnetan / Saint Genès

Entre deux Mers / Rauzan / Saint Brice

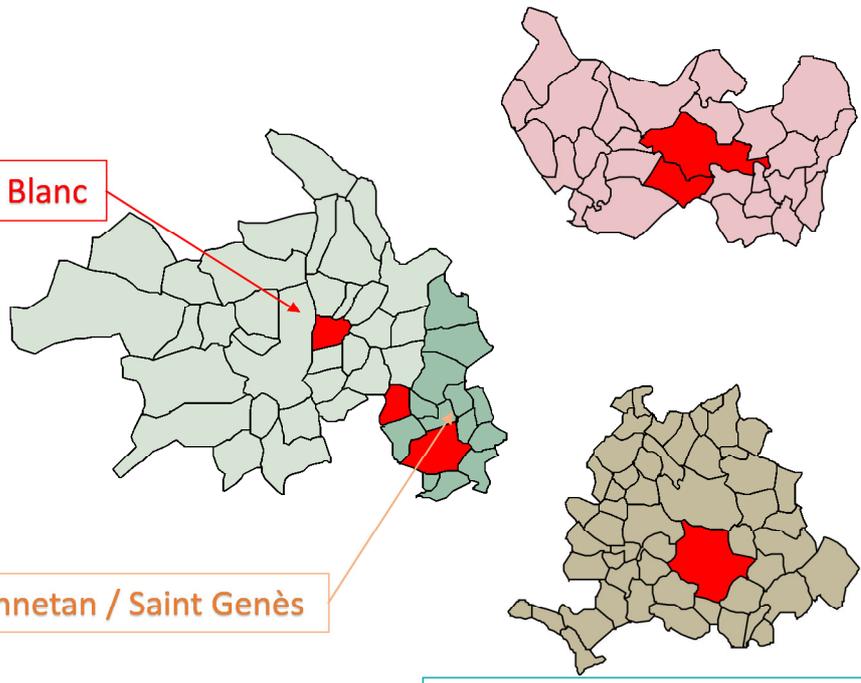


Figure 35 : 4 services reconstitués

3.2.2 Etude des liens entre évolution du réseau et évolutions démographiques

Chaque service ou regroupement de services de Gironde (notés dans la suite « Services* ») est ainsi uniquement composé de communes mono-service*. Les données INSEE disponibles à l'échelle communale peuvent maintenant être concaténées à cette échelle sans difficulté.

Pour chaque service* est déterminé la période entre 2010 et 2017 (bornes incluses) durant laquelle les données SISPEA sont continuellement disponibles. Les ratios moyens annuels d'évolution d'une variable X, notés $RA-X$ sont, pour chaque service*, calculés sur cette période (délimitée par les années notées An_{Min} et An_{Max}).

3.2.2.1 Lien entre l'évolution du linéaire du réseau et évolution de la population du service

La Figure 36 représente l'évolution moyenne annuelle du linéaire de réseau ($RA-L$) en fonction de celle de la population pour chaque service* de Gironde ($RA-Pop$).

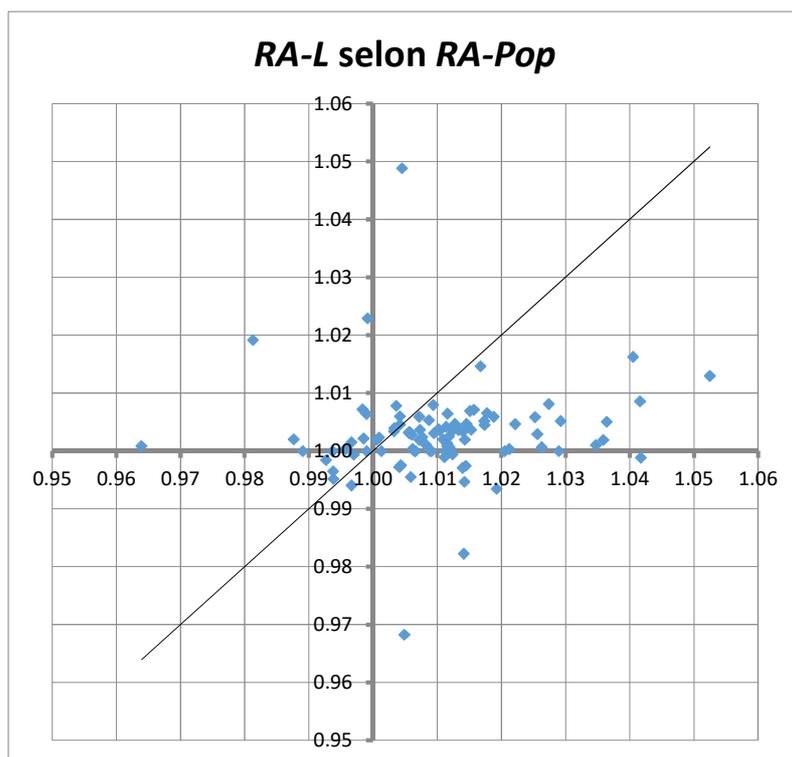


Figure 36 : Evolution moyenne annuelle du linéaire de réseau en fonction de celle de la population

Pour la majorité des services* (ceux situés sous la bissectrice $y = x$), la population augmente plus vite que le linéaire de réseau.

Pour analyser plus finement la situation la Figure 36 est divisée en cinq zones qui permettent de définir cinq groupes de services* (Tableau 23 et Figure 37).

Tableau 23 : Répartition des services* Girondins selon 5 groupes d'évolution de la longueur de réseau et de la population

Groupe	RA-Pop	RA-L	Signification	Nb Services*	Pop totale	L totale
G1	≤1	>1	La population diminue et le linéaire augmente	9	36 480	1 112
G2	≤1	≤1	La population diminue et le linéaire diminue	8	26 900	715
G3	>1	≤1	La population augmente et le linéaire diminue	21	1 004 761	7 046
G4	>1	]1;RA-Pop]	La population augmente et le linéaire augmente moins vite que la population	50	465 400	8 373
G5	>1	> RA-Pop	La population augmente et le linéaire augmente plus vite que la population	8	50 180	1 749
Total Gironde				96	1 583 721	18 996

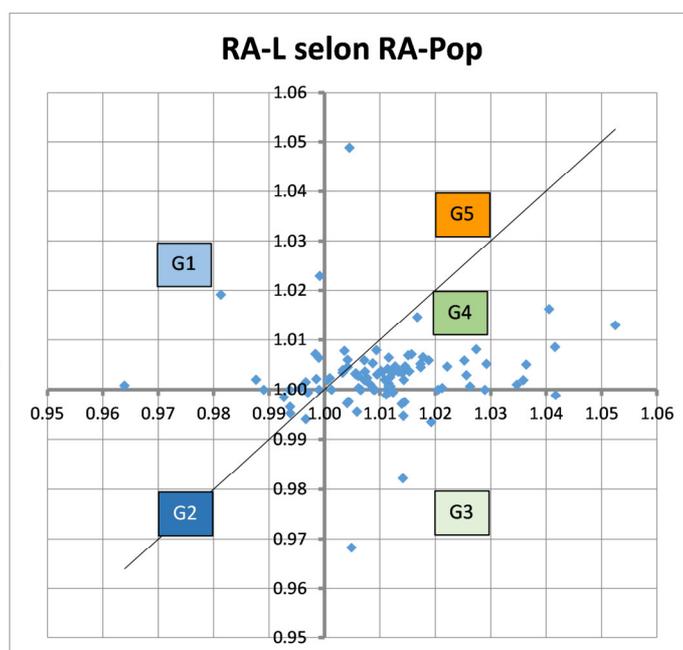
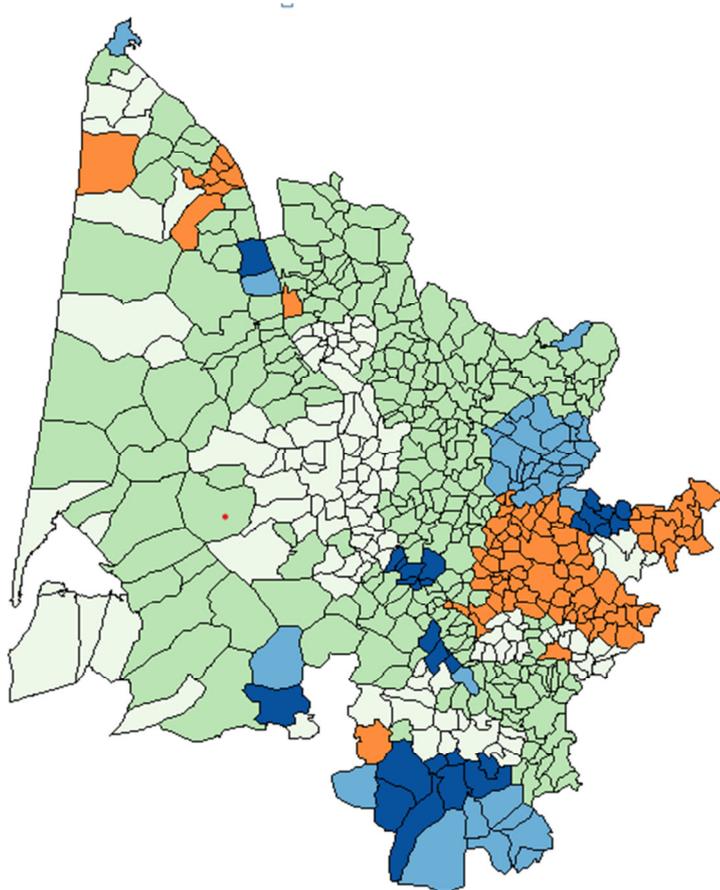


Figure 37 : Répartition géographique des services par groupe d'évolution

Cette partition des services* permet les constats suivants :

- Un nombre limité de services* (17), tous ruraux, connaissent une baisse de leur population (groupes G1 et G2). La moitié d'entre eux présentent une faible baisse de la longueur de réseau (G2).
- La grande majorité des services* (71) présentent un accroissement de leur population plus rapide que celui du linéaire de réseau (groupe G3 et G4). Parmi ceux-ci, une minorité qui inclut Bordeaux-Métropole/Carbon-Blanc (BMCB) affiche une diminution de la longueur de réseau (G3)
- Quelques services*(8) voient la longueur de réseau augmenter d'avantage que la population, à une exception prêt l'écart est faible.

Il est à noter que l'appartenance d'un service* au groupe G3 doit conduire à s'interroger. En effet, les raisons techniques qui peuvent conduire à une diminution du linéaire concomitante avec une augmentation de la population, bien que possibles (reprises de branchements permettant l'abandon de certaines conduites) sont rarement réunies.

Dans le cas du plus gros service*, BMCB qui est la réunion de Bordeaux Métropole (BM) et du syndicat de Carbon-Blanc (CB), il apparaît que la diminution du linéaire ne concerne que BM, le linéaire de CB augmente régulièrement, de 0.73% en moyenne entre 2011 et 2017. Pour BM, la baisse moyenne ne résulte pas d'une tendance constante mais de deux baisses en 2012 et 2016. Après vérification, il apparaît que les données de longueur saisies dans SISPEA sont différentes de celles du rapport annuel du délégataire (RAD). Tandis que dans le premier cas on constate une baisse moyenne du linéaire de -0.43%, les données du RAD elles, aboutissent à une hausse moyenne de +0.37%. Cela remet en cause la baisse apparente du linéaire de BMCB qui en conséquence, à ce stade, ne doit pas être prise en compte dans les analyses.

3.2.2.2 Lien entre l'évolution du nombre d'abonnés du réseau et évolution de la population du service

Dans la mesure où le nombre de branchements du réseau n'est pas une donnée disponible dans SISPEA, il est proposé d'examiner les évolutions du nombre d'abonnés (*RA-N*) vue la proximité de ces deux variables (*Figure 39*).

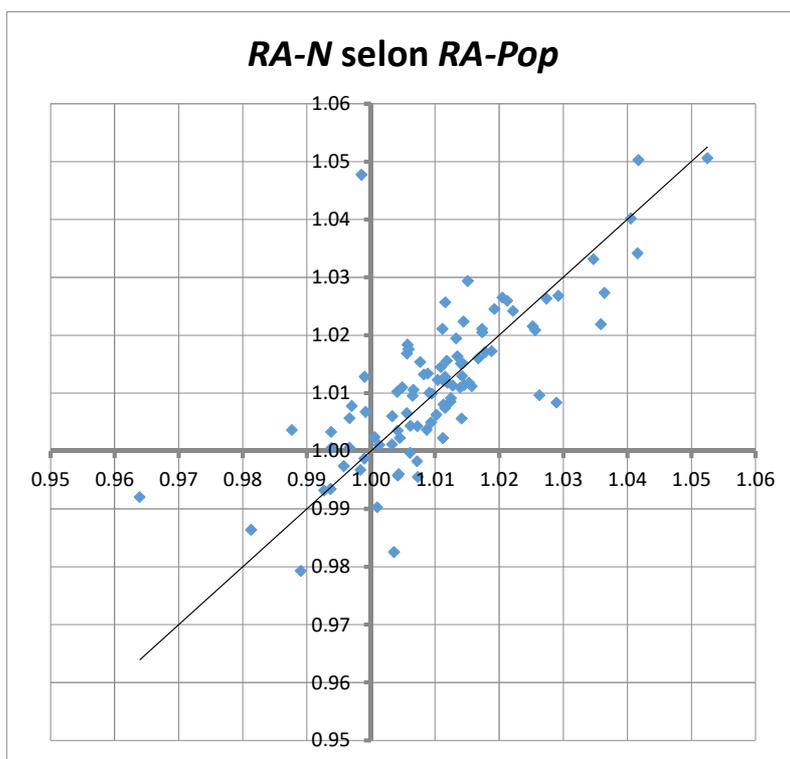


Figure 38 : Evolution moyenne annuelle du nombre d'abonnés en fonction de celle de la population

Contrairement à ce qui a été constaté pour la longueur de réseau, aucune tendance largement majoritaire ne se dégage lorsque l'on compare les valeurs respectives de *RA-N* et *RA-Pop*. En effet, les points sont répartis de façon sensiblement homogène de chaque côté de la bissectrice $y = x$, de plus les valeurs des deux variables sont souvent proches (points peu éloignés de la bissectrice).

3.2.2.3 Lien entre l'évolution du linéaire de réseau ou du nombre d'abonnés et celle des logements

La *Figure 39* montre que les évolutions comparées de la longueur ou du nombre d'abonnés à celle du nombre total de logement (*RA-Log*) donnent des résultats sensiblement similaires à la comparaison avec l'évolution de la population, c'est-à-dire une progression nettement plus faible des longueurs que des logements et une évolution comparable du nombre d'abonnés et du nombre de logements. Cela doit néanmoins être légèrement nuancé car la comparaison du nombre d'abonnés avec le nombre de logements fait apparaître plus de services en dessous de la bissectrice $y = x$ que celle avec la population. Le nombre d'abonnés augmente donc en général un peu moins vite que le nombre de logements.

Lorsque l'on s'intéresse aux seules maisons (*RA-Mai*), les constats sont qualitativement comparables à ceux effectués pour les logements. En revanche, comme le montre la dispersion des points, l'évolution du réseau d'eau potable est très souvent déconnectée de celle du nombre d'appartements (*RA-App*).

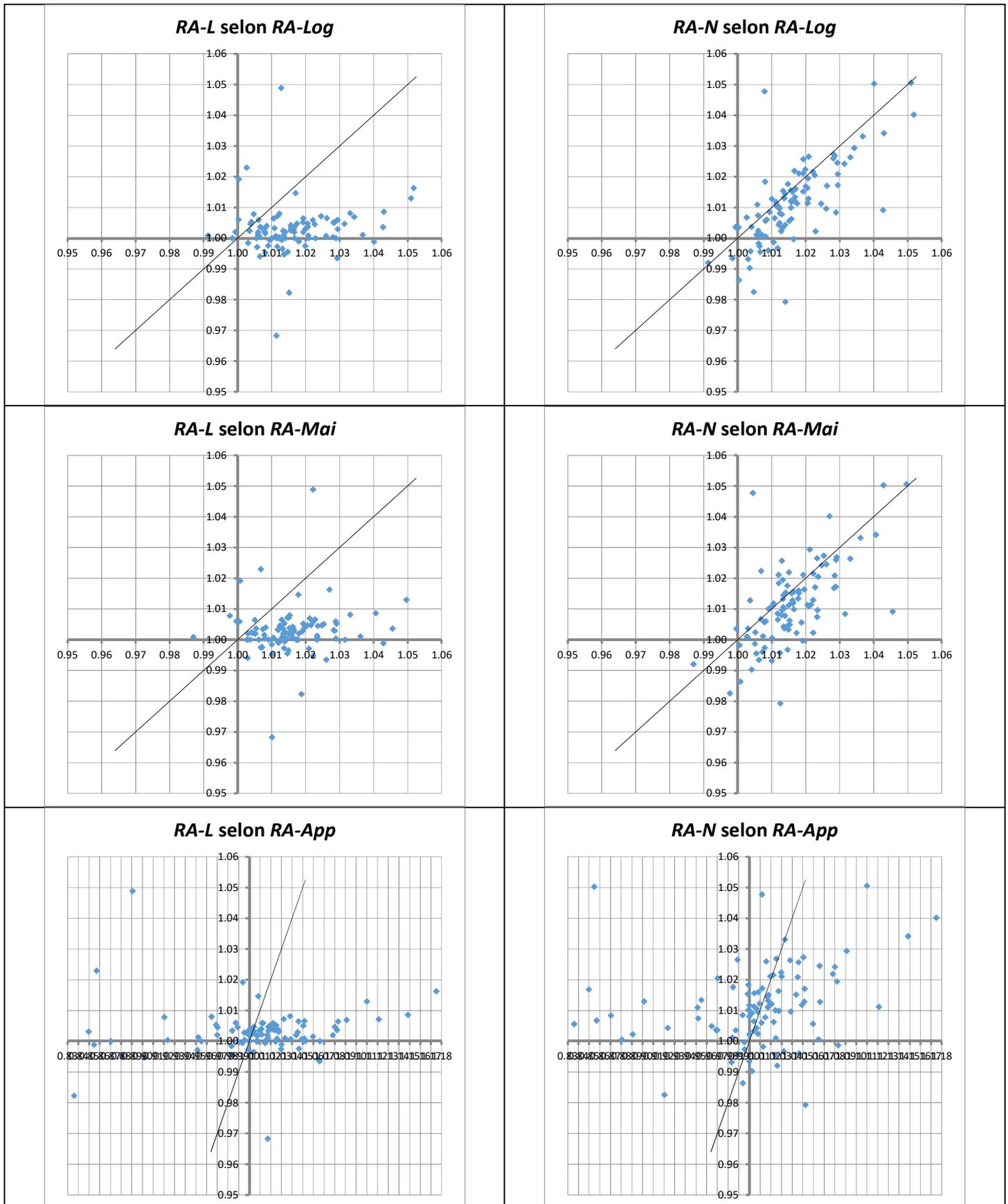


Figure 39 : Evolution moyenne annuelle de la longueur ou du nombre d'abonnés en fonction de celle du logement

3.2.2.4 Impact du contexte territorial sur le lien entre évolution du réseau et démographie

Pour faire ressortir, en première approche, l'impact du contexte urbain sur le lien entre évolution du réseau et démographie, il est proposé d'individualiser le service* BMCB et le reste du département de la Gironde (Tableau 24).

Tableau 24 : Caractérisation des territoires « Gironde », « BMCB » et « Gironde hors BMCB »

Territoire	Groupe	RA-Pop	RA-L	Nb Services*	Pop totale	L totale
Gironde	G4	>1	]1;RA-Pop]	96	1 583 721	18 996
Gironde hors Bordeaux-Métropole/Carbon-blanc	G4	>1	]1;RA-Pop]	95	768 506	15 360
Bordeaux-Métropole /Carbon-blanc	G3	>1	≤1	1	815 215	3 636

Construit à partir des données recalculées à l'échelle de chaque territoire (cf. annexe 5, chapitre 10), le Tableau 25 présente les taux moyens annuels d'évolution des variables INSEE ainsi que celles de la longueur et du nombre d'abonnés des services* de chaque territoire.

En cohérence avec les résultats précédents, dans chaque territoire les progressions de la population, des logements (de tous types) et du nombre d'abonnés sont toujours supérieures à celles de la longueur de réseau. De même, l'évolution du nombre d'abonnés est toujours supérieure à celle de la population.

Des différences très significatives apparaissent entre le territoire de BMCB et le reste de la Gironde. Les évolutions de la population et du nombre de logements sont plus marquées sur BMCB que sur le reste du territoire départemental mais surtout, les progressions par type de logement sont très différentes. L'augmentation du nombre d'appartements est deux fois plus importante sur BMCB (et à contrario celle des maisons deux fois plus faible) et la croissance des résidences secondaires dix fois plus élevée (pour une évolution comparable des résidences principales).

Tableau 25 : Taux moyens annuels d'évolution des variables selon le territoire

	Gironde	Gironde hors BMCB	BMCB
Population	1,32%	1,18%	1,44%
Logements	1,79%	1,59%	1,99%
Maisons	1,26%	1,56%	0,69%
Appartements	2,66%	1,51%	2,99%
Résidences principales	1,70%	1,64%	1,75%
Résidences secondaire	2,12%	1,12%	11,35%
Résidences vacantes	2,01%	1,67%	2,46%
Nombre de ménages	1,71%	1,67%	1,75%
Population des ménages	1,36%	1,21%	1,51%
Nombre d'abonnés	1,73%	1,37%	2,23%
Longueur du réseau (m)	0,10%	0,19%	-0,26%

3.3 Conclusion et perspectives pour l'axe 2

Pour synthétiser ces résultats il est proposé de considérer que la croissance démographique impacte l'évolution des réseaux d'eau selon trois caractéristiques : la longueur de canalisations (*L*), la densité d'abonnés (*D*) et le taux d'habitants desservis par abonné (*TxHAB*). Cela se traduit par la formule suivante :

$$RA-Pop = RA-L \times RA-D \times RA-TxHAB$$

Le *Tableau 26* présente les ratios et taux correspondants pour les différents territoires.

Tableau 26 : Ratios et taux moyens annuels d'évolution de la population et des variables de décomposition

	Gironde		Gironde hors BMCB		BMCB	
	RA	%	RA	%	RA	%
Pop	1.0132	1.32%	1.0118	1.18%	1.0144	1.44%
L	1.0010	0.10%	1.0019	0.19%	0.9974	-0.26%
D	1.0162	1.62%	1.0118	1.18%	1.0249	2.49%
TxHAB	0.9960	-0.40%	0.9982	-0.18%	0.9923	-0.77%

Etant entendu, comme indiqué précédemment, que la baisse de la longueur de réseau constatée pour BMCB résulte probablement, au moins pour partie, d'un problème de traitement des données, les enseignements suivants peuvent être dégagés concernant l'impact de la croissance démographique :

- elle n'entraîne pas une croissance équivalente de la longueur de réseau (celle dernière est en moyenne nettement inférieure) ;
- elle provoque une croissance de la densité d'abonné qui est du même ordre de grandeur voire légèrement supérieure ;
- la croissance de la densité d'abonné s'accompagne d'un infléchissement du taux d'habitant par abonné.

Pour mieux caractériser l'évolution du linéaire en fonction de celle du nombre d'abonnés, une étude détaillée s'appuyant sur les Systèmes d'Information Géographiques des services sera réalisée en ciblant des territoires caractéristiques de la Gironde (à confirmer par le comité de suivi de l'étude) :

- Bordeaux Métropole ;
- Périphérie de la métropole : Cubzadais-Fronsadais ou Salles-Mios ;
- Littoral atlantique : Audenge.

4 Bibliographie

Renaud, 2009. Valeurs de références de l'indice linéaire de pertes des réseaux d'alimentation en eau potable - Application dans le contexte du SAGE Nappes Profondes de Gironde, 64 p.

5 Table des illustrations

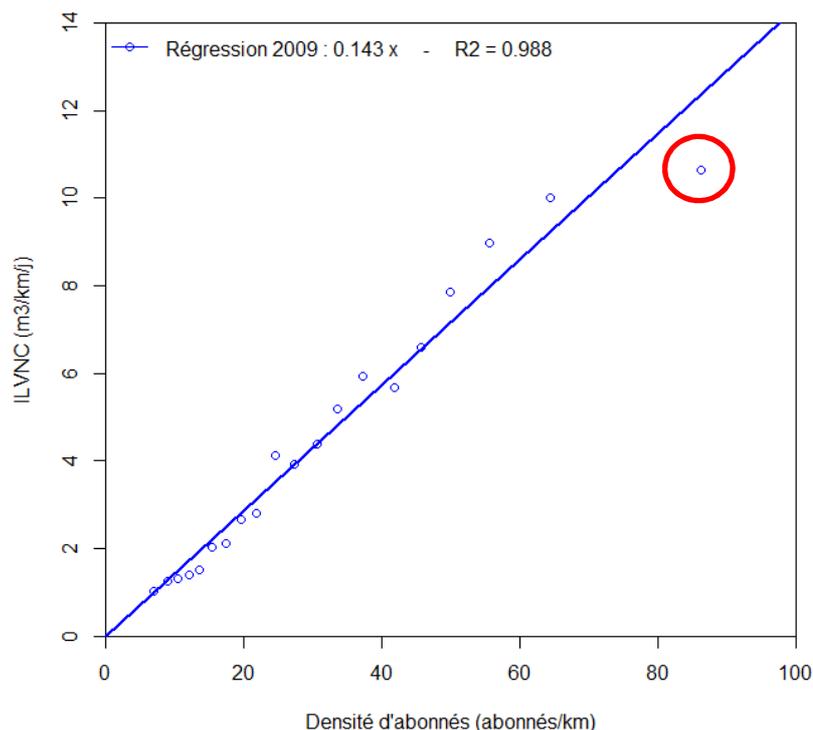
Figure 1 : Sélection des services pour la variable N	8
Figure 2 : Sélection des services pour la variable L.....	9
Figure 3 : Sélection des services pour la variable D	9
Figure 4 : Sélection des services pour la variable VNC_1	10
Figure 5 : Sélection des services pour la variable Volume comptabilisé	10
Figure 6 : Sélection des services pour la variable $ILVNC_1$	11
Figure 7 : Sélection des services pour la variable $IVNCA_1$	11
Figure 8 : Sélection des services pour la variable Volume comptabilisé par abonné	12
Figure 9 : $ILVNC$ en fonction des 20 classes de D et 5 490 services	15
Figure 10 : $ILVNC$ en fonction des 20 classes de D et 5 215 services	16
Figure 11 : Référentiel 2018 - $ILVNC = f(D)$	17
Figure 12 : Evolution annuelle des pentes de la régression $ILVNC = f(D)$	18
Figure 13 : $ILVNC = f(D)$ avec les 472 services $D > 60$	19
Figure 14 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec les 472 services $D > 60$	20
Figure 15 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec les 152 services filtrés $D > 60$	21
Figure 16 : Répartition $ILVNC$ et des $IVNCA$ pour les services avec $D > 60$	23
Figure 17 : $ILVNC$ pour les services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants.....	24
Figure 18 : $IVNCA$ pour les services avec $D > 60$ et plus de 200 000 habitants	25
Figure 19 : Référentiel 2018 d' $ILVNC$ fonction de D	28
Figure 20 : Référentiel 2018 - Positionnement des services de grande taille avec $D \leq 60$ (hors Paris).....	29
Figure 21 : Référentiel 2018 - Positionnement des services desservant plus de 200 000 habitants avec $D > 60$	30
Figure 22 : Gironde - Evolution de la densité d'abonnés et de l' $ILVNC$ de 2011 à 2018.....	31
Figure 23 : Evolution annuelle des pentes des régressions $INVNC=f(D)$ pour $D \leq 60$ - Comparaison Gironde/France ...	32
Figure 24 : Les services de Gironde $D > 60$ par rapport aux référentiels $ILVNC$	33
Figure 25 : Sélection des services pour la variable nombre d'abonnés	35
Figure 26 : Sélection des services pour la variable linéaire du réseau.....	36
Figure 27 : Sélection des services pour la variable nombre d'habitants desservis	36
Figure 28 : Evolution annuelle de la longueur en fonction de celle du nombre d'abonnés.....	37
Figure 29 : Evolution annuelle de la longueur en fonction de celle du nombre d'habitants desservis	38
Figure 30 : Lien entre $TxLsurAb$ et D	38
Figure 31 : Lien entre $TxLsurHab$ et $TxHAB$	39
Figure 32 : 92 services de Gironde sans communes multiservices.....	42
Figure 33 : Services avec communes multiservices	43
Figure 34 : 6 communes multiservices.....	43
Figure 35 : 4 services reconstitués.....	45
Figure 36 : Evolution moyenne annuelle du linéaire de réseau en fonction de celle de la population	46
Figure 37 : Répartition géographique des services par groupe d'évolution.....	47
Figure 38 : Evolution moyenne annuelle du nombre d'abonnés en fonction de celle de la population	48
Figure 39 : Evolution moyenne annuelle de la longueur ou du nombre d'abonnés en fonction de celle du logement.....	49
Figure 40 : $ILVNC = f(D)$ avec 438 services filtrés.....	77
Figure 41 : $ILVNC = f(D)$ avec répartition des services dans chaque classe de D	77
Figure 42 : $ILVNC = f(D)$ avec répartition des services dans deux classes de D	78
Figure 43 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec 438 services filtrés.....	79
Figure 44 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec répartition des services dans chaque classe de $TxHAB$	79
Figure 45 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec répartition des services dans deux classes de $TxHAB$	80
Figure 46 : $ILVNC = f(TxHL)$ avec 438 services filtrés.....	81
Figure 47 : $ILVNC = f(TxHL)$ avec répartition des services dans chaque classe de $TxHL$	81
Figure 48 : $ILVNC = f(TxHL)$ avec répartition des services dans deux classes de $TxHL$	82

Tableau 1 : Détail des 3 services écartés – $VNC_1 > 5\,000\,000\ m^3$ ou volumes comptabilisés $> 20\,000\,000\ m^3$	10
Tableau 2 : 3 services écartés - $IVNCA_1 > 2\ m^3/abonné/jour$	11
Tableau 3 : 8 services écartés – $VC/N \geq 750\ m^3/abonné/an$	12
Tableau 4 : Détail des 20 classes de D sur l'échantillon de 5 490 services	14
Tableau 5 : Détail des 20 classes de D sur l'échantillon de 5 215 services	16
Tableau 6 : Référentiel national - ILVNC en fonction de D pour $D \leq 60$	18
Tableau 7 : ILVNC en fonction de D pour $D > 60$	19
Tableau 8 : IVNCA en fonction de TxHAB pour $D > 60$	20
Tableau 9 : IVNCA en fonction de TxHAB pour $D > 60$	21
Tableau 10 : récapitulatif annuel IVNCA en fonction de TxHAB pour $D > 60$	22
Tableau 11 : Données globale des 472 services de $D > 60$	22
Tableau 12 : Seuils sur ILVNC et IVNCA pour les services avec $D > 60$	23
Tableau 13 : Services desservants plus de 200 000 habitants et de $D > 60$	24
Tableau 14 : Comparaison de trois référentiels pour quinze services desservant plus de 200 000 habitants.....	25
Tableau 15 : Comparaison des valeurs des seuils des différents référentiels pour $D = 60$	27
Tableau 16 : Référentiel national - ILVNC en fonction de D	27
Tableau 17 : Données annuelles cumulées des services girondins retenus	31
Tableau 18 : Récapitulatif des services avec $D > 60$ – données de l'année 2018	32
Tableau 19 : Evolution des services dans les 3 classes de population entre 2011 et 2017.....	40
Tableau 20 : Services dont le nombre de communes a changé sans modification du périmètre	41
Tableau 21 : Services dont le nombre de communes a changé avec modification du périmètre	41
Tableau 22 : Récapitulatif des 4 services créés.....	44
Tableau 23 : Répartition des services* Girondins selon 5 groupes d'évolution de la longueur de réseau et de la population.....	47
Tableau 24 : Caractérisation des territoires « Gironde », « BMCB » et « Gironde hors BMCB »	50
Tableau 25 : Taux moyens annuels d'évolution des variables selon le territoire.....	50
Tableau 26 : Ratios et taux moyens annuels d'évolution de la population et des variables de décomposition	51
Tableau 27 : ILVNC en fonction de D ($D > 60$ et gros services avec $D \leq 60$).....	76
Tableau 28 : ILVNC en fonction de 2 classes de D ($D > 80$ et gros services avec $D \leq 80$)	78
Tableau 29 : ILVNC en fonction de D ($D > 60$ et gros services avec $D \leq 60$).....	78
Tableau 30 : IVNCA fonction de 2 classes de TxHAB (urbain TxHAB $> 2,4$ et rural TxHAB $\leq 2,4$)	80
Tableau 31 : ILVNC en fonction de TxHL ($D > 60$ et gros services avec $D \leq 60$).....	80
Tableau 32 : ILVNC en fonction de 2 classes de TxHL (urbains $D > 200$ et ruraux $D \leq 200$)	82
Tableau 33 : Détail des ratios des services de Gironde	83
Tableau 34 : Détail des ratios des services de Gironde sans Bordeaux Métropole - Carbon Blanc	83
Tableau 35 : Détail des ratios de Bordeaux Métropole - Carbon Blanc.....	83

6 Annexe 1 : ILVNC fonction de D de 2009 à 2017 – tous services

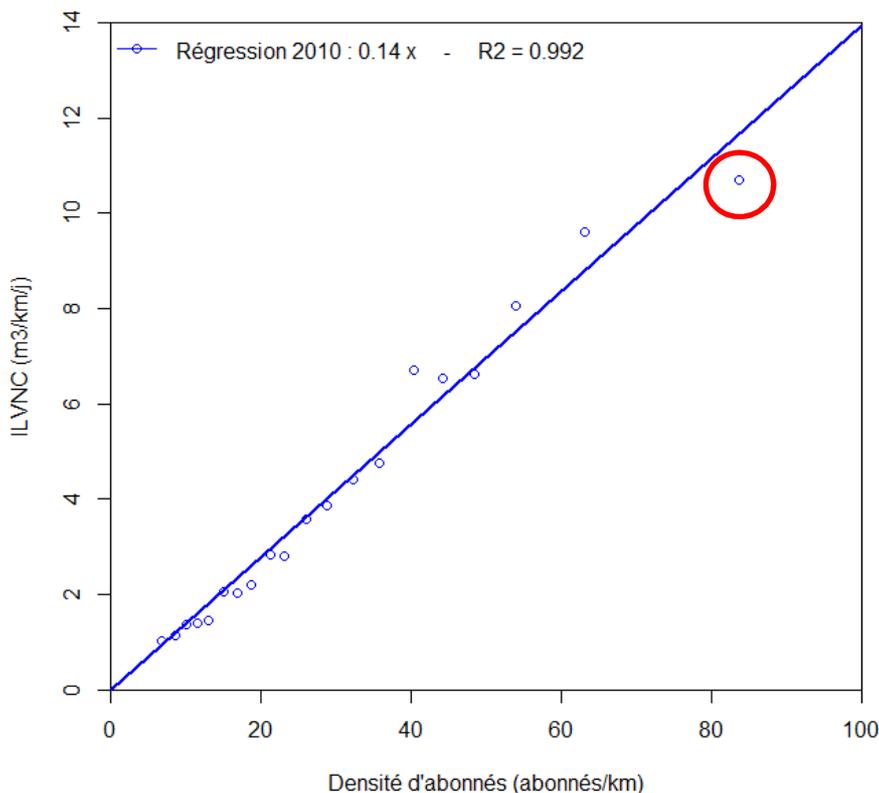
2009 – 2 994 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;8,09[	220 273	31 969	11 786 952	150	418 938	1,902	6,890	1,010	0,147
2	[8,09;9,81[	275 646	30 639	14 041 362	150	572 778	2,078	8,996	1,256	0,140
3	[9,81;11,2[	298 594	28 557	13 758 336	149	622 447	2,085	10,456	1,320	0,126
4	[11,2;12,7[	333 672	27 789	14 296 434	150	712 982	2,137	12,007	1,409	0,117
5	[12,7;14,5[	379 483	28 033	15 552 606	150	768 128	2,024	13,537	1,520	0,112
6	[14,5;16,4[	279 676	18 086	13 436 158	149	594 816	2,127	15,463	2,035	0,132
7	[16,4;18,5[	357 156	20 494	15 864 084	150	817 250	2,288	17,427	2,121	0,122
8	[18,5;20,8[	255 703	13 003	12 661 010	150	542 704	2,122	19,666	2,668	0,136
9	[20,8;23[	421 016	19 249	19 780 988	149	902 137	2,143	21,872	2,815	0,129
10	[23;25,9[	313 389	12 784	19 204 952	150	724 182	2,311	24,515	4,116	0,168
11	[25,9;28,8[	299 864	10 984	15 762 291	150	666 137	2,221	27,299	3,931	0,144
12	[28,8;32,1[	345 741	11 291	18 063 288	149	811 004	2,346	30,621	4,383	0,143
13	[32,1;35,4[	481 777	14 351	27 177 632	150	1 172 354	2,433	33,571	5,188	0,155
14	[35,4;39,4[	346 446	9 310	20 206 620	150	919 101	2,653	37,214	5,947	0,160
15	[39,4;43,4[	460 871	11 036	22 912 953	149	1 181 420	2,563	41,762	5,688	0,136
16	[43,4;47,7[	499 509	10 936	26 314 541	150	1 429 190	2,861	45,677	6,593	0,144
17	[47,7;52,8[	521 509	10 469	30 005 609	150	1 508 628	2,893	49,816	7,853	0,158
18	[52,8;58,9[	707 318	12 728	41 686 536	149	2 023 036	2,860	55,571	8,973	0,161
19	[58,9;70,1[	813 774	12 631	46 178 996	150	2 188 662	2,690	64,429	10,017	0,155
20	[70,1;182]	1 276 014	14 790	57 454 783	150	3 029 964	2,375	86,275	10,643	0,123
		8 887 431	349 129	456 146 131	2 994	21 605 858	2,431	25,456	3,580	0,141



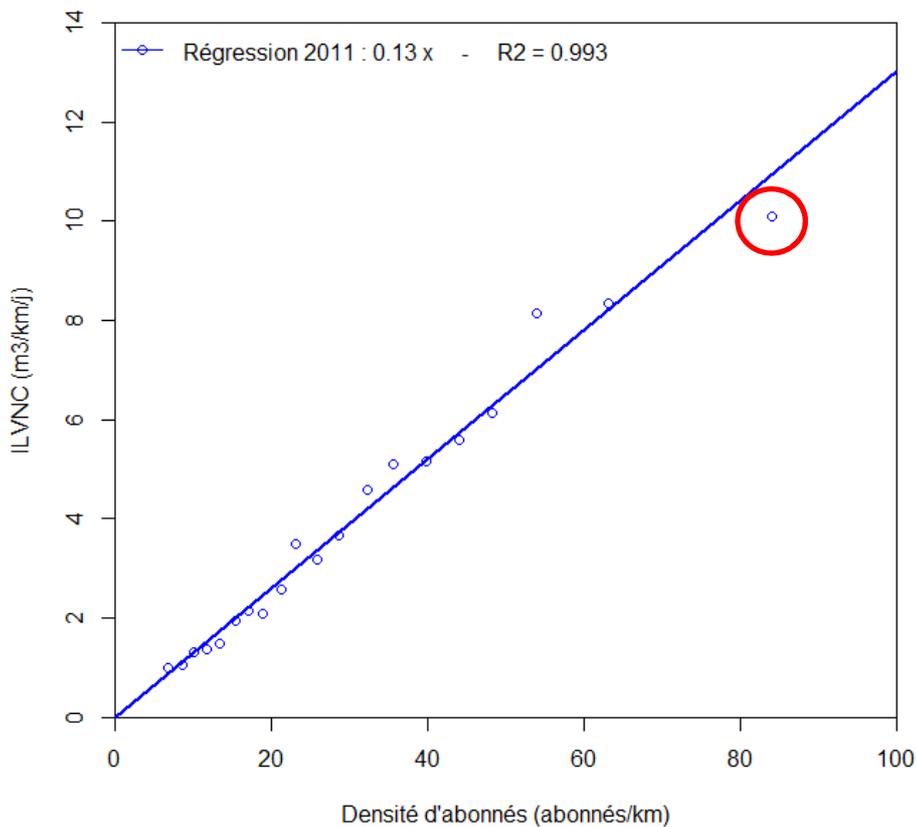
2010 – 3 503 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,01;7,79[	219 575	32 483	12 045 712	176	413 253	1,882	6,760	1,016	0,150
2	[7,79;9,39[	295 323	34 197	14 167 644	175	562 659	1,905	8,636	1,135	0,131
3	[9,39;10,7[	348 970	34 799	17 221 401	175	685 507	1,964	10,028	1,356	0,135
4	[10,7;12,3[	327 775	28 573	14 464 835	175	681 034	2,078	11,472	1,387	0,121
5	[12,3;13,9[	389 168	29 852	15 815 521	175	783 758	2,014	13,037	1,452	0,111
6	[13,9;16[	419 924	28 089	20 945 548	175	868 413	2,068	14,950	2,043	0,137
7	[16;17,8[	366 130	21 700	16 155 668	175	817 213	2,232	16,872	2,040	0,121
8	[17,8;20,1[	362 707	19 331	15 501 413	175	770 725	2,125	18,763	2,197	0,117
9	[20,1;22,1[	371 144	17 541	18 091 381	175	793 768	2,139	21,159	2,826	0,134
10	[22,1;24,5[	378 208	16 343	16 761 009	175	797 490	2,109	23,141	2,810	0,121
11	[24,5;27,3[	331 680	12 790	16 644 429	176	757 456	2,284	25,932	3,565	0,137
12	[27,3;30,5[	366 410	12 754	17 988 193	175	810 674	2,212	28,730	3,864	0,135
13	[30,5;33,9[	506 315	15 676	25 192 143	175	1 157 604	2,286	32,298	4,403	0,136
14	[33,9;38,2[	427 570	11 950	20 767 725	175	977 468	2,286	35,779	4,761	0,133
15	[38,2;42,5[	428 311	10 607	25 978 703	175	1 199 512	2,801	40,379	6,710	0,166
16	[42,5;46,1[	659 198	14 935	35 586 998	175	2 032 905	3,084	44,138	6,528	0,148
17	[46,1;51,3[	626 862	12 937	31 334 730	175	1 607 397	2,564	48,456	6,636	0,137
18	[51,3;57,4[	787 343	14 583	42 909 594	175	2 339 252	2,971	53,992	8,062	0,149
19	[57,4;68,5[	917 738	14 540	50 985 969	175	2 555 187	2,784	63,120	9,607	0,152
20	[68,5;181]	1 090 607	13 050	51 012 053	176	2 394 266	2,195	83,573	10,710	0,128
		9 620 958	396 730	479 570 669	3 503	23 005 541	2,391	24,251	3,312	0,137



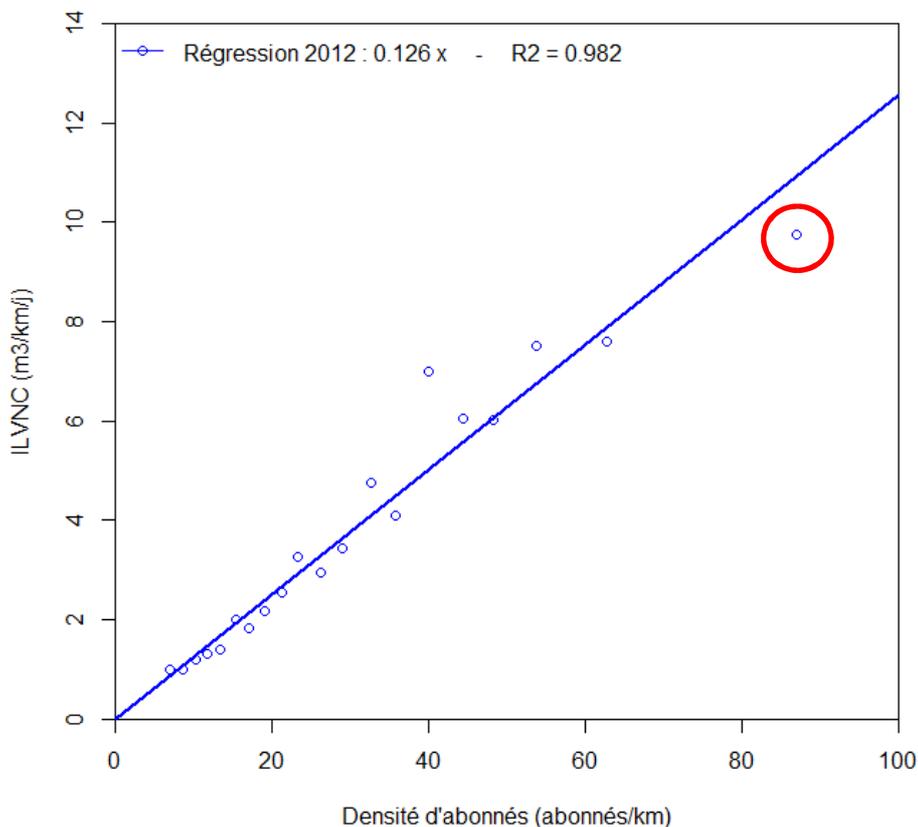
2011 – 3 716 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;7,77[	206 548	30 633	11 109 356	186	389 423	1,885	6,743	0,994	0,147
2	[7,77;9,45[	319 613	37 155	14 357 166	186	601 167	1,881	8,602	1,059	0,123
3	[9,45;10,9[	350 936	34 639	16 411 505	186	676 760	1,928	10,131	1,298	0,128
4	[10,9;12,6[	326 955	28 155	14 088 733	185	663 765	2,030	11,613	1,371	0,118
5	[12,6;14,3[	423 790	31 658	17 058 899	186	859 179	2,027	13,387	1,476	0,110
6	[14,3;16,2[	406 004	26 485	18 772 972	186	843 380	2,077	15,329	1,942	0,127
7	[16,2;18[	346 857	20 364	15 853 924	186	753 545	2,172	17,033	2,133	0,125
8	[18;20,2[	385 602	20 352	15 413 928	185	865 492	2,245	18,946	2,075	0,110
9	[20,2;22,1[	336 229	15 849	14 930 365	186	707 451	2,104	21,215	2,581	0,122
10	[22,1;24,6[	419 458	18 177	23 190 403	186	896 930	2,138	23,076	3,495	0,151
11	[24,6;27,2[	333 556	12 892	14 983 256	186	691 341	2,073	25,873	3,184	0,123
12	[27,2;30,4[	393 832	13 754	18 463 348	186	867 179	2,202	28,634	3,678	0,128
13	[30,4;34[	463 583	14 355	24 058 610	185	1 050 502	2,266	32,295	4,592	0,142
14	[34;37,7[	538 543	15 156	28 208 892	186	1 460 468	2,712	35,534	5,099	0,144
15	[37,7;41,8[	448 619	11 302	21 320 174	186	1 119 340	2,495	39,693	5,168	0,130
16	[41,8;46,1[	651 683	14 805	30 153 565	185	1 766 506	2,711	44,017	5,580	0,127
17	[46,1;50,8[	738 808	15 293	34 289 124	186	2 078 130	2,813	48,309	6,143	0,127
18	[50,8;57,4[	926 644	17 189	51 019 272	186	2 661 143	2,872	53,909	8,132	0,151
19	[57,4;68,9[	957 058	15 152	46 110 004	186	2 440 471	2,550	63,162	8,337	0,132
20	[68,9;194[	1 416 300	16 869	62 195 365	186	3 255 051	2,298	83,960	10,101	0,120
		10 390 618	410 234	491 988 861	3 716	24 647 223	2,372	25,329	3,286	0,130



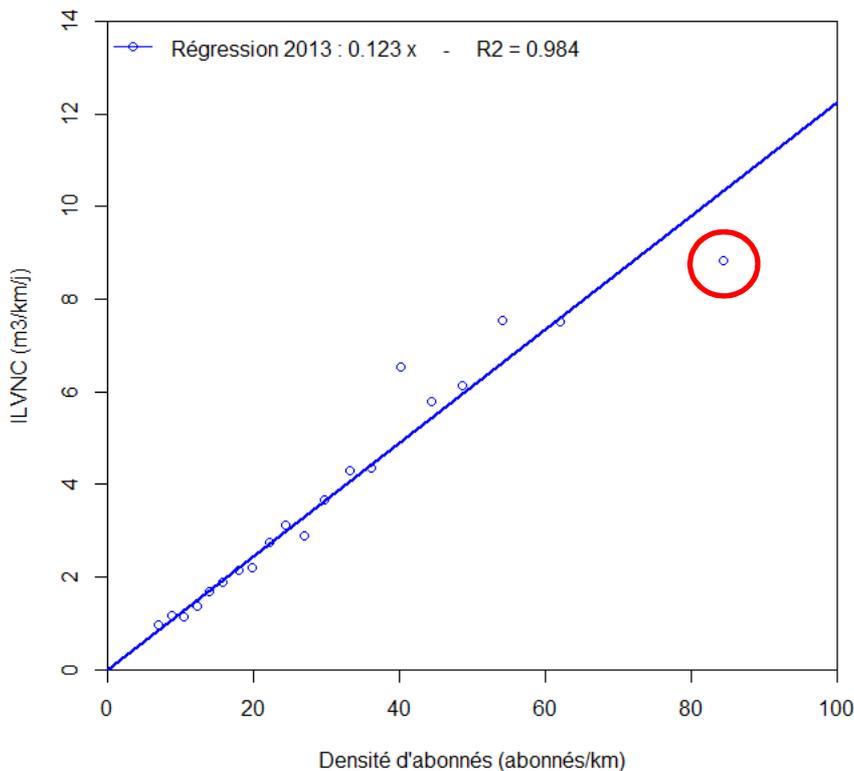
2012 – 3 886 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;7,82[	199 826	29 032	10 610 774	195	372 260	1,863	6,883	1,001	0,145
2	[7,82;9,52[	325 794	37 568	13 507 654	194	587 704	1,804	8,672	0,985	0,114
3	[9,52;10,9[	368 902	36 272	15 651 288	194	685 390	1,858	10,171	1,182	0,116
4	[10,9;12,5[	319 609	27 474	13 096 357	194	639 116	2,000	11,633	1,306	0,112
5	[12,5;14,4[	404 620	30 221	15 450 759	195	818 317	2,022	13,389	1,401	0,105
6	[14,4;16,2[	416 759	27 211	19 877 253	194	846 896	2,032	15,316	2,001	0,131
7	[16,2;18,2[	382 676	22 372	15 028 137	194	839 427	2,194	17,105	1,840	0,108
8	[18,2;20,3[	376 139	19 682	15 511 035	194	809 768	2,153	19,110	2,159	0,113
9	[20,3;22,3[	370 310	17 421	16 123 732	195	775 028	2,093	21,257	2,536	0,119
10	[22,3;24,8[	468 992	20 090	23 915 955	194	1 129 033	2,407	23,345	3,261	0,140
11	[24,8;27,7[	402 504	15 348	16 583 374	194	838 762	2,084	26,226	2,960	0,113
12	[27,7;30,7[	367 037	12 641	15 893 261	195	798 596	2,176	29,036	3,445	0,119
13	[30,7;34,3[	471 643	14 438	25 060 417	194	1 077 514	2,285	32,667	4,755	0,146
14	[34,3;37,8[	501 852	14 025	20 961 821	194	1 217 283	2,426	35,783	4,095	0,114
15	[37,8;42,2[	537 928	13 446	34 382 526	194	1 647 402	3,062	40,007	7,006	0,175
16	[42,2;46,3[	550 834	12 422	27 399 949	194	1 455 511	2,642	44,344	6,043	0,136
17	[46,3;50,7[	808 067	16 780	36 815 447	195	2 184 323	2,703	48,156	6,011	0,125
18	[50,7;57,5[	888 429	16 514	45 353 527	194	2 483 325	2,795	53,798	7,524	0,140
19	[57,5;69[	1 005 915	16 035	44 526 386	194	2 612 801	2,597	62,732	7,608	0,121
20	[69;183]	1 632 059	18 776	66 935 080	195	3 656 096	2,240	86,922	9,767	0,112
		10 799 895	417 768	492 684 732	3 886	25 474 552	2,359	25,851	3,231	0,125



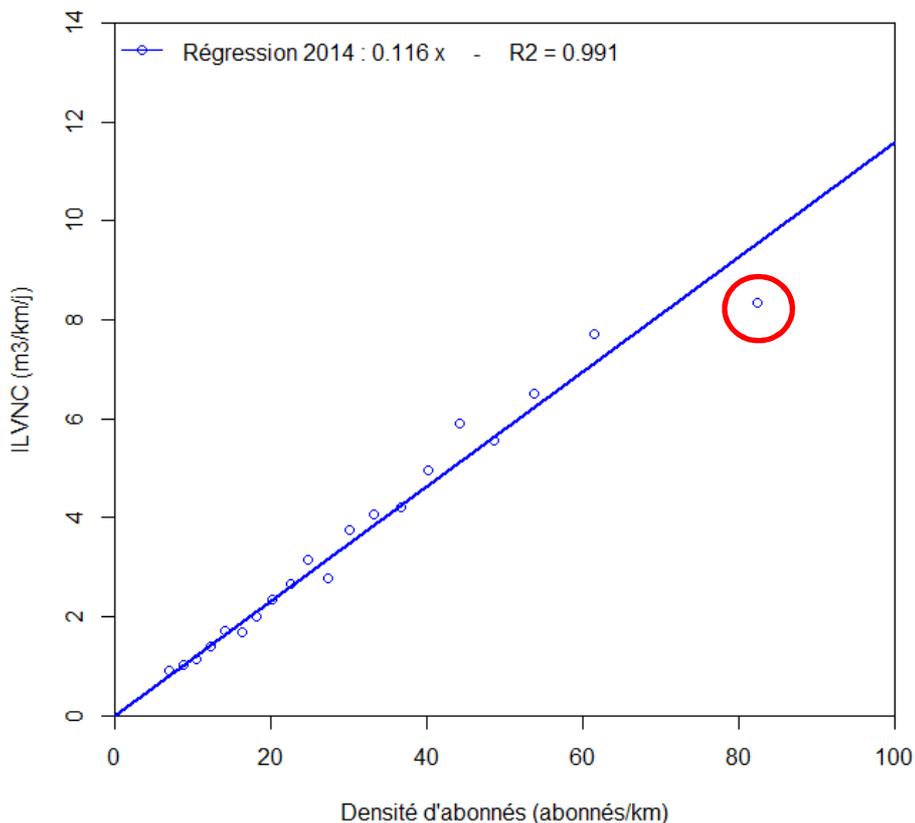
2013 – 4 435 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;7,93[	246 513	35 271	12 443 919	222	451 261	1,831	6,989	0,967	0,138
2	[7,93;9,7[	366 383	41 451	17 435 182	222	704 378	1,923	8,839	1,152	0,130
3	[9,7;11,4[	402 325	38 862	16 187 486	222	794 798	1,976	10,353	1,141	0,110
4	[11,4;13,1[	407 858	33 281	16 516 319	221	802 775	1,968	12,255	1,360	0,111
5	[13,1;14,9[	463 691	33 271	20 354 020	222	927 623	2,001	13,937	1,676	0,120
6	[14,9;16,8[	411 891	26 086	18 045 070	222	853 113	2,071	15,790	1,895	0,120
7	[16,8;18,9[	449 526	25 171	19 793 698	221	952 980	2,120	17,859	2,154	0,121
8	[18,9;21,2[	385 306	19 410	15 610 577	222	854 074	2,217	19,851	2,203	0,111
9	[21,2;23,3[	485 359	21 866	21 961 650	222	1 137 063	2,343	22,197	2,752	0,124
10	[23,3;25,7[	310 370	12 707	14 473 646	221	647 582	2,086	24,425	3,121	0,128
11	[25,7;28,3[	443 118	16 445	17 405 481	222	923 025	2,083	26,946	2,900	0,108
12	[28,3;31,4[	379 804	12 812	17 179 222	222	833 962	2,196	29,644	3,674	0,124
13	[31,4;34,8[	510 874	15 394	24 203 357	222	1 162 382	2,275	33,186	4,308	0,130
14	[34,8;38,2[	627 979	17 421	27 637 099	221	1 616 038	2,573	36,047	4,346	0,121
15	[38,2;42,3[	622 924	15 515	37 098 079	222	3 520 070	5,651	40,149	6,551	0,163
16	[42,3;46,3[	694 282	15 647	33 143 102	222	2 066 814	2,977	44,372	5,803	0,131
17	[46,3;50,8[	780 951	16 096	36 114 478	221	2 211 995	2,832	48,520	6,147	0,127
18	[50,8;57,2[	905 759	16 730	45 992 678	222	2 316 776	2,558	54,140	7,532	0,139
19	[57,2;68,1[	1 222 660	19 750	54 217 813	222	3 276 710	2,680	61,908	7,521	0,121
20	[68,1;182]	1 541 375	18 266	58 966 524	222	3 358 072	2,179	84,387	8,845	0,105
		11 658 948	451 452	524 779 400	4 435	29 411 491	2,523	25,825	3,185	0,123



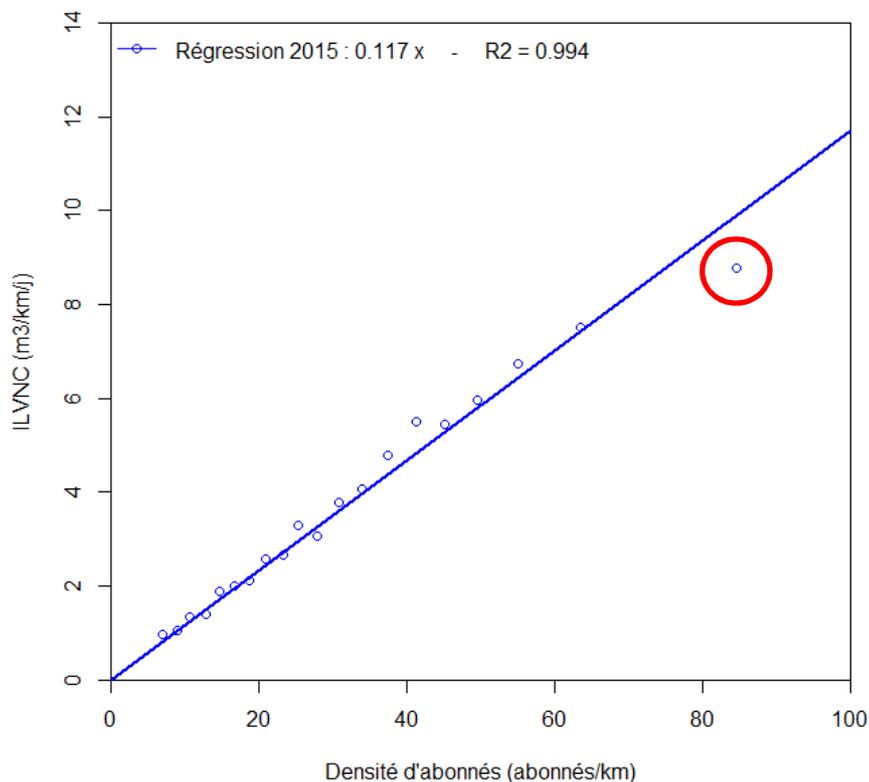
2014 – 4 908 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,05;7,92[	263 201	38 180	12 586 357	246	499 444	1,898	6,894	0,903	0,131
2	[7,92;9,75[	397 909	44 917	16 864 336	245	778 992	1,958	8,859	1,029	0,116
3	[9,75;11,3[	408 177	39 059	16 263 020	246	807 916	1,979	10,450	1,141	0,109
4	[11,3;13,1[	433 322	35 109	18 066 693	245	866 152	1,999	12,342	1,410	0,114
5	[13,1;15,2[	515 736	36 569	23 034 634	245	1 039 353	2,015	14,103	1,726	0,122
6	[15,2;17,2[	383 175	23 620	14 462 298	246	779 638	2,035	16,223	1,678	0,103
7	[17,2;19,3[	429 862	23 619	17 295 542	245	877 893	2,042	18,200	2,006	0,110
8	[19,3;21,4[	426 954	21 147	18 137 291	245	921 843	2,159	20,190	2,350	0,116
9	[21,4;23,5[	492 413	21 875	21 292 850	246	1 076 066	2,185	22,511	2,667	0,118
10	[23,5;26,1[	436 944	17 672	20 276 149	245	995 866	2,279	24,725	3,143	0,127
11	[26,1;28,7[	418 682	15 379	15 560 066	245	895 325	2,138	27,224	2,772	0,102
12	[28,7;31,6[	460 825	15 320	20 916 624	246	1 019 015	2,211	30,081	3,741	0,124
13	[31,6;35[	428 815	12 894	19 117 900	245	963 156	2,246	33,258	4,062	0,122
14	[35;38,2[	635 992	17 385	26 666 248	245	1 513 968	2,380	36,583	4,202	0,115
15	[38,2;42,1[	448 104	11 173	20 191 451	246	1 080 942	2,412	40,106	4,951	0,123
16	[42,1;46,2[	665 638	15 086	32 570 188	245	1 981 619	2,977	44,124	5,915	0,134
17	[46,2;50,6[	906 557	18 647	37 828 334	245	2 606 103	2,875	48,616	5,558	0,114
18	[50,6;57[	843 950	15 731	37 387 086	246	2 176 665	2,579	53,648	6,511	0,121
19	[57;67,9[	1 144 923	18 644	52 590 239	245	3 148 475	2,750	61,409	7,728	0,126
20	[67,9;197[	1 789 320	21 719	66 098 235	246	4 233 210	2,366	82,383	8,338	0,101
		11 930 499	463 745	507 205 541	4 908	28 261 641	2,369	25,726	2,996	0,116



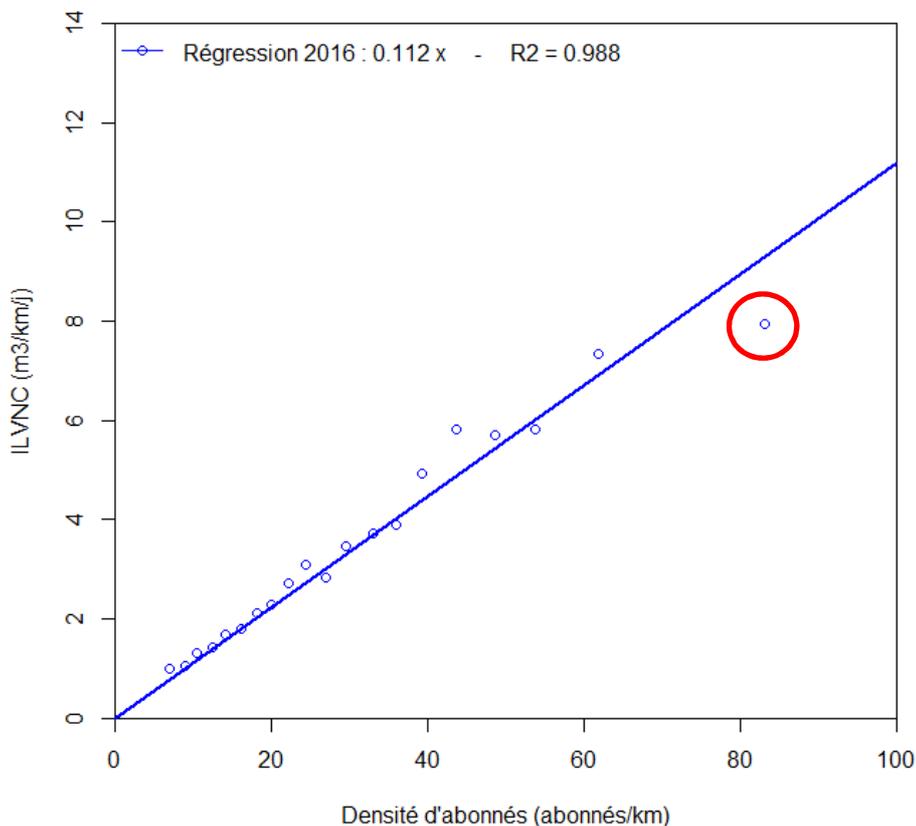
2015 – 5 201 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,05;8,08[	310 015	44 550	15 723 655	260	572 499	1,847	6,959	0,967	0,139
2	[8,08;9,91[	396 745	44 048	16 682 673	260	760 612	1,917	9,007	1,038	0,115
3	[9,91;11,7[	423 079	39 895	19 416 737	260	858 422	2,029	10,605	1,333	0,126
4	[11,7;13,6[	545 262	42 775	21 737 617	260	1 095 273	2,009	12,747	1,392	0,109
5	[13,6;15,7[	484 706	33 098	22 778 444	260	979 499	2,021	14,645	1,886	0,129
6	[15,7;17,6[	381 324	22 904	16 713 290	261	776 635	2,037	16,649	1,999	0,120
7	[17,6;19,9[	466 474	24 884	19 318 179	260	939 691	2,014	18,746	2,127	0,113
8	[19,9;22[	435 665	20 787	19 431 546	259	923 449	2,120	20,958	2,561	0,122
9	[22;24,3[	557 159	23 967	23 266 423	260	1 149 719	2,064	23,247	2,660	0,114
10	[24,3;26,5[	421 809	16 647	20 084 192	258	875 999	2,077	25,339	3,306	0,130
11	[26,5;29,1[	466 361	16 781	18 668 477	262	978 511	2,098	27,791	3,048	0,110
12	[29,1;32,3[	464 721	15 126	20 909 264	260	1 098 188	2,363	30,722	3,787	0,123
13	[32,3;35,7[	464 171	13 722	20 355 883	260	1 006 543	2,168	33,827	4,064	0,120
14	[35,7;39,1[	765 257	20 497	35 735 777	260	1 923 986	2,514	37,336	4,777	0,128
15	[39,1;43,2[	557 260	13 481	27 078 075	260	1 554 090	2,789	41,335	5,503	0,133
16	[43,2;47,2[	624 363	13 858	27 545 669	260	1 551 392	2,485	45,055	5,446	0,121
17	[47,2;52[	999 551	20 201	44 062 752	261	2 928 765	2,930	49,481	5,976	0,121
18	[52;58,2[	1 016 062	18 457	45 316 545	259	2 870 032	2,825	55,050	6,727	0,122
19	[58,2;69,2[	1 249 633	19 701	54 057 627	260	3 218 241	2,575	63,431	7,518	0,119
20	[69,2;158]	1 876 926	22 221	71 123 473	261	4 430 836	2,361	84,465	8,769	0,104
		12 906 543	487 600	560 006 298	5 201	30 492 382	2,363	26,470	3,147	0,119



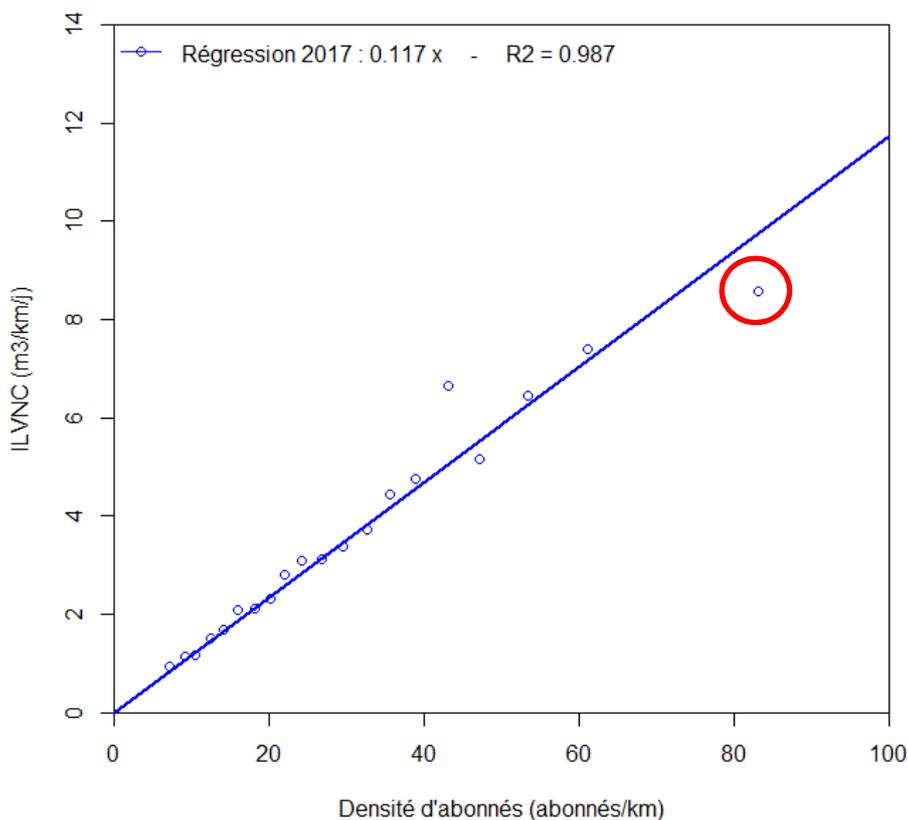
2016 – 5 234 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;8,03[	314 804	44 986	16 109 642	262	559 177	1,776	6,998	0,981	0,140
2	[8,03;9,77[	370 231	41 178	15 971 331	262	679 612	1,836	8,991	1,063	0,118
3	[9,77;11,4[	438 515	42 013	19 927 636	261	848 987	1,936	10,438	1,300	0,125
4	[11,4;13,3[	428 015	34 572	18 130 176	262	877 443	2,050	12,380	1,437	0,116
5	[13,3;15,1[	580 871	41 121	25 147 149	262	1 195 009	2,057	14,126	1,675	0,119
6	[15,1;17,1[	379 865	23 554	15 550 328	261	846 677	2,229	16,127	1,809	0,112
7	[17,1;19[	412 142	22 756	17 599 907	262	851 173	2,065	18,111	2,119	0,117
8	[19;21[	448 991	22 418	18 667 837	262	912 407	2,032	20,028	2,281	0,114
9	[21;23,3[	510 965	23 116	22 824 859	261	1 071 162	2,096	22,105	2,705	0,122
10	[23,3;25,7[	629 201	25 861	29 255 973	262	1 387 962	2,206	24,330	3,099	0,127
11	[25,7;28,4[	486 821	18 047	18 722 855	262	1 034 813	2,126	26,975	2,842	0,105
12	[28,4;31,2[	458 692	15 506	19 644 989	261	979 574	2,136	29,581	3,471	0,117
13	[31,2;34,2[	548 003	16 622	22 656 779	262	1 208 439	2,205	32,969	3,735	0,113
14	[34,2;37,5[	535 850	14 945	21 252 786	262	1 098 716	2,050	35,854	3,896	0,109
15	[37,5;41,5[	678 163	17 277	31 151 073	261	1 713 339	2,526	39,251	4,940	0,126
16	[41,5;45,8[	717 113	16 458	34 986 737	262	1 940 198	2,706	43,572	5,824	0,134
17	[45,8;50,9[	854 668	17 610	36 672 391	262	2 211 460	2,588	48,533	5,705	0,118
18	[50,9;57[	946 517	17 609	37 365 775	261	2 607 045	2,754	53,753	5,814	0,108
19	[57;67,9[	1 505 604	24 398	65 445 597	262	3 958 166	2,629	61,709	7,349	0,119
20	[67,9;157]	1 934 863	23 296	67 491 514	262	4 410 514	2,279	83,057	7,937	0,096
		13 179 894	503 343	554 575 334	5 234	30 391 873	2,306	26,185	3,019	0,115



2017 – 5 234 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,07;8,12[	342 388	48 697	16 678 679	284	611 970	1,787	7,031	0,938	0,133
2	[8,12;9,8[	401 865	44 260	18 443 364	283	756 909	1,883	9,080	1,142	0,126
3	[9,8;11,3[	468 647	44 636	19 186 382	284	897 404	1,915	10,499	1,178	0,112
4	[11,3;13,2[	460 952	37 279	20 603 192	283	925 536	2,008	12,365	1,514	0,122
5	[13,2;15[	528 866	37 645	23 139 240	283	1 050 116	1,986	14,049	1,684	0,120
6	[15;17[	442 511	27 668	21 140 585	284	858 493	1,940	15,994	2,093	0,131
7	[17;19[	485 266	26 781	20 789 561	283	1 005 492	2,072	18,120	2,127	0,117
8	[19;21,1[	518 120	25 785	21 879 867	284	1 037 945	2,003	20,094	2,325	0,116
9	[21,1;23,2[	488 727	22 172	22 711 735	283	1 128 163	2,308	22,043	2,806	0,127
10	[23,2;25,6[	626 873	25 863	29 169 205	283	1 305 398	2,082	24,238	3,090	0,127
11	[25,6;28[	456 884	17 089	19 396 862	284	987 040	2,160	26,735	3,110	0,116
12	[28;31,1[	554 893	18 834	23 150 557	283	1 172 104	2,112	29,463	3,368	0,114
13	[31,1;33,9[	564 824	17 281	23 491 068	283	1 251 012	2,215	32,684	3,724	0,114
14	[33,9;37,1[	563 126	15 838	25 596 783	284	1 279 880	2,273	35,556	4,428	0,125
15	[37,1;40,9[	620 444	16 002	27 800 327	283	1 458 296	2,350	38,774	4,760	0,123
16	[40,9;45,3[	703 992	16 334	39 623 062	284	2 010 395	2,856	43,100	6,646	0,154
17	[45,3;50,2[	911 734	19 323	36 299 044	283	2 404 808	2,638	47,184	5,147	0,109
18	[50,2;56,6[	941 246	17 659	41 596 908	284	2 437 215	2,589	53,300	6,453	0,121
19	[56,6;66,9[	1 518 368	24 834	66 945 447	283	4 018 550	2,647	61,142	7,386	0,121
20	[66,9;162]	2 174 599	26 155	81 934 795	284	4 905 959	2,256	83,141	8,582	0,103
		13 774 325	530 135	599 576 663	5 669	31 502 685	2,287	25,983	3,099	0,119



Récapitulatif

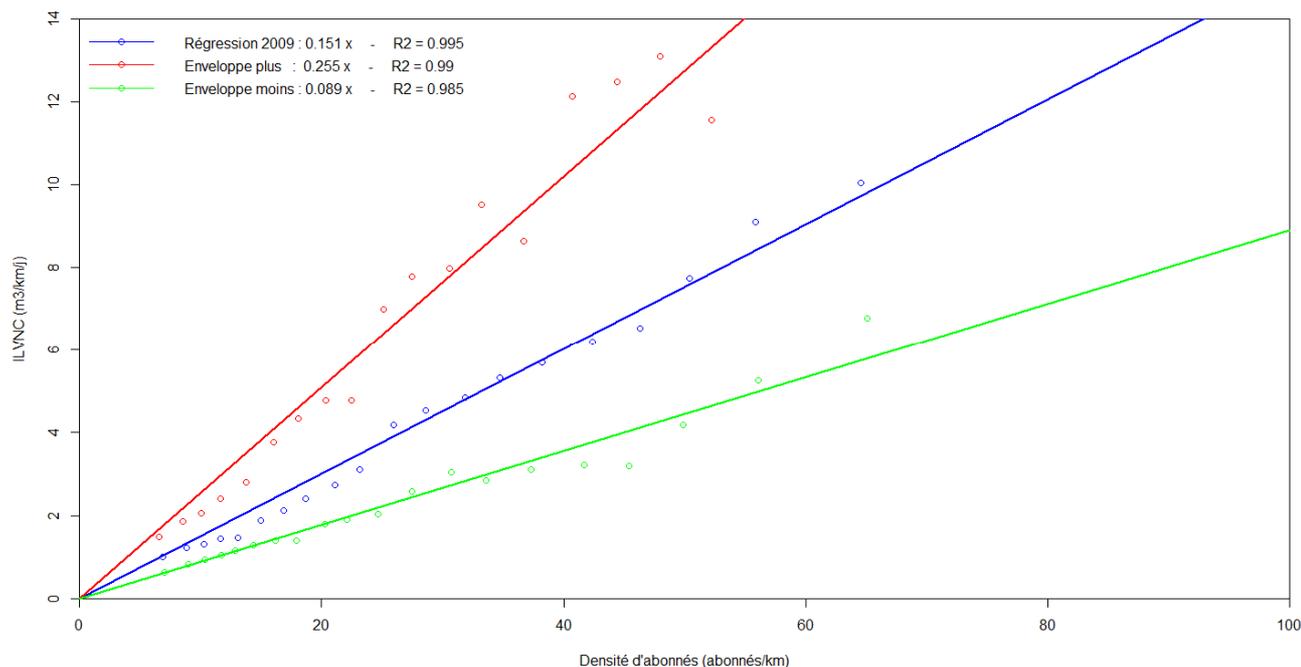
Année	Pente $ILVNC= f(D)$	R^2	Nombre de services
2009	0,143	0,988	2994
2010	0,140	0,992	3503
2011	0,130	0,993	3716
2012	0,126	0,982	3886
2013	0,123	0,984	4435
2014	0,116	0,991	4908
2015	0,117	0,994	5201
2016	0,112	0,988	5234
2017	0,117	0,987	5669
2018	0,113	0,981	5490

7 Annexe 2 : ILVNC fonction de D de 2009 à 2017 – sans dernière classe de D

Chaque année, les services de la dernière classe de D sont écartés et une répartition en 20 nouvelles classes de D est générée.

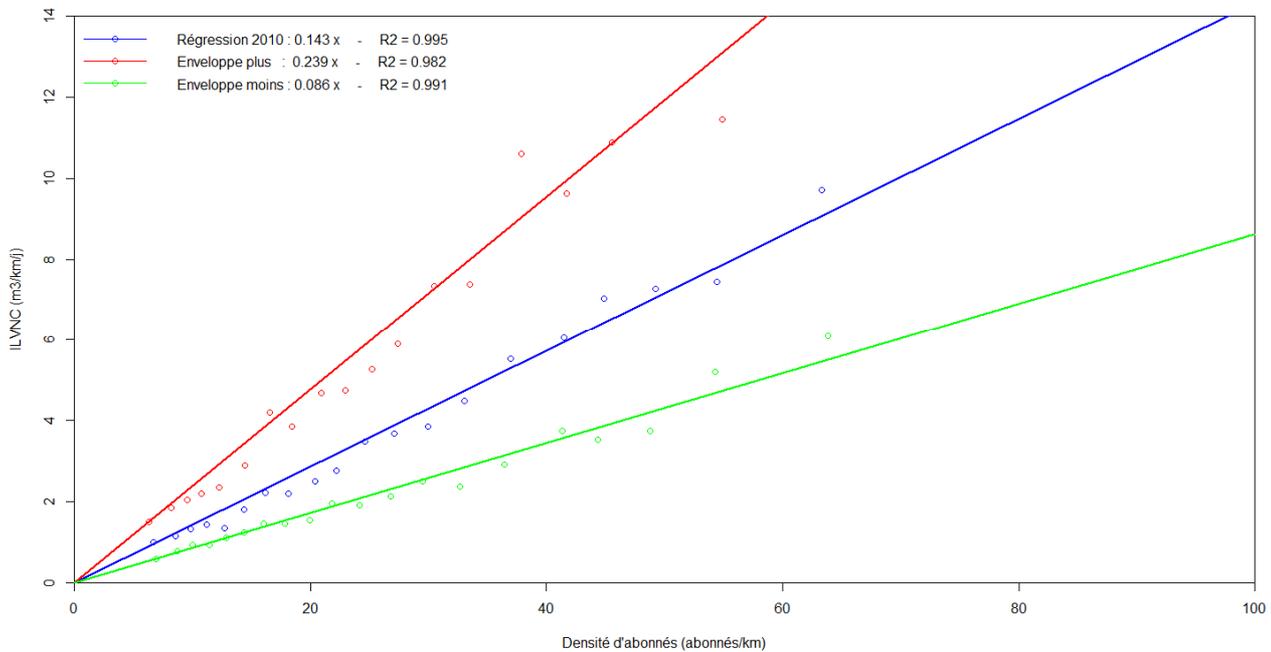
2009 – 2 844 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;8[	210 009	30 691	11 225 325	143	401 256	1,911	6,843	1,002	0,146
2	[8;9,63[	257 163	28 969	12 892 007	142	537 831	2,091	8,877	1,219	0,137
3	[9,63;11[	271 848	26 506	12 626 263	142	564 585	2,077	10,256	1,305	0,127
4	[11;12,4[	285 167	24 478	12 877 959	142	610 305	2,140	11,650	1,441	0,124
5	[12,4;14[	395 248	30 152	16 091 775	142	813 625	2,059	13,109	1,462	0,112
6	[14;15,9[	304 769	20 362	13 955 320	142	631 080	2,071	14,968	1,878	0,125
7	[15,9;17,6[	288 225	17 128	13 246 203	143	637 078	2,210	16,828	2,119	0,126
8	[17,6;19,9[	288 542	15 417	13 510 436	142	641 951	2,225	18,716	2,401	0,128
9	[19,9;22[	341 629	16 166	16 116 692	142	712 320	2,085	21,133	2,731	0,129
10	[22;24,6[	347 732	15 030	17 023 852	142	805 036	2,315	23,136	3,103	0,134
11	[24,6;27,1[	293 058	11 285	17 209 584	142	652 410	2,226	25,968	4,178	0,161
12	[27,1;30,1[	259 048	9 069	15 027 732	142	590 852	2,281	28,563	4,540	0,159
13	[30,1;33,3[	451 346	14 158	25 067 056	141	1 041 469	2,307	31,879	4,851	0,152
14	[33,3;36,4[	365 703	10 534	20 514 417	144	927 506	2,536	34,718	5,336	0,154
15	[36,4;40,4[	317 069	8 295	17 293 572	142	830 904	2,621	38,223	5,712	0,149
16	[40,4;44,3[	470 509	11 108	25 150 268	142	1 269 094	2,697	42,357	6,203	0,146
17	[44,3;48,3[	493 640	10 663	25 462 059	142	1 487 675	3,014	46,296	6,542	0,141
18	[48,3;53,3[	499 699	9 912	28 011 148	142	1 351 725	2,705	50,414	7,743	0,154
19	[53,3;59,4[	675 025	12 084	40 200 295	142	1 928 863	2,857	55,860	9,114	0,163
20	[59,4;70,1[	795 988	12 330	45 189 385	143	2 140 329	2,689	64,555	10,041	0,156
		7 611 417	334 339	398 691 348	2 844	18 575 894	2,441	22,766	3,267	0,144



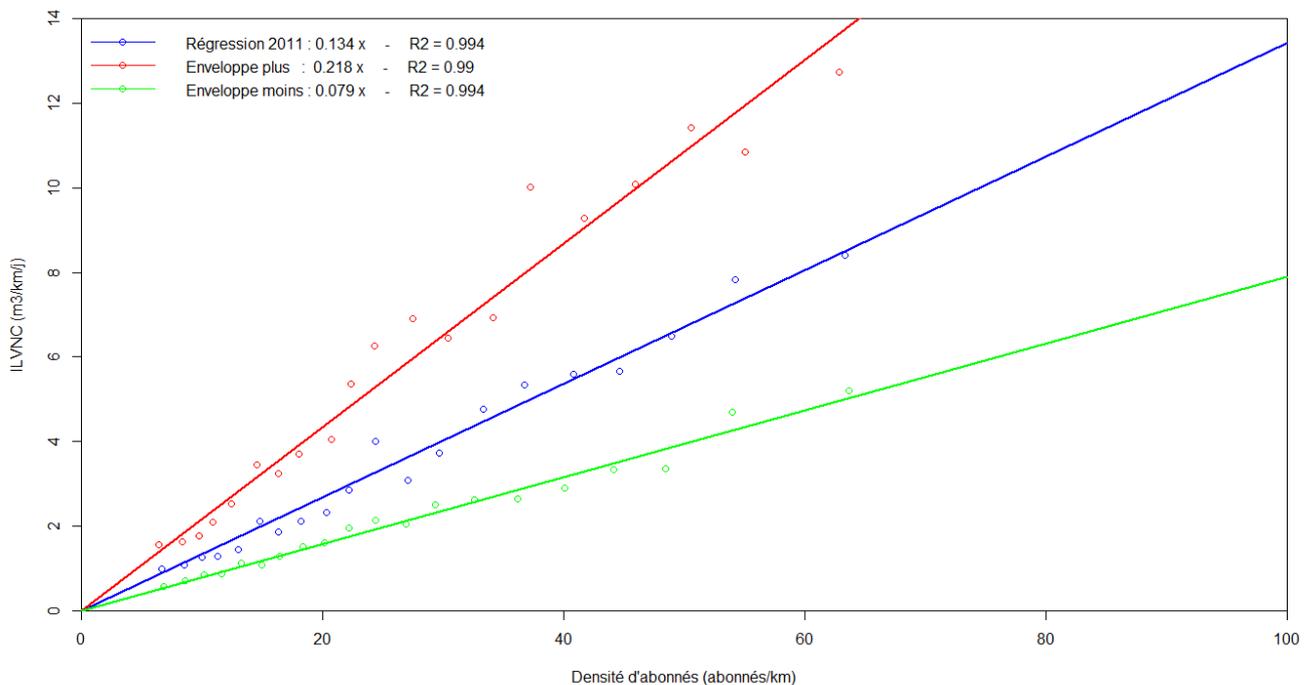
2010 – 3 327 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,01;7,71[	210 441	31 305	11 306 317	167	398 149	1,892	6,722	0,990	0,147
2	[7,71;9,26[	276 068	32 328	13 409 231	166	519 987	1,884	8,540	1,136	0,133
3	[9,26;10,5[	317 219	32 189	15 630 059	166	617 074	1,945	9,855	1,330	0,135
4	[10,5;12[	321 979	28 805	15 050 746	167	686 387	2,132	11,178	1,432	0,128
5	[12;13,5[	363 796	28 585	13 998 972	166	714 023	1,963	12,727	1,342	0,105
6	[13,5;15,3[	372 986	25 942	17 089 913	166	799 515	2,144	14,377	1,805	0,126
7	[15,3;17,1[	366 655	22 668	18 269 577	167	721 755	1,968	16,175	2,208	0,137
8	[17,1;19,3[	401 084	22 156	17 768 246	166	903 764	2,253	18,103	2,197	0,121
9	[19,3;21,2[	292 031	14 337	13 117 456	166	633 433	2,169	20,369	2,507	0,123
10	[21,2;23,3[	402 619	18 166	18 255 370	166	858 792	2,133	22,163	2,753	0,124
11	[23,3;25,7[	301 334	12 263	15 535 789	167	663 154	2,201	24,573	3,471	0,141
12	[25,7;28,3[	334 668	12 362	16 593 970	166	740 844	2,214	27,073	3,678	0,136
13	[28,3;31,6[	322 997	10 793	15 165 304	166	722 906	2,238	29,927	3,850	0,129
14	[31,6;34,9[	522 936	15 820	25 812 446	167	1 196 766	2,289	33,056	4,470	0,135
15	[34,9;39,3[	416 865	11 270	22 713 973	166	1 066 038	2,557	36,990	5,522	0,149
16	[39,3;43,2[	457 345	11 017	24 368 761	166	1 253 371	2,741	41,513	6,060	0,146
17	[43,2;46,8[	623 130	13 896	35 626 764	167	1 893 637	3,039	44,843	7,024	0,157
18	[46,8;51,7[	609 151	12 367	32 772 429	166	1 519 494	2,494	49,256	7,260	0,147
19	[51,7;58,1[	729 277	13 392	36 431 384	166	2 216 480	3,039	54,456	7,453	0,137
20	[58,1;68,4[	887 770	14 020	49 641 909	167	2 485 706	2,800	63,323	9,701	0,153
		8 530 351	383 680	428 558 616	3 327	20 611 275	2,416	22,233	3,060	0,138



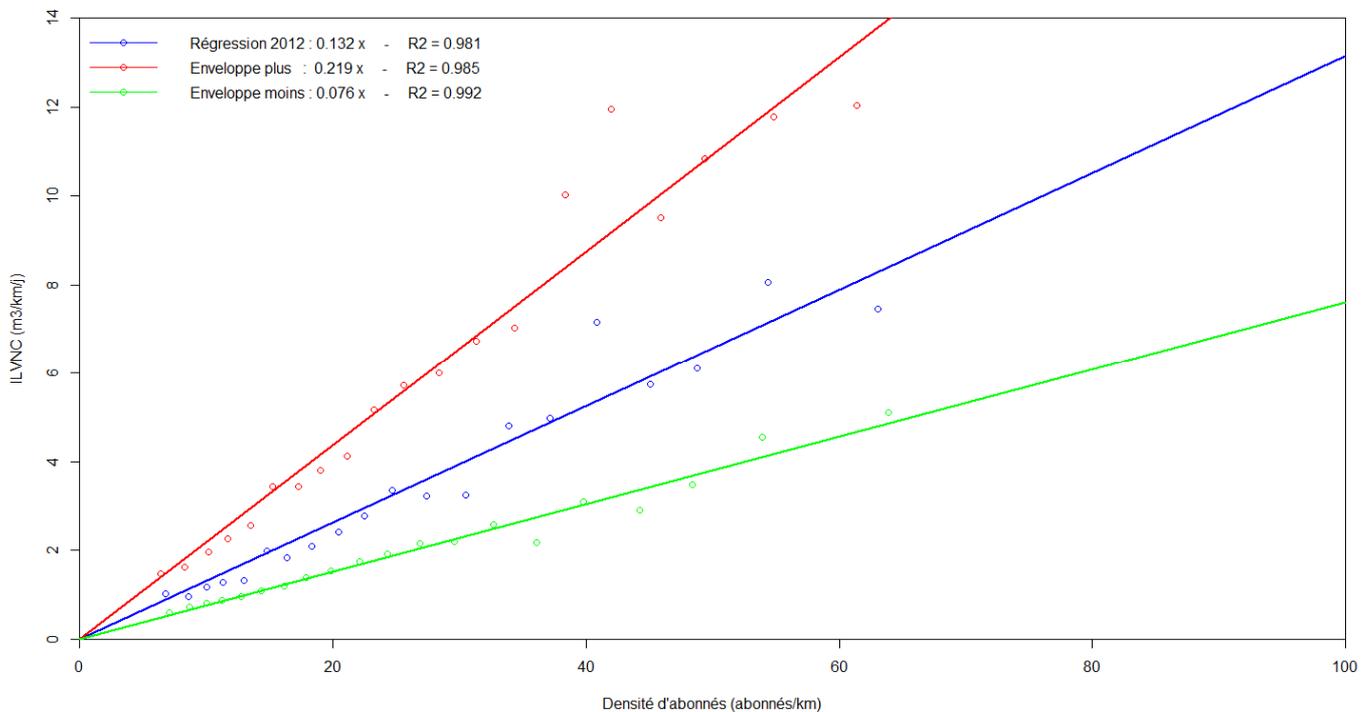
2011 – 3 530 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;7,72)	187 417	28 161	9 988 432	177	351 027	1,873	6,655	0,972	0,146
2	[7,72;9,31)	312 625	36 844	14 363 226	176	581 193	1,859	8,485	1,068	0,126
3	[9,31;10,6)	319 279	32 044	14 713 099	177	618 911	1,938	9,964	1,258	0,126
4	[10,6;12,2)	315 139	27 887	13 130 161	176	649 970	2,062	11,301	1,290	0,114
5	[12,2;13,8)	395 608	30 363	16 020 381	177	780 209	1,972	13,029	1,446	0,111
6	[13,8;15,6)	359 278	24 356	18 698 950	176	750 296	2,088	14,751	2,103	0,143
7	[15,6;17,3)	336 071	20 585	13 912 595	177	677 324	2,015	16,326	1,852	0,113
8	[17,3;19,3)	426 639	23 410	17 963 976	176	979 867	2,297	18,224	2,102	0,115
9	[19,3;21,2)	273 863	13 468	11 423 760	177	602 397	2,200	20,335	2,324	0,114
10	[21,2;23,2)	433 519	19 512	20 305 201	176	940 395	2,169	22,218	2,851	0,128
11	[23,2;25,7)	305 592	12 521	18 236 310	176	623 335	2,040	24,407	3,990	0,163
12	[25,7;28,3)	346 695	12 829	14 385 082	177	750 697	2,165	27,025	3,072	0,114
13	[28,3;31,5)	337 473	11 369	15 486 397	176	743 017	2,202	29,685	3,732	0,126
14	[31,5;35)	559 717	16 788	29 175 623	177	1 350 212	2,412	33,341	4,761	0,143
15	[35;38,8)	489 499	13 324	26 007 889	176	1 331 399	2,720	36,739	5,348	0,146
16	[38,8;42,7)	390 099	9 555	19 486 841	177	932 401	2,390	40,826	5,587	0,137
17	[42,7;46,7)	681 548	15 266	31 561 194	176	1 901 057	2,789	44,645	5,664	0,127
18	[46,7;51,4)	693 274	14 166	33 583 219	177	1 940 209	2,799	48,939	6,495	0,133
19	[51,4;57,9)	879 496	16 212	46 290 788	176	2 517 410	2,862	54,249	7,823	0,144
20	[57,9;68,8]	931 487	14 708	45 060 372	177	2 370 846	2,545	63,330	8,393	0,133
		8 974 318	393 365	429 793 496	3 530	21 392 172	2,384	22,814	2,993	0,131



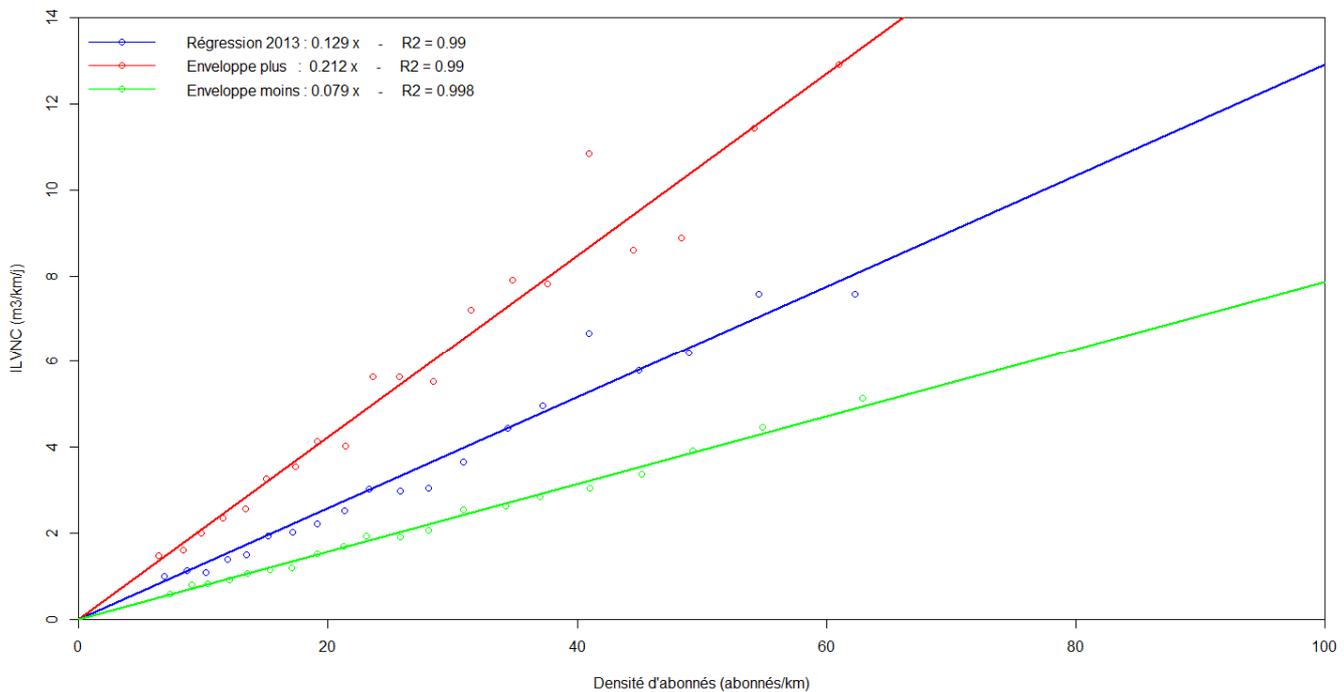
2012 – 3 691 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;7,78[	180 748	26 587	9 934 053	185	338 242	1,871	6,798	1,024	0,151
2	[7,78;9,38[	320 215	37 403	13 020 789	182	576 103	1,799	8,561	0,954	0,111
3	[9,38;10,6[	340 239	33 919	14 543 689	187	632 736	1,860	10,031	1,175	0,117
4	[10,6;12,2[	306 000	27 005	12 629 919	184	615 805	2,012	11,331	1,281	0,113
5	[12,2;13,8[	375 734	28 886	13 835 108	184	723 513	1,926	13,008	1,312	0,101
6	[13,8;15,7[	370 464	25 053	18 104 369	185	773 974	2,089	14,787	1,980	0,134
7	[15,7;17,4[	369 402	22 533	15 135 042	185	760 016	2,057	16,394	1,840	0,112
8	[17,4;19,4[	402 166	21 917	16 686 049	184	908 805	2,260	18,349	2,086	0,114
9	[19,4;21,3[	346 223	16 940	14 901 936	185	736 523	2,127	20,439	2,410	0,118
10	[21,3;23,5[	423 708	18 828	19 053 713	184	1 030 057	2,431	22,504	2,773	0,123
11	[23,5;26,1[	371 131	15 017	18 338 228	185	787 837	2,123	24,714	3,346	0,135
12	[26,1;28,9[	397 585	14 525	17 068 714	185	828 282	2,083	27,372	3,219	0,118
13	[28,9;31,8[	358 780	11 776	13 911 744	184	773 486	2,156	30,467	3,237	0,106
14	[31,8;35,4[	524 586	15 475	27 159 647	185	1 261 271	2,404	33,900	4,809	0,142
15	[35,4;39[	436 665	11 748	21 373 082	184	1 147 051	2,627	37,169	4,984	0,134
16	[39;43[	452 731	11 079	28 927 230	184	1 361 297	3,007	40,863	7,153	0,175
17	[43;47[	649 233	14 400	30 244 198	185	1 664 345	2,564	45,084	5,754	0,128
18	[47;51,2[	740 042	15 161	33 763 437	184	2 044 047	2,762	48,811	6,101	0,125
19	[51,2;58[	848 813	15 613	45 889 482	185	2 366 784	2,788	54,367	8,053	0,148
20	[58;69]	953 371	15 127	41 229 223	185	2 488 282	2,610	63,026	7,467	0,118
		9 167 836	398 992	425 749 652	3 691	21 818 456	2,380	22,977	2,923	0,127



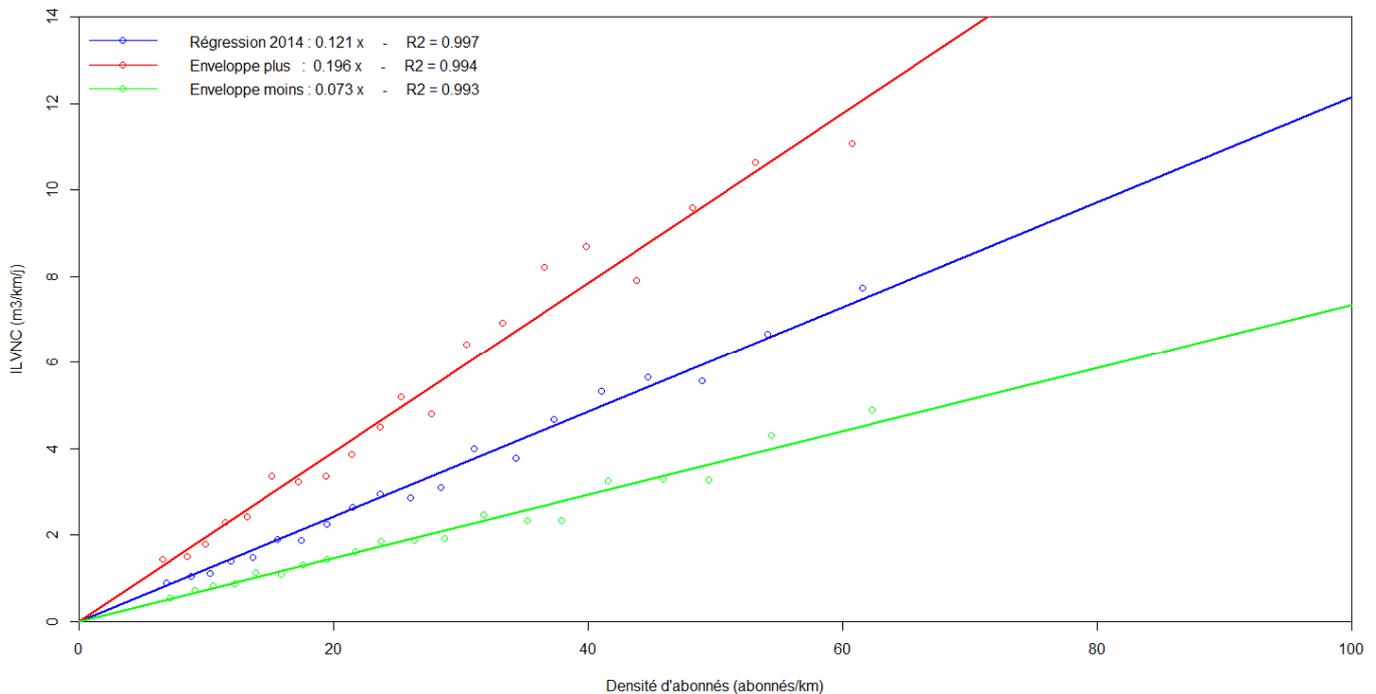
2013 – 4 213 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,03;7,83[	222 963	32 286	11 758 056	211	413 989	1,857	6,906	0,998	0,144
2	[7,83;9,6[	346 361	39 913	16 489 898	210	657 540	1,898	8,678	1,132	0,130
3	[9,6;11[	393 912	38 727	15 349 047	211	750 821	1,906	10,172	1,086	0,107
4	[11;12,8[	363 229	30 465	15 443 744	211	741 069	2,040	11,923	1,389	0,116
5	[12,8;14,4[	415 673	30 885	16 922 982	210	809 650	1,948	13,459	1,501	0,112
6	[14,4;16,2[	421 492	27 737	19 545 109	211	883 505	2,096	15,196	1,931	0,127
7	[16,2;18,1[	422 051	24 605	18 285 177	211	901 087	2,135	17,153	2,036	0,119
8	[18,1;20,2[	433 447	22 654	18 252 767	210	936 511	2,161	19,134	2,207	0,115
9	[20,2;22,3[	378 399	17 714	16 312 413	211	783 027	2,069	21,361	2,523	0,118
10	[22,3;24,5[	387 737	16 651	18 287 164	210	930 953	2,401	23,286	3,009	0,129
11	[24,5;26,8[	355 942	13 793	15 003 627	211	770 070	2,163	25,807	2,980	0,115
12	[26,8;29,5[	393 423	14 003	15 546 143	211	819 355	2,083	28,095	3,042	0,108
13	[29,5;32,5[	371 361	12 018	16 034 538	209	859 712	2,315	30,901	3,655	0,118
14	[32,5;35,8[	644 795	18 725	30 344 596	212	1 518 242	2,355	34,435	4,440	0,129
15	[35,8;39,3[	490 845	13 181	23 868 460	210	1 220 491	2,487	37,239	4,961	0,133
16	[39,3;43,1[	550 618	13 439	32 715 295	211	3 381 135	6,141	40,973	6,670	0,163
17	[43,1;47,1[	740 229	16 473	34 839 582	211	2 265 975	3,061	44,936	5,794	0,129
18	[47,1;51,4[	696 821	14 225	32 147 057	210	1 916 468	2,750	48,986	6,192	0,126
19	[51,4;57,5[	946 889	17 360	47 932 512	211	2 459 666	2,598	54,546	7,565	0,139
20	[57,5;68,1[	1 141 386	18 334	50 734 709	211	3 034 153	2,658	62,256	7,582	0,122
		10 117 573	433 186	465 812 876	4 213	26 053 419	2,575	23,356	2,946	0,126



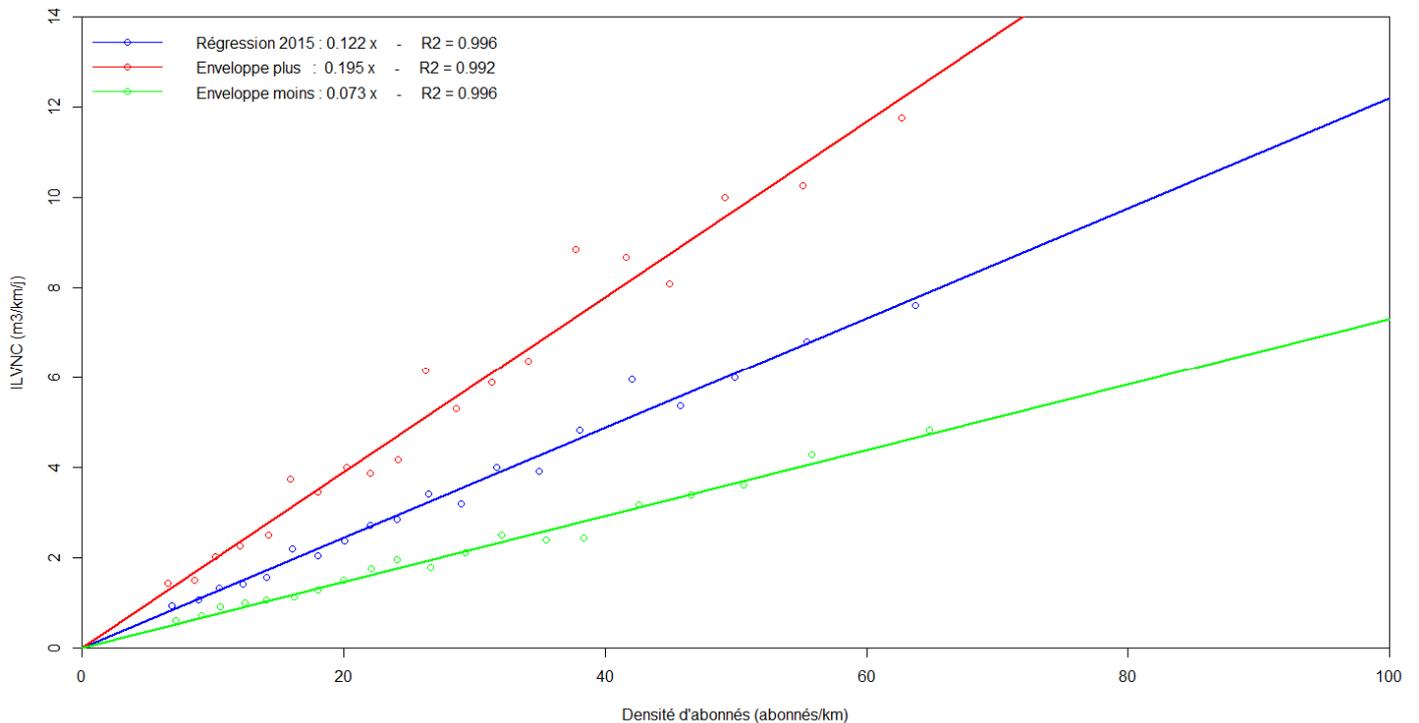
2014 – 4 662 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,05;7,85[	256 054	37 272	12 195 491	234	484 623	1,893	6,870	0,896	0,130
2	[7,85;9,59[	373 769	42 592	16 224 855	233	721 689	1,931	8,775	1,044	0,119
3	[9,59;11,1[	389 899	37 866	15 173 324	233	758 481	1,945	10,297	1,098	0,107
4	[11,1;12,7[	353 126	29 527	15 005 793	233	706 833	2,002	11,959	1,392	0,116
5	[12,7;14,6[	511 118	37 570	20 266 941	233	1 050 687	2,056	13,604	1,478	0,109
6	[14,6;16,5[	377 905	24 294	16 852 326	233	766 097	2,027	15,556	1,901	0,122
7	[16,5;18,4[	412 220	23 599	16 119 786	233	829 570	2,012	17,468	1,871	0,107
8	[18,4;20,5[	431 107	22 170	18 180 729	233	923 222	2,142	19,445	2,247	0,116
9	[20,5;22,5[	387 267	18 024	17 376 388	233	827 757	2,137	21,486	2,641	0,123
10	[22,5;24,9[	512 722	21 670	23 246 465	233	1 186 908	2,315	23,660	2,939	0,124
11	[24,9;27,1[	394 292	15 135	15 806 785	233	845 956	2,146	26,052	2,861	0,110
12	[27,1;29,7[	371 797	13 080	14 821 836	233	784 373	2,110	28,425	3,105	0,109
13	[29,7;32,8[	400 953	12 930	18 845 641	233	914 204	2,280	31,009	3,993	0,129
14	[32,8;36[	512 602	14 951	20 638 056	233	1 135 929	2,216	34,285	3,782	0,110
15	[36;38,9[	547 325	14 661	25 006 463	233	1 325 883	2,422	37,332	4,673	0,125
16	[38,9;42,9[	469 122	11 426	22 244 853	233	1 222 063	2,605	41,056	5,334	0,130
17	[42,9;47[	606 267	13 558	27 978 853	233	1 786 825	2,947	44,717	5,654	0,126
18	[47;51,1[	933 792	19 078	38 742 646	233	2 585 733	2,769	48,947	5,564	0,114
19	[51,1;57,2[	784 194	14 490	35 198 442	233	2 119 801	2,703	54,119	6,655	0,123
20	[57,2;67,9[	1 115 648	18 131	51 181 633	234	3 051 797	2,735	61,532	7,734	0,126
		10 141 179	442 026	441 107 306	4 662	24 028 431	2,369	22,942	2,734	0,119



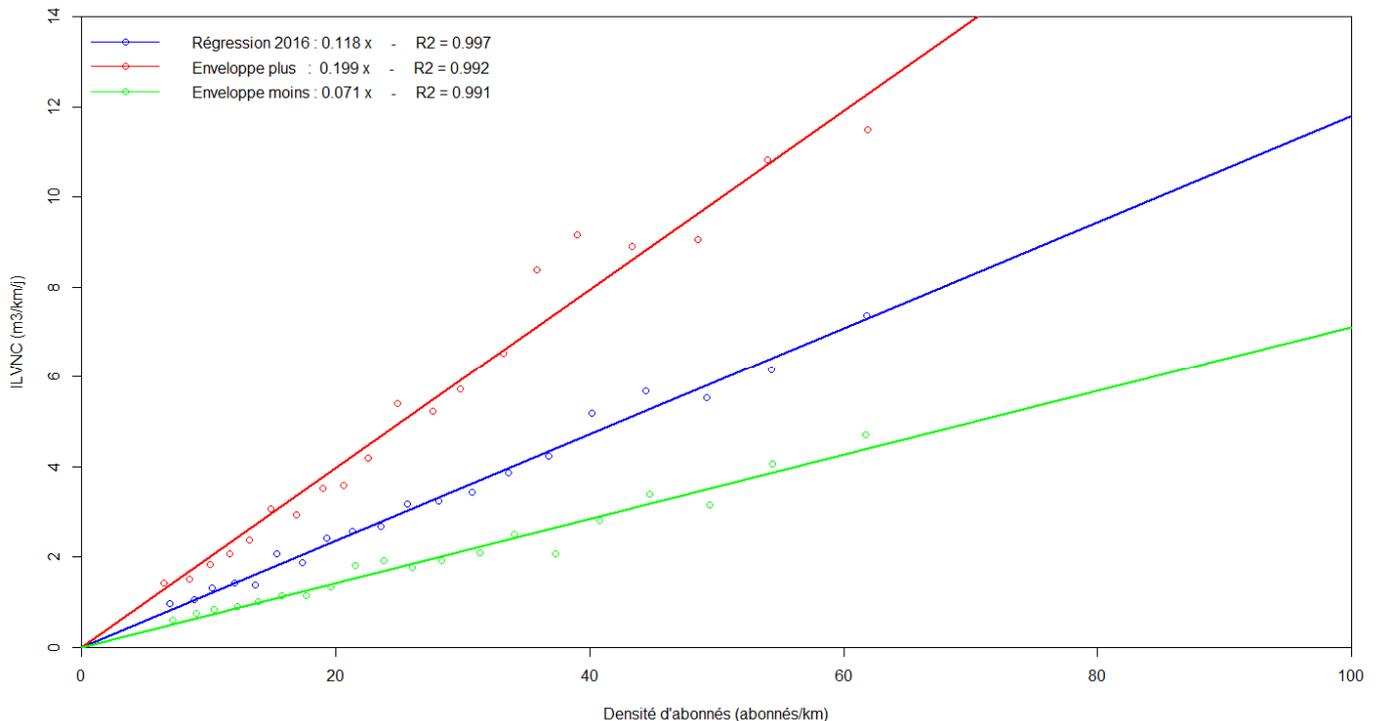
2015 – 4 940 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,05;7,97[	280 362	40 861	13 941 347	247	519 463	1,853	6,861	0,935	0,136
2	[7,97;9,75[	400 063	45 055	17 285 629	247	769 677	1,924	8,879	1,051	0,118
3	[9,75;11,4[	403 464	38 612	18 697 521	247	820 929	2,035	10,449	1,327	0,127
4	[11,4;13,3[	405 384	32 931	16 799 766	247	788 403	1,945	12,310	1,398	0,114
5	[13,3;15,1[	565 157	40 058	22 793 367	247	1 151 920	2,038	14,109	1,559	0,110
6	[15,1;17[	378 383	23 528	18 741 361	247	784 110	2,072	16,082	2,182	0,136
7	[17;18,9[	383 855	21 297	15 797 199	247	755 697	1,969	18,024	2,032	0,113
8	[18,9;21,2[	437 136	21 808	18 795 545	247	903 526	2,067	20,044	2,361	0,118
9	[21,2;23,2[	392 449	17 798	17 571 582	247	836 232	2,131	22,050	2,705	0,123
10	[23,2;25,4[	563 079	23 377	24 292 684	247	1 163 821	2,067	24,087	2,847	0,118
11	[25,4;27,7[	444 418	16 767	20 863 265	247	929 311	2,091	26,505	3,409	0,129
12	[27,7;30,3[	400 699	13 807	16 022 984	247	836 323	2,087	29,022	3,179	0,110
13	[30,3;33,2[	432 298	13 648	19 911 541	247	1 045 322	2,418	31,674	3,997	0,126
14	[33,2;36,5[	521 309	14 919	21 253 757	247	1 134 291	2,176	34,942	3,903	0,112
15	[36,5;39,9[	674 256	17 732	31 147 914	247	1 712 090	2,539	38,024	4,812	0,127
16	[39,9;43,9[	553 688	13 174	28 674 341	247	1 568 028	2,832	42,030	5,963	0,142
17	[43,9;47,9[	654 582	14 305	28 014 191	247	1 648 582	2,519	45,758	5,365	0,117
18	[47,9;52,5[	934 602	18 717	40 896 413	247	2 785 289	2,980	49,934	5,986	0,120
19	[52,5;58,6[	1 018 315	18 371	45 671 987	247	2 825 096	2,774	55,432	6,811	0,123
20	[58,6;69,1[	1 186 118	18 614	51 710 431	247	3 083 436	2,600	63,722	7,611	0,119
		11 029 617	465 379	488 882 825	4 940	26 061 546	2,363	23,700	2,878	0,121



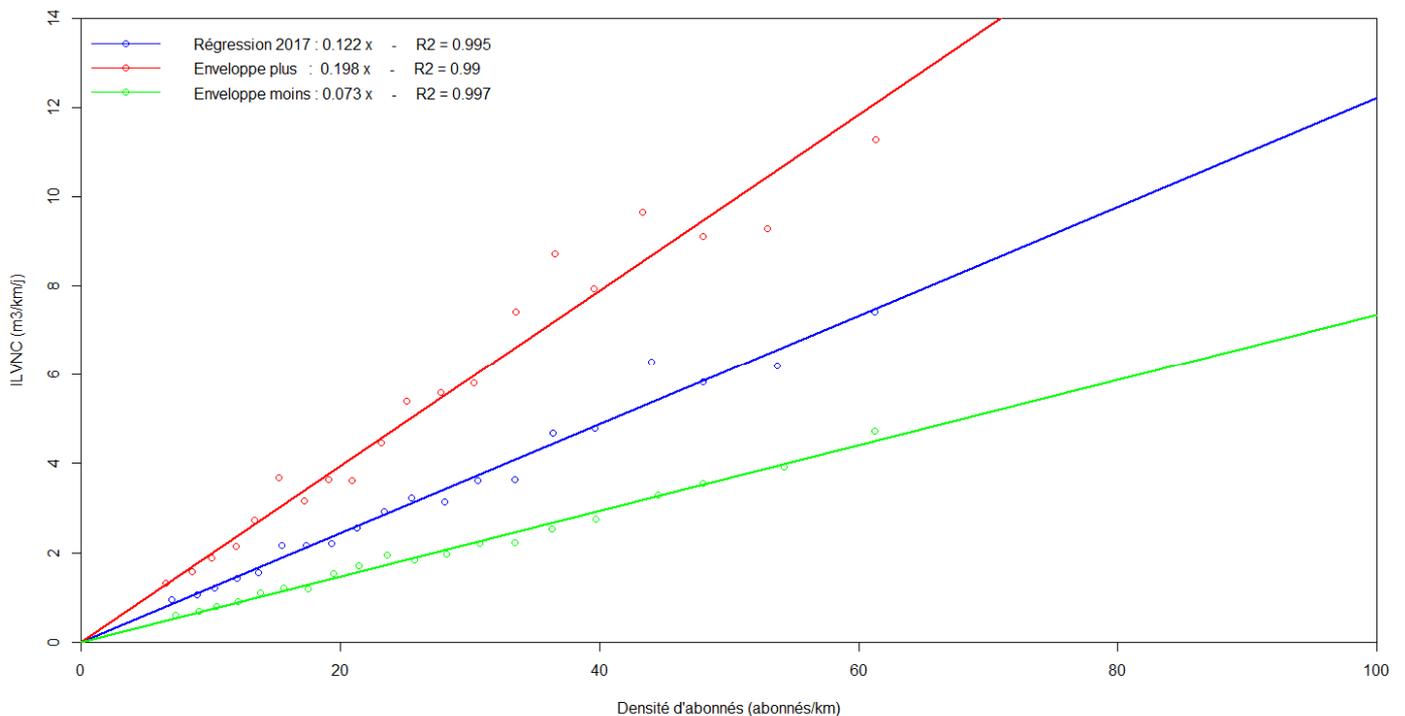
2016 – 4 972 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,04;7,95[	283 722	41 092	14 530 190	249	500 170	1,763	6,905	0,969	0,140
2	[7,95;9,63[	364 977	41 324	15 866 659	249	673 788	1,846	8,832	1,052	0,119
3	[9,63;11,1[	425 612	41 388	19 789 131	248	828 172	1,946	10,284	1,310	0,127
4	[11,1;12,9[	378 241	31 380	16 202 793	249	763 283	2,018	12,054	1,415	0,117
5	[12,9;14,6[	513 659	37 503	18 867 725	248	1 073 521	2,090	13,696	1,378	0,101
6	[14,6;16,5[	413 607	26 862	20 236 448	249	798 772	1,931	15,397	2,064	0,134
7	[16,5;18,4[	365 461	21 038	14 306 403	248	855 531	2,341	17,371	1,863	0,107
8	[18,4;20,3[	484 951	25 084	22 104 190	249	959 697	1,979	19,333	2,414	0,125
9	[20,3;22,3[	444 850	20 870	19 518 889	248	951 166	2,138	21,316	2,562	0,120
10	[22,3;24,4[	617 441	26 225	25 628 302	248	1 268 876	2,055	23,544	2,677	0,114
11	[24,4;27,1[	453 811	17 692	20 447 927	249	1 053 301	2,321	25,651	3,167	0,123
12	[27,1;29,3[	455 562	16 182	19 100 787	249	958 486	2,104	28,152	3,234	0,115
13	[29,3;32,4[	374 685	12 174	15 242 155	249	814 782	2,175	30,777	3,430	0,111
14	[32,4;35,3[	564 125	16 784	23 626 429	248	1 233 057	2,186	33,612	3,857	0,115
15	[35,3;38,4[	568 986	15 491	23 936 146	249	1 234 001	2,169	36,731	4,233	0,115
16	[38,4;42,4[	666 152	16 576	31 352 343	248	1 790 968	2,689	40,188	5,182	0,129
17	[42,4;46,7[	682 011	15 352	31 811 933	249	1 764 043	2,587	44,424	5,677	0,128
18	[46,7;51,4[	869 186	17 650	35 560 099	248	2 132 073	2,453	49,246	5,520	0,112
19	[51,4;57,4[	836 113	15 398	34 552 109	249	2 418 722	2,893	54,300	6,148	0,113
20	[57,4;67,9[	1 481 879	23 984	64 403 162	249	3 908 950	2,638	61,785	7,357	0,119
		11 245 031	480 047	487 083 820	4 972	25 981 359	2,310	23,425	2,780	0,119



2017 – 5 385 services

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[5,07;8,01[	321 969	46 160	15 833 683	270	576 719	1,791	6,975	0,940	0,135
2	[8,01;9,69[	358 007	40 203	15 533 399	269	649 471	1,814	8,905	1,059	0,119
3	[9,69;11,1[	455 335	44 298	19 603 952	269	899 244	1,975	10,279	1,212	0,118
4	[11,1;12,8[	434 470	36 196	18 958 912	269	866 098	1,993	12,003	1,435	0,120
5	[12,8;14,6[	522 772	38 238	21 605 084	268	1 043 554	1,996	13,671	1,548	0,113
6	[14,6;16,4[	431 604	27 860	21 960 691	271	826 139	1,914	15,492	2,160	0,139
7	[16,4;18,4[	395 947	22 790	18 035 571	269	826 133	2,086	17,374	2,168	0,125
8	[18,4;20,3[	515 718	26 712	21 596 736	269	1 010 816	1,960	19,307	2,215	0,115
9	[20,3;22,3[	511 186	24 054	22 368 528	269	1 081 560	2,116	21,251	2,548	0,120
10	[22,3;24,3[	566 412	24 191	25 790 349	269	1 286 037	2,270	23,414	2,921	0,125
11	[24,3;26,7[	483 493	18 990	22 372 190	270	1 030 806	2,132	25,461	3,228	0,127
12	[26,7;29,2[	468 485	16 722	19 177 373	269	970 615	2,072	28,015	3,142	0,112
13	[29,2;32,1[	475 375	15 516	20 458 958	269	1 047 101	2,203	30,637	3,612	0,118
14	[32,1;34,7[	540 805	16 154	21 427 608	269	1 157 314	2,140	33,478	3,634	0,109
15	[34,7;38[	593 816	16 308	27 828 067	269	1 351 977	2,277	36,412	4,675	0,128
16	[38;41,7[	548 952	13 855	24 270 381	270	1 315 958	2,397	39,620	4,799	0,121
17	[41,7;45,9[	826 316	18 795	43 219 918	269	2 365 011	2,862	43,965	6,300	0,143
18	[45,9;50,7[	768 485	16 013	34 159 598	269	2 088 430	2,718	47,990	5,844	0,122
19	[50,7;56,8[	898 841	16 736	37 897 986	269	2 360 846	2,627	53,708	6,204	0,116
20	[56,8;66,8[	1 481 738	24 187	65 542 884	270	3 842 897	2,594	61,261	7,424	0,121
		11 599 726	503 980	517 641 868	5 385	26 596 726	2,293	23,016	2,814	0,122



Récapitulatif

Année	Régression annuelle			Enveloppe supérieure			Enveloppe inférieure		
	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services
2009	0,151	0,995	2844	0,255	0,99	1004	0,089	0,985	1840
2010	0,143	0,995	3327	0,239	0,982	1203	0,086	0,991	2124
2011	0,134	0,994	3530	0,218	0,99	1306	0,079	0,994	2224
2012	0,132	0,981	3691	0,219	0,985	1375	0,076	0,992	2316
2013	0,129	0,99	4213	0,212	0,99	1589	0,079	0,998	2624
2014	0,121	0,997	4662	0,196	0,994	1784	0,073	0,993	2878
2015	0,122	0,996	4940	0,195	0,992	1946	0,073	0,996	2994
2016	0,118	0,997	4972	0,199	0,992	1952	0,071	0,991	3020
2017	0,122	0,995	5385	0,198	0,99	2162	0,073	0,997	3223
2018	0,12	0,99	5215	0,199	0,984	2106	0,072	0,996	3109

8 Annexe 3 : ILVNC fonction de D de 2009 à 2017 – services avec $D \leq 60$

Année	Régression annuelle			Enveloppe supérieure			Enveloppe inférieure		
	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services	Pente <i>ILVNC= f(D)</i>	R ²	Nombre de services
2009	0,151	0,989	2711	0,26	0,985	958	0,085	0,992	1753
2010	0,144	0,99	3198	0,244	0,989	1148	0,084	0,985	2050
2011	0,135	0,994	3401	0,22	0,994	1250	0,079	0,991	2151
2012	0,135	0,988	3555	0,223	0,985	1285	0,076	0,99	2270
2013	0,131	0,99	4073	0,213	0,988	1515	0,079	0,993	2558
2014	0,12	0,995	4515	0,193	0,991	1769	0,071	0,994	2746
2015	0,122	0,995	4742	0,197	0,993	1879	0,072	0,996	2863
2016	0,117	0,994	4805	0,198	0,986	1905	0,07	0,994	2900
2017	0,121	0,982	5236	0,197	0,982	2134	0,072	0,997	3102
2018	0,121	0,993	5083	0,202	0,987	2050	0,073	0,996	3033

9 Annexe 4 : Etude conjointe des services $D > 60$ abonnés/km et des services $L > 2\,000$ km ou $N > 70\,000$

Sur 5 818 services de distribution renseignés en 2018, les 472 dont la densité d'abonnés est supérieure à 60 sont conservés. On y ajoute un sous ensemble constitué des gros services de $D \leq 60$ qui vérifient : $D \leq 60$ et $N \geq 70\,000$ abonnés ou $L \geq 2\,000$ km ou $VNC_1 \geq 5\,000\,000$ m³ ou $VCC \geq 20\,000\,000$ m³ (cela correspond aux services écartés au paragraphe 2.1.4).

Ce sous ensemble est constitué de :

- 14 services dont le linéaire est supérieur à 2 000 km et $D \leq 60$;
- 2 services dont le nombre d'abonnés est supérieur à 70 000 et $D \leq 60$;
- 1 service dont le volume comptabilisé est supérieur à 20 000 000 m³ et $D \leq 60$.

Soit 17 services à ajouter aux 472 pour un total de 488 services à étudier.

Sur ces 488 services, les filtres en rouge sont activés pour écarter les cas particuliers.

1. $N < 70\,000$ (non appliqué)
2. $N > 30$ (0 service écarté)
3. $L < 2\,000$ km (non appliqué)
4. $L > 1$ km (7 services écartés)
5. $D < 200$ (1 service écarté)
6. $D > 60$ (non appliqué)
7. $ILVNC_1 = ILVNC_2$ à l'arrondi au dixième près (39 services écartés)
8. $VNC_1 < 5\,000\,000$ m³ (non appliqué)
9. Volume comptabilisé $< 20\,000\,000$ m³ (non appliqué)
10. $ILVNC_1 < 50$ (2 services écartés)
11. $ILVNC_1 > 0,1$ (1 service écarté)
12. $IVNCA_1 < 2$ (0 service écarté)
13. Volume comptabilisé par abonné < 750 (1 service écarté)

Soit un total de 438 services restant

Lien entre $ILVNC$ et D

Pour évaluer le lien entre l' $ILVNC$ et D , les services sont regroupés en 10 classes de D (cf *Tableau 27*), puis la courbe $ILVNC = f(D)$ est tracée.

Tableau 27 : $ILVNC$ en fonction de D ($D > 60$ et gros services avec $D \leq 60$)

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	$TxHAB$	D	$ILVNC$	$IVNCA$
1	[8,61;61,1)	2 061 321	81 373	74 464 853	44	5 378 586	2,609	25,332	2,507	0,099
2	[61,1;63,3)	379 741	6 128	19 940 199	44	1 078 248	2,839	61,972	8,916	0,144
3	[63,3;65,4)	271 458	4 221	11 517 281	44	627 831	2,313	64,307	7,475	0,116
4	[65,4;67,2)	399 618	6 029	14 549 325	43	943 354	2,361	66,280	6,611	0,100
5	[67,2;70,6)	1 049 813	15 260	43 393 991	44	5 764 446	5,491	68,796	7,791	0,113
6	[70,6;73,9)	925 402	12 745	42 572 080	44	3 060 184	3,307	72,610	9,152	0,126
7	[73,9;77,8)	391 410	5 166	13 110 445	43	1 008 978	2,578	75,763	6,953	0,092
8	[77,8;83,1)	478 920	5 904	24 117 939	44	1 353 612	2,826	81,114	11,191	0,138
9	[83,1;95,3)	699 506	7 787	20 859 253	44	1 586 532	2,268	89,835	7,339	0,082
10	[95,3;169]	732 407	5 786	18 979 481	44	1 490 599	2,035	126,591	8,988	0,071
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	49,133	5,164	0,105

La première classe est dominée par les services ruraux de longueur supérieure à 2 000 km et $D \leq 60$. La régression est tirée par cette classe, mais la dispersion des points autour de la droite est trop importante (cf *Figure 40*).

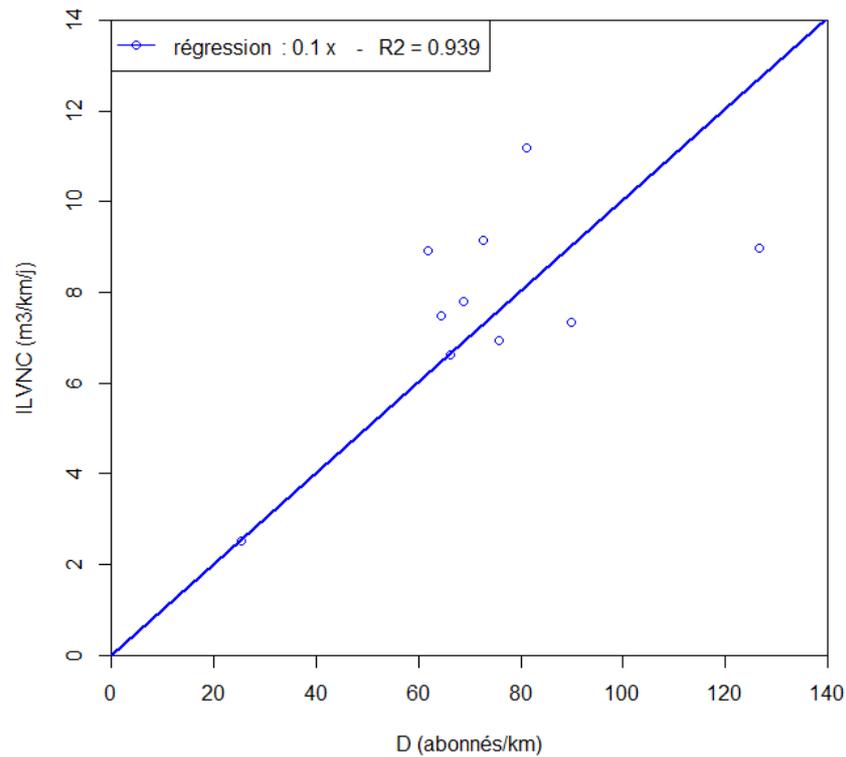


Figure 40 : ILVNC = f(D) avec 438 services filtrés

La *Figure 41* présente la répartition des *ILVNC* des services dans chaque classe de *D*. Aucune tendance ne se dégage.

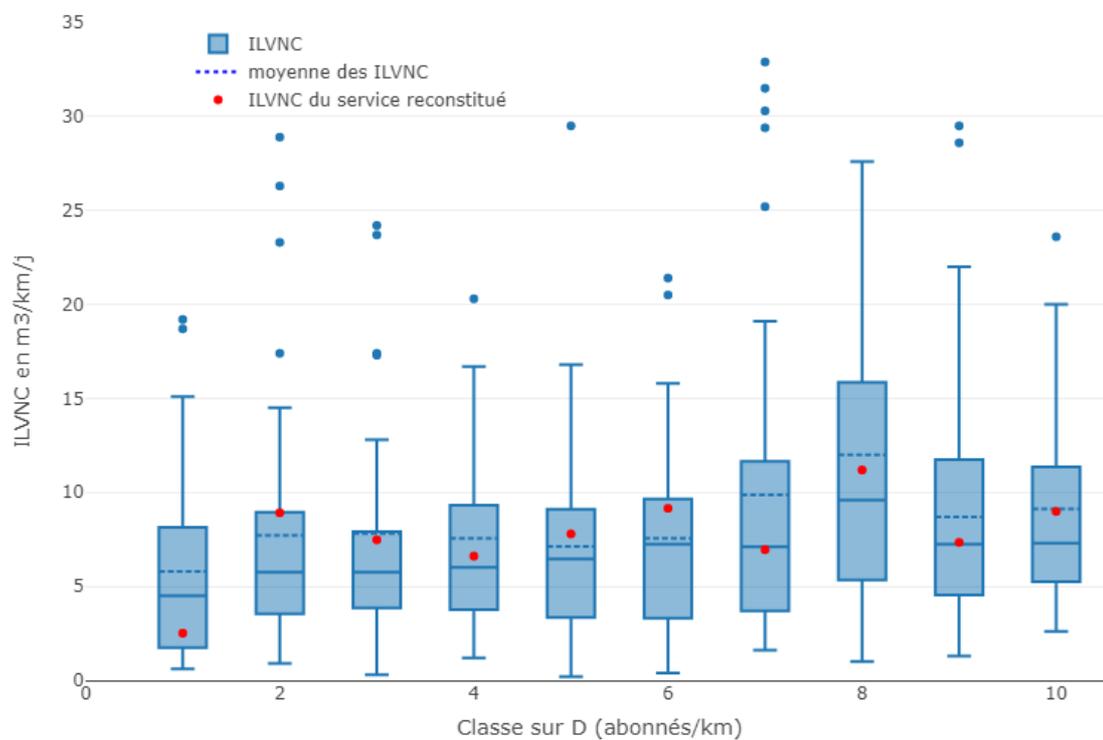


Figure 41 : ILVNC = f(D) avec répartition des services dans chaque classe de D

Les services sont alors découpés en 2 groupes de *D* (cf. *Tableau 28*)

Tableau 28 : ILVNC en fonction de 2 classes de D ($D > 80$ et gros services avec $D \leq 80$)

Classe D	D	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	≤ 80	5 625 852	132 794	225 689 547	330	18 192 754	3,234	42,365	4,656	0,110
2	>80	1 763 744	17 605	57 815 300	108	4 099 616	2,324	100,184	8,997	0,090
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	49,133	5,164	0,105

Aucune différence notable ne permet de distinguer les services très urbains $D > 80$ par rapport aux autres (cf Figure 42).

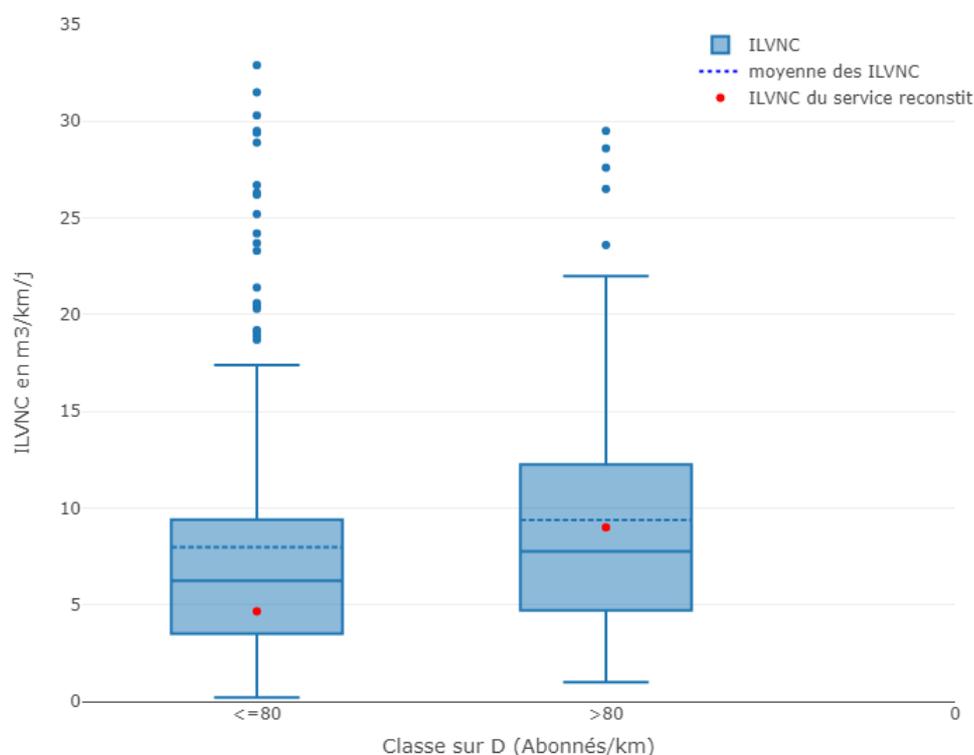


Figure 42 : ILVNC = $f(D)$ avec répartition des services dans deux classes de D

IVNCA fonction de TxHAB

Les 437 services sont répartis en 10 classes de TxHAB (cf Tableau 29) et le lien entre IVNCA et TxHAB est maintenant étudié.

Tableau 29 : ILVNC en fonction de D ($D > 60$ et gros services avec $D \leq 60$)

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	[0,164;1,44)	272 427	2 824	6 417 836	44	305 740	1,122	96,468	6,226	0,065
2	[1,44;1,73)	698 332	18 798	14 886 802	44	1 096 890	1,571	37,150	2,170	0,058
3	[1,73;1,91)	876 344	28 721	31 150 758	44	1 586 536	1,810	30,512	2,972	0,097
4	[1,91;2,05)	506 952	8 699	16 369 070	43	1 010 423	1,993	58,280	5,156	0,088
5	[2,05;2,17)	269 974	6 809	14 112 688	44	573 910	2,126	39,648	5,678	0,143
6	[2,17;2,27)	555 607	18 648	15 579 267	44	1 230 374	2,214	29,795	2,289	0,077
7	[2,27;2,38)	336 449	4 607	12 736 794	43	780 712	2,320	73,035	7,575	0,104
8	[2,38;2,57)	831 193	16 728	29 753 769	44	2 058 783	2,477	49,688	4,873	0,098
9	[2,57;2,99)	1 066 839	12 880	35 809 176	44	2 950 816	2,766	82,827	7,617	0,092
10	[2,99;13,7]	1 975 479	31 685	106 688 687	44	10 698 186	5,415	62,347	9,225	0,148
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	49,133	5,164	0,105

La régression est tirée par le dernier point constitué de gros services urbains (cf *Figure 43*).

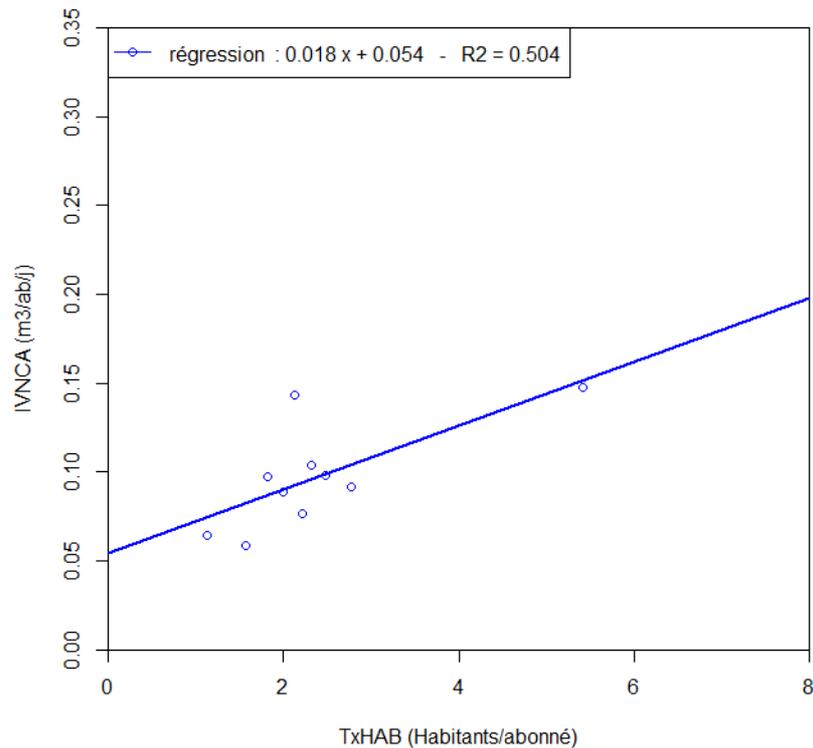


Figure 43 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec 438 services filtrés

Lorsque l'on s'intéresse à la répartition des *IVNCA* dans chaque classe de *TxHAB*, là encore, aucune tendance ne se dégage (cf. *Figure 44*).

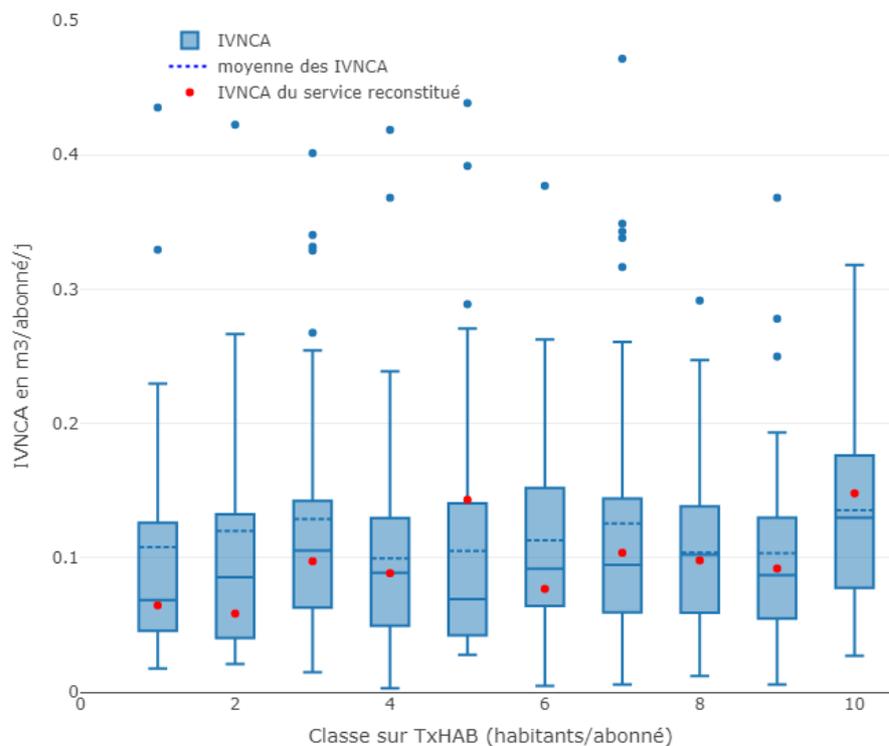


Figure 44 : $IVNCA = f(TxHAB)$ avec répartition des services dans chaque classe de *TxHAB*

La distinction entre services ruraux, *TxHAB* faible et services urbains (cf *Tableau 30*) ne permet pas de dégager des différences de comportement de chacune 2 des classes (cf. *Figure 45*).

Tableau 30 : IVNCA fonction de 2 classes de TxHAB (urbain TxHAB > 2,4 et rural TxHAB ≤ 2,4)

Classe TxHAB	TxHAB	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	D	ILVNC	IVNCA
1	≤ 2,4	3 543 695	89 504	112 161 520	312	6 650 264	1,877	39,592	3,433	0,087
2	> 2,4	3 845 901	60 894	171 343 327	126	15 642 106	4,067	63,157	7,709	0,122
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	49,133	5,164	0,105

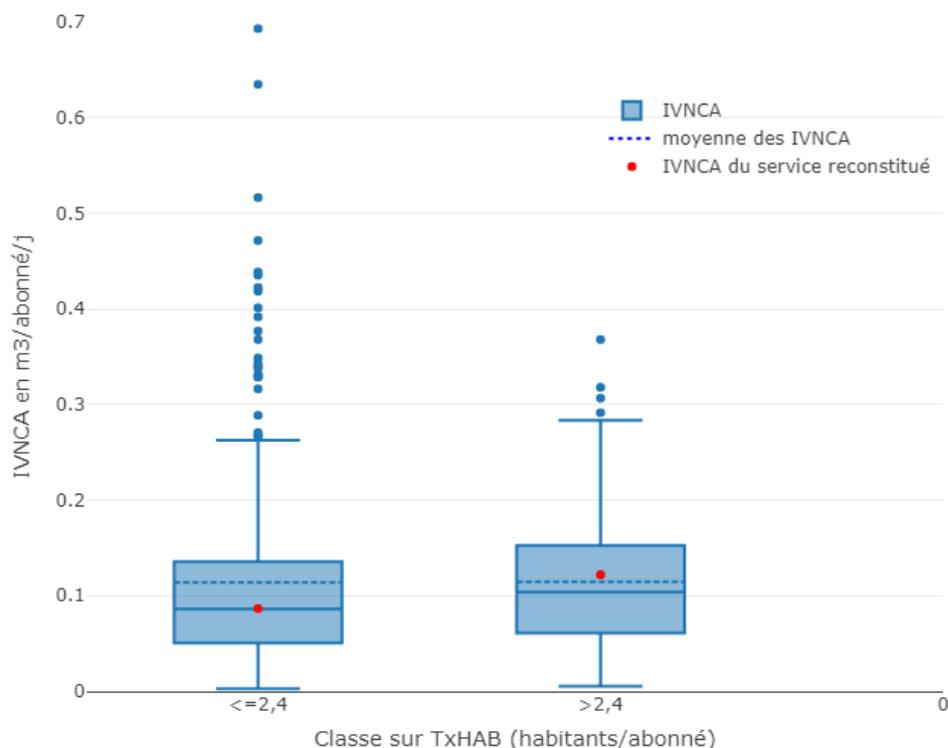


Figure 45 : IVNCA = f(TxHAB) avec répartition des services dans deux classes de TxHAB

ILVNC fonction de TxHL

Pour rechercher un lien entre ILVNC et nombre d'habitants desservis, 10 classes sont créées (cf. Tableau 31).

Tableau 31 : ILVNC en fonction de TxHL (D > 60 et gros services avec D ≤ 60)

Classe D	Intervalle	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	TxHL	D	ILVNC	IVNCA
1	[13,1;98,9)	1 741 328	74 347	51 769 995	44	3 410 108	1,958	45,868	23,422	1,908	0,081
2	[98,9;123)	357 250	5 800	12 734 115	44	648 533	1,815	111,808	61,591	6,015	0,098
3	[123;134)	421 664	6 807	14 898 547	44	876 825	2,079	128,806	61,943	5,996	0,097
4	[134;144)	230 999	3 259	11 015 582	43	452 274	1,958	138,760	70,872	9,259	0,131
5	[144;155)	374 262	5 185	12 021 254	44	773 279	2,066	149,139	72,182	6,352	0,088
6	[155;168)	468 184	6 273	12 754 265	44	997 979	2,132	159,084	74,631	5,570	0,075
7	[168;183)	296 519	3 893	11 588 367	43	688 129	2,321	176,742	76,159	8,155	0,107
8	[183;202)	524 343	6 997	24 354 706	44	1 376 634	2,625	196,758	74,943	9,537	0,127
9	[202;237)	575 653	6 828	19 788 994	44	1 482 165	2,575	217,068	84,306	7,940	0,094
10	[237;888]	2 399 394	31 009	112 579 022	44	11 586 444	4,829	373,654	77,379	9,947	0,129
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	148,222	49,133	5,164	0,105

Les gros services ruraux se retrouvent dans la première classe et les gros services très urbains dans la dernière. Les points se retrouvent dispersés autour de la droite de régression sans dégager de tendance franche (cf. *Figure 46*).

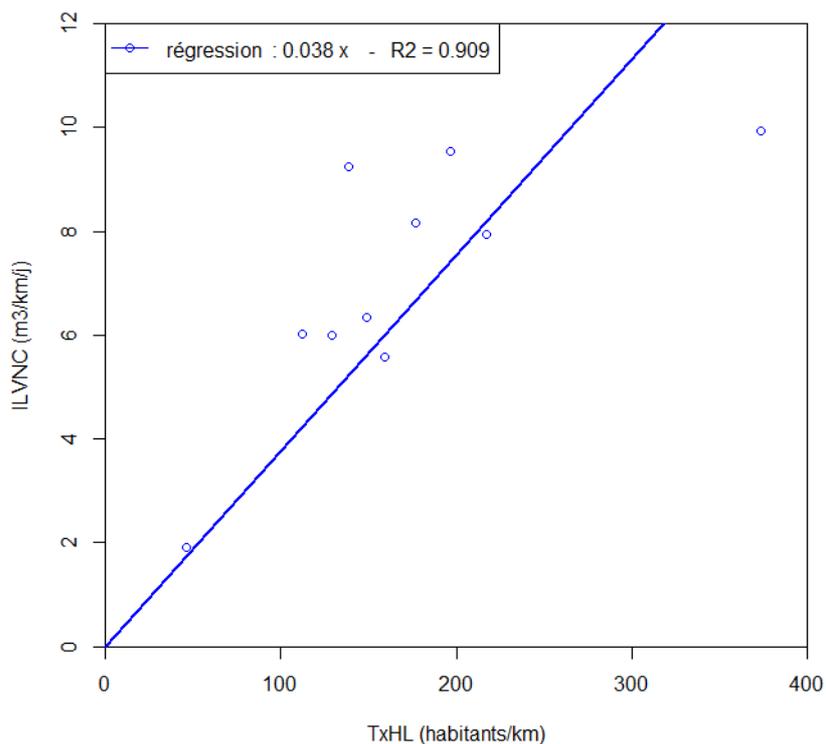


Figure 46 : ILVNC = f(TxHL) avec 438 services filtrés

La répartition des *ILVNC* dans chaque classe de *TxHL* n'apporte pas plus de précision (cf. *Figure 47*).

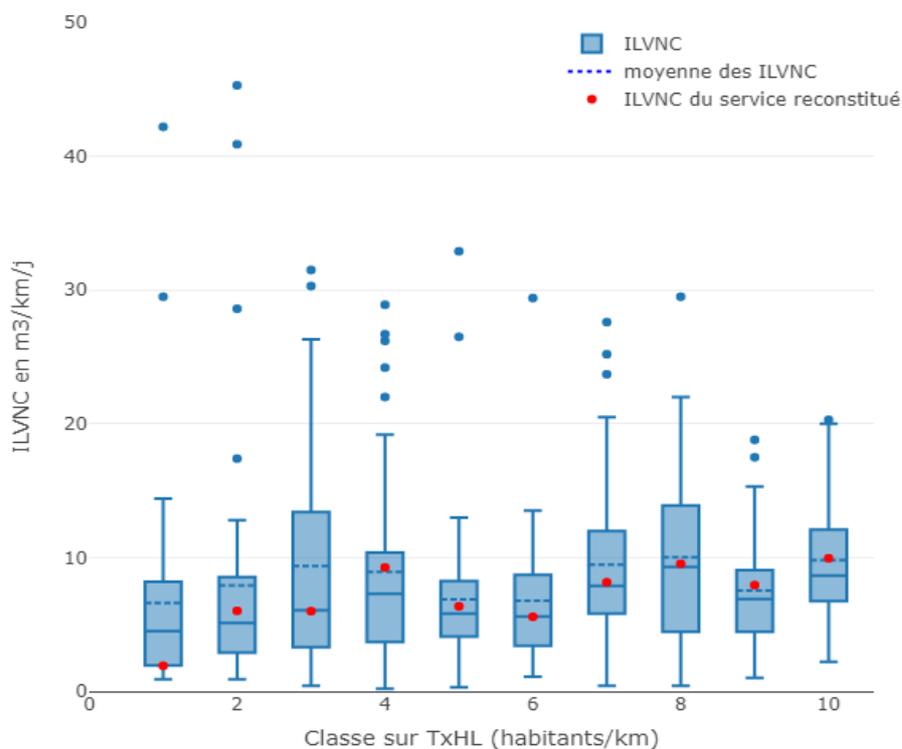


Figure 47 : ILVNC = f(TxHL) avec répartition des services dans chaque classe de TxHL

Deux classes sont formées pour distinguer les services très urbains des ruraux (cf. *Tableau 32*), sans apporter de distinction significative (cf. *Figure 48*).

Tableau 32 : ILVNC en fonction de 2 classes de TxHL (urbains $D > 200$ et ruraux $D \leq 200$)

Classe TxHL	TxHL	N	L	VNC	Nombre de services	Habitants desservis	TxHAB	TxHL	D	ILVNC	IVNCA
1	≤ 200	4 159 248	108 906	141 679 973	347	8 486 272	2,040	77,923	38,191	3,564	0,093
2	> 200	3 230 348	41 493	141 824 874	91	13 806 098	4,274	332,736	77,853	9,365	0,120
		7 389 596	150 399	283 504 847	438	22 292 370	3,017	148,222	49,133	5,164	0,105

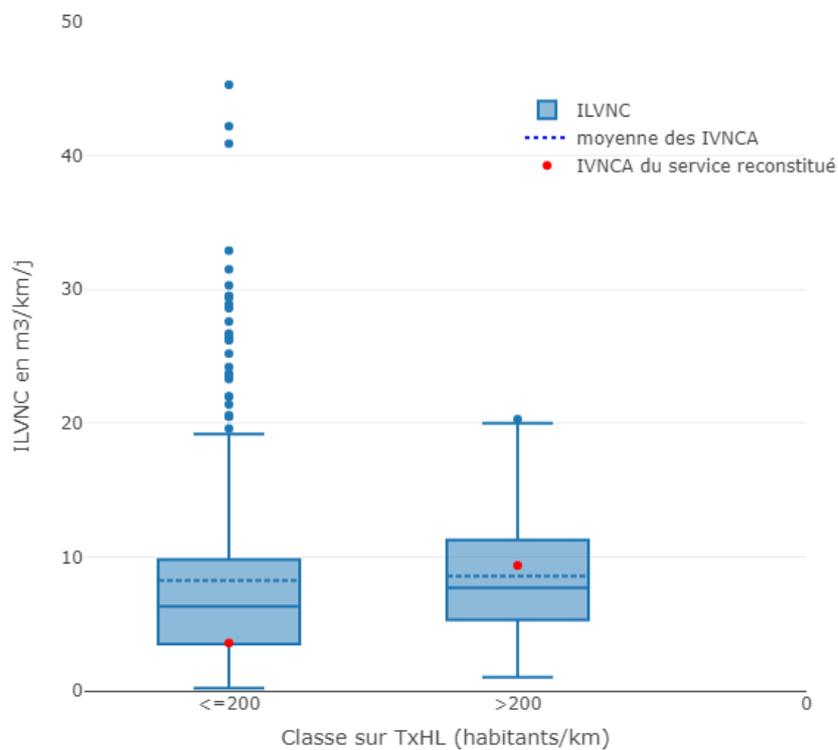


Figure 48 : $ILVNC = f(TxHL)$ avec répartition des services dans deux classes de TxHL

10 Annexe 5 : Ratios annuels par territoires en Gironde

Tableau 33 : Détail des ratios des services de Gironde

	Année Minimum	Année Maximum	Ratio annuel	%/an
Population	1 459 176	1 583 721	1,0132	1,32%
Logements	766 623	856 936	1,0179	1,79%
Maisons	491 439	532 689	1,0126	1,26%
Appartements	269 495	317 804	1,0266	2,66%
Résidences principales	654 530	727 563	1,0170	1,70%
Résidences secondaire	64 985	75 605	1,0212	2,12%
Résidences vacantes	47 088	53 754	1,0201	2,01%
Nombre d'abonnés	631 479	702 901	1,0173	1,73%
Longueur du réseau (m)	18 877	18 996	1,0010	0,10%

Tableau 34 : Détail des ratios des services de Gironde sans Bordeaux Métropole - Carbon Blanc

	Année Minimum	Année Maximum	Ratio annuel	%/an
Population	711 160	768 506	1,0118	1,18%
Logements	383 986	426 244	1,0159	1,59%
Maisons	321 313	355 428	1,0156	1,56%
Appartements	59 451	67 160	1,0151	1,51%
Résidences principales	298 448	332 391	1,0164	1,64%
Résidences secondaire	58 580	63 395	1,0112	1,12%
Résidences vacantes	26 937	30 446	1,0167	1,67%
Nombre d'abonnés	367 521	401 577	1,0137	1,37%
Longueur du réseau (m)	15 185	15 360	1,0019	0,19%

Tableau 35 : Détail des ratios de Bordeaux Métropole - Carbon Blanc

	Année Minimum	Année Maximum	Ratio annuel	%/an
Population	748 016	815 215	1,0144	1,44%
Logements	382 637	430 692	1,0199	1,99%
Maisons	170 126	177 261	1,0069	0,69%
Appartements	210 044	250 644	1,0299	2,99%
Résidences principales	356 082	395 172	1,0175	1,75%
Résidences secondaire	6 405	12 210	1,1135	11,35%
Résidences vacantes	20 151	23 308	1,0246	2,46%
Nombre d'abonnés	263 958	301 324	1,0223	2,23%
Longueur du réseau (m)	3 692	3 636	0,9974	-0,26%