



AGETIPA

Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public et d'Aménagement



REPUBLIKAN'I MADAGASIKARA

Fitiavana - Tanindrazana - Fandrosoana



AFD

Ces rapports ont été réalisés
avec l'appui financier
de l'Agence Française
de Développement
et de l'Union Européenne

Mission de Maîtrise d'œuvre pour le programme intégré d'assainissement d'Antananarivo (PIAA)

Tranche conditionnelle

Activité 6 : Diagnostic qualitatif et sectorisation thématique

Fascicule 7 : Thématique principale

Thématique des Eaux Usées et des Excreta



Juin 2018

BRL
Ingénierie



BRL
Madagascar



HYDROCONSEIL
Ingénieur-conseil : eau potable,
environnement, services publics



URBA
consulting
Développement
URBAIN ET MUNICIPAL

	BRL ingénierie 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5
Cotraitants : <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

Date de création du document	07/11/2017
Contact	David FERNANDEZ

Titre du document	Tranche conditionnelle Activité 6 : Diagnostic qualitatif et sectorisation thématique Fascicule 7 : Activité principale - Thématiques Eaux Usées / Gestion des Excrétas
Référence du document :	A00011_PIAA_rapport_A6_fascicule7
Indice :	V2

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
30/03/2018	V0		Prunelle Couton/ Raphaëlle Peccoux/ Delphine Marty/ Cédric Estienne	David Fernandez/ Jeremi Janssen
30/04/2018	V1		Prunelle Couton/ Raphaëlle Peccoux/ Delphine Marty/ Cédric Estienne	David Fernandez/ Jeremi Janssen
15/06/2018	V2	Reprise suite aux commentaires de l'AGETIPA	Prunelle Couton/ Raphaëlle Peccoux/ Delphine Marty/ Cédric Estienne	David Fernandez/ Jeremi Janssen

MISSION DE MAITRISE D'ŒUVRE POUR LE PROGRAMME INTEGRE D'ASSAINISSEMENT D'ANTANANARIVO (PIAA)

Tranche conditionnelle

Activité 6 : Diagnostic qualitatif et sectorisation thématique

Thématiques Eaux Usées / Gestion des Excrétas

PREAMBULE 1

1. DESCRIPTION PATRIMONIALE DES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT D'EAUX USEES ACTUELLES 3

1.1	Assainissement non collectif/Gestion des excrétas	4
1.1.1	Le maillon Accès	4
1.1.2	Le maillon Évacuation pour les excrétas	9
1.1.2.1	L'évacuation mécanisée : Camions vidangeurs	9
1.1.2.2	L'évacuation manuelle : filière de vidange manuelle	10
1.1.3	Le maillon Évacuation pour les eaux grises	11
1.1.4	Le maillon Traitement	12
1.1.4.1	Le site de dépotage d'Ambohitrimanjaka : officiel ou usuel ?	12
1.1.4.2	Les biodigesteurs situés dans la ville	13
1.2	Assainissement collectif	18
1.2.1	Le maillon Collecte et Évacuation : les réseaux collectifs	19
1.2.1.1	Réseaux	19
1.2.1.2	Ouvrages	25
1.2.2	Le maillon Traitement	28
1.2.2.1	Contexte réglementaire	28
1.2.2.2	Infrastructures de traitement des eaux usées	32

2. BILAN/DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTES 33

2.1	Assainissement non collectif/Gestion des excrétas	33
2.1.1	Diagnostic qualitatif	33
2.1.1.1	Maillon Accès : Type de toilettes	33
2.1.1.2	Maillon Accès - Type de fosse (filière vidange)	39
2.1.1.3	Maillon Évacuation : Pratiques de vidange	45
2.1.1.4	Maillon Évacuation - Eaux grises	50
2.1.1.5	Maillons Accès et Évacuation	53

2.1.2	Diagnostic quantitatif	61
2.1.2.1	En termes de volume	61
2.1.2.2	En terme de charge polluante	62
2.1.3	Bilan des désordres	65
2.1.3.1	Hygiène et santé publique	65
2.1.3.2	La pollution environnementale	65
2.1.3.3	Les points noirs et leur priorité	66
2.1.3.4	Quels sont les besoins prioritaires ?	68
2.1.3.5	Les boues difficiles à vidanger par aspiration	68
2.1.3.6	La vidange au moindre coût : informelle et incomplète	68
2.1.3.7	La vidange par camions : quel intérêt s'il n'y pas de station de traitement ?	69
2.1.3.8	Hierarchisation	69
2.2	Assainissement collectif	72
2.2.1	Diagnostic qualitatif	72
2.2.1.1	A l'échelle de la CUA	72
2.2.1.2	Par secteurs de collecte	92
2.2.2	Diagnostic quantitatif	250
2.2.2.1	Description de l'alimentation en eau potable actuelle	250
2.2.2.2	Évaluation et répartition géographique des charges hydrauliques et polluantes actuelles	277
2.2.2.3	Comparaison avec les caractéristiques du réseau	291
2.2.3	Bilan et hiérarchisation des désordres	292
2.3	Cas particulier des industriels	295
2.3.1	Identification et localisation des industriels	300
2.3.2	Analyse des pratiques actuelles des industries en matière d'assainissement (enquêtes réalisées)	304
2.4	Traitement	306
2.4.1	Traitement des eaux usées	306
2.4.2	Traitement des matières de vidange	307
2.4.2.1	Analyse critique des solutions existantes	307
2.4.2.2	Conclusions sur les biodigesteurs : petits volumes, mais piste intéressante	309
2.4.2.3	Conséquences de l'insuffisance d'infrastructures de traitement des matières de vidange	310
2.5	Sectorisation - Zonage d'assainissement actuel	310
2.5.1	Zone non couverte par le réseau d'assainissement collectif	310
2.5.2	Zone couverte par le réseau	314

3. MILIEUX RECEPTEURS ET QUALITE 317

3.1	Recensement des exutoires et des milieux récepteurs	317
3.2	Caractérisation des milieux récepteurs	319
3.2.1	Milieu naturel	321
3.2.1.1	Mamba	321
3.2.1.2	Ikopa	321
3.2.1.3	Marais et zones marécageuses	323
3.2.1.4	Nappe	324
3.2.2	Infrastructures	326
3.2.2.1	Canal C3	326
3.2.2.2	Canal Andriantany	328
3.2.2.3	Canal GR	331
3.2.2.4	Marais Masay	331
3.2.2.5	Autres bassins de rétention	334

4. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS, ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS 337

4.1	Assainissement non collectif - Gestion des excréta	337
4.1.1	Amélioration des équipements chez les ménages	337
4.1.2	Les toilettes publiques	338
4.1.3	La vidange manuelle	338
4.1.4	Le traitement des boues	340
4.2	Assainissement collectif	340
4.3	Traitement	341
4.3.1	Critères de sélection de filières de traitement adaptées au contexte de la CUA	341
4.3.2	Description des filières de traitement prises en compte et sélection	342
4.3.2.1	Traitement des eaux usées domestiques de l'assainissement collectif	342
4.3.2.2	Traitement des matières de vidange	347

ANNEXES 355

Annexe 1 : Atlas cartographique	357
Annexe 2 : Textes réglementaires	359
Annexe 3 : Questionnaires Industriels	361

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents maillons et filières de l'assainissement des eaux usées (Source : pS-Eau).....	3
Figure 2 : Pratiques d'évacuation des eaux grises.....	11
Figure 3 : Localisation du site de dépotage d'Ambohitrimanjaka.....	13
Figure 4 : Localisation du biodigesteur d'Antanjombé Nord.....	16
Figure 5 : Principe des réseaux d'assainissement unitaire et séparatif (Source : http://www.cc-pays-de-gex.fr)	19
Figure 6 : Répartition des dimensions du réseau séparatif.....	21
Figure 7 : Répartition des dimensions du réseau unitaire.....	22
Figure 8 : Répartition des matériaux du réseau séparatif	22
Figure 9 : Répartition des matériaux du réseau unitaire	22
Figure 10 : Raisons pour lesquelles certains ménages n'envisagent pas de s'équiper	34
Figure 11 : Lieu d'aisance et accès partagé.....	35
Figure 12 : Type de toilettes utilisées à l'intérieur des parcelles.....	35
Figure 13 : Types de toilettes en fonction du niveau de revenus.....	36
Figure 14 : Proportion des WC chez les ménages ayant accès à un branchement privé	36
Figure 15 : Synthèse visuelle de la répartition des types de toilettes	37
Figure 16 : Synthèse visuelle de la répartition des types de fosse	41
Figure 17 : Localisation des ménages enquêtés selon le type de fosse.....	42
Figure 18 : Distribution des fréquences de vidange selon le type de fosse.....	45
Figure 19 : Linéarisation des intervalles de vidange et intervalles médians	46
Figure 20 : Type de vidange selon le type de fosse.....	48
Figure 21 : Détails des modes de vidange	48
Figure 22 : Taux de satisfaction vis-à-vis du rejet des eaux grises	50
Figure 23 : Raisons de l'insatisfaction	51
Figure 24 : Améliorations souhaitées pour les eaux grises.....	52
Figure 25 : Pratiques de rejet des eaux grises en fonction de l'équipement des ménages.....	52
Figure 26 : Souhaits d'amélioration selon le type de toilettes existantes.....	54
Figure 27 : Souhaits d'amélioration de la vidange selon le type de fosse	54
Figure 28 : Les ménages connaissant le mieux les normes sont les mieux équipés ?	55
Figure 29 : Nuisances admises	55
Figure 30 : Impact environnemental perçu.....	56
Figure 31 : Volonté de payer pour une mise aux normes	57
Figure 32 : Surcoût acceptable pour une vidange plus respectueuse de l'environnement	58
Figure 33 : distribution de la volonté de payer pour un service amélioré.....	58
Figure 34 : Prix acceptable pour une vidange respectueuse de l'environnement, selon les quintiles	59
Figure 35 : Surcoût acceptable pour un service plus propre.....	59
Figure 36 : Comparaison entre vidange propre et vidange respectant l'environnement	60
Figure 37: Répartition des regards ouverts sur le réseau séparatif	72
Figure 38: Répartition des regards ouverts sur le réseau unitaire	72
Figure 39: Causes d'inaccessibilité des regards sur le réseau séparatif	73
Figure 40: Causes d'inaccessibilité des regards sur le réseau unitaire	73
Figure 41: Répartition des pentes connues sur le réseau séparatif.....	74
Figure 42: Répartition des pentes connues sur le réseau unitaire.....	74

Figure 43: Répartition du niveau de profondeur du réseau séparatif.....	76
Figure 44: Répartition du niveau de profondeur du réseau unitaire.....	76
Figure 45: Répartition des défauts d'étanchéité sur le réseau séparatif	80
Figure 46: Répartition des types de défaut d'étanchéité sur le réseau séparatif	80
Figure 47: Répartition des défauts d'étanchéité sur le réseau unitaire	81
Figure 48: Répartition des types de défaut d'étanchéité sur le réseau unitaire	81
Figure 49: Types de défauts de Génie Civil rencontrés sur le réseau séparatif	82
Figure 50: Types de défaut d'étanchéité rencontrés sur le réseau séparatif	82
Figure 51: Type de défauts de Génie Civil rencontrés sur le réseau unitaire	83
Figure 52: Types de défaut d'étanchéité rencontrés sur le réseau unitaire	83
Figure 53: Répartition des défauts d'encombrement sur le réseau séparatif.....	84
Figure 54: Répartition des types d'encombrement sur le réseau séparatif.....	85
Figure 55 : Répartition des défauts d'encombrement sur le réseau unitaire.....	85
Figure 56 : Répartition des types d'encombrement sur le réseau unitaire.....	86
Figure 57 : Type d'écoulement sur le réseau séparatif	86
Figure 58: Type d'écoulement sur le réseau unitaire	87
Figure 59 : Schéma du fonctionnement de production d'eau potable sur le site de Mandrozeza .	251
Figure 60 : Type d'accès à l'eau potable.....	255
Figure 61 : Nombre de robinets dans le logement.....	256
Figure 62 : Présence d'une plomberie à l'intérieur du logement.....	257
Figure 63 : Nombre de points d'eau dans la cour	258
Figure 64 : Partage des points d'eau.....	259
Figure 65 : Satisfaction vis-à-vis de la quantité d'eau	260
Figure 66 : Paiement de l'eau.....	262
Figure 67 : Connaissance de la redevance assainissement.....	263
Figure 68 : Milieux récepteurs, usages et types de rejets auxquels ils sont soumis.....	320
Figure 69 : Contexte hydrogéologique de la zone d'étude éloignée	325
Figure 70 : Des biodigesteurs peuvent-ils couvrir l'intégralité de la CUA ?	339
Figure 71: Filtres plantés de végétaux (Source : Les filtres plantés de végétaux pour le traitement des eaux usées domestiques en milieu tropical – Guide de dimensionnement de la filière tropicalisée, IRSTEA).....	345
Figure 72: Lagunage naturel	346
Figure 73: Lagunage aéré (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)	346
Figure 74 : Filières de traitement des boues de vidange	347
Figure 75 : Lits de séchage plantés de végétaux (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)	352
Figure 76 : Lits de séchage (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)	352
Figure 77 : Digestion anaérobie ou biodigester (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)	352

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation des biodigesteurs dans le territoire de la CUA	14
Carte 2 : Typologie des réseaux sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)	20
Carte 3 : Dimensions du réseau enterré sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)	23
Carte 4 : Matériaux du réseau enterré sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)	24
Carte 5 : Ouvrages du réseau d'assainissement de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1)	27
Carte 6 : Comparaison du type de toilettes et du standing de l'îlot	38
Carte 7 : Localisation des différent types de fosse par rapport au standing de l'îlot	43
Carte 8 : Localisation des vidanges fréquentes par rapport aux pentes	47
Carte 9 : Moyennes de taux d'accessibilité par camion selon les secteurs	49
Carte 10 : Localisation des secteurs souffrant de problèmes sanitaires d'après les enquêtes auprès des arrondissements	67
Carte 11 : Localisation de la pratique de la DAL selon les enquêtes et selon les arrondissements	71
Carte 12 : Pente du réseau enterré (disponible au format A3 en Annexe 1)	75
Carte 13 : Profondeur du réseau enterré du territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1)	77
Carte 14 : Ecoulement du réseau enterré (disponible en format A3 en Annexe 1)	88
Carte 15 : Ecoulement et mise en charge au niveau des regards (disponible au format A3 en Annexe 1)	89
Carte 16 : Présentation des secteurs de collecte	92
Carte 17 : Description du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	94
Carte 18 : Matériaux du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	95
Carte 19 : Dimensions du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	96
Carte 20 : Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	97
Carte 21 : Densité de population pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	99
Carte 22 : Standing du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	100
Carte 23 : Accès en eau potable sur le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	101
Carte 24 : Dotations en eau potable sur le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	102
Carte 25 : Zones où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)	103
Carte 26 : Obstruction des regards sur le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)	109
Carte 27 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)	110
Carte 28 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	111
Carte 29 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)	112
Carte 30 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	113
Carte 31 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	115
Carte 32 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	116
Carte 33 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	117
Carte 34 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	118
Carte 35 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)	119

Carte 36 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	120
Carte 37 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	122
Carte 38 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	123
Carte 39 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	124
Carte 40: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	131
Carte 41: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	132
Carte 42: Enquête Fokontany sur la destination des eaux usées pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	134
Carte 43: Localisation des problèmes concernant les eaux usées d'après les résultats des enquêtes auprès des Fokontany et Arrondissement sur la pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	135
Carte 44: Description du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	137
Carte 45: Matériaux du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	138
Carte 46: Dimensions du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	139
Carte 47: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	140
Carte 48: Densité de population pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	141
Carte 49: Standing du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	142
Carte 50: Accès en eau potable sur le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	143
Carte 51: Dotations en eau potable sur le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	144
Carte 52: Zones du Secteur 2 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1).....	145
Carte 53 : Obstruction des regards sur le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1).....	151
Carte 54 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1).....	152
Carte 55 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	153
Carte 56 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1).....	154
Carte 57 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	155
Carte 58 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	157
Carte 59 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	158
Carte 60 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	159
Carte 61 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	160
Carte 62 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	161
Carte 63 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	162
Carte 64 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	163
Carte 65 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	164
Carte 66 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	165
Carte 67 : Défauts d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	166

Carte 68: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)	170
Carte 69: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)	171
Carte 70: Enquête Fokontanys sur la destination des eaux usées pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)	172
Carte 71: Enquête Fokontanys et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	173
Carte 72: Description du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	175
Carte 73: Matériaux du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	176
Carte 74: Dimensions du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	177
Carte 75: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	178
Carte 76: Densité de population pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	179
Carte 77 : Standing du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	180
Carte 78 : Accès en eau potable sur le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	181
Carte 79 : Dotations en eau potable sur le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	182
Carte 80: Zones du Secteur 3 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)	183
Carte 81 : Obstruction des regards sur le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)	189
Carte 82 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)	190
Carte 83 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	191
Carte 84 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)	192
Carte 85 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	193
Carte 86 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	195
Carte 87 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	196
Carte 88 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	197
Carte 89 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	198
Carte 90 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	199
Carte 91 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	200
Carte 92 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	201
Carte 93 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	202
Carte 94 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	203
Carte 95 : Défauts d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	204
Carte 96: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	206
Carte 97: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)	207
Carte 98: Enquête Fokontanys sur la destination des eaux usées pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	208
Carte 99: Enquête Fokontanys et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	209

Carte 100: Description du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	211
Carte 101: Matériaux du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	212
Carte 102: Dimensions du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	213
Carte 103: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	214
Carte 104: Densité de population pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	215
Carte 105 : Standing du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	216
Carte 106 : Accès en eau potable sur le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	217
Carte 107 : Dotations en eau potable sur le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1) ...	218
Carte 108: Zones du Secteur 4 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)	219
Carte 109 : Obstruction des regards sur le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)	225
Carte 110 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)	226
Carte 111 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	227
Carte 112 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)	228
Carte 113 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	229
Carte 114 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	231
Carte 115 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	232
Carte 116 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	233
Carte 117 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	234
Carte 118 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	235
Carte 119 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	236
Carte 120 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	237
Carte 121 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	238
Carte 122 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	239
Carte 123 : Défauts d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	240
Carte 124: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	245
Carte 125: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	246
Carte 126: Enquête Fokontany sur la destination des eaux usées pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1).....	248
Carte 127: Enquête Fokontany et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)	249
Carte 128 : Description des infrastructures d'alimentation en eau potable (disponible en format A3 en Annexe 1)	253
Carte 129 : Carte de répartition des consommations par Bornes-fontaine – Données JIRAMA 2016 (disponible en format A3 en Annexe 1)	270
Carte 130 : Carte de répartition des consommations par branchements particuliers – Données JIRAMA 2016 (disponible en format A3 en Annexe 1)	271
Carte 131 : Localisation des hypothèses de dotations par standing.....	276

Carte 132 : Comparaison des charges hydrauliques et polluantes avec les caractéristiques du réseau (disponible au format A3 en Annexe 1)	291
Carte 133 : Localisation des industriels enquêtés.....	303
Carte 134 : Types de fosses et pente des quartiers	311
Carte 135 : Cartographie des 21 secteurs homogènes urbains définis dans le cadre de l'analyse urbaine (Cf. Fascicule 4)	313
Carte 136 : Zonage d'assainissement collectif issu du Schéma Directeur d'Assainissement de 1993	314
Carte 137 : Zonage et zones de collecte d'assainissement collectif.....	316
Carte 138 : Recensement des points de rejet au milieu récepteur (disponible au format A3 en Annexe 1)	318

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Camion vidangeur de la CUA	9
Photographie 2 : Petit camion vidangeur adapté avec une cuve de 3 m ³	9
Photographie 3: Site de déversement des matières de vidange dans l'Ikopa à Ambohitrimanjaka	12
Photographie 4 : Biodigester de Manjarakay 2C.....	15
Photographie 5 : Biodigester de Anosibe.....	15
Photographie 6 : Biodigester d'Anosipatrana	16
Photographie 7 : Biodigester d'Ambatomaro	17
Photographie 8 : Exemple de regard scellé (Identifiant SIG: 3336).....	73
Photographie 9 : Exemple de regard avec absence de tampon (Identifiant SIG: 5235).....	79
Photographie 10 : Exemples de regards remplis de déchets (Identifiant SIG: 3531)	84
Photographie 11 : Exemple de regard avec écoulement en charge (Identifiant SIG: 604).....	87
Photographie 12 : Exemples de raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux.....	90
Photographie 13 : Exemples de raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales.....	91
Photographie 14: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 1098).....	114
Photographie 15: Exemple de présence d'excrétas (Identifiant SIG : 2312)	114
Photographie 16: Exemples de défauts de génie civil des tampons pour le Secteur 1	121
Photographie 17: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 1	125
Photographie 18 : Vue extérieure côté canal	126
Photographie 19 : Chambre sur panier de dégrillage	126
Photographie 20 : Chambre amont équipée d'un déversoir vers le canal	126
Photographie 21 : La chambre en béton a basculé	126
Photographie 22 : Présence de flottants en grand nombre dans la chambre.....	126
Photographie 23 : Tuyauterie / robinetterie à l'intérieur de la station.....	127
Photographie 24 : Armoire électrique	127
Photographie 25 : Conduite de refoulement acier DN 400 en encorbellement sous passerelle piétonne	127
Photographie 26 : Alimentation électrique depuis transformateur sur poteau	127
Photographie 27 : Regard à ciel ouvert dans l'emprise de la station :	127
Photographie 28 : Trappe d'accès au panier de dégrillage.....	128
Photographie 29 : Pompe de 1999 hors-service	128
Photographie 30 : Armoire électrique	128
Photographie 31 : Trappe d'accès sur pompe en service (ancienne pompe d'épuisement de la station Isotry).....	128
Photographie 32 : Tuyauterie / Robinetterie DN80	128
Photographie 33 : Bâche d'accumulation extérieure.....	129
Photographie 34 : Ventouse du refoulement.....	129
Photographie 35 : Portique de manutention du dégrilleur.....	129
Photographie 36 : Tuyauterie / Robinetterie au refoulement des pompes.....	129

Photographie 37 : Robinet-vanne DN300 à l'aspiration	129
Photographie 38 : Armoires électriques	129
Photographie 39: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 31).....	156
Photographie 40: Exemple de présence d'excreta (Identifiant SIG: 292)	156
Photographie 41: Exemple de regard sans cunette (Identifiant SIG: 1254).....	162
Photographie 42: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 2	167
Photographie 43 : Vue de l'intérieur de la station	168
Photographie 44 : Arrivée des dalots dans la bache n°1	168
Photographie 45 : Ancien groupe électrogène (à évacuer).....	168
Photographie 46 : Ancienne pompe à ligne d'arbre dans bache n°1 (à déposer)	168
Photographie 47 : Armoire électrique	168
Photographie 48 : Deux conduites de rejet dans le canal Andriantany	168
Photographie 49 : Ancienne conduite de refoulement soutenue par un pylône dans la bache n°1 (à déposer).....	168
Photographie 50: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 3573).....	194
Photographie 51: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 3	205
Photographie 52: Exemple de présence de déchets (Identifiant SIG: 2372)	230
Photographie 53: Exemple de présence d'excreta (Identifiant SIG: 2312)	230
Photographie 54: Exemple de regard sans cunette (Identifiant du SIG: 1631).....	236
Photographie 55: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 4	241
Photographie 56 : Vue du bassin tampon recouvert de jacinthes d'eau	242
Photographie 57 : Vue des 4 pertuis équipés de grilles assurant un pré-dégrillage grossier	242
Photographie 58 : Vue de la façade Est.....	242
Photographie 59 : Vue de l'ouvrage de rejet des 4 conduites DN400 avec couverture par dalles béton	242
Photographie 60 : Alimentation électrique de la station	242
Photographie 61 : Porte d'entrée et arrivée du câble électrique aérien	242
Photographie 62 : Bache d'aspiration et conduites de refoulement des pompes	243
Photographie 63 : Compteur et armoire électrique	243
Photographie 64 : Trappe d'accès aux pompes et vue générale du RDC.....	243
Photographie 65 : Réacteur béton sous cloche	307
Photographie 66 : Réacteurs tubulaires en membrane PEHD.....	308
Photographie 67 : Réacteurs enterrés, lits de déshydratation et boues déshydratées	308
Photographie 68 : Exemple de réseaux identifiés comme réseau pluvial.....	315
Photographie 69 : Rizières et Jacinthes d'eau	324
Photographie 70 : Dépôts de déchets solides.....	327

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Structuration de l'analyse des équipements.....	4
Tableau 2 : Types d'équipements distingués	5
Tableau 3 : Estimation des différents types d'équipements	7
Tableau 4 : Nombre de blocs sanitaires officiellement connus	8
Tableau 5 : Bilan patrimonial du réseau assainissement.....	20
Tableau 6 : Caractéristiques des stations de pompage	25
Tableau 7 : Type de fosse dominant dans chaque secteur	44
Tableau 8 : Satisfaction selon le type d'assainissement non collectif.....	53
Tableau 9 : Coûts estimés des toilettes selon le mode de financement	53
Tableau 10 : Estimation des volumes à vidanger en 2017	61
Tableau 11 : Répartition des volumes selon la filière.....	61
Tableau 12 : Caractéristiques qualitatives des boues de vidange mesurées à Madagascar	63
Tableau 13 : Exemple de caractéristiques qualitatives des boues de vidange en Afrique Sub- Saharienne et pays tropicaux	64

Tableau 14: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 1	104
Tableau 15 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 1	105
Tableau 16: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 2	146
Tableau 17 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 2	147
Tableau 18: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 3	184
Tableau 19 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 3	185
Tableau 20: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 4	220
Tableau 21 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 4	221
Tableau 22 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable	266
Tableau 23 : Hypothèse retenue de taux de desserte par Borne fontaine ou Branchement particulier	268
Tableau 24 : Données de consommation en eau potable de 2000 et 2016	269
Tableau 25 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable	272
Tableau 26 : Croisement des consommations de tournées avec la population et le standing des îlots	273
Tableau 27 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable	274
Tableau 28 : Hypothèse concernant la dotation domestique prise en compte	275
Tableau 29 : Hypothèse concernant la dotation prise en compte pour les zones administratives	275
Tableau 30 : Identification des zones de collecte	281
Tableau 31 : Concentration des eaux usées dans certains pays	283
Tableau 32 : Hypothèses de ratio pour déterminer les charges polluantes	287
Tableau 33 : Critères de hiérarchisation des désordres identifiés sur le réseau collectif	292
Tableau 34 : Hiérarchisation des désordres des désordres identifiés sur le réseau collectif.	293
Tableau 35 : Informations issues du recueil documentaire concernant les industriels	297
Tableau 36 : Liste des industriels transmise par l'ONE	301
Tableau 37 : Liste des industriels enquêtés	302
Tableau 38 : Critères de sectorisation	310
Tableau 39 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal C3	326
Tableau 40 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal Andriantany	328
Tableau 41 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal primaire de la vallée de l'Est et le Marais Masay	332
Tableau 42 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans les autres bassins de rétention	334
Tableau 43 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le lac Mandroseza	335
Tableau 44 : Les équipements ayant un impact négatif	337

PREAMBULE

Le présent document constitue le fascicule « Eaux usées et Excrétas » du rapport global de diagnostic qualitatif thématique (activité 6) de la tranche conditionnelle du Programme Intégré d'Assainissement d'Antananarivo (PIAA).

Ce document est structuré de la manière suivante :

- a) Le premier chapitre présente un inventaire patrimonial de l'assainissement eaux usées et excréta sur la CUA,
- b) Le deuxième chapitre fournit un diagnostic qualitatif du fonctionnement de l'assainissement eaux usées et excréta dresse un bilan et une hiérarchisation des désordres issus du diagnostic,
- c) Le troisième chapitre consiste à un recensement des milieux récepteurs des eaux usées, excréta et eaux pluviales et une caractérisation de leur qualité,
- d) Le quatrième et dernier chapitre consiste en une présentation des différents axes et orientations qu'il est proposé de suivre pour la sectorisation future (activité 8) et l'élaboration du schéma directeur (activité 11).

Ce document s'appuie par ailleurs sur le fascicule transversal « Reconnaissances et enquêtes » qui détaille le travail de « terrain » réalisé afin d'améliorer la connaissance du contexte patrimonial et sociologique en lien avec les différentes thématiques abordées dans le cadre du diagnostic.

1. DESCRIPTION PATRIMONIALE DES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT D'EAUX USEES ACTUELLES

Les différentes pratiques de l'assainissement des eaux usées et excréta se regroupent au sein de deux filières distinctes :

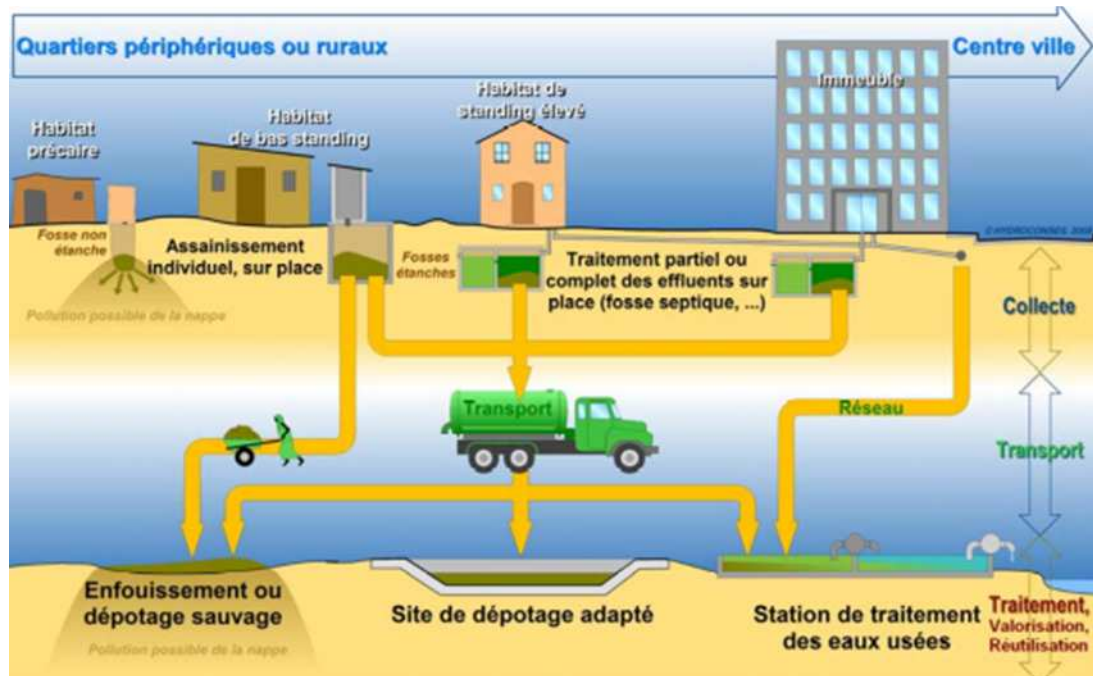
- La filière d'assainissement collectif : les eaux usées et excréta sont collectés au niveau d'un grand nombre d'usagers et évacués par l'intermédiaire d'un réseau ;
- La filière d'assainissement non collectif : les eaux usées et excréta sont temporairement stockés dans une fosse au niveau d'une seule unité d'habitation avant d'être soit enfouis sur place, soit évacués périodiquement.

Les deux filières peuvent être complémentaires, ce qui est le cas sur le territoire de la Commune Urbaine d'Antananarivo.

Chaque filière se divise en 3 maillons :

- Le maillon **Accès** qui correspond au recueil des eaux usées et excréta produits par un usager (majoritairement : fosse ou réseau selon le type de filière) ;
- Le maillon **Évacuation** qui a pour objectif le transport des eaux usées /excréta en dehors des lieux d'habitation,
- Le maillon **Traitement** qui permet de réduire la pollution environnementale des eaux usées et excréta et d'améliorer le niveau sanitaire des populations.

Figure 1 : Les différents maillons et filières de l'assainissement des eaux usées (Source : pS-Eau)



1.1 ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF/GESTION DES EXCRETAS

1.1.1 Le maillon Accès

En termes d'assainissement non collectif, la majeure partie des installations du maillon Accès participant à la gestion des excréta est, bien entendu, privée (latrines, toilettes et fosses chez les ménages), l'infrastructure publique est donc très réduite. Les informations et analyses qui touchent ces équipements domestiques dans la suite de ce rapport (chapitres 1.1, 2.1, 2.4.2 et 4.1) proviennent des enquêtes ménages qui ont été réalisées (1 103 interrogés dans toute la CUA, voir le Chapitre 1 du Fascicule 1 « reconnaissances et enquêtes »).

Ces équipements domestiques peuvent prendre de très nombreuses formes et utiliser différentes technologies. En distinguant les différents maillons de la chaîne (cabine, siège, dalle, fosse, évacuation) et combinant toutes les options possibles à chaque maillon, le nombre de configurations possible est très élevé, bien trop pour pouvoir faire une analyse exploitable en termes de fonctionnement, d'impact et d'évolutions possibles.

Nos observations et nos entretiens avec les acteurs du secteur nous ont conduits à retenir deux maillons principaux :

- d'un côté les toilettes,
- de l'autre les fosses.

Tableau 1 : Structuration de l'analyse des équipements

Équipement	Toilettes	Fosses
Définition	Partie utilisée par l'utilisateur, de la cabine à l'orifice de défécation	Partie servant au confinement des excréta, après l'orifice ou l'éventuel siphon
Fonctions premières	Intimité, facilitation de l'hygiène, confort	Confinement, limitation de l'exposition de l'utilisateur, prétraitement des matières
Étendue de gamme	Depuis les latrines traditionnelles et dalle en matériaux précaires, jusqu'aux toilettes à siège en céramique et chasse d'eau connectée	Depuis la fosse simple (non étanche, infiltration directe) jusqu'à la fosse septique à compartiments
Enjeu	Hygiène et santé des utilisateurs	Contamination, santé publique et pollution de l'environnement
Questions diagnostics	Sont-elles hygiéniques (permettent-elles d'éviter la contamination des utilisateurs) ? Sont-elles durables ?	Quel est l'efficacité du prétraitement ? Quel type de vidange (opérateurs, infrastructure) est nécessaire ?

LATRINES ET TOILETTES DOMESTIQUES

Plusieurs types de toilettes ou latrines peuvent être connectés à différents types de fosses, ce qui multiplie les combinaisons possibles. Pour éviter de complexifier l'analyse inutilement, un nombre limité de types a été retenu en créant des catégories à la fois compréhensibles pour les interrogés et déterminantes pour la fonctionnalité, l'impact et les enjeux cités plus haut.

Tableau 2 : Types d'équipements distingués

Question introductive	D.23. De quel type sont ces toilettes ?	D.27. Savez-vous dans quoi se déversent vos besoins ?
Réponses possibles	Latrines avec dalle en dur	Sachets collectés par un prestataire
	Latrines traditionnelles (matériaux récupérés)	Je n'en ai aucune idée
	Pot	Dans une fosse étanche déversant dans un égout
	Siège + sachet plastique	Dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration
	Toilettes à chasses raccordées à l'eau	Dans une fosse étanche déversant dans un canal ou caniveau ouvert
	Toilettes/latrines à siphon (on verse de l'eau)	Dans une fosse non étanche et s'infiltrent sur place
		Dans un égout enterré
		Dans un marais ou une rizière plus ou moins directement - y compris pot
		Autre

Cela décrit déjà 54 combinaisons possibles, mais les résultats des enquêtes réalisées dans le cadre du projet du PIAA ont montré que seule une trentaine était vraiment rencontrée sur le terrain.

Nos enquêtes ménages ont permis d'observer la fréquence de chaque combinaison rencontrée. Même si notre échantillon de 1 103 ménages n'a pas été conçu pour être rigoureusement représentatif des proportions¹, son extrapolation à la population totale de la CUA (en prenant l'hypothèse d'une population de 1 538 041 habitants), avec une taille moyenne de 4,77 personnes par ménage (moyenne sur nos enquêtes), donne une bonne approximation des chiffres importants. Notamment, nous pouvons dire qu'il existe environ 298 000 ménages équipés et 24 000 sans équipements à domicile. Le détail est présenté dans le tableau page suivante.

DESCRIPTION DES OPTIONS DE REJET :

- Sachets collectés par un prestataire : il s'agit du système de Loowatt, où les ménages utilisent un siège spécial pour déféquer dans un sachet qui peut ensuite être fermé et rendu au prestataire qui les évacue vers le biodigester de Manjakaray 2C. Le service permet de ne pas avoir d'investissement à réaliser et fonctionne sans emprise particulière au sol (le siège peut être placé où on le souhaite)
- Dans une fosse étanche déversant dans un égout : il s'agit d'une fosse à utiliser avec de l'eau (chasse d'eau manuelle ou connectée) et qui se remplit vite compte tenu de son étanchéité (elle est donc maçonnée et n'est pas censée laisser infiltrer les rejets). Son rôle est de permettre la liquéfaction des matières fécales (ce qui permet un certain niveau de digestion anaérobie) et de ne rejeter que la fraction liquide par un trop plein qui est ici connecté à un réseau enterré. Seule l'accumulation de matières non liquéfiées (boues) nécessitent une vidange normalement peu fréquente.
- Dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration : même modèle que le précédent, mais le trop-plein rejette la fraction liquide dans un puisard pour infiltration dans le sol.
- Dans une fosse étanche déversant dans un canal ou caniveau ouvert : idem, rejet dans un canal.

¹ Afin de couvrir un maximum de situations possibles, notre échantillon a été développé d'une façon qui peut amener une surreprésentation des situations les plus rares.

- Dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place : fosse dont le fond et même les parois ne sont pas étanches, laissant ainsi la fraction liquide s'infiltrer dans le sol directement à chaque utilisation. Seules les matières fécales s'accumulent et ne se liquéfient pratiquement pas, ce qui nécessite une vidange périodique à la pelle et au seau.
- Dans un égout enterré : connexion directe des toilettes à un réseau collectif.
- Dans un marais ou une rizière plus ou moins directement - y compris pot : rassemble toutes les options où il n'y a pas de fosse. C'est le cas des latrines suspendues au-dessus des plans d'eau, où les excréta tombent directement. Le cas des pots couvre l'utilisation de pots de chambre dans les logements, qui sont ensuite déversés soit dans les bacs à ordures, soit dans la nature.

Tableau 3 : Estimation des différents types d'équipements

Évacuation	Sans toilettes			Type de toilettes					Ensemble
	DAL	Toilettes publiques	pot	latrines traditionnelles (matériaux récupérés)	latrines avec dalle en dur	toilettes/latrines à siphon (on verse de l'eau)	toilettes à chasses raccordées à l'eau	siège + sachet plastique	
dans un marais ou une rizière plus ou moins directement - y compris pot			5 284	2 055	587	587			8 513
dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place			294	86 300	59 588	13 209	294		159 684
dans une fosse étanche déversant dans un canal ou caniveau ouvert			294	1 761	2 348	12 622	3 229		20 254
dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration				4 697	3 522	20 841	68 101		97 161
dans une fosse étanche déversant dans un égout				1 468	881	294	4 110		6 751
dans un égout enterré						587	294		881
Autre	2 642	14 090	1 468						18 199
je n'en ai aucune idée				2 055	3 229	2 055	3 229		10 567
sachets collectés par un prestataire								294	294
Ensemble	2 642	14 090	7 338	98 335	70 155	50 195	79 255	294	322 304
	24 070			298 234					

TOILETTES PUBLIQUES

Courantes dans certains quartiers d'Antananarivo, ces toilettes publiques offrent souvent d'autres services (borne-fontaine, douche, lavoir) et sont gérées par des opérateurs privés², mais sous une tutelle finalement floue :

- D'un côté, l'investissement est officiellement du ressort de la CUA, mais elles sont généralement réalisées dans le cadre de financements différents ou au travers de divers programmes de coopération internationale ou actions d'ONG. Au final, la CUA elle-même n'a pas pu fournir de nombre de toilettes existantes actuellement.
- Si l'exploitation quotidienne est confiée à des petits opérateurs privés, la gestion des boues revient au SAMVA. Dans la pratique, le SAMVA n'effectue plus les vidanges, faute de camion fonctionnel, et n'a pas de registre les recensant ces toilettes publiques (dont le nombre augmente régulièrement). Les exploitants actuels font donc appel soit à des camions vidangeurs (confirmé par certains que nous avons rencontrés), mais très souvent à des vidangeurs manuels.

Le dernier chiffre avancé par la CUA (122 blocs de toilettes publiques³) date de 2006 est très proche des informations collectées lors de nos entretiens dans les arrondissements et au département de la santé :

Tableau 4 : Nombre de blocs sanitaires officiellements connus

Arrondissement	Nombre de blocs sanitaires		
	D'après les arrondissements	D'après le département de la santé	Maximum des 2 sources
I	41	39	41
II	11	10	11
III	14	37	37
IV	17	15	17
V	34	33	34
VI	10	3	10
Total	127	137	150

Il est cependant peu plausible que sur les 10 dernières années, le nombre de toilettes publiques construites se limite à 5 ou 15. Un rapprochement, bloc par bloc, serait nécessaire entre les deux sources pour identifier quels sont les blocs pris en compte en commun par les deux entités et éventuellement détecter des blocs absents chez l'un des deux qui devraient être encore ajouté au décompte total. En tout état de cause, le nombre de blocs est d'au moins 150 et probablement plus.

Dans les enquêtes menées dans le cadre du projet PIAA fin 2017, les toilettes publiques constituent le lieu d'aisance principal pour 4,4 % des ménages interrogés. Dans les études faites au cours des 10 dernières années, la part des toilettes publiques est beaucoup plus faible. Pour autant, le rôle des toilettes publiques dans la gestion des excréta de la CUA ne doit pas être négligé car elles sont également utilisées par de nombreuses personnes en tant que lieu d'aisance secondaire (dans la journée, à proximité du lieu de travail ou durant les déplacements quotidiens).

² Le mode de gestion de ces toilettes publiques est analysé dans le fascicule 8, thématique institutionnelle.

³ Source : PPAB ONU-Habitat, Rapport d'analyse de la situation des bidonvilles de la ville d'Antananarive, RADSE-CERED, juin 2015.

1.1.2 Le maillon Évacuation pour les excréta

1.1.2.1 L'évacuation mécanisée : Camions vidangeurs

Les camions vidangeurs représentent le principal équipement de la filière de vidange mécanisée. Cette filière ne concerne que les fosses situées à moins de quelques dizaines de mètres d'une voie accessible et produisant des boues suffisamment liquides pour être aspirées. Cela exclut donc les latrines à fosses non étanches, majoritaires à Antananarivo.

PARC DES CAMIONS VIDANGEURS DE LA CUA :NON FONCTIONNEL

La CUA a possédé plusieurs camions vidangeurs pour proposer ce service aux ménages. N'ayant toujours pas réparé son dernier camion vidangeur, la CUA n'est plus en mesure de proposer ce service.



Photographie 1 : Camion vidangeur de la CUA

DES OPERATEURS PRIVES, MAIS TOURNES VERS LES FOSSES DE GRANDES DIMENSIONS

La filière de la vidange par camion est donc essentiellement constituée par des opérateurs privés. La plus grosse entreprise de camions vidangeurs (Sotherly) possède un camion spirotechnique de 8,4 m³ et a fait une nouvelle acquisition du même type avec un volume de 7 m³ en octobre 2017. Ces camions spirotechniques sont conçus pour cet usage et peuvent aspirer des matières qui n'ont pas besoin d'être très liquides (elles ne passent pas à travers la pompe, mais seulement à travers des tuyaux de 80 à 120 mm de diamètre).

Les autres entreprises de vidange par camion sur le territoire de la CUA, sont de taille plus réduite et bon nombre d'entre elles utilisent de petits camions à plateau sur lesquels ils ajoutent une cuve en PEHD ou en fibre dépassant rarement 3 à 4 m³ de capacité. Ils utilisent alors des pompes pour les eaux chargées qui ne peuvent refouler vers la cuve que des effluents très liquides (ils doivent passer à travers la pompe qui est placée dans la fosse).

Photographie 2 : Petit camion vidangeur adapté avec une cuve de 3 m³



Pour les fosses où les boues ne sont pas pompables, ils remplissent leur cuve avec des seaux à la chaîne, ce qui se rapproche de la vidange manuelle, mais avec transport motorisé.

Le nombre total d'entreprises de vidange par camion ne dépasse par une dizaine sur le périmètre de la CUA, et chacune ne possède en général que 3 à 9 m³ de capacité de transport (en plusieurs camions). Elles trouvent leurs clients parmi les établissements équipés de fosses septiques de grandes dimensions (pour lesquelles le prix de la vidange mécanique est concurrentiel par rapport à la vidange manuelle) et les ménages aisés prêts à payer le prix du transport.

C'est donc un marché de petite taille comparé à la population de la CUA. On peut estimer une capacité maximale de transport de l'ordre de 2 500 m³/mois si tous les camions effectuaient 2 rotations par jour à 75 % de remplissage (il est très difficile de faire mieux en moyenne). L'activité réelle est bien moindre, difficile à estimer car il n'y a aucun comptage (une partie des dépotages se fait dans l'informalité), mais ne doit probablement pas dépasser 450 à 900 m³/mois, clients industriels et collectifs compris.

1.1.2.2 L'évacuation manuelle : filière de vidange manuelle

Cette filière ne s'appuie pas sur un patrimoine public puisqu'elle est constituée de petits opérateurs informels peu équipés, mais elle constitue la filière majoritaire à Antananarivo. Seuls les RF2 de certains Fokontany (qui ont été appuyés par des ONG) interviennent pour mettre en relation les ménages demandeurs et des vidangeurs manuels formalisés, mais cela reste très minoritaire.

L'équipement des vidangeurs manuels est très rudimentaire : barils plastiques de 60 à 120 litres, charrettes à motricité humaine (capables de rentrer dans les parcelles et passer derrière les maisons), pelles, seaux, etc.

Les vidangeurs sont en revanche très nombreux et même s'il n'est pas possible de donner un chiffre fiable tellement l'activité est informelle (certains ne sont vidangeurs qu'une saison, beaucoup ont une seconde activité), ils sont certainement plusieurs centaines sur le territoire de la CUA (1 à 2 par Fokontany).

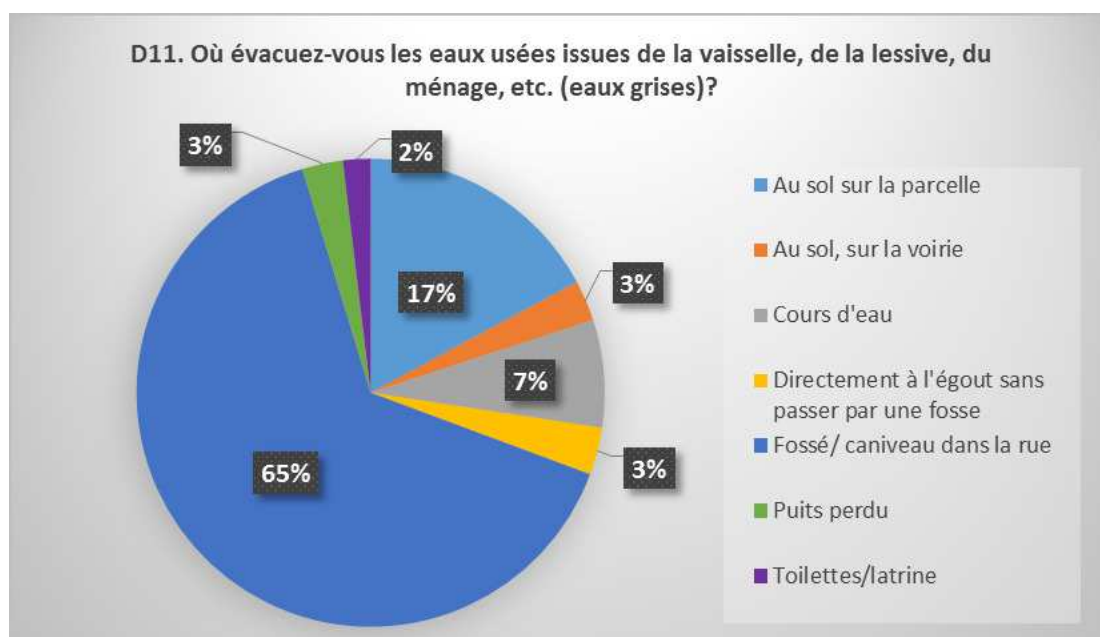
Le patrimoine public concernant la collecte des excréta en assainissement non collectif est donc très réduit et traduit la quasi-absence des pouvoirs publics de la question de l'assainissement non-collectif.

1.1.3 Le maillon Évacuation pour les eaux grises

Les enquêtes ménages menées dans le cadre du PIAA ont permis d'investiguer sur les 1 103 ménages enquêtés la question suivante sur cette thématique :

- Question D.11. Où évacuez-vous les eaux usées issues de la vaisselle, de la lessive, du ménage, etc. (eaux grises) ?

Figure 2 : Pratiques d'évacuation des eaux grises



Commentaires

D'après les enquêtes, la très grande majorité des ménages (65 %) rejettent leurs eaux grises dans les fossés ou caniveaux proches de leurs logements. La deuxième pratique la plus courante (et néanmoins assez faiblement pratiquée) est l'évacuation des eaux grises directement sur le sol, au sein de la parcelle. Les eaux grises s'infiltrent ensuite dans le sol ou ruissellent. Enfin, le rejet directement dans le cours d'eau est pratiqué par 7 % des ménages interrogés.

Les autres pratiques (rejet sur la voirie, dans les égouts, puits perdu ou toilettes et latrines) restent minoritaires (moins de 3 % chacune). Il est intéressant de noter qu'il est donc très rare (moins de 2 %) que les eaux grises soient mélangées avec les eaux noires des toilettes. Cette séparation est un atout pour traiter l'assainissement dans la capitale.

1.1.4 Le maillon Traitement

Le traitement des eaux usées se fait au niveau de l'habitation par le système en place (fosses, puisard, lit d'infiltration... Cf. Paragraphes précédents décrivant les types d'installations autonomes existants sur le territoire de la CUA). Ces systèmes traitent les eaux noires⁴ mais dans très peu de cas les eaux grises⁵ qui sont majoritairement rejetées directement dans le milieu naturel.

Le traitement des effluents de la majorité des toilettes et latrines dans la CUA est très partiel et effectué sur site, chez les ménages, dans les fosses sèches (infiltration, déshydratation) ou les fosses étanches (décantation, éventuelle digestion partielle anaérobie puis infiltration). L'infrastructure publique en termes de traitement concerne donc les boues de vidange.

1.1.4.1 Le site de dépotage d'Ambohitrimanjaka : officiel ou usuel ?

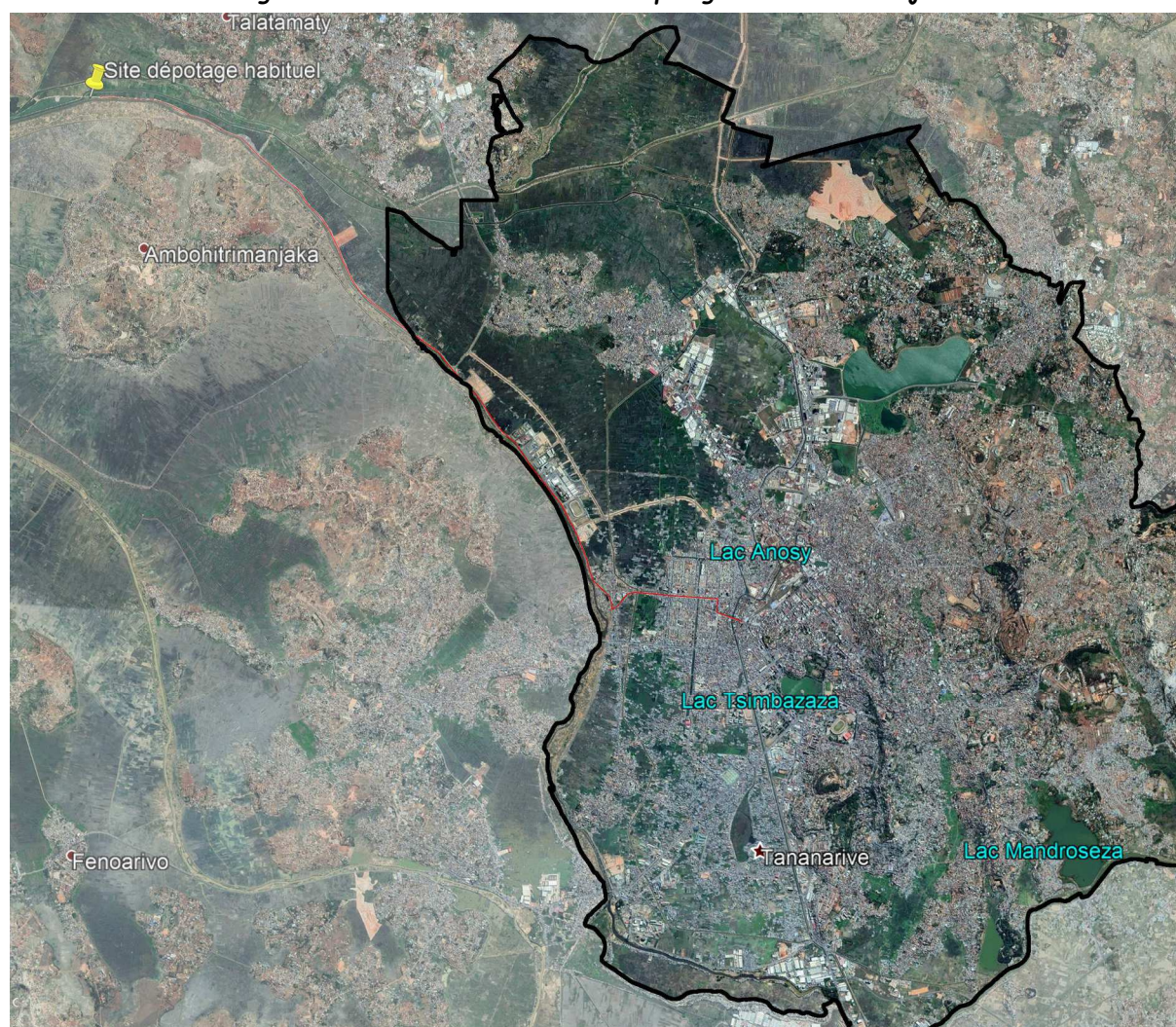
Il existe un site où les camions vidangeurs déversent leur chargement de façon « supposée officielle », au bord de l'Ikopa, au nord-ouest d'Antananarivo, hors du territoire de la CUA. Ce site a été initialement aménagé dans les années 60, mais sans aucune forme de traitement (les chargements coulent dans la rivière directement). L'aménagement sommaire (pavage de l'aire de manœuvre, muret et trémie vers la rivière) est maintenant fortement dégradé et n'évite plus la stagnation des eaux usées.

Photographie 3: Site de déversement des matières de vidange dans l'Ikopa à Ambohitrimanjaka



⁴ **Eaux noires** : Mélange d'urine, de fèces et d'eau de chasse, plus de l'eau de nettoyage.

⁵ **Eaux grises** : Eau provenant du lavage des aliments, des vêtements et de la vaisselle, de même que des baignoires et lavabos mais pas des toilettes.

Figure 3 : Localisation du site de dépotage d'Ambohitrimanjaka

Il existe également une station de dépotage réalisée par l'IMV, mais plus éloignée (hors du périmètre de la CUA) et faisant payer un droit de dépotage de 15 000 Ar. À notre connaissance, pratiquement aucun opérateur actif sur la CUA ne s'y rend.

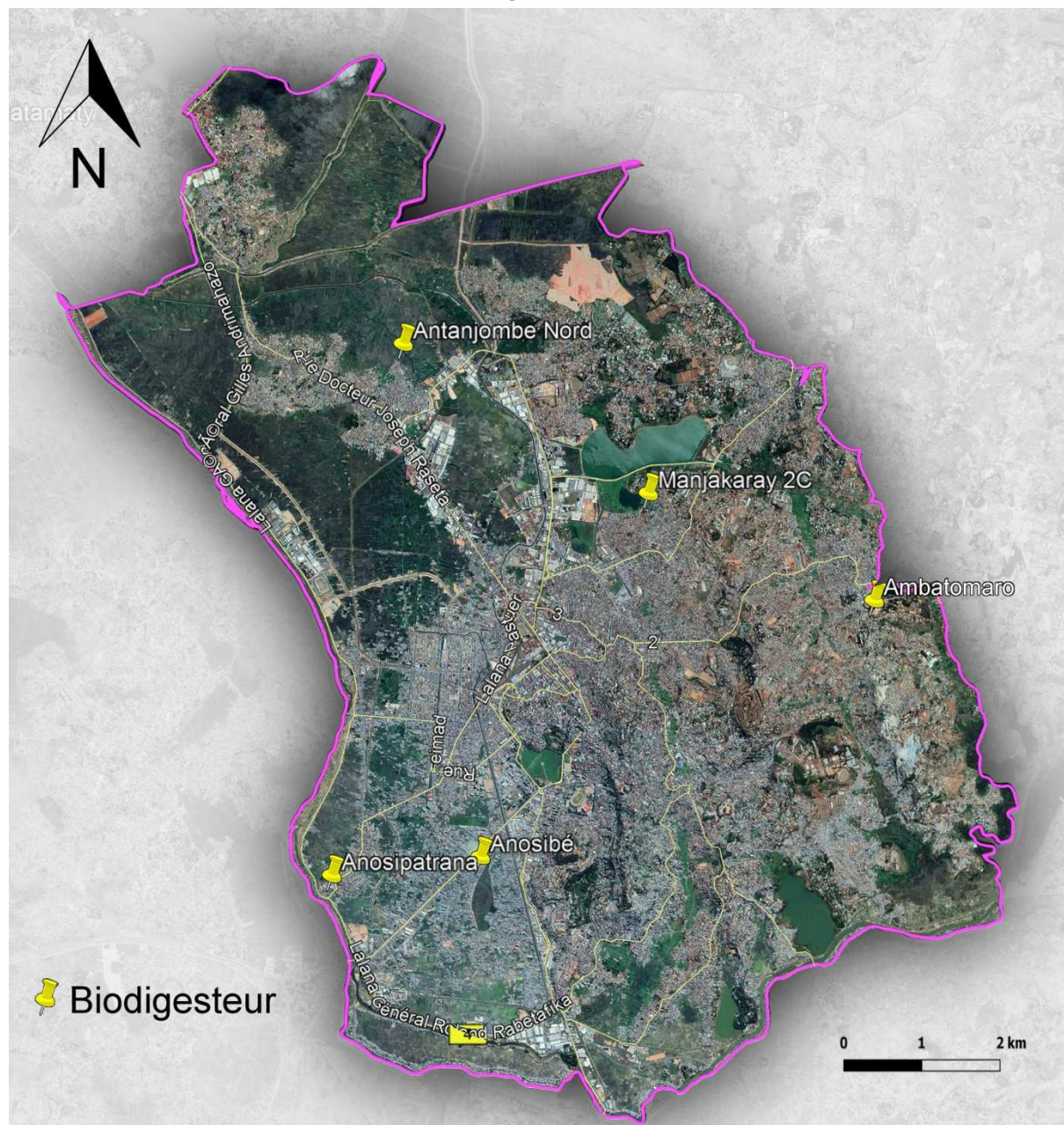
1.1.4.2 Les biodigesteurs situés dans la ville

La vidange manuelle concerne la grande majorité des ménages de la CUA. Il existe actuellement 5 sites capables de traiter ces boues collectées par les vidangeurs manuels, qui ne peuvent pas parcourir de grandes distances pour se débarrasser de leur chargement. Ces 5 sites, implantés à l'intérieur de la zone urbaine de la CUA, peuvent drainer les boues provenant d'un périmètre relativement proche, représenté en rose sur la carte suivante (environ 20 à 30 minutes de marche).

Tous ces sites sont issus de projets « pilote » avec des ONG (EAST, GRET, WSUP) et utilisent différentes techniques de biodigestion pour réduire les boues.

Deux de ces biodigesteurs sont implantés sur des terrains du SAMVA et sont directement gérés par son personnel, les autres sont installés sur des parcelles acquises par les projets et exploités par des agents mis en place par les projets, sous la responsabilité du SAMVA.

Carte 1 : Localisation des biodigesteurs dans le territoire de la CUA



SITE DE MANJAKARAY 2C

Mise en place par l'ONG EAST, c'est le premier biodigester construit dans la CUA, en 2014. Il utilise un réacteur circulaire en béton coiffé d'une cloche en acier dont le poids régule la pression de biogaz. Sa conception est relativement complexe (fontainerie, compartiments en béton), et son exploitation nécessite quelques produits, mais est maintenant bien rodée. Il prend de la place en hauteur, mais son emprise au sol est d'à peine plus de 60 m² pour une capacité de 30 m³/mois. La fraction liquide des effluents est évacuée dans le marais Masay à proximité, tandis que la fraction solide (des blocs de boue sèche) peut être utilisée en agriculture et ne nécessite pas de traitement complémentaire.

Photographie 4 : Biodigester de Manjakaray 2C



Le biodigester de EAST à Manjakaray 2C (cloche acier) produit des effluents liquides qui transitent par un bassin tampon avec un temps de séjour court, avant de se déverser dans un tuyau enterré qui rejoint le marais Masay. Tous les 2 ans, l'accumulation de la fraction solide nécessite un curage de la cuve, qui est extraite sous forme de pavés de boue qu'ils mettent à sécher (apparemment pas très longtemps), avant de les donner aux agriculteurs du secteur pour une utilisation en amendement.

SITE D'ANOSIBE

Mis en place par l'ONG WSUP, il utilise une technologie différente, comprenant 4 enveloppes de polyéthylène noir formant un circuit suffisamment long et maintenant une chaleur suffisante pour accélérer le processus de digestion et capable de réguler la pression du biogaz qui en est extrait.

Ce choix a été expliqué par des contraintes de temps de mise en œuvre. Ces membranes sont importées du Mexique.

Il a une capacité de 40 m³/mois.

Photographie 5 : Biodigester de Anosibe



SITE D'ANOSIPATRANA ET SITE D'ANTANJOMBE NORD (AMBOHIMANARINA)

Implanté dans la parcelle des services techniques de la CUA et réalisé par le GRET, le biodigester d'Anosipatrana fonctionne depuis septembre 2016 et utilise une technologie de déshydratation des boues après digestion anaérobie. C'est un des plus récents et des plus compacts en termes d'emprise au sol (entre 150 et 200 m², pour une capacité de 40 m³/mois). Le produit final (des blocs de boue sèche) peut être utilisé en agriculture et ne nécessite pas de traitement complémentaire.

Identique au site d'Anosipatrana et également réalisé par le GRET, le biodigester d'Antanjombe Nord est en fonctionnement depuis octobre 2016.

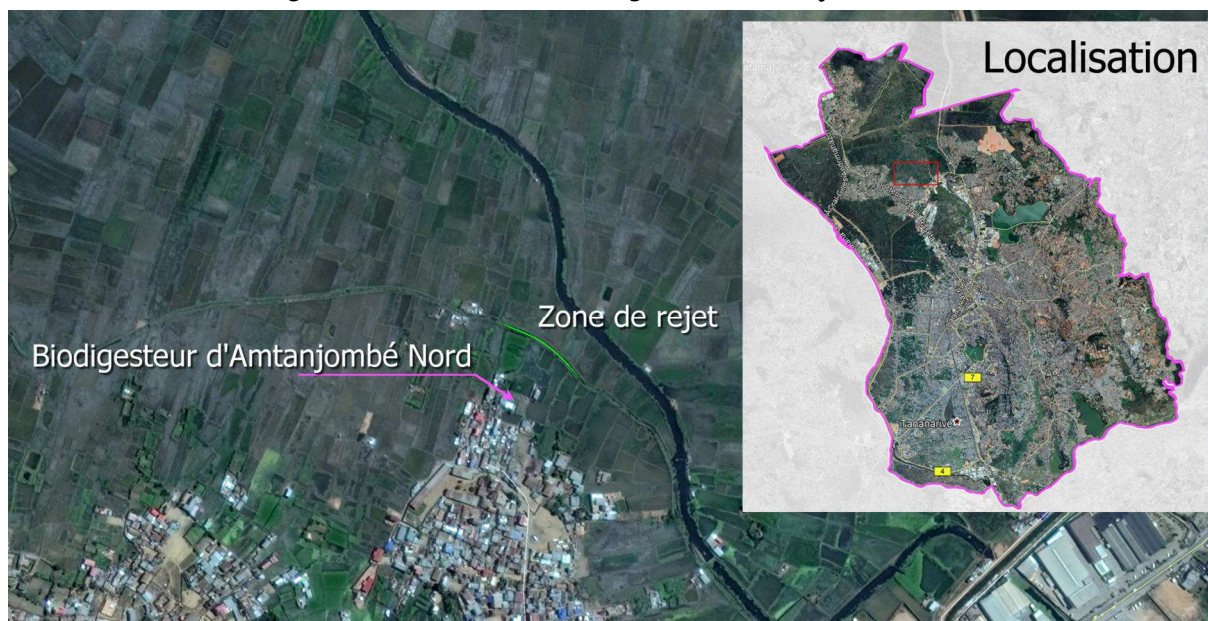
Les deux biodigesteurs du GRET sortent apparemment beaucoup de boues solides qu'ils déshydratent dans les séchoirs :

- Pour Anosipatrana (locaux du SAMVA), la fraction liquide se dirigerait dans un avaloir pour un rejet vers l'extérieur, le point de rejet n'a pas pu être identifié mais au regard de la proximité de l'Ikopa, la destination du rejet est sans doute la rivière.
- Pour Antanjombe, les rejets se font vers un cours d'eau qui rejoint le canal au nord d'Ambohimananarina

Photographie 6 : Biodigester d'Anosipatrana



Figure 4 : Localisation du biodigester d'Antanjombé Nord



SITE D'AMBATOMARO

Réalisé avec l'appui de l'ONG EAST, il reprend la même conception que ceux réalisés par le GRET, et fonctionne depuis mars 2017. Sa capacité est de 25 m³/mois, mais son taux d'utilisation est inférieur à 10 %, à cause d'un manque de publicité et du partenariat avec l'entreprise de vidange, qui fonctionne mal.

Photographie 7 : Biodigesteur d'Ambatomaro



D'un côté, les biodigesteurs ne traitent qu'une toute petite partie des volumes produits par la vidange manuelle, de l'autre le site d'Ambohitrimanjaka n'offre aucun traitement des boues collectées par la vidange mécanisée. Il faut donc considérer qu'à l'heure actuelle, l'infrastructure de traitement des boues est quasi-inexistante dans la CUA.

1.2 ASSAINISSEMENT COLLECTIF

L'objectif de l'assainissement collectif est de créer un système qui collecte et évacue par l'intermédiaire d'un réseau de canalisations, les eaux usées (eaux noires et eaux grises) d'un nombre relativement important d'habitations ou de bâtiments divers, avant de les traiter (dans le meilleur des cas).

A Antananarivo, la construction du réseau d'assainissement a été réalisée en plusieurs étapes :

- Période « coloniale » : réseau unitaire de la vieille ville (vieille ville + ville haute) ;
- Années 60 : Réseaux séparatifs (y compris la station de pompage 67 ha) du quartier des 67 ha ;
- 1960-1961 : Station de pompage Ambodin'Isotry ;
- 1962-1963 : Réseau séparatif d'Ambodin'Isotry ;
- Pas de réalisation majeure après PDA 1974 sauf la station de pompage Anatihazo et programme d'urgence Isotry et Tsaralalana.
- 1986 : Réseau unitaire d'Anatihazo
- 1989 : Station de pompage d'Anatihazo :
- 1985-86 : Réhabilitation d'une partie du réseau de la ville :
 - Quartier Est : Besarety – Avaradoha – Andravoahangy,
 - Collecteurs du lac Anosy (Sud – Sud-Est et Est),
 - Collecteurs du lac Behoririka,
 - Collecteurs Nord-Est de la ville : quartier d'Antohamadinika.
- 1998-1999 (SADE, BAU, SMATP, TSIMANAVAKA) :
 - Réhabilitation de la chaîne de transfert et des stations de pompage Ambodin'Isotry et 67ha et Construction de la station de pompage Ampefiloha
 - Réhabilitation des réseaux de desserte eaux usées :
 - Réhabilitation de la presque totalité du réseau séparatif : quartiers NW-SW et NE des 67 ha, Ambodin'Isotry, Cité d'habitation d'Ampefiloha, Cité Administrative et Hôpital HJRA,
 - Réhabilitation des réseaux unitaires :
 - 3 Collecteur de ceinture du lac Behoririka,
 - 3 Réseau étoilé de la place Andrianjaka,
 - 3 Réseaux des quartiers Isotry et Tsaralalana ouest
 - 3 Réseaux d'Anatihazo et Manarintsoa,
 - 3 Réseaux des quartiers de Besarety et Andravoahangy
 - Réhabilitation des stations de pompage d'Isotry et Anatihazo,
 - Aménagement du déversoir d'orage/vanne au niveau du lac Anosy (offrant la possibilité d'un passage en fonctionnement séparatif strict du réseau en aval de celui-ci).
 - Curage du lac Behoririka, du bassin d'Anatihazo et du lac Anosy.

Depuis cette période, les travaux sur le réseau d'assainissement a consisté à de la rénovation de réseaux unitaires et séparatifs existants au niveau de la vieille ville et du secteur de 67 ha.

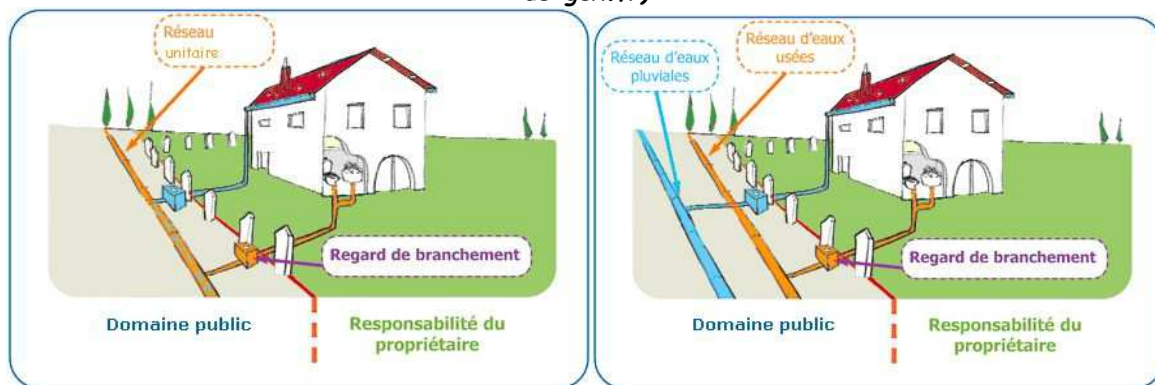
1.2.1 Le maillon Collecte et Évacuation : les réseaux collectifs

1.2.1.1 Réseaux

Le maillon « Collecte et Evacuation » de l'assainissement collectif des eaux usées est réalisé au moyen de deux types de réseau de collecte au sein de la CUA :

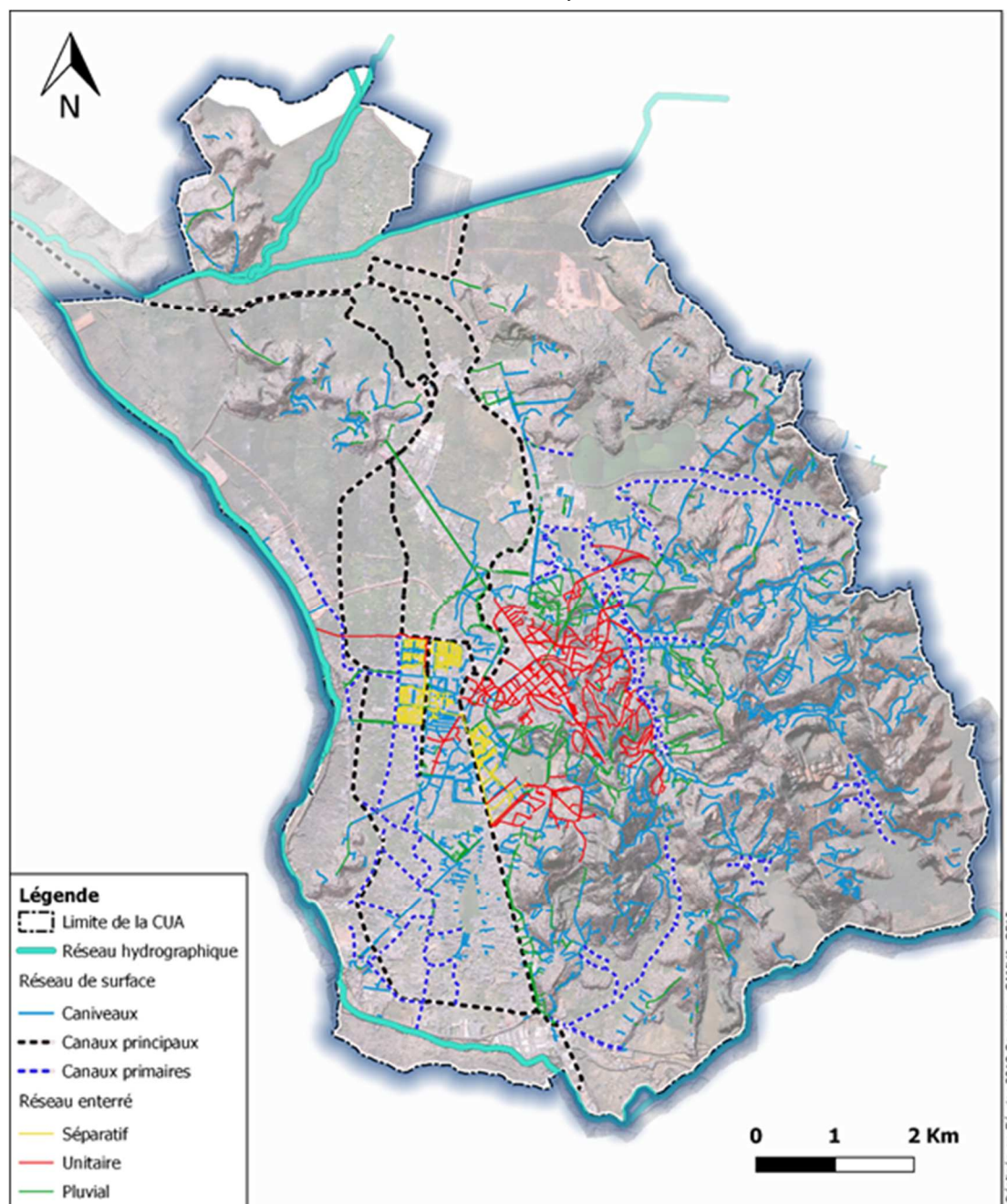
- Les réseaux « unitaires » pour lesquels l'ensemble des eaux usées et pluviales est évacué par un réseau unique, équipé de déversoirs d'orage permettant, en cas de pluies intenses, le rejet par surverse d'une partie des eaux, dirigées par un évacuateur vers le milieu naturel.
- Les réseaux « séparatifs » qui sont affectés à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères), alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assuré par un autre réseau.

Figure 5 : Principe des réseaux d'assainissement unitaire et séparatif (Source : <http://www.cc-pays-de-gex.fr>)



La carte suivante présente les différentes typologies de réseau rencontrées sur le territoire de la CUA.

Carte 2 : Typologie des réseaux sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)



Les principaux éléments de la description patrimoniale en lien avec l'assainissement collectif sont rappelés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Bilan patrimonial du réseau assainissement

	Réseau Séparatif	Réseau Unitaire	Total
Linéaire (km)	24,734	61,119	85,853
Diamètres principaux (mm)	150	Entre 300 et 1000	Entre 150 et 1000
Matériaux principaux	Fibre ciment	Béton	Fibre ciment & Béton

Les figures et cartes suivantes présentent les matériaux et dimensions des réseaux rencontrés sur le territoire de la Commune Urbaine d'Antananarivo.

DIMENSIONS DES RESEAUX

- Réseaux séparatifs :
 - Exclusivement des canalisations circulaires,
 - Grande majorité de diamètre 150 mm (66.81%) puis de diamètre 200 mm (8.35%),
 - Bonne connaissance des diamètres : seul 1.73% du linéaire de réseau à un diamètre inconnu.
- Réseaux unitaires :
 - Grande disparité au niveau des dimensions,
 - Présence de canalisations circulaires, dalots (16% du linéaire de réseau) ainsi que quelques portions en ovoïdes (localisés au niveau du centre-ville et permettant d'évacuer directement une partie des eaux dans le canal Andriantany),
 - 25,51% des dimensions du réseau unitaire n'est pas connu.

Figure 6: Répartition des dimensions du réseau séparatif

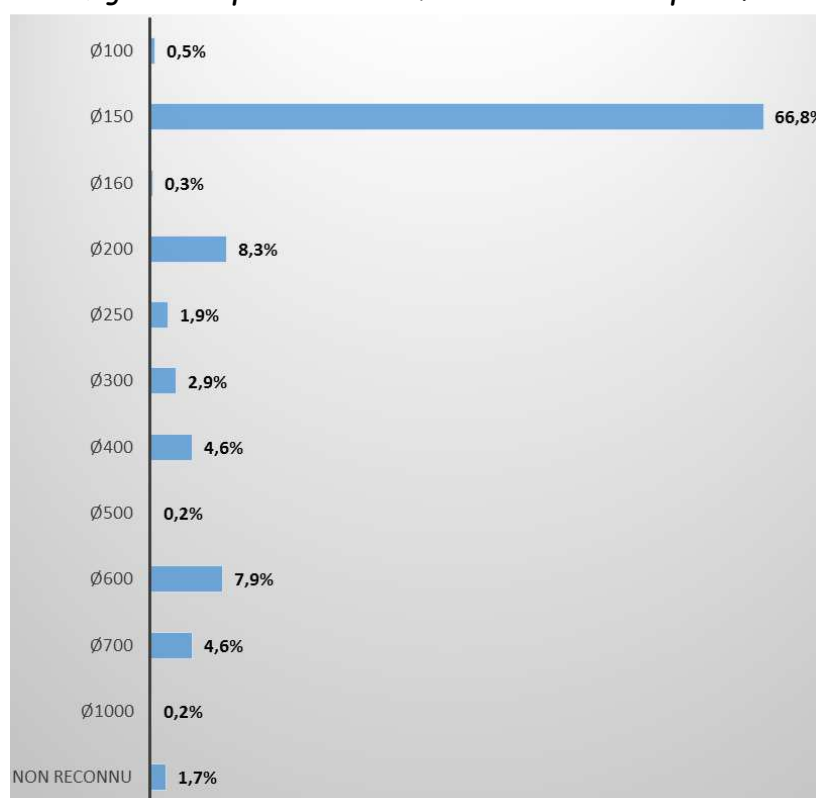
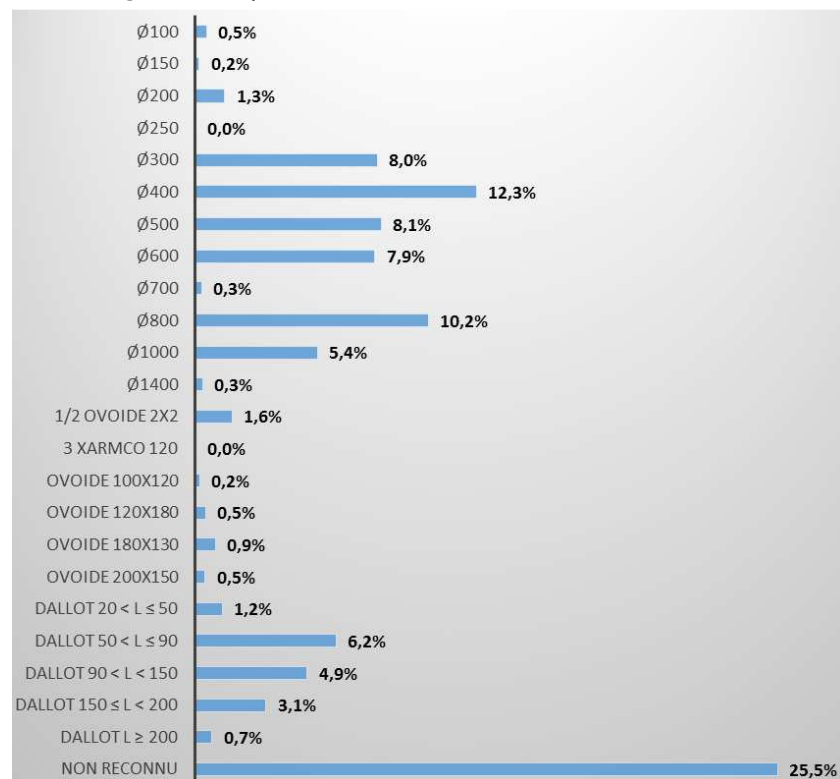
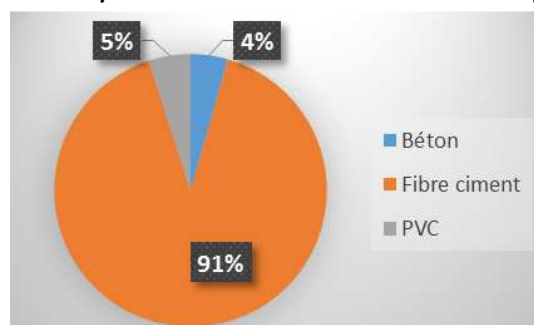
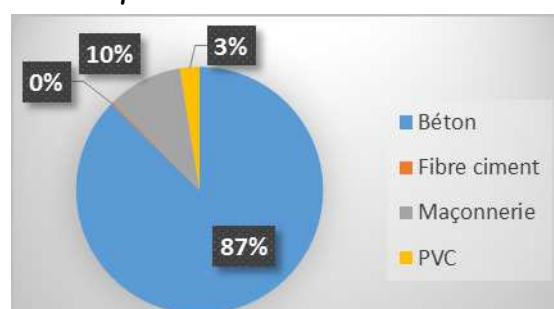


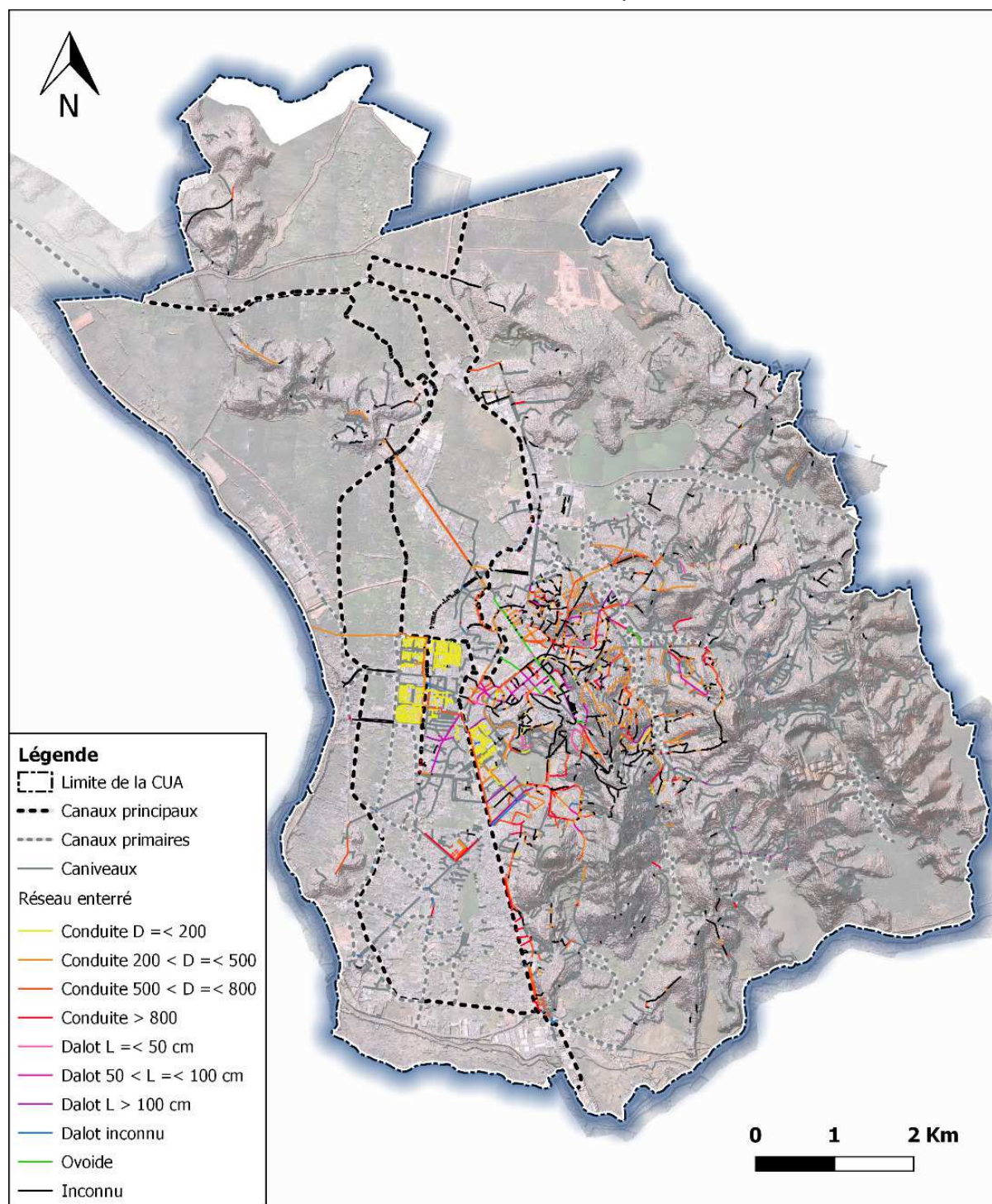
Figure 7 : Répartition des dimensions du réseau unitaire

MATERIAUX

- Réseaux séparatifs : presque exclusivement (environ 90%) constitué de fibre ciment,
- Réseaux unitaires : majorité de béton (environ 90%).

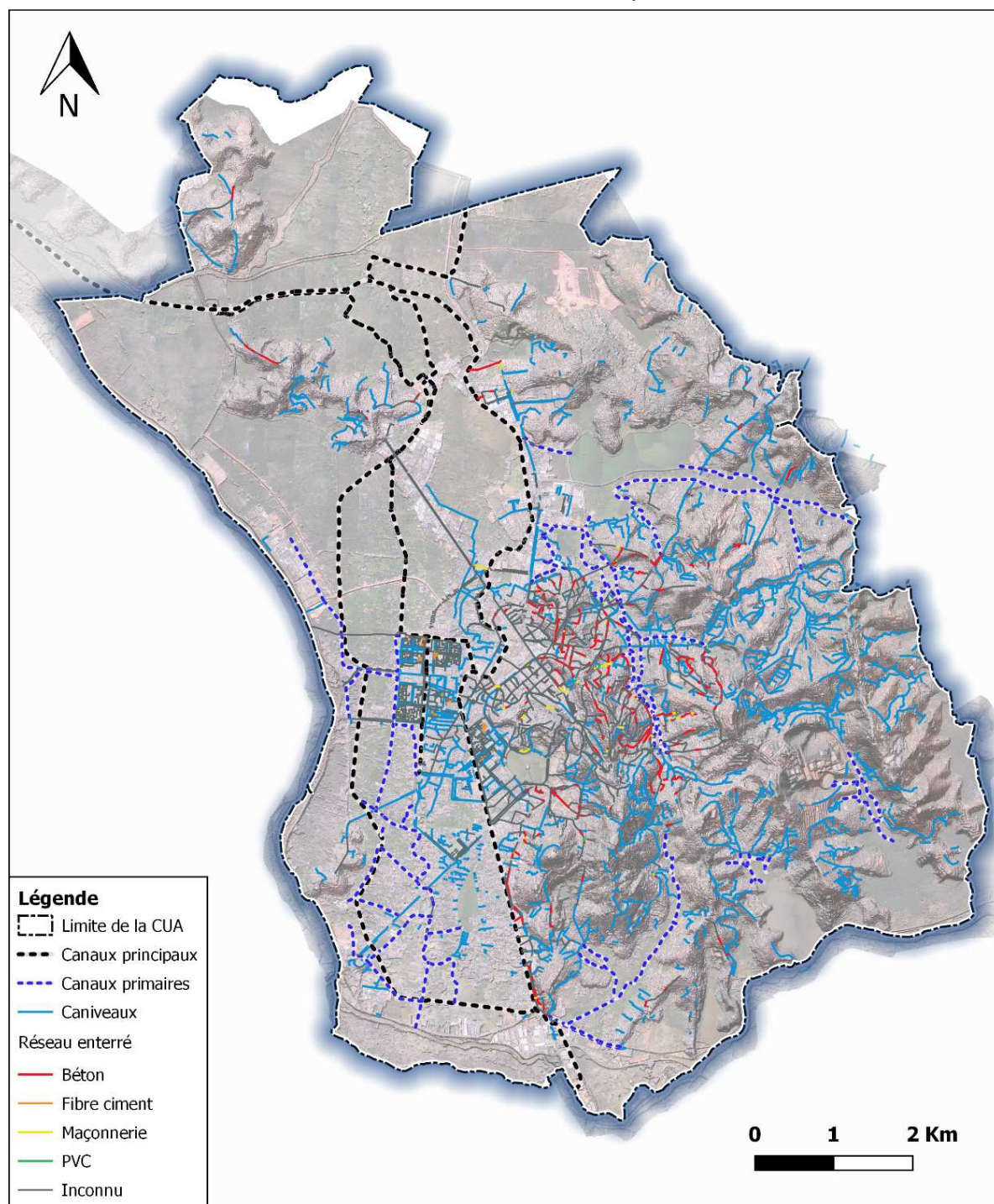
Figure 8 : Répartition des matériaux du réseau séparatif**Figure 9 : Répartition des matériaux du réseau unitaire**

Carte 3 : Dimensions du réseau enterré sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)



Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRL

Carte 4 : Matériaux du réseau enterré sur le territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1 du Fascicule 6)



1.2.1.2 Ouvrages

CHAMBRES A SABLE ET DEVERSOIRS D'ORAGE

Le réseau comprend 10 chambres à sable et 5 déversoirs d'orage.

Pour la description des chambres à sable, se reporter au Fascicule 2 – Erosion et Sédimentologie.

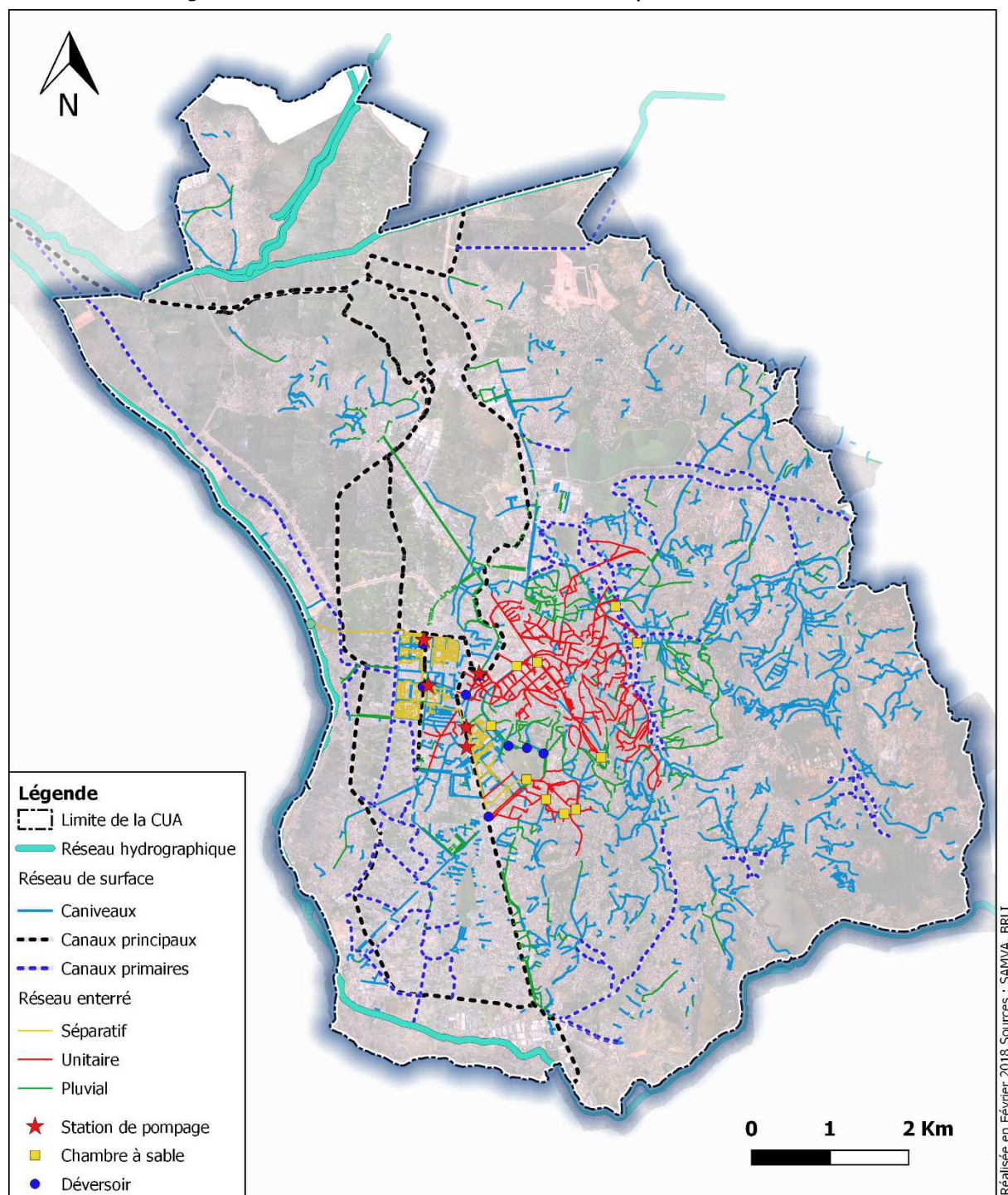
STATIONS DE REFOULEMENT/RELEVAGE

Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques de chaque station de pompage. A noter que les caractéristiques indiquées dans la dernière colonne correspondent aux équipements installés lors des travaux de réhabilitation réalisés en 1999. Aujourd'hui, une partie non négligeable de ces pompes est hors service. A noter également que les travaux prioritaires de première phase réalisés dans le cadre du PIAA sur l'année 2018 intègrent une réhabilitation de l'ensemble de ces stations de pompage qui ont également fait l'objet d'un redimensionnement (Cf. Activité 5 de la Tranche Ferme du PIAA et travaux en cours).

Tableau 6 : Caractéristiques des stations de pompage

Nom	Type	Localisation	Fonction	Caractéristiques
Ampefiloha	Refolement	Dans l'enceinte des Cités Ampefiloha, au bord du Canal Andriantany.	➤ Reçoit les eaux usées des cités (cité Ampefiloha et blocs administratifs) et celles des quartiers aux alentours (Ankadilalana, Mahamasina Atsimo, Anosy, Anosibe...) et les refoule vers la station des 67 ha.	➤ Nombre de pompes installées : 3. ➤ Débit unitaire : 100 l/s, ➤ HMT : 13 mCE, <i>Données SAMVA</i>
Ambodin'Isotry	Refolement	Dans l'enceinte de la cité d'Ambodin'Isotry, près du bâtiment où il y a le transformateur de la JIRAMA au bord de la route débouchant sur 67ha Nord, il s'agit de la plus petite des cinq stations de pompage.	➤ Reçoit les eaux usées des cités Ambodin'Isotry (divisées en 3 secteurs) et les refoule dans le canal Robert à proximité de la cheminée de mise en charge du refolement SP Ampefiloha – SP 67ha pour éviter les débordements chroniques dans les cités.	➤ Nombre de pompes installées : 2 ➤ 1 groupe électropompe de 12 l/s à 10 mCE ➤ 1 groupe électropompe de 18 l/s à 10 mCE <i>Données SAMVA</i>
67 ha	Refolement	Quartier d'Ankasina, rue Lâlana F. Andriamanato	➤ Reçoit les eaux usées des quartiers 67 Nord-Est, 67 Nord-Ouest, 67 Centre-Ouest, 67 Sud et en provenance de la station de pompage Ampefiloha.	➤ Nombre de pompes installées : 3. ➤ Débit unitaire : 133 l/s, ➤ HMT : 19 mCE, <i>Données SAMVA</i>

Nom	Type	Localisation	Fonction	Caractéristiques
			➤ Refoulement, après dégrillage sommaire, vers la rivière Ikopa à Andohatapenaka.	
Anatihazo	Relevage	Bas quartier de Manarintsoa Anatihazo, à environ 150 mètres de la route principale du Complexe Scolaire d'Ampefiloha, ruelle vers Pont Bekiraro.	➤ Pompage des eaux usées et des eaux pluviales depuis le bassin tampon vers le canal Andriantany, afin que les bas-quartiers tels que Manarintsoa et Anatihazo ne soient pas inondés lors des périodes pluvieuses.	➤ Nombre de pompes installées : 4. ➤ Débit unitaire : 250 l/s ➤ HMT : 4,5 mCE <i>Données SAMVA</i>
Isotry	Relevage	Juste sur le côté gauche avant le pont d'Antohamadinika, au bord du canal Andriantany en prenant la route menant vers le stationnement des taxis brousses vers Ambatondrazaka	➤ Pompage des eaux unitaires provenant des quartiers Ouest (Ambalavao, Isotry et Tsaralalàna Ouest) vers le canal Andriantany. Il s'agit du réseau en étoile au niveau de la place Andrianjaka (Rond-point d'Isotry), du réseau Isotry et Tsaralalàna Ouest. ➤ Les eaux unitaires provenant desdits quartiers sont transitées dans des dalots 80cm x140cm puis dans des conduites enterrées en PVC Ø600 et débouchent dans la bache d'accumulation n°1 de la station au moyen de deux dalots 120cm x 180cm. Les eaux sont ensuite refoulées vers le canal Andriantany. ➤ A noter que la station Isotry est de taille importante et semble avoir été conçue pour accueillir d'autres dalots en provenance du Nord comme le témoigne la présence d'une deuxième bache d'accumulation équipée d'un piège à sable en attente.	➤ Nombre de pompes installées : 2. ➤ Débit unitaire : 333 l/s, ➤ HMT : 4 mCE, ➤ 1 pompe d'épuisement : <ul style="list-style-type: none"> ◆ Débit : 15 l/s, ◆ HMT : 10 mCE. <i>Données SAMVA</i>

Carte 5 : Ouvrages du réseau d'assainissement de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1).

1.2.2 Le maillon Traitement

1.2.2.1 Contexte réglementaire

REGLEMENTATION NATIONALE

Concernant le rejet des eaux usées dans le milieu récepteur et les exigences réglementaires à respecter, deux décrets sont en application :

- **Décret n°2003/464 du 15 avril 2003 portant classification des eaux de surface et réglementation des rejets d'effluents liquides :**

En relation avec notre étude, il a été relevé les articles 5, 6, 8 et 9 qui indiquent :

« Article 5 - Afin de préserver les ressources en eau (objectifs de qualité), les rejets d'eaux usées doivent être incolores, inodores et respecter la qualité suivante :

PARAMETRES	UNITE	NORMES
FACTEURS ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES		
pH		6,0 - 9,0
Conductivité	µs/cm	200
Matières en suspension	mg/l	60
Température	°C	30
Couleur	échelle Pt/Co	20
Turbidité	NTU	25
FACTEURS CHIMIQUES		
Dureté totale comme CaCO ₃	mg/l	180,0
Azote ammoniacal	mg/l	15,0
Nitrates	mg/l	20,0
Nitrites	mg/l	0,2
NTK (azote total Kjeldahl)	mg/l-N	20,0
Phosphates comme PO ₄ ³⁻	mg/l	10,0
Sulfates comme SO ₄ ²⁻	mg/l	250
Sulfures comme S ²⁻	mg/l	1,0
Huiles et graisses	mg/l	10,0
Phénols et crésols	mg/l	1,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	mg/l	1,0
Agents de surface (ioniques ou non)	mg/l	20
Chlore libre	mg/l	1,0
Chlorures	mg/l	250
FACTEURS BIOLOGIQUES		
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	150
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	mg/l	50
FACTEURS INDESIRABLES		
METAUX		
Aluminium	mg/l	5,0
Arsenic	mg/l	0,5
Cadmium	mg/l	0,02
Chrome hexavalent	mg/l	0,2
Chrome total	mg/l	2,0
Fer	mg/l	10,0
Nickel	mg/l	2,0
Plomb	mg/l	0,2
Etain	mg/l	10,0
Zinc	mg/l	0,5
Manganèse	mg/l	5,0
Mercure	mg/l	0,005
Sélénium	mg/l	0,02

PARAMETRES	UNITE	NORMES
AUTRES SUBSTANCES		
Cyanures	mg/l	0,2
Aldéhydes	mg/l	1,0
Solvants aromatiques	mg/l	0,2
Solvants azotés	mg/l	0,1
Solvants chlorés	mg/l	1,0
Pesticides organochlorés	mg/l	0,05
Pesticides organophosphorés	mg/l	0,1
Pyréthrinoides	mg/l	0,1
Phénylpyrazoles	mg/l	0,05
Pesticides totaux	mg/l	1,0
Antibiotiques	mg/l	0,1
Polychlorobiphényles	mg/l	0,005
RADIOACTIVITE	Bq	20
FACTEURS MICROBIOLOGIQUES		
Coliformes totaux	Colonies	500
<i>Escherischia coli</i>		100
Streptocoques fécaux		100
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs		100

Les paramètres de base pour chaque secteur d'activité seront extraits de ce tableau en fonction des besoins de la situation.

Article 6 - Aucun effluent ne doit causer des nuisances olfactives à une distance de 10 mètres de la source.

Article 8 - Les valeurs limites de rejet seront définies par d'autres textes qui peuvent prendre un caractère sectoriel suivant leurs spécificités ; elles tiendront compte de la qualité des milieux récepteurs.

Article 9 - Les effluents ne doivent présenter aucun risque microbiologique pour les riverains. »

A la lecture de ces articles, il est donc obligatoire de rejeter des eaux avec des niveaux de qualité assez élevés. Dans tous les cas, les caractéristiques des eaux usées ne permettent pas un déversement direct sans traitement pour respecter les concentrations mentionnées dans le tableau ci-dessus.

- **Décret n°2003-943 relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines :**

En relation avec notre étude, il a été relevé les articles 6 et 13 qui indiquent :

« Article 6. -Les déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects et plus généralement tous les faits susceptibles d'altérer la qualité de l'eau superficielle ou souterraine, ci - après dénommés "déversements", sont soumis à l'autorisation délivrée par le directeur de l'Agence de bassin concernée, après enquête publique.

Dans tous les cas, les caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques d'une eau usée déversée doivent être conformes à des exigences minimales des dispositions du décret n°2003-464 du 15 Avril 2003 portant classification des eaux de surface et réglementation des rejets d'effluents liquides.

Article 13 - Le rejet d'effluents aqueux dans le milieu naturel et le sol par voie d'épandage doit répondre aux conditions des dispositions du décret visé à l'article 6 ci-dessus. En ce qui concerne leur rejet dans les réseaux publics d'assainissement et dans les puits filtrants les dispositions du présent décret s'y appliquent.

I-RESEAUX PUBLICS D' ASSAINISSEMENT :

(a) Pour les réseaux publics d'assainissement pourvue, à leur extrémité, d'une station d'épuration collective, les rejets: -Ne devront contenir aucun produit susceptible de dégager en égout des gaz ou vapeurs toxiques dont la teneur ne doit pas excéder 500mg/l de matières en suspension, -Seront débarrassés de matières flottables, précipitantes -Devront présenter une demande biochimique d'oxygène inférieure à 500mg/l -Devront présenter une concentration en matière organiques telle que l'azote n'excédant pas 150mg/l

(b) Pour les réseaux publics d'assainissement non pourvus à leur extrémité d'une station d'épuration collective : - Outre le I) prévu en (a) ci-dessus, le rejet ne doit pas contenir plus de 100 mg/l de matières en suspension - La demande biochimique en oxygène doit être inférieure à 200 mg/l - La concentration en azote ne doit pas excéder 60 mg/l - La concentration en azote ne doit pas excéder 60mg/l - Le rejet ne doit pas renfermer de substances susceptibles d'entraîner la destruction et la dégradation de toute vie aquatique ou piscicole en aval du point de déversement.

(c) Lorsque le point de déversement se trouve placé à proximité des prises d'eau urbaines ou des plages, le rejet devra remplir les mêmes conditions sauf les précisions ci - après : -La teneur en matières en suspension ne doit pas être inférieure à 30mg/l -La demande biochimique en oxygène ne doit pas être inférieure ou égale à 40mg/l -La teneur en azote totale ne doit être inférieure à 10mg/l

II-PUITS FILTRANTS : Le rejet :

- 1) ne contiendra pas plus de 50 mg/l de matières en suspension,
- 2) devra présenter une demande biochimique en oxygène inférieure à 100 mg/l,
- 3) devra avoir une concentration en azote total inférieure à 30 mg / l ».

Analyse/Commentaires :

Niveau de rejet sans traitement :

Ces deux décrets présentent des contraintes fortes et une incohérence en termes de technicité. En effet, sans ouvrage de traitement avant rejet, un effluent de type eaux usées ne peut répondre aux normes indiquées. La seule solution serait de diluer les effluents ce qui n'est pas envisageable puisque le réseau eaux usées est en partie en séparatif, sa conception n'est pas basée sur le transport d'eaux autres que les eaux usées.

Niveau de rejet avec traitement :

Même avec des technologies adaptées, certaines normes mentionnées dans le (a) du décret n°2003-943 sont difficiles à atteindre de manière pérenne : DCO, MES. Il ne faudrait pas qu'une réglementation environnementale nationale trop contraignante soit un frein au développement des stations de traitement.

REGLEMENTATION LOCALE

Concernant le rejet des eaux usées dans le milieu récepteur et les exigences réglementaires à respecter, un arrêté municipal est en application :

- **Code municipal d'hygiène de la Commune Urbaine d'Antananarivo**

En relation avec notre étude, il a été relevé les articles 10, 11, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 31, 58, 30 et 61 qui indiquent :

« TITRE II DE LA PREVENTION ET DU RETABLISSEMENT DE LA SALUBRITE PUBLIQUE
CHAPITRE II PROPRETE DES DOMICILES, LIEUX ET ESPACES PUBLICS

Section 1 - Les habitations et dépendances

Article 10 : Toute maison d'habitation et établissement à usage collectif doit être pourvue de fosse d'aisance. Les latrines situées en dehors de la maison d'habitation ne peuvent être installés à moins de 3 mètres de la bordure de la voie publique ou de la limite des propriétés voisines. Elles doivent être maintenues constamment en bon état d'entretien et de propriété.

Article 11 : Il est formellement interdit de faire fonctionner des fosses perdues jusqu'à complète obstruction. Les vidanges des fosses perdues ne peuvent s'effectuer qu'après autorisation de la Commune Urbaine sur demande écrite déposée un mois avant les opérations. Elles ne peuvent s'effectuer que pendant la nuit et au cas où le transport des matières fécales se fait manuellement, le lieu d'enfouissement desdits matières ne peut point dépasser la limite de la propriété.

Section 3 - Les eaux de pluie et eaux usées

Article 18 : ... **Toute construction nouvelle à proximité d'une rue où existe l'égout doit être disposée de manière à y déverser directement et souterrainement les eaux pluviales et ménagères.**

Article 19 : **Il est formellement interdit de jeter les eaux usées par les fenêtres ou de les déverser sur les voies publiques. Il est également interdit de jeter dans les canaux, rivières, lacs ou étangs ou de déposer sur leurs berges des immondices, des débris de toutes sortes y compris les matières fécales et les eaux grasses.**

Article 20 : **Les eaux provenant d'établissements industriels et de formation sanitaire ne peuvent en aucun cas être déversées dans les caniveaux, mais évacuées par une canalisation ou transportées directement à l'égout. Elles doivent subir un traitement préalable adapté à leur nature et ne pas avoir une température supérieure à 30°. Dans tous les cas, le déversement et l'évacuation de tous les déchets industriels doivent se conformer aux recommandations du rapport d'étude d'impact des activités de l'établissement concerné. Le jet d'hydrocarbures dans les égouts est formellement interdit.**

Article 21 : ... **Dans les terrains bâtis, les propriétaires ou les occupants doivent prendre toutes les dispositions pour assurer l'écoulement des eaux de toute provenance...**

Section 4 Les bornes fontaines et lavoirs publics

Article 23 : ... **Toute utilisation de la borne fontaine autre que l'approvisionnement en eau potable, notamment la lessive, le lavage des ustensiles de cuisine, la toilette corporelle, le lavage de véhicules ainsi que toute introduction des matières excrémentielles ou autres matières susceptibles de nuire à la salubrité de l'eau des sources servant à l'alimentation publique, sont interdites.**

Article 24 : **Il est interdit d'abandonner des cadavres d'animaux, des débris de boucherie, fumier, de matières fécales, en général des résidus d'animaux putrescibles dans les excavations, susceptibles de contaminer les eaux livrées à la consommation.**

Section 6 - Mesures diverses pour la préservation de la salubrité publique

Article 31 : ... **Tout fait d'uriner ou de jeter des matières fécales en tous lieux en dehors des infrastructures réservées à cet effet est strictement interdit. ...**

TITRE III DE LA SECURITE PUBLIQUECHAPITRE II REGLEMENTATION DES VOIES PUBLIQUESSection 1 – Ecoulement des eaux

Article 58 : **Toute propriété située en contrebas des voies doit permettre le libre écoulement des eaux et plus particulièrement des eaux pluviales.**

Article 60 : **L'établissement sur les routes des conduites pour l'écoulement ou la distribution des eaux, est soumis à l'autorisation préalable du Maire de la Commune Urbaine d'Antananarivo-Renivohitra. L'autorisation précise les conditions d'exécution des travaux, notamment l'ouverture des tranchées, l'obligation de remise en état des chaussées. ...**

Article 61 : **Le rejet des eaux d'une propriété riveraine dans un égout existant sous la voie publique, doit se faire directement par un conduit dont les matériaux et les dispositions sont indiqués par l'autorisation. »**

L'inobservation des dispositions est soumise au paiement de sanction pécuniaire de :

- Première catégorie (5 000 Ar) pour les articles 11, 19, 21, 23, 31, 58,
- Deuxième catégorie (10 000 Ar) pour l'article 24,
- Troisième catégorie (50 000 Ar) pour l'article 20.

Analyse/Commentaires :

Les principales obligations concernant les eaux usées/excrétas sont :

- Interdiction de rejeter les eaux usées sur la voie publique avec une obligation de rejeter les eaux usées au réseau existant à proximité le cas échéant. Si aucun réseau n'est présent, il est obligatoire de mettre en place une fosse d'aisance.
- Concernant la gestion des excréments :
 - Interdiction de faire fonctionner les fosses perdues jusqu'à complète obstruction ;
 - Une autorisation est nécessaire pour pratiquer la vidange des fosses perdues. La vidange est autorisée la nuit uniquement. Dans le cas des vidanges manuelles, l'enfouissement des matières de vidange doit se faire dans la limite de la propriété ;
 - Interdiction de rejet des matières de vidanges et des eaux grasses dans les canaux, rivières, lacs et étangs ;
- Pas de niveau de rejet maximum pour les eaux usées dans les réseaux et le milieu naturel ;
- Eaux industrielles : Déversement interdit dans les caniveaux mais autorisé dans les égouts sous réserve d'un traitement préalable adapté à leur nature. Rejet d'hydrocarbures interdits dans les réseaux ;
- Interdiction de pratiquer la défécation à l'air libre.

Note : Une analyse sur le plan institutionnel et réglementaire de ce texte est également disponible dans le Chapitre 3.3.5 du Fascicule 8.

1.2.2.2 Infrastructures de traitement des eaux usées

Les réseaux d'assainissement des eaux usées (eaux noires⁶ et eaux grises⁷) ne sont connectés à aucune infrastructure de traitement des eaux usées. Les eaux sont directement rejetées au milieu naturel.

⁶ Eaux noires : Mélange d'urine, de fèces et d'eau de chasse, plus de l'eau de nettoyage.

⁷ Eaux grises : Eau provenant du lavage des aliments, des vêtements et de la vaisselle, de même que des baignoires et lavabos mais pas des toilettes.

2. BILAN/DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTES

2.1 ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF/GESTION DES EXCRETAS

Le but de l'Activité 6 - Diagnostic est d'établir l'inventaire de toutes les pratiques actuelles en termes d'assainissement domestique (excréta) sur le territoire de la CUA.

Ces pratiques varient en fonction des comportements et habitudes de chaque ménage, mais surtout en fonction de leur équipement. Le type de dispositif d'assainissement sera donc la clé d'analyse de ce chapitre, en respectant le découpage expliqué dans la première partie du document :

1. Type de toilettes,
2. Type de fosses.

Les enquêteurs ont décrit et expliqué ces catégories aux interrogés avec suffisamment de détails pour garantir la capacité de ces derniers à bien classer leur équipement dans la bonne catégorie.

2.1.1 Diagnostic qualitatif

2.1.1.1 Maillon Accès : Type de toilettes

2.1.1.1.1 Répartition des ménages selon le type de toilettes

MÉNAGES N'AYANT PAS DE LATRINES SUR LEUR PARCELLE

7,4 % des ménages interrogés n'ont pas de lieux d'aisance dans leur parcelle.

Utilisation des toilettes publiques

Sur ces 7,4 %, plus de la moitié (4,4 %) utilisent les toilettes publiques et les trois quarts d'entre eux n'en sont pas satisfaits, se plaignant de la distance et des odeurs.

Défécation à l'air libre ou assimilé

Les 3 % restant ont des pratiques de défécation à l'air libre (avouées pour 0,8 % des ménages interrogés, tandis que 2,2 % parlent de l'utilisation de pots dont le déversement final ne doit pas être très éloigné de la défécation à l'air libre). Ces ménages ne se retrouvent pas dans une zone géographique particulière de la CUA, mais plutôt à la limite du bâti et des rizières (ou marais) dans plusieurs quartiers de la ville. C'est une situation largement influencée par la présence d'espace libre et d'un milieu récepteur.

Il est également intéressant de noter que, dans leur quasi-totalité, les ménages pratiquant la défécation à l'air libre sont conscients que cette pratique constitue à la fois un risque pour la santé et une pollution de l'environnement. Un tiers d'entre eux se plaignent des odeurs, presque un autre tiers de la saleté que cela représente et la majorité du tiers restant se plaignent du manque d'intimité.

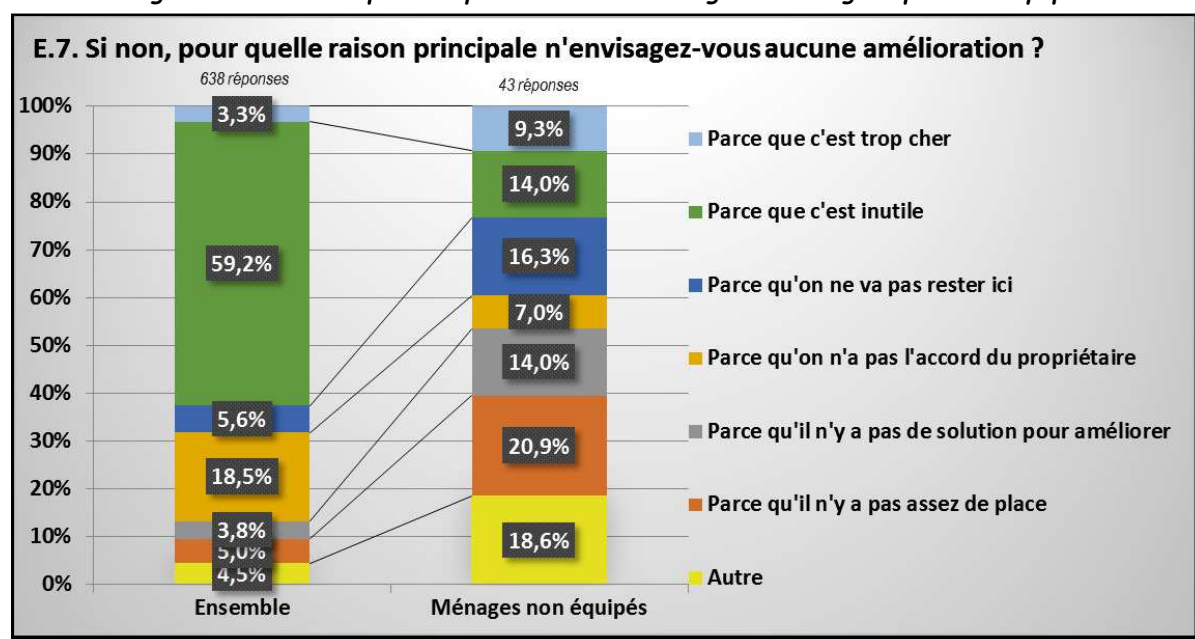
Souhait d'amélioration de leur équipement

Presque la moitié des ménages non équipés souhaiterait avoir des toilettes dans la parcelle pour améliorer cette situation (dont un quart seulement évoque le souhait d'avoir des toilettes pas seulement dans la parcelle, mais dans la maison même).

Cela fait donc un peu plus de la moitié des ménages non équipés qui ne parle pas d'améliorer leur équipement.

Les raisons pour lesquelles ces ménages non équipés n'envisagent pas d'améliorer leur assainissement s'écartent de celles citées par l'ensemble des ménages :

Figure 10 : Raisons pour lesquelles certains ménages n'envisagent pas de s'équiper

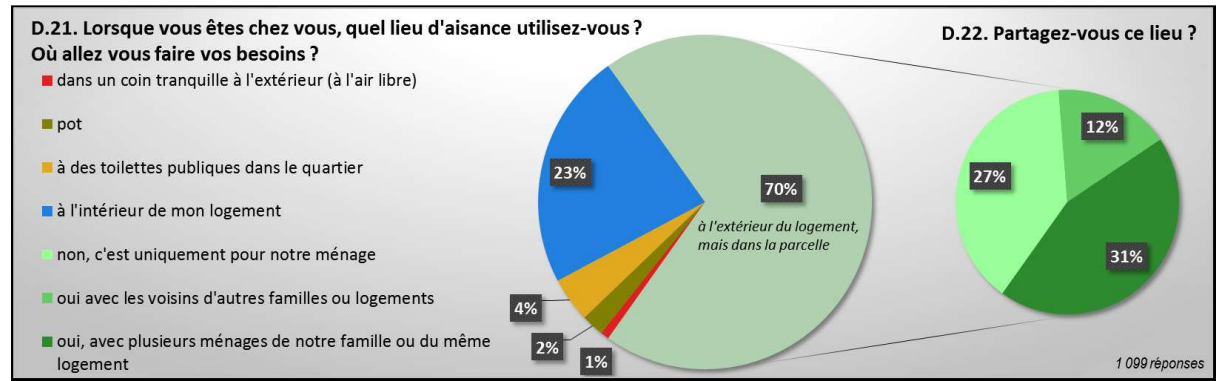


638 ménages ont répondu qu'ils n'envisageaient pas d'amélioration de leur équipement dans les 2 prochaines années. Parmi eux, 43 sont des ménages sans aucun équipement sur leur parcelle. Parmi les 638, une majorité de 60 % explique que c'est inutile. Mais parmi les ménages non équipés, cette proportion chute à 14 %. Pareil pour l'accord du propriétaire, qui est un facteur de blocage pour 18,5 % pour l'ensemble, mais ne concerne plus que 7 % des ménages non équipés. Donc pour le sous-ensemble des ménages non équipés, ce sont surtout le manque de place et le risque de déménager qui sont les premiers facteurs de blocage. Il est intéressant de noter que le prix n'est pas dans les 5 premières raisons pour les ménages non équipés, et encore moins pour l'ensemble.

MENAGES EQUIPES SUR LEUR PARCELLE

92,6 % des ménages enquêtés ont accès à des latrines dans leur parcelle, dont seulement 23 % sont dans la maison elle-même.

Figure 11 : Lieu d'aisance et accès partagé



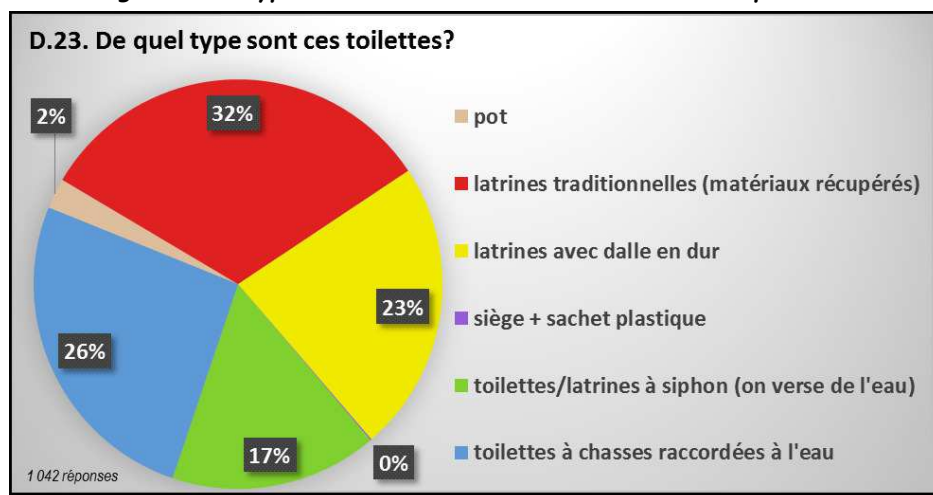
C'est un premier indicateur important : même si le niveau d'équipement est très variable comme démontré dans la suite du document, le constat est que la majorité des ménages ont déjà un lieu d'aisance.

Lorsqu'elles sont situées à l'intérieur du logement, il est rare de partager ses toilettes en dehors du cercle familial (2 % des cas). En revanche parmi les 70 % dont les toilettes sont sur la parcelle, presque deux tiers les partagent (avec d'autres ménages de la même famille ou avec des voisins).

Au final, les latrines véritablement partagées avec les voisins ne sont pas si nombreuses que cela (12 % seulement).

Le type de toilettes ou latrines utilisées par les ménages équipés est assez variable :

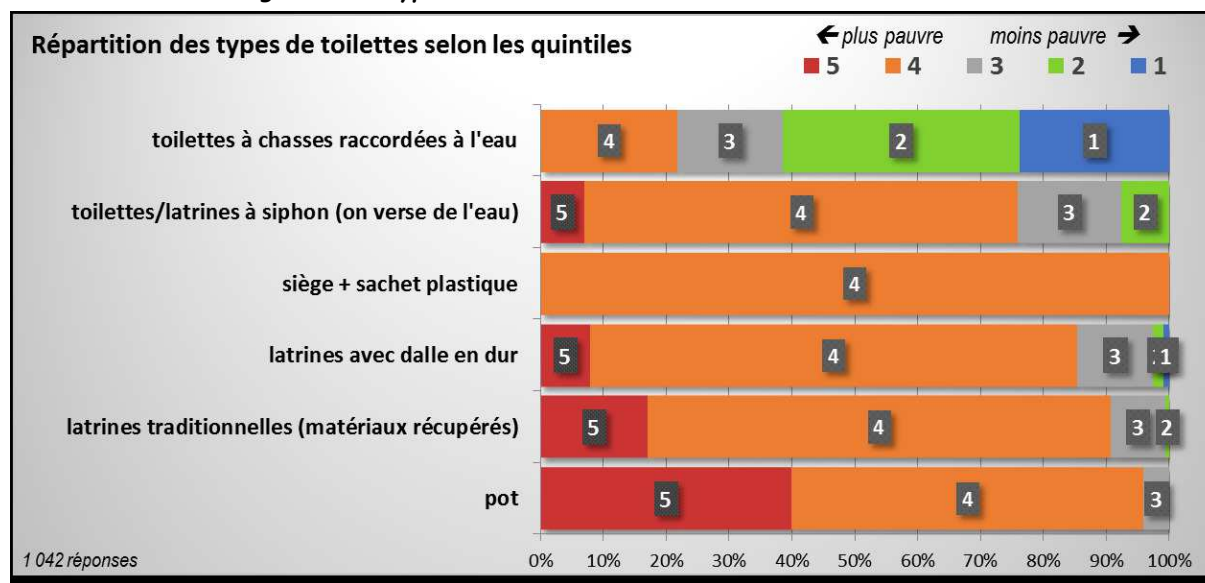
Figure 12 : Type de toilettes utilisées à l'intérieur des parcelles



Il est à noter que 43 % des toilettes sont à chasse (17 % manuelles et 26 % raccordées à l'eau), donc avec siphon (bonne barrière contre les odeurs et mouches) ce qui en fait des toilettes hygiéniques.

Ces différents types de toilettes (cabine et dalle) sont corrélés avec le niveau de revenu comme le montre la figure ci-après. Les ménages les plus aisés (1^{er} et 2nd quintiles) ne possèdent pratiquement que des toilettes à chasses raccordées, technologie dont les ménages du dernier quintile sont exclus.

Figure 13 : Types de toilettes en fonction du niveau de revenus



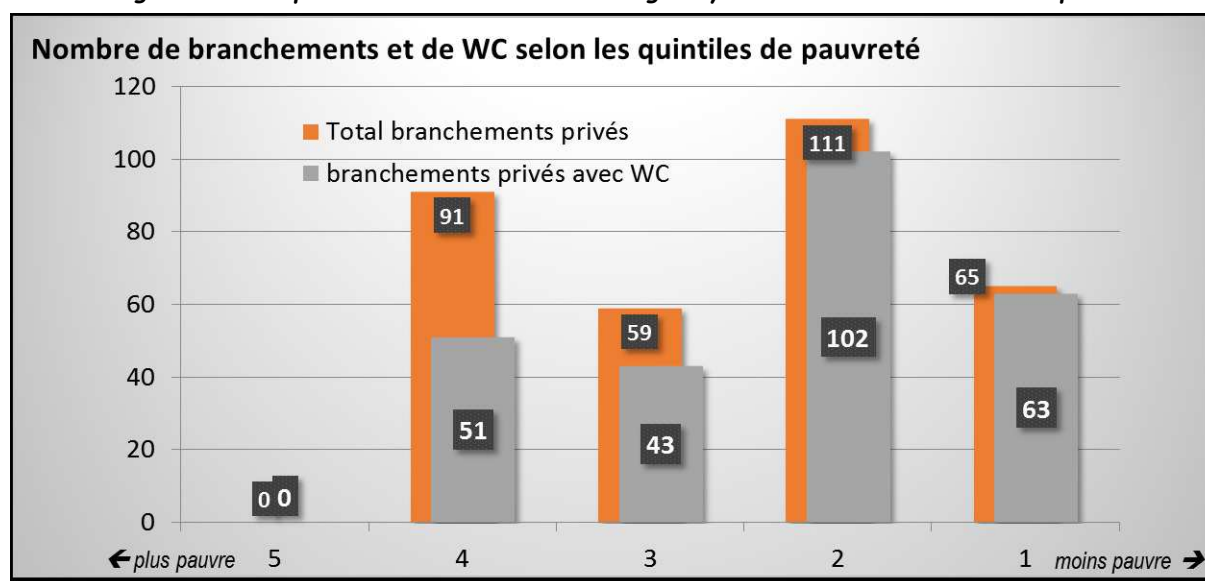
Toilettes à chasse raccordée (WC)

Elles se retrouvent dans presque tous les quintiles de revenus (sauf le 5^e, les plus pauvres). 79 % des ménages équipés de toilettes à chasse raccordée possèdent bien entendu un branchement privé à l'eau de la JIRAMA pour connecter leur chasse d'eau, mais 17 autres pourcents y accèdent par le branchement d'un voisin, ce qui révèle l'attrait de la chasse d'eau connectée, pour laquelle les ménages sont prêts à trouver une solution d'approvisionnement.

Les derniers 4 % raccordent leur chasse à une plomberie alimentée par d'autres moyens (borne-fontaine, forage privé, etc.), qui sont des cas plus marginaux.

Notre enquête ne montre pas de corrélation entre l'accès à un branchement privé et le niveau de revenu, ce qui est surprenant. En revanche, dans notre échantillon de 1 103 ménages, il est marquant qu'il ne suffit pas d'avoir un branchement privé pour également posséder des toilettes à chasse raccordée (WC) : la figure 14 ci-dessous montre que l'écart se creuse vers les bas revenus.

Figure 14 : Proportion des WC chez les ménages ayant accès à un branchement privé



En d'autres termes, les ménages pauvres (en excluant les très pauvres qui n'ont pas de toilettes raccordées), peuvent opter pour un branchement privé sans pour autant investir dans des toilettes de qualité. La demande pour un assainissement amélioré vient généralement après que la demande pour l'eau potable est complètement satisfaite.

Cela signifie également que faciliter l'accès à un branchement privé (campagnes promotionnelles, partage) n'est pas suffisant pour que les ménages pauvres optent ensuite pour des toilettes à chasse raccordée.

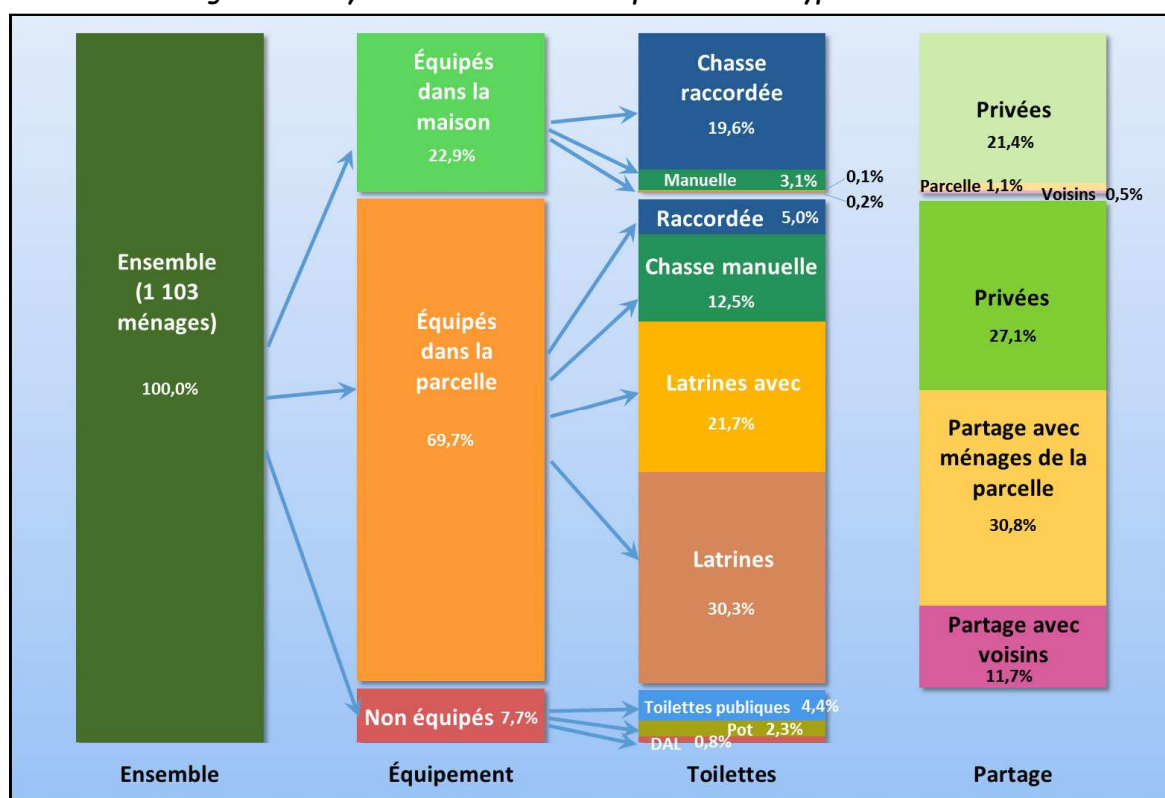
Toilettes à chasse manuelle

Pour les ménages qui n'ont qu'une chasse manuelle, la proportion de l'accès à l'eau par branchement JIRAMA chute à 20 %. Ils sont 68 % à aller chercher l'eau nécessaire à la borne-fontaine et 9 % à un point d'eau (puits ou forage). Les 3 % restants achètent à des revendeurs en général.

Toilettes sans chasse

Au contraire, les ménages ayant des latrines (traditionnelles ou dalle en dur) ou utilisant les pots ou sachets, dépendent à 83 % des bornes fontaines et à 10 % des points d'eau alternatifs (puits ou forages).

Figure 15 : Synthèse visuelle de la répartition des types de toilettes

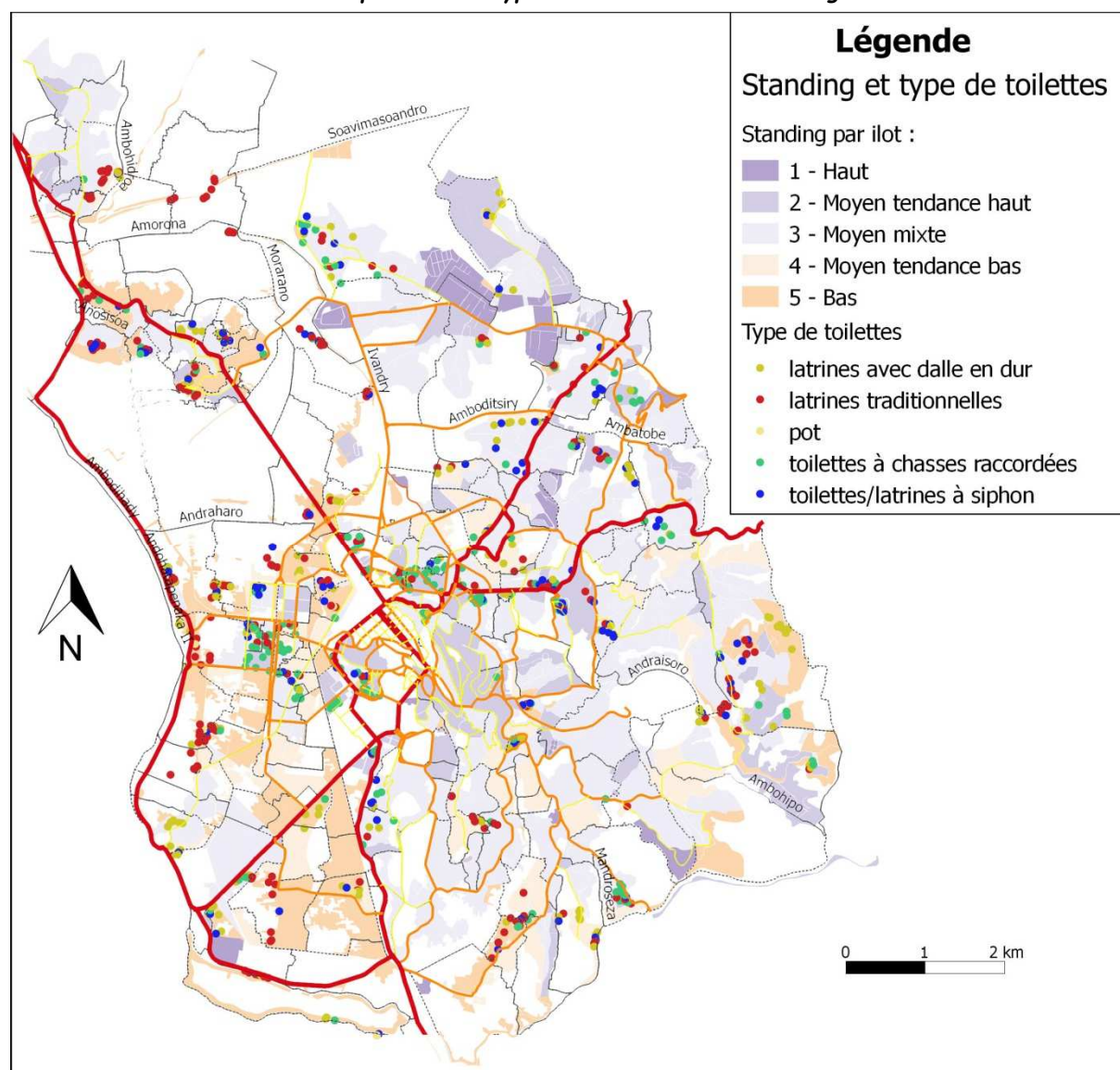


2.1.1.1.2 Répartition géographique des types de toilettes

Les enquêtes réalisées montrent, comme attendu, que la répartition géographique des types de toilettes est liée au niveau de standing de l'habitat : il n'y a pas de latrines traditionnelles dans les îlots de haut standing, mais on les trouve dès le second niveau. À l'opposé, il n'y a pas de toilettes à chasse raccordée dans le plus bas standing. Entre ces deux extrêmes, les proportions vont grandissantes (latrines de plus en plus améliorées vers les hauts standings), exception faite des latrines/toilettes à chasse manuelle qui se retrouvent assez largement dans presque tous les quintiles (cf. Figure 13).

Mais cette corrélation n'engendre pas de répartition géographique privilégiée, car ces différents types de toilettes ou latrines se retrouvent un peu partout dans la CUA sans que l'on puisse parler de dominante par quartier, comme en atteste la Carte 6.

Carte 6 : Comparaison du type de toilettes et du standing de l'îlot



Les différents types de toilettes ne se répartissent donc pas sur de grands ensembles géographiques dans la CUA. Tout au plus, certains îlots présentent une majorité de certains types de toilettes, mais la proportion pourra être différente dans l'îlot voisin.

Cette dispersion s'explique d'une part parce que les choix concernant le maillon accès sont plus dictés par le confort, le standing et le coût (donc le niveau de revenu) que par des considérations géographiques et d'autre part parce qu'il n'y a pas non plus de répartition géographique marquée des différents niveaux de standing : comme expliqué dans le fascicule 1 sur la thématique urbanisation, le type d'habitat est très mélangé à Antananarivo et ne constitue pas de grands ensembles homogènes.

2.1.1.2 Maillon Accès - Type de fosse (filière vidange)

2.1.1.2.1 Répartition des usagers selon le type de fosse (filière vidange)

MENAGES CONNECTES A UN RESEAU D'EGOUT

Ils sont minoritaires dans le périmètre de la CUA et se situent uniquement dans les zones où des réseaux unitaires ou séparatifs existent.

La population⁸ actuellement connectée à un réseau enterré serait à peu près de 35 000 personnes (2,3 % de la population de la CUA), sur environ 115 640 habitants dans la zone actuellement connectable (7,5 % de la population de la CUA).

On estime que la majorité de ces ménages sont raccordés directement au réseau, mais dans nos enquêtes plus des deux tiers des ménages connectés à un réseau enterré possédaient une fosse étanche intermédiaire (rejetant dans l'égout) ce qui pourrait faire penser qu'ils restent concernés par les vidanges. Cependant, leurs réponses sur les modes et fréquence de vidange montrent que l'immense majorité n'a aucune information, ce qui laisse penser que le besoin de vidange est très rare.

POPULATION RACCORDEE A UN SYSTEME SEMI-COLLECTIF

Elle est actuellement mal connue et ne concerne que les logements collectifs dans certaines cités, où les immeubles possèdent une fosse septique commune. À l'échelle de la CUA, cela reste une situation très minoritaire.

Ce type de dispositif nécessite des vidanges plus ou moins fréquentes selon la conception de la fosse et de son système de rejet, mais il est certain qu'elles sont mécanisées (recours à des camions vidangeurs), ce qui a été confirmé par nos entretiens avec des opérateurs, même si elles ne représentent qu'une part minoritaire de leur activité.

INDUSTRIELS, ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

Il y a peu d'informations disponibles sur ce segment, mais elles concordent et suggèrent que les fosses de ces gros producteurs (hôtels, hôpitaux, industriels, etc.) sont vidangées par des sociétés de camions vidangeurs.

⁸ Sur la base des données de population 2015 du BDA. Cf. Fascicule 4 Diagnostic Urbain.

CAS PARTICULIER : MENAGES POSSEDANT DES TOILETTES AVEC FOSSE SEPTIQUE

La définition technique d'une fosse septique (à plusieurs compartiments et permettant décantation, digestion anaérobie et temps de séjour suffisant) est trop complexe pour que les réponses des ménages interrogés permettent d'obtenir une estimation fiable.

Practica, qui a une très bonne connaissance des pratiques à Madagascar, précise que dans les années 60, la norme de construction des fosses septiques était bien respectée par les constructeurs et promoteurs, ce qui permet de penser qu'une bonne partie des villas des années 60-70 sont correctement équipées. Ce cas ne concerne cependant qu'une petite partie de la population de la ville, ayant accès à la construction ou l'achat de telles villas (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Dans la suite de ce chapitre, ce sont les fosses étanches qui sont décrites pour ne pas présupposer qu'elles fonctionnent à la manière d'une fosse septique, mais il est clair que beaucoup de ces fosses considérées comme étanches par leurs propriétaires ne le sont pas à 100 % et ne permettent qu'un prétraitement très partiel.

MENAGES POSSEDANT DES TOILETTES A FOSSE ETANCHE

Englobant la catégorie précédente, celle des fosses étanches constitue une situation importante en termes d'assainissement non collectif : leurs boues sont suffisamment liquides (utilisation d'eau pour la chasse) pour pouvoir être vidangée par des camions (si le prix est acceptable et la fosse accessible au camion).

D'autre part, les fosses étanches permettent normalement d'éviter les rentrées d'eau lorsque le niveau de la nappe remonte aux saisons pluvieuses. Cette situation était attendue dans les quartier les plus bas de la ville, mais les ménages interrogés dans ces zones possèdent indifféremment des fosses étanches ou des fosses simples.

L'ensemble des ménages possédant une fosse étanche représente près de 41 % des 1 103 ménages enquêtés, ce qui est supérieur aux résultats des enquêtes précédentes⁹ sur ce sujet (mais réalisées il y a plusieurs années et reprenant souvent des études encore plus anciennes). Dans cette catégorie, il existe plusieurs options pour le rejet des effluents de la fosse et c'est l'option du puisard qui est largement majoritaire (78 %) tandis que 16 % des fosses étanches déversent dans un canal à ciel ouvert ou un caniveau.

MENAGES POSSEDANT DES LATRINES OU TOILETTES A FOSSES SIMPLES

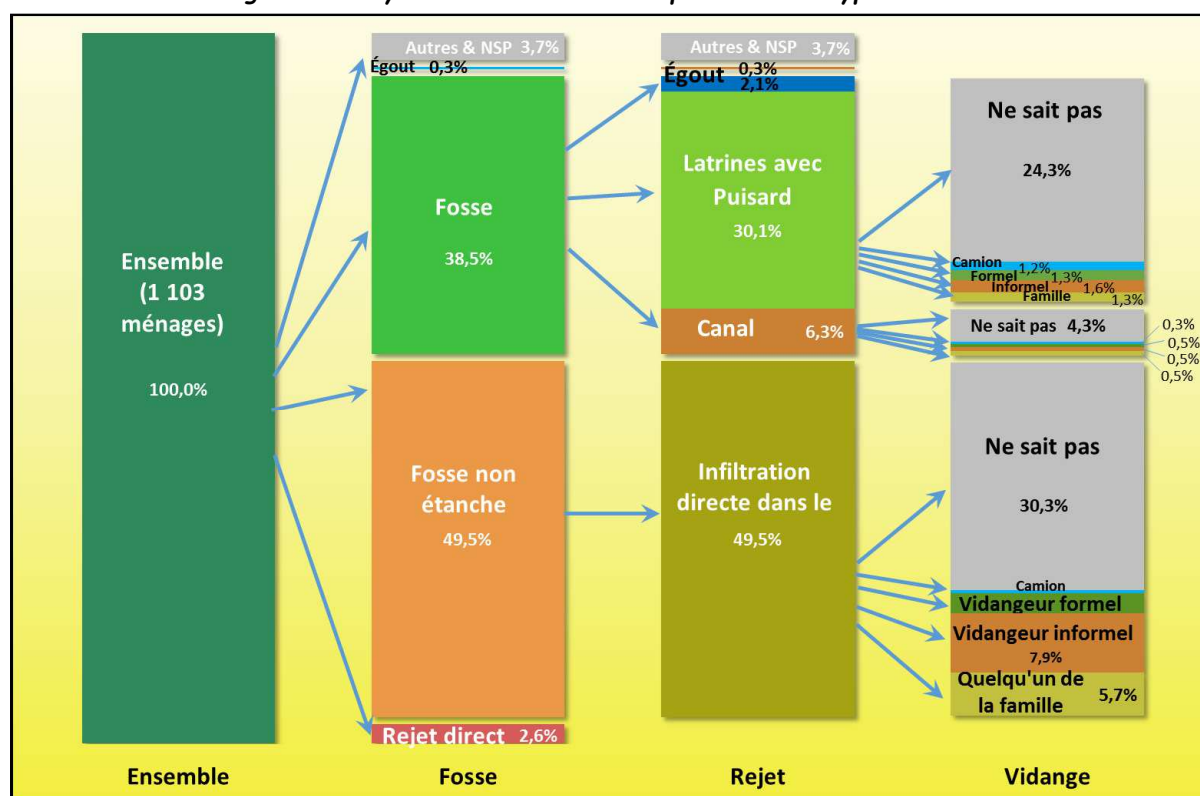
Ils représentent plus de 52 % des ménages que nous avons interrogés et étaient encore plus majoritaires dans les enquêtes passées, citées plus haut. Même si elle est en régression, cette catégorie, toujours majoritaire, justifie l'existence et la prédominance de la filière de vidange manuelle¹⁰.

Il s'agit donc d'une caractéristique importante de la situation actuelle : l'organisation de la gestion des boues de vidange doit passer par la maîtrise de la filière de vidange manuelle qui ne pourra pas disparaître à court terme.

⁹ Notamment celles utilisées par le Schéma Directeur d'Assainissement de 2014 par Artélia, qui citent des données provenant des Enquêtes Périodiques auprès des Ménages de 2005 et les enquêtes de Care (date non indiquée)

¹⁰ Les fosses non étanches contiennent des boues très peu liquides et sont donc très difficiles à vidanger par l'aspiration des camions

Figure 16 : Synthèse visuelle de la répartition des types de fosse



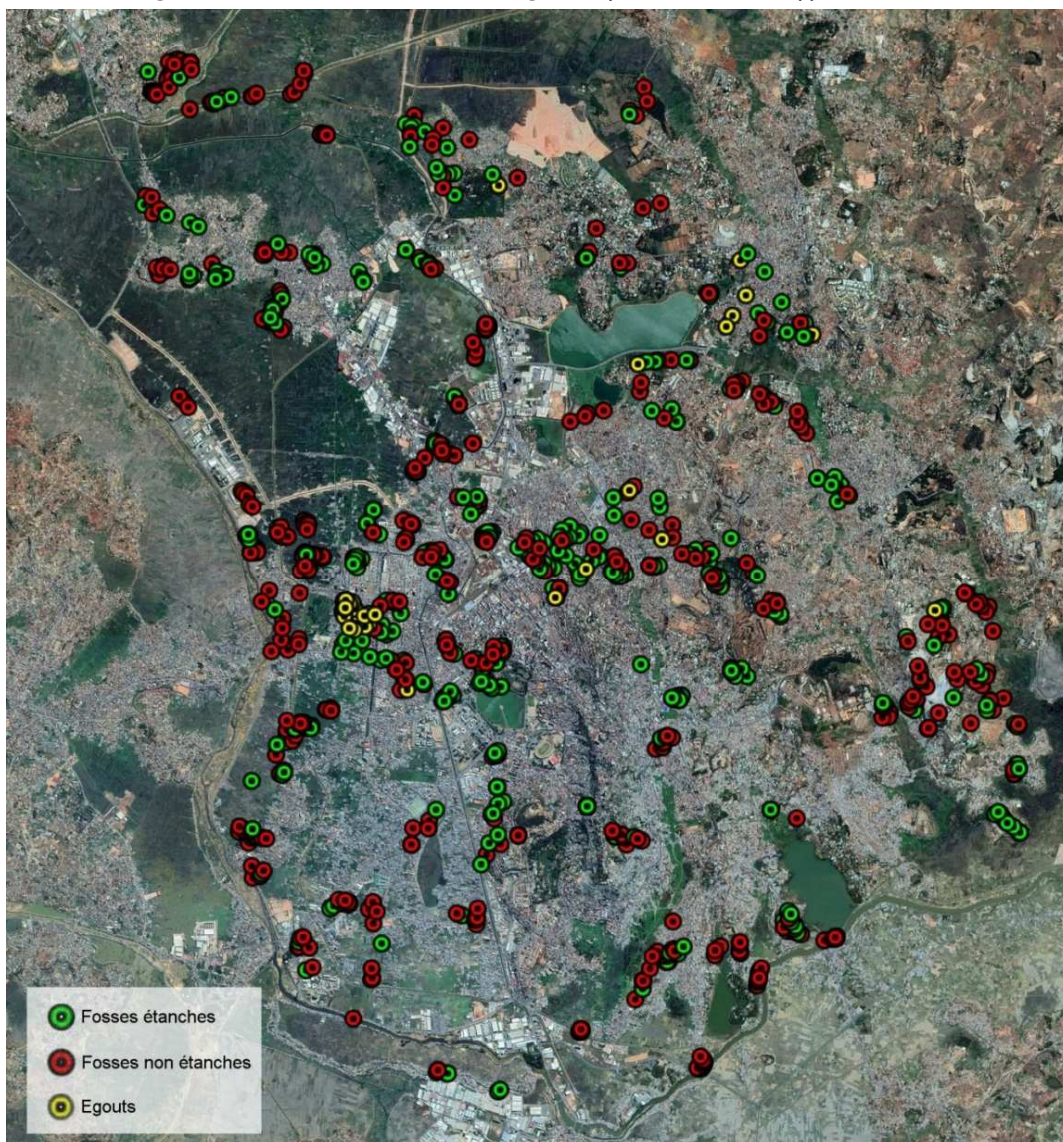
2.1.1.2.2 Répartition géographique des types de fosses

Il était attendu un lien visible entre le type de fosse et le type de terrain et donc la localisation géographique du ménage. Notamment, il serait logique de trouver plus de fosses étanches dans les quartiers bas où la nappe est proche. Mais les différents types de fosses rencontrées durant l'enquête ménages se retrouvent dans presque¹¹ tous les types de quartiers, comme le montre la Figure 17, ci-après.

Cela montre que les ménages n'ont pas forcément un type de fosse adapté à la situation de leur logement. Notamment, beaucoup de ménages dans les quartiers bas et plats n'ont pas de fosses étanches et doivent subir les aléas du niveau de la nappe dans ces zones.

¹¹ Excepté pour les rejets vers les égouts qui sont bien localisés dans les quartiers où les réseaux enterrés sont présents.

Figure 17 : Localisation des ménages enquêtés selon le type de fosse



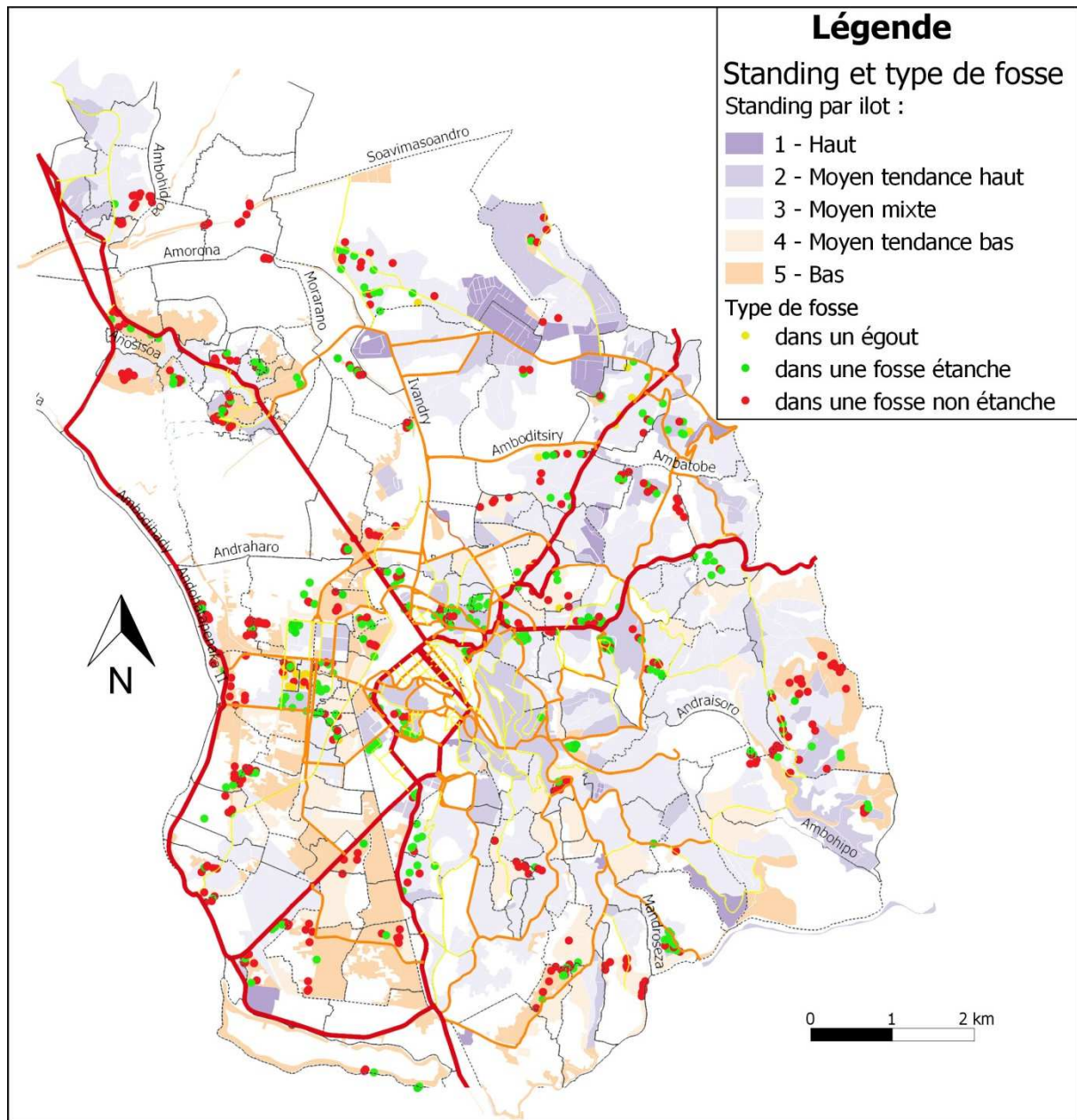
Si l'on se penche sur la relation entre type de fosses et type d'habitat selon la sectorisation décrite dans le fascicule 4 (thématique urbanisme), on s'aperçoit que les types dominants ne sont pas rationnellement liés aux caractéristiques du secteur, comme illustré par le tableau ci-dessous.

Notamment, les secteurs situés sur des terrains en très faible pente (plaine basse de la CUA) sont les plus enclins à être inondés et à avoir des remontées de la nappe dans les fosses. Or les fosses étanches ne dominent que dans 2 de ces secteurs sur les 17 concernés. Les ménages ne sont donc pas majoritairement équipés en fonction de ce facteur (le facteur coût a une influence plus importante sur le type d'équipement).

On constate néanmoins une prédominance sensible des fosses simples (non étanches, infiltration sur place) dans les secteurs de pente moyenne et une petite tendance à la fosse étanche dans les secteurs à forte pente. Alors que la fosse étanche avec puisard est la solution qui occupe le plus d'emprise au sol, elle devient étonnamment majoritaire dans les secteurs où le taux d'occupation du sol est très élevé. Là encore, il est fort probablement que le choix de l'équipement soit plus lié au standing et niveau de revenu qu'à l'emprise disponible.

Cela se confirme lorsque l'on cartographie les types de fosses selon le niveau de standing des îlots, ce qui apparaît à l'analyse détaillée de la carte suivante :

Carte 7 : Localisation des différent types de fosse par rapport au standing de l'îlot



Les fosses étanches sont majoritairement dans des îlots de haut et moyen standing et totalement absentes des bas standings.

Tableau 7 : Type de fosse dominante dans chaque secteur

Secteur	Définition	Part	Dominante ¹
A1a1	Relief : moins de 2 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	3,8%	(aucune)
A1a2	Relief : moins de 2 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	3,1%	(aucune)
A1b2	Relief : moins de 2 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : non	0,8%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (100,0%)
A1c1	Relief : moins de 2 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : oui	1,4%	(aucune)
A1c2	Relief : moins de 2 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	1,2%	(aucune)
A2a1	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	3,7%	(aucune)
A2a2	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	4,6%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (peu marquée)
A2b1	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : oui	1,2%	(aucune)
A2b2	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : non	0,8%	(aucune)
A2c1	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : oui	5,9%	(aucune)
A2c2	Relief : moins de 2 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	6,3%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (80,3%)
A3a1	Relief : moins de 2 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	3,7%	(aucune)
A3a2	Relief : moins de 2 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	4,4%	(aucune)
A3c1	Relief : moins de 2 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : oui	1,1%	(aucune)
A3c2	Relief : moins de 2 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	1,3%	(aucune)
A4a1	Relief : moins de 2 %, COS : plus de 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	4,8%	(aucune)
A4a2	Relief : moins de 2 %, COS : plus de 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	3,7%	(aucune)
B1a1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	2,3%	dans un marais ou une rizière plus ou moins directement - y compris pot (peu marquée)
B1a2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	1,6%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (82,4%)
B1b1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : oui	1,2%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (83,3%)
B1c1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : oui	0,3%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (100,0%)
B2a1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	4,2%	(aucune)
B2a2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	3,7%	(aucune)
B2b2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : non	0,6%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (83,3%)
B2c1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : oui	0,8%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (100,0%)
B2c2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	0,7%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (100,0%)
B3a1	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	4,0%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (peu marquée)
B3a2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	4,4%	(aucune)
B4a2	Relief : de 2 % à 8 %, COS : plus de 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	2,2%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (95,7%)
C1a2	Relief : plus de 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	2,9%	(aucune)
C1b2	Relief : plus de 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : par BF seulement, Drainé par des canaux : non	0,8%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (100,0%)
C1c2	Relief : plus de 8 %, COS : moins de 10 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	1,5%	dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place (81,3%)
C2a1	Relief : plus de 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	4,2%	(aucune)
C2a2	Relief : plus de 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	3,7%	(aucune)
C2c2	Relief : plus de 8 %, COS : entre 10 et 30 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	0,6%	je n'en ai aucune idée (peu marquée)
C3a1	Relief : plus de 8 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : oui	3,7%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (60,5%)
C3a2	Relief : plus de 8 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	3,0%	(aucune)
C3c2	Relief : plus de 8 %, COS : entre 30 et 60 %, Desservi en eau : sans réseau, Drainé par des canaux : non	0,4%	dans une fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration (75,0%)
C4a2	Relief : plus de 8 %, COS : plus de 60 %, Desservi en eau : par BP (avec ou sans BF), Drainé par des canaux : non	1,4%	(aucune)
39		100,0%	

¹ type de fosse majoritaire dans le secteur s'il est plus de 50% plus fréquent dans ce secteur qu'en moyenne sur la CUA

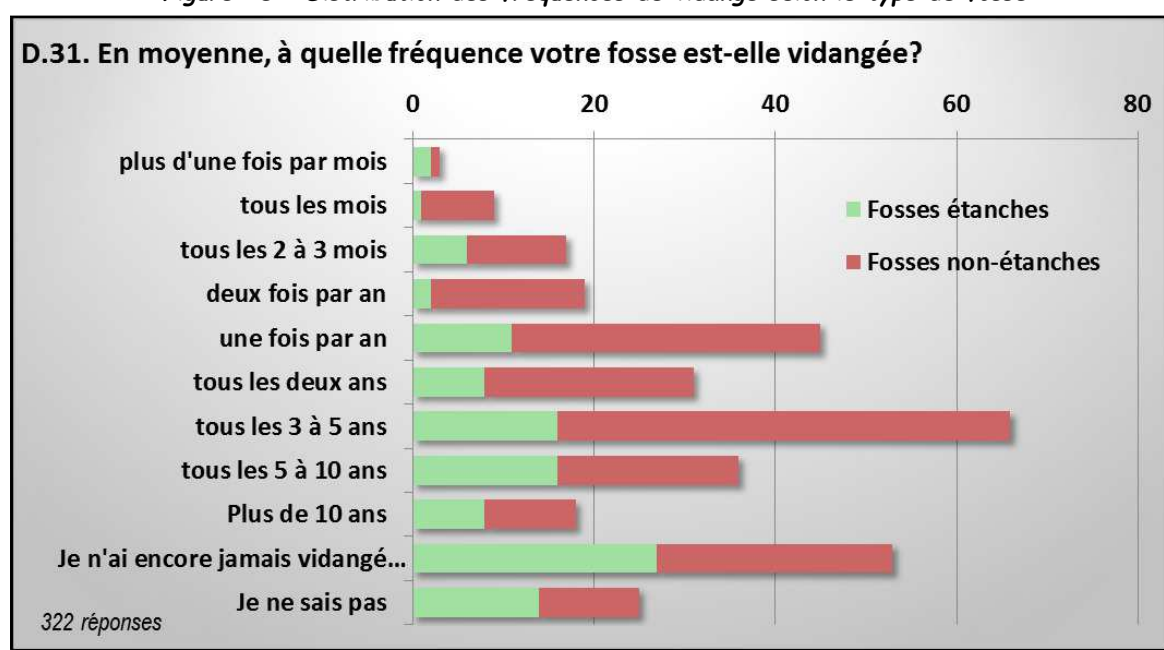
Les entretiens que nous avons pu avoir avec différents acteurs nous amènent à poser l'hypothèse que les choix technologiques faits par les ménages ne sont pas informés d'un point de vue technique, mais très dépendants d'habitudes (liées au standing de l'habitat) et des revenus des ménages.

Les enquêtes font donc ressortir un constat fort et inattendu : les technologies utilisées par les ménages ne semblent pas dictées par la nature du terrain et la situation géographique dans la ville. D'autres déterminants (prix, offre de service, habitudes, standing) amènent les ménages à faire des choix qui s'avèrent inadaptés pour certains.

2.1.1.3 Maillon Évacuation : Pratiques de vidange

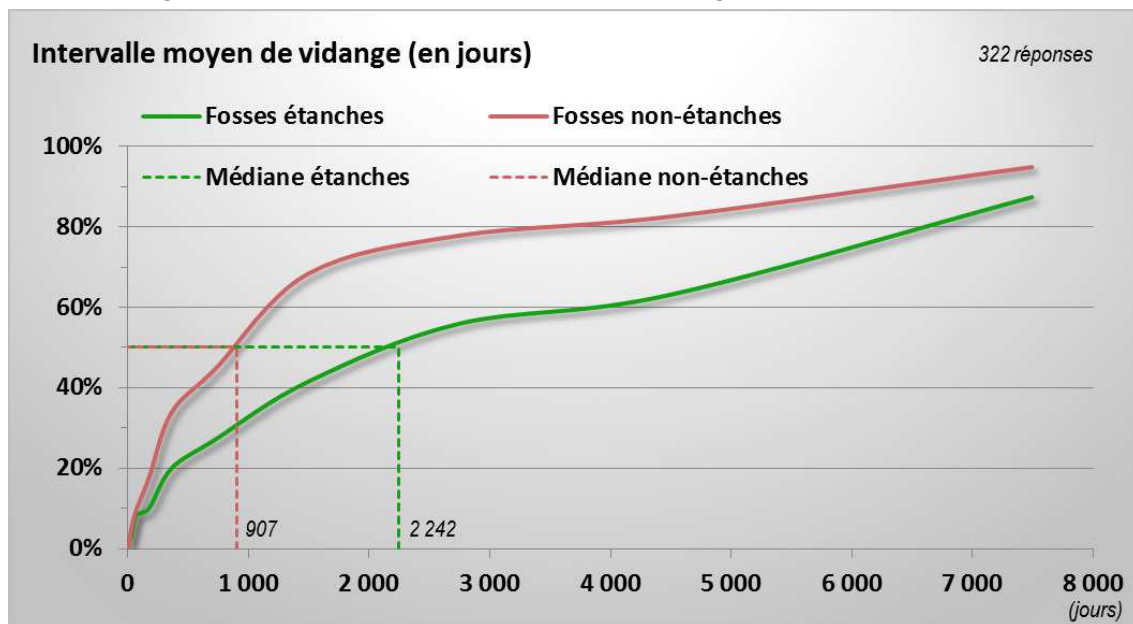
Les fréquences de vidange sont très variables d'un ménage à l'autre. La variation est moindre d'une technologie à l'autre, mais il est à noter que les fosses sèches (non étanches) nécessitent des vidanges plus rapprochées (excepté pour les ménages qui vidangent plus d'une fois par mois).

Figure 18 : Distribution des fréquences de vidange selon le type de fosse



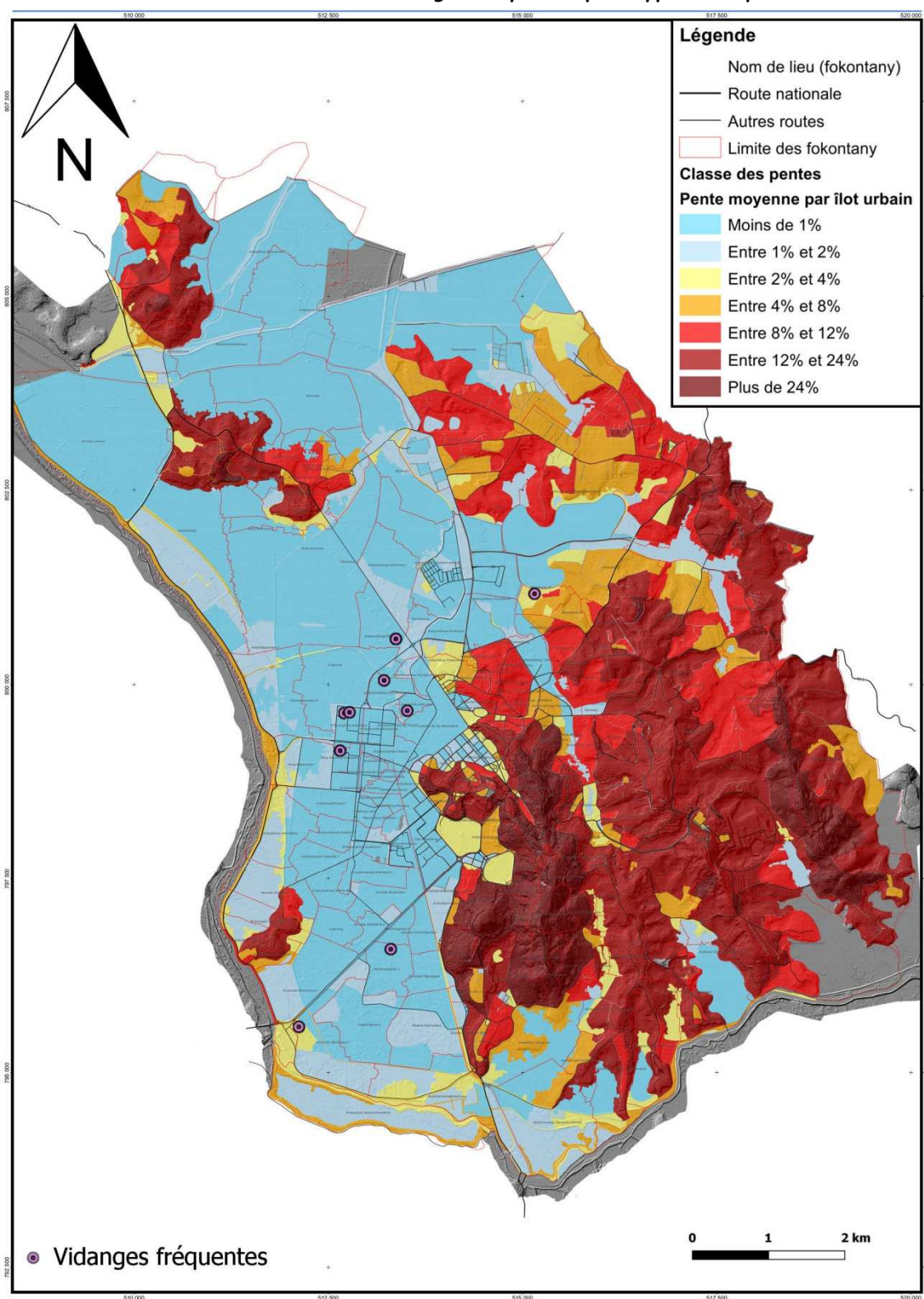
Cette différence dans la périodicité de vidange entre fosses étanches et fosses non étanches est relativement nette sur les ménages enquêtés, puisque 50 % des fosses étanches sont vidangées au-delà de 2 242 jours (un peu plus de 6 ans), alors que pour les fosses non étanches, cette médiane se situe à 2,5 ans, comme représenté sur la Figure 19 ci-dessous.

Figure 19 : Linéarisation des intervalles de vidange et intervalles médians



Les ménages vidangeant plus d'une fois par mois se retrouvent (presque tous) dans les zones basses de la ville, où la pente est inférieure à 1 %, ce qui révèle la proximité de la nappe et l'influence des inondations (58 % de ces ménages déclarent avoir été inondés au moins une fois et ont majoritairement des fosses non étanches). Cependant, dans les mêmes zones, nous avons trouvé des ménages à fosse non étanche avec des fréquences de vidange dans la moyenne.

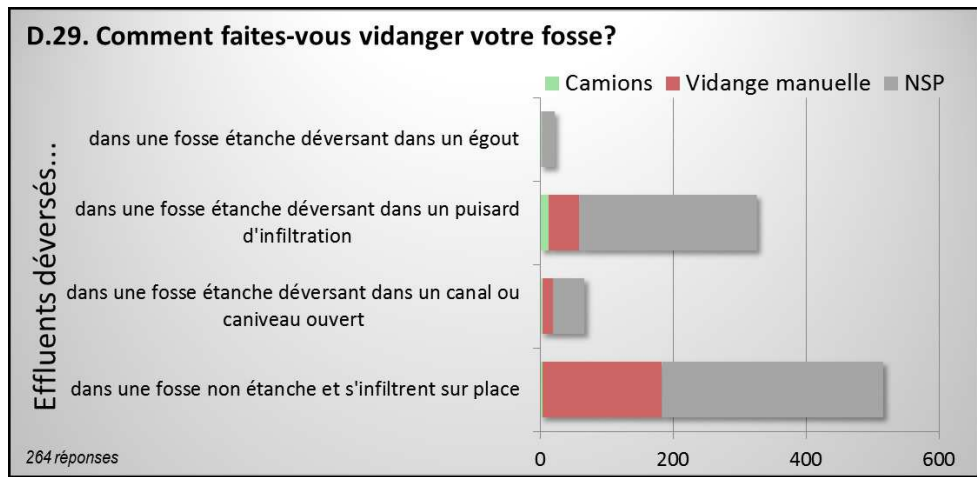
Carte 8 : Localisation des vidanges fréquentes par rapport aux pentes



LA VIDANGE MANUELLE EST TRES MAJORITAIRE

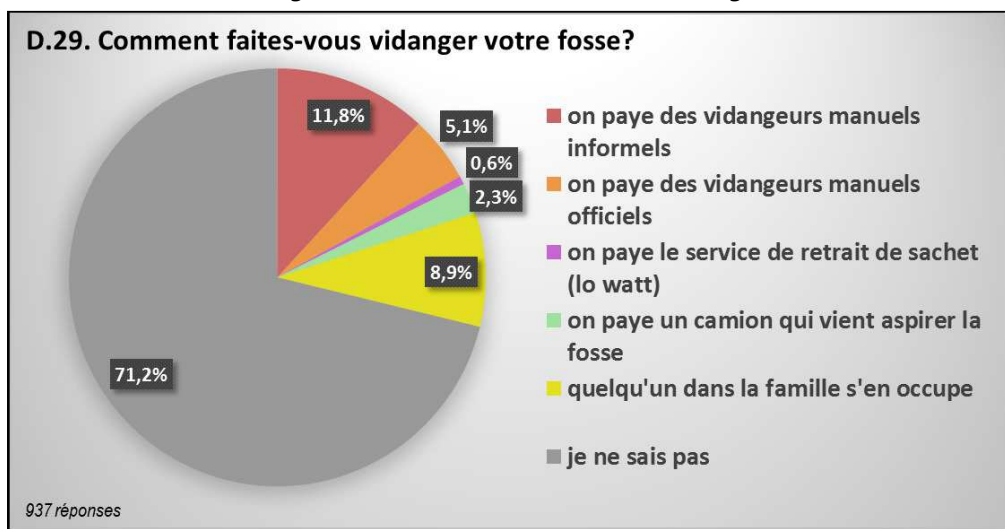
Peu de personnes interrogées ont pu nous répondre sur leur mode de vidange. Dans les réponses obtenues, la vidange manuelle paraît très majoritaire, ce qui correspond aux observations et constats d'autres acteurs.

Figure 20 : Type de vidange selon le type de fosse



Au final, le mode de vidange est inconnu pour 71 % des interrogés et seuls 2,3 % pratiquent la vidange mécanisée. Les 26 % restants sont en vidange manuelle.

Figure 21 : Détails des modes de vidange



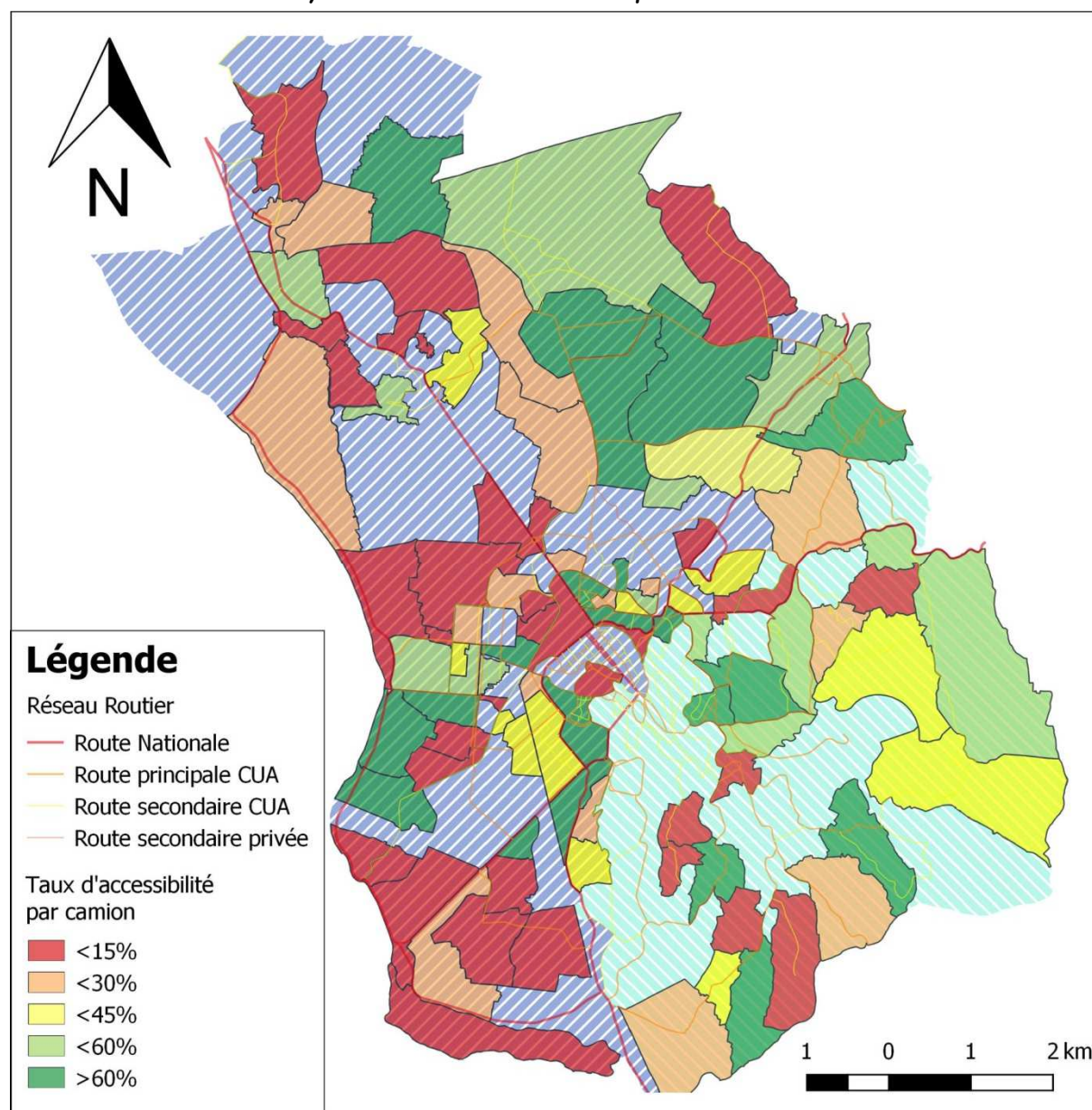
Le fait que beaucoup de répondants ne sont pas capables de décrire le mode de vidange n'est pas une surprise (cela s'observe souvent sur ce type d'enquêtes), mais est particulièrement marqué à Antananarivo. Cela tient à deux facteurs :

- 1- Le répondant n'est pas toujours celui qui s'occupe de la vidange (et ce genre d'opération se fait discrètement la nuit, pas forcément par le locataire en place)
- 2- La date de la dernière vidange peut être relativement éloignée (cf. 2.1.1.3) et la fosse peut même ne jamais avoir été vidangée.

ELLE EST INEVITABLE POUR LES MENAGES LES MOINS ACCESSIBLES

La vidange mécanique est également la seule solution d'un point de vue technique pour les ménages habitant des logements trop éloignée d'une voirie accessible pour un camion. Même si les vrais camions spirotechnique en bon état peuvent aspirer jusqu'à plusieurs dizaines de mètres (s'il n'y a pas de dénivelée et si le camion possède la longueur suffisante de tuyaux), ces derniers sont encore rares et il reste un nombre important de ménages se situant au-delà de cette distance, comme le montre la carte ci-dessous, tirée des résultats des enquêtes ménages.

Carte 9 : Moyennes de taux d'accessibilité par camion selon les secteurs



2.1.1.4 Maillon Évacuation - Eaux grises

Les enquêtes ménage menées dans le cadre du PIAA ont permis d'investiguer sur les 1 103 ménages interrogés les questions suivantes sur cette thématique :

- Question D.11. Où évacuez-vous les eaux usées issues de la vaisselle, de la lessive, du ménage, etc. (eaux grises) ?
- Question D.12. Êtes-vous satisfaits de la manière dont sont évacuées vos eaux grises ?

Si non satisfaits (réponse question D.12.) :

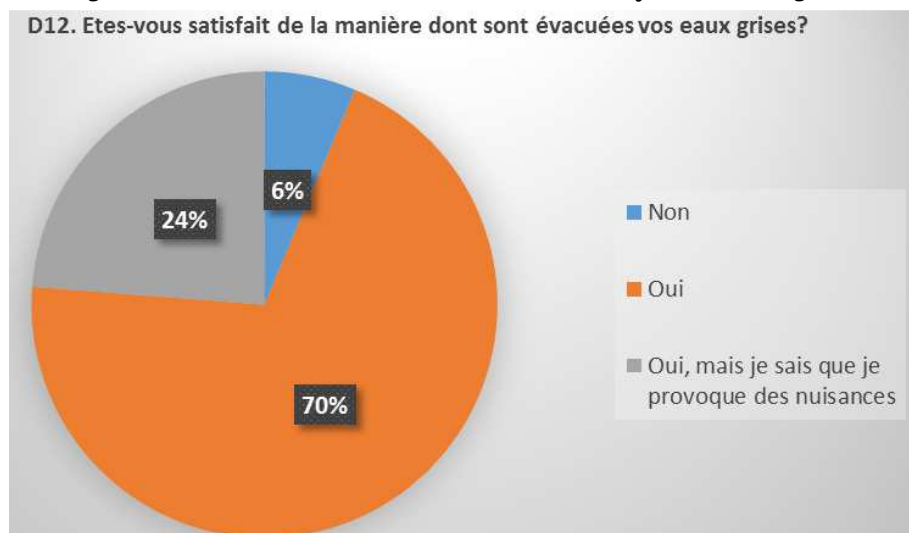
- Question D.13. Quelle est la principale raison de votre insatisfaction ?

Si non satisfaits mais conscients des nuisances (réponse question D.12.) :

- Questions D.14. Quelle serait la principale amélioration souhaitée par votre ménage pour l'évacuation des eaux grises ? Précisez si autres.

La corrélation entre les lieux de rejets des eaux grises et des excréta des ménages a été analysée.

Figure 22 : Taux de satisfaction vis-à-vis du rejet des eaux grises

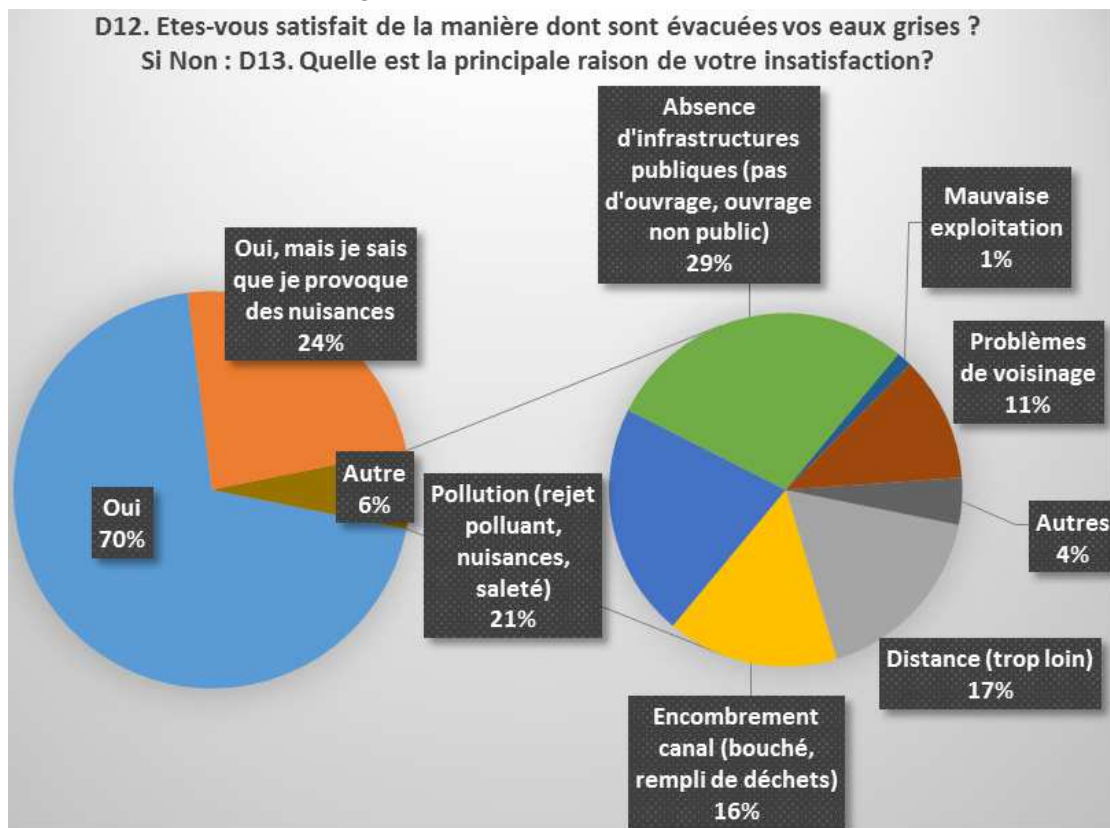


L'analyse des enquêtes indique que :

- La majorité des ménages (94 %) sont satisfaits de la façon dont leurs eaux grises sont évacuées. Néanmoins, 24 % des ménages ont conscience que l'évacuation actuelle des eaux grises provoque des nuisances (pollution...).
- Une part de la population, bien que minoritaire (6 %), est insatisfaite de l'évacuation actuelle de leurs eaux grises.

Les raisons de leur insatisfaction ont été regroupées par thème (distance, encombrement canal, pollution, absence d'infrastructures publiques, mauvaise exploitation, problèmes de voisinage, autres) et analysées.

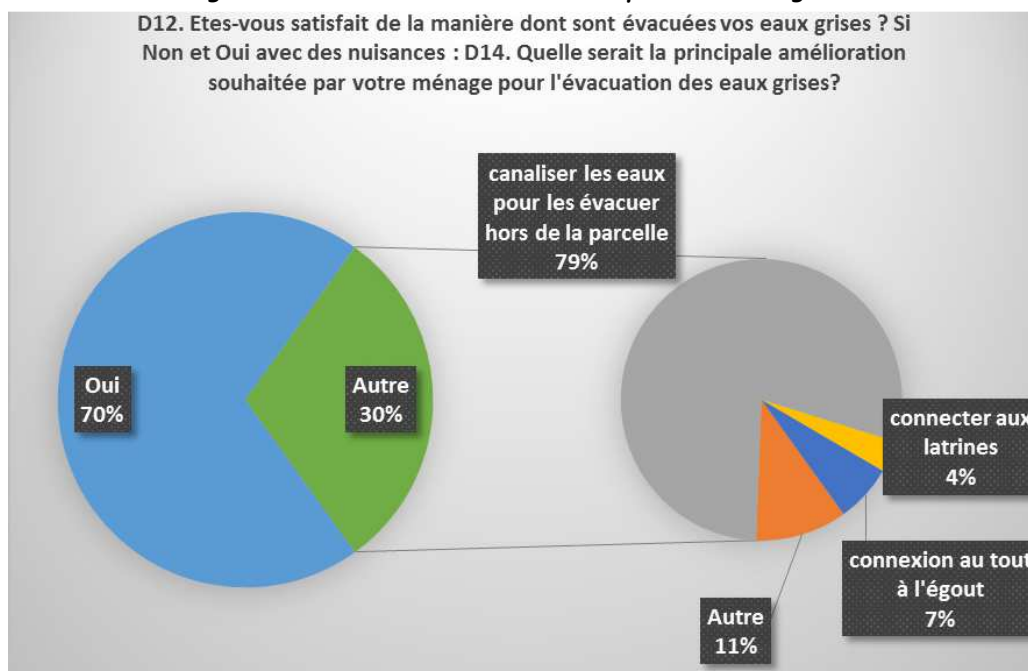
Figure 23 : Raisons de l'insatisfaction



Ce graphe montre que :

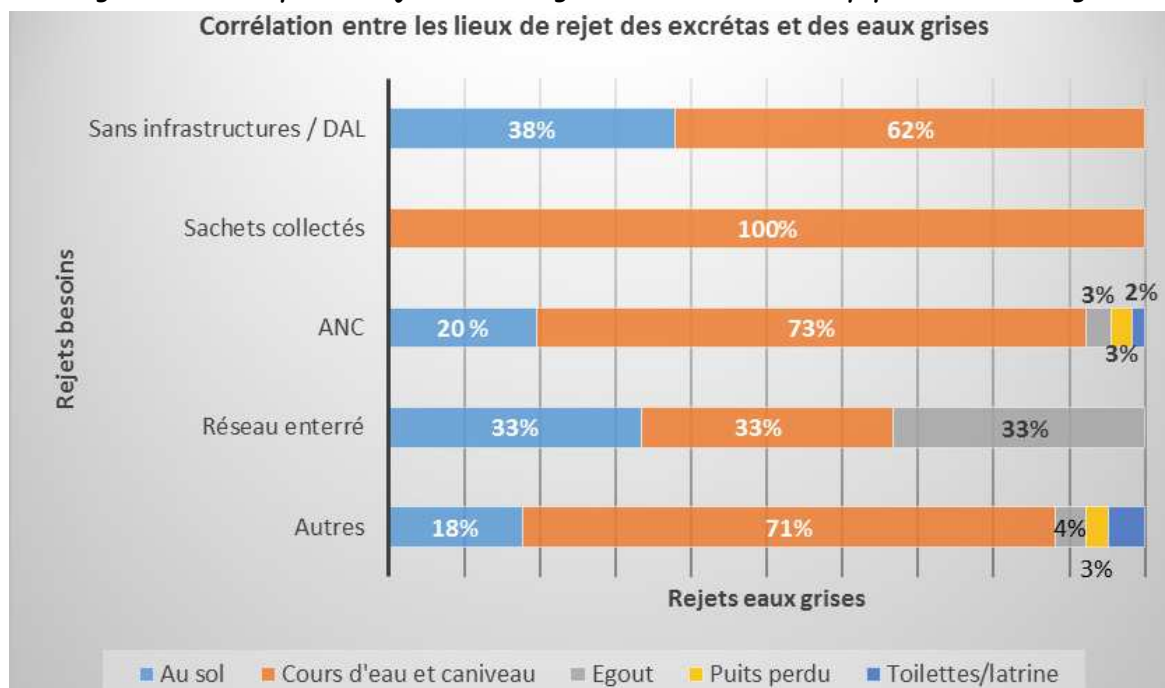
- Les principales raisons de l'insatisfaction évoquées par les ménages sont :
 - l'absence d'infrastructures publiques (pas d'ouvrage ou ouvrages privés) (29 % des non satisfaits),
 - et la pollution engendrée par cette évacuation, pour 21 % des ménages insatisfaits (pollution, saleté, odeur...).
- Les autres raisons évoquées concernent la distance des systèmes d'évacuation (trop lointains pour 17 %), l'encombrement des canaux (pour 16 %).
- Certains ménages (11 %) évoquent également les problèmes de voisinage (soit avec le propriétaire soit les voisins de leur logement) causés par les rejets de leurs eaux grises.
- Les autres raisons non déterminées concernent 5 % des ménages non satisfaits par le mode d'évacuation des eaux grises.

Pour approfondir ce point d'insatisfaction, il a été demandé aux ménages non satisfaits et aux ménages satisfaits mais conscients des nuisances de leurs rejets les améliorations qui atténueraient leur insatisfaction.

Figure 24 : Améliorations souhaitées pour les eaux grises

Seuls 6,6 % des ménages voient l'égout comme une solution à leurs eaux grises. Encore moins (3,6 %) pensent à les rejeter dans leurs latrines. Pour la majorité (83 %), l'essentiel est d'évacuer proprement les eaux grises hors de la parcelle (79 % parlent de canaliser ces eaux vers l'extérieur, et dans la catégorie « autres » 4 % se rajoutent en évoquant également des solutions similaires).

Notons également que 3,3 % des répondants considèrent d'abord qu'il faudrait simplement curer ou reconstruire les canaux de drainage de la ville.

Figure 25 : Pratiques de rejet des eaux grises en fonction de l'équipement des ménages

Les ménages connectés à un réseau enterré (minorité des ménages) ne rejettent pas forcément leurs eaux grises dans ce même réseau mais les évacuent aussi directement sur le sol ou dans un cours d'eau ou le caniveau.

La majorité des ménages qui possède un système d'assainissement autonome pour les excréments (fosse étanche déversant dans un canal ou caniveau ouvert, fosse étanche déversant dans un égout, fosse étanche déversant dans un puisard d'infiltration ou fosse non étanche et s'infiltrant sur place) évacuent leurs eaux grises principalement dans les cours d'eau ou caniveaux (73 %), ou par infiltration dans le sol (20 %). Seuls 3 % de ces ménages déclarent jeter leurs eaux grises dans les égouts et 2 % dans les toilettes/latrines.

La catégorie Autres concernent les ménages ne sachant pas où sont rejetés leurs besoins. A l'instar des autres catégories, l'évacuation des eaux grises est également principalement réalisée dans les cours d'eau ou caniveaux (71 %), ou bien au sol (18 %). 4% de ces ménages déclarent jeter leurs eaux grises dans un égout.

2.1.1.5 Maillons Accès et Évacuation

SATISFACTION ET VOLONTE D'AMÉLIORATION DU SERVICE

La satisfaction des ménages est surtout liée au type de toilettes, et moins dépendante du type de fosse.

Tableau 8 : Satisfaction selon le type d'assainissement non collectif

Taux de satisfaction	Égout ou fosses correctes (étanches, déversant dans un puisard ou un égout)	Fosses non étanches ou déversant dans un canal
Toilettes à chasse connectée	100 %	92 %
Toilettes ou latrines à chasse manuelle	84 %	66 %

La première cause d'insatisfaction concerne les odeurs pour les latrines à dalle en dur et surtout les latrines traditionnelles. La saleté et le manque d'intimité viennent en tête pour les utilisateurs de pot. Les toilettes à chasse ne laissent que peu d'insatisfaits (réponses non significatives).

Les trois quarts des ménages interrogés ont financé ou contribué au financement de leurs toilettes. Les 56 % qui ont financé en totalité leurs toilettes ont dépensé en moyenne 500 000 Ar, alors que les 18 % ayant partiellement contribué au financement ont déboursé 70 000 Ar en moyenne.

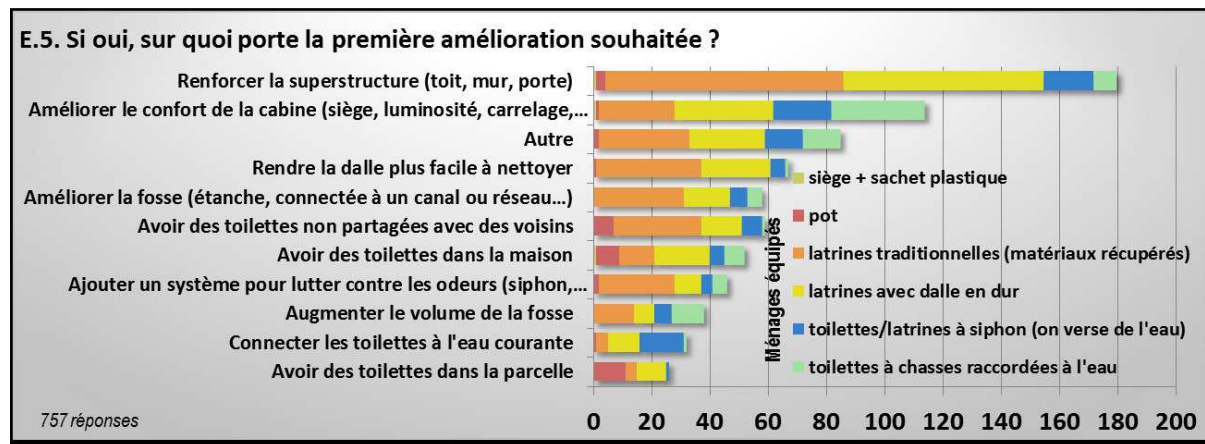
Tableau 9 : Coûts estimés des toilettes selon le mode de financement

D.23. De quel type sont ces toilettes ?	D.24. Avez-vous participé au coût de construction de vos toilettes ?		
	Non*	Oui, partiellement	Oui, totalement
Latrines avec dalle en dur	240 000 Ar	53 341 Ar	225 916 Ar
Latrines traditionnelles (matériaux récupérés)	154 400 Ar	61 866 Ar	141 153 Ar
Pot			20 000 Ar
Siège + sacchet plastique			
Toilettes à chasses raccordées à l'eau	945 455 Ar	157 500 Ar	986 906 Ar
Toilettes/latrines à siphon (on verse de l'eau)	436 667 Ar	128 750 Ar	605 813 Ar

* Ceux qui n'ont pas payé leurs toilettes estiment le coût que cela aurait représenté s'ils avaient dû les financer totalement

Les souhaits d'évolution varient bien entendu avec l'existant et donc le type de latrines ou toilettes déjà possédé :

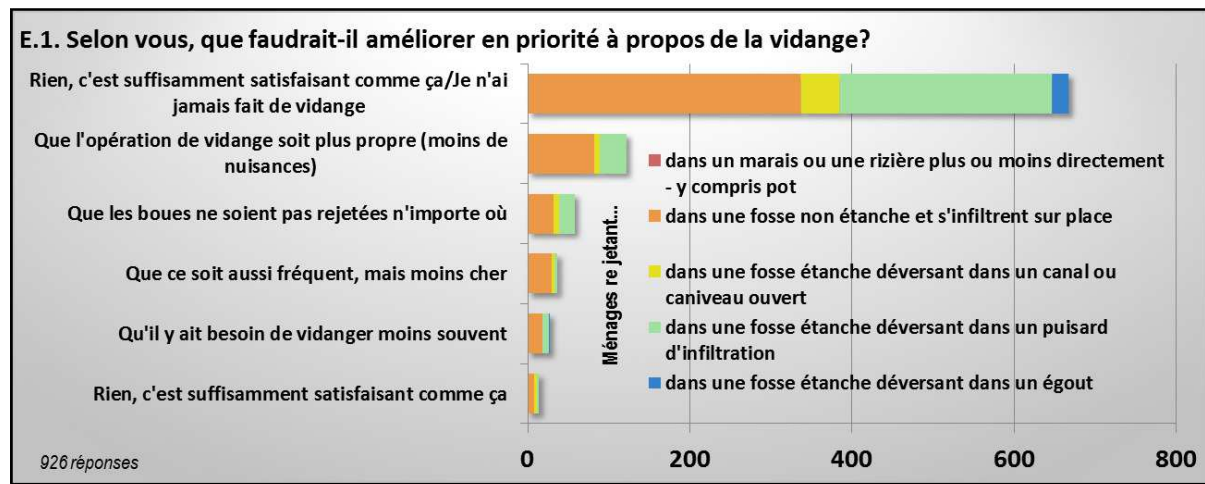
Figure 26 : Souhaits d'amélioration selon le type de toilettes existantes



Mais globalement, les premières améliorations concernent la cabine ou la dalle, l'amélioration de la fosse n'arrivant qu'en 4^e position, surtout pour les latrines traditionnelles.

Alors que les souhaits d'amélioration des toilettes sont nombreux, la majorité des ménages interrogés ne considère pas qu'une amélioration au niveau de la fosse et de la vidange soit nécessaire. C'est bien entendu le cas des ménages ayant une fosse étanche et un puisard, mais également une bonne partie de ceux qui ont une fosse non étanche.

Figure 27 : Souhaits d'amélioration de la vidange selon le type de fosse

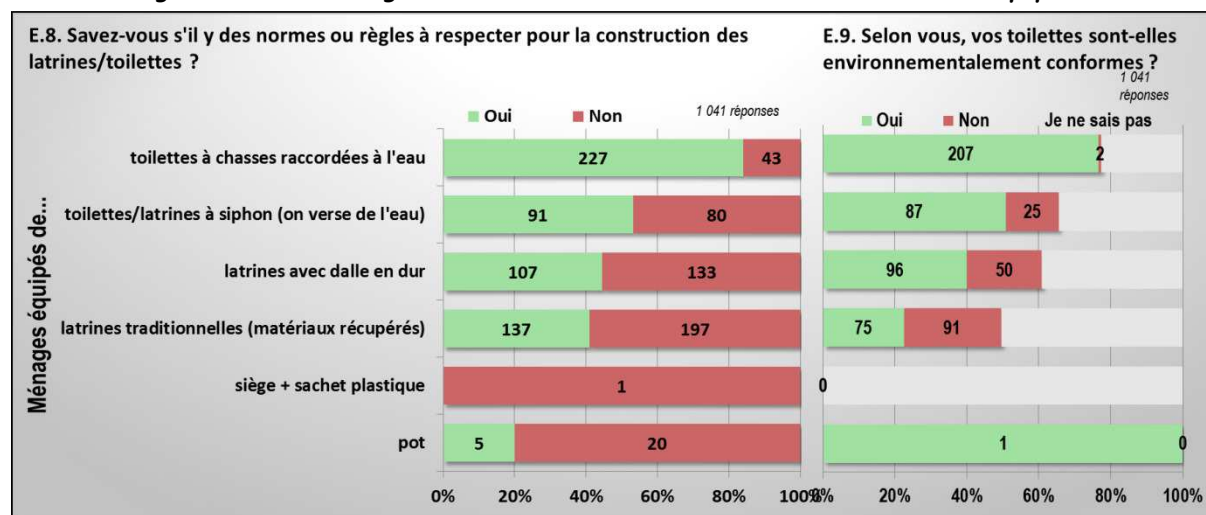


Mais il est à noter que ce ne sont ni le prix ni la fréquence qui sont les premières préoccupations, mais bien la diminution des nuisances lors de l'opération et le dépôtage correct des boues.

PERCEPTION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'enquête a également permis d'appréhender le degré de conscience des ménages à propos de la performance de leur équipement. Il s'avère que la connaissance des ménages en termes d'assainissement et de conformité constitue un réel déterminant de leur niveau d'équipement.

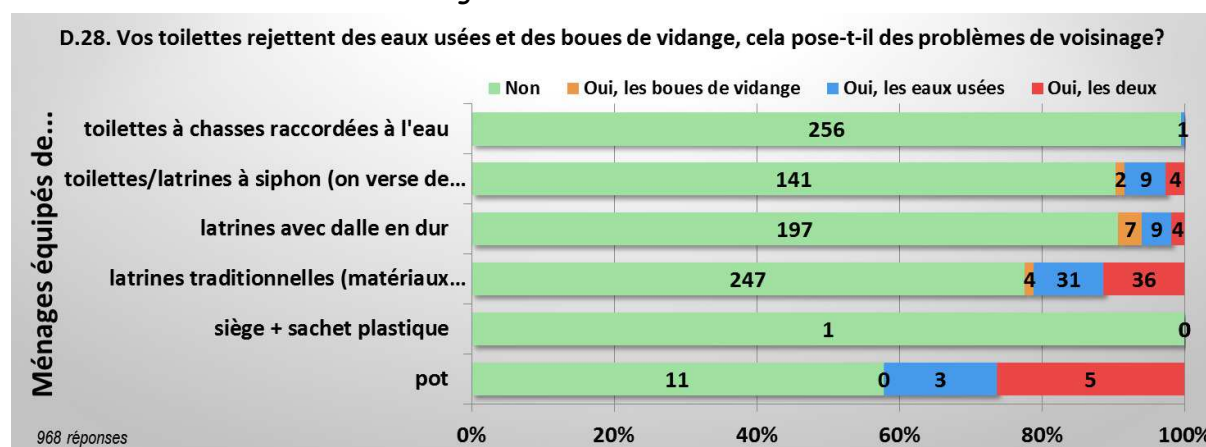
Figure 28 : Les ménages connaissant le mieux les normes sont les mieux équipés ?



Le niveau d'équipement des ménages a une corrélation avec leur degré de conscience des qualités exigées pour un bon assainissement.

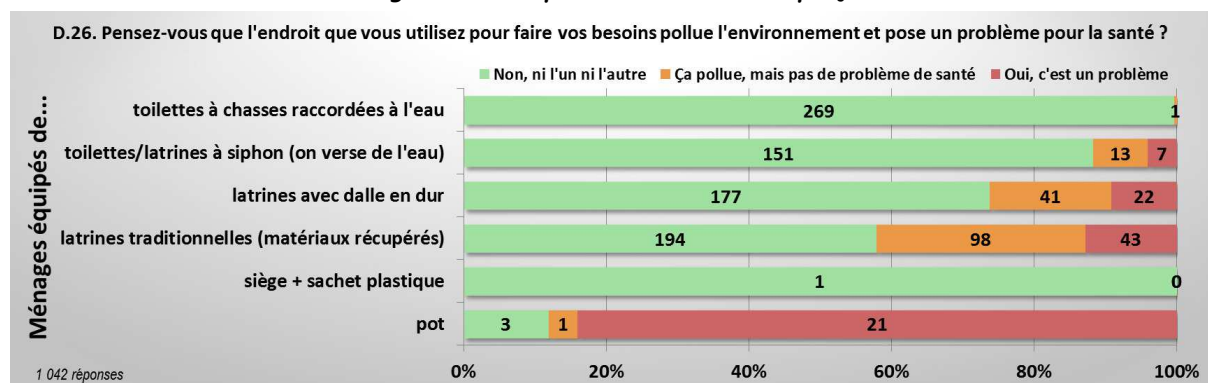
En moyenne, seuls 12 % des ménages avouent avoir des problèmes potentiels de voisinage à cause de leur assainissement, surtout pour les eaux usées. Cette proportion baisse logiquement avec le niveau d'équipement.

Figure 29 : Nuisances admises



Une proportion forte (25 %) avoue que les effluents rejetés posent un problème, mais 15 % considèrent que ce n'est pas un problème de santé publique. Là encore, les mieux équipés considèrent que leur équipement est performant.

Figure 30 : Impact environnemental perçu



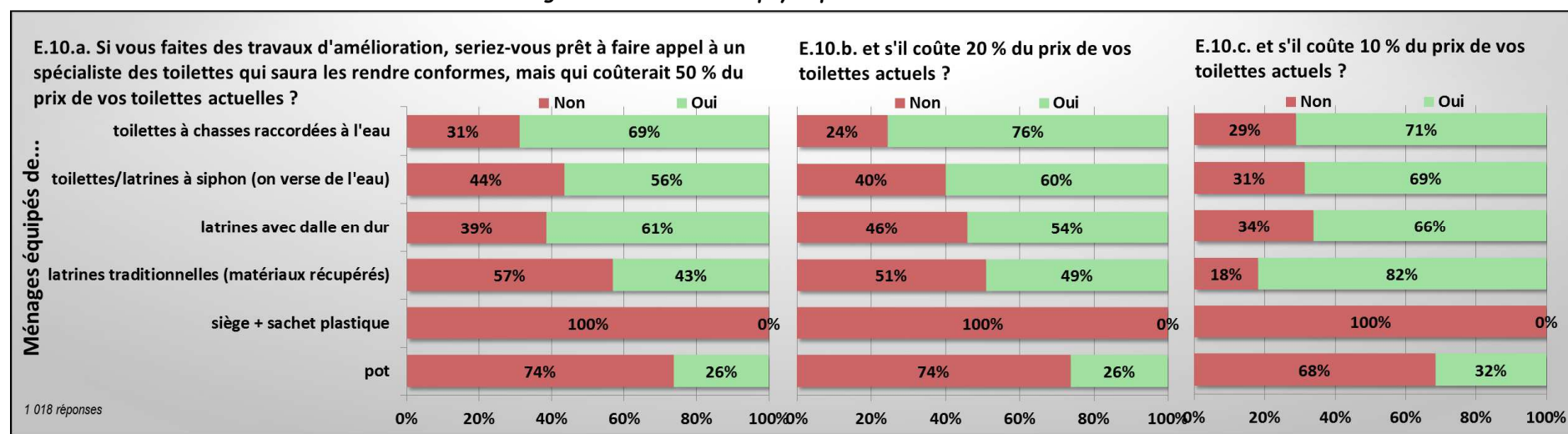
D'une façon générale, ces résultats donnent le sentiment que les ménages les plus conscients du problème sont déjà les mieux équipés, probablement parce qu'ils sont les mieux instruits (et que les mieux instruits appartiennent au quintile le plus aisé, ce qui donne les moyens de s'équiper). Les moins bien équipés sont également les moins informés, ce qui montre l'importance potentielle de la promotion des technologies adaptées.

VOLONTE DE PAYER

Pour l'équipement

Lorsque l'on teste la volonté de payer des ménages pour une mise en conformité, les résultats sont à nouveau très proportionnels au niveau d'équipement, mais l'élasticité de la demande au prix n'est pas évidente, sauf pour les ménages équipés de latrines traditionnelles.

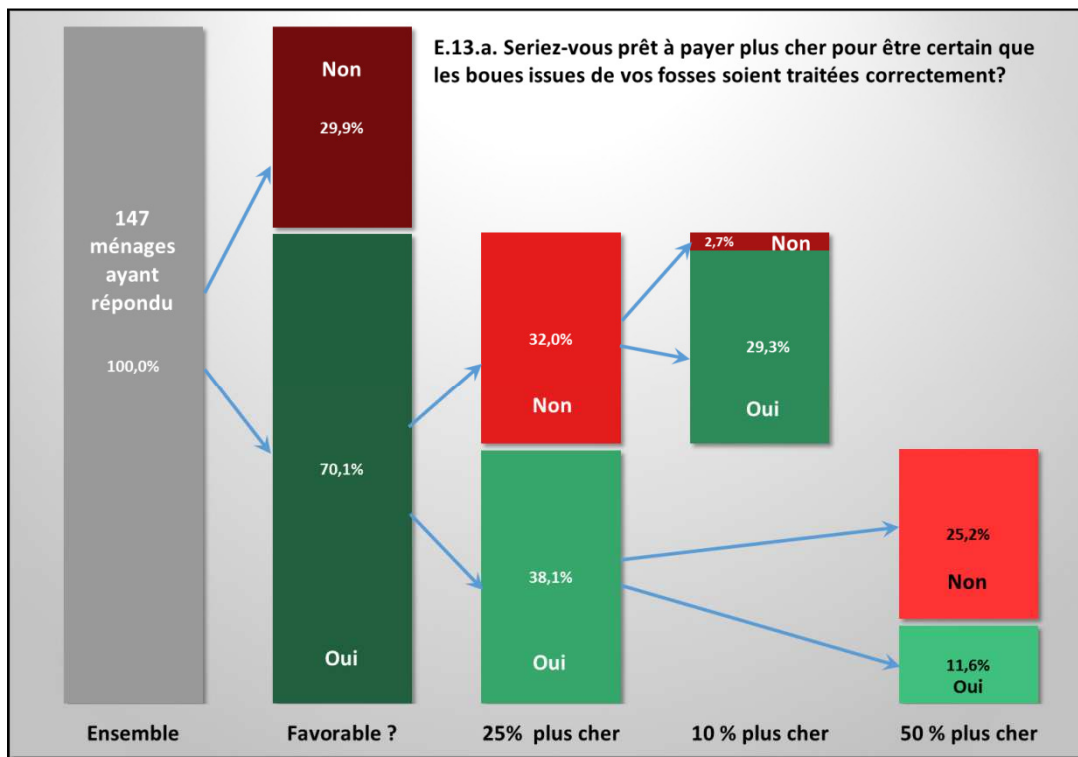
Figure 31 : Volonté de payer pour une mise aux normes



Pour le service

La sensibilité au prix du service de vidange a également été testée, mais beaucoup moins de personnes se sont prononcées. Parmi celles-ci, on constate une certaine volonté de payer pour un service limitant les nuisances environnementales, mais le surcoût acceptable n'est pas très élevé :

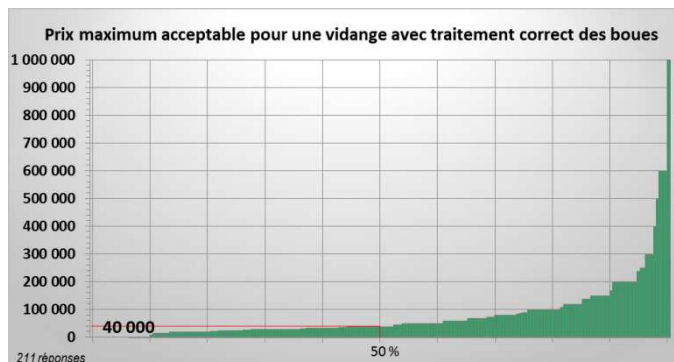
Figure 32 : Surcoût acceptable pour une vidange plus respectueuse de l'environnement



Au final, même si plus de 70 % se disent prêts à payer plus pour des vidanges environnementalement correctes, la plupart (29,3 %) ne veulent y mettre que 10 % de plus que le prix qu'ils payent actuellement, 25,2 % sont prêts à aller jusqu'à 25 % de surcoût et seuls 11,6 % sont encore partants si les services coûtent 50 % plus chers que le prix actuel.

Le prix maximum acceptable pour les ménages est très variable, sa médiane se situant à 40 000 Ar (50 % des répondants sont prêts à aller au-dessus de ce prix). Même si quelques rares ménages affirment être prêts à payer plusieurs centaines de milliers d'Ariary, il n'y a que 25 % des répondants qui sont prêts à déboursier 100 000 Ar ou plus (prix actuel d'un mètre cube vidangé par un camion, sans inclure le prix du dépotage correct ni du traitement).

Figure 33 : distribution de la volonté de payer pour un service amélioré



Cette volonté de payer pour un service amélioré est bien entendu fortement corrélée avec le niveau de revenu du répondant :

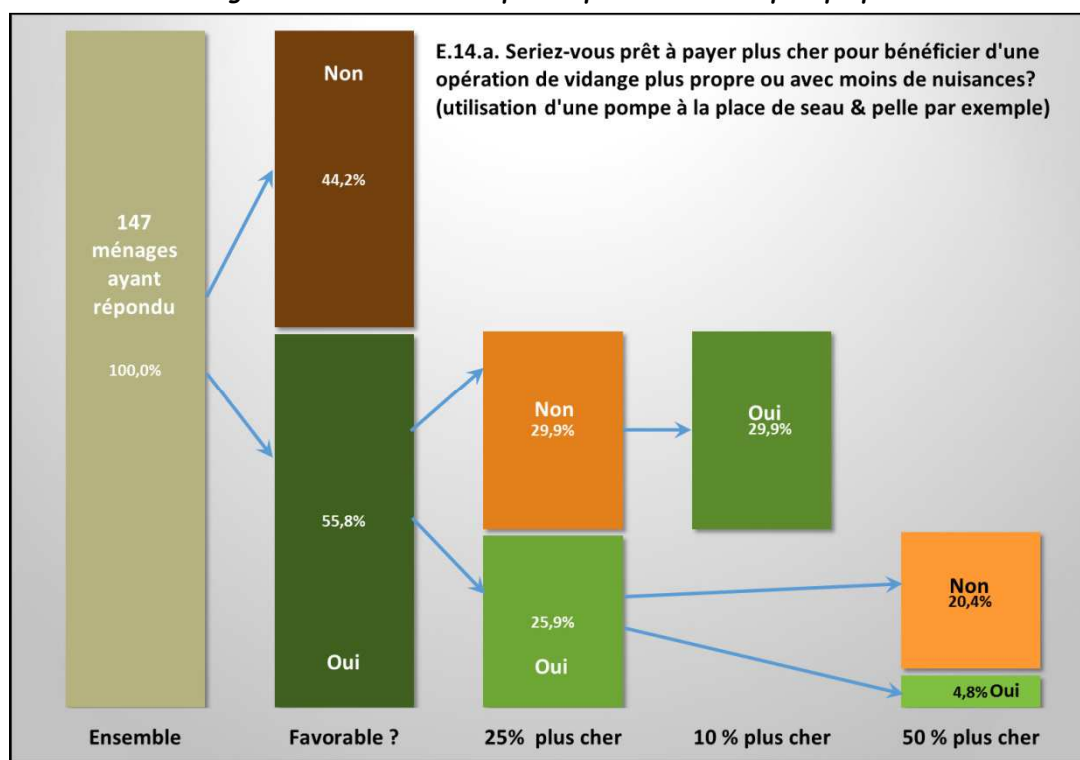
Figure 34 : Prix acceptable pour une vidange respectueuse de l'environnement, selon les quintiles



Encore une fois, une fracture est visible avec les 2 derniers quintiles qui affichent des prix acceptés nettement plus bas.

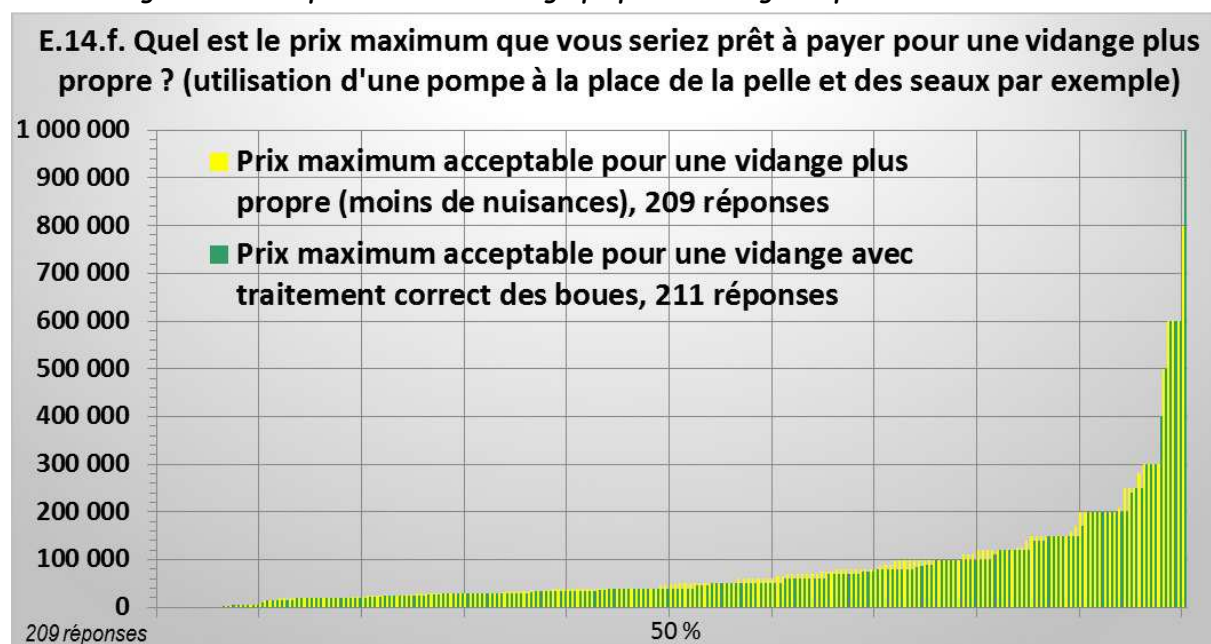
Lorsque l'on fait le même test en proposant, non pas un service plus respectueux de l'environnement, mais « plus propre » dans sa mise en œuvre (donc moins de nuisances directes pour le bénéficiaires et ses voisins immédiats), les répondants semblent moins convaincus (44,2 % répondent qu'ils ne sont pas prêts à payer plus cher et globalement, ils sont moins nombreux à accepter le surcoût de 50 ou 25 %) :

Figure 35 : Surcoût acceptable pour un service plus propre



Pourtant, les montants maximums acceptés sont plutôt supérieurs (sauf dans le quintile 3) :

Figure 36 : Comparaison entre vidange propre et vidange respectant l'environnement



La distribution jaune est très légèrement au-dessus de la distribution verte, indiquant que les ménages indiquent un prix acceptable pour la vidange propre souvent légèrement supérieur au prix acceptable pour une vidange respectueuse de l'environnement.

La demande solvable pour des services améliorés existe donc bien chez les ménages. La bonne nouvelle est que cette demande est presque aussi importante pour un traitement correct des boues (impact environnemental pourtant éloigné des préoccupations immédiates des ménages) que pour un service amélioré en termes de propreté (impact direct sur le bénéficiaire et son voisinage).

La mauvaise nouvelle est que cette volonté de payer est encore trop faible pour générer un marché viable, notamment si on la compare aux prix actuellement pratiqués auxquels il faudrait additionner le surcoût nécessaires aux améliorations évoquées.

2.1.2 Diagnostic quantitatif

2.1.2.1 En termes de volume

DEFINITION DE LA METHODOLOGIE

L'analyse des volumes vidangés se heurte au caractère essentiellement informel de la filière. Non seulement la filière manuelle est prédominante, mais il est très difficile de reconstituer les volumes transportés car le nombre de vidangeurs est très flou.

Nous avons donc opté pour une estimation de la production de boues et des recoupements avec nos observations et les témoignages recueillis afin de vérifier que les ordres de grandeurs correspondaient.

Pour les matières accumulées dans les fosses étanches, la littérature retient des ratios allant de 50 à 60 litres d'accumulation de boues par équivalent-habitant par an. Cela est confirmé par l'étude de Practica sur Toamasina où le ratio constaté est de 54 l/an/hab.

Pour les matières accumulées dans les fosses sèches (non-étanches), l'hypothèse retenue est de 29,2 kg/an de matières sèches par habitant en prenant une hypothèse haute dans la fourchette () 15 à 30 kg/an compte tenu de la faible déshydratation (apports d'eau, d'urine, liquéfaction pour les vidanges) qui correspond à 200 g/j et 40 % de matière résiduelle.

ESTIMATION DU GISEMENT ACTUEL

En partant d'une estimation de la population totale de la CUA de 1 538 041 habitants¹², nous obtenons les volumes suivants pour les ménages :

Tableau 10 : Estimation des volumes à vidanger en 2017

	Population		Production par hab.	Volume (m3/an)	À vidanger
Total CUA 2017	1 538 041	100%			
ANC 2017	1 502 965	97,7%			
Fosses sèches	786 051	52,3%	29 kg/an / 1,1	20 880	20 880
Fosses étanches	610 715	40,6%	60 l/an	36 643	36 643
Rejets directs	106 199	7,1%	60 l/an	6 372	
Total				63 895	57 523

Sur ces presque 64 000 m³ annuels, les enquêtes donnent la répartition entre vidange manuelle et vidange par camions ce qui permet de calculer les volumes actuellement transportés. D'autre part, les camions vidangent également des volumes en provenance d'industriels, d'hôtels et autres lieux publics qui viennent se rajouter à la production des particuliers (ligne « autres » dans le Tableau 11). C'est particulièrement le cas de Sotherly, le plus gros opérateur de vidange sur Antananarivo, qui déclare transporter environ 2 400 m³/an à lui seul, dont très peu proviennent de vidanges de particuliers.

Avec les 5 à 10 autres opérateurs (de plus petite taille et couvrant plutôt les particuliers), cela amène un volume supplémentaire qui explique l'estimation du marché de la vidange mécanisée faite dans le paragraphe 1.1.2.1 (entre 5 300 et 10 800 m³/an, soit environ 8 000 m³/an en moyenne).

Tableau 11 : Répartition des volumes selon la filière

Origine	Volume total	Filière	Taux	Volumes	Destination	Volumes	Perspective
Particuliers	55 687	rejets directs			infiltration	6 169	Impossible à capter
		manuelle	91,7%	51 046	biodigesteurs	325	Traitement OK
					dépotages sauvages	50 721	Difficile à capter
		camions	8,3%	4 641	dépotages dans l'lkopa	8 040	Facile à capter et réguler
Autres	3 399			3 399			

¹² Sur la base des données de population 2015 du BDA. Cf. Fascicule 4 – Diagnostic Urbain.

L'estimation du marché de la vidange mécanisée, faite au travers des observations et des informations recueillies auprès des acteurs du secteur, vient donc corroborer les ordres de grandeurs qui ressortent des enquêtes.

La précision des chiffres inscrits dans les tableaux précédents n'est là que pour permettre de suivre les calculs faits, mais ce sont les ordres de grandeur auxquels on aboutit qu'il faut garder en tête.

Environ 65 000 m³/an de boues de vidange sont produites dans le périmètre de la CUA, approximativement 6 500 échappent à toute filière, environ 52 000 m³ passent par la filière de la vidange manuelle, sans qu'il soit pour l'instant possible d'éviter que leur quasi-totalité soit déversée sauvagement dans les marais, rivières et dépotoirs irréguliers. Pour l'instant, seuls 8 000 m³ passent par la filière des camions vidangeurs qui est pratiquement formelle (ils sont identifiables et c'est leur activité principale) dont la régulation semble possible à court ou moyen terme.

Les projets pilotes de biodigesteurs n'ont pour l'instant qu'un impact insignifiant en volumes, mais ce sont les seules quantités qui bénéficient d'un traitement correct avant leur rejet final.

Malgré les approximations inévitables à ce stade, le Tableau 11, ci-avant, montre bien les cibles prioritaires pour réduire la masse de boues non traitées retournant à la nature.

2.1.2.2 En terme de charge polluante

Les boues de vidange désignent les produits issus du curage/vidange des installations d'assainissement individuel.

Les boues de vidanges se caractérisent par :

- une forte concentration notamment en comparaison avec les eaux usées ;
- une fraction particulaire importante, un taux de matière organique élevé, une forte concentration en nutriments (azote et phosphore) et une forte teneur en pathogènes ;
- une forte variabilité dans leur composition et leur concentration en fonction des types d'infrastructures et dans le temps. Les facteurs qui influent la qualité des boues de vidange sont :
 - Le type de toilettes et leur mode d'utilisation : toilette sèche ou à chasse d'eau, volume d'eau utilisé, réception des eaux grises et des eaux usées de cuisine sans prétraitement... ;
 - La durée de stockage et taux de remplissage : dépendant du type de technologie, de la qualité de construction, de l'utilisation des toilettes, des entrées d'eaux parasites et de l'infiltration dans le sol. La digestion et la stabilisation des boues sont plus avancées si la durée de stockage est importante. De ce fait, les boues des toilettes publiques seront moins stabilisées que celles des fosses septiques (vidange plus fréquente des fosses de toilettes publiques) ;
 - Les entrées d'eaux parasites (eaux de pluie, eaux de nappe) et l'infiltration de la fraction liquide de boues dans le sol. Dans les secteurs où la nappe est haute, le risque de contamination des sols par la fraction liquide des boues est importante si les dispositifs ne sont pas étanches ;
 - Le mode de vidange ;
 - Le climat : température, pluviométrie...

Le tableau suivant présente des résultats d'analyses réalisés à Madagascar à Mahajanga, Tamatave, Majunga et Antananarivo. La conclusion est que ces boues présentent une grande variabilité de leur concentration et leur composition. Elles sont principalement épaisses et fortement concentrées probablement du fait de la forte perméabilité des sols et de l'utilisation intensive des latrines.

Tableau 12 : Caractéristiques qualitatives des boues de vidange mesurées à Madagascar

		Madagascar										
		Mahajanga (2)	Tamatave - Toamasina (3, 4, 5)						Majunga (3)	Antananarivo (1, 3)		
Type de dispositif		Tous	Maçonnés	Tous	FS	Latrine à siphon	Tinette	Fosse simple	Tinette/ Fosse simple	Tinette/ Fosse simple	FS	-
Densité	kg/m3				1100	1060	1150	1220				
Viscosité (Abaque Boesch)					Faible	Faible	Intermédiaire /Forte	Intermédiaire				
MS	mg/l	228 000 (ET 156)	110 000	235 000 (ET 250)	127 000	104 000	326 000	375 000	228 000	129 000	25 000	
	%	21%		19,5% (ET 17)	11%	10%	27%	29%				
MV	g/l	127 (ET 35)			55	71	119	96				
MV/MS	%	Entre 3 et 90%	65%	54% (ET 24)	43%	68%	36%	25%				
MES	mg/l											10 000
DCO	mg/l											15 000
DBO5	mg/l											5 000
NTK	mg/l											
Ntot	mg/l											2 000

FS: Fosse Septique

ET: Ecart type

1 - Actualisation du Plan Directeur 1974-1975 - OTUI Infrastructures, SOMEAH, SOGREAH, 1993

2 - Caractérisation du secteur informel de la vidange des latrines dans la ville - IRCOD, Août 2011

3 - Analyse de la gestion des boues de vidange et propositions d'amélioration - PROTOS PRACTICA, Décembre 2012

4 - Analyse du séchage des boues en conditions locales - PROTOS PRACTICA, Mai 2013

5 - Avant Projet Sommaire de la station de traitement des boues de vidange - PROTOS PRACTICA, Août 2013

Pour comparaison et compléments, le tableau suivant présente des données qualitatives pour la composition des boues de vidange en Afrique Sub-Saharienne et pays tropicaux.

Tableau 13 : Exemple de caractéristiques qualitatives des boues de vidange en Afrique Sub-Saharienne et pays tropicaux

		Bénin (3,4)		Cameroun (6)		Burkina Faso (2,7,8)		Ghana (5, 1, 2, 9)		Thaïlande (9, 10)	Philippines (9, 10)	Pays tropicaux (10)		Afrique du Sud (11)				Divers sources (11)	
		Cotonou		Douala	Yaoundé	Dori	Ouagadougou	Accra		Bangkok	Manila			Durban					
Type de dispositif		-	-	-	-	-	-	-	FS	FS	FS	Toilette publique ou latrine à seau	FS	Latrines améliorées sèches	Latrines améliorées humides	Latrines améliorées communes	Latrines à séparation d'urine	Toilettes publiques	FS
Densité	kg/m3													1 356,5	1 443,1	1 350,1	1 450,4		
Indice de volume des boues	ml/mg													0,11	0,04	0,51	0,23		
pH									7,6	7,7	7,3			7,6	7,7	7,4	7,5	6,55 - 9,34	
MS	mg/l								11 900	16 000	72 000							30 000 - 52 500	12 000 - 35 000
	%											>= 3,5%	< 3%						
MV/MS	%								60%	69%	76%							65 - 68%	45 - 73%
Teneur en eau	%													83%	79%	77%	60%		
MES	mg/l	12 868	700		26 500	0.75	1 000	14 000				>= 30 000	7 000	381	562	139	246		
DCO	mg/l	8 400	2 535	8 750	41 000	22 240	13 500	7 029	7 800	7 800	14 000	20 000 - 50 000	< 15 000					20 000 - 49 000	1 200 - 10 000
DBO5	mg/l	1 740	928			1 080	2 240	1 330	1 000	840	600 - 1500							7 600	840 - 2 600
N-NH4	mg/l											2 000 - 5 000	< 1 000					2000-5000	400 - 1 200
NTK	mg/l	3 530		1 000		6.03			800									3 400	1 000
Nitrates	mgN/l																		0,2 - 2,1
Ntot	mg/l																		190 - 300
PO4-P	mg/l													0,73	0,55	0,6	0,38		
Ptot	mlgP/l													3,86	2,93		3,27	450	150
Coliformes fécaux	u/100ml																	1x10^5	1x10^5
Œufs d'Helminthe	nb/L											20 000 - 60 000	4 000					2 500 - 60 000	600 - 16 000

FS: Fosse Septique

ET: Ecart type

1 - Etude de faisabilité pour la construction d'une station de traitement de boues de vidange à Abomey-Calvi – BENIN, BRLi, 2014

2 - Contribution à la gestion des boues de vidanges issues des fosses septiques et des latrines : cas de la ville de Dori au Burkina-Faso - Mémoire Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement - Tsioba Moubouali, 2010

3 - Etude comparative des modes de gestion des boues de vidange en Afrique de l'Ouest – Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût - 2004

4 - Evaluation du système actuel de collecte et d'épuration des boues – Groupement BRL ingénierie – Setem Benin ingénieurs conseils

5 - Symposium International sur la Politique de Gestion des Boues de vidange (GBV) – EAWAG - 2006

6 - Etude des possibilités de valorisation des produits issus de traitement des boues de vidange : cas de Yaoundé, Cameroun. – CREPA Cameroun - 2007

7 - Vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne: approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange - Halidou KOANDA - 2006

8 - Contribution à la gestion durable et de valorisation des boues de vidange dans la ville de Fada N'Gourma au Burkina Faso : analyse critique du potentiel de l'offre et de la demande et propositions des stratégies - Hina DERABE MAOBE - 2008

9 - Mémento de l'Assainissement, Mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adapté, Editions du GRET, 2018

10 - HEINSS 1998 Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludge in the Tropics: Lessons Learnt and Recommendation for Preliminary Design

11 - STANDE L., RONDELTA M., BRDJANOVIC D., Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation, London, IWA Publishing, 2014.

COMMENTAIRES

Les concentrations en Matières Sèches rencontrées sur Madagascar sont plus importantes que pour les boues des autres pays tropicaux et d'Afrique Sub-Saharienne présentés ci-avant.

Les concentrations en MES, DCO, DBO5 et Azote total sont très variables mais plutôt dans la fourchette haute pour les boues de vidange retrouvées à Madagascar.

Cela met en avant le caractère épais et concentré des boues de vidange retrouvées à Madagascar.

2.1.3 Bilan des désordres

2.1.3.1 Hygiène et santé publique

Notre enquête a permis de montrer que l'équipement de 33,6 % des ménages ne leur permet pas d'assurer un niveau d'hygiène satisfaisant (DAL, pot, latrines traditionnelles).

La principale raison réside dans le manque de confinement des excréta, tant que les insectes et particulièrement les mouches peuvent accéder aux matières fécales et contaminer ensuite l'environnement de vie des usagers.

De ce point de vue, la clé est de disposer d'une dalle facile à nettoyer avec un obturateur du trou de défécation ou mieux, un siphon.

Le second dysfonctionnement important concerne la vidange manuelle, très majoritaire et réalisée dans de mauvaises conditions sanitaires pour les vidangeurs et le voisinage immédiat lors de l'opération.

2.1.3.2 La pollution environnementale

Même si de nombreux ménages ont déclaré avoir une fosse étanche, nous émettons quelques doutes sur le fonctionnement de bon nombre d'entre elles. En effet, pour qu'une fosse soit réellement étanche sur le long terme, il faut utiliser des adjuvants au béton, assurer un minimum d'armature pour éviter les fissurations qui laisseraient s'échapper les effluents directement vers le sol.

Le rejet des effluents d'une fosse, fusse-t-elle étanche, directement dans un canal ou caniveau (donc à ciel ouvert) est un dysfonctionnement du point de vue de la pollution et de la santé publique des riverains. Mais c'est une situation heureusement minoritaire (6,3 %).

Le désordre environnemental le plus fort concerne l'absence de traitement des boues de vidange et la forte pollution de l'Ikopa qui accueille des volumes importants de boues de vidange. Le même désordre se retrouve de façon plus diffuse pour la vidange manuelle : les boues sont déversées dans un terrain vague, une ravine ou un cours d'eau.

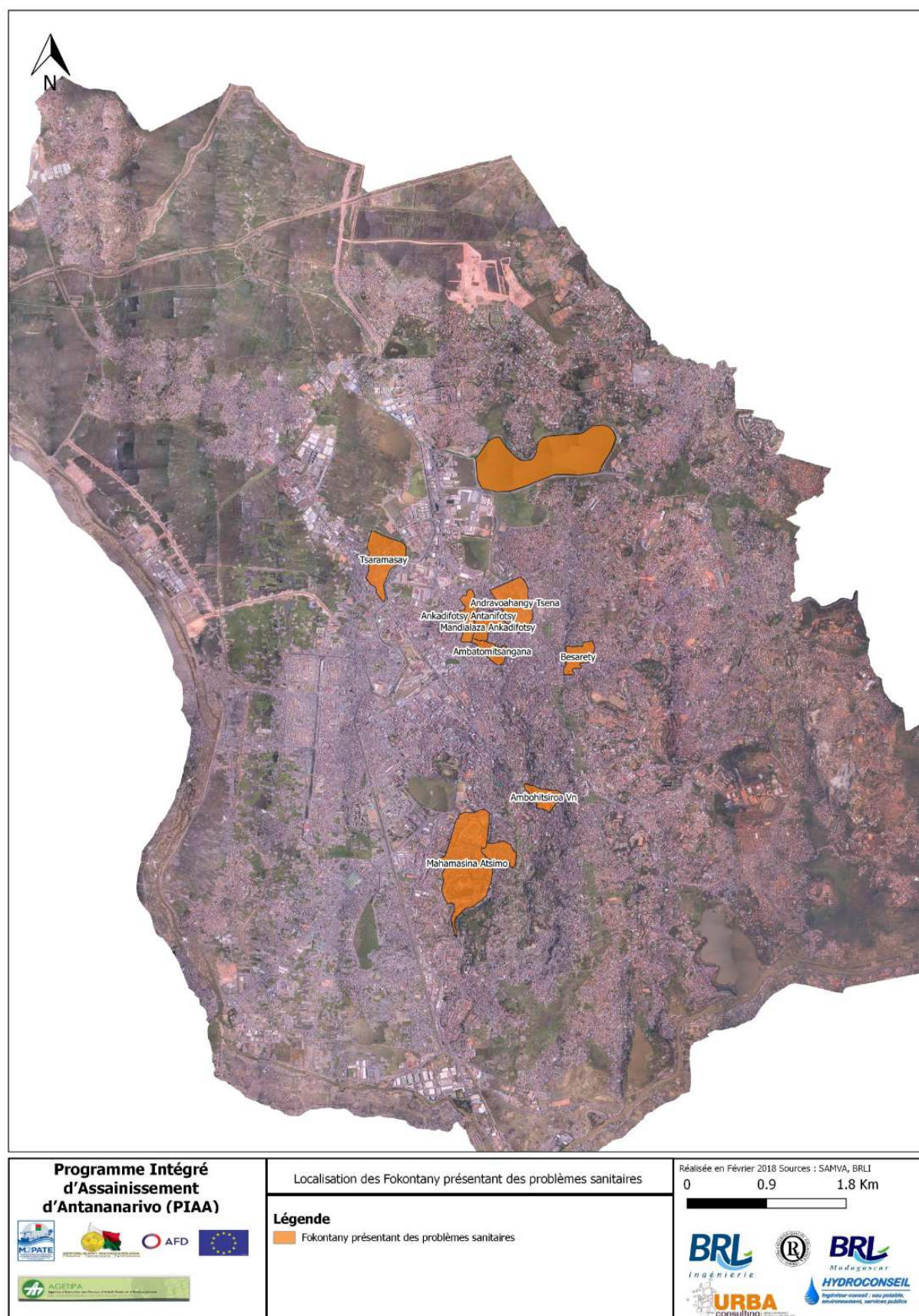
2.1.3.3 Les points noirs et leur priorité

La variété de terrains, des types d'habitat et l'amplitude des niveaux de revenus à Antananarivo nous laissaient penser que nous constaterions de véritables points noirs, concentrant les contraintes et ayant des répercussions sur les autres quartiers. C'est en partie le cas, avec notamment des quartiers qui cumulent plusieurs facteurs très contraignants en termes d'ANC :

- 1- Densité de l'habitat (qui pousse à rejeter dans les canaux plutôt que d'avoir une fosse),
- 2- Niveau de pauvreté (qui limite très fortement les solutions techniques abordables mais également, comme on l'a vu dans les enquêtes – voir Figure 27 à Figure 30 – la connaissance des risques et des solutions),
- 3- Basse altitude et faible pente (qui limite les possibilités d'évacuation gravitaire par les canaux, favorise les inondations et l'exposition de la population aux rejets des toilettes, en réduit la possibilité de creusement des fosses à cause de la proximité de la nappe).

La carte suivante indique les zones les plus problématiques d'après les responsables au niveau des arrondissements (les deux plus gros secteurs cumulent les critères listés ci-dessus).

Carte 10 : Localisation des secteurs souffrant de problèmes sanitaires d'après les enquêtes auprès des arrondissements



p:\bri\janssen\la00011_mada_piaa\06_rapports\lc\activité 6\0_assemblage_diagnostic\lv3\la00011_piaa_1

BRL
Ingénierie

BRL
Madagascar

HYDROCONSEIL
Ingénieur-conseil - eau potable, environnement, services publics

URBA
consulting

Mission de maîtrise d'œuvre pour le programme intégré d'assainissement d'Antananarivo (PIAA)

Tranche conditionnelle

Activité 6 : Diagnostic qualitatif et sectorisation thématique - Thématiques Eaux Usées / Gestion des Excrétas

Ces zones sont-elles des points noirs à traiter en priorité pour obtenir un gain rapide en un minimum de temps ?

Malheureusement non. Ce sont bien des points noirs qui méritent toute l'attention du planificateur, mais ce ne sont pas des « verrous » qui permettraient des améliorations en cascade sur l'ensemble de la ville, et il n'est pas possible de résoudre ces situations rapidement par un ouvrage ou des travaux publics. La lutte contre les inondations aura un effet bénéfique rapide à l'échelle de quartiers entiers, mais il restera le problème des rejets des nombreux équipements domestiques. Il sera difficile de lever rapidement les facteurs qui limitent la qualité de l'assainissement de ces familles, comme le manque de moyens, le faible niveau de conscience des risques, le manque de place et la proximité de la nappe.

En d'autres termes, s'il y a bien urgence à commencer à intervenir dans ces quartiers, il s'agira plus d'un engagement de longue haleine que d'une opération de travaux prioritaires (excepté pour les canaux).

2.1.3.4 Quels sont les besoins prioritaires ?

Il n'y a pas que des points noirs géographiques. Il y a des points noirs concernant la filière à l'échelle de la ville, notamment la vidange manuelle et l'absence de station de traitement des boues de vidange. Ce dernier point serait une très bonne cible pour des travaux d'urgence à fort impact à court terme... si la filière de vidange mécanisée était plus importante. Aujourd'hui, elle ne représente qu'une faible part des volumes vidangés (comme on l'a vu au 2.1.2.1), et prévoir un traitement final pour ces boues est nécessaire mais pas suffisant : l'impact sera très partiel tant que la vidange manuelle sera très majoritaire comme actuellement.

Les besoins en termes de structuration de la filière doivent également s'accompagner d'une évolution de la réglementation.

2.1.3.5 Les boues difficiles à vidanger par aspiration

Les camions spirotechniques ne sont pas conçus pour aspirer des boues peu liquides qui sont pourtant majoritaires dans Antananarivo (fosses non étanches). D'autre part, les camions doivent accéder à proximité des fosses pour pouvoir les aspirer efficacement, même si les tuyaux permettent d'atteindre des fosses à plusieurs dizaines de mètres, ils ne peuvent pas passer au-dessus des murs (dépression insuffisante pour siphonner). Or, les habitations d'une grande partie de la population de la CUA sont éloignées d'une rue carrossable, comme les enquêtes l'ont montré.

C'est un facteur supplémentaire limitant la possibilité d'intervenir rapidement pour améliorer le traitement des boues : même si la vidange mécanisée était abordable financièrement, elle resterait techniquement impossible pour de nombreux ménages.

2.1.3.6 La vidange au moindre coût : informelle et incomplète

Autre difficulté majeure qui est un élément d'explication de l'étroitesse du marché de la vidange par camion est la concurrence des vidangeurs manuels sur les prix. Cette concurrence est très forte et la faible volonté de payer de bon nombre de ménages restreint le développement du marché (impossible d'amortir des équipements ni de couvrir les frais de transport).

Si les vidangeurs manuels fournissent une offre correspondant au prix que les ménages sont prêts à dépenser, cette offre est très incomplète puisqu'elle n'intègre ni évacuation complète (les boues restent dans le quartier¹³) ni traitement final.

¹³ Le rayon d'action des vidangeurs manuels est de l'ordre de 750 à 1 000 m, ce qui veut dire qu'ils déversent les boues dans un cours d'eau, un champ ou un canal non loin des latrines qu'ils viennent de vidanger, les habitants du voisinage restent donc exposés aux rejets de leur propre quartier.

2.1.3.7 *La vidange par camions : quel intérêt s'il n'y pas de station de traitement ?*

Du point de vue fonctionnel, le site de dépotage d'Ambohitrimanjaka n'a plus aucune valeur (il ne peut pas servir de base à un aménagement correct) mais la grande majorité des camions vidangeurs acceptent de venir y dépoter ce qui est un bon indicateur et présente plusieurs points intéressants :

- Les entreprises de camions vidangeurs ne cherchent pas toutes à déverser leur chargement au plus proche et respectent une certaine obligation de dépoter dans un site considéré comme officiel.
- Les opérateurs acceptent de parcourir cette distance importante (entre 10 et 15 km des différents quartiers de la ville) et intègrent ce coût dans leurs tarifs (acceptés par leurs clients).
- La commune d'Ambohitrimanjaka sur laquelle se trouve le site, fait payer une amende pour le dépotage qui s'est transformée en une sorte de droit de dépotage payé à l'avance, et est considérée par les opérateurs comme une autorisation officielle de dépotage.
- Les opérateurs intègrent ce coût de dépotage dans leurs tarifs, ce qui prouve qu'un certain niveau de « redevance » reste acceptable.
- Les camions vidangeurs trouvent un intérêt dans ce site : la disponibilité d'eau pour nettoyer leur camion.

On ne pourra donc pas promouvoir la filière camions vidangeurs tant qu'il n'existera pas une station de traitement pouvant accueillir leurs boues. Si le transport permet d'évacuer les boues du milieu de vie des ménages, le site de déversement dans l'Ikopa ne fait que reporter la pollution en aval de la ville pour les usagers de la rivière.

C'est un dysfonctionnement majeur de la filière.

2.1.3.8 *Hiérarchisation*

2.1.3.8.1 La vidange manuelle échappe à toute régulation

Pour pouvoir faire significativement progresser la situation sanitaire à Antananarivo, il faut que les boues de vidanges soient traitées ce qui implique avant tout de pouvoir compter sur une filière pour capter ces boues avant qu'elles ne finissent dans la nature.

Or environ 78 % des boues passent par la filière manuelle informelle.

Et cette filière est difficile à formaliser. L'expérience du SAMVA et de l'IMV sur les biodigesteurs montre clairement que la concurrence des vidangeurs informels freine le développement de la filière. C'est un obstacle majeur qu'il faut étudier (c'est déjà le cas pour le SAMVA, l'IMV et les ONG concernées par les biodigesteurs) et prendre en compte dans le schéma directeur d'assainissement.

Les dépotages sauvages de la filière informelle de vidange manuelle représentent le premier fléau sanitaire et environnemental en volume et en diffusion.

2.1.3.8.2 Les boues de vidange ne sont pas traitées

Comme il a été détaillé au 2.1.2.1, le volume annuel de boues de vidange capté est très faible à l'échelle du territoire de la CUA :

- environ 8 000 m³ (12,3 %) pour les camions vidangeurs, qui les déversent dans l'Ikopa (en aval de la ville) sans aucun traitement
- environ 325 m³ (0,5 %) pour les vidangeurs manuels formalisés autour des biodigesteurs (seul volume dont le traitement est considéré comme satisfaisant).

Au final, 99,5 % des boues produites à Antananarivo terminent dans la nature sans aucun traitement.

Ces volumes représentent une menace majeure à la fois pour la santé publique et pour le risque environnemental.

L'absence de station de traitement des boues de vidange est le second désordre majeur de l'assainissement à Antananarivo.

2.1.3.8.3 La défécation à l'air libre : un réel frein à l'assainissement

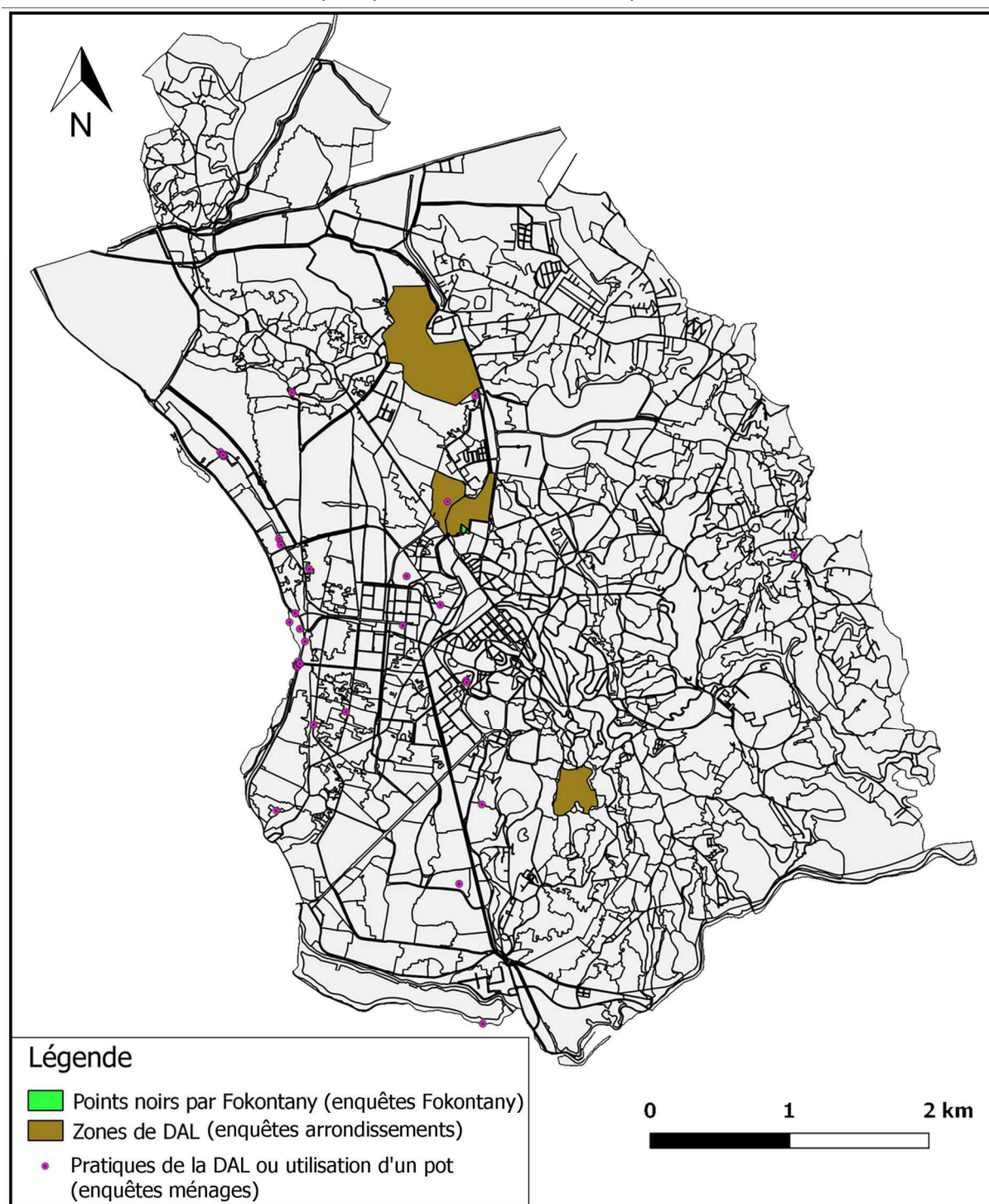
Le taux de ménages pratiquant régulièrement la Défécation à l'Air Libre (DAL) est restreint à Antananarivo (moins d'un pourcent), mais d'autres pratiques s'y apparentent (usage de pots, sacs ou autres récipients ensuite reversés dans la nature) et cela doit être une pratique occasionnelle pour de nombreuses personnes, même si elles ont répondu être équipées de latrines dans leur parcelle.

Mais surtout, la DAL a un impact sanitaire bien au-delà des ménages concernés et qui a des conséquences tant qu'il y a quelques familles qui la pratique.

Dans une ville dense et humide comme Antananarivo, l'amélioration de la santé publique passe par l'éradication de la DAL, qui constitue un « point noir » dans l'assainissement de la ville.

Ces pratiques ne sont pas réservées à quelques quartiers. Nous en avons trouvé dans notre échantillon dans des quartiers assez différents, mais en majorité dans les îlots denses situés à la frontière entre l'urbanisation organisée et les rizières et plans d'eau. Lors de notre enquête auprès des arrondissements et des Fokontany, nous avons eu des indications différentes pour les zones où se pratique la DAL d'après leur connaissance du terrain (cf. Carte suivante).

Carte 11 : Localisation de la pratique de la DAL selon les enquêtes et selon les arrondissements



2.2 ASSAINISSEMENT COLLECTIF

2.2.1 Diagnostic qualitatif

Le bilan détaillé des désordres et dysfonctionnements constatés sur le réseau d'assainissement suite aux investigations de terrain est présentée dans les Chapitres 2.1 et 2.3 du Fascicule 6 « Thématique Eau Pluviale ».

Ces dysfonctionnements se caractérisent par un rejet des eaux usées dans les cours d'eau ou les canaux pluviaux qui se traduit par :

- Sur le plan environnemental :
 - Une pollution des milieux par les rejets d'eaux usées,
 - La dégradation du cadre de vie de la population (pollution visuelle et olfactive),
- Sur le plan sanitaire :
 - Des problèmes d'insalubrité (notamment dans les quartiers précaires) entraînant une augmentation des maladies hydriques et une prolifération des moustiques du fait de la proximité immédiate des canaux et des habitations.

2.2.1.1 A l'échelle de la CUA

Note préalable : Lors des investigations de terrain, un certain nombre regards n'ont pas pu être identifiés ou ouverts. Les graphiques ci-dessous indiquent la proportion de regards ouverts sur le réseau séparatif et le réseau unitaire.

Figure 37: Répartition des regards ouverts sur le réseau séparatif

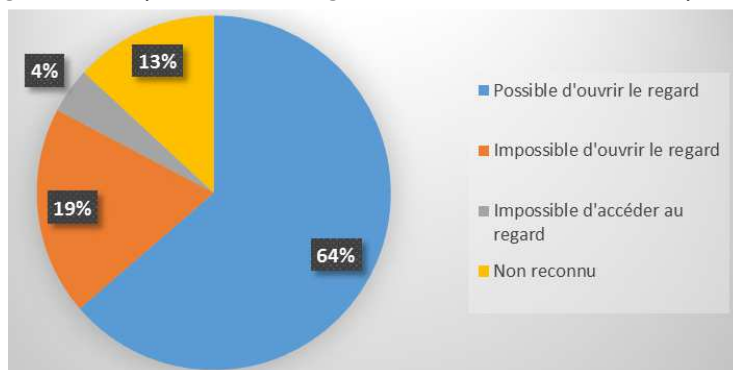
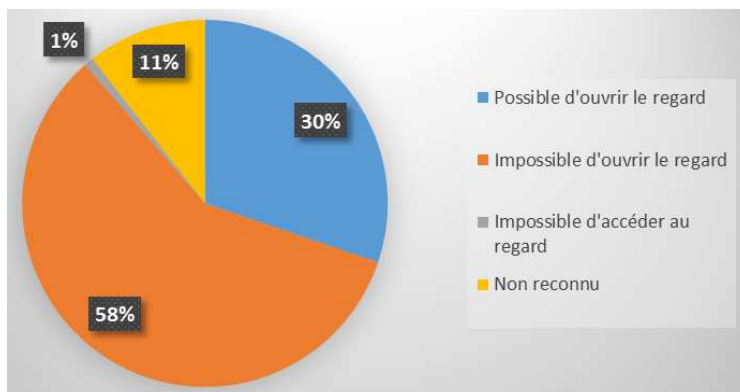


Figure 38: Répartition des regards ouverts sur le réseau unitaire



DESORDRES STRUCTURAUX

Inaccessibilité du réseau du fait de regards scellés ou non visibles.

Les regards sont des accès qui permettent de contrôler et entretenir un système d'assainissement. Cependant, il a été constaté que certains regards sont scellés ne permettant pas d'assurer leurs fonctions. En effet, 31% des regards du territoire sont scellés et donc inaccessibles. Le réseau étant inaccessible en ces différents endroits, les regards n'assurent donc pas leurs fonctions.

Figure 39: Causes d'inaccessibilité des regards sur le réseau séparatif

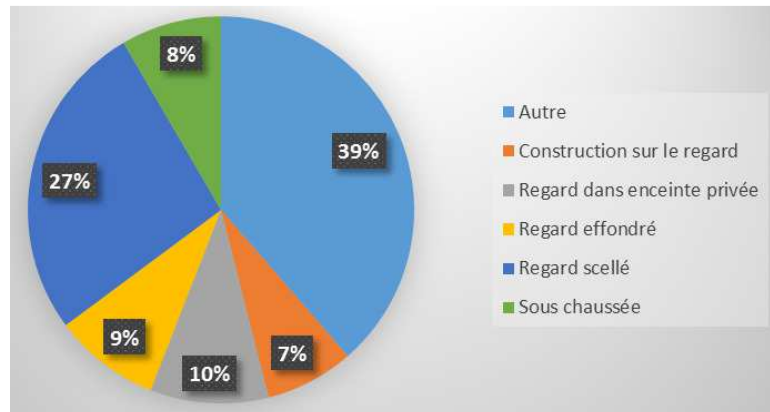
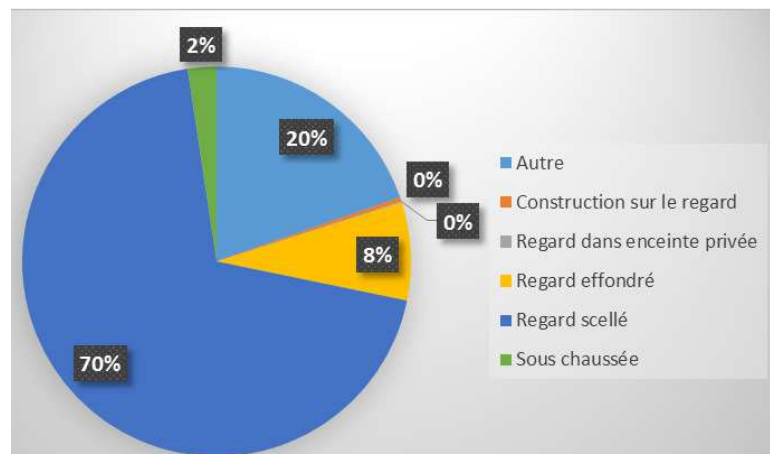


Figure 40: Causes d'inaccessibilité des regards sur le réseau unitaire



Photographie 8 : Exemple de regard scellé (Identifiant SIG: 3336)



Pentes des réseaux

Les pentes trop faibles ou négatives ($< 0.5\%$) sont à l'origine de vitesses faibles dans les réseaux qui favorisent le phénomène de sédimentation des matières en suspension présentes dans les eaux usées et les eaux pluviales et affectent négativement le phénomène d'autocurage du réseau. Cela engendre des problèmes d'obstruction fréquente du réseau et donc une nécessité d'un entretien curatif régulier pour assurer le bon fonctionnement du réseau.

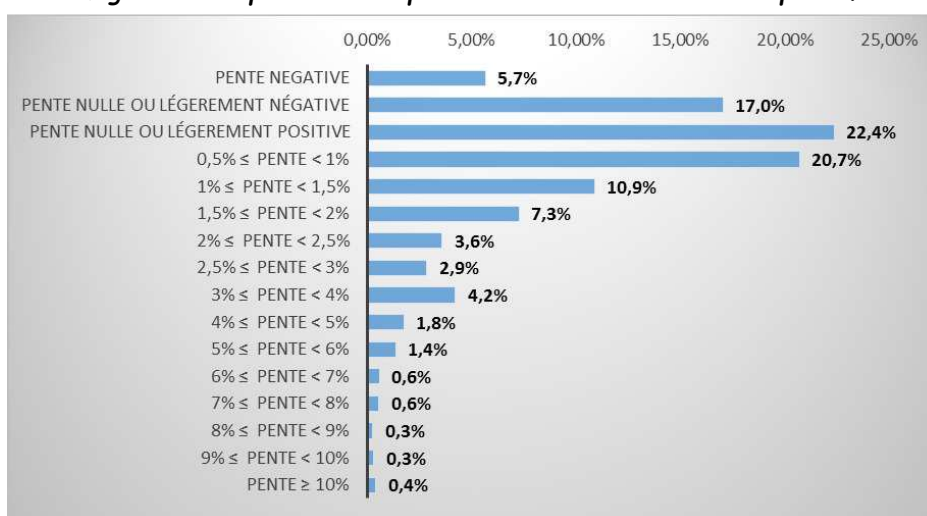
Les pentes négatives sont liées à un défaut de pose des réseaux.

Les pentes trop fortes peuvent conduire à une détérioration des canalisations par abrasion due à des fortes vitesses.

Réseau séparatif

Pour les réseaux séparatifs, les pentes sont faibles ce qui s'explique facilement par la topographie du terrain naturel, principalement plat.

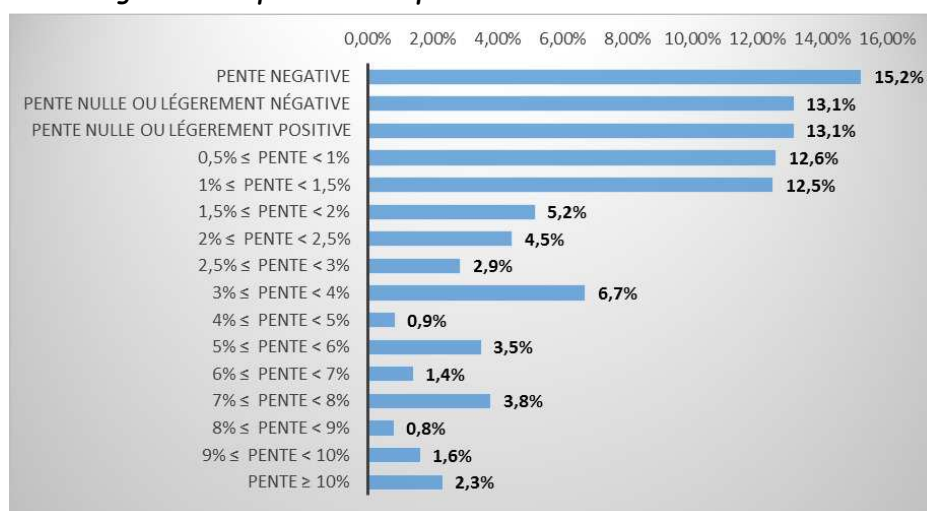
Figure 41 : Répartition des pentes connues sur le réseau séparatif



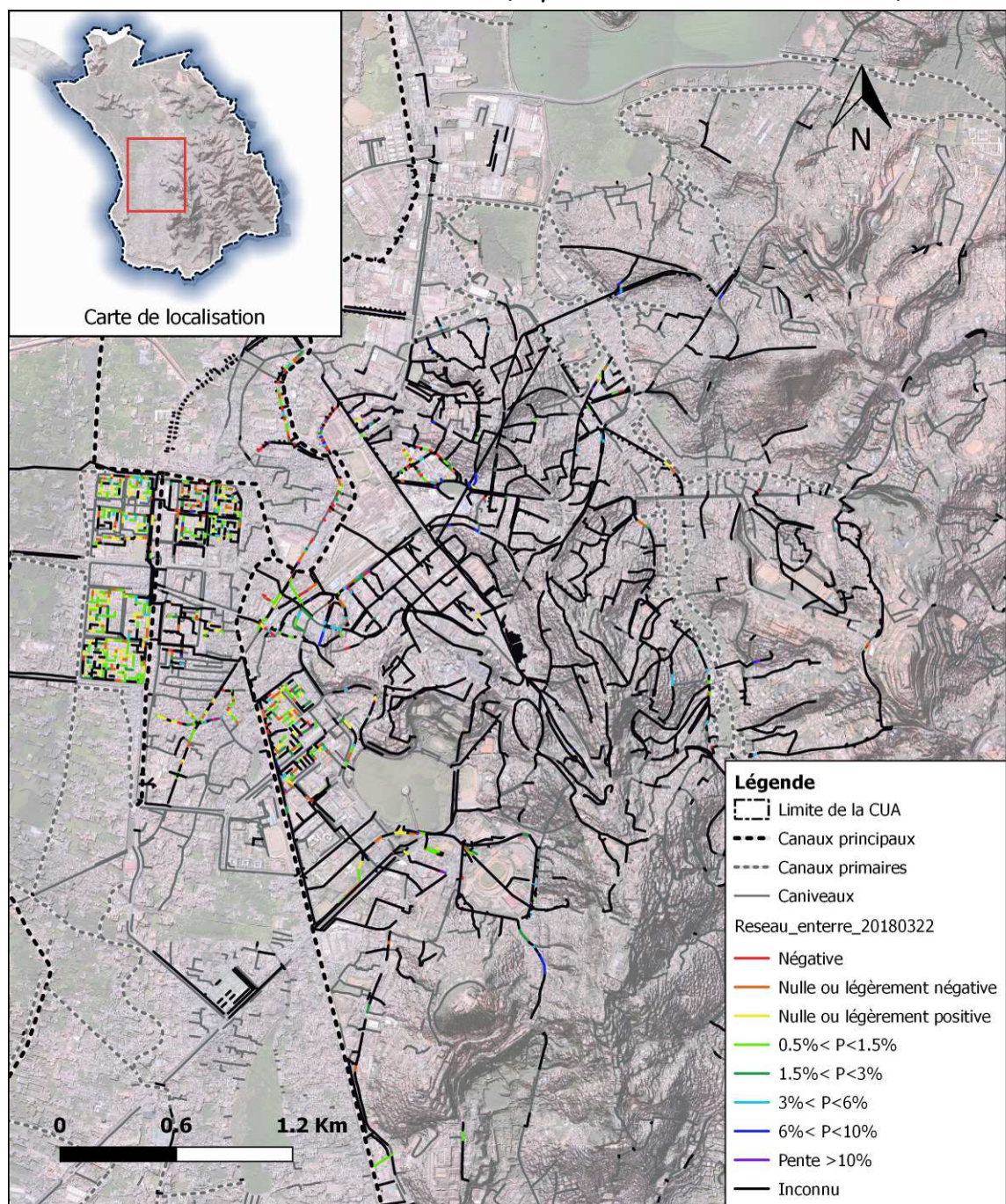
Réseau unitaire

Pour les réseaux unitaires, les pentes sont aussi majoritairement faibles, avec cependant une petite partie du linéaire en pente forte.

Figure 42 : Répartition des pentes connues sur le réseau unitaire



Carte 12 : Pente du réseau enterré (disponible au format A3 en Annexe 1)



Profondeur moyenne des réseaux

Un réseau profond nécessite une qualité de pose soignée surtout dans les secteurs où la nappe est haute pour éviter les phénomènes d'infiltration dans le réseau du fait d'un manque d'étanchéité. Les conséquences d'un manque d'étanchéité du réseau sont expliquées dans le paragraphe suivant.

Dans le cas de la plaine (où se situe le réseau séparatif) où la nappe est haute voire affleurante. La qualité de pose du réseau doit donc être soignée même pour une faible profondeur.

La profondeur des réseaux séparatif et unitaire est globalement similaire. La plupart du réseau identifié se situe à une profondeur comprise entre 1 m et 1,5 m. Une profondeur du réseau supérieure à 2,5 m est extrêmement rare.

Figure 43: Répartition du niveau de profondeur du réseau séparatif

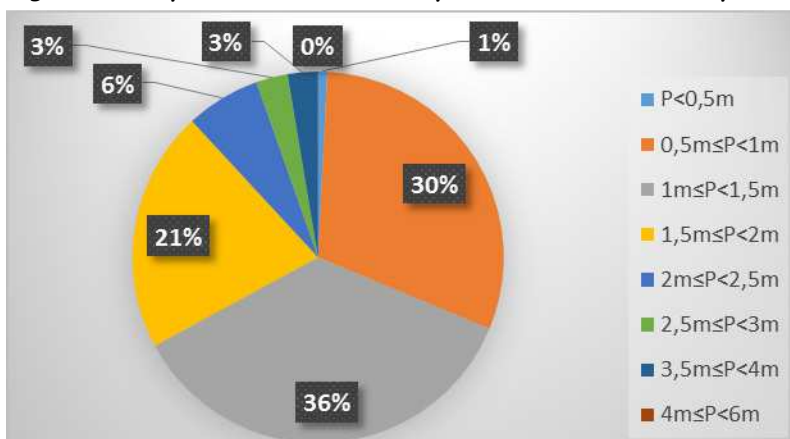
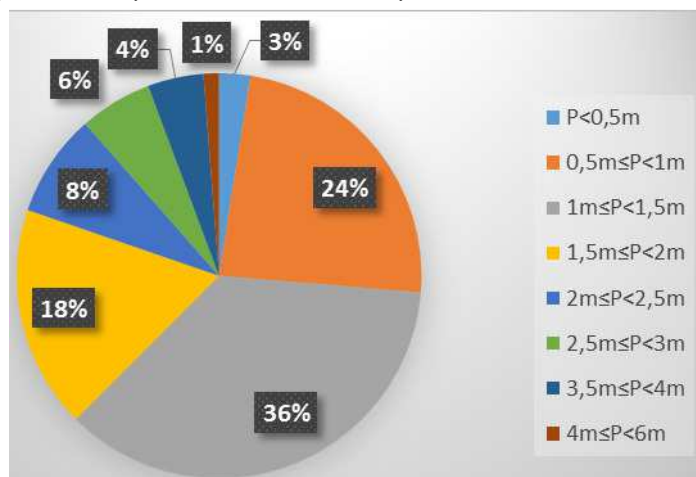
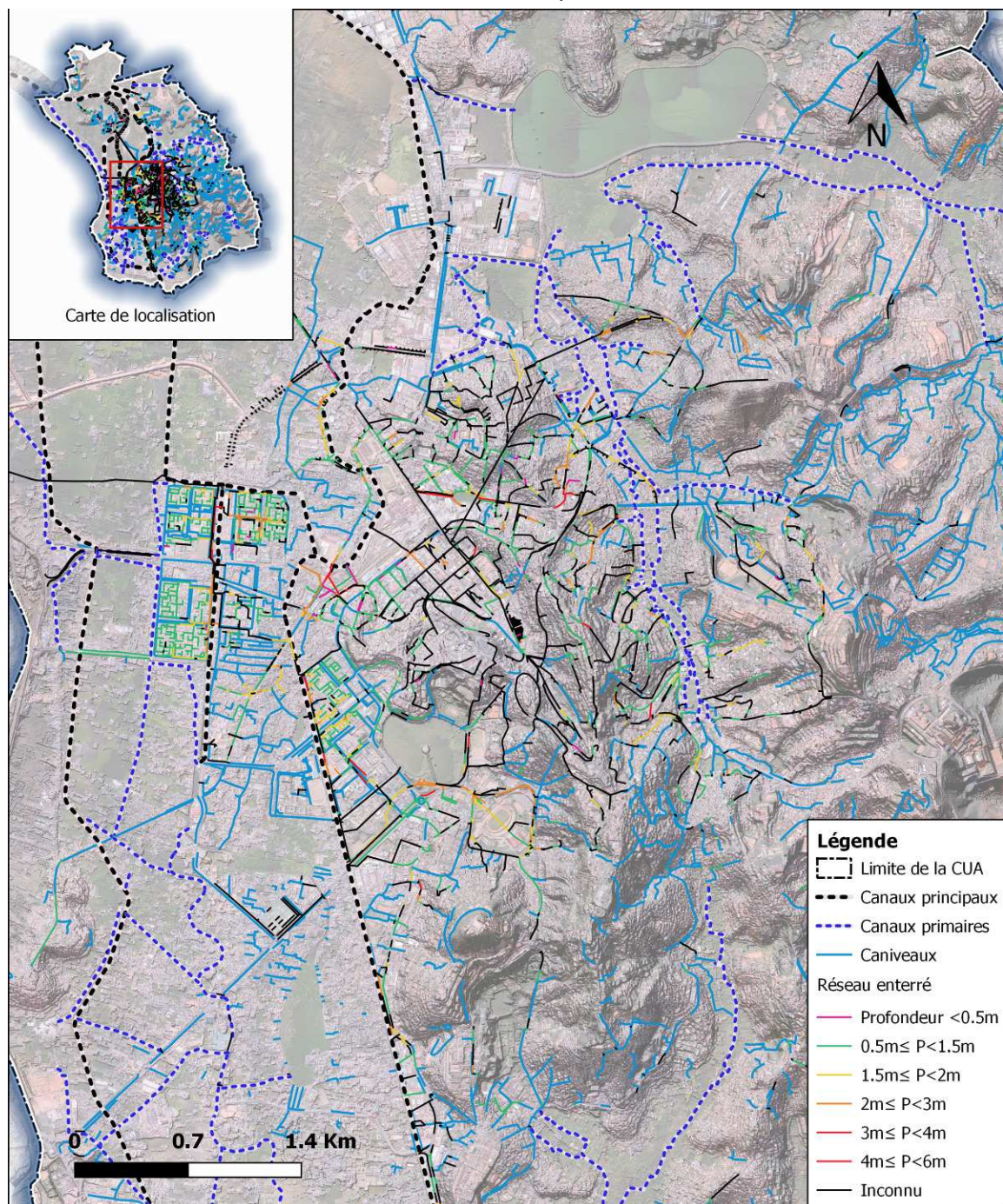


Figure 44: Répartition du niveau de profondeur du réseau unitaire



Carte 13 : Profondeur du réseau enterré du territoire de la CUA (disponible en format A3 en Annexe 1)



Problème d'étanchéité du réseau d'assainissement

Les défauts d'étanchéité peuvent se rencontrer aussi bien dans les conduites principales qu'au niveau des branchements, que celles-ci soient situées en domaine public ou en terrain privé. Les seuls problèmes posés par les branchements ne se limitent donc pas aux erreurs de raccordement, et peuvent également concerner l'état des ouvrages.

Les défauts d'étanchéité ont des causes très variées et souvent conjuguées, qui peuvent être classées en fonction de leur niveau de la manière suivante :

- Défauts de conception :
 - Sous-évaluation des charges statiques et dynamiques auxquelles sont soumises les canalisations (remblais, charges roulantes, ..) conduisant à une classe de résistance insuffisante. Ce type d'erreur peut entraîner des fissures, cassures ou la rupture et l'effondrement de canalisations,
 - Prise en compte insuffisante du risque géotechnique lié à la stabilité du terrain environnant : de la même manière que les canalisations, le terrain encaissant est soumis à des sollicitations extérieures auxquelles il doit résister, sans quoi les tassements différentiels et les mouvements de terrain peuvent entraîner la fissuration des canalisations, des disjoints, des désalignements, ...
 - Matériau de la canalisation inadapté à l'agressivité des effluents transportés ou au milieu environnant (par exemple, nappes salées, présence de H_2S),
 - Pentes trop fortes pouvant conduire à une détérioration des tuyaux par abrasion,
 - Mauvaise conception de singularités hydrauliques (chutes, changements de diamètre, coudes ...),
- Défauts de réalisation :
 - Mauvais lit de pose,
 - Matériau de remblai inadapté ou mal compacté,
 - Mauvais emboîtement des canalisations,
 - Joints inadaptés, mal posés, voire même absents,
 - Mauvaise réalisation des raccordements entre branchements et canalisation principale,
- Défauts se produisant au niveau de l'exploitation :
 - Collecte et transport d'effluents agressifs, chimiquement ou mécaniquement,
 - Exécution de travaux à proximité du collecteur : une détérioration des canalisations principales ou de branchements peut aussi provenir des interventions dans le sous-sol des voies qui concernent principalement les réseaux de distribution d'eau, d'électricité, de télécommunication,...
 - Mise en charge fréquente : résulte en général d'un sous dimensionnement hydraulique des canalisations ou d'un apport excessif d'eaux parasites, elle peut entraîner l'élargissement des fissures, la rupture des joints,...
 - Pénétration de racines par des joints non étanches ou des fissures : l'humidité ambiante résultant d'un défaut de joint ou de fissures attire souvent les racines profondes des arbres plantés à proximité des collecteurs, la pénétration de ces racines dans les ouvrages peut alors les obstruer partiellement et même les disloquer.

Le vieillissement naturel des ouvrages est inéluctable, mais se trouve souvent accéléré par les phénomènes précisés ci-dessus. Par ailleurs, la durée de vie d'un collecteur d'assainissement peut être prolongée grâce aux opérations de curage, d'entretien et de surveillance régulière qui permettent d'une part, d'assurer son bon fonctionnement et d'autre part, de détecter des anomalies et ainsi d'en limiter les conséquences en remédiant assez tôt aux causes.

Dans notre cas, la plupart des regards est vétuste et endommagé. De nombreux tampons sont fissurés ou même absents entraînant des entrées d'eaux claires parasites. Celles-ci sont définies comme étant l'ensemble des effluents transitant par un réseau d'assainissement qui n'a pas été conçu pour les recevoir induisant des impacts dommageables pour le fonctionnement des ouvrages. Ces entrées d'eaux claires parasites ne se limitent pas uniquement au défaut des tampons, mais peuvent également concerner l'état de l'ouvrage. En effet, il a été constaté plusieurs défauts d'étanchéité :

- Infiltration d'eau venant de l'extérieur du réseau,
- Manque d'étanchéité dû à une cassure du regard,
- Pénétration de racines par des joints non étanches ou des fissures : l'humidité ambiante résultant d'un défaut de joint ou de fissures attire souvent les racines profondes des arbres plantés à proximité des collecteurs, la pénétration de ces racines dans les ouvrages peut alors les obstruer partiellement et même les disloquer.
- Raccordement défectueux : mauvais emboîtement des canalisations ou joints inadaptés, mal posés, voir même absent.

Photographie 9 : Exemple de regard avec absence de tampon (Identifiant SIG: 5235)



Réseau séparatif

Au niveau du réseau séparatif, ces défauts peuvent entraîner des intrusions très importantes d'eaux claires parasites. Ces eaux parasites constituent un problème important du fonctionnement des systèmes d'assainissement. Les impacts sur le réseau d'assainissement sont multiples :

- Diminution de la capacité de transit entraînant des surcharges hydrauliques dans les collecteurs et les postes de relèvement/pompage. Cette saturation peut entraîner des surverses sur la chaussée ou dans le milieu naturel. De plus, la présence d'eaux claires limite la capacité à raccorder des nouveaux quartiers et réduit l'efficacité des investissements réalisés. Les difficultés rencontrées peuvent être « résolues » par la mise en place de déversoirs d'orage ou de trop-pleins, mais les problèmes sont alors reportés vers le milieu récepteur.
- Surcharge des postes de relèvement/refoulement avec augmentation des durées de pompage et donc des dépenses énergétiques, de l'usure mécanique des équipements...
- Usure accélérée des collecteurs provoquée soit par l'agressivité des effluents, soit par l'érosion progressive des matériaux de remblais de la tranchée d'assainissement sous l'action des eaux d'infiltration qui peuvent provoquer des fissures, tassements différentiels...
- Impact sur la qualité du milieu naturel, du fait des rejets fréquents d'effluents bruts ou partiellement traités dans le milieu naturel lorsque le niveau de la nappe phréatique est inférieur à celui du collecteur, une exfiltration des eaux usées au travers des défauts d'étanchéité peut entraîner des rejets polluants dans la nappe,

31% des regards sur le réseau séparatif sont touchés par un défaut d'étanchéité. Ce sont principalement des cassures qui en sont la cause. En effet, 97% des regards avec un défaut d'étanchéité présentaient une cassure.

Note : Les pourcentages présentés ne concernent que les défauts d'étanchéité observés sur les regards, partie visible des réseaux. Des défauts d'étanchéité peuvent également être rencontrés sur les canalisations (casses, présence de racines...). Ces défauts ne peuvent être observés qu'au moyen d'une inspection vidéo des réseaux.

Figure 45: Répartition des défauts d'étanchéité sur le réseau séparatif

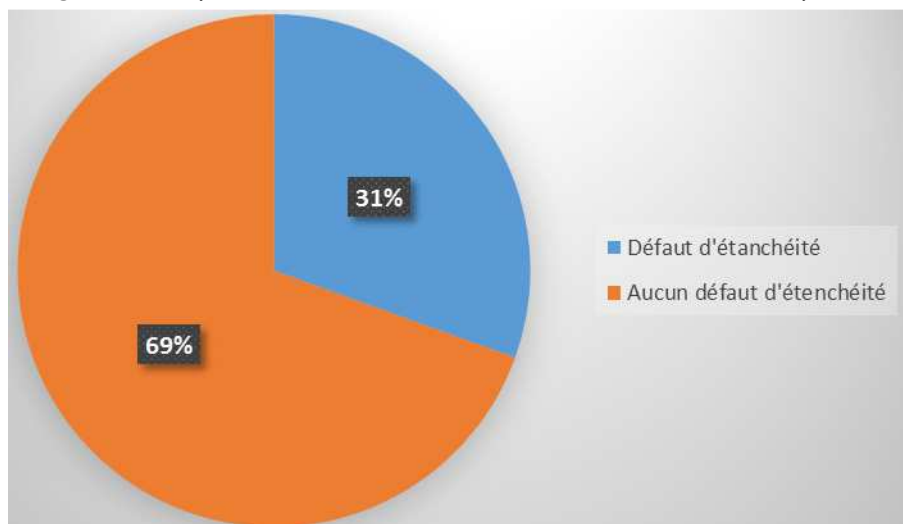
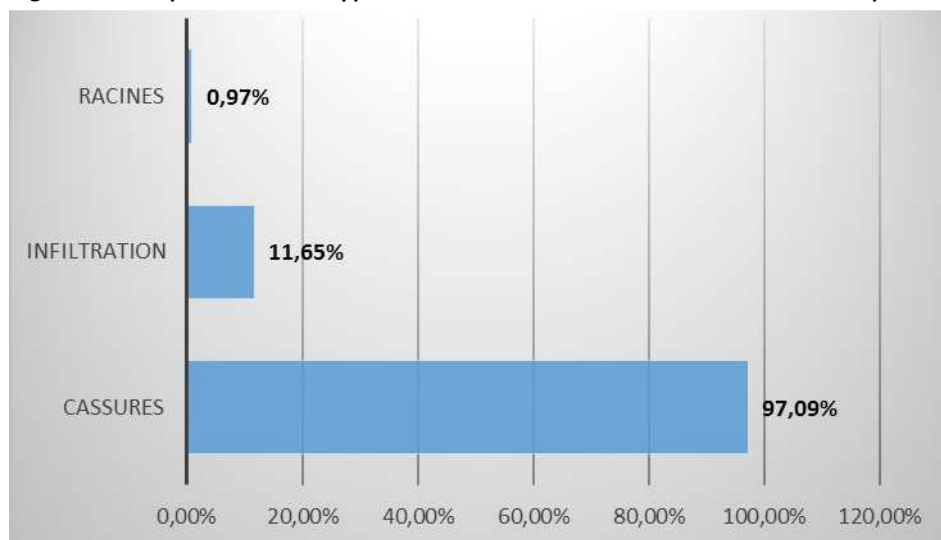


Figure 46: Répartition des types de défaut d'étanchéité sur le réseau séparatif



Réseau unitaire

Au niveau du réseau unitaire, l'impact d'une intrusion d'eau par des tampons endommagés ou absents est moins problématique car celui-ci assure également la fonction de transport des eaux pluviales. Néanmoins, un risque humain est toujours présent en cas de chute dû à l'absence de tampon. De plus, au niveau des déversoirs d'orage : l'augmentation des débits véhiculés par les réseaux unitaires entraîne un fonctionnement plus fréquent des déversoirs d'orage et par conséquent, le rejet direct de flux polluants, parfois même en temps sec.

Les défauts d'étanchéité sont beaucoup plus présents sur le réseau unitaire que sur le réseau séparatif. En effet, 59% des regards ouverts possédaient un défaut. Parmi ces défauts, le plus récurrent est la cassure retrouvait dans 88% des cas.

Figure 47: Répartition des défauts d'étanchéité sur le réseau unitaire

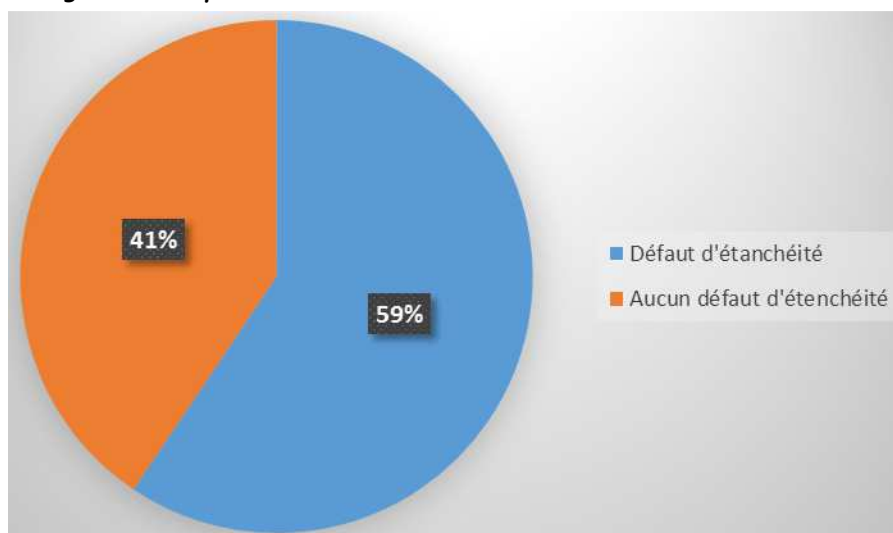
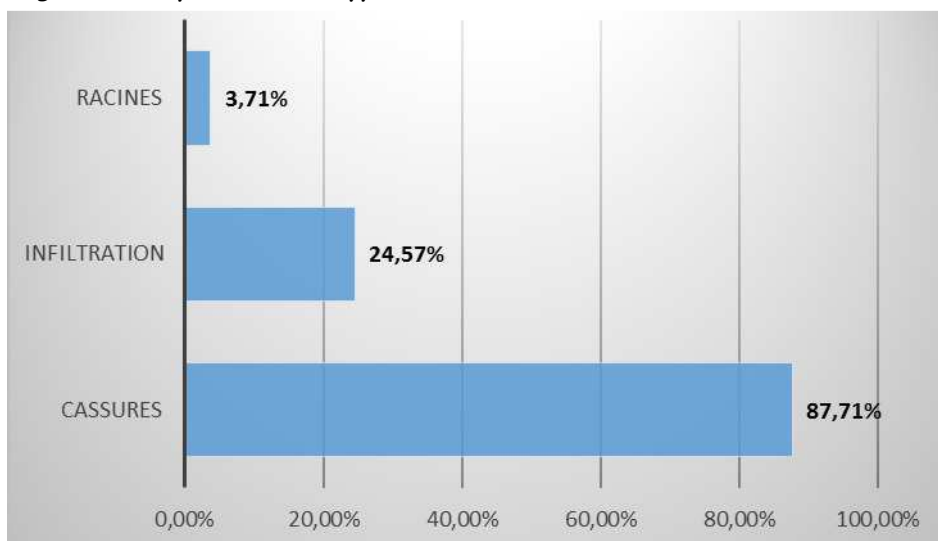


Figure 48: Répartition des types de défaut d'étanchéité sur le réseau unitaire



Défauts de génie civil interne des regards

Les investigations de terrain ont permis de mettre en évidence certains défauts liés au génie civil interne des regards. Les problèmes rencontrés ont été les suivants :

- Absence de cunette,
- Echelons abimés ou absents,
- Raccordements défectueux,
- Ovalisations.

Les problèmes d'échelons abimés/absents ou d'absence de cunette peuvent constituer une entrave à la bonne exploitation du réseau.

L'ovalisation a pour conséquence de fragiliser les raccords et d'ouvrir les joints mettant en cause l'étanchéité de l'ouvrage tout comme les raccordements défectueux. Les conséquences d'une mauvaise étanchéité du réseau ont été énoncées dans le paragraphe précédent.

Réseau séparatif

Uniquement 10% des regards ouverts sur le réseau séparatif possède un défaut de Génie Civil. Le problème de raccordement défectueux est le plus courant car il représente 66% des défauts de Génie Civil.

Figure 49: Types de défauts de Génie Civil rencontrés sur le réseau séparatif

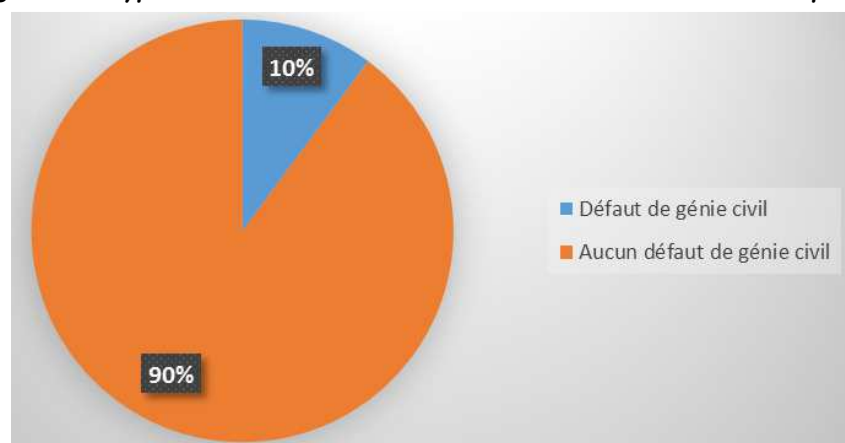
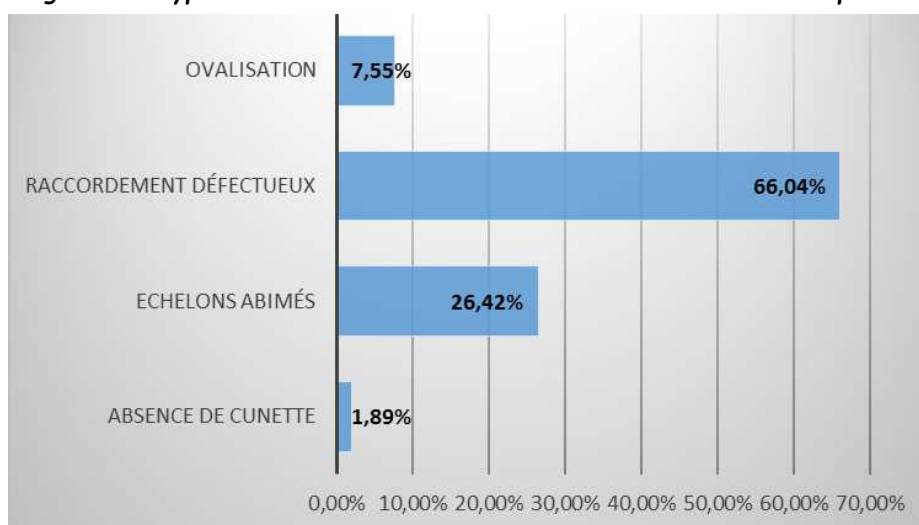


Figure 50: Types de défaut d'étanchéité rencontrés sur le réseau séparatif



Réseau unitaire

Le réseau unitaire présente une proportion de défaut de Génie Civil bien plus importante. 39% des regards qui ont été ouverts présentait un défaut de Génie Civil. Tout comme le réseau séparatif, une grande proportion concerne les raccordements défectueux (46%). Cependant, les défauts liés à l'absence de cunette sont aussi très nombreux (47%).

Figure 51: Type de défauts de Génie Civil rencontrés sur le réseau unitaire

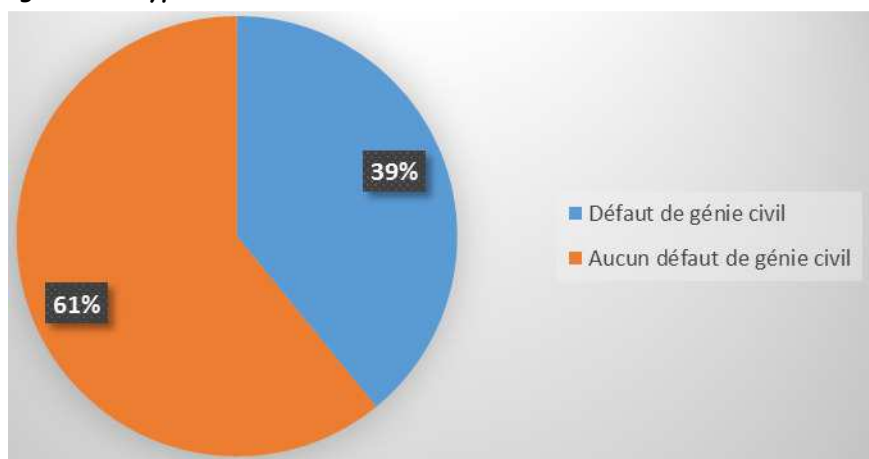
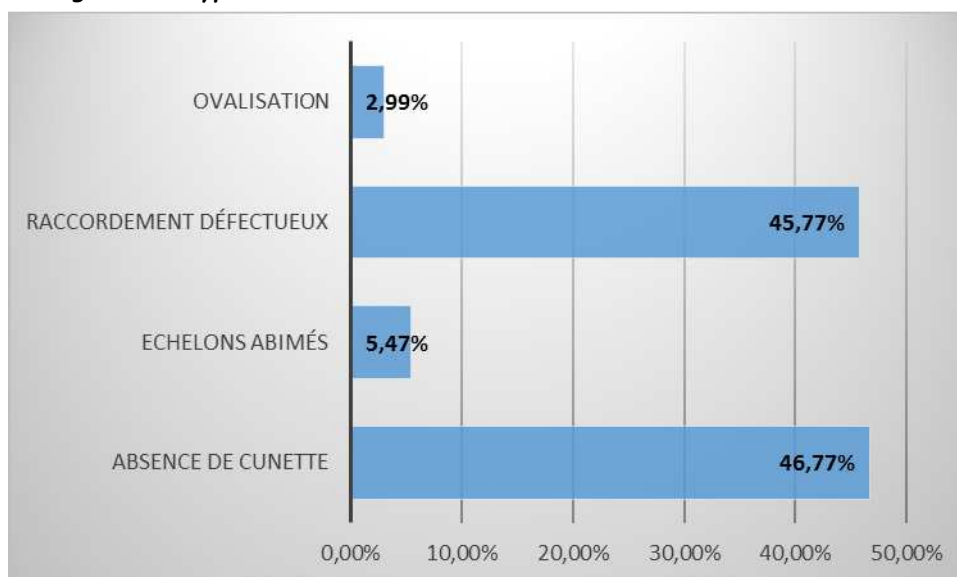


Figure 52: Types de défaut d'étanchéité rencontrés sur le réseau unitaire



OBSTRUCTION DES RESEAUX

Il a été constaté qu'une grande majorité des regards étaient obstrués empêchant un écoulement normal au sein du réseau. Plusieurs types d'obstructions ont été identifiés :

- Dépôts de sable,
- Excréta,
- Présence de déchets solides,
- Végétations.

Ce sont les déchets solides qui ont été le plus rencontrés, mettant en évidence un problème lié aux déchets jetés dans les regards. Un bon entretien du réseau peut permettre aussi de pallier aux problèmes d'excréta et de dépôts de sable. En effet, un curage régulier permettrait d'entretenir le réseau et d'éviter les problèmes liés à l'obstruction.

Photographie 10 : Exemples de regards remplis de déchets (Identifiant SIG: 3531)



Réseau séparatif

Le réseau séparatif présente un très fort taux d'encombrement. En effet, 96% des regards qui ont été ouverts présentait un des types d'encombrement cité plus haut. D'après la répartition des types d'obstruction, c'est en majorité la présence de déchets solides que l'on retrouve le plus avec 97% des regards obstrués. Les problèmes d'obstruction sont aussi beaucoup liés à la présence d'excréta qui concerne 91% des regards obstrués.

Figure 53: Répartition des défauts d'encombrement sur le réseau séparatif

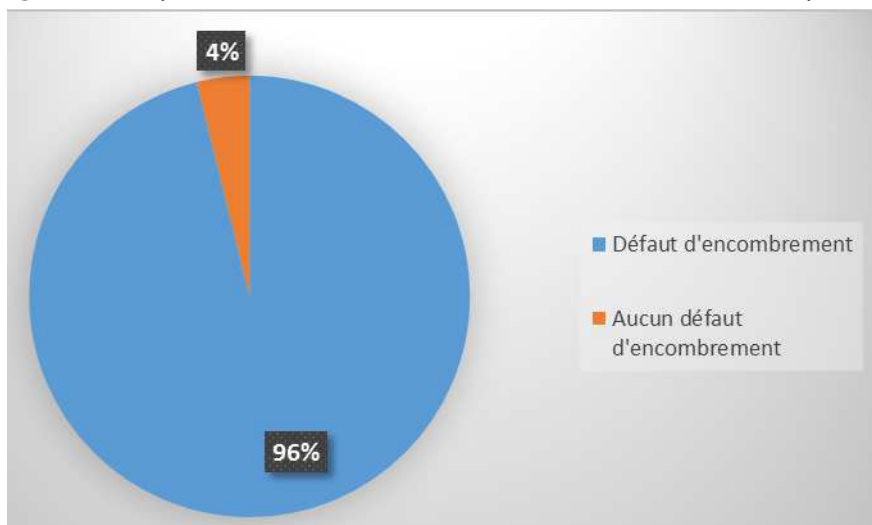
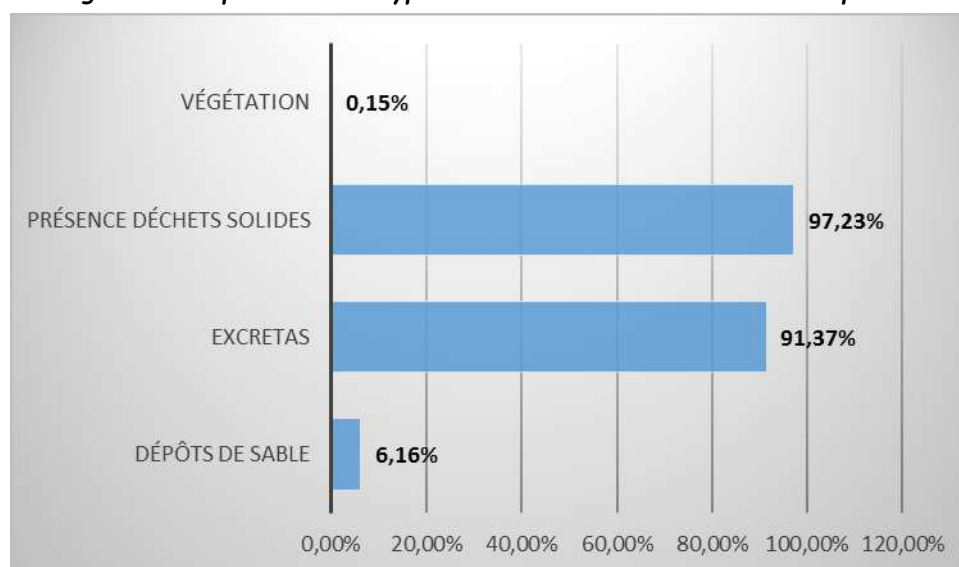


Figure 54: Répartition des types d'encombrement sur le réseau séparatif

Réseau unitaire

Concernant le réseau unitaire, la proportion de regards encombrés est toujours aussi importante avec 96% des regards ouverts. Cependant les types d'encombrement ne sont pas exactement les mêmes. Les réseaux unitaires drainant plus de sable dans les réseaux, on constate que le taux d'encombrement dû au dépôt de sable est beaucoup plus important. En effet, 63% des regards encombrés présentent des dépôts de sable. La présence de déchets solides est toujours aussi importante concernant 82% des regards encombrés. Enfin l'obstruction dû aux excréta est plus faible et concerne uniquement 29% des regards encombrés.

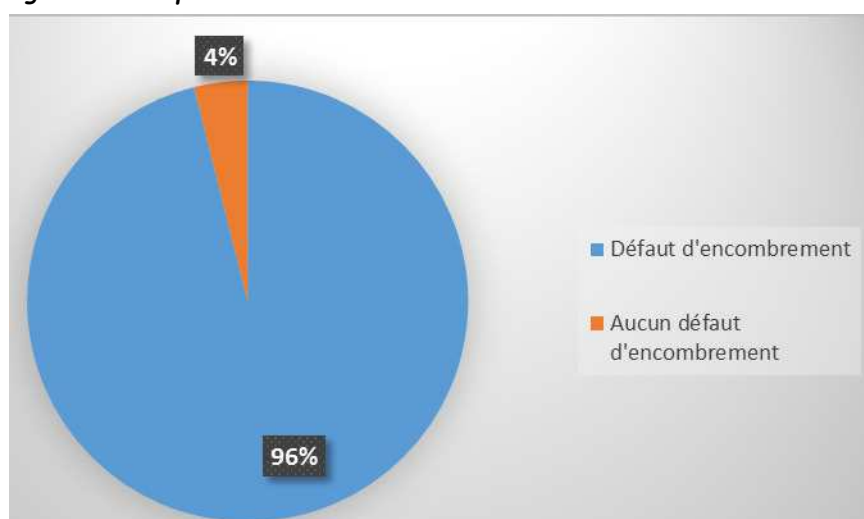
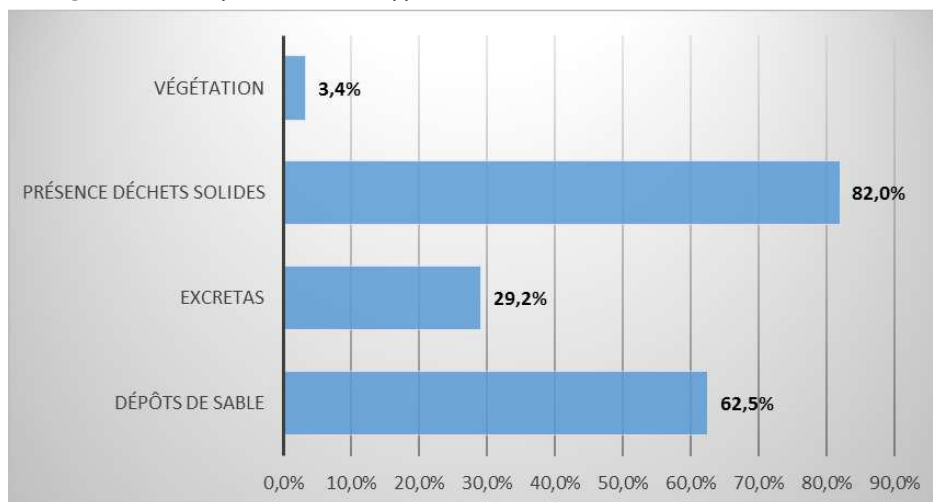
Figure 55 : Répartition des défauts d'encombrement sur le réseau unitaire

Figure 56 : Répartition des types d'encombrement sur le réseau unitaire



ÉCOULEMENTS EN CHARGE DANS LES RESEAUX

Il a été observé en de nombreux endroits que le réseau est en charge. En effet, 99% des regards ouverts sur le territoire de la CUA présente un écoulement en charge.

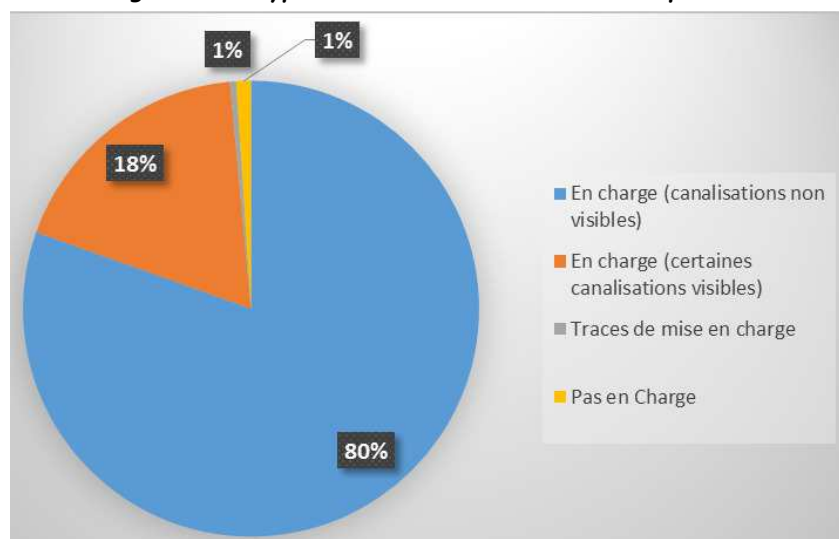
Ce désordre est révélateur d'un mauvais fonctionnement des réseaux car ils ne permettent pas un écoulement normal des eaux. Les causes de la mise en charge des réseaux unitaires et séparatifs de la CUA sont les suivantes :

- Mauvaise étanchéité des regards et des réseaux,
- Exutoires dans les canaux (notamment Andriantany) obstrués par les sédiments,
- Stations de pompage hors service n'assurant pas l'évacuation des effluents.

Réseau séparatif

La quasi-totalité du réseau séparatif est en charge.

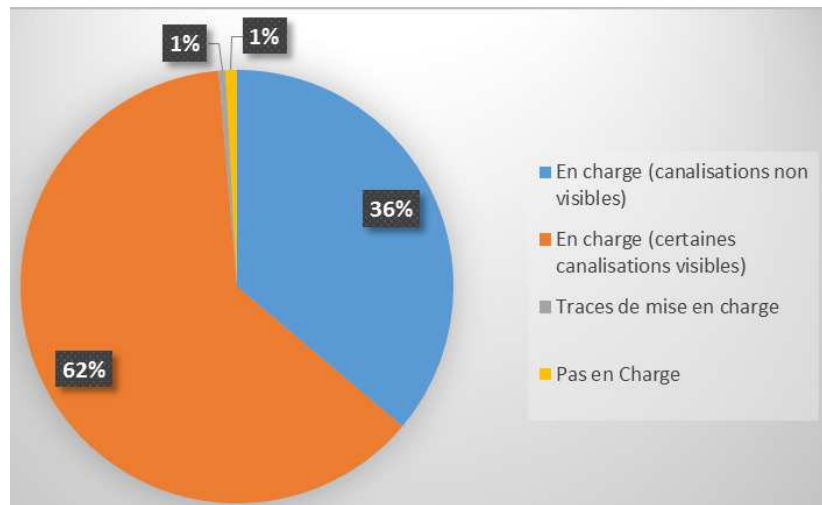
Figure 57 : Type d'écoulement sur le réseau séparatif



Réseau unitaire

La quasi-totalité du réseau unitaire est en charge.

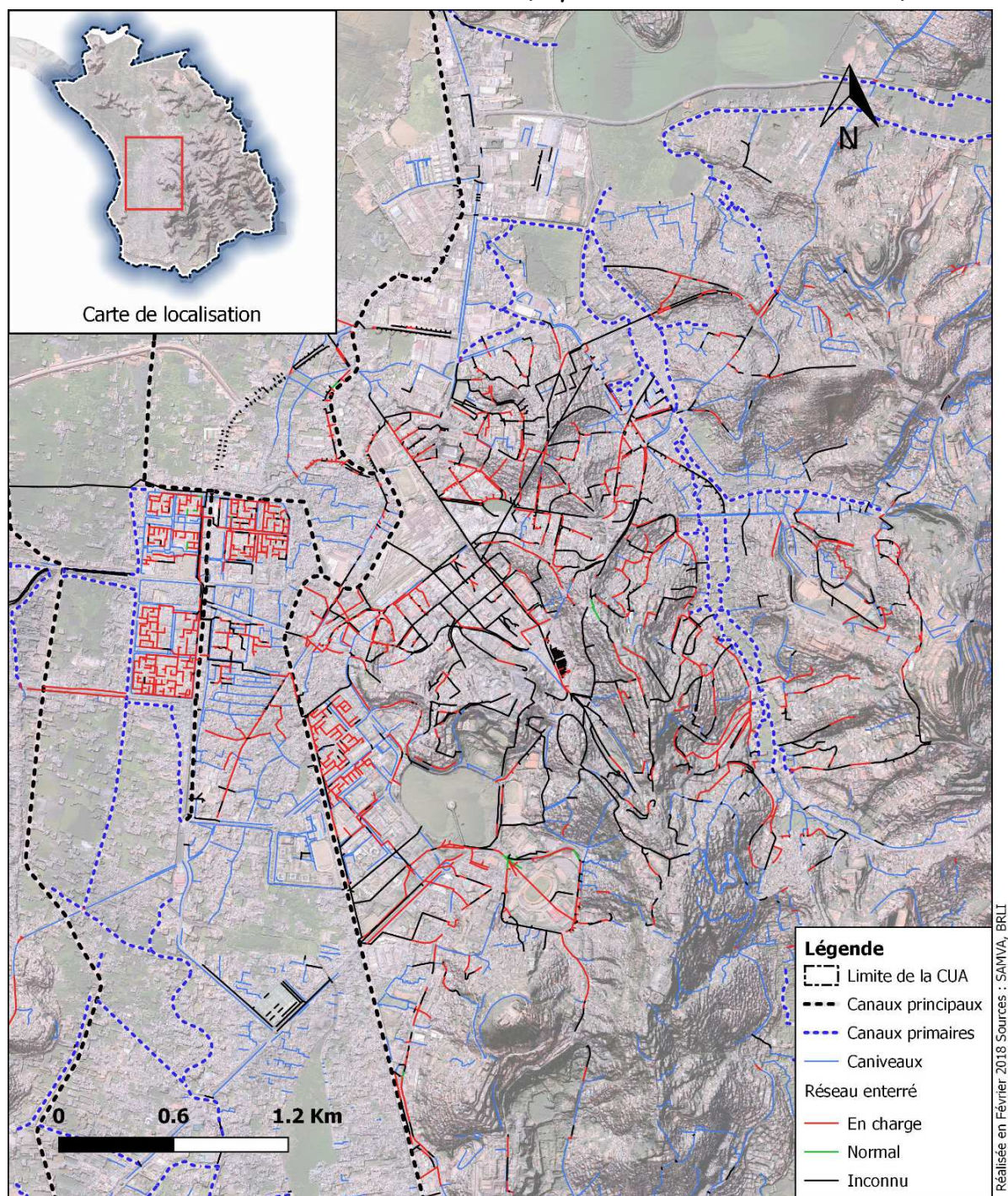
Figure 58: Type d'écoulement sur le réseau unitaire



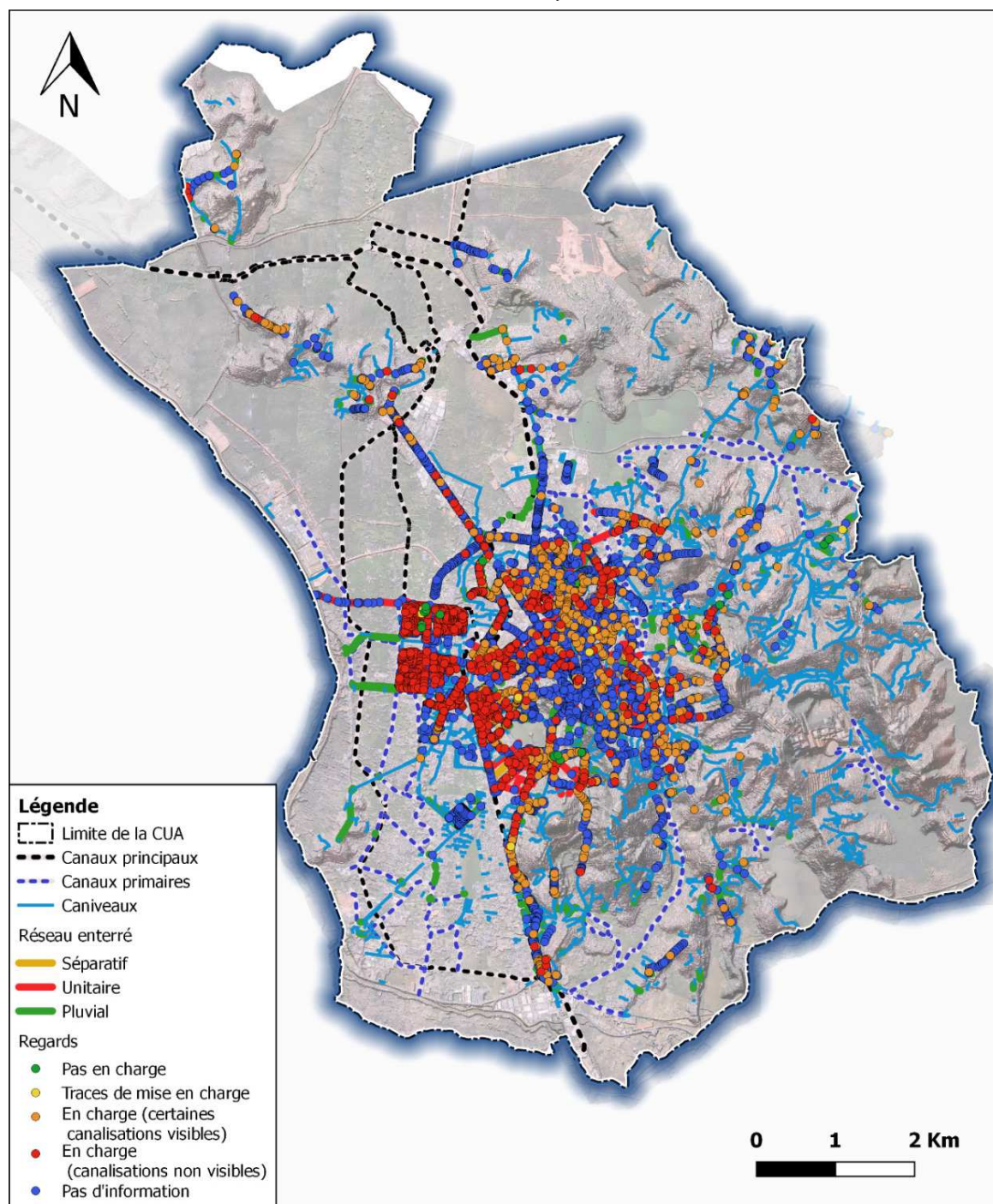
Photographie 11 : Exemple de regard avec écoulement en charge (Identifiant SIG: 604)



Carte 14 : Ecoulement du réseau enterré (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 15 : Ecoulement et mise en charge au niveau des regards (disponible au format A3 en Annexe 1)



REJET DES EAUX USEES DANS LES OUVRAGES PLUVIAUX OU LE MILIEU NATUREL :

Lors de la reconnaissance de terrain, de nombreux dysfonctionnements ont pu être observés. En effet, les écoulements permanents observés dans les réseaux et canaux/caniveaux pluviaux témoignent du déversement des eaux usées et donc de dysfonctionnements du système d'assainissement liés notamment à des raccordements non conformes.

- **Raccordements non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux :**

L'absence de réseaux d'assainissement d'eaux usées ou la présence de réseaux non fonctionnels à proximité d'habitations engendre les situations de rejet suivantes :

- Soit directement dans le milieu naturel (talweg et canaux en terre),
- Soit dans les ouvrages d'eaux pluviales.

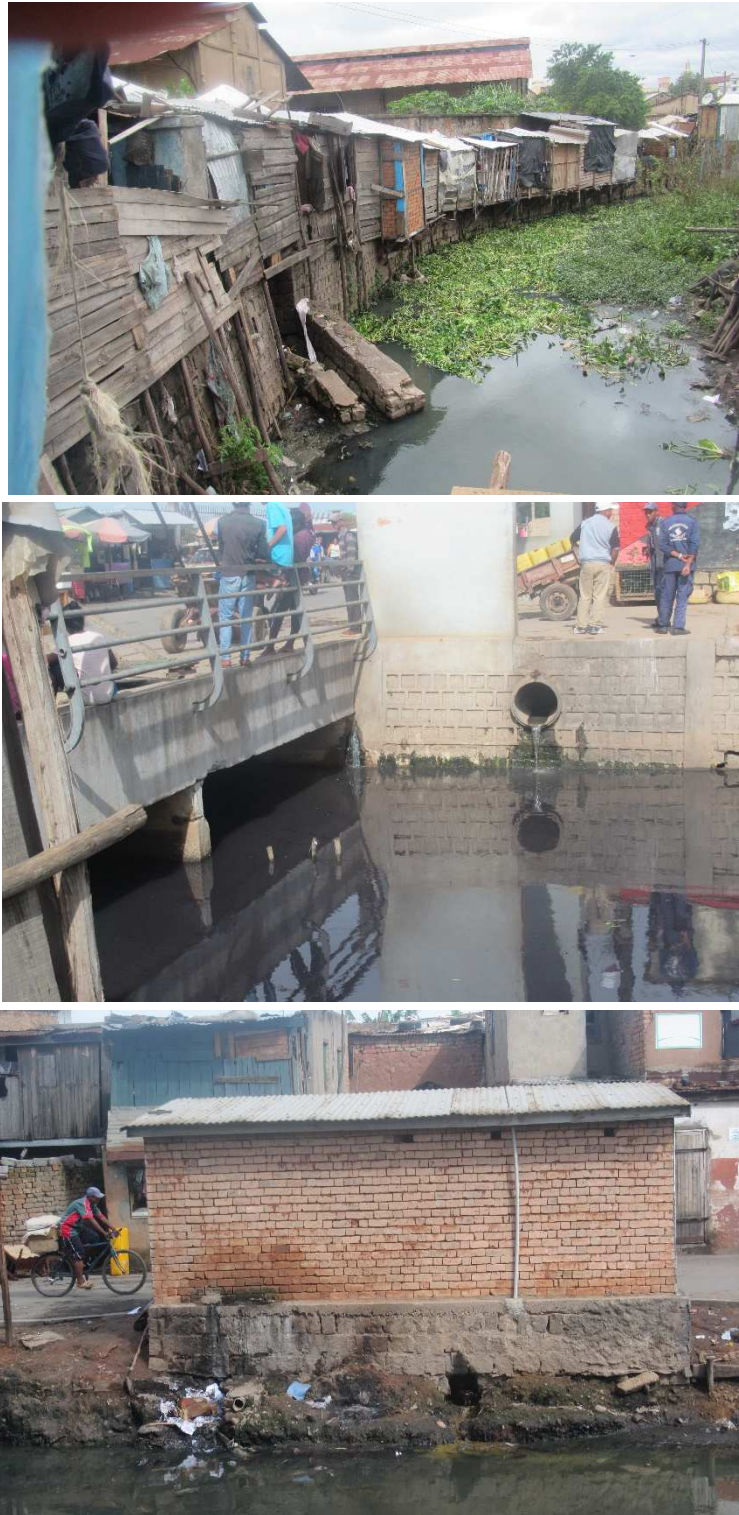
Ces rejets ont pour conséquence une pollution du milieu naturel et un problème d'insalubrité publique.

Photographie 12 : Exemples de raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux



- **Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales :**
Certains réseaux d'eaux usées sont connectés directement aux infrastructures d'eaux pluviales (caniveaux ou canaux, cours d'eau, bassin de retenue).
⇒ Ce dernier point a un impact fort sur le niveau sanitaire de la population, notamment avec la présence d'eaux usées stagnantes à proximité des usagers.

Photographie 13 : Exemples de raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales



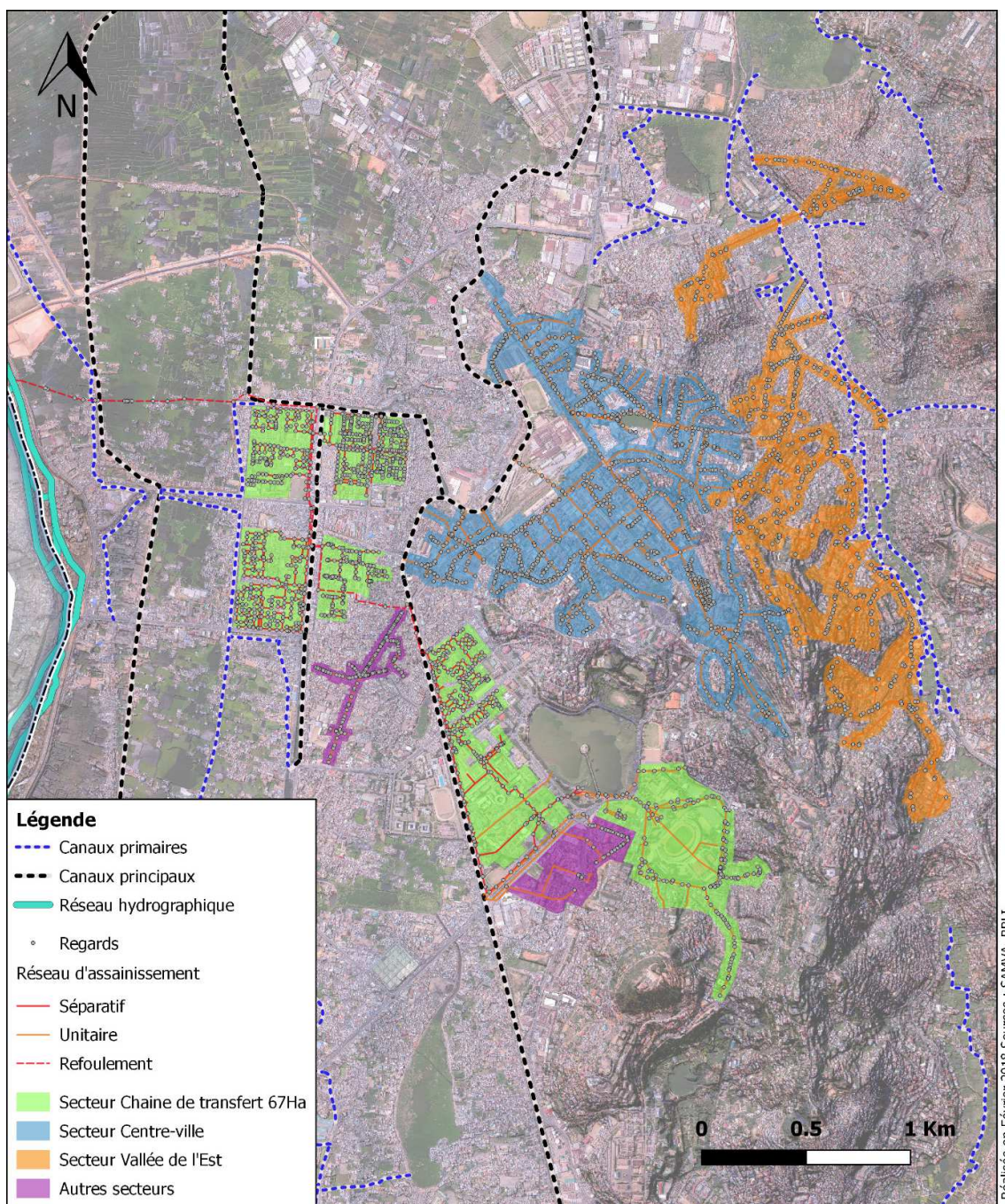
2.2.1.2 Par secteurs de collecte

Le diagnostic qualitatif a été réalisé de manière plus précise sur la base d'un découpage de la zone d'étude en 4 secteurs de collecte présentés sur la carte ci-après.

Le diagnostic présenté ci-après concerne seulement les réseaux à vocation d'évacuation des eaux usées, c'est-à-dire les réseaux enterrés séparatifs et unitaires. Ces réseaux ont été identifiés en suivant la méthodologie présentée dans le Chapitre 2.5. Les secteurs présentés ci-après ne concernent ainsi que les secteurs équipés de réseaux enterrés séparatif eaux usées ou unitaires.

Le diagnostic des réseaux pluviaux (canaux primaires et réseaux enterrés) sur la CUA est présenté dans le Fascicule 6 dédié à la thématique Eaux Pluviales (cf. Chapitre 6).

Carte 16 : Présentation des secteurs de collecte



Pour chacun des 4 secteurs de collecte définis ci-avant, les points suivants sont abordés dans ce chapitre :

- Description du fonctionnement du système,
- Analyse de l'adéquation de l'assainissement collectif aux caractéristiques du terrain,
- Description des désordres rencontrés,
- Retours d'expérience des enquêtes ménages, arrondissement et fokontany.

2.2.1.2.1 Secteur 1 : Zones de collecte de la Chaîne de transfert Ampefiloha – Ambodin'Isotry – 67 ha

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Les eaux usées de la zone Mahamasina-Anosy sont collectées par un réseau unitaire.

Celui-ci fonctionne de la manière suivante :

- En temps sec, le réseau unitaire étant alimenté principalement par des eaux usées, il rejoint directement le réseau séparatif de la cité d'Ampefiloha, dont les eaux sont ensuite amenées à une station de pompage qui permet de refouler jusqu'au réseau séparatif des 67ha.
- À l'inverse, en saison des pluies, le réseau unitaire véhicule principalement des eaux pluviales et ne rejoint pas directement le réseau séparatif, un déversement a lieu dans le sud du lac Anosy. Un déversoir permet alors de laisser circuler uniquement la capacité maximale de temps sec, alors que le surplus dû aux eaux pluviales est déversé dans le lac. Un trop plein reliant le lac Anosy au canal Andriantany lui permet d'assurer sa vidange contrôlée.

De plus, deux chambres à sable situées sur le réseau unitaire permettent de limiter les apports en sable emmené par les eaux pluviales.

Les eaux usées de la zone Ampefiloha-Cité Administrative sont collectées par un réseau séparatif rejoignant la station de refoulement d'Ampefiloha qui ramène ensuite les eaux vers la station de refoulement de 67 Ha.

Les eaux usées de la zone Cités Ambodin'Isotry (divisées en 3 secteurs) sont collectées par un réseau séparatif rejoignant la station de refoulement d'Ambodin'Isotry. Cette station refoule les eaux usées dans la cheminée de mise en charge du refoulement SP Ampefiloha- SP 67 ha.

Les eaux usées de la zone 67 ha (67 Nord-Est, 67 Nord-Ouest, 67 Centre-Ouest, 67 Sud) sont collectées par un réseau séparatif rejoignant la station de refoulement 67 ha.

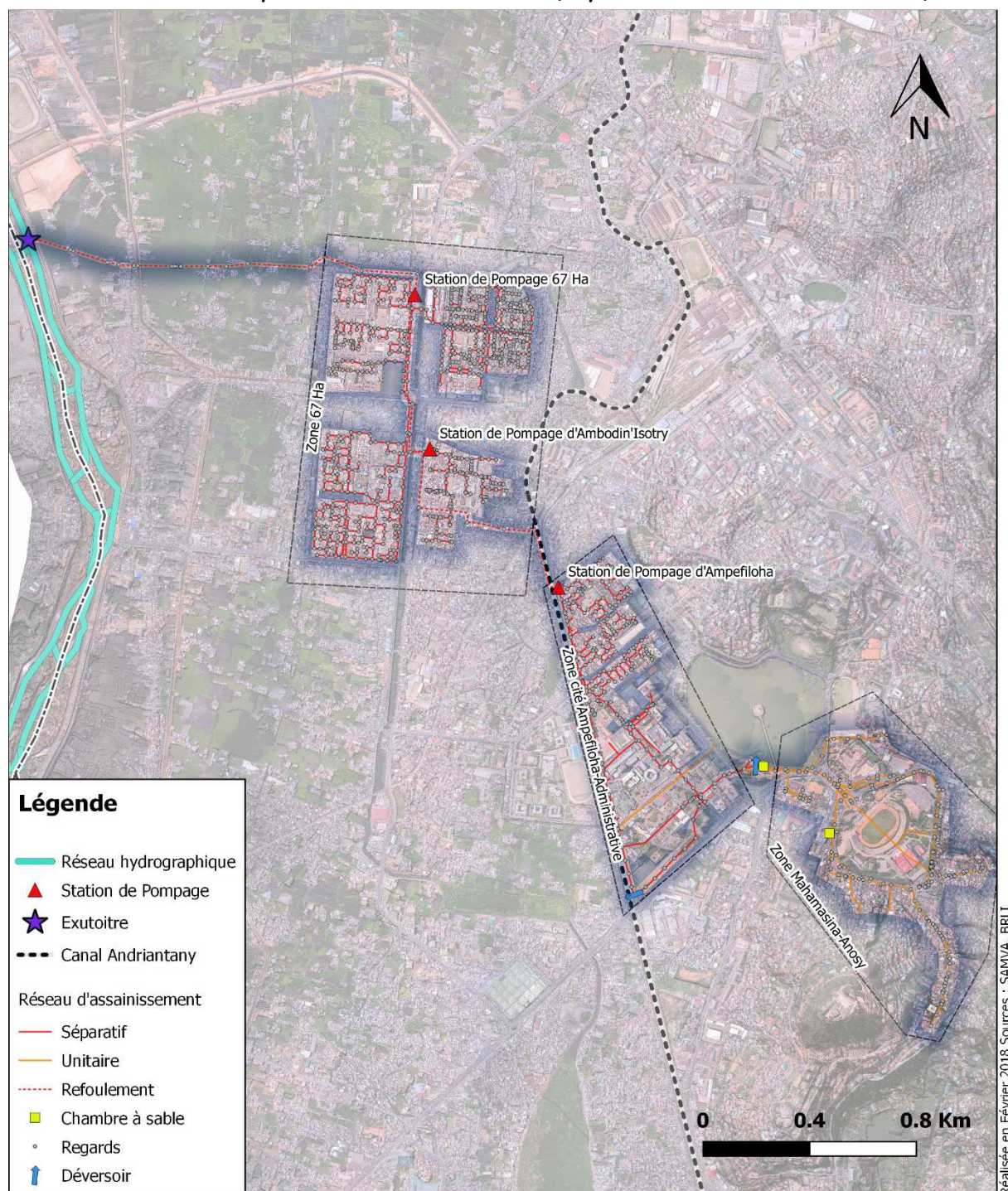
La station de refoulement de 67 ha refoule les eaux usées vers l'lkopa, exutoire du système.

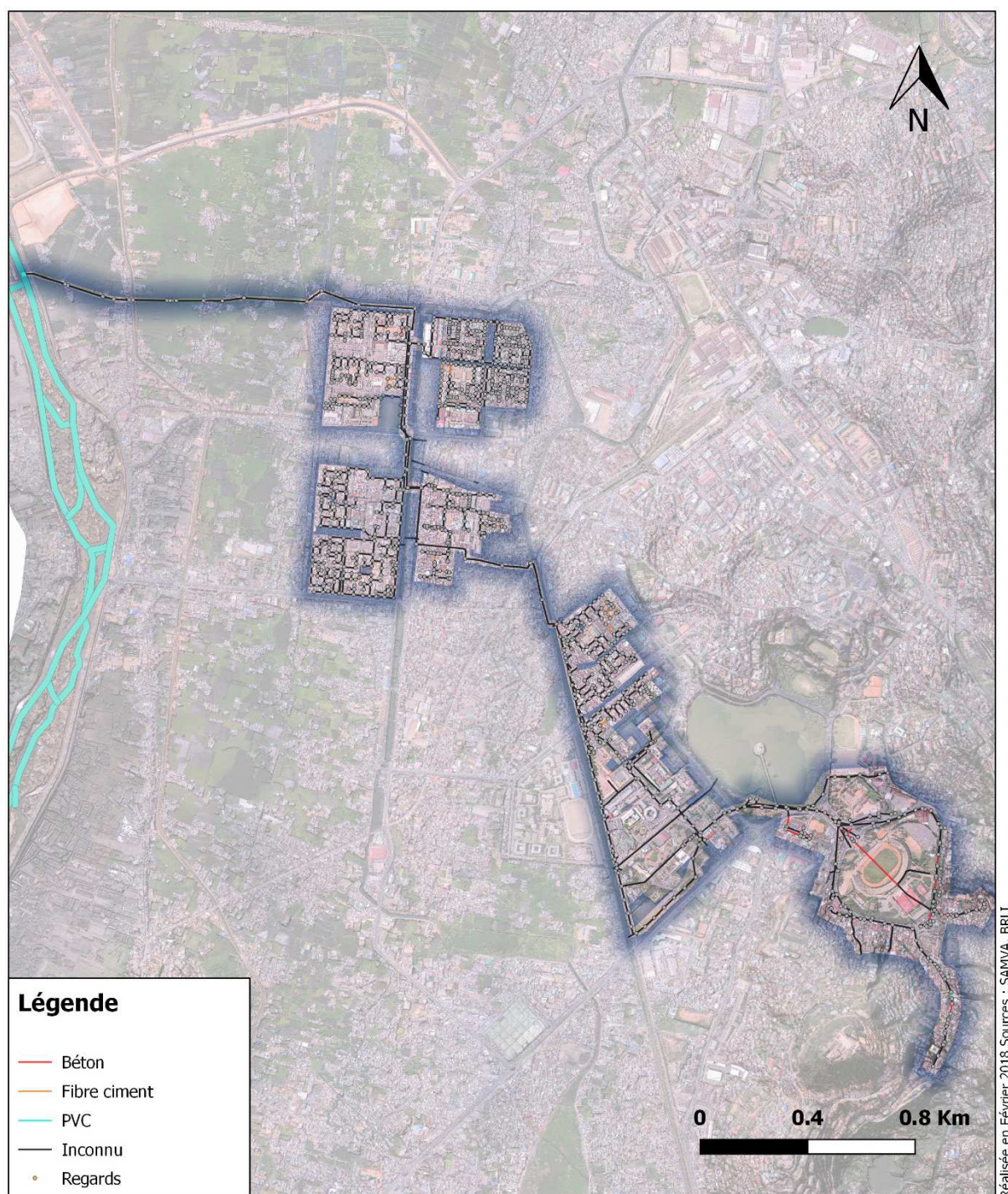
Caractéristiques

Les canalisations sont principalement en béton pour le réseau unitaire et en fibre ciment pour le réseau séparatif.

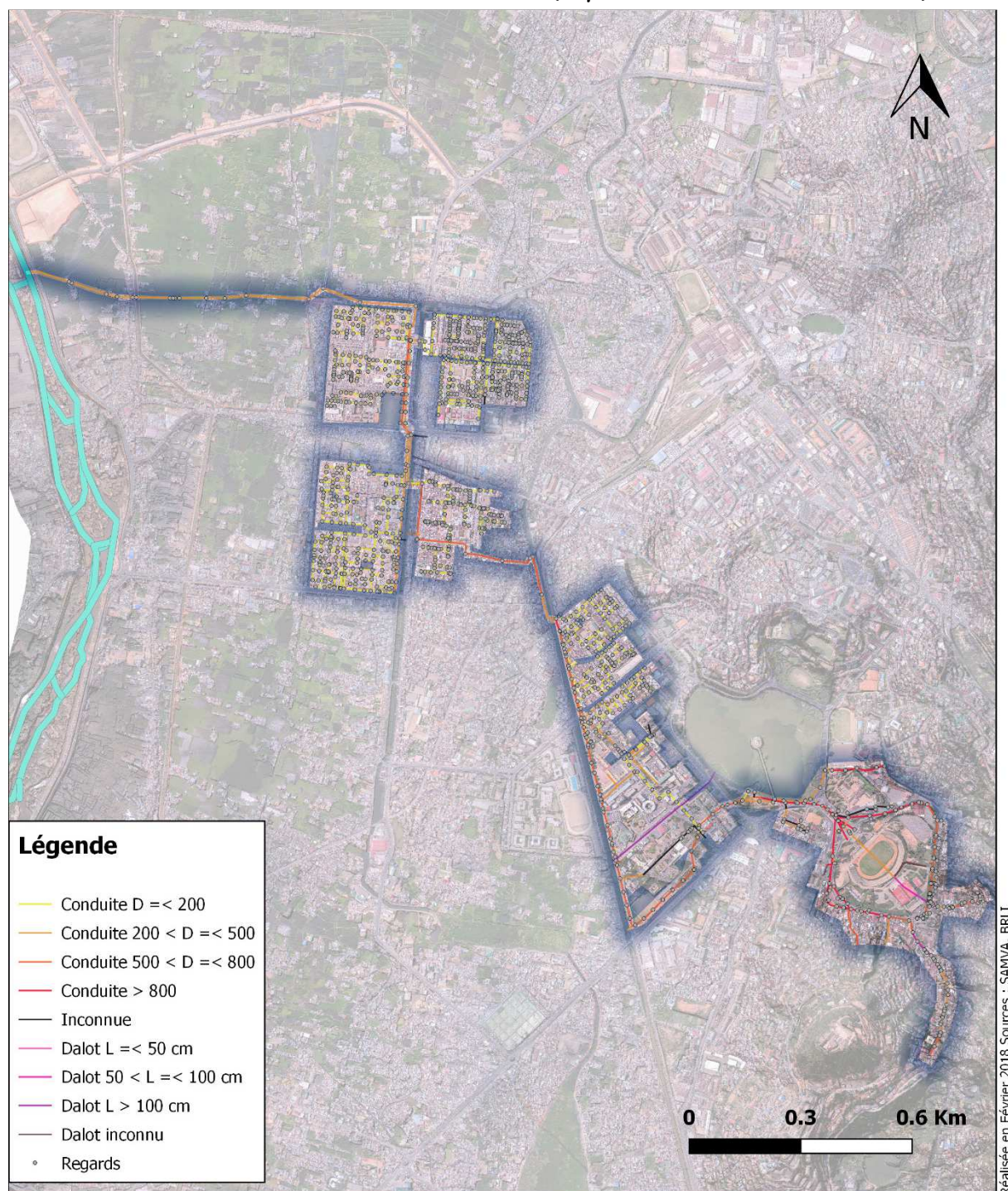
Le réseau séparatif est composé principalement de canalisations de diamètre 150 mm, alors que le réseau unitaire, faisant circuler de plus forts débits en temps de pluie, est composé majoritairement de canalisations/dalots de diamètres supérieurs à 500 mm

Carte 17 : Description du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 18 : Matériaux du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Carte 19 : Dimensions du réseau du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)

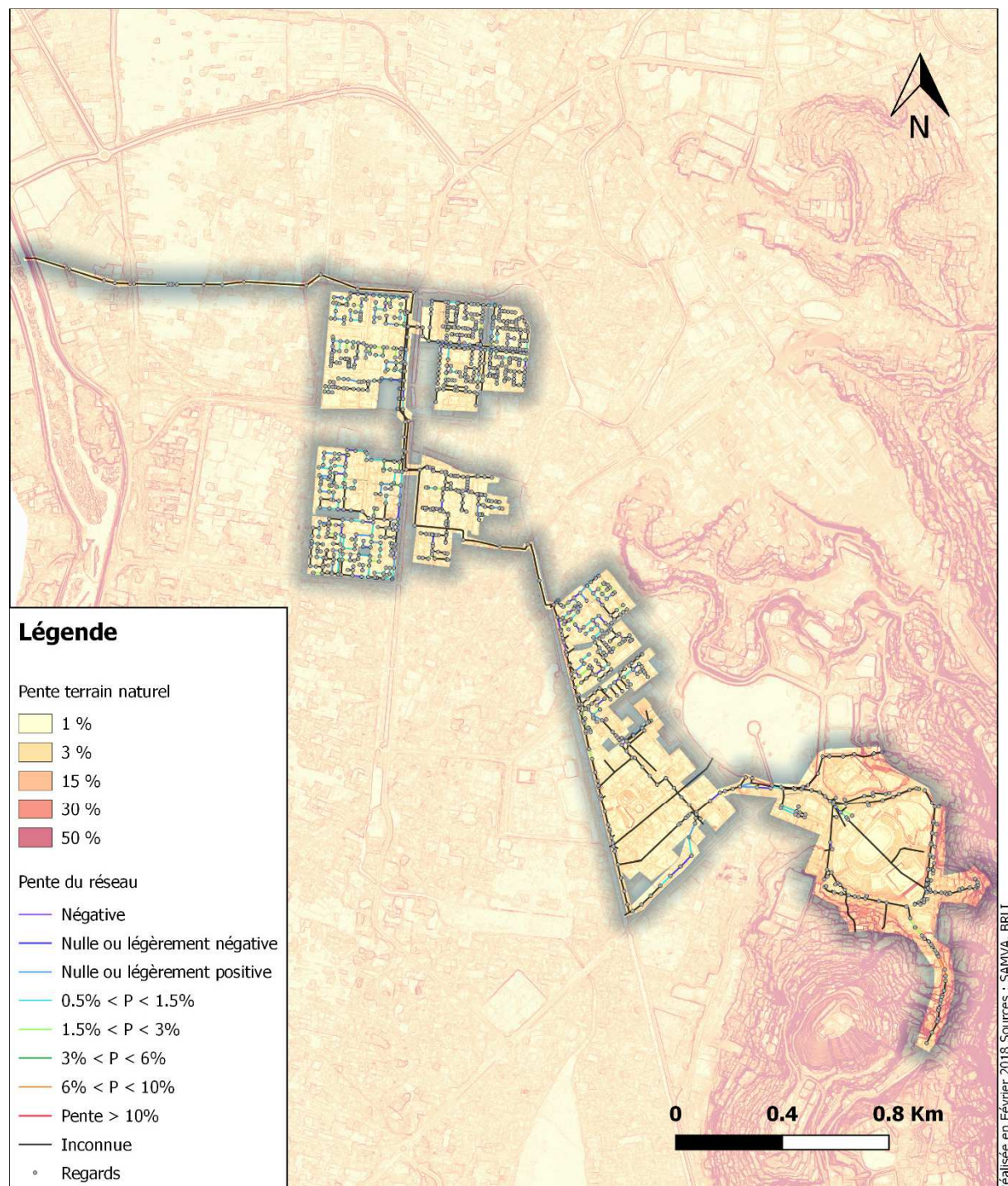


ADEQUATION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF AUX CARACTERISTIQUES DU TERRAIN

Pente du réseau

Le secteur étant situé en plaine, le terrain naturel est très plat.

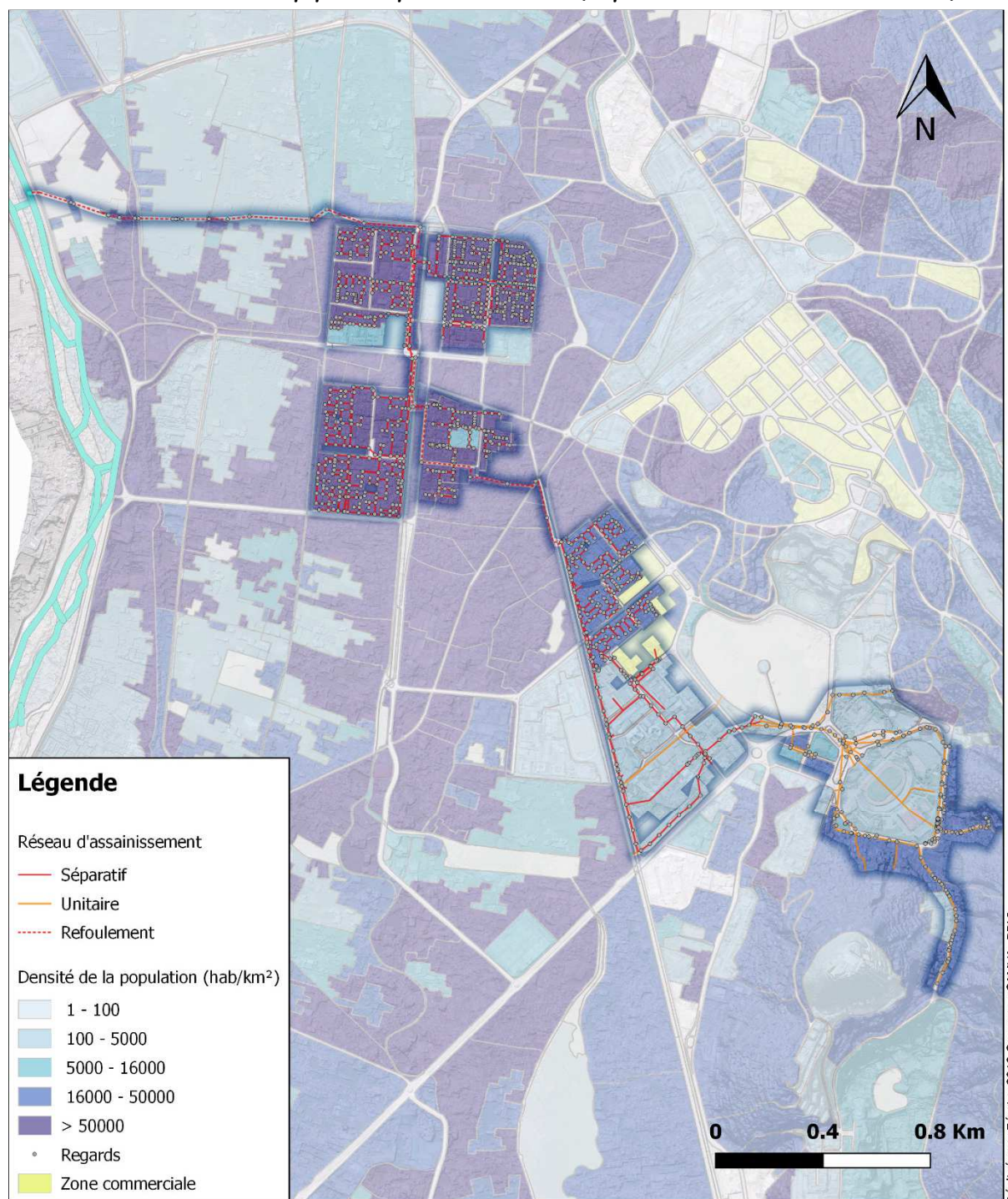
Carte 20 : Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Densité de population¹⁴

- Zone 67 Ha : très forte densité de population (supérieure à 50 000 habitants/km²) ;
- Zone Ampefiloha - Cité Administrative :
 - Densité plutôt faible (entre 5 000 et 16 000 habitants/km²) dans la partie Sud, constituée principalement de bâtiments administratifs ;
 - Très forte densité de population (supérieure à 50 000 habitants/km²) dans la partie Nord du fait d'un quartier résidentiel très peuplé ;
- Zone Mahalasina-Anosy :
 - Densité relativement faible (entre 5 000 à 16 000 habitants) au niveau des équipements sportifs avec notamment le stade Mahamasina ;
 - Forte densité de population (16 000 à 50 000 habitants/km²) dans le quartier résidentiel.

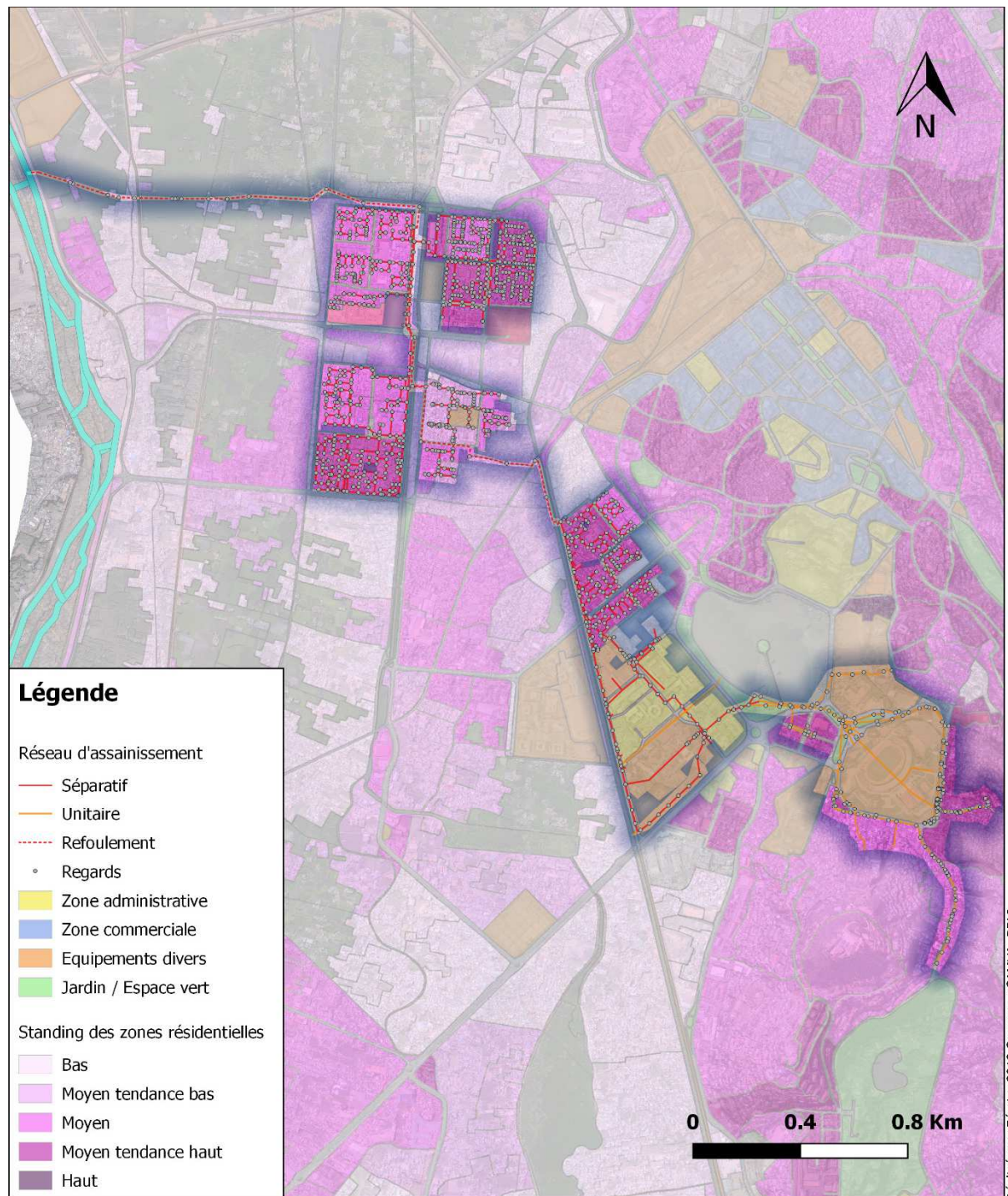
¹⁴ Pour plus de précision, se référer au Fascicule 4 – Diagnostic Urbain

Carte 21 : Densité de population pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Standing des habitations

Le secteur est de standing moyen voire moyen à tendance haute.

Carte 22 : Standing du Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)

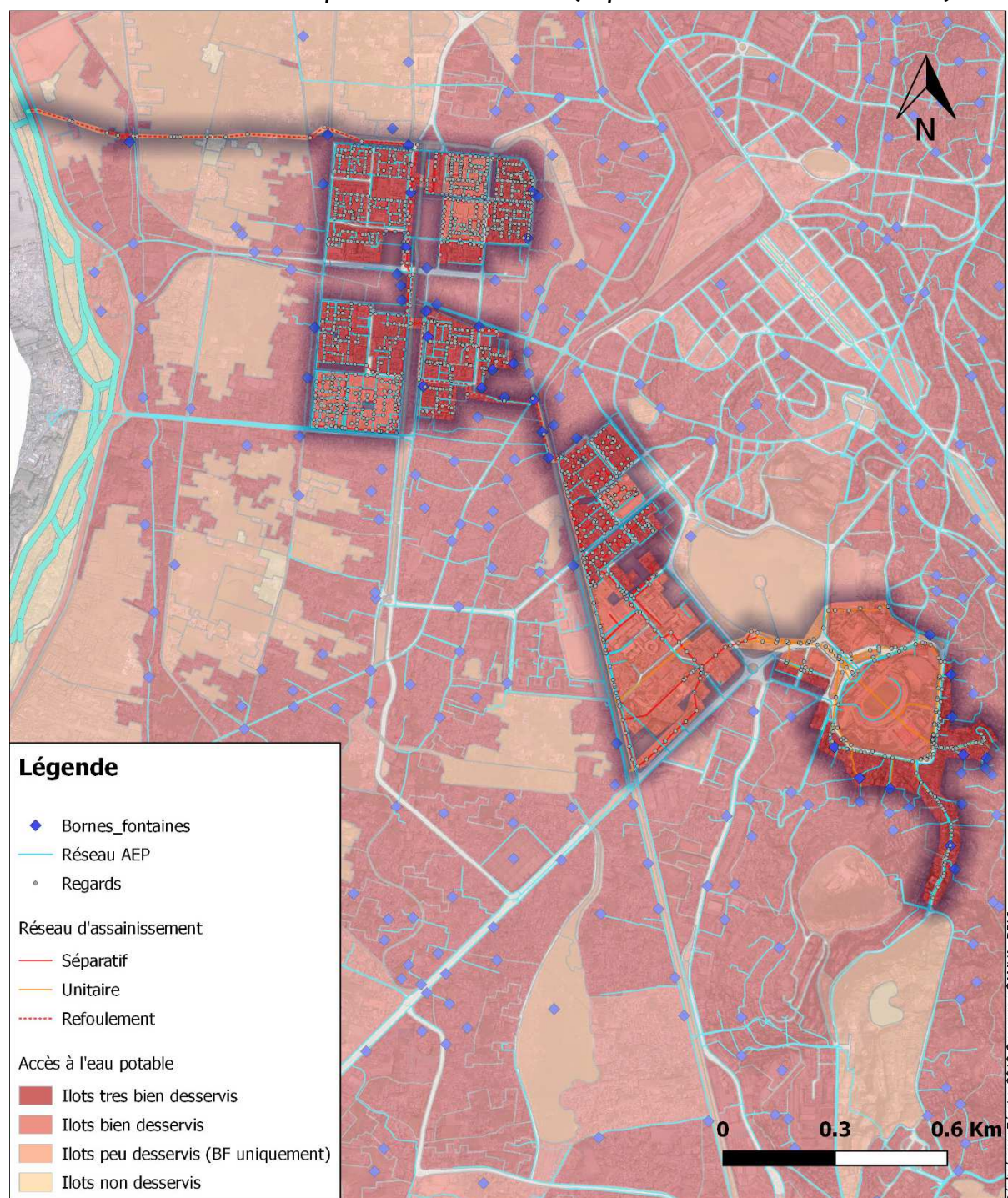


Accès et dotation en eau potable

Les quartiers résidentiels de ce secteur sont très bien desservis en eau potable. Les zones d'équipements sportifs et administratives sont bien desservies. L'absence de borne fontaine au niveau de la zone Ampefiloha- Cité Administrative peut être notée.

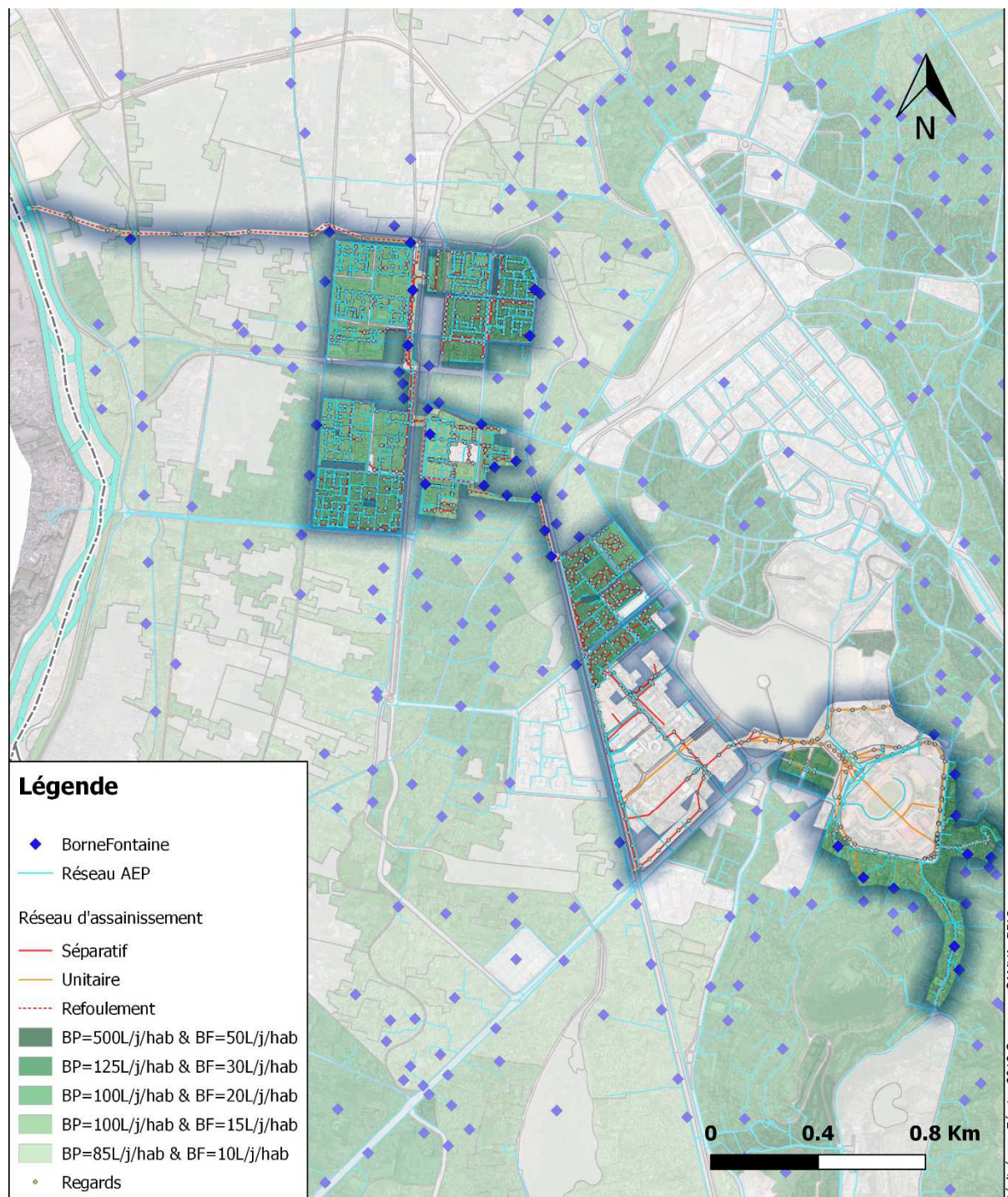
Les dotations en eau potable sont plutôt élevées sur ce secteur, en lien avec le standing. La zone administrative et sportive n'étant pas une zone résidentielle, la dotation en eau potable y est donc faible.

Carte 23 : Accès en eau potable sur le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 24 : Dotations en eau potable sur le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)

BP : Branchement particulier
BF : Borne Fontaine

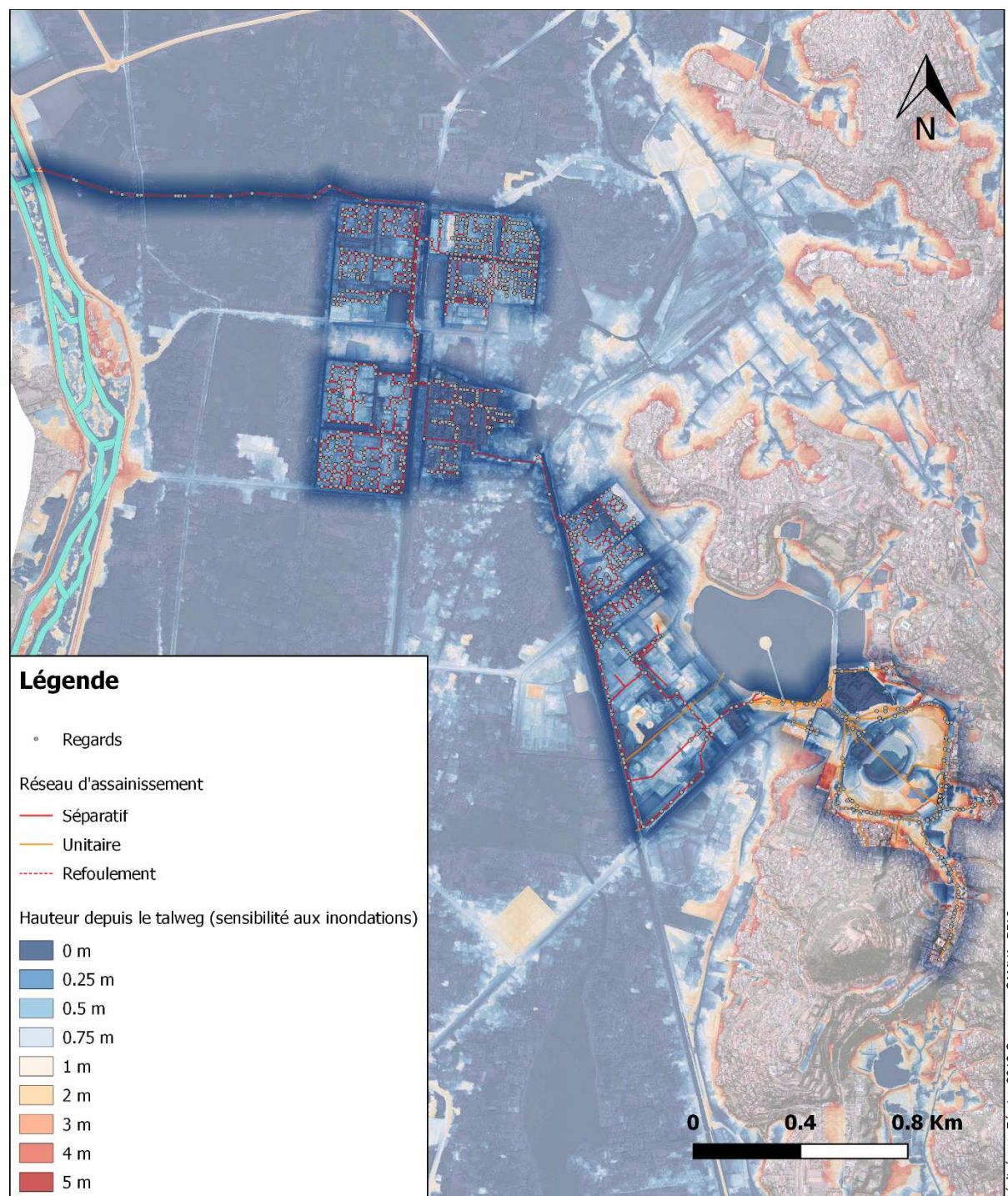


Zones sensibles aux inondations

La carte ci-après permet d'identifier les zones les plus propices aux inondations. Plus la différence de hauteur avec le talweg est faible, plus il existe un risque d'inondation. En effet, si la différence de hauteur est élevée, la période de retour des pluies devra être plus élevée pour atteindre cette hauteur.

Le secteur 1 est très proche du talweg notamment au niveau du quartier de 67 Ha et de Ampefiloha-Cité Administrative. Le risque d'inondation est donc très élevé.

Carte 25 : Zones où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)



Conclusions

Tableau 14: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 1

Critère	Problématique	67 Ha	Ampefiloha/Cité Administrative	Mahamasina-Anosy
Dureté du sol	Une couche rocheuse proche de la surface rend difficile les travaux de creusement, et augmente les coûts de construction. Les mini-égouts peuvent éventuellement être posés à faible profondeur pour limiter ce problème.	Pas de couche rocheuse	Pas de couche rocheuse	Pas de couche rocheuse
Zone inondable	Lors d'inondations, les fosses d'ouvrages d'assainissement autonome peuvent déborder, créant des problèmes sanitaires majeurs.	Oui	Oui	Oui
Niveau des pentes du terrain naturel	Les pentes sont nécessaires dans les réseaux d'assainissement collectif, où l'écoulement des eaux usées se fait par gravité. Si les pentes naturelles sont insuffisantes, le réseau devra être creusé profondément et/ou des pompes de relevage devront être installées, ce qui augmentera les coûts d'investissement et de fonctionnement.	<1%	<1%	>1%
Densité de population	L'assainissement collectif n'est pas une solution pertinente pour les zones de faible densité, que ce soit d'un point de vue technique ou financier. A contrario, en milieu de forte densité, l'assainissement non collectif pose des défis en termes de pollution et de disponibilité d'espace.	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²
Disponibilité d'espace dans le quartier pour installer les équipements de traitement	Un réseau d'assainissement collectif aboutit à un exutoire qui concentre toutes les eaux collectées par le réseau. Il est nécessaire de traiter les eaux usées à leur sortie du réseau.	Pas d'espace	Pas d'espace	Pas d'espace
Existence de services d'évacuation des eaux pluviales, de gestion des déchets solides et de revêtement des rues	Le bon fonctionnement d'un service d'assainissement collectif est dépendant du fonctionnement de ces autres services. Le revêtement des rues protège le réseau de l'écrasement, l'enlèvement des déchets solides réduit le risque de bouchons et l'évacuation des eaux pluviales évite de saturer le réseau et d'y déposer des quantités importantes de sédiments.	Oui	Oui	Oui
Niveau de consommation d'eau	Un réseau d'égouts ne peut pas fonctionner sans des volumes minimaux d'eaux usées, car il existe un risque de colmatage en cas de volumes trop faibles. L'assainissement autonome ne requiert pas de forte consommation d'eau.	Bien & très bien desservi en eau potable	Bien & très bien desservi en eau potable	Bien & très bien desservi en eau potable
Conclusion	Le type d'assainissement est-il bien adapté au secteur?	L'assainissement collectif semble adapté. Il existe cependant une forte contrainte au niveau du traitement des eaux usées car l'espace disponible est très limité.		

Adapté

Adapté avec contraintes

Pas adapté

DESORDRES RENCONTRES

Tableau 15 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 1

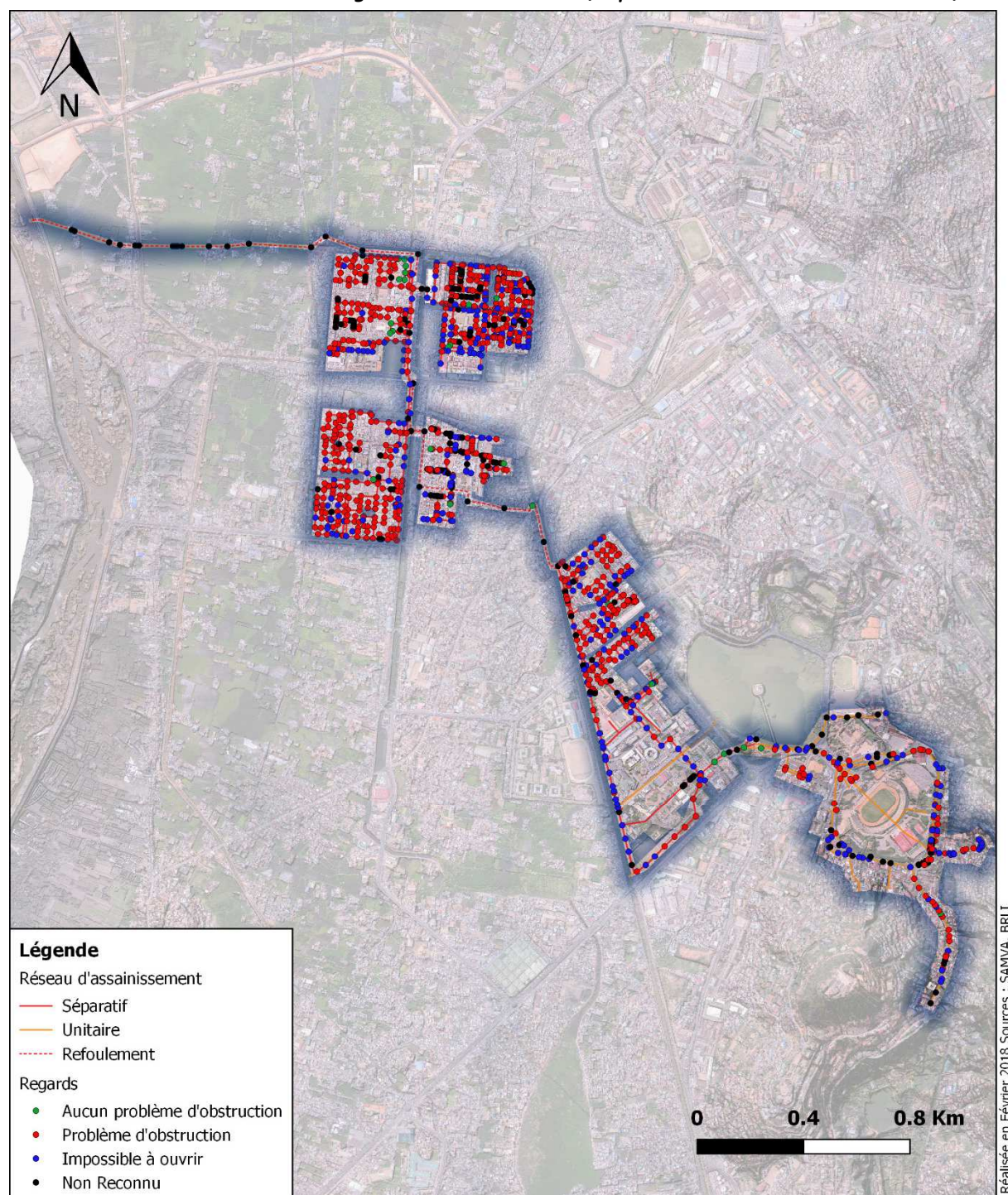
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Pente des réseaux	Pente faible (inférieure à 0,5%)	44,13% (5 543 ml/12 560 ml) du linéaire des canalisations identifiées. Majoritairement sur les zones 67Ha et Ampefiloha- Cité Administrative.	Topographie du terrain.	Vitesses faibles qui favorisent le phénomène de sédimentation et affectent négativement le phénomène d'autocurage du réseau.	Risque d'obstruction du réseau Diminution de la capacité de transit et mise en charge du réseau. Nécessité d'un entretien préventif et curatif régulier pour assurer le bon fonctionnement du réseau.
			Pente forte (supérieure à 6%)	3,12% (392 ml/12 560 ml) du linéaire des canalisations identifiées. Majoritairement sur la zone Mahamasina-Anosy.	Topographie du terrain.	Fortes vitesses d'écoulement.	Détérioration des canalisations par abrasion.
		Profondeur des réseaux	Profondeur faible (inférieure à 1m)	26,64% (6 212 ml/12 560 ml) du linéaire des canalisations identifiées.	Défaut de conception.	Couverture du réseau faible	Risque de rupture, écrasement ou détérioration de la canalisation par la charge routière.
			Profondeur forte (supérieure à 3m)	3,69% (861 ml/12 560 ml) du linéaire des canalisations identifiées.	Topographie du terrain. Défaut de conception.	Infiltration dans les réseaux en cas de mauvaise étanchéité dans les secteurs concernés par une nappe haute (zones situées dans la plaine notamment). NB: Pour le réseau séparatif (situé dans la Plaine), ce désordre est aussi valable pour les réseaux posés à faible profondeur car la nappe y est haute voire affleurante.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut du tampon	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	17,90% (176/983) des regards du secteur étaient inaccessibles 39,20% (69/176) des regards inaccessibles sont scellés 22,16% (39/176) des regards inaccessibles sont sous chaussée 17,61%(31/176) des regards inaccessibles sont effondrés 12,50% (22/176) des regards inaccessibles sont sous une construction 8,52% (15/176) des regards inaccessibles sont dans une enceintre privée L'ensemble du secteur est concerné par tout ces défauts.	Regard scellé, Effondrement du regard, Regard dans enceinte privée, Regard sous chaussée, Construction sur le regard.	Inaccessibilité du réseau.	Impossibilité d'exploiter le réseau.
			Absence de tampon	6,21% des regards du secteur ne possède pas de tampon (61/983). Ensemble du secteur concerné.	Détérioration par des tiers, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Tampon fissuré	23,09% des regards du secteur souffrent de ce désordre (227/983). Localisés sur l'ensemble du secteur, avec une forte proportion à l'est de 67Ha.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Défaut de Génie Civil des regards	Absence de cunette	3,66% des regards ouverts du secteur ne possèdent pas de cunette (21/573). Majoritairement sur la zone Mahamasina-Anosy.	Défaut de conception et/ou de réalisation.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Echelons abimés	3,14 % des regards ouverts du secteur présentent des échelons abimés (18/573). Majoritairement au niveau de la zone de 67Ha.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Raccord défectueux	4,36% (25/573) des regards ouverts du secteur présentent un raccord défectueux.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Ovalisation	Très peu d'ovalisations ont été constatés. Seulement 0,52% des regards ouverts du secteur présentent ce désordre (3/573). Ces regards se situent sur la zone de 67Ha.	Défaut de conception, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut d'étanchéité	Cassure	31,94% (183/573) des regards ouverts du secteur possède une cassure. Ensemble du secteur concerné.	Défaut de réalisation, Défaut d'exploitation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Présence de racines	0,70% (4/573) des regards ouverts du secteur sont affectés par une pénétration de racines. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut d'exploitation	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

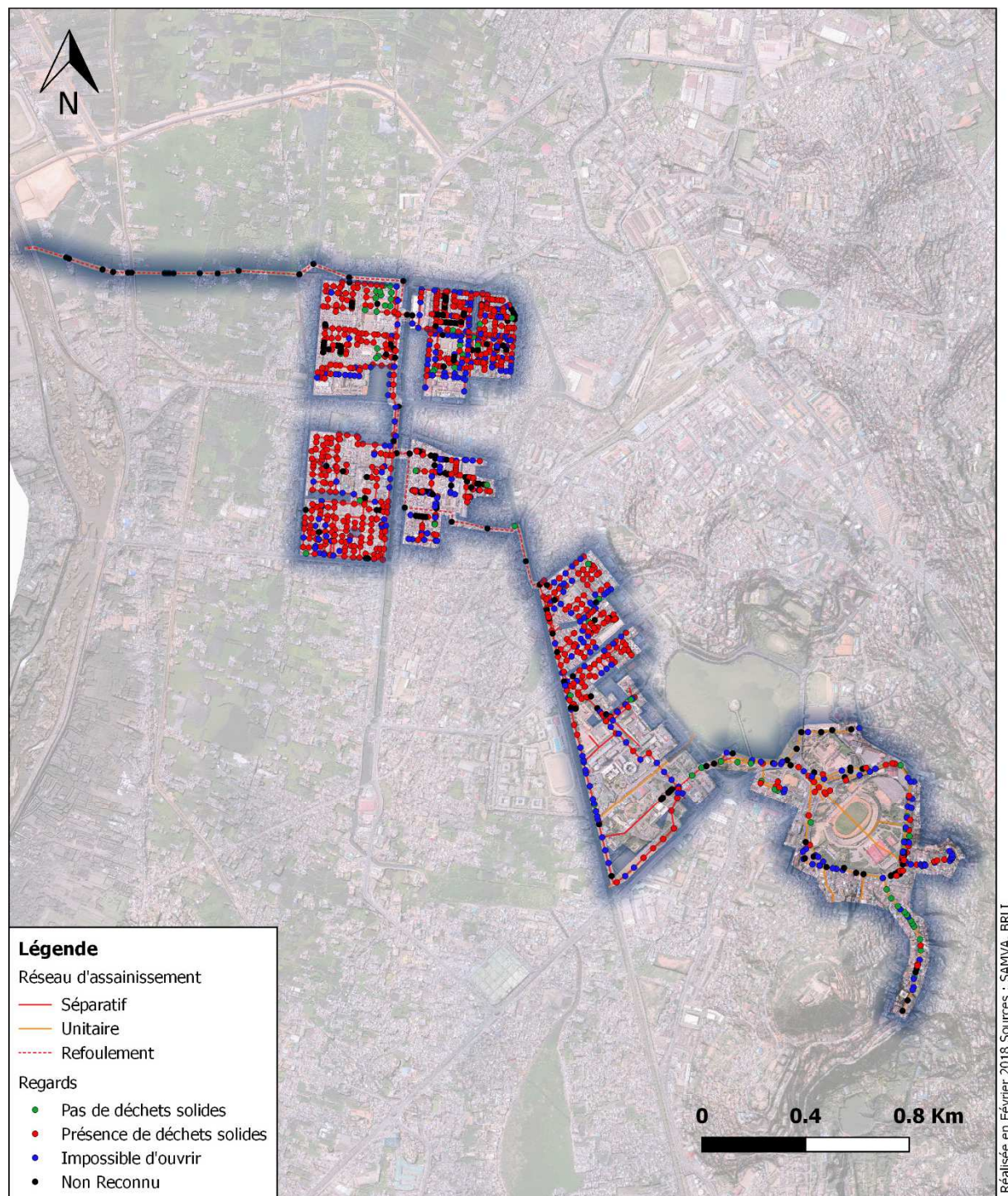
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Obstruction des réseaux	Dépôts de sable	13,09% des regards ouverts du secteur sont concernés par ce désordre (75/573). 13,56% des regards obstrués sont en présence de dépôts de sable (75/553). Localisation sur la zone de Mahamasina-Anosy du fait que le réseau unitaire draine plus de sable que le réseau séparatif car le sable est amené dans le réseau par les eaux pluviales.	Pente du réseau faible. Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Déchets solides	91,10% (522/573) des regards ouverts du secteur sont concernés. 94,39%(522/553) des regards obstrués sont en présence de déchets solides Ensemble du secteur concerné.	Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Excrétas	80,10% (459/573) des regards ouverts du secteurs sont concernés. 83% (459/553) des regards obstrués sont en présence d'excrétas. Majoritairement au niveau du quartier de 67Ha et de la zone Ampefiloha-Cité Administrative.	Pente du réseau faible. Défaut d'exploitation.	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Présence de végétation	1,22% (7/573) des regards ouverts du secteur sont concernés. 1,26% (7/553) des regards obstrués sont en présence de végétation. Très peu de végétation a été retrouvé dans les regards. Principalement au niveau de la zone de Mahamasina-Anosy.	Défaut de construction et d'exploitation	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
	Désordre fonctionnel	Présence d'eaux d'infiltration	4,36% (25/573) des regards ouverts du secteur sont affectés par une infiltration d'eau. Ensemble du secteur concerné mais dans une faible mesure.	Mauvaise étanchéité des réseaux et des regards (Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages)	Infiltration d'eau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Ecoulement en charge	98,43% des regards ouverts du secteur étaient en charge (564/573).	Pente du réseau faible. Mauvaise étanchéité des regards et des réseaux ((Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages). Obstruction des réseaux Exutoires dans les canaux (Andriantany) obstrués par les sédiments. Stations de pompage Hors Service.	Mauvais écoulement des eaux. Débordement des réseaux.	Détérioration prématurée de la structure des ouvrages. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Station de pompage	Désordre structurel	Génie Civil	Ensemble des stations de pompage du secteur. <u>Station de pompage Ampefiloha</u> : Bon état exception faite de la chambre amont - équipée d'un déversoir vers le canal - qui a basculé après une casse de conduite suivie d'un affouillement (information fournie par SAMVA). Remise à niveau nécessaire y compris un ravalement général des peintures. Emprise de la station non délimitée physiquement si bien que les populations riveraines se l'approprient. Radier de la bêche d'aspiration abîmé. <u>Station de pompage 67Ha</u> : Bon état hormis quelques fissures et autres décolllements de peintures <u>Station de pompage Ambodin'Isotry</u> : Bon état hormis quelques décolllements de peinture et la couverture de trappe à remplacer.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Structure de l'ouvrage dégradée.	Salubrité et sécurité.
	Défauts équipements	Groupes électropompes Hors service	Ensemble des stations de pompage du secteur. - Ampefiloha : 3 pompes hors service - fonctionnement avec une des deux pompes de la SP Isotry - 67Ha : 1 pompe en fonctionnement - 2 pompes hors service. - Ambodin'Isotry : une seule pompe en fonctionnement, à savoir la pompe d'évacuation de la station Isotry qui a été rapatriée à la station Ambodin'Isotry.	Vieillessement, Défaut d'exploitation (entretien et renouvellement)	Station de pompage hors service	Réseau en charge. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.
		Tuyauterie et robinetterie	Station de pompage Ampefiloha : Tuyauterie et robinetterie dégradées	Vieillessement, Défaut d'exploitation (renouvellement).	Station de pompage hors service	Réseau en charge. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.
		Conduite de refoulement	Station de pompe 67 ha : conduite de refoulement hors service depuis plusieurs années	Vieillessement, Défaut d'exploitation (renouvellement).	Eaux usées se déversent dans le canal Robert via la conduite de trop-plein PVC DN400	
Rejet	Désordre fonctionnel	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	Absence de réseaux d'assainissement d'eaux usées ou la présence de réseaux non fonctionnels à proximité d'habitations engendre les situations de rejet suivantes : - Soit directement dans le milieu naturel (talweg et canaux en terre), - Soit dans les ouvrages d'eaux pluviales.	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.
		Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	Certains réseaux d'eaux usées sont connectés directement aux infrastructures d'eaux pluviales (caniveaux ou canaux, cours d'eau, bassin de retenue).	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.

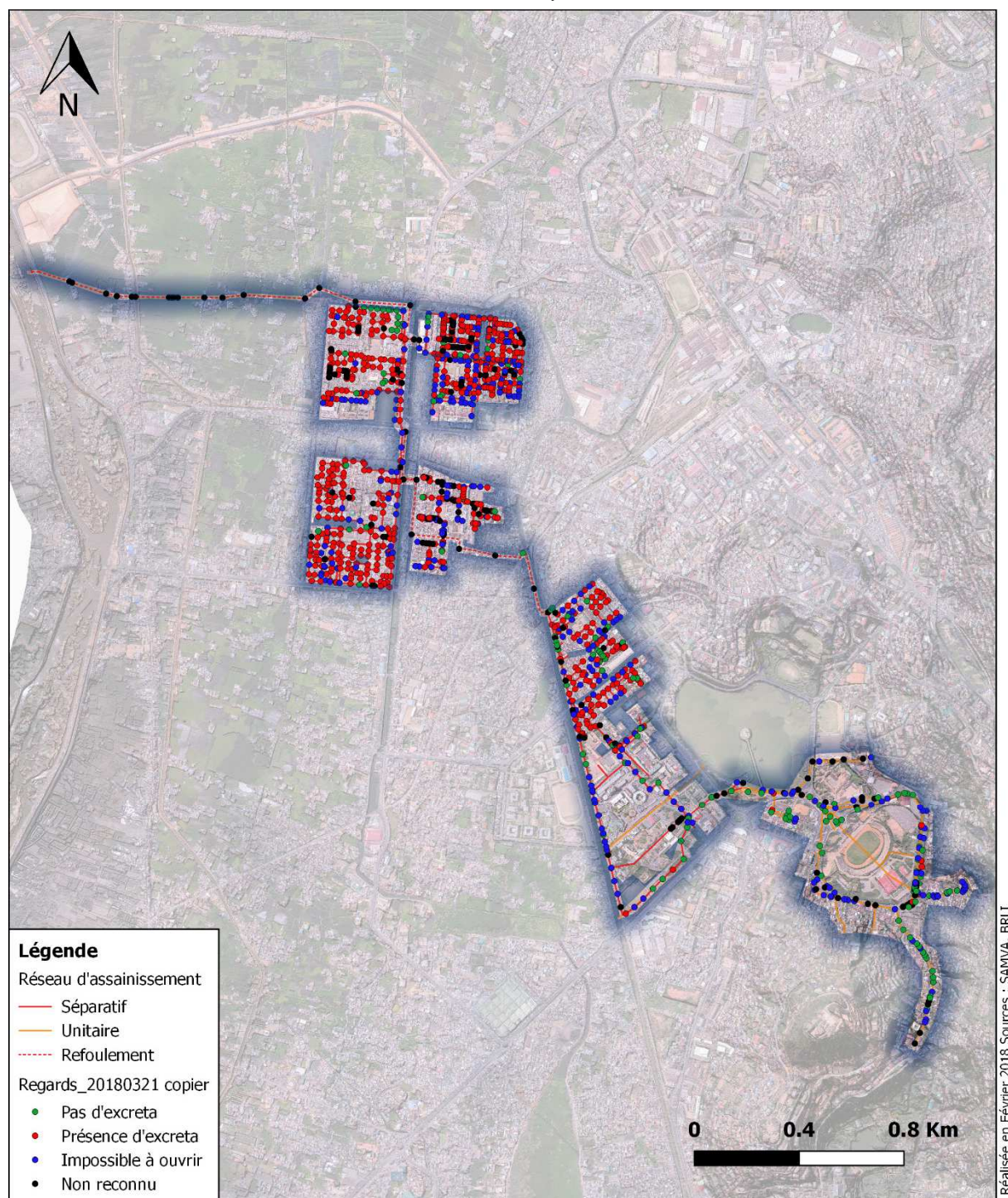
Des travaux sont en cours pour réhabiliter les stations de pompage ainsi que les réseaux de refoulement. Ces travaux prennent place dans le cadre des travaux prioritaires de première phase du PIAA. L'ensemble de ces travaux aura lieu courant 2018. A noter que les stations de pompage ont fait l'objet d'un redimensionnement.

Obstruction du réseau**Carte 26 : Obstruction des regards sur le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)**

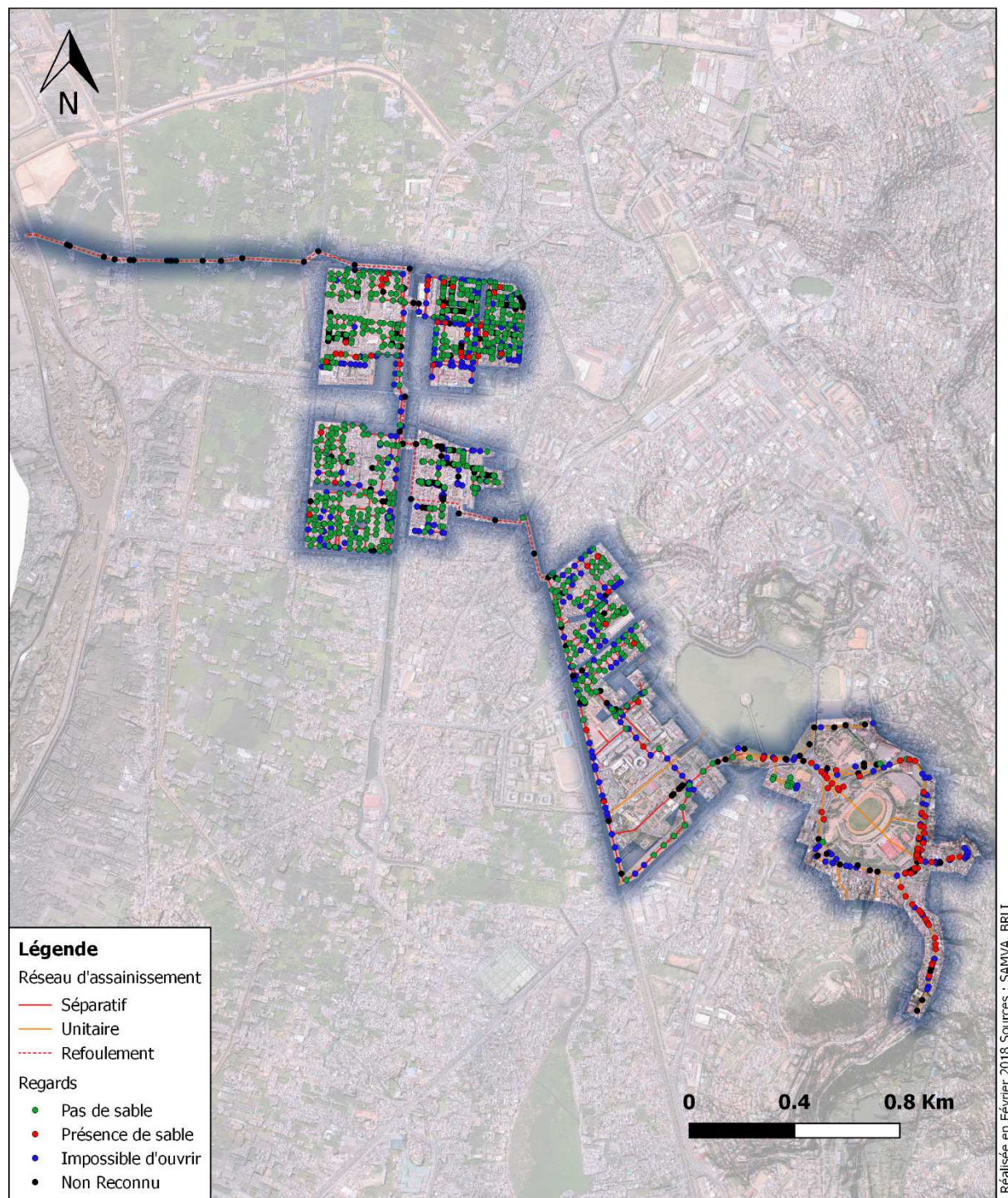
Carte 27 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)



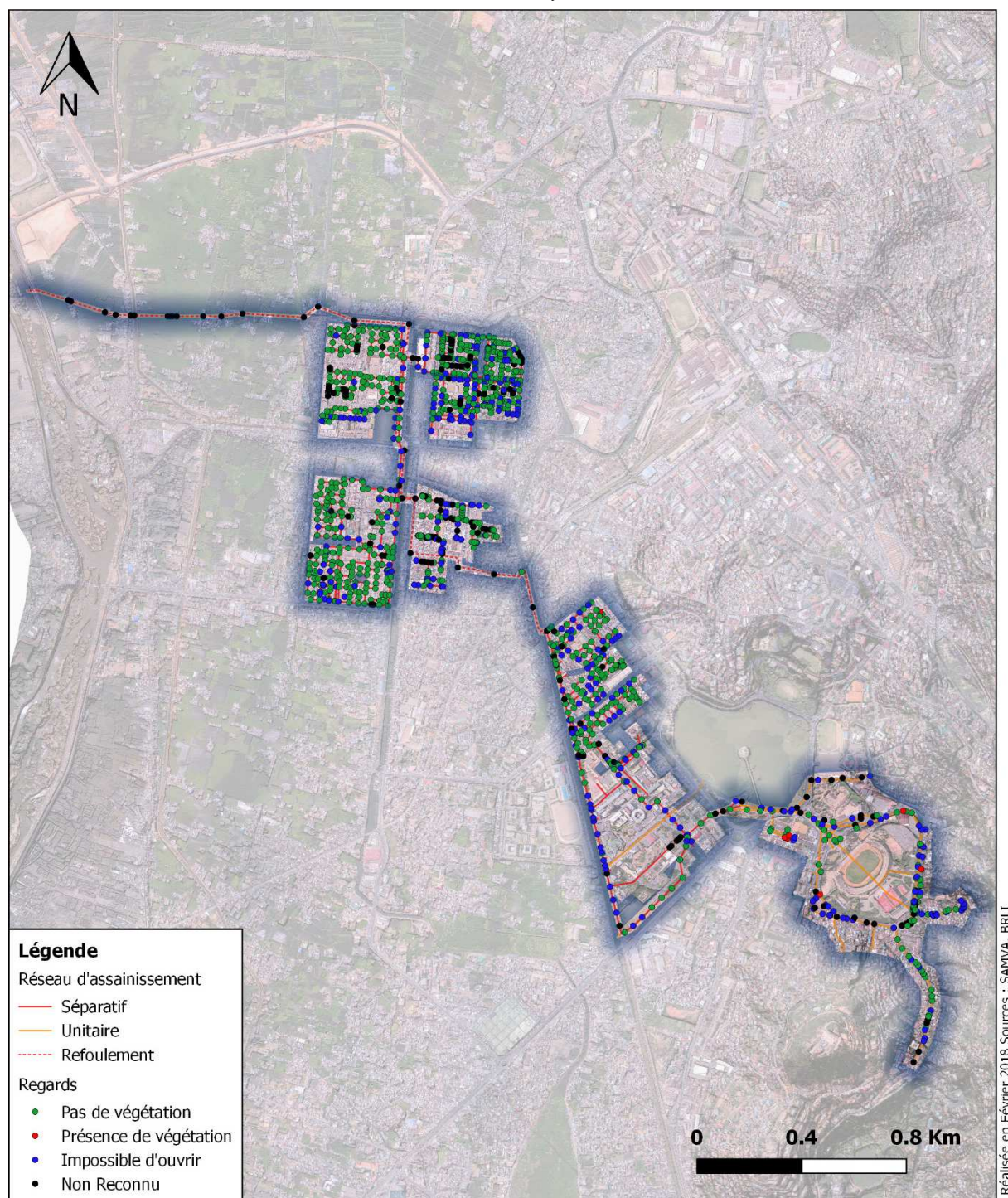
Carte 28 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 29 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 1 (disponible au format A3 en Annexe 1)



Carte 30 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 14: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 1098)

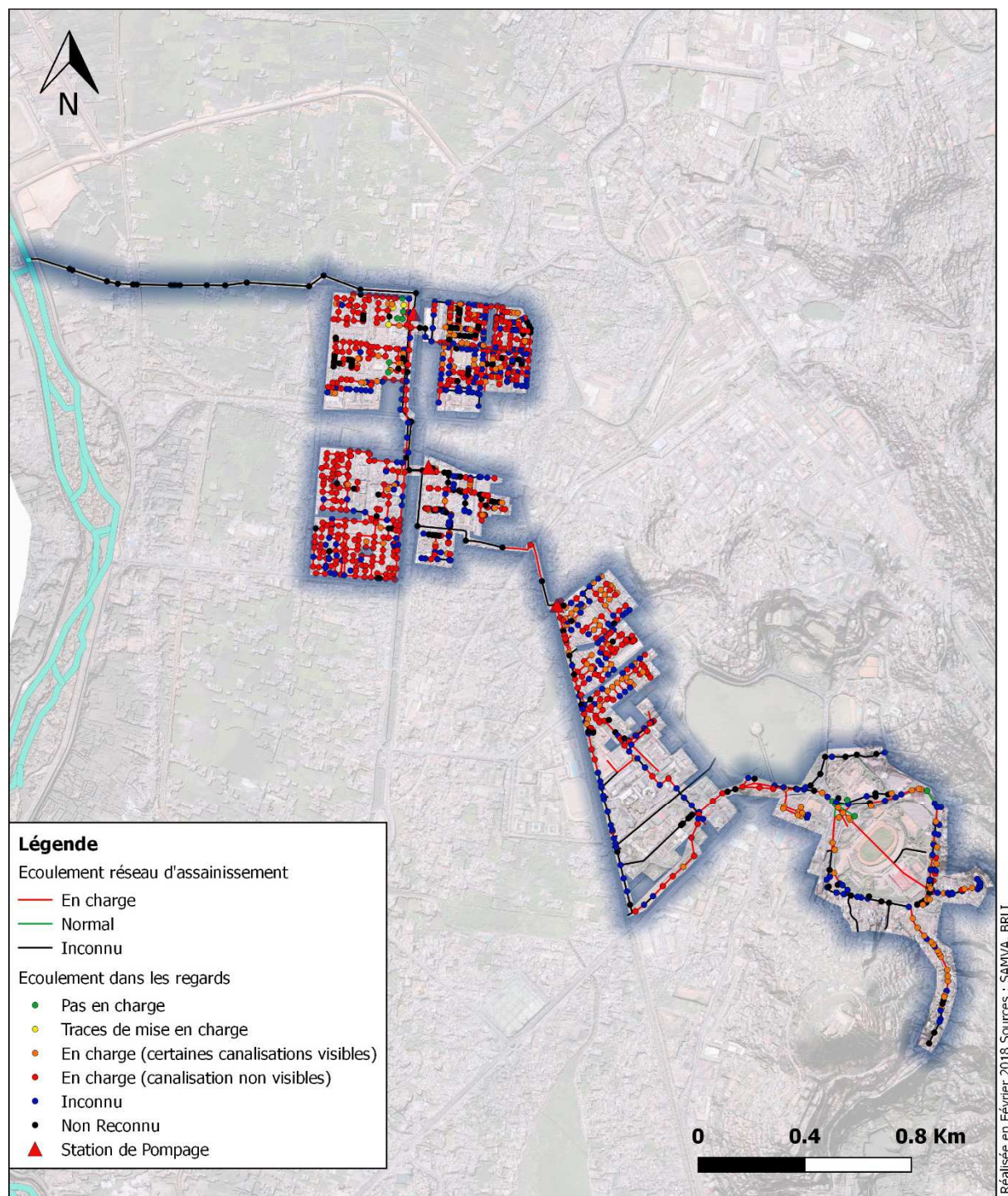


Photographie 15: Exemple de présence d'excrétas (Identifiant SIG : 2312)



Ecoulement

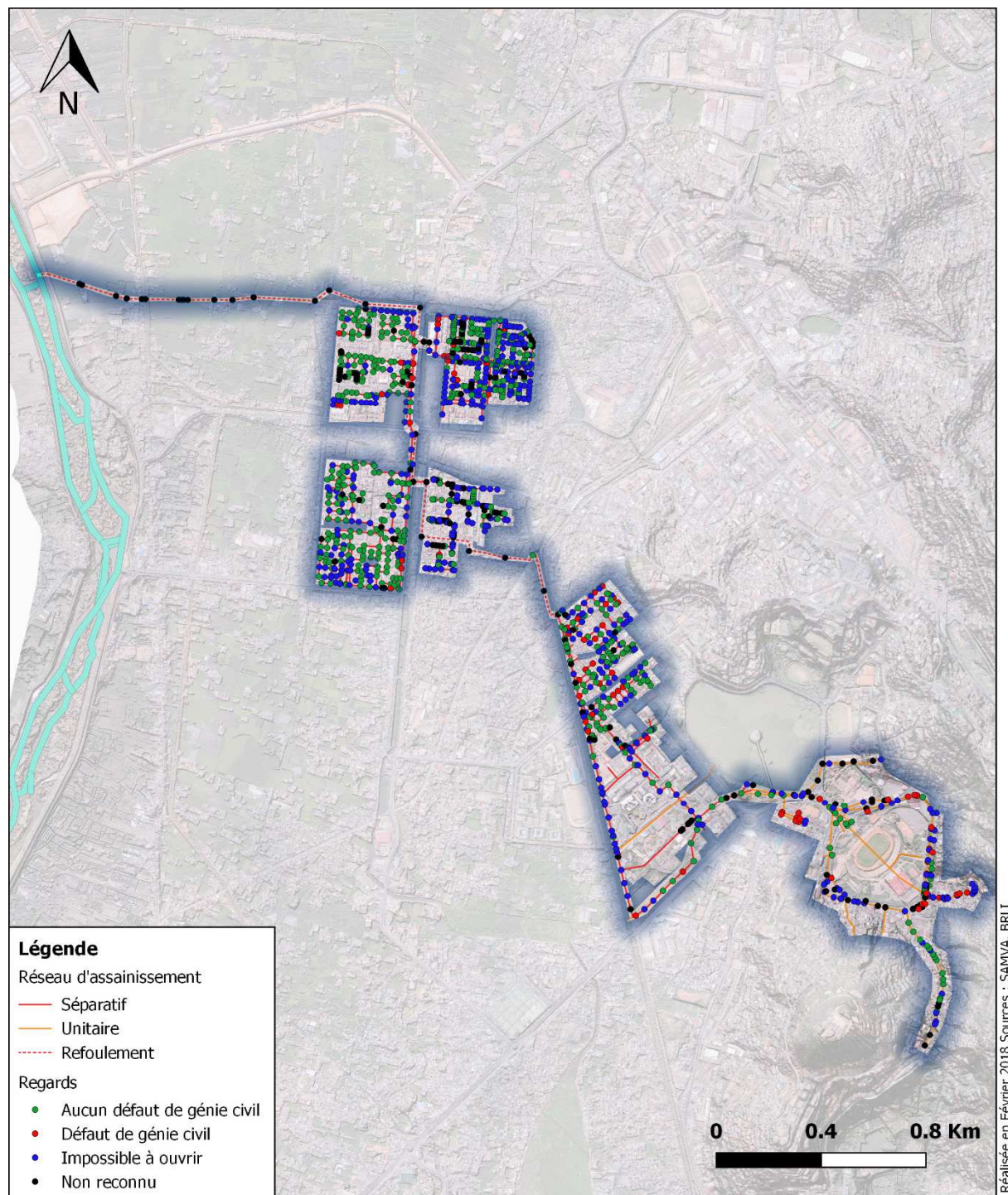
Carte 31 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



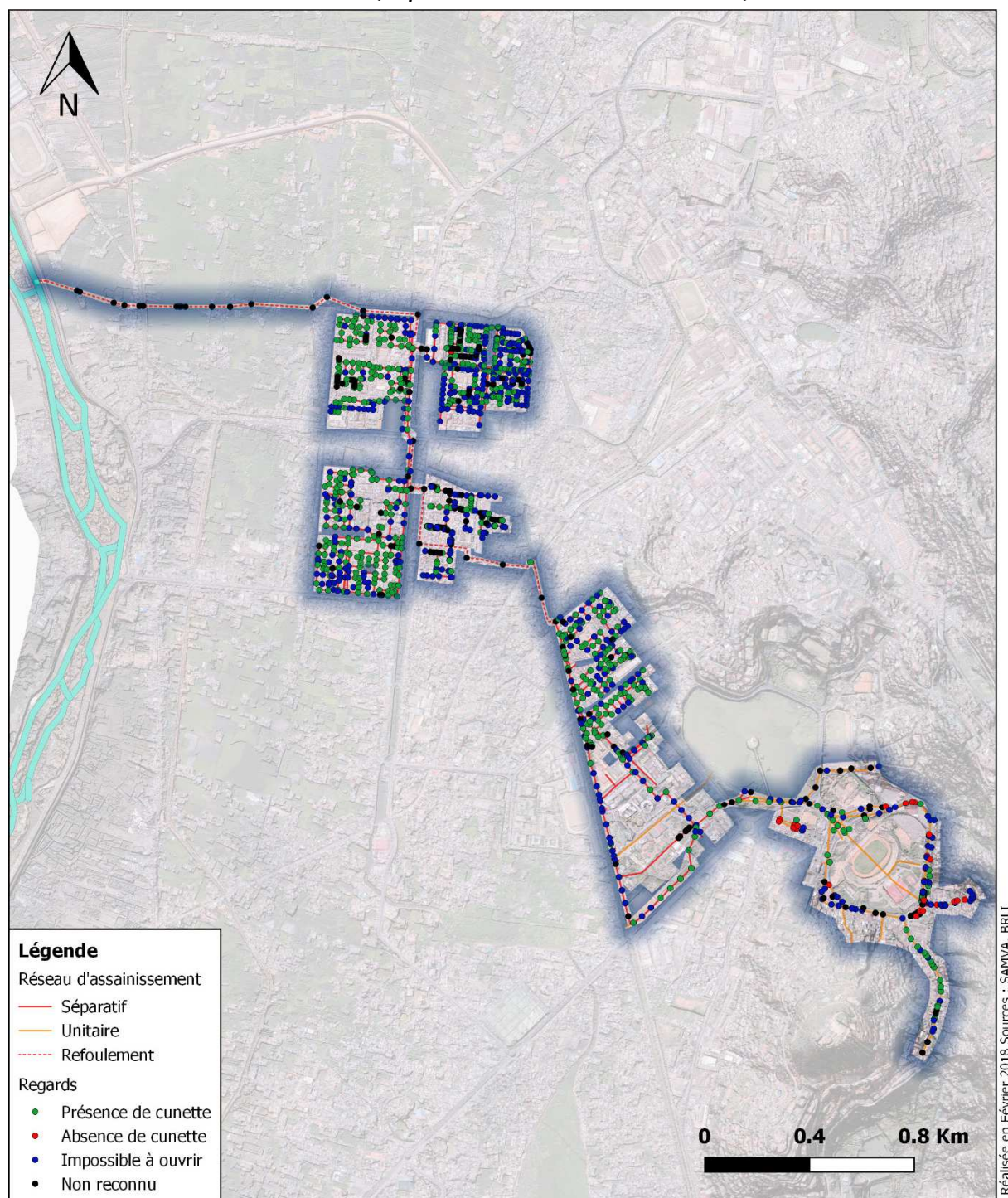
Défauts des tampons des regards

Défauts de Génie Civil

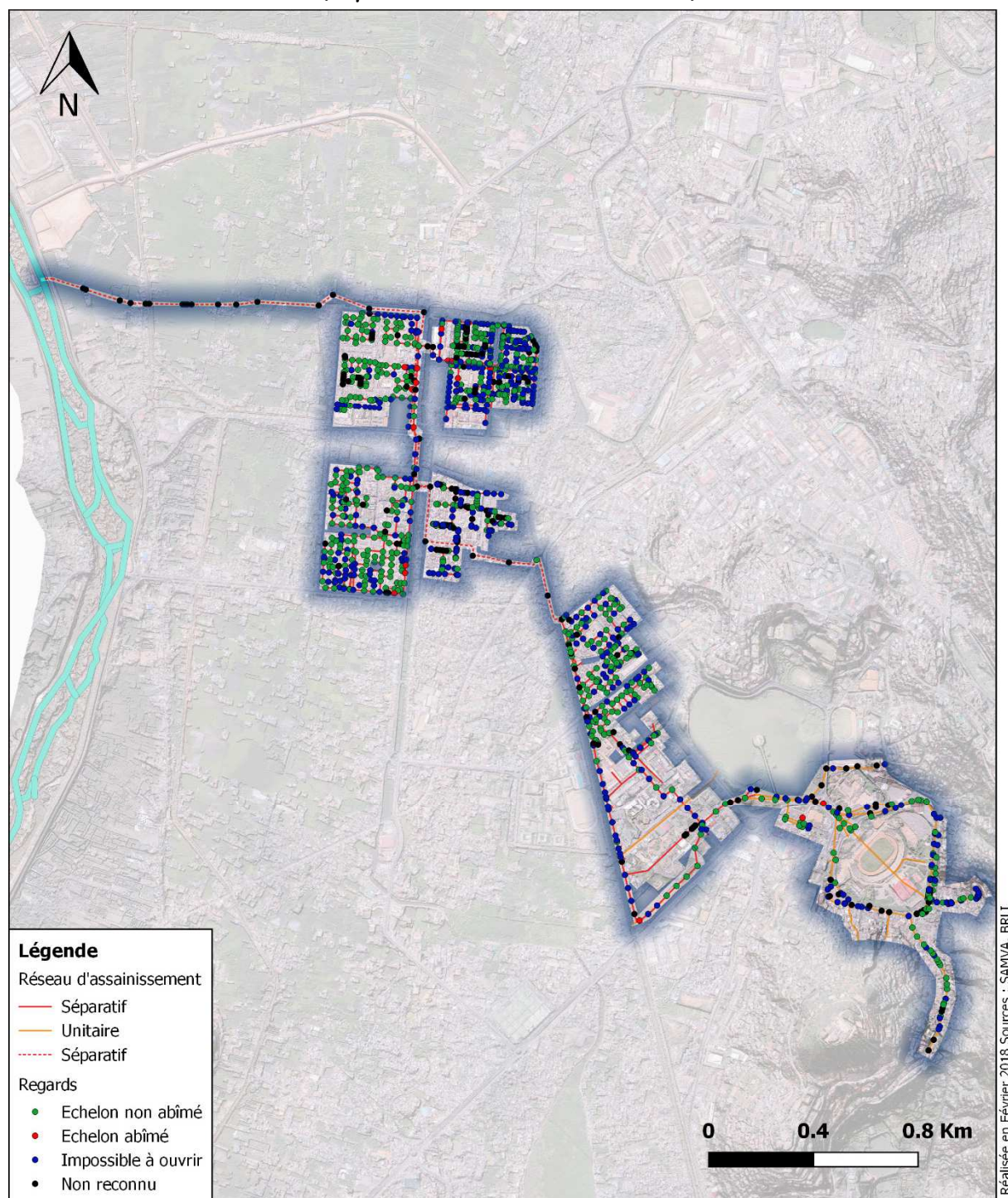
Carte 32 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



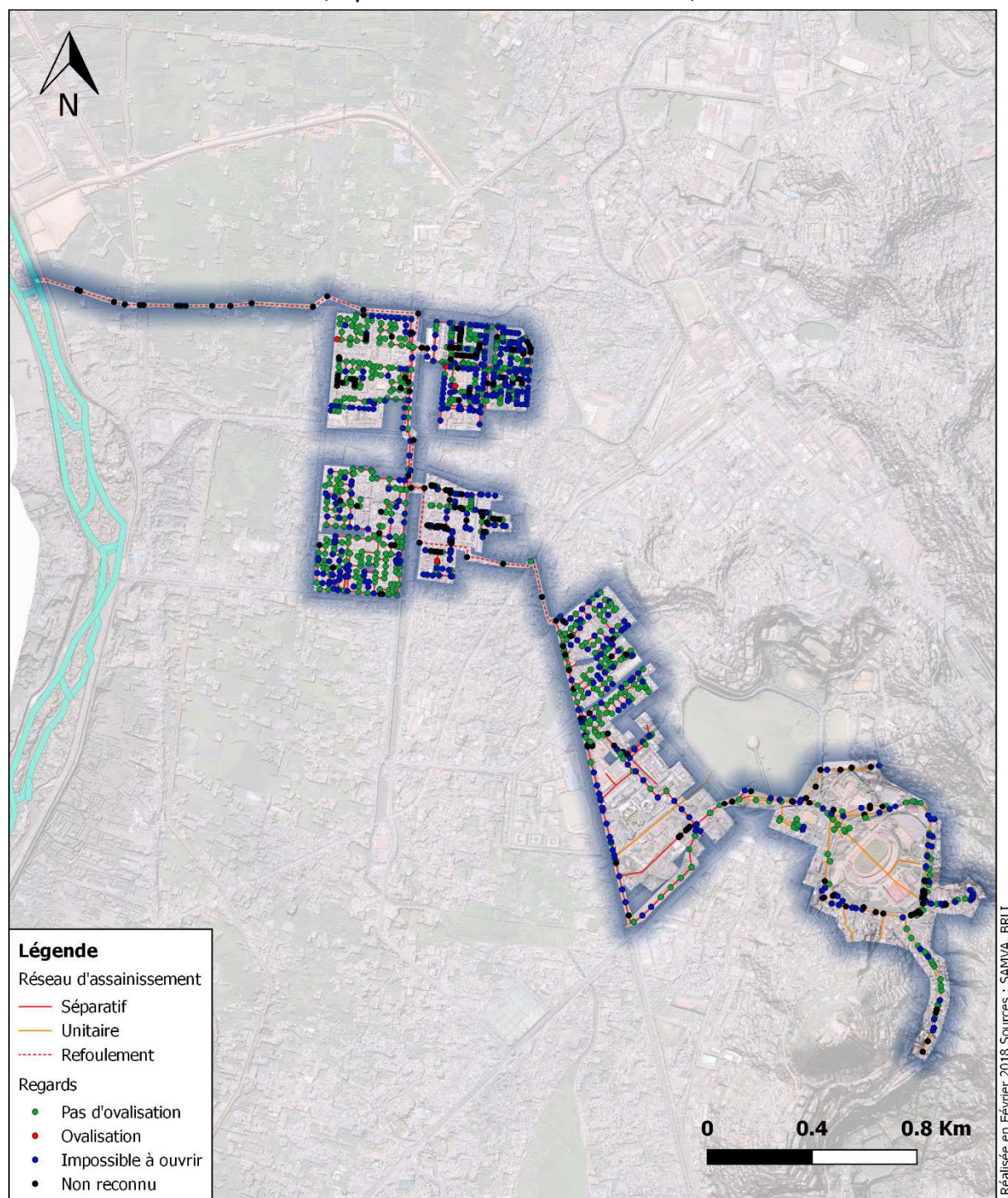
Carte 33 : Défaits de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



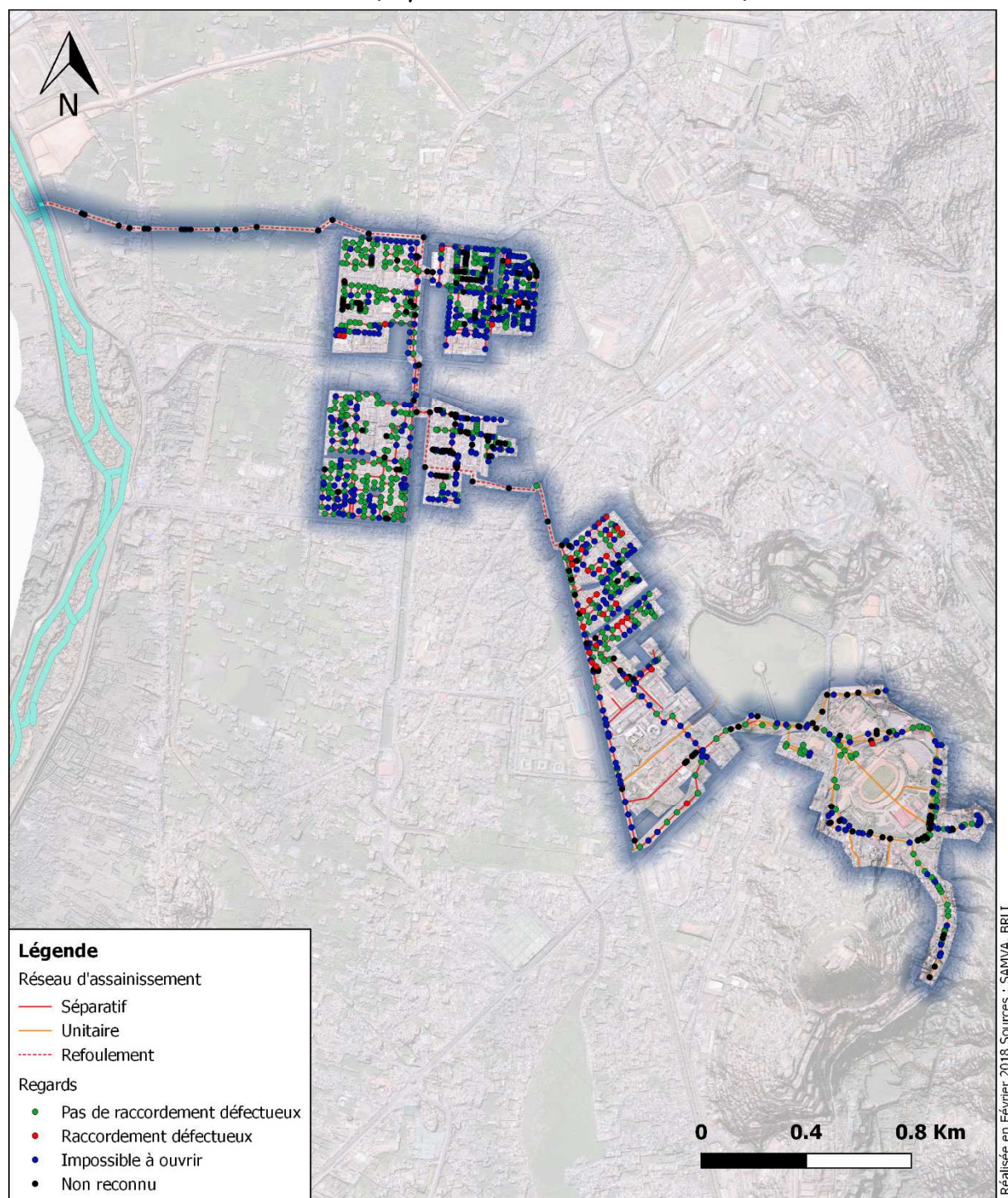
Carte 34 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 1
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 35 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 1
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 36 : Défaits de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 16: Exemples de défauts de génie civil des tampons pour le Secteur 1

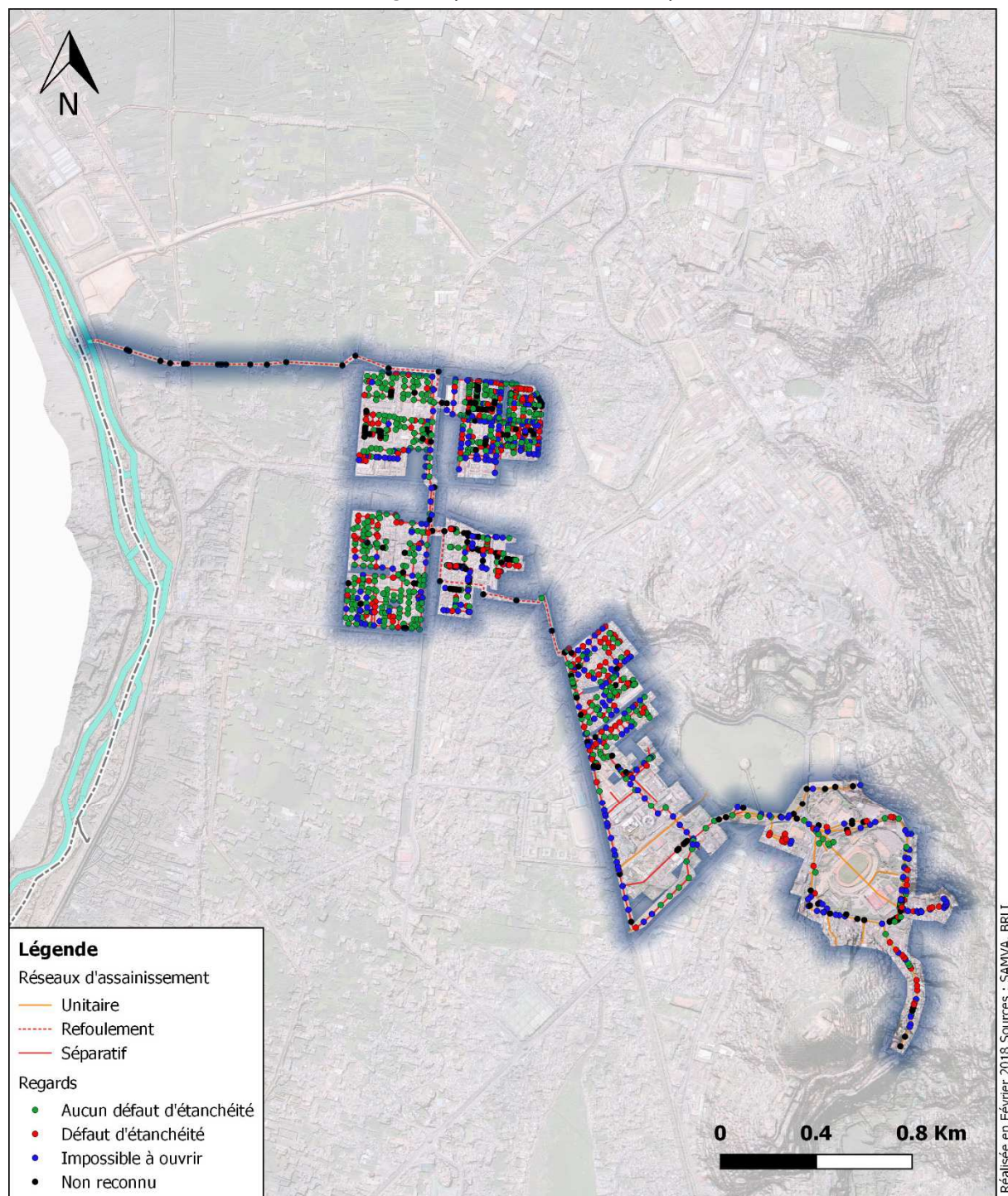
Exemple d'absence de cunette (Identifiant SIG : 1359)



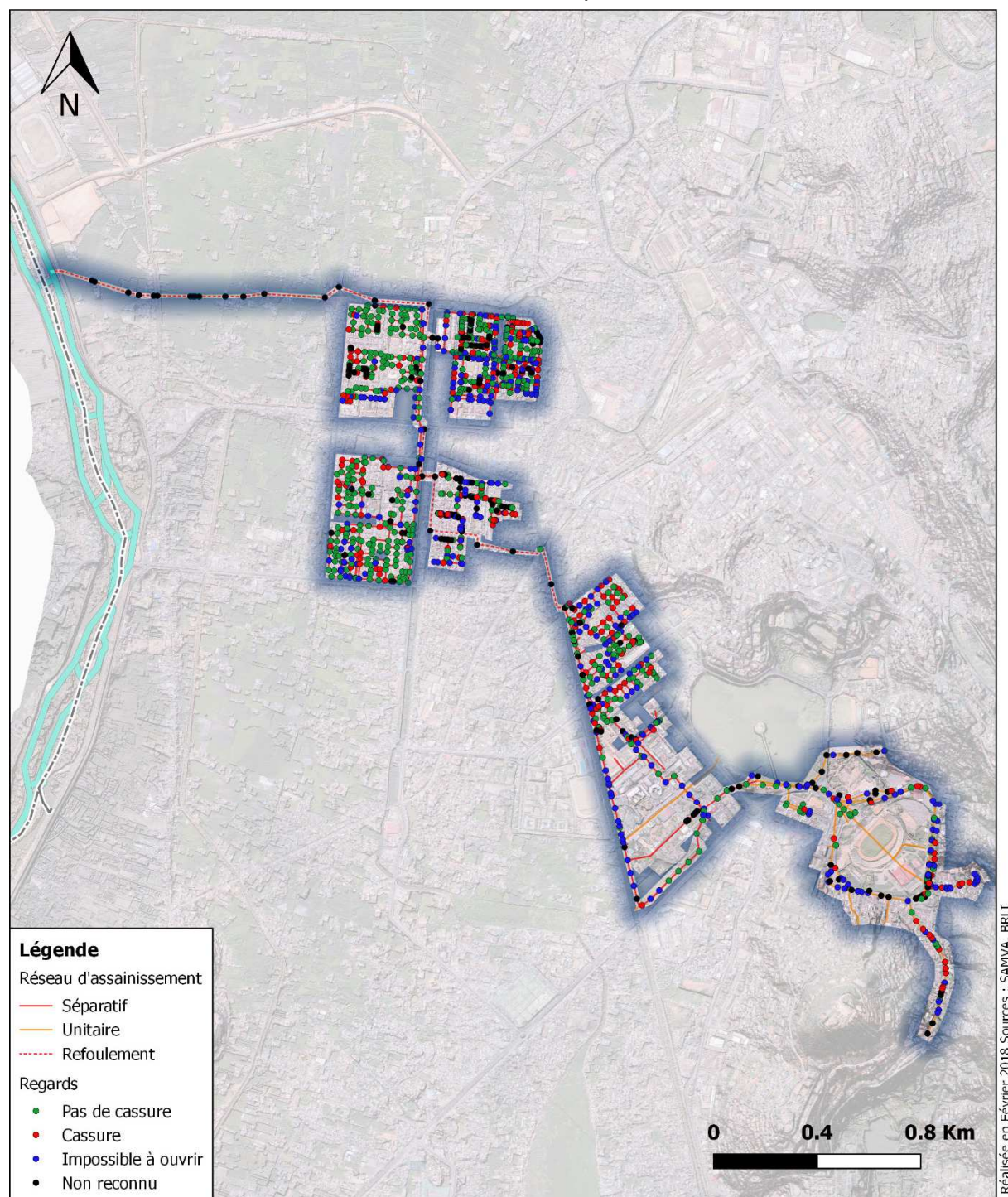
Exemple d'échelon abîmé (Identifiant SIG : 531)

Défaut d'étanchéité

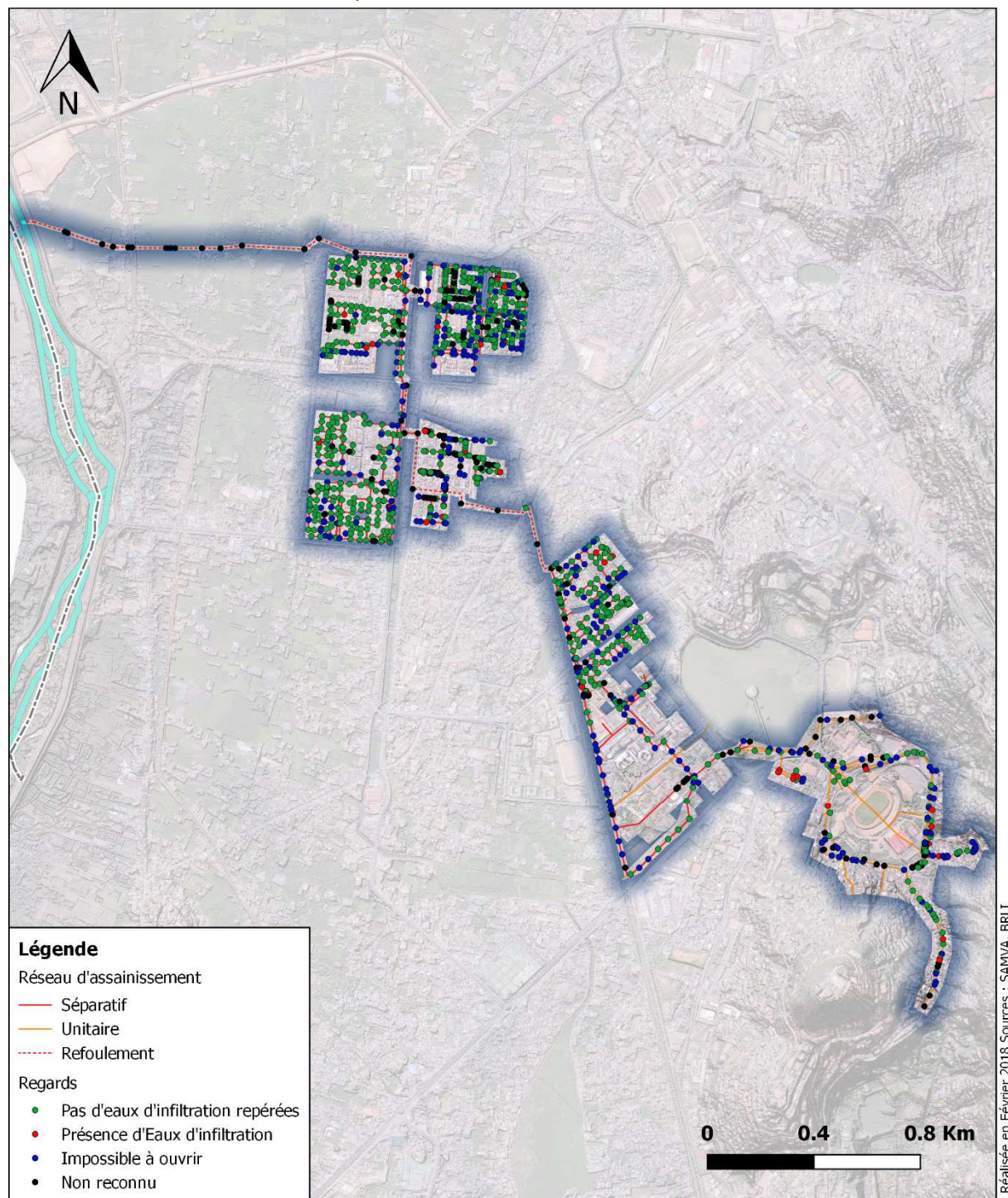
Carte 37 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 38 : Défaits d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 39 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 1
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 17: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 1

Exemple de dalle fissurée (Identifiant SIG : 1068)



Exemple de dalle scellée (Identifiant SIG : 433)



Exemple d'absence de tampon (Identifiant SIG : 589)



Exemple de présence de racine (Identifiant SIG : 990)

Station de refoulement Ampefiloha**Photographie 18 : Vue extérieure côté canal****Photographie 19 : Chambre sur panier de dégrillage****Photographie 20 : Chambre amont équipée d'un déversoir vers le canal****Photographie 21 : La chambre en béton a basculé****Photographie 22 : Présence de flottants en grand nombre dans la chambre**

Photographie 23 : Tuyauterie / robinetterie à l'intérieur de la station



Photographie 24 : Armoire électrique



Photographie 25 : Conduite de refoulement acier DN 400 en encorbellement sous passerelle piétonne



Photographie 26 : Alimentation électrique depuis transformateur sur poteau



Photographie 27 : Regard à ciel ouvert dans l'emprise de la station :



Station de refoulement Ambodin'Isotry**Photographie 28 : Trappe d'accès au panier de dégrillage****Photographie 29 : Pompe de 1999 hors-service****Photographie 30 : Armoire électrique****Photographie 31 : Trappe d'accès sur pompe en service (ancienne pompe d'épuisement de la station Isotry)****Photographie 32 : Tuyauterie / Robinetterie DN80**

Station de refoulement 67 ha

Photographie 33 : Bâche d'accumulation extérieure**Photographie 34 : Ventouse du refoulement****Photographie 35 : Portique de manutention du dégrilleur****Photographie 36 : Tuyauterie / Robinetterie au refoulement des pompes****Photographie 37 : Robinet-vanne DN300 à l'aspiration****Photographie 38 : Armoires électriques**

RETOURS D'EXPERIENCE

Enquête ménage

L'enquête réalisée auprès des ménages a permis de déterminer le mode de déversement des eaux vannes sur le secteur :

- Zone cité Ampefiloha-Administrative : dans une fosse étanche se déversant dans un puisard pour l'ensemble des ménages interrogés.
- Zone 67 Ha :
 - Dans une fosse étanche se déversant dans un puisard pour 41% des ménages interrogés.
 - Dans une fosse étanche se déversant dans un égout pour 28% des ménages interrogés.
 - Dans une fosse étanche se déversant dans un canal ou un caniveau ouvert pour 19% des ménages.
 - Dans une fosse non étanche puis s'infiltrant sur place pour 9% des ménages interrogés.
 - 3% des ménages interrogés ignorent où se déversent leurs eaux vannes.

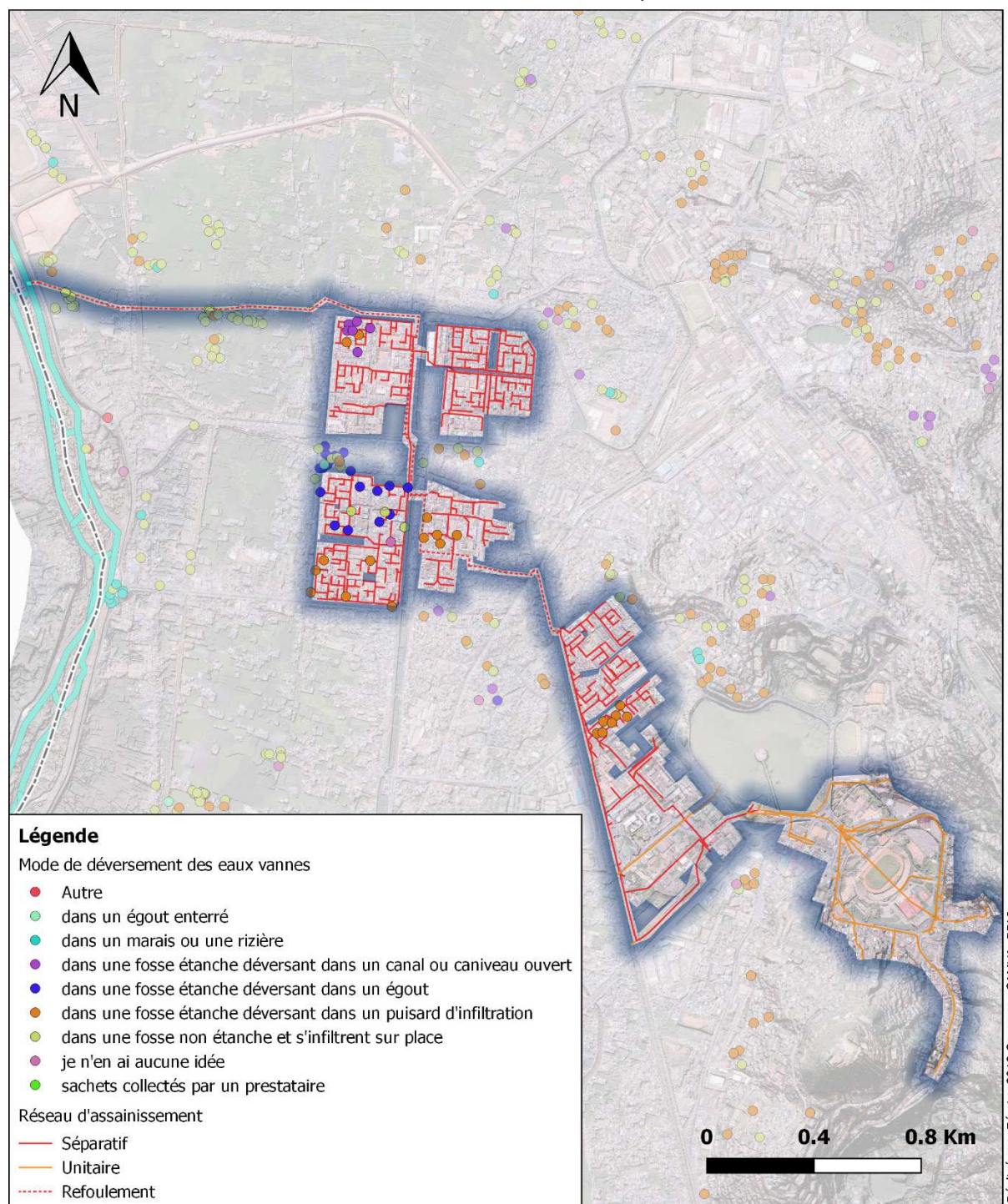
Dans ce secteur, toutes les habitations enquêtées se situent à proximité d'un réseau d'assainissement séparatif. Cependant, aucun ménage n'a indiqué rejeter directement ses eaux vannes dans un égout. Il est donc probable que les ménages n'utilisent pas le réseau d'assainissement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent.

Cette enquête montre également que les eaux grises (lessive, vaisselle, douche,...) sont évacuées majoritairement dans des fossés ou des caniveaux dans la rue. Le réseau d'assainissement n'est donc pas utilisé, probablement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent. L'enquête précise que les ménages interrogés sont satisfaits de l'évacuation de leurs eaux grises.

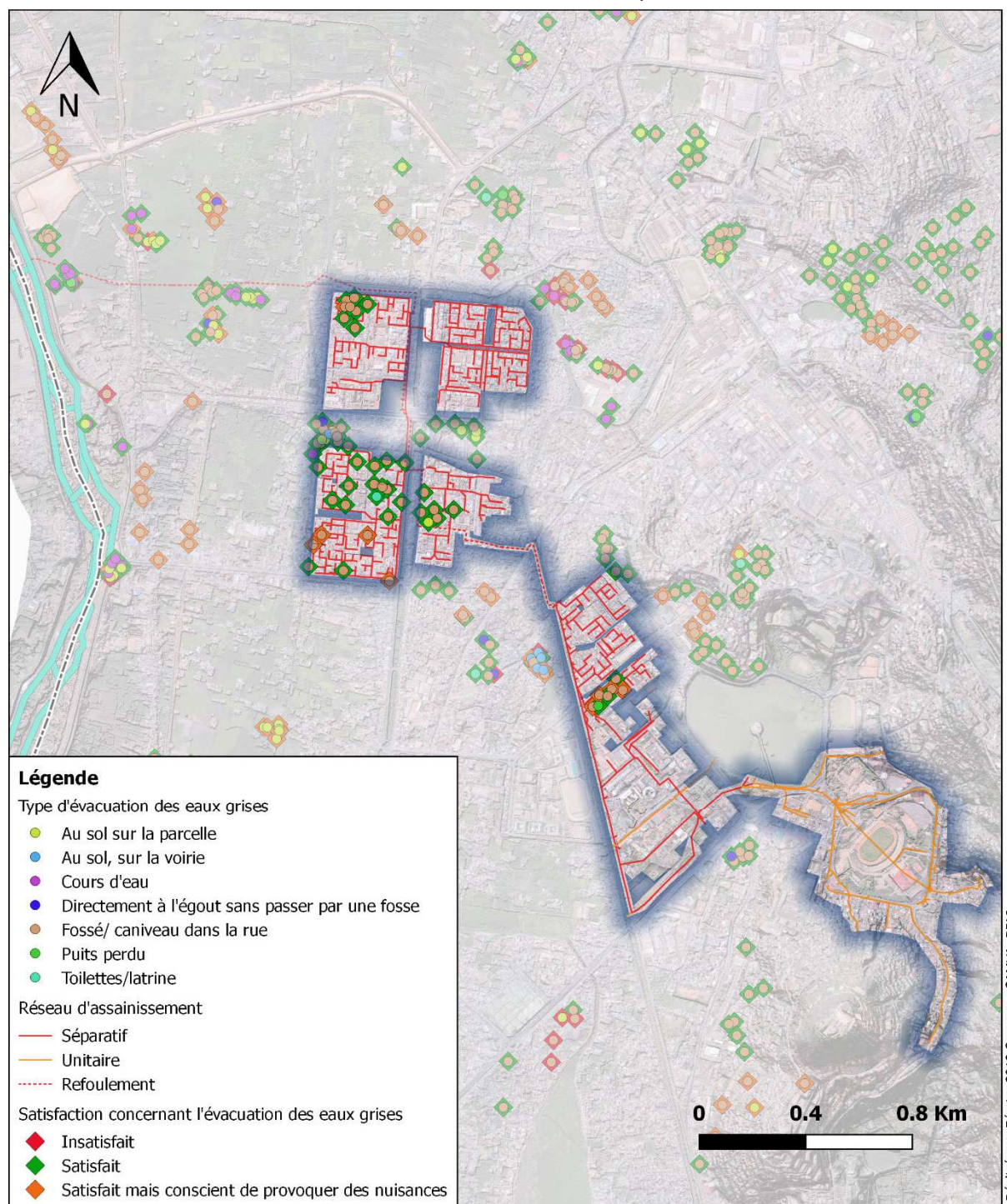
Ces enquêtes ménages soulignent donc le fait que le réseau séparatif du secteur semble ne pas être utilisé par les ménages riverains du fait de son dysfonctionnement et qu'il est inutilisable dans son état actuel.

Cette situation n'est pas conforme au Code Municipal d'Hygiène qui instaure une obligation de se raccorder au réseau d'assainissement s'il est situé à proximité du logement (Cf. Chapitre 1.2.2.1).

Carte 40: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 41 : Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Enquête fokontany et arrondissement

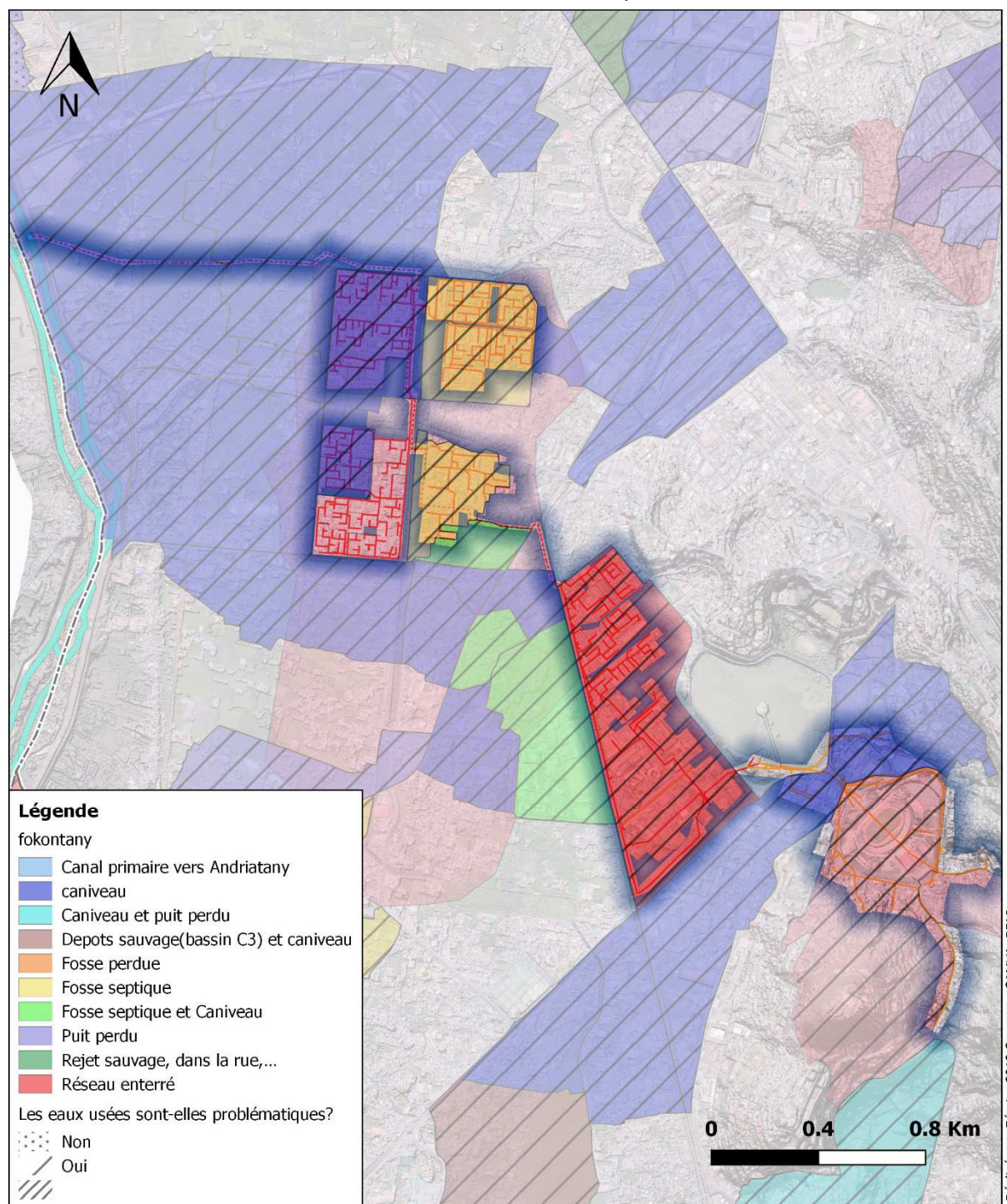
Une enquête auprès des Arrondissement et des Fokontany a été menée afin de déterminer les zones où l'assainissement cause le plus de problème.

- Ce sont les zones de 67Ha et de Mahamasina-Anosy qui présentent le plus de problèmes sanitaires d'après les Arrondissement.
- Plusieurs zones de stagnation des eaux usées sont présentes sur la zone de 67Ha d'après les Fokontany.

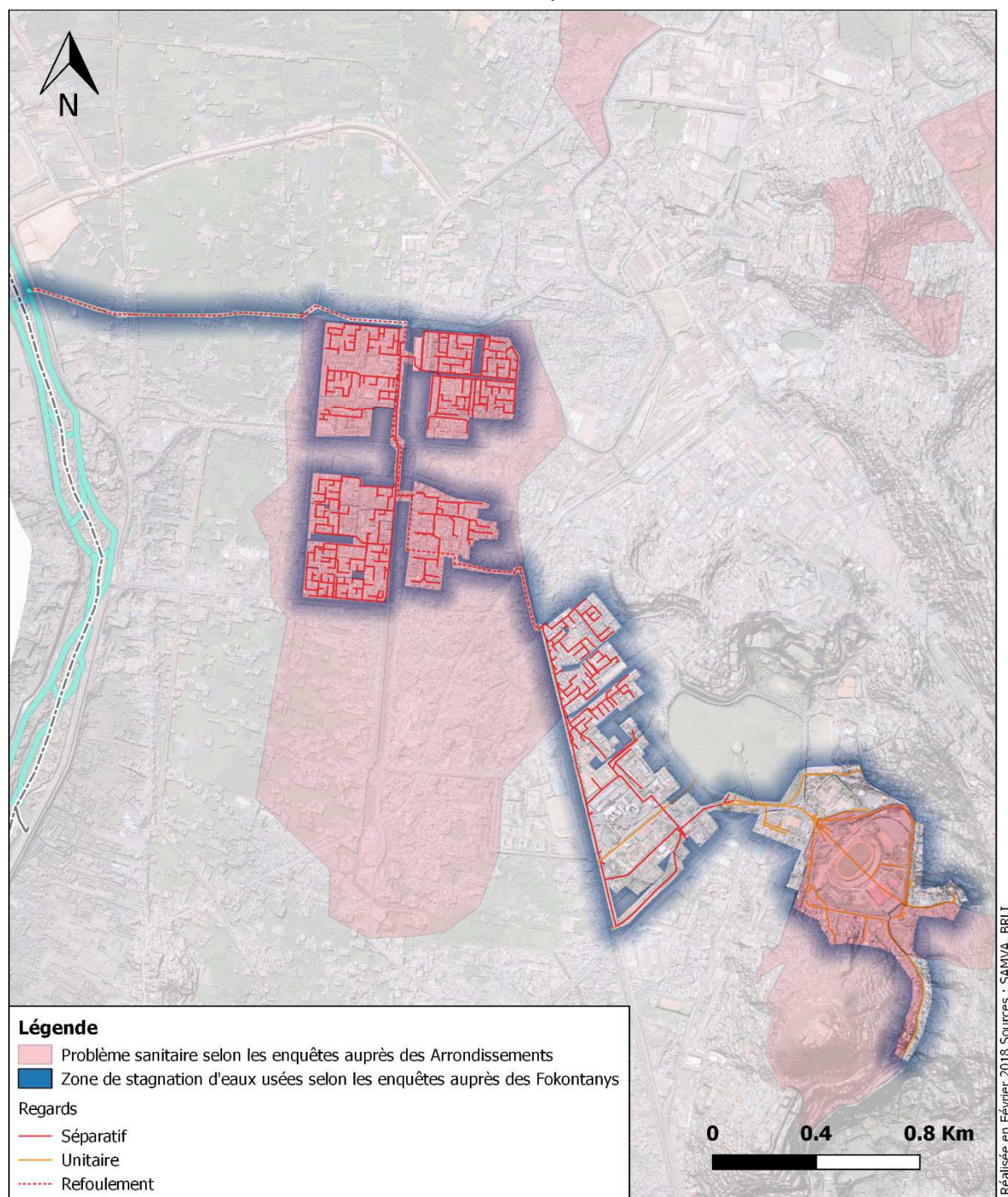
D'autre part, les Fokontany ont été interrogés sur la destination des eaux usées. Il en ressort que seule la zone Ampefiloha- Cité Administrative utilise le réseau d'assainissement alors que les zones de 67ha et Mahamasina-Anosy utilisent principalement des fosses ou des caniveaux.

Il ressort donc de cette enquête que les zones les plus problématiques sont les lieux n'utilisant pas le réseau d'assainissement pour évacuer leurs eaux usées. Ainsi, un réseau d'assainissement fonctionnel permettrait à la population de l'utiliser et de réduire les problèmes liés à l'assainissement.

Carte 42: Enquête Fokontany sur la destination des eaux usées pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 43: Localisation des problèmes concernant les eaux usées d'après les résultats des enquêtes auprès des Fokontanys et Arrondissement sur la pour le Secteur 1 (disponible en format A3 en Annexe 1)



2.2.1.2.2 Secteur 2 : Zones de collecte du Centre-Ville

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Ce secteur possède un réseau exclusivement unitaire. On peut distinguer plusieurs zones indépendantes à l'intérieur de ce secteur :

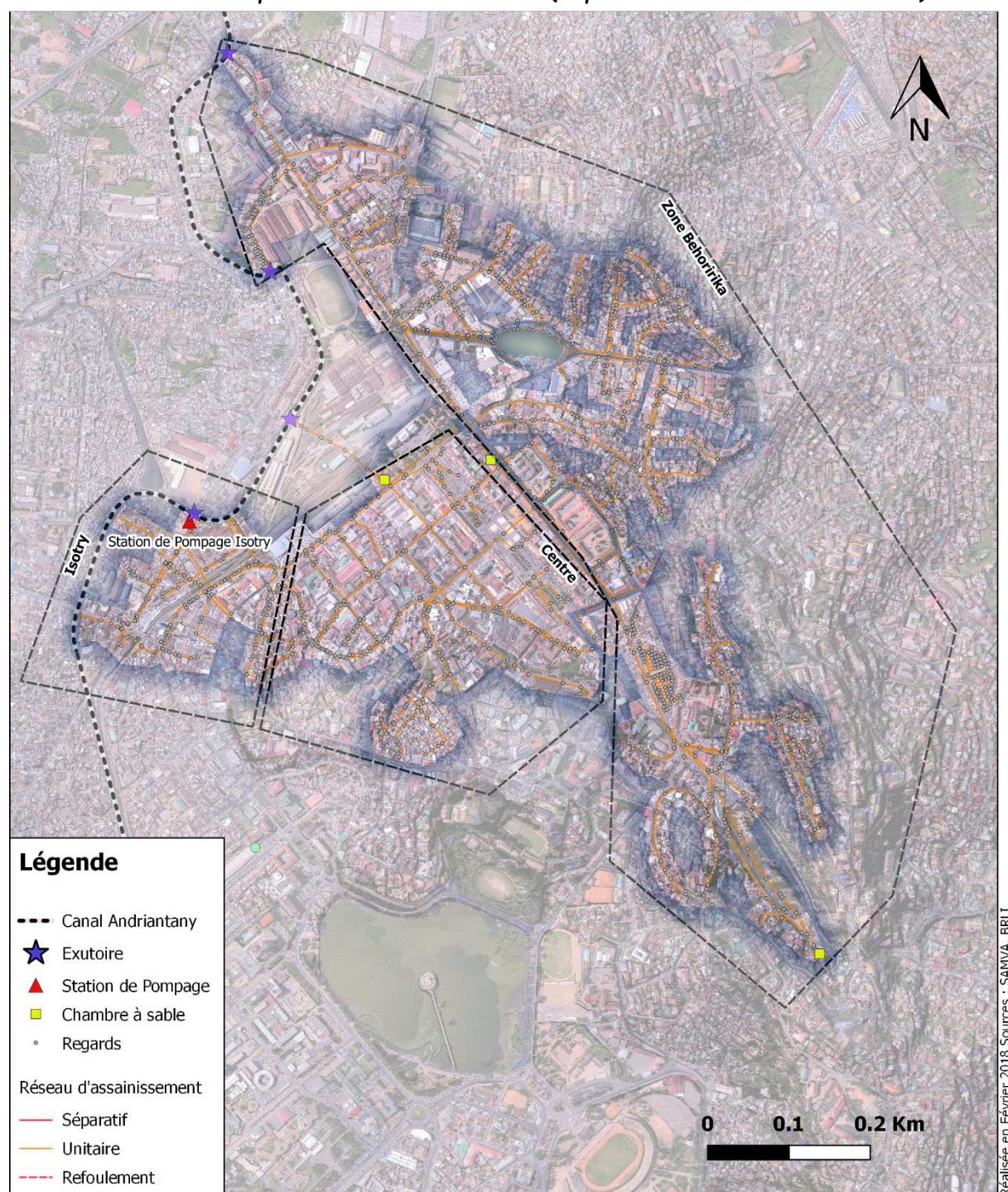
- La zone « Isotry » draine toutes les eaux usées du Sud-Ouest du secteur vers la station de pompage Isotry qui refoule ses eaux vers le canal Andriantany.
- La zone « Centre » draine toutes les eaux de la zone commerciale du centre-ville avant d'être rejetées gravitairement vers le canal Andriantany en passant sous la gare.
- La zone Behoririka draine l'ensemble de ses eaux usées vers un ovoïde qui les rejette gravitairement vers le canal Andriantany au niveau du pont de la rue Ampanjaka Toeara.

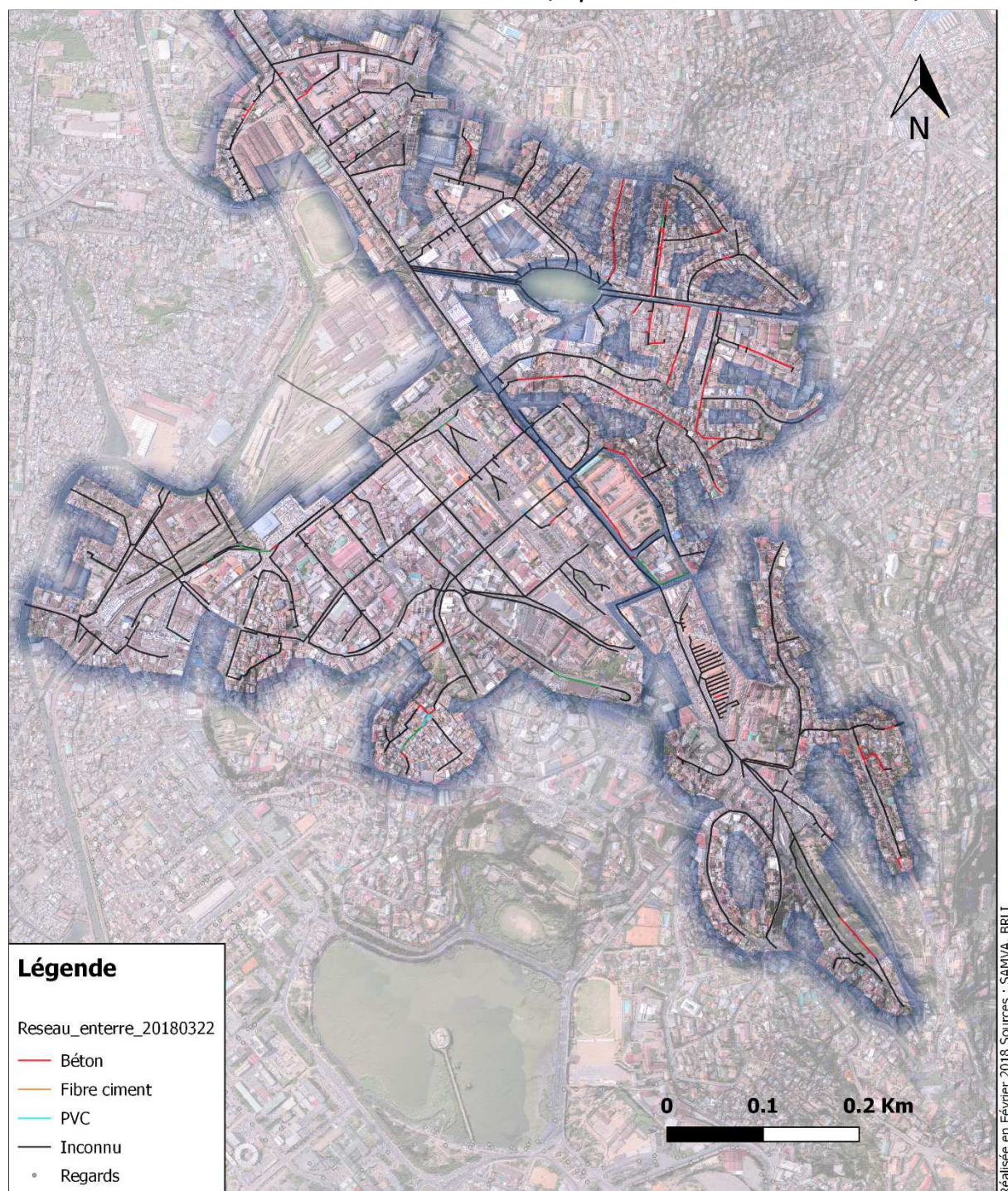
Deux chambres à sable situées sur le réseau permettent de limiter les apports en sable emmené par les eaux pluviales.

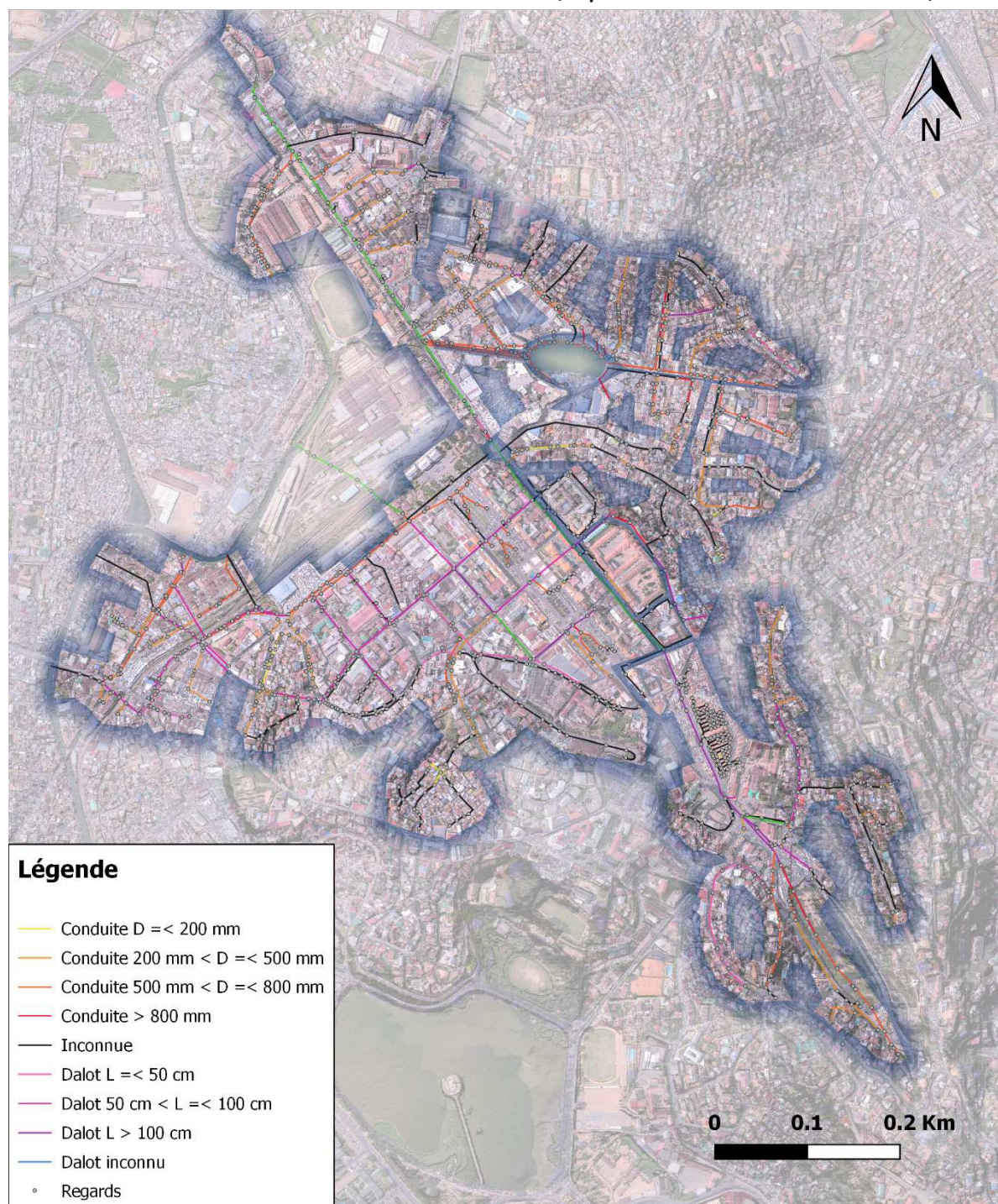
Caractéristiques

Les matériaux utilisés pour les canalisations de ce secteur sont principalement en béton.

Concernant les dimensions des canalisations, on constate qu'il y a une forte proportion de dalots dans les zones Isotry et Centre alors que dans la zone Behoririka, ce sont en majorité des canalisations avec un diamètre supérieur à 500mm qui se jettent dans une section en ovoïde.

Carte 44: Description du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Carte 45: Matériaux du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

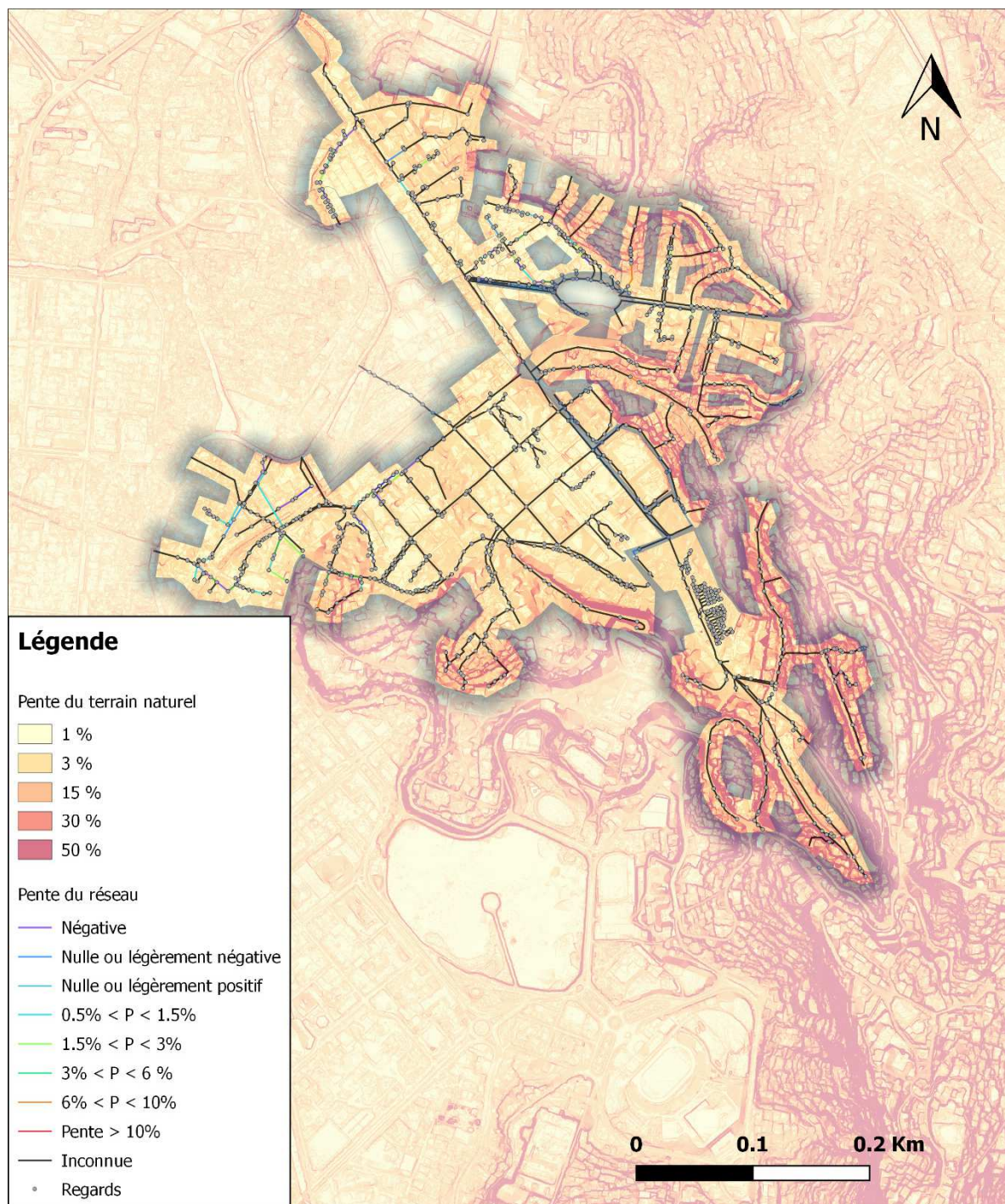
Carte 46: Dimensions du réseau du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

ADEQUATION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF AUX CARACTERISTIQUES DU TERRAIN

Pente du réseau

Les pentes du réseau sont essentiellement liées à la pente du terrain naturel. Ainsi, les pentes les plus faibles sont principalement situées dans les zones plates au niveau du centre, d'Isotry et de l'exutoire de la zone de Behoririka. Les pentes les plus fortes se trouvent au niveau des versants des collines de la zone Behoririka.

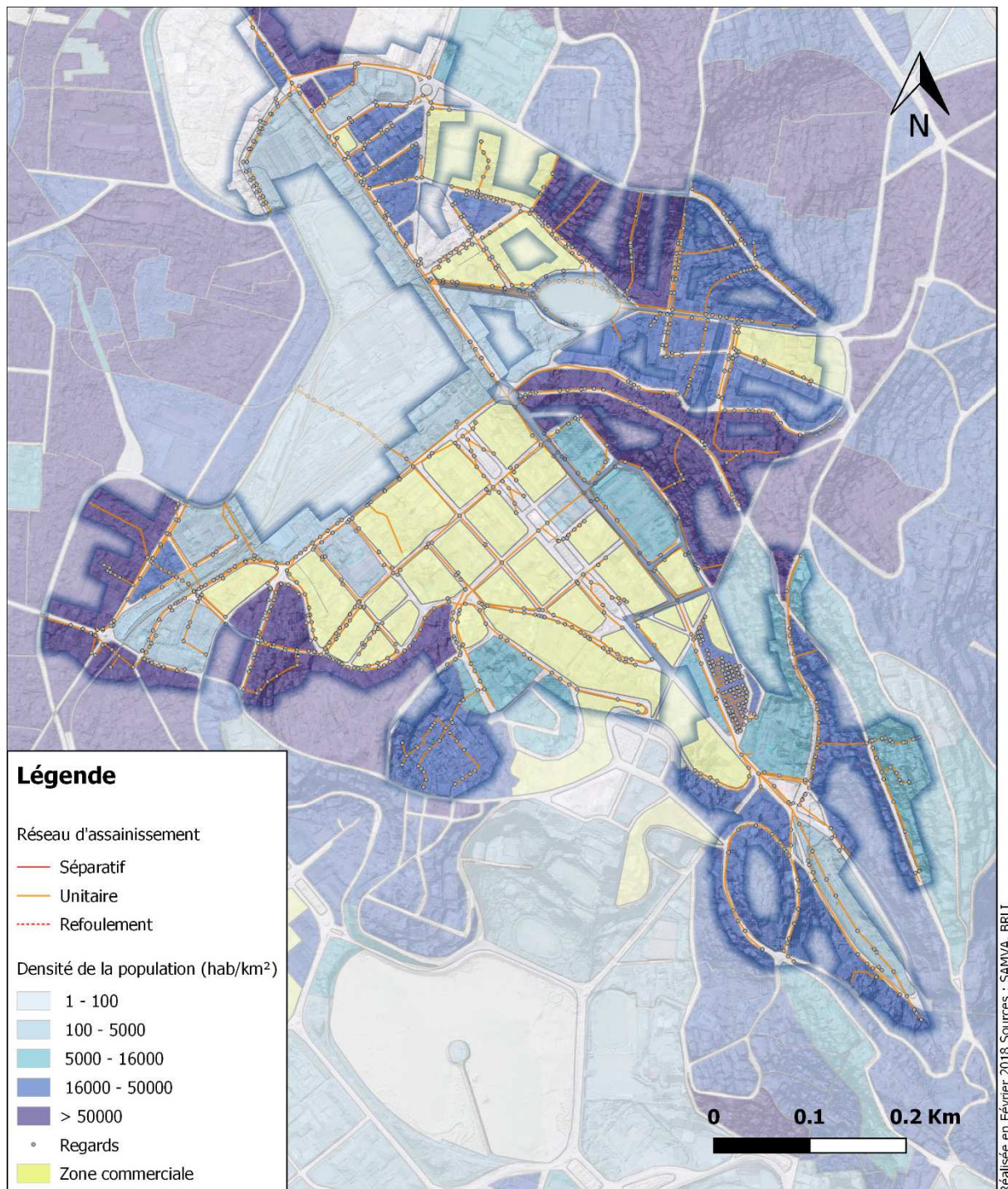
Carte 47: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Densité de population

- Zone Isotry : densément peuplée, principalement aux abords du canal Andriantany avec plus de 50 000 habitants/km².
- Zone Centre : faible densité de population car cette zone se trouve en zone commerciale.
- Zone Behoririka : population élevée avec une densité supérieure à 50 000 habitants/km² au nord du lac Behoririka et au niveau du quartier de Ambondrona. Le reste des quartiers résidentiels de la zone possède une densité située entre 16 000 et 50 000 habitants/km².

Carte 48: Densité de population pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



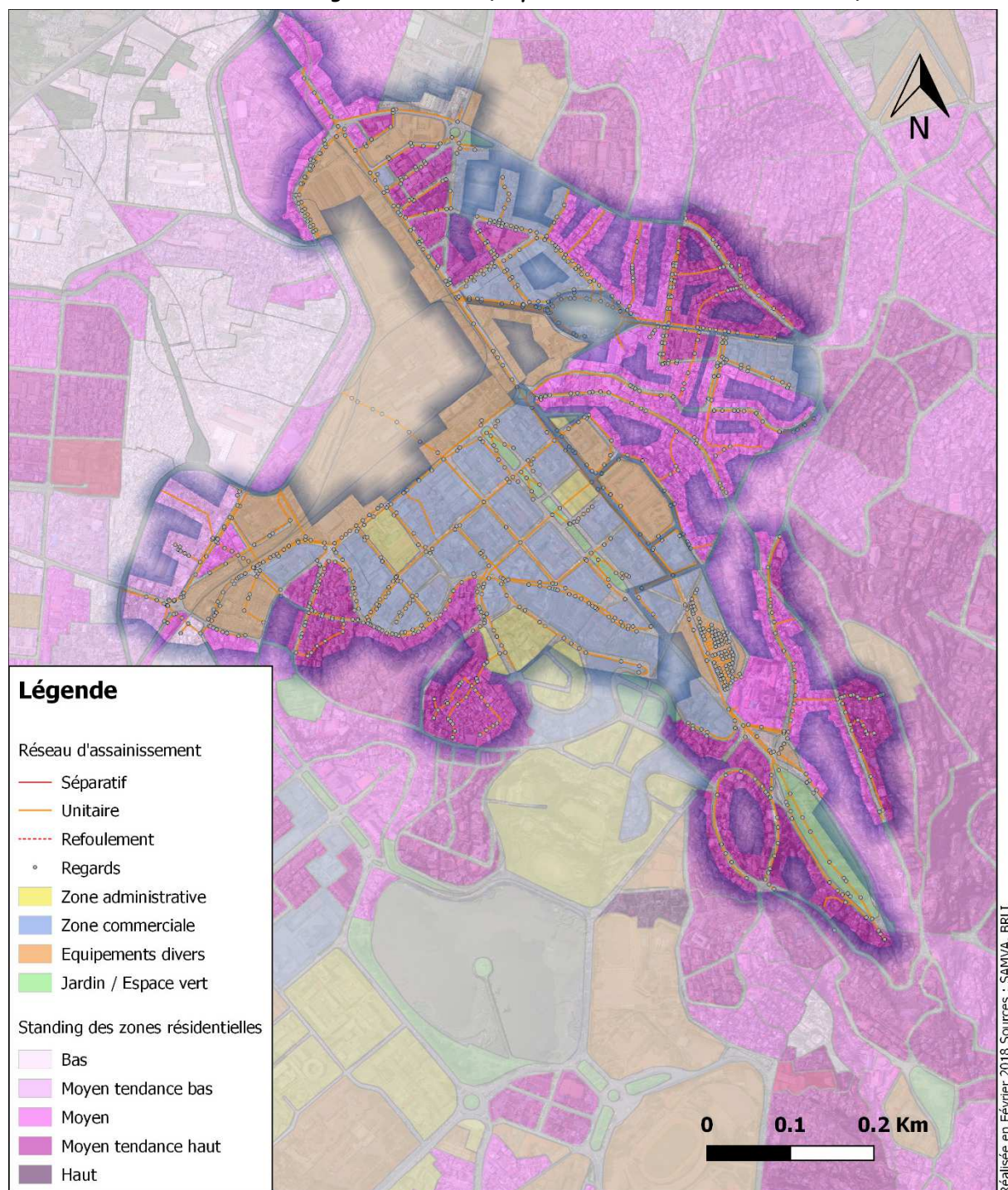
Standing des habitations

Le standing des zones résidentielles au niveau d'Isotry est moyen à tendance faible.

La zone centre comprend uniquement une zone résidentielle au sud qui est de standing moyen à tendance haute.

La zone de Behoririka est principalement de standing moyen. Néanmoins, une partie au Nord-Est du lac Behoririka est de standing moyen à tendance haute.

Carte 49: Standing du Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

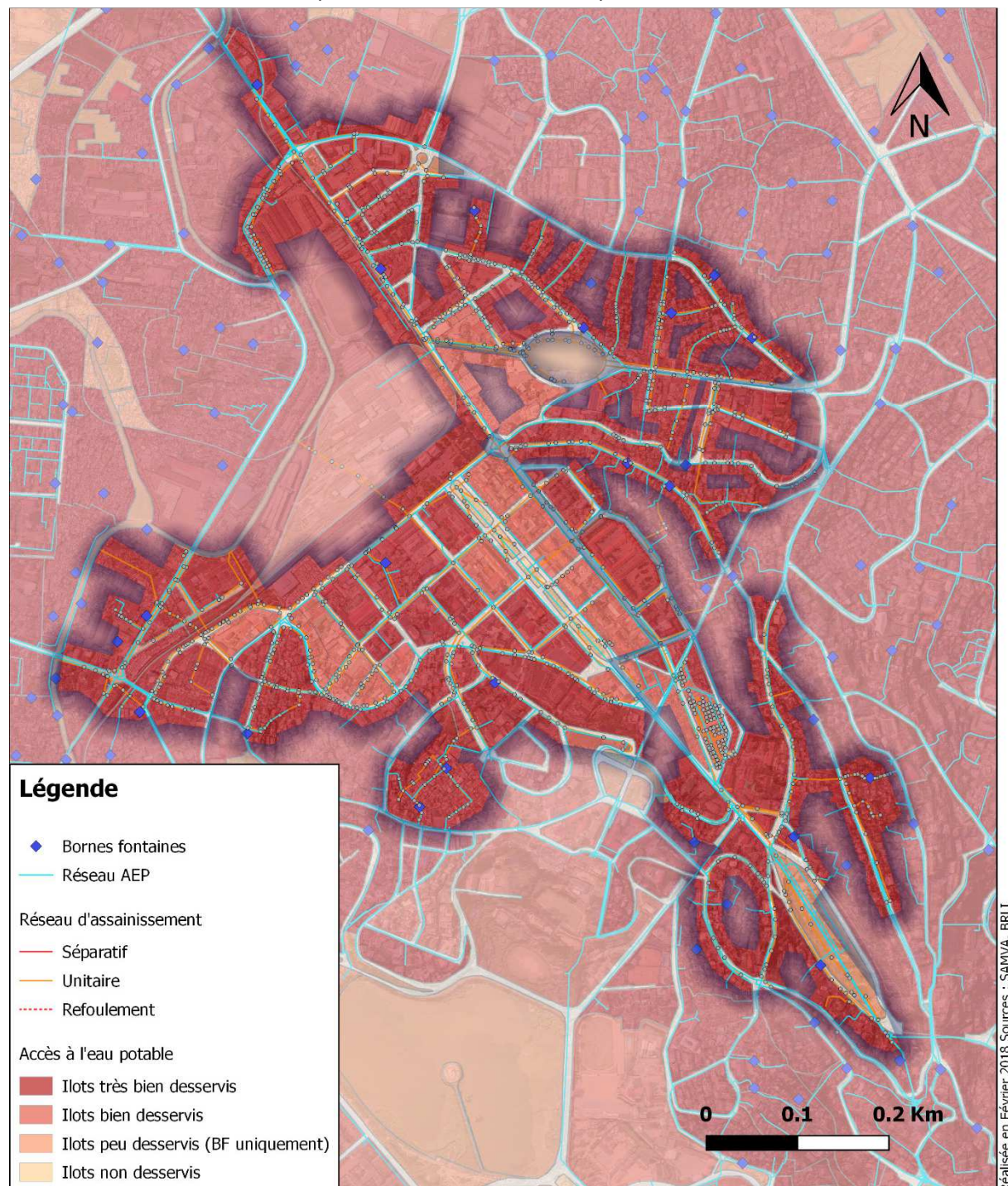


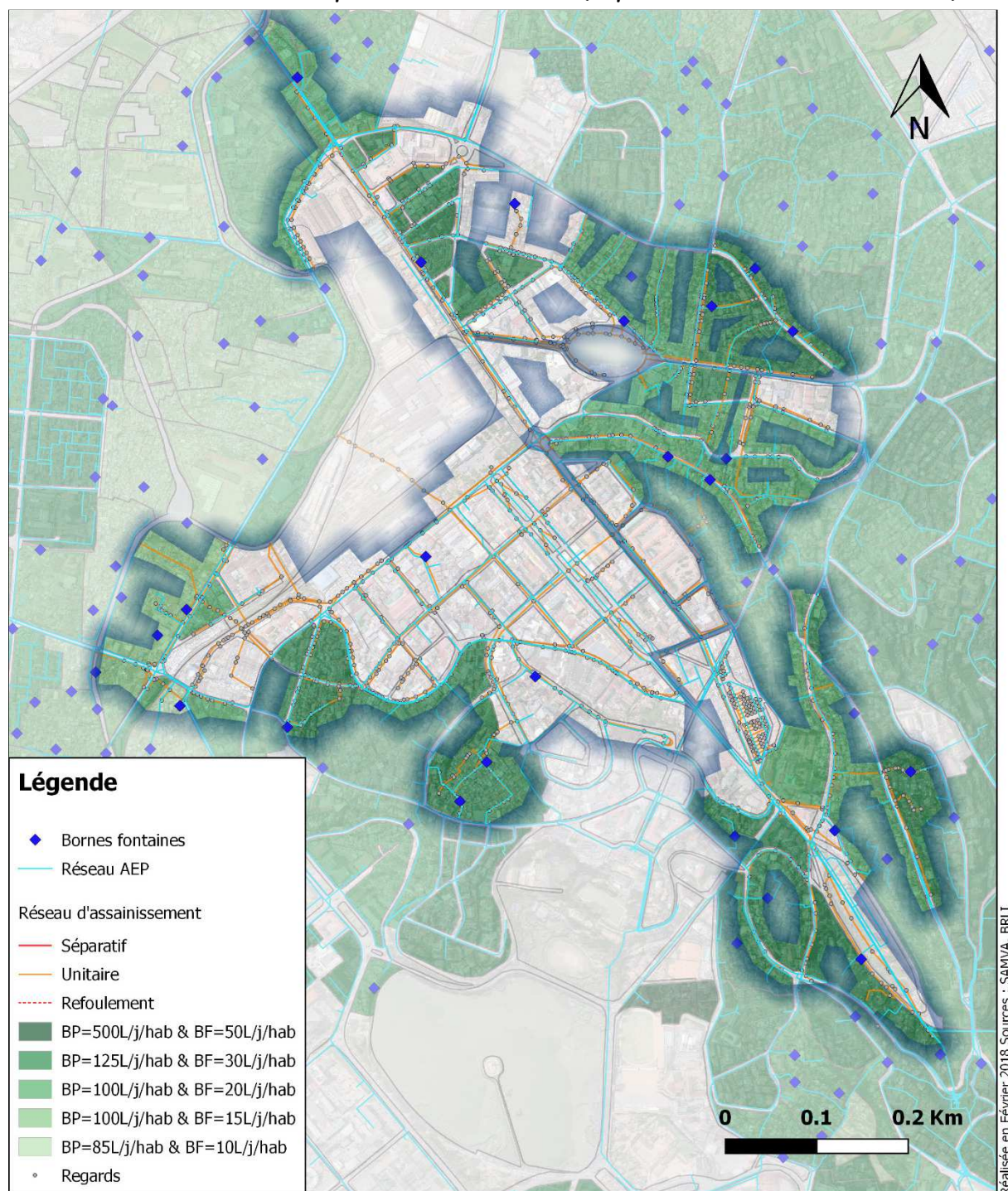
Accès et dotation en eau potable

Tout le secteur est globalement très bien desservi en eau potable comme l'indique la carte ci-après. On retrouve également des bornes fontaines un peu partout sur le secteur.

En lien avec le standing, les dotations sont élevées dans toutes les zones résidentielles du secteur excepté pour le quartier résidentiel d'Isotry situé au bord du canal Andriantany. Sa dotation est légèrement plus faible.

Carte 50: Accès en eau potable sur le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

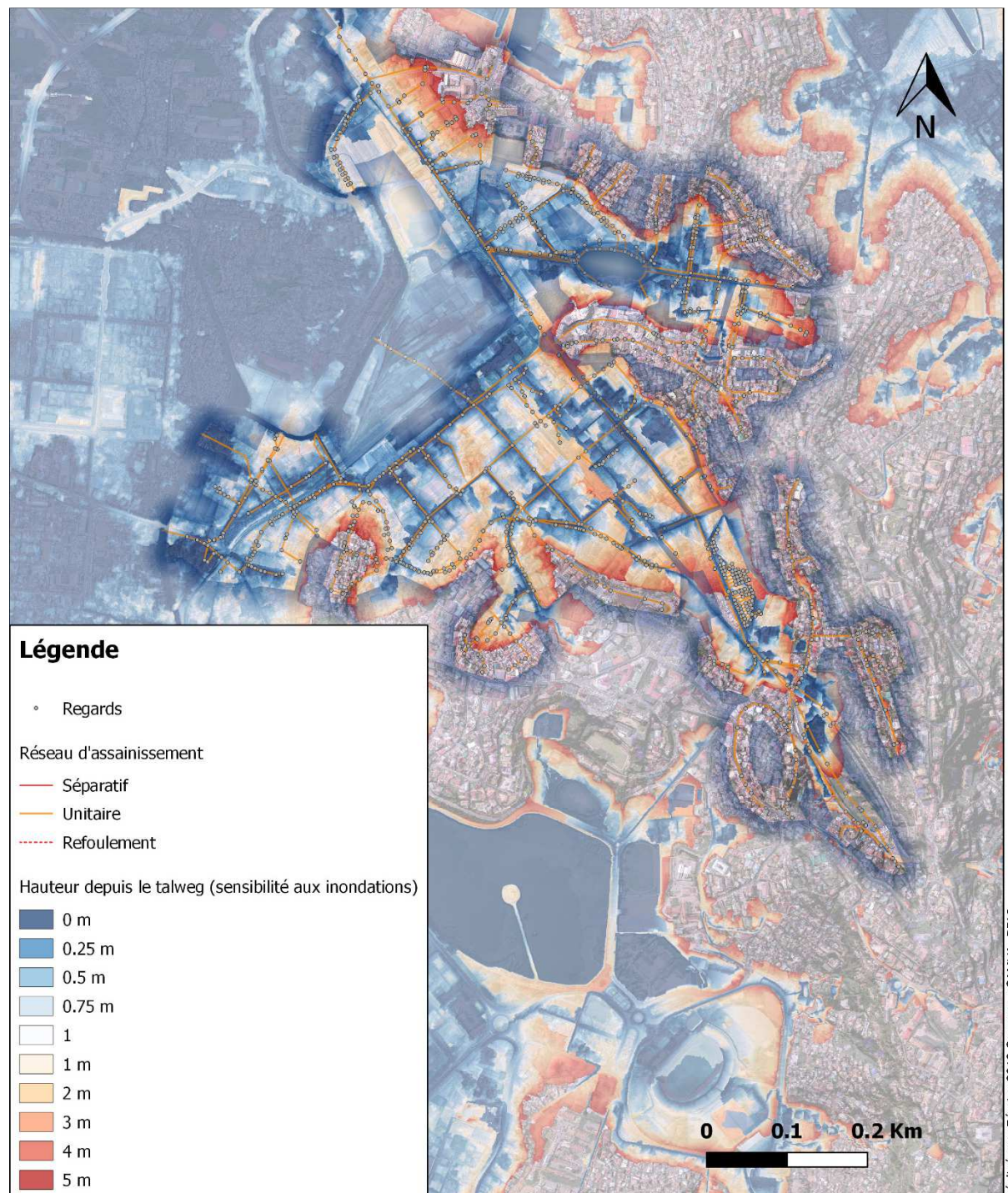


Carte 51 : Dotations en eau potable sur le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Zones sensibles aux inondations

Les zones les plus à risque sont celles situées au bord de l'Andriantany car son niveau est très proche de celui des habitations.

Carte 52: Zones du Secteur 2 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)



Conclusions

Tableau 16: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 2

Critère	Problématique	Isotry	Centre	Behoririka
Dureté du sol	Une couche rocheuse proche de la surface rend difficile les travaux de creusement, et augmente les coûts de construction. Les mini-égouts peuvent éventuellement être posés à faible profondeur pour limiter ce problème.	Pas de couche rocheuse	Pas de couche rocheuse	Potentiel affleurement rocheux au sud ouest de la zone
Zone inondable	Lors d'inondations, les fosses d'ouvrages d'assainissement autonome peuvent déborder, créant des problèmes sanitaires majeurs.	Non	Non	Oui
Niveau des pentes du terrain naturel	Les pentes sont nécessaires dans les réseaux d'assainissement collectif, où l'écoulement des eaux usées se fait par gravité. Si les pentes naturelles sont insuffisantes, le réseau devra être creusé profondément et/ou des pompes de relevage devront être installées, ce qui augmentera les coûts d'investissement et de fonctionnement.	<1%	<1%	>1%
Densité de population	L'assainissement collectif n'est pas une solution pertinente pour les zones de faible densité, que ce soit d'un point de vue technique ou financier. A contrario, en milieu de forte densité, l'assainissement non collectif pose des défis en termes de pollution et de disponibilité d'espace	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²	Zone commerciale	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²
Disponibilité d'espace dans le quartier pour installer les équipements de traitement	Un réseau d'assainissement collectif aboutit à un exutoire qui concentre toutes les eaux collectées par le réseau. Il est nécessaire de traiter les eaux usées à leur sortie du réseau.	Pas d'espace	Pas d'espace	Pas d'espace
Existence de services d'évacuation des eaux pluviales, de gestion des déchets solides et de revêtement des rues	Le bon fonctionnement d'un service d'assainissement collectif est dépendant du fonctionnement de ces autres services. Le revêtement des rues protège le réseau de l'écrasement, l'enlèvement des déchets solides réduit le risque de bouchons et l'évacuation des eaux pluviales évite de saturer le réseau et d'y déposer des quantités importantes de sédiments.	Oui	Oui	Oui
Niveau de consommation d'eau	Un réseau d'égouts ne peut pas fonctionner sans des volumes minimaux d'eaux usées, car il existe un risque de colmatage en cas de volumes trop faibles. L'assainissement autonome ne requiert pas de forte consommation d'eau.	Très bien desservis en eau potable	Très bien desservis en eau potable	Très bien desservis en eau potable
Conclusion	Le type d'assainissement est-il bien adapté au secteur?	L'assainissement collectif semble adapté. Il existe cependant une forte contrainte au niveau du traitement des eaux usées car l'espace disponible est très limité.		

Adapté

Adapté avec contraintes

Pas adapté

DESORDRES RENCONTRES

Tableau 17 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 2

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Pente des réseaux	Pente faible (inférieure à 0,5%)	41,48% (1 418/3 418m) du linéaire des canalisations. Ensemble du secteur concerné.	Topographie du terrain.	Vitesses faibles qui favorisent le phénomène de sédimentation et affectent négativement le phénomène d'autocurage du réseau.	Risque d'obstruction du réseau Diminution de la capacité de transit et mise en charge du réseau. Nécessité d'un entretien préventif et curatif régulier pour assurer le bon fonctionnement du réseau.
			Pente forte (supérieure à 6%)	10,40% (356/3 418 m) du linéaire des canalisations identifiées Majoritairement sur les versants des collines au niveau de la zone Behoririka	Topographie du terrain.	Fortes vitesses d'écoulement.	Détérioration des canalisations par abrasion.
		Profondeur des réseaux	Profondeur faible (inférieure à 1m)	30,12% (3 868/12 841 m) du linéaire des canalisations identifiées	Défaut de conception.	Couverture du réseau faible	Risque de rupture, écrasement ou détérioration de la canalisation par la charge routière.
			Profondeur forte (supérieure à 3m)	6,67% (857/12 841 m) du linéaire des canalisations identifiées	Topographie du terrain. Défaut de conception.	Infiltration dans les réseaux en cas de mauvaise étanchéité dans les secteurs concernés par une nappe haute (zones situées dans la plaine notamment).	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Isotry). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut du tampon	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	58% (607/1 052) des regards non ouverts étaient inaccessibles. 83,53% (507/607) des regards inaccessibles sont scellés. 6,92% (42/607) des regards inaccessibles sont sous chaussée. 8,07%(49/607) des regards inaccessibles sont effondrés. 1,48% (9/607) des regards inaccessibles sont sous une construction. Ensemble du secteur concerné.	Regard scellé, Effondrement du regard, Regard dans enceinte privée, Regard sous chaussée, Construction sur le regard.	Inaccessibilité du réseau.	Impossibilité d'exploiter le réseau.
			Absence de tampon	5,13% des regards du secteur ne possède pas de tampon (54/1 052). Ensemble du secteur concerné.	Détérioration par des tiers, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (isotry). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Tampon fissuré	30,70% (323/10 52) des regards du secteur souffrent de ce désordre. Localisés sur l'ensemble du secteur.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Isotry). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Défaut de Génie Civil des regards	Absence de cunette	14,71% (40/272) des regards ouverts du secteur ne possèdent pas de cunette. En plus forte proportion sur la zone de Behoririka. Aucun échelon abimé n'a été constaté sur l'ensemble du secteur.	Défaut de conception et/ou de réalisation.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Echelons abimés		Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Raccord défectueux	29,04% (79/272) des regards ouverts du secteur présentent un raccord défectueux. Ce défaut est présent sur l'ensemble du secteur.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut d'étanchéité	Ovalisation	Seulement 1,47% (4/272) des regards ouverts du secteur présentent ce désordre. Très peu d'ovalisations ont été constatées.	Défaut de conception, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Cassure	56,25% (153/272) des regards ouverts du secteur possède une cassure. L'ensemble du secteur est concerné.	Défaut de réalisation, Défaut d'exploitation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Isotry). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Présence de racines	0,74% (2/272) des regards ouverts du secteur sont affectés par une pénétration de racines. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut d'exploitation	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Isotry). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

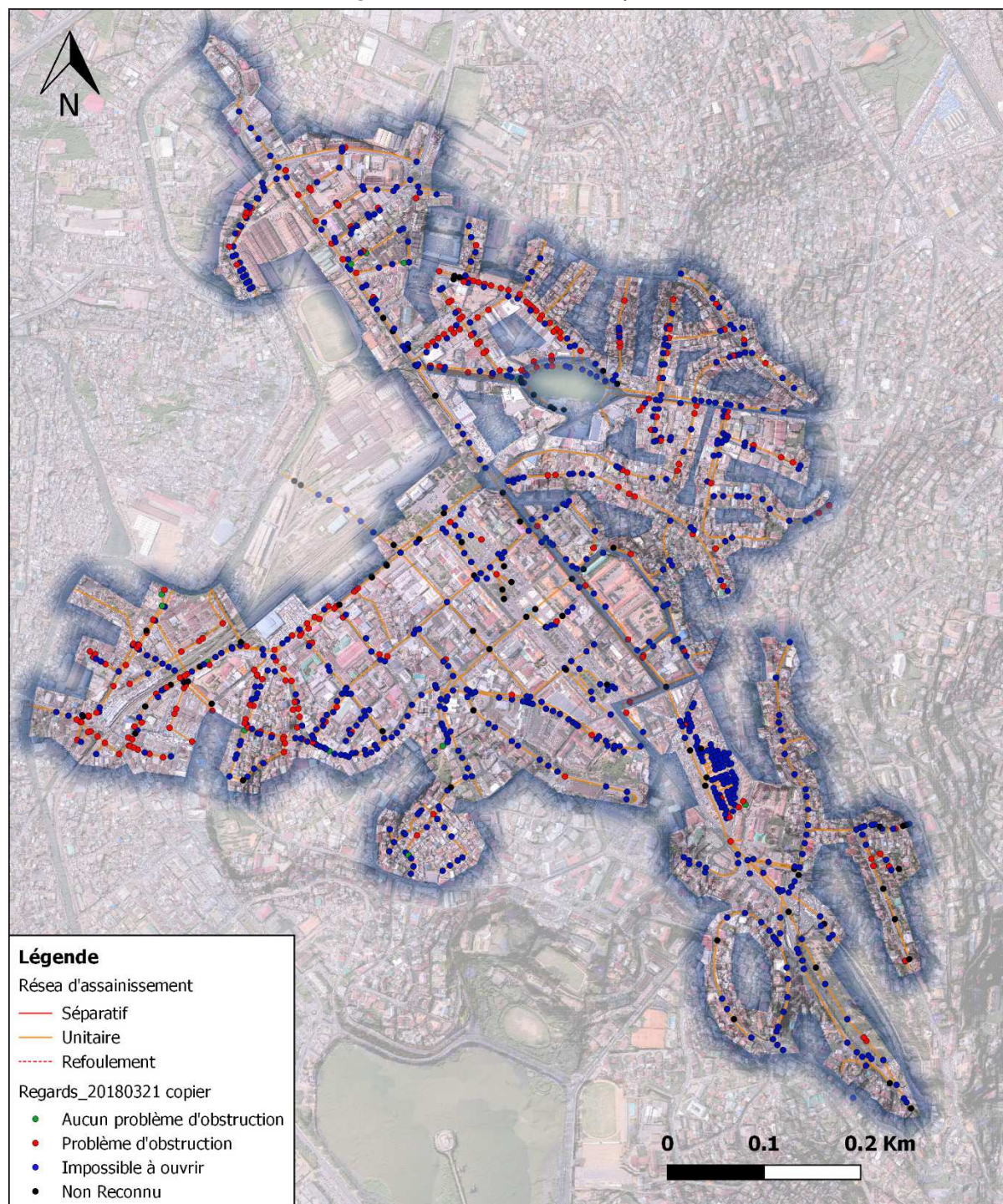
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Obstruction des réseaux	Dépôts de sable	69,12% des regards ouverts du secteur sont concernés par ce désordre (188/272). 72,59% des regards obstrués sont en présence de dépôts de sable (188/259). Le sable provient essentiellement des eaux pluviales.	Pente du réseau faible. Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Déchets solides	83,82% (228/272) des regards ouverts du secteur sont concernés. 88,03%(228/259) des regards obstrués sont en présence de déchets solides Ensemble du secteur concerné.	Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Excrétas	23,16% (63/272) des regards ouverts du secteur sont concernés. 24,32% (63/259) des regards obstrués sont en présence d'excrétas. Ensemble du secteur concerné.	Pente du réseau faible. Défaut d'exploitation.	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Présence de végétation	1,10% (3/272) des regards ouverts du secteur sont concernés. 1,16% (3/259) des regards obstrués sont en présence de végétation. Très peu de végétation dans les regards.	Défaut de construction et d'exploitation	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
	Désordre fonctionnel	Présence d'eaux d'infiltration	8,82% (24/272) des regards ouverts du secteur sont affectés par une infiltration d'eau. Ensemble du secteur concerné mais dans une faible mesure.	Mauvaise étanchéité des réseaux et des regards (Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages)	Infiltration d'eau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Isotry). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Ecoulement en charge	99,63% des regards ouverts du secteur étaient en charge (271/272). L'ensemble du secteur est chargé.	Pente du réseau faible. Mauvaise étanchéité des regards et des réseaux ((Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages). Obstruction des réseaux Exutoires dans les canaux (Andriantany) obstrués par les sédiments. Stations de pompage Hors Service.	Mauvais écoulement des eaux. Débordement des réseaux.	Détérioration prématurée de la structure des ouvrages. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Station de pompage	Désordre structurel	Génie Civil	<u>Station de pompage d'Isotry:</u> <ul style="list-style-type: none">• Bon état avec ravalement général des peintures nécessaires.• L'emprise de la station est longée par un trottoir que les populations riveraines s'approprient• Au niveau des huisseries, un renouvellement est en cours notamment au niveau des fermetures de trappes.• La toiture est composée de plaques de fibrociment dont certaines sont percées très localement.• Des fissures existent sur le voile côté canal.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Structure de l'ouvrage dégradée.	Salubrité et sécurité.
	Défauts équipements	Groupes électropompes Hors service	<u>Station de pompage d'Isotry:</u> <ul style="list-style-type: none">• 1 pompe en fonctionnement sur 2. 1 pompe transférée à la station de pompage Ampefiloha et la pompe d'épuisement transférée à Ambodin'Isotry.	Vieillessement, Défaut d'exploitation (entretien et renouvellement)	Station de pompage hors service	Réseau en charge. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.
Rejet	Désordre fonctionnel	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	Absence de réseaux d'assainissement d'eaux usées ou la présence de réseaux non fonctionnels à proximité d'habitations engendre les situations de rejet suivantes : <ul style="list-style-type: none">- Soit directement dans le milieu naturel (talweg et canaux en terre),- Soit dans les ouvrages d'eaux pluviales.	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.
		Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	Certains réseaux d'eaux usées sont connectés directement aux infrastructures d'eaux pluviales (caniveaux ou canaux, cours d'eau, bassin de retenue).	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.

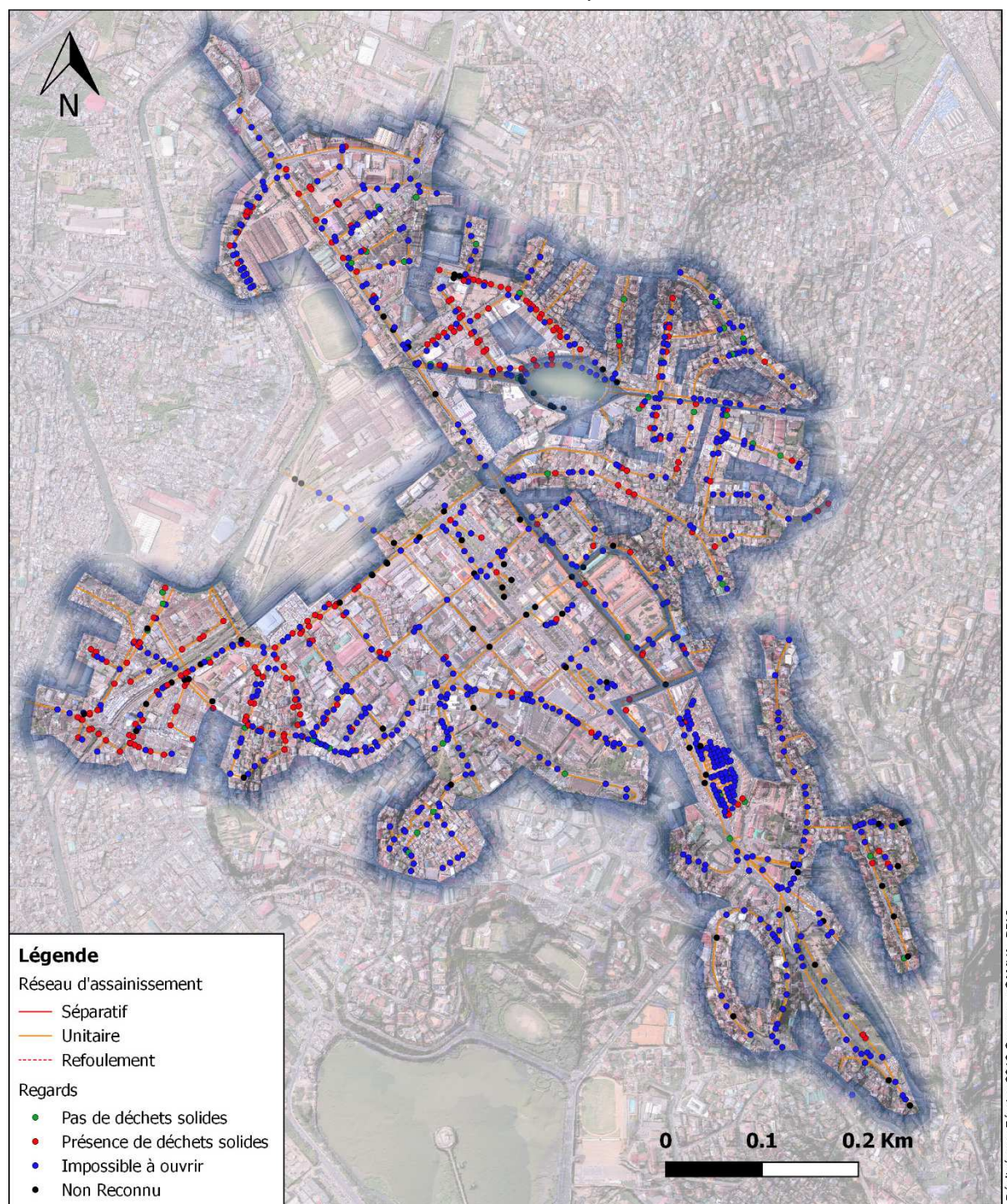
Des travaux sont en cours pour réhabiliter la station de pompage d'Isotry dont le débit nominal sera porté à 2400l/s. Ces travaux prennent place dans le cadre des travaux prioritaires de première phase du PIAA. L'ensemble de ces travaux aura lieu courant 2018.

Obstruction du réseau

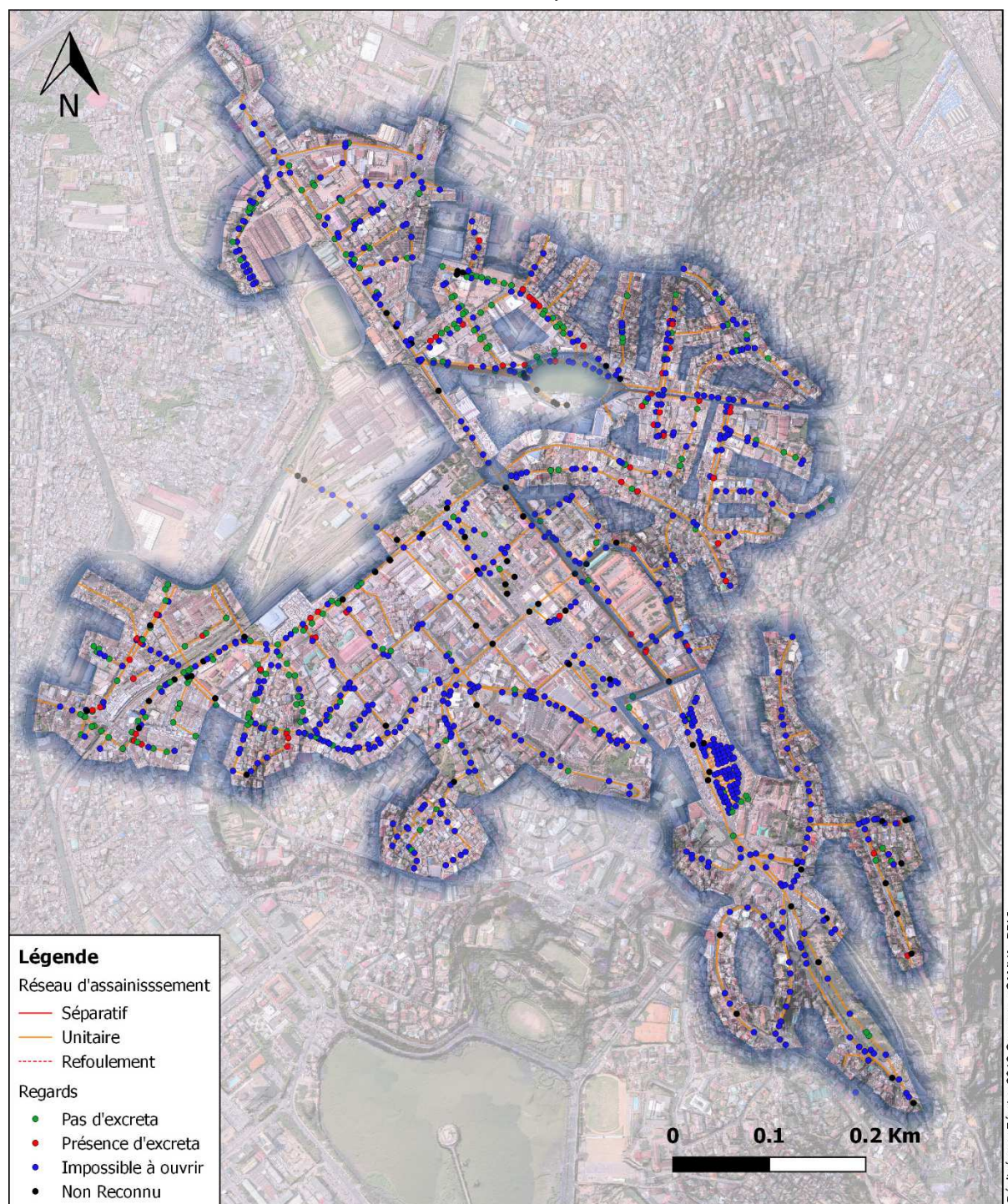
Carte 53 : Obstruction des regards sur le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1)



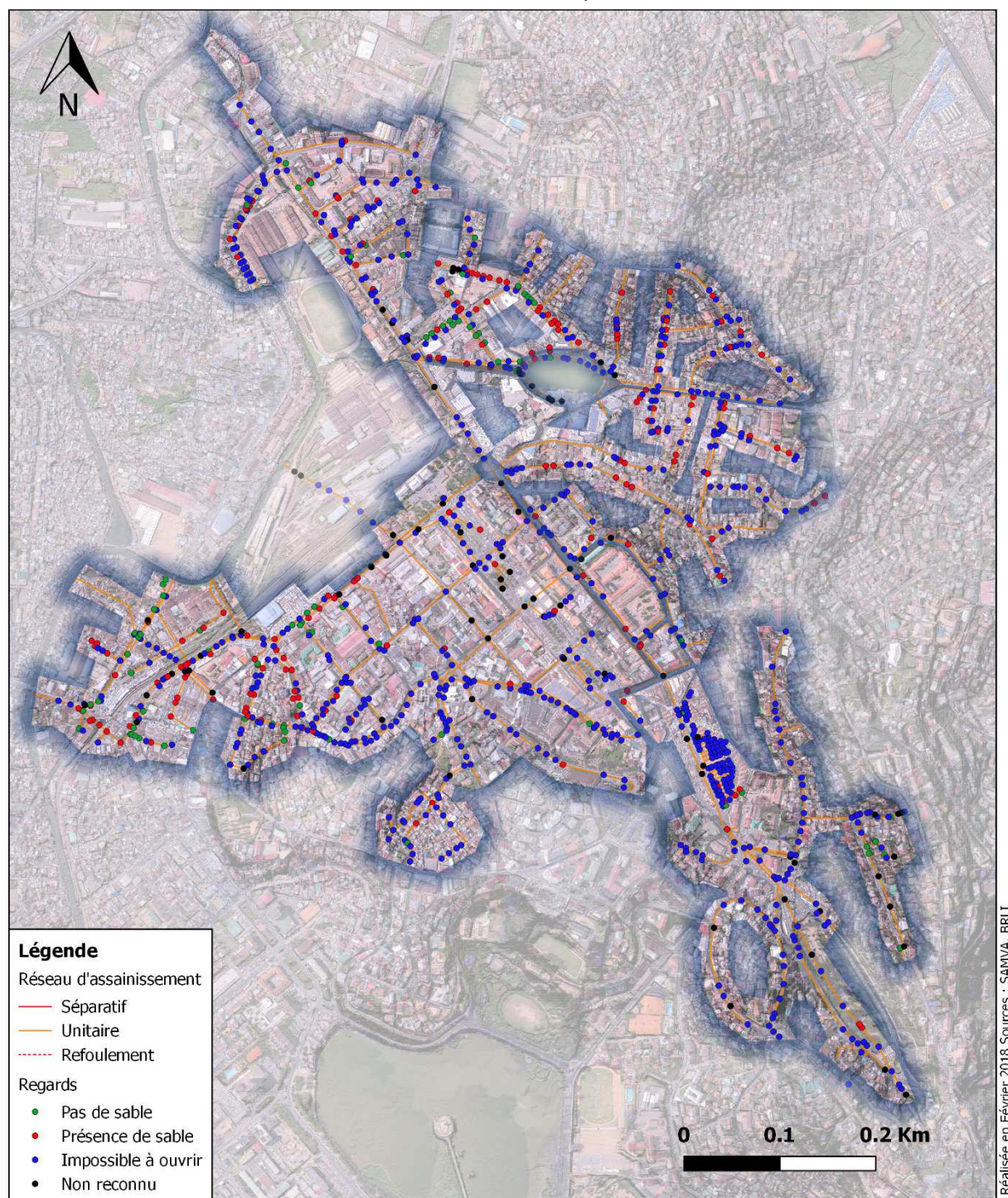
Carte 54 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1)



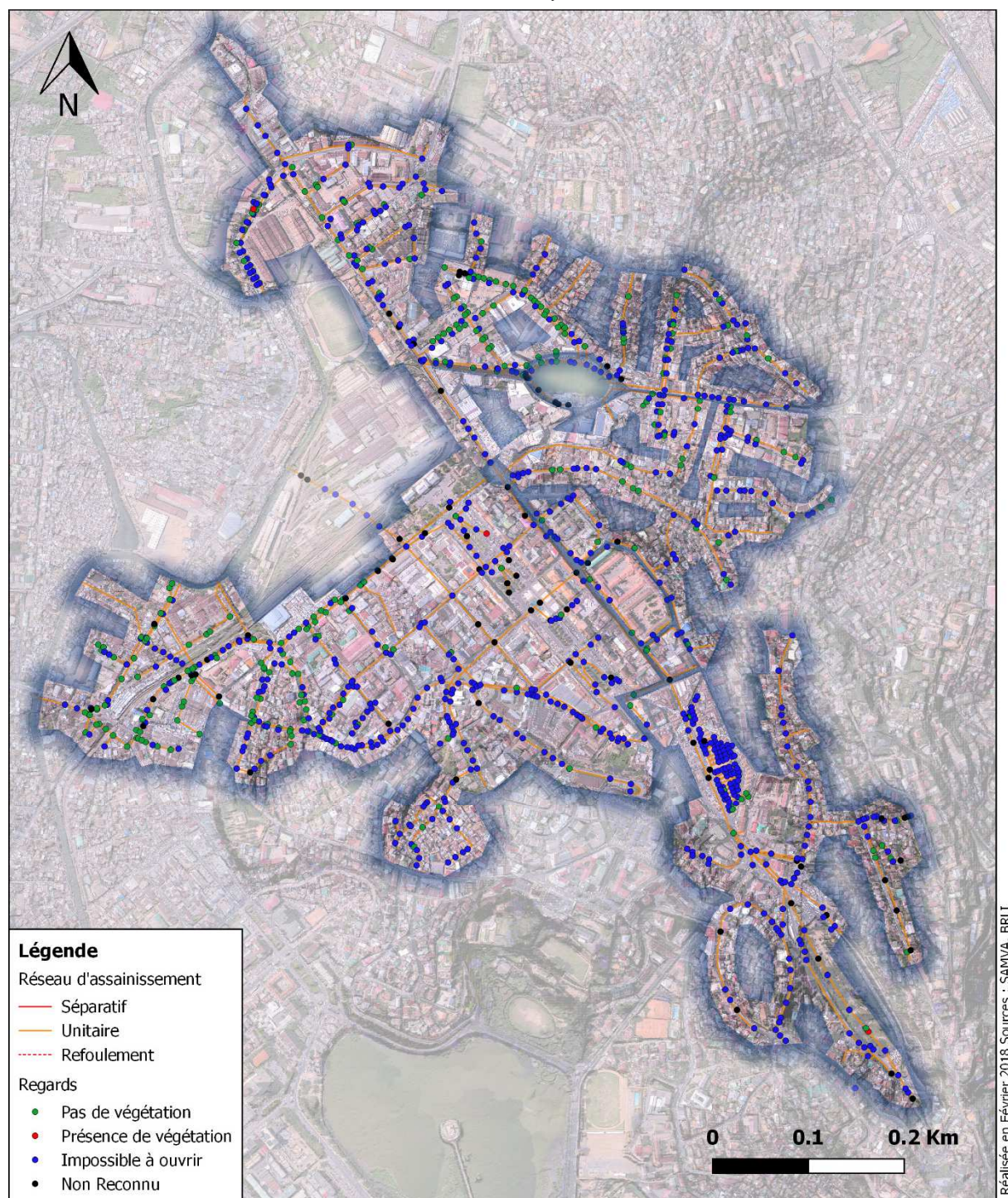
Carte 55 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 56 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 2 (disponible au format A3 en Annexe 1)



Carte 57 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 39: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 31)

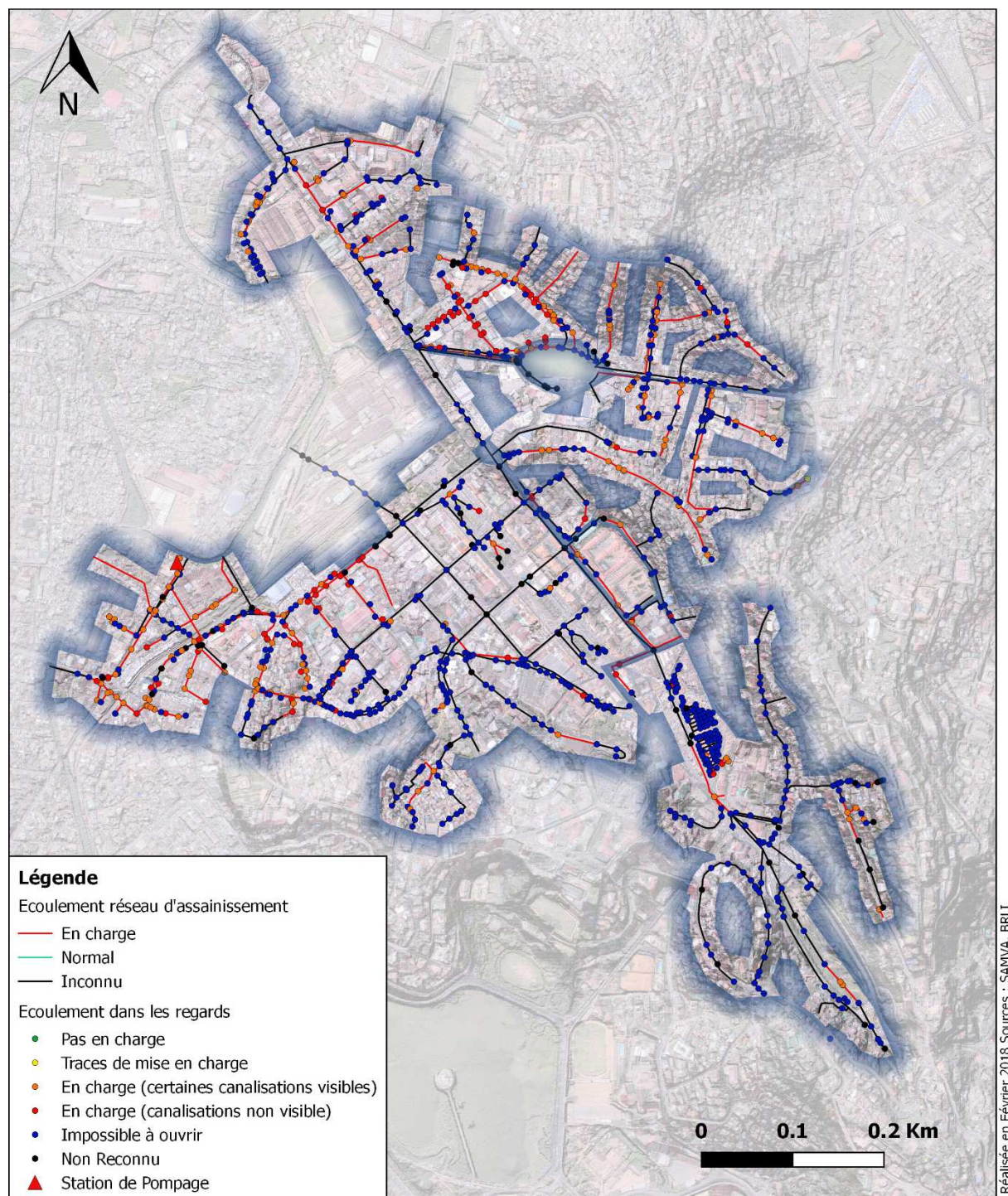


Photographie 40: Exemple de présence d'excretas (Identifiant SIG: 292)



Ecoulement

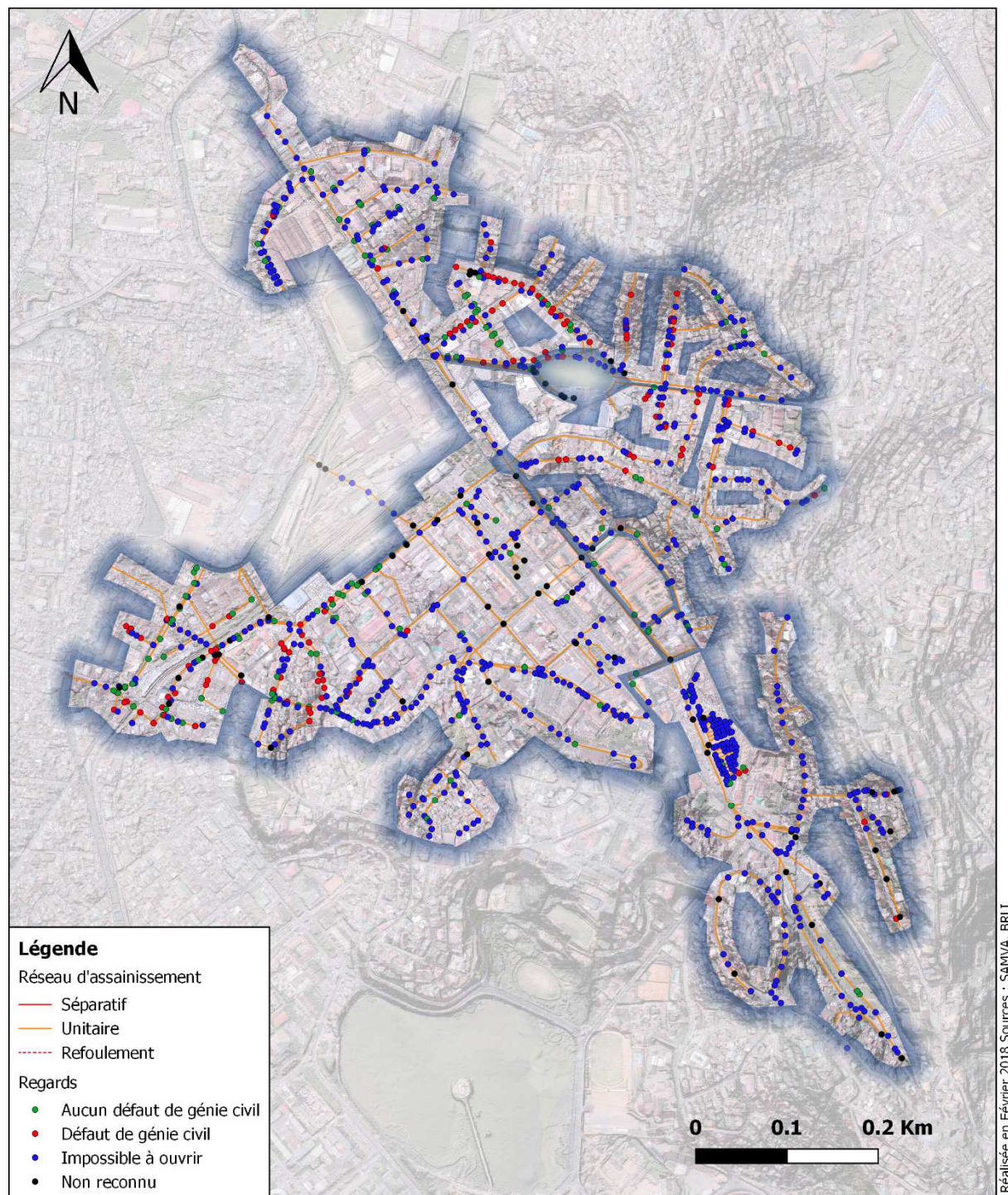
Carte 58 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



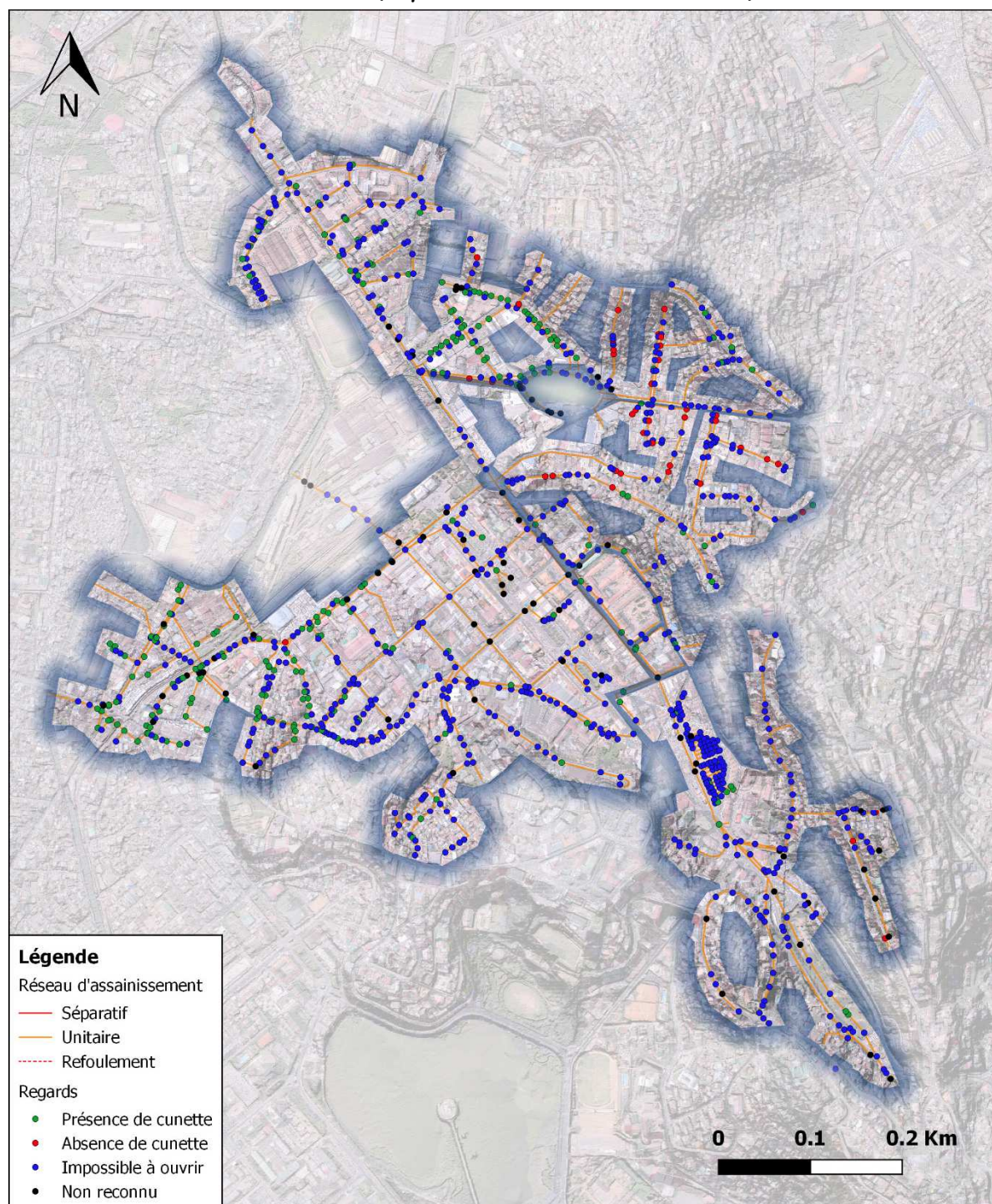
Défauts des tampons des regards

Défauts de Génie Civil

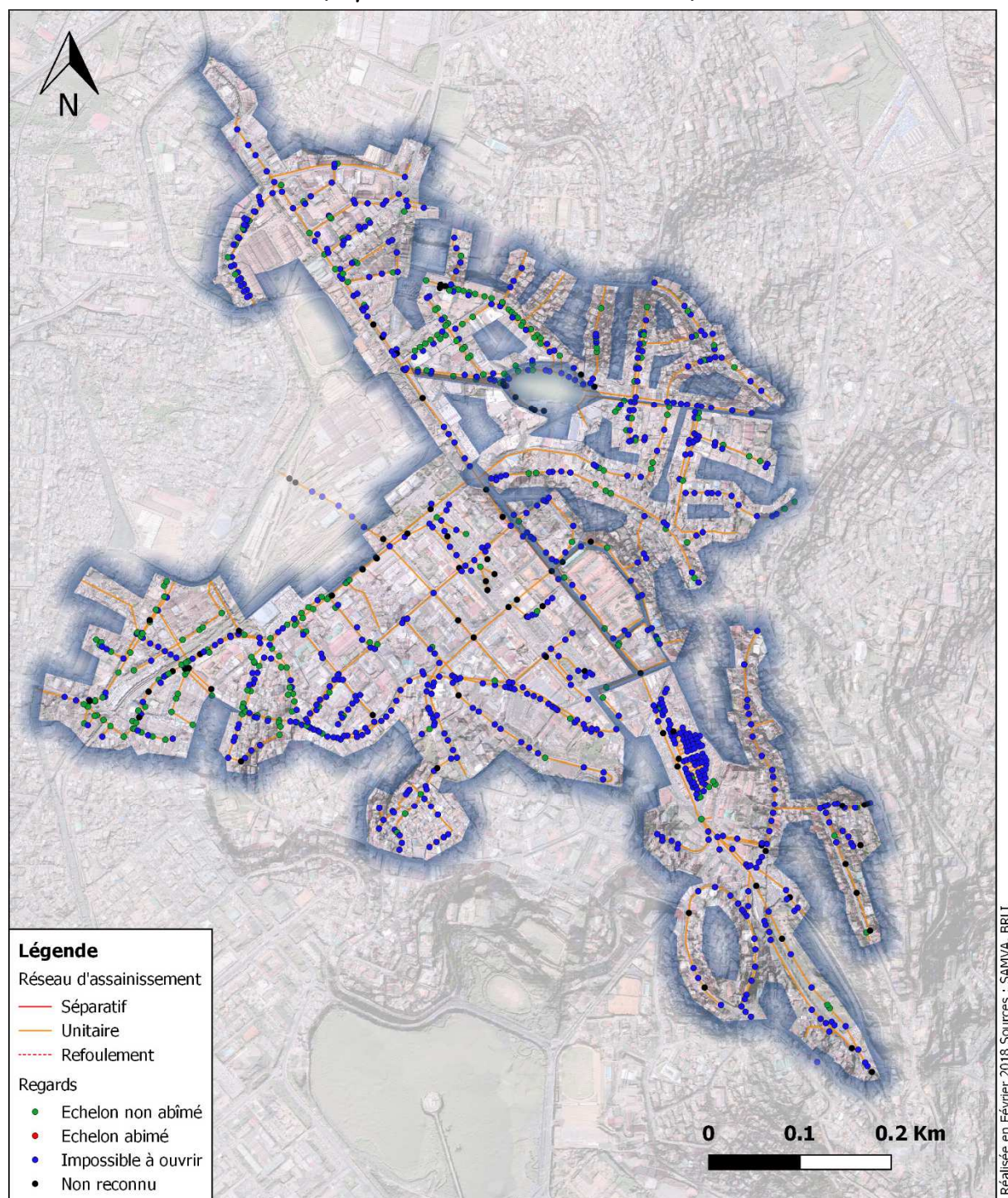
Carte 59 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



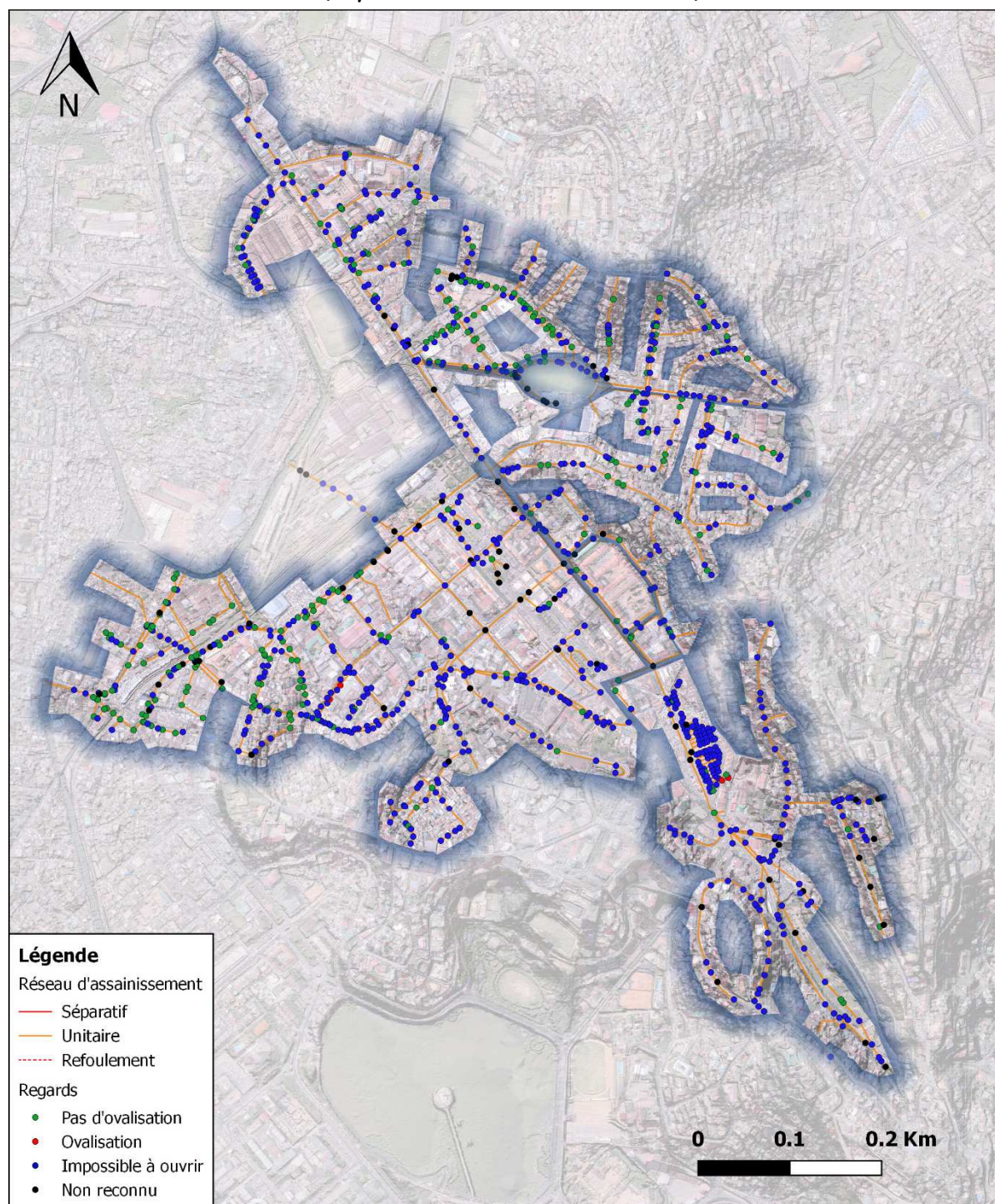
Carte 60 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



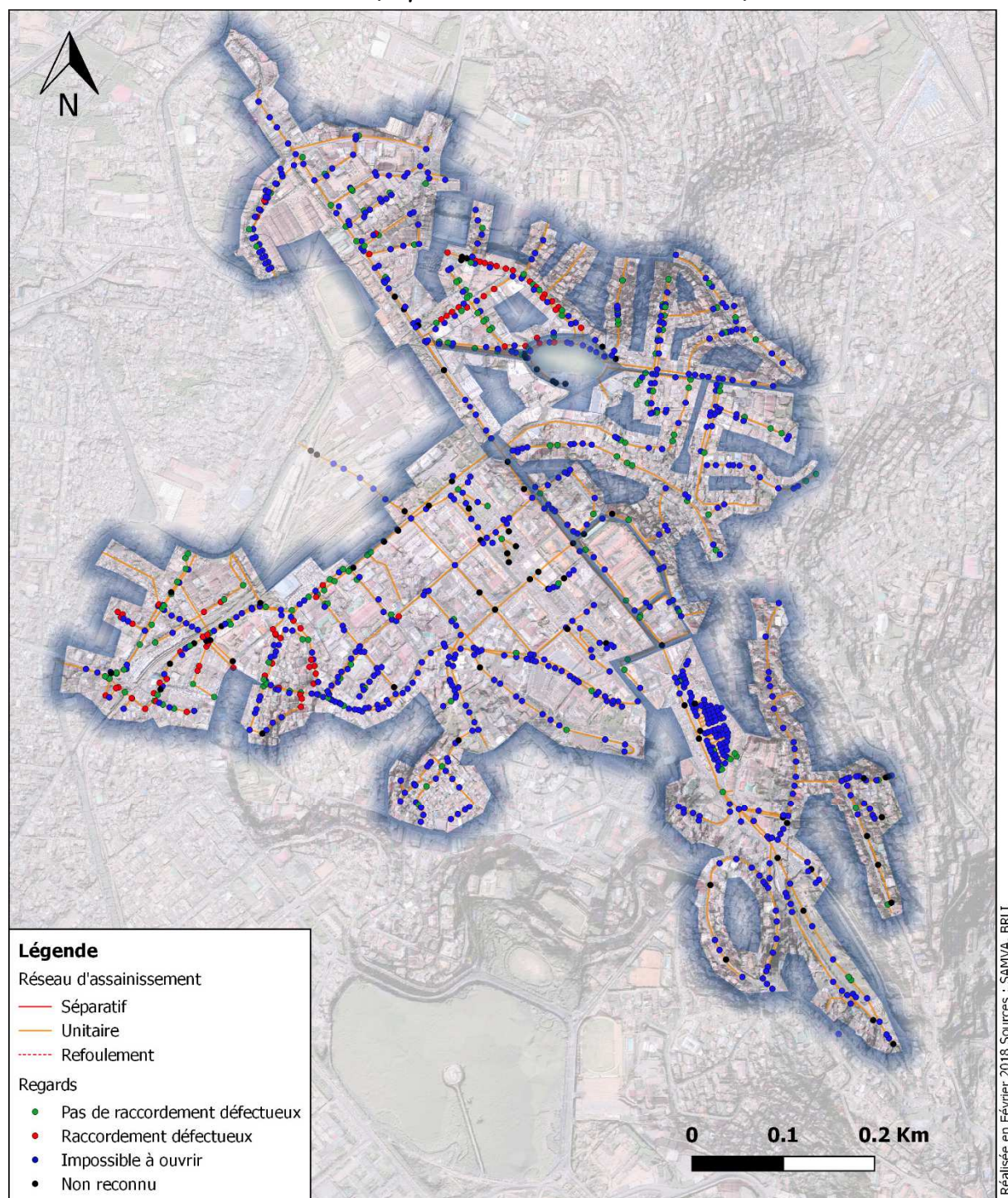
Carte 61 : Défaits de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 62 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 2
(disponible en format A3 en Annexe 1)

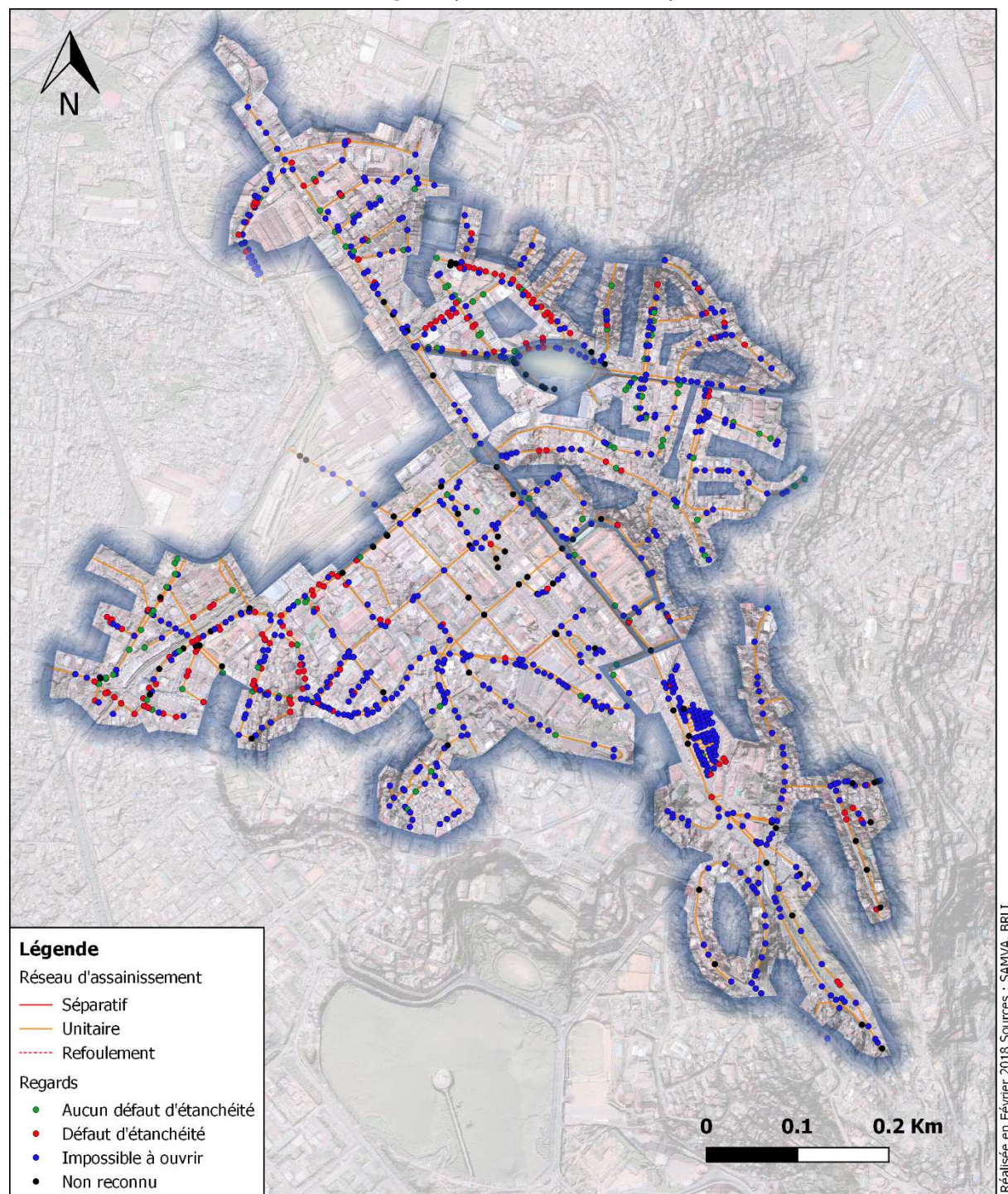


Carte 63 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)

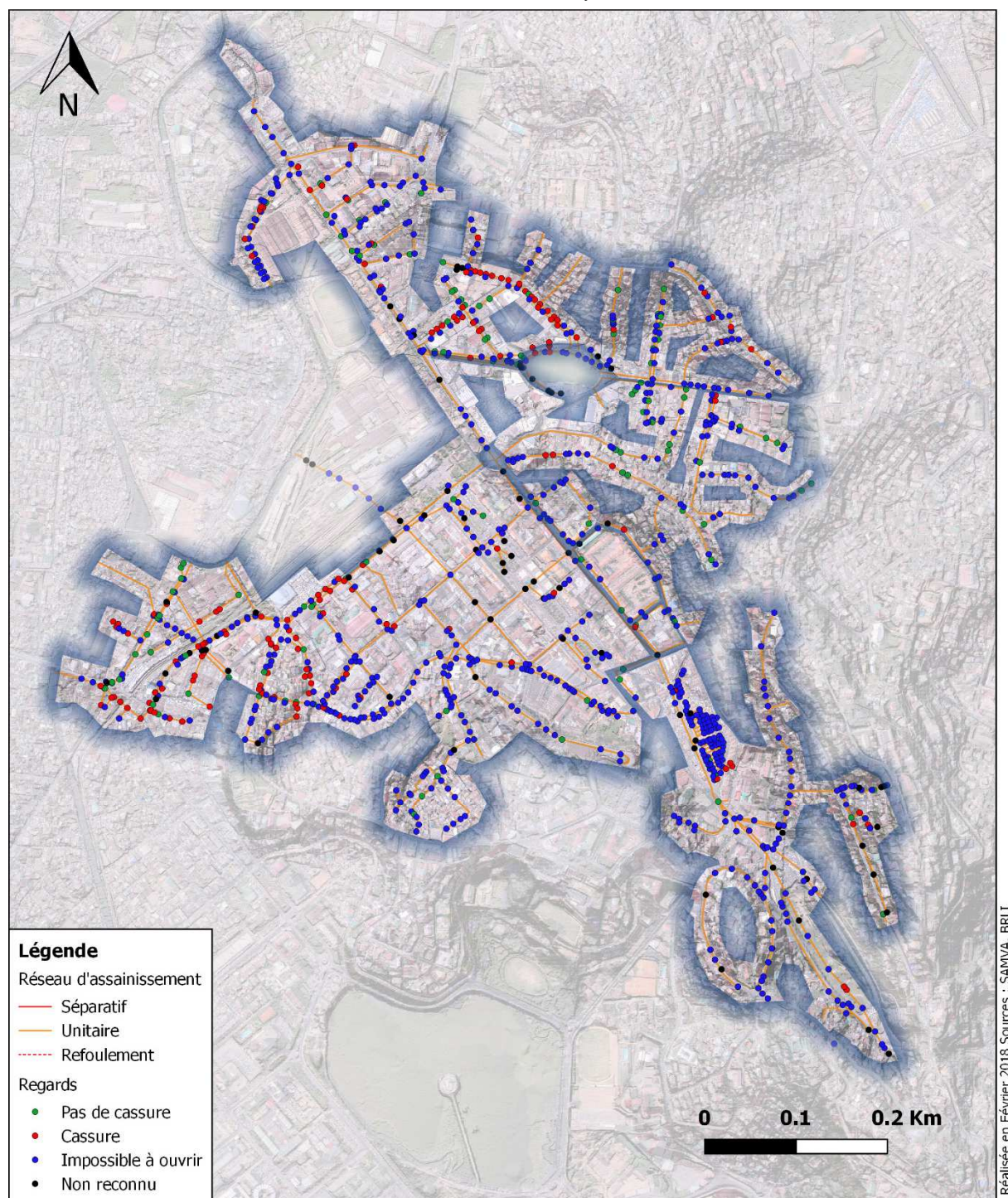


Photographie 41 : Exemple de regard sans cunette (Identifiant SIG: 1254)

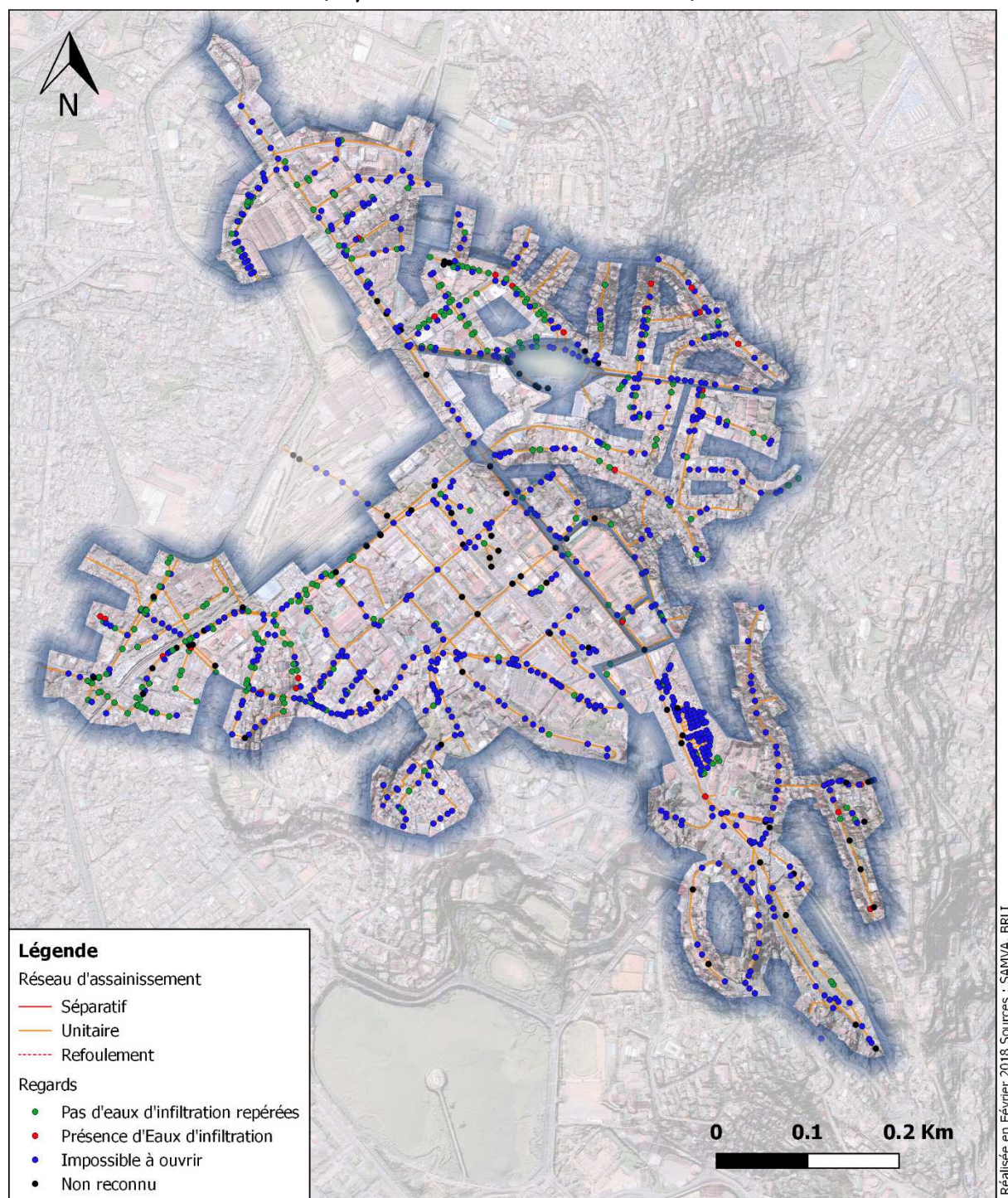


Défaut d'étanchéité**Carte 64 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)**

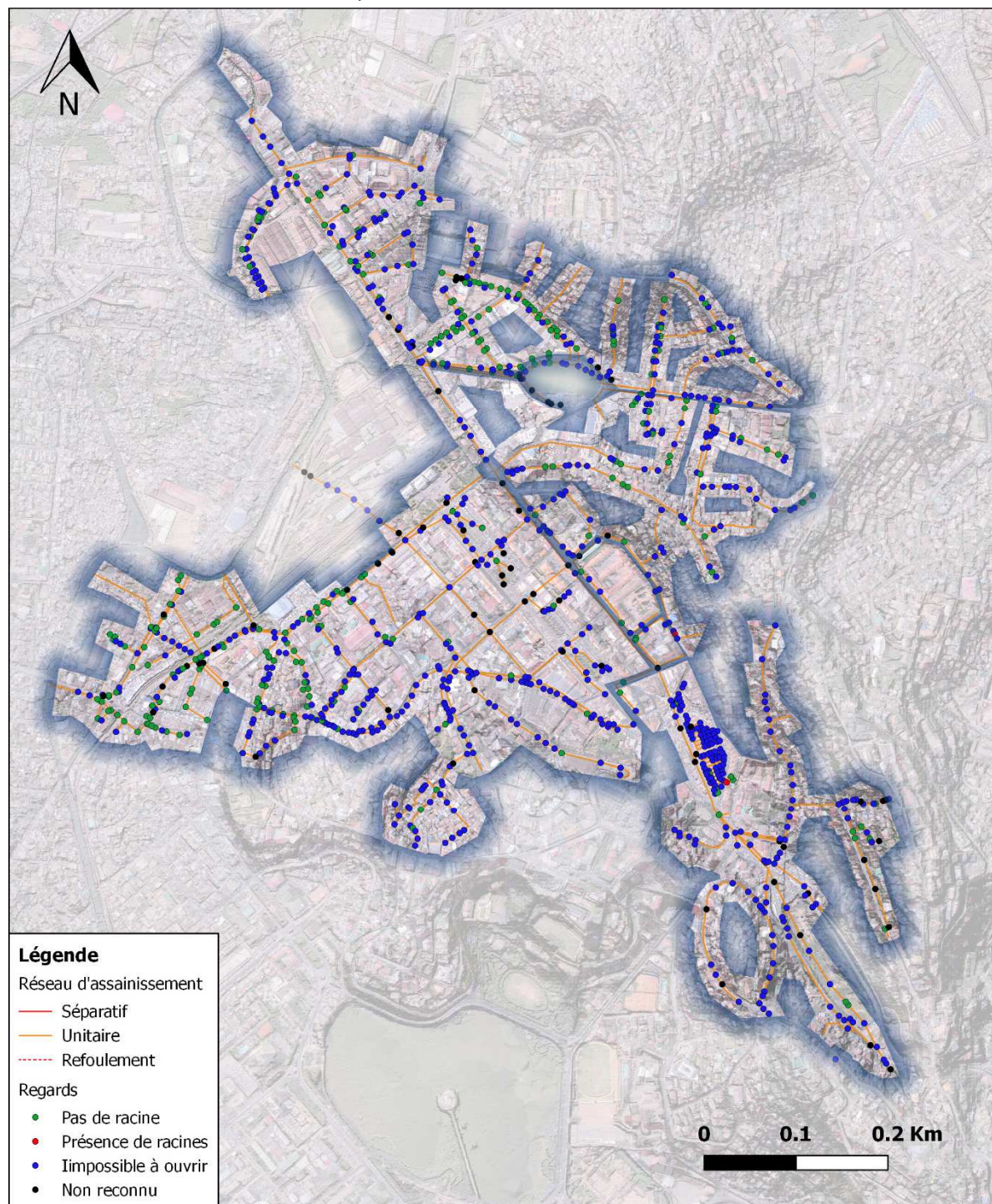
Carte 65 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 66 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 2
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 67 : Défauts d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 2
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 42: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 2



Exemple de dalle scellée (Identifiant SIG : 1220)



Exemple de regard sans tampon (Identifiant SIG : 82)



Exemple de dalle fissurée (identifiant SIG : 44)

Station de relevage Isotry**Photographie 43 : Vue de l'intérieur de la station****Photographie 44 : Arrivée des dalots dans la bache n°1****Photographie 45 : Ancien groupe électrogène (à évacuer)****Photographie 46 : Ancienne pompe à ligne d'arbre dans bache n°1 (à déposer)****Photographie 47 : Armoire électrique****Photographie 48 : Deux conduites de rejet dans le canal Andriantany****Photographie 49 : Ancienne conduite de refoulement soutenue par un pylône dans la bache n°1 (à déposer)**

RETOURS D'EXPERIENCE

Enquête ménage

L'enquête réalisée auprès des ménages a permis de déterminer le mode de déversement des eaux vannes sur le secteur : dans des fosses étanches se déversant ensuite dans un puit d'infiltration ou dans un caniveau ou canal ouvert.

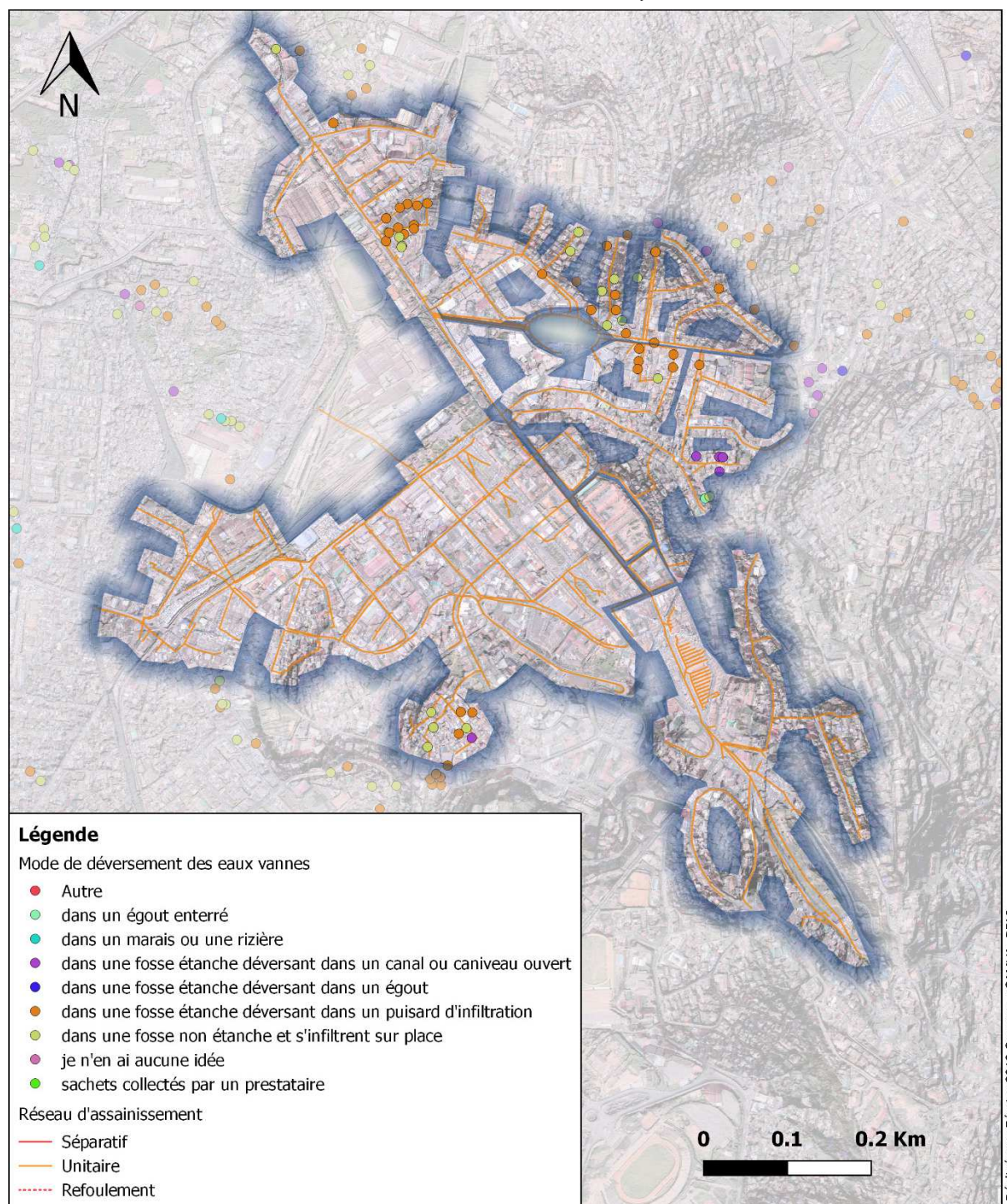
Dans ce secteur, toutes les habitations enquêtées se situent à proximité d'un réseau d'assainissement unitaire. Cependant, aucun ménage n'a indiqué rejeter directement ses eaux vannes dans un égout. Il est donc probable que les ménages n'utilisent pas le réseau d'assainissement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent.

Cette enquête montrent également que les eaux grises (lessive, vaisselle, douche,...) sont évacuées majoritairement dans des fossés, des caniveaux dans la rue ou bien directement sur le sol de la parcelle. Le réseau d'assainissement n'est donc pas utilisé, probablement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent. L'enquête précise que les ménages interrogés sont satisfaits de l'évacuation de leurs eaux grises.

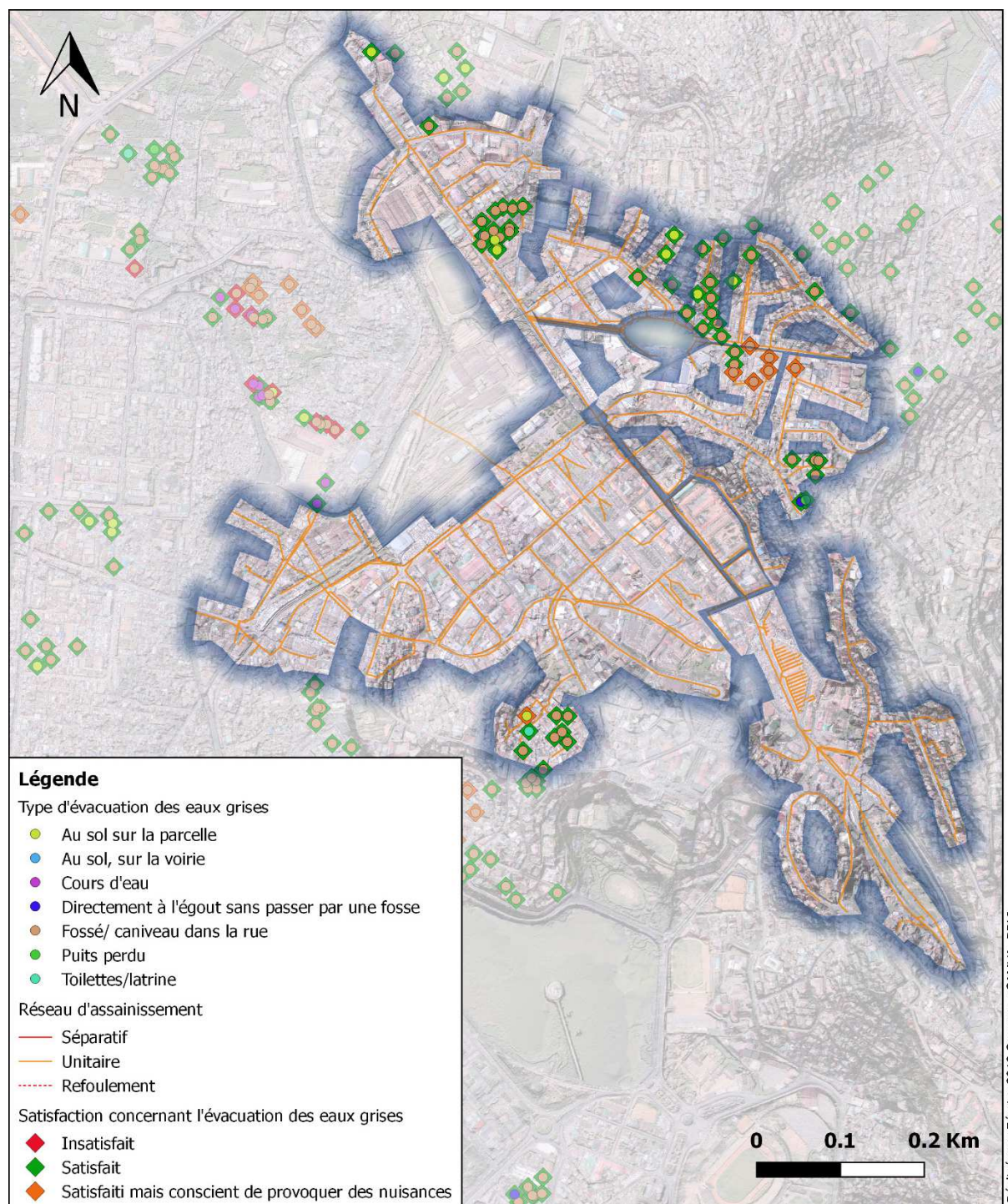
Ces enquêtes ménages soulignent donc le fait que le réseau unitaire du secteur semble ne pas être utilisé par les ménages riverains du fait de son dysfonctionnement et qu'il est inutilisable dans son état actuel.

Cette situation n'est pas conforme au Code Municipal d'Hygiène qui instaure une obligation de se raccorder au réseau d'assainissement s'il est situé à proximité du logement (Cf. Chapitre 1.2.2.1).

Carte 68: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



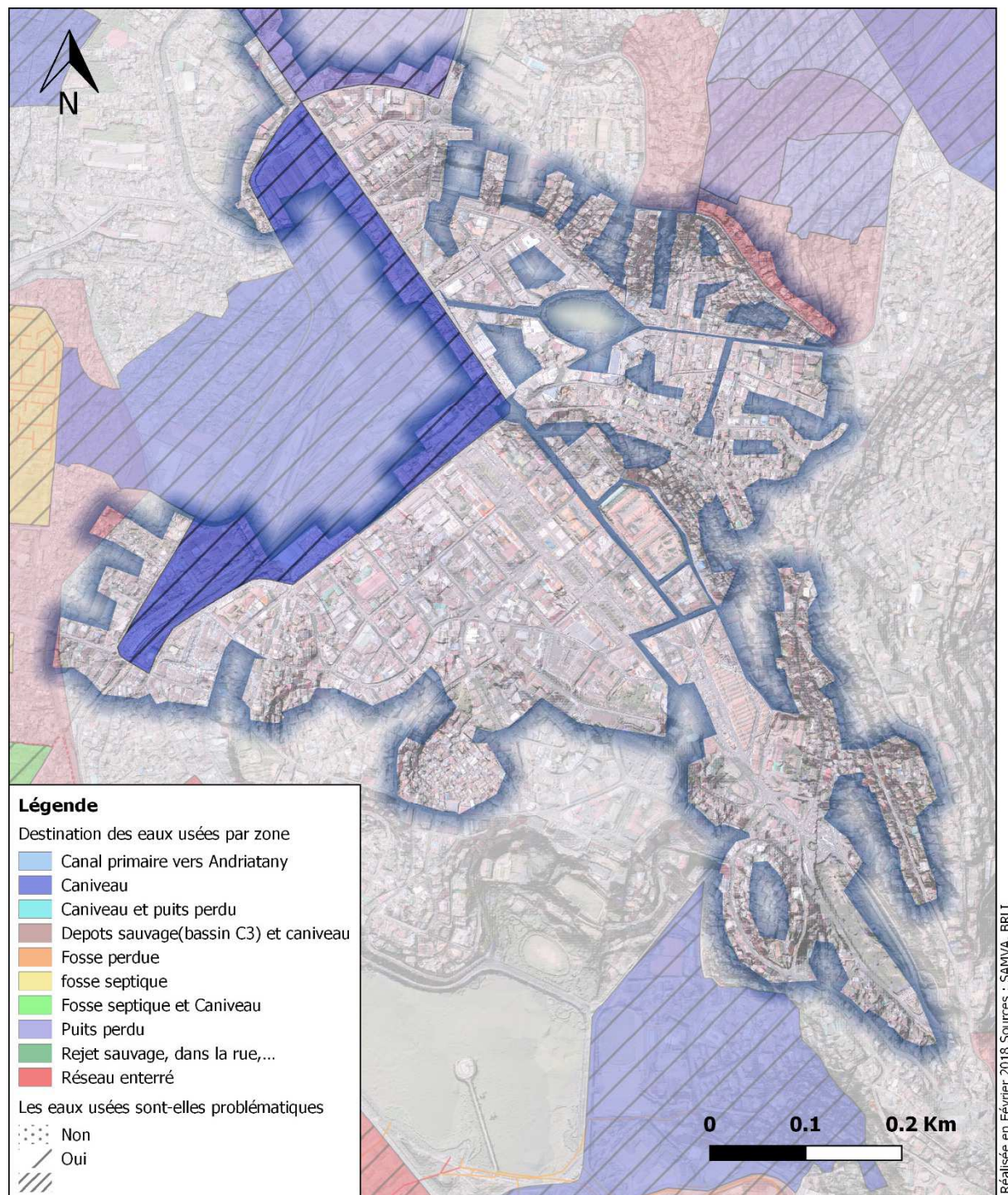
Carte 69: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



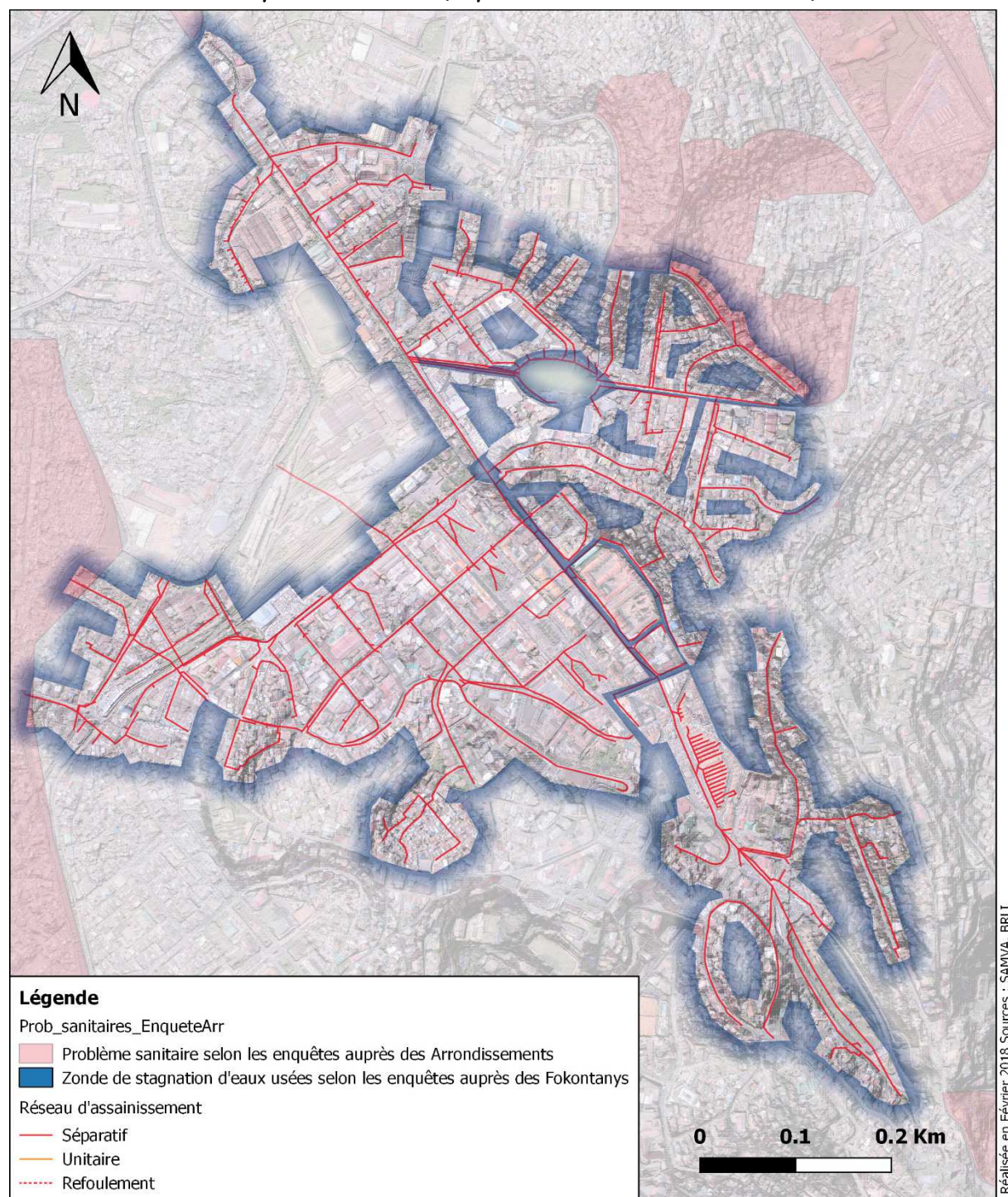
Enquête fokontany et arrondissement

Une enquête auprès des Arrondissement et des Fokontany a été menée afin de déterminer les zones où l'assainissement cause le plus de problème. Aucune des zones du secteur 2 n'a été identifiée comme problématique par les Arrondissement ou les Fokontany.

Carte 70: Enquête Fokontany sur la destination des eaux usées pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 71: Enquête Fokontanys et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 2 (disponible en format A3 en Annexe 1)



2.2.1.2.3 Secteur 3 : Zones de collecte de la Vallée de l'Est

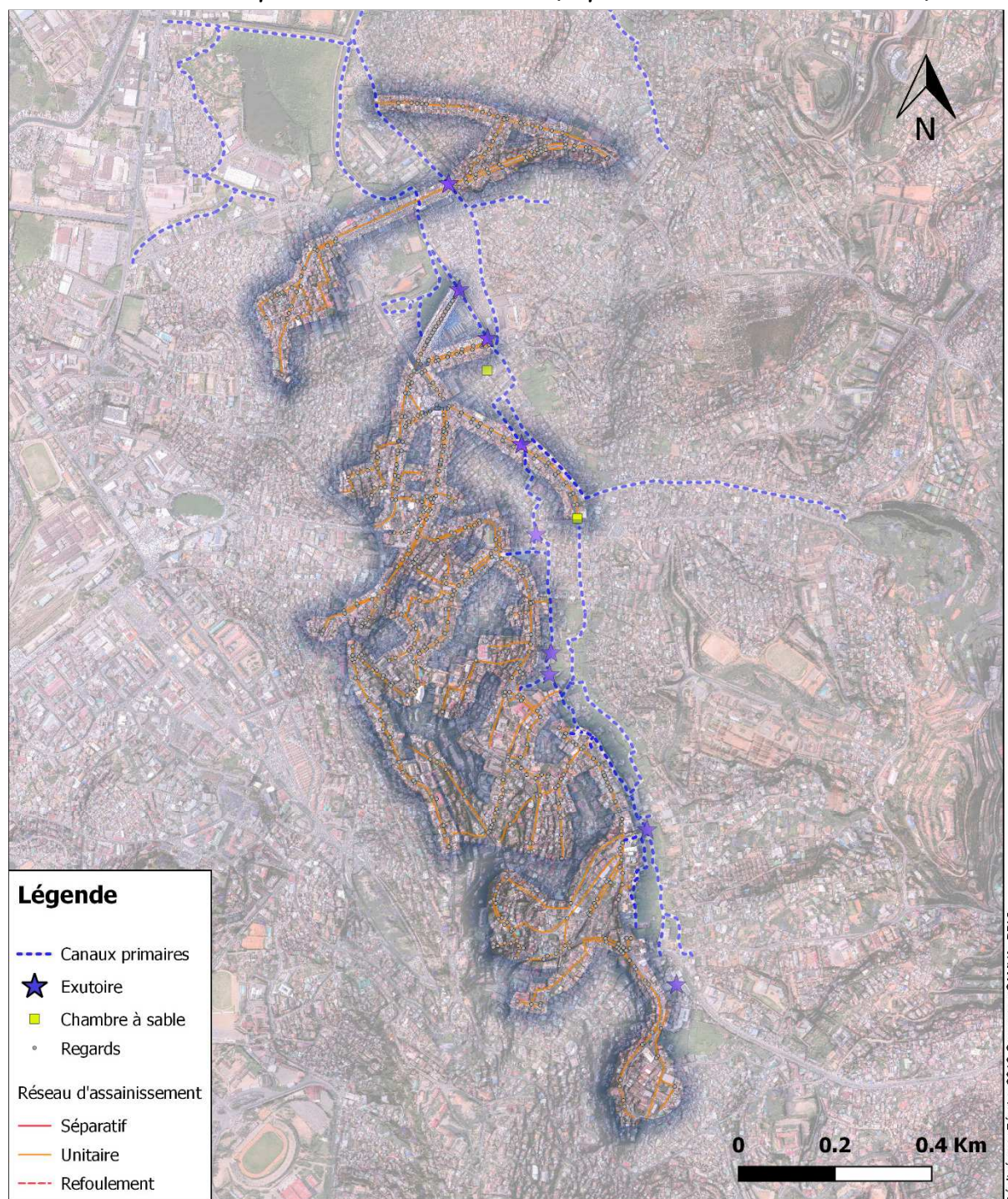
DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

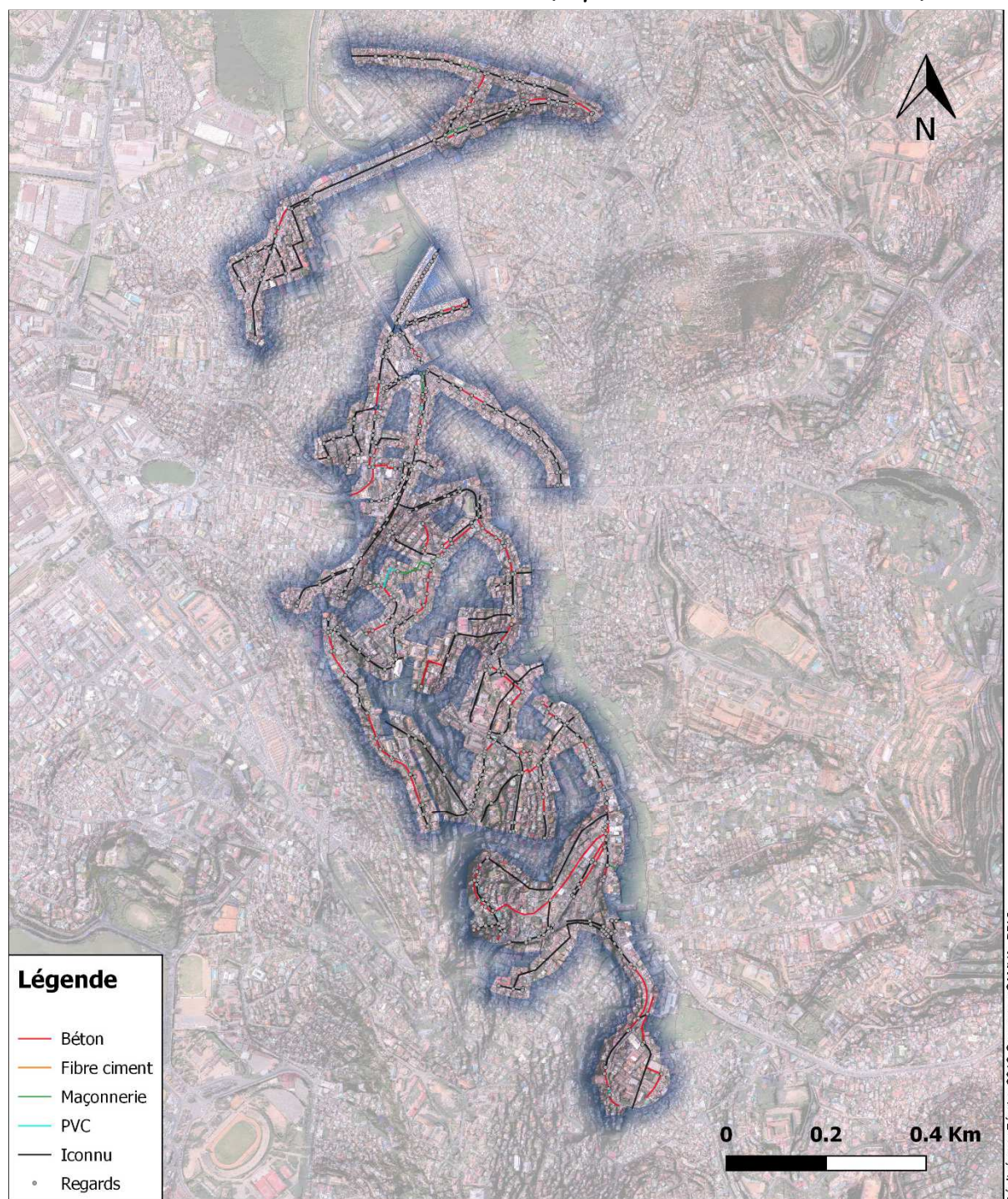
Le secteur de la vallée de l'Est fonctionne entièrement de manière gravitaire. Les eaux des habitations sont collectées et évacuées par le réseau dont ses exutoires se situent au niveau des canaux primaires au fond de la vallée. Ceux-ci se déversent ensuite au nord dans le marais Masay.

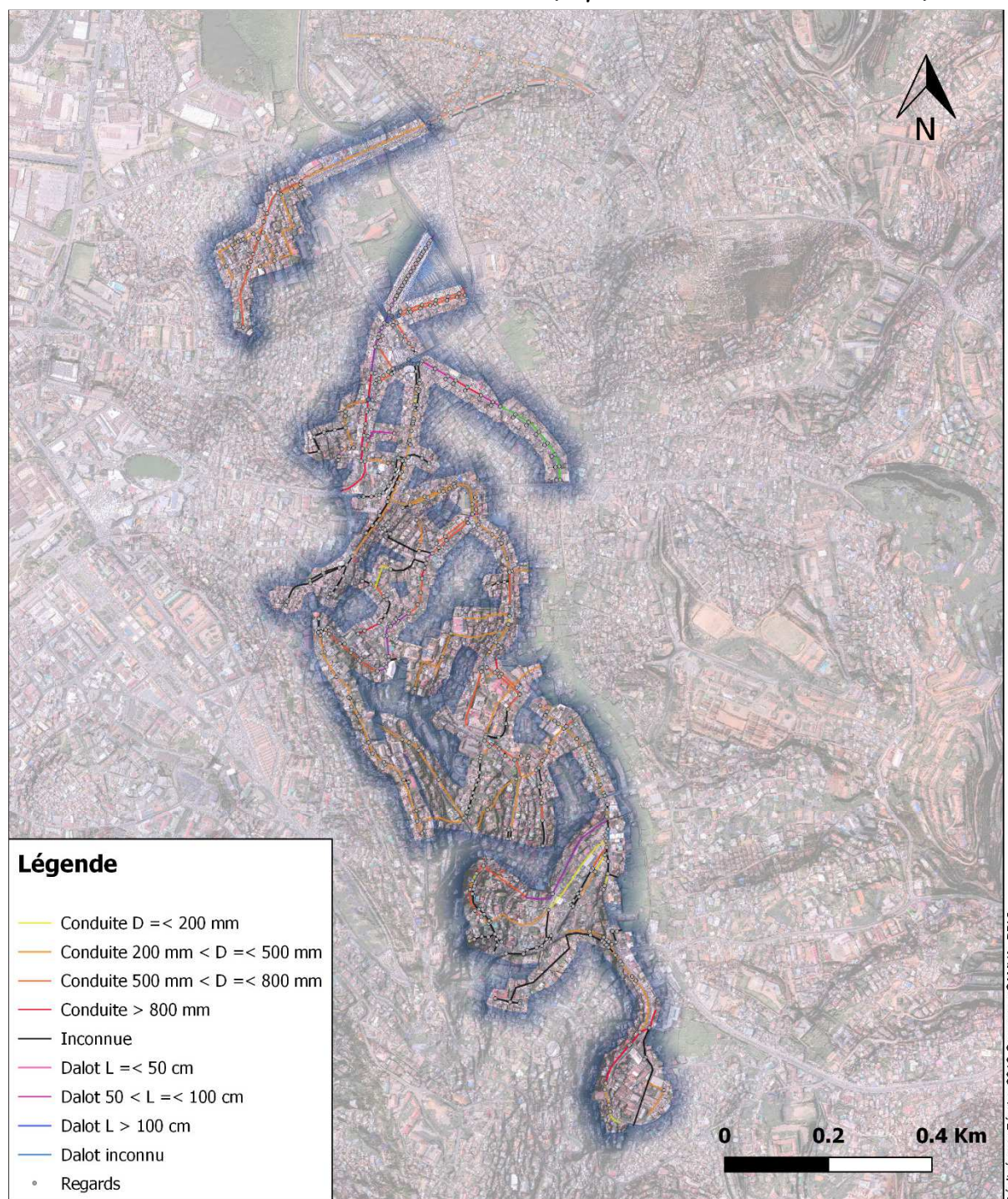
Caractéristiques

Les matériaux utilisés pour les canalisations de ce secteur sont principalement en béton.

Concernant les dimensions, une forte proportion de conduite circulaire de diamètre supérieur à 500mm est présente sur le secteur de la vallée de l'Est.

Carte 72: Description du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Carte 73: Matériaux du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

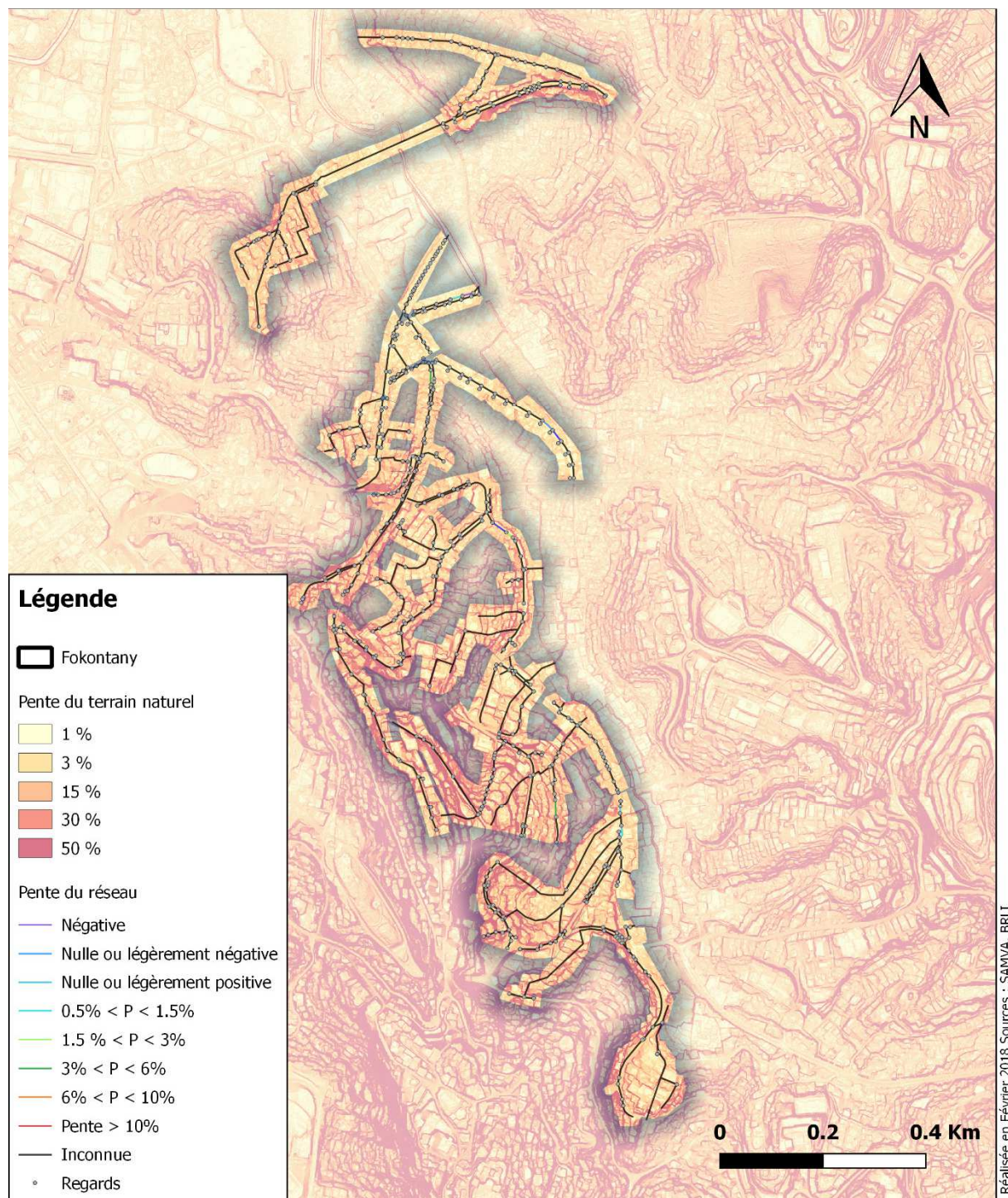
Carte 74: Dimensions du réseau du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

ADEQUATION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF AUX CARACTERISTIQUES DU TERRAIN

Pente du réseau

La pente du réseau dans ce secteur est très peu connue. Néanmoins, il semblerait que les pentes soient les plus fortes au niveau des versants situés sur les collines des quartiers d'Ambondrona et Antsakaviro. Les pentes du réseau situées dans la vallée semblent très faibles.

Carte 75: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

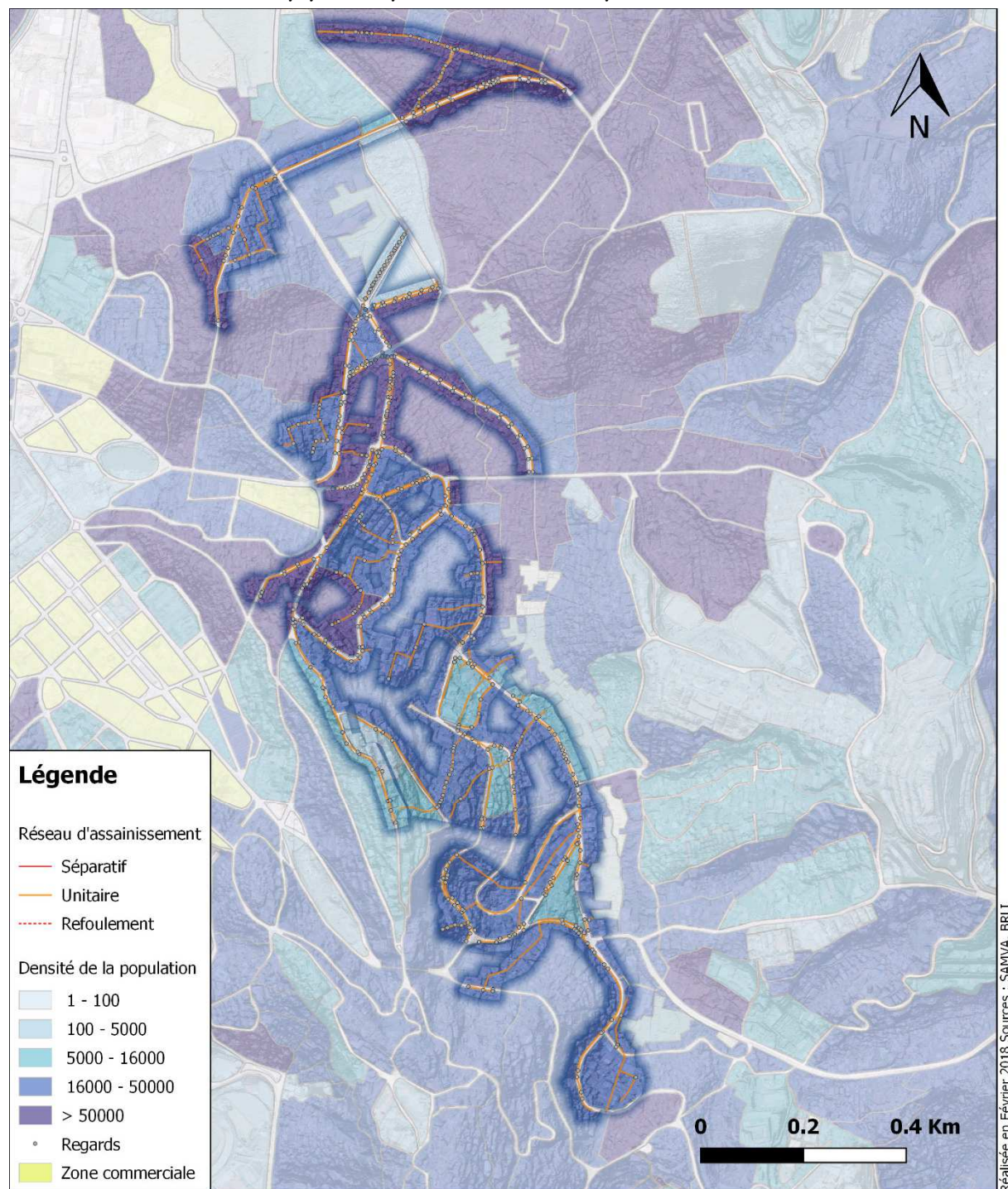


Densité de population

Le nord du secteur semble plus peuplé avec certaines zones dépassant 50 000 habitants/km².

La population du sud du secteur est plus faible avec les zones les plus densément peuplées comprises entre 16 000 et 50 000 habitants/km².

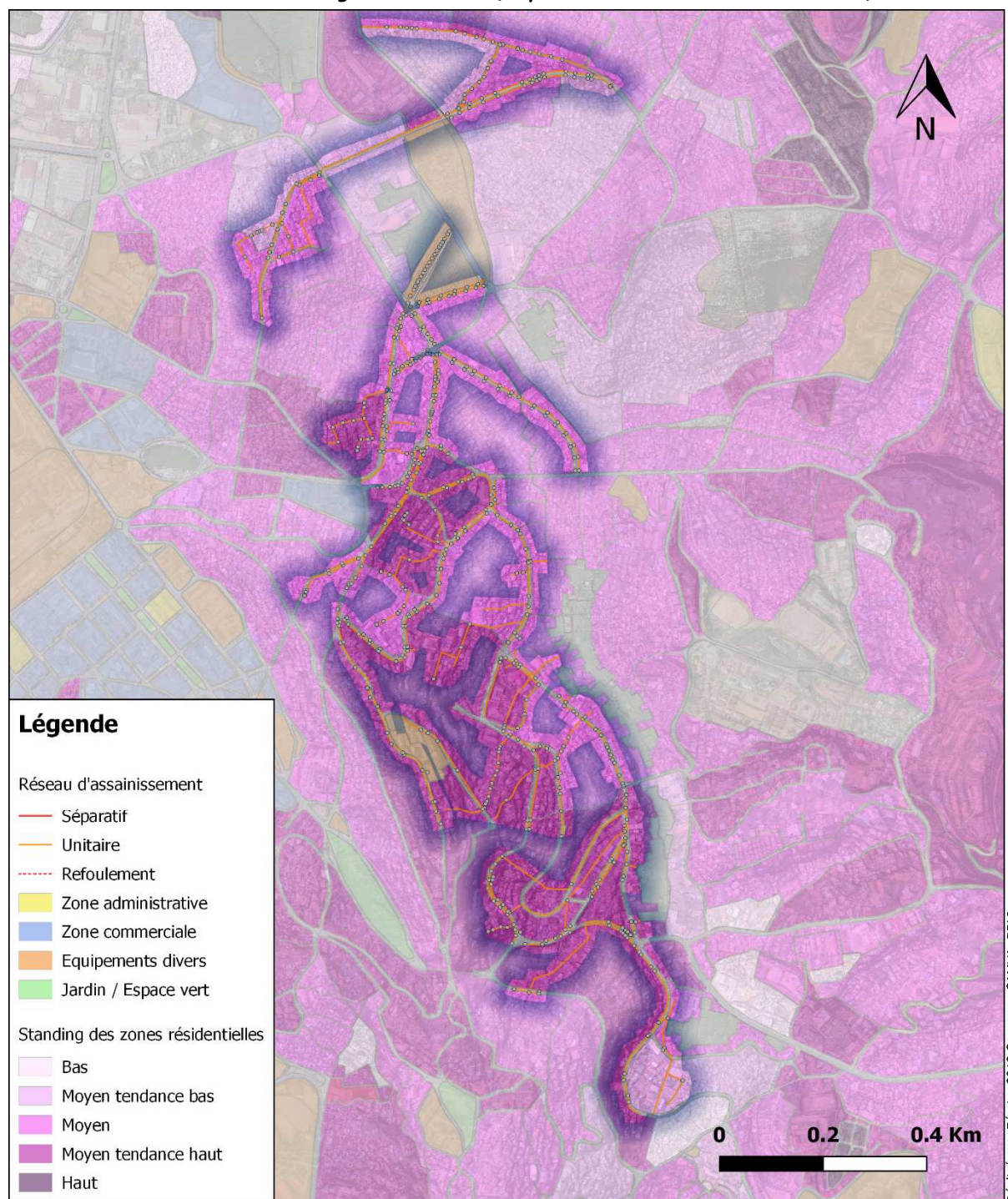
Carte 76: Densité de population pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Standing des habitations

Le secteur comprend des zones de standing moyen et des zones de standing moyen à tendance haute.

Carte 77 : Standing du Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

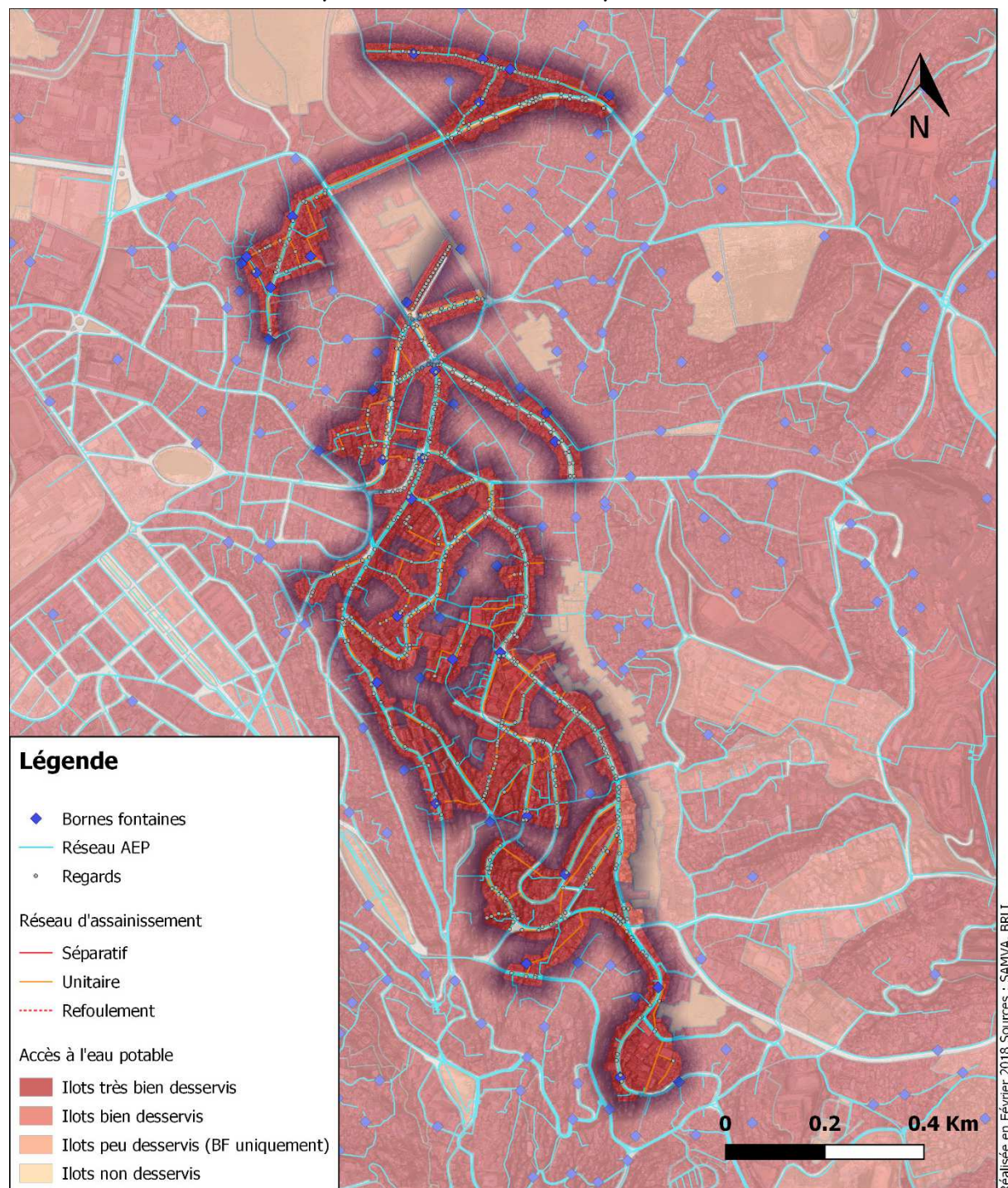


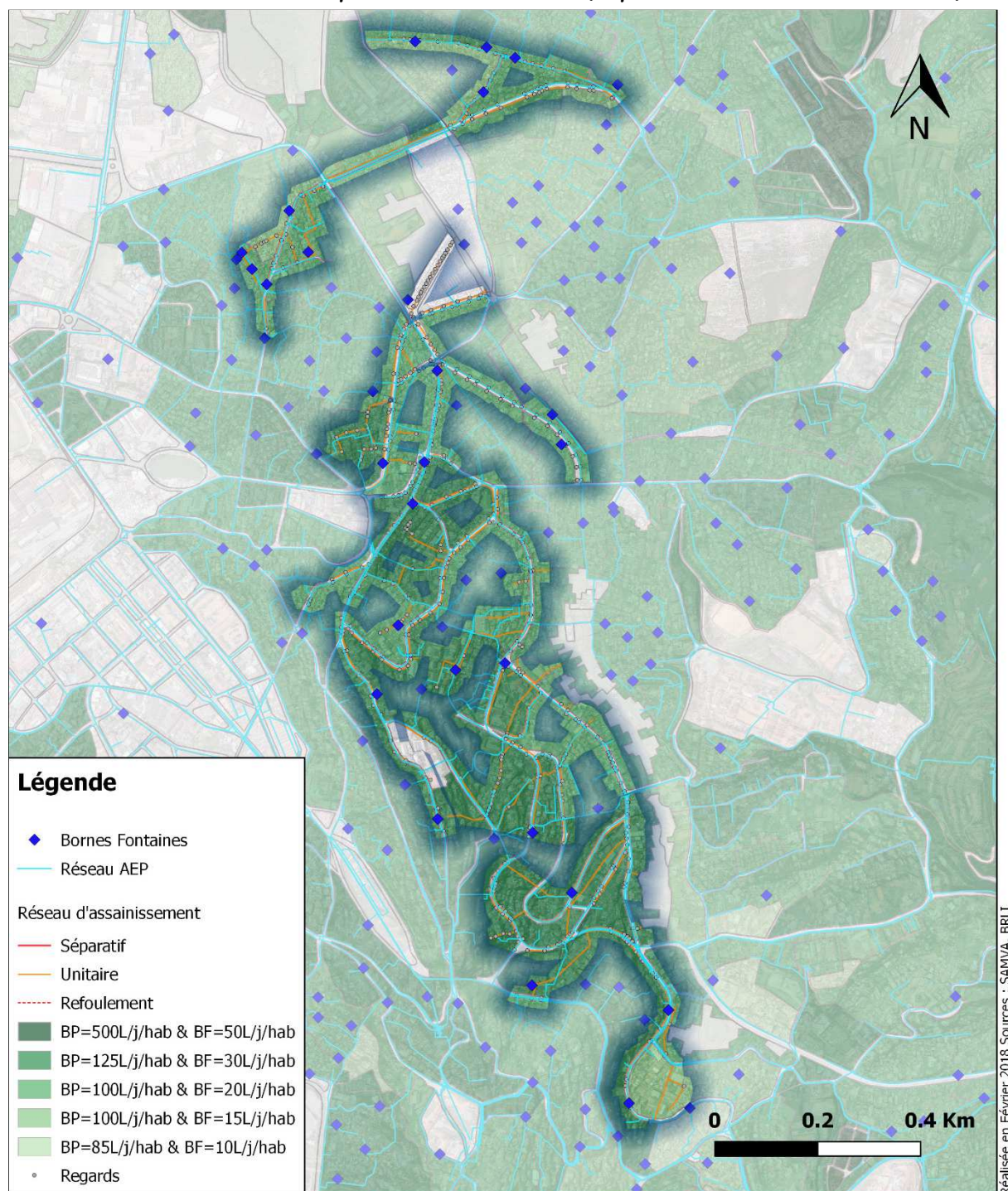
Accès et dotation en eau potable

L'ensemble du secteur sans exception est très bien desservi en eau potable. De plus, des bornes fontaines sont réparties sur l'ensemble du secteur.

Les dotations sont plutôt élevées sur ce secteur en lien avec le standing.

Carte 78 : Accès en eau potable sur le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



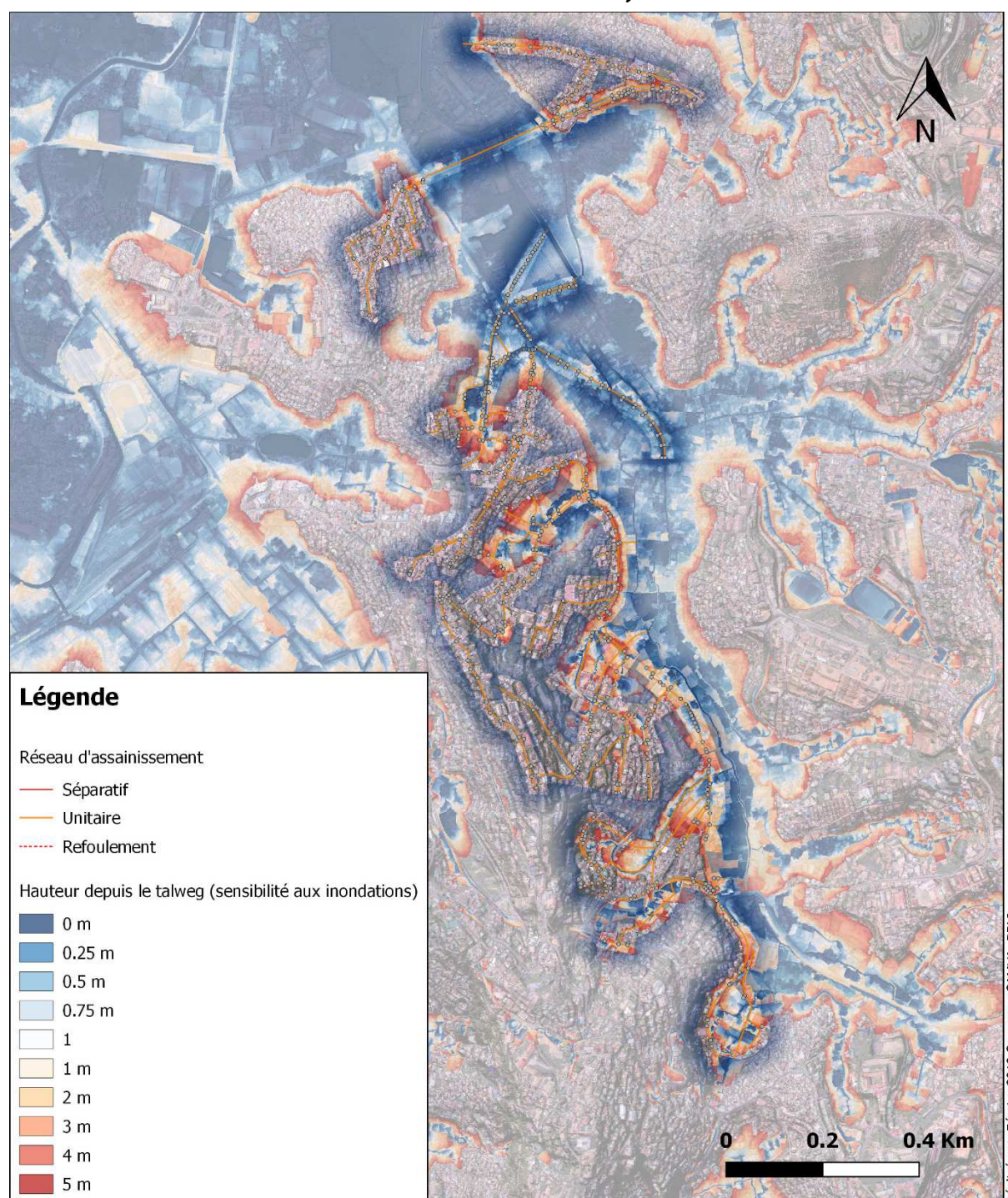
Carte 79 : Dotations en eau potable sur le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Zones sensibles aux inondations

La carte ci-après permet d'identifier les zones les plus propices aux inondations. Plus la différence de hauteur avec le talweg est faible, plus il existe un risque d'inondation. En effet, si la différence de hauteur est élevée, la période de retour des pluies devra être plus élevée pour atteindre cette hauteur.

Ainsi les zones les plus sensibles aux inondations se trouvent au plus près du fond de la vallée, le long des canaux primaires.

Carte 80: Zones du Secteur 3 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)



Conclusion

Tableau 18: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 3

		Secteur 3 : Vallée de l'Est
Critère	Problématique	
Dureté du sol	Une couche rocheuse proche de la surface rend difficile les travaux de creusement, et augmente les coûts de construction. Les mini-égouts peuvent éventuellement être posés à faible profondeur pour limiter ce problème.	Potentiel affleurement rocheux au nord est du secteur
Zone inondable	Lors d'inondations, les fosses d'ouvrages d'assainissement autonome peuvent déborder, créant des problèmes sanitaires majeurs.	Oui
Niveau des pentes du terrain naturel	Les pentes sont nécessaires dans les réseaux d'assainissement collectif, où l'écoulement des eaux usées se fait par gravité. Si les pentes naturelles sont insuffisantes, le réseau devra être creusé profondément et/ou des pompes de relevage devront être installées, ce qui augmentera les coûts d'investissement et de fonctionnement.	>1%
Densité de population	L'assainissement collectif n'est pas une solution pertinente pour les zones de faible densité, que ce soit d'un point de vue technique ou financier. A contrario, en milieu de forte densité, l'assainissement non collectif pose des défis en termes de pollution et de disponibilité d'espace	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km ²
Disponibilité d'espace dans le quartier pour installer les équipements de traitement	Un réseau d'assainissement collectif aboutit à un exutoire qui concentre toutes les eaux collectées par le réseau. Il est nécessaire de traiter les eaux usées à leur sortie du réseau.	Pas d'espace
Existence de services d'évacuation des eaux pluviales, de gestion des déchets solides et de revêtement des rues	Le bon fonctionnement d'un service d'assainissement collectif est dépendant du fonctionnement de ces autres services. Le revêtement des rues protège le réseau de l'écrasement, l'enlèvement des déchets solides réduit le risque de bouchons et l'évacuation des eaux pluviales évite de saturer le réseau et d'y déposer des quantités importantes de sédiments.	Oui
Niveau de consommation d'eau	Un réseau d'égouts ne peut pas fonctionner sans des volumes minimaux d'eaux usées, car il existe un risque de colmatage en cas de volumes trop faibles. L'assainissement autonome ne requiert pas de forte consommation d'eau.	Très bien desservis en eau potable
Conclusion	Le type d'assainissement est-il bien adapté au secteur?	L'assainissement collectif semble adapté. Il existe cependant une forte contrainte au niveau du traitement des eaux usées car l'espace disponible est très limité.

Adapté

Adapté avec contraintes

Pas adapté

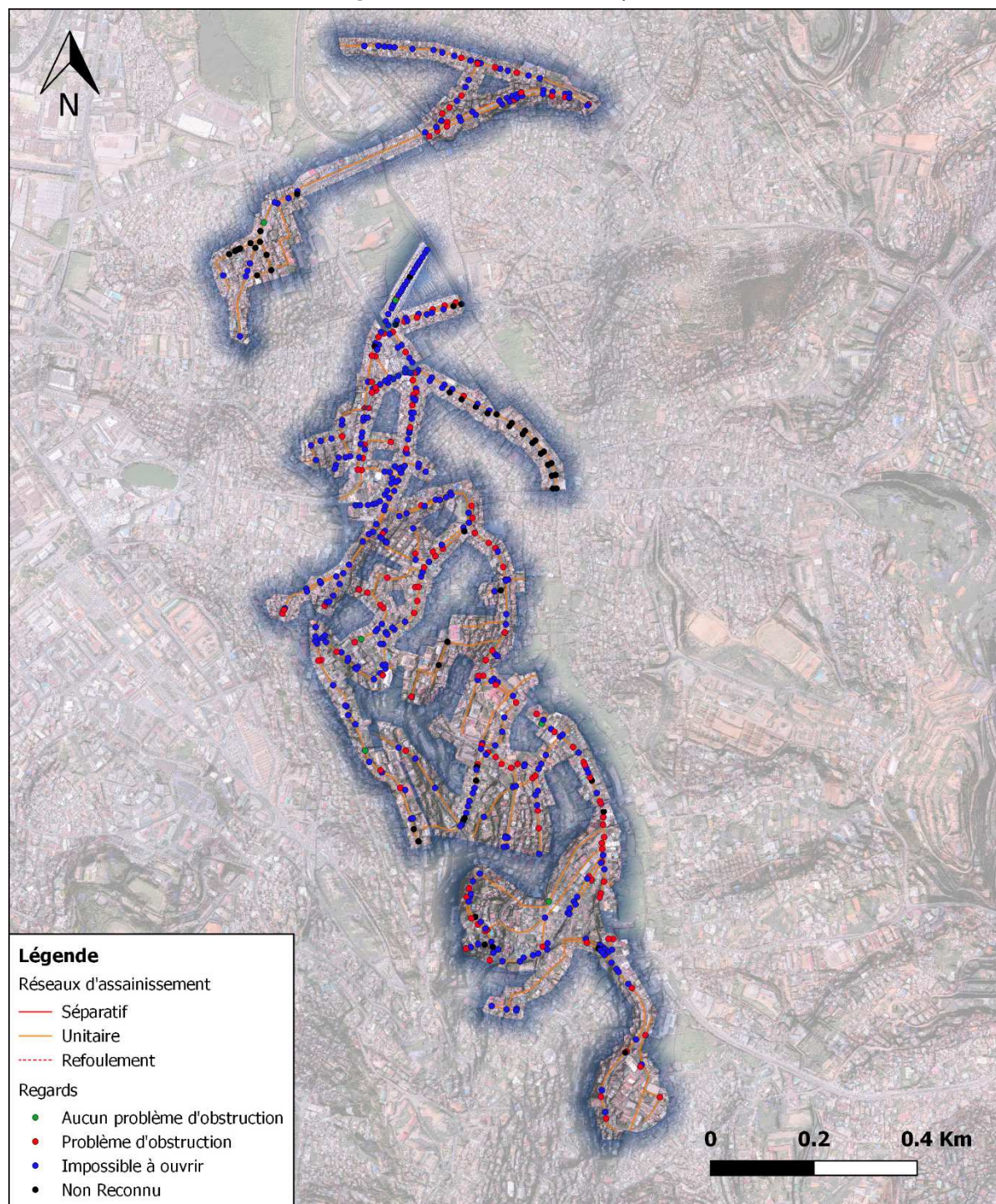
DESORDRES RENCONTRES

Tableau 19 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 3

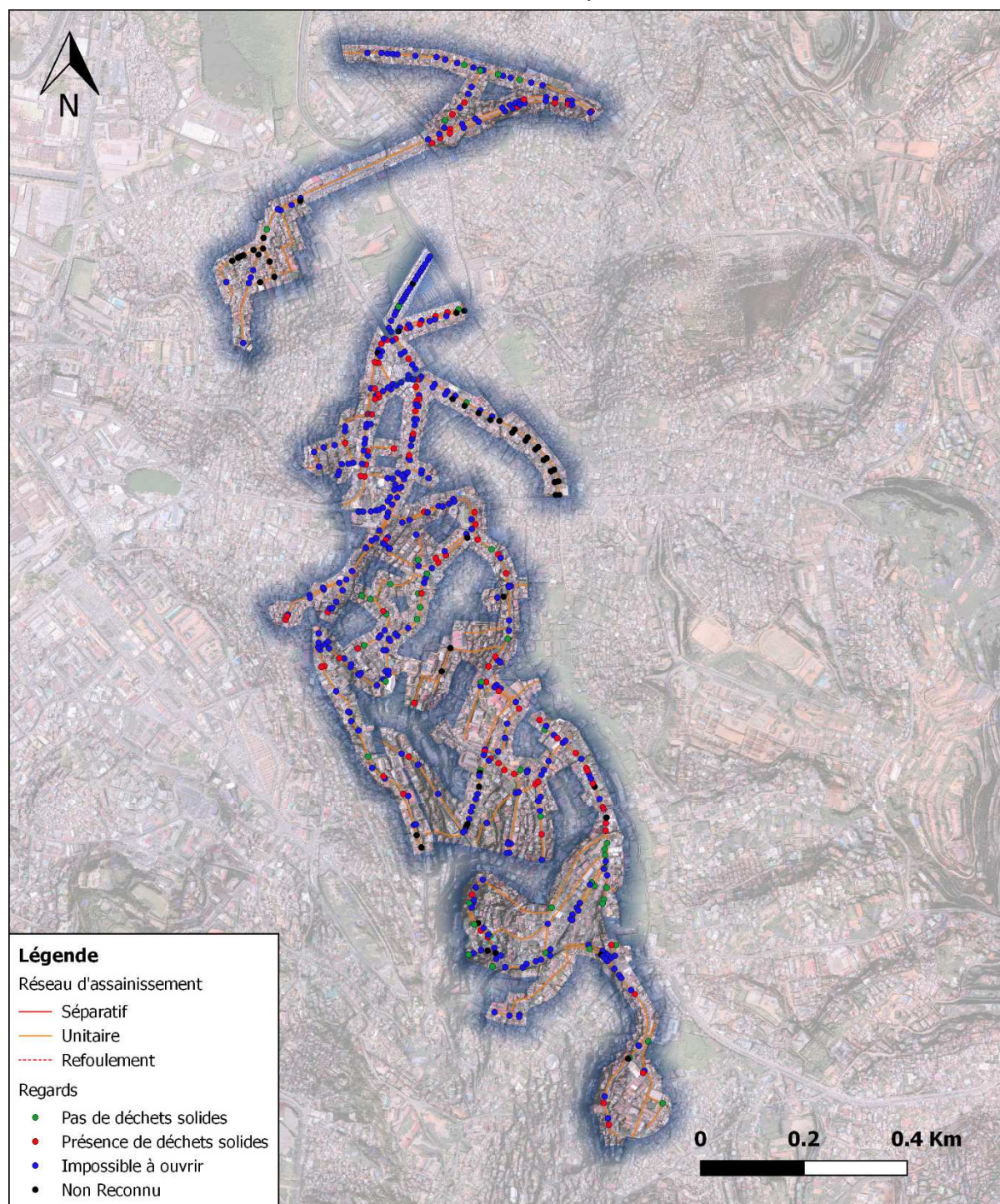
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Pente des réseaux	Pente faible (inférieure à 0,5%)	37,35% (254/681 m) du linéaire des canalisations identifiées. Principalement au abord des canaux primaires.	Topographie du terrain.	Vitesses faibles qui favorisent le phénomène de sédimentation et affectent négativement le phénomène d'autocurage du réseau.	Risque d'obstruction du réseau Diminution de la capacité de transit et mise en charge du réseau. Nécessité d'un entretien préventif et curatif régulier pour assurer le bon fonctionnement du réseau.
			Pente forte (supérieure à 6%)	9,58% (65/681 m) du linéaire des canalisations identifiées. Principalement sur les versants des collines.	Topographie du terrain.	Fortes vitesses d'écoulement.	Détérioration des canalisations par abrasion.
		Profondeur des réseaux	Profondeur faible (inférieure à 1m)	24,25% (2 217/9 142 m) du linéaire des canalisations identifiées.	Défaut de conception.	Couverture du réseau faible	Risque de rupture, écrasement ou détérioration de la canalisation par la charge routière.
			Profondeur forte (supérieure à 3m)	4,99% (456/9 142m) des canalisations identifiées.	Topographie du terrain. Défaut de conception.	Infiltration dans les réseaux en cas de mauvaise étanchéité dans les secteurs concernés par une nappe haute (zones situées dans la plaine notamment).	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut du tampon	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	54,20% (297/548) des regards non ouverts étaient inaccessibles. 80,81% (240/297) des regards inaccessibles sont scellés. 5,72% (17/297) des regards inaccessibles sont sous chaussée. 12,46% (37/297) des regards inaccessibles sont effondrés. 1,01% (3/297) des regards inaccessibles sont sous une construction. Ensemble du secteur concerné.	Regard scellé, Effondrement du regard, Regard dans enceinte privée, Regard sous chaussée, Construction sur le regard.	Inaccessibilité du réseau.	Impossibilité d'exploiter le réseau.
			Absence de tampon	6,57% (36/548) des regards du secteur ne possède pas de tampon . Localisés sur l'ensemble du secteur.	Détérioration par des tiers, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Tampon fissuré	32,85% (180/548) des regards du secteur souffrent de ce désordre. Localisés sur l'ensemble du secteur.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Défaut de Génie Civil des regards	Absence de cunette	15,17% (22/145) des regards ouverts du secteur ne possèdent pas de cunette. En plus forte proportion sur la zone sud de la Vallée de l'Est.	Défaut de conception et/ou de réalisation.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Echelons abimés	3,45% (5/145) des regards ouverts du secteur présentent des échelons abimés. Ce défaut est très peu présent sur le secteur.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Raccord défectueux	2,76% (4/145) des regards ouverts du secteur présentent un raccord défectueux. Ce défaut est très peu présent sur le secteur.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut d'étanchéité	Ovalisation	Seulement 0,69% (1/145) des regards ouverts du secteur présentent ce désordre. Ce défaut est très peu présent sur le secteur.	Défaut de conception, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Cassure	54,48% (79/145) des regards ouverts du secteur possède une cassure. L'ensemble du secteur est concerné.	Défaut de réalisation, Défaut d'exploitation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Présence de racines	4,14% (6/145) des regards ouverts du secteur sont affectés par une pénétration de racines. Ce défaut est très peu présent sur le secteur.	Défaut d'exploitation	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

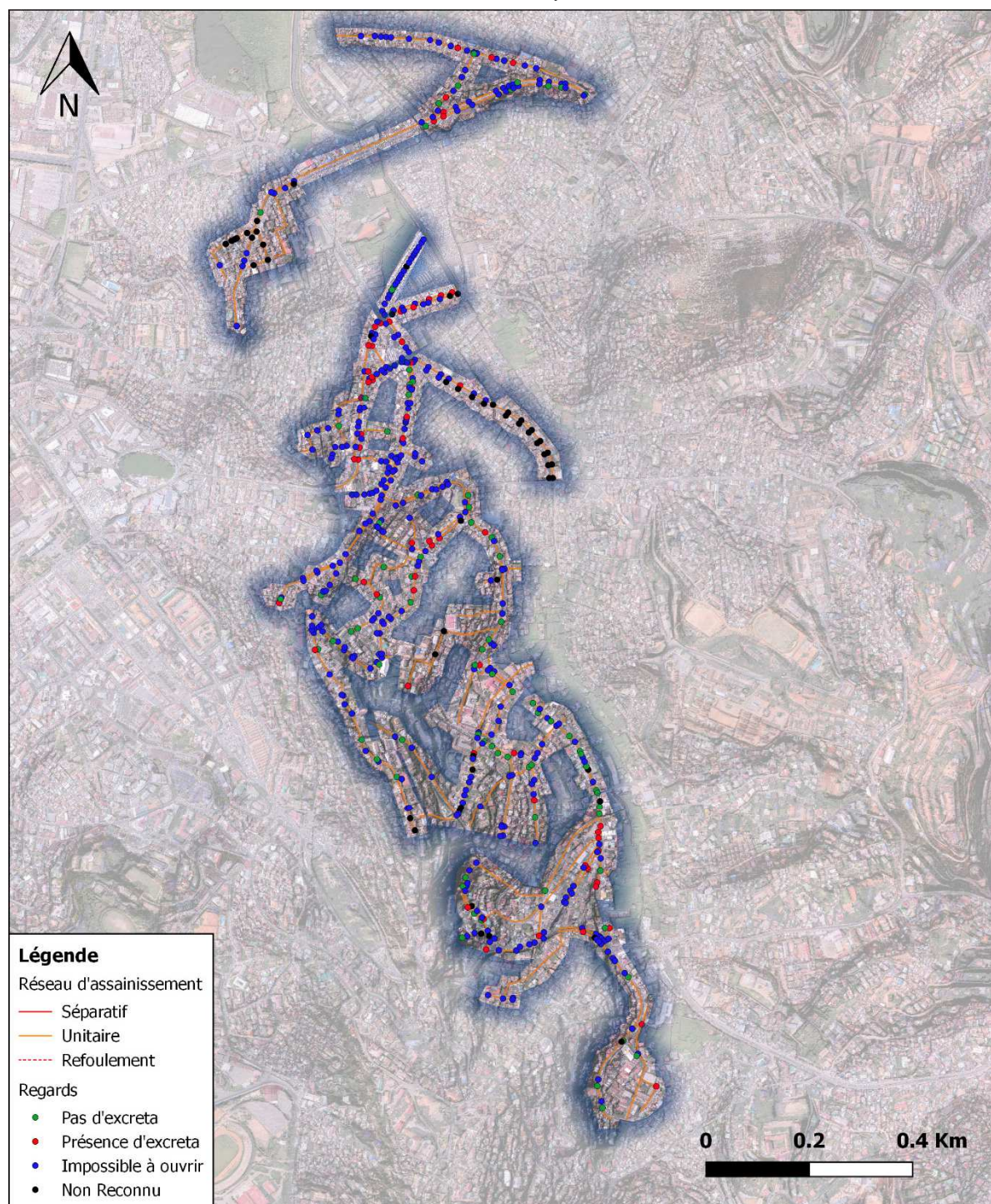
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Obstruction des réseaux	Dépôts de sable	60% des regards ouverts du secteur sont concernés par ce désordre (87/145). 62,59% des regards obstrués sont en présence de dépôts de sable (87/139). Le fort taux de présence de sable dans le réseau provient des eaux pluviales qui transporte du sable à l'intérieur du réseau unitaire. Les dépôts de sable se trouvent principalement au nord du secteur.	Pente du réseau faible. Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Déchets solides	65,52% (95/145) des regards ouverts du secteur sont concernés. 68,35%(95/139) des regards obstrués sont en présence de déchets solides Ensemble du secteur concerné.	Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Excrétas	44,14% (64/145) des regards ouverts du secteurs sont concernés. 46,04% (64/139) des regards obstrués sont en présence d'excrétas. Ensemble du secteur concerné.	Pente du réseau faible. Défaut d'exploitation.	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Présence de végétation	5,52% (8/145) des regards ouverts du secteur sont concernés. 5,76% (8/139) des regards obstrués sont en présence de végétation. Ce défaut est très peu présent sur le secteur.	Défaut de construction et d'exploitation	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
	Désordre fonctionnel	Présence d'eaux d'infiltration	27,59% (40/145) des regards ouverts du secteur sont affectés par une infiltration d'eau. Localisés sur l'ensemble du secteur.	Mauvaise étanchéité des réseaux et des regards (Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages)	Infiltration d'eau.	Diminution de la capacité de transit. Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Ecoulement en charge	98,62% des regards ouverts du secteur étaient en charge (143/145). L'ensemble du secteur est charge.	Pente du réseau faible. Mauvaise étanchéité des regards et des réseaux ((Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages). Obstruction des réseaux Exutoires dans les canaux (Andriantany) obstrués par les sédiments. Stations de pompage Hors Service.	Mauvais écoulement des eaux. Débordement des réseaux.	Détérioration prématurée de la structure des ouvrages. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.
Rejet	Désordre fonctionnel	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	Absence de réseaux d'assainissement d'eaux usées ou la présence de réseaux non fonctionnels à proximité d'habitations engendre les situations de rejet suivantes : - Soit directement dans le milieu naturel (talweg et canaux en terre), - Soit dans les ouvrages d'eaux pluviales.	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.
		Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	Certains réseaux d'eaux usées sont connectés directement aux infrastructures d'eaux pluviales (caniveaux ou canaux, cours d'eau, bassin de retenue).	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.

Obstruction du réseau**Carte 81 : Obstruction des regards sur le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)**

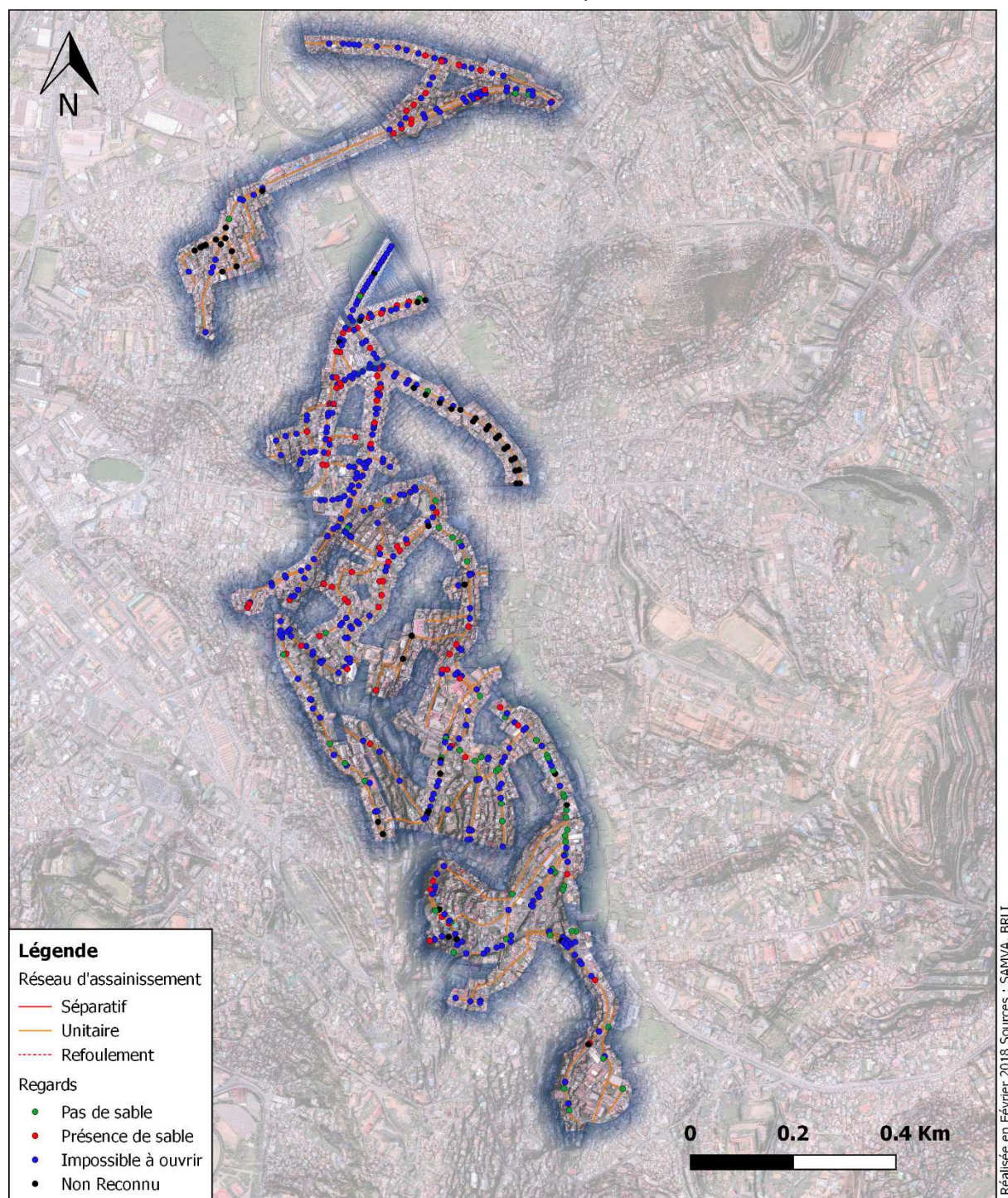
Carte 82 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)



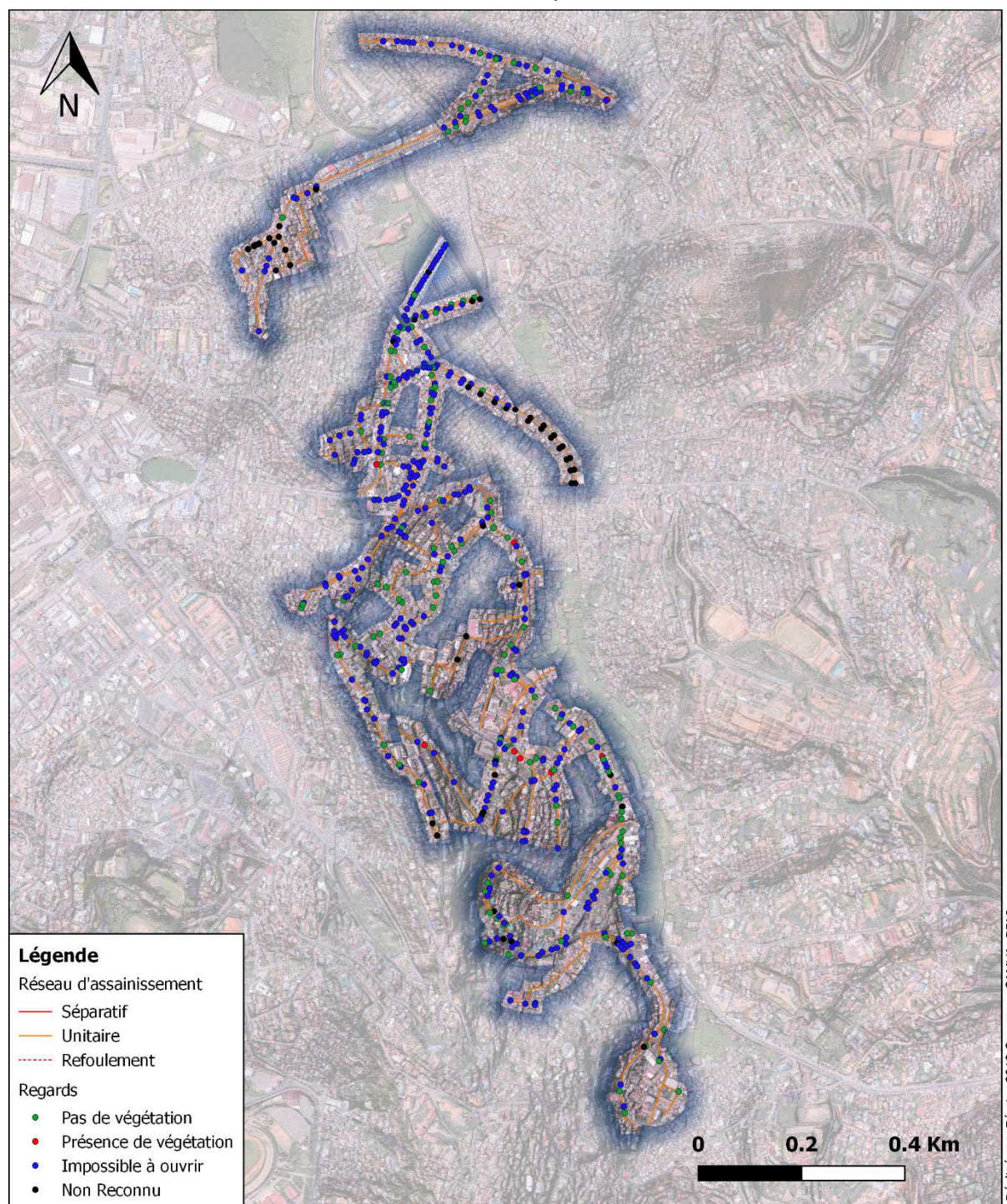
Carte 83 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 84 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 3 (disponible au format A3 en Annexe 1)



Carte 85 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

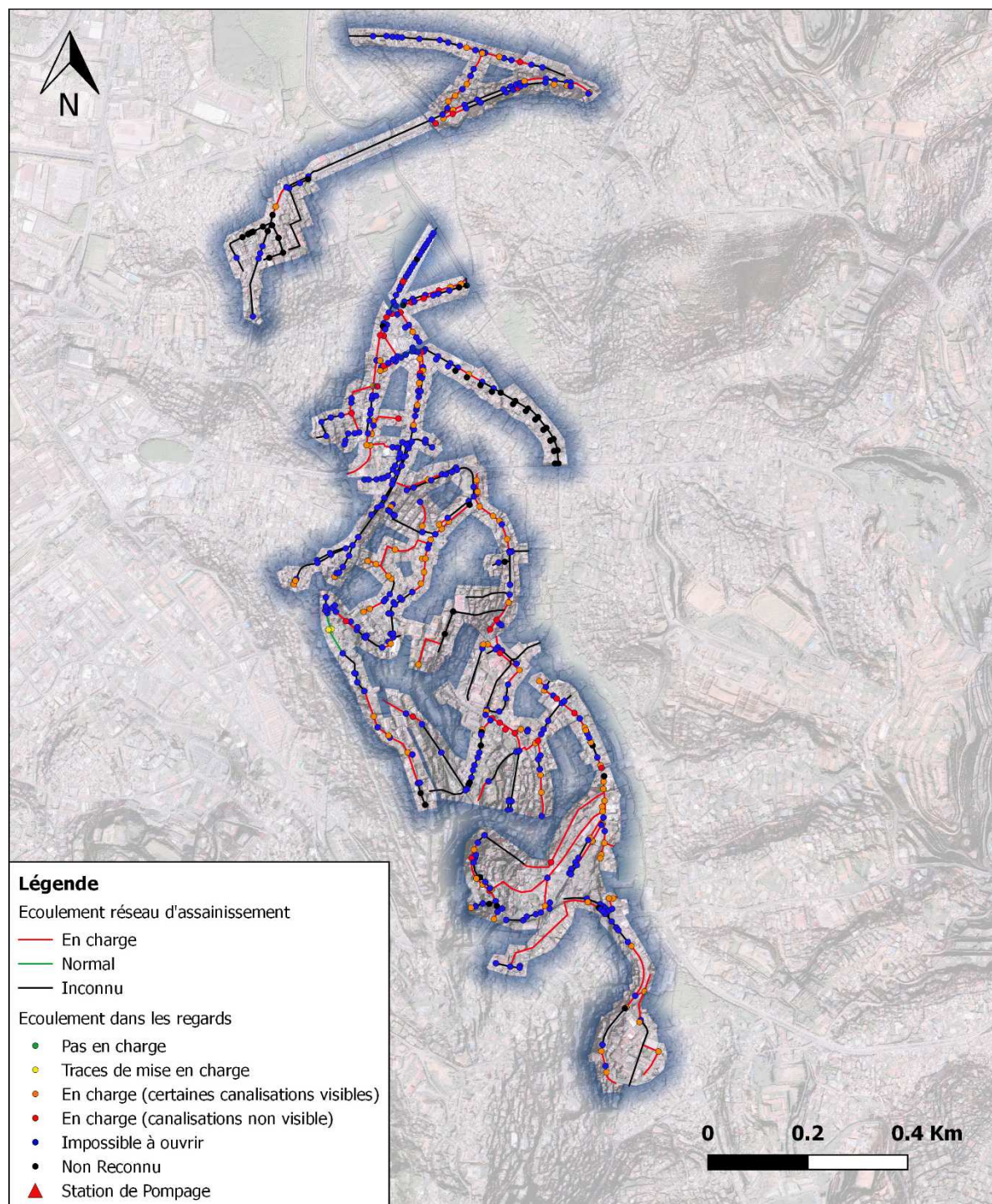


Photographie 50: Exemple de déchets solides (Identifiant SIG: 3573)



Ecoulement

Carte 86 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

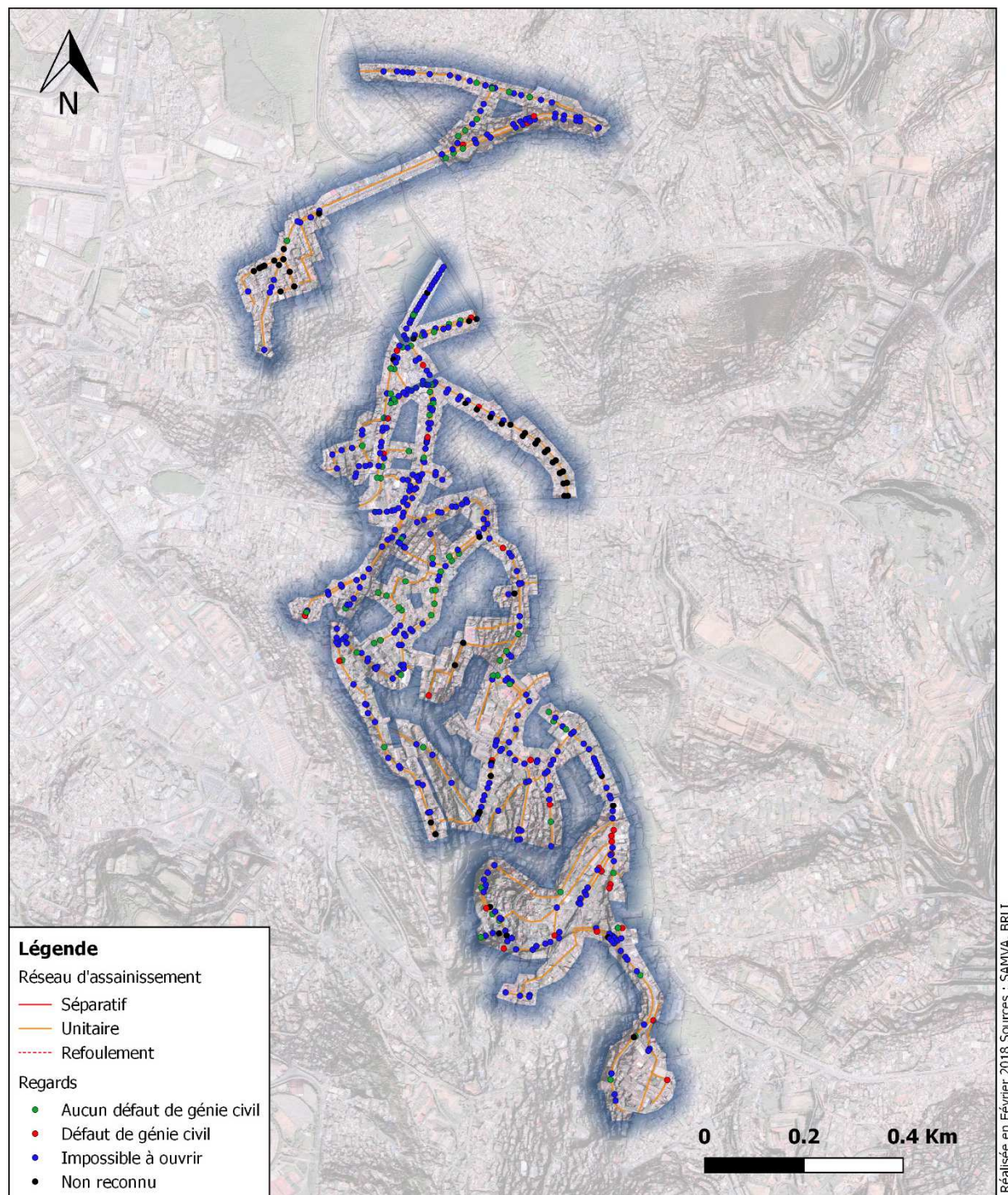


Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRL

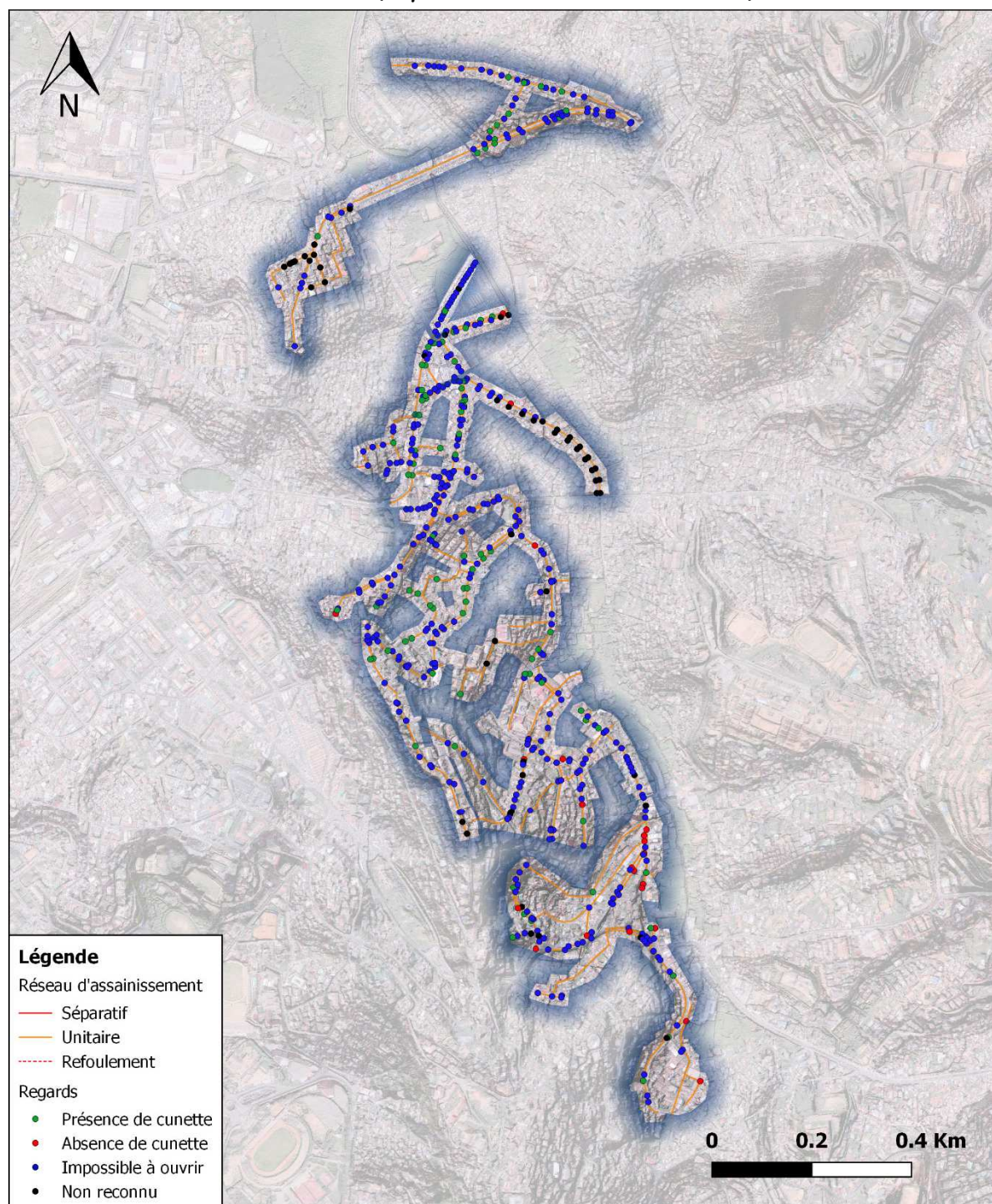
Défauts des tampons des regards

Défauts de Génie Civil

Carte 87 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

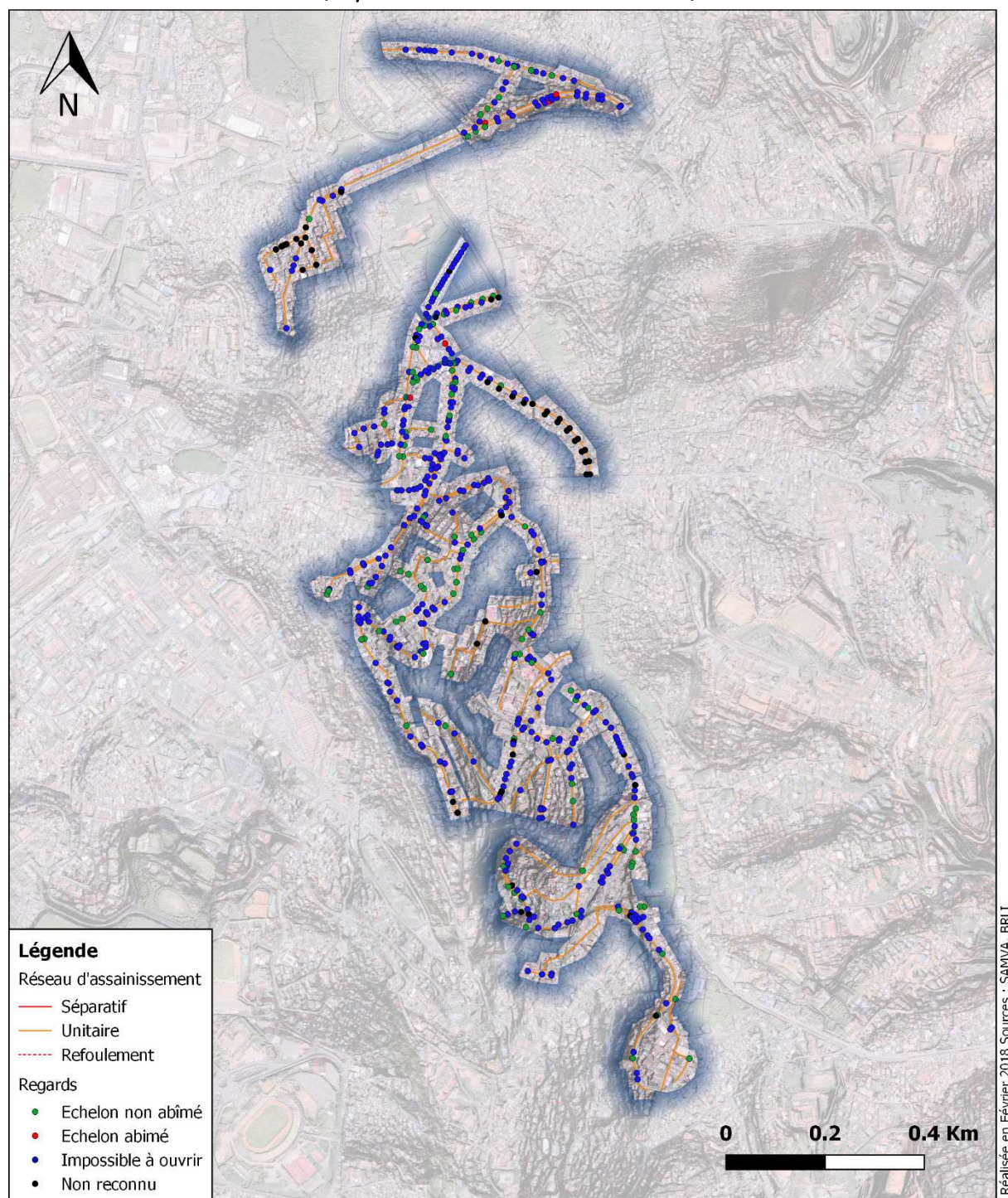


Carte 88 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

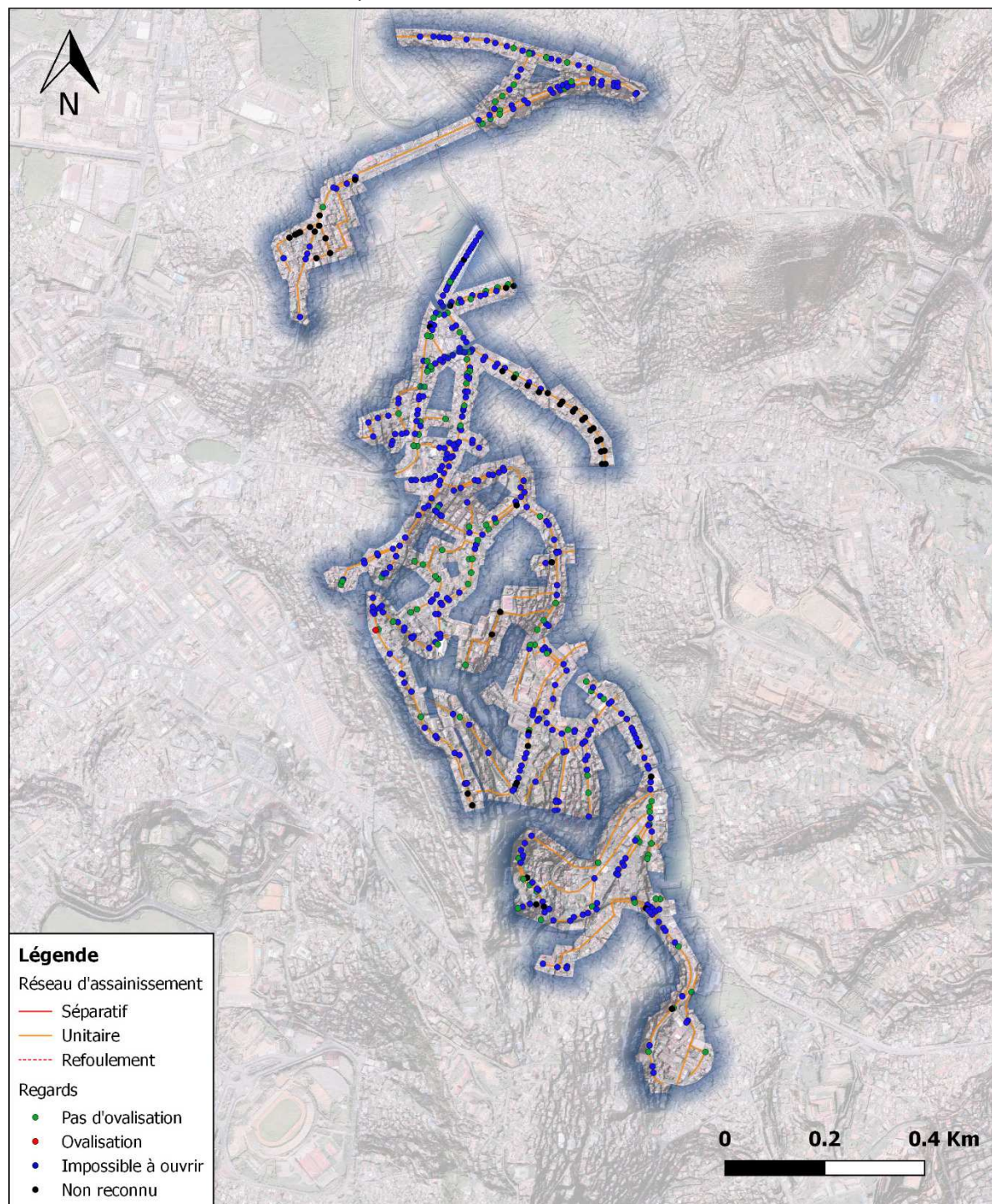


Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRL

Carte 89 : Défaits de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

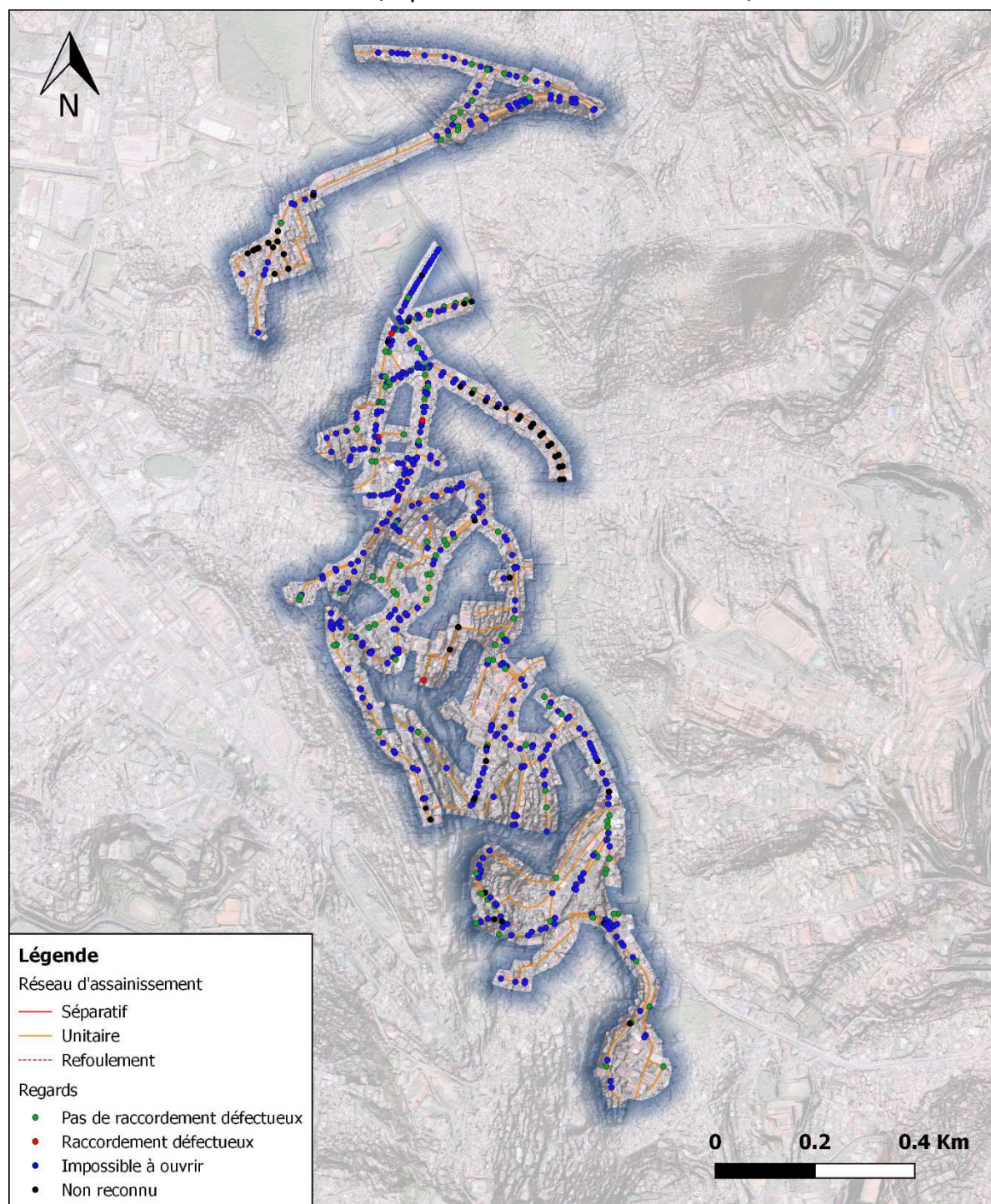


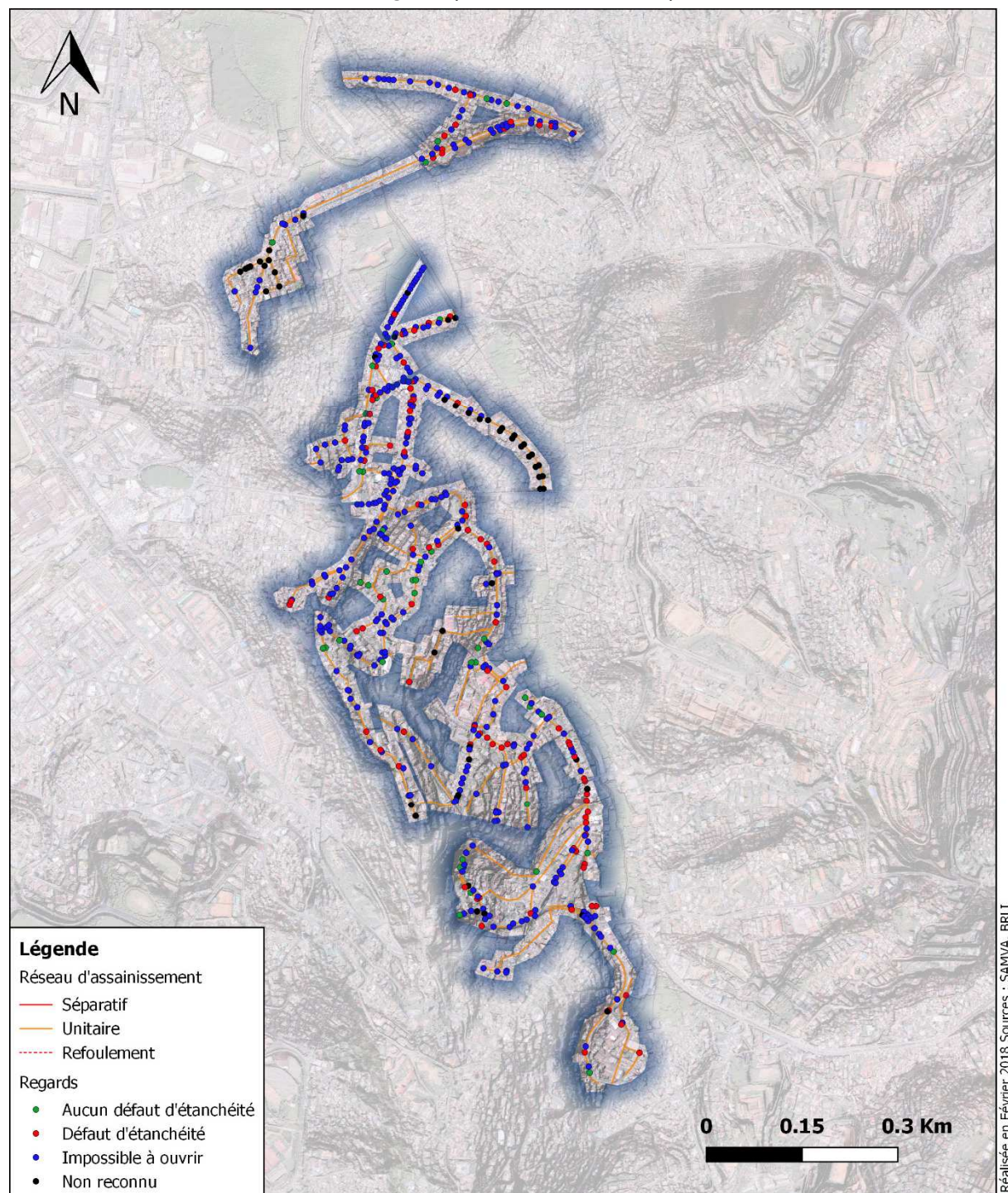
Carte 90 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 3
(disponible en format A3 en Annexe 1)



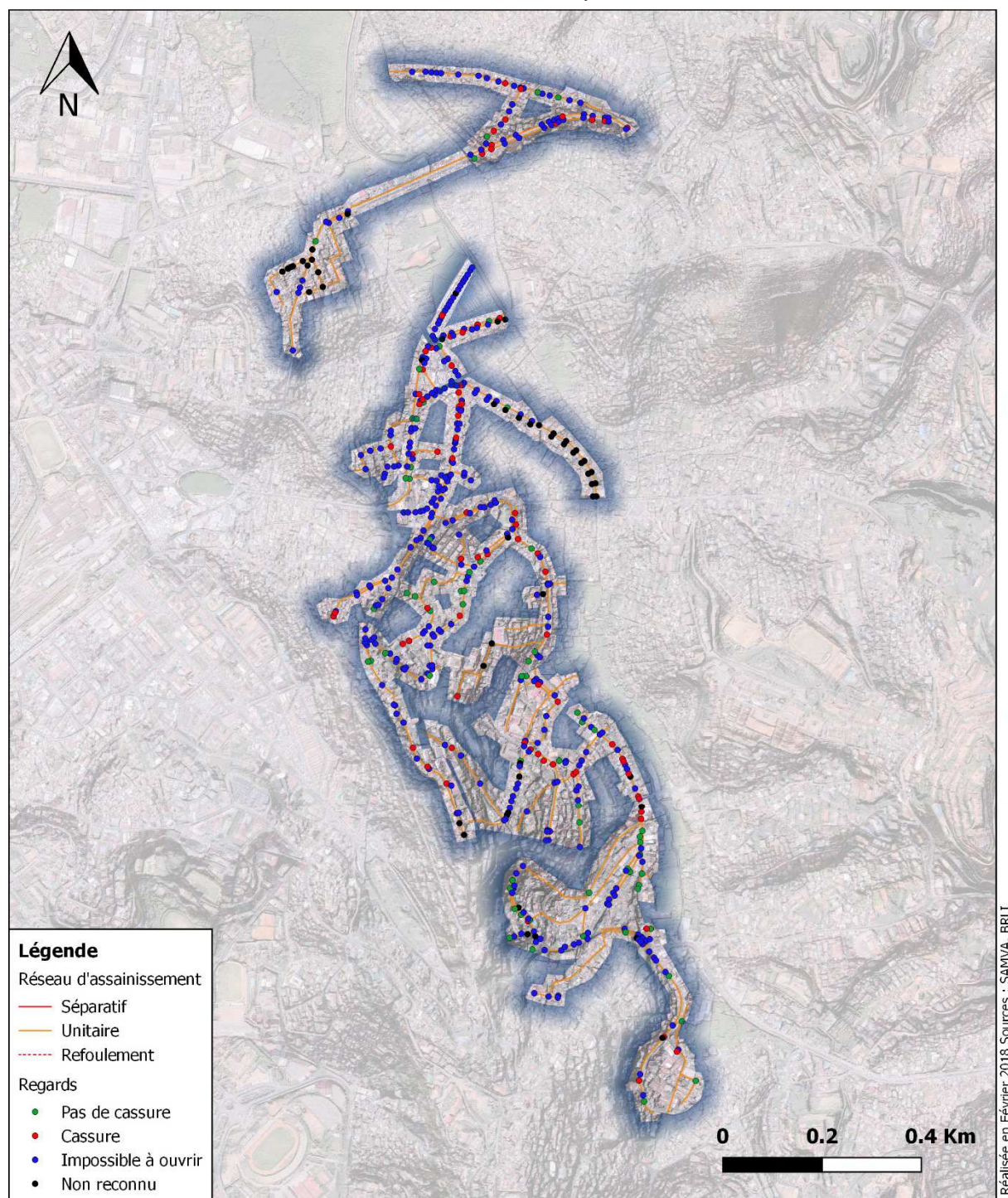
Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRLI

Carte 91 : Défaits de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

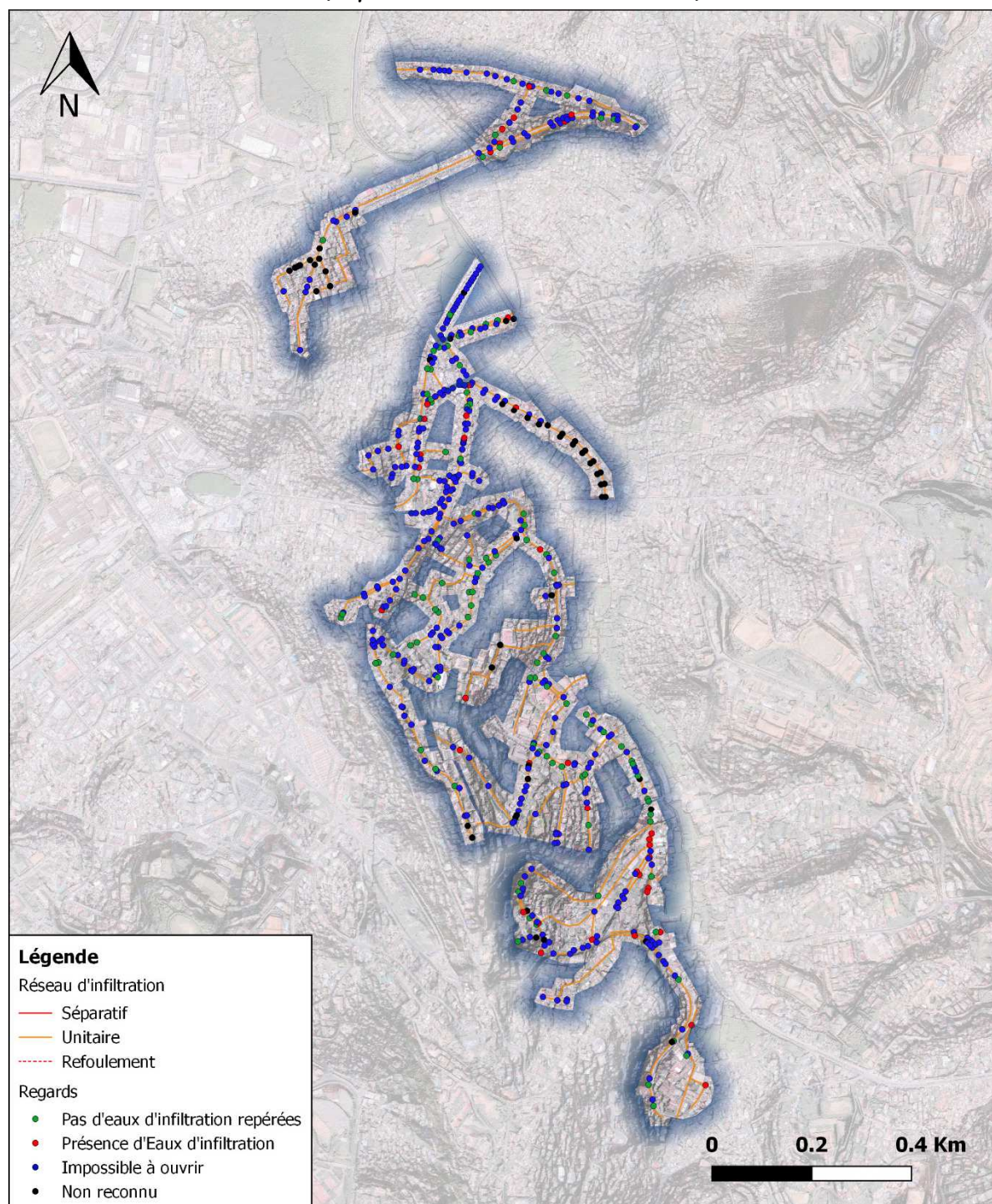


Défaut d'étanchéité**Carte 92 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)**

Carte 93 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

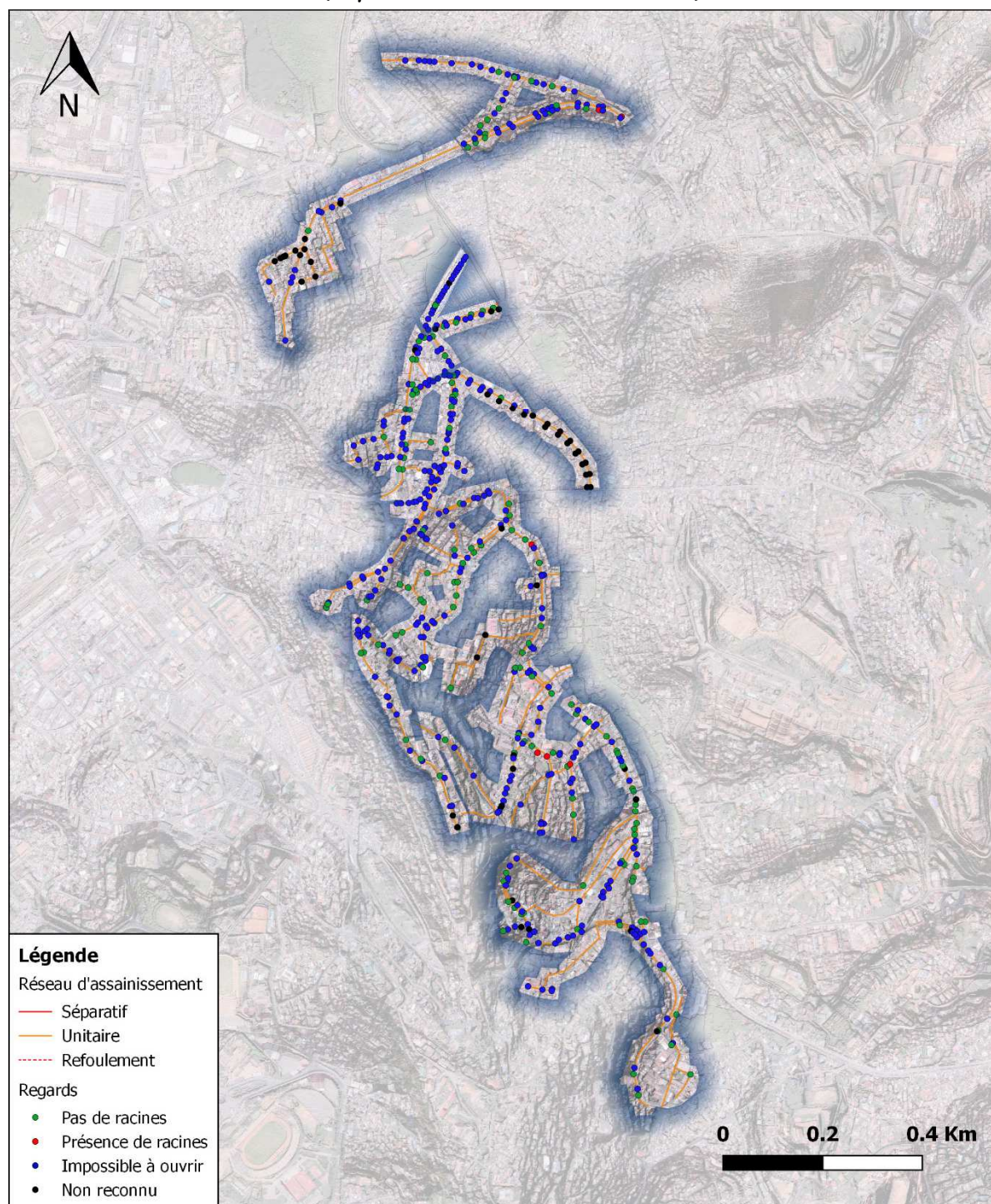


Carte 94 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 3
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRLI

Carte 95 : Défauts d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 3
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 51 : Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 3

Exemple de dalle scellée (identifiant SIG : 3671)



Exemple de regard sans tampon (Identifiant SIG : 4028)



Exemple de dalle fissurée (Identifiant SIG : 1164)

RETOURS D'EXPERIENCE**Enquête ménage**

L'enquête réalisée auprès des ménages a permis de déterminer le mode de déversement des eaux vannes sur le secteur : majoritairement dans des fosses étanches se déversant ensuite dans un puit d'infiltration ou dans un caniveau ou canal ouvert.

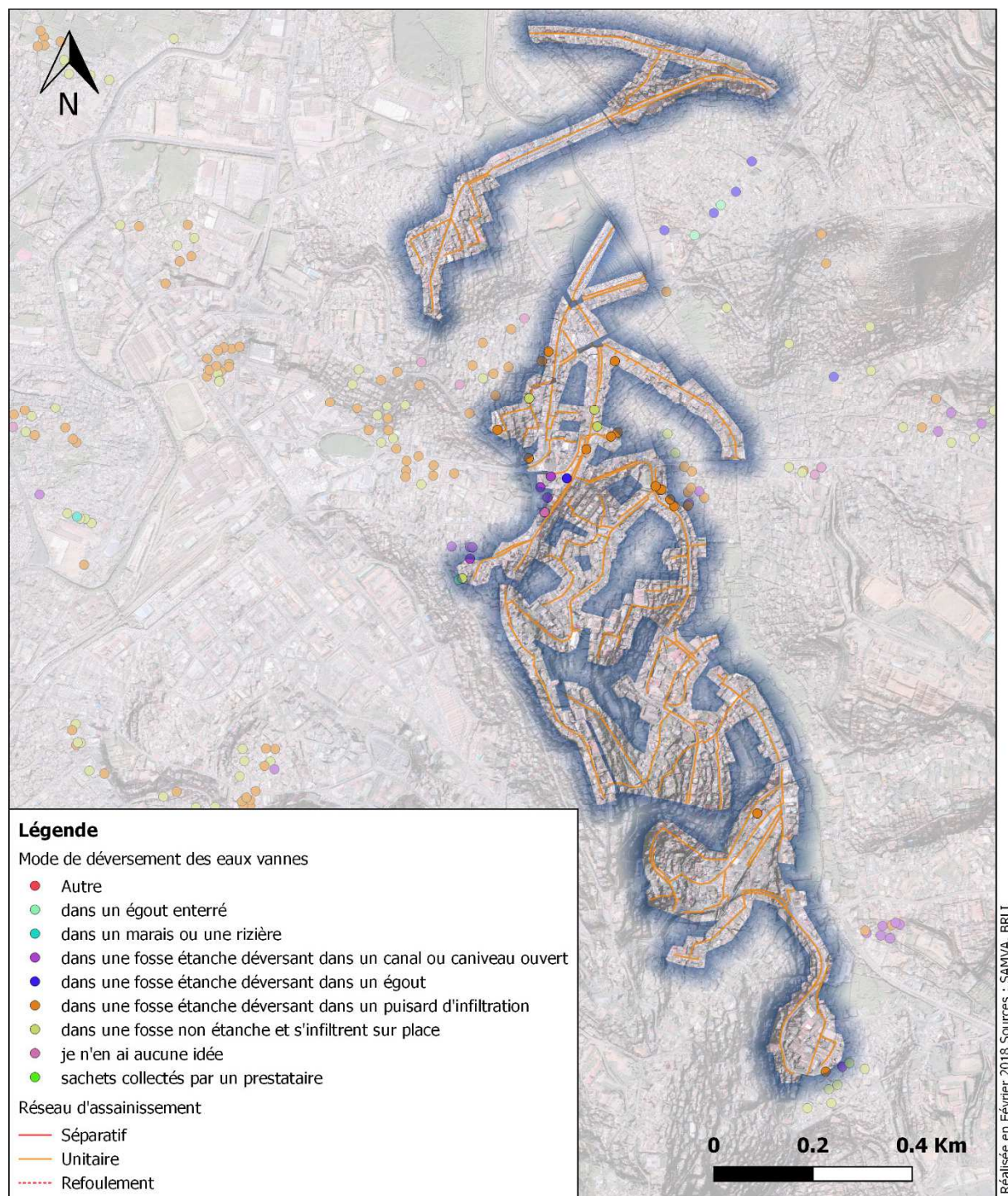
Dans ce secteur, toutes les habitations enquêtées se situent à proximité d'un réseau d'assainissement unitaire. Cependant, aucun ménage n'a indiqué rejeter directement ses eaux vannes dans un égout. Il est donc probable que les ménages n'utilisent pas le réseau d'assainissement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent.

Cette enquête montrent également que les eaux grises (lessive, vaisselle, douche,...) sont évacuées majoritairement dans des fossés ou des caniveaux dans la rue. Le réseau d'assainissement n'est donc pas utilisé, probablement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent. L'enquête précise que les ménages interrogés sont satisfaits de l'évacuation de leurs eaux grises.

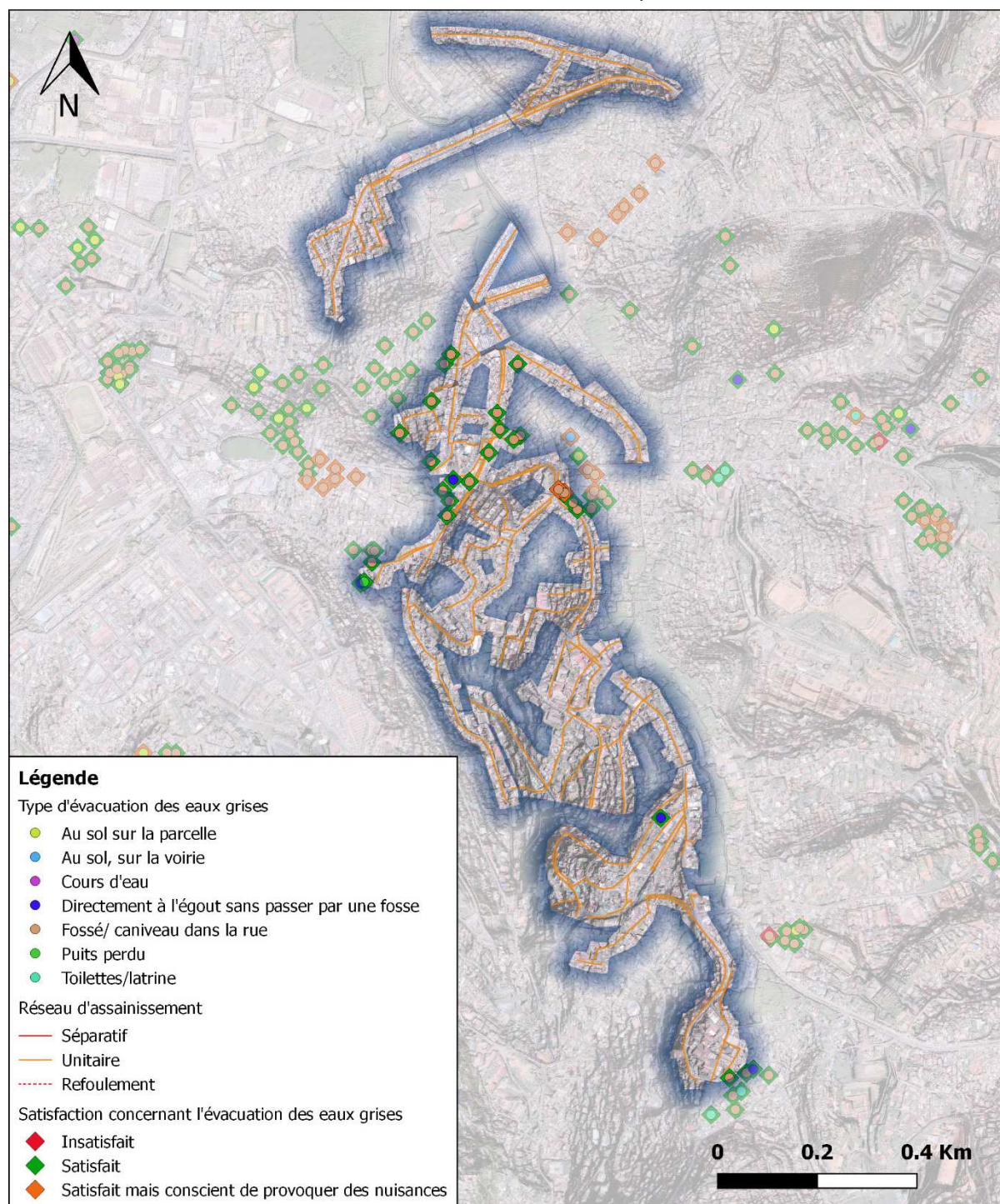
Ces enquêtes ménages soulignent donc le fait que le réseau unitaire du secteur semble ne pas être utilisé par les ménages riverains du fait de son dysfonctionnement et qu'il est inutilisable dans son état actuel.

Cette situation n'est pas conforme au Code Municipal d'Hygiène qui instaure une obligation de se raccorder au réseau d'assainissement s'il est situé à proximité du logement (Cf. Chapitre 1.2.2.1).

Carte 96: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 97: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)

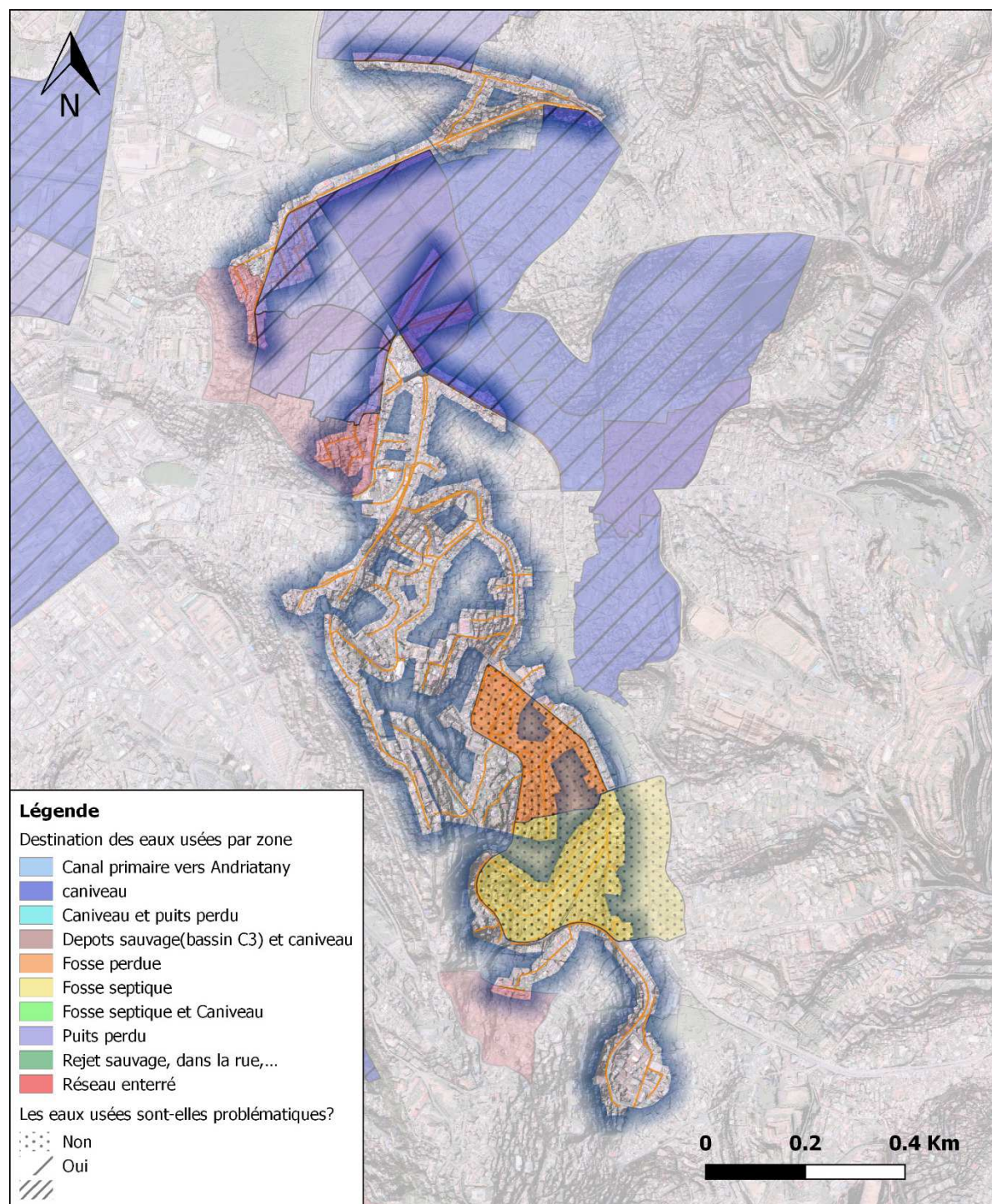


Enquête fokontany et arrondissement

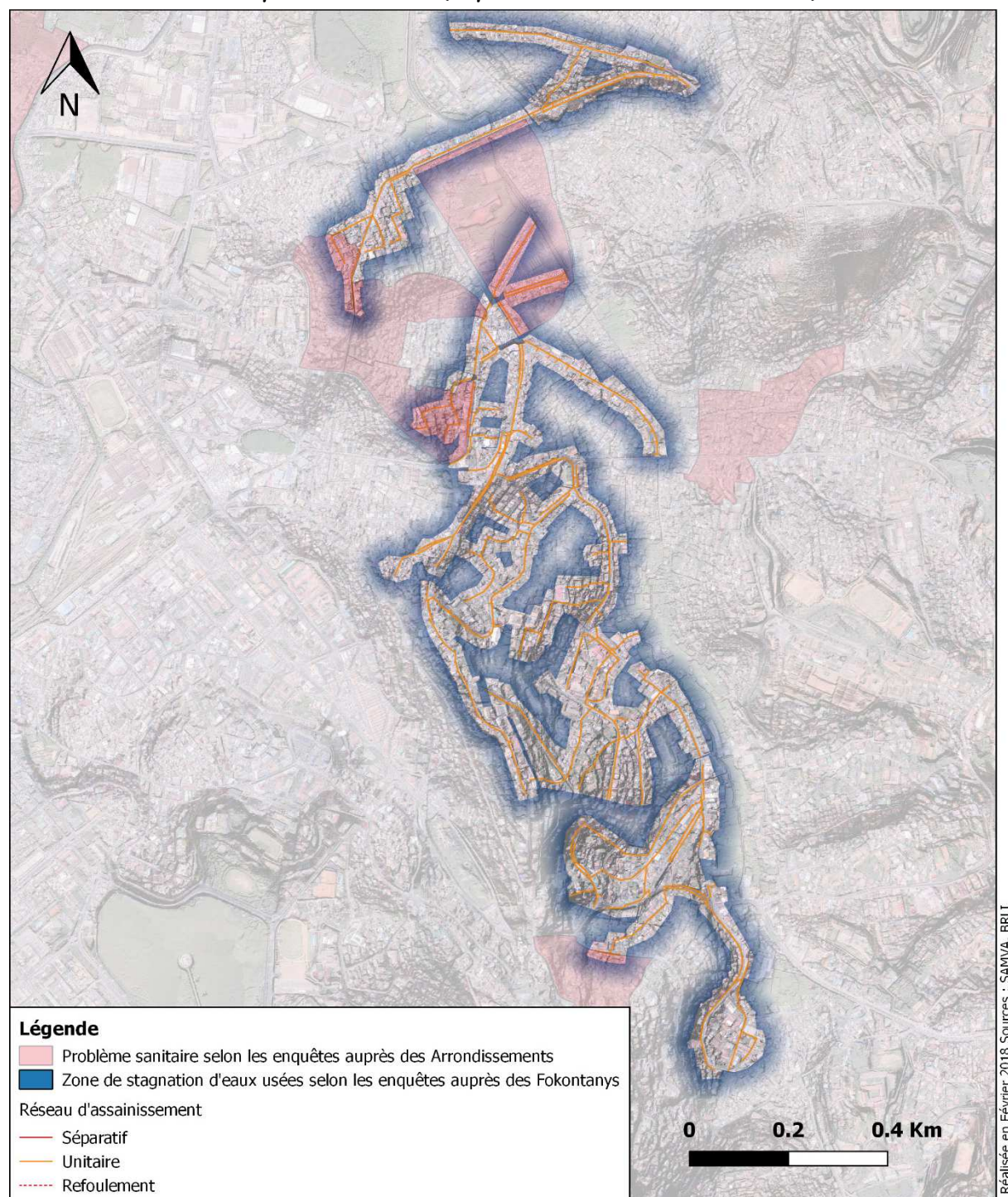
Une enquête auprès des Arrondissements et des Fokontany a été menée afin de déterminer les zones où l'assainissement cause le plus de problème. Seules quelques zones au Nord du secteur 3 ont été identifiées comme problématiques par les Arrondissements.

D'autre part, les Fokontany ont été interrogés sur la destination des eaux usées. Il en ressort que les eaux usées sont principalement évacuées dans des fosses perdues ou des fosses septiques.

Carte 98: Enquête Fokontany sur la destination des eaux usées pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 99: Enquête Fokontanys et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 3 (disponible en format A3 en Annexe 1)



2.2.1.2.4 Secteur 4 : Autres zones de collecte

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Le secteur 4 est composé de deux zones de collecte complètement indépendantes :

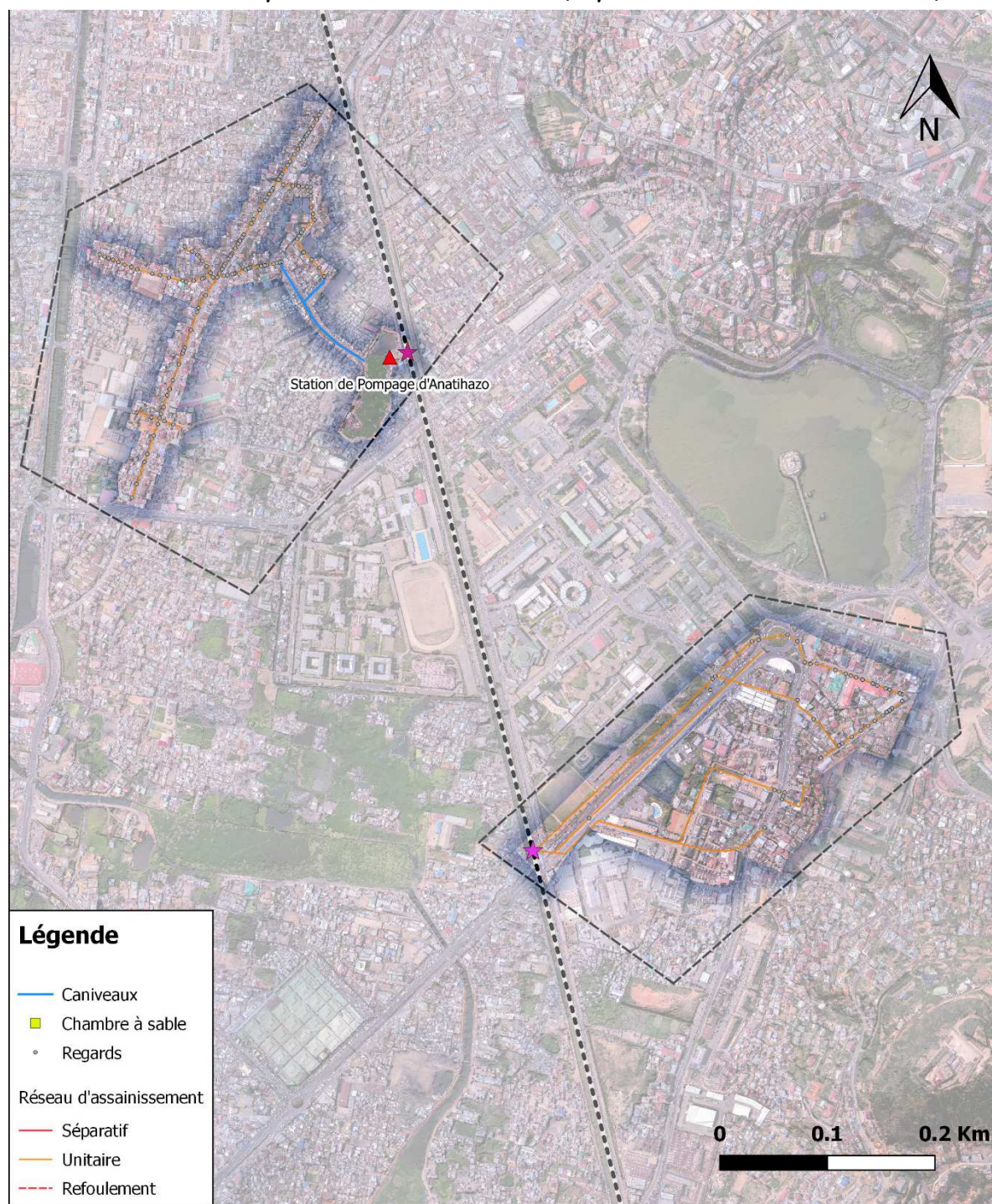
- La zone Anatihazo est composée d'un réseau unitaire qui draine ses eaux usées vers une étendue d'eau. La station de pompage d'Anatihazo permet de refouler ces eaux vers le canal Andriantany.
- La zone Ambohijanahary collecte ses eaux usées par un réseau unitaire qui s'écoule de manière gravitaire jusqu'au canal Andriantany, exutoire de la zone.

Caractéristiques

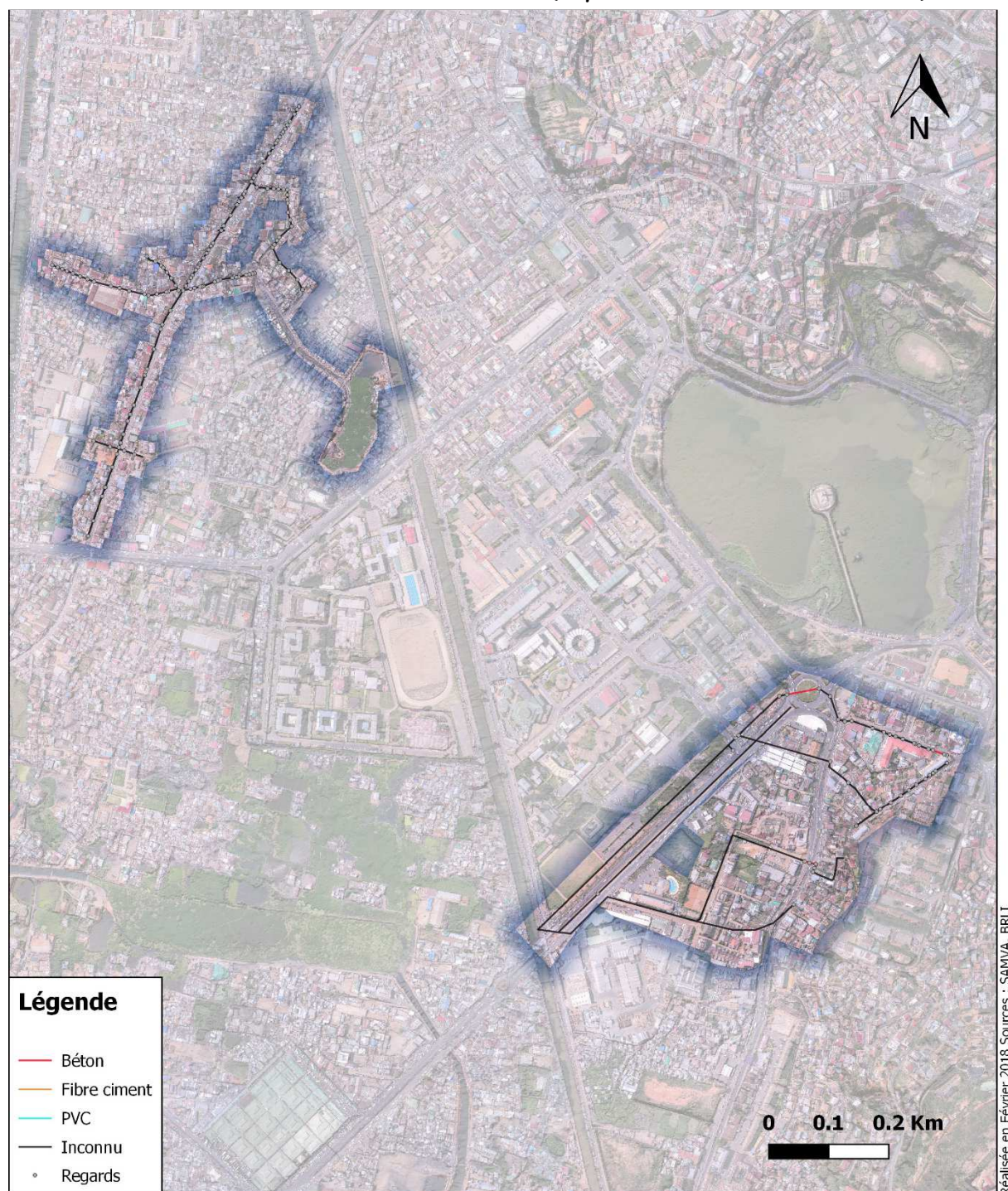
Les matériaux utilisés pour les canalisations de ce secteur sont majoritairement inconnus. Néanmoins, les quelques matériaux de canalisation connus sont principalement du béton.

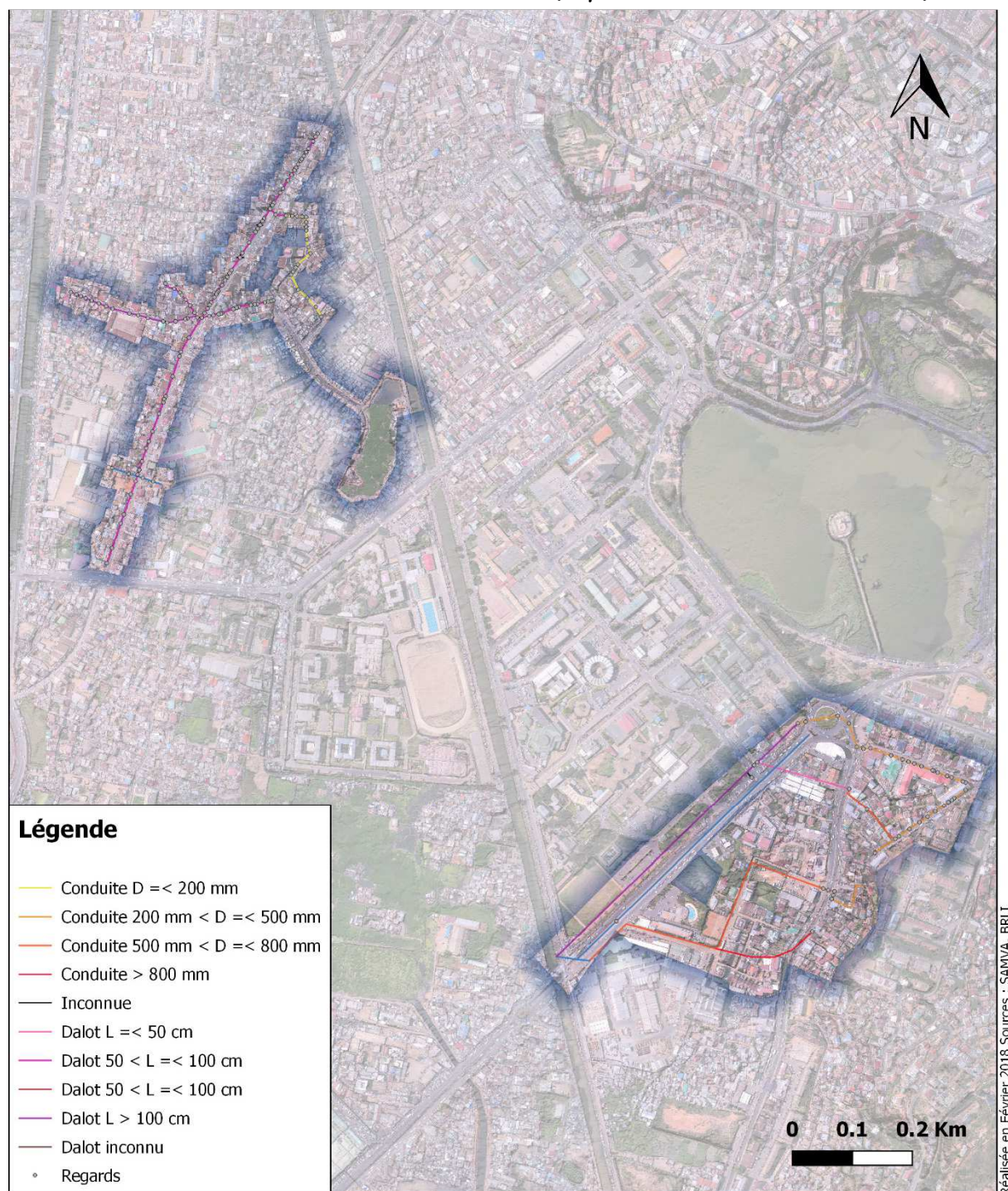
Concernant les dimensions :

- La zone Anatihazo est constituée principalement de dalots compris entre 50 et 100 cm.
- La zone Ambohijanahary est composée de conduites circulaires de diamètre supérieur à 500 mm au niveau des habitations avant de rejoindre un dalot compris entre 50 et 100 cm qui évacuera les eaux vers le canal Andriantany.

Carte 100: Description du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRLI

Carte 101 : Matériaux du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

Carte 102: Dimensions du réseau du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

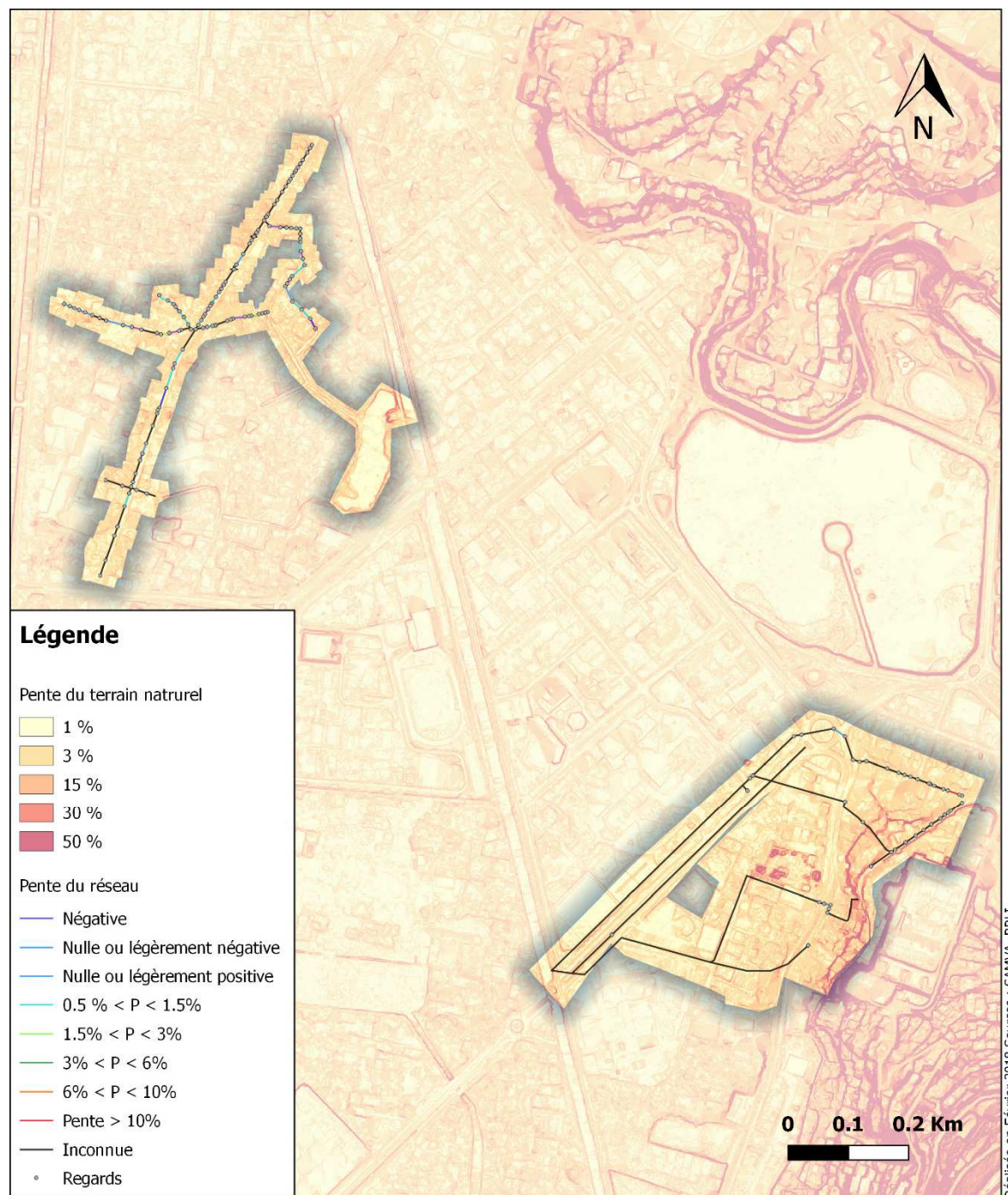
ADEQUATION DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF AUX CARACTERISTIQUES DU TERRAIN

Pente du réseau

Au niveau de la zone Anatihazo, les pentes sont très faibles voire nulles. Ceci s'explique par une pente du terrain naturel très faible car la zone se situe en plaine.

Au niveau de la zone Ambohijanahary, les pentes du réseau sont très peu connues. Il semblerait néanmoins qu'elles soient liées à la pente du terrain naturel.

Carte 103: Pente des réseaux et du terrain naturel pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

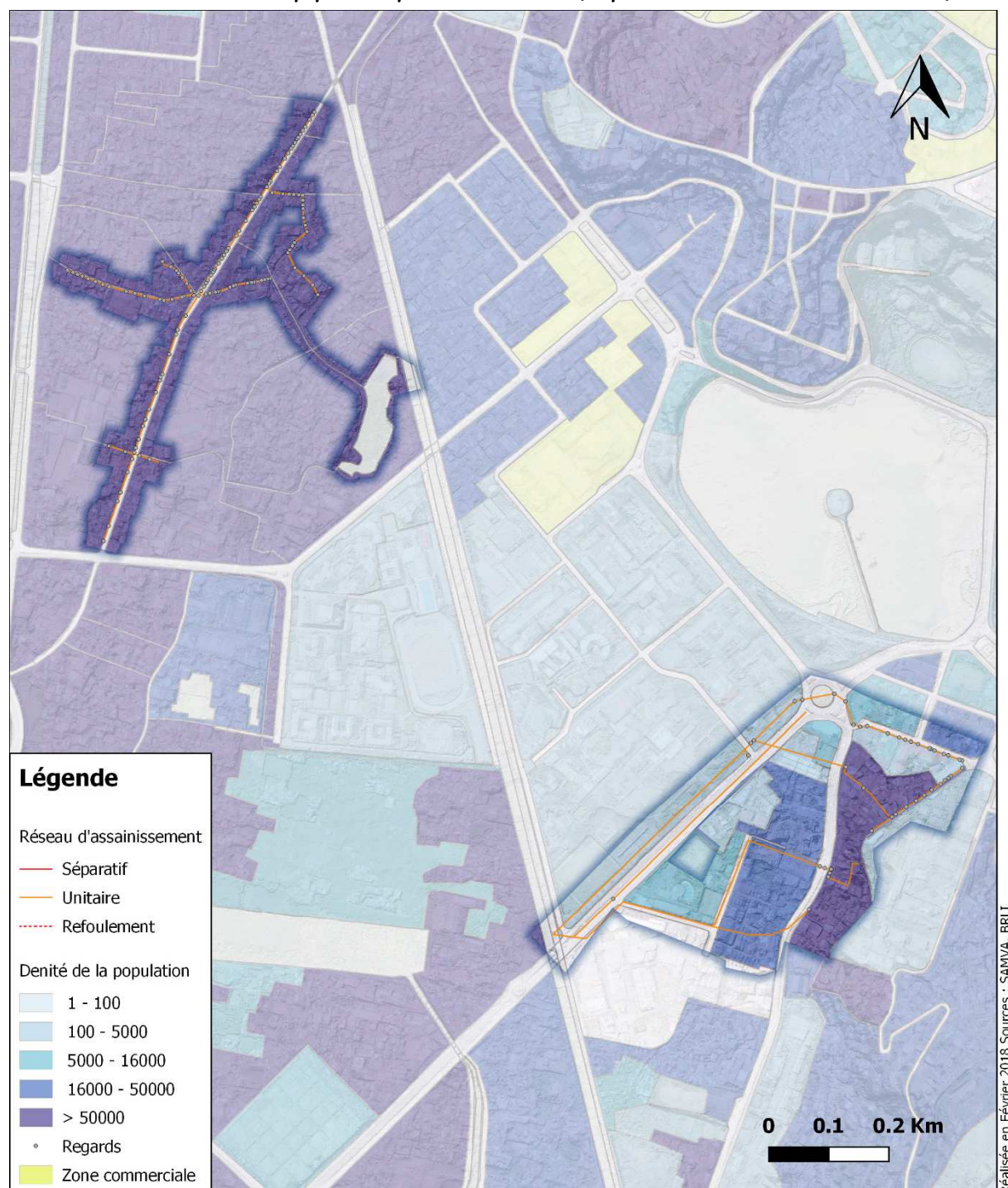


Densité de population

Au niveau de la zone Anatihazo, la population est très dense. En effet, celle-ci dépasse les 50 000 habitants/km² sur l'ensemble de la zone.

Au niveau de la zone Ambohijanahary, la population est également dense avec une partie comprise entre 16 000 et 50 000 habitants/km² et une autre supérieure à 50 000 habitants/km².

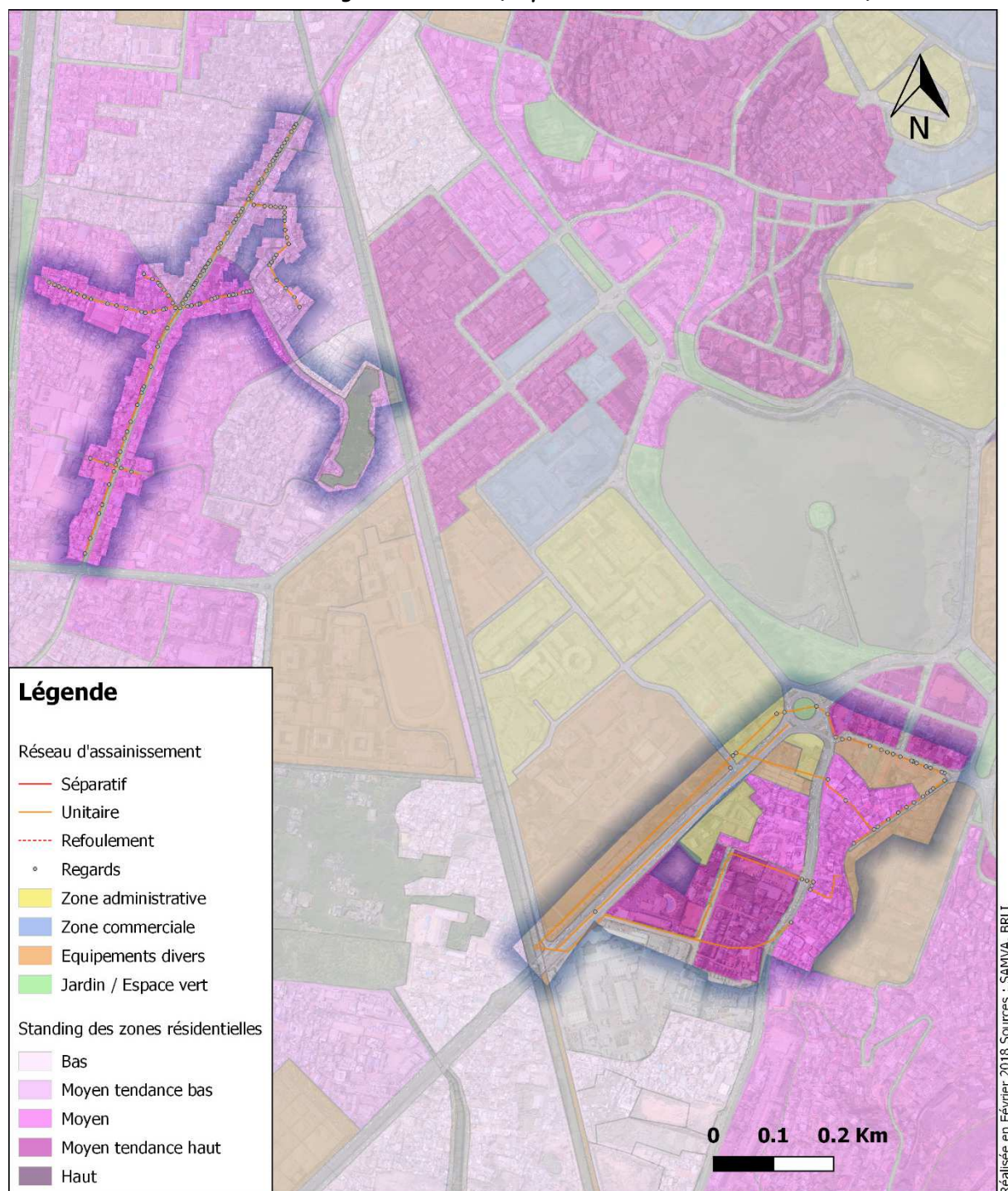
Carte 104: Densité de population pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Standing des habitations

Le standing des habitations est globalement moyen sur l'ensemble du secteur.

Carte 105 : Standing du Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



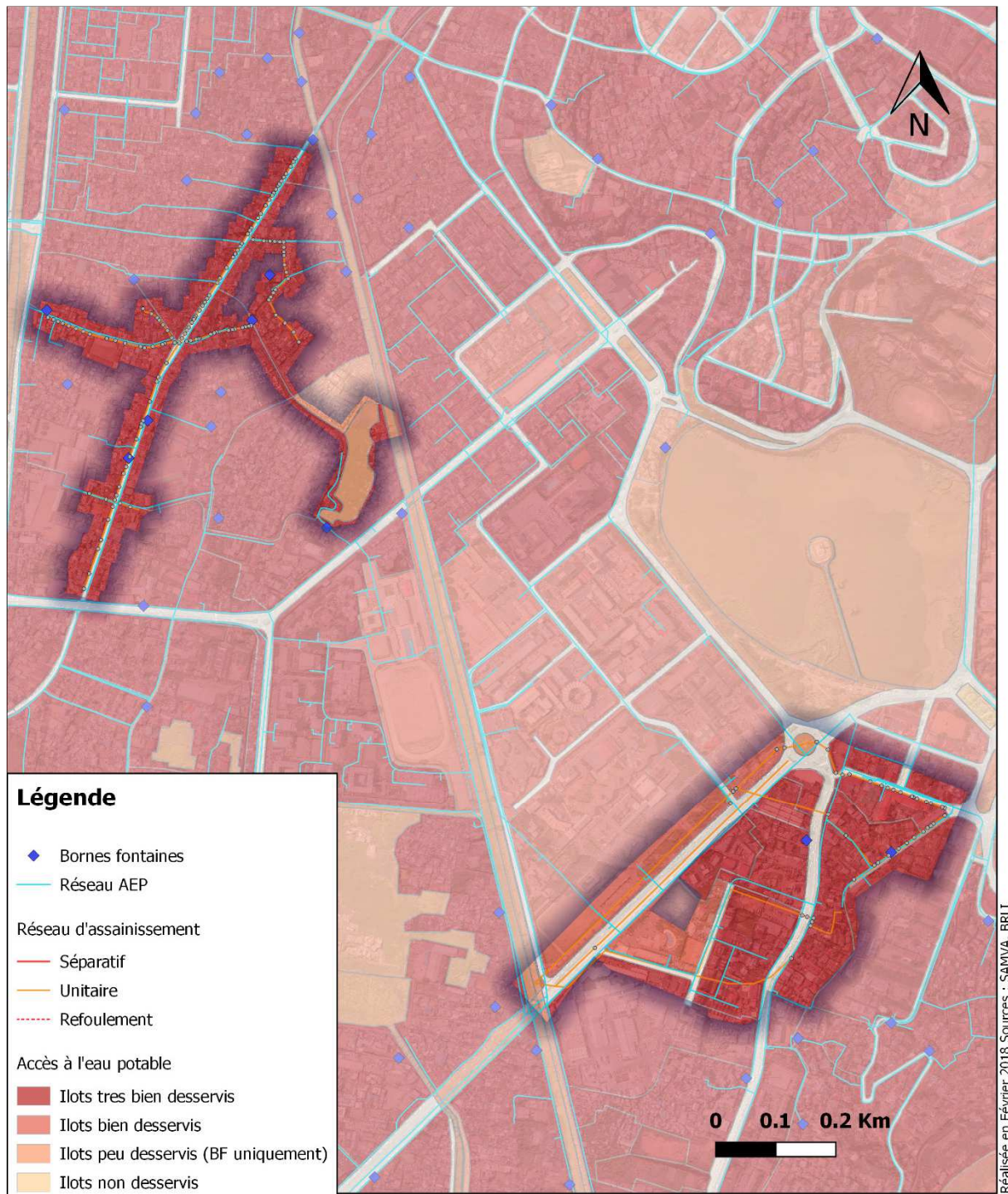
Accès et dotation en eau potable

L'ensemble du secteur, sans exception, est très bien desservi en eau potable. De plus, des bornes fontaines sont réparties sur tout le secteur.

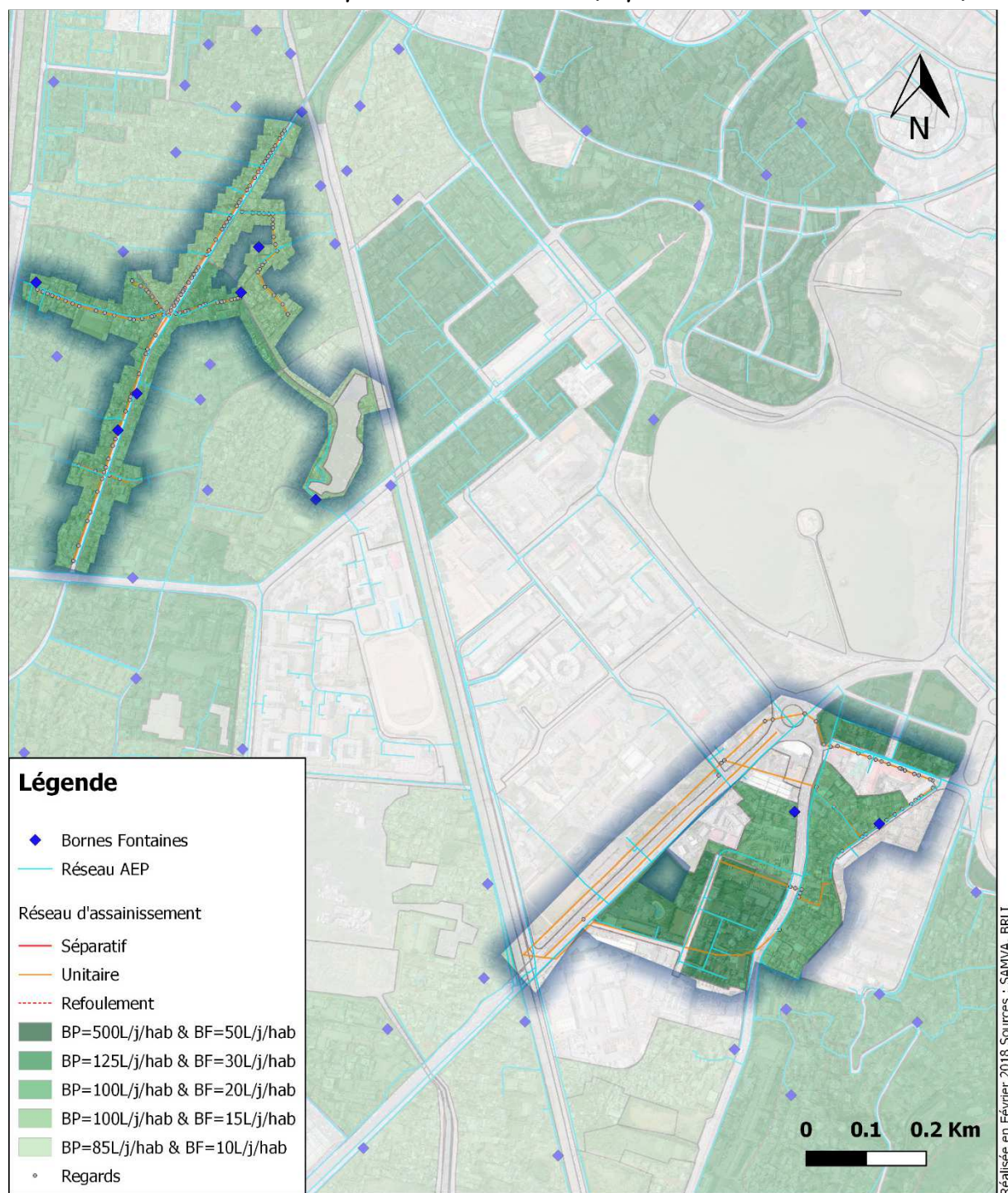
En lien avec le standing, les dotations sont :

- Plutôt moyennes au niveau de la zone Anatihazo,
- Plutôt élevées au niveau de la zone Ambohijanahary.

Carte 106 : Accès en eau potable sur le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 107 : Dotations en eau potable sur le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

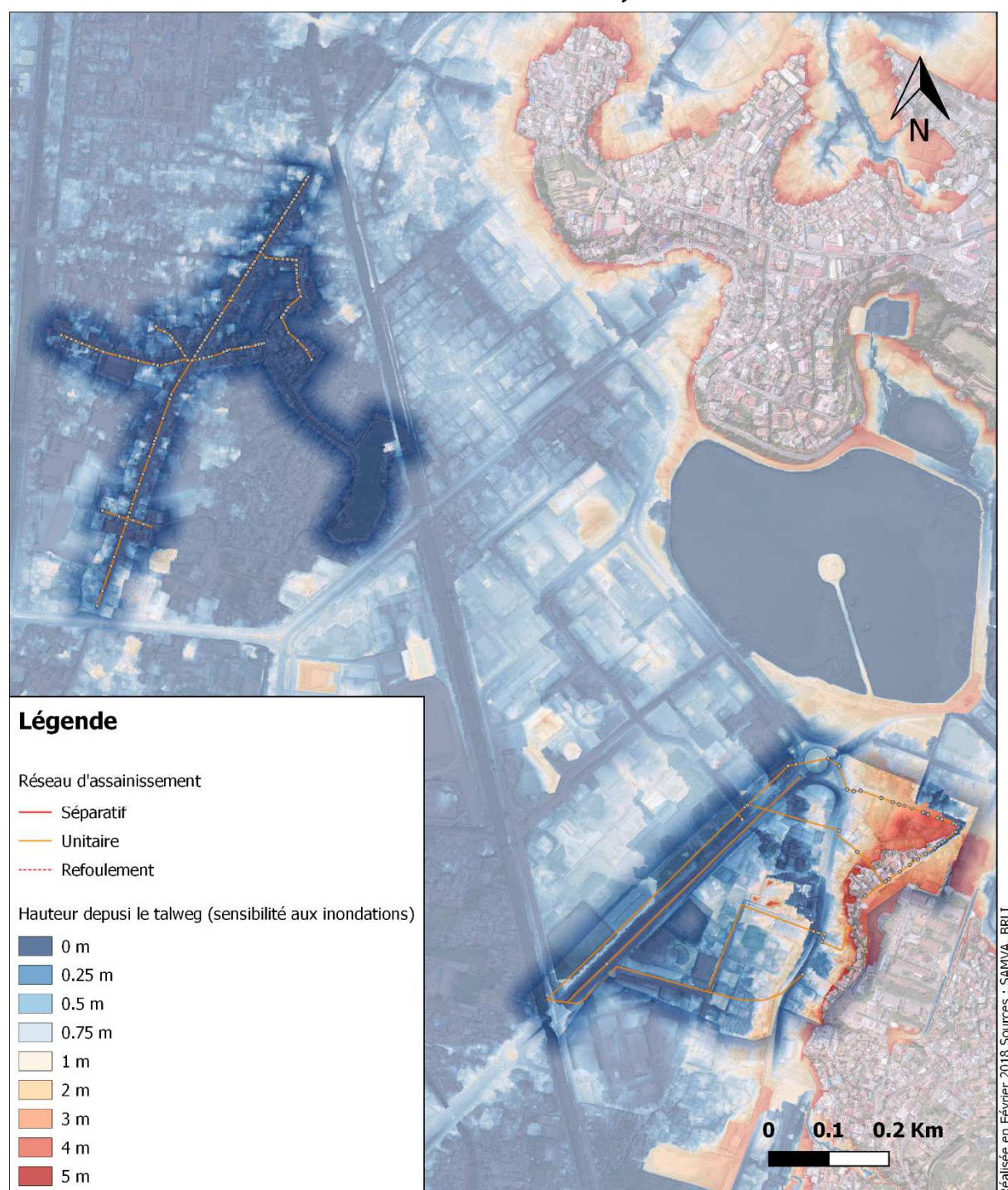


Zones sensibles aux inondations

La carte ci-après permet d'identifier les zones les plus propices aux inondations. Plus la différence de hauteur avec le talweg est faible, plus il existe un risque d'inondation. En effet, si la différence de hauteur est élevée, la période de retour des pluies devra être plus élevée pour atteindre cette hauteur.

Ainsi les zones les plus sensibles aux inondations se trouvent au niveau de la zone Anatihazo car sa hauteur est très proche du Talweg. En effet, il existe très peu de relief dans cette zone.

Carte 108: Zones du Secteur 4 où la topographie est la plus propice aux inondations (disponible en format A3 en Annexe 1)



Conclusion

Tableau 20: Adéquation du type d'assainissement aux caractéristiques du terrain pour le Secteur 4

		Secteur 4 : Autres secteurs	
Critère	Problématique	Ambohijanahary	Anatizaho
Dureté du sol	Une couche rocheuse proche de la surface rend difficile les travaux de creusement, et augmente les coûts de construction. Les mini-égouts peuvent éventuellement être posés à faible profondeur pour limiter ce problème.	Potentiel affleurement rocheux au nord est de la zone	Pas de couche rocheuse
Zone inondable	Lors d'inondations, les fosses d'ouvrages d'assainissement autonome peuvent déborder, créant des problèmes sanitaires majeurs.	Oui	Oui
Niveau des pentes du terrain naturel	Les pentes sont nécessaires dans les réseaux d'assainissement collectif, où l'écoulement des eaux usées se fait par gravité. Si les pentes naturelles sont insuffisantes, le réseau devra être creusé profondément et/ou des pompes de relevage devront être installées, ce qui augmentera les coûts d'investissement et de fonctionnement.	<1%	<1%
Densité de population	L'assainissement collectif n'est pas une solution pertinente pour les zones de faible densité, que ce soit d'un point de vue technique ou financier. A contrario, en milieu de forte densité, l'assainissement non collectif pose des défis en termes de pollution et de disponibilité d'espace	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km²	Densité des zones résidentielles > 16 000 hab/km²
Disponibilité d'espace dans le quartier pour installer les équipements de traitement	Un réseau d'assainissement collectif aboutit à un exutoire qui concentre toutes les eaux collectées par le réseau. Il est nécessaire de traiter les eaux usées à leur sortie du réseau.	Pas d'espace	Pas d'espace
Existence de services d'évacuation des eaux pluviales, de gestion des déchets solides et de revêtement des rues	Le bon fonctionnement d'un service d'assainissement collectif est dépendant du fonctionnement de ces autres services. Le revêtement des rues protège le réseau de l'écrasement, l'enlèvement des déchets solides réduit le risque de bouchons et l'évacuation des eaux pluviales évite de saturer le réseau et d'y déposer des quantités importantes de sédiments.	Oui	Oui
Niveau de consommation d'eau	Un réseau d'égouts ne peut pas fonctionner sans des volumes minimaux d'eaux usées, car il existe un risque de colmatage en cas de volumes trop faibles. L'assainissement autonome ne requiert pas de forte consommation d'eau.	Très bien desservis en eau potable	Très bien desservis en eau potable
Conclusion	Le type d'assainissement est-il bien adapté au secteur?	L'assainissement collectif semble adapté. Il existe cependant une forte contrainte au niveau du traitement des eaux usées car l'espace disponible est très limité.	

Adapté

Adapté avec contraintes

Pas adapté

DESORDRES RENCONTRES

Tableau 21 : Désordres rencontrés sur les réseaux du Secteur 4

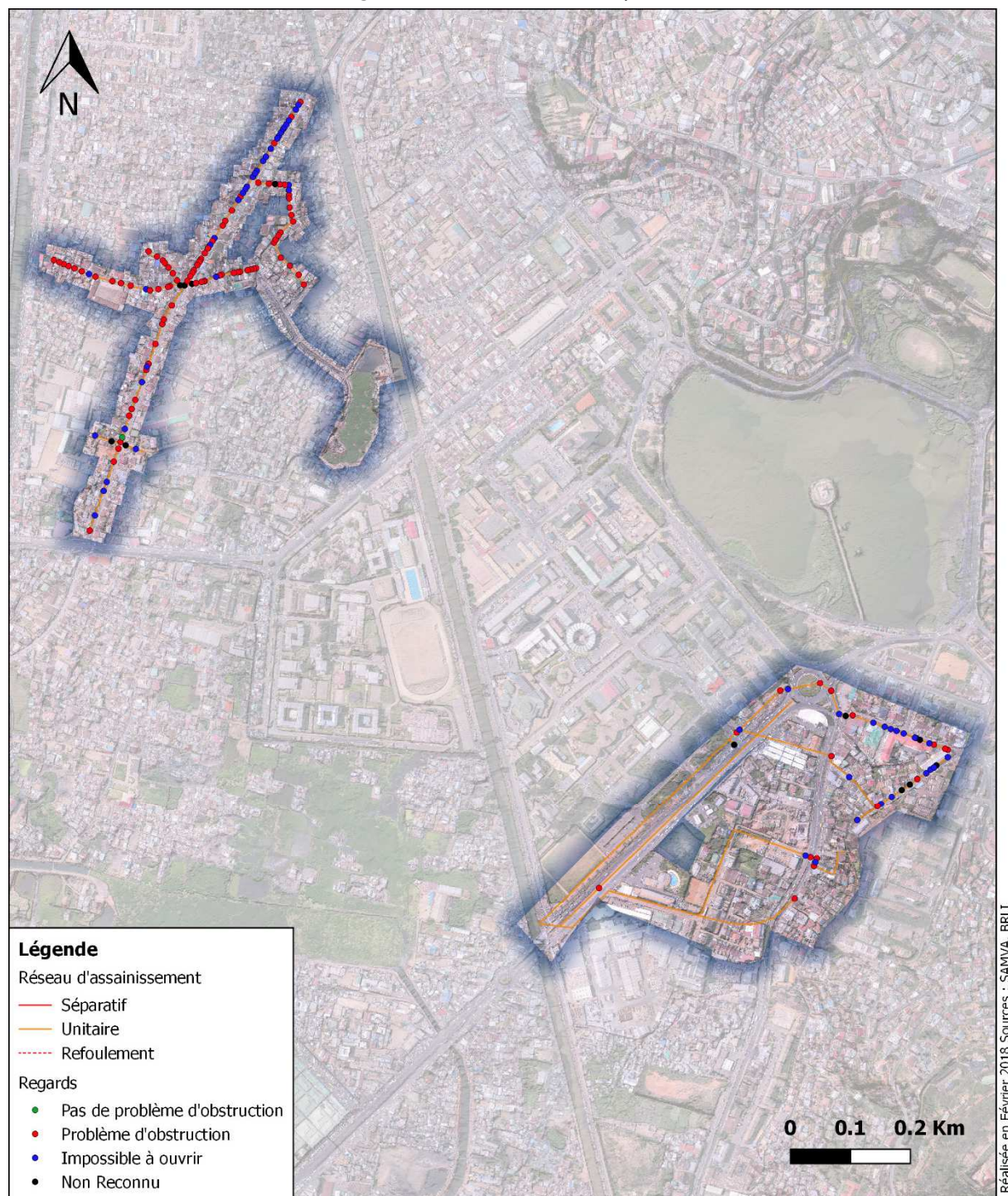
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordres structurels	Pente des réseaux	Pente faible (inférieure à 0,5%)	54,77% (449/820 m) du linéaire des canalisations identifiées. Localisés sur l'ensemble du secteur.	Topographie du terrain.	Vitesses faibles qui favorisent le phénomène de sédimentation et affectent négativement le phénomène d'autocurage du réseau.	Risque d'obstruction du réseau Diminution de la capacité de transit et mise en charge du réseau. Nécessité d'un entretien préventif et curatif régulier pour assurer le bon fonctionnement du réseau.
			Pente forte (supérieure à 6%)	3,89% (32/820 m) du linéaire des canalisations identifiées. Localisés principalement sur les collines de la zone Ambohijanahary.	Topographie du terrain.	Fortes vitesses d'écoulement.	Détérioration des canalisations par abrasion.
		Profondeur des réseaux	Profondeur faible (inférieure à 1m)	46,16% (1 291/2 795 m) du linéaire des canalisations identifiées . Localisés sur l'ensemble du secteur.	Défaut de conception.	Couverture du réseau faible	Risque de rupture, écrasement ou détérioration de la canalisation par la charge routière.
			Profondeur forte (supérieure à 3m)	Aucune canalisation identifiée se trouve à plus de 3m de profondeur.	Topographie du terrain. Défaut de conception.	Infiltration dans les réseaux en cas de mauvaise étanchéité dans les secteurs concernés par une nappe haute (zones situées dans la plaine notamment).	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	15,66% (26/166) des regards non ouverts étaient inaccessibles. 73,08% (19/26) des regards inaccessibles sont scellés. 11,54% (3/26) des regards inaccessibles sont sous chaussée. 3,85%(1/26) des regards inaccessibles sont effondrés. 11,54% (3/26) des regards inaccessibles sont sous une construction. Ensemble du secteur concerné.	Regard scellé, Effondrement du regard, Regard dans enceinte privée, Regard sous chaussée, Construction sur le regard.	Inaccessibilité du réseau.	Impossibilité d'exploiter le réseau.
		Défaut du tampon	Absence de tampon	1,1% des regards du secteur ne possède pas de tampon (3/166). Localisés sur l'ensemble du secteur.	Détérioration par des tiers, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Tampon fissuré	45,78% (76/166) des regards du secteur souffrent de ce désordre. Localisés sur l'ensemble du secteur.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE		DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Désordre structurel	Défaut de Génie Civil des regards	Absence de cunette	7,07% (7/99) des regards ouverts du secteur ne possèdent pas de cunette. Ce défaut est localisé uniquement sur la zone Ambohijanahary.	Défaut de conception et/ou de réalisation.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Echelons abimés	1,01% (1/99) des regards ouverts du secteur présentent des échelons abimés. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Accès au regard perturbé.	Difficulté d'exploitation.
			Raccord défectueux	9,09% (9/99) des regards ouverts du secteur présentent un raccord défectueux. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages.	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Ovalisation	1,01% (1/99) des regards ouverts du secteur présentent ce désordre. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut de conception, Défaut de réalisation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Défaut d'étanchéité	Cassure	43,43% (43/99) des regards ouverts du secteur possède une cassure. L'ensemble du secteur est concerné.	Défaut de réalisation, Défaut d'exploitation, Vieillessement des ouvrages	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
			Présence de racines	1,01% (1/99) des regards ouverts du secteur sont affectés par une pénétration de racines. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut d'exploitation	Infiltration d'eau du fait d'une mauvaise étanchéité du réseau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).

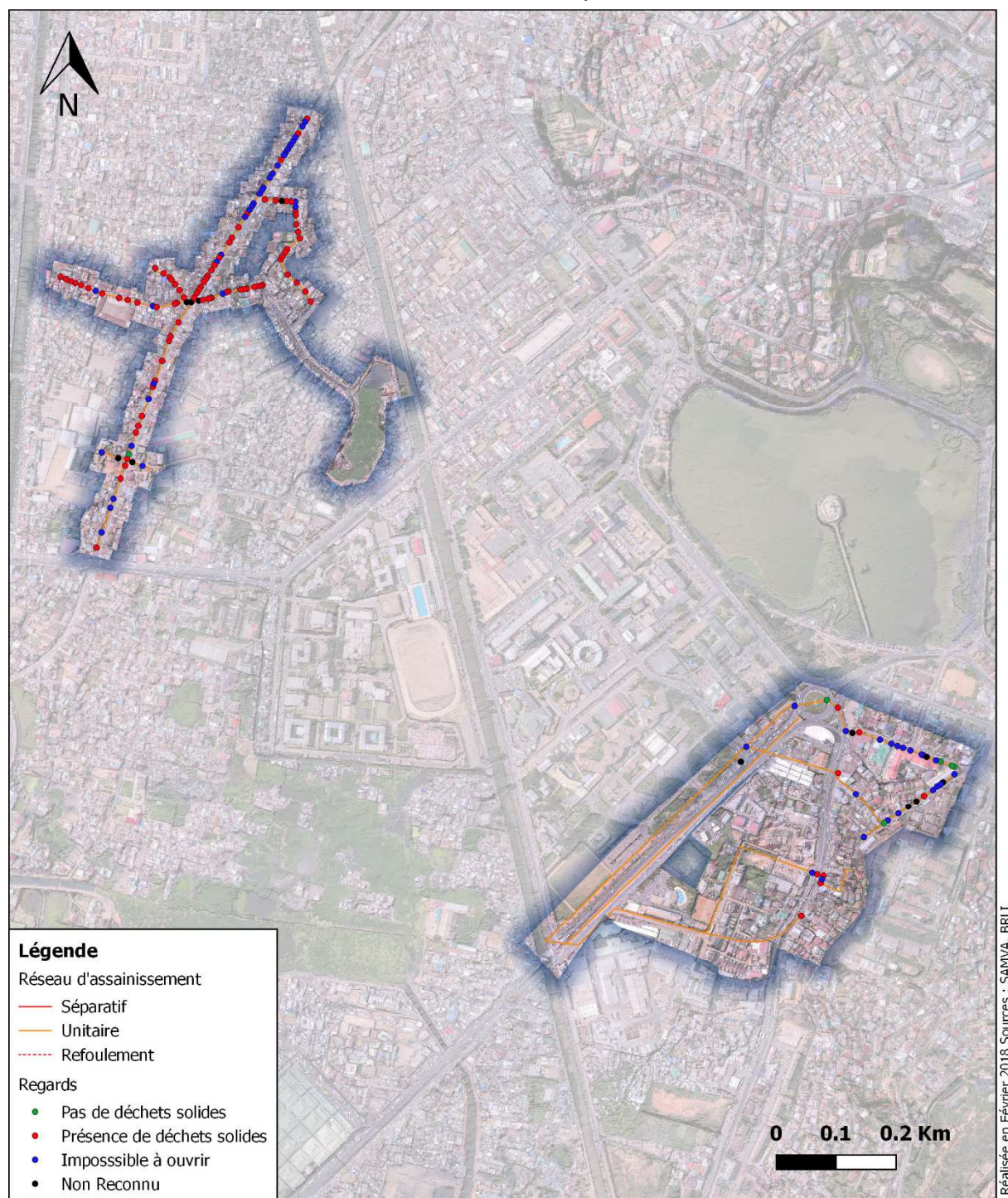
OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Réseau	Obstruction des réseaux	Dépôts de sable	24,24% des regards ouverts du secteur sont concernés par ce désordre (24/99). 24,49% des regards obstrués sont en présence de dépôts de sable (24/98). Principalement à l'ouest de la zone Anatizaho.	Pente du réseau faible. Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Déchets solides	93,94% (93/99) des regards ouverts du secteur sont concernés. 94,90%(93/98) des regards obstrués sont en présence de déchets solides Ensemble du secteur concerné.	Défaut d'utilisation et d'exploitation (curage non réalisé).	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Excrétas	24,24% (24/99) des regards ouverts du secteur sont concernés. 24,49% (24/98) des regards obstrués sont en présence d'excrétas. L'ensemble du secteur est concerné.	Pente du réseau faible. Défaut d'exploitation.	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
		Présence de végétation	1,01% (1/99) des regards ouverts du secteur sont concernés. 1,02% (1/98) des regards obstrués sont en présence de végétation. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Défaut de construction et d'exploitation	Obstruction Mauvais écoulement des eaux	Diminution de la capacité de transit. Mise en charge du réseau.
	Désordre fonctionnel	Présence d'eaux d'infiltration	8,08% (8/99) des regards ouverts du secteur sont affectés par une infiltration d'eau. Ce défaut est presque inexistant sur le secteur.	Mauvaise étanchéité des réseaux et des regards (Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages) Pente du réseau faible. Mauvaise étanchéité des regards et des réseaux ((Défauts de conception, Défauts de réalisation, Défauts d'exploitation, Vieillessement des ouvrages).	Infiltration d'eau.	Diminution de la capacité de transit. Surcharge des postes de refoulement (Anatizaho). Usure accélérée des collecteurs Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts (exfiltration, déversoirs d'orage).
		Ecoulement en charge	100% des regards ouverts du secteur étaient en charge (99/99). L'ensemble du secteur est charge.	Obstruction des réseaux Exutoires dans les canaux (Andriantany) obstrués par les sédiments. Stations de pompage Hors Service.	Mauvais écoulement des eaux. Débordement des réseaux.	Détérioration prématurée de la structure des ouvrages. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.

OBJET	TYPE DE DESORDRE	DESORDRE	DESCRIPTION	CAUSE	IMPACT	CONSEQUENCES
Station de pompage	Désordre structurel	Génie Civil	<u>Station de pompage d'Anatizaho:</u> <ul style="list-style-type: none">• Bon état mais ravalement général des peintures nécessaire.• L'emprise de la station n'est pas figée, les populations riveraines s'approprient les abords de l'ouvrage y compris sur les chambres de vannes ;• Au niveau des huisseries, l'ensemble des vitrages est cassé ;• La chape d'étanchéité en toiture terrasse n'assure plus son rôle.	Vieillessement des ouvrages, Défaut de réalisation.	Structure de l'ouvrage dégradée.	Salubrité et sécurité.
	Défauts équipements	Groupes électropompes Hors service	<u>Station de pompage d'Anatizaho</u> <ul style="list-style-type: none">• Seules 2 pompes sur 4 sont fonctionnelles.	Vieillessement, Défaut d'exploitation (entretien et renouvellement)	Station de pompage hors service	Réseau en charge. Impact sur la qualité du milieu naturel du fait des rejets fréquents d'effluents bruts.
Rejet	Désordre fonctionnel	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	Absence de réseaux d'assainissement d'eaux usées ou la présence de réseaux non fonctionnels à proximité d'habitations engendre les situations de rejet suivantes : <ul style="list-style-type: none">- Soit directement dans le milieu naturel (talweg et canaux en terre),- Soit dans les ouvrages d'eaux pluviales.	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.
		Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	Certains réseaux d'eaux usées sont connectés directement aux infrastructures d'eaux pluviales (caniveaux ou canaux, cours d'eau, bassin de retenue).	Défaut de réalisation.	Rejets d'eaux usées non traitées dans les ouvrages pluviaux et le milieu naturel.	Pollution du milieu naturel. Problème d'insalubrité publique.

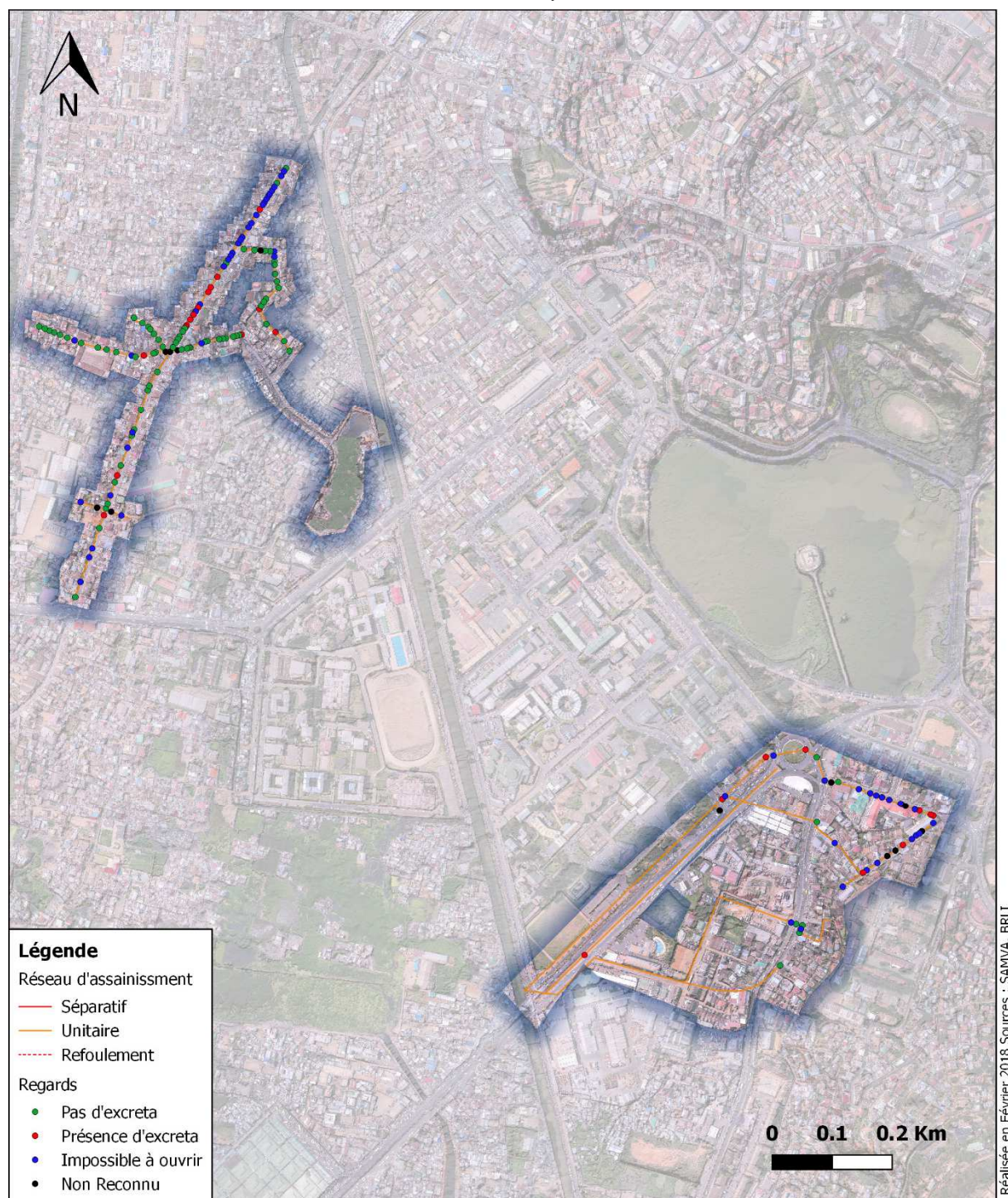
Des travaux sont en cours pour réhabiliter la station de pompage d’Anatihazo et curer le bassin tampon. La capacité nominale de la station de pompage sera portée à 1867l/s. Ces travaux prennent place dans le cadre des travaux prioritaires de première phase du PIAA. L’ensemble de ces travaux aura lieu courant 2018.

Obstruction du réseau**Carte 109 : Obstruction des regards sur le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)**

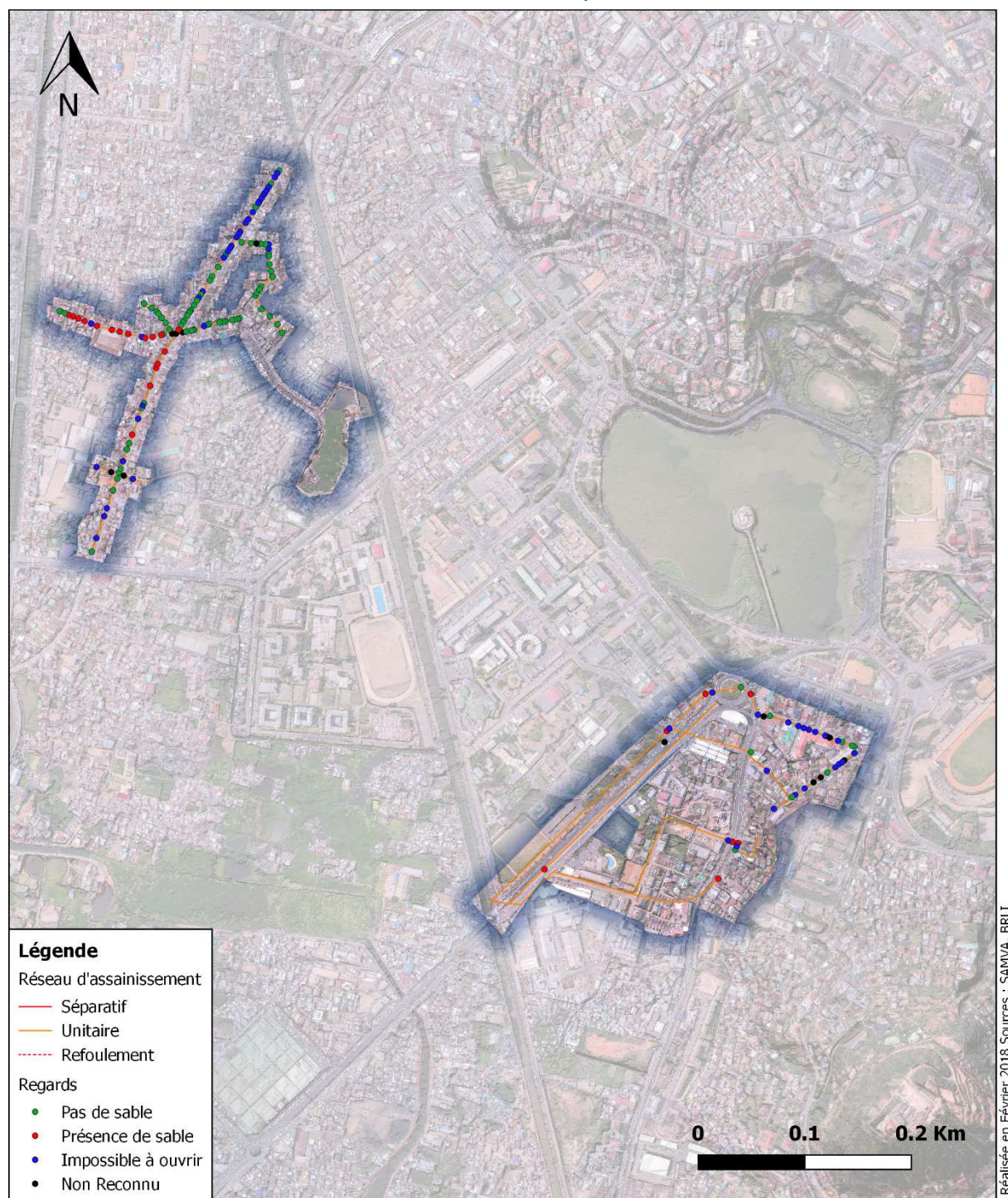
Carte 110 : Obstruction des regards par des déchets solides pour le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)



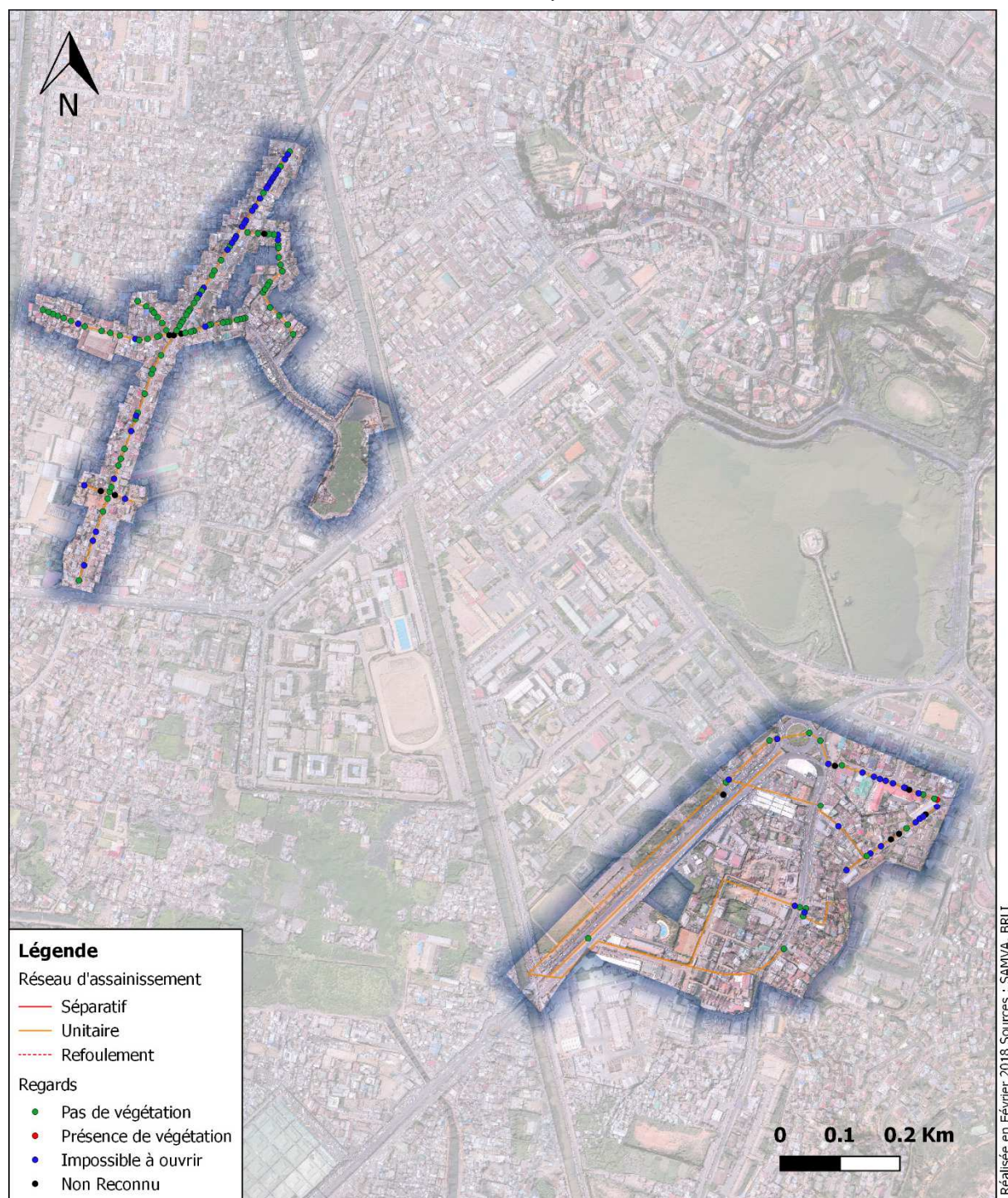
Carte 111 : Obstruction des regards par des excréta pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 112 : Obstruction des regards par des dépôts de sable pour le Secteur 4 (disponible au format A3 en Annexe 1)



Carte 113 : Obstruction des regards par la végétation pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 52: Exemple de présence de déchets (Identifiant SIG: 2372)

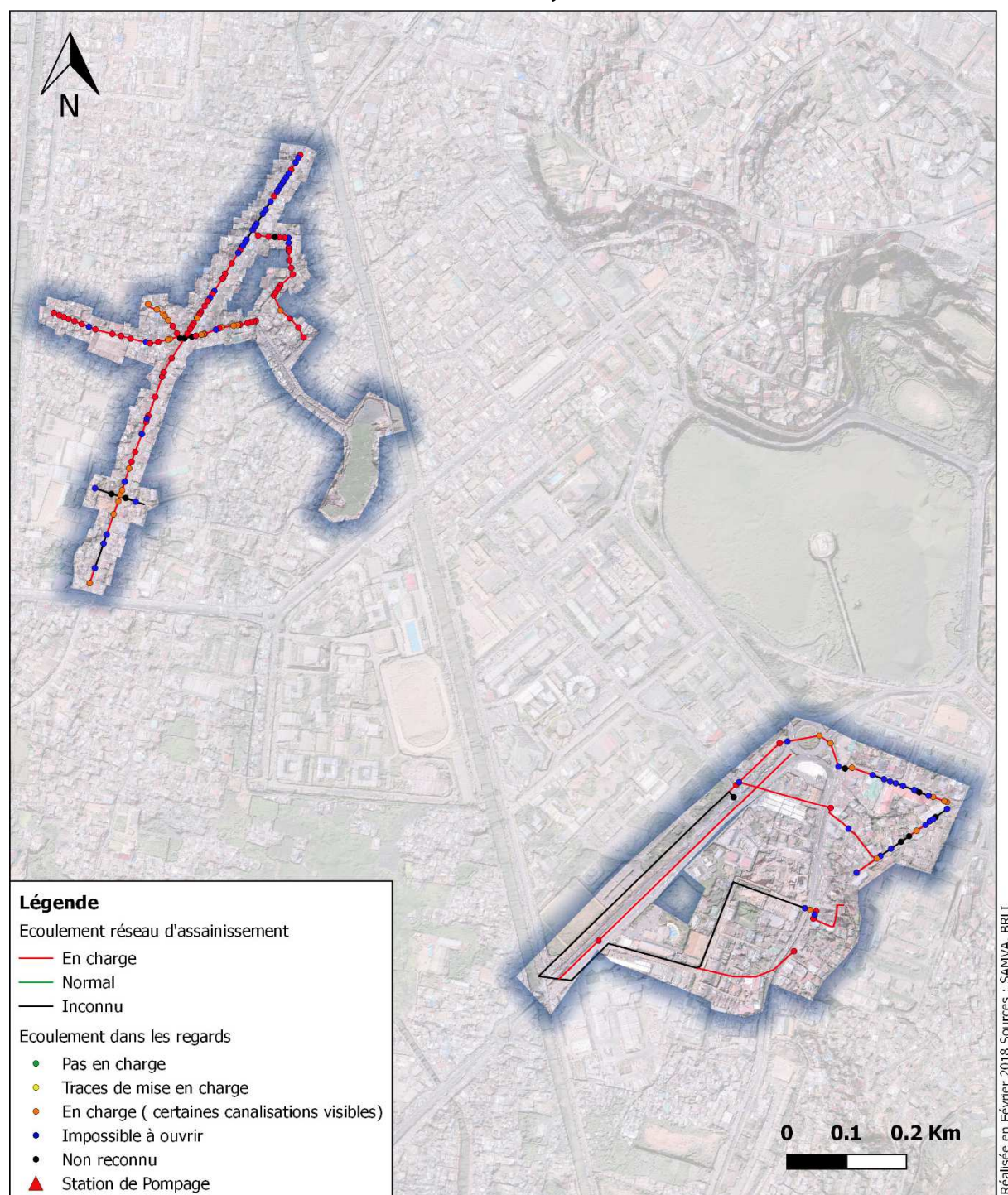


Photographie 53: Exemple de présence d'excretas (Identifiant SIG: 2312)



Ecoulement

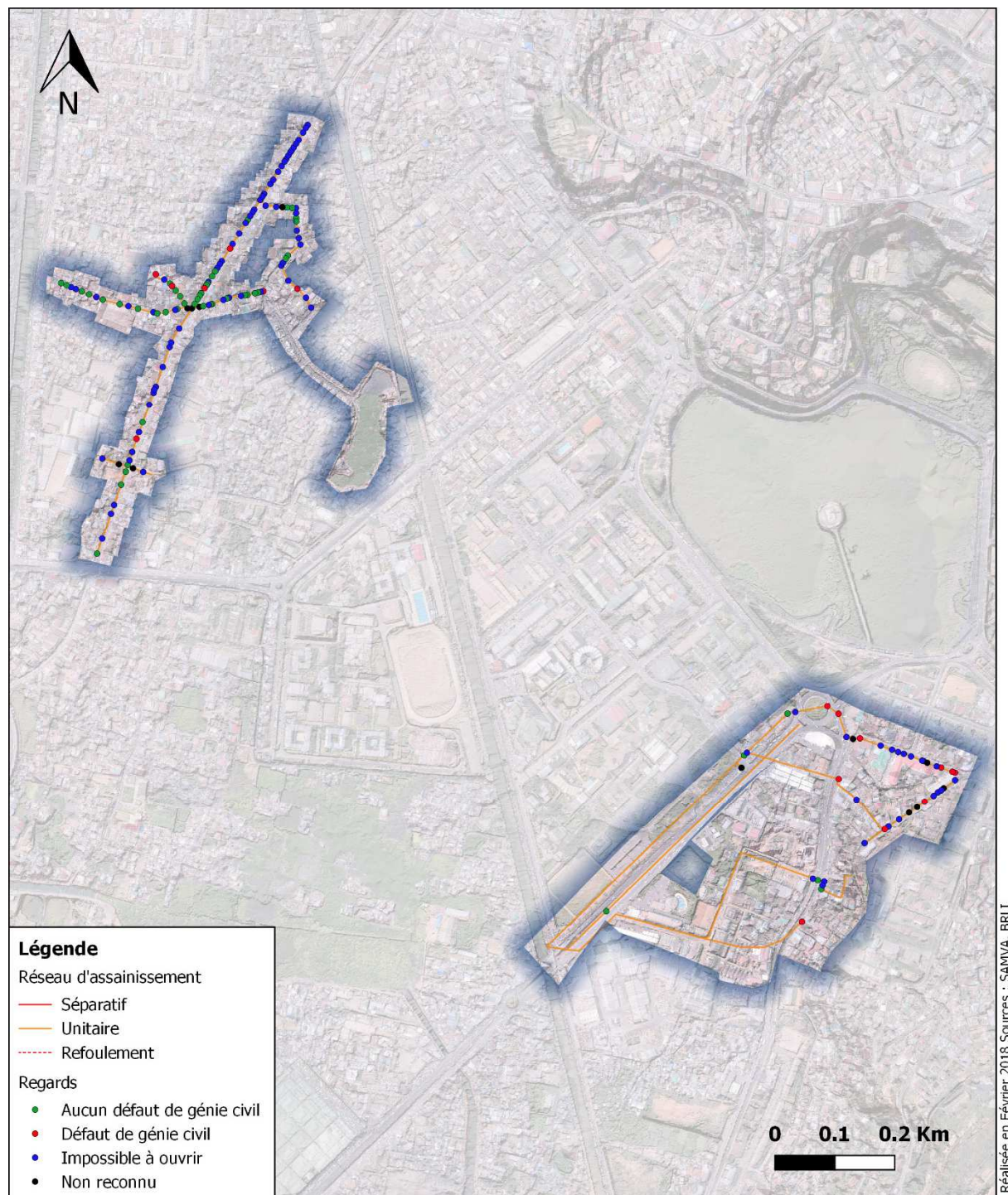
Carte 114 : Type d'écoulement dans les réseaux pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



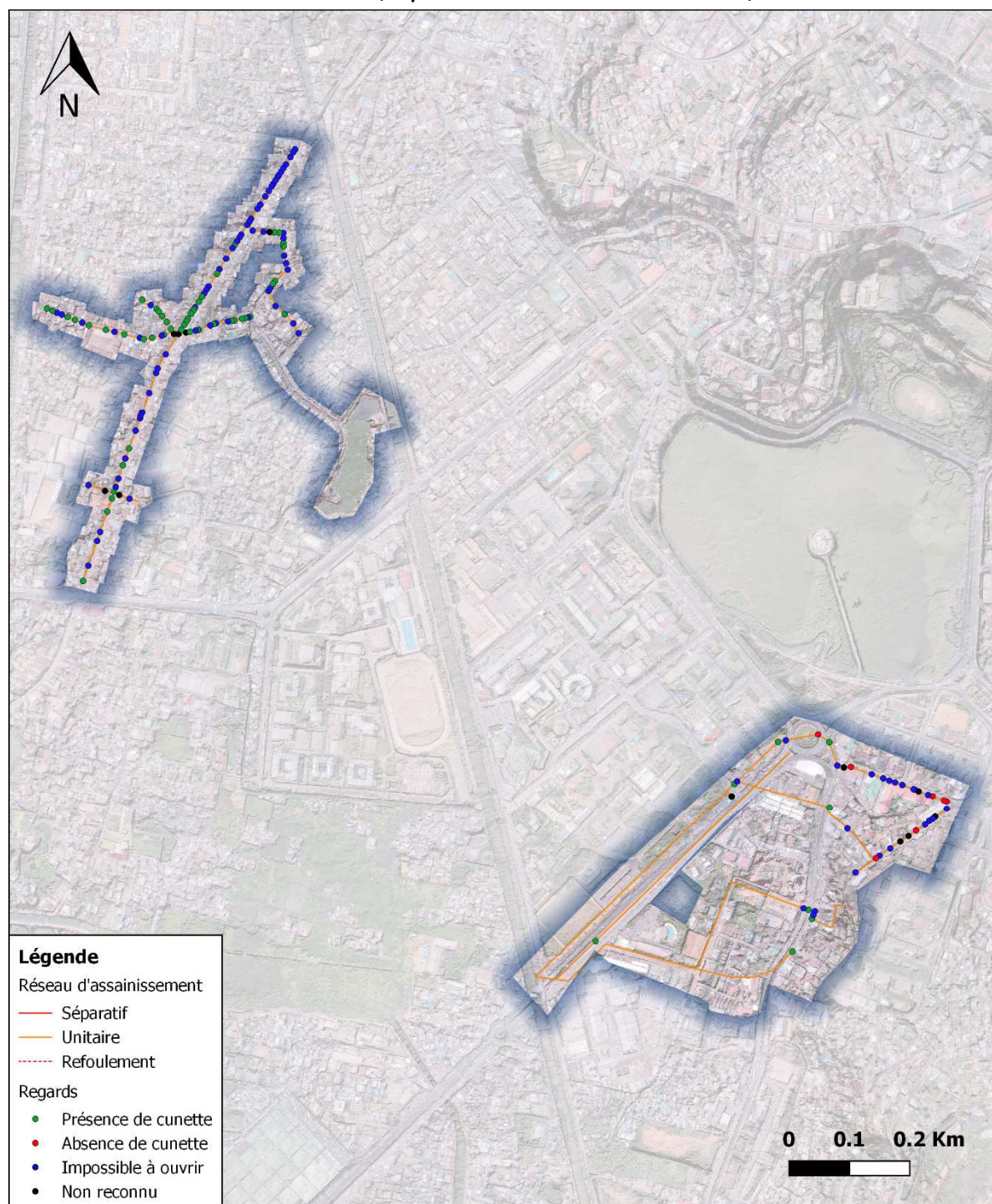
Défauts des tampons des regards

Défauts de Génie Civil

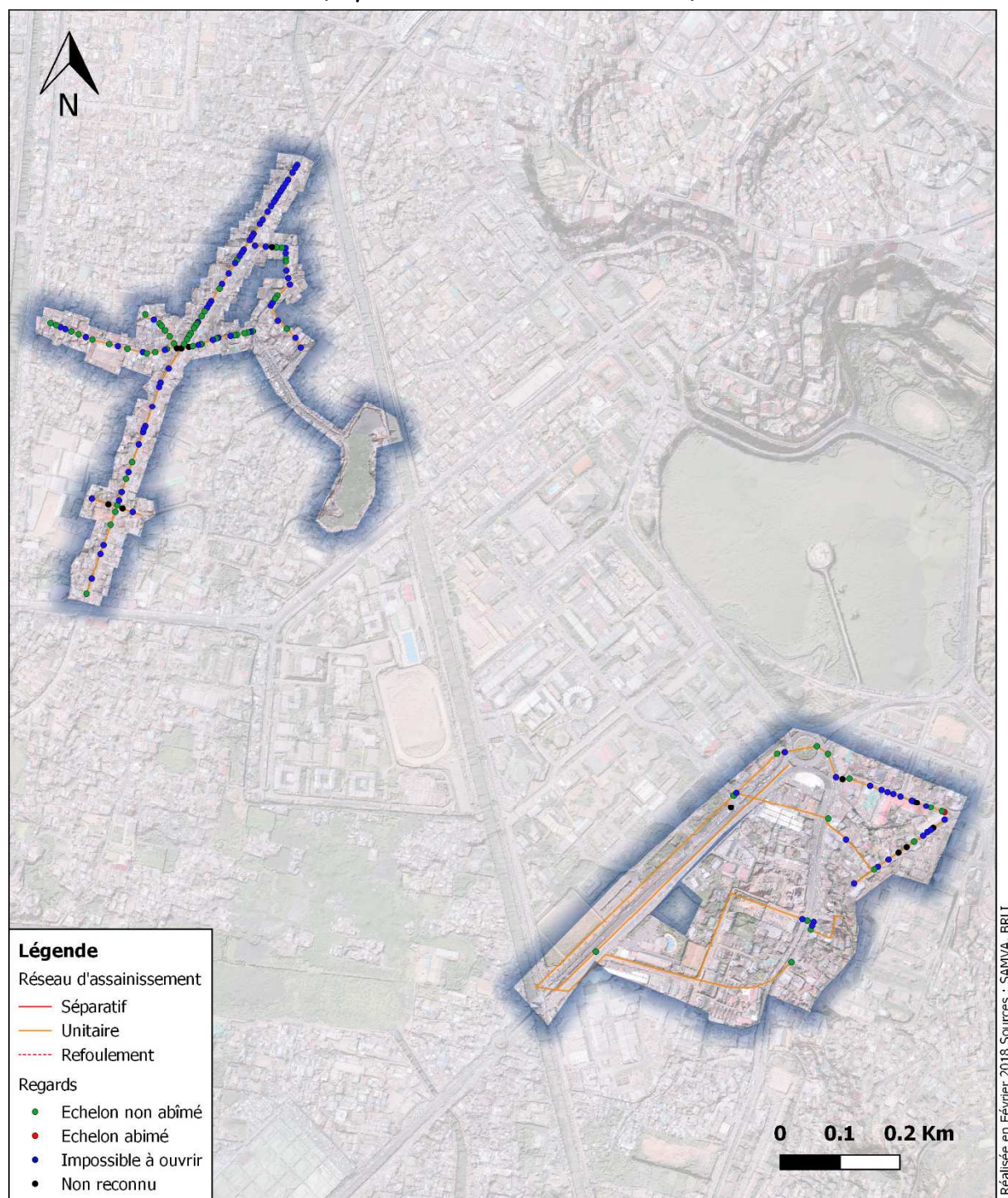
Carte 115 : Défauts de Génie Civil des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



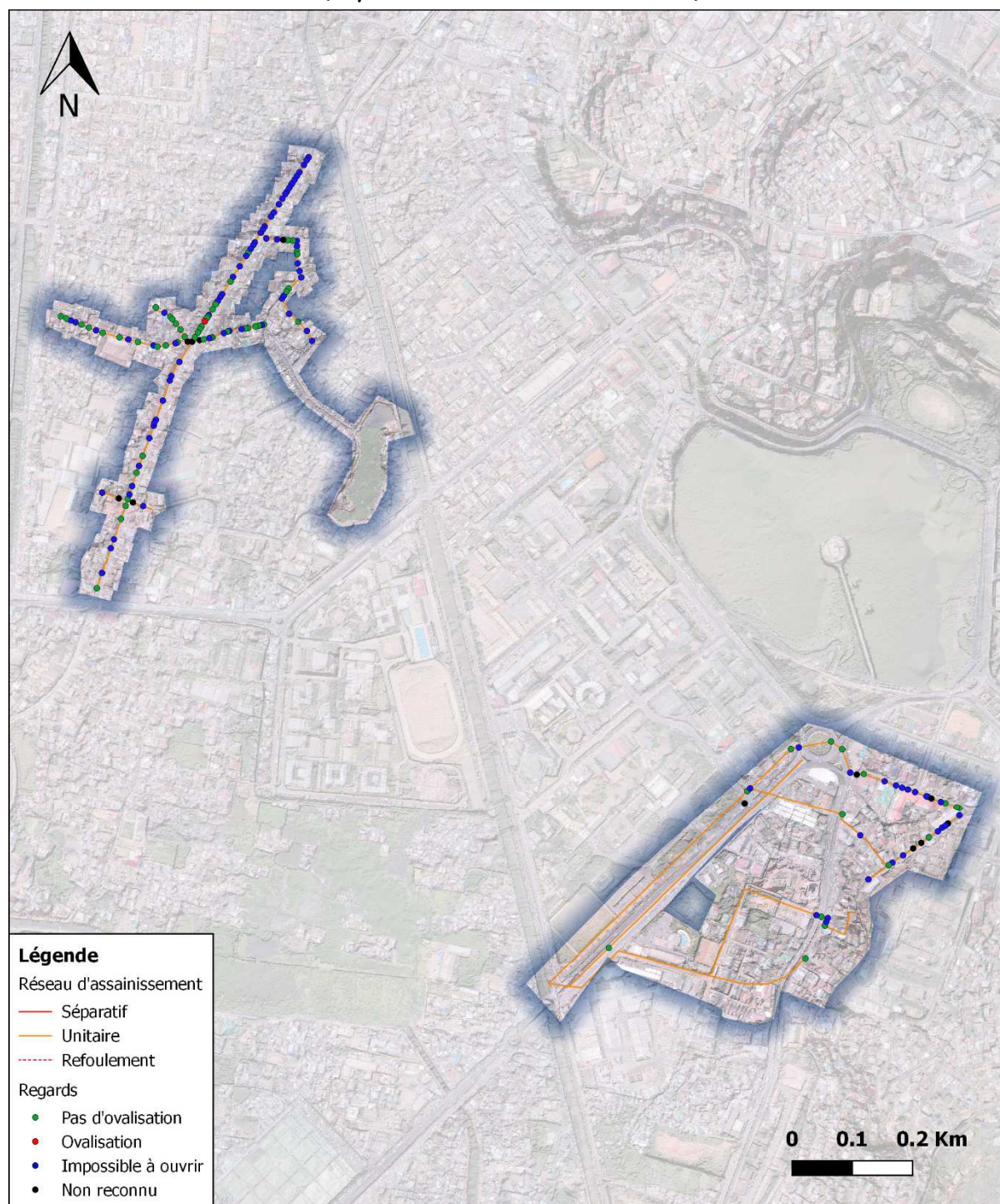
Carte 116 : Défauts de Génie Civil de type absence de cunette des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



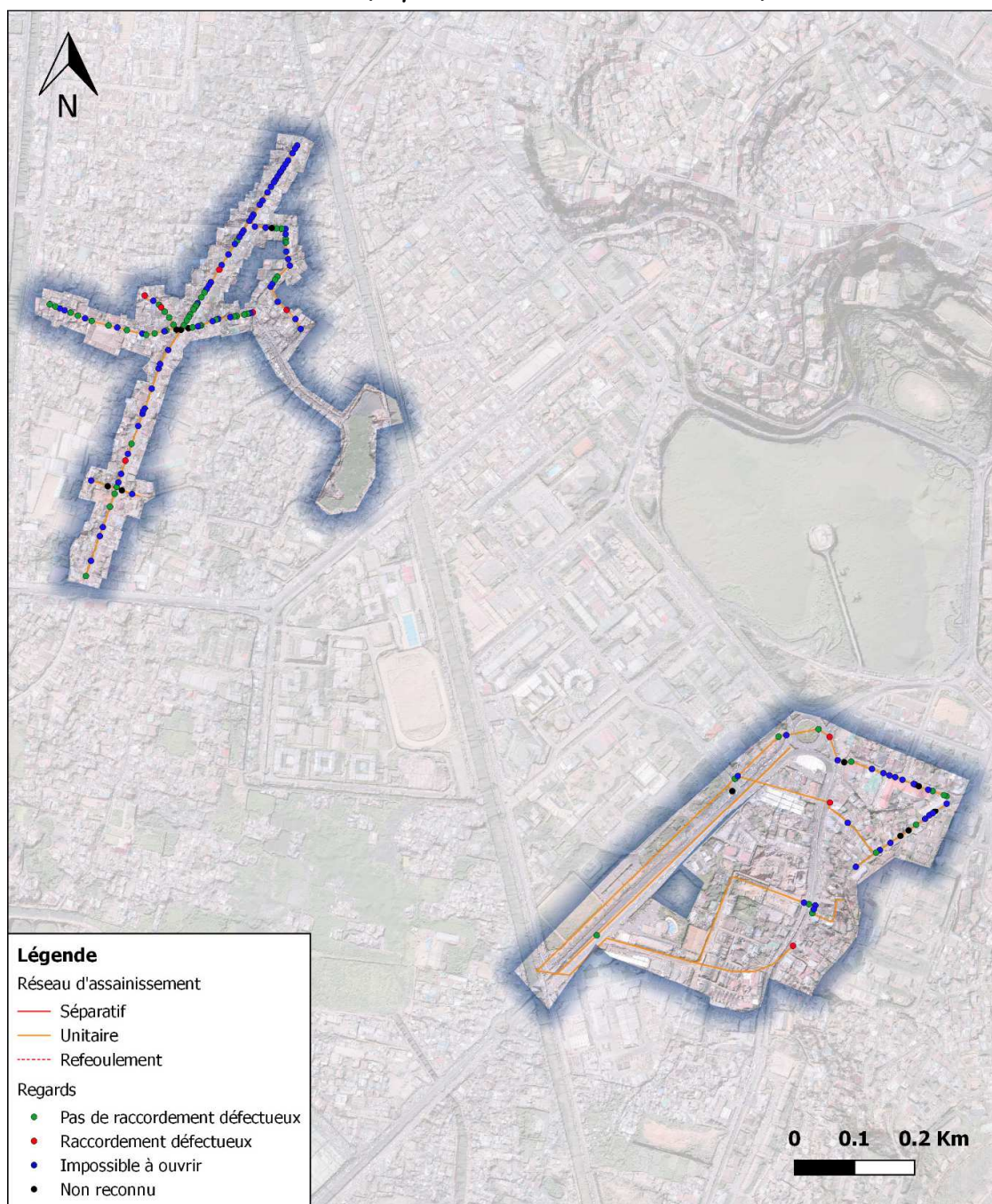
Carte 117 : Défauts de Génie Civil de type échelon abîmé des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 118 : Défauts de Génie Civil de type ovalisation des tampons des regards pour le Secteur 4
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 119 : Défauts de Génie Civil de type raccordement défectueux des tampons des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)

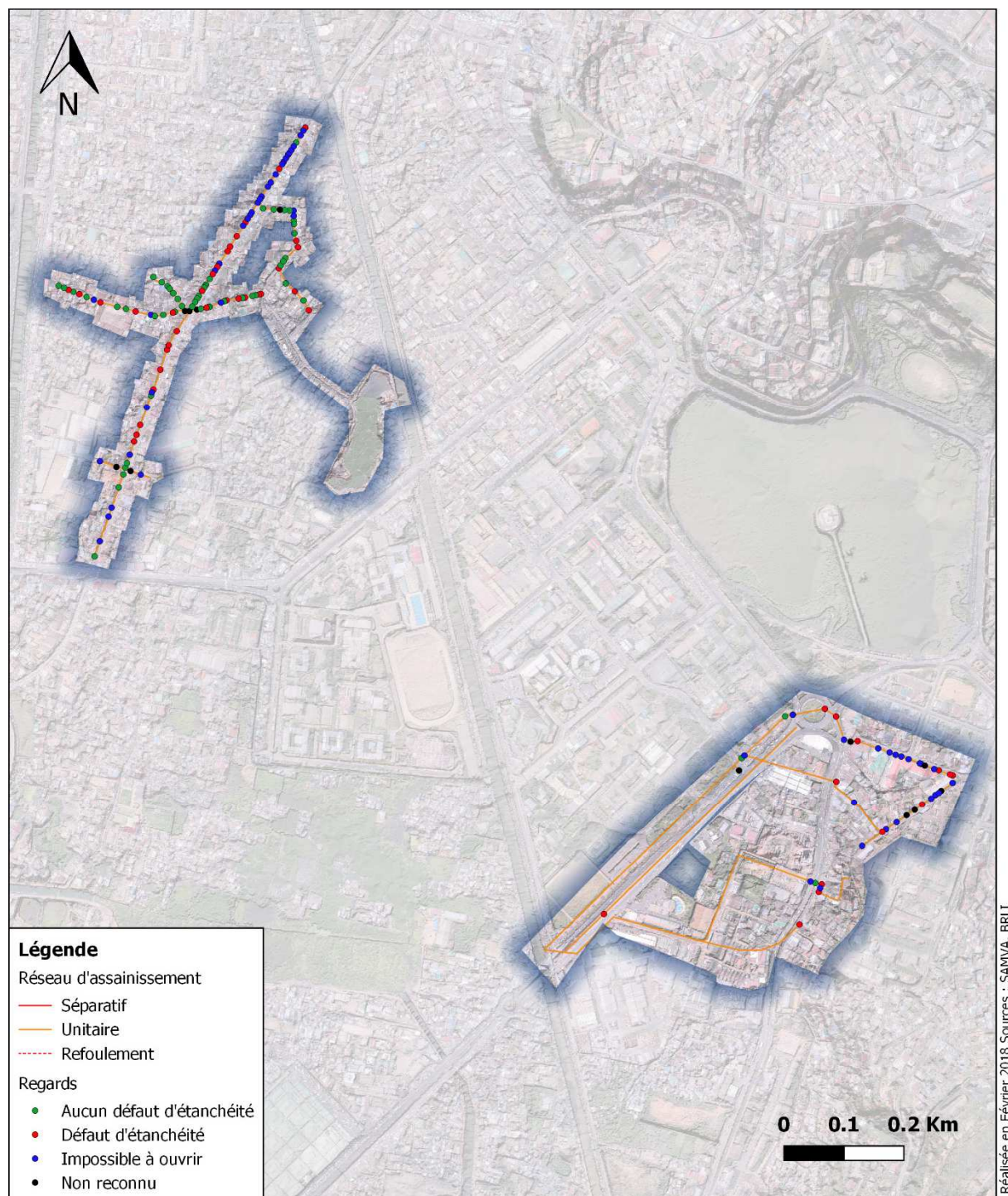


Photographie 54: Exemple de regard sans cunette (Identifiant du SIG: 1631)

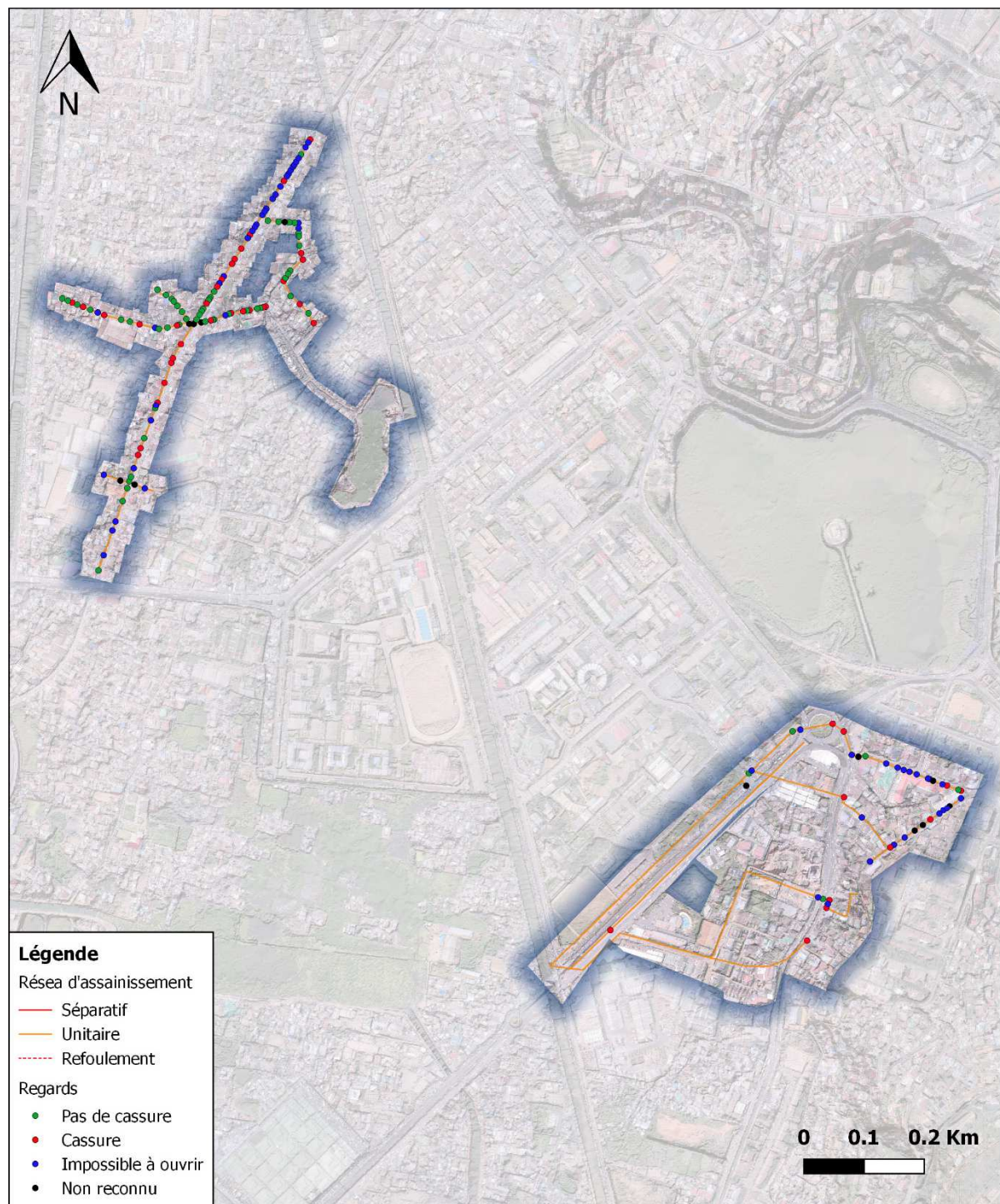


Défaut d'étanchéité

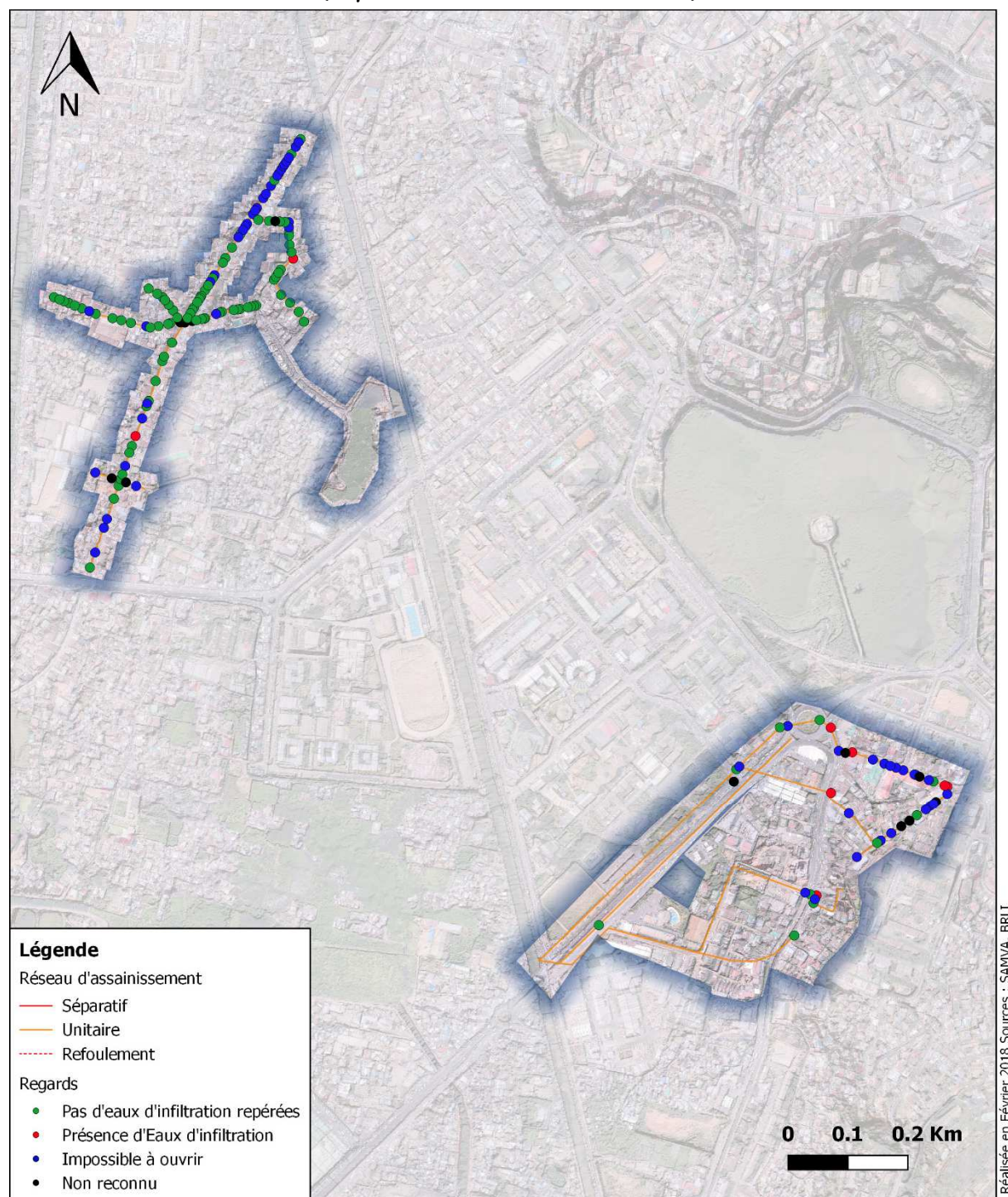
Carte 120 : Défauts d'étanchéité des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



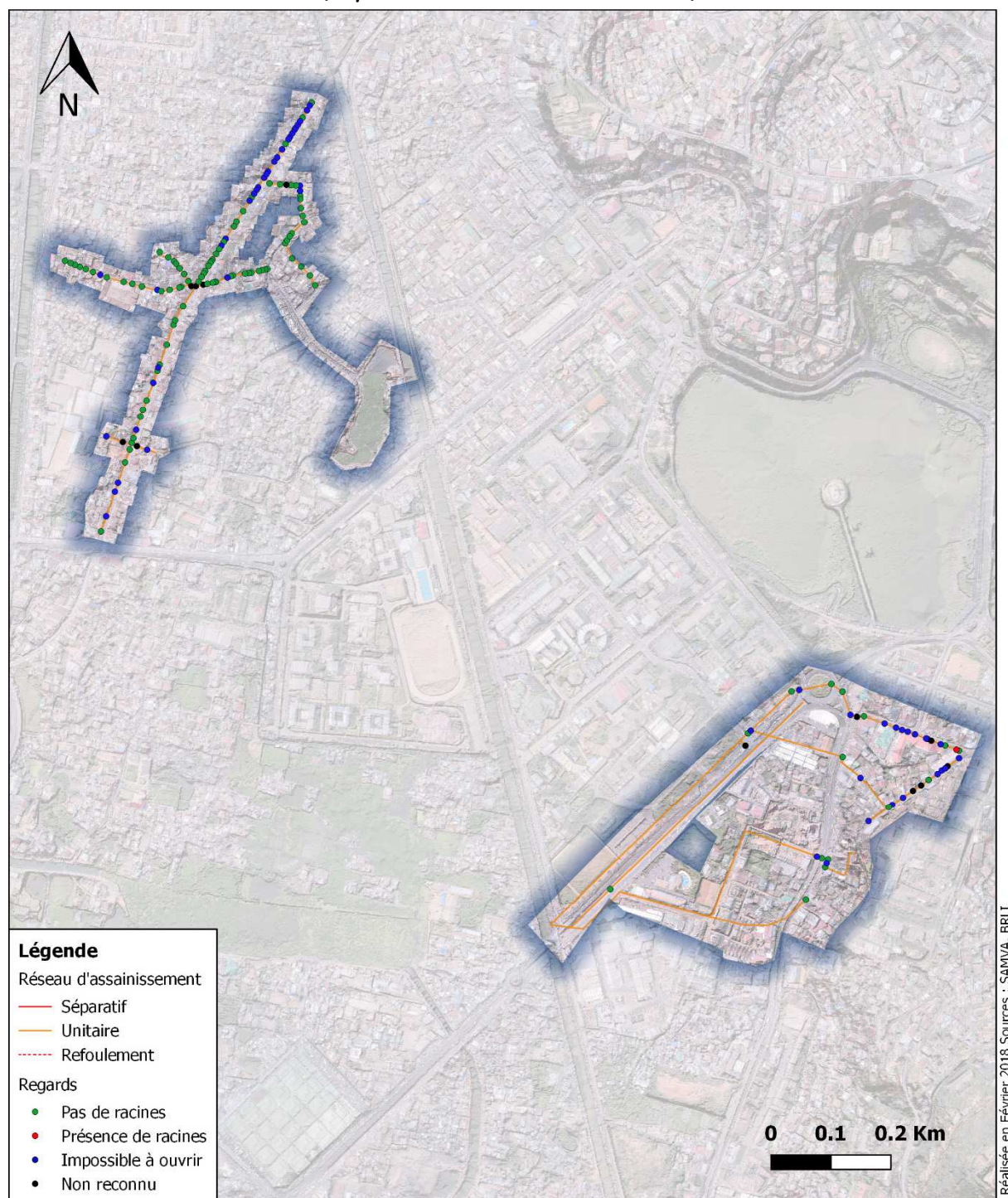
Carte 121 : Défauts d'étanchéité de type cassure des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 122 : Défauts d'étanchéité de type présence d'eaux d'infiltration des regards pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 123 : Défaits d'étanchéité de type présence de racines des regards pour le Secteur 4
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Photographie 55: Exemples de défauts d'étanchéité pour le Secteur 4

Exemple de dalle scellée (Identifiant SIG : 2117)



Exemple de regard sans tampon (Identifiant SIG : 3526)



Exemple de dalle fissurée (Identifiant SIG : 1496)

Station de relevage Anatizaho

Les eaux usées et les eaux pluviales du secteur sont acheminées gravitairement dans un bassin tampon qui se trouve dans un état d'envasement et de pollution majeur (présence de déchets solides et de débris de toute sortes) et recouvert en grande partie de jacinthes d'eau.

Photographie 56 : Vue du bassin tampon recouvert de jacinthes d'eau



Photographie 57 : Vue des 4 pertuis équipés de grilles assurant un pré-dégrillage grossier



Photographie 58 : Vue de la façade Est



Photographie 59 : Vue de l'ouvrage de rejet des 4 conduites DN400 avec couverture par dalles béton

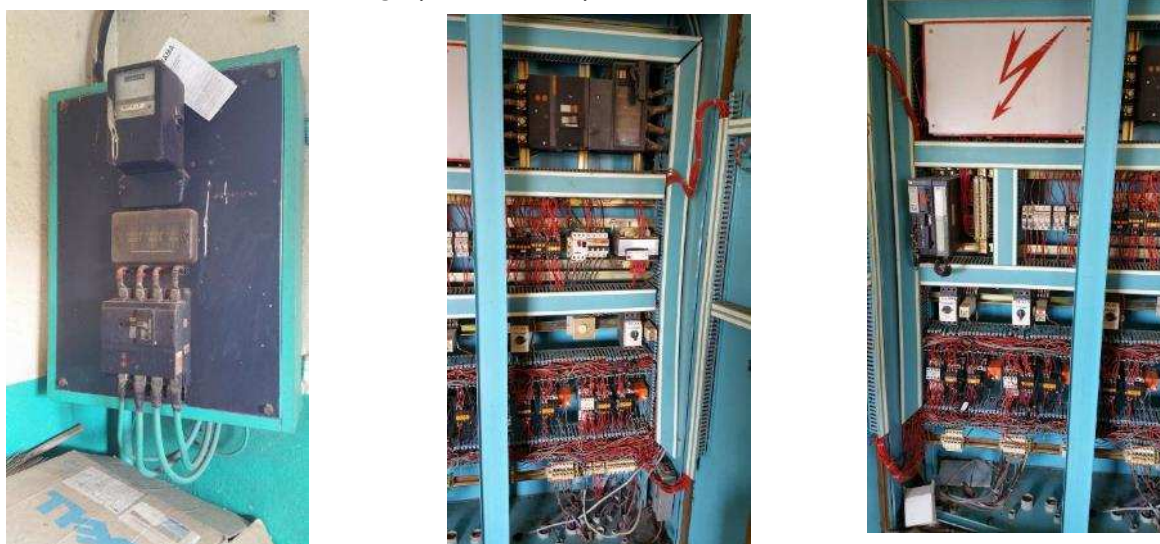


Photographie 60 : Alimentation électrique de la station



Photographie 61 : Porte d'entrée et arrivée du câble électrique aérien



Photographie 62 : Bâche d'aspiration et conduites de refoulement des pompes**Photographie 63 : Compteur et armoire électrique****Photographie 64 : Trappe d'accès aux pompes et vue générale du RDC**

RETOURS D'EXPERIENCE

Enquête ménage

L'enquête réalisée auprès des ménages a permis de déterminer le mode de déversement des eaux vannes sur le secteur :

- Zone Anatihazo : dans des fosses non étanches et s'infiltrant sur place ou dans des fosses étanches se déversant dans un puisard d'infiltration.
- Zone Ambohijanahary : principalement dans des fosses étanches se déversant dans un puisard d'infiltration.

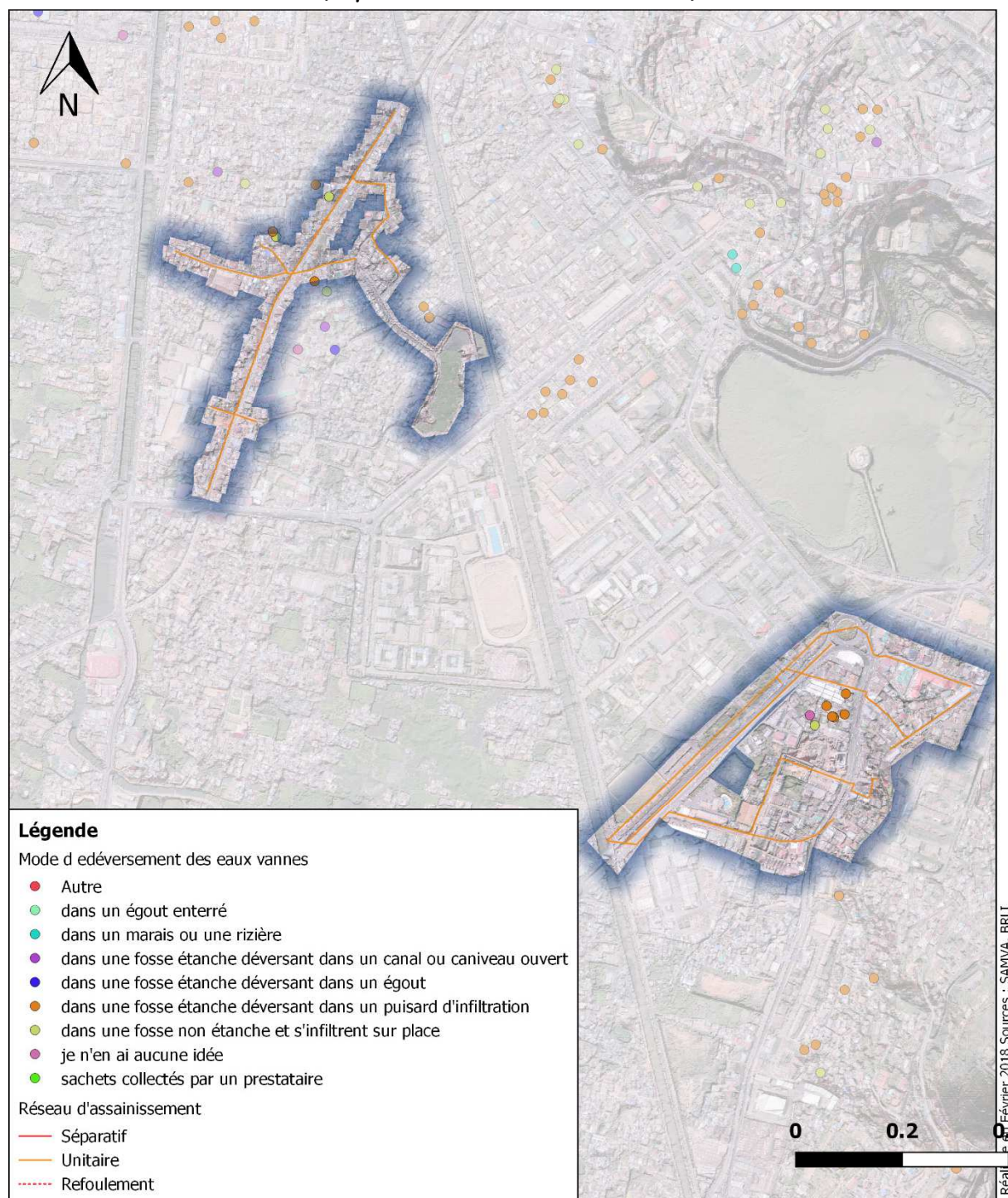
Dans ce secteur, toutes les habitations enquêtées se situent à proximité d'un réseau d'assainissement unitaire. Cependant, aucun ménage n'a indiqué rejeter directement ses eaux vannes dans un égout. Il est donc probable que les ménages n'utilisent pas le réseau d'assainissement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent.

Cette enquête montrent également que les eaux grises (lessive, vaisselle, douche,...) sont évacuées majoritairement dans des fossés ou des caniveaux dans la rue. Le réseau d'assainissement n'est donc pas utilisé, probablement dû à son dysfonctionnement (encombrement, réseau en charge) comme évoqué dans le paragraphe précédent. L'enquête précise que les ménages interrogés sont satisfaits de l'évacuation de leurs eaux grises.

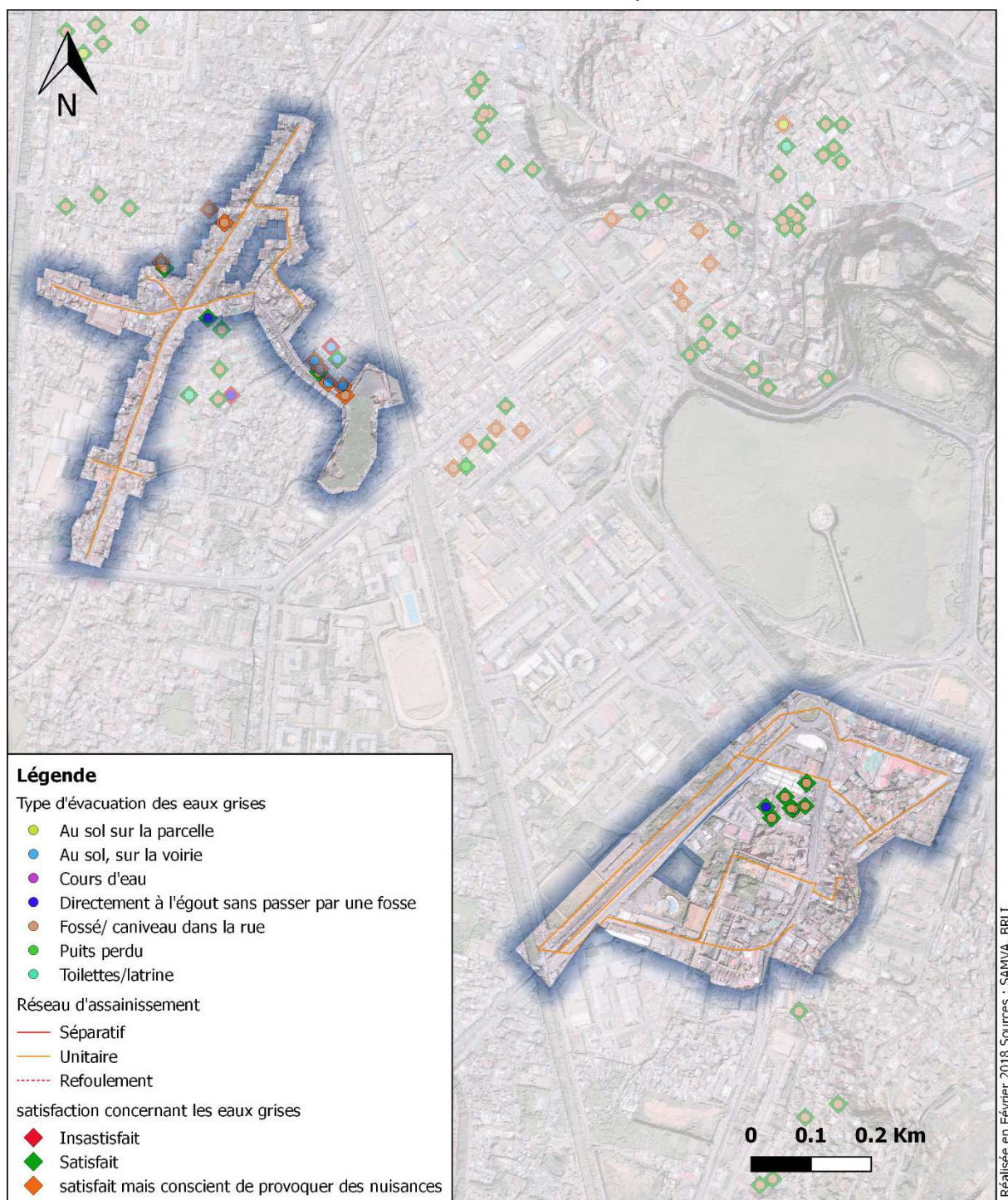
Ces enquêtes ménages souligne donc le fait que le réseau unitaire du secteur semble ne pas être utilisé par les ménages riverains du fait de son dysfonctionnement et qu'il est inutilisable dans son état actuel.

Cette situation n'est pas conforme au Code Municipal d'Hygiène qui instaure une obligation de se raccorder au réseau d'assainissement s'il est situé à proximité du logement (Cf. Chapitre 1.2.2.1).

Carte 124: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux vannes pour le Secteur 4
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 125: Enquête ménage sur le mode de déversement des eaux grises pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Enquête fokontany et arrondissement

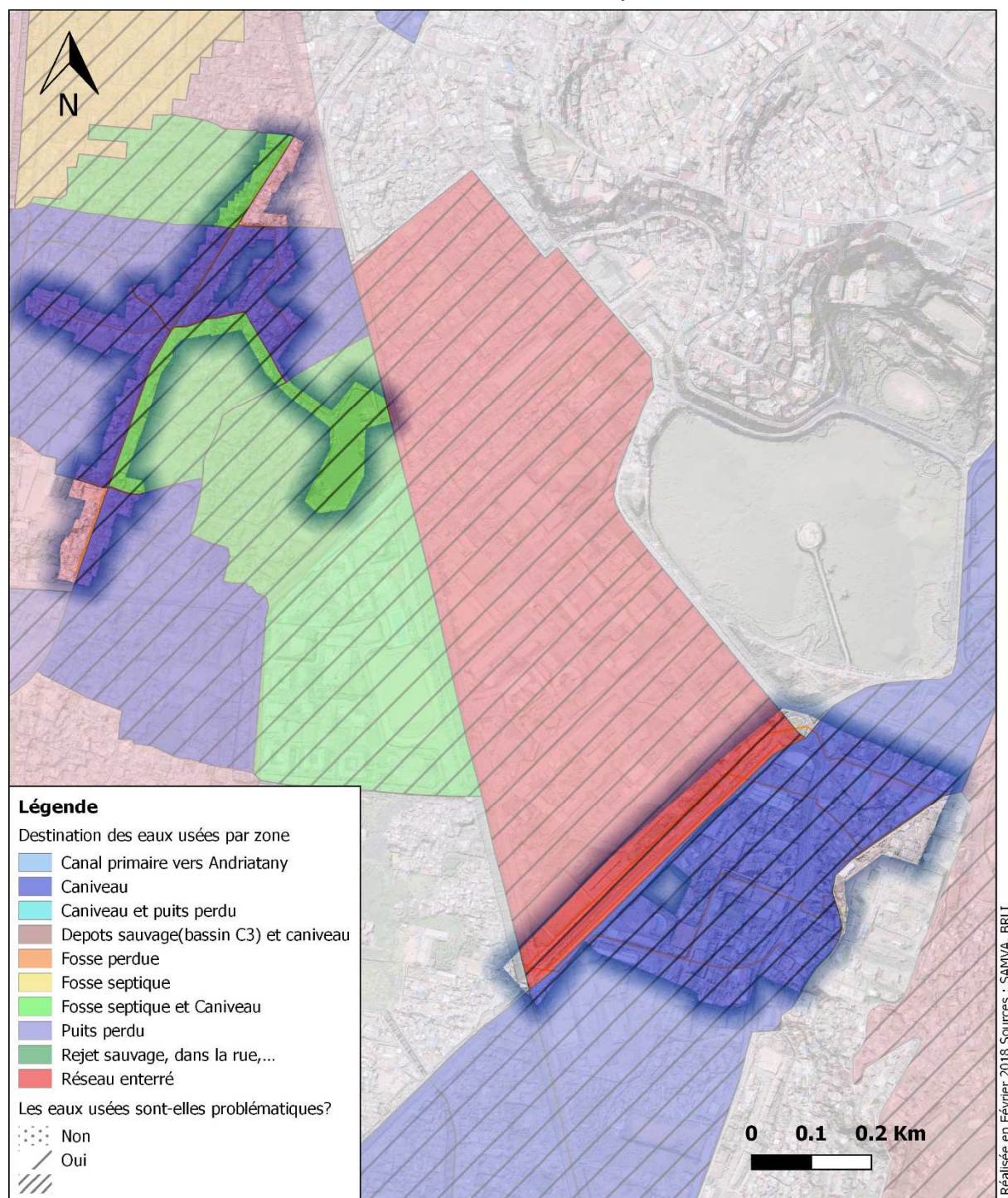
Une enquête auprès des Arrondissement et des Fokontany a été menée afin de déterminer les zones où l'assainissement cause le plus de problème.

- La zone d'Anatihazo présente des problèmes sanitaires d'après l'enquête auprès des Arrondissements. Il y a aussi plusieurs zones de stagnation d'après les Fokontany, notamment juste avant l'étendue d'eau où sont rejetées les eaux usées avant d'être pompées par la station de pompage.
- La zone de d'Ambohijanahary ne présente aucun problème que ce soit d'après les Arrondissements ou les Fokontany.

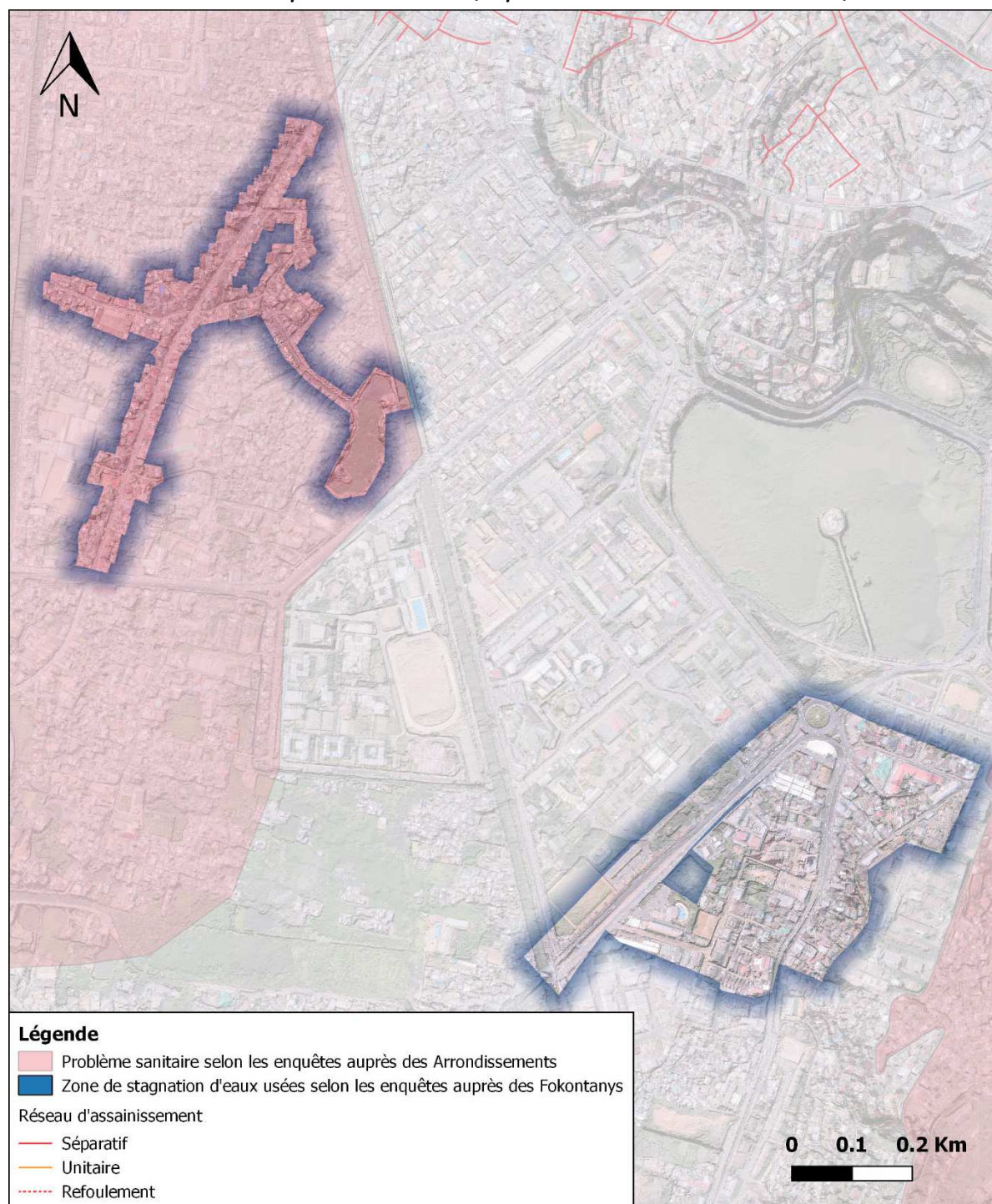
D'autre part, les Fokontany ont été interrogés sur la destination des eaux usées. Il en ressort que l'ensemble du secteur les rejettent principalement dans des caniveaux.

Il ressort donc de cette enquête que les zones problématiques n'utilisent pas le réseau d'assainissement pour évacuer leurs eaux usées. Ainsi, un réseau d'assainissement fonctionnel permettrait à la population de l'utiliser et de réduire les problèmes liés à l'assainissement.

Carte 126: Enquête Fokontanys sur la destination des eaux usées pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 127: Enquête Fokontanys et Arrondissement sur la localisation des problèmes concernant les eaux usées pour le Secteur 4 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Réalisée en Février 2018 Sources : SAMVA, BRLI

2.2.2 Diagnostic quantitatif

2.2.2.1 Description de l'alimentation en eau potable actuelle

2.2.2.1.1 Patrimoine

L'approvisionnement en eau potable de la Commune Urbaine d'Antananarivo est réalisé par la société JIRAMA.

RESSOURCES

L'alimentation en eau potable est réalisée au travers des points de captage suivants :

- Le captage principal, qui alimente la majeure partie de la ville. L'eau est prélevée dans l'Ikopa, au niveau du secteur de Mandroseza ;
- Le captage alimentant le campus universitaire de Vontovorona. Le prélèvement est réalisé dans la rivière Sisaony ;
- une troisième station de production à Faralaza installée en 2009 qui prélève l'eau dans l'Ikopa ;
- une station de production autonome à Sabotsy Namehana. Cette station produit un débit de 100 m³/h (ressource : rivière Imamba), qui dessert environ 1600 abonnés ;
- la station de production de Ankovoribe-Atsimo d'une capacité de 120 m³/qui prélève sur la rivière Sisaony.

A part le captage de Mandroseza, tous les autres sont situés en dehors du territoire de la CUA.

Comme précisé ci-avant, la production d'eau est essentiellement réalisée à partir du prélèvement de Mandroseza. Le lac de Mandroseza, créé artificiellement au début du 20^{ème} siècle pour l'alimentation en eau, est alimenté par les nappes d'eau souterraine du bassin versant. Un apport d'eau complémentaire capté dans la rivière Ikopa est transféré dans le lac, via une station de pompage. Le lac sert alors de bassin de pré-décantation et offre également une réserve d'eau brute en cas de pollution de l'Ikopa. Le lac a une capacité moyenne de 1 200 000 m³.

En termes de qualité des eaux brutes, l'eau prélevée dans le lac présente :

- des turbidités variant de 0 à 40 NTU,
- une faible minéralisation (minéralisation maximum en résidu sec de 40 mg/l),
- et de concentrations en bactériologie élevées.

De plus, l'eau est agressive et entraîne une corrosion importante des conduites.

PRODUCTION/TRAITEMENT

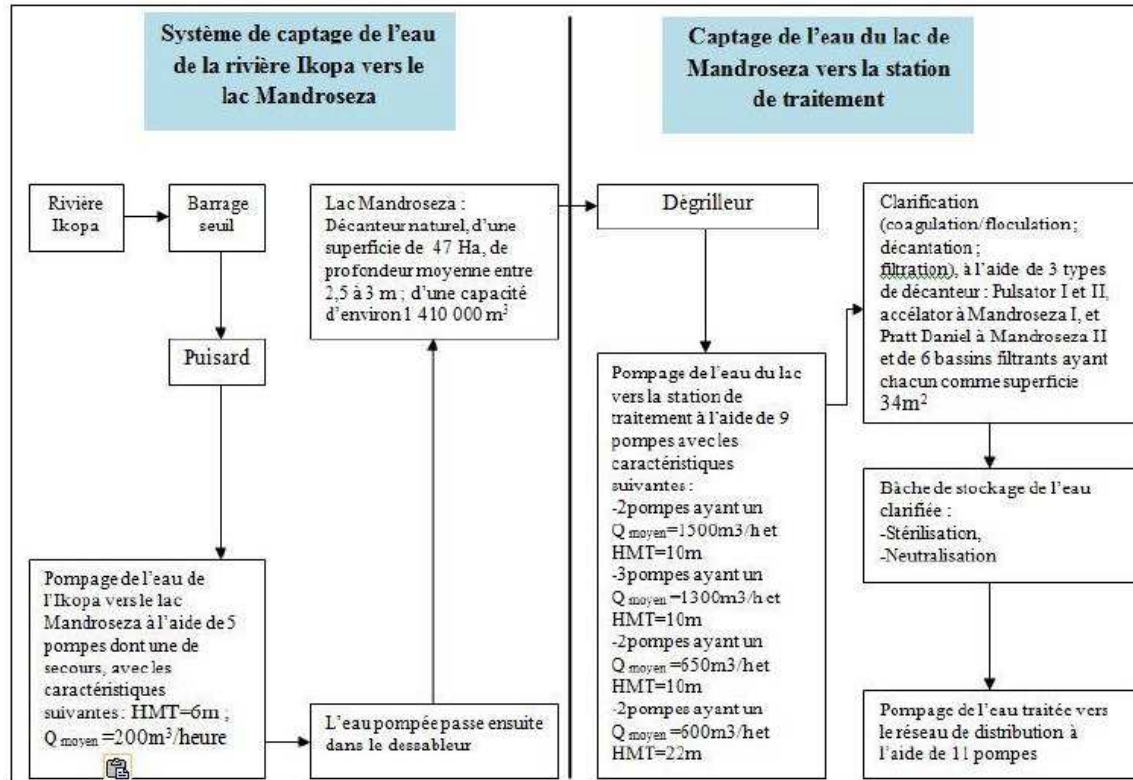
L'usine de Mandroseza est la principale unité de traitement du système d'alimentation en eau potable d'Antananarivo, composée de 3 parties (I, II et IIBis), qui utilisent une filière de traitement différente :

- Mandroseza I : filière complète, c'est-à-dire avec coagulation-floculation, décantation suivies d'une filtration. Cette usine date de 1920.
Mandroseza I présente une capacité maximale totale de 3 750 m³/h. Elle se compose de 3 unités avec chacune des technologies différentes pour les décanteurs.
- Mandroseza II : filière utilisant la filtration directe, c'est-à-dire que les étapes de traitement sont coagulation-floculation, puis filtration sur filtre bicouche anthracite/sable.
Mandroseza II est composée d'une seule file de capacité nominale égale à 66 000 m³/jour, soit 2 750 m³/h. La capacité maximale de cette usine est de 3 300 m³/h.

- **Mandroseza IIbis** : 2 flocculateurs en série suivis de 2 filtres ayant une capacité de 900 m³/h / mis en service en 2017.

D'après le SDAEP de 2003 d'Antananarivo, les deux usines Mandroseza I et Mandroseza II présentent un bon fonctionnement (rendement hydraulique supérieure à 95%, doses de réactifs normales par rapport à la moyenne). En 2003, la production des usines était déjà proche de la capacité nominale de production.

Figure 59 : Schéma du fonctionnement de production d'eau potable sur le site de Mandroseza



L'usine de Vontovorona alimente un petit secteur, avec une faible demande en eau. En 2003, la production moyenne était de 1 000 m³/h pour une capacité nominale de 3 000 m³/h. La filière de traitement sur la station est de type coagulation-floculation, filtration directe sur sable et désinfection.

La station de Faralaza a une capacité de production de 8 600 m³/j.

RESEAU

Le SDAEP de 2003 indique que le réseau de distribution d'eau potable à fin 2002 était estimé à environ 950 km de canalisations de diamètre 60 mm à 1 000 mm ainsi que 31 réservoirs et 13 stations de pompage. D'autres sources (comme le SIG de la JIRAMA) indiquent un linéaire moins important.

La distribution est assurée majoritairement via un fonctionnement en refoulement-distribution. Deux étages peuvent être distingués :

- L'étage bas, qui alimente les zones basses de la plaine ainsi que les zones périphériques de l'ouest, du nord-ouest et du nord-est.
- L'étage haut, qui dessert les collines de la ville et les zones périphériques de l'est.

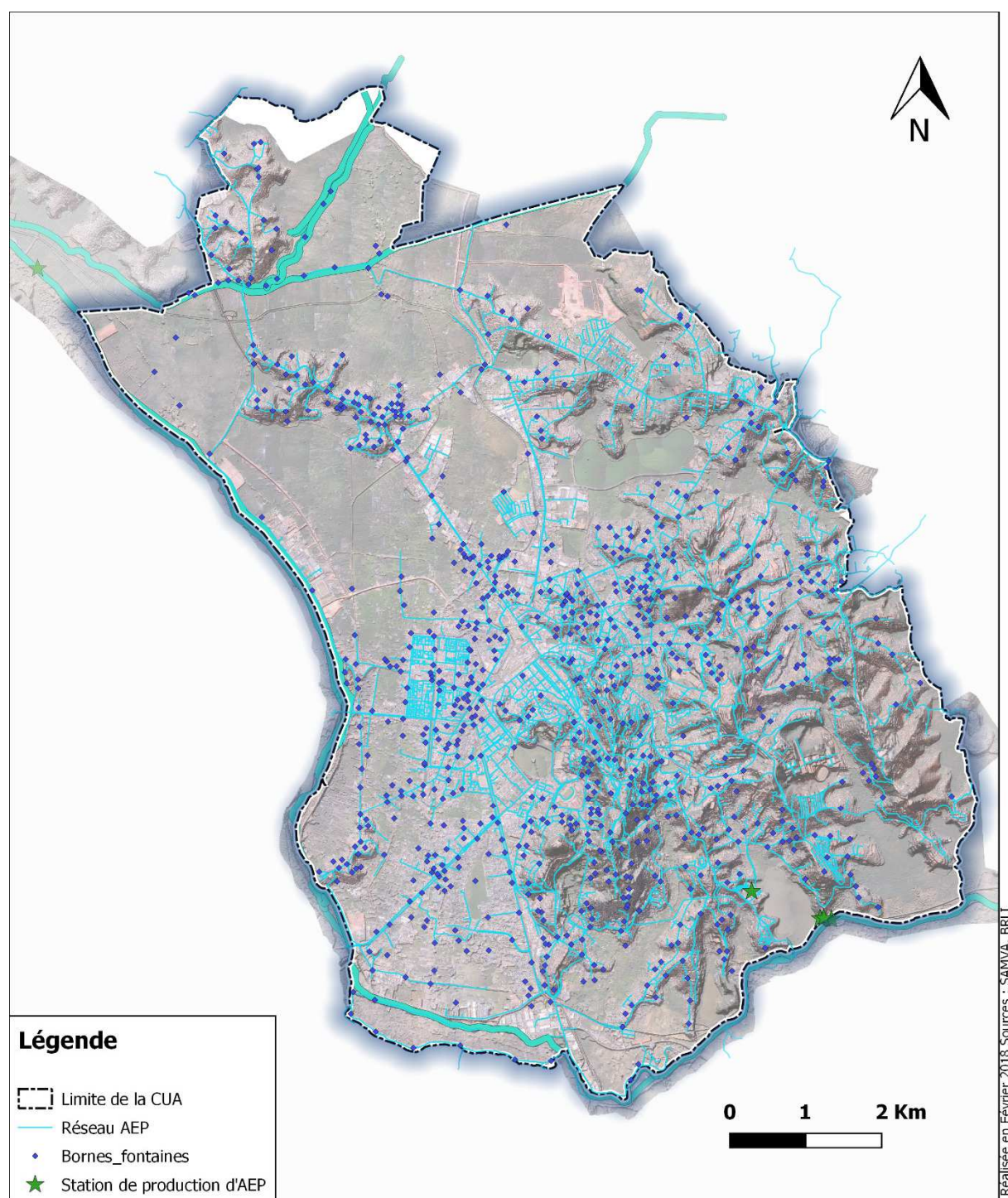
D'après le SDAEP de 2003, le réseau est dans un état de vétusté avancée : de nombreuses fuites sont détectées et à l'origine d'un mauvais rendement de distribution. L'âge des réseaux (plus de 40 ans pour certaines canalisations) et la corrosion des canalisations en fonte participent au faible rendement (65%).

DIAGNOSTIC DU RESEAU D'EAU POTABLE

L'étude de diagnostic AEP dans les 3^{ème} et 5^{ème} arrondissements de la Commune Urbaine d'Antananarivo réalisée en 2016 par l'ONG East indique que :

- Certains abonnés stockent de l'eau : 76% des établissements et 88,1% des ménages stockent de l'eau, respectivement à hauteur de 900 litres par jour et entre 30 litres à plus de 100 litres par jour. Le stockage de l'eau se fait surtout pendant la nuit.
- Niveau d'insatisfaction des usagers sur la qualité / potabilité de l'eau de la JIRAMA : l'eau est considérée non potable par les usagers, principalement du fait de sa turbidité. Une grande partie des usagers procède à des traitements complémentaires de l'eau, soit en la faisant bouillir, soit en la filtrant ou en ajoutant du Sur'eau. A contrario, les usagers se servant aux bornes fontaines et bassins lavoirs affirment que l'eau est potable.
- Sources et causes des fuites sur les conduites : les pertes en eau sont le plus souvent dues à la rupture des tuyaux apparents, lors des passages des véhicules. Les délais d'intervention de la JIRAMA (généralement supérieurs à un jour) fait également partie des reproches des usagers.
- Différents problèmes en alimentation d'eau rencontrés par les habitants : les principaux problèmes d'alimentation en eau rencontrés par la population sont les coupures d'eau, et les débits et pressions faibles.

Carte 128 : Description des infrastructures d'alimentation en eau potable (disponible en format A3 en Annexe 1)



2.2.2.1.2 Accès à l'eau – Taux de desserte

ANALYSE DES PRATIQUES ACTUELLES - ENQUETE MENAGE

Comme le sujet de l'eau potable et surtout de sa desserte est étroitement lié à celui de l'assainissement, des questions ont été posées dans le cadre des enquêtes ménage menées dans le cadre du PIAA. Les questions posées sur cette thématique sont les suivantes :

- Question D.1. : Comment avez-vous accès à l'eau pour votre consommation domestique (boisson, cuisine, ménage, lessive) ?
- Question D.2. : Payez-vous pour cet accès à l'eau ?
- Question D.4. : Combien dépense votre ménage par mois pour l'eau ?
- Question D.10. : Diriez-vous que la quantité d'eau que vous obtenez est suffisante ?

Les ménages desservis en eau potable par branchement individuel ont répondu aux questions supplémentaires suivantes :

- Question D.5 : Savez-vous si votre facture d'eau permet de financer l'évacuation des eaux usées ?
- Question D.6. : Combien de robinets sont fonctionnels (donnent de l'eau) dans votre logement (douche, WC avec chasse, lavabos, etc.) ?
- Question D.7. : Ces robinets sont-ils reliés entre eux par des tuyaux ?
- Question D.8. : Combien de points d'eau se trouvent dans la cour ?
- Question D.9. : Combien de ménages situés dans le même bâti que vous partagent ce point d'eau ?

Type d'accès à l'eau

La majorité des ménages interrogés se servent aux bornes fontaine ou kiosque (plus de 62%). Le second moyen d'accès à l'eau est le branchement individuel JIRAMA avec 24% des ménages interrogés s'alimentant ainsi.

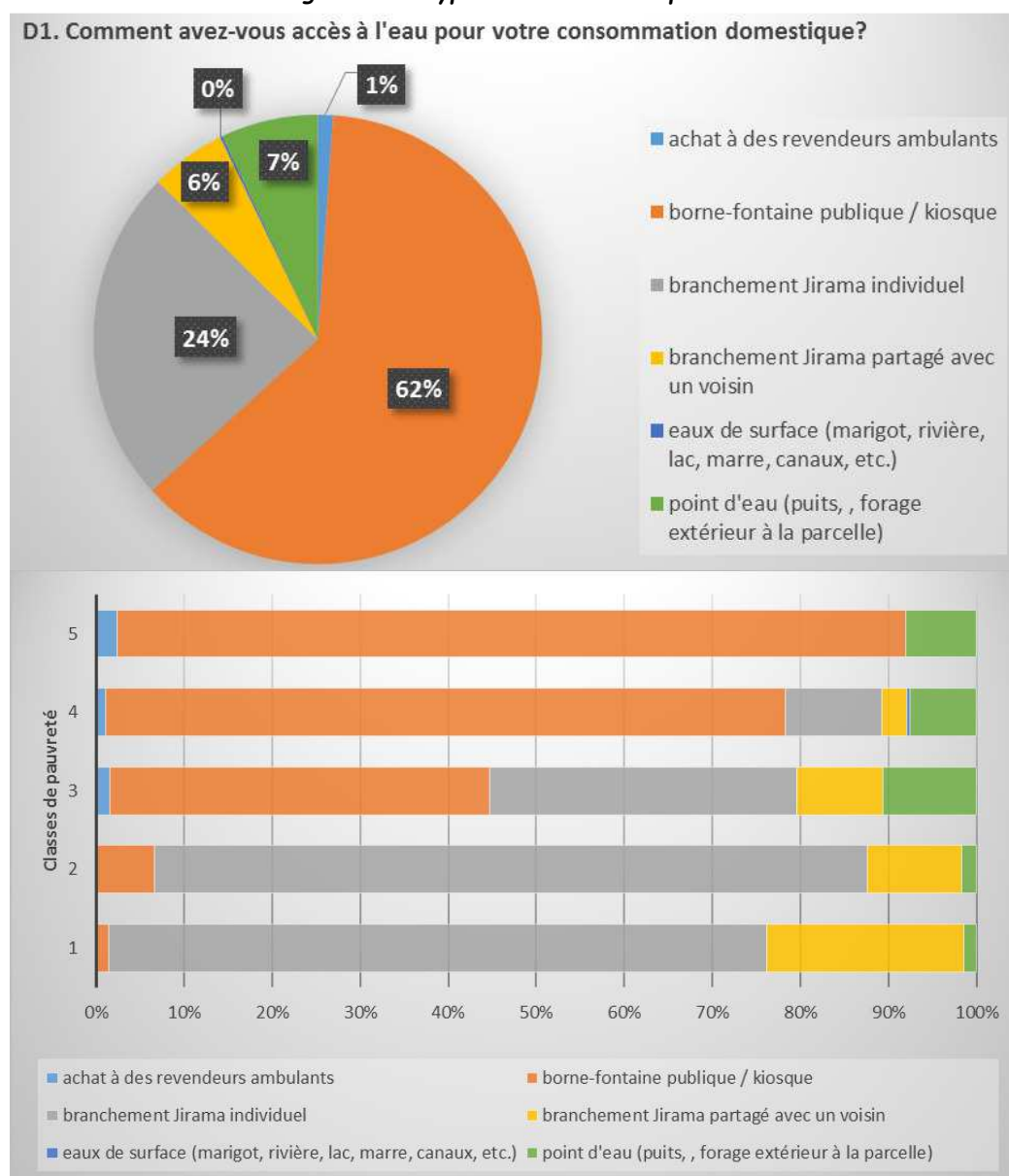
6% des ménages partagent un branchement avec leur voisin. Ce mode d'alimentation leur permet de réduire le coût du branchement, pouvant être trop élevé pour un ménage avec des revenus modestes.

8% des ménages se servent à un point d'eau non desservi par la JIRAMA (puits, captage, eaux de surface, etc.).

L'analyse par catégorie de pauvreté fait ressortir que :

- Les classes les plus riches (catégories 1 et 2) sont en majorité approvisionnées par un branchement JIRAMA (individuel ou partagé),
- La population appartenant à la classe de pauvreté intermédiaire (catégorie 3) s'approvisionne soit par branchement JIRAMA soit à une borne fontaine (parts égales).
- Les classes les pauvres (catégories 4 et 5) s'alimentent en eau potable majoritairement à des bornes fontaines publiques ou kiosques (plus de 75% des ménages interrogés),
- L'approvisionnement à un point d'eau non desservi par la JIRAMA (puits, captage, eau de surface, etc.) est observé principalement dans les classes les pauvres (catégories 3, 4 et 5). Pour autant, cela ne concerne pas plus de 10% des ménages interrogés par catégorie.

Figure 60 : Type d'accès à l'eau potable



Equipements des ménages

Nombre de robinets dans le logement

Presque la totalité des ménages desservis par branchement (97%) possède un ou plusieurs robinets à l'intérieur du logement. En considérant la totalité des ménages enquêtés, environ 24% des ménages sont équipés d'au moins un robinet intérieur.

La grande majorité des ménages enquêtés possèdent à l'intérieur du logement entre 1 et 5 robinets fonctionnels (81% des ménages concernés). Quelques ménages sont équipés de plus 6 robinets (19%), dont certains (3%) avec plus de 10 robinets au sein du logement.

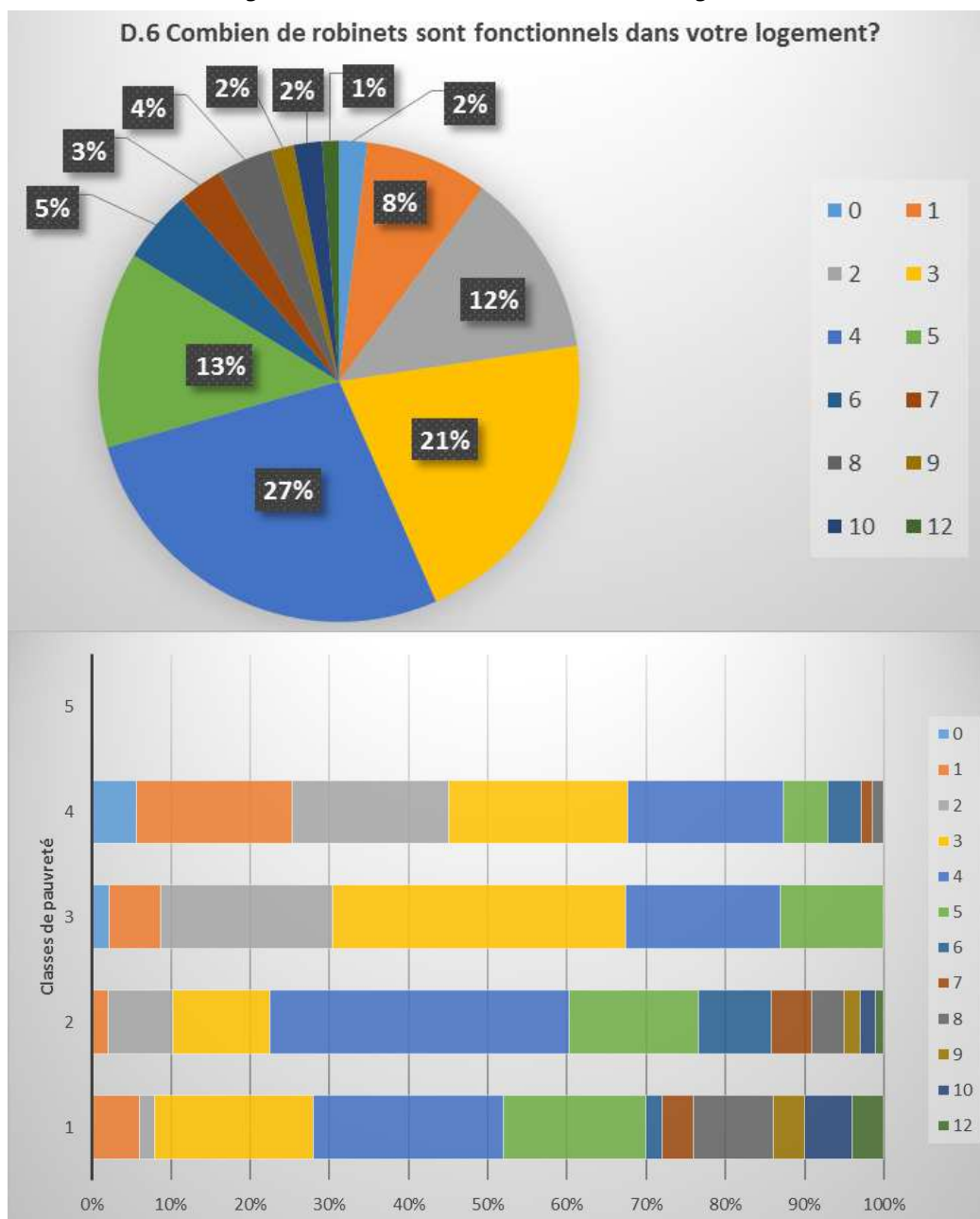
L'analyse par classe de pauvreté met en avant que les ménages équipés de plus 6 robinets intérieurs sont principalement les ménages des classes les plus aisées (catégories 1 et 2).

Les classes les plus aisées ont un nombre plus important de robinets (4 robinets en majorité pour les catégories 1 et 2) que les ménages de classes 3 et 4 (majoritairement 3 robinets).

Pour rappel :

- seuls les ménages équipés d'un branchement individuel ont répondu à cette question. En effet, on peut considérer que seuls les ménages desservis par un branchement individuel possèdent un point d'eau à l'intérieur du logement.
- les ménages de la classe la plus pauvre (catégorie 5) ne sont pas desservis par branchement individuel.

Figure 61 : Nombre de robinets dans le logement



La question D.6 n'a été posée qu'aux ménages équipés d'un branchement individuel.

Réseau de plomberie intérieur

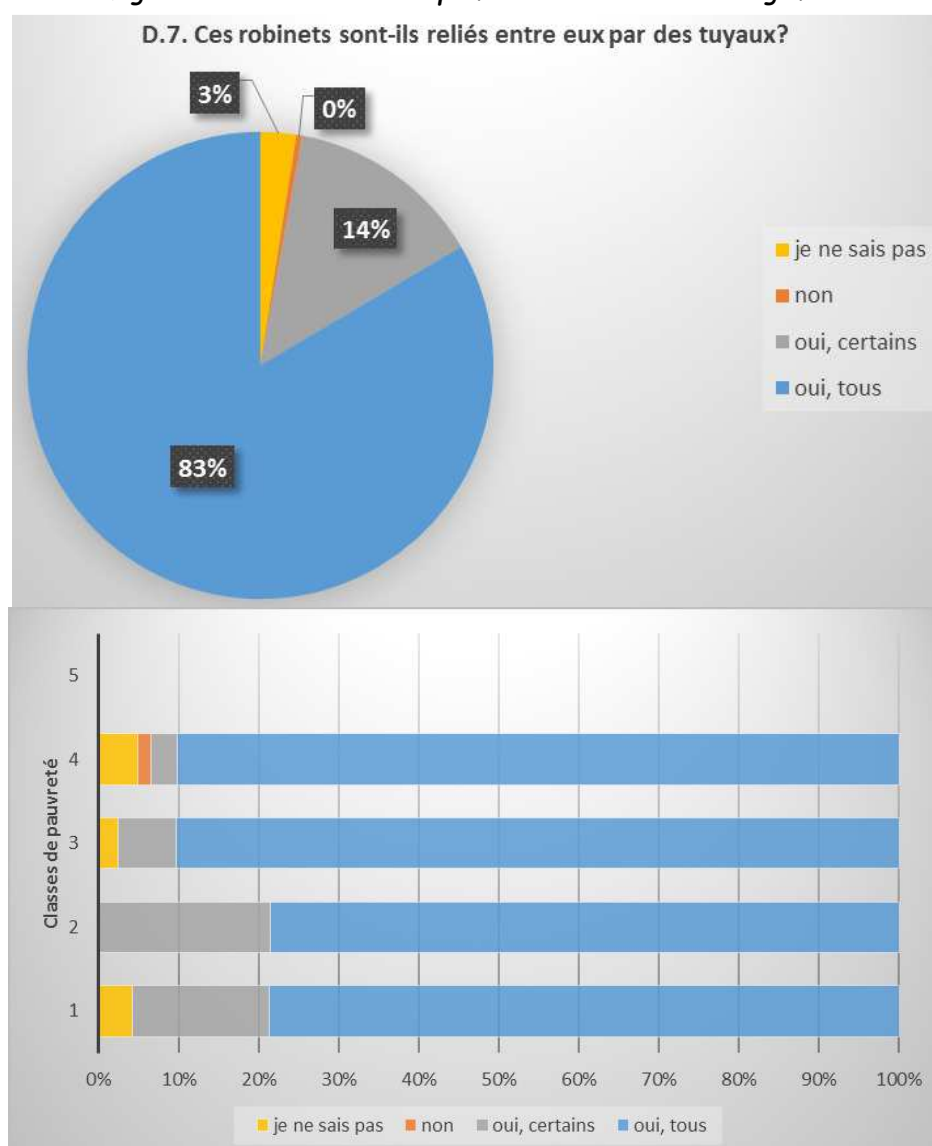
L'analyse des résultats des enquêtes ménage montre que la majorité des habitations desservies par branchement individuel sont équipées d'un réseau de plomberie intérieur qui alimente l'ensemble des robinets (83%).

A noter néanmoins que 3% des ménages ignorent si un réseau intérieur est existant. On peut en déduire qu'en considérant la totalité des ménages enquêtés, 21% des ménages sont équipés d'un réseau de plomberie intérieur.

Pour rappel :

- seuls les ménages équipés d'un branchement individuel ont répondu à cette question. En effet, on peut considérer que seuls les ménages desservis par un branchement individuel peuvent avoir un réseau de desserte à l'intérieur de leur habitation.
- les ménages de la classe la plus pauvre (catégorie 5) ne sont pas desservis par branchement individuel.

Figure 62 : Présence d'une plomberie à l'intérieur du logement



La question D.7 n'a été posée qu'aux ménages équipés d'un branchement individuel.

Nombre de points d'eau dans la cour

L'analyse des résultats des enquêtes ménage montrent que la grande majorité des ménages a un seul robinet dans la cour (65% des ménages interrogés sur cette question). Les ménages ayant plus de 3 robinets dans la cour représentent une minorité (4%).

On remarque également que 14% des ménages interrogés n'ont pas de points d'eau dans la cour. Les 17% restants ont 2 points d'eau dans leur cour.

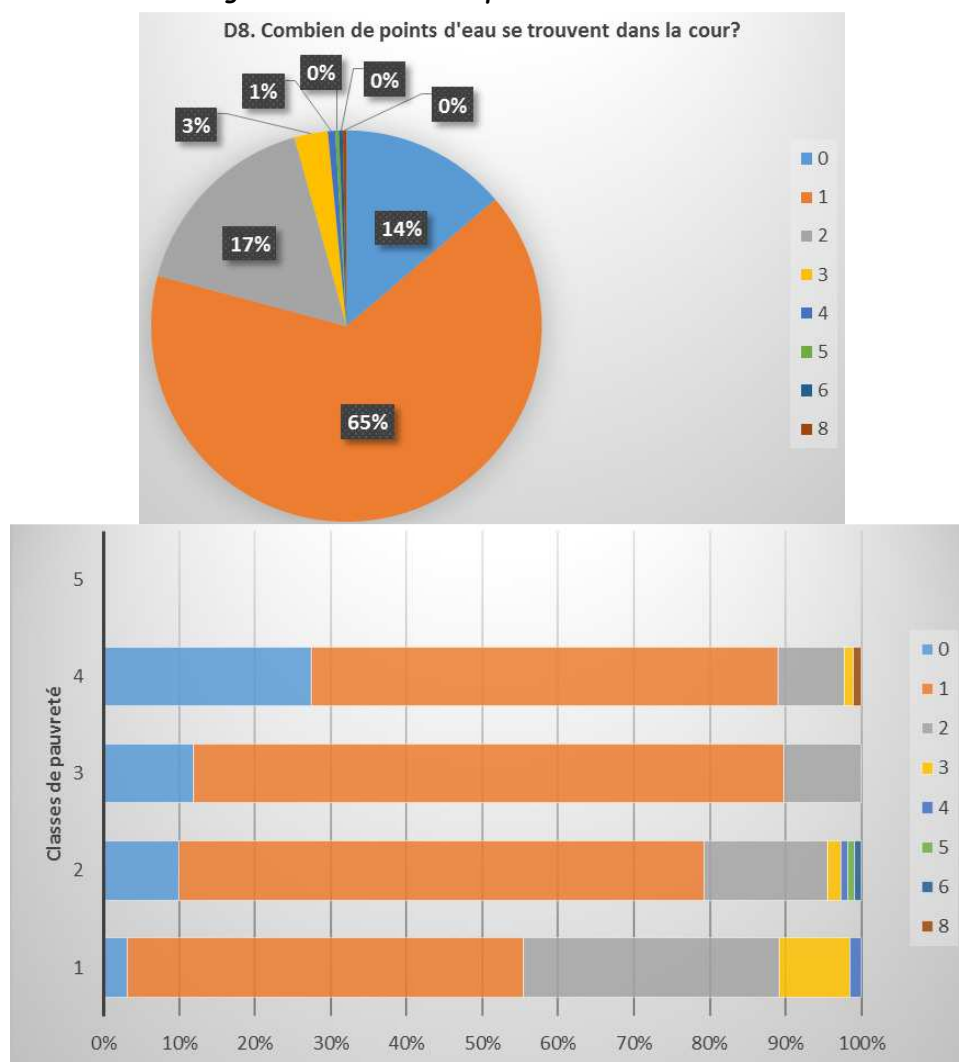
L'analyse par classe de pauvreté est cohérente avec l'analyse globale, c'est-à-dire que l'équipement de la cour avec un seul point d'eau reste majoritaire, quel que soit la classe de pauvreté du ménage.

On remarque néanmoins que l'équipement de la cour avec 2 points d'eau est plus courant chez les classes les plus aisées (catégories 1 et 2) que les autres classes. Par ailleurs, l'absence de points d'eau dans la cour est plus importante dans les ménages plus pauvres (catégorie 4).

Pour rappel :

- cette question n'a été posée qu'aux ménages approvisionnés en eau potable par branchement individuel ou partagé avec un voisin.
- les ménages de la classe la plus pauvre (catégorie 5) ne sont pas desservis par branchement individuel.

Figure 63 : Nombre de points d'eau dans la cour



La question D.8 n'a été posée qu'aux ménages équipés d'un branchement individuel ou partagé.

Partage des points d'eau

Environ un quart des ménages interrogés (27%) ne partagent pas leur point d'eau avec un autre ménage.

Plus de la moitié des ménages interrogés partagent ce point d'eau avec 1 à 3 autres ménages (55%).

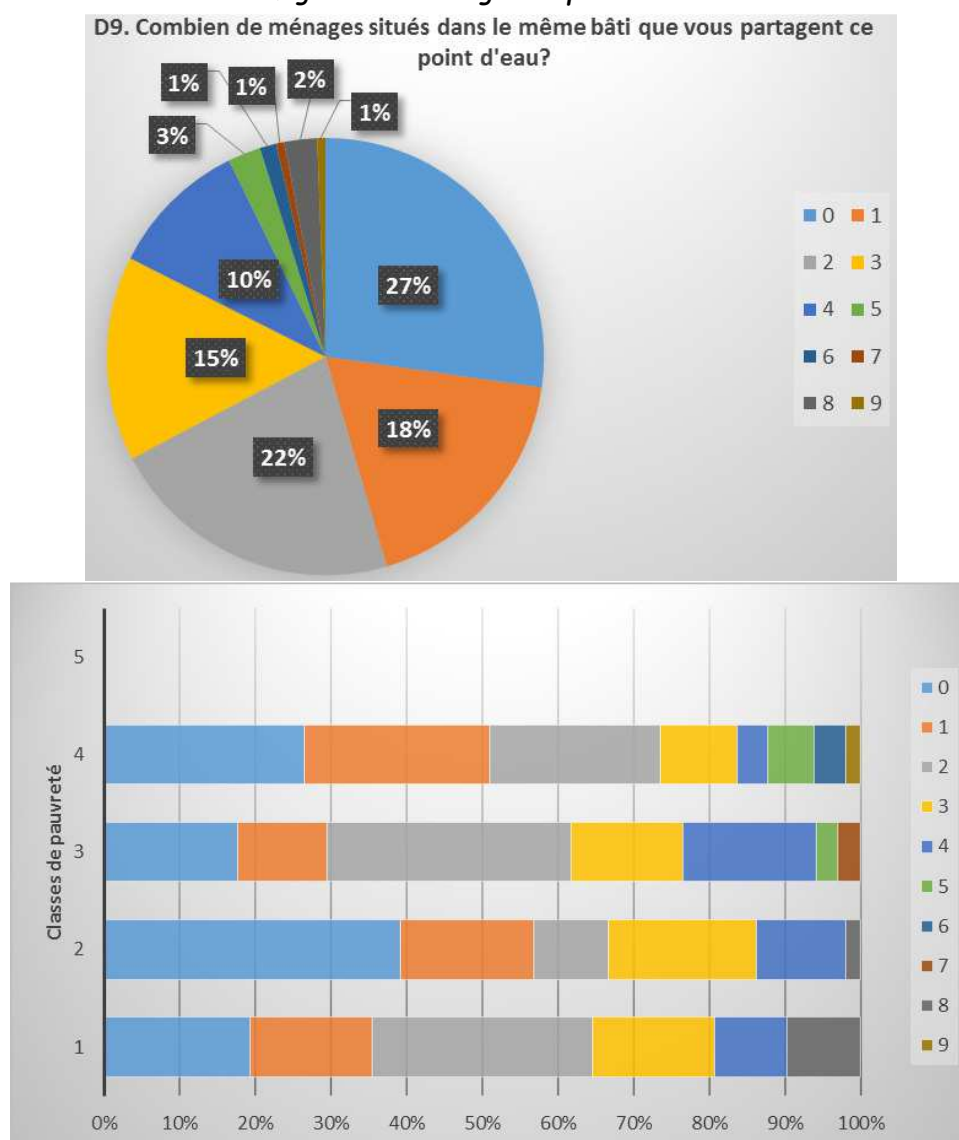
10% des ménages partagent ce point avec 4 autres ménages. Le partage d'un point d'eau dans la cour avec plus de 5 ménages concerne une minorité de ménages (8% des ménages questionnés).

L'analyse par classe de pauvreté ne fait pas particulièrement ressortir une corrélation entre les moyens du ménage et le nombre de ménages partageant un point d'eau.

Pour rappel :

- cette question n'a été posée qu'aux ménages approvisionnés en eau potable par branchement individuel ou partagé avec un voisin.
- les ménages de la classe la plus pauvre (catégorie 5) ne sont pas desservis par branchement individuel.

Figure 64 : Partage des points d'eau



La question D.9 n'a été posée qu'aux ménages équipés d'un branchement individuel ou partagé.

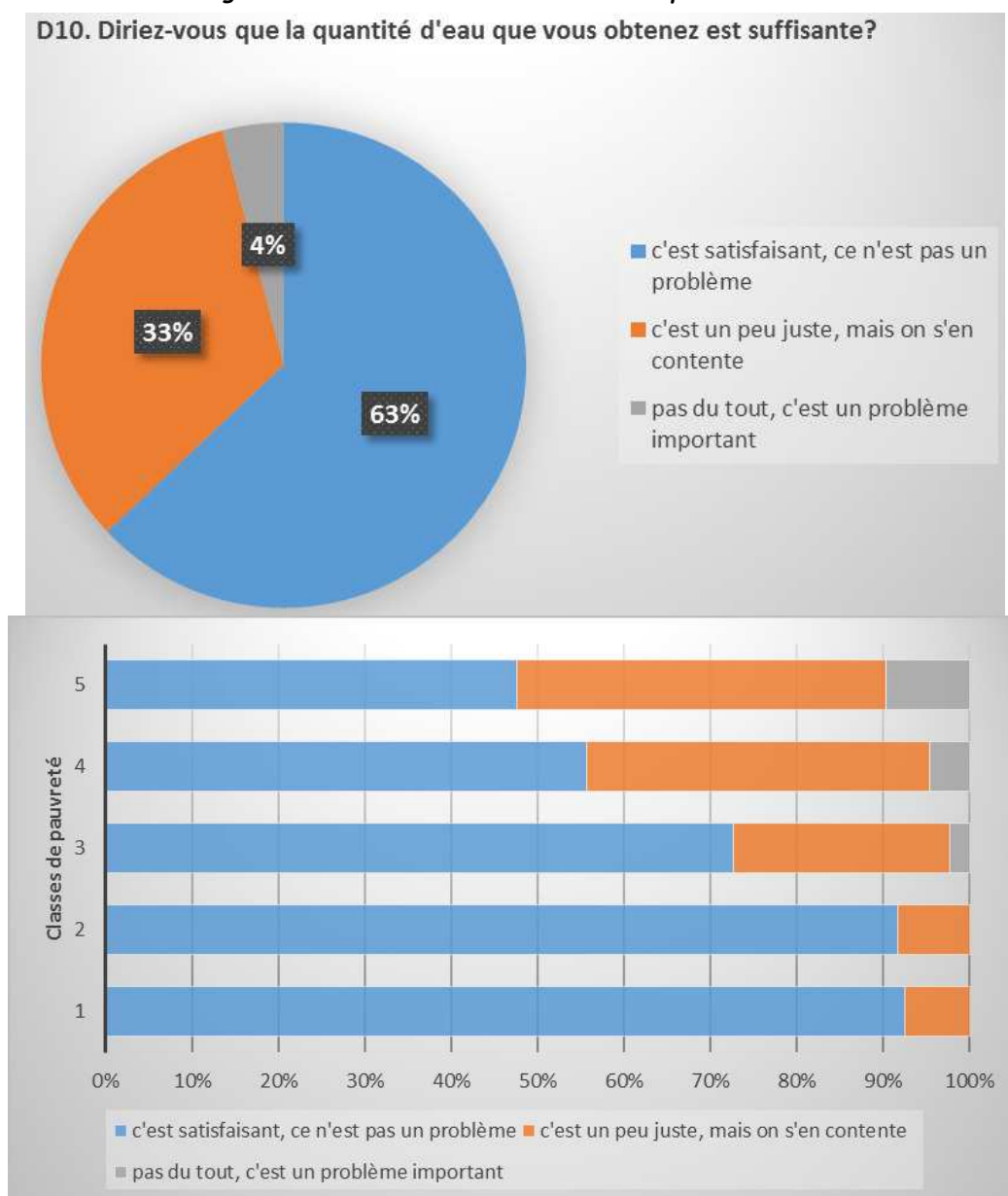
Satisfaction des usagers par rapport à la quantité d'eau obtenue

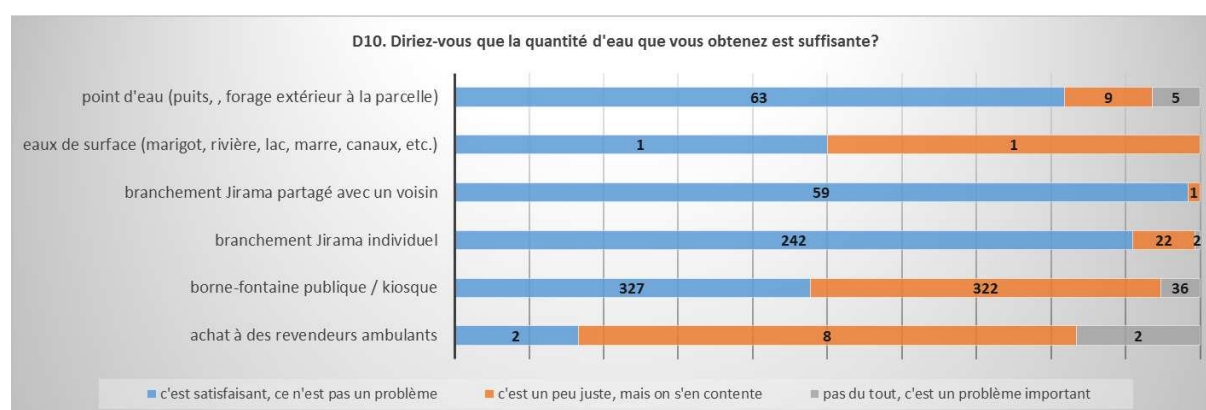
Plus de la moitié des ménages (63%) sont satisfaits de la quantité d'eau qu'ils obtiennent.

Le reste de la population (37%) aimerait avoir accès à un volume plus important mais seuls 4% de la population considère que la faible quantité accessible d'eau est problématique.

L'analyse par classe de pauvreté montre que les ménages de catégorie 1 et 2 (classes les plus aisées) semblent plus satisfaits des volumes d'eau disponibles que les catégories de ménage moins aisés. En parallèle, l'analyse par mode d'approvisionnement fait ressortir que ce sont les ménages qui s'alimentent en eau à des points d'eau de type puits ou par achat à des revendeurs ambulants qui montrent une plus grande insatisfaction. Ceci n'est pas incohérent au fait que ces ressources ne permettent pas un accès facilité à l'eau et donc à une quantité plus importante.

Figure 65 : Satisfaction vis-à-vis de la quantité d'eau





Aspects financiers

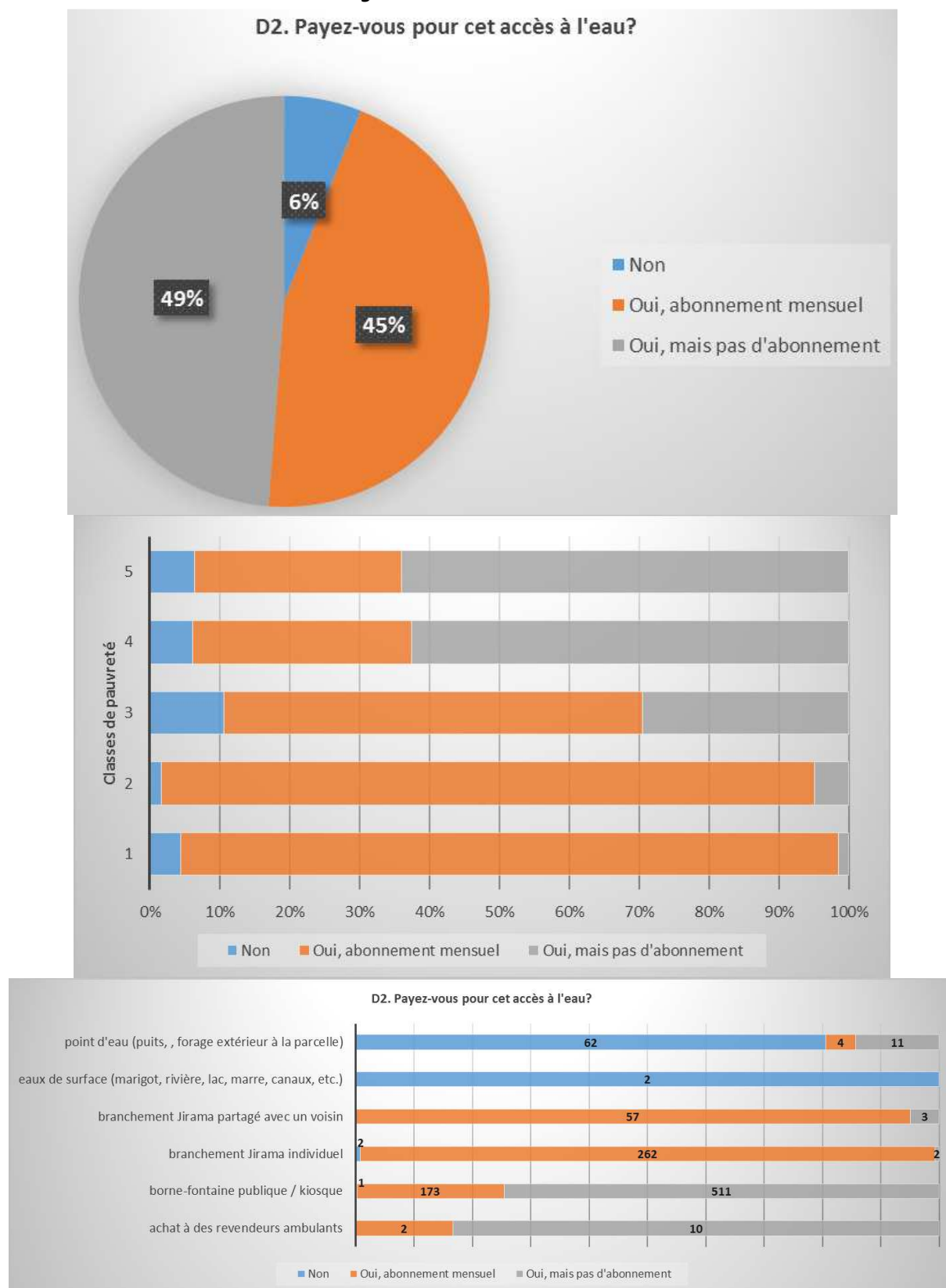
Eau potable

L'analyse de l'ensemble des enquêtes ménage montre que la majorité des ménages paient pour l'accès à l'eau (94%). Certains ménages paient par abonnement mensuel tandis que d'autres sont facturés au volume consommé.

L'analyse par classe de pauvreté fait ressortir les analyses suivantes :

- Peu de ménages ne paient pas l'eau. Ces derniers s'alimentent en eau principalement à des points d'eau (puits, forages ou captage d'eau de surface).
- Une majorité des ménages interrogés paient l'eau sans recours à un abonnement. Par ailleurs, les classes de pauvreté ayant le plus recours à ce système de paiement sont 4 et 5 (les plus pauvres). Ces ménages sont considérés comme n'ayant pas la capacité financière de payer un abonnement mensuel et leur facturation est liée à leur action pour obtenir de l'eau pour leur consommation réelle. Cette analyse est cohérente avec le graphique ci-joint, qui montre bien que la facturation au volume consommé réel est majoritairement utilisée par les ménages s'alimentant en eau auprès des bornes fontaines publiques ou kiosques et revendeurs ambulants.
- 45% des ménages ont un abonnement mensuel à la JIRAMA pour l'eau potable. L'analyse par classes de pauvreté montre que proportionnellement, ce sont les ménages les plus aisés (catégories 1 à 3) qui paient par abonnement mensuel. Ceci est cohérent avec le graphique du paiement selon le mode d'approvisionnement montrant que ce sont les ménages desservis par branchement (individuel ou partagé) qui paient majoritairement l'eau par abonnement mensuel.

Figure 66 : Paiement de l'eau



Connaissance de la redevance assainissement

Un quart des ménages alimentés par branchement pensent ne pas participer au financement de l'assainissement collectif.

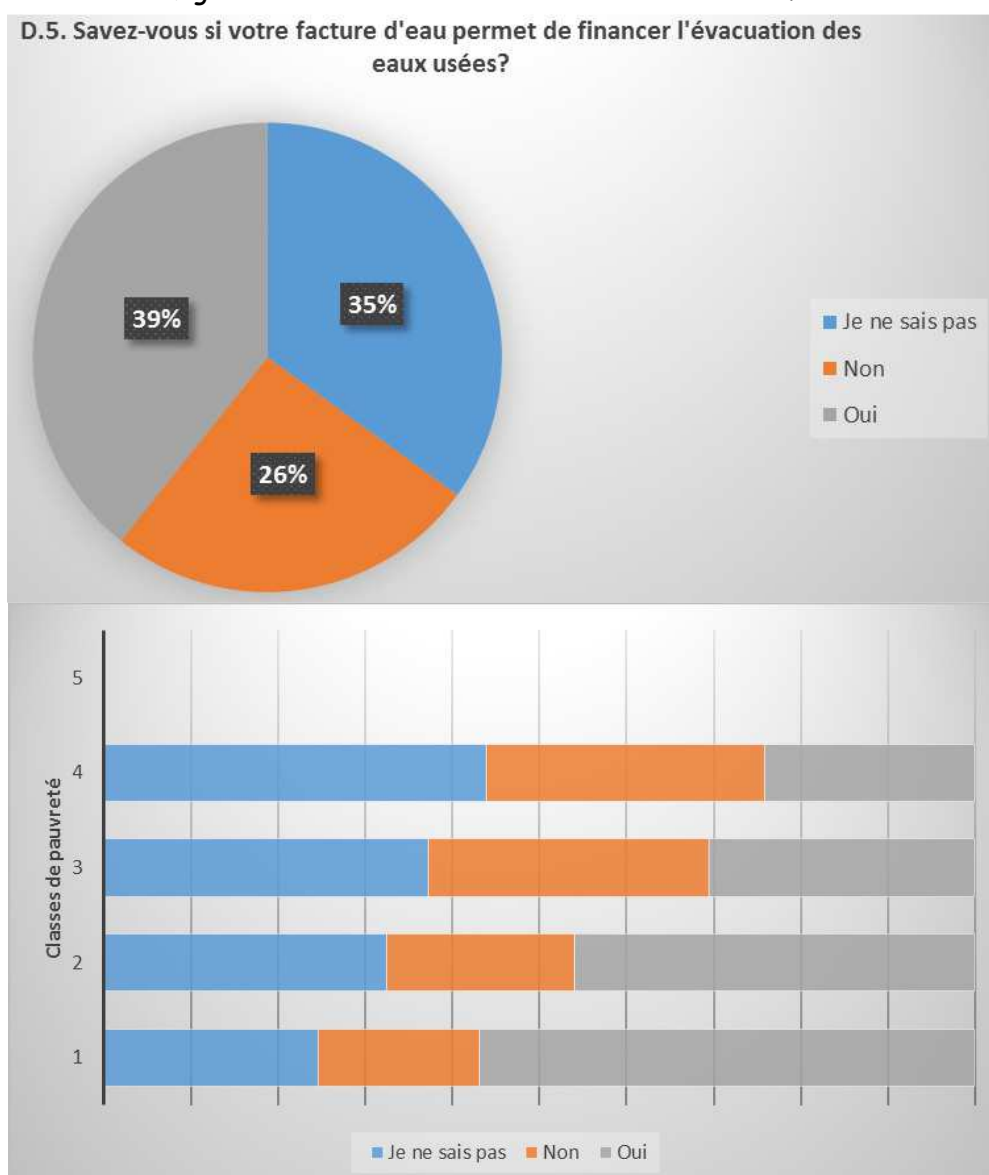
Environ 40% des ménages savent que l'assainissement des eaux usées est financée via la facture d'eau potable.

Environ un tiers des ménages ne sait pas si l'évacuation des eaux usées est financée via leur facture d'eau.

Pour rappel, cette question n'a été posée qu'aux ménages approvisionnés en eau potable par branchement individuel ou partagé avec un voisin.

Pour mémoire, l'ensemble des personnes raccordées au réseau d'eau potable gérée par la JIRAMA paie dans sa facture d'eau une part Assainissement qu'elles soient ou non raccordées au réseau d'assainissement. L'assiette est la même pour l'eau potable et l'assainissement.

Figure 67 : Connaissance de la redevance assainissement



La question D.5 n'a été posée qu'aux ménages équipés d'un branchement individuel ou partagé.

ANALYSE DES DONNEES JIRAMA

Comme présenté précédemment, la population d'Antananarivo et les activités industrielles et commerciales sont approvisionnés en eau potable principalement par l'exploitation du captage de Mandrozeza et également de nombreux puits ou sources privés.

Le service public d'eau potable est assuré par la JIRAMA, qui exploite le réseau de distribution d'eau potable. L'alimentation en eau potable est alors assurée au travers de deux modes d'approvisionnement : les branchements particuliers et les bornes fontaines. Ces dernières peuvent d'ailleurs être publiques, c'est-à-dire gérées par la JIRAMA ou privées, gérées par un exploitant privé.

La localisation des conduites mère du réseau de distribution d'eau potable et des bornes fontaines de la JIRAMA, réalisée dans le cadre du diagnostic urbain, a permis de déterminer les modes d'approvisionnement par secteur, et notamment la répartition des zones desservies par Branchements Particuliers (BP), par Bornes Fontaines (BF) et autres. Dans le cadre du diagnostic urbain (Cf. Fascicule 4), le territoire a été catégorisé en 6 catégories dépendant du type d'infrastructures disponibles :

- Zone très bien desservie :
 - A moins de 25 m d'une conduite mère (CM) d'eau potable, à moins de 200 m d'une Borne Fontaine (BF), Borne Fontaine à l'intérieur,
 - A moins de 25 m d'une conduite mère (CM) d'eau potable, A moins de 200 m d'une Borne Fontaine (BF), Pas de Borne Fontaine à l'intérieur,
- Zone moyennement desservie :
 - A moins de 25 m d'une CM, à plus de 200 m d'une BF, Pas de BF à l'intérieur,
 - A plus de 25 m d'une CM, A moins de 200 m d'une BF, BF à l'intérieur,
- Zone peu ou faiblement desservie :
 - A plus de 25 m d'une CM, A moins de 200 m d'une BF, Pas de BF à l'intérieur,
 - A plus de 25 m d'une CM, à plus de 200 m d'une BF, Pas de BF à l'intérieur.

Le type de desserte en eau potable par ilot issu du diagnostic urbain a permis d'estimer la population desservie en eau potable sur l'ensemble de la CUA. **Sur la base des ratios issus de la bibliographie de 7,35 à 8,4 habitants desservis par branchement, le ratio de population desservie par un branchement particulier est compris entre 25% et 28%.**

COMPARAISON AVEC LES ETUDES ANTERIEURES

Le Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP) de 2003 constitue la principale source d'information concernant l'évaluation de la consommation en eau potable.

Des données concernant la situation de l'eau potable peuvent également être comprises dans les études d'assainissement, puisque les volumes collectés sont généralement calculés à partir des données de consommation d'eau potable. Les études utilisées pour l'analyse des données antérieures sont :

- Le Schéma Directeur d'Assainissement (SDA) Urbain du Grand Tana, réalisé en 2014 par le groupement ARTELIA Madagascar/ARTELIA international pour le Ministère de l'Eau - UN HABITAT,
- L'étude Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets, réalisée en 2004 par Cities Alliance pour la FIFTAMA,
- Le Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP), réalisé en 2003,
- L'Actualisation du Plan Directeur 1974-1975, réalisé en 1993 par le groupement OTUI/SOGREAH/SOMEAH pour le BPPA.

Le tableau suivant présente ces données et les compare avec les résultats de l'analyse des enquêtes ménage et des données JIRAMA.

Le taux de desserte observé dans le cadre des enquêtes ménages et des données JIRAMA est du même ordre que celui présenté dans le SDAEP de 2003 mais est très différent de celui défini dans le cadre de l'étude de SDA Urbain du Grand Tana de 2014.

L'équipement des ménages (robinet intérieur, plomberie intérieur, chasse d'eau) s'est amélioré depuis la réalisation du SDAEP 2003.

Tableau 22 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	SDAEP 2003	Actualisation du Plan Directeur 1974-1975	Données de ventes d'eau JIRAMA	Enquêtes ménage
Auteurs	ARTELIA Madagascar/ARTE LIA international	Cities Alliance		OTUI/SOGREAH/SOMEAH	JIRAMA / BRLi	Urbaconsulting / BRLi
MO	Ministère de l'Eau - UN HABITAT	FIFTAMA		BPPA		
Année	2014	2004	2003	1993	2016	2017
Taux de desserte de la population						
Global	Le taux d'accès a régressé entre 2002 et 2012, ayant baissé de 65% à 45%					
	46,7%		95,0%		98%	92%
Par Branchements Particuliers	54,3%	33% Arrd I : 43% / Arrd II : 34% / Arrd III : 50,5% / Arrd IV : 18% / Arrd V : 29% / Arrd VI : 15,5%	33,0%	30%	24% (hypothèse de 7,35 habitants par BP) 28% (hypothèse de 8,4 habitants par BP)	30% (dont 6% par branchement partagé)
Par Bornes Fontaines	45,7%	62% - 716 BF Arrd I : 56% (140 BF) / Arrd II : 60% (121 BF) / Arrd III : 48,5% (94 BF) / Arrd IV : 78% (126 BF) / Arrd V : 58% (134 BF) / Arrd VI : 80,5% (101 BF)	62,0%		74% (hypothèse de 7,35 habitants par BP) 71% (hypothèse de 8,4 habitants par BP)	62%

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	SDAEP 2003	Actualisation du Plan Directeur 1974-1975	Données de ventes d'eau JIRAMA	Enquêtes ménage
Autres (puits, sources privées...)		5% Arrd I : 1% / Arrd II : 6% / Arrd III : 1% / Arrd IV : 4% / Arrd V : 13% / Arrd VI : 4%	5,0%		-	8%
Equipement des habitations						
Commentaires			D'après enquête ménages de 1999 ; cohérent avec le taux de desserte par BP de 32%			D'après enquête ménages de 2017
Plomberie intérieure			8,3%			21%
Robinet intérieur			17,7%			24%
Chasse d'eau			16,5%			43 % (chasse manuelle ou raccordée)
Ratios						
Nb habitants par BP			7,35 habitants pour 1 BP	8,4 habitants par branchement		
Nb habitants (hors BP) par BF		Ratios 2002 : Arrd I : 930 / Arrd II : 673 / Arrd III : 792 / Arrd IV : 1026 / Arrd V : 1105 / Arrd VI : 808			780 hab. /BF (hypothèse de 7,35 habitants par BP) 805 hab. /BF (hypothèse de 8,4 habitants par BP)	
Distance max/ BF en m		Ratios 2002 : Arrd I : 114 / Arrd II : 145 / Arrd III : 120 / Arrd IV : 114 / Arrd V : 185 / Arrd VI : 106			200 m	

HYPOTHESES RETENUES POUR LA DETERMINATION DES CHARGES ACTUELLES

Suite aux analyse précédentes, le taux de desserte retenu pour la détermination des charges actuelles par branchement particulier et par borne fontaine en fonction du type de desserte est présenté ci-dessous :

Tableau 23 : Hypothèse retenue de taux de desserte par Borne fontaine ou Branchement particulier

Type de desserte en eau potable		Taux de population alimentée par branchement particulier	Taux de population alimentée par borne fontaine
<i>Donnée issue du diagnostic urbain</i>			
A moins de 25 m CM, A moins de 200 m BF, BF à l'intérieur	BP et BF	30%	70%
A moins de 25 m CM, A moins de 200 m BF, Pas de BF à l'intérieur	BP et BF	30%	70%
A moins de 25 m CM, Hors zone tampon BF, Pas de BF à l'intérieur	BP	100%	0%
Hors zone tampon CM, A moins de 200 m BF, BF à l'intérieur	BF	0%	100%
Hors zone tampon CM, A moins de 200 m BF, Pas de BF à l'intérieur	Autre	0%	0%
Hors zone tampon CM, Hors zone tampon BF, Pas de BF à l'intérieur	Autre	0%	0%

2.2.2.1.3 Consommations en eau potable

CONSOMMATION EN EAU POTABLE ET EVOLUTION

Analyse des données JIRAMA

Les données de consommation d'eau potable ont été recueillies pour l'année 2016 auprès de la JIRAMA. Cette dernière a également fourni les données de consommation des gros consommateurs, c'est-à-dire avec une consommation mensuelle supérieure à 1 000 m³. Les données de 2016 ont été comparées avec les données de 2000 présentées dans le SDAEP de 2003.

Tableau 24 : Données de consommation en eau potable de 2000 et 2016

Catégories d'Usagers	Données 2000 (source: SDAEP 2003)				Données 2016 (source: JIRAMA)				Evolution		
	Nombre d'abonnés	Ventes (m3)	En %	m3/mois /abonné	Nombre d'abonnés	Ventes (m3)	En %	m3/mois /abonné	Nombre d'abonnés	Ventes (m3)	m3/mois /abonné
Particuliers	44 318	17 555 164	56,8%		49 238	16 422 866	70,2%		11%	-6%	
- Gros consommateurs	112	1 026 701	3,3%	764	145	1 241 877	5,3%	714	29%	21%	-7%
- Petits consommateurs	44 206	16 528 463	53,4%	31	49 093	15 180 989	64,9%	26	11%	-8%	-17%
Administrations	1 191	5 702 595	18,4%		801	2 296 234	9,8%		-33%	-60%	
- Gros consommateurs	47	1 696 538	5,5%	3008	46	854 706	3,7%	1548	-2%	-50%	-49%
- Petits consommateurs	1 144	4 006 057	13,0%	292	755	1 441 528	6,2%	159	-34%	-64%	-46%
Collectivités	1 293	6 478 012	20,9%		1 567	4 058 952	17,4%		21%	-37%	
- Services communaux	129	332 677	1,1%	215	103	190 482	0,8%	154	-20%	-43%	-28%
- Bornes Fontaines Publiqu	762	4 741 199	15,3%	518	176	252 907	1,1%	120	-77%	-95%	-77%
- Bornes Fontaines Privées	155	216 790	0,7%	115	1 174	3 552 019	15,2%	252	657%	1538%	119%
- Autres installations	247	1 187 346	3,8%	400	114	63 544	0,3%	46	-54%	-95%	-88%
Usages JIRAMA	1 891	1 193 928	3,9%		1 468	607 920	2,6%		-22%	-49%	
- Agents JIRAMA	1 834	1 076 973	3,5%	49	1 419	457 218	2,0%	27	-23%	-58%	-45%
- Cessions internes	57	116 955	0,4%	171	49	150 702	0,6%	256	-14%	29%	50%
TOTAL	48 693	30 929 699	100%		53 074	23 385 972	100%		9%	-24%	

Les particuliers (particuliers et agents JIRAMA) représentent 95% des abonnés de la JIRAMA, pour plus de 70% de la consommation totale.

Le second groupe de consommateurs le plus important correspond aux collectivités, c'est-à-dire les services communaux, les bornes fontaines publiques et privées, et autres installations. La part des administrations représentent à peine 10% de la consommation totale sur la CUA.

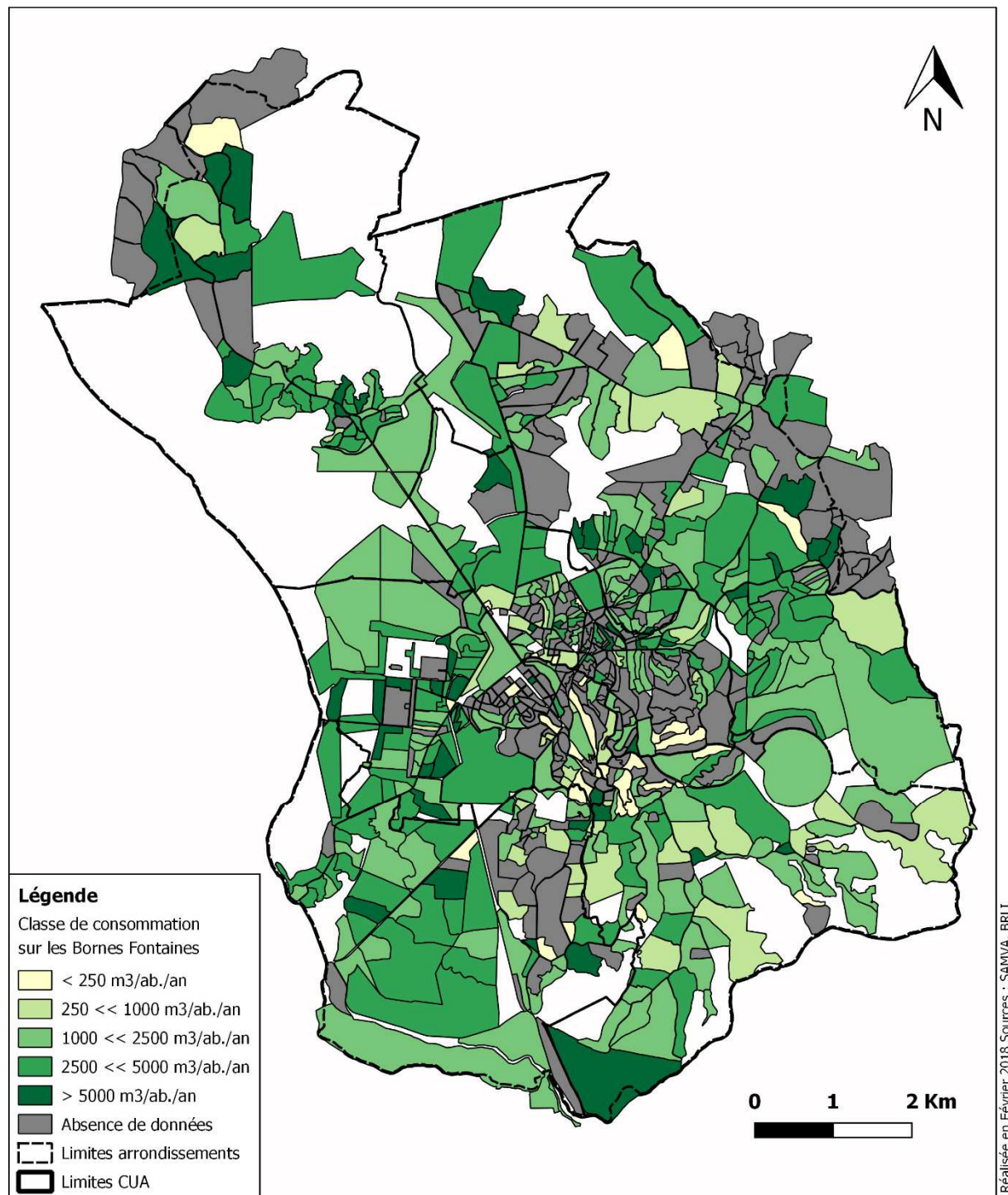
Ce tableau interroge sur les points suivants :

- **la dotation de consommation (m³/mois/abonné) a diminué entre 2000 et 2016, à l'exception des bornes fontaine privées et des cessions internes.**
- **globalement, les ventes d'eau ont diminué bien que le nombre d'abonnés a augmenté.**

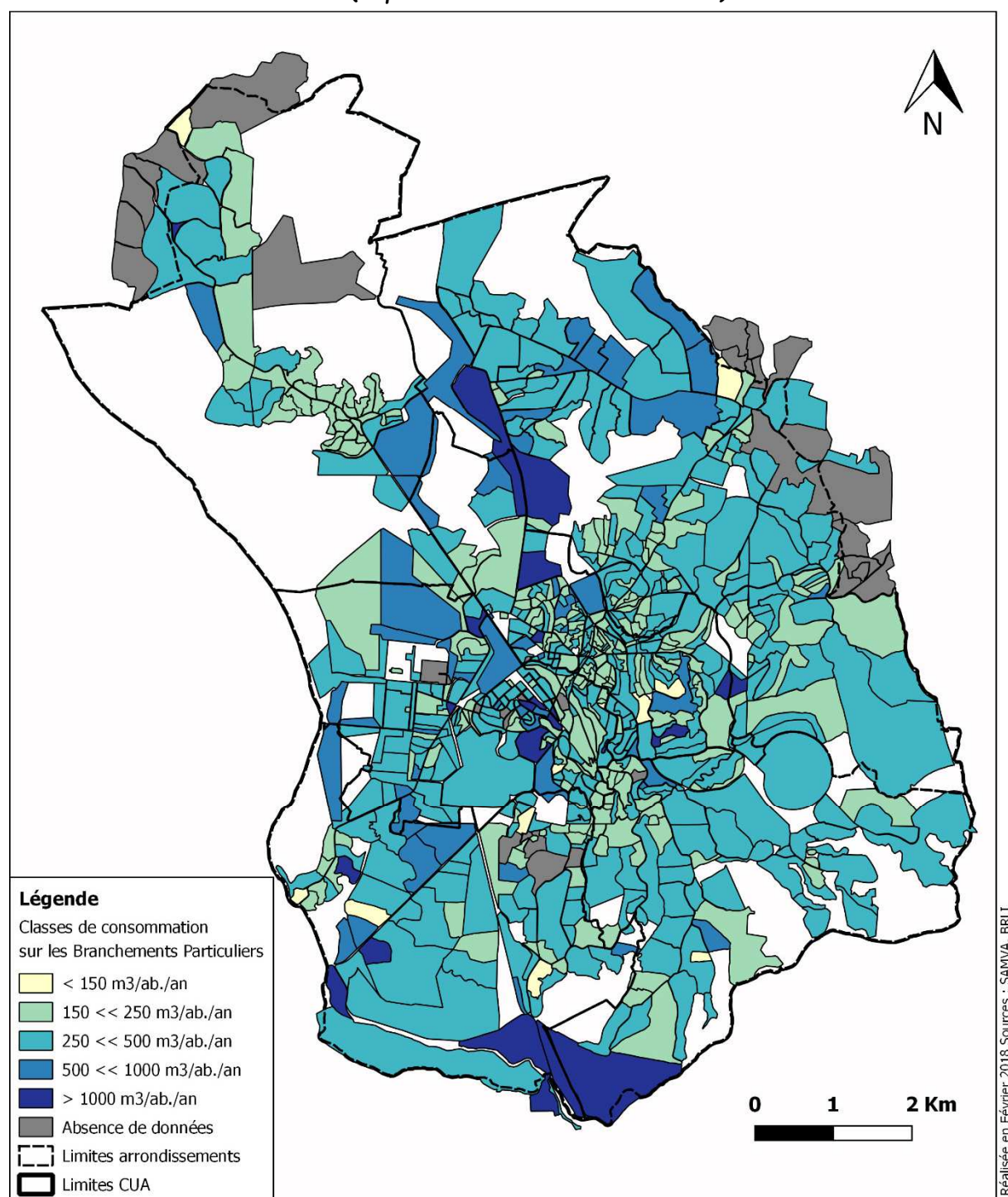
Cette situation peut être due à un problème de comptage, une augmentation des fuites sur le réseau d'alimentation en eau potable et/ou une diminution de la quantité d'eau brute disponible.

- **le nombre de bornes fontaines publiques a fortement diminué au profit des bornes fontaine privées, généralement mieux entretenues.**

Carte 129 : Carte de répartition des consommations par Bornes-fontaine - Données JIRAMA 2016
(disponible en format A3 en Annexe 1)



Carte 130 : Carte de repartition des consommations par branchements particuliers - Données JIRAMA 2016 (disponible en format A3 en Annexe 1)



Comparaison avec les études antérieures

Le tableau suivant présente ces données et les compare avec les résultats de l'analyse des données JIRAMA.

Tableau 25 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	SDAEP 2003	Actualisation du Plan Directeur 1974-1975	Données de ventes d'eau JIRAMA
Auteurs	ARTELIA Madagascar/ARTELIA international	Cities Alliance		OTUI/SOGREAH/SOMEAH	JIRAMA / BRLi
MO	Ministère de l'Eau - UN HABITAT	FIFTAMA		BPPA	
Année	2014	2004	2003	1993	2016
Volumes consommés					
Par Branchements Particuliers	76% des volumes				83% des volumes (y compris les administrations) 72% des volumes (hors administrations)
Par Bornes Fontaines	11% des volumes				16% des volumes
Autres (puits, sources privées...)					-

DOTATION EN EAU POTABLE

Analyse des données JIRAMA

Les dotations unitaires par standing ont été déterminées à partir des données issues des relèves 2016 de la JIRAMA et de la bibliographie, et réajustées sur la consommation totale par type d'abonnés (administrations et branchements particuliers, et bornes fontaines) sur l'ensemble de la CUA.

Le croisement des données de consommation consommations de tournées de relève croisées avec le standing et la population des îlots définis dans le cadre du diagnostic urbain nous a permis d'estimer les dotations suivantes :

Tableau 26 : Croisement des consommations de tournées avec la population et le standing des îlots

Dotation unitaire (l/j/hab.)	Branchement Particulier			Borne Fontaine		
	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.
Haut	592,21	690,88	493,54			
Moyen tendance haut	125,49	420,07	29,51	60,82	63,16	58,47
Moyen	110,45	477,85	13,99	16,89	24,45	11,58
Moyen tendance bas	117,95	137,61	92,78	22,88	26,46	19,29
Bas	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Autre	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Comparaison avec les études antérieures

Le tableau suivant présente ces données et les compare avec les résultats de l'analyse des données JIRAMA.

Tableau 27 : Récapitulatif des données sur la desserte en eau potable

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	SDAEP 2003	Actualisation du Plan Directeur 1974-1975	Données de ventes d'eau JIRAMA
Auteurs	ARTELIA Madagascar/ARTELIA international	Cities Alliance		OTUI/SOGREAH/SOME AH	JIRAMA / BRLi
MO	Ministère de l'Eau - UN HABITAT	FIFTAMA		BPPA	
Année	2014	2004	2003	1993	2016
Dotation moyenne unitaire					
Commentaires	Examen des données de desserte depuis 2008, sur la base des prévisions de la demande en eau faite par la JIRAMA sous hypothèse tendancielle				
Par Branchements Particuliers	105 l/j/hab.		132 l/j/hab.	120 l/j/hab.	120 l/j/hab. (hypothèse de 7,35 habitants par BP) 105 l/j/hab. (hypothèse de 8,4 habitants par BP)
Par Bornes Fontaines	26 l/j/hab.		35 l/j/hab.	27 l/j/hab.	9 l/j/hab. (hypothèse de 7,35 habitants par BP) 10 l/j/hab. (hypothèse de 8,4 habitants par BP)
Consommation non domestique					
Global			23% de la consommation totale		
Administratif			17,0%	35% de la consommation domestique	11% de la consommation totale
Industries et commerces			6,0%	6% de la consommation domestique	

Hypothèses retenues pour la détermination des charges actuelles**Domestique**

Suite à l'analyse des données précédentes, les dotations unitaires retenues sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 28 : Hypothèse concernant la dotation domestique prise en compte

Dotation domestique unitaire (l/j/hab.) Par standing	Branchement Particulier	Borne Fontaine
Haut	200	50
Moyen tendance haut	125	30
Moyen	100	20
Moyen tendance bas	100	15
Bas	85	10
Autre	100	5

Industrielle, commerciale et institutionnelle

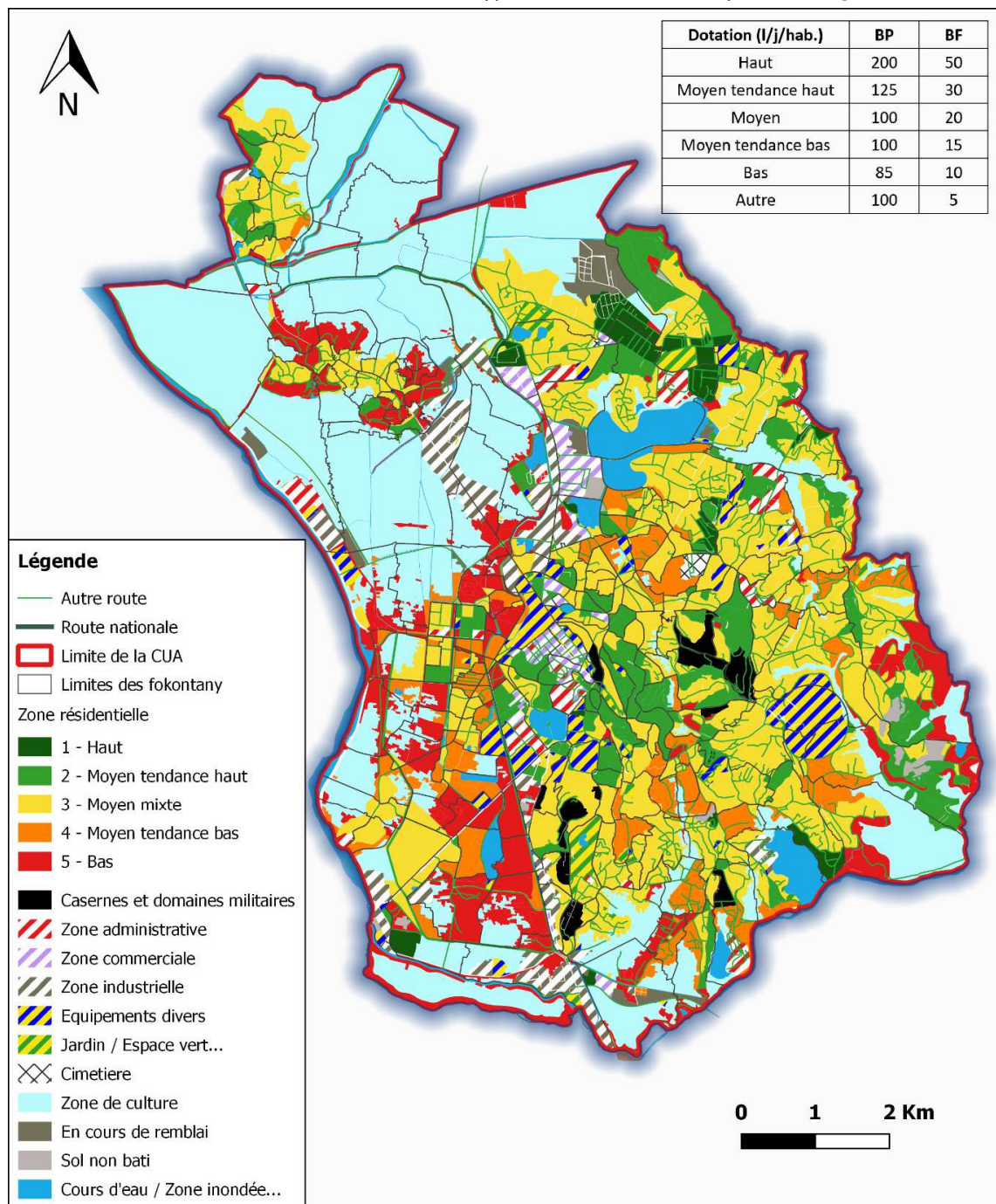
Les zones administratives sont traitées comme cas particulier dans l'évaluation des charges. La consommation d'eau potable est évaluée à :

Tableau 29 : Hypothèse concernant la dotation prise en compte pour les zones administratives

Dotation zone administrative	Branchement Particulier	Borne Fontaine
Dotation unitaire (l/j/ha)	5	-

NB : La dotation unitaire pour les zones administratives a été déterminée en divisant la consommation moyenne journalière 2016 des abonnés administratifs par la surface des zones administratives définies dans le cadre du diagnostic urbain (cf. Fascicule 4).

Carte 131 : Localisation des hypothèses de dotations par standing



2.2.2.1.4 Chiffres clé

- 62% de la population (soit environ 1 024 500 habitants) alimentée en eau potable par bornes fontaine,
- 30% de la population (soit environ 495 700 habitants) alimentée en eau potable par branchement,
- 96% de la population satisfaite de la quantité d'eau disponible,
- 24% des ménages sont équipés d'au moins un robinet intérieur et 25% d'un point d'eau dans la cour.

2.2.2.2 *Évaluation et répartition géographique des charges hydrauliques et polluantes actuelles*

2.2.2.2.1 Bibliographie – Études antérieures

De nombreuses données se trouvent dans les schémas directeurs et autres études existantes sur le volet assainissement. Le Schéma Directeur d'Assainissement de 2014 ainsi que le Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo de 2010 constituent les rapports les plus récents traitant cette thématique.

Les études retenues pour l'analyse des données antérieures sont :

- Le Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana, réalisé en 2014 par le groupement ARTELIA Madagascar/ARTELIA international pour le Ministère de l'Eau - UN HABITAT,
- Le Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo (Phases 1 et 2), réalisé en 2010-2011 par SOMEAH pour WSUP MADAGASCAR,
- L'étude Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets, réalisée en 2004 par Cities Alliance pour la FIFTAMA,
- L'Actualisation du Plan Directeur 1974-1975, réalisé en 1993 par le groupement OTUI/SOGREAH/SOMEAH pour le BPPA.

Les données disponibles concernent généralement :

- Le taux de desserte global et par type de mode d'assainissement (Réseau collectif, Fosses septiques, fosses étanches, latrines traditionnelles ou fosse sèche, DAL, autres, etc.),
Ce taux peut être disponible à l'échelle de la ville d'Antananarivo ou détaillé par arrondissements,
- Les infrastructures et points de rejet existants, les travaux réalisés,
- Les points noirs identifiés sur le réseau.

2.2.2.2.2 Synthèse des données

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo Phases 1 et 2	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	Etude complémentaire à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo	Données de ventes d'eau JIRAMA	Enquêtes ménage
Auteurs	ARTELIA Madagascar/ARTELIA international	SOMEAH	Cities Alliance	CNEAGR	JIRAMA / BRLi	Urbaconsulting / BRLi
MO	Ministère de l'Eau - UN HABITAT	WSUP MADAGASCAR	FIFTAMA	BPPA		
Année	2014	2010-2011	2004	2000	2016	2017
Taux de la population desservie par type d'assainissement						
Réseau collectif	17,0%	17,0%	17% Arrd I : 30% / Arrd II : 13% Arrd III : 29% / Arrd IV : 9% Arrd V : 7% / Arrd VI : 5%	24,0%	2,5%	2,4%
Fosses septiques	9,0%	9,0%	9% Arrd I : 9% / Arrd II : 20% Arrd III : 3% / Arrd IV : 4% Arrd V : 15% / Arrd VI : 0%	5,0%	97,5%	38,5%
Fosses étanches				38,0%		
Latrines traditionnelles ou Fosse sèche	67,0%	75,0%		31,0%		49,5%
Fosse sèche ou autres			74,0%			
Fosse sèche avec BP			Arrd I : 4% / Arrd II : 1% Arrd III : 18% / Arrd IV : 6% Arrd V : 7% / Arrd VI : 10%			2,3%

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo Phases 1 et 2	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	Etude complémentaire à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo	Données de ventes d'eau JIRAMA	Enquêtes ménage
Fosse sèche ou autres avec BF ou autre			Arrd I : 57% / Arrd II : 66% Arrd III : 50% / Arrd IV : 82% Arrd V : 71% / Arrd VI : 85%			47%
DAL	7,0%					3%
Autres				2,0%		3%
Infrastructures existantes						
Collectif		175 km dont 20km séparatif. Séparatif dans quartiers 67ha, Anosy et Hôpital HJRA 5 Stations de pompage : Ampefiloha, Ambodin'Isotry, 67 ha, Isotry et Anatihazo Restes des EU : Systèmes autonomes ; épandage direct ou réseau pluvial	unitaire : 140 km séparatif : 20km	175 km dont 150 km unitaire de 25 km séparatif		
Autonomes		10 000 fosses septiques en 2004 60 000 fosses sèches vidangeables en 2004	10 000 fosses septiques en 2004 60 000 fosses sèches vidangeables en 2004			Environ 300 000 latrines ou toilettes
Points de rejet existants						
Eaux usées		Ikopa	Ikopa (BV lac Anosy) Canal Andriantany (BV Analakely - Av. Indépendance) Marais Masaï (Vallée de l'Est) Diffus vers zones cultivées (Ambohimananarina, université d'Ankatso, cité Ambohipo et Mandrozeza, BV Morarano)	Ikopa et Canal Andriantany		

Documents	Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana	Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo Phases 1 et 2	Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets	Etude complémentaire à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo	Données de ventes d'eau JIRAMA	Enquêtes ménage
Matières de vidange		<p>Pour les MV collectées par DTMI/CUA et entreprises privées : Dans l'Ikopa au niveau d'un plan incliné situé à hauteur de la commune d'Ambohitrimanjaka (47°26'15.9" E/ 18°50'57.4" S)</p> <p>Pour les MV extraites manuellement par manœuvre : éparpillées dans l'agglomération</p>	<p>Pour les MV collectées par DTMI/CUA et entreprises privées : Dans l'Ikopa au niveau d'un plan incliné situé à hauteur de la commune d'Ambohitrimanjaka</p> <p>Pour les MV extraites manuellement par manœuvre : éparpillées dans l'agglomération</p>	Ambohitrimanjaka sur la rivière Ikopa (5 km en aval du pont d'Ambohitrimanjaka et 10 km en aval du rejet des effluents de la station 67 ha)		

2.2.2.2.3 Méthodologie d'évaluation des charges

ZONES DE COLLECTE

Le zonage d'assainissement actuel a été évalué à partir du tracé du réseau collectif d'assainissement (de type séparatif eaux usées et unitaire). Les zones de collecte ont ensuite été identifiées d'après la localisation des points de rejet du réseau et de la topographie du secteur (Cf. Chapitre 2.5).

Les zones identifiées sont les suivantes :

Tableau 30 : Identification des zones de collecte

Número ZONE	Nom de la zone de collecte	Sous-ensemble	Type réseau
1	Isotry	Centre-Ville	Unitaire
2	Tsaralarana	Centre-Ville	Unitaire
3	Behoririka	Centre-Ville	Unitaire
4	Ambatomitsangana	Vallée de l'Est	Unitaire
5	Andravoahangy	Vallée de l'Est	Unitaire
6	Ampandranana	Vallée de l'Est	Unitaire
7	Ankadivato	Vallée de l'Est	Unitaire
8	Ankazotokana	Vallée de l'Est	Unitaire
9	Antsakaviro Ambodirotra	Vallée de l'Est	Unitaire
10	Ambohijanahary	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Unitaire
11	67 Ha Nord-Ouest	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	67 Ha Nord Est	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	67 Ha Sud-Ouest	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	Cite Ambodin'Isotry	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	Cite Ampefiloha	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	Cite administrative - Hôpital	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Séparatif
11	Mahamasina-Anosy	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Unitaire
12	Anatihazo	Chaîne de transfert Ampefiloha - 67Ha	Unitaire
13	Andravoahangy Tsena	Vallée de l'Est	Unitaire
14	Ampandranana Andrefana	Vallée de l'Est	Unitaire
15	Manjakaray	Vallée de l'Est	Unitaire
16	Antohomadinika	Centre-Ville	Unitaire

TAUX DE CONNEXION AU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Le taux de connexion au réseau d'assainissement permet d'évaluer le ratio du volume collecté dans le réseau d'assainissement par rapport à celui consommé en eau potable.

Les hypothèses prises sont les suivantes :

- La population desservie par bornes fontaines n'est pas raccordée au réseau d'assainissement collectif : ces rejets sont faibles et intermittents,
- Le ratio de retour au réseau d'assainissement du volume consommé d'eau potable pour la desserte par branchement particulier est de 80%.

DEBITS

Le débit moyen de temps sec a été calculé à partir des volumes consommés par la population desservie par branchement particulier. Le débit moyen de temps sec a ensuite été calculé avec la formule suivante :

$$\text{Volume d'eaux usées} = \text{Volume consommé eau potable} * \text{Taux de retour au réseau}$$

Seuls les volumes d'eaux usées dans les zones d'assainissement collectif ont été pris en compte pour estimer les volumes rejetés au réseau d'assainissement.

CARACTERISATION DES EAUX USEES

Les informations recueillies sont issues de :

- Actualisation du plan directeur 1974-1975 – OTUI INFRASTRUCTURES/SOMEAH/SOGREAH, 1993.
- Etude complémentaire relative à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo (BPPA, 2000) ;
- Thèse : Etude de la pollution du Marais Masay par la modélisation du transfert des matières en suspension et par une démarche intégrée d'ingénierie de projet, RAHOTO DAVID Rambintsoa, 2005,
- Plan Vert d'Antananarivo – Analyses de la qualité des eaux du Lac Masay, EAST/CNRE, 2009,
- Analyses réalisées dans la bache de 67 ha dans le cadre du projet PIAA.

D'après les éléments disponibles, les eaux usées présentent les caractéristiques suivantes :

- Réseau séparatif de la Chaîne de transfert 67 Ha :
 - Concentrations en DBO₅ et en MES élevées dans la bache de pompage de 67 ha. Les teneurs sont moins élevées en sortie du collecteur RN4 (réseau unitaire) en raison de la dilution par les eaux pluviales. L'examen des valeurs montre également qu'en saison sèche, la teneur en DBO₅ et en MES augmente en raison de l'absence d'eaux pluviales parasites dans le réseau, et ce également en entrée de la station de pompage ;
 - Mesures de phosphore et azote en excès (calcul du rapport DBO₅/N/P) et indiquent la présence de rejets d'origine industrielle ;
 - Rapport DCO/DBO₅ (valeur de 1,2) en entrée de la station des 67 Ha indique que la proportion des eaux usées d'origine domestique reste cependant supérieure aux rejets industriels ;
 - Teneur en huile importante.
- Réseau unitaire du Centre-Ville :
 - Concentrations en DBO₅ faibles, représentatives d'un effluent dilué du fait de la présence d'eaux pluviales (réseau unitaire),
- Réseau unitaire du Marais Masay :
 - Concentrations en MES, DBO₅, DCO faibles, représentatives d'un effluent dilué du fait de la présence d'eaux pluviales (réseau unitaire se rejetant dans un réseau pluvial),
 - Rapport DCO/DBO₅ est élevé représentatif d'un effluent faiblement biodégradable. Cela peut être expliqué par la présence de nombreuses industries sur le secteur.
 - Concentrations en pollution azotée et phosphorée faibles. La présence de Nitrates indique que le processus de nitrification a lieu en partie durant le trajet de l'eau.
 - Teneur en huiles et graisses importante.

Les tableaux suivants présentent les résultats des analyses réalisées sur le territoire de la CUA dans le cadre des études antérieures. Ces résultats peuvent être comparés au tableau suivant qui présente des exemples de concentration des effluents dans différents pays.

Tableau 31 : Concentration des eaux usées dans certains pays¹⁵

	Sénégal	Maroc	Algérie	Tunisie	Burkina	Côte d'Ivoire	Gabon	UE
Paramètres	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
DBO5	550-1000	700-950	300-500	300-600	400-700	500	750-950	300-500
DCO	1900-2200	1400-1780	650-1000	790-1500	NC	NC	1500-2000	700-850
MES	550-750	650-900	350-650	350-450	NC	NC	650-900	200-400
NTK	90-190	NC	NC	65-90	NC	NC		65-75
Pt	30-50	NC	NC	6-16	NC	NC		15-20

¹⁵ Schéma directeur d'assainissement de Libreville - Rapport d'analyse et de synthèse des données - 2013

Résultats des analyses

Chaîne de transfert de 67 ha.

Source	Réseau	Point de mesure	Date	Température	pH	DBO ₅		DCO	MES		NGL	Ammoniac		Phosphore total		Huiles et graisses		Sulfates	Plomb	Mercure	Coliformes totaux			
				(°C)		mg/l			mg/l	mg/l		mg/l	mg/l		g/l	mg/l	mg/l					mg/l	UFC/ml	
							Moy.						Moy.											Moy.
1	Réseau Cité Ampefiloha	Cité Ampefiloha Logement 617	18/01/1993			925																		
1	Réseau Cité Ampefiloha	Cité Ampefiloha Logement 90	18/01/1993			990																		
1	Réseau Cité Ampefiloha	Cité Ampefiloha Logement 44	18/01/1993			130																		
1	Réseau Cité Ampefiloha	Cité Ampefiloha Logement 14	18/01/1993			425																		
1	Réseau 67 ha	67 Ha Nord Est près cours OMEGA	11/01/1993			350																		
1	Réseau 67 ha	67 Ha Nord Est face FKT logement 1714	11/01/1993			180																		
1	Réseau 67 ha	67 Ha Nord Est centre nautique univers logement 1491	11/01/1993			290																		
1	Réseau 67 ha	67 Ha Sud logement 814	11/01/1993			190																		
1	Réseau 67 ha	67 Ha Logement 427	18/01/1993			175																		
2	Réseau 67 ha	Station de pompage 67 ha	04/03/1999			Entre 280 et 345	312,5		Entre 180 et 225	202,5		48,6 et 43,6	46,1	27 et 10	18,5	Entre 1,9 et 3,7	2,8	0	13	14				
2	Réseau 67 ha		08/03/1999			Entre 210 et 275	242,5		Entre 100 et 125	112,5		56,9 et 58,9	57,9	9 et 11	10	Entre 1,2 et 6	3,6	0	17,5	8				
2	Réseau 67 ha		23/06/1999			Entre 300 et 360	330		Entre 600 et 800	700		4200	4200	10	10	2,5	2,5	0	0,055	0				
2	Réseau 67 ha		26/09/2000			585		697	274		58,5			20,5		4,6								
3	Réseau 67 ha		12/05/2017	21,6	6,5	3,35		120	30		0,55			0,02							1 100 000			
2	Réseau 67 ha	Exutoire collecteur RN4 en provenance de la SP 67 Ha	26/09/2000			63		76	109		28,8			5		2,7								
1 - Actualisation du plan directeur 1974-1975																								
2 - Etude complémentaire relative à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo																								
3 - PIAA																								

Réseau unitaire

Source	Réseau	Point de mesure	Date	DBO ₅
				mg/l
1	Unitaire Lac Anosy	Entrée Lac Anosy	02/11/1992	130
1	Unitaire Lac Anosy	Entrée Lac Anosy	30/11/1992	16
1	Unitaire Lac Anosy	Trop Plein Lac Anosy	02/11/1992	115
1	Unitaire Lac Anosy	Trop Plein Lac Anosy	30/11/1992	35
1	Pluvial - Lac Anosy	Ambohitsorohitra	02/11/1992	285
1	Pluvial - Lac Anosy	Ambohitsorohitra	30/11/1992	50
1	Unitaire Centre Ville	Analakely Chambre à sable	23/11/1992	95
1	Unitaire Centre Ville	Behoririka	23/11/1992	80
1	Unitaire Centre Ville	Behoririka	14/12/1992	150
1	Unitaire Centre Ville	Antanimena	23/11/1992	55
1	Unitaire Centre Ville	Isotry "Mpivaro-kazo"	23/11/1992	40
1 - Actualisation du plan directeur 1974-1975				

Vallée de l'Est et Marais Masay

Source	Réseau	Point de mesure	Date	Débit	Température	pH	Conductivité	Turbidité	Couleur	O2 dissous	DBO5	DCO	DCO/DBO5	MES	NTK	Nitrates	Phosphore total	Phosphates	Huiles et graisses	Coliformes totaux	Coliforme thermotolérants	E.Coli	Streptocoques	Spores de bactéries sulfito-réductrices	Staphylocoques	Salmonelles	Sulfure	Potassium	Calcium	Manganèse	Fer	Plomb	Mercur	Chrome VI	Chrome	Cuivre	Zinc	Arsenic	Nickel	Cadmium	Selenium			
				m³/s	°C		µs/cm	NTU	Pt/Co	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
1	Vallée de l'Est	Ampahibe	09/11/1992								40																																	
1	Vallée de l'Est	Mahavoky	09/11/1992								85																																	
1	Vallée de l'Est	Mahavoky	14/12/1992								60																																	
1	Vallée de l'Est	Manjarakay	09/11/1992								155																																	
1	Vallée de l'Est	Manjarakay	14/12/1992								240																																	
1	Vallée de l'Est	Gare routière Ambodivona	09/11/1992								80																																	
1	Vallée de l'Est	Besarety	09/11/1992								50																																	
1	Vallée de l'Est	Besarety	14/12/1992								135																																	
2	Marais Masay	Débouché Canal Vallée de l'Est	06/09/1999																	88000		86000	43400																					
2	Marais Masay		14/09/1999									19					0,29		3,8																									
2	Marais Masay		23/06/2000									40					2,87	11																										
2	Marais Masay		24/11/2005-01/12/2005									7	22,88	3,3			1,34	1,39	0		310		présence	présence		2	0	0	18,51	30,05	0,072	0,193	0,00285		0,1		0	0,14						
3	Marais Masay		oct-07	11,63	19,9	7,51	390	23,76	40	1,13	50,15			56	3,84	0,55		3,2	26,57	>500	>500																							
3	Marais Masay		22/11/2007	0,099	24	7,7	390	17,97	100	1,04	9,41	43,54	4,6	34	4,56	0,44		3,095	47,71																									
3	Marais Masay		18/12/2007	0,0828	25,6	7,7	423	30,08	85	1,72	26,66	95,07	3,6	81	6	0,33		2,35		>60.10*6	>60.10*6				>70.10*4	50.10*6	Absence																	
3	Marais Masay		23/01/2008	0,099	24	7,54	342	14,71	80	1,65	7,13	8,63	1,2	13	3,5	7,52		1,49	14,28																									
3	Marais Masay		26/02/2008	0,086	22,4	7,56	365	19,37	70	1,9	8,09	19,66	2,4	27	1,2	11,17		1,71																										
3	Marais Masay		26/03/2008	0,091	24,5	7,73	323	19,45	120	1,43	21,63	55,76	2,6	45	3,54	0,59		3,54													0,22	4,37	<LMD (0,04)	<LMD 0,1µg/l		<LMD (0,027)		<LMD (0,0234)	<LMD 0,5µg/l	<LMD	<LMD (0,1106)	<LMD 0,1µg/l		
3	Marais Masay		29/04/2008	0,072	22,6	7,7	312	16,92	130	2,48	18,35	52,21	2,8	13	2,16	1,23		3,54	78,26																									
3	Marais Masay		22/05/2008	0,107	17,9	7,57	307	16,62	80	1,08	19,48	56,85	2,9	16																														
3	Marais Masay		19/06/2008	0,112	15,7	7,76	348	17,21	90	2,57	25,82	60,66	2,3	25	2,42	1,31		3,61																										
3	Marais Masay		24/07/2008	0,099	15,5	7,66	264	16,96	80	2,5	24,03			17	3,36	2,58		3,47	10,8																									
3	Marais Masay		19/08/2008	0,142	17,9	7,56	315	18,09	110	2,56	28,29	95,57	3,4	42	1,92	1,37		2,44																										
3	Marais Masay		30/09/2008	0,123	21	7,7	340	14,34	75		18,56	53,38	2,9	10	3,36	0,94		3,38																										
2	Marais Masay		23/06/2000									39						1,78	9																									
3	Marais Masay		oct-07	3,5	21,5	7,56	512	39,85	50	4,23		30,7		38	4,6	0,57		1,45	16,57	>500	>500		présence	2	0	0																		
3	Marais Masay		22/11/2007	0,054	25,7	7,8	481	25,94	155	2,44	14,45	57,22	4,0	26	4,8	1,28		1,183	42,12																									
3	Marais Masay		18/12/2007	0,0129	25,7	7,78	489	39,81	170	2,77	27,29	84,92	3,1	58	10,8	0,25		1,2		>60.10*6	>60.10*6				>70.10*4	45,45.10*4	Absence																	
3	Marais Masay		23/01/2008	0,06	25,5	7,44	378	28,6	145	1,71	8,19	22,83	2,8	29	4,5	1,74		0,79	11,71																									
3	Marais Masay		26/02/2008	0,13	22,7	7,47	348	9,69	115	0,69	8,16	10,72	1,3	15	1,68	4,76		1,22																										
3	Marais Masay		26/03/2008	0,049	26,2	7,56	353	14,57	105	2,95	11,07	39,36	3,6	13	1,06	0,41		1,06																										
3	Marais Masay		29/04/2008	0,095	22	7,8	345	21,12	120	3	14,35	57,82	4,0	26	2,88	1,48		1,08	54,93																									
3	Marais Masay		22/05/2008	0,056	19,9	7,56	387	31,79	170	2,67	46,65	119,29	2,6	37																														
3	Marais Masay		19/06/2008	0,026	16	7,85	490	27,58	130	2,93	40,02	58,53	1,5	48	2,8	0,75		3,62																										
3	Marais Masay		24/07/2008	0,028	15,6	7,66	460	38,94	160	1,82	51,97			70	3,84	1,97		4,89	45,73																									
3	Marais Masay		19/08/2008	0,034	19	7,45	479	30,85	200	1,29	220,68	410,67	1,9	76	2,64	0,95		2,42																										
3	Marais Masay		30/09/2008	0,04	21,4	7,47	492	25,72	130		148,75	268,82	1,8	36	2,88	1,03		1,47																										
2	Marais Masay	06/09/1999																		2600																								

RATIOS DE POLLUTION

Les charges de pollution ont été estimées pour les paramètres caractérisant un effluent d'eaux usées : MES, DBO₅, DCO, NTK et P_{Total}. Les ratios pris en compte dans l'estimation sont les suivants :

Tableau 32 : Hypothèses de ratio pour déterminer les charges polluantes

Charges polluantes	Effluent domestique
MES	35 g/j/hab.
DBO ₅	40 g/j/hab.
DCO	70 g/j/hab.
NTK	12 g/j/hab.
PT	4 g/j/hab.
E. Coli	5,70E+10 n/j/hab.

2.2.2.2.4 Charges hydrauliques

Les résultats de calcul des charges hydrauliques sont présentés par arrondissement, standing, type d'assainissement, et par zone de collecte pour chaque scénario de population.

Population BDA 2015					
Arrondissement	Population totale		Population raccordée au réseau	Population ANC	Volume rejeté au réseau (m ³ /j)
Arrondissement I	329 180	21%	22 350	306 830	2 843
Arrondissement II	214 681	14%	843	213 838	76
Arrondissement III	150 851	10%	8 215	142 636	711
Arrondissement IV	325 944	21%	2 164	323 780	237
Arrondissement V	342 094	22%	1 505	340 590	121
Arrondissement VI	175 291	11%	-	175 291	-
TOTAL	1 538 041	100%	35 076	1 502 965	3 989

Population BDA 2015					
Standing	Population totale		Population raccordée au réseau	Population ANC	Volume rejeté au réseau (m ³ /j)
Haut	3 032	0%	-	3 032	-
Moyen tendance haut	112 724	7%	11 650	101 074	1 165
Moyen	693 269	45%	17 906	675 363	1 533
Moyen tendance bas	248 498	16%	4 572	243 926	366
Bas	436 724	28%	264	436 460	18
Autre	12 025	1%	680	11 345	907
N/A	31 769	2%	3	31 766	0
TOTAL	1 538 041		35 076	1 502 965	3 989

Type assainissement	Population BDA 2015		
	Population totale	Pourcentage d'habitants	Volume rejeté m3/j)
Non collectif	1 502 965	98%	38639
Unitaire	22 657	1%	2321
Séparatif	12 419	1%	1668
Sous-total Assainissement Collectif	35 076	2,3%	3 989
TOTAL	1 538 041		42 628

Zone collecte	Type assainissement	Population BDA 2015		
		Population totale	Pourcentage d'habitants raccordés au réseau d'assainissement collectif	Volume rejeté au réseau (m3/j)
Non Collectif	Non collectif	1 422 401		
Zone Isotry	Unitaire	5 577	30%	231
Zone Tsaralarana	Unitaire	6 038	30%	394
Zone Behoririka	Unitaire	18 248	30%	476
Zone Ambatomitsangana	Unitaire	3 162	30%	83
Zone Andravoahangy	Unitaire	5 008	30%	126
Zone Ampandranana	Unitaire	5 103	30%	136
Zone Ankadivato	Unitaire	2 766	30%	77
Zone Ankazotokana	Unitaire	2 817	30%	76
Zone Antsakaviro Ambodirotra	Unitaire	1 970	30%	59
Zone Ambohijanahary	Unitaire	3 247	30%	131
Zone 67 Ha Nord Ouest	Séparatif	7 224	30%	273
Zone 67 Ha Nord Est	Séparatif	9 789	30%	276
Zone 67 Ha Sud Ouest	Séparatif	10 678	30%	284
Zone Cite Ambodin'Isotry	Séparatif	8 553	30%	205
Zone Cite Ampefiloha	Séparatif	3 714	40%	144
Zone Cite administrative - Hopital	Séparatif	205	34%	486
Zone Mahamasina-Anosy	Unitaire	4 036	30%	108
Zone Anatizaho	Unitaire	7 386	30%	177
Zone Andravoahangy Tsena	Unitaire	589	30%	14
Zone Ampandranana Andrefana	Unitaire	1 371	30%	36
Zone Manjakaray	Unitaire	8 155	30%	197
Zone Antohomadinika	Unitaire	4	30%	0
TOTAL		1 538 041	2%	3 989

2.2.2.2.5 Charges polluantes

Les résultats de calcul des charges polluantes sont présentés par arrondissement, standing, type d'assainissement, et par zone de collecte pour chaque scénario de population.

Population BDA 2015						
Arrondissement	Charge MES (kg/j)	Charge DBO5 (kg/j)	Charge DCO (kg/j)	Charge NTK (kg/j)	Charge PT (kg/j)	Charge E. Coli
Arrondissement I	980	1120	1961	336	112	1,59653E+15
Arrondissement II	30	34	59	10	3	4,8051E+13
Arrondissement III	288	329	575	99	33	4,68232E+14
Arrondissement IV	86	98	172	30	10	1,40273E+14
Arrondissement V	53	60	105	18	6	8,57565E+13
Arrondissement VI	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1 436	1 641	2 872	492	164	2,33885E+15

Population BDA 2015						
Standing	Charge MES (kg/j)	Charge DBO5 (kg/j)	Charge DCO (kg/j)	Charge NTK (kg/j)	Charge PT (kg/j)	Charge E. Coli
Haut	0	0	0	0	0	0
Moyen tendance haut	408	466	816	140	47	6,64061E+14
Moyen	649	741	1297	222	74	1,05634E+15
Moyen tendance bas	160	183	320	55	18	2,60621E+14
Bas	9	11	18	3	1	1,50309E+13
Autre	210	240	421	72	24	3,42623E+14
N/A	0,1	0,1	0,2	0,04	0,01	1,71E+11
TOTAL	1 436	1 641	2 872	492	164	2,33885E+15

Population BDA 2015						
Type assainissement	Charge MES (kg/j)	Charge DBO5 (kg/j)	Charge DCO (kg/j)	Charge NTK (kg/j)	Charge PT (kg/j)	Charge E. Coli
Non collectif	16090	18388	32179	5516	1839	2,62032E+16
Unitaire	874	999	1749	300	100	1,42403E+15
Séparatif	562	642	1123	193	64	9,14813E+14
Sous-total Assainissement Collectif	1 436	1 641	2 872	492	164	2,33885E+15
TOTAL	17 526	20 030	35 052	6 009	2 003	2,85421E+16

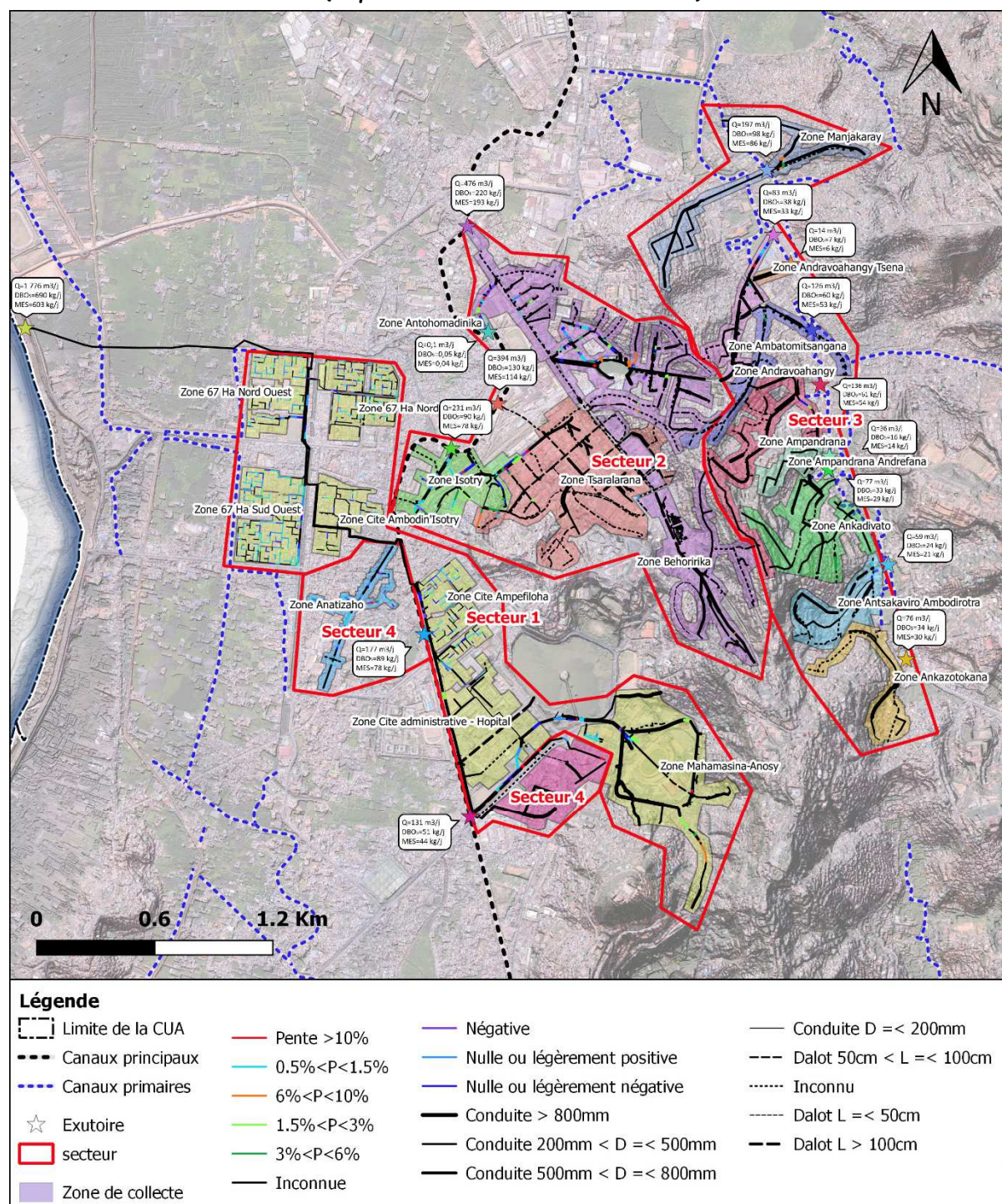
Zone collecte	Type assainissement	Population BDA 2015					
		Charge MES (kg/j)	Charge DBO5 (kg/j)	Charge DCO (kg/j)	Charge NTK (kg/j)	Charge PT (kg/j)	Charge E. Coli
Non Collectif	Non collectif						
Zone Isotry	Unitaire	78	90	157	27	9	1,27818E+14
Zone Tsaralarana	Unitaire	114	130	228	39	13	1,8528E+14
Zone Behoririka	Unitaire	193	220	386	66	22	3,13989E+14
Zone Ambatomitsangana	Unitaire	33	38	66	11	4	5,40702E+13
Zone Andravoahangy	Unitaire	53	60	105	18	6	8,56368E+13
Zone Ampandrana	Unitaire	54	61	107	18	6	8,72613E+13
Zone Ankadivato	Unitaire	29	33	58	10	3	4,72986E+13
Zone Ankazotokana	Unitaire	30	34	59	10	3	4,81707E+13
Zone Antsakaviro Ambodirotra	Unitaire	21	24	41	7	2	3,3687E+13
Zone Ambohijanahary	Unitaire	44	51	89	15	5	7,24711E+13
Zone 67 Ha Nord Ouest	Séparatif	98	112	196	34	11	1,59222E+14
Zone 67 Ha Nord Est	Séparatif	103	117	206	35	12	1,67392E+14
Zone 67 Ha Sud Ouest	Séparatif	112	128	224	38	13	1,82594E+14
Zone Cite Ambodin'Isotry	Séparatif	90	103	180	31	10	1,46256E+14
Zone Cite Ampefiloha	Séparatif	52	59	103	18	6	8,40978E+13
Zone Cite administrative - Hopital	Séparatif	108	123	215	37	12	1,75251E+14
Zone Mahamasina-Anosy	Unitaire	42	48	85	15	5	6,90156E+13
Zone Anatzaho	Unitaire	78	89	155	27	9	1,26301E+14
Zone Andravoahangy Tsena	Unitaire	6	7	12	2	0,7	1,00719E+13
Zone Ampandrana Andrefana	Unitaire	14	16	29	5	2	2,34441E+13
Zone Manjakaray	Unitaire	86	98	171	29	10	1,39451E+14
Zone Antohomadinika	Unitaire	0,04	0,05	0,08	0,01	0	68400000000
TOTAL		1 436	1 641	2 872	492	164	2,33885E+15

2.2.2.3 Comparaison avec les caractéristiques du réseau

La carte suivante présente la répartition géographique des charges hydrauliques et polluantes sur le réseau d'assainissement collectif (séparatif et unitaire).

Près de 50% des volumes sont collectés par la Chaîne de transfert de la station de 67 ha et devraient être rejetés directement dans l'Ikopa. Le reste du volume est rejeté dans l'Andriantany (directement ou via le Marais Masay).

Carte 132 : Comparaison des charges hydrauliques et polluantes avec les caractéristiques du réseau (disponible au format A3 en Annexe 1)



2.2.3 Bilan et hiérarchisation des désordres

Les désordres identifiés dans le Chapitre 2.2.1.2 ont été hiérarchisés sur la base des critères présentés dans les tableaux suivants.

La note attribuée à chaque désordre a été calculée de la manière suivante :

Note finale = Note Occurrence * Note Gravité * Note Maîtrise * Pourcentage de débit du Secteur.

Tableau 33 : Critères de hiérarchisation des désordres identifiés sur le réseau collectif

Note	1	2	3	4
Occurrence	<10%	10%-30%	30%-50%	>50%
Gravité	Difficulté d'entretien	Accélération de l'usure Augmentation de risque	Réseau fonctionnel mais de capacité diminuée Pas d'accès au réseau	Réseau non fonctionnel Rejet sans traitement
Maîtrise	Pas d'action possible sur le désordre	Action très difficile (Travaux contraignant)	Action moyen (Travaux)	Action facile (entretien ou remplacement)

	Population	Débit (m ³ /j)	Pourcentage de débit
Secteur 1	44 199	1 776	44,5%
Secteur 2	29 867	1 100	27,6%
Secteur 3	30 941	804	20,2%
Secteur 4	10 633	309	7,7%
Total	115 640	3 989	100,0%

Le tableau suivant présente la hiérarchisation des désordres des désordres identifiés sur le réseau collectif.

A noter que certains désordres listés-ci-après (notamment les dysfonctionnements des stations de pompage) font déjà l'objet d'un programme de travaux en cours de réalisation. Pour plus de détails, se référer aux livrables de l'Activité 5 de la Tranche Ferme.

Tableau 34 : Hiérarchisation des désordres des désordres identifiés sur le réseau collectif.

Secteur	Désordre	Occurrence	Gravité	Maitrise	Coefficient de pondération	Note finale
1	Groupes électropompes Hors service	4	4	4	0,445	28,5
1	Ecoulement en charge	4	4	3	0,445	21,4
2	Groupes électropompes Hors service	4	4	4	0,276	17,7
1	Déchets solides	4	3	3	0,445	16,0
1	Excrétas	4	3	3	0,445	16,0
1	Tampon fissuré	2	4	4	0,445	14,2
1	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	4	4	2	0,445	14,2
1	Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	4	4	2	0,445	14,2
2	Tampon fissuré	3	4	4	0,276	13,2
2	Ecoulement en charge	4	4	3	0,276	13,2
1	Cassure	3	4	2	0,445	10,7
2	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	4	3	3	0,276	9,9
2	Dépôts de sable	4	3	3	0,276	9,9
2	Déchets solides	4	3	3	0,276	9,9
3	Tampon fissuré	3	4	4	0,202	9,7
3	Ecoulement en charge	4	4	3	0,202	9,7
2	Cassure	4	4	2	0,276	8,8
2	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	4	4	2	0,276	8,8
2	Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	4	4	2	0,276	8,8
1	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	2	3	3	0,445	8,0
1	Dépôts de sable	2	3	3	0,445	8,0
3	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	4	3	3	0,202	7,3
3	Dépôts de sable	4	3	3	0,202	7,3
3	Déchets solides	4	3	3	0,202	7,3
1	Absence de tampon	1	4	4	0,445	7,1
1	Présence de racines	1	4	4	0,445	7,1
3	Cassure	4	4	2	0,202	6,5
3	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	4	4	2	0,202	6,5
3	Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	4	4	2	0,202	6,5
3	Excrétas	3	3	3	0,202	5,4
1	Présence d'eaux d'infiltration	1	4	3	0,445	5,3
1	Génie Civil	4	1	3	0,445	5,3
1	Tuyauterie et robinetterie	3	2	2	0,445	5,3
1	Conduite de refoulement	3	2	2	0,445	5,3
2	Excrétas	2	3	3	0,276	5,0
4	Groupes électropompes Hors service	4	4	4	0,077	5,0
3	Présence d'eaux d'infiltration	2	4	3	0,202	4,8
2	Absence de tampon	1	4	4	0,276	4,4
2	Raccord défectueux	2	4	2	0,276	4,4
2	Présence de racines	1	4	4	0,276	4,4
1	Pente faible (inférieure à 0,5%)	3	3	1	0,445	4,0
1	Présence de végétation	1	3	3	0,445	4,0
4	Tampon fissuré	3	4	4	0,077	3,7
4	Ecoulement en charge	4	4	3	0,077	3,7
1	Raccord défectueux	1	4	2	0,445	3,6
1	Ovalisation	1	4	2	0,445	3,6
2	Présence d'eaux d'infiltration	1	4	3	0,276	3,3
2	Génie Civil	4	1	3	0,276	3,3
3	Absence de tampon	1	4	4	0,202	3,2
3	Présence de racines	1	4	4	0,202	3,2
4	Déchets solides	4	3	3	0,077	2,8
2	Pente faible (inférieure à 0,5%)	3	3	1	0,276	2,5
2	Présence de végétation	1	3	3	0,276	2,5
4	Raccordement non conformes des usagers sur les caniveaux et les canaux pluviaux	4	4	2	0,077	2,5
4	Raccordement des réseaux d'eaux usées directement sur les ouvrages d'eaux pluviales	4	4	2	0,077	2,5
2	Ovalisation	1	4	2	0,276	2,2
4	Ovalisation	3	4	2	0,077	1,9
4	Cassure	3	4	2	0,077	1,9
3	Pente faible (inférieure à 0,5%)	3	3	1	0,202	1,8
3	Présence de végétation	1	3	3	0,202	1,8
1	Profondeur faible (inférieure à 1m)	2	2	1	0,445	1,8
1	Profondeur forte (supérieure à 3m)	1	4	1	0,445	1,8
2	Profondeur faible (inférieure à 1m)	3	2	1	0,276	1,7
3	Raccord défectueux	1	4	2	0,202	1,6
3	Ovalisation	1	4	2	0,202	1,6
4	Regard inaccessible ou impossible à ouvrir	2	3	3	0,077	1,4
4	Dépôts de sable	2	3	3	0,077	1,4
4	Excrétas	2	3	3	0,077	1,4
1	Echelons abimés	1	1	3	0,445	1,3
4	Absence de tampon	1	4	4	0,077	1,2
4	Présence de racines	1	4	4	0,077	1,2
2	Pente forte (supérieure à 6%)	2	2	1	0,276	1,1
2	Profondeur forte (supérieure à 3m)	1	4	1	0,276	1,1
2	Absence de cunette	2	1	2	0,276	1,1
4	Pente faible (inférieure à 0,5%)	4	3	1	0,077	0,9
4	Présence d'eaux d'infiltration	1	4	3	0,077	0,9
4	Génie Civil	4	1	3	0,077	0,9
1	Pente forte (supérieure à 6%)	1	2	1	0,445	0,9
1	Absence de cunette	1	1	2	0,445	0,9
3	Profondeur faible (inférieure à 1m)	2	2	1	0,202	0,8
3	Profondeur forte (supérieure à 3m)	1	4	1	0,202	0,8
3	Absence de cunette	2	1	2	0,202	0,8
4	Présence de végétation	1	3	3	0,077	0,7
4	Raccord défectueux	1	4	2	0,077	0,6
3	Echelons abimés	1	1	3	0,202	0,6
4	Profondeur faible (inférieure à 1m)	3	2	1	0,077	0,5
3	Pente forte (supérieure à 6%)	1	2	1	0,202	0,4
4	Echelons abimés	1	1	3	0,077	0,2
4	Pente forte (supérieure à 6%)	1	2	1	0,077	0,2
4	Absence de cunette	1	1	2	0,077	0,2
2	Echelons abimés	0	1	3	0,276	0,0
2	Tuyauterie et robinetterie	0	2	2	0,276	0,0
2	Conduite de refoulement	0	2	2	0,276	0,0
3	Génie Civil	0	1	3	0,202	0,0
3	Groupes électropompes Hors service	0	4	4	0,202	0,0
3	Tuyauterie et robinetterie	0	2	2	0,202	0,0
3	Conduite de refoulement	0	2	2	0,202	0,0
4	Profondeur forte (supérieure à 3m)	0	4	1	0,077	0,0
4	Tuyauterie et robinetterie	0	2	2	0,077	0,0
4	Conduite de refoulement	0	2	2	0,077	0,0

2.3 CAS PARTICULIER DES INDUSTRIELS

RECUEIL DOCUMENTAIRE – ÉTUDES ANTERIEURES

Les industriels représentent un cas particulier dans le domaine de l'assainissement. En effet, leurs eaux usées sont de composition différente des eaux usées domestiques et peuvent contenir, entre autres, des concentrations plus élevées de DCO, azote, phosphore, métaux lourds, qui doivent être pris en compte dans le dimensionnement du traitement.

Un recensement des informations collectées dans les études antérieures est présenté page suivante.

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

De manière générale, les rejets d'origine industrielle peuvent être soumis à des normes de qualité avant rejet dans le milieu naturel ou dans le réseau d'assainissement. Leurs rejets peuvent également être soumis à demande d'autorisation et faire l'objet d'une convention de rejet. A Madagascar, les rejets des industries sont soumis à la réglementation suivante en matière d'assainissement :

- Rejet dans le réseau d'assainissement collectif : respect des normes décrites dans le décret 2003-943 ;
- Rejet dans le milieu naturel : respect des normes décrites dans le décret 2003-464 ;
- Dossier de demande d'autorisation environnementale : permis environnemental délivré par l'ONE (Office National de l'Environnement) (dossier pouvant nécessiter la réalisation d'une Etude d'Impact Environnemental).

Plus particulièrement, tout déversement, écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect et plus généralement tout fait susceptible d'altérer la qualité de l'eau superficielle ou souterraine est soumis à autorisation délivrée par l'ANDEA.

NB : les normes des décrets sont présentées et analysées dans le chapitre 1.2.2.1.

Tableau 35 : Informations issues du recueil documentaire concernant les industriels

Nom des documents		Auteurs	MO	Année	Industriels - Eléments relevés dans les études						
Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana		ARTELIA Madagascar/ARTELIA international	Ministère de l'Eau - UN HABITAT	2014	Rien d'identifié dans ce document						
Plan stratégique d'assainissement à l'échelle de l'Agglomération d'Antananarivo	Phases 1 et 2	SOMEAH	WSUP MADAGASCAR	2010-2011	Rien d'identifié dans ce document						
Stratégies de développement de l'agglomération d'Antananarivo – Gestion de l'assainissement liquide et des déchets		Cities Alliance	FIFTAMA	2004	ZI Akorondrano (rejet dans Marais Masay et Canal Andriantany, quelques dispositifs de prétraitement sommaires)	ZI RN4 (rejet dans zone agricole du PIRD (Secteur I-Nord) et canal Andriantany)	ZI FILATEX (rejet dans l'Ikopa)	ZI Forello (rejet dans canaux irrigation rizières)	Autres ZI (réseau existant, réseau pluvial vers rizière ou canal le plus proche)		
Etude complémentaire à l'assainissement eaux usées de la plaine d'Antananarivo		CNEAGR	BPPA	2000	ZI Forello située en rive gauche de l'Ikopa à Tanjombato : Rejet dans canal pour l'irrigation – Doléances des irrigants car baisse du rendement de la production de riz	ZI FILATEX à Ankadimbahoaka, juste en aval du barrage de Tanjombato : rejet dans l'Ikopa après pré-traitement	Industries chimiques et agroalimentaires dans la partie N-E de la plaine	Abords de la RN4 le long du Vahalavan'Ambohimananina : rejets dans la zone agricole du secteur I-Nord ou caniveau de drainage qui va au canal Andriantany	Route des hydrocarbures : rejet dans le marais ou caniveau de drainage qui va au canal Andriantany	Marais Masay. Plan d'urbanisme de la plaine Nord (1999) prévoit la création d'un bassin de rétention d'eau de drainage de 100 ha dans le marais Masay	Un grand nombre d'établissements d'importance plus modeste, tels que les ateliers artisanaux, répartis dans le tissu urbain

CONTEXTE GENERAL

Comme indiqué, les industries peuvent avoir des rejets très impactants sur le réseau d'assainissement, tant en termes de charge hydraulique (consommation et rejet d'eau importants) que de charge polluante. Les types d'industries avec des rejets potentiellement impactants présents sur le territoire de la CUA sont :

- Industries agro-alimentaires : abattoirs et industries de la viande (tannerie, mégisserie, colle et gélatines), brasserie, fabrication de boissons, biscuiterie, fabrication d'aliments, laiterie...
- Industries textiles : lavage et peignage des laines, prétraitement des textiles (mercerisage du coton, lessives, élimination amidons et féculés), ennoblissement textile (blanchiment, teinture, impression, apprêt), blanchisseries industrielles
- Industries chimiques : cosmétique, pharmaceutique, engrais...
- Industries de la pâte à papier et papeteries : condensats, lavage et vidanges, préparation des bois, blanchiment).

De façon générale, les polluants les plus fréquents dans les eaux usées industrielles sont :

- matière organique (DBO₅ et DCO), qui participe à la réduction du taux d'oxygène dissous dans l'eau ;
- turbidité et matières en suspension, qui imposent des charges supplémentaires aux STEP et peuvent former des bancs de boue ;
- éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium), qui augmente le développement algal et l'eutrophisation ;
- éléments toxiques et métaux lourds : cyanure, cuivre, zinc,...
- acides et alcalis, à neutraliser absolument car ils causent des variations de pH importantes ;
- couleur (papeteries, textile), qui colorent l'eau traitée et les boues ;
- huiles, graisses et matières flottantes, qui peuvent former des mousses en surface (inesthétiques) et être à l'origine de colmatages ;
- augmentation de la température, qui conduit aussi à l'épuisement de l'oxygène dissous par abaissement de la valeur de saturation.

De plus, chaque branche industrielle produit des effluents bien caractéristiques. Notamment, l'utilisation de détergents pour les lavages (utilisés dans les industries agro-alimentaires ou la fabrication de produits hygiéniques par exemple) contiennent des tensio-actifs (formation de mousses) et ont un pouvoir bactéricide élevé. Ce dernier est à prendre en compte et à éliminer en cas de traitement biologique en aval.

CONTEXTE SUR LE TERRITOIRE DE LA CUA

Les tableaux ci-après donnent des ordres de grandeurs de la composition des effluents des industries présentes dans la CUA :

Textile

De manière générale, la pollution dépend des tissus fabriqués et des étapes suivies :

Pour 1t de tissu produit	Débit (litres)	DBO (kg)	MES (kg)	Salinité (kg)
Laine Ancienne	614	450	-	-
Laine Classique	525	300	-	-
Laine Moderne	516	50	-	-
Coton	416	170	80	245
Synthétique nylon	100-150	35-55	20-40	20-300
Synthétique polyester	67-133	120-250	30-160	30-600

Papeterie

Le débit d'effluent est important et très chargé.

Type d'installation	Débit (m³/t)	DBO (kg/t)	MES (kg/t)
Pâte kraft - Ancienne	460	100	100
Pâte kraft - Classique	190	60	85
Pâte kraft - Nouveau	105	45	45
Pâte sulfite - Ancienne	390	250	60
Pâte sulfite - Classique	230	165	50
Pâte sulfite - Nouveau	125	50	25

Agro-alimentaire

Les rejets sont caractérisés par d'importants taux de matière organique (MO) et de matière en suspension (MES). Pour ce type d'industrie, le rejet provient de toutes les étapes du conditionnement : lavage, triage, tranchage, refroidissement des boîtes, lavage des appareils et des ateliers.

De manière générale, les industries traitent donc leurs effluents avant rejet dans le réseau d'assainissement. Le traitement a pour objectif d'enlever les polluants spécifiques au type d'industries et que les eaux usées prétraitées aient une composition similaire à des effluents domestiques.

2.3.1 Identification et localisation des industriels

La CUA comprend de nombreuses industries au sein de son territoire, avec des activités variées. Les activités industrielles sont majoritairement des fabriques textiles, des savonneries, des brasseries,...

Ces industries sont généralement consommatrices d'une quantité d'eau importante et génèrent un apport d'eaux usées non négligeable, que ce soit en termes de charge hydraulique que polluante.

Cette partie du rapport recense ces industriels afin de caractériser leurs rejets (point de rejet, traitement en place, volumes rejetés, charges polluantes rejetées, etc.) et de les **inclure dans le diagnostic des infrastructures d'assainissement. Il est néanmoins rappelé que les conditions de rejet industriel sont soumises au décret n°2003-943.**

METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION

Un premier travail d'identification et de localisation des grosses industries présentes sur la CUA a donc été réalisé :

- Analyse des données des gros consommateurs de la JIRAMA (liste fournie par la JIRAMA pour les années 2016 et 2017 avec les abonnés qui consomment plus de 1000 m³/mois)

Cette première analyse nous a permis d'identifier les contributeurs potentiellement les plus importants en termes de charge hydraulique ou polluante. Une distinction entre les usages administratifs ou assimilés (bureau, hôtel...) et industriels a été réalisée car les eaux usées des administrations sont considérées comme des effluents domestiques au contraire des eaux usées d'origine industrielle (effluents non domestiques).

- Analyse des données de l'ONE

En effet, les industriels nécessitent une autorisation environnementale avant de s'implanter. La liste des permis permet ainsi d'avoir une liste relativement complète des industries présentes sur le territoire.

Tableau 36 : Liste des industriels transmise par l'ONE

Code TS	Nom du dossier	Activités	Type d'activités	Type de dossier	Etat du dossier	Secteur	Type de rejet	Localisation	Commune	Date de dépôt du dossier	Date du permis	Ref. Permis environnemental
00179TS	JB	Biscuiterie	Agro-alimentaire	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Amboditsiry	ANTANANARIVO I	7-nov-05	20-déc-06	N° 56/06/MINENVEF/ONE/DG/PE
00438TS	EO 2 LE	Unité de production d'oxygène	Chimie	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ankorondrano	ANTANANARIVO I	12-août-09	12-nov-09	N° 53/09/MEF/ONE/DG/PE
00442TS	GAZ PLUS	Unité de production de gaz	Chimie	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Anosivavaka Ambohimananina	ANTANANARIVO I	1-sept-09	03-déc-09	N° 58/09/MEF/ONE/DG/PE
00009TS	ASHMON	Fabrication de détergent	Chimie	MEC	FERME	INDUSTRIE	Industriel	Besarety	ANTANANARIVO III	10-août-98	28-sept-98	883/98
00050TS	HKS KNITWEAR et Madagascar Dyeing Mills	Bonneterie	Textile	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ankorondrano	ANTANANARIVO III	16-juil-01	28-janv-02	11/02
00001TS	IOI Savony Salama	Savonnerie	Chimie	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Anosibe	ANTANANARIVO IV	21-mai-97	11-mars-98	211/98
00014TS	MACOMA	Centrale bétonnière	BTP	EIE	ARRET EVAL	INDUSTRIE	Industriel	Alarobia	ANTANANARIVO V	22-juin-99	ARRET	
00660TS	HAVAMAD	Projet d'usine de transformation de fruits	Agro-alimentaire	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Andranomena	ANTANANARIVO V	28-août-13	24-avr-14	N° 14/14/MEF/ONE/DG/PE
00675TS	SONIA MADA TEXTILE	Projet d'unité de confection textile	Textile	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ankadimbahoaka	ANTANANARIVO V	7-oct-13	19-déc-13	N° 33/13/MEF/ONE/DG/PE
00638TS	NEW PLAST	Projet de fabrication d'articles plastiques	Chimie	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Soavimasandro	ANTANANARIVO V		09-juil-13	N° 13/13/MEF/ONE/DG/PE
00028TS	TRANOMBAROTRA MAHAZATRA TANA (TMT)	Fabrication de conditionnement en plastique	Chimie	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ambohimananina	ANTANANARIVO VI	30-mars-00	30-mai-00	573/00
00090TS	STAR/UBG	Unité de production de boisson gazeuse (extension brasserie)	Agro-alimentaire	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Andraharo	ANTANANARIVO VI	07-oct-03	04-déc-03	delivre par le Ministère de l'Environnement
00131TS	NEW PACK	Unité de fabrication de carton		MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Route digue	ANTANANARIVO VI	8-nov-04	08-déc-05	N° 36/05/MINENVEF/ONE/DG/PE
00093TS	WING TAI MSCAR	Unité de lavage textile	Textile	MEC	FERME	INDUSTRIE	Industriel	Andraharo	ANTANANARIVO VI	03-nov-03	06-janv-04	
00100TS	COSMOS KNITS	Unité de confection textile	Textile	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Andraharo	ANTANANARIVO VI	28-janv-04	24-mars-04	
00760TS	NET A SEC	Mise En Conformité Unité de lavage, de blanchissage à Ambohiban ANTEHIBOKA	Textile	MEC	SUM	INDUSTRIE	Industriel		ANTANANARIVO VI		18-juin-15	N° 53/15/MEEMF/ONE/DG/PE
00624TS	AIR LIQUIDE MSCAR	Projet de stockage d'oxygène	Chimie	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ambohimananina	ANTANANARIVO VI	10-déc-12	16-sept-13	N° 21/13/MEF/ONE/DG/PE
00648TS	MA MOUSSE	Projet de fabrication de matelas mousse	Chimie	EIE	SUM	INDUSTRIE	Industriel	Ambohimananina	ANTANANARIVO VI	24-mai-13	24-avr-14	N° 15/14/MEF/ONE/DG/PE
00615TS	ASSOCIATION MIARINTSOA	Projet Centre de traitement de déchets		EIE	SUM	DECHET		Andranomanalina	ANTANANARIVO I	25-oct-12	24-mars-14	N° 07/14/MEF/ONE/DG/PE
00617TS	EAST	Projet de traitement de boues de latrines		EIE	SUM	DECHET		Manjakaray	ANTANANARIVO V	7-nov-12	04-nov-13	N° 29/13/MEF/ONE/DG/PE
00138TS	EDEN - NOVOTEL	Construction d'hotel	Service	EIE	ARRET	TOURISME	Domestique	Analakely	ANTANANARIVO I	02-févr-05	26-juil-05	N° 20/05/MINENVEF/ONE/DG/PE
00354TS	EDEN HOTEL - IBIS HOTEL	Implantation d'un complexe hôtelier	Service	EIE	SUM	TOURISME	Domestique	Ankorondrano	ANTANANARIVO I	9-juin-08	07-juil-08	N° 40/08/MEEFT/ONE/DG/PE
00940TS	EDEN HOTEL	Projet de construction d'hotel à Alarobia	Service	EIE	2018	TOURISME	Domestique		Tana V		29-mai-17	N° 26/17/MEEF/ONE/DG/PE
00485TS	FIRST IMMO Alarobia Phase 1	Projet immobilier		EIE	SUM	INFRASTRUCTURE		Alarobia	ANTANANARIVO V	26-mai-10	31-août-10	N° 23/10/MEF/ONE/DG/PE
00512TS	SIDM (Tour Orange Ankorondrano)	Projet de construction immobilière		EIE	SUM	INFRASTRUCTURE		Ankorondrano	ANTANANARIVO III	12-nov-10	12-avr-11	N° 11/11/MEF/ONE/DG/PE
00532TS	SOBATRA	Atelier de construction de bungalows		MEC	EVAL	INDUSTRIE		Andrononobe	ANTANANARIVO V	5-janv-11	ECR	

ECHANTILLONNAGE SUITE A L'IDENTIFICATION

La mise en commun des deux listes précédentes a permis la sélection d'une quinzaine de sites à enquêter avec un échantillon de chaque type d'industries :

- Agro-alimentaire : 4 (boissons, biscuiterie),
- Textile : 5,
- Chimie : 5 dont 2 savonneries, 1 unité de production de gaz, 1 unité de lavage-blanchissage, 1 plastique.

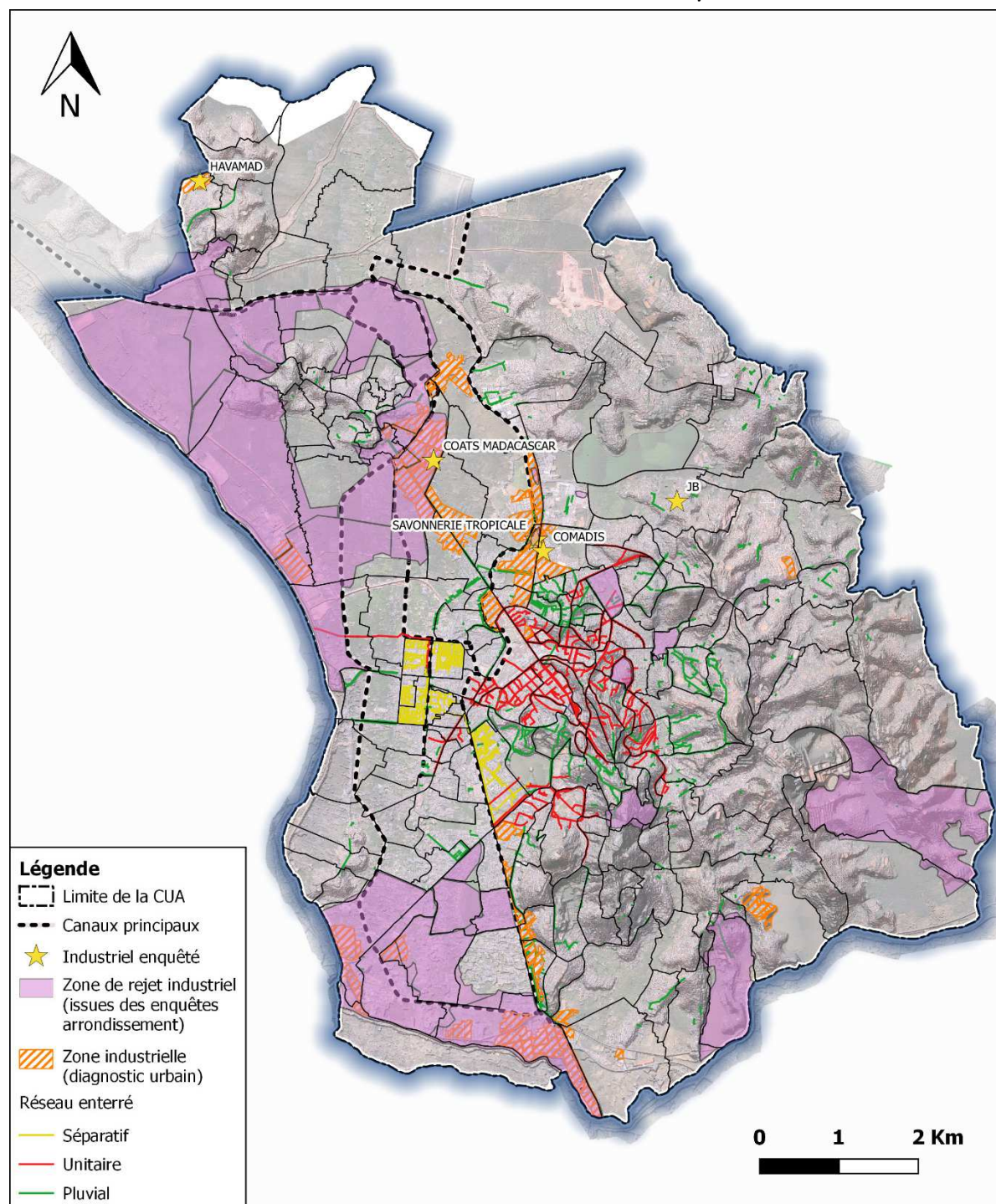
Les industriels suivants ont été contactés, visités et des questionnaires sur leur système d'assainissement leur ont été envoyés. Certains de ces industriels n'ont pas souhaité donné suite à notre demande.

Les questionnaires sont disponibles en Annexe 3.

Tableau 37 : Liste des industriels enquêtés

Nom de l'entreprise	Activité	Type d'industrie	Statut questionnaire
SODEAM - GROUPE TALOUMIS	Fabrication et distribution de boissons alcooliques et sirop	Agro-alimentaire	Pas de réponse
COMADIS	Fabrication de boissons - Distillerie	Agro-alimentaire	Questionnaire rempli
SAV TROPICALE	Savonnerie : Savon de ménage, savons de toilette, savon déodorant, Savon machine à laver, pâte de savon, glycérine brute, détergents poudre et liquide	Chimie	Questionnaire rempli
SONIA MADA TEXTILE	Fabrication de textile (dont teinture textiles) et de vêtements	Textile	Pas de réponse
JB	Biscuiterie, Confiserie, Chocolaterie	Agro-alimentaire	Questionnaire rempli
ACCORD KNITS S.A	Confection de pulls	Textile	
COATS MCAR	Importation, fabrication, formulation de produits et matières premières textiles, commercialisation des produits textiles	Textile	Questionnaire rempli
CLASSIC KNITWEAR SA	Fabrication de vêtements	Textile	
HAVAMAD	Usine de transformation de fruits en jus et purées	Agro-alimentaire	Questionnaire rempli
NET A SEC	Unité de lavage, de blanchissage	Chimie	
WORLD KNITS MAD	Confection de textiles	Textile	Pas de réponse
TAF - GROUPE TALOUMIS	Fabrication de café (torréfaction) et de cacao	Agro-alimentaire	Pas de réponse
Industries de l'Océan Indien (IOI) Savony Salama	Savonnerie - Savon de ménage - Savon à usage multiple - Détergent en poudre - Produits spéciaux ménage - Produits pour cheveux - Produits naturels minceur - Produits de soin de visage et de corps	Chimie	Entrevue refusée

Carte 133 : Localisation des industriels enquêtés



2.3.2 Analyse des pratiques actuelles des industries en matière d'assainissement (enquêtes réalisées)

Les moyens mis en place par les industriels pour l'assainissement de leurs eaux usées ont été évalués au moyen de :

- Données récoltées dans diverses études : par exemple, étude de la Vulnérabilité de la Ressource - Brasseries STAR Madagascar - Usine d'Andraharo, réalisé en 2011,
- Questionnaire envoyé aux industriels (cf. tableau ci-avant) dans le cadre du présent schéma directeur d'assainissement.

INDUSTRIE CHIMIQUE (SAVONNERIE)

	Eaux usées		Eaux pluviales
	Eaux usées domestiques	Eaux usées industrielles	
Nom entreprise	SAVONNERIE TROPICALE S.A.		
Activités	Production de savons		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)	252 employés + 10 saisonniers	150 000 m3/an	11 280 m2
Rejets	Réseaux d'eaux usées domestiques et industrielles non séparés		
Stockage	-		Partiel (fûts plastique)
Traitement	Non		Non
Point de rejet	Canal Andriantany		Canal Andriantany
Dysfonctionnements / remarques	Suivi ponctuel des rejets		Manque de curage du Canal Andriantany (rsique inondation)

INDUSTRIE TEXTILE (TEINTURERIE)

	Eaux usées		Eaux pluviales
	Eaux usées domestiques	Eaux usées industrielles	
Nom entreprise	COATS MADAGASCAR SARL		
Activités	Teinture des fils et emboînage		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)	55 employés	500-800 m3/mois	3 000 m2
Rejets	Réseaux d'eaux usées domestiques et industrielles non séparés		
Stockage	-		Non
Traitement	Traitement physico-chimique (décantation-filtration)		Non
Point de rejet	Caniveau existant		Caniveau existant
Dysfonctionnements / remarques	Suivi ponctuel des rejets (2 fois par an) Echantillons des rejets transmis au CNRE sans retour		

INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

	Eaux usées		Eaux pluviales
	Eaux usées domestiques	Eaux usées industrielles	
Nom entreprise	COMADIS		
Activités	Distillerie (rhum)		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)	80 employés	Eau de lavage (volume non connu)	8 000 m2
Rejets	Réseaux d'eaux usées domestiques et industrielles non séparés		
Stockage	-		Non
Traitement	Non		Non
Point de rejet	Canal unitaire		Canal unitaire
Dysfonctionnements / remarques	Pas de suivi des rejets		Vitesse d'évacuation faible
Nom entreprise	STAR (usine d'Andraharo)		
Activités	Fabrication de boissons gazeuses		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)		219 000 m3/an	
Rejets			
Stockage	-		Bassin tampon
Traitement	Traitement biologique (bio-réacteurs à lit bactérien, filtration)		Non
Point de rejet	Canal de drainage existant		Canal de drainage existant
Dysfonctionnements / remarques	Suivi des rejets (1 à plusieurs fois par semaine)		Traces d'hydrocarbures en surface
Nom entreprise	JB		
Activités	Fabrication de biscuits, bonbons et compléments alimentaires		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)	1500 employés + 400 supplémentaires en période de forte production	39 900 m3/an	14 800 m2
Rejets			
Stockage	-	-	Pas de collecte
Traitement	Puisard	Traitement physico-chimique (décantation-filtration)	
Point de rejet	Infiltration dans le sol	Caniveau vers le Marais Masay	
Dysfonctionnements / remarques	Suivi annuel des rejets		
Nom entreprise	Havamad		
Activités	Transformation de fruits		
Quantité (nombre de salariés, volume d'eau consommé, surface du bâti...)	60 employés 100 employés en haute saison (novembre à mars)	30 m3/j	15 000 m2
Rejets		30 m3/j	
Stockage	-	-	Non
Traitement	Fosse septique	Traitement physico-chimique (décantation-filtration)	Non
Point de rejet	Etang Boues évacuées par une entreprise et dépotées sur le site de l'Ikopa	Etang	Etang
Dysfonctionnements / remarques			Curage de l'exutoire réalisé par l'entreprise (500 000 Ar/an)

De manière générale, le bilan concernant l'assainissement des industriels sur la CUA fait ressortir que :

- **Le territoire comprend un tissu industriel important (principalement de type textile et agro-alimentaire) ;**
- **Il existe une base réglementaire : rejets industriels soumis à autorisation de déversement, et contrôlés par l'ANDEA. Ce constat positif est à nuancer car l'ANDEA n'a pas pour le moment les moyens d'assurer ce contrôle ;**
- **L'analyse des questionnaires montrent que la majorité des industriels ont mis en place un système de traitement de leurs effluents industriels avant rejet dans le milieu naturel (majoritairement les canaux de drainage). Cette pratique montre que les industriels ont généralement conscience des pollutions qu'ils peuvent engendrer sur l'environnement ;**
- **Certaines entreprises rejettent néanmoins les eaux usées issues des process industriels sans traitement préalable.**
- **Il existe néanmoins peu d'informations sur les contraintes en termes de non-atteinte des niveaux et le respect des normes.**

2.4 TRAITEMENT

2.4.1 Traitement des eaux usées

L'absence de traitement des eaux usées collectées dans les réseaux collectifs et l'inadéquation ou la non-conformité d'une majorité des systèmes de traitement individuel a des conséquences sur le cadre de vie, l'environnement et la santé : pollution des ressources naturelles (eau et sols), développement des vecteurs de maladies hydriques, insalubrité et dégradation du patrimoine urbain (réseau de drainage, voirie).

D'autre part, l'absence de traitement des eaux usées ne respecte pas la réglementation en vigueur qui définit des normes de rejets des eaux usées (cf. paragraphe 1.2.2.1).

Les risques liés à l'absence de traitement des eaux usées sont les suivants :

- **Risques sanitaires** : développement de maladies hydriques pour les populations en contact direct avec les eaux usées ou en aval des points de rejet (utilisation de la nappe ou des cours d'eau contaminés comme ressource en eau potable) du fait de la présence de nombreux pathogènes dans les eaux usées,
- **Risques environnementaux** : Contamination des sols, des habitats, des ressources naturelles (eau et sols) et des écosystèmes.
Notamment, ces pollutions ont des conséquences sur les conditions de vie des êtres vivants, végétaux et animaux qui évoluent dans les milieux aquatiques du fait :
 - De l'eutrophisation des milieux due à une forte quantité de matières organiques et de nutriments tels que l'azote (organique dans l'urine) et le phosphore (phosphates présents dans les produits d'hygiène tel que la lessive. L'apport en excès de matières organiques et de nutriments entraîne une importante diminution de la quantité d'O₂ dissous (consommation conjointe avec la matière organique par les organismes vivants dans l'eau tels que bactéries, algues, poissons, excès de développement et de croissance des végétaux dû aux nutriments) et donc un déséquilibre de l'écosystème que l'on appelle eutrophisation et une réduction de la biodiversité (par exemple, la quantité de O₂ dissous devient insuffisante pour assurer la respiration des poissons et leur survie).

- Des micropolluants (produits toxiques résultant des activités humaines : métaux lourds, molécules chimiques de synthèse, médicaments...), présents dans l'eau à des concentrations infimes mais qui peuvent conduire, dans la durée, à de graves perturbations, voire à la mort des organismes vivants. De plus, certains produits toxiques s'accumulent tout au long de la chaîne alimentaire dans les graisses des animaux aquatiques, eux-mêmes consommés par les humains, qui vont à leur tour emmagasiner ces toxines (risques sanitaire).

Ces différents types de pollutions montrent l'importance de traiter les eaux usées avant leur rejet dans la nature afin d'éviter de détruire les écosystèmes et de nuire à l'environnement proche ou lointain de l'homme.

- **Incidence socio-économique** associée aux conséquences sanitaires et environnementales : ralentissement des activités socio-économiques, détérioration du cadre de vie, destruction du patrimoine urbain, insalubrité...

2.4.2 Traitement des matières de vidange

2.4.2.1 Analyse critique des solutions existantes

Dans le contexte relativement humide d'Antananarivo, les processus de traitement des boues par déshydratation naturelle ne seraient pas suffisants et prendraient beaucoup de surface. La prédominance de latrines à fosse sèche et de vidange manuelle pose le problème de traitement de boues relativement peu liquides et dans un périmètre proche compte tenu du rayon d'action des charrettes des vidangeurs.

C'est la nécessité de proximité et de faible emprise au sol qui a guidé plusieurs ONG vers les biodigesteurs, mais différents procédés ont été essayés.

REACTEUR BETON SOUS CLOCHE

Mise en place à Manjakaray par EAST, cette technologie fonctionne bien mais exige une réalisation complexe (beaucoup de cuves, de filtres, de passages d'un bac à un autre) et surtout la confection de la cloche en métal de grande dimensions. Son grand avantage est de ne nécessiter un curage que tous les deux ans (boues sèches), l'essentiel des effluents étant liquides et rejetés dans le marais Masai après un bassin tampon.



Photographie 65 : Réacteur béton sous cloche

REACTEURS TUBULAIRES EN MEMBRANE PEHD

C'est pour la rapidité de réalisation que WSUP a opté pour cette technologie normalement réservée au traitement du fumier dans l'agriculture et sur des volumes plus petits.

Importées du Mexique, les 4 chambres souples ont dû être mises en série pour assurer le volume de traitement envisagé. Actuellement en sous-capacité, cette technologie permet de bien collecter le biogaz mais rejette des effluents encore relativement chargés, qui nécessiteraient un filtre planté comme traitement final. Au lieu de cela, il suit une rigole béton qui va dans un tuyau PVC enterré qui rejette dans le marais d'Anosibé.



Photographie 66 : Réacteurs tubulaires en membrane PEHD

Cette technologie permet une construction rapide de la station, et une exploitation simplifiée. Mais elle a le défaut de tenir une emprise au sol importante (700 m², loge gardien comprise) pour une capacité de 40 m³/mois, et de nécessiter l'évacuation de l'effluent vers un filtre planté ou une infiltration contrôlée, car l'effluent est encore assez chargé en sortie du système.

Ce biodigester de WSUP (les bâches noires en polyéthylène) rejette en continu un digestat liquide assez chargé qui transite par des bassins qui ont un rôle de décantation.

Un complément de traitement de type lit filtrant planté drainant dans la partie encore libre de la parcelle serait à mettre en place.

Cependant, la topographie du site n'est pas favorable (le drainage du lit se situe en contrebas par rapport à une possibilité de rejet gravitaire).

REACTEURS ENTERRES ET LITS DE DESHYDRATATION

C'est la technologie choisie par le GRET pour deux stations et qui permet une faible emprise au sol. Le produit final est très bien désactivé et peut être utilisé sans risque en agriculture. De notre point de vue et de celui de différents acteurs rencontrés, c'est la technologie la plus prometteuse.

Photographie 67 : Réacteurs enterrés, lits de déshydratation et boues déshydratées



Au final, le traitement dans des biodigesteurs constitue une option très intéressante dans les conditions d'Antananarivo : peu aride, dense, avec des boues peu liquides et vidangées manuellement.

2.4.2.2 Conclusions sur les biodigesteurs : petits volumes, mais piste intéressante

L'expérience des biodigesteurs est significative car elle provient d'au moins quatre organismes différents (SAMVA, EAST, WSUP et GRET) en première ligne et de plusieurs autres qui ont étudié la question (Practica, Loowatt et d'autres).

Les avis de tous ces acteurs convergent vers quelques points essentiels :

1. Le principal goulet d'étranglement n'est pour l'instant pas la capacité de traitement de ces unités, mais la difficulté à les alimenter, autrement dit la difficulté à s'assurer que les vidangeurs manuels de la zone n'aillent pas dépoter ailleurs. **Le prix du dépotage reste le principal frein** (la concurrence avec les vidangeurs n'allant pas au biodigesteur empêche de l'intégrer dans le prix des vidanges) alors que le second frein est la distance (la zone de chalandise d'un biodigesteur ne dépasse pas 1 à 2 km de rayon).
2. Les différents procédés essayés sont opérationnels et les résultats techniques sont encourageants. Le procédé développé par le GRET semble avoir le meilleur ratio efficacité/complexité et a d'ailleurs été adopté par EAST sur son second biodigesteur.
3. Il s'agit de la seule technologie de traitement des boues de vidange qui peut à la fois être implantée à l'intérieur de la zone urbaine et accepter des boues de vidange relativement solides. C'est donc très adapté à la filière de vidange manuelle (distance et siccité des boues).
4. La production de biogaz est trop faible pour en faire un avantage économique, elle ne permet actuellement qu'une consommation limitée aux besoins du gardien (cuisson, éclairage et chauffe-eau dans certains cas).
5. La valorisation des digestats en engrais nécessite un suivi rigoureux des compositions des boues et l'apport de déchets solides putrescibles pour équilibrer la composition en azote. Cela reste faisable, mais ajoute une complication dont l'intérêt commercial reste à établir.
6. Ces biodigesteurs ont non seulement des technologies différentes, mais également des modes de gestion différents (2 sont alimentés par des vidangeurs du SAMVA, 1 a fait l'objet d'un contrat à une entreprise, les deux autres travaillent avec des vidangeurs informels commercialement appuyés par le projet, l'un avec l'aide du RF2) mais arrivent aux mêmes conclusions (la concurrence des prix des vidangeurs qui dépotent illégalement casse le marché). C'est le manque d'application du règlement d'hygiène de la CUA qui entretient cette situation.

L'ensemble de ces biodigesteurs traite actuellement de façon relativement satisfaisante environ 325 m³/an de boues de vidange (5 à 6 000 équivalents-habitants), pour une capacité installée proche des 2 000 m³/an au total (35 à 40 000 habitants) s'ils étaient pleins toute l'année. Cependant, les variations saisonnières de la demande (forte en période d'inondations mais bien plus faibles en saison sèche) limitent la capacité utile aux alentours des 1 500 m³/an.

Même s'ils ne traitent actuellement qu'une toute petite partie des boues produites dans le périmètre de la CUA (de l'ordre de 1%), ces biodigesteurs constituent un élément important de l'infrastructure actuellement disponible pour le traitement des boues, car ils apportent une réponse à ce qui constitue actuellement (et pour un certain temps) la part majeure de l'assainissement non collectif dans la CUA : la vidange manuelle.

Par ailleurs, le SAMVA suit de près l'exploitation de ces 5 stations et a décidé de développer cette filière qui leur semble prometteuse. Le SAMVA et l'IMV ont organisé en septembre 2017 un atelier pour réunir les vidangeurs et exploitants afin de faire la promotion de cette formule et trouver un terrain d'entente. Cette initiative est soutenue pour toutes les ONG actives dans la gestion des toilettes et a mené à la mise en place d'un groupe de travail au sein du Ran'Eau qui continue à pousser la réflexion et promouvoir la demande.

2.4.2.3 Conséquences de l'insuffisance d'infrastructures de traitement des matières de vidange

Les infrastructures de traitement des boues de vidange présentes sur la Commune Urbaine d'Antananarivo ne permettent de traiter qu'une petite partie des matières de vidange produites sur la zone. La capacité de traitement construite est inadaptée au gisement actuel (traitement possible de seulement 2,8% du gisement) et des difficultés sont rencontrées pour inciter les vidangeurs à déposer les boues au niveau des sites de traitement.

La majorité des boues de vidange sont alors déversées soit directement dans l'Ikopa au point de rejet d'Ambohitrimanjaka pour les vidanges mécanisées soit de manière éparpillée pour les vidanges mécanisées et manuelles.

Le rejet direct sans traitement des boues de vidange au milieu naturel ne respecte pas la réglementation en vigueur.

Cette insuffisance d'infrastructures de traitement des matières de vidange entraîne une problématique sanitaire et environnementale forte dont les conséquences sont expliquées dans le paragraphe 2.4.1 concernant le traitement des eaux usées.

2.5 SECTORISATION - ZONAGE D'ASSAINISSEMENT ACTUEL

L'analyse des pratiques actuelles en termes d'assainissement avait pour objectif d'établir une localisation en zones homogènes des différents types d'assainissement, ce qui aurait permis de déterminer des secteurs géographiques sur lesquels les mêmes types de solutions techniques et d'orientations stratégiques auraient pu être applicables.

Le premier critère de zonage d'assainissement actuel reste la localisation des infrastructures collectives (réseaux enterrés), qui mène à deux zones dans la CUA :

1. Zone non couverte (ménages en assainissement non collectif) ;
2. Zone couverte par les réseaux collectifs (ménages connectables Cf. Carte 136).

2.5.1 Zone non couverte par le réseau d'assainissement collectif

À l'intérieur de cette zone, les différentes technologies d'assainissement ont été identifiées au travers de la revue documentaire et des enquêtes réalisées auprès d'un millier de ménages fin 2017.

L'analyse de la cartographie de ces réponses montre une forte dispersion des différentes technologies utilisées, qui ne dessine pas de grands ensembles où une technologie serait majoritaire.

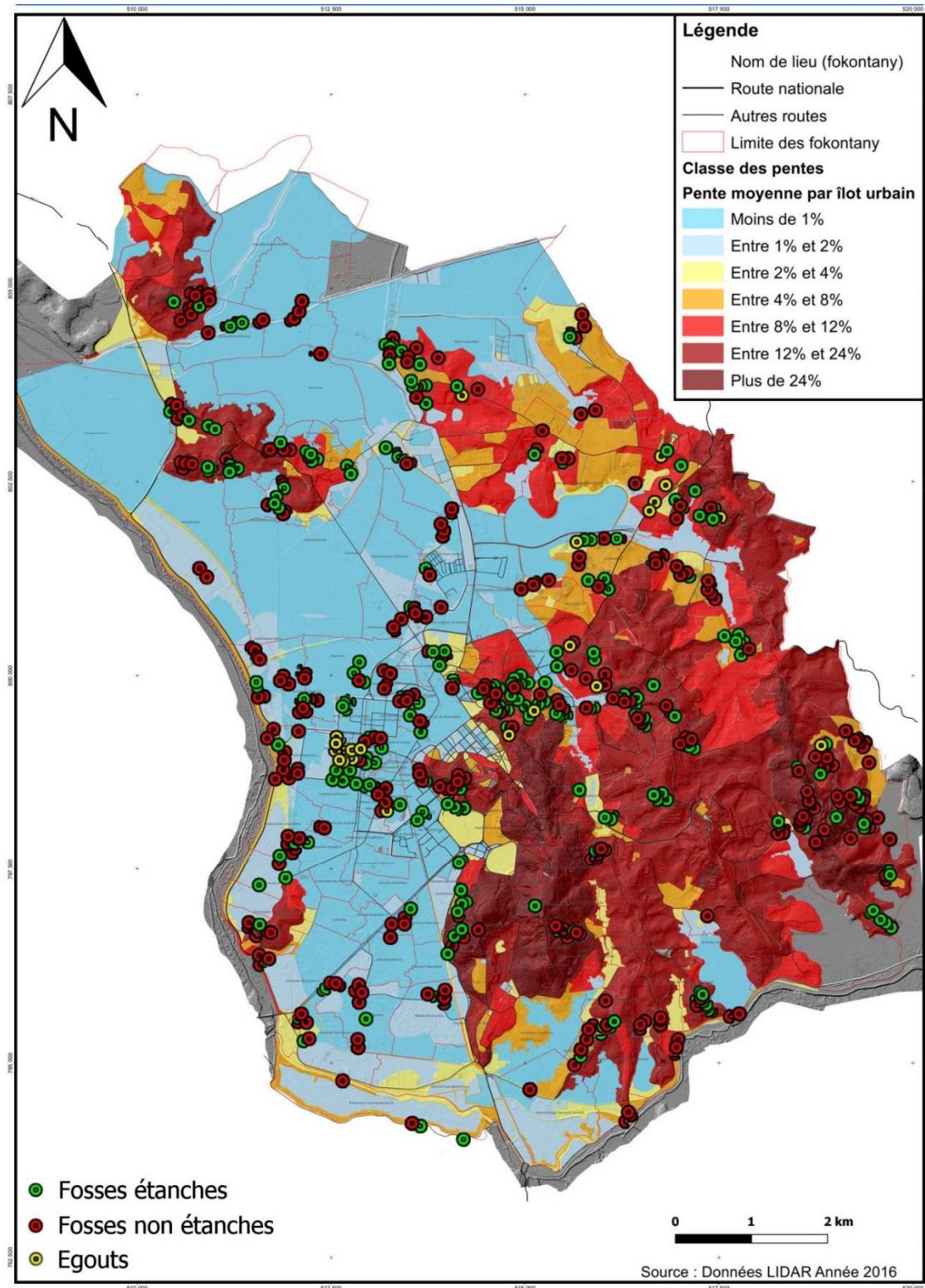
S'il n'y a donc pas de forte corrélation directe entre les types d'assainissement non collectif et des zones géographiques de la CUA, des corrélations plus robustes ont cependant été mises en évidence avec des critères de type de terrain ou d'habitat, dont certains ont un lien indirect avec la géographie de la ville.

Tableau 38 : Critères de sectorisation

Critère	Corrélation avec le type d'assainissement	Lien avec la géographie de la ville
Pente du terrain	Faible	Direct
Densité de l'habitat	Forte	Indirect
Zones inondables	Forte	Direct
Accès à l'eau potable	Forte	Faible
Niveau de revenus	Forte	Faible à indirect

Par exemple, les zones de forte pente ou au contraire de très faible pente sont facilement localisables sur la carte de la ville et on pourrait s'attendre à ce que cette caractéristique du terrain ait une forte influence sur le type de fosses utilisées par les ménages. Mais nos enquêtes ont montré que ce n'était pas le cas comme on peut s'en apercevoir sur la Carte 134 ci-après (pas de corrélation entre le type de fosse et la pente ou l'altitude).

Carte 134 : Types de fosses et pente des quartiers

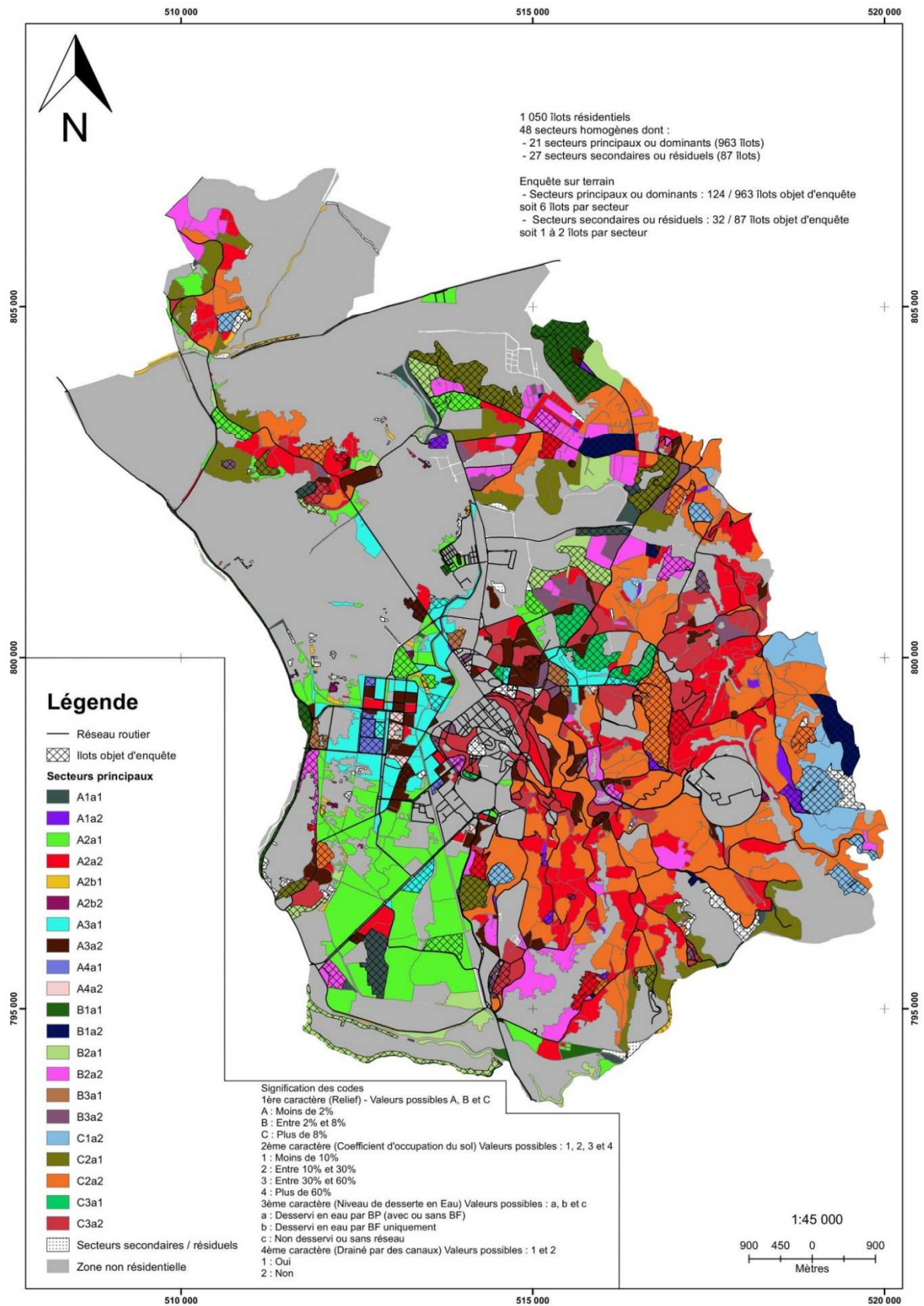


Nous avons donc développé une sectorisation non pas géographique, mais par critères de caractéristiques du terrain, du bâti, des services, etc. Cette méthodologie est décrite dans le rapport d'analyse urbaine et a conduit à définir 21 secteurs (zones homogènes) de caractéristiques différentes. Toutes nos enquêtes sont référencées par rapport à ces secteurs.

Au final, les enquêtes ont montré qu'il n'y a actuellement pas de « zonage » clair des technologies d'assainissement utilisées. Il sera donc difficile de pouvoir utiliser ce critère pour définir des zones où certaines technologies seraient proposées ou imposées. En revanche, les critères qui ont été utilisés pour la sectorisation urbaine (cf. Fascicule 4) peuvent servir à déterminer les technologies à proposer dans le futur.

La Carte 135 représente ces secteurs homogènes urbains définis dans le cadre de l'analyse urbaine, localisés géographiquement (pour plus de précisions, cf. Fascicule 4).

Carte 135 : Cartographie des 21 secteurs homogènes urbains définis dans le cadre de l'analyse urbaine (Cf. Fascicule 4)



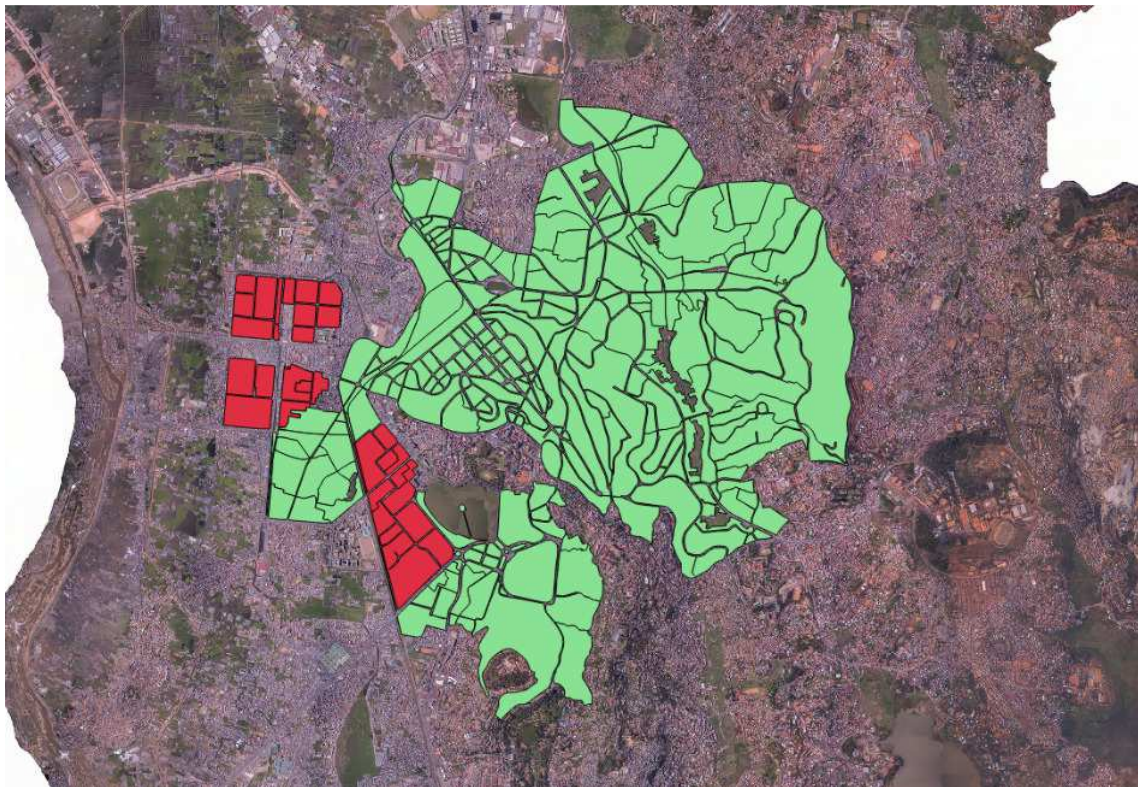
2.5.2 Zone couverte par le réseau

Le croisement des données recueillies lors des reconnaissances de terrain, des informations issues des études antérieures et de l'interprétation des éléments du SIG a permis d'établir une carte de zonage actuel de l'assainissement collectif sur le territoire de la CUA.

Notre démarche pour établir le zonage actuel a été structurée de la façon suivante :

- **Etablissement d'une première esquisse** à partir de l'ancien Schéma Directeur d'Assainissement de 1993 avec définition de deux zones :
 - en rouge, zone d'assainissement séparatif,
 - en vert, zone d'assainissement unitaire.

Carte 136 : Zonage d'assainissement collectif issu du Schéma Directeur d'Assainissement de 1993



- **Validation de la typologie avec les reconnaissances de terrain**, sur la base suivante :
 - Pour le réseau défini en séparatif : vérification de l'existence d'un réseau enterré et d'un réseau pluvial,
 - Pour le réseau unitaire : vérification que le réseau existant n'est pas un caniveau ; dans le cas où une partie de ce réseau est de type caniveau à ciel ouvert, le réseau est considéré pluvial,
 - Pour le réseau situé à l'extérieur du premier zonage : la typologie du réseau a été définie en pluvial ou en unitaire après vérification de l'exutoire et du type d'habitation,

Photographie 68 : Exemple de réseaux identifiés comme réseau pluvial

- **Croisement / vérification avec les résultats de l'enquête ménages.**

ETABLISSEMENT DU ZONAGE

Suite à la démarche précédente, le zonage a été approfondi par la **définition des zones de collecte par rapport à la présence de réseau.**

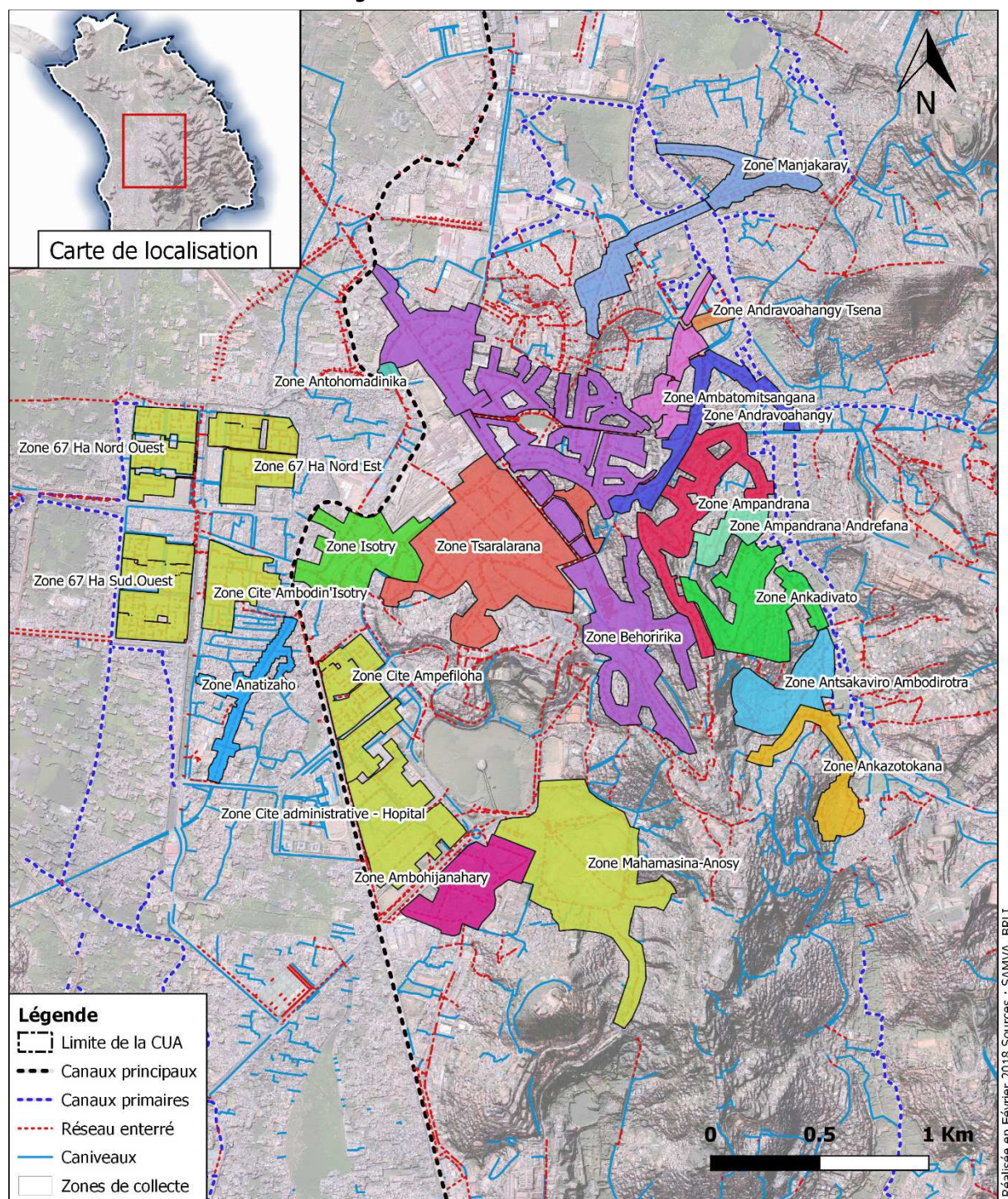
Les zones de collecte ont été cartographiées en prenant en compte les critères suivants :

- Pour les réseaux séparatifs et unitaires, une zone tampon de 25m a été établie à partir du réseau existant ;
- Les habitations à l'intérieur de cette zone tampon sont considérées comme raccordées ou raccordable au réseau ;
- Sectorisation des zones de collecte établie à partir des exutoires et de la continuité hydraulique.

La Carte 136 a été confrontée, pour établir le zonage final collectif/non collectif :

- **au zonage issu des études existantes,**
- **aux informations issues des enquêtes de ménages,**
- **à la topographie,**
- **aux reconnaissances de terrain.**

Carte 137 : Zonage et zones de collecte d'assainissement collectif



3. MILIEUX RECEPTEURS ET QUALITE

Le milieu récepteur de la zone d'étude est constitué par le réseau de drainage qui traverse les zones bâties, puis les zones humides, la plaine agricole, puis les rivières Ikopa et Mamba ainsi que la nappe souterraine. Dans ce contexte très anthropisé, les effluents urbains sont généralement exploités pour des usages domestiques (lessive) et irriguent plus ou moins directement cressonnières et rizières.

La qualité des eaux et des sédiments y est de manière générale dégradée.

La zone d'étude est concernée par une zone RAMSAR qui correspond à une zone humide d'importance internationale et un site potentiel d'aire protégée (REBIOMA et entretien SAPM 2017) : le parc de Tsarasaotra au nord du centre urbain. Ce parc est un des sites Ramsar les plus petits au monde. Le lac est une zone écologique d'intérêt au cœur de l'environnement urbanisé d'Antananarivo, servant à la reproduction et au refuge des oiseaux d'eau, en particulier des hérons et des canards.

Le suivi consolidé et régulier de la qualité de l'eau et des sédiments est assez limité au sein de la zone d'étude. Quelques points de mesures ou données ponctuelles sont néanmoins disponibles. Les données sur la qualité de l'eau dans la plaine d'Antananarivo sont peu nombreuses, non exhaustives et souvent anciennes. Elles permettent toutefois de considérer que les canaux, rivières, lacs et marais du périmètre de la zone d'étude sont directement impactés par le rejet des effluents sans traitement préalable.

3.1 RECENSEMENT DES EXUTOIRES ET DES MILIEUX RECEPTEURS

Le recensement des exutoires et des milieux récepteurs ont été établis à partir de la bibliographie présentée ci-dessous et des investigations réalisées dans le cadre du projet PIAA.

BIBLIOGRAPHIE

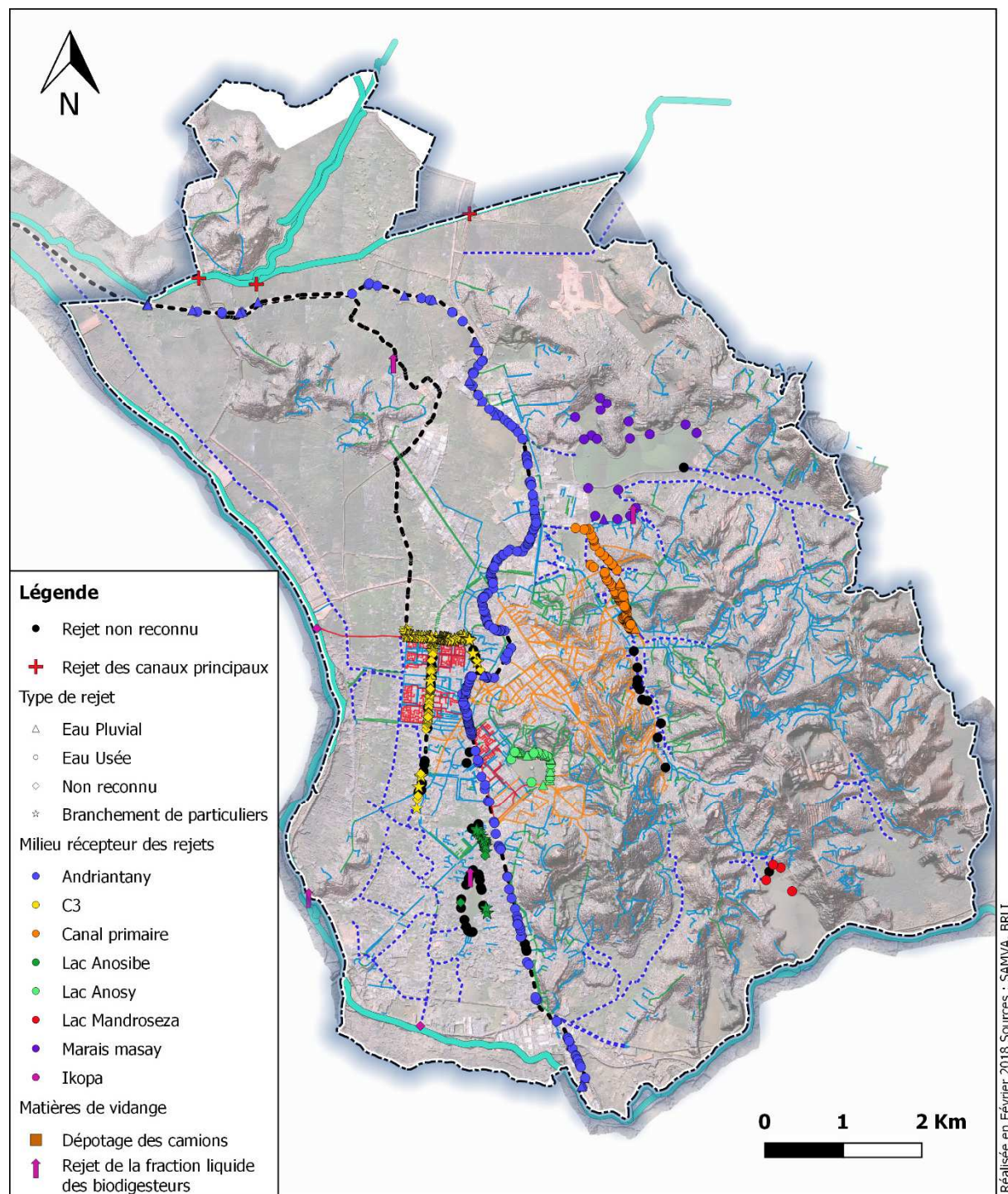
- Actualisation du plan directeur 1974-1975 – OTUI INFRASTRUCTURES/SOMEAH/SOGREAH, 1993 ;
- Étude complémentaire relative à l'assainissement eaux usées - CNEAGR/BPPA, 2000 ;
- Thèse : Etude de la pollution du Marais Masay par la modélisation du transfert des matières en suspension et par une démarche intégrée d'ingénierie de projet, RAHOTO DAVID Raminintsoa, 2005 ;
- Plan Vert d'Antananarivo – Analyse de la qualité des eaux du Lac Masay – EAST/CNRE, 2009 ;
- Etude de la vulnérabilité de la Ressources- ANTEA pour Brasseries STAR Madagascar - Usine d'Andraharo : Rapport SVA - Brasseries STAR Antananarivo - FINAL - 25 octobre 2011 (avec fichiers d'analyse JIRAMA : Qualité des eaux brutes Tana 2008 à 2001 JIRAMA _ ANTEA.xls et qualité Eau Ikopa 2008 à 2011 JIRAMA _ ANTEA.xls)
- Élaboration du Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana – ARTELIA, 2014.

INVESTIGATIONS DE TERRAIN

- Reconnaissance des réseaux,
- Identification / Reconnaissance des exutoires dans les milieux récepteurs :
 - Réalisée sur le Canal Andriantany, le Marais Masay, le Canal primaire de la Vallée de l'Est, le Lac Mandrozeza, le Lac Anosy, le Lac Anosibe dans le cadre du PIAA : Localisation du point sous SIG avec photo associée, identification du type de rejet (surface/enterré), de sa visibilité (libre, en partie noyé, invisible), du type d'écoulement observé (eaux usées, eaux pluviales), du type d'ouvrage de rejet et de ses dimensions.
 - Réalisée dans le cadre de PRODUIR sur le canal C3 : localisation du point sous SIG et identification de ses dimensions,

La carte suivante présente l'ensemble des rejets identifiés sur le territoire de la CUA.

Carte 138 : Recensement des points de rejet au milieu récepteur (disponible au format A3 en Annexe 1)



Les milieux récepteurs suivants ont été identifiés :

- Milieux naturels :
 - Mamba,
 - Ikopa,
 - Marais et zones marécageuses,
 - Nappe,
- Infrastructures :
 - Canal C3,
 - Canal Andriantany,
 - Canal GR,
 - Marais Masay,
 - Autres bassins de rétention : Lac Anosy, Lac Anatihazo,
 - Lac Mandroseza.

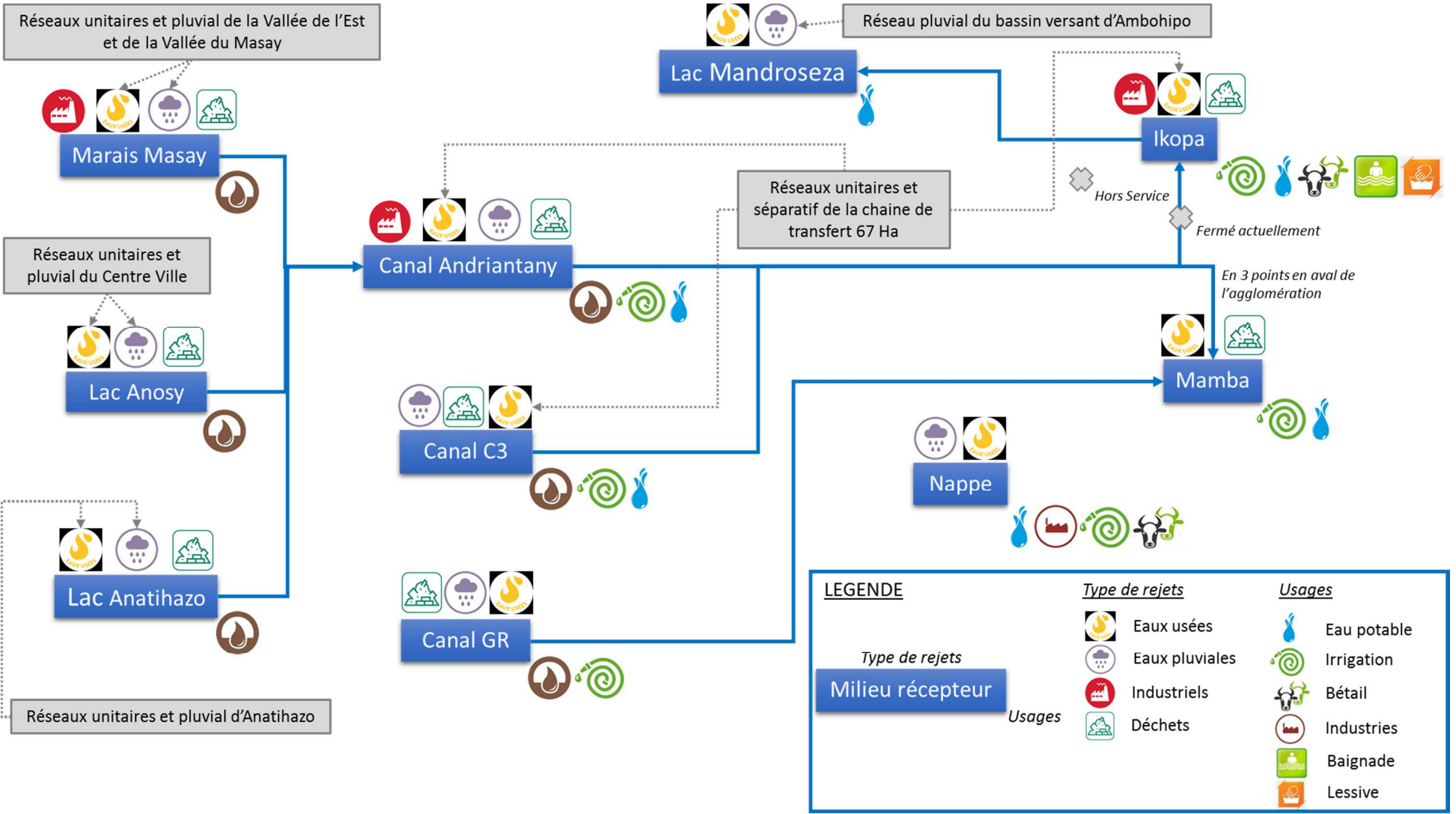
Note : Les canaux primaires autres que les canaux Andriantany, C3 et GR ne sont pas considérés comme des milieux récepteurs car ce sont des infrastructures dont l'usage est uniquement le drainage des eaux de pluie.

3.2 CARACTERISATION DES MILIEUX RECEPTEURS

La caractérisation des milieux récepteurs ont été établis à partir de la bibliographie présentée ci-avant et des investigations réalisées dans le cadre du projet PIAA (analyses des sédiments).

La figure suivante présente les milieux récepteurs des rejets urbains identifiés sur la zone d'étude ainsi que leur usage et le type de rejets auxquels ils sont soumis.

Figure 68 : Milieux récepteurs, usages et types de rejets auxquels ils sont soumis



3.2.1 Milieu naturel

3.2.1.1 Mamba

La rivière Mamba se situe au nord de la zone d'étude. La Mamba conflue plus en aval de Vahilava avec l'Ikopa. Elle présente des débits nettement plus faibles que l'Ikopa.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Irrigation,
- Eau potable pour pallier au manque de branchements privés.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Exutoire pour les canaux Andriantany et C3 au niveau de la station de pompage d'Ambodimita et des ouvrages vannés de Tanjondroa et Vahilava si les vannes sont ouvertes,
- Eaux Usées des zones habitées environnantes,
- Déchets solides des zones habitées environnantes.

QUALITE DU MILIEU

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.

3.2.1.2 Ikopa

L'Ikopa est le cours d'eau le plus important traversant la CUA, principal collecteur d'un bassin versant de près de 1500 km² comprenant la grande plaine alluviale d'Antananarivo. Elle résulte de la confluence de la Varahina Nord et la Varahina Sud et est alimentée dans la plaine par ses principaux affluents : Mamba en rive droite, Sisaony et Andromba en rive gauche.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Source d'eau potable principale de la ville : Captages et stations de traitement de Mandroseza et Faralaza qui alimentent le réseau d'eau potable JIRAMA,
Concernant le prélèvement de Mandroseza, le décret n°2008-840 du 03/09/08 a déclaré d'utilité publique les parcelles ou propriétés situées entre le rive gauche de l'Ikopa, juste avant le barrage de la JIRAMA et la RN 58-B, sur une longueur de 2500 m dans la commune d'Alasora. L'arrêté n°32 631/2010 a validé la délimitation du périmètre de protection immédiat de l'Ikopa, de chaque côté de la rivière, sur une bande de 25m de large, du barrage de la JIRAMA jusqu'au pont d'Ambohimananbola, 8 km en amont.
- Besoins en eau industriels en grande majorité à partir du réseau d'eau potable JIRAMA. Prélèvements directs sur l'Ikopa faibles.
- Ressources pour les besoins agricoles de la plaine comme pour les rizières en rive gauche.
- Baignade et lavage du linge.
- Déchets.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- En amont de la CUA (notamment à Ambokimambola) et de la prise d'eau de Mandroseza :
 - Eaux usées des industries implantées le long de ses rives (Tanneries, centrale thermique de la JIRAMA (résidus d'hydrocarbures), savonnerie, abattoirs...) ;
 - Rejets d'eaux usées domestiques de la ville d'Ambojimanambola ;
- Au niveau et en aval de la CUA :
 - Eaux usées de l'agglomération d'Antananarivo par la station de pompage des 67 Ha qui récupère l'ensemble des effluents de la chaîne de transfert de réseaux unitaires et séparatif. Ce point de rejet n'est pas opérationnel actuellement car la station de pompage de 67 ha est hors service. Des travaux de réhabilitation /renforcement sont en cours ;
 - Eaux usées des industries implantées le long de ses rives (notamment à Tanjombato qui compte de nombreuses industries (notamment textiles), qui rejettent leurs effluents soit directement soit après un traitement sommaire) ;
 - Exutoire pour les canaux de drainage Andriantany et C3 au niveau de Ampanindrona. Actuellement, cet exutoire est condamné (mise en place de batardeaux). Les eaux des canaux Andriantany et C3 sont rejetées uniquement dans la Mamba ;
 - Matières de vidange des fosses étanches issues de la filière de vidange mécanisée,
 - Déchets.

QUALITE DU MILIEU

(Source : *Étude complémentaire relative à l'assainissement eaux usées - CNEAGR/BPPA, 2000*)

- Concentrations élevées en aval direct du rejet de 67 Ha et des concentrations plus faibles à l'aval plus lointain :
 - Concentrations en DBO₅ stables tandis que concentrations en MES variables et fortement impactées par les épisodes pluvieux. Néanmoins, ces dernières restent généralement faibles (inférieures à 30 mg/l), sauf en cas de crue ;
 - Les valeurs relativement élevées de DBO₅ montrent l'influence des rejets d'eaux usées dans l'Ikopa. Néanmoins, les valeurs en aval du rejet dans le cours d'eau redeviennent similaires aux valeurs trouvées en amont du rejet ;
 - Les concentrations en MES ne dépassent pas 35 mg/l, à l'exception de l'aval direct du rejet de 67 Ha (concentration d'environ 100 mg/l) ;
 - Le taux d'oxygène dissous est proche de la valeur de saturation ;
 - Le nombre de coliformes totaux est variable. On peut observer des valeurs très élevées en aval du rejet de 67 Ha (près de 130 000).

(Source : *Élaboration du Schéma Directeur d'Assainissement Urbain du Grand Tana – ARTELIA, 2014*)

Deux séries d'analyses d'échantillons d'eaux de l'Ikopa ont été réalisées ces dernières années sur 7 points de prélèvements en 2008 et 2013 :

- En 2008 :
 - Bonne qualité (classe A - bonne qualité, usages multiples possibles) au niveau de la prise d'eau de Mandroseza et en aval du dernier rejet principal,
 - Qualité moyenne (classe B - qualité moyenne, loisirs possibles, baignade pouvant être interdite) lors du passage de la ville du fait des charges déversées (effluents industriels et domestiques).
- En 2013 :
 - Aucun point de prélèvement n'est classé A (bonne qualité),
 - Qualité médiocre (classe C - qualité médiocre, baignade interdite) pour la plupart des sites de prélèvement.
 - Nette dégradation entre 2008 et 2013.

Les résultats mettent en avant également une dégradation de la qualité de l'Ikopa dont les eaux sont considérées de qualité moyenne à médiocre car polluées par différentes industries ainsi que ménages. Ces pollutions ont lieu en majorité soit en amont de la ville, dans la périphérie d'Ambohimanambola et Anjeva, soit en aval, dans la zone industrielle vers Ambohidratrimo. Considérant les usages des eaux par les Tananariviens (irrigation, alimentation en eau, lessive, baignade), la pollution de l'eau est problématique sur le plan sanitaire. En aval, les débits de l'Ikopa permettent une dilution des rejets pollués. La qualité d'eau est moins dégradée qu'en amont, à l'exception de l'aval direct du rejet du secteur des 67 ha.

3.2.1.3 *Marais et zones marécageuses*

Les marais et zones marécageuses sont généralement alimentés par les cours d'eau, les eaux de ruissellement ou nappes souterraines affleurantes. Ils se situent notamment dans la partie aval de la zone d'étude.

Les marais et plaines humides des bas-fonds sont des éponges naturelles, qui jouent un rôle écologique important. Ils influent sur la qualité des ressources en eau en jouant le rôle de filtre physique et biologique permettant d'avoir un pouvoir épurateur.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Essentiellement pour la riziculture.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales par ruissellement et via les canaux de drainage,
- Eaux usées via les canaux de drainage.

QUALITE DU MILIEU

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.
- Prédominance de jacinthes d'eau ou *tsikafokafona* dans les zones polluées au droit des canaux ou bassins de rétention. Il s'agit d'une espèce aquatique flottante libre envahissante, à feuilles épaisses, cireuses, de forme ovale à circulaire, de 10-20 centimètres de diamètre, avec un pétiole aérifère et des tiges spongieux qui forment des tapis flottants denses empêchant la pénétration de la lumière et des rayons ultraviolets (UV) et qui désinfectent naturellement l'eau. Sa présence dans les plans d'eau et canaux indique une forte pollution de l'eau de surface due à la forte concentration humaine dans des quartiers non structurés et la présence des industries qui déversent leurs eaux usées directement dans les rivières et canaux.

Sa prolifération étouffe certaines espèces ou crée de denses tapis monospécifiques peu diversifiés du point de vue floristique et qui bloquent la lumière aux strates inférieures. Sa décomposition entraîne aussi la libération d'une quantité importante de nutriments qui provoque l'eutrophisation du milieu et donc la modification du biotope. Elle entraîne donc globalement un recouvrement des zones humides et une fermeture du milieu.

Cette plante apporte toutefois des retombées positives pour les populations riveraines. Elle est collectée et utilisée comme nourriture pour le bétail et est utilisée également comme amendement agricole par certains agriculteurs.

Photographie 69 : Rizières et Jacinthes d'eau



3.2.1.4 Nappe

Plusieurs nappes souterraines sont identifiées au droit des collines latéritiques :

- des nappes libres au niveau des zones d'altération sablo-kaoliques (NM),
- des nappes semi-captives des arènes grenues ou arènes micacées (NA).

Ces nappes d'altérations sont dans des aquifères à tendance argileuse. Les porosités sont élevées (autour de 40 %) alors que les transmissivités sont faibles ($5.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ à $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$). Ces formations absorbent donc un volume important d'eaux et les libèrent avec un débit extrêmement faible.

La zone d'étude se situe en outre au niveau d'une grande virgation, faisant passer le linéament d'orientation N-S en partie Sud de la ville, à une orientation Est-Ouest au Nord de la ville. Une tectonique cassante affecte le substratum, avec 3 directions majeures : N 20° - N 120° et N 160°. Ces fractures peuvent favoriser l'extension des phénomènes d'altération. Du fait de leur extension en profondeur, limitée à 10 à 30 m, les fractures peuvent constituer des drains susceptibles de véhiculer les eaux souterraines, avec des débits de quelques centaines de litres à quelques mètres cubes à l'heure.

Au niveau de la plaine, il existe plusieurs types de nappes permanentes :

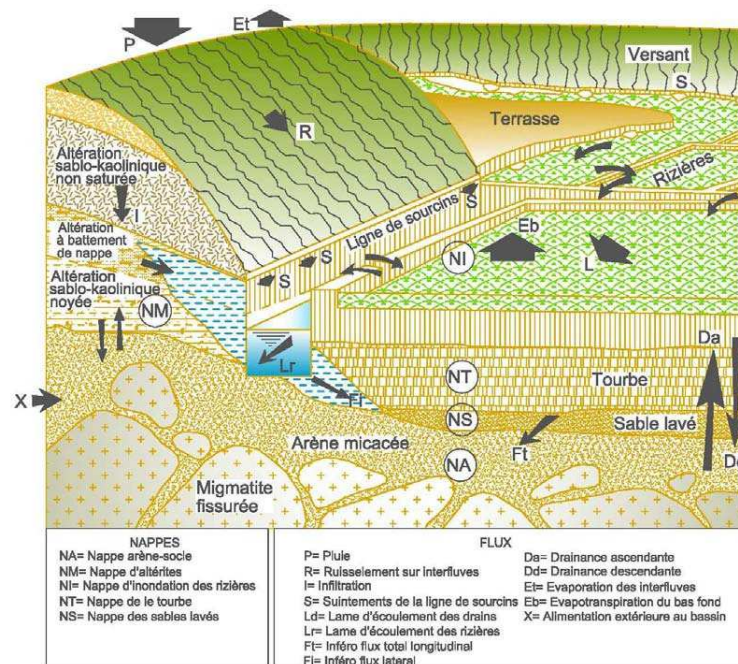
- Une nappe d'arène-socle (NA), c'est à dire localisée dans la roche désagrégée et argilifiée (NA) ;
- Une nappe localisée dans la série de matériaux supérieurs tels que les sables lavés (NS) ou la couche organique tourbeuse (NT).

Ces nappes alluviales sont captives et l'eau est en charge. Le niveau de ces nappes subit des fluctuations saisonnières mais reste toujours voisin du sol naturel. Elles sont alimentées, soit depuis la surface, en particulier par percolation de l'irrigation des rizières, soit par les tréfonds grâce à des infiltrations provenant du lit des rivières (en période de crue essentiellement).

Les niveaux piézométriques de ces nappes sont donc en équilibre avec les niveaux des eaux dans le réseau hydrographique.

Si en zone de sommet de collines, l'eau peut être à 10-12 m de profondeur, en bas de colline et bordure de bas fond, elle se retrouve à 1-2 m de profondeur. Il arrive même, surtout en saison des pluies, que la nappe affleure créant ces marécages et flaques d'eau plus ou moins permanentes. Les ruisseaux et talwegs drainent alors cette nappe.

Figure 69 : Contexte hydrogéologique de la zone d'étude éloignée



Source : Someah, 2012,

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Eau potable.
- Besoins industriels en eau.
- Irrigation.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux usées par infiltration directe ou via des infrastructures d'assainissement autonome.

QUALITE DU MILIEU

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.

3.2.2 Infrastructures

3.2.2.1 Canal C3

Le Canal C3 s'écoule du sud vers le nord à partir de la rivière de l'Ikopa et traverse les quartiers urbanisés tels que Anatihazo, Ambodin'Isotry ou les 67 ha.

C'est une infrastructure majeure du système de drainage de la plaine d'Antananarivo. Il peut être subdivisé en deux tronçons :

- en amont d'Ankasina draine les zones urbanisées de la plaine Sud (2,7 km, pente moyenne de 0,5 ‰, capacité de transit entre 3 et 15.5 m³/s),
- à l'extrémité aval du canal de décharge de l'Andriantany (7 km, profondeur de 90 cm).

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Drainage des eaux de ruissellement des zones urbaines se situant dans les parties basses de la ville de la plaine à l'Ouest,
- Protection des populations contre les inondations,
- Alimentation des cultures agricoles au nord de la plaine,
- Source d'eau potable pour pallier parfois au manque de branchements privés.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales par ruissellement et par rejet direct de canalisations,
- Eaux usées par branchement illicite et du fait de l'existence de quelques interconnexions avec le réseau d'assainissement,
- Déchets solides.

Le tableau suivant présente les points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales recensés sur le canal C3 lors des investigations de terrain.

Tableau 39 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal C3

Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Nombre
CANAUX PRIMAIRES	Non identifié	2
CANIVEAU	Non identifié	4
RESEAU PLUVIAL	Non identifié	2
Non identifié	Non identifié	233
Total		241

147 points de rejet correspondent à des branchements non conformes.

QUALITE DU MILIEU

Qualité des eaux

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.

Qualité des sédiments

Pour plus de détails, se reporter au Fascicule 3 – Analyse des boues et déchets solides.

Dans le cadre du projet PRODUIR, afin de caractériser qualitativement les sédiments présents sur la zone d'étude immédiate, des prélèvements ont été réalisés au sein du canal C3. Les principales conclusions issues de cette analyse sont les suivantes :

- **Propriétés physiques :**
 - Qualité dégradée des caractéristiques physiques du milieu sédimentaire associée à la présence de macro déchets solides plastiques ou textiles parfois en grande quantité et sur plusieurs centimètres. Ces déchets sont directement liés aux lacunes de collecte et de gestion des ordures au sein de la ville d'Antananarivo.
 - Teneur en eau moyenne de 52,8 % [min : 31,8, max : 76,7]
 - Concentration en matières organiques élevée voire très élevée (Moyenne : 38,3% [min : 23,6 ; max : 58,3]). Cette teneur en MO est directement corrélée avec la teneur en eau des matériaux. Bien qu'une distribution géographique précise de la teneur en eau et en MO des sédiments le long du canal C3 n'est pas possible, il a été identifié néanmoins 3 zones distinctes présentant des contrastes entre eux.

Photographie 70 : Dépôts de déchets solides



- **Propriétés chimiques :**
 - Eléments traces métalliques (ETM) : les sédiments présentent au sein du secteur le plus urbanisé (quartier 67 ha et jonction avec le canal Andriantany) une accumulation en éléments trace métalliques (zinc, plomb et plus localement cuivre). Cependant, les tests de lixiviation réalisés tendent à montrer que ces substances restent assez peu mobilisables. Bien que présente en faible concentration au sein des sédiments, l'antimoine est la substance la plus sujette à la lixiviation. Ces métaux pourraient résulter d'activités anthropiques (piles et batteries, entretien automobile, stations de carburant, ...). Présence d'hydrocarbures importante et répartie tout le long du canal C3 avec des valeurs pics observées en aval du pont Rainidafi et à proximité de la jonction avec le canal Andriantany :
 - Les hydrocarbures les plus présents sont les hydrocarbures C16-C40 dits hydrocarbures « lourds ». Cela correspondrait donc à des Gasoils lourds ou des Goudrons (Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes, BRGM, 2001).
 - Les faibles valeurs des hydrocarbures plus légers peuvent être dues à leur caractère plus volatil.
 - Présence locale de Toluène légèrement en aval de la jonction avec le canal Andriantany. On peut retrouver le Toluène dans plusieurs types d'industries, et avec des utilisations relativement variées : industrie pétrolière (fabrication d'essence, ou d'éthylène), industrie cosmétique et pharmaco-chimique (solvant, peintures, vernis, laques, encres, adhésifs), tannage du cuir.

- Présence faible ou en dessous de limites de détection de pesticides (endosulfan, malathion et cyhalothrine (la lambda cyhalothrine)).
- Présence de dioxines avec augmentation de la concentration de l'amont vers l'aval,
- Pas ou peu de HAP (hydrocarbures halogénés volatils), PCB (Polychlorobiphényles), et COHV.

En définitive, la concentration en polluants chimiques dans les sédiments du canal C3 présente un niveau moyen, avec un assez fort contraste entre sections urbaine et rurale.

3.2.2.2 Canal Andriantany

Le canal Andriantany s'écoule du sud vers le nord à partir de la rivière de l'Ikopa dans certains des secteurs les plus densément urbanisés d'Antananarivo (Anatihazo, Ambodin'Isotry ou les 67 ha). C'est un des deux principaux canaux servant pour l'assainissement d'Antananarivo.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Drainage des eaux de ruissellement des zones urbaines des parties collinaires et de la plaine à l'Est,
- Protection des populations contre les inondations,
- Alimentation des cultures agricoles au nord de la plaine,
- Source d'eau potable pour pallier parfois au manque de branchements privés.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales par ruissellement et par rejet direct de canalisations,
- Eaux usées par branchement illicite et du fait de l'existence d'interconnexions avec le réseau d'assainissement unitaire du Centre-Ville.
- Déchets solides.

Le tableau suivant présente les points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales recensés sur le canal Andriantany lors des investigations de terrain.

Tableau 40 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal Andriantany

Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Nombre
CANAL PRIMAIRE	Eaux pluviales	1
	Eaux usées	2
CANIVEAU	Eaux pluviales	1
	Eaux usées	22
RESEAU PLUVIAL	Eaux pluviales	1
	Eaux usées	36
	Non identifié	1
RESEAU UNITAIRE	Eaux usées	7
RESEAU SEPARATIF	Eaux usées	1
Non identifié	Eaux pluviales	29
	Eaux usées	148
	Non identifié	4
Total		253

QUALITE DU MILIEU

Qualité de l'eau

(Source : *Étude complémentaire relative à l'assainissement eaux usées - CNEAGR/BPPA, 2000*)

- Concentrations en DBO₅ et DCO élevées : Impact direct des rejets domestiques et industriels. Le rapport DCO/DBO₅ en aval du rejet du marais Masay est élevé et reflète bien l'importance des rejets industriels par rapport aux effluents domestiques ;
- Concentrations en MES augmentent lors de la traversée du canal dans la ville. Ce phénomène est principalement dû à l'accumulation des déchets solides dans le canal ;
- De façon similaire, le nombre de coliformes fécaux augmente également.

Si les concentrations en MES restent faibles, les teneurs en DCO, DBO₅, en azote et phosphore, ainsi que la conductivité montrent que les rejets domestiques et industriels et la pratique de la lessive dans les canaux dégradent la qualité de l'eau. La présence importante de germes pathogènes (coliformes, entérocoques...) est également avérée.

Qualité des sédiments

Pour plus de détails, se reporter au Fascicule 3 – Analyse des boues et des déchets solides.

- **Propriétés physiques :**
 - Teneur en eau moyenne de 37,2 % [min : 17, max : 58,1]
 - Concernant la matière organique, les échantillons de sédiments présentent une teneur en matière organique comprise entre 20 et 66 %, assez élevée. Cette teneur en MO est globalement corrélée avec la teneur en eau des matériaux. Les sédiments avec le taux le plus élevé de MO ont aussi les concentrations en hydrocarbures et COT les plus élevées ou sont composés en partie de tourbes.
 - Concernant le carbone organique total, la teneur en COT est de 3,8 % de la MS, soit légèrement plus que la limite de classement comme déchets inerte (3 %). Cette valeur nous renseigne sur le fait que les sédiments sont certes moins inertes qu'un sol, mais restent bien moins biodégradables que des déchets ménagers ou boues d'épuration.
- **Propriétés chimiques :**
 - Éléments traces métalliques : l'ensemble du linéaire du canal présente des concentrations élevées en Zinc et en Plomb. Deux zones d'accumulation de métaux sont observées avec la présence de cuivre, zinc et plomb au niveau de la jonction avec le canal C3, ETM que l'on retrouve également dans le canal de la Vallée de l'Est au niveau de l'embouchure amont du marais Masay avec en plus la présence de nickel. Cependant, les tests de lixiviation réalisés tendent à montrer que ces substances restent assez peu mobilisables. Bien que présente en faible concentration au sein des sédiments, l'antimoine est la substance la plus sujette à la lixiviation (présence avérée dans les tests de lixiviations issus de deux prélèvements).
 - Présence d'hydrocarbures importante et répartie tout le long du canal Andriantany, avec des pics observés en aval du déversoir vers C3, au niveau de l'embouchure amont du marais Masay, et à l'aval du quartier Alarobia :
 - Les hydrocarbures les plus présents sont les hydrocarbures C16-C40 dits hydrocarbures « lourds ». Cela correspondrait donc à des Gazoils lourds ou des Goudrons (Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes, BRGM, 2001).
 - Les faibles valeurs des hydrocarbures plus légers peuvent être dues à leur caractère plus volatil.
 - Présence de Toluène très localement légèrement en amont de la jonction avec le canal Andriantany. On peut retrouver le Toluène dans plusieurs types d'industries, et avec des utilisations relativement variées : industrie pétrolière (fabrication d'essence, ou d'éthylène), industrie cosmétique et pharmaco-chimique (solvant, peintures, vernis, laques, encres, adhésifs), tannage du cuir.
 - S'agissant des autres polluants étudiés, ceux-ci ont été très peu observés.

En définitive, la concentration en polluants chimiques et organiques dans les sédiments de l'Andriantany, du canal de la Vallée de l'Est (embouchure amont du marais Masay), et du lac Anosy présente un niveau moyen à important sur une zone très étendue avec des points localement très pollués en métaux lourds et en hydrocarbures.

Conclusions générales sur la qualité des sédiments des canaux C3 et Andriantany.

- **Matière organique :** Le taux de matière organique retrouvée dans les sédiments (20-66% de MS) correspond plus à des teneurs de boues en sortie de station d'épuration (50-70% de MS), que dans un sol (1-5%). Toutefois, elle semble fortement azotée car la teneur en COT dans la matière sèche est, quant à elle, de l'ordre de ce que l'on peut retrouver dans un sol ou légèrement au-delà, et très basse par rapport aux valeurs classiques des boues de STEP.
- **Éléments traces métalliques :** Les analyses réalisées ont montré que les métaux les plus présents dans les sédiments sont le plomb et le zinc, principalement en milieu urbain sur le C3, et de façon plus généralisée sur l'Andriantany.
Un dépassement des seuils pour le plomb et le cuivre a été observé en aval du déversoir de Ramandraibe dans les sédiments de l'Andriantany et pour le plomb, le cuivre et le zinc dans ceux du C3, néanmoins, le point, situé en amont du déversoir ne montre aucun dépassement. Il semble donc que la source de cette pollution localisée se trouve à proximité du déversoir ou en amont très proche.
- **Hydrocarbures :** Les hydrocarbures sont globalement présents dans les sédiments des principaux ouvrages d'assainissement sur tout Antananarivo. Certains pics d'accumulation ont été identifiés de façon très localisée avec des concentrations en hydrocarbures totaux importantes.
- **Présences singulières en toluène :** Les résultats des analyses faites sur les sédiments ne révèlent des concentrations en BTEX dépassant les seuils qu'en un point sur le C3 et en un point sur l'Andriantany. Dans les deux cas, le polluant retrouvé est le Toluène. A l'inverse des résultats en ETM, le Toluène n'est pas présent au niveau du déversoir en lui-même, mais en un amont sur l'Andriantany, et un peu plus à l'aval sur le C3.
- **Dioxines et Furanés :** En comparant les résultats des analyses réalisées, on observe que la présence de dioxines et furanes est très localisée dans l'espace et dans le temps. De même on retrouve la molécule 2,3,7,8-TCDD en quantité importante dans le C3 alors qu'elle n'a pas été détectée au sein des prélèvements réalisés dans l'Andriantany. De manière générale, comparé aux résultats des échantillons du C3, la molécule 2,3,7,8 TCDD n'a pas été détectée dans les échantillons prélevés dans l'Andriantany.
- **Pesticides et autres polluants analysés :** Les trois molécules de pesticides recherchées, les COHV, les HAP et les PCB n'ont pas été détectées ou ont été retrouvées en quantités très légèrement supérieures aux seuils de détection du laboratoire.

3.2.2.3 Canal GR

Le canal GR est l'autre irrigateur de cette plaine agricole. Ce canal n'a pas vocation à faire transiter les eaux usées et les eaux de pluie. Il a été mis en service en 2000, afin que l'Andriantany ne serve plus, à la fois pour l'assainissement et pour l'irrigation de la plaine agricole. Il est alimenté par l'Ikopa lorsque la plaine est cultivée. En saison des pluies, la prise d'eau sur l'Ikopa au Sud de la ville est fermée. Cependant, il participe à l'évacuation des eaux durant la saison des pluies, pour les bassins versants se situant au Sud de la ville.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Alimentation des cultures agricoles,
- Drainage des eaux de ruissellement des zones urbaines se situant dans les parties basses de la ville de la plaine.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales par ruissellement,
- Eaux usées par branchement illicite et ou rejet direct dans les zones d'habitations,
- Déchets solides.

QUALITE DU MILIEU

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.

3.2.2.4 Marais Masay

Le Marais Masay est un bassin tampon de 98 ha situé au cœur de la capitale malgache et d'une profondeur qui oscille entre 0,5 et 1 mètre. Les eaux du Marais Masay transitent ensuite dans le canal Andriantany, avant de rejoindre l'Ikopa. Dans le cadre du plan Vert d'Antananarivo, le lac Masay a été choisi pour expérimenter des techniques de dépollution adaptées au contexte socio-économique et environnemental des bas quartiers d'Antananarivo.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Bassin de rétention des eaux pluviales.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales des bassins versants de la Vallée du Masay et de la Vallée de l'Est.
- Eaux usées domestiques des réseaux unitaires de la Vallée de l'Est et des branchements non conformes sur les réseaux pluviaux de la vallée du Masay et de la vallée de l'Est.
- Rejets industriels prétraités ou non car présence d'un grand nombre d'industriels à proximité du Marais Masay (chimie, textile, agro-alimentaire, métallique et mécanique...).

Le tableau suivant présente les points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales recensés sur le canal primaire de la vallée de l'Est et le Marais Masay lors des investigations de terrain.

Tableau 41 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le canal primaire de la vallée de l'Est et le Marais Masay

Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Canal primaire de la Vallée de l'Est	Marais Masay
Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Nombre	
CANAUx PRIMAIRES	Eaux usées		3
CANIVEAU	Eaux usées		2
RESEAU UNITAIRE	Eaux usées	4	
Non identifié	Eaux pluviales	13	1
	Eaux usées	78	13
	Non identifié	1	
Total		96	19

QUALITE DU MILIEU

Source : Plan Vert d'Antananarivo – Analyse de la qualité des eaux du Lac Masay – EAST/CNRE, 2009 ;

- pH majoritairement neutre à tendance basique (valeurs comprises entre 6 et 9,3), excepté le bassin Nord du lac où le pH est très basique (pH voisins de 11) témoignant d'un déséquilibre du milieu ;
- Conductivité entre 250 et 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indiquant la présence de nombreuses substances sous formes ioniques instables ;
- Taux d'oxygène dissous faibles (environ 2 mg/l), ce qui indique une sous-oxygénation du milieu entraînant des phénomènes de dégradation anaérobie. Il est suspecté que ces taux faibles sont dus à la forte présence d'huiles et de graisses qui créent en surface un film empêchant la diffusion de l'oxygène atmosphérique ;
- Turbidité fortement variable, mais généralement forte (maxima supérieurs à 25 NTU) ;
- Concentrations faibles en matières en suspensions (MES), autour de 20 à 80 mg/l, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les eaux usées se présenteraient davantage sous forme de boues agglomérées en surface ou au fond des eaux ;
- DCO et DBO₅ inférieures aux normes de rejet, mais supérieures aux seuils recommandés pour les eaux de surface ;
- Concentrations relativement faibles en paramètres azotés et phosphorés : 1 mg/l pour les nitrates et inférieures à 2,6 mg/l pour les phosphates ;
- Huiles et graisses présentes en concentrations parfois très supérieures aux normes de rejet fixées à 10mg/l, avec un maximum mesuré de 78,26 mg/l dans le canal de la Vallée de l'Est ;
- Teneurs très élevées en germes bactériens (coliformes et staphylocoques), jusqu'à 6000 colonies / ml dans le bassin Nord ;
- Concentrations en métaux lourds (fer, manganèse, zinc, plomb) inférieures aux seuils de toxicité. Néanmoins, l'analyse des boues a révélé des concentrations relativement élevées dans les sédiments. Cela a été confirmé par les analyses effectuées sur les sédiments dans le cadre de cette étude, notamment pour les sédiments du canal de la Vallée de l'Est.

L'étude conclut ainsi qu'« au regard de la réglementation malgache, les eaux du Masay sont d'une qualité médiocre et, du fait de leur fortes teneurs en germes pathogènes, impropres à tout usage, donc « Hors Classe ».

Qualité des sédiments

Pour plus de détails, se reporter au Fascicule 3 – Analyse des boues et des déchets solides.

Note : Aucune analyse de sédiments n'a été réalisée au sein de Marais Masay. Les prélèvements ont été effectués uniquement en entrée et sortie du Marais Masay.

- **Propriétés physiques :**

- Embouchure du Canal Vallée Masay/Ambatobe et du Canal de sortie :
 - Faible teneur en eau et en MO,
 - Teneur en COT est de 1 % de la MS, soit inférieure à la limite de classement comme déchets inerte (3 %).
- Embouchure du Canal Vallée de l'Est :
 - Matrice principalement organique et teneur en eau élevée,
 - Teneur en COT de 5,2 % de la MS, soit légèrement plus que la limite de classement comme déchets inerte (3 %). Cette valeur nous renseigne sur le fait que les sédiments sont certes moins inertes qu'un sol, mais restent bien moins biodégradables que des déchets ménagers ou boues d'épuration.

- **Propriétés chimiques :**

- Eléments traces métalliques : Présence de plomb, zinc, cuivre, nickel dans le canal de la Vallée de l'Est au niveau de l'embouchure amont du marais Masay. Il s'agit du seul échantillon avec des traces de nickel qui est utilisé dans les alliages, la fabrication d'aciers inoxydables ou dans les engrais phosphatés. Le facteur de dépassement est de 2,2 pour le Zinc, 2 pour le plomb et de 1,1 pour le cuivre et le Nickel. C'est également dans ce prélèvement que l'on retrouve les concentrations en métaux lourds les plus élevées de tous les échantillons pour l'Aluminium, le Fer, le Cobalt, (pas de valeur seuil), le Chrome et le Mercure (concentrations proches de la valeur seuil), le Nickel et le Zinc (dépassement de la valeur seuil), l'Arsenic (10 fois plus faible que la valeur seuil). Ce pic d'accumulation semble très localisé car on ne le retrouve pas dans les autres prélèvements du Lac Masay. Il serait toutefois intéressant de réaliser des analyses spécifiques sur le riz produit à proximité du marais Masay, dans les rizières situées à l'aval de l'embouchure du canal de la Vallée de l'Est, pour vérifier que ces métaux lourds ne s'y retrouvent pas présents en trop forte concentration.
- Présence d'hydrocarbures
 - Faible pour Embouchure du Canal Vallée Masay/Ambatobe et du Canal de sortie
 - Importante (> 3000 mg/kg MS) pour l'embouchure du Canal de la Vallée de l'Est :
 - o Les hydrocarbures les plus présents sont les hydrocarbures C16-C40 dits hydrocarbures « lourds ». Cela correspondrait donc à des Gasoils lourds ou des Goudrons (Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes, BRGM, 2001).
 - o Les faibles valeurs des hydrocarbures plus légers peuvent être dues à leur caractère plus volatil.
- S'agissant des autres polluants étudiés, ceux-ci ont été très peu observés.

Ces résultats montrent que le canal de la Vallée de l'Est semble être le principal contributeur de la pollution du Marais Masay et que le Marais Masay semble jouer un rôle d'épuration non négligeable compte-tenu des concentrations observées en sortie.

3.2.2.5 Autres bassins de rétention

Les autres bassins de rétention de la zone d'étude sont le bassin d'Anosibe, d'Andavamamba, Anatihazo, le lac Anosy et le Lac Behoririka.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Bassin de rétention des eaux pluviales.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Eaux pluviales,
- Eaux usées domestiques des réseaux unitaires et des branchements non conformes sur les réseaux pluviaux.

Le tableau suivant présente les points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales recensés sur les autres bassins de rétention lors des investigations de terrain.

Tableau 42 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans les autres bassins de rétention

		Lac Anosibe	Lac Anosy
Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Nombre	Nombre
CANIVEAU	Eaux pluviales		1
	Eaux usées		3
RESEAU PLUVIAL	Eaux pluviales		1
	Eaux usées		1
RESEAU UNITAIRE	Eaux usées		1
Non identifié	Eaux pluviales		17
	Eaux usées		5
	Non identifié	29	
Total		29	29

Sur le Lac Anosibe, 9 points de rejet correspondent à des branchements non conformes.

QUALITE DU MILIEU

- Aucune donnée de qualité n'est disponible.

3.2.2.6 Lac Mandroseza

Le Lac Mandroseza est alimenté par la nappe phréatique ainsi que par l'Ikopa en appoint.

USAGE DU MILIEU RECEPTEUR

- Eau potable de l'agglomération d'Antananarivo. Ressource principale du réseau d'alimentation en eau potable de la JIRAMA.

Les premières mesures réglementaires pour la protection du lac datent de plus d'un siècle. L'Arrêté Municipal du 23 novembre 1913 relatif à la protection des eaux du lac officialisait l'utilisation des eaux du lac pour l'alimentation en eau potable. L'arrêté n°216-AP/3-CG du 03 août 1953 a déclaré d'utilité publique le captage et la protection des eaux du lac Mandroseza. Enfin l'Arrêté n°617 du 23 juillet 1990 du Fivondronam-pokontany Antananarivo Renivohitra prescrit l'interdiction de construire autour du lac Mandroseza sur une bande de 200 mètres. Mais cette dernière mesure n'est pas respectée et des villas sont encore construites à moins de 100 mètres de la rive.

ORIGINE ET TYPE DES REJETS

- Nombreuses habitations ainsi que bidonvilles bâtis de manière anarchique sans aucune norme de salubrité,
- Infiltration des latrines dans la nappe phréatique,
- Ruissellement des eaux pluviales vers le lac,
- Déversement des eaux usées provenant des infrastructures hôtelières et des garages (teneurs en huile et graisse élevées) dans le marécage, en amont du lac (via le réseau d'eau pluviale existant).

Le tableau suivant présente les points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales recensés sur le Lac Mandroseza lors des investigations de terrain.

Tableau 43 : Points de rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales dans le lac Mandroseza

Type d'ouvrage de rejet	Type de rejet	Nombre
CANAUx PRIMAIRES	Eaux usées	1
Non identifié	Eaux usées	3
Total		4

QUALITE DU MILIEU

- Faible conductivité,
- Turbidité et concentration en MES élevée,
- Teneurs moyennes en matières organiques et faibles concentrations en azote,
- Forte contamination en germes pathogènes : bactéries coliformes présentes à un taux élevé tout au long de l'année.

4. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS, ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF - GESTION DES EXCRETA

L'assainissement non collectif représente actuellement l'écrasante majorité de l'assainissement des ménages de la CUA (environ 98 % de la population actuelle). Le potentiel d'évolution vers de l'assainissement collectif est limité par deux facteurs principaux :

- La difficulté d'extension du réseau collectif actuel ;
- La faible volonté ou capacité de payer de très nombreux ménages, qui n'investiront pas dans une connexion à un réseau s'il existait (et l'intérêt d'un tel réseau diminue fortement si tout le monde n'y est pas connecté).

Les dysfonctionnements de l'assainissement non collectif se résument en trois cibles :

1. La mauvaise qualité des équipements chez les ménages : installation d'assainissement autonome non conforme ;
2. Un manque d'entretien et une situation incontrôlable de la vidange manuelle ;
3. L'absence de station de traitement des boues de vidange au regard des volumes produits.

4.1.1 Amélioration des équipements chez les ménages

Dans le tableau des combinaisons toilettes/fosses, le confort et l'hygiène augmentent de gauche à droite (excepté peut-être le cas des sachets plastiques, difficile à classer). L'empreinte environnementale diminue de haut en bas (excepté les 3 dernières lignes, inclassables). Donc normalement, les dispositifs situés en bas à droite sont les plus vertueux, au contraire de ceux situés en haut à gauche, posant de nombreux problèmes. Leur proportion dans les 1 103 ménages enquêtés est indiquée dans le Tableau 44, ci-dessous, et les équipements qui posent le plus de problèmes (environnementaux surtout) sont entourés de rouge.

Tableau 44 : Les équipements ayant un impact négatif

Évacuation	Sans toilettes			Type de toilettes					Ensemble
	DAL	Toilettes publiques	pot	latrines traditionnelles (matériaux récupérés)	latrines avec dalle en dur	toilettes/latrines à siphon (on verse de l'eau)	toilettes à chasses raccordées à l'eau	siège + sachet plastique	
dans un marais ou une rizièrre plus ou moins directement - y compris pot			1,6%	0,6%	0,2%	0,2%			2,6%
dans une fosse non étanche et s'infiltrant sur place			0,1%	26,8%	18,5%	4,1%	0,1%		49,5%
dans une fosse étanche déversant dans un canal ou caniveau ouvert			0,1%	0,5%	0,7%	3,9%	1,0%		6,3%
dans une fosse étanche déversant dans un puits d'infiltration				1,5%	1,1%	6,5%	21,1%		30,1%
dans une fosse étanche déversant dans un égout				0,5%	0,3%	0,1%	1,3%		2,1%
dans un égout enterré						0,2%	0,1%		0,3%
Autre	0,8%	4,4%	0,5%						5,6%
je n'en ai aucune idée				0,6%	1,0%	0,6%	1,0%		3,3%
sachets collectés par un prestataire								0,1%	0,1%
Ensemble	0,8%	4,4%	2,3%	30,5%	21,8%	15,6%	24,6%	0,1%	100,0%

Les combinaisons les plus nombreuses sont représentées en plus foncées dans le tableau. Cela montre que la situation globale se caractérise par 2 pôles :

1. D'un côté, un nombre important d'équipements assez polluants (latrines traditionnelles et à dalle en dur),
2. De l'autre, des toilettes à chasses avec fosse étanche et puisard, dont le fonctionnement est assimilé à celui des fosses septiques.

Au final, la situation se résume ainsi :

- Les équipements les plus polluants (encadrés en rouge) représentent 8 % des ménages enquêtés (y compris la Défécation à l'Air Libre : DAL) et constituent une cible pour éradication (plus de coercition que de sensibilisation, promotion des toilettes publiques).
- Les équipements potentiellement polluants (selon la nature du sol et la présence de ressource) sont très nombreux avec presque 50 % du parc étudié (fosses non étanches). Le problème qu'ils posent est double : non seulement leur infiltration a un fort potentiel de pollution, mais en plus, ces fosses sèches sont difficiles à vidanger autrement que manuellement, filière problématique. Ils constituent le cœur de ce qu'il faut faire évoluer, mais ils sont trop nombreux pour être « éradiqués » par des moyens coercitifs. Il s'agit donc de faire évoluer la demande et faciliter (financièrement et opérationnellement) une transition vers des équipements supérieurs.
- Les équipements dont on peut supposer qu'ils ne posent que très peu de problèmes représentent tout de même plus de 30 % des cas, pour lesquels il n'est pas nécessaire d'envisager une évolution (autre que les pratiques de vidange).

4.1.2 Les toilettes publiques

Elles fournissent actuellement une part du service, qui peut paraître faible si les ménages n'ayant pas d'alternatives (4,4 %) ne sont pas pris en compte, mais doivent se rajouter les utilisations en journée par les personnes éloignées de leur domicile. Il faut également tenir compte d'environ 3 autres pourcents de ménages qui pratiquent la DAL ou ne disposent que d'un pot : ce sont des ménages à ramener vers l'alternative des toilettes publiques.

4.1.3 La vidange manuelle

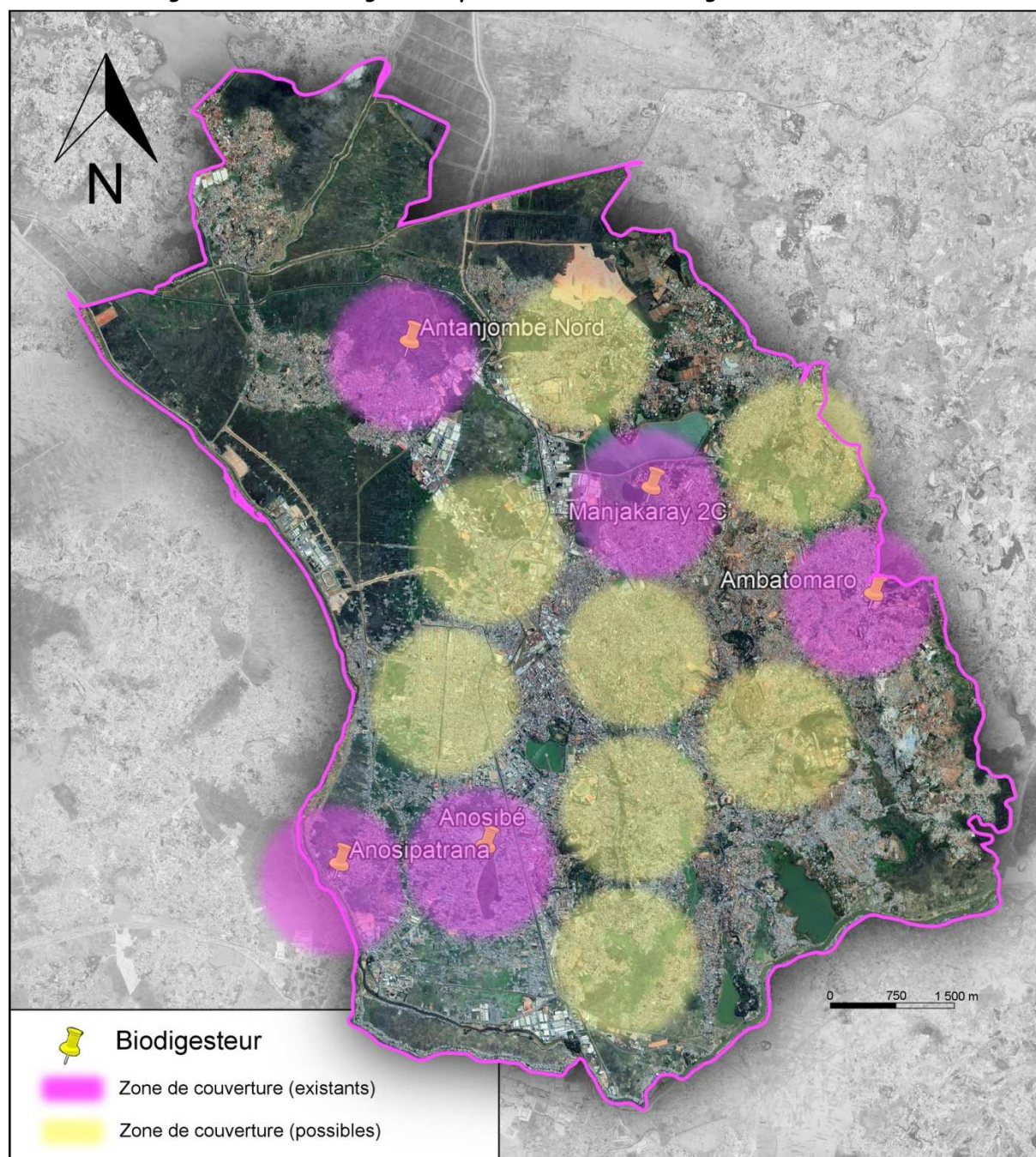
Elle est essentiellement informelle et donc très difficile à réguler pour la faire évoluer. Pour autant, elle est tellement majoritaire qu'il n'est pas envisageable pour l'instant de l'interdire ou la combattre.

Le nœud du problème réside dans le faible rayon d'action des vidangeurs manuels, qui ne peuvent matériellement pas parcourir de longues distances pour déverser leur chargement dans des sites appropriés. Capter ces boues de vidange dans la proximité de leur origine est un enjeu fort pour lequel plusieurs solutions sont envisageables :

- rapprocher les sites de dépôt (c'est le cas des expériences de biodigesteurs) ;
- rendre les vidangeurs plus mobiles (aider leur motorisation sans que cela ne renchérisse le coût de la vidange) ;
- assurer le transport à leur place en offrant un service de transfert.

En prenant l'hypothèse d'un rayon d'action correspondant à 20 minutes de marche avec une charrette remplie, chaque biodigester pourrait polariser des vidanges à moins d'un kilomètre (par des rues sinueuses, ce qui représente plutôt 750 m à vol d'oiseau). En plaçant des cercles de 750 m de rayon comme sur la carte suivante, on voit qu'il faudrait au moins 8 biodigesteurs supplémentaires pour couvrir le territoire de la CUA (sans parler de la capacité à installer).

Figure 70 : Des biodigesteurs peuvent-ils couvrir l'intégralité de la CUA ?



Même s'il était possible de trouver les emprises nécessaires, ces biodigesteurs n'auraient qu'une capacité limitée de traitement (si les 13 biodigesteurs étaient dimensionnés comme les existants, ils ne pourraient couvrir les besoins que de 125 à 150 000 habitants seulement).

4.1.4 Le traitement des boues

Ce bilan met donc en évidence le besoin de réduire le besoin de vidanges manuelles, au profit de la vidange par camion, filière qui souffre pour l'instant de trois points négatifs :

1. la concurrence de prix des vidangeurs manuels, ce qui ne rend la vidange par camion intéressante que pour les fosses de gros volumes (supérieures à 3 m³) ;
2. l'absence de traitement des boues évacuées qui sont pour l'instant simplement déversées dans l'Ikopa pour l'essentiel et probablement ailleurs pour certains chargements ;
3. la difficulté technique de vidanger une part importante des fosses (inaccessibilité pour le camion, trop grande siccité des boues dans les fosses sèches, présence de déchets solides dans les fosses).

Compte tenu des volumes estimés, c'est une des urgences à court terme : réaliser des stations de traitement des boues de vidange provenant des camions.

Un atout significatif dans cette optique réside dans le fait que les opérateurs actuels, formels ou informels, semblent aller déposer majoritairement au site d'Ambohitrimanjaka en payant un droit. En revanche, la contrainte la plus forte sera la difficulté de libérer des emprises de taille suffisante pour au moins deux stations de capacité suffisante et de mettre en place l'organisation du service.

4.2 ASSAINISSEMENT COLLECTIF

L'activité 6 a permis d'établir un premier diagnostic par thématique.

BILAN

Le bilan a mis en évidence :

- En terme d'impact sur l'environnement, l'effet de l'absence de système de collecte des eaux usées entraîne **une dégradation avancée du réseau de drainage et des milieux récepteurs**, en raison principalement des rejets d'eaux usées et de déchets solides dans les milieux récepteurs.
- L'absence de réseau de collecte des eaux usées dégrade le cadre de vie des riverains. Liés à l'absence d'infrastructures d'assainissement conformes et à la présence importante de déchets solides, les reconnaissances de terrain nous ont permis de constater que **l'état du réseau hydrographique est très dégradé**.
- Un contexte institutionnel, organisationnel et normatif en matière d'assainissement en construction, nécessitant de fixer un certain nombre d'hypothèses dans le cadre de la présente étude.
- Un projet d'urbanisme et de développement d'activité moderne et ambitieux dans le cadre du TATOM, induisant des objectifs en cohérence avec cette étude globale,
- Une structuration et une gestion des ouvrages d'assainissement liquide et solide peu développées qui impactent les infrastructures de drainage et l'état du réseau hydrographique. Cela se transcrit par un manque de sensibilisation de la population aux bonnes pratiques de la gestion de leurs eaux usées et de leurs déchets.

DEMARCHE POUR ETABLIR LES ORIENTATIONS

Le diagnostic présenté dans le cadre de l'activité 6 par thématique sera analysé dans une approche intégrée de manière à mettre en évidence la nécessité des aménagements d'assainissement collectif à réaliser et à les localiser :

- Limiter les pollutions dues aux activités anthropiques ;
- Améliorer la santé publique par un système d'assainissement fonctionnel et déconnecté du pluvial, ainsi que par une gestion des déchets adéquate ;
- Assurer une mise en œuvre coordonnée et intégrée des projets d'urbanisme.

Les objectifs soulignent que l'avantage recherché n'est pas systématiquement exprimé sous une forme monétaire. Par contre, est mis en évidence le caractère "protecteur" des actions. Avec le projet intégré, la démarche réside à réparer, à limiter des effets indésirables, et dans le même temps à promouvoir un mieux-être, à valoriser des activités existantes, à préserver des personnes et des biens.

4.3 TRAITEMENT

Ce chapitre présente nos premières recommandations concernant le traitement des eaux usées et des boues de vidange. Il faut bien garder à l'esprit que ces propositions pourront être modifiées et précisées suite à la réalisation des Activités n°7 et 8, notamment en ce qui concerne la population et sa projection ainsi que le zonage d'assainissement actuel et futur.

4.3.1 Critères de sélection de filières de traitement adaptées au contexte de la CUA

L'objectif principal du traitement des eaux usées et des matières de vidange est d'assurer une amélioration de la situation sanitaire humaine et la protection de l'environnement.

La sélection des filières de traitement des eaux usées et des boues de vidange adaptées au contexte de la CUA a été réalisée, selon les critères suivants :

- Adaptation au climat tropical et au contexte hydrogéologique (risque d'inondation, de pollution des nappes phréatiques),
- Robustesse de la filière de traitement, au sens de capacité à maintenir un bon niveau de traitement malgré d'importantes variations de charge organiques et hydrauliques, liées à la présence de réseaux unitaires sur l'ensemble du centre-ville d'Antananarivo,
- Simplicité d'exploitation et de maintenance afin d'être en adéquation avec les compétences disponibles. Plus le traitement est technique, plus la station est sophistiquée et plus les compétences requises pour sa gestion sont élevées. Même un traitement simple semble nécessiter des compétences avancées sur le sujet. Des formations peuvent favoriser un renforcement des compétences mais il est impossible de passer d'un niveau de compétence faible à très élevé sans un investissement important (formations, salaires...).
- Filière peu consommatrice en électricité et produits chimiques,
- Faibles coûts d'investissement et d'exploitation,
- Gestion des sous-produits facilitée,
- Utilisation possible de matériaux locaux,
- Emprise foncière optimisée du fait d'un contexte de forte densité de population et d'occupation des sols élevée,

- Limitation des gênes olfactives et visuelles,
- Modularité de la filière afin d'éviter un fonctionnement en sous-régime les premières années.
Par exemple, le biodigesteur de Tanjombato a été conçu avec trois réacteurs de capacité de 10 m³ qui sont alimentés en parallèle. L'opérateur peut orienter les boues arrivant sur le site vers tel ou tel réacteur. Cette disposition permet une montée en puissance progressive des capacités de traitement ainsi qu'une adaptation à la variation des volumes de boues entrants. Lorsque la station sera utilisée au maximum de ses capacités et si la demande continue de croître, il est envisagé de construire une seconde unité similaire sur un terrain limitrophe.

4.3.2 Description des filières de traitement prises en compte et sélection

4.3.2.1 *Traitement des eaux usées domestiques de l'assainissement collectif*

Le traitement des eaux usées domestiques est principalement réalisé selon des procédés de traitement biologiques, les procédés de traitement de type physico-chimique étant plus adaptés aux effluents industriels non biodégradables.

De manière générale, les procédés de traitement biologique utilisent des micro-organismes autotrophes et/ou hétérotrophes, capables d'absorber et d'éliminer la pollution carbonée, azotée et phosphorée.

Les deux types de traitement des eaux usées généralement mis en œuvre dans le cas des eaux usées urbaines sont les suivants :

- **Procédés de traitement extensifs** tels que lagunage naturel, lagunage aéré ou filtres plantés de roseaux. Ils consistent essentiellement en un traitement dans des lagunes ou dans le sol, et reposent sur des procédés naturels de dépollution sans moyens mécaniques, sauf dans certains cas avec des aérateurs. Ils ont la capacité à traiter des eaux issues d'un réseau unitaire.
- **Procédés de traitements intensifs** tels que Boues Activées, MBR (Bioréacteur à membrane), MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor ou Réacteur biologique à lit fluidisé), SBR (Réacteur séquentiel discontinu). Ils utilisent des cultures libres ou fixes de micro-organismes.

COMPARAISON DES DIFFERENTES FILIERES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

	Filtres Plantés de Végétaux	Lagunage naturel	Lagunage aéré	Boue activée	Réacteur Biologique Séquentiel	Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)	Bioréacteurs à Membranes	Biofiltres
Caractéristiques quantitatives et qualitatives								
Champs d'application (en EH40)	-- Maximum 6000	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite	+++ Pas de limite
Adapté au contexte tropical	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Sensibilité aux variations de charge hydraulique	0	+++	0	--	--	+	+	++
Sensibilité aux variations de charge organique	0	0	0	+	+	+	+	++
Caractéristiques des sites d'implantation								
Contrainte d'emprise foncière	0 2,5 m2/EH40	-- 7 m2/EH40	0 2 m2/EH40	++ 0,8 m2/EH40	++ 0,6 m2/EH40	++ 0,7 m2/EH40	++ 0,4 m2/EH40	++ 0,3 m2/EH40
Procédé adapté à un site :								
Sensible aux nuisances olfactives	++	+	0	+	+	+	++	++
Sensible aux nuisances sonores	++	+++	--	--	--	--	--	--
Ayant une contrainte paysagère	++	++	++	-	-	-	-	0
Qualité de l'eau après traitement								
Efficacité de l'élimination :								
Pollution carbonée	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+
Pollution en matières en suspension	+++	+	+	+++	+++	+++	+++	++
Pollution azotée NK	+	+	0	++	++	++	++	++
Pollution azotée NGL	-	+	0	++	0	+	++	++
Pollution phosphorée	-	-	-	+	+	+	+	++
Bactériologique (E. Coli)	+	++	++	+	+	+	+++	+
Production de boue								
Production de boue	++ Faible	0 Moyen	0 Moyen	-- Très élevé	-- Très élevé	-- Très élevé	-- Très élevé	-- Très élevé
Siccité des boues	++ Elevée 20 à 30% Pas de traitement nécessaire	++ Moyen de 5 à 10%	++ Moyen de 5 à 10%	-- Faible (<1%) Traitement spécial nécessaire	-- Faible (<1%) Traitement spécial nécessaire	-- Faible (<1%) Traitement spécial nécessaire	-- Faible (<1%) Traitement spécial nécessaire	-- Faible (<1%) Traitement spécial nécessaire
Exploitation								
Complexité d'exploitation	++ Exploitation simple	+++ Exploitation très simple	++ Mécanique	-- Très mécanique Automatisme biologique	-- Très mécanique Automatisme biologique	- Très mécanique Automatisme biologique	-- Très mécanique Automatisme biologique	-- Très mécanique Automatisme biologique
Coûts								
Coûts d'investissement (exclus l'acquisition foncière)	++ < 1500 PE : Faibles	++ < 1500 PE: Faibles	++ Faibles (> 500 PE)	-- Très élevés	- Elevés	-- Très élevés	-- Très élevés	-- Très élevés
	0 > 1500 PE : Moyens	- > 1500 PE / sol perméable ou instable : Elevés						
Coûts d'exploitation	++ Faibles	+++ Très faibles	0 Moyen	- Elevée	- Elevés	-- Elevés à très élevés	-- Très élevés	- Elevés
Consommation électrique	++ Très faible	+++ Nulle	++ Faible	- Elevée	- Elevée	- Elevée	-- Très élevée	-- Très élevée
Consommation en produits chimiques	+++	+++	+++	0	0	0	0	--
CONCLUSION	Pour les petites capacités uniquement	Pour les petites capacités uniquement						

+++	Très bon / Excellent
++	Bon / Adapté
+	Correct
0	Acceptable
-	Médiocre
--	Mauvais / Pas adapté

CONCLUSIONS

Compte tenu du contexte de la CUA, les filières de traitement les plus appropriées sont les suivantes :

- Pour les petites capacités uniquement (< 6000 EH₄₀) :
 - Filtres plantés de végétaux : peu de production de boues, faibles coûts d'exploitation et d'entretien, faibles coûts d'investissement ;
 - Lagunage naturel : production moyenne de boues, faibles coûts d'exploitation et d'entretien, faibles coûts d'investissement ;
- Pour toutes les capacités :
 - Lagunage aéré : production faible de boues, coûts d'exploitation et d'entretien acceptables, faibles coûts d'investissement si le coût du foncier n'est pas rédhibitoire.

Figure 71 : Filtres plantés de végétaux (Source : Les filtres plantés de végétaux pour le traitement des eaux usées domestiques en milieu tropical - Guide de dimensionnement de la filière tropicalisée, IRSTEA)

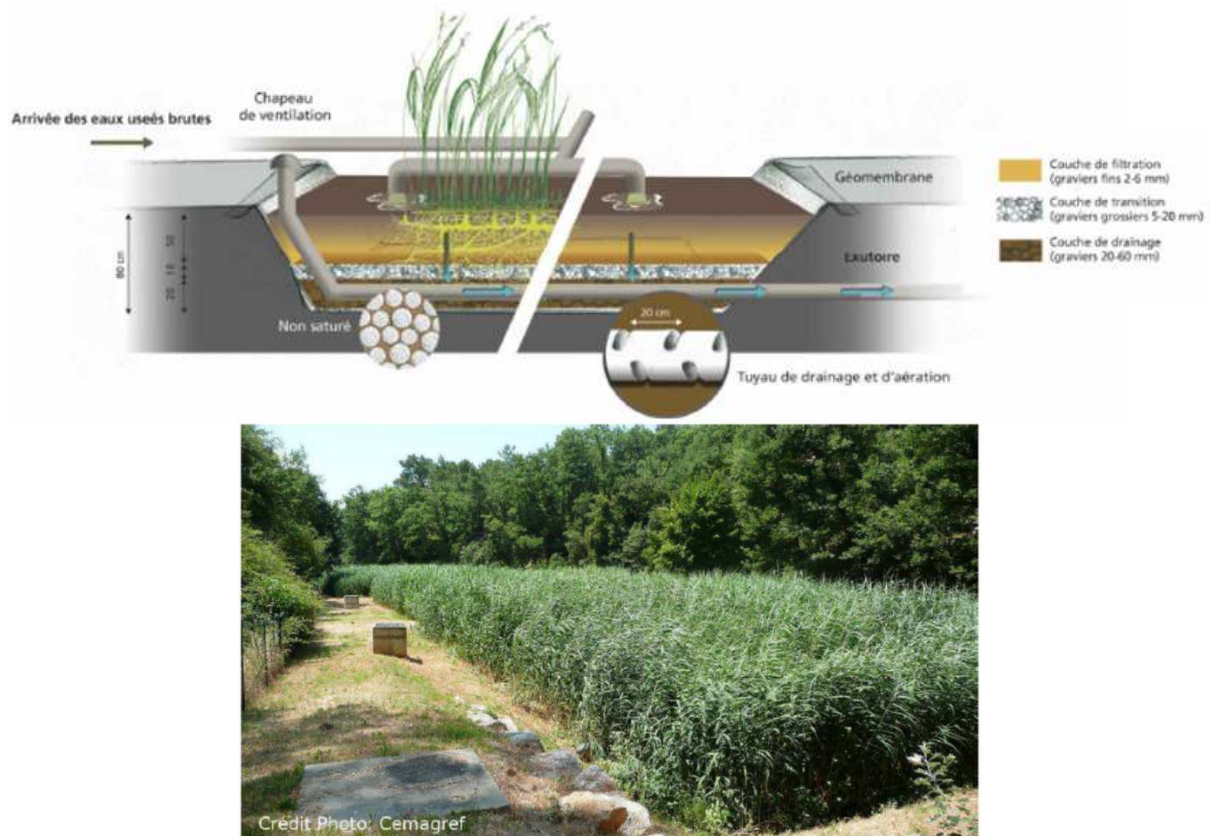


Figure 72: Lagunage naturel

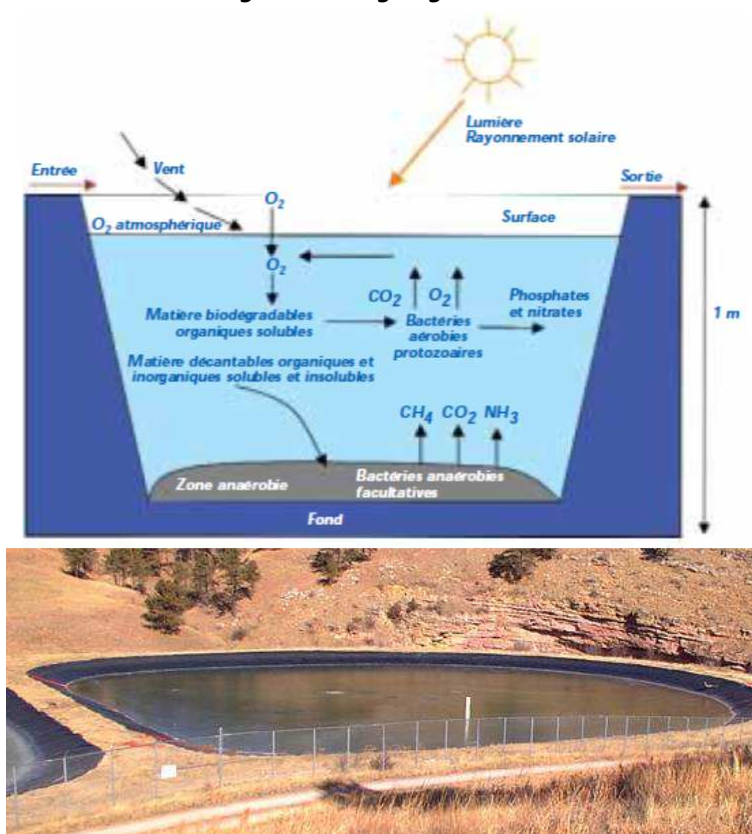
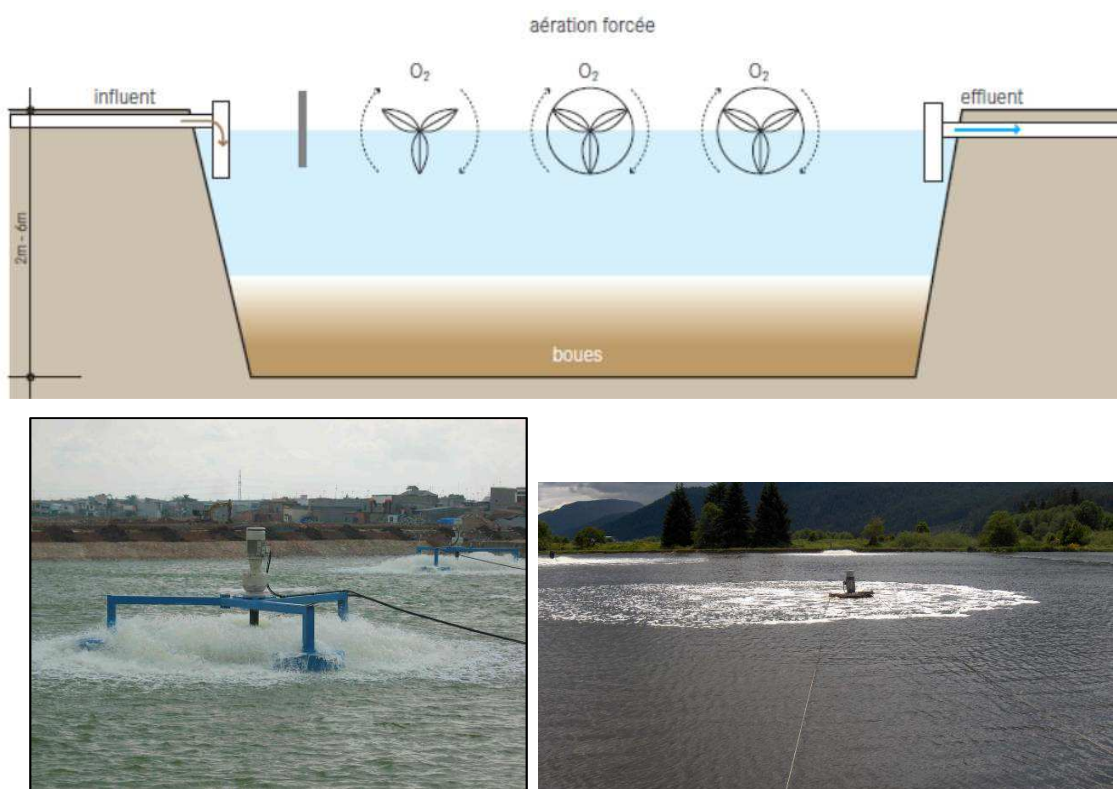


Figure 73: Lagunage aéré (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)



4.3.2.2 Traitement des matières de vidange

D'une manière générale, les procédés de traitement des matières de vidange consistent à les épaissir et à déshydrater les matières de vidange brutes puis à traiter les boues épaissies d'une part et les eaux résiduelles (percolât, surnageant ou filtrat) de l'autre.

Les procédés utilisés répondent donc à différents objectifs :

- Traitement de la fraction particulaire des matières de vidange : épaississement, déshydratation, stabilisation...,
- Traitement de la pollution dissoute dans la phase liquide issue du traitement des matières de vidange (trop concentrée pour être rejetée dans le milieu naturel),
- Valorisation des sous-produits issus des étapes de traitements (boues, eaux usées traitées).

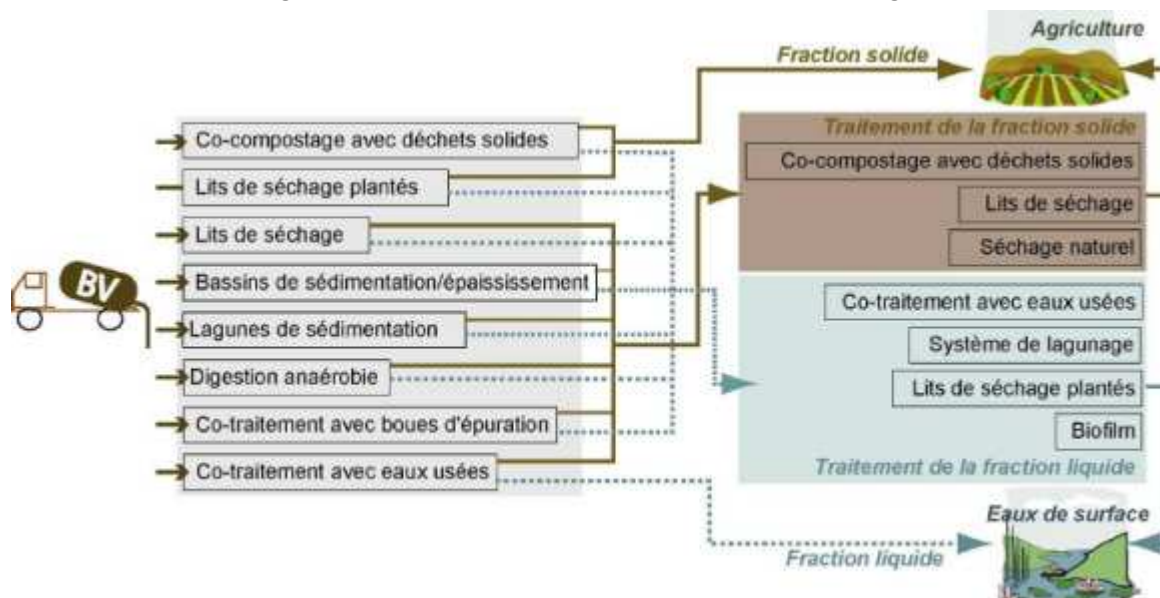
Il existe de nombreuses alternatives pour le traitement des boues de vidange, de complexité, technicité en construction et/ou exploitation variables.

Selon les objectifs de valorisation des boues épaissies/déshydratées et/ou de la fraction liquide séparée (rejet au milieu naturel, réutilisation en irrigation,...), le niveau de traitement requis peut ne pas être identique.

Le choix de la stratégie optimale à mettre en œuvre repose sur les critères de sélection comme les contraintes réglementaires, objectifs de valorisation et les contraintes technico-économique locales et environnementales.

Les différentes filières de traitement des boues de vidange sont présentées au niveau de la figure suivante :

Figure 74 : Filières de traitement des boues de vidange



COMPARAISON DES DIFFERENTES FILIERES DE TRAITEMENT DES MATIERES DE VIDANGE

	Enfouissement dans le sol	Co-compostage avec déchets organiques solides	Lits de séchage	Lits de séchage plantés	Bassins de sédimentation/épaississement	Lagunes de sédimentation	Digestion anaérobie	Co-traitement des les boues d'épuration		Co-traitement avec eaux usées	
Champs d'application	+++	-- Nécessité d'une source de déchets solides biodégradables bien triés disponible	+++	+++	+++	+++	+++	-	Dépend de la capacité de la station notamment pour le traitement de la fraction liquide	--	Dépend de la capacité de la station Seuls de faibles volumes et charges peuvent être acceptés
Adapté au contexte tropical	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Caractéristiques des sites											
Contrainte d'emprise foncière	--	-	0	-	+	--	++	- Lits de séchage	+++ Traitement mécanique	-- Lagunage	+++ Traitement intensif
Procédé adapté à un site :											
- Sensible aux nuisances olfactives	--	--	--	+	--	--	+	--	+	0 Lagunage aéré	++ Traitement intensif
- Sensible aux nuisances sonores	+++	+	+++	+++	+++	+++	-	-- Traitement mécanique	+++ Traitement extensif	-- Traitement intensif	+++ Traitement extensif
- Ayant une contrainte paysagère	+++	+	+	++	-	++	-	-	++	- Traitement intensif	++ Traitement extensif
- Ayant une nappe haute	-- Car infiltration directe des lixivats dans le sol	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats	++ Avec aménagements adéquats
Performances du traitement											
Sensibilité à la pluie	--	0	--	0	--	0	+++	--	+++	--	+++
Siccité de la fraction solide	+++	+++	++	+++	--	0	-	-	+++	-	+++
Stabilisation de la fraction solide	+++	+++	-	+++	+	+++	+++	--	+++	--	+++
Hygiénisation de la fraction solide	+++	+++ Elevée à très élevée	-- Faible	++ Bonne à élevée	-- Faible	-- Faible	++ Moyenne à bonne	-- Faible	++ Bonne à élevée	-- Faible	++ Bonne à élevée
Qualité de la fraction liquide	0 Faible à Moyenne	+++ Pas d'effluent	++ Moyenne à bonne	++ Elevée	0 Faible à Moyenne	0 Faible à Moyenne	0 Faible à Moyenne	-	++	0	+++ Effluents communs avec ceux de la station
Sous-produits valorisables	-- Non	+++ Compost	0 Boues épaisses mais non hygiénisées	++ Boues + Fourrage	-- Boues liquides et non hygiénisées	0 Boues épaisses mais non hygiénisées	+++ Biogaz	-	+++	-	+++
Nécessité d'un post-traitement											
Fraction solide	+++ Non	+++ Non	- Oui pour hygiénisation	+++ Non	-- Oui pour déshydratation et hygiénisation	-- Oui pour déshydratation et hygiénisation	- Oui pour déshydratation	+++ Non	+++ Non		
Fraction liquide	-- Oui mais impossible car infiltration directe des lixivats dans le sol	+++ Non	- Oui	- Oui	- Oui	- Oui	- Oui	++ Oui mais Traitement dans la station	+++ Non		
Exploitation											
Complexité d'exploitation	+++	+	++	+	+	++	-	--	++	-- Traitement intensif	++ Traitement extensif
Fréquence d'enlèvement de la fraction solide	+++ Tous les 10 ans	-- Dépend de la capacité de stockage	-- Tous les 10 à 15 j par unité	++ Tous les deux-trois ans	- Une fois par mois	++	++ Tous les 6 mois à 10 ans	--	++	--	++
Coûts											
Coûts d'investissement (exclus l'acquisition foncière)	+++ Très faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	-- Elevés	++ Faibles	-- Elevés	++ Faibles
Coûts d'exploitation	+++ Très faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	++ Faibles	-- Elevés	++ Faibles	-- Elevés	++ Faibles
Consommation électrique	+++ Très faible	+++ Très faible	+++ Très faible	+++ Très faible	+++ Très faible	+++ Très faible	+++ Très faible	-- Elevés	+++ Très faible	-- Elevés	+++ Très faible
Consommation en produits chimiques	+++ Nulle	+++ Nulle	+++ Nulle	+++ Nulle	+++ Nulle	+++ Nulle	+++ Nulle	--	+++	--	+++
CONCLUSION											

+++	Très bon / Excellent
++	Bon / Adapté
+	Correct
0	Acceptable
-	Médiocre
--	Mauvais / Pas adapté

CONCLUSIONS

Le co-compostage des boues de vidange avec les déchets organiques solides ne peut être retenu que s'il existe des sources de déchets solides biodégradables bien triés sur le territoire de la CUA. Cela devrait être le cas avec les marchés aux légumes (Anosibé, Andravoahangy etc.) à condition que le tri à la source y soit organisé, ce qui est largement faisable.

Il n'existe actuellement aucune station de traitement des eaux usées sur le territoire de la CUA. D'autre part, compte-tenu de la forte concentration des boues de vidange, la quantité pouvant être traitée conjointement avec les eaux usées est limitée afin de ne pas perturber le fonctionnement de la station de traitement. Compte-tenu de la quantité importante de boues de vidange attendue, le co-traitement de celles-ci avec les eaux usées n'est pas envisageable.

Compte-tenu du type de filière de traitement des eaux usées retenue pour le territoire de la CUA (cf. paragraphe 4.3.2.1), le co-traitement des boues de vidange avec les boues d'épuration n'est pas envisageable car aucun traitement des boues n'est nécessaire. D'autre part, le volume de boues de vidange pouvant être accepté serait faible afin de ne pas perturber le traitement des eaux par recirculation de la fraction liquide du traitement des boues.

L'enfouissement des boues de vidange n'est également pas retenu dans le contexte de nappe haute de la CUA.

Compte tenu du contexte de la CUA, les filières de traitement les plus appropriées sont donc les suivantes :

- **Pour les petites capacités uniquement : Digestion anaérobie ou Biodigesteurs,**
- **Pour toutes les capacités : Lits de séchage ou lits de séchage plantés suivis de filtres plantés de végétaux ou lagunage pour le traitement des percolât.**

Concernant le traitement des percolât/filtrats, il sera étudié dans le cadre des activités suivantes la possibilité de réaliser un traitement conjoint de ceux-ci avec les eaux usées. Cette analyse sera réalisée sur la base de la (des) capacité(s) de la (des) station(s) de traitement des eaux usées proposées ainsi que de leur localisation.

EXEMPLES DE FILIERES DE TRAITEMENT DES BOUES DE VIDANGE MISES EN PLACE A MADAGASCAR :

- Biodigesteurs à Antananarivo (cf. paragraphe correspondant du présent rapport),
- Filtre planté de roseaux suivi d'un lagunage aérobie à Tamatave – Toamasina (PROTOS-PRACTICA),
- Séchage solaire à Ampanefena (Oxaurus) – Procédé Sunthesis SARL,
- Lits de séchage non planté à Mahajanga.

Figure 75 : Lits de séchage plantés de végétaux (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)

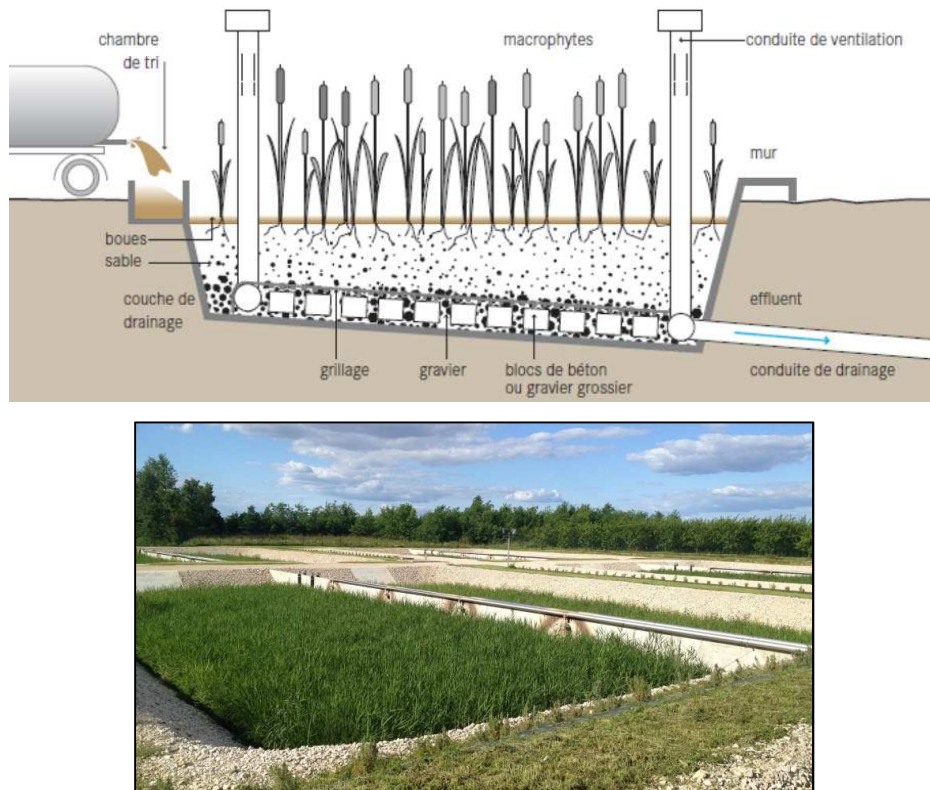


Figure 76 : Lits de séchage (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)

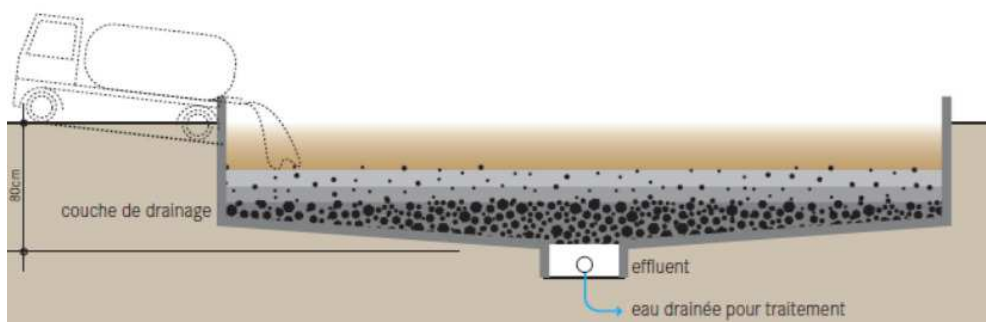
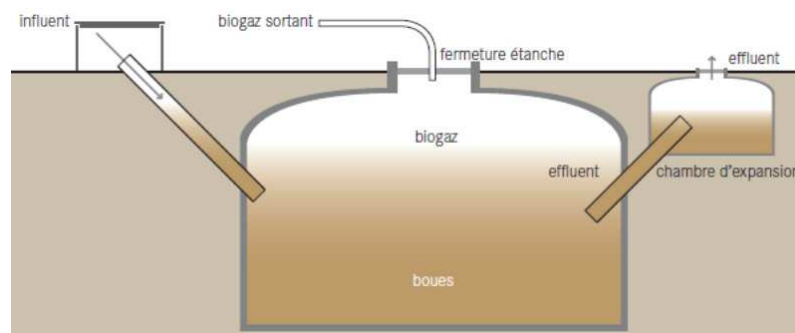


Figure 77 : Digestion anaérobie ou biodigester (Source : EAWAG, Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement)



VALORISATION DES SOUS-PRODUITS ISSUS DE CE TYPE DE TRAITEMENT

L'évacuation des boues est le « dernier maillon » du processus de traitement des matières de vidange. A l'issue de ce traitement, plusieurs solutions sont possibles :

- **L'épandage agricole**

Il s'agit d'une technique qui consiste à répandre les boues traitées sur des zones cultivées afin d'utiliser ces boues comme fertilisants (si incorporées en quantité et qualité appropriées).

Elles constituent de véritables ressources nutritionnelles pour les cultures agricoles.

L'épandage agricole permet également de parfaire le travail d'épuration en absorbant la matière organique. Le sol est un milieu très défavorable aux micro-organismes pathogènes (impact du soleil : UV, sécheresse) contenus dans ces boues.

Cette solution doit être privilégiée en fonction des possibilités existantes sur le territoire de la CUA :

- *Les boues de vidange constituent des ressources de valeur qu'il convient de valoriser (pauvres en produits chimiques),*
- *Pas besoin d'espace pour la mise en décharge,*
- *La commercialisation des boues de vidange peut potentiellement être une source de revenus.*

- **Le Co-compostage avec les déchets ménagers**

Le co-compostage permet la transformation des sous-produits de l'épuration en une substance organique riche en humus. Il s'applique aux boues et autres ordures ménagères.

Il existe deux techniques de compostage :

- Le compostage passif par retournement :

Le compostage est réalisé par plusieurs retournements (du sol) durant la phase de fermentation. Cette méthode est faisable lorsque le site est éloigné des habitations (au moins 500 m). L'emprise foncière est assez conséquente.

- Le compostage actif par aération forcée

C'est un procédé fortement mécanisé (utilisation d'une soufflante et d'un système aéraulique). Il permet l'hygiénisation des boues grâce à la température et la déshydratation poussée, mais l'énergie nécessaire à fournir est importante.

Cette solution est difficile à mettre en œuvre dans le contexte actuel de la CUA en l'absence d'une source de déchets solides biodégradables bien triés sur le territoire.

- **La mise en décharge**

Les boues traitées peuvent également être traitées en décharge si les deux solutions précédentes ne conviennent pas.

Cette solution ne doit pas être privilégiée du fait du défaut de capacité de la décharge existante qui reçoit les déchets solides et autres du territoire de la CUA.

ANNEXES

Annexe 1 : Atlas cartographique

Annexe 2 : Textes réglementaires

Annexe 3 : Questionnaires Industriels