

OBSERVATOIRE DES COÛTS UNITAIRES DE TRAVAUX DE CANALISATIONS



Image RCI.fm

Volet Alimentation en eau potable et assainissement collectif

Mars 2020

Table des matières

I.	Avant-propos	5
II.	Méthodologie et indicateurs valorisés	5
III.	Inventaire des données et analyses générales	10
IV.	Résultats de l'eau potable	14
1.	Métadonnées	14
2.	Analyse des coûts des réseaux d'eau potable	15
2.a.	Résultats de l'eau potable selon l'approche matériau, diamètre et longueur	15
2.b.	Résultats de l'eau potable selon l'approche diamètre, matériau, longueur et contexte urbain	19
2.c.	Poids des opérations de terrassement et de maçonnerie dans le coût au mètre des travaux d'eau potable	20
2.d.	Régressions linéaires multiples	22
3.	Conclusion de la partie eau potable	23
V.	Résultats de l'assainissement collectif	24
1.	Métadonnées	24
2.	Analyse des coûts des réseaux d'assainissement collectif	25
2.a.	Résultats de l'assainissement collectif selon l'approche diamètre et longueur	25
2.b.	Poids des opérations de terrassement et de maçonnerie dans le coût au mètre des travaux d'eau potable	27
2.c.	Régressions linéaires multiples	28
3.	Conclusion de la partie assainissement collectif	29
VI.	Comparaison avec d'autres sources de données	30
1.	Agences et offices de l'eau	30
2.	Audit patrimonial de la CACEM de 2014	31
3.	Audit sur l'eau à la Martinique de 2010	32
VII.	Conclusions et perspectives	33

Liste des figures

Figure 2 : Extrait de la note de l'INSEE relative au changement de base des index Travaux Publics (note N° 1286/DG75-E310/GV/CT du 16 décembre 2014)	6
Figure 3 : Evolution de l'index TP10a en base 2010 prolongée.....	6
Figure 4 : Densité démographique carroyée de la Martinique (données INSEE 2016).....	9
Figure 5 : Résultats AERMC des coûts de l'AEP	10
Figure 6 : Distribution des marchés par année	11
Figure 7 : Densité des branchements particuliers pour l'eau potable	13
Figure 8 : Densité de pose des regards de visites pour les travaux d'eaux usées.....	13
Figure 9 : Aspect des longueurs des projets de l'échantillon "eau potable".....	14
Figure 10 : Échelle visuelle de la dispersion des résultats.....	15
Figure 11 : Graphe coûts - longueur de l'ensemble des travaux d'eau potable	18
Figure 12 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en Polyéthylène + densité urbaine	19
Figure 13 : Coûts au mètre des travaux en polyéthylène pour l'eau potable + densité urbaine.....	20
Figure 14 : Résultats des corrélations "Coût - terrassement et maçonnerie" pour l'AEP.....	21
Figure 15 : Résultat de la régression multiple - tous paramètres - AEP	22
Figure 16 : Résultat de la régression multiple - paramètres significatifs - AEP.....	23
Figure 17 : Aspect des longueurs des projets de l'échantillon "eaux usées"	24
Figure 18 : Visualisation des coûts au mètre des travaux en assainissement collectif, tout matériau.	25
Figure 19 : Graphe coûts – longueur des travaux d'assainissement collectif	26
Figure 20 : Résultats des corrélations "Coût - terrassement et maçonnerie" pour l'assainissement...	27
Figure 21 : Résultat de la régression multiple - tous paramètres – assainissement.....	28
Figure 22 : Résultat de la régression multiple - paramètres significatifs - assainissement.....	28
Figure 23 : Résultats de l'observatoire de l'Agence de l'Eau RMC pour l'eau potable	30
Figure 24 : Synthèse de la valeur de patrimoine sur la CACEM	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Détail de la sectorisation des actions	8
Tableau 2 : Classes de densité retenues	9
Tableau 3 : Provenance des données par domaine et par EPCI / organisme	10
Tableau 4 : Nature des documents économiques exploités par domaine.....	10
Tableau 5 : Matériaux des canalisations en fonction de leur usage	11
Tableau 6 : Coût des installations de chantiers.....	11
Tableau 7 : Poids des seules canalisations dans le coût total	12
Tableau 8 : Densité urbaine des environs immédiats des travaux.....	12
Tableau 9 : Décomposition suivant la longueur du projet (eau potable)	14
Tableau 10 : Nombre de travaux AEP par matériau et classes de diamètre.....	14
Tableau 11 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en Polyéthylène	16
Tableau 12 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en FONTE	17
Tableau 13 : Déciles des coûts au mètre des travaux d'eau potable (tout matériau)	19
Tableau 14 : Nombre de travaux pour les corrélations "coût du mètre - maçonnerie" pour l'AEP	20
Tableau 15 : Décomposition suivant la longueur du projet (eaux usées)	24
Tableau 16 : Nombre de travaux d'eaux usées par matériau et classes de diamètre	24
Tableau 17 : Synthèse des résultats pour l'assainissement collectif - tout matériau	25
Tableau 18 : Déciles des coûts au mètre des travaux d'assainissement collectif	26
Tableau 19 : Nombre de travaux pour les corrélations "coût du mètre - maçonnerie" pour l'assainissement collectif.....	27
Tableau 20 : Comparaison des coûts avec AERMC	30

I. Avant-propos

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE, directive 2000/60), adoptée le 23 octobre 2000 vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale dans le domaine de l'eau. Un de ses grands principes est de « réaliser une analyse économique des modalités de tarification de l'eau et une intégration des coûts environnementaux » .

Dans le SDAGE 2009 – 2015, la disposition n°III-A-8 relative au « développement d'une culture du respect des milieux naturels, d'éducation à l'environnement et l'information des usagers » illustre ce principe en « assurant la mise en œuvre d'un observatoire des coûts afin de mettre à disposition des données disponibles sur les coûts unitaires de travaux, compléter l'information des maîtres d'ouvrages, et assurer le suivi des coûts des ouvrages inscrits au programme de mesures. ». Le cycle 2016 – 2021 reprends la même idée sous la disposition I-D-6 : « Garantir la transparence du prix de l'eau ». Cet observatoire vient répondre à ces dispositions, mais il constitue aussi un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'œuvres désireux d'analyser des marchés de canalisations.

L'engagement a été pris il y a une dizaine d'année mais peu d'agences ou d'offices disposent à ce jour d'un observatoire des coûts de travaux. La plus avancée est l'AERMC et l'office de l'eau de la Réunion dispose elle aussi d'un observatoire. En 2020, l'Office de l'Eau de la Martinique publie son propre observatoire des coûts de canalisations. Il se base sur 133 projets livrés sur la décennie passée (2010 à 2020).

II. Méthodologie et indicateurs valorisés

Comme évoqué plus haut, la réalisation d'observatoires des coûts par les agences est un exercice relativement récent et il n'existe pas encore de méthodes normées et codifiées. En conséquence une attention particulière a été portée aux hypothèses, calculs et aux méthodes de traitement des données. Ainsi il sera possible de donner une suite à ce travail et la comparaison avec d'autres observatoires s'en trouvera facilitée.

La procédure générale est la suivante : collecte des documents des marchés définitifs : « Décomptes généraux définitifs » (DGD), ou à défaut les « Devis quantitatifs estimatifs » (DQE). Ces éléments ont été transmis par les départements financier et / ou technique des EPCI. Une base de données unique est montée à partir de ces documents et des indicateurs sont construits à partir de la donnée brute. Enfin les résultats statistiques sont valorisés dans ce rapport.

Actualisation des coûts

Puisque les projets étudiés courent de 2010 à 2019, nous avons besoin de mettre à jour les coûts pour prendre en compte une inflation non négligeable sur cette période de temps. Il a été décidé d'actualiser l'ensemble des prix des marchés à la date du 1^{er} janvier 2019. L'indice retenu est le TP10a relatif aux travaux de : « *Canalisations, assainissement et adduction d'eau avec fourniture de tuyaux* ». Cet indice a changé de base en 2014 et une uniformisation a été nécessaire : Figure 1.

Les index de la construction d'octobre 2014, dont la publication a eu lieu le 15 janvier 2015, sont passés à cette date en base 2010. Les index Bâtiment, Travaux publics et les indices et index divers de la construction actuels sont donc cessés, mais, comme pour tout changement de base, l'Insee propose systématiquement une « série correspondante » en face de chaque « série arrêtée », avec la règle de calcul suivante :

- avant le changement de base, c'est-à-dire jusqu'à septembre 2014 inclus, l'ancienne série est directement accessible et fait foi ;
- à partir du changement de base, c'est-à-dire depuis octobre 2014 inclus, l'ancienne série peut être prolongée de la manière suivante : la (nouvelle) série correspondante doit être multipliée par un coefficient de raccordement puis le produit ainsi obtenu arrondi à une décimale.

Figure 1 : Extrait de la note de l'INSEE relative au changement de base des index Travaux Publics (note N° 1286/DG75-E310/GV/CT du 16 décembre 2014)

Le coefficient correspondant (TP10a) est de **1.2701**. L'évolution de l'indice TP 10 a en base prolongée est en Figure 2.

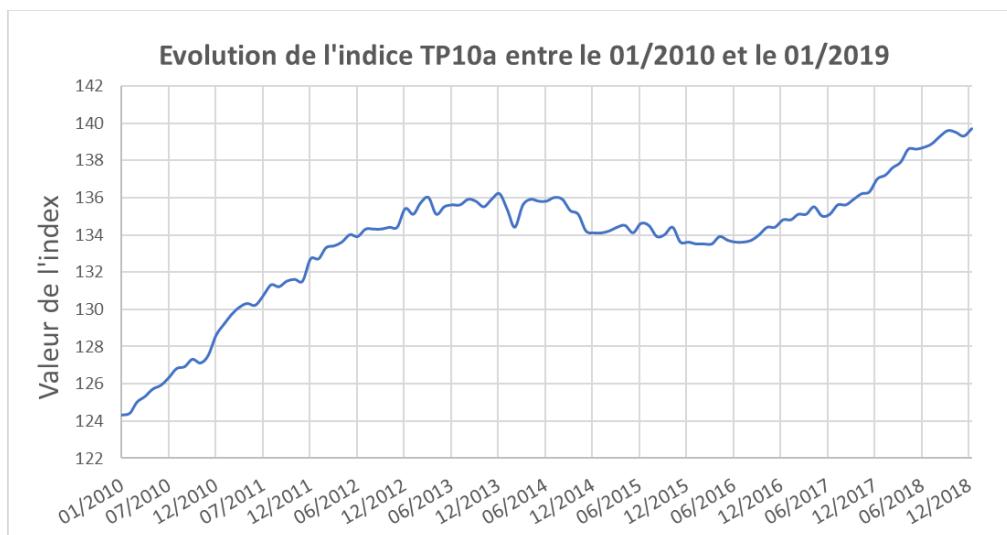


Figure 2 : Evolution de l'index TP10a en base 2010 prolongée

La formule ci-dessous servira à l'actualisation des coûts des travaux :

$$\text{Prix actualisé au 01/2019} = \text{Prix}_{\text{projet}} * (0.15 + 0.85 \frac{\text{indice au 01/2019}}{\text{indice}_{\text{mois reception travaux}}})$$

La part fixe est une « habitude » historique et c'est cette formule qui est utilisée en pratique dans les fiches de révision des prix. Cette formule a été utilisée pour uniformiser les coûts totaux des projets au 1^{er} janvier 2019.

Terrains rocheux

Intuitivement, la nature lithologique du sous-sol doit avoir un impact sur le coût du marché. En effet, un surcoût est appliqué pour le terrassement en terrain rocheux. Selon le projet, il peut être exprimé en dm.mètre de terrain rocheux excavé ou un m³ de terrain rocheux excavé. Ces grandeurs ne sont pas comparables en brut mais l'opération qui suit permet de les comparer.

- Dans le cas d'une unité en mètres cube excavés, c'est simple :

$$\% \text{ terrain rocheux} = \frac{m^3 \text{ rocheux excavés}}{m^3 \text{ excavés totaux}} * 100$$

- Dans le cas d'un volume exprimé en [dm.mètre], l'hypothèse est faite qu'une tranchée fait au maximum 1m60 de profondeur (observé dans les BPU rencontrés). Si la tranchée est plus profonde, une plus-value sera indiquée et nous pouvons inclure la sur-profondeur dans le calcul. Ainsi, nous obtiendront un pourcentage similaire en effectuant l'opération suivante :

$$\%_{\text{terrain rocheux}} = \frac{0.1 * \text{terrain rocheux excavé [dm.m]}}{\sum_p(p[m] * \text{longueur tranchée}_p[ml])}$$

Avec p = la profondeur de la tranchée en mètre.

Classement des interventions en secteurs d'activités

Chaque dépense des projets a été regroupée selon les quatre pôles suivants :

- Travaux préliminaires ;
- Terrassement et maçonnerie ;
- Robinetterie et fontainerie ;
- Canalisation, accessoires et branchements.

Travaux préparatoires, divers et recoulement	Constat d'huissier Démarchages administratives Dossier de recoulement Etudes préliminaires Installation du chantier Panneau d'identification du chantier Signalisation du chantier
Terrassement et maçonnerie	Chambre de tirage Croisement de réseaux Dispositif de signalisation des conduites Forage - études, amenée du matériel, réalisation Fourniture et mise en place de matériaux de carrière Pose de géotextile Rabatage de nappe Réfection de voirie / trottoirs Remblais Tests de compactage Tranchées pour canalisations
Robinetterie et fontainerie	Adaptateurs à bride Bouches Chambre de tirage Clapet anti retour Compteurs Poteaux incendie Reduciteurs - stabilisateurs de pression Robinets Robinets vanne Vannes Ventouses
Canalisations, accessoires et branchements	Bâche de mise en charge Boîtes de branchement Branchements particuliers Coffrets pour compteur Coudes Culottes de branchement Déplacement d'un poste de comptage Désinfection des conduites Détection des canalisations Encorbellements Fourreaux Gaines Grillages avertisseurs Joints Manchette d'ancrage Piquage sur réseau Pompage d'exhaure Poste de refoulement et toutes sujétions Raccordements au réseau (AEP / EU) Regards Revêtement extérieur des canalisations Tabouret passage direct Tampons Tés Test des conduites sous pressions Tête de buse Tuyaux Vidanges

Tableau 1 : Détail de la sectorisation des actions

Cela a permis d'analyser et d'interpréter la part consacrée à ces pôles les uns par rapport aux autres et par rapport au coût total. Le détail de cette sectorisation est en Tableau 1.

Les parts allouées à chacun de ces secteurs sont sujettes à une grande variabilité. Dans la plupart des marchés « *Canalisations, accessoires et branchements* » et « *Terrassement et maçonnerie* » regroupent plus de 80 % du total.

Caractère urbain

Pour chaque projet, une évaluation du contexte urbain local a été définie. Cette information est de première importance pour comprendre des coûts différents de projets similaires.

La seule information de la densité de la commune accueillant le projet est insuffisante : en effet, la plupart des communes de l'île sont composées d'un bourg, plus ou moins dense, et de régions périphériques, plus ou moins denses. Or la densité moyenne de la commune n'est pas discriminatoire de la densité du bourg ou d'une région périphérique spécifique.

Pour être plus précis l'observatoire s'appuie sur les données de densité carroyées de l'INSEE. Il existe deux échelles : des carrés de 0.4 et de 1 km². Compte tenu de l'échelle des travaux et de la précision de l'emplacement des projets (qui se limite généralement à un quartier ou une route spécifique) le carroyage à 1 km² a été retenu. Il ne serait pas possible d'exploiter le carroyage de 0.4 km². Les données de chaque tuile ont été géoréférencées et sont disponibles en accès public sur le site de l'observatoire de l'eau/cartographie dynamique, dont voici un aperçu :

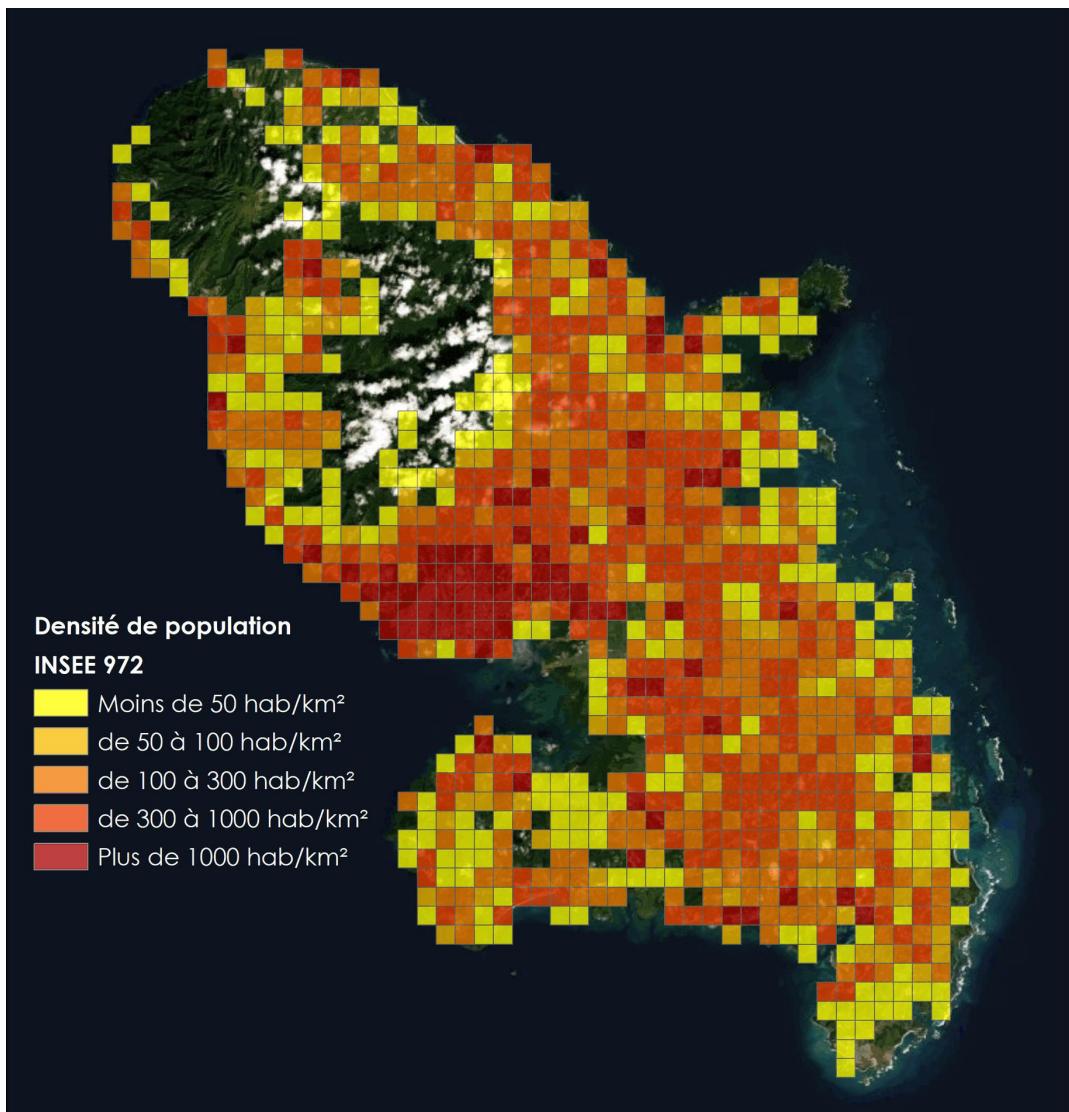


Figure 3 : Densité démographique carroyée de la Martinique (données INSEE 2016)

Des regroupements ont ensuite été fait en 5 classes qui définissent la densité de population de la zone immédiate des projets. Une surface non tuilée est inhabitée. Le tableau suivant détaille les classes retenues :

Densité	Catégorie
Moins de 50 hab/km ²	Très peu dense
De 50 à 100 hab/km ²	Peu dense
De 100 à 300 hab/km ²	Densité moyenne
De 300 à 1 000 hab/km ²	Dense
Plus de 1 000 hab/km ²	Très dense

Tableau 2 : Classes de densité retenues

Il s'agit des données de population de 2016. Bien que la population martiniquaise diminue d'année en années, cette variabilité est trop faible pour constituer un biais significatif sur les classes de population du Tableau 2. La classification démographique des 10 ans de données de l'observatoire (2010-2019) s'appuiera donc sur cette unique carte.

Pour rappel, la densité démographique moyenne en Martinique en 2016 était de 334 habs/km² (nationale : 118 habs/km²).

III. Inventaire des données et analyses générales

Les tableaux ci-dessous donnent un aperçu de la provenance et de la nature de la donnée. Seules les données exploitables sont dans indiquées.

	Eau potable	Eaux usées	Eau potable / Eaux usées	Total général
Agence des 50 pas	-	5	3	8
CAP Nord	41	1	-	42
Espace SUD	50	16	-	66
CACEM	7	10	-	17
Total général	98	32	3	133

Tableau 3 : Provenance des données par domaine et par EPCI / organisme

	Eau potable	Eaux usées	Eau potable / Eaux usées	Total général
DGD	69	16	2	87
DQE	29	16	1	46
Total général	98	32	3	133

Tableau 4 : Nature des documents économiques exploités par domaine

On note un décalage entre le volume de travaux venant de la CACEM et les deux autres EPCI (Tableau 3). En effet, le CACEM regroupe 41.8 % de la population martiniquaise (2017) pour un total de 13 % des projets. Cela pose notamment un problème de représentativité : la CACEM est formée des 4 communes les plus denses de l'île (Figure 3). Or de nombreuses études mettent en évidence le surcoût des projets menés en milieu urbain dense, notamment pour les petits tronçons (voir à ce propos les résultats de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse en Figure 4). Cette disproportion entraîne une estimation à la baisse de coût au mètre linéaire. Notons que ce problème peut être en partie résolu grâce à l'attribution d'une classe de densité individuelle à chaque projet.

Longueur de réseau de canalisation d'eau potable posé aidé (en ml)	Caractère rural	Caractère urbain	Toutes opérations	
Chantiers inférieurs à 250 ml	224 € HT/ml	435 € HT/ml	315 € HT/ml	➤ Urbain 94 % plus cher
Chantiers compris entre 250 et 750 ml	170 € HT/ml	255 € HT/ml	207 € HT/ml	➤ Urbain 50 % plus cher
Chantiers supérieurs à 750 ml	126 € HT/ml	162 € HT/ml	145 € HT/ml	➤ Urbain 28 % plus cher
Toutes opérations	134 € HT/ml	176 € HT/ml	156 € HT/ml	➤ Urbain 31 % plus cher

Figure 4 : Résultats AERMC des coûts de l'AEP

Concernant le volume de données, il est suffisant pour établir des résultats représentatifs par domaine, que ce soit en eau potable ou les eaux usées. En revanche il pourrait se révéler un peu léger dès que l'on raffinera les analyses en regroupant des projets similaires.

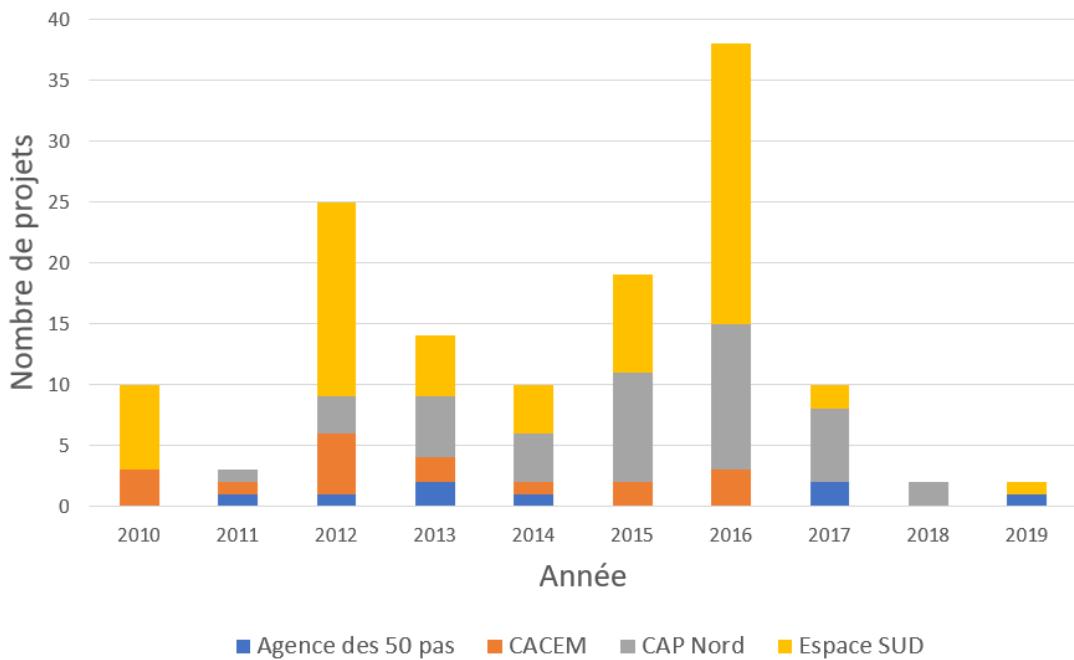


Figure 5 : Distribution des marchés par année

La Figure 5 détaille les dates de livraison et la source des marchés de l'échantillon de donnée.

Quels matériaux pour quelle utilisation ?

	Fonte	PEHD	PVC	Total général
Eau potable	19	79	-	98
Eaux usées	1	7	24	32
Eau potable / Eaux usées	-	-	3	3
Total général	20	86	27	133

Tableau 5 : Matériau des canalisations en fonction de leur usage

Le PVC est privilégié dans les travaux d'assainissement, tandis que le polyéthylène l'est pour l'eau potable. La fonte est utilisée pour l'eau potable, en particulier pour les projets importants (> 750 mètres).

Importance du coût de l'installation des chantiers :

	Moyenne des installations	Part dans le total
L = [0-249] mètres	2 340 €	5,08%
L = [250 - 749] mètres	5 229 €	4,01%
L = [> 750] mètres	17 895 €	2,50%

Tableau 6 : Coût des installations de chantiers

Le montant alloué aux installations de chantiers augmente avec la longueur, donc l'importance des travaux, mais la part dans le coût total diminue avec la longueur posée.

Coût des seules canalisations

	Matériaux	Nombre	Prix moyens alloués aux canalisations	Pourcentage moyen dans le coût total
L = [0-249] mètres	Fonte	6	8771	34,6%
	PEHD	31	6690	21,3%
	PVC	3	12535	13,3%
	TOTAL	40	7441	22,7%
L = [250 - 749] mètres	Fonte	4	45874	32,7%
	PEHD	38	16609	21,3%
	PVC	9	38622	12,9%
	TOTAL	51	22789	20,7%
L = [> 750] mètres	Fonte	10	289938	29,7%
	PEHD	17	124770	24,9%
	PVC	15	152036	15,3%
	TOTAL	42	173834	22,6%
Total général		133	65871	21,9%

Tableau 7 : Poids des seules canalisations dans le coût total

Ce tableau élaboré à partir des 133 projets met en lumière plusieurs éléments. La part des seules canalisations dépend peu de la longueur posée mais varie grandement en fonction du matériau utilisé : **le PVC est le moins cher et varie entre 13 et 15 % du total des projets**. Puis viennent les canalisations en **PEHD qui occupent entre 21 et 25 % du total**. Le plus cher reste la **fente, avec 30 à 35 % du total**, soit deux fois plus que le PVC en pourcentage.

En moyenne, les canalisations mobilisent 22 % du total des projets.

Densité urbaine des environs immédiats des travaux

	Très peu dense	Peu dense	Densité moyenne	Dense	Très dense	Inconnu	Total général
Agence des 50 pas	0	0	2	3	2	1	8
CACEM	0	1	1	4	10	1	17
CAP Nord	1	1	8	22	4	6	42
Espace SUD	1	3	16	26	12	8	66
Total général	2	5	27	55	28	16	133

Tableau 8 : Densité urbaine des environs immédiats des travaux

Le lecteur trouvera plus d'informations sur les classes de densité en Tableau 2 et Figure 3. Lorsque l'emplacement d'un projet n'a pu être défini ou était trop vague, il a été rangé dans la colonne inconnue ; cela concerne 12 % des projets. La majorité des travaux se font en zones de densité moyenne (20 %), dense (41 %) et très dense (21 %).

Excavation en terrain rocheux

Sur les 133 projets, 28 (soit 21 %) font l'objet d'un surcoût pour excavation en terrain rocheux.

La moyenne du pourcentage de terrain rocheux de ces 28 projets, par rapport au total excavé, est de 25 %.

Branchements particuliers d'eau potable

Sur les 98 projets AEP, 19 ne contiennent pas l'information du nombre de branchements réalisés. La densité de branchements particuliers a été calculée pour les 79 projets d'eau potable restants. Elle est le rapport entre le nombre de branchements effectués et le linéaire total posé en kilomètres.

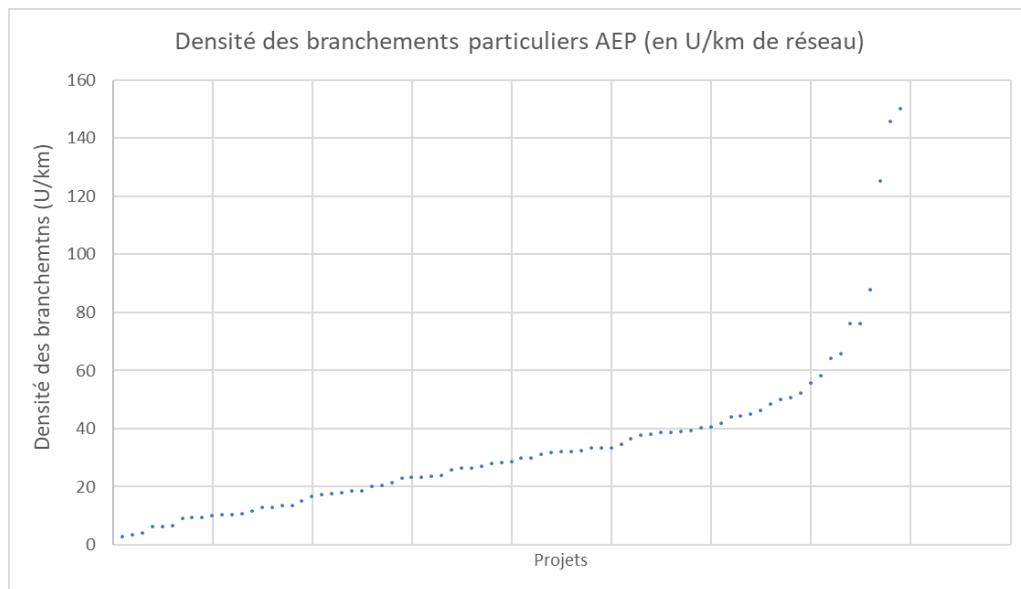


Figure 6 : Densité des branchements particuliers pour l'eau potable

Importance des regards de visites dans les projets d'eaux usées

Sur les 32 projets d'eaux usées dans la base, l'information du nombre de regards de visite n'est pas spécifiée dans 4 projets. Le graphe en Figure 7 expose cette densité pour les 28 projets disposant de cette information.

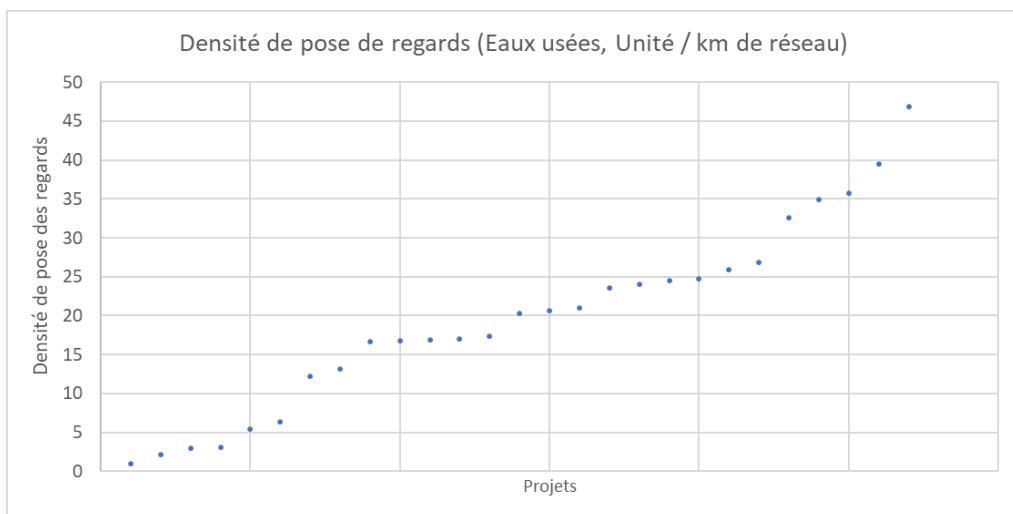


Figure 7 : Densité de pose des regards de visites pour les travaux d'eaux usées

IV. Résultats de l'eau potable

1. Métadonnées

Les métadonnées permettent de mieux cerner l'échantillon de données d'eau potable et donc de mieux comprendre les résultats issus de cet échantillon exposés dans la suite.

Pour mieux rendre compte de la spécificité des travaux, les informations de longueur de linéaires de réseaux ainsi que leur diamètre ont été divisées en plusieurs catégories.

Classe de longueur [m]	Fonte	PEHD	Total général
[0-249]	6	31	37
[250-749]	3	36	39
[>750]	10	12	22
Total général	19	79	98

Tableau 9 : Décomposition suivant la longueur du projet (eau potable)

Le polyéthylène est privilégié pour les travaux d'eau potable (Tableau 9). Toutes les longueurs sont bien représentées, avec toutefois un nombre de longs projets un peu plus faible (> 750 m)

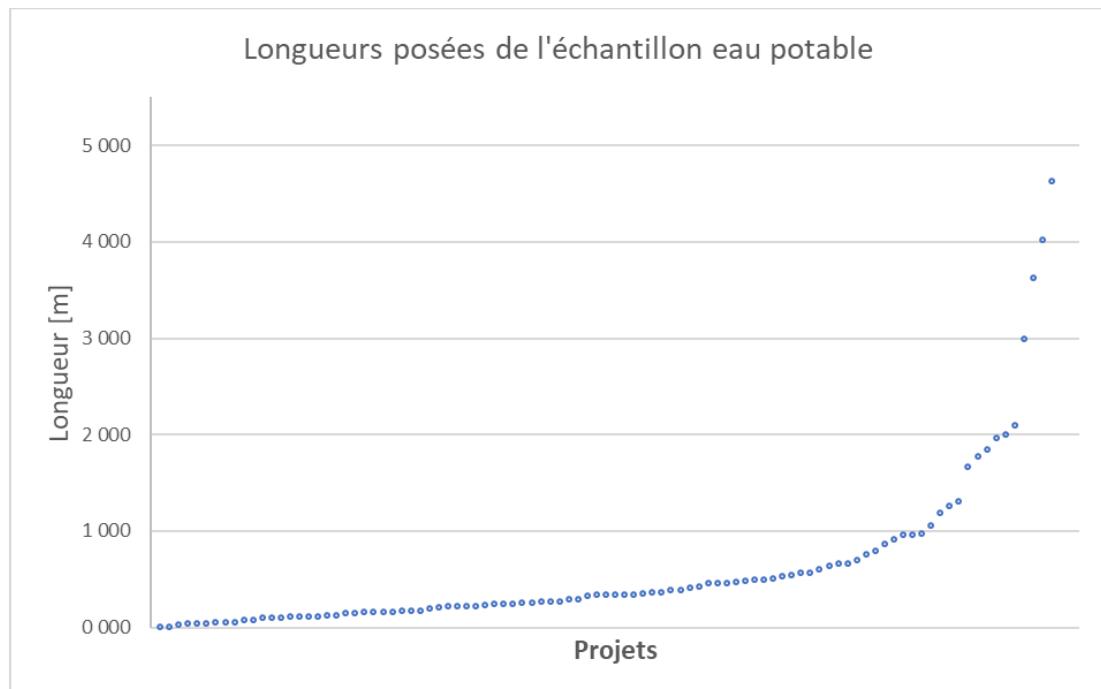


Figure 8 : Aspect des longueurs des projets de l'échantillon "eau potable"

Concernant les classes de diamètre en Tableau 10 : la fonte est utilisée surtout pour les diamètres moyens à gros tandis que le polyéthylène pour les diamètres petits à moyens. On note une abondance de projets modestes (inférieur à 125 mètres) tandis que les projets plus longs sont plus rares.

Classe de diamètre	Fonte	PEHD	Total général
$\emptyset = [0 - 124]$	3	66	69
$\emptyset = [125 - 199]$	6	12	18
$\emptyset = [> 200]$	10	1	11
Total général	19	79	98

Tableau 10 : Nombre de travaux AEP par matériau et classes de diamètre

2. Analyse des coûts des réseaux d'eau potable

Cette partie présente les coûts moyens, ramenés au mètre linéaire, des travaux de réseau d'eau potable. Pour plus de visibilité sur la pertinence des moyennes exposées, nous nous intéresserons au ratio de la moyenne divisé par l'écart type de différents échantillons de données. Plus ce pourcentage est faible, plus les valeurs sont resserrées autour de la moyenne (échantillon compact). Plus il est grand et plus les valeurs sont épargnées autour de la moyenne. Dans ce cas, la notion de « coût moyen du mètre linéaire » est moins appropriée. Nous verrons plus loin dans ce rapport les caractéristiques qui impactent cette variabilité. La Figure 9 permet de rapidement visualiser la dispersion des données. Il faut également être vigilant sur le nombre de données dont est issue la moyenne calculée : plus il est bas et moins la moyenne est significative. On estimera qu'en dessous de 3 données la moyenne résultante n'est pas fiable et qu'à partir de 5 données, la moyenne commence à être solide.

Les tableaux comportent toutes les informations nécessaires et les graphes les traduisent visuellement. L'écart type des séries sont reportées sous forme de barres d'erreur. Les étiquettes de données rappellent la moyenne calculée en € TTC.

EC / Moyenne	Signification
[0 - 24 %]	Dispersion faible
[25 - 39 %]	Dispersion modérée
[40 - 99 %]	Forte dispersion

Figure 9 : Échelle visuelle de la dispersion des résultats

La moyenne du coût du mètre linéaire pour **l'ensemble des projets d'eau potable**, quel que soit le contexte urbain, la longueur totale où le matériau employé, et de **297 € TTC pour un écart-type de 247**. La fonte augmente la dispersion des résultats (cf Tableau 11 et Tableau 12).

2.a. Résultats de l'eau potable selon l'approche matériau, diamètre et longueur
Le polyéthylène (81 %) et dans une moindre mesure la fonte (19 %) sont les deux matériaux utilisés pour les réseaux d'alimentation en eau potable. Les projets en fonte ont des coûts unitaires très dispersés.

PEHD ; approche diamètre et longueur

Diamètre	Longueur [m]	Nombre de projets	Moyenne [€ HT / mètre]	Écart-type	Dispersion (EC / Moyenne)
$\emptyset = [0 - 124] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	27	274	147	54%
	L = [250-749] mètres	31	195	53	27%
	L = [>750] mètres	8	201	69	34%
$\emptyset = [125 - 199] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	4	275	103	37%
	L = [250-749] mètres	5	209	64	31%
	L = [>750] mètres	3	211	10	5%
$\emptyset = [> 200] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	0	-	-	-
	L = [250-749] mètres	0	-	-	-
	L = [>750] mètres	1	433	-	-

Tableau 11 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en Polyéthylène

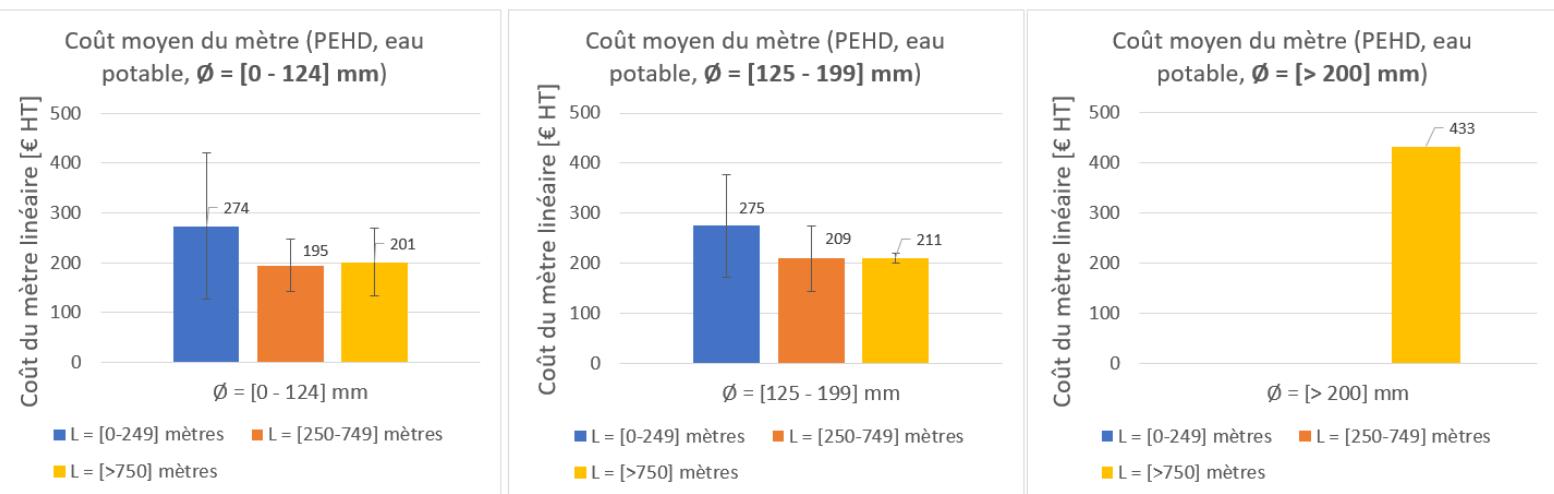


Figure 9 : Visualisation des coûts au mètre des travaux en polyéthylène pour l'eau potable

Le polyéthylène concerne des diamètres petits à moyens. La dispersion autour de la moyenne est assez importante, notamment pour les petits diamètres (< 125 mm) et les petits tronçons (< 250 m), mais elle diminue notablement substantiellement à mesure que la longueur posée augmente. On observe une décroissance du prix avec l'augmentation de la longueur posée quel que soit le diamètre, ce qui traduit une économie d'échelle, mais partielle : on note clairement l'existence d'un palier à 250 mètres. L'écart de coût entre les projets inférieurs à 250 mètres et supérieurs à 250 mètres est d'environ 25 %. On pourrait s'étonner de ce phénomène : l'intuition conduirait à concevoir un prix au mètre qui décroîtrait linéairement avec l'augmentation de la longueur posée, alors que nous avons plutôt une allure d'escalier.

Il ne semble pas moins coûteux de poser des canalisations de faible diamètre. La caractéristique du diamètre n'est pas discriminante sur le coût linéaire des travaux d'eau potable en polyéthylène.

Le coût moyen du mètre de réseau d'eau potable en polyéthylène, tous travaux confondus, est de 231 € HT pour un écart-type de 99. La fiabilité de cette moyenne est forte.

FONTE ; approche diamètre et longueur

Diamètre	Longueur [m]	Nombre de projets	Moyenne [€ HT / mètre]	Écart-type	Dispersion (EC / Moyenne)
$\varnothing = [0 - 124] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	2	913	796	87%
	L = [250-749] mètres	0	-	-	-
	L = [>750] mètres	1	312	-	-
$\varnothing = [125 - 199] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	1	252	-	-
	L = [250-749] mètres	3	222	36	16%
	L = [>750] mètres	2	325	130	40%
$\varnothing = [> 200] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	3	993	700	70%
	L = [250-749] mètres	0	-	-	-
	L = [>750] mètres	7	593	335	56%

Tableau 12 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en FONTE

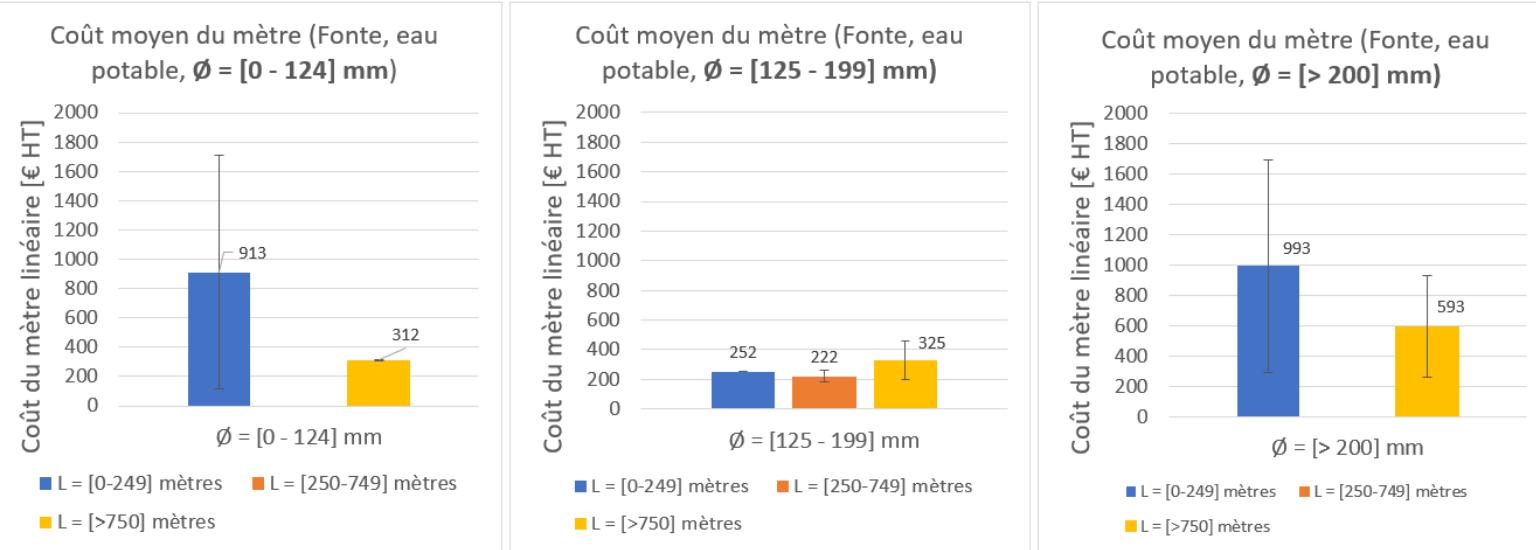


Figure 10 : Visualisation des coûts au mètre des travaux en fonte pour l'eau potable

Les résultats des travaux d'eau potable en fonte sont difficilement exploitables à cause du manque de données et de la très grande dispersion des coûts qui est due en grande partie à la complexité de certains travaux (encorbellements notamment). Notons que la moyenne des travaux de moyenne longueurs et diamètres se rapproche de celle du polyéthylène, mais rien n'indique que ce n'est pas dû au hasard étant donnée le faible nombre de données. La dispersion générale des autres diamètres et longueur corroborerait cette hypothèse.

Le coût moyen du mètre de réseau d'eau potable en fonte, tous travaux confondus, est de 570 €, pour un écart-type de 434. La fiabilité de cette moyenne est faible.

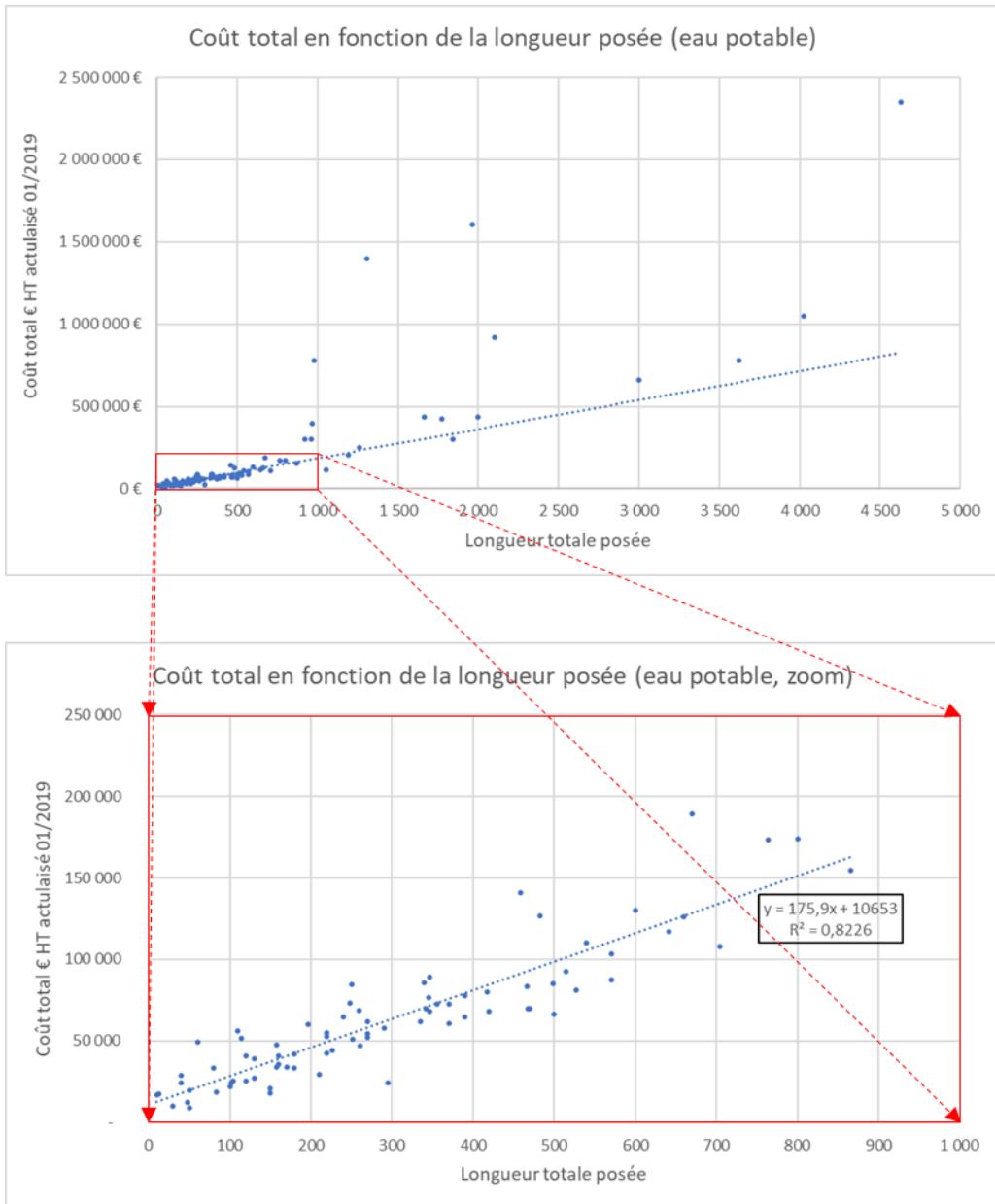


Figure 10 : Graphe coûts - longueur de l'ensemble des travaux d'eau potable

La Figure 10 expose l'ensemble des travaux d'eau potable de l'étude. Un zoom est fait sur les petites et moyennes longueurs qui réunissent la majorité des projets. Notons la tendance générale ainsi que la dispersion des données (allure de droite diffuse). Les projets d'envergure (longs et / ou coûteux) sont ceux qui s'éloignent le plus de la droite de régression. Pour autant il est délicat de les retirer de l'échantillon de données car même s'ils sont plus rares, ils restent nécessaires à la bonne exploitation du réseau.

x % des projets d'eau potable ont un coût HT inférieur à :
10%	154 €
20%	179 €
30%	194 €
40%	203 €
50%	218 €
60%	240 €
70%	263 €
80%	320 €
90%	469 €

Tableau 13 : Déciles des coûts au mètre des travaux d'eau potable (tout matériau)

2.b. Résultats de l'eau potable selon l'approche diamètre, matériau, longueur et contexte urbain

La densité urbaine dans l'environnement immédiat des travaux a été rajoutée pour déterminer si l'ajout de cette variable était pertinent vis-à-vis de la baisse de la dispersion. Cette analyse porte sur les 79 projets d'eau potable en polyéthylène. La réponse est partagée : les résultats sont meilleurs pour le rural mais moins claire pour le semi urbain et l'urbain. La *Figure 12* illustre les résultats ruraux.

Contexte urbain local	Longueur [m]	Diamètre	Nombre de projets	Moyenne [€ HT / mètre]	Écart-type	Dispersion (EC / Moyenne)
Rural (< 300 habs / km ²)	L = [0-249] mètres	Ø = [0 - 124]	7	253	55	22%
		Ø = [125 - 199]	0	-	-	-
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [250 - 749] mètres	Ø = [0 - 124]	7	152	39	26%
		Ø = [125 - 199]	1	149	-	-
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [> 750] mètres	Ø = [0 - 124]	3	188	37	20%
		Ø = [125 - 199]	1	200	-	-
		Ø = [> 200]	1	433	-	-
Semi urbain (entre 300 et 1 000 habs / km ²)	L = [0-249] mètres	Ø = [0 - 124]	14	253	154	61%
		Ø = [125 - 199]	2	234	32	14%
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [250 - 749] mètres	Ø = [0 - 124]	14	200	30	15%
		Ø = [125 - 199]	2	176	8	4%
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [> 750] mètres	Ø = [0 - 124]	3	217	118	54%
		Ø = [125 - 199]	1	216	-	-
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
Urbain (> 1 000 habs / km ²)	L = [0-249] mètres	Ø = [0 - 124]	5	390	174	45%
		Ø = [125 - 199]	2	316	150	48%
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [250 - 749] mètres	Ø = [0 - 124]	5	211	62	29%
		Ø = [125 - 199]	1	263	-	-
		Ø = [> 200]	0	-	-	-
	L = [> 750] mètres	Ø = [0 - 124]	1	220	-	-
		Ø = [125 - 199]	0	-	-	-
		Ø = [> 200]	0	-	-	-

Figure 11 : Synthèse des résultats pour l'eau potable en Polyéthylène + densité urbaine

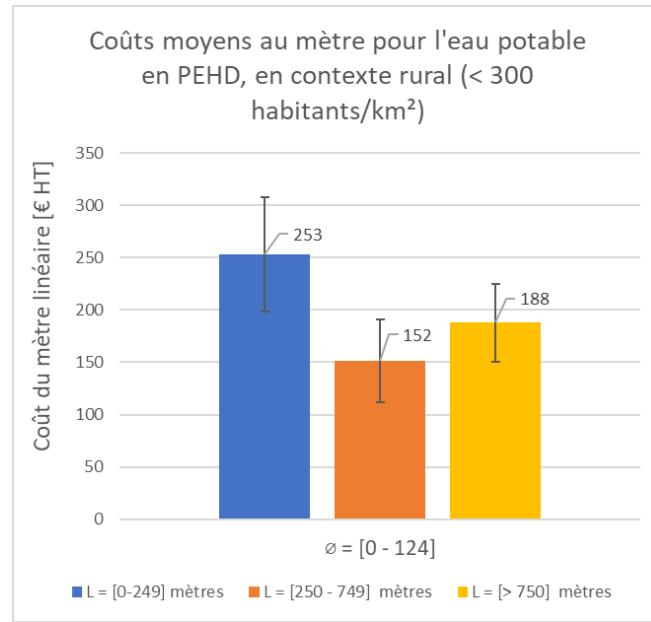


Figure 12 : Coûts au mètre des travaux en polyéthylène pour l'eau potable + densité urbaine

De manière surprenante, les travaux les plus longs ne sont pas moins couteux au mettre que ceux plus courts : le phénomène d'économie d'échelle ne s'observe pas. Cela dit, le nombre de projets dont ces trois moyennes sont issues est un peu limité : 7, 7 et 3 respectivement. Il faudrait plus de données pour confirmer ou infirmer la tendance.

2.c. Poids des opérations de terrassement et de maçonnerie dans le coût au mètre des travaux d'eau potable

Puisque la part consacrée aux terrassements et à la maçonnerie des projets est la plus importante (généralement comprise entre 50 et 80 % du coût total du projet), une sous division a été faite pour déterminer l'impact qu'ont les pôles suivants sur le coût du mètre :

- Le coût des matériaux de remblais ;
- Le coût des réfections de chaussées, une fois les travaux terminés ;
- Le coût de tranchées profondes (> 1.60 mètre) ;
- Le coût du blindage des tranchées.

Ces quatre pôles ne sont pas nécessairement existants pour chacun des travaux étudiés. En conséquence, seuls les travaux pour lesquels le pôle considéré existe ont été inclus dans les calculs de corrélations. Par exemple, seuls 11 travaux d'eau potable sont concernés par des tranchées profondes. Le calcul de la corrélation « coût au mètre – profondeur » n'inclut que ces 11 projets.

	Matériaux de remblais	Réfection des chaussées	Sur-profondeur	Blindage
Nombre de projets ayant servi aux calculs des corrélations	90	76	11	10

Tableau 14 : Nombre de travaux pour les corrélations "coût du mètre - maçonnerie" pour l'AEP

La Figure 13 montre le coefficient de corrélation qui existe entre le prix du mètre de canalisations et les quatre sous-pôles de terrassement évoqués plus haut. Ce coefficient est compris entre -1 et +1. S'il est négatif, les deux paramètres sont « anti-corrélés » et s'il est positif, ils sont « corrélés ». Deux paramètres corrélés signifie qu'il existe une relation entre eux : si l'un augmente, par exemple le % coût du blindage, l'autre augmentera également (prix du mètre TTC). S'ils sont anti-corrélés, c'est l'inverse. Plus le coefficient est grand en valeur absolue et plus la relation est forte. On parle de corrélation ou d'anti-corrélation entre deux paramètres à partir d'un coefficient de 0.5 en valeur absolue.

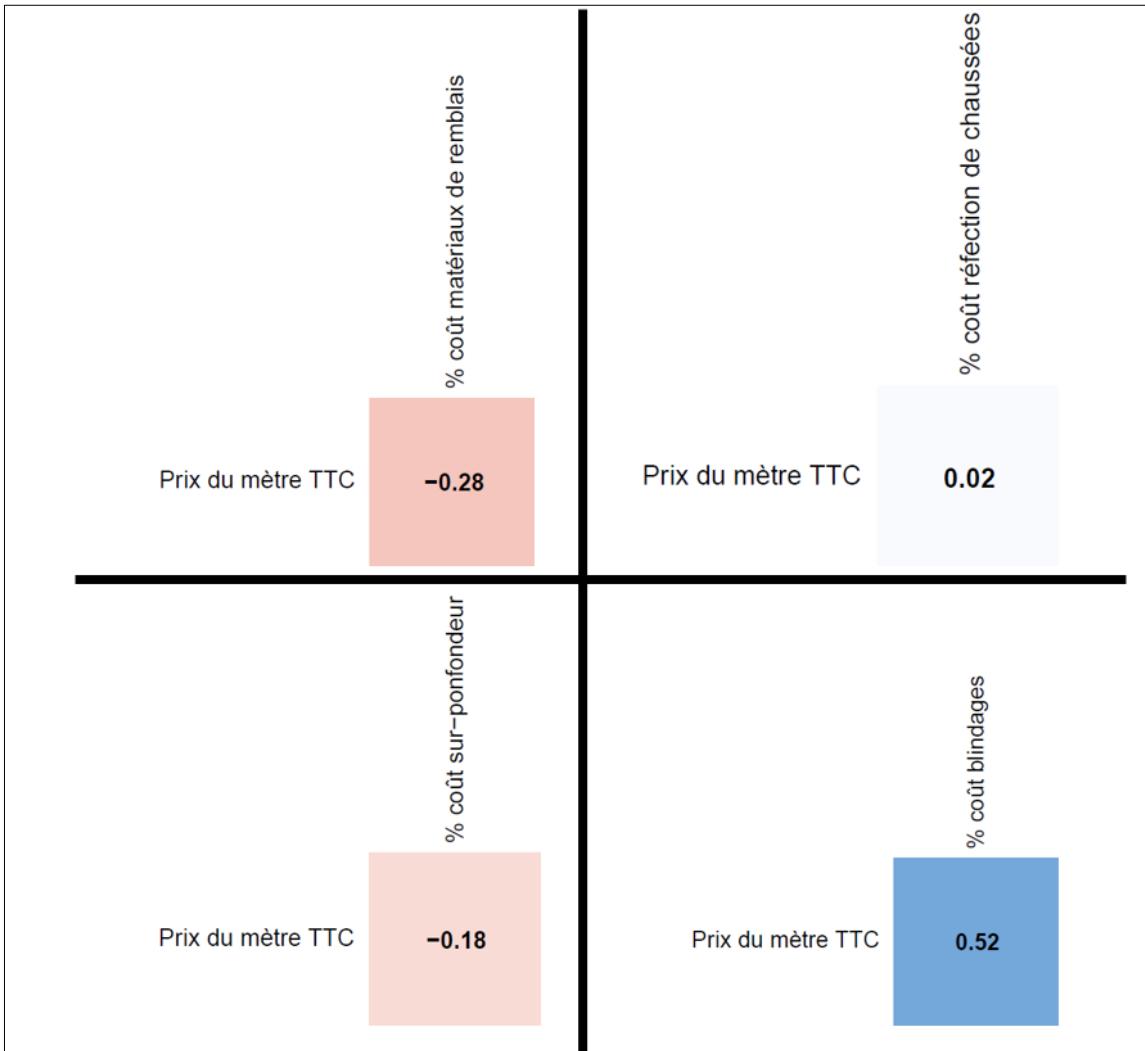


Figure 13 : Résultats des corrélations "Coût - terrassement et maçonnerie" pour l'AEP

Le lien entre le coût d'un mètre posé et l'un des 4 pôles sus-cités n'est pas clair. Il semble qu'un coût plus ou moins élevé ne peut s'expliquer par un unique critère. Seule la pose d'un blindage dans les tranchées semble induire un surcoût notable.

2.d. Régressions linéaires multiples

Le constat que l'on peut faire à ce stade, à partir des conclusions précédentes est que le coût du mètre est bien loin de ne dépendre que d'un seul paramètre, qui expliquerait à lui seul un surcoût ou au contraire un coût inférieur à la moyenne. Cette partie tente d'inclure un grand nombre de paramètres pour extraire la partie qui influencent le plus les coûts. Des régressions multiples générales ont été lancées sur les paramètres dont on trouvera une liste en Figure 14.

Une fois les calculs terminés, un coefficient (« Estimate » en Figure 14) est attribué à pour chacun des paramètres. Un coût total peut ainsi être simulé à partir de la somme des produits des coefficients par le coût correspondant.

Les calculs ont été effectué à partir du logiciel « R » dont on trouvera des captures d'écran ci-après.

```

call:
lm(formula = Cout_total_TTC ~ Cout_des_canalisations + Longueur_de_reseau_posée +
  Diamètre + Materiau_des_canalisations + Degre_urbain + Cout_de_l'installation_du_chantier +
  Nombre_de_poste_de_refoulement + Matrice_rocheuse_tranches +
  Cout_de_la_mise_en_œuvre_de_materiaux_ + cout_des_refections_de_chaussees +
  Couts_surpronfondeur_ + Cout_blinlage_ + Raccordements_au_reseau_existant +
  Nombre_deRegards + Nombre_de_branchements_particuliers,
  data = lmAEP)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-224329 -20915   7338  24088  359509 

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -3.620e+04  6.624e+04 -0.547 0.586185  
Cout_des_canalisations 1.218e+00  2.059e-01  5.914 7.38e-08 ***
Longueur_de_reseau_posée -1.157e+01  2.597e+01 -0.445 0.657200  
Diamètre       2.552e+02  1.559e+02  1.637 0.105467  
Materiau_des_canalisations -1.777e+04  2.907e+04 -0.611 0.542642  
Degre_urbain      6.719e+03  7.418e+03  0.906 0.367716  
Cout_de_l'installation_du_chantier 9.286e+00  8.208e-01 11.314 < 2e-16 ***
Nombre_de_poste_de_refoulement        NA         NA         NA        
Matrice_rocheuse_tranches            2.387e+05  6.813e+04  3.504 0.000747 ***
Cout_de_la_mise_en_œuvre_de_materiaux_ 9.633e-01  5.790e-01  1.664 0.099969 .  
Cout_des_refections_de_chaussees     1.262e+00  3.584e-01  3.521 0.000706 ***
Couts_surpronfondeur_                 3.253e+00  4.129e+00  0.788 0.433060  
Cout_blinlage_                      2.721e+00  1.331e+00  2.044 0.044166 *  
Raccordements_au_reseau_existant    1.999e+04  4.196e+03  4.765 8.06e-06 *** 
Nombre_deRegards                    9.107e+03  5.330e+03  1.709 0.091302 .  
Nombre_de_branchements_particuliers 3.224e+02  9.673e+02  0.333 0.739783  
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 71940 on 82 degrees of freedom
  (1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.9751,    Adjusted R-squared:  0.9709 
F-statistic: 229.7 on 14 and 82 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Figure 14 : Résultat de la régression multiple - tous paramètres - AEP

« pr (>|t|) » représente la probabilité que le coefficients soit nul. Une trop grande valeur de ce coefficient implique la suppression du paramètre ; sinon la significativité s'en trouve réduite. Une seconde régression davantage significative a été lancée, le résultat est en Figure 15).

```

call:
lm(formula = cout_total_TTC ~ 0 + Longueur_de_reseau_posee +
    Diametre + Materiau_des_canalisations + cout_des_refections_de_chaussees +
    Raccordements_au_reseau_existant, data = lmAEP)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-576983 -50936   9095  40769  889057 

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
Longueur_de_reseau_posee            1.868e+02  3.373e+01  5.537 2.84e-07 ***
Diametre                            1.590e+03  2.404e+02  6.614 2.34e-09 ***
Materiau_des_canalisations        -7.401e+04  1.363e+04 -5.429 4.49e-07 ***
cout_des_refections_de_chaussees  1.668e+00  4.098e-01  4.071 9.83e-05 ***
Raccordements_au_reseau_existant  1.864e+04  6.269e+03  2.973  0.00375 **  
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 155200 on 93 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8956,    Adjusted R-squared:  0.8899 
F-statistic: 159.5 on 5 and 93 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Figure 15 : Résultat de la régression multiple - paramètres significatifs - AEP

Dans les deux cas, la comparaison entre le coût observé et le coût simulé ne donne pas de résultats. Il existe une différence de 50 % en moyenne pour la régression « tous paramètres » (de 4 à 94 % avec un écart type de 22.5) ; et de 64 % pour les paramètres significatifs conservés en Figure 15 (de 1 à 471 % avec un écart type de de 71.2).

Il semble impossible de « prédire » le coût d'un projet d'eau potable, ni les paramètres les plus impactants, quel que soit le nombre de paramètres d'entrée sur la base de ces régressions.

3. Conclusion de la partie eau potable

Les données de travaux en fonte (20 %) ne sont pas suffisantes pour donner un résultat de prix moyen au mètre satisfaisant.

Les données de travaux en PEHD (80 %) sont suffisantes pour donner un prix moyen significatif :

231 € HT / mètre avec un écart-type de 99, pour le PEHD seul.

297 € HT / mètre avec un écart-type de 247, pour tous les matériaux.

De plus, 60 % des travaux, tous matériaux confondus ont un coût inférieur à 240 € / mètre et 80 % ont un coût inférieur à 320 € / mètre.

Il est possible de faire des regroupements pour baisser la dispersion mais cela diminue également la significativité de la moyenne obtenue. Compte tenu de notre échantillon de donnée, il est préférable de considérer une moyenne issue d'un grand nombre de données et donc de ne pas faire de regroupements, quitte à avoir un écart-type important. Notons que cette dispersion se retrouve dans les autres observatoires nationaux.

Le blindage des tranchées est le paramètre qui impacte le plus le coût unitaire des travaux d'eau potable.

V. Résultats de l'assainissement collectif

1. Métadonnées

Les métadonnées permettent de mieux cerner l'échantillon de données d'assainissement collectif et donc de mieux comprendre les résultats issus de cet échantillon exposés dans la suite.

Pour rendre compte de la spécificité des travaux, les informations de longueur de linéaires de réseaux ainsi que leur diamètre ont été divisées en plusieurs catégories.

Classes de longueur	Fonte	PEHD	PVC	Total général
L = [0-249] mètres			3	3
L = [250 - 749] mètres	1	2	8	11
L = [> 750] mètres		5	13	18
Total général	1	7	24	32

Tableau 15 : Décomposition suivant la longueur du projet (eaux usées)

Le PVC est privilégié pour les travaux d'assainissement collectif. Les canalisations de 22 % des projets sont en polyéthylène et la fonte est anecdotique. Les grandes longueurs sont plus représentées que les petites : plus de la moitié des travaux sont supérieurs à 750 mètres et 90 % supérieurs à 250 mètres.

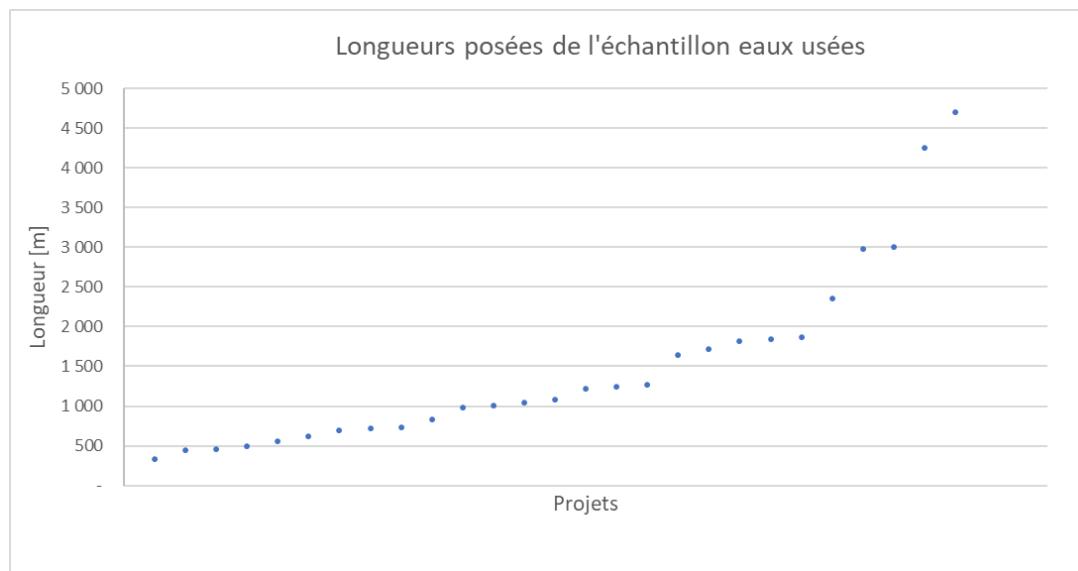


Figure 16 : Aspect des longueurs des projets de l'échantillon "eaux usées"

Classes de diamètre	Fonte	PEHD	PVC	Total général
Ø = [0 - 124]		1	1	2
Ø = [125 - 199]	1	1	3	5
Ø = [> 200]		5	20	25
Total général	1	7	24	32

Tableau 16 : Nombre de travaux d'eaux usées par matériau et classes de diamètre

Les travaux à canalisations de diamètres supérieurs à 200 millimètres sont très majoritaires et concernent près de 80 % du total.

2. Analyse des coûts des réseaux d'assainissement collectif

2.a. Résultats de l'assainissement collectif selon l'approche diamètre et longueur

La même analyse que l'eau potable ([ici](#)) sera conduite pour l'assainissement collectif. La même échelle visuelle de l'importance de la dispersion (Figure 9) est utilisée. Compte tenu du faible nombre de canalisations fonte et PEHD, et à fortiori du nombre de travaux d'assainissement collectif, les chiffres qui suivent ne distingueront pas le matériau des canalisations.

TOUT MATERIAU ; approche diamètre et longueur

Diamètre	Longueur [m]	Nombre de projets	Moyenne [€ TTC / mètre]	Écart-type	Dispersion (EC / Moyenne)
$\emptyset = [0 - 124] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	0	-	-	-
	L = [250-749] mètres	1	231	-	-
	L = [>750] mètres	1	631	-	-
$\emptyset = [125 - 199] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	2	741	376	51%
	L = [250-749] mètres	2	569	426	75%
	L = [>750] mètres	1	138	-	-
$\emptyset = [> 200] \text{ mm}$	L = [0-249] mètres	1	410	-	-
	L = [250-749] mètres	8	716	479	67%
	L = [>750] mètres	16	554	439	79%

Tableau 17 : Synthèse des résultats pour l'assainissement collectif - tout matériau

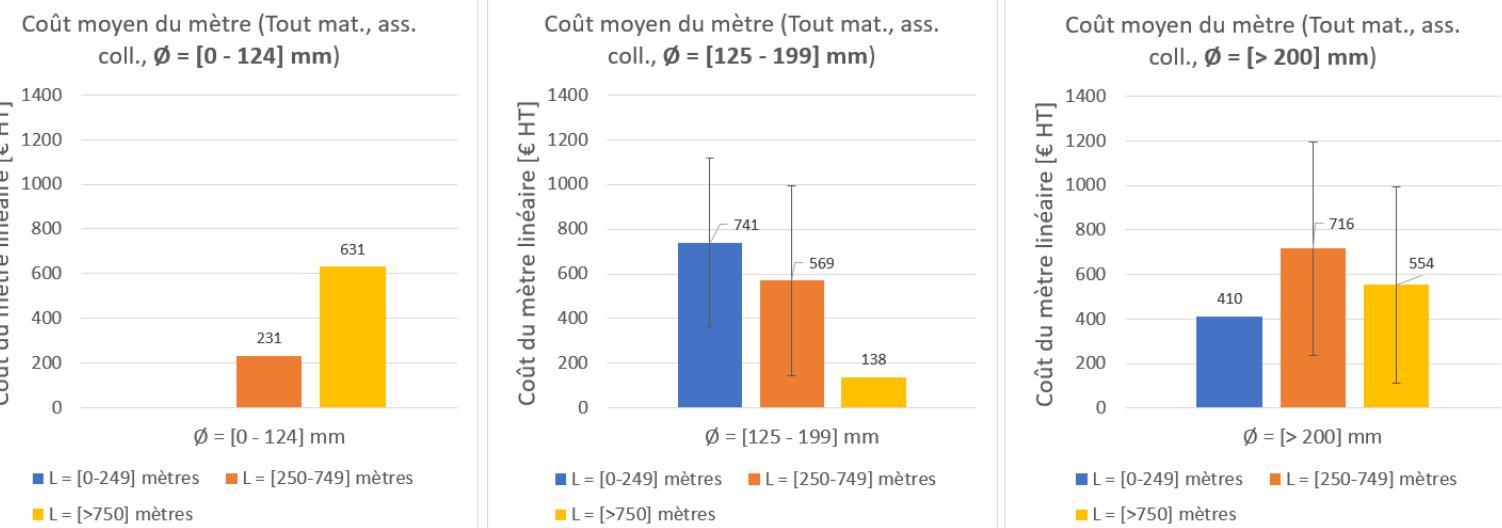


Figure 17 : Visualisation des coûts au mètre des travaux en assainissement collectif, tout matériau

Les résultats sont difficilement exploitables : pour beaucoup de couple longueur / diamètre, le nombre de données est trop faible (1 ou 2 données). Effectuer des regroupements est une option mais n'arrangerait rien car les moyennes des coûts au mètre sont trop hétérogènes. Pour les deux couples pour lesquels on dispose de plus de données (16 projets pour des longueurs supérieures à 250 mètres et de diamètres supérieurs à 200 millimètres), les valeurs sont si dispersées que la notion de moyenne est peu pertinente (voir Figure 18).

Le coût moyen du mètre de réseau d'assainissement collectif tout matériau et tous travaux confondus, est de 582 € pour un écart-type de 388 €.

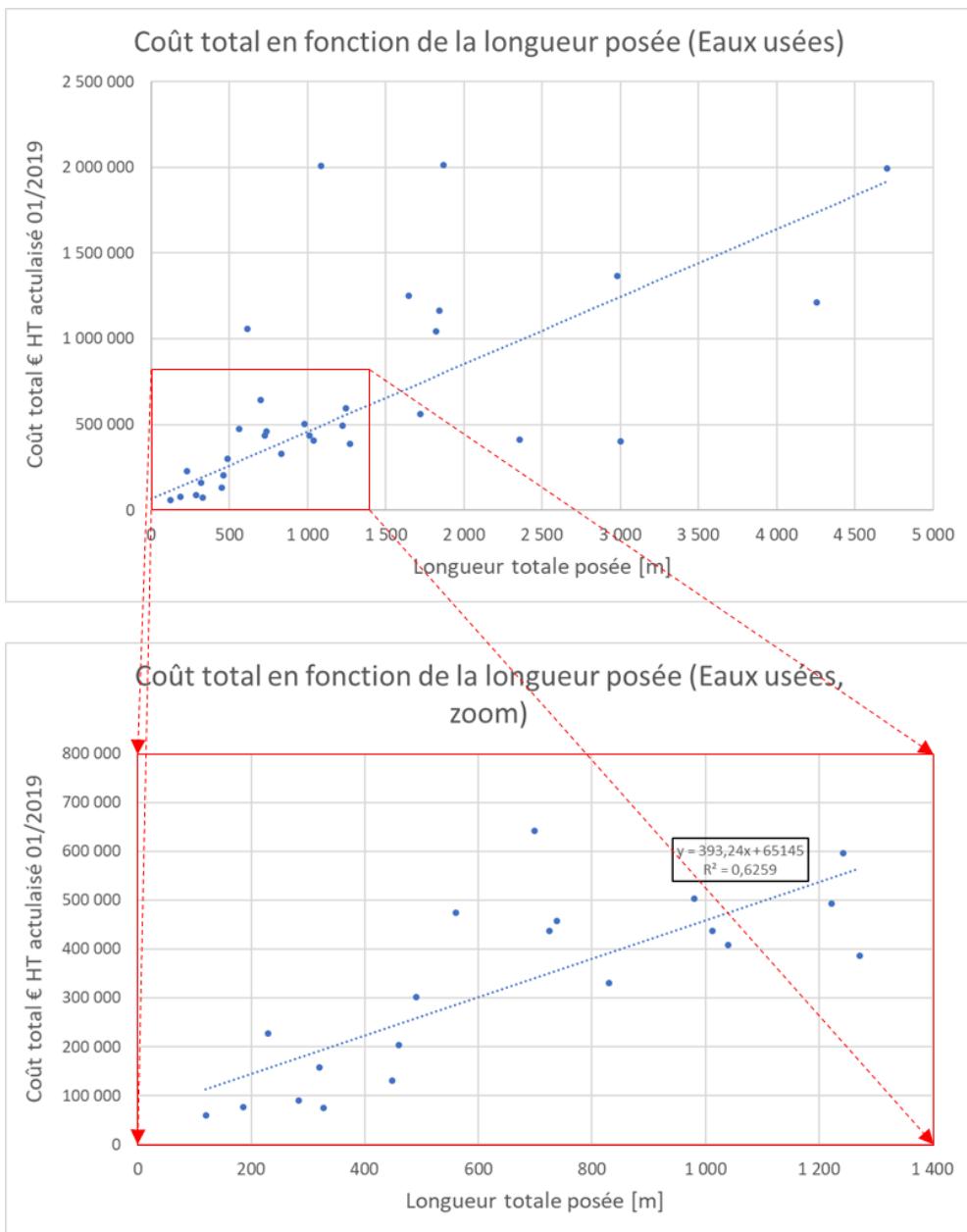


Figure 18 : Graphe coûts – longueur des travaux d'assainissement collectif

x % des projets ont un coût HT inférieur à :
10%	286 €
20%	318 €
30%	399 €
40%	427 €
50%	470 €
60%	506 €
70%	612 €
80%	733 €
90%	979 €

Tableau 18 : Déciles des coûts au mètre des travaux d'assainissement collectif

2.b. Poids des opérations de terrassement et de maçonnerie dans le coût au mètre des travaux d'eau potable

La même analyse que pour l'eau potable est menée pour l'assainissement collectif. (cf Figure 13 pour la méthode) : l'analyse de la corrélation entre le coût du mètre et les pôles suivants :

- Le coût des matériaux de remblais ;
- Le coût des réfections de chaussées ;
- Le coût de tranchées profondes (> 1.60 mètre) ;
- Le coût du blindage des tranchées.
-

	Matériaux de remblais	Réfection des chaussées	Sur-profondeur	Blindage
Nombre de projets ayant servi aux calculs des corrélations	27	28	17	12

Tableau 19 : Nombre de travaux pour les corrélations "coût du mètre - maçonnerie" pour l'assainissement collectif

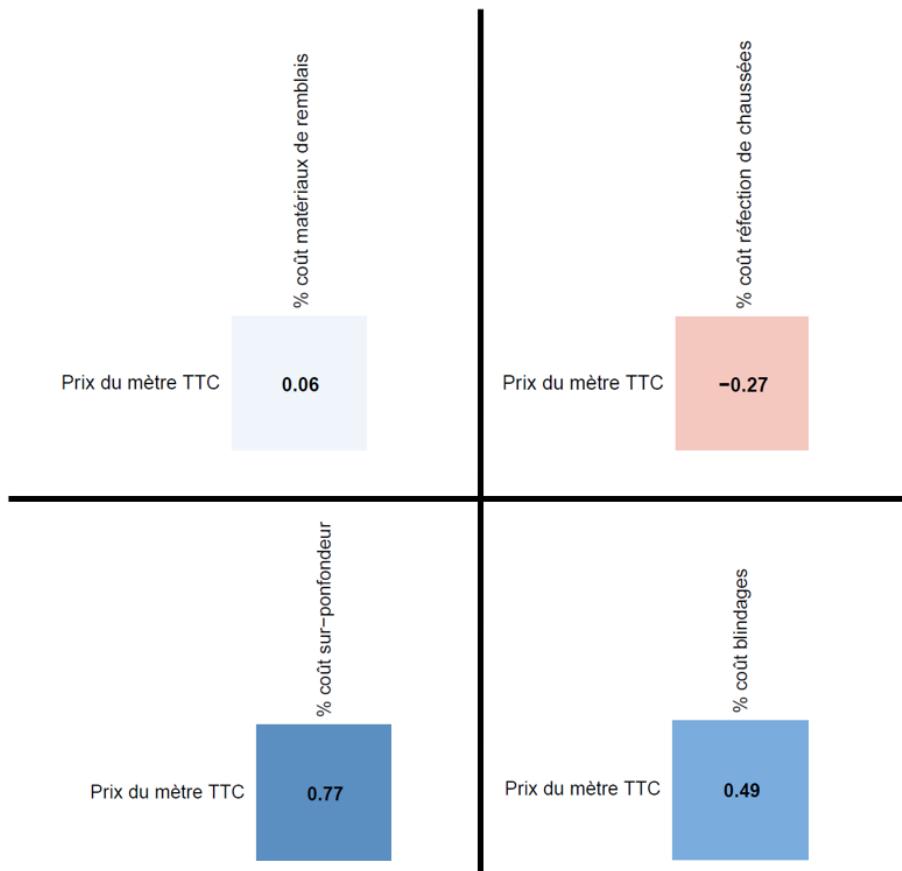


Figure 19 : Résultats des corrélations "Coût - terrassement et maçonnerie" pour l'assainissement

Comme l'eau potable, il semble y avoir un lien entre le coût du mètre et l'importance du blindage des tranchées. Mais c'est majoritairement la profondeur des tranchées qui impacte le plus le coût du mètre : un coefficient de corrélation de 0.77 établit clairement la relation. La réfection des chaussées en revanche n'a pas de poids significatif sur le coût du mètre posé.

2.c. Régressions linéaires multiples

De même que pour l'eau potable, une simulation des coûts des projets à partir d'un grand nombre de paramètres a été effectuée pour l'assainissement. La méthodologie est consultable en Figure 14. Les résultats sont en Figure 20 (tous paramètres) et en Figure 21 (paramètres sélectionnés).

```

call:
lm(formula = Cout_total_TTC ~ Cout_des_canalisations + Longueur_de_reseau_posee +
Diametre + Materiau_des_canalisations + Degre_urbain + Cout_de_linstallation_du_chantier +
Nombre_de_poste_de_refoulement + Matrice_rocheuse_tranches +
Cout_de_la_mise_en_oeuvre_de_materiaux_ + Cout_des_refections_de_chaussees +
Couts_surpronfondeur_ + Cout_blinlage_ + Raccordements_au_reseau_existant +
Nombre_deRegards + Nombre_de_branchements_particuliers,
data = 1mEU)

Residuals:
    Min      1Q   Median     3Q     Max 
-391760 -107373   -67007   89108  529982 

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)                         2.754e+05  2.960e+05  0.930  0.365    
Cout_des_canalisations             1.561e+00  1.224e+00  1.276  0.219    
Longueur_de_reseau_posee          2.515e+01  1.205e+02  0.209  0.837    
Diametre                           -1.123e+03  9.838e+02 -1.141  0.270    
Materiau_des_canalisations       -1.320e+05  1.090e+05 -1.210  0.243    
Degre_urbain                        4.382e+04  4.258e+04  1.029  0.318    
Cout_de_linstallation_du_chantier 3.045e+00  2.422e+00  1.257  0.226    
Nombre_de_poste_de_refoulement   -5.662e+04  9.186e+04 -0.616  0.546    
Matrice_rocheuse_tranches          -7.499e+04  3.406e+05 -0.220  0.828    
Cout_de_la_mise_en_oeuvre_de_materiaux_ 8.064e-01  1.250e+00  0.645  0.527    
Cout_des_refections_de_chaussees  2.126e+00  8.042e-01  2.644  0.017 *  
Couts_surpronfondeur_              1.125e+00  1.168e+00  0.963  0.349    
Cout_blinlage_                     2.521e+00  2.531e+00  0.996  0.333    
Raccordements_au_reseau_existant 1.297e+04  3.970e+04  0.327  0.748    
Nombre_deRegards                  1.781e+03  2.684e+03  0.664  0.516    
Nombre_de_branchements_particuliers 2.927e+03  3.138e+03  0.933  0.364    
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 253200 on 17 degrees of freedom
(2 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.899,    Adjusted R-squared:  0.81 
F-statistic: 10.09 on 15 and 17 DF,  p-value: 1.088e-05

```

Figure 20 : Résultat de la régression multiple - tous paramètres – assainissement

```

call:
lm(formula = Cout_total_TTC ~ 0 + Longueur_de_reseau_posee +
Cout_des_refections_de_chaussees + Couts_surpronfondeur_,
data = 1mEU)

Residuals:
    Min      1Q   Median     3Q     Max 
-736145 -28254   35842  234384  712319 

Coefficients:
                                         Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
Longueur_de_reseau_posee                220.7594   40.9602  5.390 6.39e-06 ***  
Cout_des_refections_de_chaussees        2.4737    0.6498  3.807 0.000601 ***  
Couts_surpronfondeur_                   3.4669    0.5950  5.826 1.80e-06 ***  
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 284900 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.907,    Adjusted R-squared:  0.8983 
F-statistic: 104 on 3 and 32 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Figure 21 : Résultat de la régression multiple - paramètres significatifs - assainissement

Un constat similaire que l'analyse de l'eau potable est fait pour l'assainissement : la modélisation du coût souffre de très grands écarts. En moyenne pour la régression tous paramètres (Figure 20), on a un écart moyen entre coût observé et coût simulé de 27 % (entre 1 et 84 %) pour un écart-type de 20.9.

Pour les paramètres sélectionnés (Figure 21), on observe un écart moyen entre les coûts observés et simulés de 27 % (entre 1 et 63 %) pour un écart-type de 19.8.

Bien que les écarts constatés soient moindres que pour les projets d'eau potable, ils restent bien trop grand pour penser utiliser ces régressions comme outil de prédiction.

Il semble impossible de « prédir » le coût d'un projet d'assainissement collectif, ni les paramètres les plus impactants, quel que soit le nombre de paramètres d'entrée, sur la base de ces régressions.

3. Conclusion de la partie assainissement collectif

Les coûts unitaires des travaux d'assainissement collectif sont significativement plus chers que ceux d'eau potable. Les coûts unitaires sont fortement dispersés, si bien qu'il faut prendre des précautions quant à la moyenne qui en est faite :

582 € HT / mètre avec un écart-type de 388.

De plus, 60 % des projets ont un coût inférieur à 506 € / mètre et 80 % des projets ont un coût inférieur à 733 € / mètre.

Comme les travaux d'eau potable, le blindage des tranchées impacte grandement le coût au mètre des travaux d'assainissement collectif, avec la sur-profondeur des tranchées : c'est en effet le paramètre qui explique le plus un coût métrique élevé (voir Figure 19).

VI. Comparaison avec d'autres sources de données

1. Agences et offices de l'eau

Il est intéressant d'interroger les autres observatoires des coûts de canalisations d'autres bassins pour se situer au niveau national.

On trouvera en Figure 22 les résultats de l'analyse conduite par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. Il s'agit de travaux d'eau potable. Leur méthode identique à celle utilisée pour la Martinique et ils ont établi ces chiffres à partir de davantage de données (238 contre 98 pour l'eau potable).

Longueur de réseau de canalisation d'eau potable posé aidé (en ml)	Caractère rural	Caractère urbain	Toutes opérations
Chantiers inférieurs à 250 ml	224 € HT/ml	435 € HT/ml	315 € HT/ml
Chantiers compris entre 250 et 750 ml	170 € HT/ml	255 € HT/ml	207 € HT/ml
Chantiers supérieurs à 750 ml	126 € HT/ml	162 € HT/ml	145 € HT/ml
Toutes opérations	134 € HT/ml	176 € HT/ml	156 € HT/ml

Figure 22 : Résultats de l'observatoire de l'Agence de l'Eau RMC pour l'eau potable

	Martinique (€ HT / mètre)	Sud-Est métropole (€ HT / mètre)	Ecart Martinique / SE Métropole
Rural	291 €	134 €	54%
Urbain	341 €	176 €	48%
Ecart rural / urbain	15%	24%	

Tableau 20 : Comparaison des coûts avec AERMC

Les travaux en milieu urbain (densité > 1000 habs / km²) sont effectivement plus chers que ceux dits «ruraux» (< 300 habs / km²) en moyenne en Martinique mais l'écart est moindre que chez AERMC. Ce phénomène est peut-être du au fait que la densité moyenne de population est plus élevée en Martinique et qu'il n'existe pas réellement de zone très peu peuplée (voir Figure 3) : la différence urbain / rural est peu marquée.

En revanche on observe que les coûts au mètre en Martinique sont environ **deux fois plus chers** que ceux dans le sud-est de l'hexagone. Ce résultat majeur s'explique certainement par une multitude de facteurs conjoncturels mais cet aspect n'a pas du tout été étudié dans cette étude.

2. Audit patrimonial de la CACEM de 2014

En 2014 la CACEM a demandé un audit patrimonial, financier et organisationnel de sa régie des eaux communautaire. Réalisé par le groupe Ginger, il dresse un bilan économique des coûts actuels de réseaux d'eau potable et d'assainissement. Ils ont commencé par établir un bordereau de prix à partir d'entretiens avec les maîtres d'ouvrages, les sociétés fermières, les canaliseurs ... Est également pris en compte les surcoûts engendrés par les passages sous voirie (nature, fréquence de trafic) et la densité de branchements particuliers. À partir de ce bordereau et des fichiers SIG des réseaux des communes de la CACEM ils ont estimé le prix du patrimoine enfouis par ville et par matériaux en moyennant les diamètres nominaux. Ils aboutissent donc à des prix moyens unitaires en ramenant l'ensemble au mètre.

C'est une analyse macroscopique mais puisqu'elle se base sur un total de 917.5 kilomètres de réseau AEP et 360.5 kilomètres de réseau d'AC elle permet d'avoir une bonne idée des coûts en milieux urbains.

Alimentation eau potable	Fort-de-France [158 mm]	Lamentin [156 mm]	Schoelcher [124 mm]	Saint-Joseph [151 mm]
Fonte	396 € HT	319 € HT	371 € HT	326 € HT
Fonte grise			186 € HT	
PVC	418 € HT	237 € HT	299 € HT	244 € HT
PEHD	445 € HT	251 € HT	304 € HT	258 € HT
Acier galvanisé	396 € HT			

Assainissement collectif	Fort-de-France [207 mm]	Lamentin [201 mm]	Schoelcher [196 mm]	Saint-Joseph [164 mm]
Fonte		409 € HT		
PVC	444 € HT	355 € HT	355 € HT	395 € HT
PEHD	543 € HT	454 € HT	454 € HT	454 € HT
Béton		302 € HT		

Figure 23 : Synthèse de la valeur de patrimoine sur la CACEM

Ces résultats montrent des coûts très hétérogènes selon les communes. Le mètre de PEHD (eau potable) à Fort-de-France est par exemple 77 % plus cher qu'au Lamentin et 72 % plus cher qu'à Saint-joseph, pour des diamètres moyens équivalents.

Autre fait intéressant, les coûts par matériau sont différents des résultats obtenus : toujours pour Fort-de-France, la fonte et l'acier sont moins chers que le PVC et le PEHD alors que l'on observe l'inverse dans cet observatoire.

3. Audit sur l'eau à la Martinique de 2010

Consécutivement aux événements sociaux de 2009 et aux critiques exprimées envers le prix et l'organisation du service public de l'eau, les ministères de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (CGEDD) et celui de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (CGAAER) ont publié un audit sur le secteur de l'eau et de l'assainissement à la Martinique. Bien que cet audit soit très riche en informations économiques, notamment en termes d'explications du prix de l'eau, il ne traite pas en soi le coût des marchés de réseaux d'eau potable et d'assainissement. Il ne sera donc pas analysé ici même s'il constitue un document de choix dans le cas de la réalisation d'un observatoire des coûts de l'eau. Il est consultable à l'adresse suivante :

[http://www.observatoire-eau-martinique.fr/component/observatoire_base_doc/document/179.](http://www.observatoire-eau-martinique.fr/component/observatoire_base_doc/document/179)

VII. Conclusions et perspectives

Ce document est la première version de l'observatoire des coûts de travaux d'eau potable et d'assainissement collectif à la Martinique. De nouvelles versions seront publiées avec l'augmentation du volume de données disponible.

Près de 100 projets de travaux d'eau potable permettent de calculer un prix moyen de **297 € HT le mètre**. La fiabilité du calcul est bonne mais les valeurs sont relativement dispersées autour de la moyenne. Plusieurs caractéristiques influencent le coût du mètre ; principalement la longueur totale posée, le matériau des canalisations et le blindage des tranchées. De plus, il existe une relation linéaire assez nette entre la longueur posée et le coût total.

Pour l'assainissement nous disposons que de 32 travaux. La fiabilité du coût unitaire est moyenne. La moyenne est établie à **582 € HT le mètre** mais souffre d'une très grande dispersion : la relation entre le coût total et la longueur posée n'est pas linéaire et ressemble plutôt à un nuage de points, si bien qu'il faut prendre des précautions en évoquant un « coût moyen ». Comme les travaux d'eau potable, de multiples caractéristiques viennent influencer sur le coût du mètre mais le blindage des tranchées, le creusement de tranchées à grande profondeur et la longueur totale posée sont celles les plus susceptibles de faire monter les coûts.

Que ce soit l'eau potable ou l'assainissement collectif, le contexte immédiat des travaux joue un rôle important dans le coût : un contexte urbain induira un prix plus élevé mais cette tendance est moindre qu'en métropole car il n'existe pas véritablement de zones de campagnes très peu peuplées en Martinique.

L'agence de l'Eau Rhône Méditerranée a mené une étude semblable et il ressort de la comparaison des deux que **la Martinique est environ deux fois plus chère** sur les coûts unitaires des réseaux d'eau potable. Cette étude ne cherche pas à expliquer cette importante différence de prix.