



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 6 : Thématique principale

Thématique des Eaux Pluviales



Août 2018

BRL
Ingénierie



BRL
Madagascar



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



URBA
consulting
Développement
URBAIN ET MUNICIPAL



Mandataire : BRL ingénierie

**1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001
30001 NIMES CEDEX 5**

Cotraitants :



Date de création du document	14/01/2018
Contact	David FERNANDEZ

Titre du document	Tranche conditionnelle Activité 6 : Diagnostic qualitatif et sectorisation thématique Fascicule 6 : Activité Principale - Thématiques Eaux Pluviales (EP)
Référence du document :	A00011_PIAA_rapport_A6_fascicule6
Indice :	Vdef

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
30/03/2018	V1		Benoît LABATTE Antonin MAZOYER Romain RECOUVREUR	Jérémi JANSSEN
30/04/2018	V2		Benoît LABATTE Antonin MAZOYER Romain RECOUVREUR	David FERNANDEZ
18/06/2018	V3		Benoît LABATTE Antonin MAZOYER Romain RECOUVREUR	David FERNANDEZ
12/08/2018	Vdef		Benoît LABATTE Antonin MAZOYER Romain RECOUVREUR	David FERNANDEZ

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 Pluviales (EP)

PREAMBULE	1
1. RAPPEL DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	3
1.1 Contexte général	3
1.1.1 La plaine d'Antananarivo	3
1.1.2 Le système de drainage pluvial de la plaine d'Antananarivo	6
1.1.3 Le canal Andriantany aval	7
1.1.4 La station de pompage d'Ambodimita	9
1.1.5 Une pression foncière forte	10
1.2 Organisation globale des écoulements et du drainage	10
1.2.1 Bassins versants Sud	11
1.2.2 Bassins versants de Soanierana et du Lac Anosy	13
1.2.3 Secteur du centre-ville et de la gare	14
1.2.4 Bassins versants du marais Masay : Plaine d'Ambatobe et Vallée de l'est	15
1.2.5 Bassin rive gauche de la Mamba : Soavimasandro	17
1.2.6 Bassin rive droite de la Mamba : plaine de Laniera	18
1.2.7 La plaine sud	19
1.2.8 La plaine nord	21
1.2.9 Andriantany aval (hors polder urbain et/ou hors CUA)	23
2. ÉTAT DES LIEUX GLOBAL	25
2.1 Terminologie utilisée	25
2.2 Méthodologie	25
2.2.1 Données utilisées	25
2.2.2 Critères d'analyse	26
2.3 Typologie et caractérisation patrimoniale	27
2.3.1 Présentation générale de l'inventaire patrimonial	27
2.3.2 Bilan des linéaires de réseau sur le territoire de la CUA	29
2.3.3 Bilan des dimensions des ouvrages	31
2.3.4 Bilan des matériaux constitutifs des réseaux	38

2.3.5	Pente du réseau	43
2.3.6	Profondeur des réseaux	48
2.3.7	Type de tampon présent sur les regards	50
2.3.8	Accessibilité et visitabilité des regards	52
2.4	Bilan des désordres observés et problèmes identifiés	54
2.4.1	Désordres observés	54
2.4.2	Problèmes identifiés	80
2.5	Dispositions réglementaires existantes en matière d'assainissement pluvial au sein de la CUA	100

3. DIAGNOSTIC QUALITATIF PAR SECTEUR..... 101

3.1	Méthodologie	103
3.1.1	Données valorisées	103
3.1.2	Structuration de la présentation de chaque secteur	103
3.2	Secteur 1 : 67 ha	106
3.2.1	Description du secteur	106
3.2.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	113
3.2.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	120
3.2.4	Synthèse	121
3.3	Secteur 2 : bassins sud est	122
3.3.1	Description du secteur	122
3.3.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	128
3.3.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	136
3.3.4	Synthèse	137
3.4	Secteur 3 : vallée de l'est	137
3.4.1	Description du secteur	137
3.4.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	144
3.4.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	155
3.4.4	Synthèse	156
3.5	Secteur 4 : plaine sud-centre	157
3.5.1	Description du secteur	157
3.5.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	163
3.5.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	170
3.5.4	Synthèse	171
3.6	Secteur 5 : Mamba rive droite	171
3.6.1	Description du secteur	171
3.6.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	178
3.6.3	Description détaillée du fonctionnement	181
3.6.4	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	183
3.6.5	Synthèse	183
3.7	Secteur 6 : Soamivasoandro	184
3.7.1	Description du secteur	184
3.7.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	190
3.7.3	Description détaillée du fonctionnement	193
3.7.4	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	194

3.7.5	Synthèse	194
3.8	Secteur 7 : Soanierana	195
3.8.1	Description du secteur	195
3.8.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	202
3.8.3	Description détaillée du fonctionnement	206
3.8.4	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	208
3.8.5	Synthèse	209
3.9	Secteur 8 : Plaine nord amont	209
3.9.1	Description du secteur	209
3.9.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	216
3.9.3	Description détaillée du fonctionnement	219
3.9.4	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	224
3.9.5	Synthèse	225
3.10	Secteur 9 : Plaine nord aval	225
3.10.1	Description du secteur	225
3.10.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	232
3.10.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	239
3.10.4	Synthèse	240
3.11	Secteur 10 : Anosy	240
3.11.1	Description du secteur	240
3.11.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	247
3.11.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	253
3.11.4	Synthèse	254
3.12	Secteur 11 : Anosibe – Andavamamba	255
3.12.1	Description du secteur	255
3.12.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	262
3.12.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	271
3.12.4	Synthèse	272
3.13	Secteur 12 : Centre-ville / Gare	272
3.13.1	Description du secteur	272
3.13.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	279
3.13.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	285
3.13.4	Synthèse	286
3.14	Secteur 13 : Andriantany centre	286
3.14.1	Description du secteur	286
3.14.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	293
3.14.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	303
3.14.4	Synthèse	303
3.15	Secteur 14 – Bassins sud	304
3.15.1	Description du secteur	304
3.15.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	310
3.15.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	320
3.15.4	Synthèse	322
3.16	Secteur 15 – Ambatobe	322
3.16.1	Description du secteur	322

3.16.2	Fonctionnement détaillé et désordres	329
3.16.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	339
3.16.4	Synthèse	340
3.17	Secteur 16 – Plaine sud-ouest	340
3.17.1	Description du secteur	340
3.17.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	347
3.17.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	355
3.17.4	Synthèse	356
3.18	Secteur 17 – Anatihazo	356
3.18.1	Description du secteur	356
3.18.2	Fonctionnement détaillé et désordres identifiés	363
3.18.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	369
3.18.4	Synthèse	370
3.19	Secteur 18 – Marais Masay	371
3.19.1	Description du secteur	371
3.19.2	Fonctionnement détaillé et désordres	377
3.19.3	Retours d'expérience sur les problèmes identifiés	386
3.19.4	Synthèse	386
4.	CONCLUSION	387
4.1	Synthèse et bilan du diagnostic qualitatif	387
4.2	Synthèse et hiérarchisation des problèmes rencontrés	387
4.3	Perspectives pour la suite de l'étude	390
ANNEXES.....		391
	ANNEXE 1 : Atlas cartographique	393

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : carte de la plaine d'Antananarivo en amont des chutes de Farahantsana.....	3
Figure 2 : vue 3D (de l'aval vers l'amont) de l'urbanisation d'Antananarivo.....	5
Figure 3 : carte du système de drainage principal de la plaine d'Antananarivo.....	6
Figure 4 : organisation du drainage sur le secteur des bassins sud.....	11
Figure 5 : zoom sur l'organisation du drainage au niveau d'Ankaditoho / Soanierana (secteur des "3 buses").....	12
Figure 6 : organisation du drainage sur les secteurs Soanierana / lac Anosy.....	13
Figure 7 : organisation du drainage au niveau du secteur centre / gare	14
Figure 8 : organisation du drainage sur les secteurs de la vallée de l'est et de la plaine d'Ambatobe (marais Masay)	16
Figure 9 : organisation du drainage sur le secteur de Soavimasandro	17
Figure 10 : organisation des écoulements au niveau de la plaine de Laniera (Mamba rive droite).....	18
Figure 11 : organisation du drainage au niveau de la plaine sud	19
Figure 12 : organisation du drainage dans la plaine nord.....	22
Figure 13 : organisation du drainage sur le linéaire aval du canal Andriantany	23
Figure 14: Comparaison entre le réseau connu au démarrage de l'étude et le réseau reconnu dans le cadre du PIAA	27
Figure 15: Comparaison entre les regards connus au démarrage de l'étude et les regards reconnus dans le cadre du PIAA	28
Figure 16: Typologie des réseaux présents sur le territoire de la CUA	29
Figure 17: Dimensions du réseau enterré.....	31
Figure 18: Répartition des dimensions du réseau séparatif.....	32
Figure 19: Répartition des dimensions du réseau unitaire.....	33
Figure 20: Répartition des dimensions du réseau pluvial	34
Figure 21: Dimensions des canaux primaires sur le territoire de la CUA	35
Figure 22: Dimensions des caniveaux sur le territoire de la CUA.....	36
Figure 23: Répartition des dimensions des caniveaux.....	37
Figure 24: Matériaux du réseau enterré.....	38
Figure 25 : Répartition des matériaux du réseau séparatif	39
Figure 26 : Répartition des matériaux du réseau unitaire	39
Figure 27 : Répartition des matériaux du réseau pluvial.....	39
Figure 28: Matériaux constitutifs des berges des réseaux primaires.....	40
Figure 29: Matériaux des caniveaux	41
Figure 30: Répartition des matériaux des caniveaux	42
Figure 31: Pente du réseau enterré	43
Figure 32: Répartition des pentes connues sur le réseau séparatif.....	44
Figure 33: Répartition des pentes connues sur le réseau unitaire.....	45
Figure 34: Répartition des pentes connues sur le réseau pluvial	45
Figure 35: Pente des caniveaux.....	46
Figure 36: Répartition du linéaire des caniveaux par classe de pente	47
Figure 37: Profondeur du réseau enterré du territoire de la CUA	48
Figure 38: Répartition du niveau de profondeur du réseau séparatif.....	49
Figure 39: Répartition du niveau de profondeur du réseau unitaire.....	49

Figure 40: répartition du niveau de profondeur du réseau pluvial.....	49
Figure 41: Les types de tampons sur le territoire de la CUA	50
Figure 42: Répartition des types de tampons présents sur le territoire de la CUA.....	51
Figure 43: Accessibilité des regards sur le territoire de la CUA.....	52
Figure 44: Répartition statistique de l'accessibilité des regards	53
Figure 45: Ecoulement du réseau enterré.....	55
Figure 46: Répartition statistique du type d'écoulement au niveau des regards ouverts	56
Figure 47 Exemple de regard en charge aux 67Ha	56
Figure 48: Niveau de charge des exutoires du réseau secondaire.....	57
Figure 49: Défaut d'étanchéité au niveau des regards	58
Figure 50: Répartition des défauts d'étanchéités	59
Figure 51: Défauts des tampons sur le territoire de la CUA	60
Figure 52: répartition des différents défauts liés aux tampons	61
Figure 53: Défauts d'obstruction au niveau des regards du territoire de la CUA.....	62
Figure 54: Répartition statistique des défauts d'obstruction sur les regards	63
Figure 55: Répartition statistique des causes pour les obstructions constatées	63
Figure 56: Obstruction des regards causée par la végétation	64
Figure 57: Obstruction des regards causée par des dépôts de sable	65
Figure 58: Obstruction des regards causée par des excréments	66
Figure 59: Obstruction des regards causée par des déchets solides	67
Figure 60: Défauts de génie-civil constatés au niveau des regards du territoire de la CUA	68
Figure 61: Répartition statistique des défauts de génie-civil des regards.....	69
Figure 62: Encombrement des canaux primaires	70
Figure 63 : origine de l'encombrement constaté au niveau des canaux primaires.....	71
Figure 64 Exemple 1 de branchement particulier sur un caniveau à ciel ouvert	72
Figure 65 Exemple 2 d'arrivée d'eaux usées sur un caniveau à ciel ouvert	72
Figure 66 Exemple 3 d'arrivée d'eaux usées sur un caniveau à ciel ouvert	72
Figure 67: Présence d'eaux usées au niveau des caniveaux	73
Figure 68: Encombrement des caniveaux.....	74
Figure 69: Linéaire des caniveaux encombrés	75
Figure 70 Caniveau encombrés de déchets	75
Figure 71 Caniveau encombré de sédiments	75
Figure 72 : origine de l'encombrement constaté au niveau des regards et caniveaux.....	76
Figure 73 Construction sur caniveau couvert.....	77
Figure 74 Construction sur caniveau à ciel ouvert.....	77
Figure 75 Caniveau présentant une discontinuité dans sa paroi droite	78
Figure 76 Destabilisation latérale de caniveau	78
Figure 77 : typologie des désordres observés sur les caniveaux	79
Figure 78: Zone concernées par les inondations selon les informations des gestionnaires	81
Figure 79: Fokontany concernés par les inondations selon l'enquête auprès des Fokontany	83
Figure 80: Origine des inondations selon l'enquête auprès des Fokontany	84
Figure 81: Hauteurs d'eau observées selon l'enquête auprès des Fokontany	86
Figure 82: Durées d'inondation constatées selon l'enquête auprès des Fokontany.....	87
Figure 83: Aléa définie selon l'enquête auprès des Fokontany	89
Figure 84: Fokontany concernés par les inondations selon l'enquête auprès des ménages	90
Figure 85: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Hauteurs d'eau – Carte	91
Figure 86: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Hauteurs d'eau – Répartition.....	92
Figure 87: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Fréquence des inondations – Carte.....	93
Figure 88: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Fréquences des inondations – Répartition	94

Figure 89: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Cause des inondations – Carte.....	95
Figure 90: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Causes des inondations - Répartition	96
Figure 91: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Nuisances générées par les inondations.....	97
Figure 92: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Gestion des eaux pluviales- Carte	98
Figure 93: Enquête ménages – Ménages concernés par les inondations – Mode de gestion des eaux pluviales – Répartition.....	99
Figure 94: Secteurs hydrographiques homogènes	102
Figure 95 : fokontany situés sur le secteur des 67ha.....	107
Figure 96 : relief du secteur des 67 ha.....	108
Figure 97 : occupation du sol sur le secteur des 67 ha.....	109
Figure 98: Secteur 1 – 67ha - Pente et réseau hydrographique.....	110
Figure 99: Secteur 1 – 67ha - Densité de population	111
Figure 100: Secteur 1 – 67ha - Standing des habitations.....	112
Figure 101: Secteur 1 – 67ha - Dimensions du réseau	114
Figure 102: Secteur 1 – 67ha - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	115
Figure 103 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des 67ha.....	116
Figure 104 Exutoire des réseaux primaires de l'ouest vers le C3.....	117
Figure 105 Etat et enjeux entourant les réseaux primaire ceinturant l'ouest du secteur	117
Figure 106 Face Nord de l'ouvrage de franchissement du boulevard Pierre Rajaonah	118
Figure 107 Exutoire de caniveau à Antomahadinika IIIH Hangar dans le canal déversant de l'Andriantany	118
Figure 108: Secteur 1 – 67ha - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	119
Figure 109: Secteur 1 – 67ha - Niveau de mise en charge des regards	120
Figure 110: Secteur 1 – 67ha - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience	121
Figure 111 : relief du secteur des bassins sud-est.....	123
Figure 112 : occupation du sol sur le secteur des bassins sud-est	124
Figure 113: Secteur 2 – bassins sud est - Pente et réseau hydrographique.....	125
Figure 114: Secteur 2 – bassins sud est - Densité de population.....	126
Figure 115: Secteur 2 – bassins sud est - Standing des habitations.....	127
Figure 116: Secteur 2 – bassins sud est - Dimensions du réseau.....	129
Figure 117: Secteur 2 – bassins sud est - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	130
Figure 118 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des bassins sud-est	131
Figure 119 : localisation des zones présentant la topographie la plus propice aux inondations sur le secteur des bassins sud	132
Figure 120 Eau propre en provenance du massif d'Ankatso	133
Figure 121 Habitations sur le réseau primaire du bassin d'Ankatso.....	133
Figure 122 Amont du réseau primaire du sous bassin de Mandroseza.....	134
Figure 123 Aval des réseaux primaires du sous bassin de Mandroseza.....	134
Figure 124: Secteur 2 – bassins sud est - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	135
Figure 125: Secteur 2 – bassins sud est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	136
Figure 126 : fokontany situés sur le secteur de la vallée de l'est.....	138
Figure 127 : relief du secteur de la vallée de l'est.....	139
Figure 128 occupation du sol sur le secteur de la vallée de l'est.....	140
Figure 129: Secteur 3 – vallée de l'est - Pente et réseau hydrographique.....	141

Figure 130: Secteur 3 – vallée de l'est - Densité de population.....	142
Figure 131: Secteur 3 – vallée de l'est - Standing des habitations	143
Figure 132: Secteur 3 – vallée de l'est - Dimensions du réseau.....	145
Figure 133: Secteur 3 – vallée de l'est - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	146
Figure 134 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la vallée de l'est	147
Figure 135 : zones où la topographie est la plus propice aux inondations sur le secteur de la vallée de l'est	148
Figure 136 Canal primaire à Andravohangy	149
Figure 137 Canal primaire à l'aval immédiat d'Andravohangy	150
Figure 138 Tronçon est, très encombré	150
Figure 139 Canal primaire à Besarety	151
Figure 140 Réseau primaire canalisé et endigué à Ampandran Besarety	152
Figure 141 Amont du verrou hydraulique	152
Figure 142 Tronçon principal à Antsakaviro.....	153
Figure 143: Secteur 3 – vallée de l'est - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	154
Figure 144: Secteur 3 – vallée de l'est - Niveau de mise en charge des regards	155
Figure 145: Secteur 3 – vallée de l'est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	156
Figure 146: fokontany du secteur de la plaine sud-est	157
Figure 147 : relief du secteur de la plaine sud est	158
Figure 148 : occupation du sol sur le secteur de la plaine sud-est.....	159
Figure 149: Secteur 4 – plaine sud est - Pente et réseau hydrographique	160
Figure 150: Secteur 4 – plaine sud est - Densité de population	161
Figure 151: Secteur 4 – plaine sud est - Standing des habitations.....	162
Figure 152: Secteur 4 – plaine sud est - Dimensions du réseau	164
Figure 153 : localisation et importance des cuvettes présentes sur la secteur de la plaine sud est	165
Figure 154 Canal primaire à Angarangana	166
Figure 155 Canal primaire à Ivolaniray	167
Figure 156 Canal primaire à Andavamamba Anjezika I.....	167
Figure 157: Secteur 4 – plaine sud est - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	169
Figure 158: Secteur 4 – plaine sud est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	170
Figure 159 : fokontany du secteur de la Mamba rive droite	172
Figure 160 : relief du secteur de la Mamba rive droite.....	173
Figure 161 : occupation du sol sur le secteur de la rive droite de la Mamba.....	174
Figure 162: Secteur 5 – Mamba rive droite - Pente et réseau hydrographique	175
Figure 163: Secteur 5 – Mamba rive droite - Densité de population.....	176
Figure 164: Secteur 5 – Mamba rive droite - Standing des habitations	177
Figure 165: Secteur 5 – Mamba rive droite - Dimensions du réseau.....	178
Figure 166: Secteur 5 – Mamba rive droite - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	179
Figure 167 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la Mamba rive droite	180
Figure 168: Secteur 5 – Mamba rive droite - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	181
Figure 169: Secteur 5 – Mamba rive droite - Niveau de mise en charge des regards	182
Figure 170: Secteur 5 – Mamba rive droite - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	183
Figure 171 : fokontany concernés par le secteur de Soavimasandro	184

Figure 172 : relief du secteur de Soavimasoandro	185
Figure 173 : occupation du sol sur le secteur de Soavimasoandro	186
Figure 174: Secteur 6 – Soamivasoandro - Pente et réseau hydrographique.....	187
Figure 175: Secteur 6 – Soamivasoandro - Densité de population	188
Figure 176: Secteur 6 – Soamivasoandro - Standing des habitations.....	189
Figure 177: Secteur 6 – Soamivasoandro - Dimensions du réseau	190
Figure 178: Secteur 6 – Soamivasoandro - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	191
Figure 179 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de Soavimasoandro	192
Figure 180: Secteur 6 – Soamivasoandro - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	193
Figure 181: Secteur 6 – Soamivasoandro - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience.....	194
Figure 182: fokontany présents sur le secteur de Soanierana.....	196
Figure 183 : relief du secteur de Soanierana	197
Figure 184 : occupation du sol sur le secteur de Soanierana	198
Figure 185: Secteur 7 – Soanierana - Pente et réseau hydrographique	199
Figure 186: Secteur 7 – Soanierana – Soamivasoandro - Densité de population.....	200
Figure 187: Secteur 7 – Soanierana - Standing des habitations	201
Figure 188: Secteur 7 – Soanierana - Dimensions du réseau	203
Figure 189: Secteur 7 – Soanierana - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	204
Figure 190 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de Soanierana.....	205
Figure 191: Secteur 7 – Soanierana - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	206
Figure 192: Secteur 7 – Soanierana - Niveau de mise en charge des regards	207
Figure 193: Secteur 7 – Soanierana - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	208
Figure 194 : fokontany situés sur le secteur de la plaine nord amont.....	210
Figure 195 : relief du secteur de la plaine nord amont.....	211
Figure 196 : occupation du sol sur le secteur de la plaine nord amont.....	212
Figure 197: Secteur 8 – Plaine nord amont - Pente et réseau hydrographique	213
Figure 198: Secteur 8 – Plaine nord amont – Soamivasoandro - Densité de population	214
Figure 199: Secteur 8 – Plaine nord amont - Standing des habitations	215
Figure 200: Secteur 8 – Plaine nord amont - Dimensions du réseau	217
Figure 201 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine nord amont.....	218
Figure 202 Canal est	219
Figure 203 Canal ouest	219
Figure 204 Partie aval du tronçon 8_8.....	220
Figure 205 Canal primaire à Ankazomanga Atsimo.....	220
Figure 206 Canal primaire en sortie de Ankazomanga Atsimo.....	221
Figure 207: Secteur 8 – Plaine nord amont - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	222
Figure 208: Secteur 8 – Plaine nord amont - Niveau de mise en charge des regards	223
Figure 209: Secteur 8 – Plaine nord amont - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	224
Figure 210 : fokontany concernés par le secteur de la plaine nord aval.....	226
Figure 211 : relief du secteur de la plaine nord aval	227
Figure 212 : occupation du sol sur le secteur de la plaine nord aval	228
Figure 213: Secteur 9 – Plaine nord aval - Pente et réseau hydrographique.....	229
Figure 214: Secteur 9 – Plaine nord aval – Soamivasoandro - Densité de population	230
Figure 215: Secteur 9 – Plaine nord aval - Standing des habitations	231
Figure 216: Secteur 9 – Plaine nord aval - Dimensions du réseau.....	233

Figure 217: Secteur 9 – Plaine nord aval - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	234
Figure 218 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine nord aval	235
Figure 219 Tronçon primaire sur le secteur de la plaine nord aval 1	236
Figure 220 Tronçon primaire sur le secteur de la plaine nord aval 2	236
Figure 221 Ouvrage de franchissement au niveau de Akoor Digue	237
Figure 222: Secteur 9 – Plaine nord aval - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	238
Figure 223: Secteur 9 – Plaine nord aval - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience.....	239
Figure 224: fokontanys du secteur Anosy	241
Figure 225 : relief du secteur "Anosy"	242
Figure 226 : occupation du sol sur le secteur "Anosy"	243
Figure 227: Secteur 10 – Anosy - Pente et réseau hydrographique	244
Figure 228: Secteur 10 – Anosy – Soamivasoandro - Densité de population	245
Figure 229: Secteur 10 – Anosy - Standing des habitations	246
Figure 230: Secteur 10 – Anosy - Dimensions du réseau	248
Figure 231: Secteur 10 – Anosy - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	249
Figure 232 : localisation et importance des cuvettes présents sur le secteur "Anosy"	250
Figure 233: Secteur 10 – Anosy - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards	252
Figure 234: Secteur 10 – Anosy - Niveau de mise en charge des regards	253
Figure 235: Secteur 10 – Anosy - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience	254
Figure 236 : fokontanys du secteur Anosibe - Andavamamba	256
Figure 237 : relief du secteur d'Anosibe - Andavamamba	257
Figure 238 : occupation du sol sur le secteur d'Anosibe	258
Figure 239: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Pente et réseau hydrographique	259
Figure 240: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba – Soamivasoandro - Densité de population	260
Figure 241: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Standing des habitations	261
Figure 242: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Dimensions du réseau	262
Figure 243: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	263
Figure 244 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Anosibe – Andavamamba	264
Figure 245 Zoom sur 11_9 à Angarangana	265
Figure 246 Canal primaire à l'amont de l'ouvrage de franchissement OF_11_2 entre 11_8 et 4_9	266
Figure 247 Canal 11_11	266
Figure 248 Caniveau en amont du bassin d'Anosibe	267
Figure 249 Eau du bassin d'Anosibe remontant dans les caniveaux	267
Figure 250 Caniveau drainant les eaux de Andrefan'i Mananjara vers le bassin d'Anosibe	268
Figure 251 Caniveau drainant les eaux de Anosibe Andrefana vers le bassin d'Andavamamba	268
Figure 252 Eaux usées stagnantes dans un caniveau en terre à proximité du bassin d'Andavamamba	269
Figure 253: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards	270
Figure 254: Secteur 11– Anosibe - Andavamamba - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	271
Figure 255 : fokontanys concernés par le secteur Centre-ville / Gare	273
Figure 256 : relief du secteur "centre-ville / gare"	274
Figure 257 : occupation du sol sur le secteur "centre-ville / gare"	275

Figure 258: Secteur 12– Centre ville / Gare - Pente et réseau hydrographique.....	276
Figure 259: Secteur 12– Centre ville / Gare – Soamivasoandro - Densité de population	277
Figure 260: Secteur 12– Centre ville / Gare - Standing des habitations.....	278
Figure 261: Secteur 12– Centre ville / Gare - Dimensions du réseau	280
Figure 262: Secteur 12– Centre ville / Gare - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	281
Figure 263 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur "centre-ville / gare".....	282
Figure 264: Secteur 12– Centre ville / Gare - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards	283
Figure 265: Secteur 12– Centre ville / Gare - Niveau de mise en charge des regards	284
Figure 266: Secteur 12– Centre ville / Gare - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	285
Figure 267 : fokontany du secteur Andriantany centre	287
Figure 268 : relief du secteur "Andriantany centre".....	288
Figure 269 : occupation du sol sur le secteur "Andriantany centre"	289
Figure 270: Secteur 13 – Andriantany centre - Pente et réseau hydrographique	290
Figure 271: Secteur 13 – Andriantany centre - Densité de population	291
Figure 272: Secteur 13 – Andriantany centre - Standing des habitations.....	292
Figure 273: Secteur 13 – Andriantany centre - Dimensions du réseau	294
Figure 274: Secteur 13 – Andriantany centre - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	295
Figure 275 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur "Andriantany centre".....	296
Figure 276 Réseau primaire en amont du rond-point de la RN3	297
Figure 277 Canal primaire envahi de végétation et se répandant près d'Ankadifotsy.....	298
Figure 278 Canal primaire à Ankorondrano Est.....	298
Figure 279 Confluence du canal sud-ouest et de la vallée de l'est.....	299
Figure 280 Amont de l'ouvrage de franchissement vers la route des hydrocarbures.....	299
Figure 281 Amont du franchissement à Waterfront	300
Figure 282: Secteur 13 – Andriantany centre - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards	301
Figure 283: Secteur 13 – Andriantany centre - Niveau de mise en charge des regards.....	302
Figure 284: Secteur 13 – Andriantany centre - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience.....	303
Figure 285 : fokontany situés sur le secteur des bassins sud.....	304
Figure 286 : relief du secteur des bassins sud.....	305
Figure 287 : occupation du sol sur le secteurs des bassins sud.....	306
Figure 288: Secteur 14 – Bassin sud - Pente et réseau hydrographique	307
Figure 289: Secteur 14 – Bassin sud - Densité de population.....	308
Figure 290: Secteur 14 – Bassin sud - Standing des habitations	309
Figure 291: Secteur 14 – Bassin sud - Dimensions du réseau.....	311
Figure 292: Secteur 14 – Bassin sud - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	312
Figure 293 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des bassins sud	313
Figure 294 Canal sud de la branche sud-est	314
Figure 295 Vue du canal nord au niveau de l'ouvrage de franchissement de la rue Ramillijaona	315
Figure 296 Situation à l'aval du canal nord de la branche sud-est du bassin sud	315
Figure 297 Franchissement de la RN7	316
Figure 298 Arrivée de la branche nord dans le canal nord de la branche sud-est	316
Figure 299 Branche nord juste en aval de la confluence de la branche nord-ouest et nord- est	317

Figure 300 Hauteurs d'eau atteinte à Ankaditoho Maroho.....	317
Figure 301 Aval de l'ouvrage de franchissement au niveau de BS8	318
Figure 302 Branche nord-ouest endiguée.....	318
Figure 303: Secteur 14 – Bassin sud - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	319
Figure 304: Secteur 14 – Bassin sud - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience.....	321
Figure 305 : fokontanys du secteur Ambatobe	323
Figure 306 : relief du secteur d'Ambatobe	324
Figure 307 : occupation du sol sur le secteur d'Ambatobe	325
Figure 308: Secteur 15 – Ambatobe - Pente et réseau hydrographique	326
Figure 309: Secteur 15 – Ambatobe - Densité de population	327
Figure 310: Secteur 15 – Ambatobe - Standing des habitations	328
Figure 311: Secteur 15 – Ambatobe - Dimensions du réseau	330
Figure 312: Secteur 15 – Ambatobe - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	331
Figure 313 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Ambatobe	332
Figure 314 Départ de la branche sud sous la RN2 à Ambohidahy.....	333
Figure 315 Canal primaire et clôture du projet immobilier	333
Figure 316 Brèche sur IE6	334
Figure 317 Canal primaire endigué sur sa partie amont à Amboditsiry	334
Figure 318 Amont du siphon sous la RN2	335
Figure 319 Arrivée d'un caniveau sur le réseau primaire à Nanisana	335
Figure 320 Caniveau à Ambohipahy	336
Figure 321: Secteur 15 – Ambatobe - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	337
Figure 322: Secteur 15 – Ambatobe - Niveau de mise en charge des regards.....	338
Figure 323: Secteur 15 – Ambatobe - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	339
Figure 324 : fokontanys concernés par le secteur de la plaine sud-ouest.....	341
Figure 325 : relief du secteur de la plaine sud-ouest	342
Figure 326 : occupation du sol sur le secteur de la plaine sud-ouest.....	343
Figure 327: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Pente et réseau hydrographique	344
Figure 328: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Densité de population.....	345
Figure 329: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Standing des habitations	346
Figure 330: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Dimensions du réseau.....	348
Figure 331: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	349
Figure 332 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine sud-ouest	350
Figure 333 Siphon au niveau de 4_13	351
Figure 334 Siphon au niveau de 4_14	351
Figure 335 Exutoire du tronçon 16_4.....	352
Figure 336 Ouvrage de franchissement OF_16_4 sous la RN1 à Anosizato	352
Figure 337 Amont du canal nord de la plaine sud-ouest, en amont du franchissement d'Ampasika.....	353
Figure 338 Canal à l'ouest de Andohatapenaka I.....	353
Figure 339 : Secteur 16 – Plaine sud ouest - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards.....	354
Figure 340: Secteur 16 – Plaine sud ouest - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	355
Figure 341 : fokontanys du secteur Anatihazo.....	357
Figure 342 : relief du secteur d'Anatihazo.....	358
Figure 343 : occupation du sol sur le secteur d'Anatihazo.....	359
Figure 344: Secteur 17 – Anatihazo - Pente et réseau hydrographique.....	360

Figure 345: Secteur 17 – Anatihazo - Densité de population	361
Figure 346: Secteur 17 – Anatihazo - Standing des habitations.....	362
Figure 347: Secteur 17 – Anatihazo - Dimensions du réseau	364
Figure 348: Secteur 17 – Anatihazo - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	365
Figure 349 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Anatihzo.....	366
Figure 350 : aval du bassin d'Anatihazo, en limite du canal Andriantany.....	367
Figure 351 : canal primaire assurant l'acheminement des eaux vers le nord du bassin d'Anatihazo	367
Figure 352: Secteur 17 – Anatihazo - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	368
Figure 353: Secteur 17 – Anatihazo - Niveau de mise en charge des regards	369
Figure 354: Secteur 17 – Anatihazo - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience	370
Figure 355 : fokontanys du secteur marais Masay	371
Figure 356 : relief du secteur du marais Masay.....	372
Figure 357 : occupation du sol sur le secteur du marais Masay.....	373
Figure 358: Secteur 18 – Marais Masay - Pente et réseau hydrographique	374
Figure 359: Secteur 18 – Marais Masay - Densité de population	375
Figure 360: Secteur 18 – Marais Masay - Standing des habitations	376
Figure 361: Secteur 18 – Marais Masay - Dimensions du réseau.....	378
Figure 362: Secteur 18 – Marais Masay - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau	379
Figure 363 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur du marais Masay.....	380
Figure 364 Canal primaire à Ambatomainty.....	381
Figure 365 Canal primaire sur les parties basses de Manjakaray Ilc	382
Figure 366 Exutoire au marais Masay des réseaux primaires en provenance de Ambainty.....	382
Figure 367 Canal primaire à Amboditsiry.....	382
Figure 368 Canal exutoire vers le bassin nord du marais Masay.....	383
Figure 369 Ouvrage de franchissement sous la RN3	383
Figure 370 Caniveaux à Manjakaray Ilb	383
Figure 371 Arrivée d'un caniveau sur le réseau primaire à Amboditsiry.....	384
Figure 372 Caniveau sur les parties amont de Manjakaray Ilb.....	384
Figure 373: Secteur 18 – Marais Masay - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards.....	385
Figure 374: Secteur 18 – Marais Masay - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience.....	386
Figure 375: Comparaison de l'aléa inondation des points noirs issus des enquêtes Fokontany et de la densité de population sur ces même points noirs.....	388

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Linéaire du réseau sur le secteur de la CUA	30
Tableau 2: Grille de définition de l'aléa en fonction de la hauteur et de la durée d'inondation	88

PREAMBULE

Le présent document constitue le fascicule « eaux pluviales » 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 rappelle les principales caractéristiques et modes de fonctionnement de l'assainissement pluvial sur le territoire de la Commune Urbaine d'Antananarivo (CUA)
- b) Le deuxième chapitre présente un état des lieux de l'assainissement pluvial sur la CUA, en s'appuyant et en exposant de manière détaillée les résultats issus du travail d'inventaire patrimonial
- c) Le troisième chapitre fournit, sur la base des éléments mis en évidence dans les deux premiers chapitres, un diagnostic qualitatif du fonctionnement de l'assainissement pluvial en faisant le lien entre les désordres et contraintes contextuelles identifiées et les dysfonctionnements et conséquences observés sur le terrain
- d) Le quatrième et dernier chapitre consiste en une synthèse et dresse un bilan des principaux enseignements issus du diagnostic et 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 constitue le prolongement, à une échelle spatiale plus fine et avec des niveaux de détail et d'exhaustivité supérieurs, du travail mené dans le cadre de l'activité 4 de la tranche ferme du PIAA.

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. RAPPEL DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Ce chapitre s'inspire très largement des éléments présentés dans le rapport d'activité 4.

En effet, même si l'activité 6 constitue, pour ce qui a trait à la thématique pluviale, un approfondissement et un prolongement du diagnostic mené dans le cadre de l'activité 4, il nous a paru préférable, dans le souci de présenter un rapport autoportant et dans la mesure où les échelles « macro », « méso » et « micro » sont indissociables en hydraulique, de rappeler les principaux éléments relatifs au contexte général et aux système de drainage principal qui constituent les exutoires des ouvrages étudiés dans l'activité 6.

1.1 CONTEXTE GENERAL

1.1.1 La plaine d'Antananarivo

La ville d'Antananarivo est située en bordure de la plaine éponyme, vaste zone d'expansion des crues de l'Ikopa et de ses affluents de près de 250 km² qui doit son existence à la présence, plusieurs dizaines de kilomètres en aval, d'un « verrou hydraulique » associé à la présence d'un affleurement rocheux dont le seuil de Bevomanga et les chutes de Farahantsana constituent les témoins les plus visibles (cf. photo ci-après). Cet affleurement rocheux conduit notamment à l'existence d'une très faible pente d'écoulement de l'Ikopa (moins de 1 pour 10 000) sur l'ensemble de la plaine d'Antananarivo (alors qu'au niveau des chutes de Farahantsana, la dénivelée est de plusieurs dizaines de mètres en quelques kilomètres).

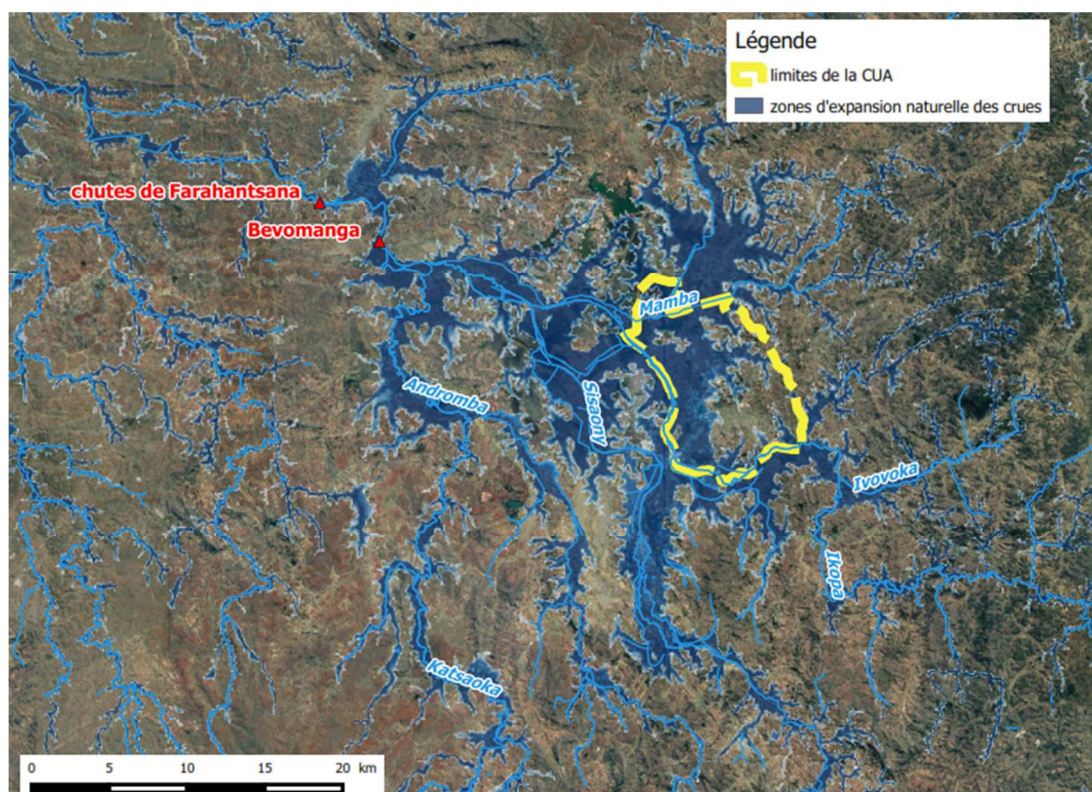


Figure 1 : carte de la plaine d'Antananarivo en amont des chutes de Farahantsana



Photo 1 : affleurement rocheux sur l'Ikopa au niveau des chutes de Farahantsana

Jusqu'alors cantonnée sur les collines, l'urbanisation d'Antananarivo s'est, à partir des années 1930, progressivement étendue dans la plaine, jusqu'alors exclusivement agricole (riziculture), exposant de fait un nombre sans cesse croissant d'enjeux aux débordements de l'Ikopa (à l'ouest) et de la Mamba (au nord). Face à ce problème, qui s'est posé avec une acuité particulière lors de la grande crue de 1959, la ville d'Antananarivo s'est dotée il y a plus d'un demi-siècle d'un certain nombre de digues fluviales pour se protéger de telles inondations (à concurrence d'une crue centennale de l'Ikopa et d'une crue cinquantennale de la Mamba), conduisant à l'exondation de plus de 30 km² de la plaine.



Photo 2 : prise de vue du quartier de Soanierana à l'amont de la CUA lors de l'inondation de mars 1959
(source : cliché de l'Armée de l'Air)

Suite à la mise en place de ces aménagements, un autre problème est toutefois apparu avec l'exhaussement des niveaux d'eau dans l'lkopa et la transformation de la plaine d'Antananarivo en polder. Les niveaux d'eau dans l'lkopa et la Mamba atteignent en effet régulièrement des niveaux supérieurs à ceux de la plaine, empêchant ainsi le drainage gravitaire des eaux de ruissellement issues de cette zone.

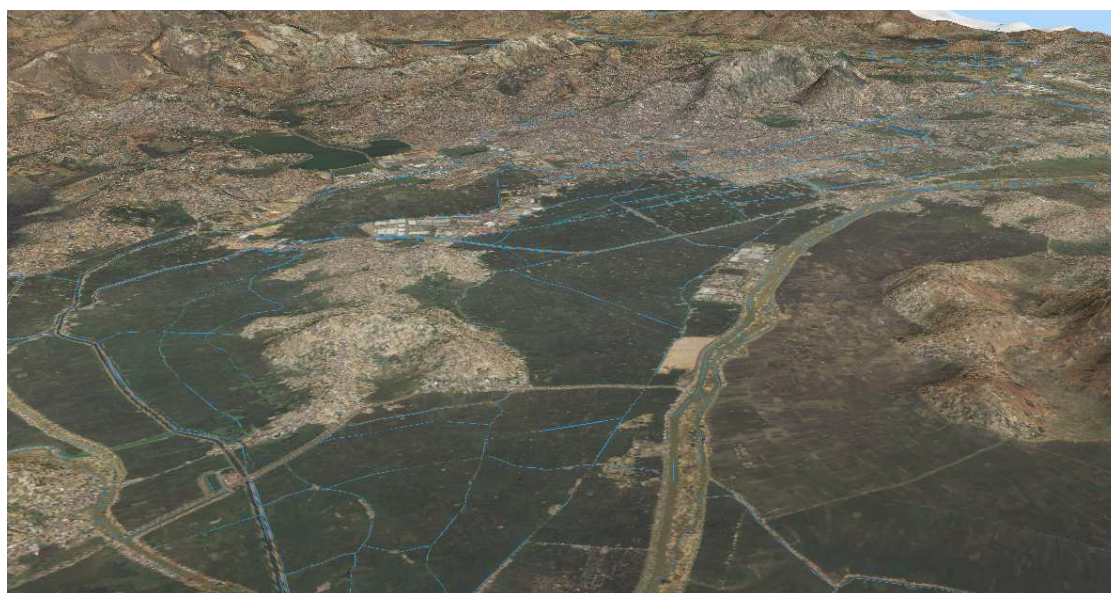


Figure 2 : vue 3D (de l'aval vers l'amont) de l'urbanisation d'Antananarivo

1.1.2 Le système de drainage pluvial de la plaine d'Antananarivo

Avec une superficie drainée proche de 100 km² et de très faibles pente d'écoulement disponibles et avec l'urbanisation grandissante de la plaine d'Antananarivo, conduisant à un accroissement constant des enjeux présents et à une réduction progressive des zones de stockage des eaux pluviales qui ne peuvent temporairement s'évacuer, cette poldérisation de la plaine constitue aujourd'hui une problématique majeure de l'agglomération d'Antananarivo et engendre des besoins croissants en termes de collecte, de drainage et d'évacuation des eaux pluviales.

Le système de drainage des eaux pluviales de la ville d'Antananarivo s'organise principalement autour du canal Andriantany, récupérant directement et essentiellement les eaux des collines situées à l'est, du canal C3, collectant les eaux de ruissellement de la plaine urbanisée et se rejetant dans le canal Andriantany, et de la station de pompage d'Ambodimita, assurant le relevage des eaux drainées, à concurrence d'un débit maximal de 9 m³/s, lorsqu'une évacuation gravitaire des eaux du canal Andriantany vers l'Ikopa et la Mamba n'est plus possible (cf. carte et paragraphes suivants pour plus de détails).

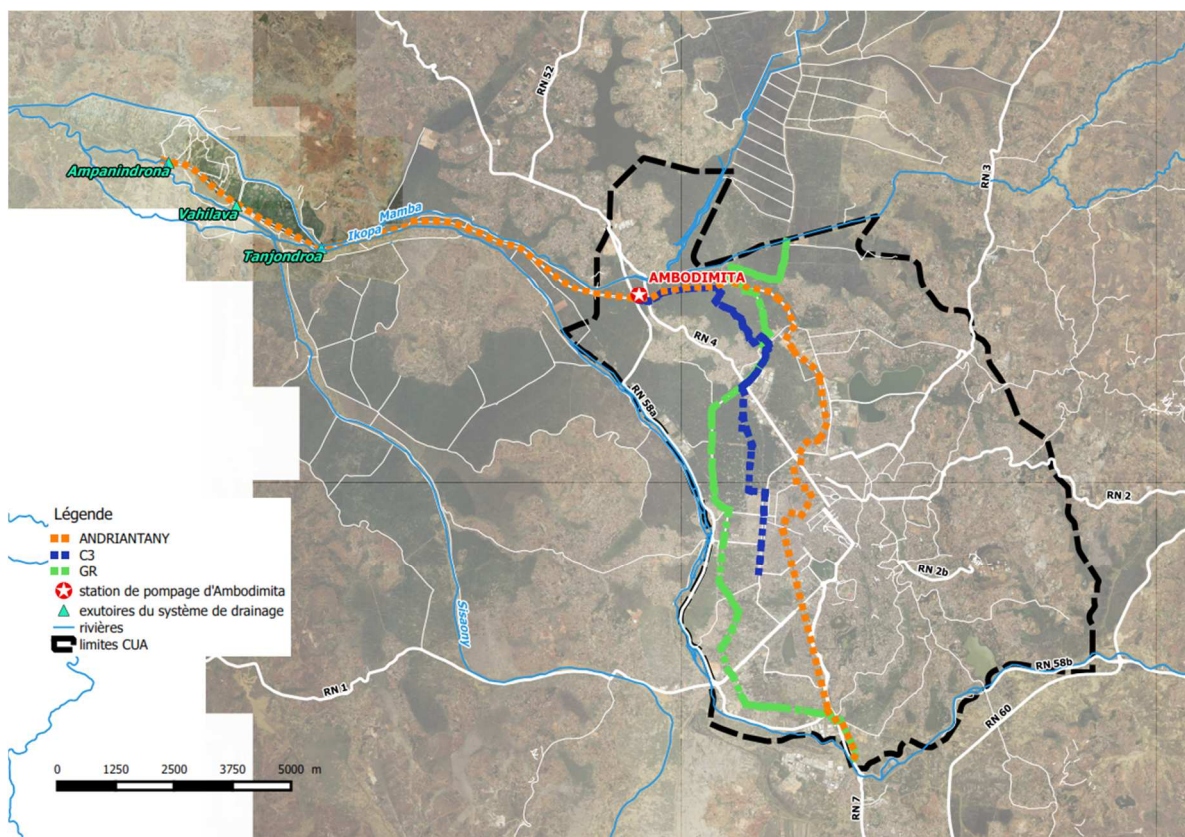


Figure 3 : carte du système de drainage principal de la plaine d'Antananarivo

Nonobstant les problèmes propres à son fonctionnement intrinsèque, qui seront appréhendés en détail dans le cadre de l'activité 4, l'efficacité de ce système de drainage est également grandement influencé par les conditions limites aval qu'imposent l'Ikopa et la Mamba au niveaux des différents exutoires du canal Andriantany et plus généralement sur la capacité d'évacuation des débits drainés.

1.1.3 Le canal Andriantany aval

Le canal Andriantany aval représente un linéaire d'environ 11 km et s'étend entre la station d'Ambodimita, située en limite aval du polder au niveau de la route digue RN58A, et le rejet dans l'Ikopa à Ampanindrona. Il suit un tracé globalement parallèle au cours de l'Ikopa (en rive gauche) et de la Mamba (en rive droite).



Photo 3 : vue vers l'amont sur le canal Andriantany depuis le vannage de Tanjondroa

Ce canal présente deux connexions vannées avec la Mamba (à Tanjondroa et Vahilava) et une connexion vannée avec l'Ikopa (à Ampanindrona). Il dispose ainsi de trois points et de deux cours d'eau « récepteurs » pour le rejet des eaux de drainage qu'il transite (cf. carte ci-avant). Aussi, même si les niveaux dans la Mamba sont fortement influencés par ceux de l'Ikopa avec laquelle elle conflue plusieurs kilomètres en aval, il est possible de tirer profit des éventuelles différences de niveaux entre ces deux cours d'eau en privilégiant tel ou tel exutoire au moyen d'une gestion adéquate des différents vannages susmentionnés.



Photo 4 : vue sur le vannage d'Ampanindrona au niveau de l'exutoire du canal Andriantany vers l'Ikopa

Le canal Andriantany aval présente une configuration en remblai (notamment du fait de son rôle irrigateur sur ce secteur). Les digues le séparant respectivement de l'Ikopa et de la Mamba l'isolent des crues de ces deux cours d'eau jusqu'à des occurrences de l'ordre de la quinquennale (voire davantage, notamment pour l'Ikopa, sur les premiers kilomètres). Signalons ici que l'éloignement des points de rejet par rapport au polder, lié au rôle irrigateur de l'ouvrage, permet également de disposer de conditions aval plus favorables que si le canal se connectait à l'Ikopa et/ou à la Mamba directement après la route digue.

1.1.4 La station de pompage d'Ambodimita

Mise en place il y a une vingtaine d'années, la station de pompage d'Ambodimita permet d'assurer une vidange du polder en remplacement ou en complément du drainage gravitaire lorsque les niveaux de l'Ikopa et de la Mamba deviennent trop importants.



Photo 5 : vue sur la station de pompage d'Ambodimita et son bassin de restitution aval

Les premiers retours d'expérience de son fonctionnement ont a priori été relativement positifs. Cependant, le fonctionnement actuel de l'ouvrage semble être particulièrement problématique d'après les informations fournies par l'APIPA, gestionnaire de l'ouvrage. En effet, le déclenchement des pompes est aujourd'hui conditionné par le niveau de la Mamba au droit du point de rejet de la station de pompage (Ambohidroa) : le dépassement de la cote 1248,3¹ conduit à réduire la capacité de pompage à seulement 3 m³/s voire à arrêter complètement les pompes si le niveau de la Mamba dépasse 1248,5.

¹ Ces deux cotes d'arrêt progressif ou complet des pompes sont basées sur le retour d'expérience de l'APIPA et correspondent aux cotes, mesurées à Ambohidroa, à partir desquelles des surverses ont été observées par le passé (au niveau des secteurs de Ambaravarankazo, Ambohavahy, Morondava, Faralaza, Tanjondroa (de l'amont vers l'aval)) ; après discussion avec l'APIPA, il apparaît que la décision d'arrêt des pompes n'est pas binaire mais s'échelonne progressivement entre les cotes 1248,2 et 1248,5 (cf. synoptique de fonctionnement de la station d'Ambodimita présenté en annexe du rapport d'activité 4 en tranche ferme) Des analyses plus poussées sont menées dans le cadre de PRODUIR afin de préciser la pertinence des cotes indiquées ci-avant au regard de l'impact réel du pompage sur les niveaux de la Mamba.

1.1.5 Une pression foncière forte

L'agglomération d'Antananarivo fait face à une pression foncière importante se traduisant par l'urbanisation progressive et parfois « spontanée » du polder et/ou par la mise en place de nouvelles infrastructures (routières notamment) en son sein.

Cette tendance s'accompagne de plusieurs conséquences négatives en matière d'exposition aux risques d'inondation, aggravant à la fois l'aléa et ses conséquences potentielles :

- Augmentation des volumes ruisselés du fait de l'imperméabilisation croissante des terrains
- Diminution des volumes de stockage dans le polder du fait des nouveaux remblais
- Augmentation du nombre d'enjeux exposés et de leur vulnérabilité (précarité de certains secteurs), que ce soit vis-à-vis d'une inondation du polder par le ruissellement pluvial mais aussi suite à une possible rupture de digues
- Modification de l'organisation du drainage dans le polder

De fait, l'urbanisation doit s'accompagner des aménagements hydrauliques adaptés afin de garantir la sécurité des populations et la viabilité et la durabilité des ouvrages.

Il convient néanmoins de rappeler ici que le développement urbain devra aussi nécessairement s'adapter aux contraintes hydrauliques du territoire, car les moyens techniques et financiers qu'il faudra mettre en place, de manière préventive ou corrective, deviendront à terme rédhibitoires.

1.2 ORGANISATION GLOBALE DES ECOULEMENTS ET DU DRAINAGE

Ce chapitre reprend les principaux éléments de présentation

L'Andriantany et le C3 sont les deux principaux canaux assurant l'assainissement d'Antananarivo dont ils récupèrent l'essentiel des eaux usées et des eaux pluviales. L'Andriantany récupère les eaux provenant des parties collinaires et de la plaine à l'est tandis que le C3 draine les zones se situant dans les parties basses de la ville (plaines sud et nord) à l'ouest.

Le canal C3 conflue avec le canal Andriantany au niveau de la station de pompage d'Ambodimita. Plus en amont, ces deux canaux sont également en relation par le biais de canaux primaires et principalement par le déversoir de décharge de l'Andriantany vers le C3

Le GR est un canal assurant l'irrigation de la plaine agricole (PIRD). Il a été mis en service en 2000 afin de dissocier les fonctions d'irrigation et de drainage initialement dévolues au canal Andriantany. Il permet donc d'acheminer une eau plus propre sur l'ensemble de la plaine. Il est alimenté par l'Ikopa lorsque la plaine est cultivée. En saison des pluies, la prise d'eau au niveau de l'Ikopa est fermée. Cette prise se situe au sud de la ville. Il n'a pas vocation, en théorie, à faire transiter les eaux usées ni les eaux de pluie.

Les paragraphes ci-dessous détaillent le fonctionnement par secteur.

Remarque : les figures illustrant les secteurs sont des représentations schématiques, elles ne prétendent pas montrer l'ensemble des réseaux mais visent seulement à présenter le fonctionnement hydraulique à une échelle macro. Un descriptif détaillé secteur par secteur est proposé au chapitre 3.

1.2.1 Bassins versants Sud

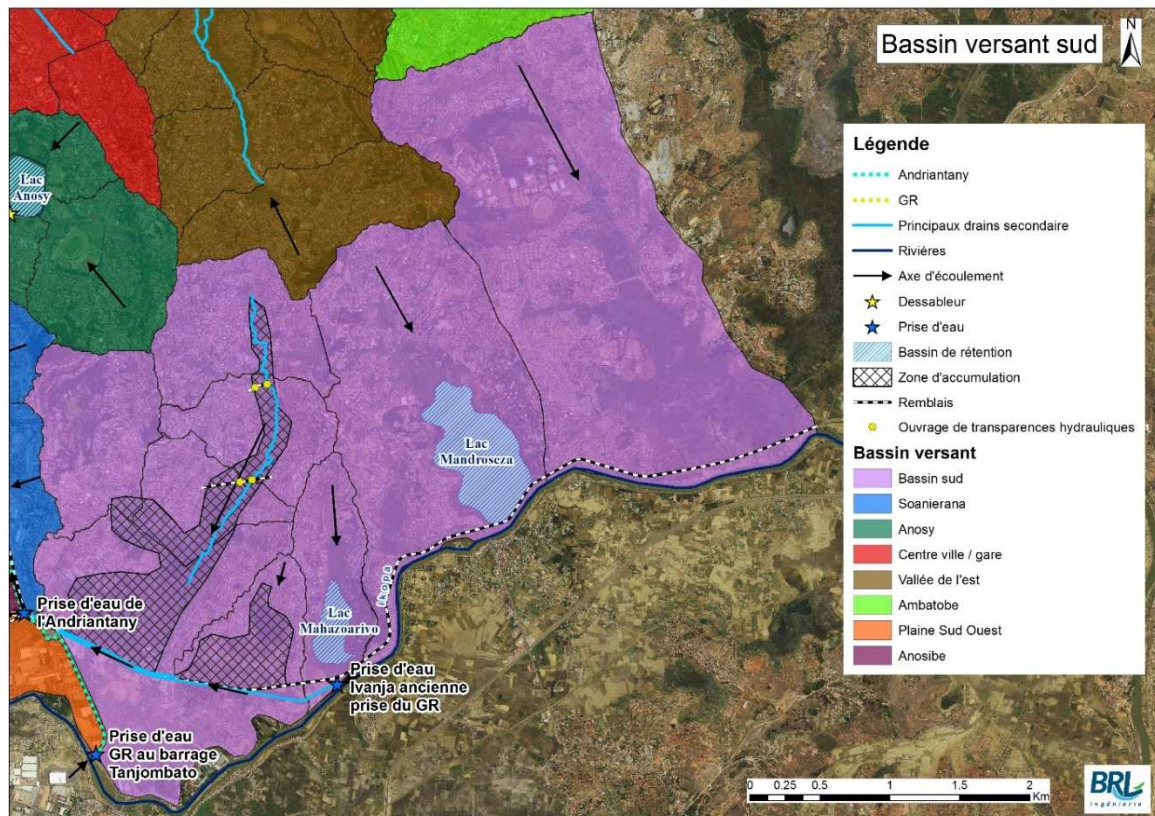


Figure 4 : organisation du drainage sur le secteur des bassins sud

Les deux bassins versants les plus à l'est se jettent directement dans l'Ikopa. Leur surface totale est de 8,2 km². Ils ne contribuent donc pas aux débits du réseau de drainage étudié dans le cadre de cette étude.

Les bassins les plus à l'ouest de cette zone, dont la surface totale représente 5,8 km², s'écoulaient précédemment vers l'Ikopa. Le drainage de ce bassin versant pose désormais un problème car son exutoire naturel qui se trouve au niveau de l'Ikopa n'est aujourd'hui plus accessible. En effet, avec le remblaiement sur les Fokontany Andronrakely et Andrefan'Ankadimbahoaka, l'eau ne peut plus rejoindre l'Ikopa. L'eau stagne donc en amont de la voie ferrée car les seuls exutoires restant ne sont pas suffisant pour évacuer l'ensemble des apports de ce bassin.

L'illustration ci-dessous donne un aperçu du fonctionnement actuelle de la zone. Les eaux peuvent soit être évacuées par un dalot passant sous la voie ferrée et la rue Ramilijaona, l'ancien dispositif d'évacuation des eaux directement vers l'Ikopa ayant été rendu inopérant suite aux aménagements pratiqués au niveau de Andronrakely-Saropody. Ainsi elles alimentent la partie commune entre le GR et l'Andriantany. Cela implique qu'en saison des pluies, la majeure partie des eaux transitant par ce dalot vont ensuite rester dans le GR. Or celui-ci n'est pas conçu pour assurer cette fonction. Son dimensionnement a été fait en fonction des besoins en eaux pour l'irrigation et non pour de l'assainissement. Les eaux entrant dans le GR sont ensuite délestées plus en aval par les déversoirs de sécurité D3 et D4. Les deux premiers déversoirs de sécurité (D1 et D2) ne sont plus utilisés actuellement car leur zone de délestage est désormais urbanisée.

Une seconde possibilité d'évacuation de ce bassin est assurée par l'ouvrage des 3 buses se jetant dans le canal Andriantany à 120 mètres en aval de la prise de l'Andriantany. Cet ouvrage est a priori sous dimensionné par rapport au bassin versant à évacuer. Cela implique donc que dans l'état actuel du système une partie des eaux doit nécessairement transiter par le GR, bien que dans sa conception celui-ci n'ait pas été prévu pour avoir un rôle de drainage..

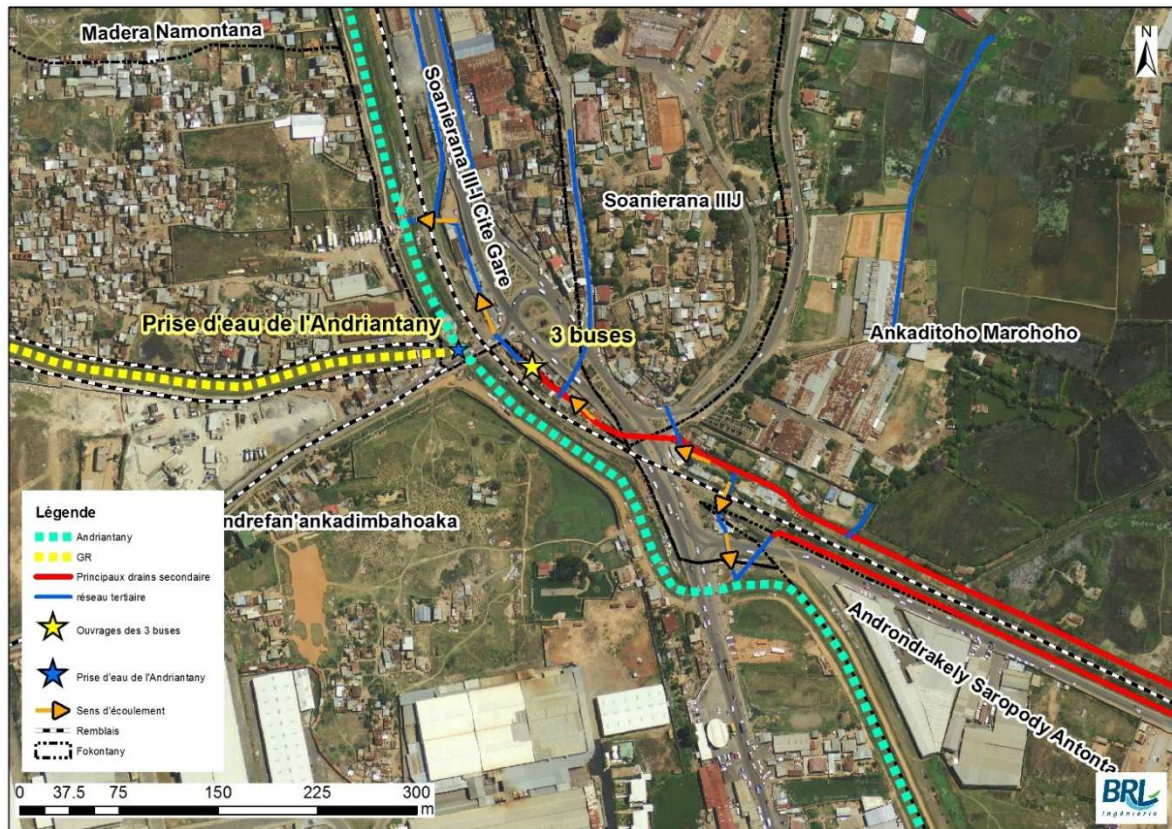


Figure 5 : zoom sur l'organisation du drainage au niveau d'Ankaditoho / Soanierana (secteur des "3 buses")

Le bassin versant le plus au sud, d'une surface de 0,9 km², s'écoule quant à lui vers l'Ikopa.

1.2.2 Bassins versants de Soanierana et du Lac Anosy

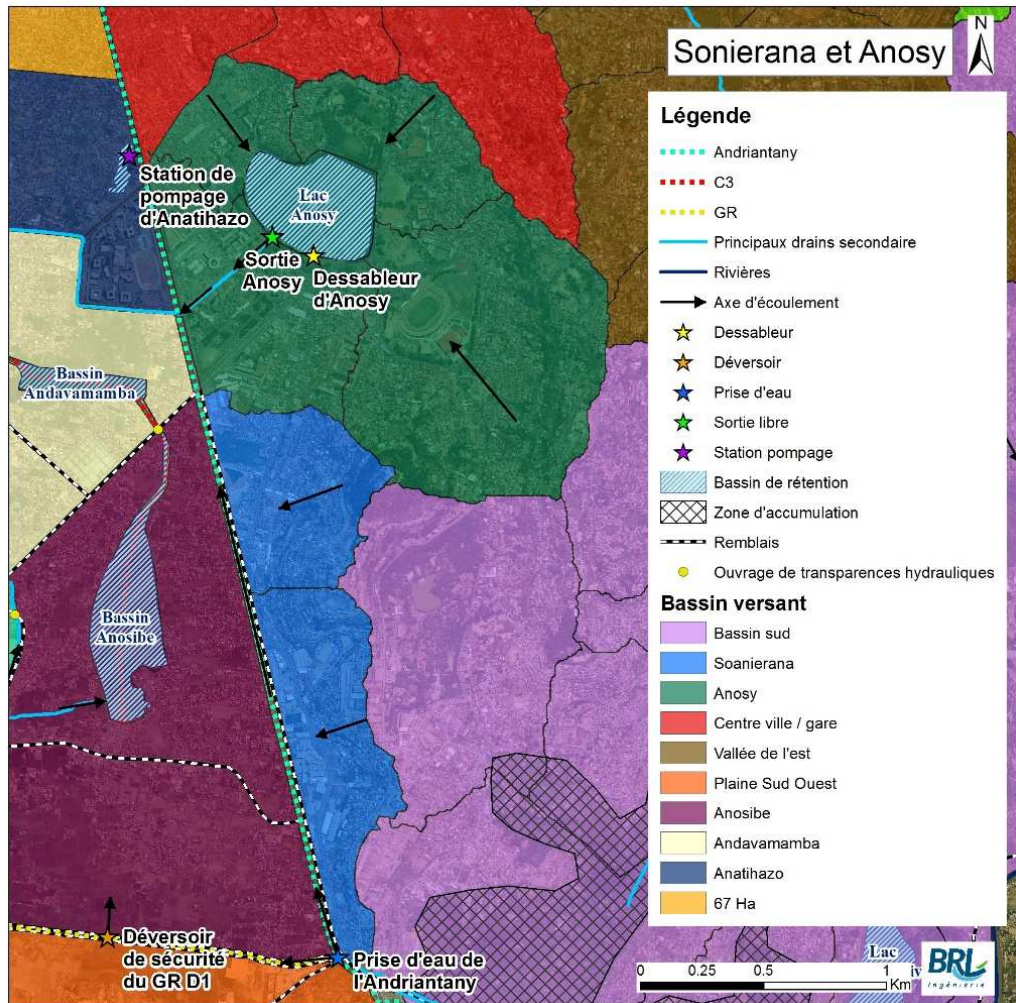


Figure 6 : organisation du drainage sur les secteurs Soanierana / lac Anosy

Les bassins versants de Soanierana s'écoulent d'est en ouest vers leurs exutoires situés en rive droite de l'Andriantany. Leur surface est de 0,9 km². La majorité des canaux qui assurent leur drainage sont couverts sur la partie sud du bassin et à ciel ouvert en amont.

Les bassins versant d'Anosy s'écoulent quant à eux vers le lac Anosy via de nombreux réseaux enterrés. Ce lac est équipé d'un dessableur et d'un système de « by-pass » via une vanne. En saison des pluies, la vanne est fermée, permettant de diriger les eaux vers le lac Anosy qui sert de bassin tampon durant cette période et permet donc de délester une partie des eaux du réseau. En saison sèche, pour des questions de salubrité, la vanne est ouverte. Ainsi les eaux usées des Fokontany Mahamasina sud, Ankadilalana, Ambanin'Ampamarinana, Amparibe Ambohidahy et Tsarafaritra sont envoyées directement vers la station de pompage d'Ampefiloha.

Le seul exutoire du lac Anosy se situe au sud-ouest du bassin et se rejette en rive droite de l'Andriantany par l'intermédiaire d'un réseau enterré.

L'ensemble des bassins versant du Lac Anosy représente une superficie totale de 2,3 km²

1.2.3 Secteur du centre-ville et de la gare

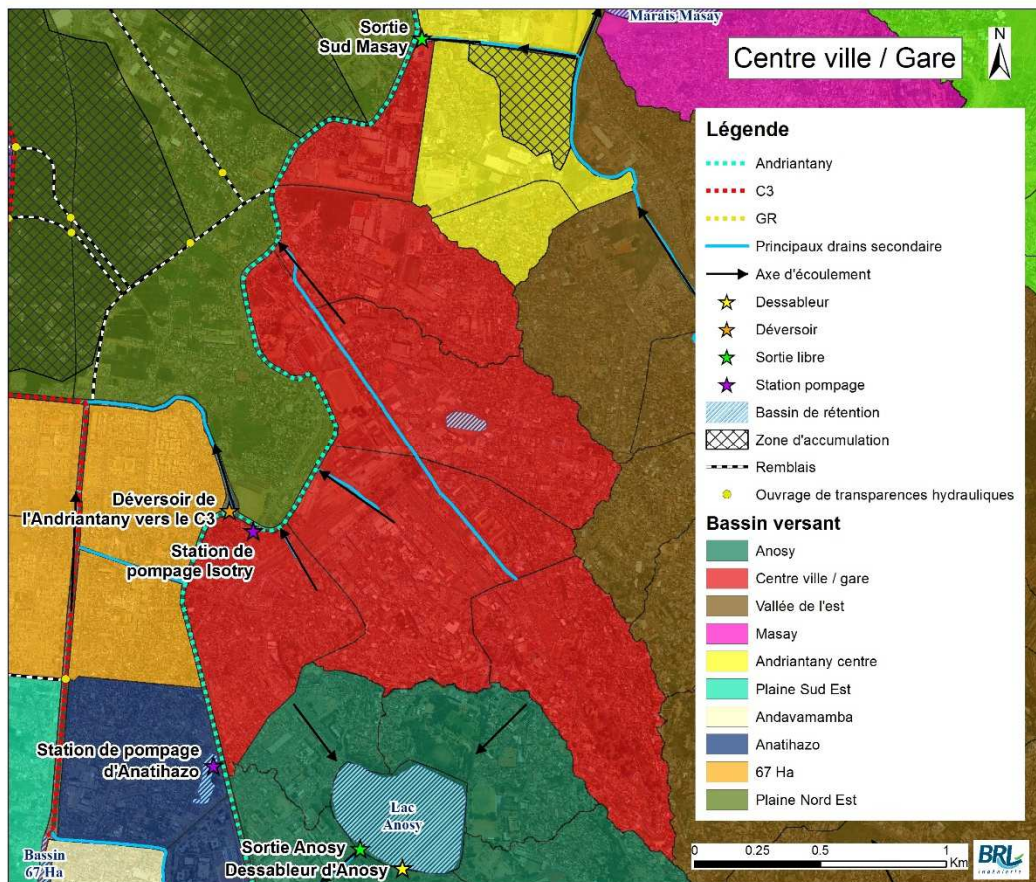


Figure 7 : organisation du drainage au niveau du secteur centre / gare

Le drainage de ce secteur est assuré par un réseau principalement enterré constitué par l'ovoïde d'Anakely relié à celui de Behoririka, Tsaralalana et enfin petite vitesse. Les 3 exutoires se trouvent en rive droite de l'Andriantany (indiqués par des flèches noires sur la figure ci-avant). La surface totale de ce secteur est de 2,6 km².

Ce secteur est également équipé de la station de pompage d'Isotry drainant les quartiers d'Isotry, de Tsaralalana ouest et la place d'Andrianjaka. Les eaux sont rejetées en rive droite de l'Andriantany.

1.2.4 Bassins versants du marais Masay : Plaine d'Ambatobe et Vallée de l'est

Le bassin du marais est alimenté :

- Au nord : par des bassins versants de 1,7 km² de superficie, ayant leurs exutoires aménagés vers le bassin
- Au sud : par les bassins versants du canal de la vallée de l'est (superficie drainée de 5,8 km²)
- À l'est : par la plaine d'Ambatobe, drainant une surface totale de 8,4 km²

Le canal de la vallée de l'est est un drain primaire important et c'est principalement un canal à ciel ouvert. Il se situe dans une zone urbanisée, en particulier sur sa partie aval. Il subit donc de nombreuses pressions : son gabarit n'est pas conservé sur l'ensemble de son linéaire et il transite de nombreux déchets. Ses débordements pendant la saison des pluies peuvent être à l'origine de coupures de route au niveau des grands axes routiers qu'il intersecte.

Son exutoire principal se situe au niveau du bassin sud du marais Masay. Un autre exutoire est aménagé plus en amont – sur le canal de la vallée de l'est, en amont immédiat du bassin nord du marais Masay – directement vers le canal Andriantany. Le dispositif de régulation qui équipe cet ouvrage n'étant vraisemblablement plus fonctionnel, la répartition des débits entre ces deux exutoires se fait actuellement au gré des niveaux respectifs du canal et du marais (qui sont de toute façon fortement liés).

La plaine d'Ambatobe est quant à elle alimentée par les bassins versants collinaires et urbanisés qui l'entourent. Ces zones sont composées principalement de zones résidentielles. Les canaux l'alimentant sont aussi bien de type enterré qu'à ciel ouvert et présentent généralement un faible gabarit. Ces eaux arrivent ensuite dans la zone basse composée de zones de cultures et compartimentée par les remblais de la RN3 (en amont immédiat du marais Masay), de la route de Nanisana, en aval de la confluence les apports en provenance de la zone sud, eux-mêmes « régulés » par les remblais constitués par la RN2 et la route d'Ankerana. Elles constituent des zones de stockage temporaire durant la saison des pluies et contribuent donc à laminer de manière importante les débits d'apport de ce secteur. Ce bassin versant se rejette dans le bassin nord du marais Masay.

Les bassins du marais Masay disposent de deux exutoires vers la rive droite de l'Andriantany, respectivement situés au sud et nord. Des clapets sont présents sur la sortie nord ayant pour principale fonction d'éviter les refoulements de l'Andriantany vers le marais Masay.

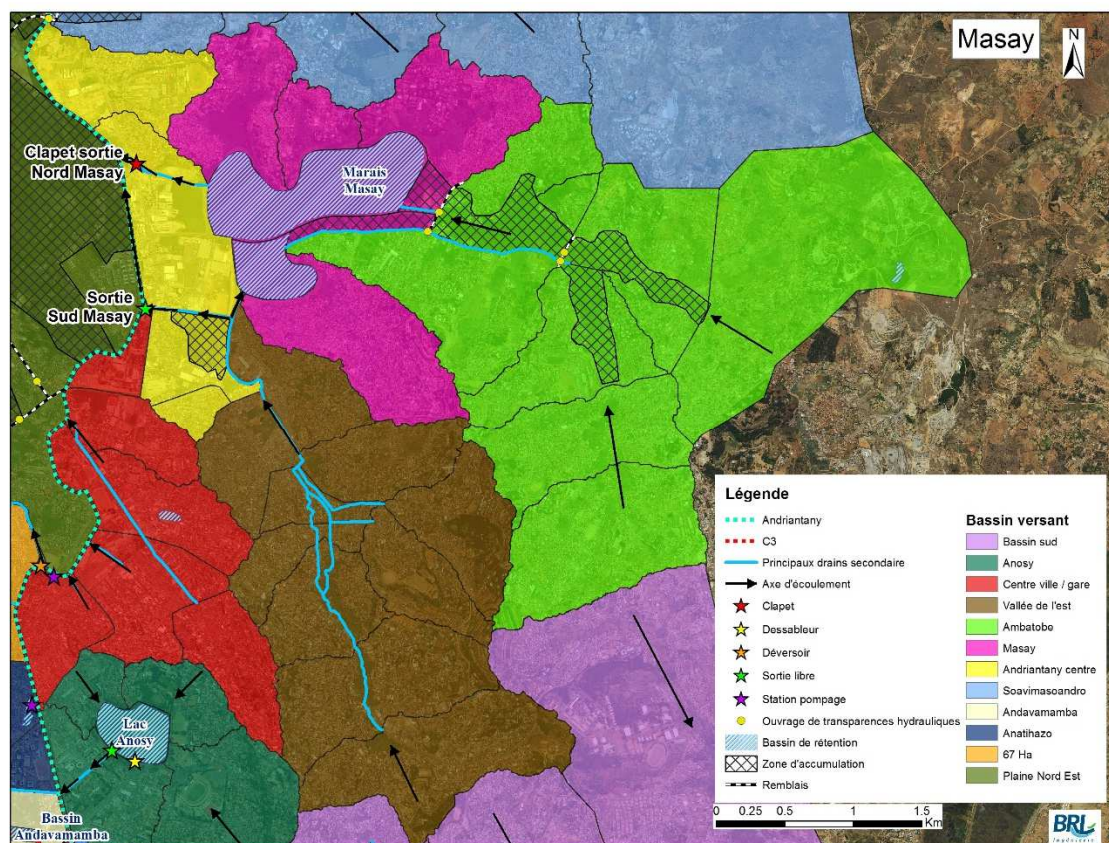


Figure 8 : organisation du drainage sur les secteurs de la vallée de l'est et de la plaine d'Ambatobe (marais Masay)

1.2.5 Bassin rive gauche de la Mamba : Soavimasoandro

Le bassin versant situé en rive gauche de la Mamba présente une superficie totale de 16,7 km². Son exutoire se situe en rive droite de l'Andriantany à Soavimasoandro, la tête de bassin versant prenant naissance au niveau d'Ankadikely Ilafy, Analamahitsy et Androhibe. Ce bassin est bordé par la digue rive gauche de la Mamba au nord et par la digue du canal Andriantany, du GR et de la route d'Ivato à l'ouest.

Ce bassin est actuellement peu urbanisé et présente de nombreuses zones de stockage au niveau des zones basses agricoles. Cependant certaines zones sont en cours de remblaiement en bas des collines sud de Soavimasoandro.

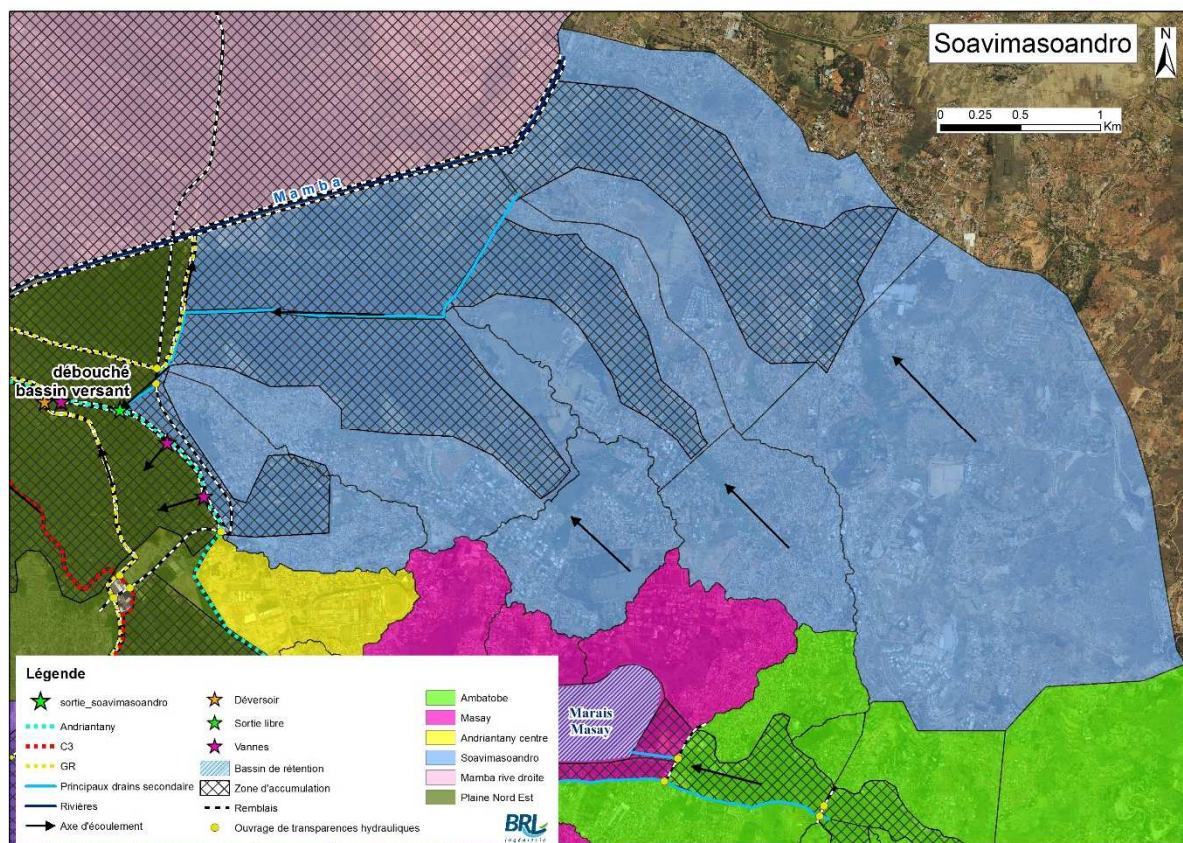


Figure 9 : organisation du drainage sur le secteur de Soavimasoandro

1.2.7 La plaine sud

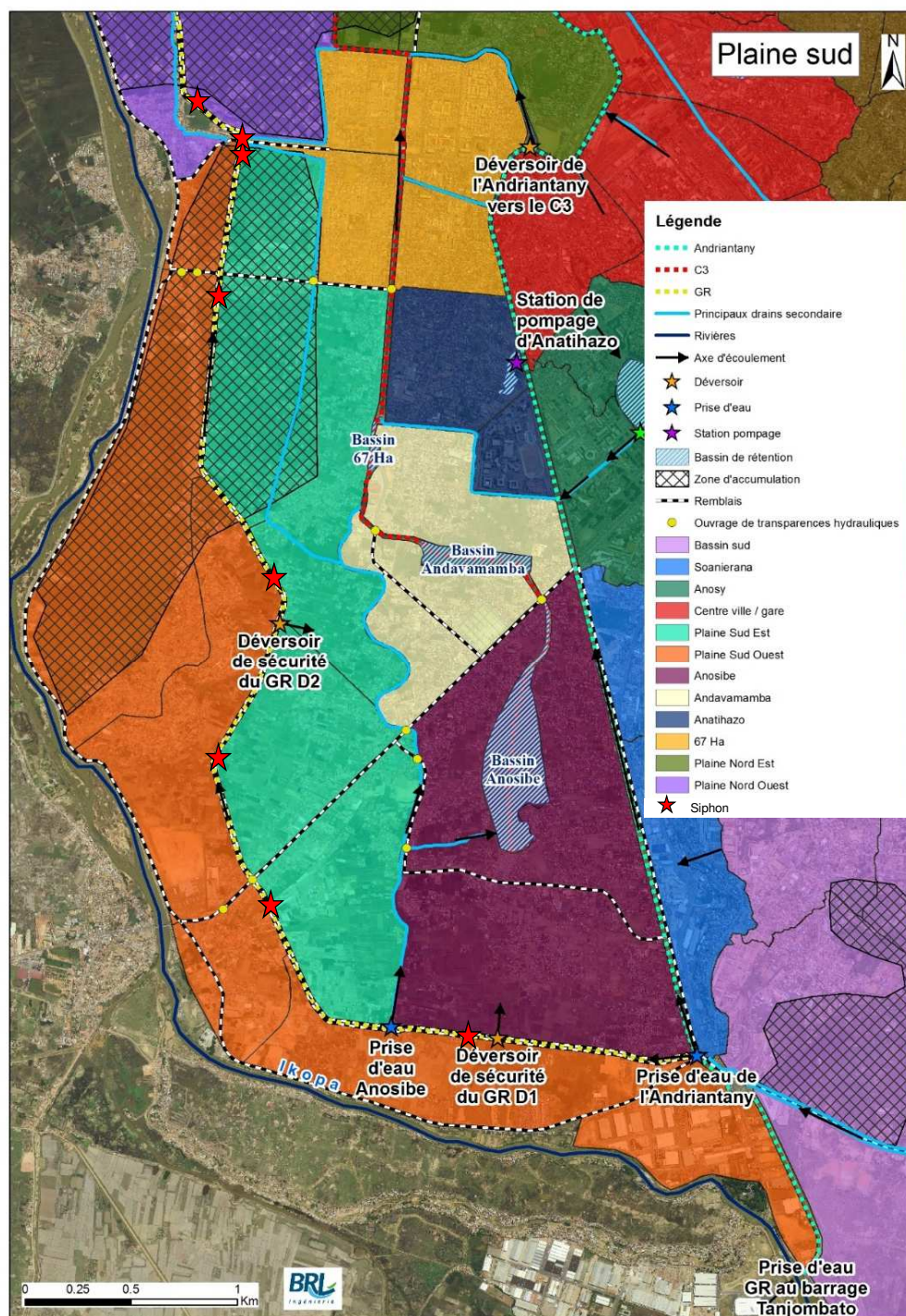


Figure 11 : organisation du drainage au niveau de la plaine sud

La zone dénommée « plaine sud » s'étend de la prise d'eau du GR jusqu'au 67 Ha. Elle est bordée à l'est par l'Andriantany et à l'ouest par la digue de l'Ikopa. Elle représente une superficie totale de 10,1 km².

Ce secteur est jalonné par de très nombreux axes routiers en remblais ainsi que par le canal GR, lui-même en remblai. Le nombre et les dimensions des transparences hydrauliques au travers de ces ouvrages constituent un facteur limitant. Ainsi la plaine est compartimentée entre les différents remblais avec peu d'ouvrages de franchissement. En l'espèce, la continuité hydraulique de part et d'autre du canal GR n'est assurée que par l'intermédiaire de 9 siphons (S1 à S8 et GRD) dont les dimensions sont en général très modestes (DN600 principalement).

Certaines zones restent inondées au cours de la saison des pluies par manque d'exutoires. Ce phénomène se rencontre en particulier sur les deux zones en amont des routes d'Amparibe et de la rue Pierre Rajaona à l'est du GR, car lors de leur création, des ouvrages de franchissement n'ont pas été mis en place, rompant ainsi la continuité hydraulique des canaux qui assuraient jusqu'alors le drainage de la plaine.

Cette partie de la plaine a été très urbanisée ces dernières années. Les zones agricoles servant auparavant de zones de stockage des eaux ont été remblayées pour faire place à des habitations. La superficie de stockage des eaux de ce secteur est donc en train de diminuer. Cette tendance ajoute une nouvelle contrainte aux écoulements de cette zone et accroît les risques d'inondations.

Cette zone est marquée par la présence du canal C3 dans les secteurs les plus fortement urbanisés. C'est le principal drain des eaux usées et des eaux pluviales de cette zone. Il est composé de ces 3 bassins en amont Anosibe, Andavamamba et 67 Ha. C'est également dans cette plaine que se font les échanges entre l'Andriantany et le C3 via quelques canaux et le déversoir principalement. Sur les secteurs d'Anatihazo et des 67 Ha, les canaux de drainage sont globalement obstrués, ce qui ne leur permet pas d'assurer une collecte et un transit efficace des eaux pluviales des quartiers vers le réseau principal (C3 et Andriantany). Ainsi cette zone basse de la ville est sujette à des inondations fréquentes.

Ce secteur présente par ailleurs plusieurs points particuliers :

- La prise d'eau du GR au barrage de Tanjombato permettant son alimentation durant la saison des cultures. Elle est fermée durant la saison des pluies
- Les déversoirs de sécurité du GR D1 et D2 qui permettent de délester celui-ci dans le cas où sa cote est trop haute. Cependant, ils ne sont actuellement plus utilisés car des habitations sont désormais situées en aval de ces déversoirs. De plus, le GR n'est plus utilisé comme irrigateur de la prise P1 à la prise P13. Une telle situation concerne une majeure partie de l'amont du GR sur cette zone car il n'y a désormais plus de zones agricoles riveraines du fait de l'urbanisation progressive de la plaine
- La prise d'eau d'Anosibe, assurant l'alimentation du bassin du même nom durant la saison sèche par l'intermédiaire du canal GR et permettant ainsi de le conserver en eau toute l'année (préservation des emprises) et de garantir un débit sanitaire dans le C3 au cours de cette saison
- La prise d'eau d'Andriantany : cet ouvrage marque la séparation entre le GR et l'Andriantany qui ont un tronçon commun depuis la prise d'eau du GR.
- Station de pompage d'Anatihazo : elle récupère les eaux usées et pluviales des quartiers d'Anatihazo et de Manarintsoa et les rejette en rive gauche de l'Andriantany.

1.2.8 La plaine nord

La zone dénommée « plaine nord » s'étend des 67 Ha jusqu'à la Mamba. Elle est bordée à l'est par l'Andriantany puis par le GR et à l'ouest par la digue de l'Ikopa. Elle représente une superficie totale de 15,6 km².

Tout comme la plaine sud, elle est marquée par de très nombreuses contraintes hydrauliques : axes routiers en remblais et le canal GR. Les zones basses sont cependant peu habitées dans ce secteur, offrant encore de bonne capacité de stockage comparé à la plaine sud.

Ce secteur est traversé par les trois principaux canaux du réseau principal de drainage de la CUA :

- Le canal Andriantany continue de border la zone urbaine qui se trouve à sa rive droite. La fin de son tronçon est ensuite endiguée.
- Le canal C3 draine la plaine et traverse principalement des zones agricoles sur ce secteur. Son débouché se situe au niveau de la station de pompage d'Ambodimita. Le C3 peut, soit confluer avec l'Andriantany, soit rejoindre directement par l'intermédiaire d'un siphon le bassin d'aspiration de la station de pompage.
- Le canal GR continue également de traverser la plaine et à l'alimenter en eaux durant la période d'irrigation. Il prend officiellement fin au niveau de la Mamba qu'un siphon lui permet de franchir pour rejoindre la plaine de Laniera en rive droite.

Les points particuliers présents sur ce secteur :

- Le bassin tampon nord, situé entre l'Andriantany, le GR et la route du Pape. Il est alimenté en saison des pluies par des ouvrages présents sur la berge rive gauche du canal Andriantany et équipés de dispositifs d'obturation, ainsi que par, le cas échéant, les eaux délestées du canal GR (cf. point suivant). Ce bassin, créé suite à l'étude BDPA-SCETAGRI de 1991 a pour fonction de laminer les débits du canal Andriantany dans des proportions compatibles avec la capacité de la station de pompage d'Ambodimita
- Sur le canal GR, les déversoirs de sécurité D3, qui se décharge vers le C3, et D4, qui se décharge vers le bassin tampon nord. Les eaux délestées par ces déversoirs en saison des pluies sont principalement celles provenant des bassins versants sud
- La route digue (RN58a) qui protège Antananarivo des crues de l'Ikopa. Elle est équipée de vannes d'isolement permettant de maintenir la continuité de l'écoulement tout en assurant si nécessaire la continuité de la digue en cas de crue. Cependant, les joints d'étanchéité de ces vannes sont actuellement inexistantes, rendant moins efficace le système.
- Station de pompage d'Ambodimita permettant de pomper les eaux du C3 ou du C3 et de l'Andriantany vers la Mamba, en substitution ou en complément du drainage gravitaire lorsque celui-ci est insuffisant voire impossible

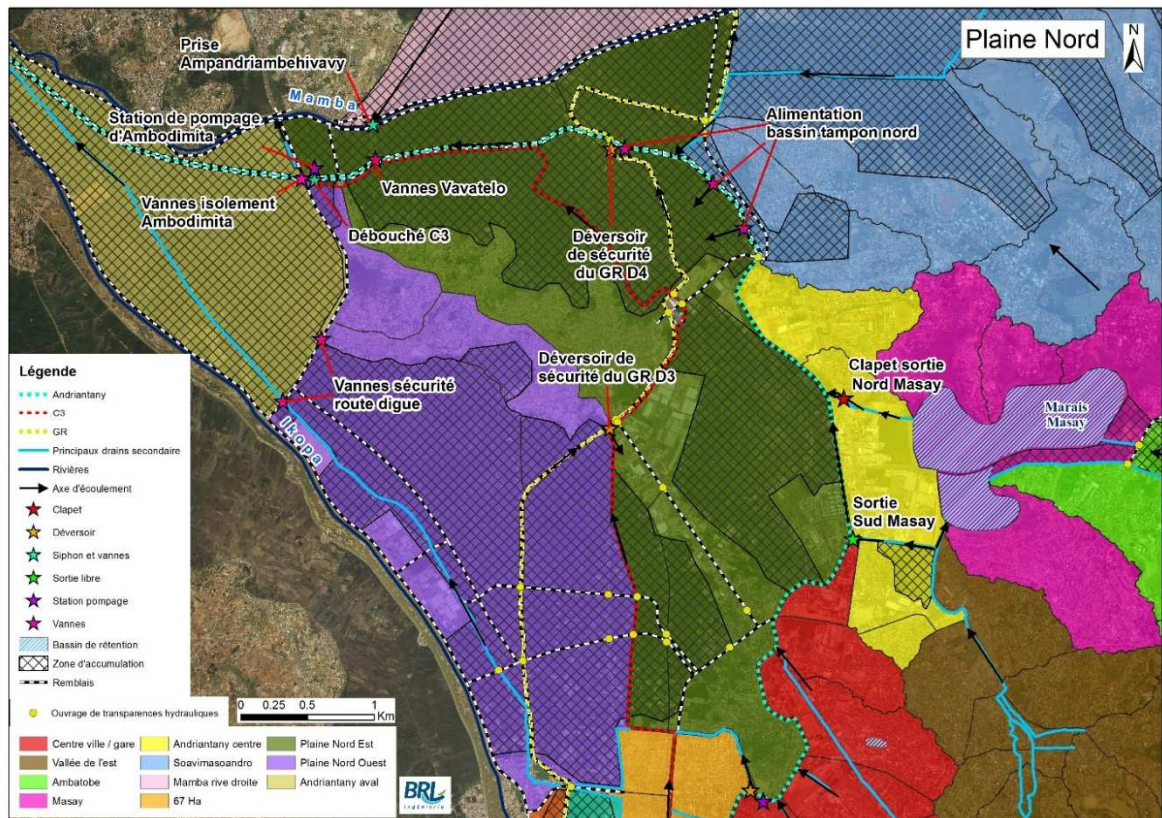


Figure 12 : organisation du drainage dans la plaine nord

1.2.9 Andriantany aval (hors polder urbain et/ou hors CUA)

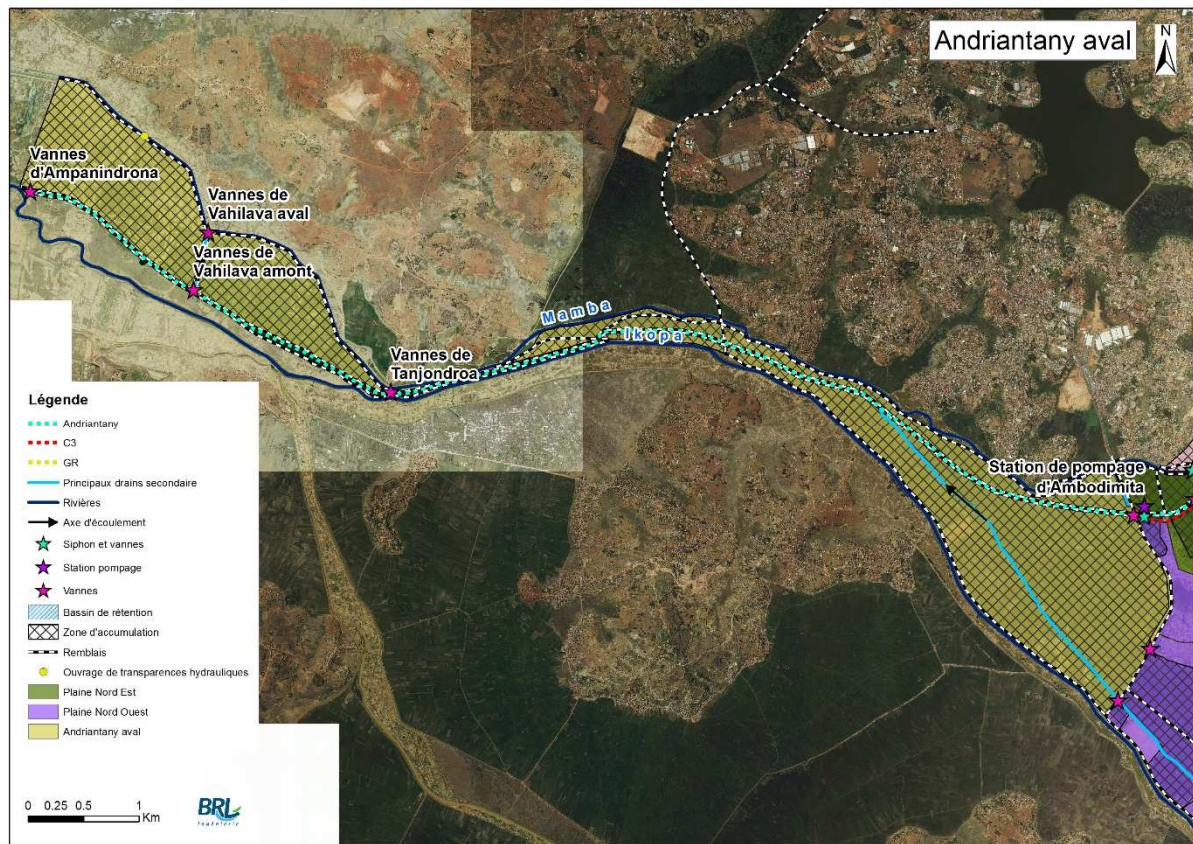


Figure 13 : organisation du drainage sur le linéaire aval du canal Andriantany

À l'aval de la station d'Ambodimita, le secteur est principalement agricole et peu peuplé. Il sert de zone tampon aussi bien pour l'Andriantany que pour la Mamba voire l'Ikopa.

Le canal Andriantany aval dispose de 3 exutoires équipés d'ouvrages vannés manipulés en fonction des niveaux de l'Ikopa et de la Mamba et de la saison :

- L'ouvrage de Tanjondroa permet le transfert vers la Mamba tant que le niveau de celui-ci l'autorise ; en saison sèche, le barrage sur la Mamba permet à l'inverse une alimentation du canal Andriantany via ce vannage, en vue d'assurer l'irrigation des zones agricoles aval
- Les ouvrages de Vahilava permettent également de faire s'écouler l'Andriantany vers la Mamba via un canal dont les deux extrémités sont régulées par les vannes
- L'ouvrage d'Ampanindrona constitue l'exutoire final de l'Andriantany vers l'Ikopa ; il est actuellement condamné du fait des dysfonctionnements structurels qui ont été identifiés, notamment au niveau de sa fondation ; cette condamnation temporaire pénalise à la fois le drainage du polder en saison des pluies mais également celui des zones cultivées riveraines

En saison sèche, le canal Andriantany assure un rôle d'irrigation sur ce secteur.

2. ÉTAT DES LIEUX GLOBAL

Comme son titre le laisse entendre, ce chapitre se concentre sur une échelle « macro » (i.e. à l'échelle globale de l'ensemble de la CUA) et de limite à un état des lieux relativement factuel. Un diagnostic plus approfondi, qui reste toutefois qualitatif, est présenté pour chacun des secteurs

2.1 TERMINOLOGIE UTILISEE

Dans toute la suite du document, il est alternativement et successivement fait référence au réseau principal, au réseau primaire et au réseau secondaire, répondant respectivement aux définitions suivantes.

- Le **réseau principal** correspond aux canaux ayant comme exutoire l'Ikopa ou la Mamba. Ils collectent l'ensemble des écoulements des réseaux primaires et secondaires. Il s'agit du canal C3, du canal Andriantany et du canal GR (ce dernier étant un cas particulier car il a comme finalité l'irrigation). Les canaux principaux sont globalement d'une largeur supérieure à 6 m.
- Le **réseau primaire** correspond aux canaux structurants ayant comme exutoire généralement le réseau principal et, dans certains cas de figure, le même réseau primaire. Ils collectent les écoulements du réseau secondaire. Ils drainent principalement les zones agricoles (plaine sud et nord, bassins sud) ou bien le fond des vallées (vallée de l'est et l'aval d'Ambatobe). Les canaux primaires sont globalement d'une largeur supérieure à 3 m.
- Le **réseau secondaire** (et éventuellement tertiaire) correspond à l'ensemble des réseaux enterrés et des caniveaux drainant les zones urbaines ainsi que les versants des vallées. Ils ont comme exutoire le réseau primaire ou directement le réseau principal. Leur dimension est en général inférieure à 3 m.

2.2 METHODOLOGIE

2.2.1 Données utilisées

L'état des lieux global présenté ici s'appuie sur un certain nombre de données, qu'elles soient issues d'études antérieures ou qu'elles aient été spécifiquement collectées et/ou acquises par le groupement dans le cadre du PIAA.

DONNEES TOPOGRAPHIQUES

La principale source d'information topographique utilisée est la MNT LiDAR élaboré dans le cadre de la tranche ferme du PIAA.

Couvrant l'ensemble de la CUA, d'une très bonne résolution (4 points au m²) et d'une grande précision (moins de 15 cm), il permet, en rattachant l'ensemble des relevés de profondeur de regards et/ou de caniveaux au terrain naturel qui les surmontent, de disposer des cotes des radiers des ouvrages.

Un certain nombre de traitements morphométriques spécifiques permettent en outre d'analyser finement la topographie du terrain naturel et ses incidences vis-à-vis des problématiques d'assainissement pluvial et d'inondation.

DONNEES URBANISTIQUES

Un certain nombre de données ont été extraites des résultats du diagnostic réalisé dans la cadre de l'activité 6 du PIAA sur la thématique « urbanisme ». Il s'agit notamment des données d'occupation du sol, de population et de standing des habitations.

DONNEES GESTIONNAIRES

Les différents gestionnaires des ouvrages d'assainissement ont constitué une source d'information particulièrement riche, que ce soit au travers de la fourniture d'une base de données initiale des ouvrages d'assainissement répertoriés ou encore par les nombreux retours d'expérience dont ils nous ont fait part et qui sont venus utilement compléter notre « photographie » ponctuelle de la situation.

INVENTAIRE PATRIMONIAL REALISE PAR LE GROUPEMENT

Une part très importante des données valorisées dans les sous-chapitres qui suivent provient des résultats de l'inventaire patrimonial mené par le groupement dans le cadre de l'activité 6 du PIAA. Les détails (objectifs, méthodologie, déroulement) relatif au travail qui a été conduit sur ce point sont disponibles dans le fascicule n°1 « reconnaissances et enquêtes » du présent rapport.

2.2.2 Critères d'analyse

Dans premier temps, nous nous attachons dans ce chapitre à présenter de manière essentiellement factuelle et quantitative des résultats de l'inventaire patrimonial précité au travers des indicateurs suivants :

- Linéaires
- Nombre de regards
- Dimensions
- Matériaux
- Pente profondeur
- Type de tampon
- Accessibilité et visitabilité

Dans un second temps, nous présentons dans un ce chapitre un état des lieux décrivant à la fois

- Les désordres relevés sur le terrain
- Les problèmes d'inondation observés de visu ou plus généralement dont ont fait état les acteurs locaux (gestionnaires, fokontany, riverains)

2.3 TYPOLOGIE ET CARACTERISATION PATRIMONIALE

2.3.1 Présentation générale de l'inventaire patrimonial

Les reconnaissances du réseau existant réalisées dans le cadre du Programme Intégré d'Assainissement d'Antananarivo (PIAA) ont permis d'identifier - ou tout du moins de formaliser – une partie supplémentaire du réseau jusqu'alors répertorié par les différents gestionnaires (SAMVA et CUA).

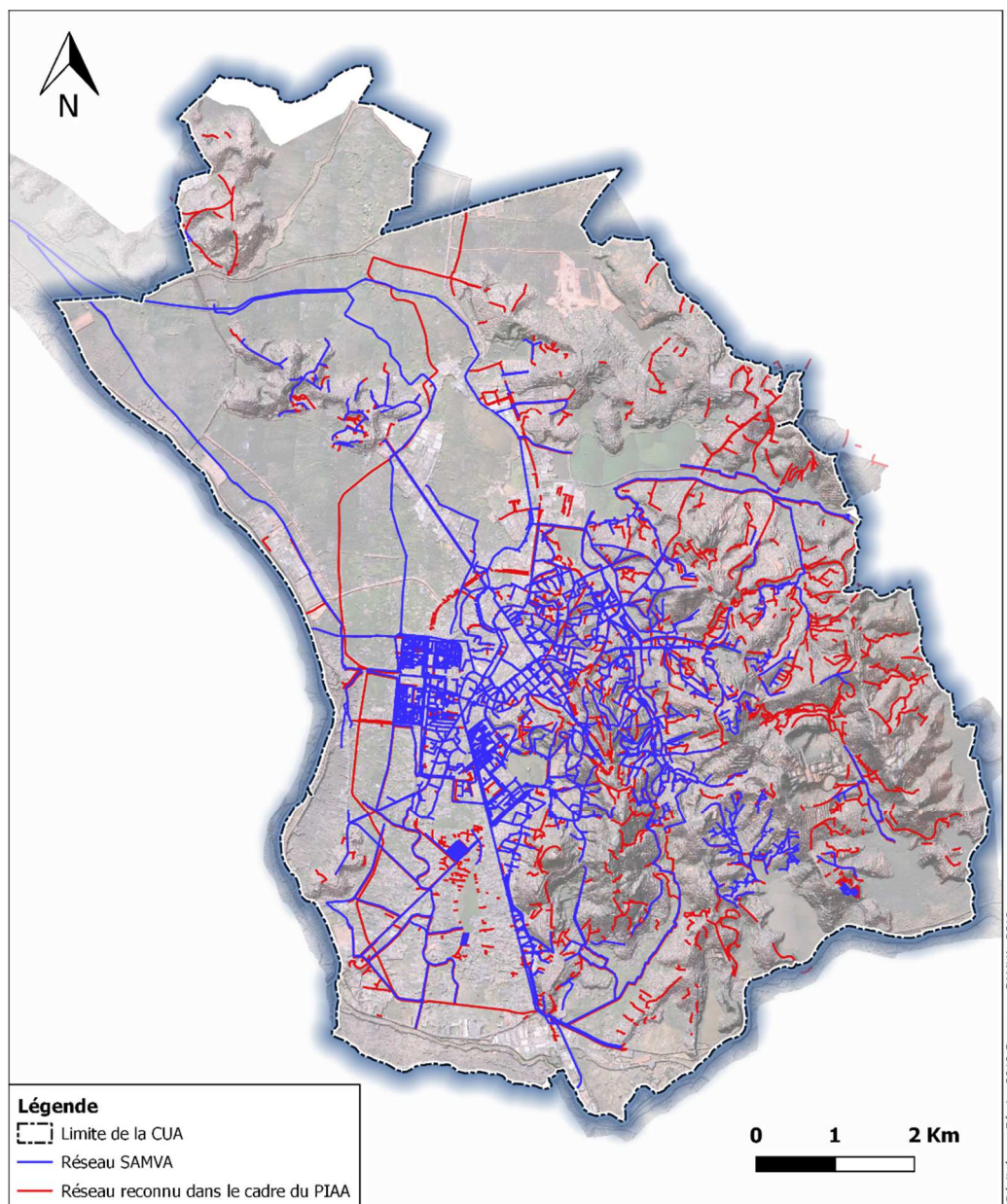


Figure 14: Comparaison entre le réseau connu au démarrage de l'étude et le réseau reconnu dans le cadre du PIAA

NOTA : toutes les cartes globales présentées en « miniatures » dans ce chapitre sont également disponibles au format A3 en annexe 1.

D'après la figure ci-dessus, on observe que le réseau situé au niveau des secteurs du centre-ville et de 67Ha étaient globalement bien connus des gestionnaires, contrairement à l'Est de la Commune Urbaine d'Antananarivo. Le comparatif du linéaire global du réseau initial et de celui obtenu à l'issue des reconnaissances réalisées dans le cadre du PIAA est présenté dans le Tableau 1. On peut constater que l'inventaire patrimonial a permis d'identifier 82 km de réseaux supplémentaires.

De la même manière, 5 646 regards ont été identifiés alors que seulement 2 480 étaient connus à l'origine et répertoriés dans les bases de données, comme il est présenté sur la figure ci-dessous. On remarque que la plupart des regards connus initialement étaient situés au niveau du centre et du réseau séparatif vers 67Ha. L'inventaire patrimonial a donc permis d'identifier un grand nombre de regards supplémentaires, notamment au niveau de la vallée de l'Est.

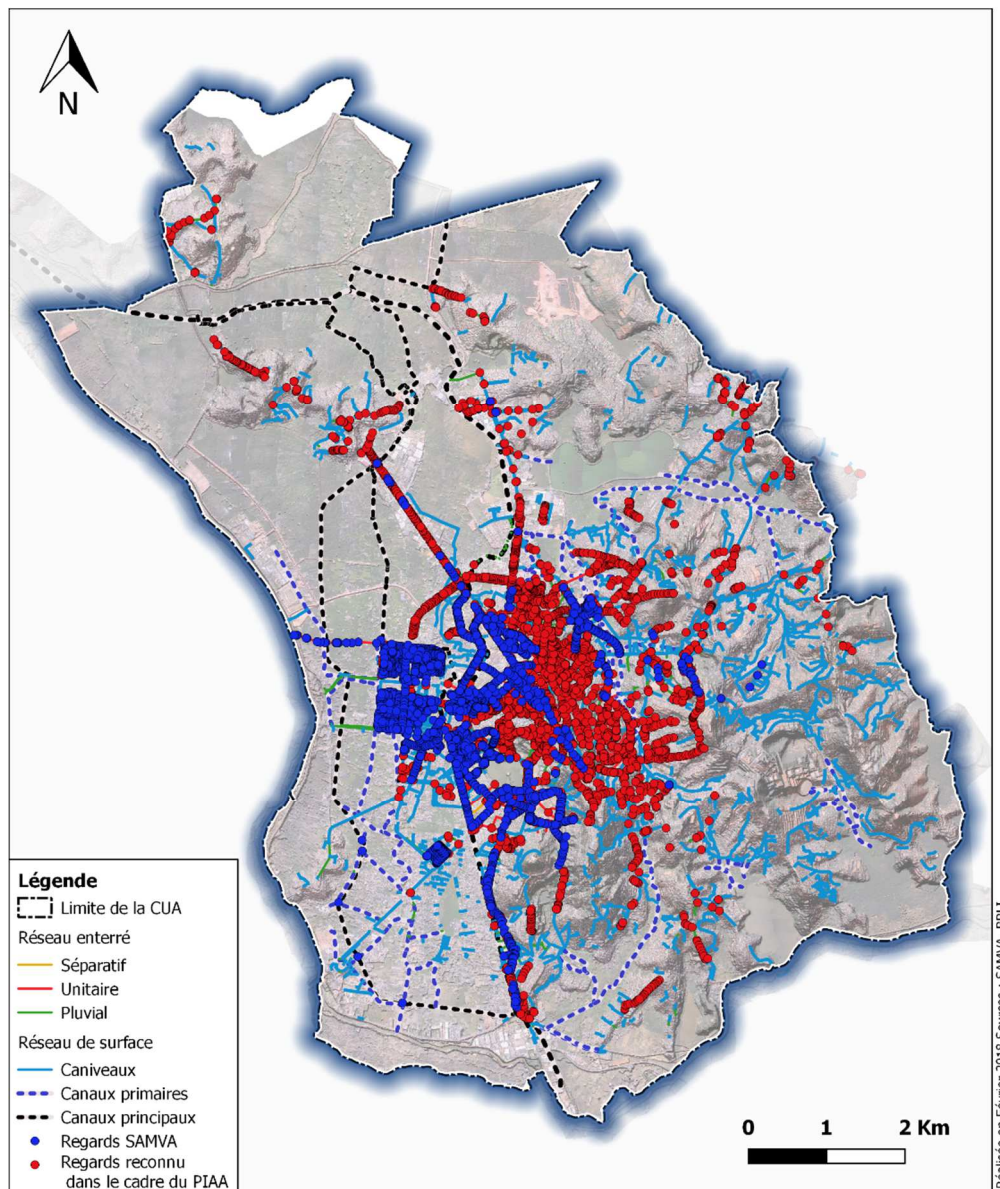


Figure 15: Comparaison entre les regards connus au démarrage de l'étude et les regards reconnus dans le cadre du PIAA

De plus, l'inventaire patrimonial a permis d'étoffer certaines informations. En effet, même si le SAMVA possédait déjà un certain nombre de données, celles-ci ont pu être parfois complétées, notamment pour ce qui concerne les diamètres et matériaux des canalisations.

2.3.2 Bilan des linéaires de réseau sur le territoire de la CUA

L'inventaire patrimonial a permis de déterminer le linéaire de réseau présent sur la CUA tout en identifiant sa typologie comme il est présenté dans Figure 16. Ainsi il a été permis de classer le réseau en deux catégories :

- Le réseau de surface, composé des caniveaux, des canaux primaires et enfin des canaux principaux. Ces derniers sont l'Andriantany, le canal C3 et le canal GR assurant le réseau hydrographique.
- Le réseau enterré, composé du réseau pluvial, (destiné à évacuer uniquement les eaux de pluie), du réseau unitaire (collectant à la fois les eaux usées et les eaux de pluie) et le réseau séparatif (faisant circuler uniquement les eaux usées)

CARTE DE SYNTHESE

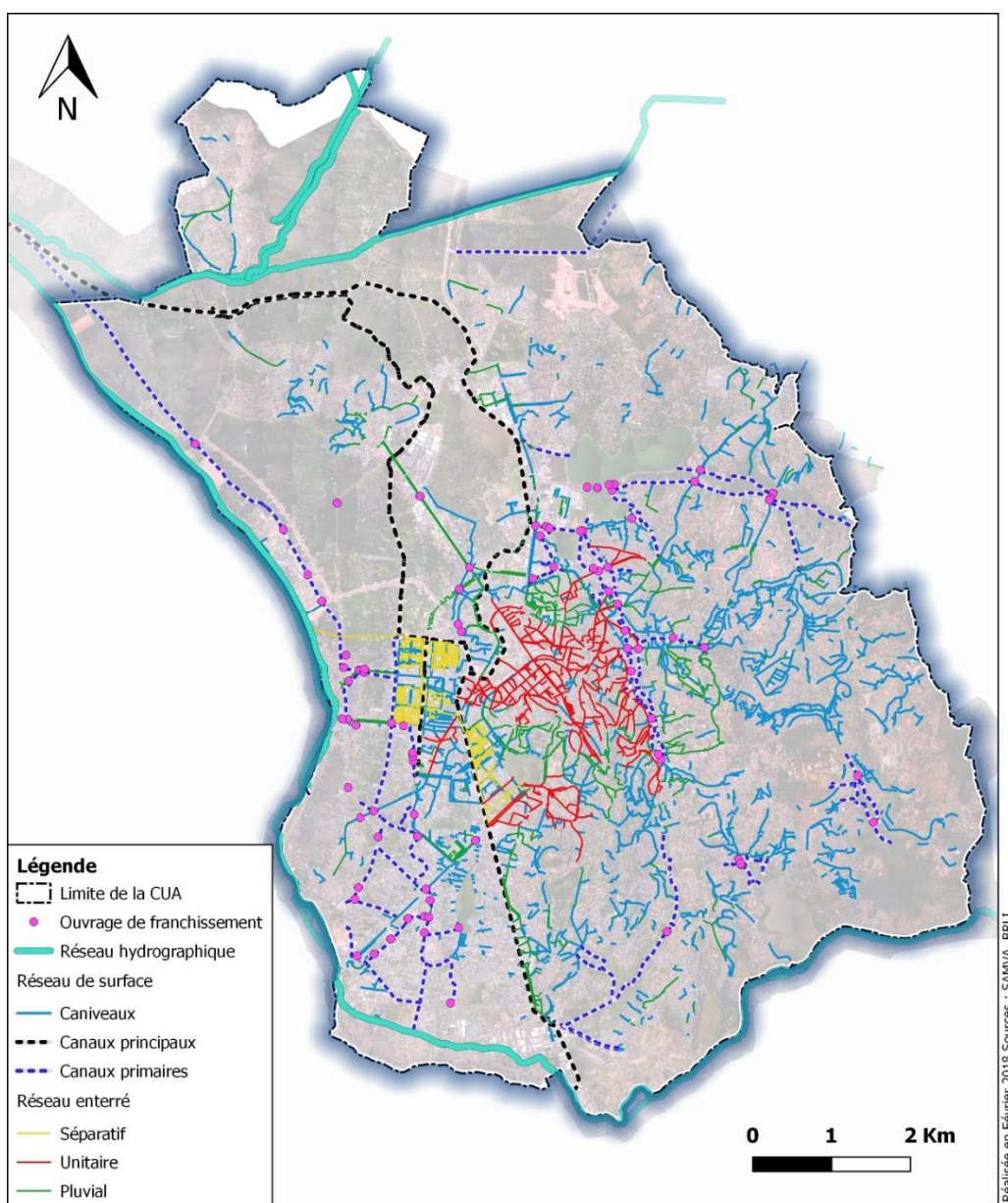


Figure 16: Typologie des réseaux présents sur le territoire de la CUA

On constate que le réseau séparatif, en jaune sur la figure ci-dessus, est situé uniquement au niveau de 67Ha et d'une partie au Sud-Ouest du lac Anosy, alors que le centre-ville est pourvu d'un réseau unitaire.

TABLEAU DE SYNTHESE

Les linéaires sont présentés dans le tableau suivant :

	Vocation	Linéaire suite au reconnaissance de terrain BRL		Linéaire SAMVA	
		m	%	m	%
Réseau enterré		150635	37,0%	96970	29,9%
Séparatif	EU	24734	16,4%	21231	25,2%
Unitaire	EU+EP	61119	40,6%	37024	43,9%
Pluvial	EP	64782	43,0%	26124	31,0%
Réseau de surface		256173	63,0%	132516	40,9%
Canaux primaires	EP	46249	18,1%	43711	33,0%
Caniveaux	EP	209924	82,0%	88805	67,0%
<i>A ciel ouvert</i>		<i>116144</i>	<i>55,3%</i>		
<i>Couvert</i>		<i>65650</i>	<i>31,3%</i>		
<i>Passage busé</i>		<i>807</i>	<i>0,4%</i>		
<i>Non reconnu</i>		<i>27322</i>	<i>13,0%</i>		
Inconnu		0	0,00%	95085	29,3%
TOTAL		406 807	100,00%	324 571	100,00%

Tableau 1: Linéaire du réseau sur le secteur de la CUA

Le premier constat est qu'une grande partie du réseau initial était classée en inconnu et que la reconnaissance de terrain a permis de préciser la nature des linéaires de réseau qui étaient dans ce cas de figure. En effet, aucune partie du réseau identifiée par la reconnaissance de terrain n'a été classée en inconnu.

Ensuite, on remarque que le linéaire du réseau séparatif est sensiblement le même, avec toutefois 3,5 km supplémentaires reconnu dans le cadre du PIAA.

Enfin, on constate que 160 km de réseau pluvial et de caniveaux ont été identifiés de manière supplémentaire par rapport au connaissance du SAMVA.

2.3.3 Bilan des dimensions des ouvrages

2.3.3.1 Réseau enterré

CARTE DE SYNTHESE

La figure ci-dessous présente de manière synthétique les dimensions des ouvrages constituant le réseau enterré.

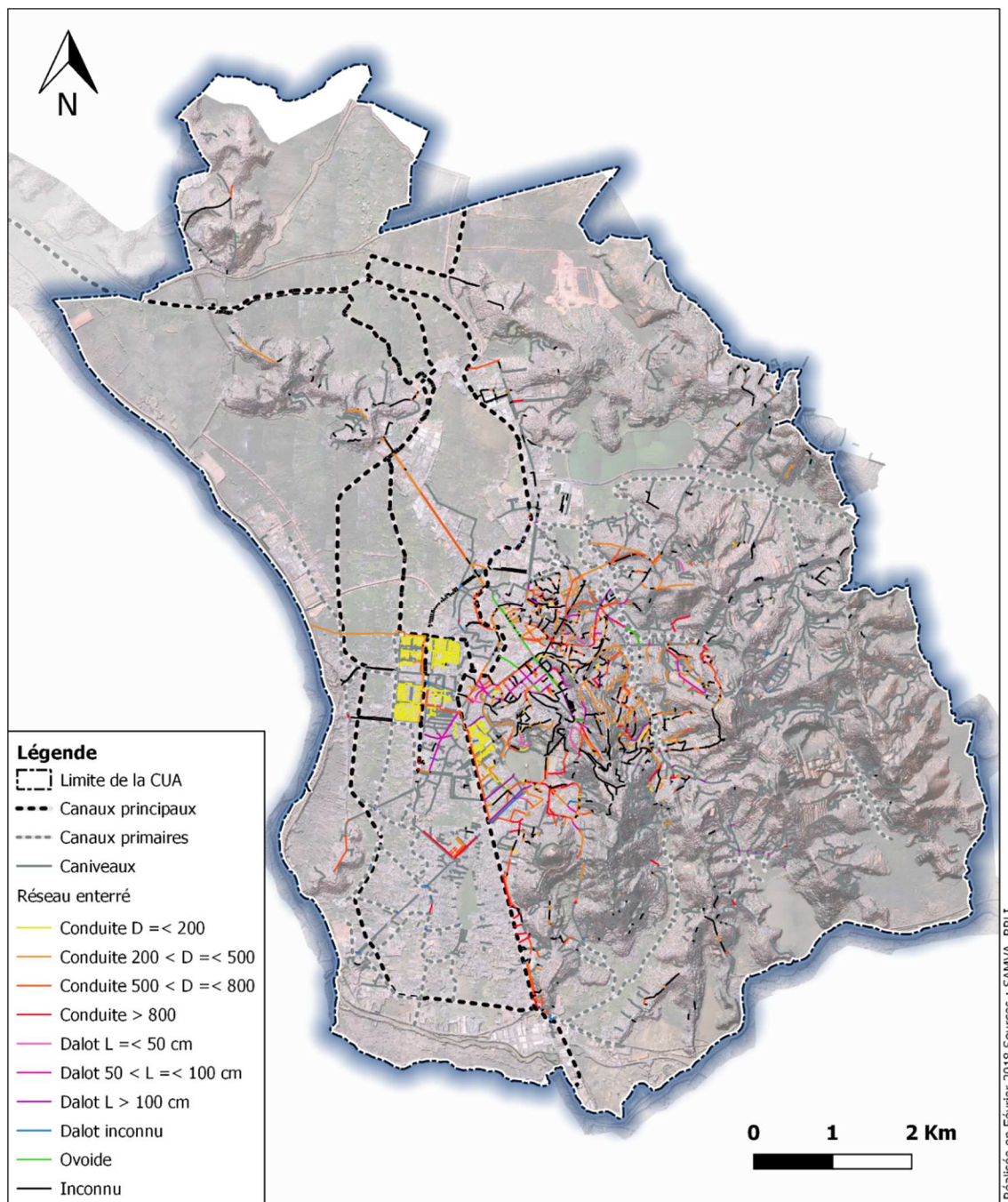


Figure 17: Dimensions du réseau enterré

TABLEAUX DE SYNTHÈSE

Par souci d'homogénéité et de représentativité, le bilan est effectué séparément pour chaque type de réseau (séparatif / unitaire / pluvial).

Cas des réseaux séparatifs

Il apparaît en Figure 18 que le réseau séparatif est constitué en grande majorité de diamètre 150 mm (66.81%) puis de diamètre 200 mm (8.35%). Il est constitué exclusivement de canalisations circulaires et est presque entièrement connu. En effet seul 1.73% du réseau reste inconnu au niveau des dimensions.

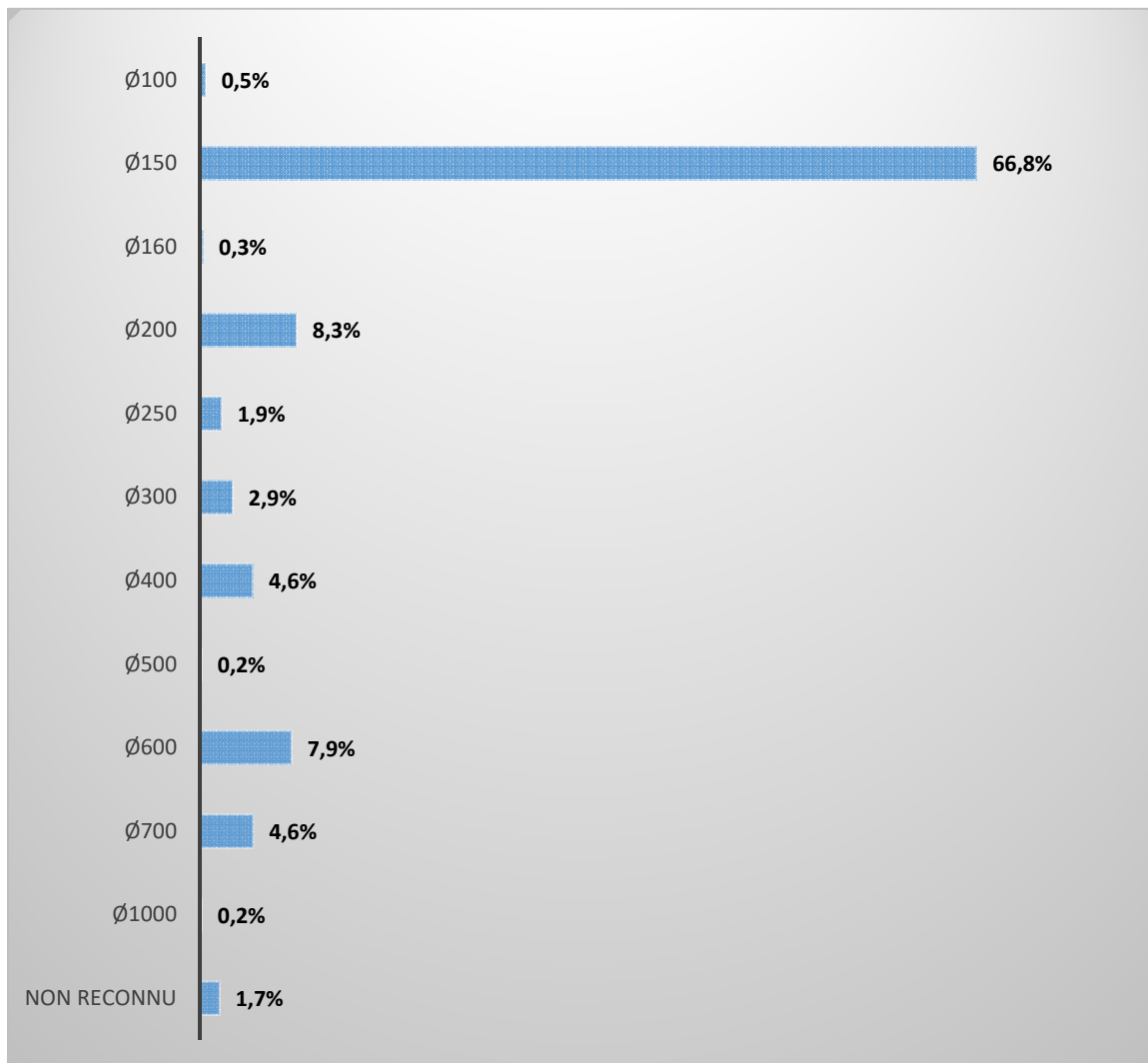


Figure 18: Répartition des dimensions du réseau séparatif

Cas des réseaux unitaires

Le réseau unitaire quant à lui présente une grande disparité au niveau des dimensions (cf. Figure 19). Il n'est pas exclusivement constitué de canalisations circulaires. En effet, les dalots représentent environ 16% du linéaire de réseau. On note aussi une faible présence d'ovoïdes, localisés au niveau du centre-ville et permettant d'évacuer directement une partie des eaux dans le canal Andriantany. Remarquons qu'une grande partie des dimensions du réseau unitaire (25.51%) n'est pas connue.

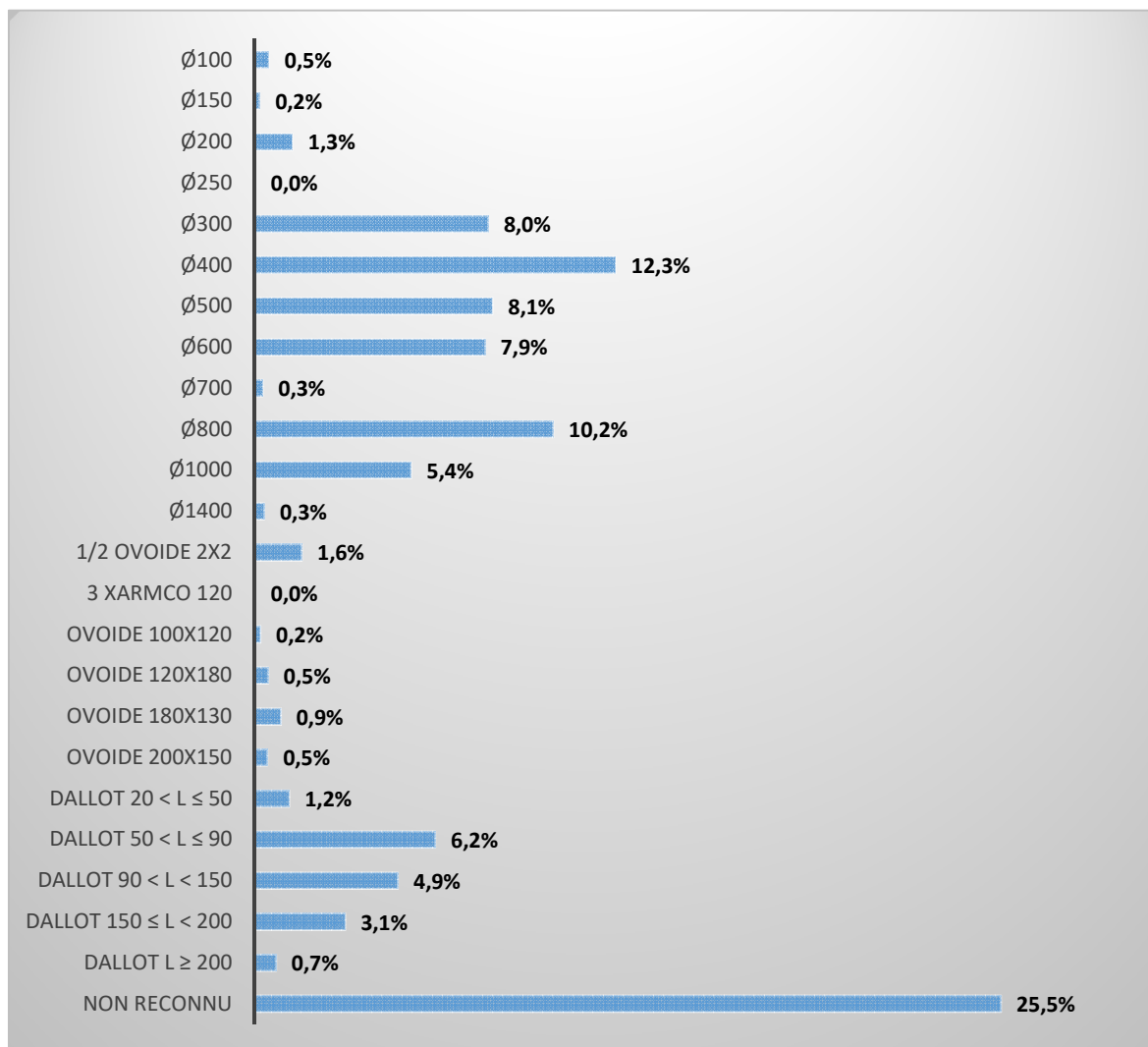


Figure 19: Répartition des dimensions du réseau unitaire

Cas des réseaux pluviaux stricts

Du fait de l'impossibilité d'ouverture de nombreux regards (cf. §2.3.8), les dimensions du réseau pluvial sont encore moins bien connues (près de la moitié du linéaire concerné par un tel cas de figure). En se basant sur l'échantillon pour lesquelles les informations de dimension ont pu être obtenues, on note cependant que la majorité du réseau se présente sous forme de canalisations circulaires dont les dimensions sont comprises entre 300 mm et 1000 mm (plus de 42% des cas).

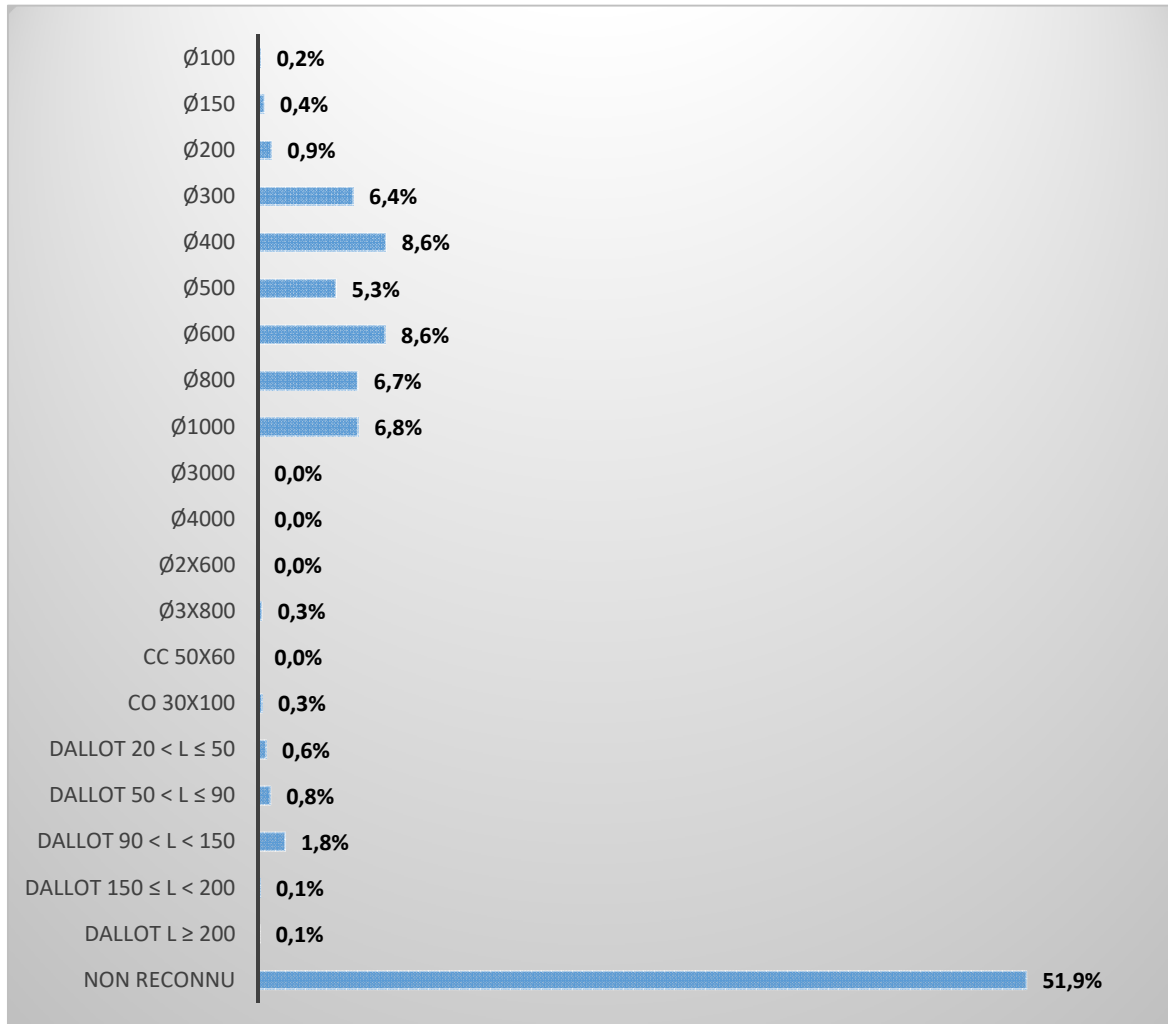


Figure 20: Répartition des dimensions du réseau pluvial

2.3.3.2 Canaux primaires

Du fait d'une accessibilité bien plus simple que pour les réseaux enterrés, l'inventaire du réseau primaire a permis de déterminer en grande majorité les dimensions des canaux.

CARTE DE SYNTHESE

La carte des dimensions du réseau primaire est présentée en Figure 21.

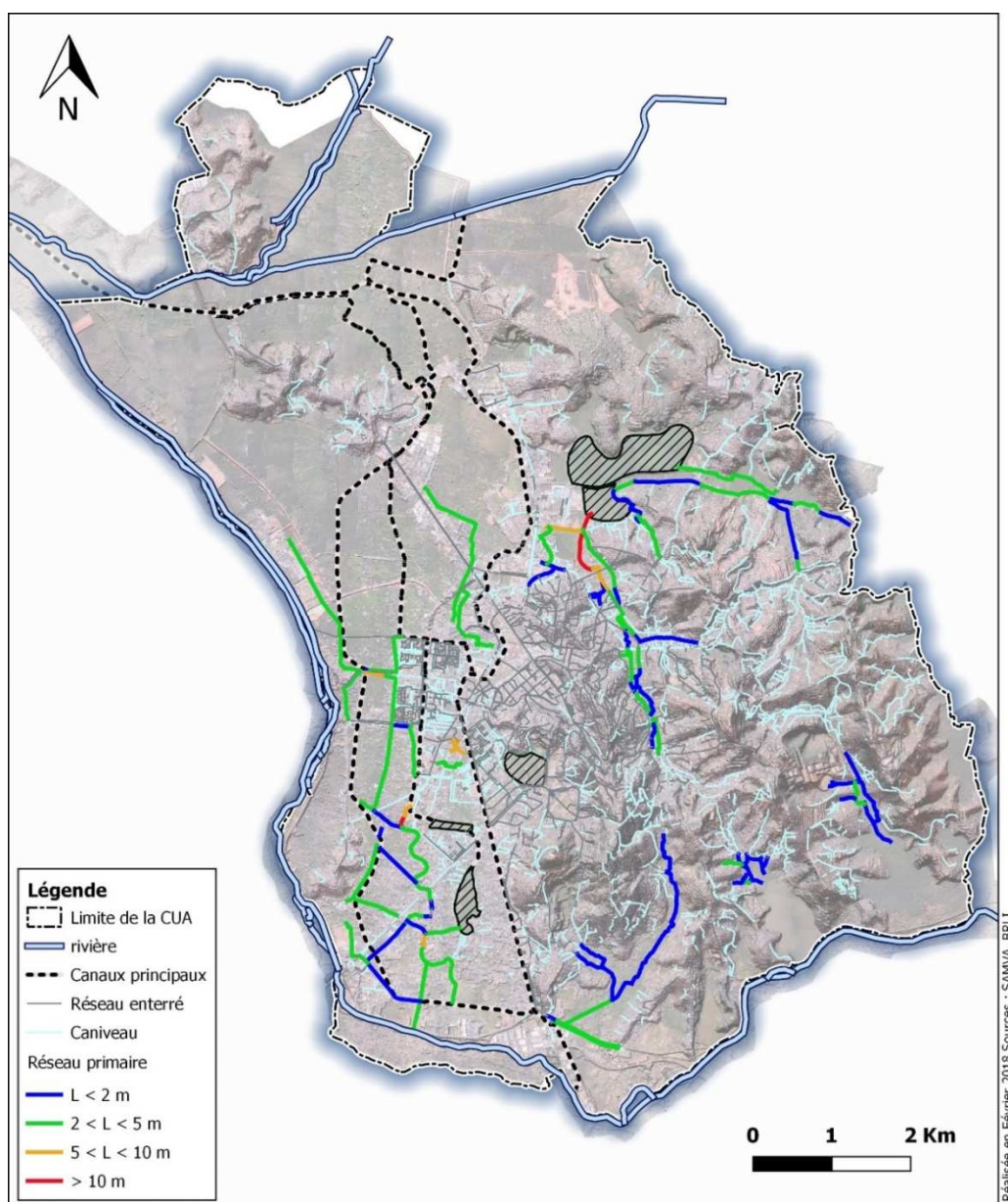


Figure 21: Dimensions des canaux primaires sur le territoire de la CUA

Les canaux de grandes dimensions sont peu nombreux et se concentrent en aval de la vallée de l'est. Au niveau de la plaine sud, les largeurs des canaux sont très variables, même si elles sont en majorité inférieures à 2 m en amont et supérieures à cette valeur en aval. Il en est de même pour la vallée de l'est. Sur les autres secteurs, on les réseaux primaires présentent généralement de petites dimensions.

2.3.3.3 Caniveaux

A l'instar de la reconnaissance du réseau primaire, l'inventaire des caniveaux a permis de bien caractériser l'ensemble du réseau.

CARTE DE SYNTHESE

Une carte des caniveaux avec leurs dimensions est présentée en Figure 22.

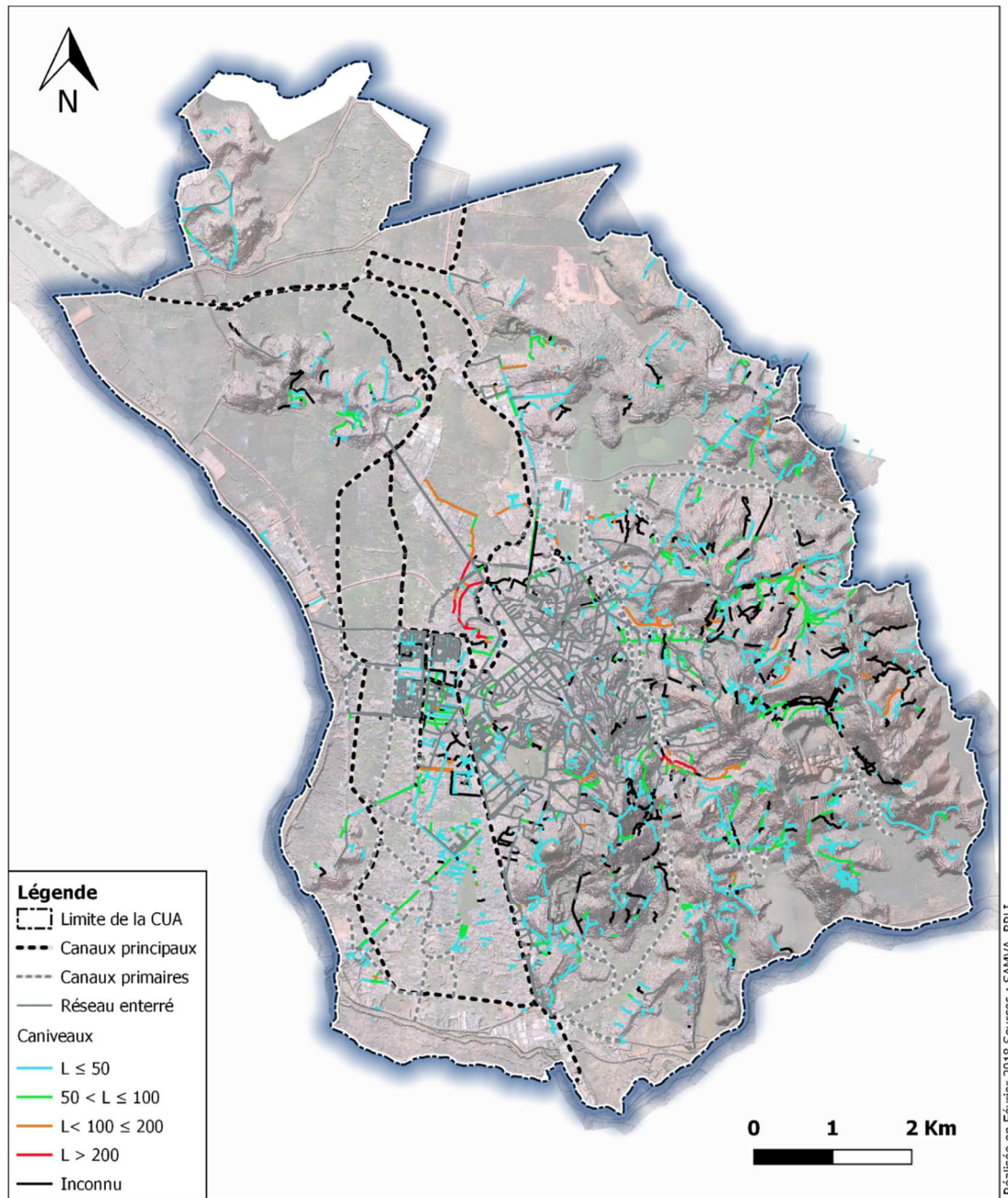


Figure 22: Dimensions des caniveaux sur le territoire de la CUA

DIAGRAMME DE SYNTHESE

La Figure 23, montre que seulement 14% du linéaire possède des dimensions inconnues. La majorité des caniveaux présente une largeur inférieure à 50 cm et une minorité (seulement 10% du réseau) dépasse une largeur de 100 cm.

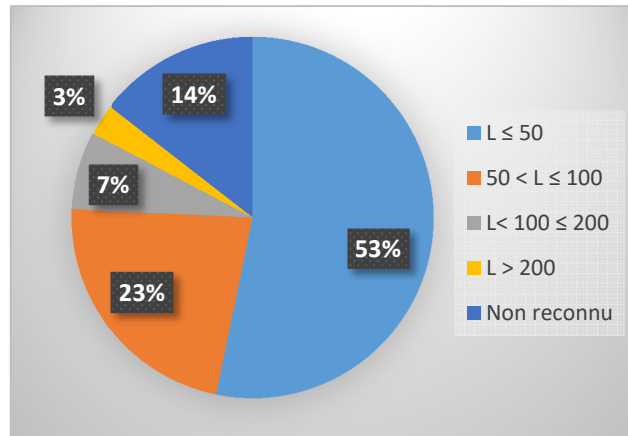


Figure 23: Répartition des dimensions des caniveaux

2.3.4 Bilan des matériaux constitutifs des réseaux

2.3.4.1 Réseau enterré

La figure ci-dessous présente les différents matériaux rencontrés sur le réseau enterré.

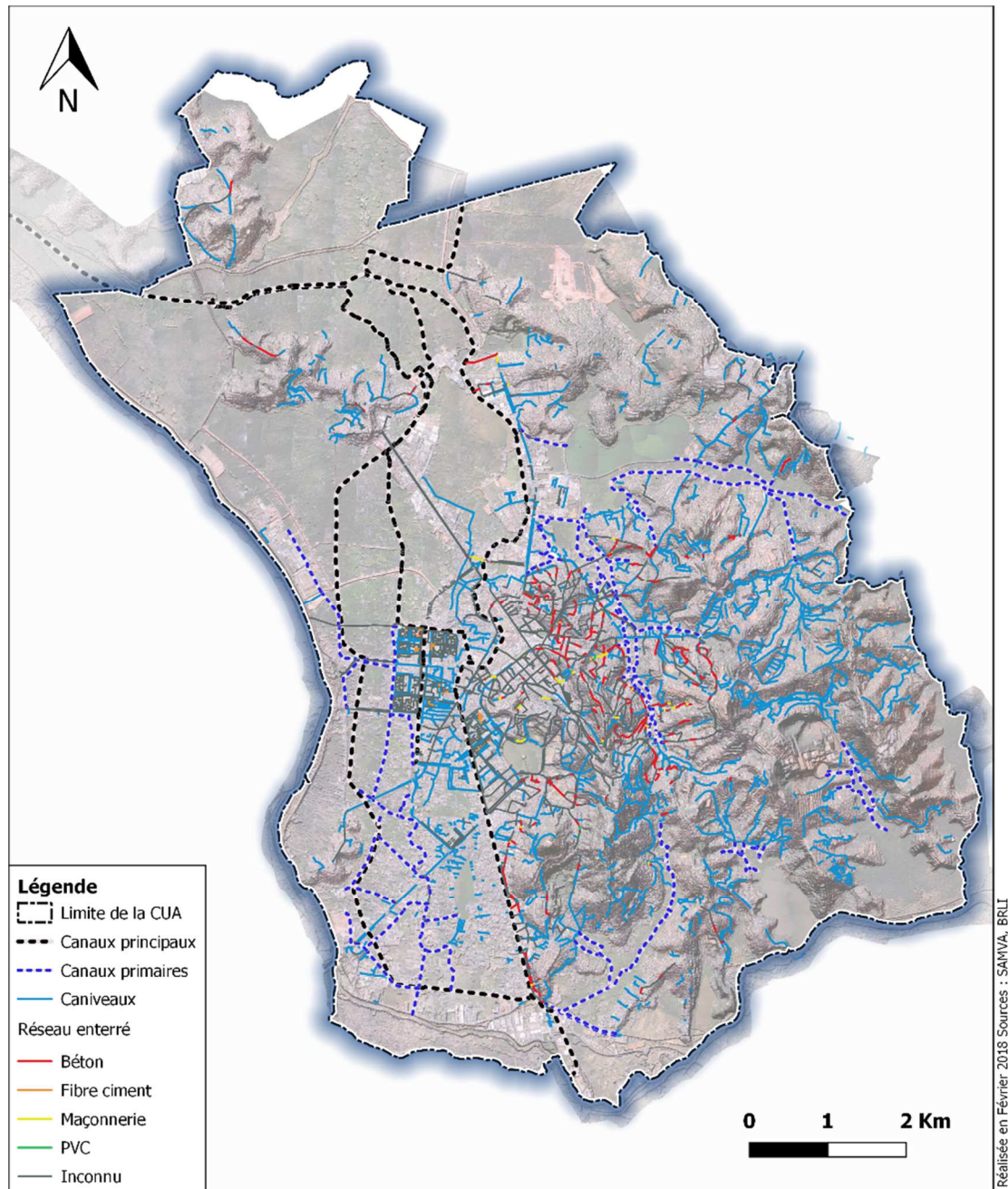


Figure 24: Matériaux du réseau enterré

Les graphiques ci-dessous présentent la répartition des matériaux par type de réseau enterré (séparatif / unitaire / pluvial).

Alors que le réseau séparatif est presque exclusivement (environ 90%) constitué de fibre ciment, les réseaux unitaire et pluvial sont quant à eux fait en majorité de béton (environ 90%).

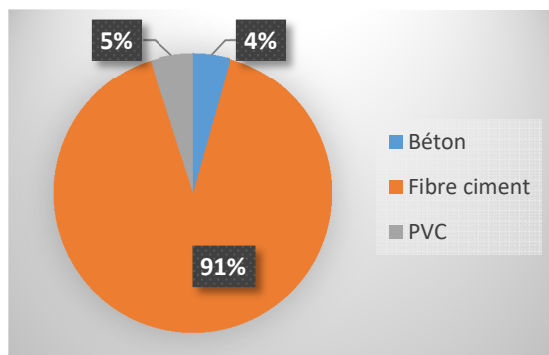


Figure 25 : Répartition des matériaux du réseau séparatif

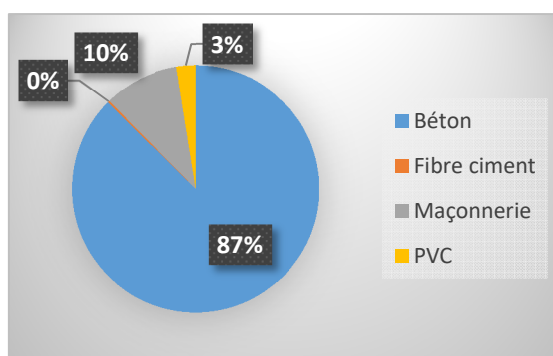


Figure 26 : Répartition des matériaux du réseau unitaire

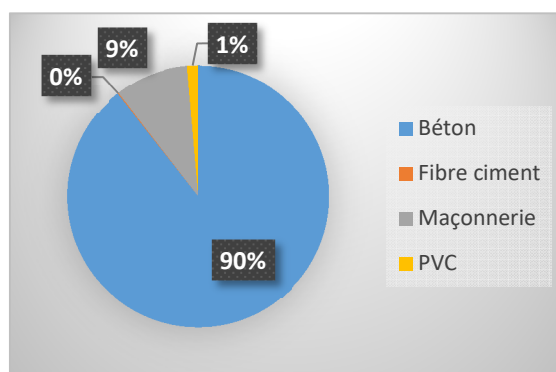


Figure 27 : Répartition des matériaux du réseau pluvial

2.3.4.2 Canaux primaires

La figure ci-dessous présente les différents matériaux rencontrés pour les berges des canaux primaires.

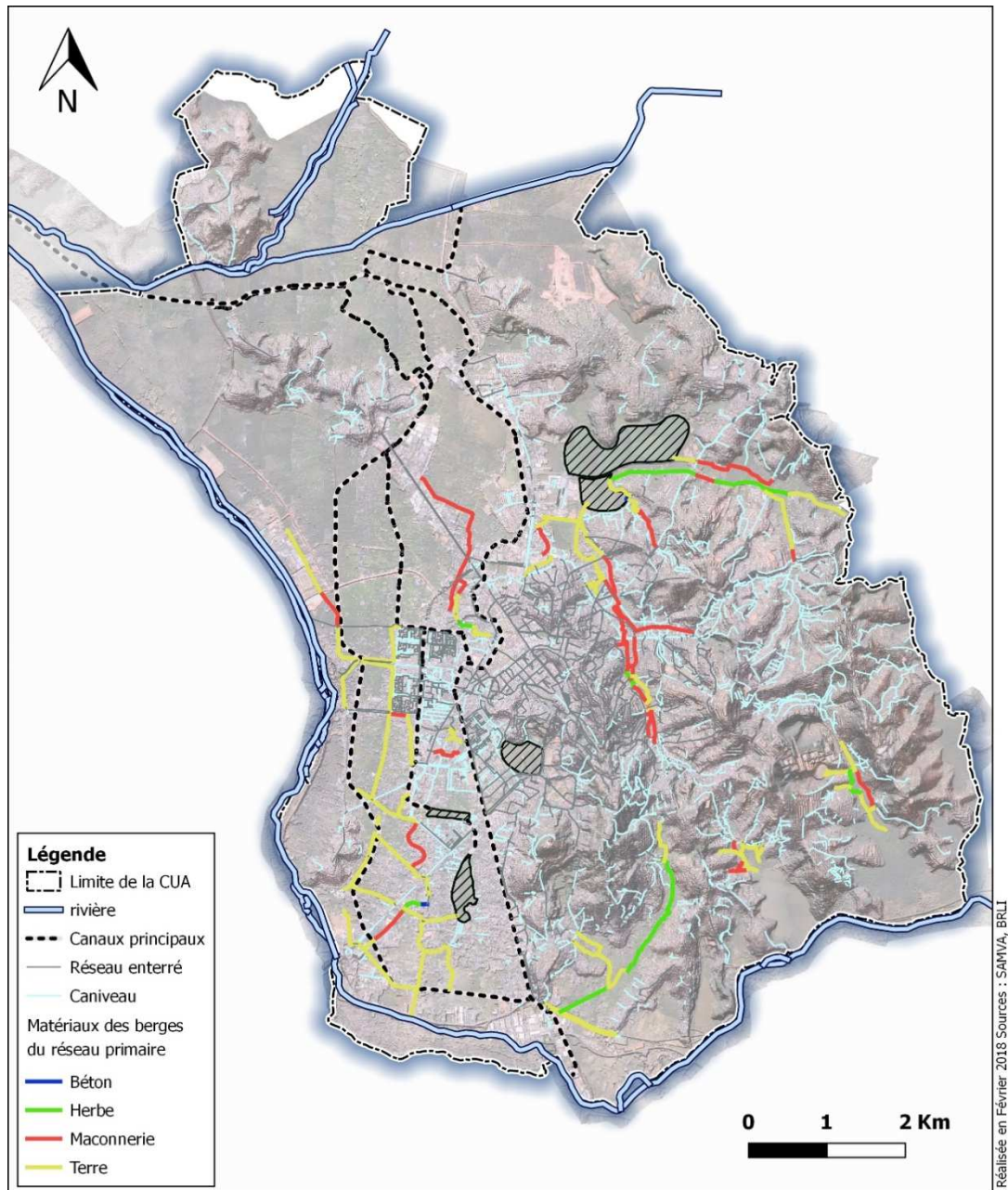


Figure 28: Matériaux constitutifs des berges des réseaux primaires

Les berges des canaux primaires sont majoritairement en terre dans la plaine sud et en maçonnerie dans la vallée de l'est, bien que des tronçons peuvent localement présenter des matériaux différents. Dans les parties agricoles des bassins sud, sud-est et du marais Masay, les berges sont enherbées ou en terre.

2.3.4.3 Caniveaux

La figure ci-dessous présente les différents matériaux rencontrés au niveau des caniveaux.

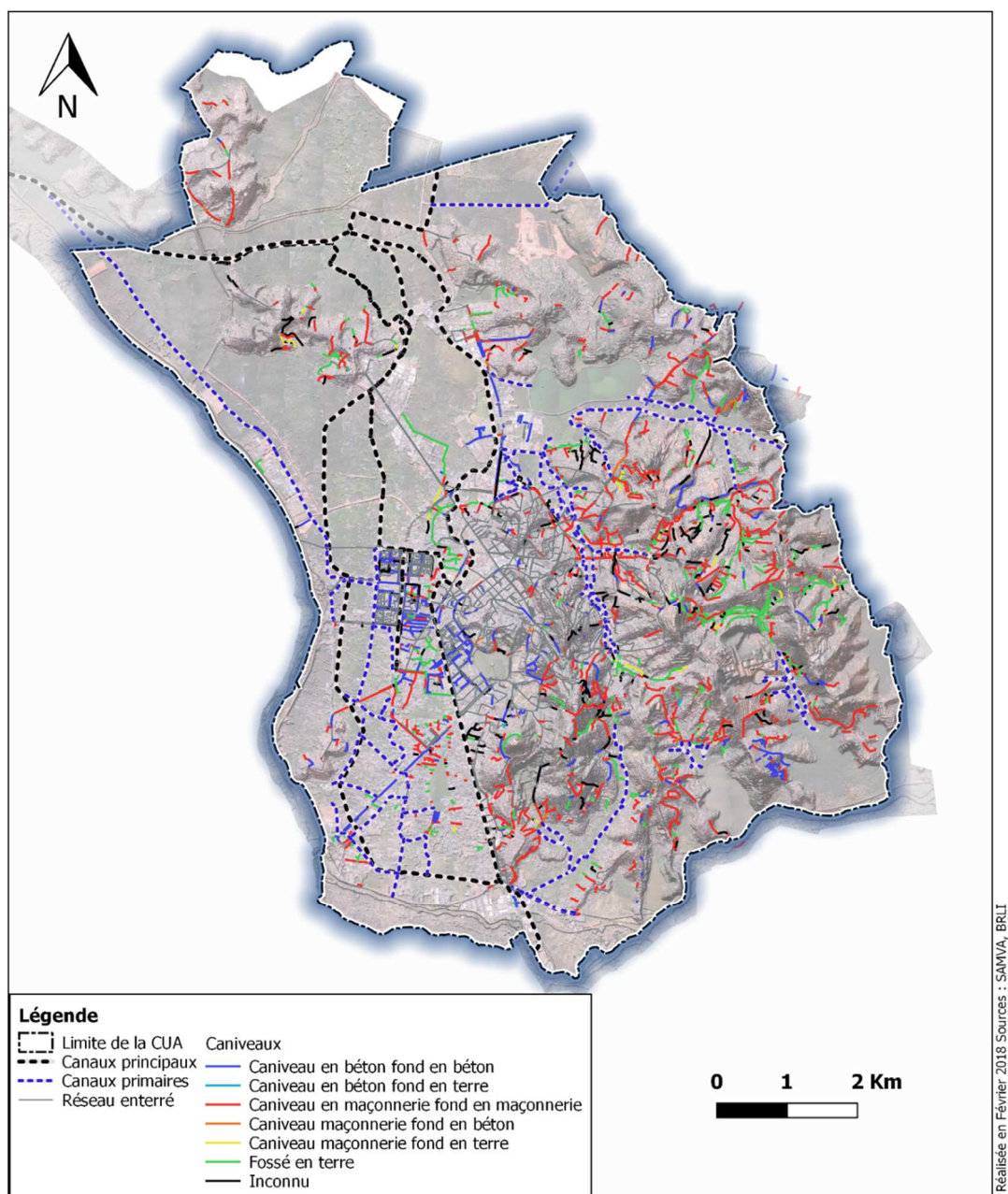


Figure 29: Matériaux des caniveaux

D'après le graphique suivant, on constate que la plus grande partie des caniveaux sont en maçonnerie fond en maçonnerie avec 43% du linéaire de caniveaux. Les fossés en terre et caniveaux en béton fond en béton représentent une part moins importante (respectivement 19% et 21%).

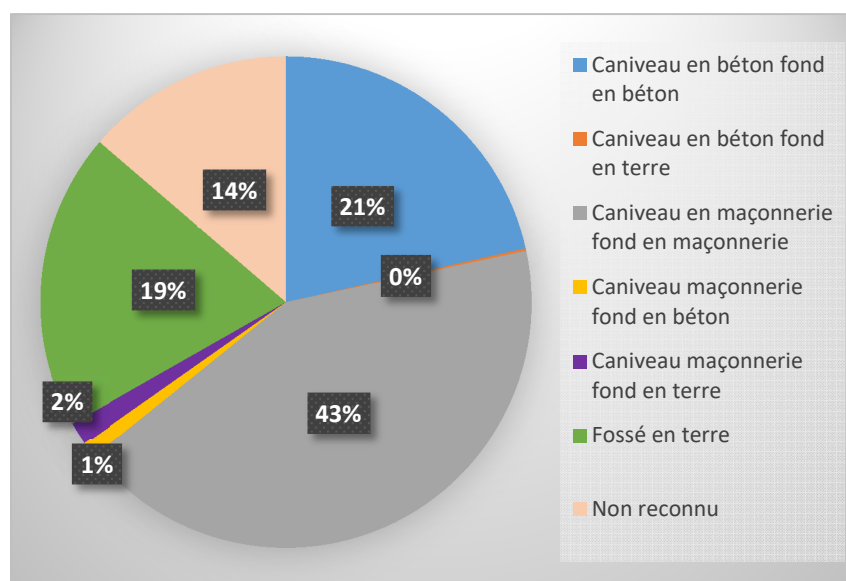


Figure 30: Répartition des matériaux des caniveaux

2.3.5 Pente du réseau

2.3.5.1 Réseau enterré

Concernant le réseau enterré, la plupart des pentes ne sont pas connues. En effet, les pentes sont calculées à partir des cotes radiers des regards amont et aval mesurées sur le terrain, ce qui suppose donc d'avoir pu ouvrir lesdits regards et observer les canalisations.

CARTE DE SYNTHESE

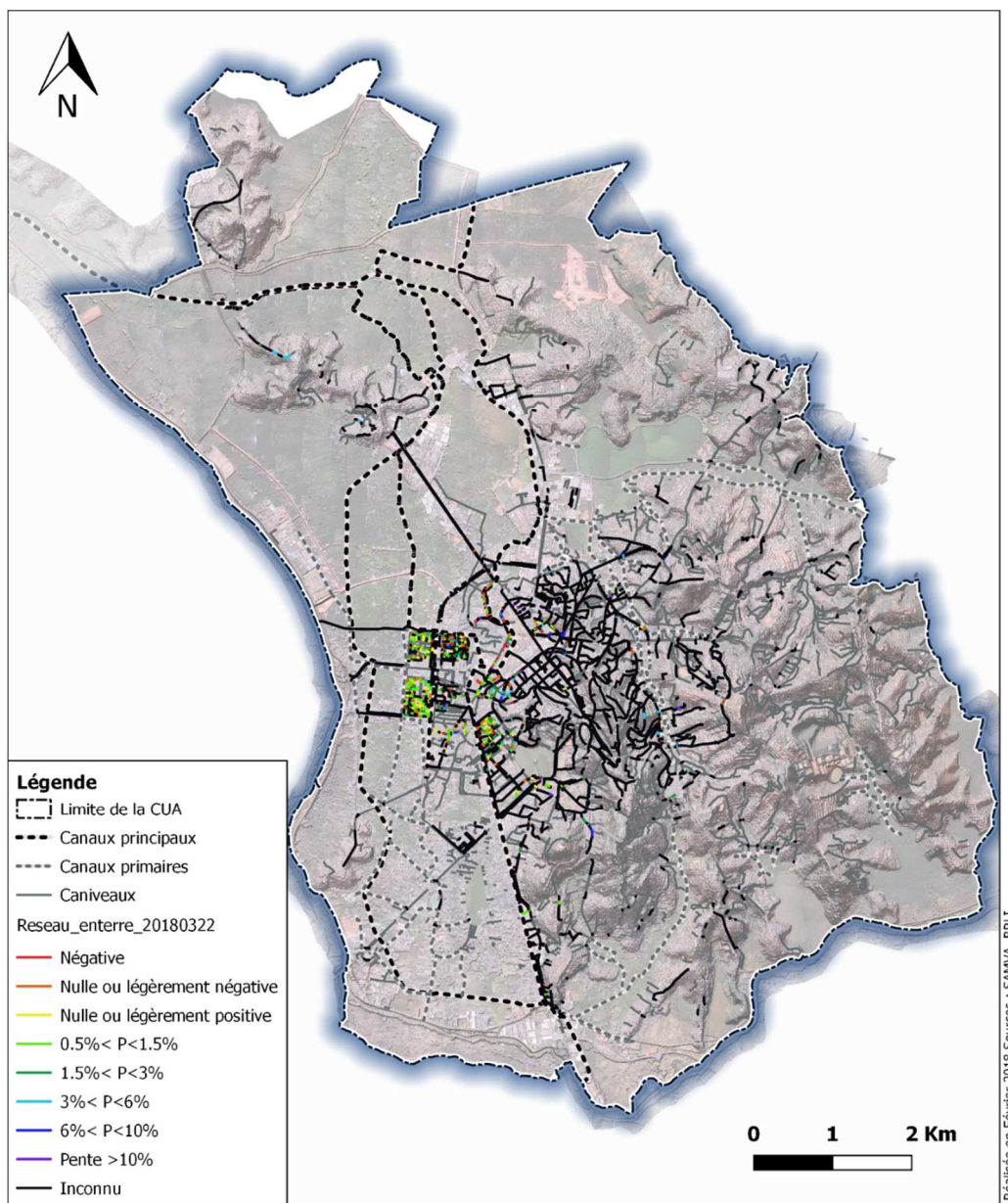


Figure 31: Pente du réseau enterré

TABLEAUX DE SYNTHÈSE

Seuls 13% du linéaire du réseau ont pu être caractérisés en termes de pente. Parmi ces 13% , 8% se trouvent en réseau séparatif, 4% en réseau unitaire et 1% en réseau pluvial.

D'après la répartition des pentes classées par type de réseau, on constate qu'au niveau du réseau séparatif, 84% des canalisations possèdent une pente inférieure à 2%. Ces pentes faibles s'expliquent facilement par la topographie du terrain naturel, principalement plat sur les secteurs disposant de réseaux séparatifs.

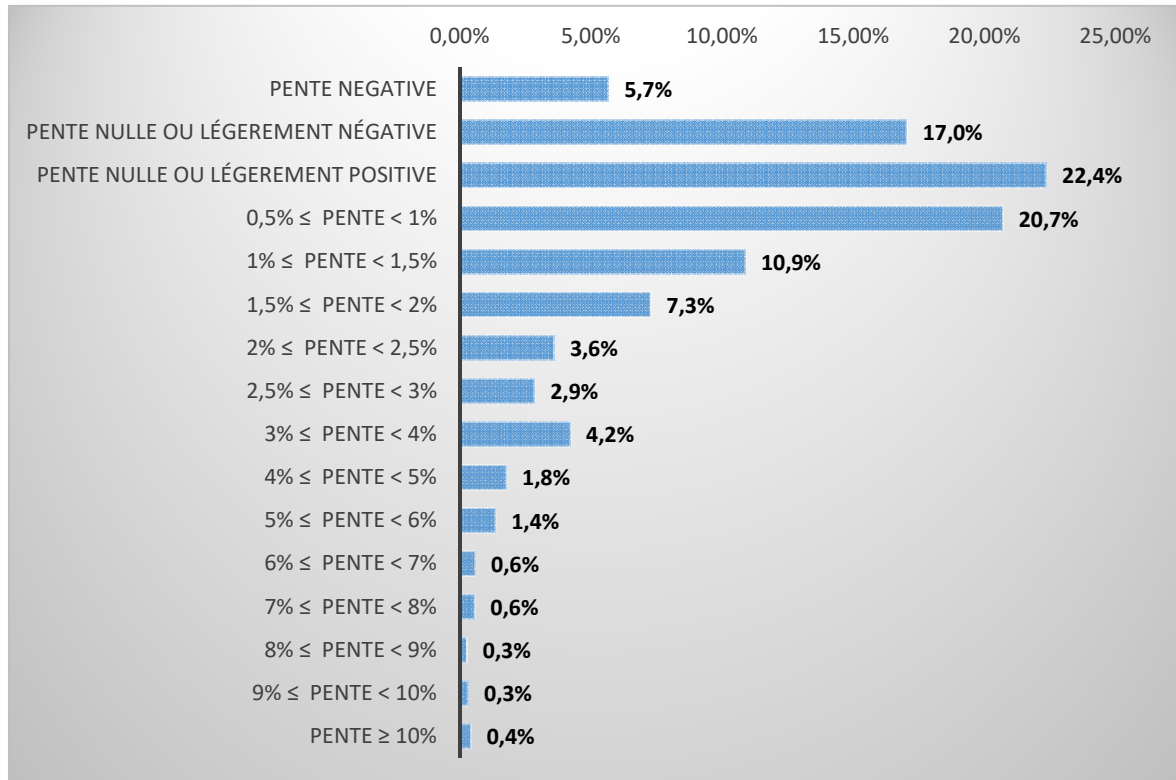


Figure 32: Répartition des pentes connues sur le réseau séparatif

En réseaux unitaire et pluvial, les pentes sont aussi majoritairement faibles, avec cependant une petite partie du linéaire en pente forte.

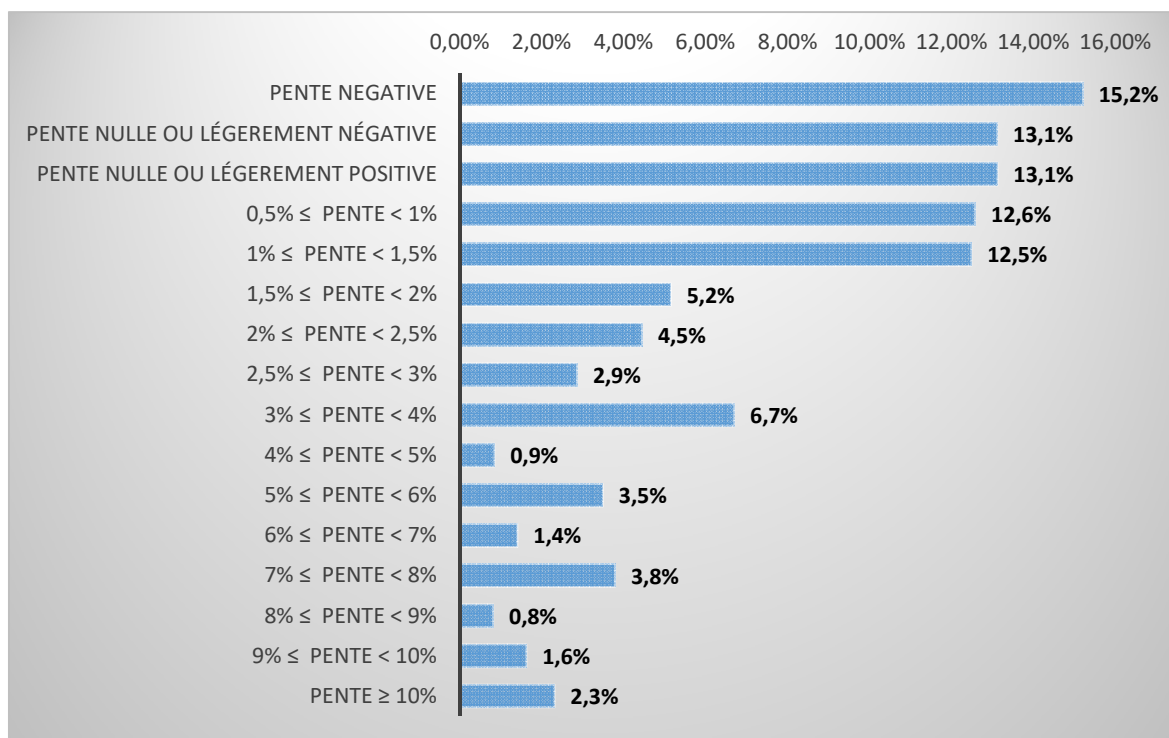


Figure 33: Répartition des pentes connues sur le réseau unitaire

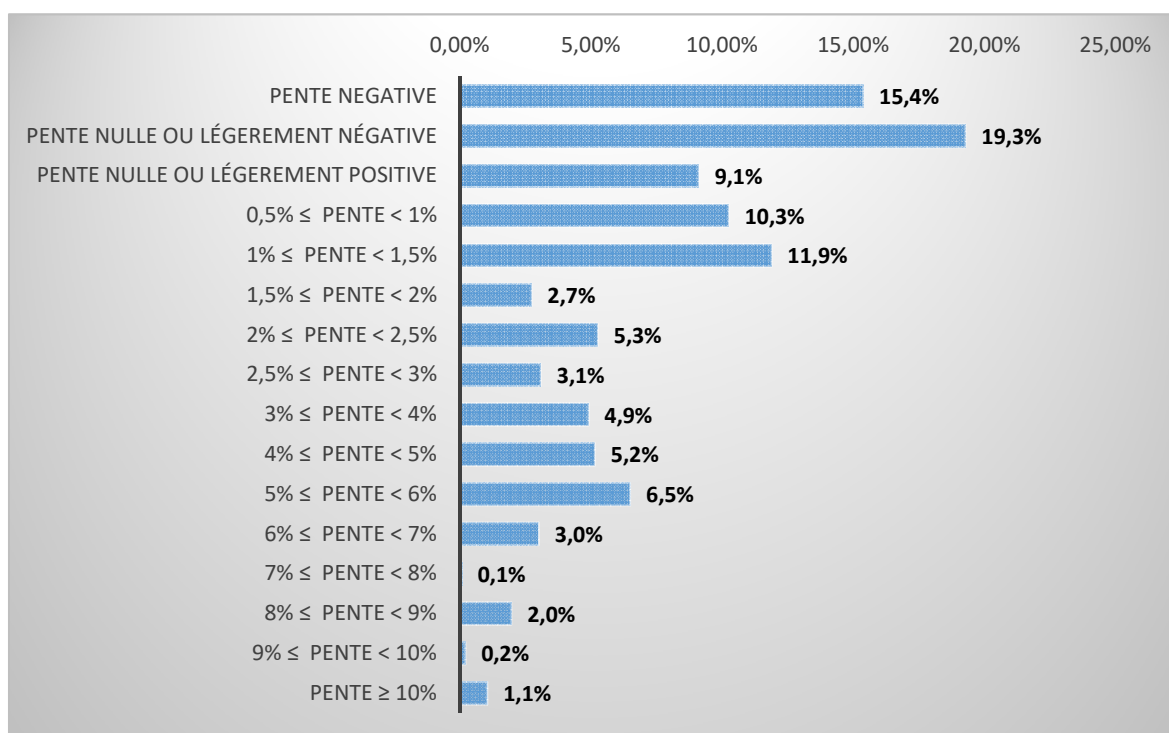


Figure 34: Répartition des pentes connues sur le réseau pluvial

2.3.5.2 Caniveaux

Concernant les caniveaux, la quasi-totalité des pentes sont connues car directement liées à celle du terrain naturel. Elles ne sont pas connues pour seulement 7% du linéaire.

CARTE DE SYNTHESE

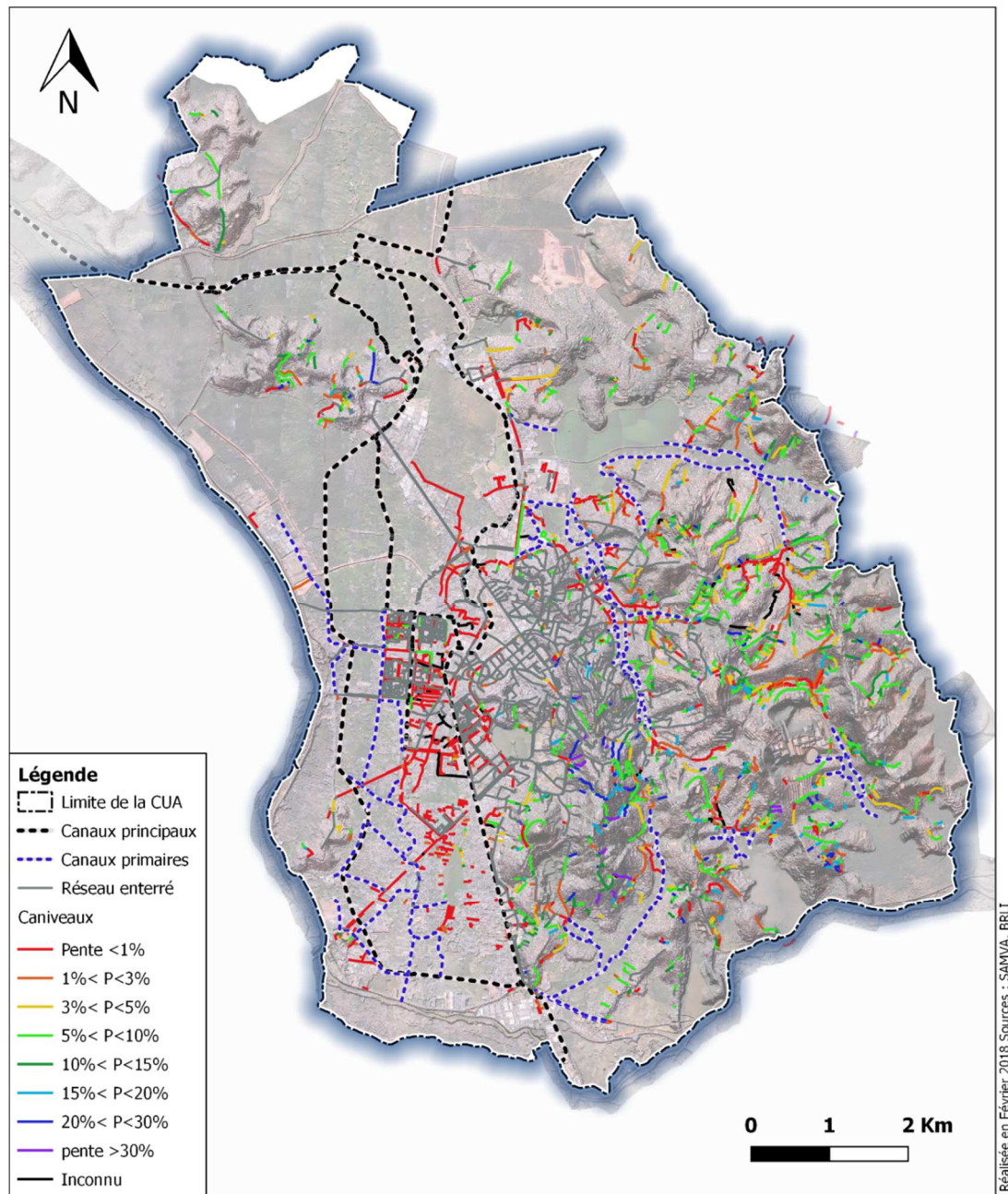


Figure 35: Pente des caniveaux

TABEAU DE SYNTHESE

La figure ci-dessous fournit une synthèse de la répartition du linéaire des caniveaux par classe de pente. On y voit que les pentes comprises entre 0% et 1% représentent la majorité du réseau avec 33% du linéaire

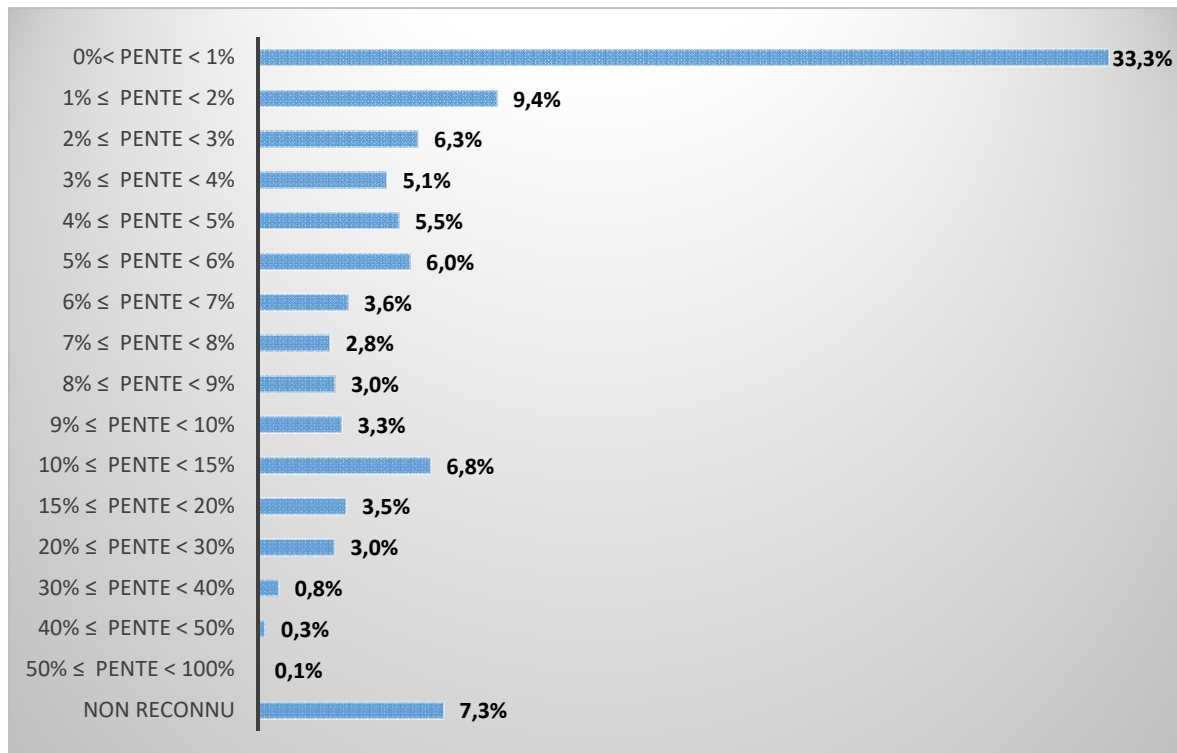


Figure 36: Répartition du linéaire des caniveaux par classe de pente

2.3.6 Profondeur des réseaux

Il a été possible d'identifier la profondeur des réseaux enterrés sur 47% du linéaire total desdits réseaux.

CARTE DE SYNTHESE

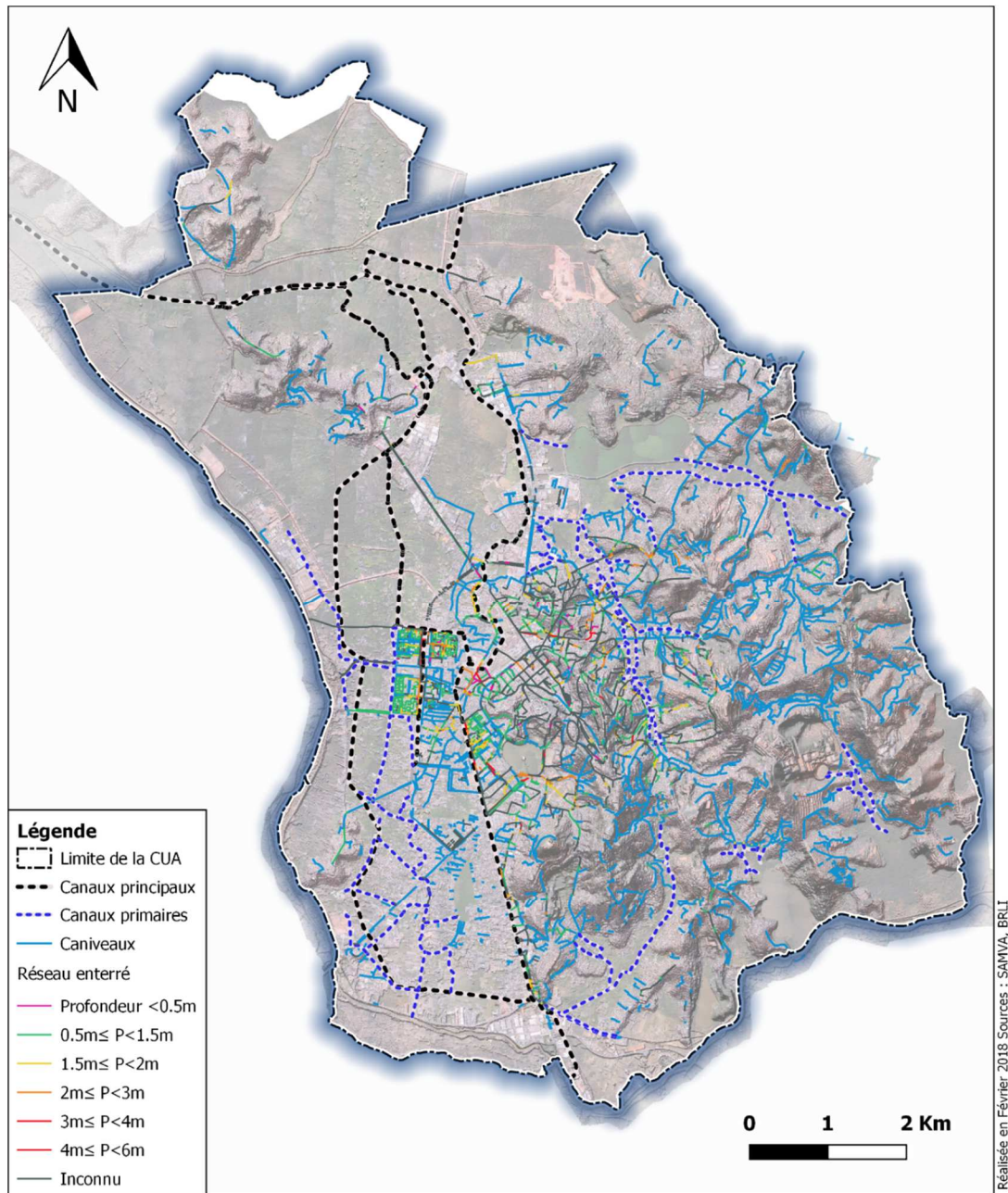


Figure 37: Profondeur du réseau enterré du territoire de la CUA

TABLEAUX DE SYNTHESE

La répartition de la profondeur pour le réseau séparatif, unitaire et pluvial est globalement la même. 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.

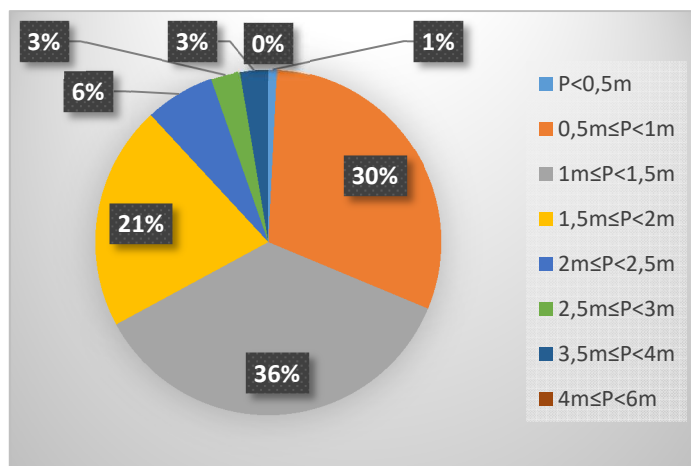


Figure 38: Répartition du niveau de profondeur du réseau séparatif

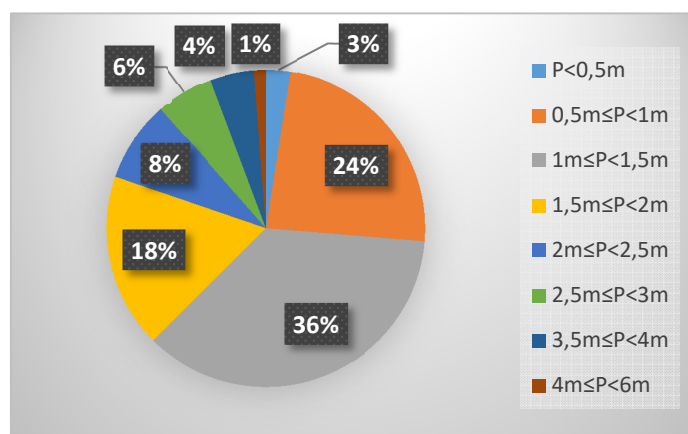


Figure 39: Répartition du niveau de profondeur du réseau unitaire

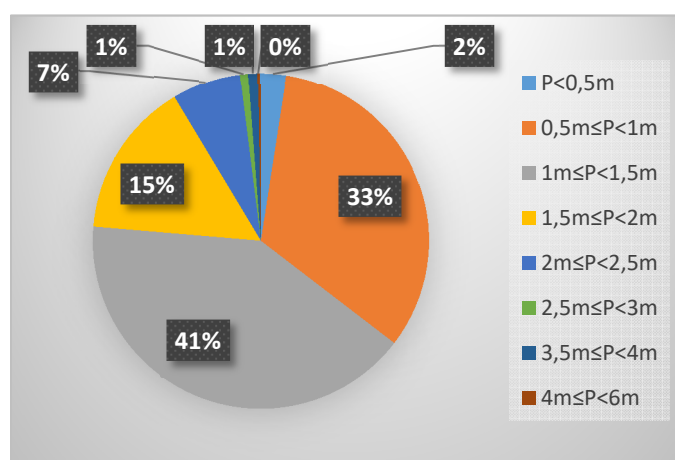


Figure 40: répartition du niveau de profondeur du réseau pluvial

2.3.7 Type de tampon présent sur les regards

Les reconnaissances de terrain ont aussi permis d'inventorier les différents types de tampon au niveau des regards.

On constate que le réseau séparatif situé au niveau de 67Ha est plutôt doté de tampons en fonte alors que le reste du réseau est majoritairement doté de tampons en béton.

En effet, les tampons en béton représente 50% des tampons totaux, soit un tampon sur deux en béton. Il existe aussi une forte proportion à hauteur de 23% de tampons avaloir, présent un peu partout sur le réseau. Uniquement 2% des tampons n'ont pas pu être identifiés. Enfin, il existe tout de même 8% des regards qui ne possèdent aucun tampon, entraînant des risques aussi bien humains que pour le réseau.

La carte ci-dessous permet de localiser les différents types de tampon sur le territoire alors que le diagramme présenté en Figure 42 fournit quant à lui les détails de la répartition de ces différents types de tampon.

CARTE DE SYNTHESE

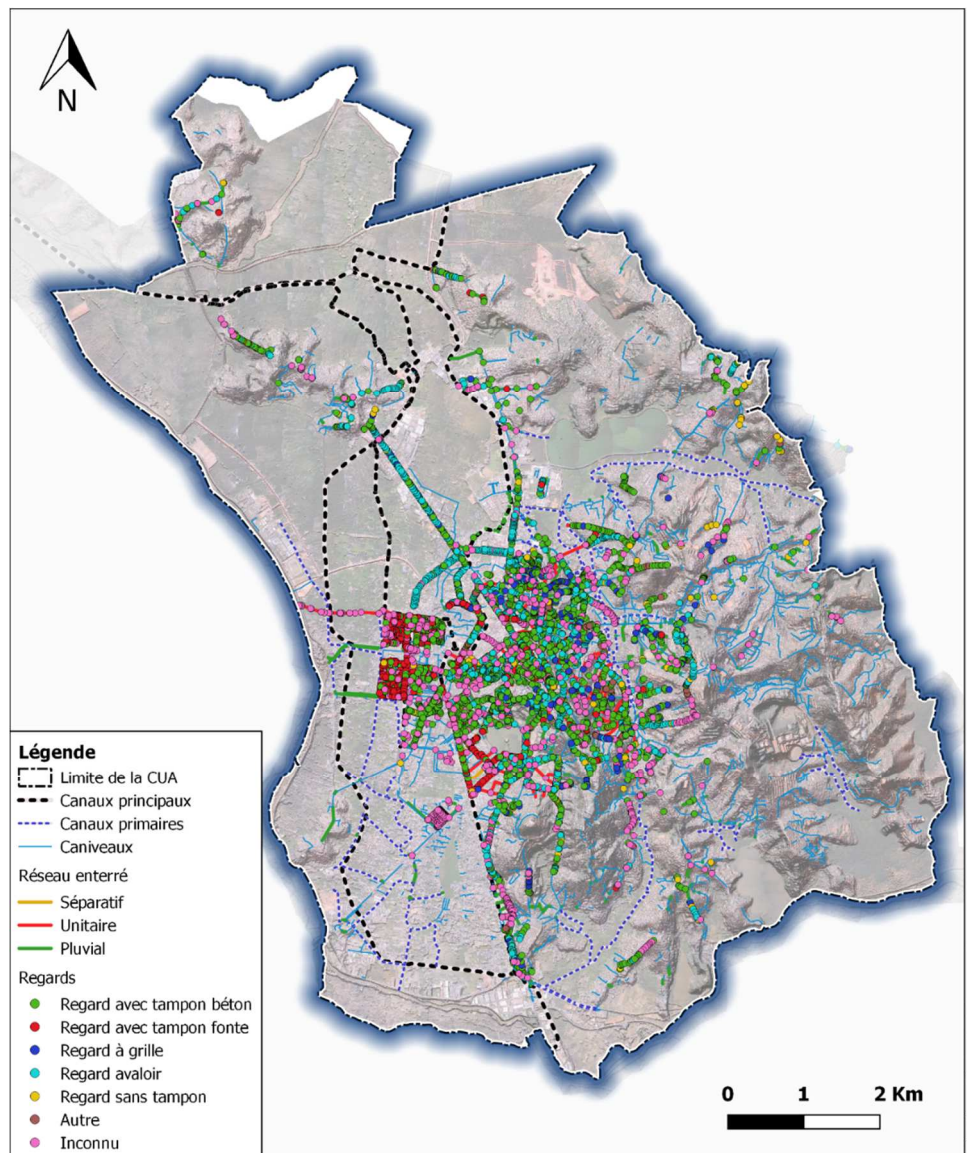


Figure 41: Les types de tampons sur le territoire de la CUA

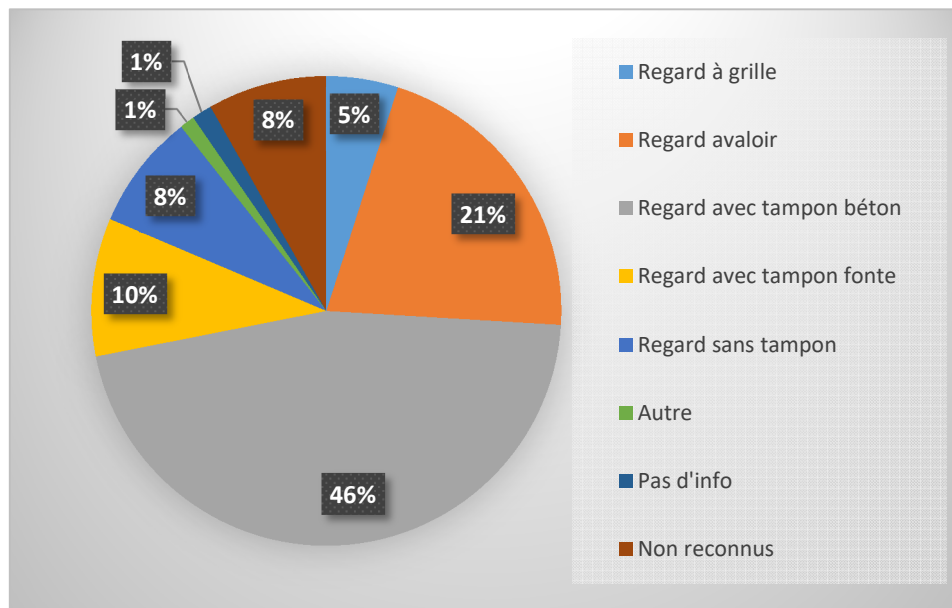
DIAGRAMME DE SYNTHESE

Figure 42: Répartition des types de tampons présents sur le territoire de la CUA

2.3.8 Accessibilité et visitabilité des regards

Lors des reconnaissances terrain, une grande partie des regards n'ont malheureusement pas pu être ouverts comme l'indique la figure ci-dessous. En effet, seulement, 35% ont pu être ouverts et nous fournir des informations sur l'état et les caractéristiques du réseau.

CARTE DE SYNTHESE

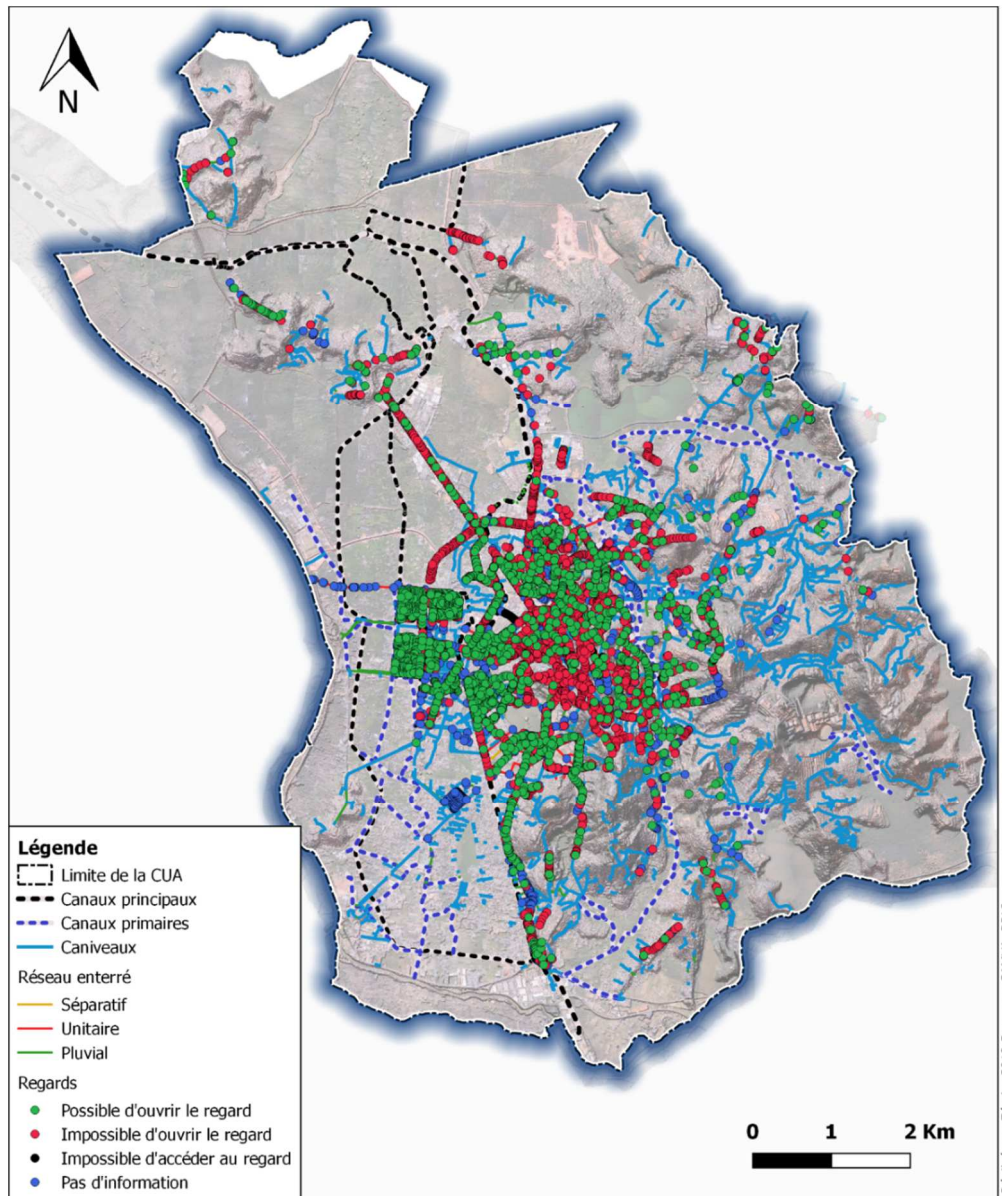


Figure 43: Accessibilité des regards sur le territoire de la CUA

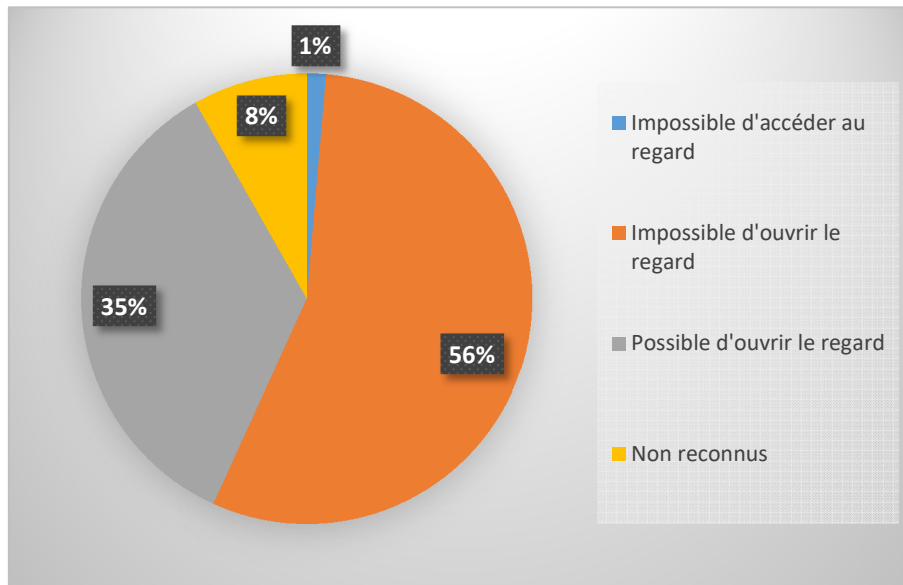
DIAGRAMME DE SYNTHESE

Figure 44: Répartition statistique de l'accessibilité des regards

2.4 BILAN DES DESORDRES OBSERVES ET PROBLEMES IDENTIFIES

2.4.1 Désordres observés

Sont successivement appréhendés dans ce chapitre les désordres relatifs :

- Au niveau d'écoulement constaté au niveau de chaque regard
- À des défauts d'étanchéité des regards
- À des défauts observés au niveau des tampons surmontant les regards
- À des défauts associés à une obstruction des regards
- À des défauts structurels de génie-civil relevés au niveau des regards
- À la présence d'eaux usées dans les caniveaux
- Au niveau d'obstruction constaté sur les caniveaux
- À l'origine de l'encombrement relevé sur les caniveaux
- Aux différents types de désordres recensés sur les caniveaux

Chaque type de désordre fait l'objet :

- D'une carte de synthèse permettant de localiser les secteurs concernés et les éventuelles disparité de répartition spatiale
- D'un tableau de synthèse présentant la distribution statistique des différentes réponses possibles pour chaque désordre relevé sur le terrain

2.4.1.1 Écoulement dans les regards

Le critère « écoulement dans les regards » peut permettre d'identifier un premier désordre en fonction de si celui-ci est en charge ou non. En effet, lors de l'inventaire patrimonial, les regards ouverts permettent de nous donner l'information sur l'écoulement du réseau en ce point. Il est constaté dans la figure ci-dessous que la majorité des regards ouverts étaient en charge ou partiellement en charge.

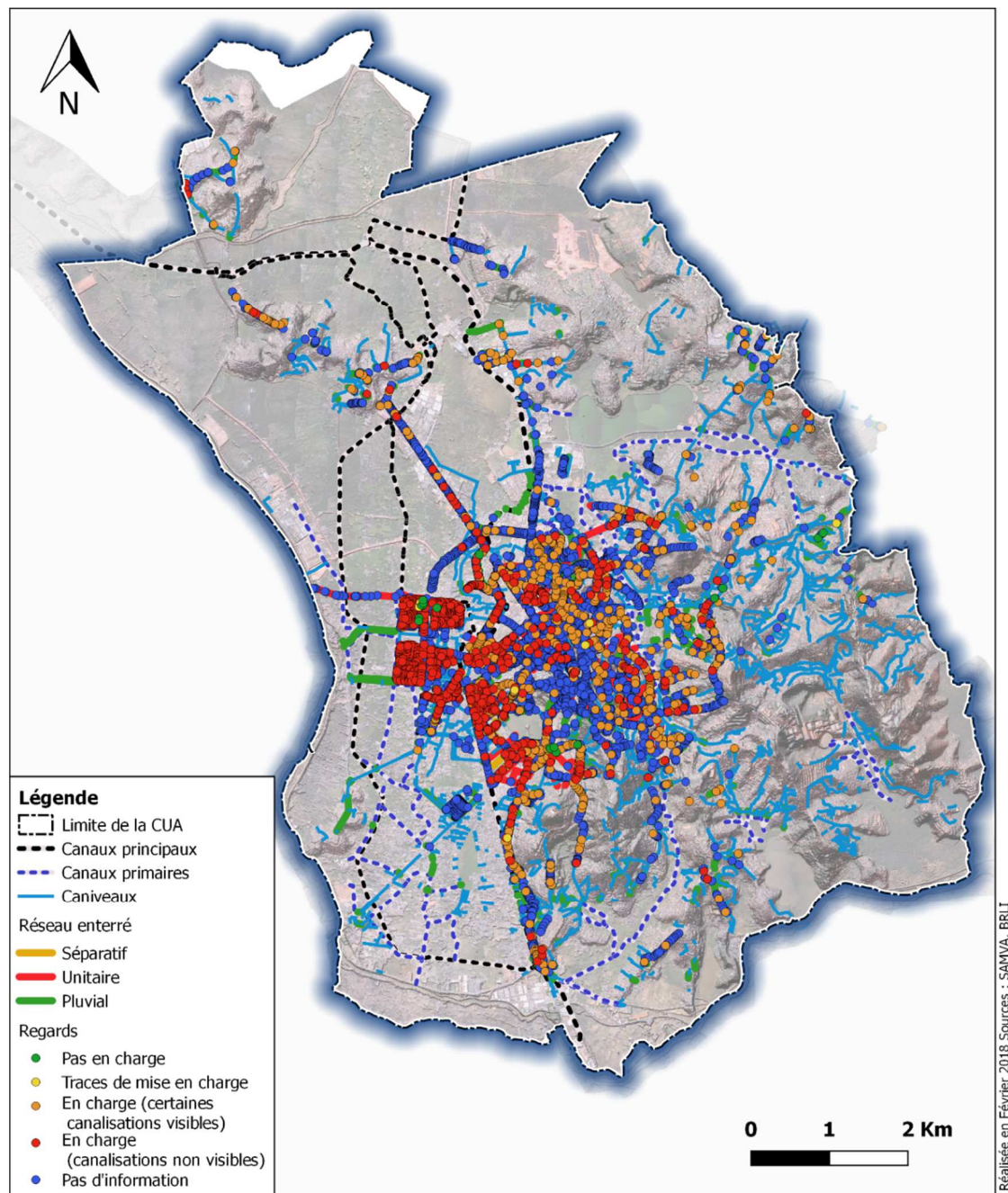
CARTE DE SYNTHESE

Figure 45: Ecoulement du réseau enterré

DIAGRAMME DE SYNTHESE

La figure ci-dessous montre que 49% des regards qui ont pu être inspectés étaient totalement en charge, 50% étaient partiellement en charge et seulement 1% n'étaient pas en charge.

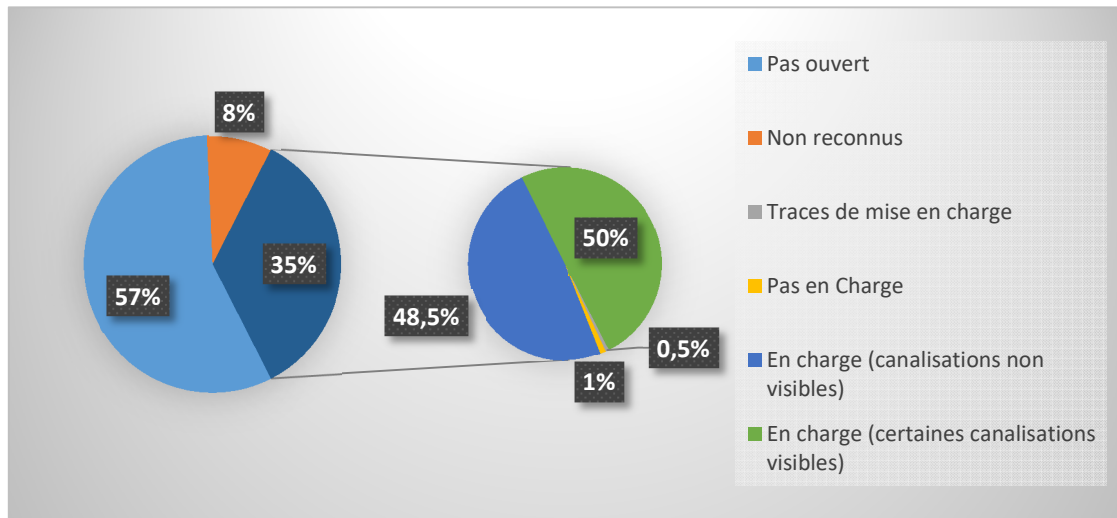


Figure 46: Répartition statistique du type d'écoulement au niveau des regards ouverts



Figure 47 Exemple de regard en charge aux 67Ha

2.4.1.2 Ecoulement au niveau des exutoires

La carte ci-après dresse le bilan des reconnaissances effectuées sur les exutoires du réseau secondaire dans le réseau primaire ou dans le réseau principal.

On constate que le niveau de charge imposé par le canal principal ou primaire au niveau duquel se situe l'exutoire est très variable. Les exutoires dans le canal C3 ne présentent pas de mise en charge. A l'inverse les exutoires en amont du canal Andriantany sont en charge globalement à plus de 50%, et même en majorité à plus de 70%. Sur la partie aval de ce même canal, les exutoires sont pour la plupart moyennement en charge.

Dans la vallée de l'est, les niveaux de charge des exutoires sont globalement faibles, même si on constate des exutoires très en charge, surtout dans la partie aval. Enfin, au nord du marais Masay, les exutoires présentent une forte mise en charge.

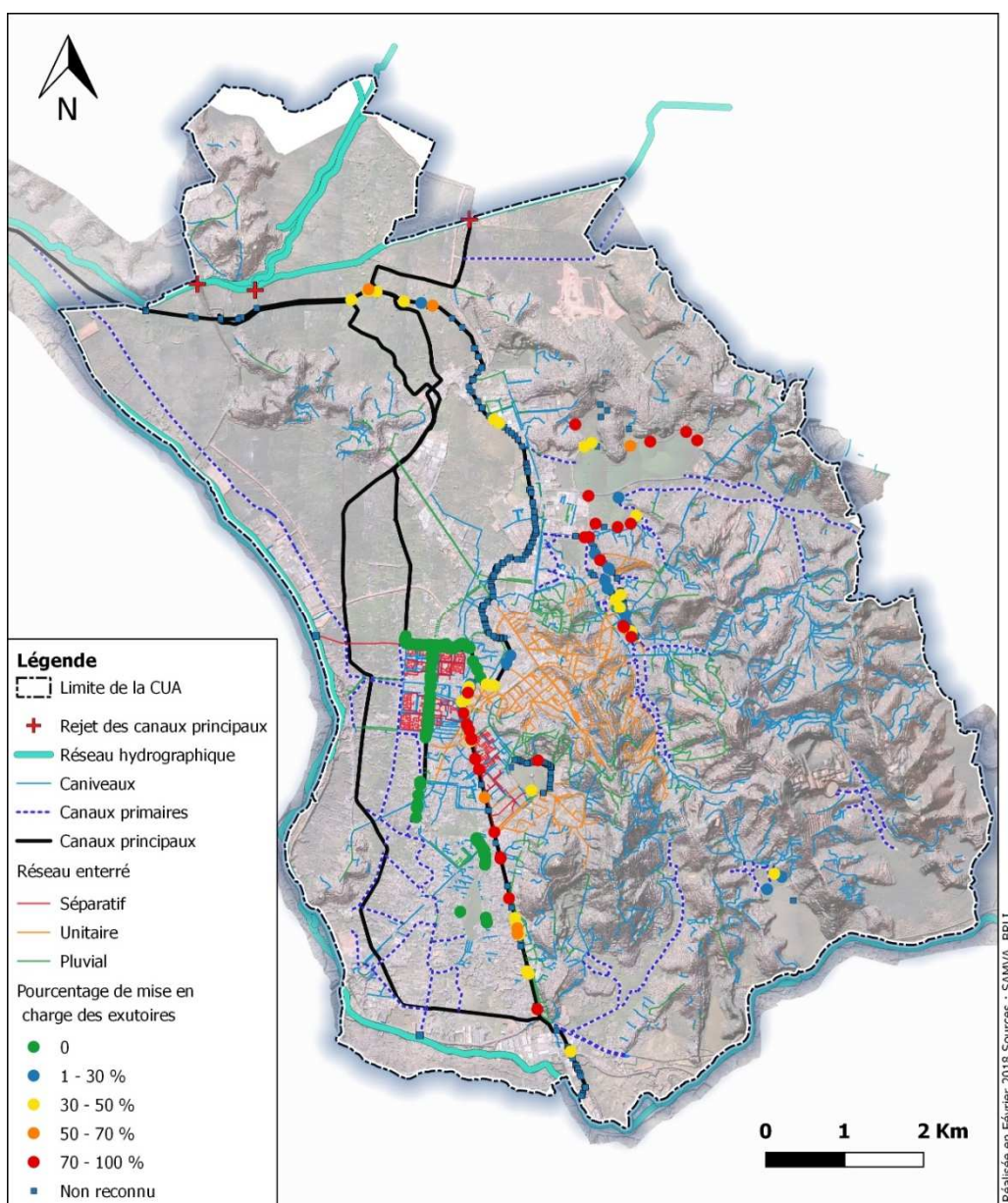


Figure 48: Niveau de charge des exutoires du réseau secondaire

2.4.1.3 Défauts constatés au niveau des regards

2.4.1.3.1 Défaut d'étanchéité

Lors de la reconnaissance de terrain, plusieurs défauts d'étanchéité ont été rapportés : cassures, infiltrations, présence de racines, etc. Certains regards cumulaient parfois plusieurs défauts d'étanchéité.

CARTE DE SYNTHESE

La carte ci-après met en évidence les regards pour lesquels un problème d'étanchéité a été constaté lors des visites.

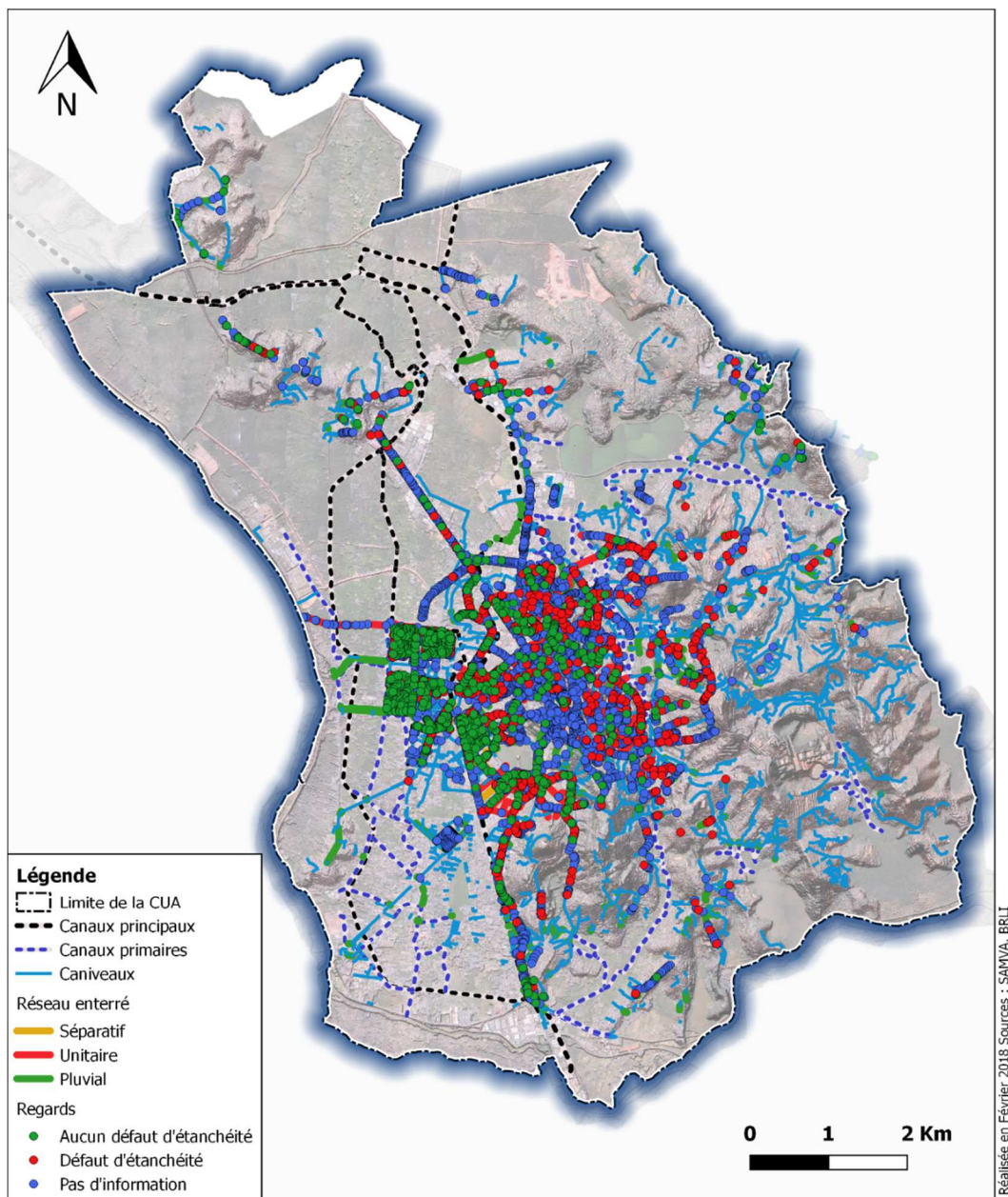


Figure 49: Défaut d'étanchéité au niveau des regards

DIAGRAMME DE SYNTHESE

La figure suivante présente quant à elle la répartition statistique des défauts d'étanchéité rencontrés. On constate qu'il y a quasiment autant de regards sans défauts d'étanchéité que de regards présentant des cassures. Les cas d'infiltrations et/ou présence de racines sont sensiblement moins nombreux en proportion.

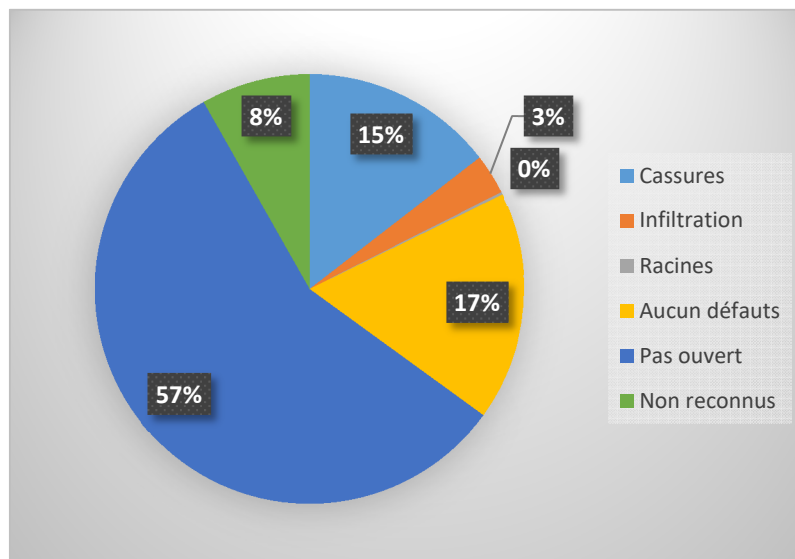


Figure 50: Répartition des défauts d'étanchéités

2.4.1.3.2 Défauts constatés au niveau des tampons

Les défauts sur les tampons représentent tous les problèmes liés au tampon lui-même : ces défauts peuvent prendre la forme

- D'une absence de tampon
- De la présence d'un tampon scellé
- De la présence d'un tampon bien fissuré.

CARTE DE SYNTHESE

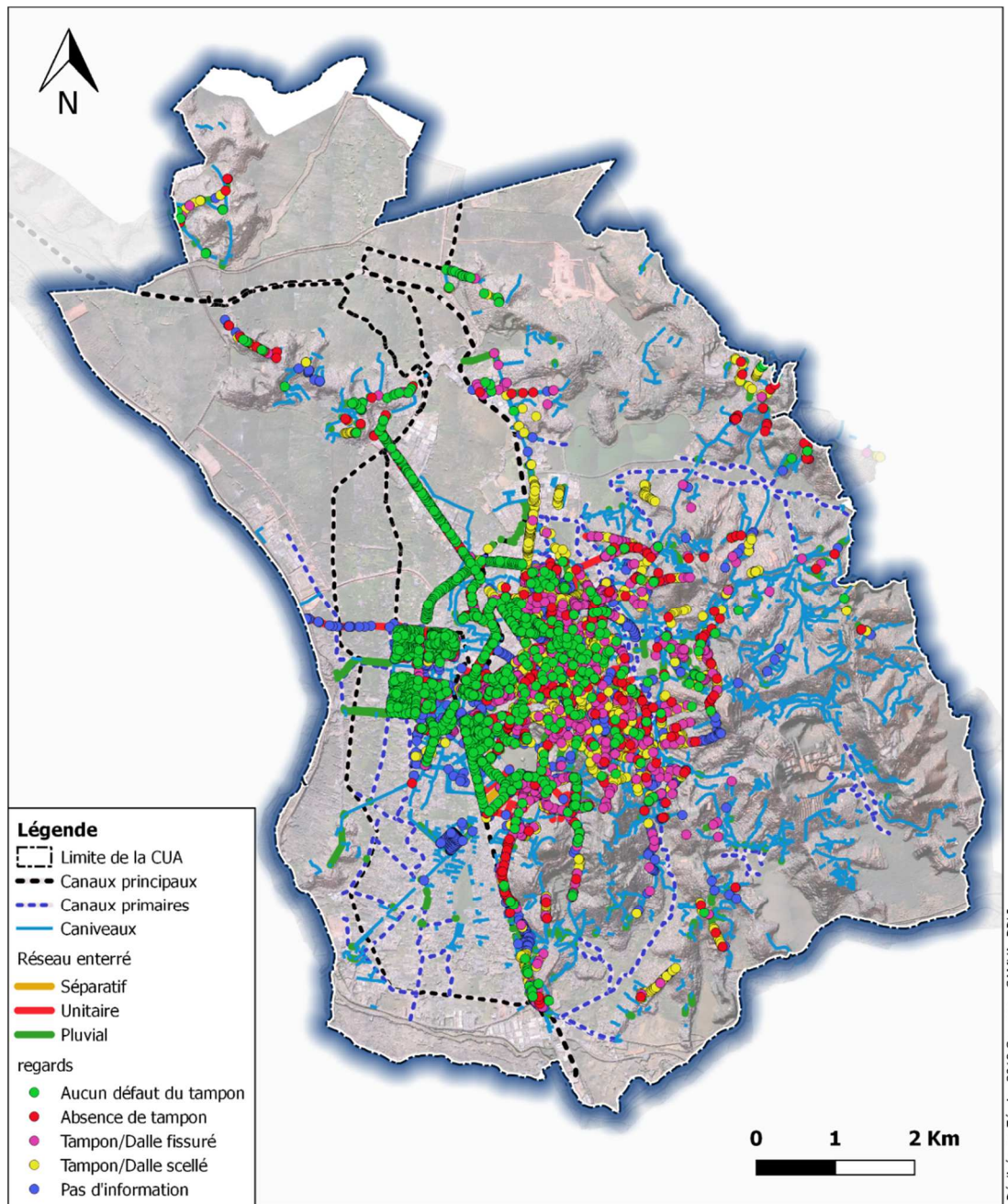


Figure 51: Défauts des tampons sur le territoire de la CUA

DIAGRAMME DE SYNTHESE

La figure suivante permet de mettre en évidence la fréquence des différents défauts rencontrés. Il apparaît ainsi que les tampons fissurés ou scellés sont plus nombreux que ceux en bon état. En effet, 58% des tampons présentent une fissuration ou sont scellés. On constate aussi que 8% des regards n'ont pas de tampons. Enfin seulement 24% des tampons ne présentent aucun défaut.

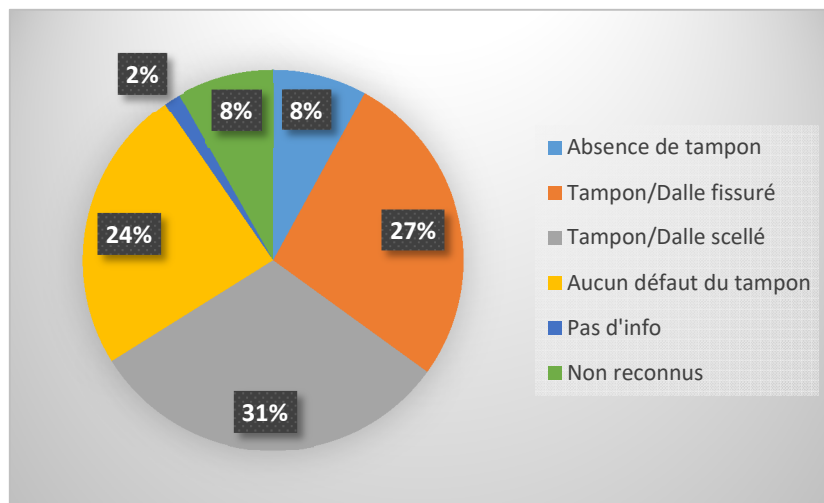


Figure 52: répartition des différents défauts liés aux tampons

2.4.1.3.3 Défaut d'obstruction

CARTE DE SYNTHESE

La carte ci-dessous présente les défauts d'obstruction et on constate qu'un grand nombre de regards sont concernés un peu partout sur le territoire.

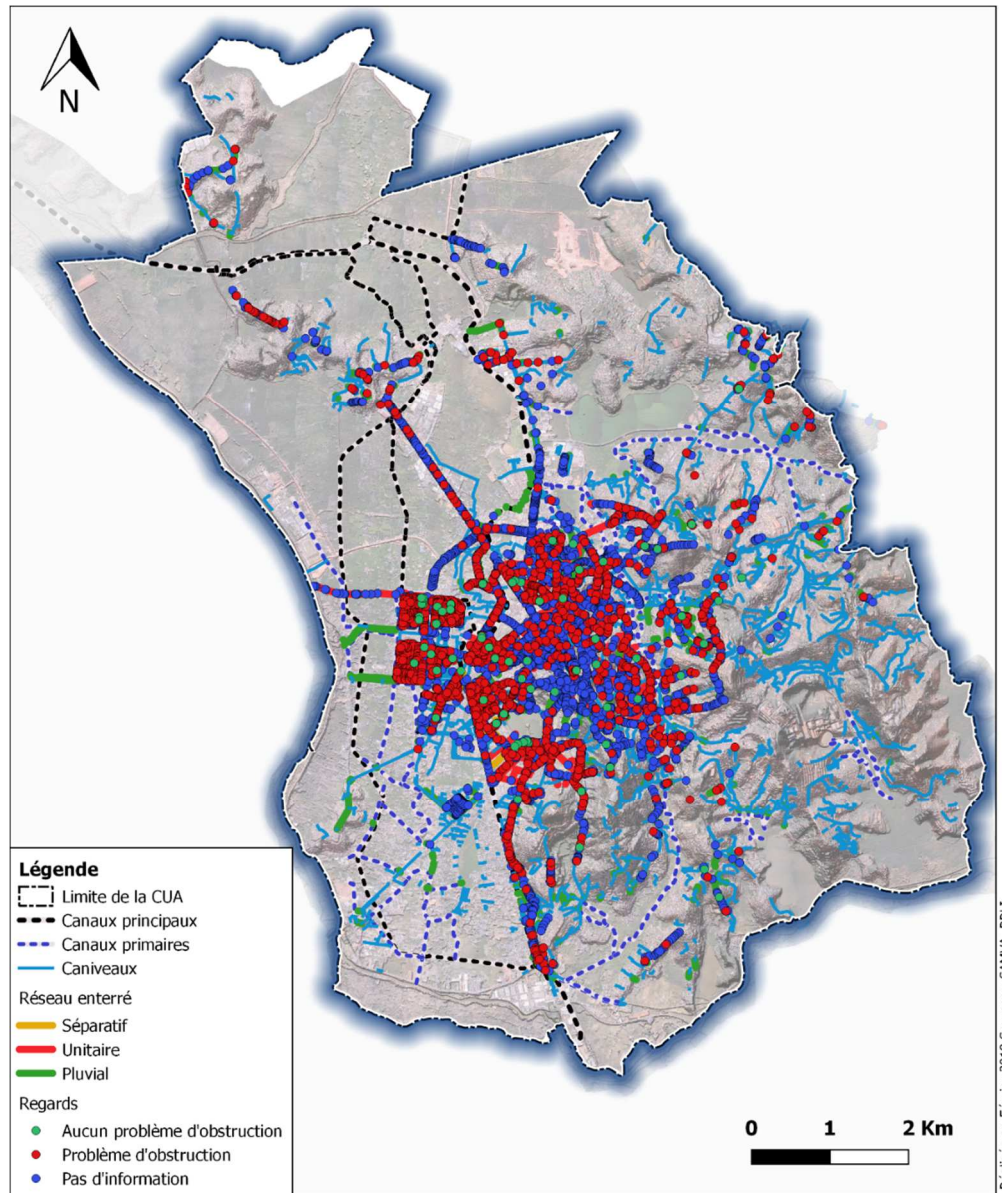


Figure 53: Défauts d'obstruction au niveau des regards du territoire de la CUA

DIAGRAMME DE SYNTHESE

On constate que 51 % des regards n'ont pu être ouverts ou reconnus. Sur les 49 % qui ont pu être ouverts, seulement 1 % ne présente pas d'obstruction alors que 48 % sont partiellement ou complètement obstrués.

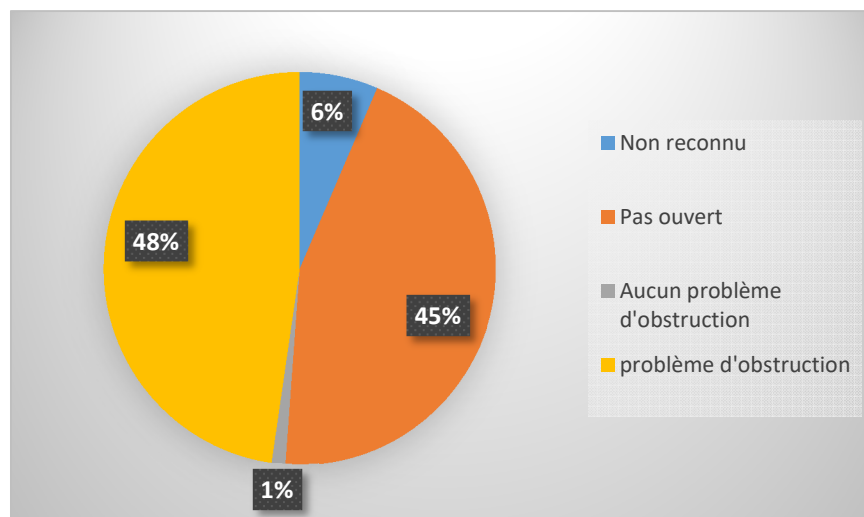


Figure 54: Répartition statistique des défauts d'obstruction sur les regards

La figure suivante illustre la répartition statistique des différents types d'obstructions rencontrés sur le territoire. C'est en majorité des problèmes de déchets solides (81% des regards concernés) qui ont été identifiés. Un taux important d'excrétas et de sable (respectivement 53% et 43%) contribue également à obstruer le réseau.

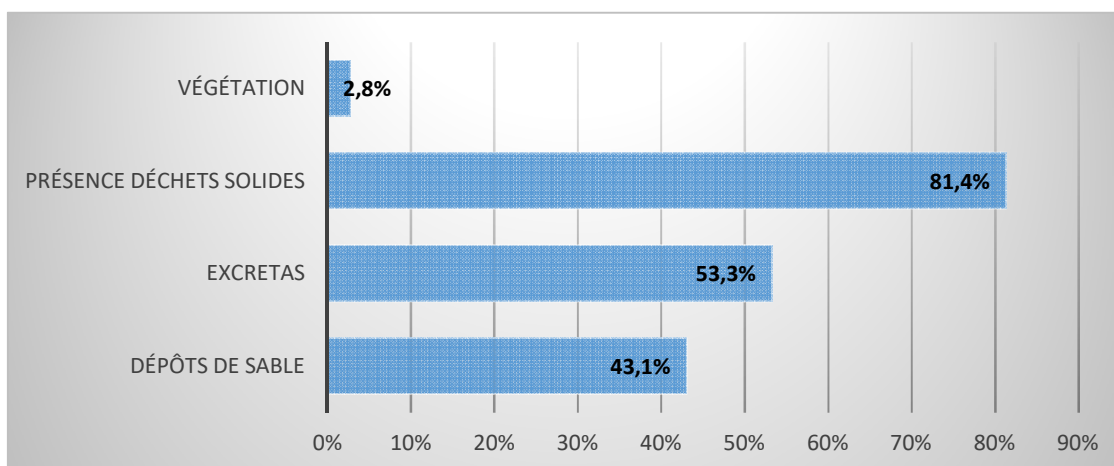


Figure 55: Répartition statistique des causes pour les obstructions constatées

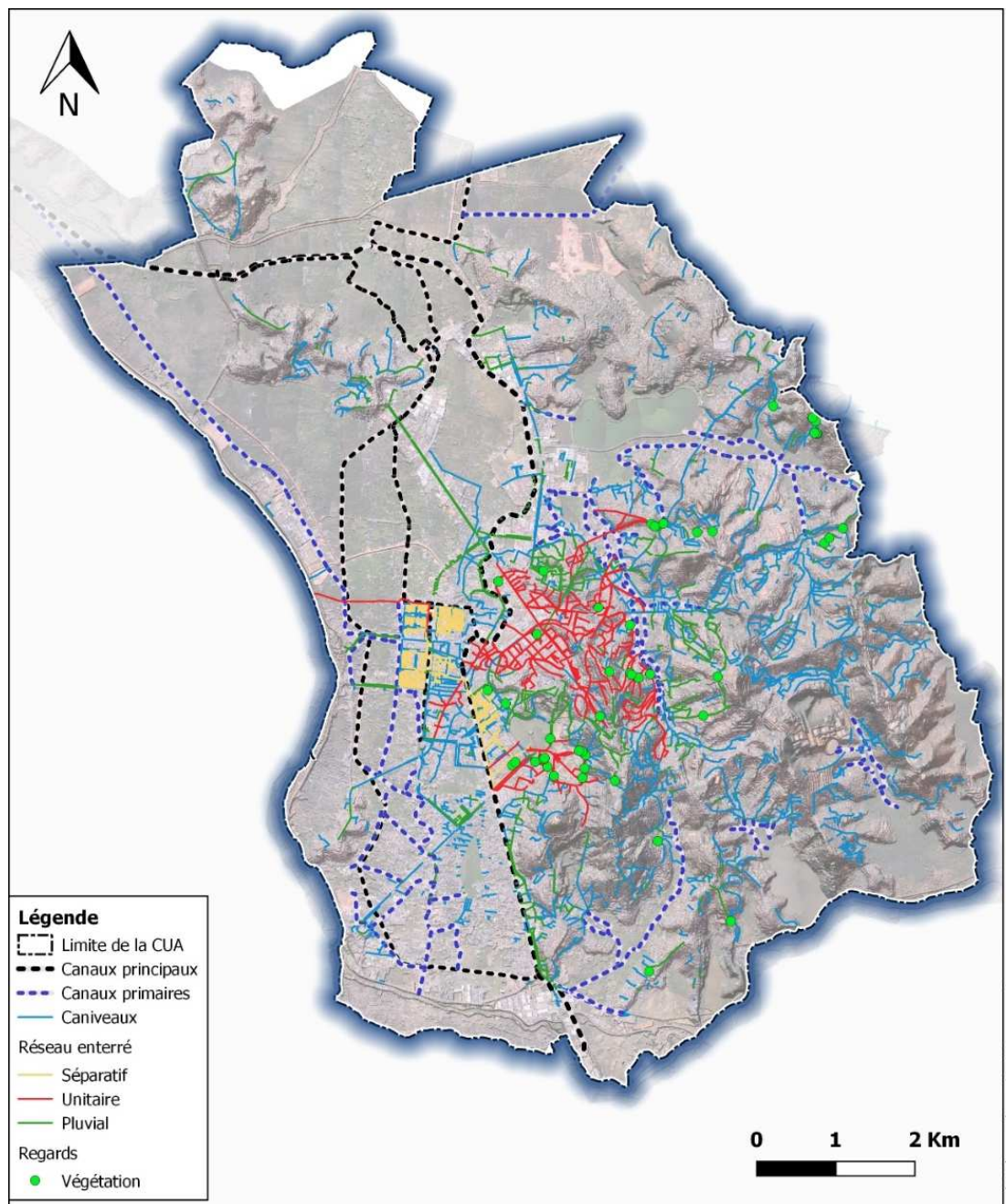


Figure 56: Obstruction des regards causée par la végétation

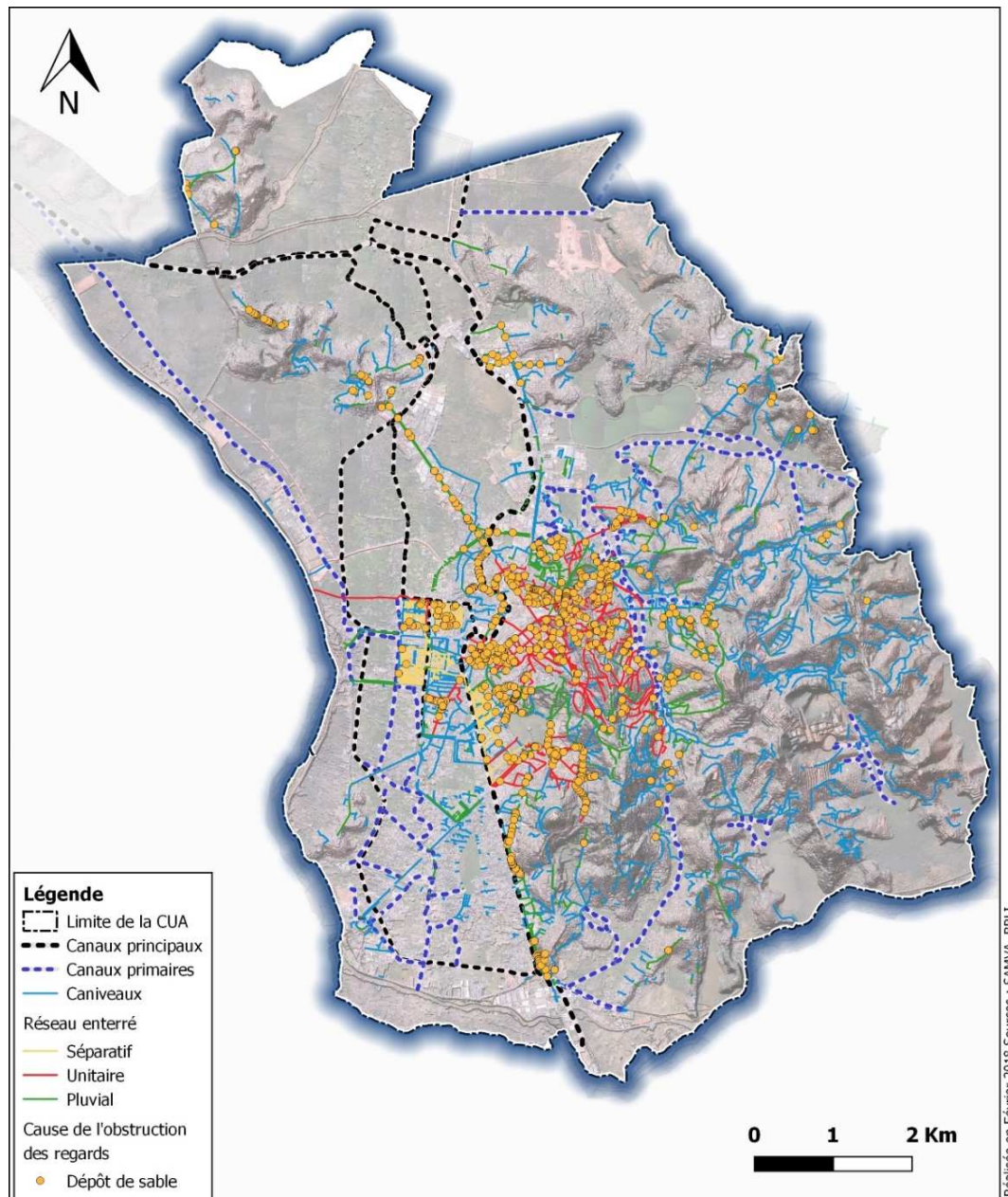


Figure 57: Obstruction des regards causée par des dépôts de sable

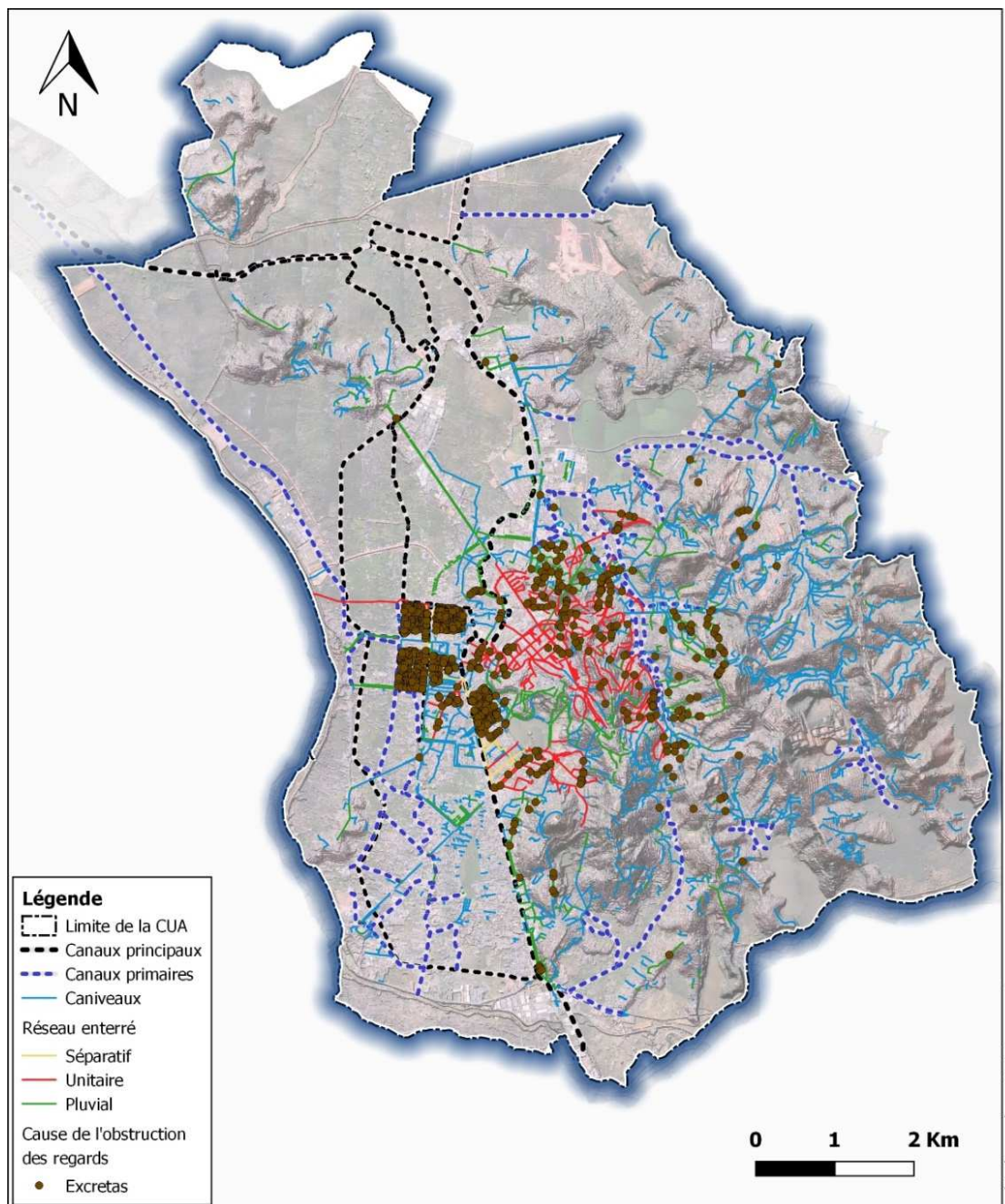


Figure 58: Obstruction des regards causée par des excretas

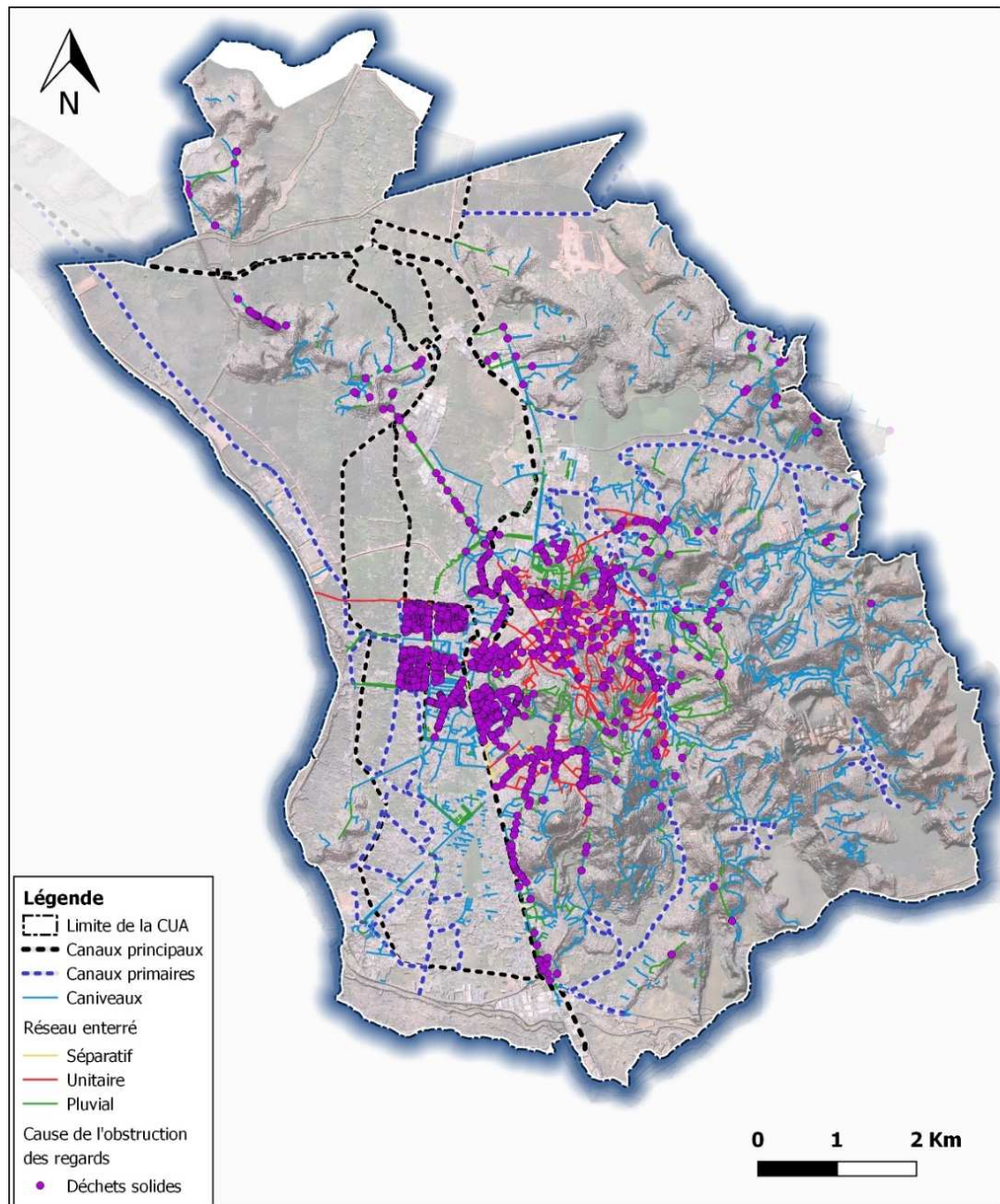


Figure 59: Obstruction des regards causée par des déchets solides

2.4.1.3.4 Défauts de génie-civil constatés

CARTE DE SYNTHESE

Les défauts de génie civil sont localisés sur la carte ci-après. Cette dernière met en évidence le fait que la majorité des regards ouverts ne présentent pas de problème.

Néanmoins il existe tout de même un certain nombre de défauts non négligeables sur le territoire.

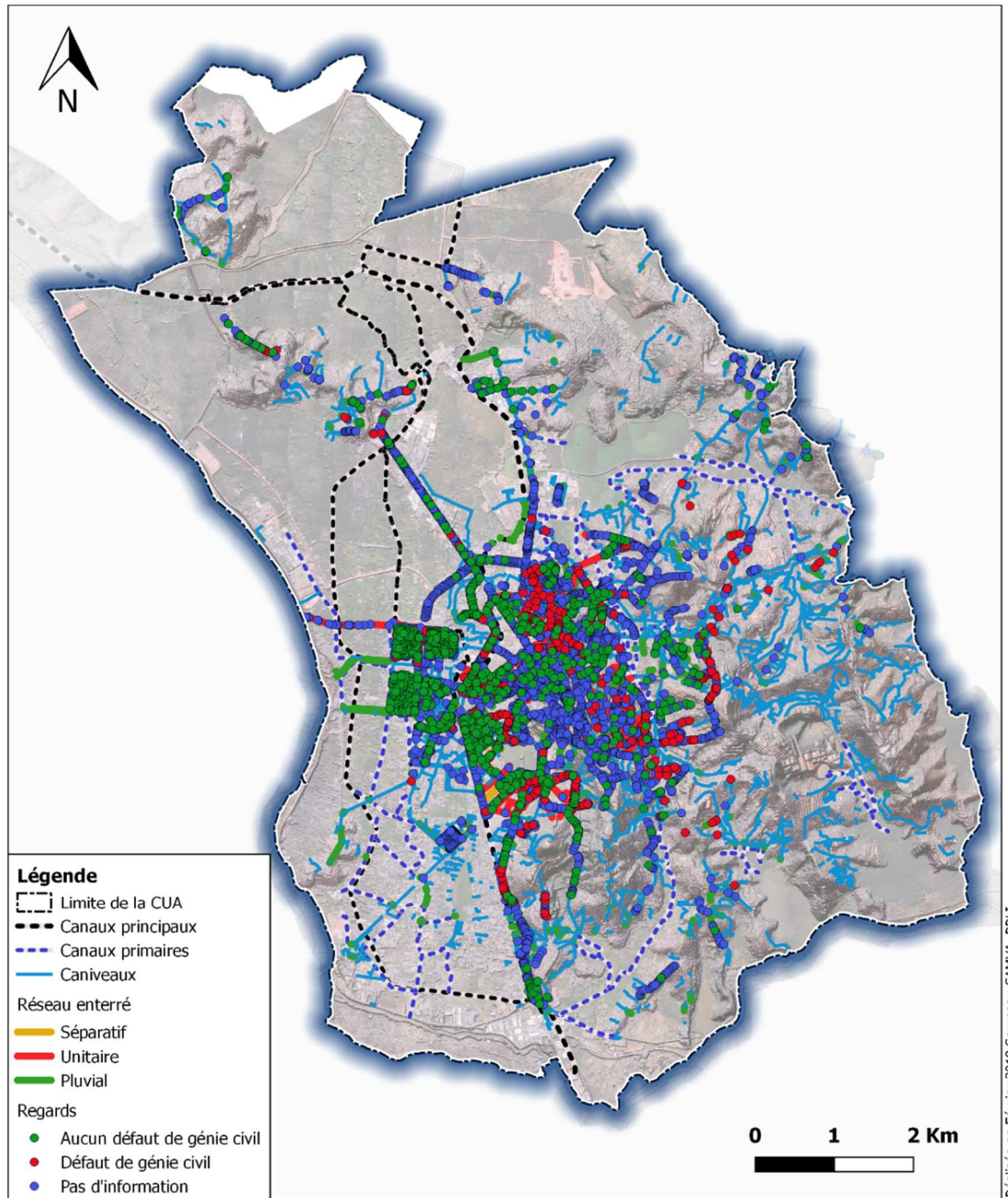


Figure 60: Défauts de génie-civil constatés au niveau des regards du territoire de la CUA

DIAGRAMME DE SYNTHESE

Plusieurs défauts sont constatés : absence de cunette, échelons abimés, raccordement défectueux, ovalisation. Ceux-ci peuvent entraîner des dysfonctionnement des regards et les empêcher d'assurer leurs rôles.

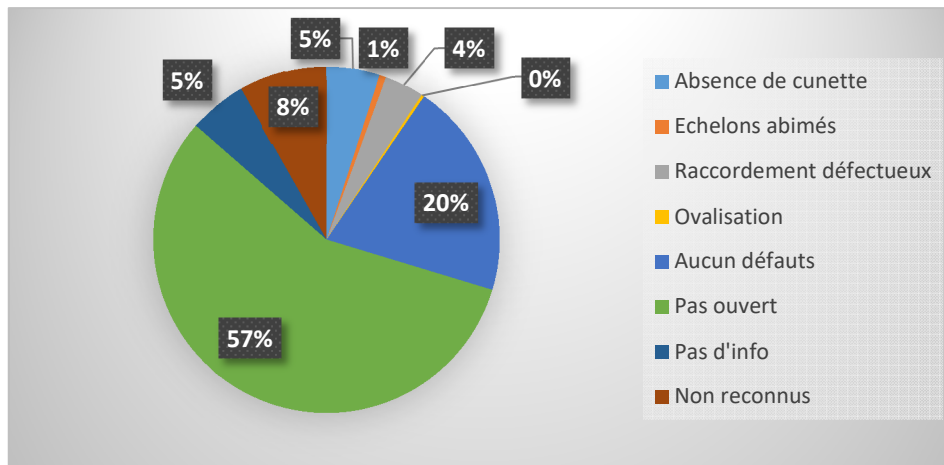


Figure 61: Répartition statistique des défauts de génie-civil des regards

2.4.1.4 Désordres observés sur les canaux primaires

Pour mémoire, les canaux primaires et les ouvrages de franchissement qui s'y rattachent ont fait l'objet de fiches de synthèse détaillées disponibles en annexe 9 du fascicule 1 consacré aux investigations de terrain et enquêtes.

2.4.1.4.1 Encombrement des canaux primaires (importance)

La figure ci-après présente l'encombrement constaté dans les canaux primaires.

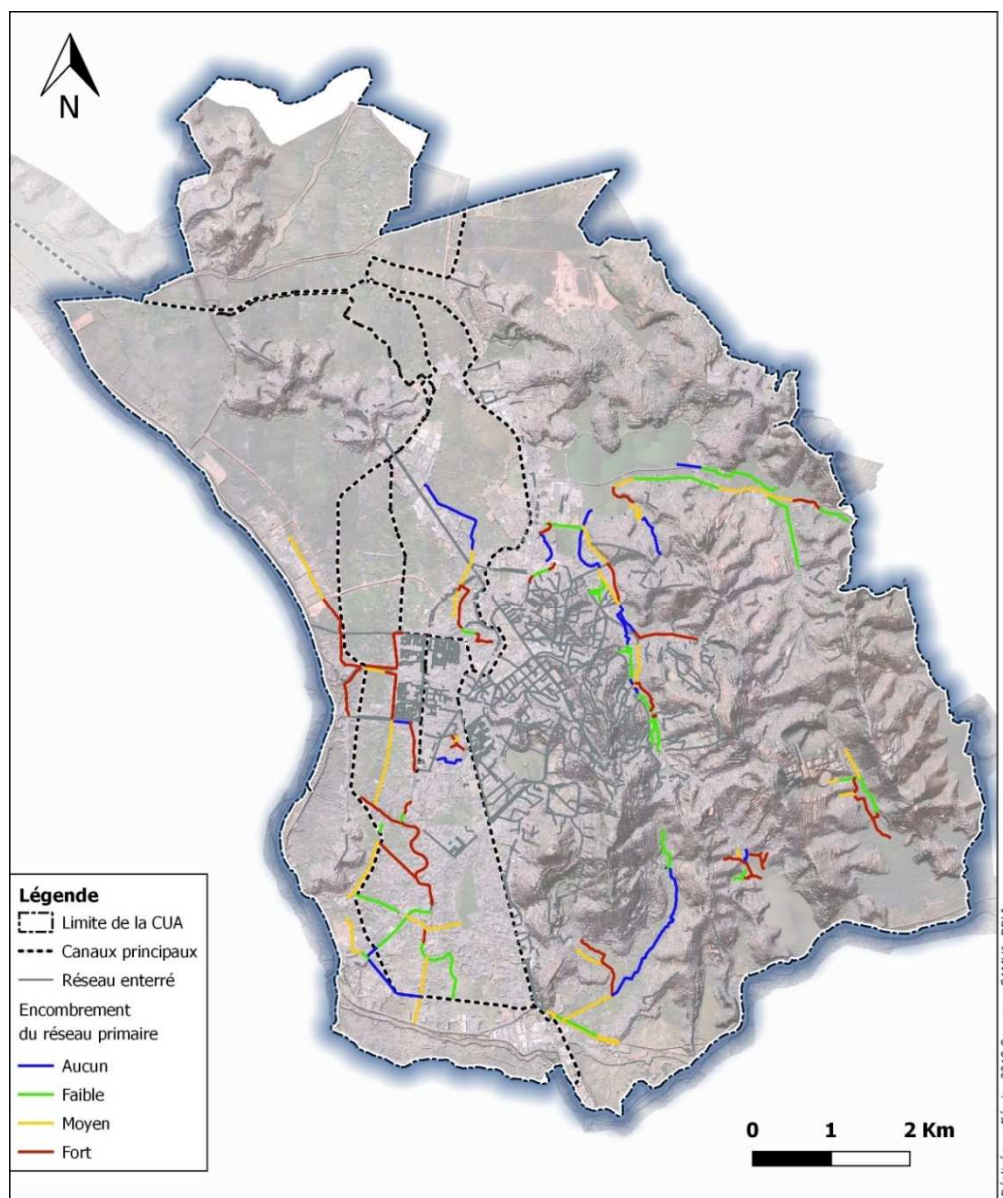


Figure 62: Encombrement des canaux primaires

Les canaux primaires sont particulièrement encombrés dans la secteur de la plaine sud, notamment dans la partie centrale où les densités de population sont les plus élevées. On remarque aussi que les canaux en rive droite de la vallée de l'Est sont assez fortement encombrés, alors que ceux en rive gauche le sont moins. Enfin, les bassins sud et sud est présentent, à quelques exceptions près, des canaux très encombrés en fond de vallée. L'état des canaux est meilleur au sud de la plaine sud et en aval de la vallée d'Ambatobe.

2.4.1.4.2 Encombrement des canaux primaires (cause de l'obstruction)

L'origine des encombrements constatés est cartographiée dans la figure ci-après.

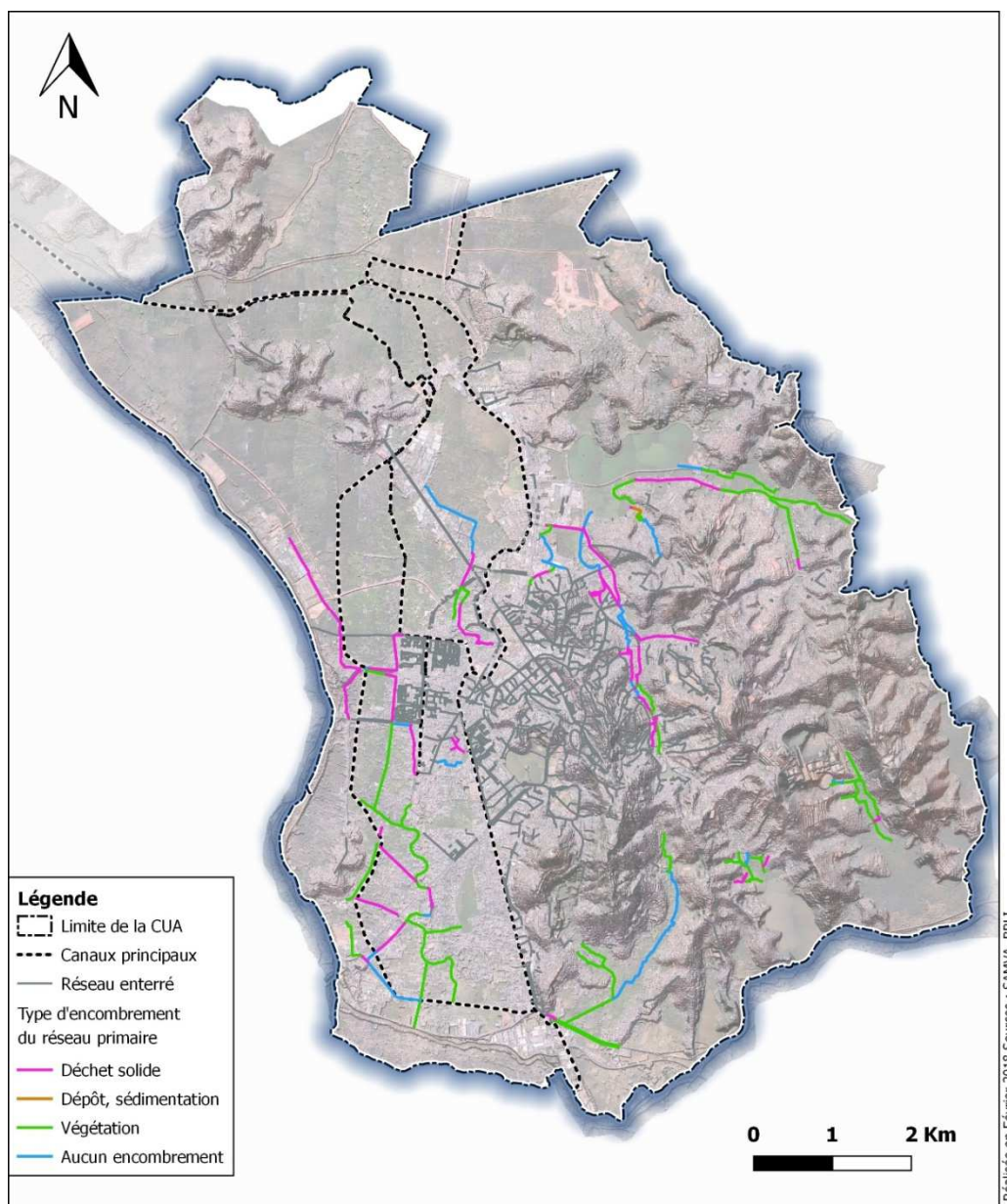


Figure 63 : origine de l'encombrement constaté au niveau des canaux primaires

Signalons que le type d'encombrement peut être multiple sur certains tronçons : dans une telle situation, c'est le type d'encombrement qui a été jugé prépondérant qui est représenté sur cette carte.

On remarque sur ladite carte que dans la vallée de l'Est et dans la Plaine intermédiaire, la cause d'obstruction principale sont les déchets solides. Pour le secteur de la vallée de l'Est, on constate également la présence de dépôts sédimentaires plus ou moins importants selon les tronçons. Dans les zones plus agricoles, comme la Plaine sud, les Bassins sud et sud-est ou le secteur du Marais Masay, l'encombrement est dû principalement à la végétation (même si on trouve souvent des déchets solides également).

2.4.1.5 Désordres observés sur les caniveaux

2.4.1.5.1 Présence d'eaux usées

Rappelons ici que dans les règles de l'art – et notamment pour des questions sanitaires –, de tels ouvrages, couverts ou a fortiori à ciel ouvert, ne devraient pas véhiculer d'eaux usées.

Une telle situation se rencontre pourtant pour 75% des caniveaux. Cela est dû dans la majorité des cas à des branchements particuliers réalisés par les riverains directement dans le caniveau. Les figures suivantes illustrent cette problématique très fréquente sur le territoire de la CUA.



Figure 64 Exemple 1 de branchement particulier sur un caniveau à ciel ouvert



Figure 65 Exemple 2 d'arrivée d'eaux usées sur un caniveau à ciel ouvert



Figure 66 Exemple 3 d'arrivée d'eaux usées sur un caniveau à ciel ouvert

CARTE DE SYNTHÈSE

On observe sur la carte suivante que près des trois quarts des caniveaux transitent des eaux usées, et ce quel que soit le secteur considéré.

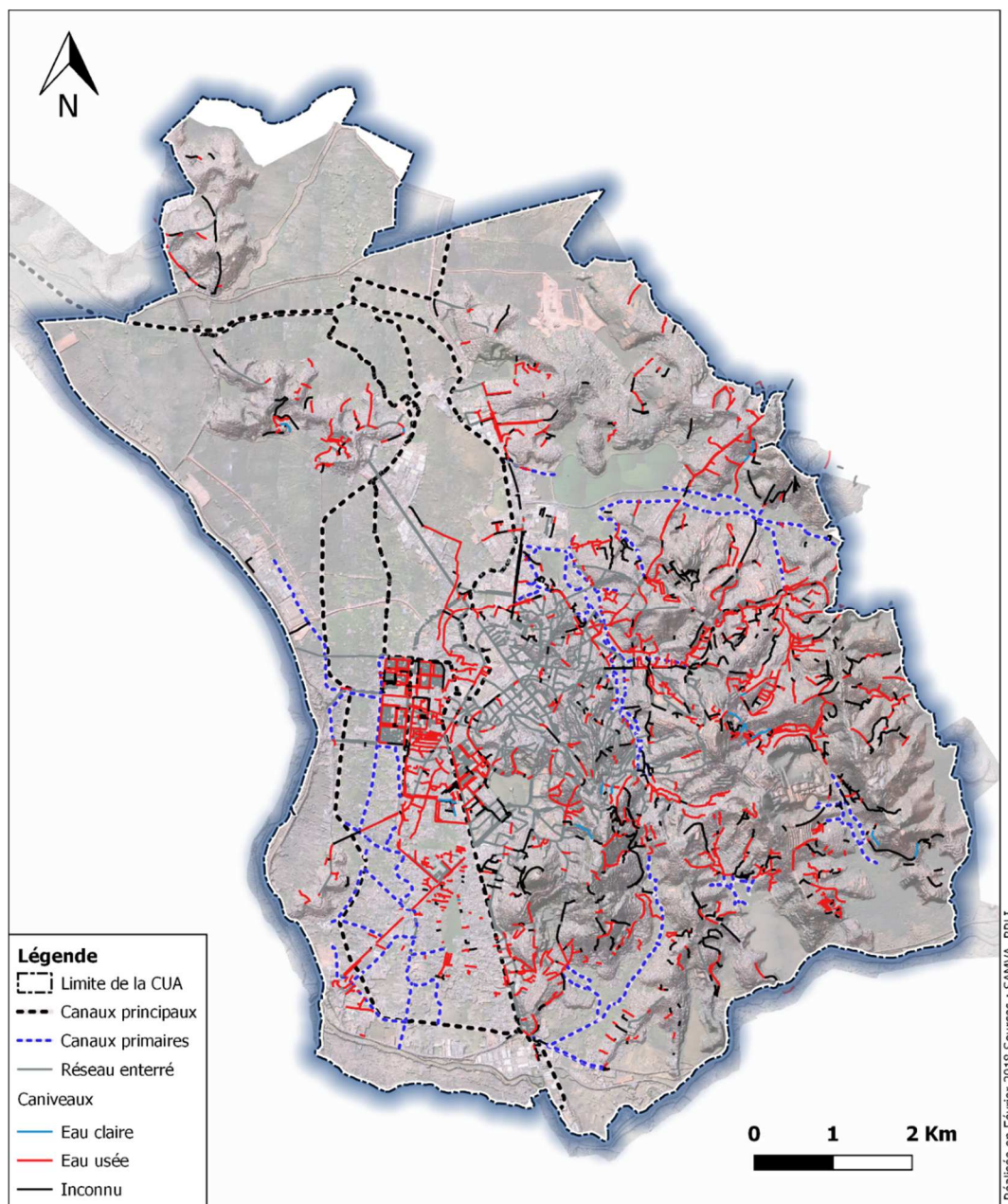


Figure 67: Présence d'eaux usées au niveau des caniveaux

2.4.1.5.2 Encombrement des caniveaux (importance)

La figure suivante présente le taux d'encombrement des caniveaux sur le territoire du CUA. On constate qu'une grande partie des caniveaux sont encombrés même faiblement.

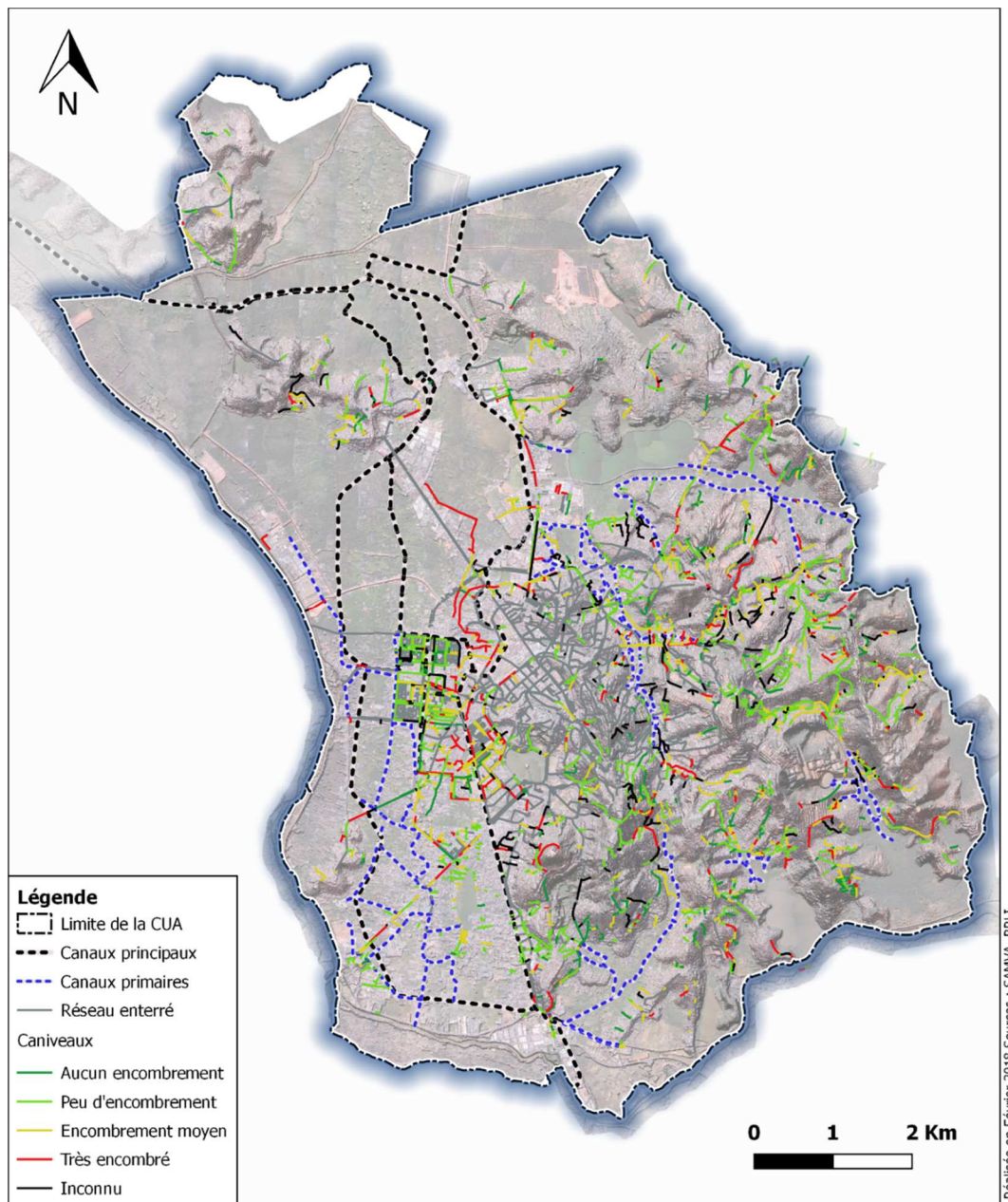


Figure 68: Encombrement des caniveaux

En observant, la figure ci-dessous, on constate que seulement 11% des caniveaux ne présentent aucun encombrement. La plupart présente peu d'encombrement ou un encombrement moyen néanmoins, 14% des caniveaux sont très encombrés.

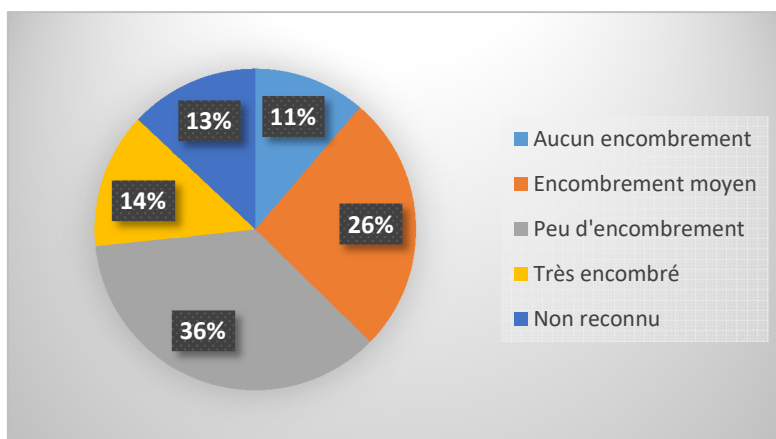


Figure 69: Linéaire des caniveaux encombrés

2.4.1.5.3 Encombrement des caniveaux (cause de l'obstruction)

Les figures suivantes illustrent différents exemples d'obstruction des caniveaux constatés sur le terrain.



Figure 70 Caniveau encombrés de déchets



Figure 71 Caniveau encombré de sédiments

Sur certains secteurs, les caniveaux peuvent recevoir des apports en sédiments importants qui peuvent entraîner leur obstruction à des degrés divers.

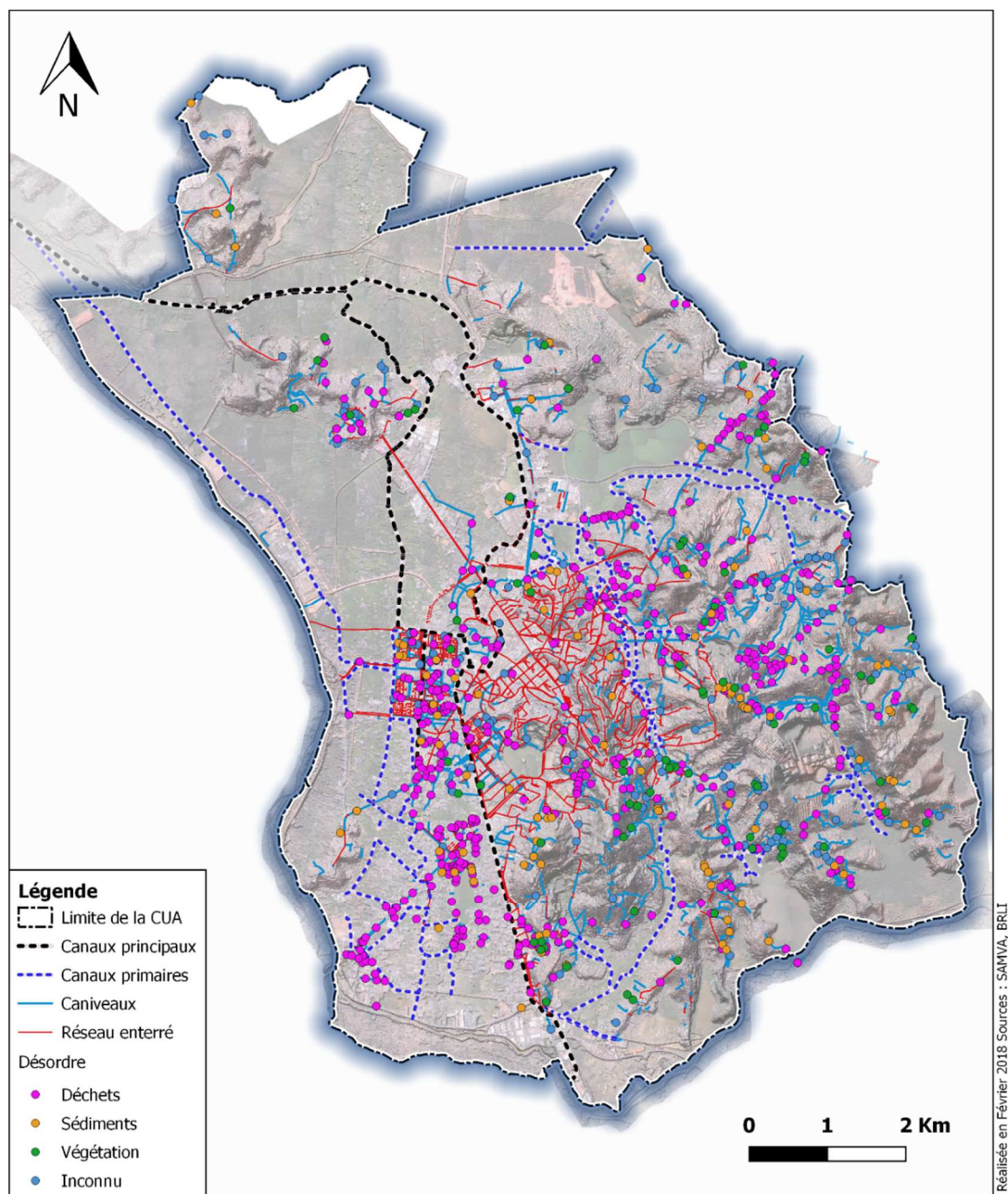


Figure 72 : origine de l'encombrement constaté au niveau des regards et caniveaux

Les secteurs présentant un encombrement associé à des sédiments sont à rapprocher de ceux ayant été identifiés dans le fascicule « érosion » comme présentant également de forts taux d'érosion.

2.4.1.5.4 Désordres observés sur les caniveaux

Les photos suivantes illustrent quelques exemples typiques de désordres constatés sur le terrain.



Figure 73 Construction sur caniveau couvert



Figure 74 Construction sur caniveau à ciel ouvert

Ces configurations nuisent fortement à l'accessibilité du caniveau et donc à la possibilité d'un entretien convenable de ces derniers.

Outre les constructions sur les caniveaux deux autres types de désordre structurel sont très présents sur la CUA puisqu'ils concernent plus de 40% des désordres : il s'agit de la « Déstabilisation latérale » et de la « Déstabilisation du radier » qui traduisent une dégradation de l'état structurel du caniveau.



Figure 75 Caniveau présentant une discontinuité dans sa paroi droite

La figure précédente présente un caniveau pour lequel existe une discontinuité importante dans sa structure. Il apparaît clairement que cette discontinuité entraîne l'accumulation de terre dans le caniveau et ainsi nuit à son fonctionnement.



Figure 76 Destabilisation latérale de caniveau

Sur la figure précédente le caniveau en maçonnerie présente une déstructuration importante de sa paroi gauche. L'irrégularité de section qui en résulte conduit à la formation d'embâcles qui nuisent fortement à la capacité d'écoulement dans le caniveau.

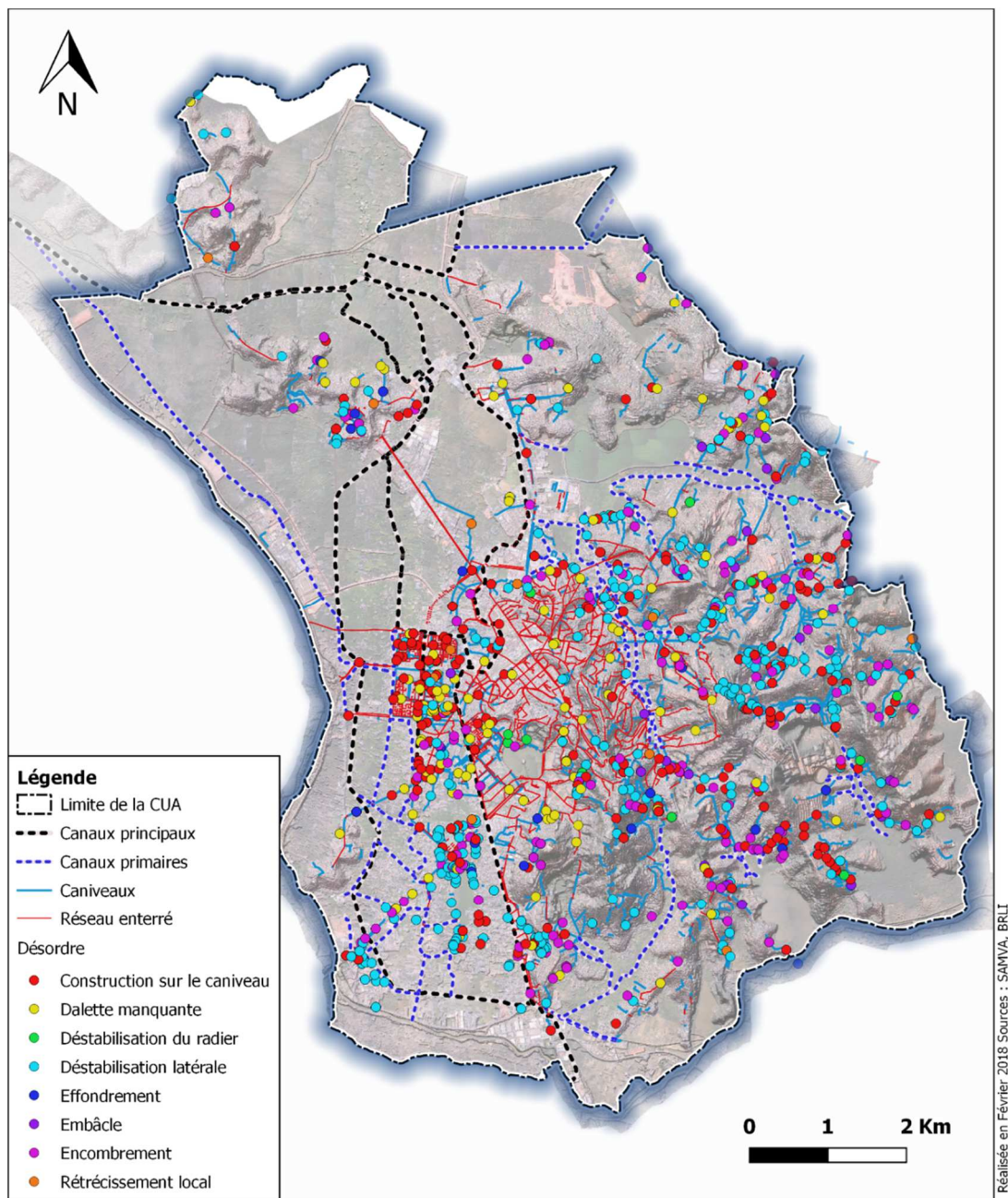


Figure 77 : typologie des désordres observés sur les caniveaux

2.4.2 Problèmes identifiés

Les problèmes identifiés sont les conséquences visibles d'une insuffisance du réseau d'assainissement. Ces insuffisances peuvent être causées soit par une inadéquation du réseau (déficit), soit par une dégradation du fonctionnement nominal du réseau (dysfonctionnement). Les problèmes se traduisent par l'inondation de certains secteurs pour des pluies fréquentes ou pour des événements plus rares.

L'identification des secteurs à problèmes est ainsi un point essentiel pour faire le diagnostic du réseau d'assainissement. Plusieurs démarches ont été entreprises afin de recueillir les retours d'expérience disponibles. Les sources sont les suivantes :

- Les entretiens avec les acteurs (AGETIPA, APIPA, SAMVA, CUA)
- Les enquêtes auprès des arrondissements
- Les enquêtes auprès des Fokontanys
- Les enquêtes auprès des ménages

Pour mémoire, les détails relatifs à ces entretiens et enquêtes sont présentés dans le fascicule 1 « investigations de terrain et enquêtes ».

2.4.2.1 Problèmes identifiés auprès des gestionnaires

Les rencontres avec les institutions gestionnaires (AGETIPA, APIPA, SAMVA) ont permis de collecter des informations sur les secteurs avec des problèmes d'inondation. Il s'agit selon les cas d'emprises précises ou approximatives. L'objectif est de localiser les secteurs sur lesquels centrer l'analyse des inondations.

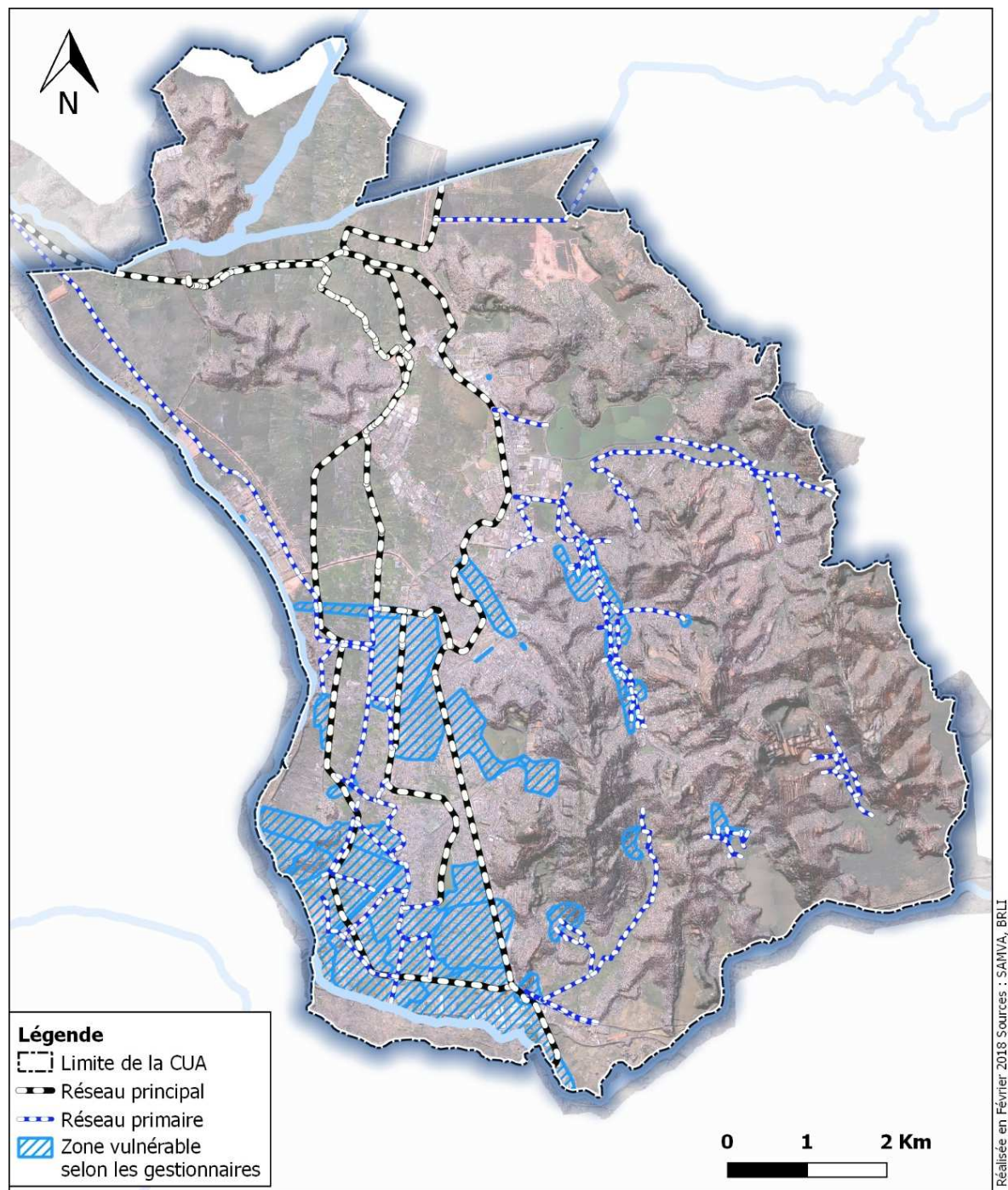


Figure 78: Zone concernées par les inondations selon les informations des gestionnaires

2.4.2.2 Problèmes identifiés au travers de l'enquête auprès des Fokontanys

En plus de la seule localisation des points noirs, un certain nombre d'informations concernant ces derniers (fréquence d'inondation, durée d'inondation, origine des problèmes observés, conséquences, etc.) ont été capitalisées au travers des témoignages des représentants des Fokontanys. Les détails des questions posées à l'occasion de ces entretiens sont disponibles dans le fascicule 1 consacré aux investigations de terrain et enquêtes.

Si les personnes interrogées connaissent très bien le territoire, elles n'ont en revanche pas forcément de connaissance hydraulique poussée. Aussi, il convient de prendre ces informations avec le recul nécessaire. Néanmoins, ces informations nous éclairent sur la caractérisation des points noirs.

2.4.2.2.1 Cartographie des fokontanys enquêtés et des points noirs identifiés

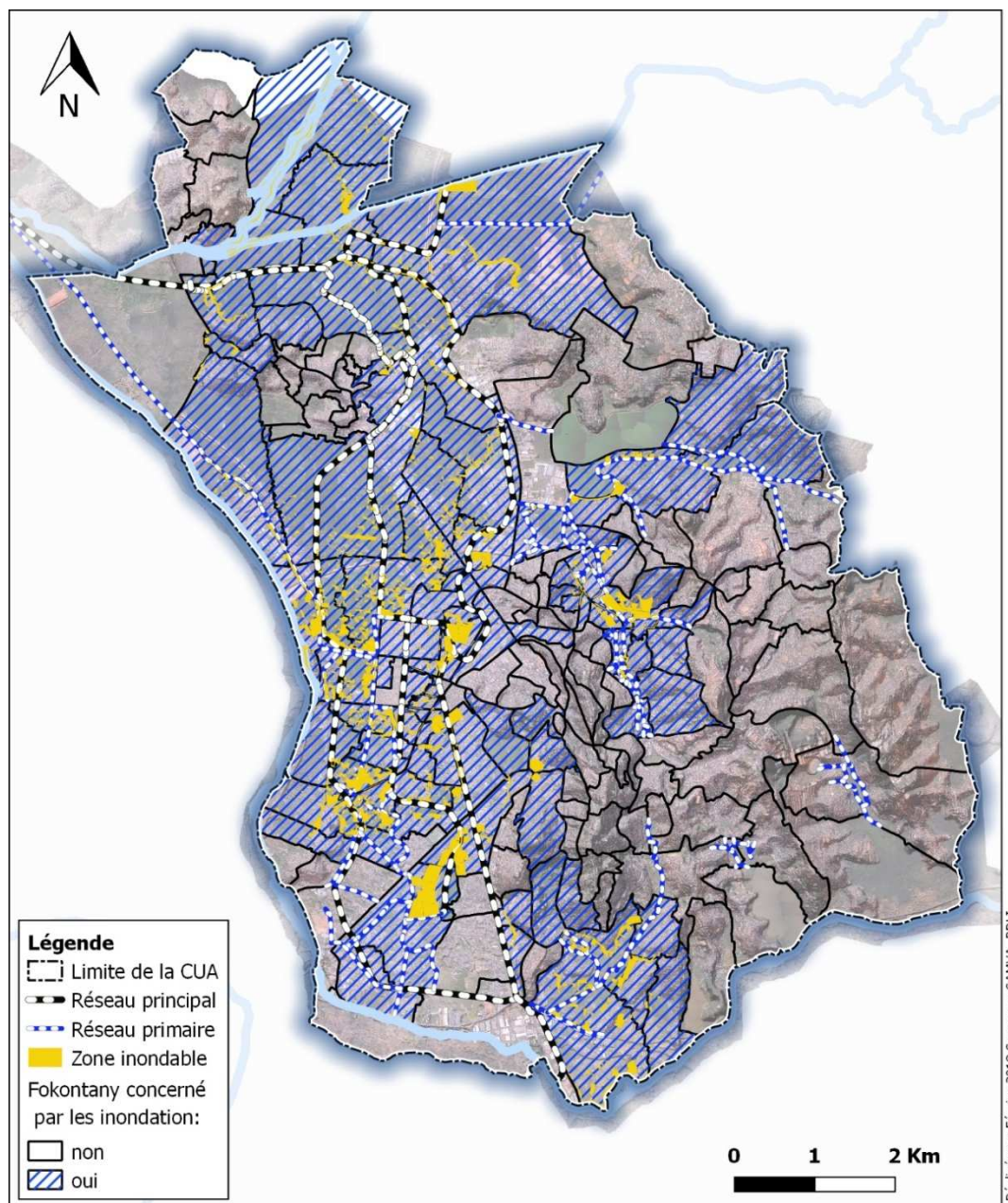


Figure 79: Fokontanys concernés par les inondations selon l'enquête auprès des Fokontany

Les enquêtes montrent qu'une grande proportion des Fokontanys sont concernés par des zones inondées. Au total, 84 Fokontanys présentent une zone identifiée par les enquêtes (même si certaines zones communes ont pu être identifiées par le Fokontany voisin). Il peut s'agir soit d'une problématique généralisée à tout le Fokontany fortement influencée par la topographie, notamment dans certaines zones de la plaine d'Antananarivo, soit de points noirs locaux dus à une inadéquation du système de drainage.

Les secteurs les plus impactés par les problèmes selon l'enquête auprès des Fokontanys sont l'ensemble de la Plaine sud, le Bassin sud, les abords de l'Andriantany, la vallée de l'Est et les abords du marais Masay.

2.4.2.2.2 Origines avancées par les fokontanys quant aux inondations rencontrées

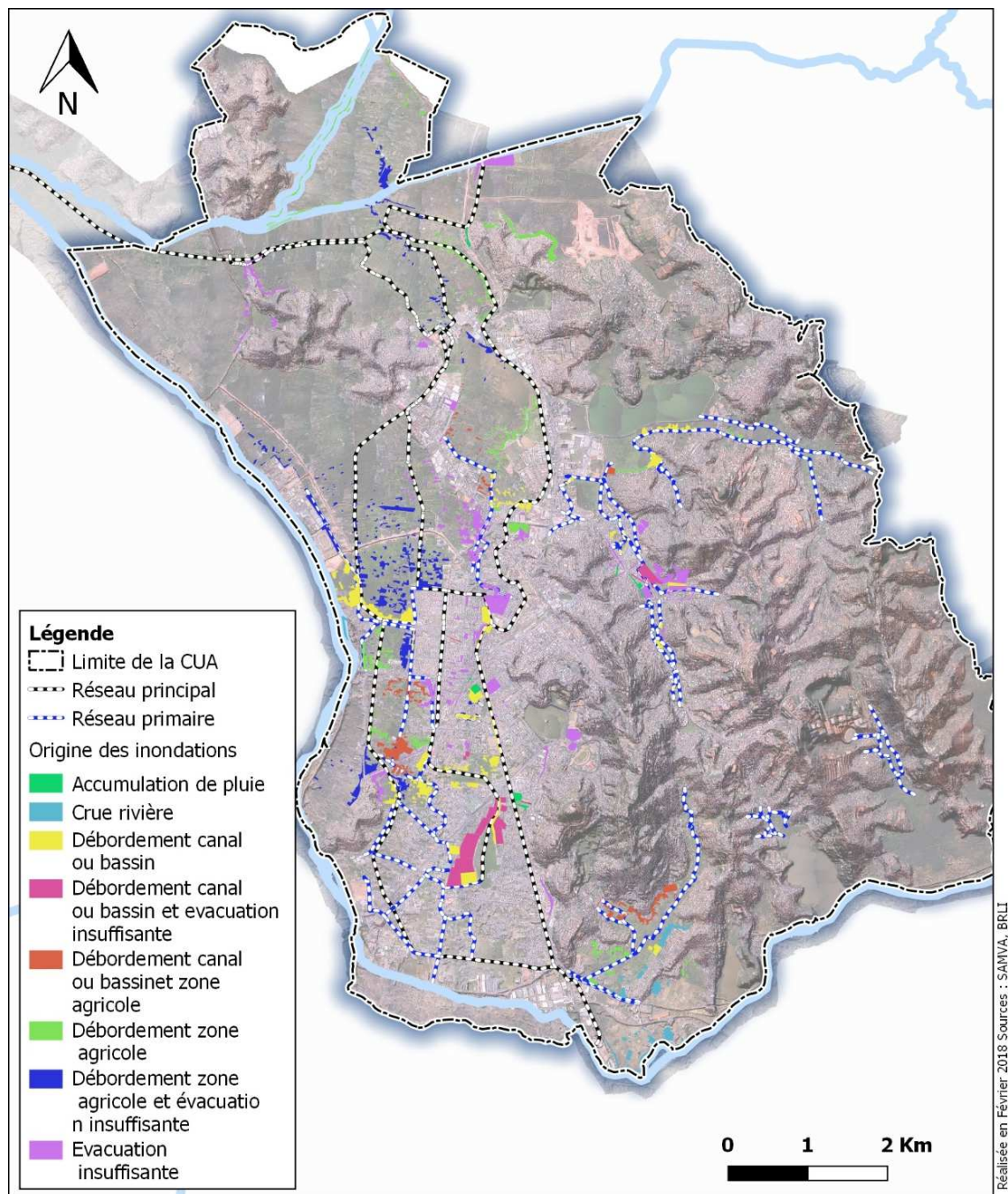


Figure 80: Origine des inondations selon l'enquête auprès des Fokontanys

La typologie des origines imputées par les fokontanys aux inondations est variée. On peut distinguer les origines liées à l'inondation des parties basses et au drainage insuffisant du réseau principal et les origines liées à une évacuation insuffisante du fait du réseau primaire ou secondaire local.

Dans l'ensemble des plaines, les origines sont principalement le débordement des canaux principales ou le « débordement » des zones agricoles (ou plutôt le stockage). Dans ce secteur, on constate, en plus du problème de drainage global, des problèmes d'évacuation spécifiques autour du bassin d'Anosibe, en amont du bassin d'Anatihazo, ainsi qu'en rive droite du déversoir d'Antohomadinika.

En rive droite du canal Andriantany, les origines avancées sont principalement des accumulations de pluie ou une évacuation insuffisante. Cela est néanmoins à mettre en lien avec le niveau haut de l'Andriantany en situation « actuelle » (« actuelle » étant entendue comme « avant le curage en cours dans le cadre de la première tranche de travaux prioritaires »).

Dans le secteur de la vallée de l'Est, l'origine principale pointée par les représentants des fokontanys concernés est l'insuffisance de l'évacuation mais également le débordement des canaux primaires. Compte tenu de la localisation des points noirs, ces deux origines sont liées : même en l'absence de débordement, l'insuffisance du réseau primaire conditionne vraisemblablement le drainage pluvial.

2.4.2.2.3 Hauteurs d'eau associées aux inondations rencontrées au niveau des différents fokontanys

Lors des enquêtes, il a également été demandé aux représentants d'indiquer la hauteur d'eau habituellement observée pour chaque point noir. La carte ci-après présente les résultats de l'enquête.

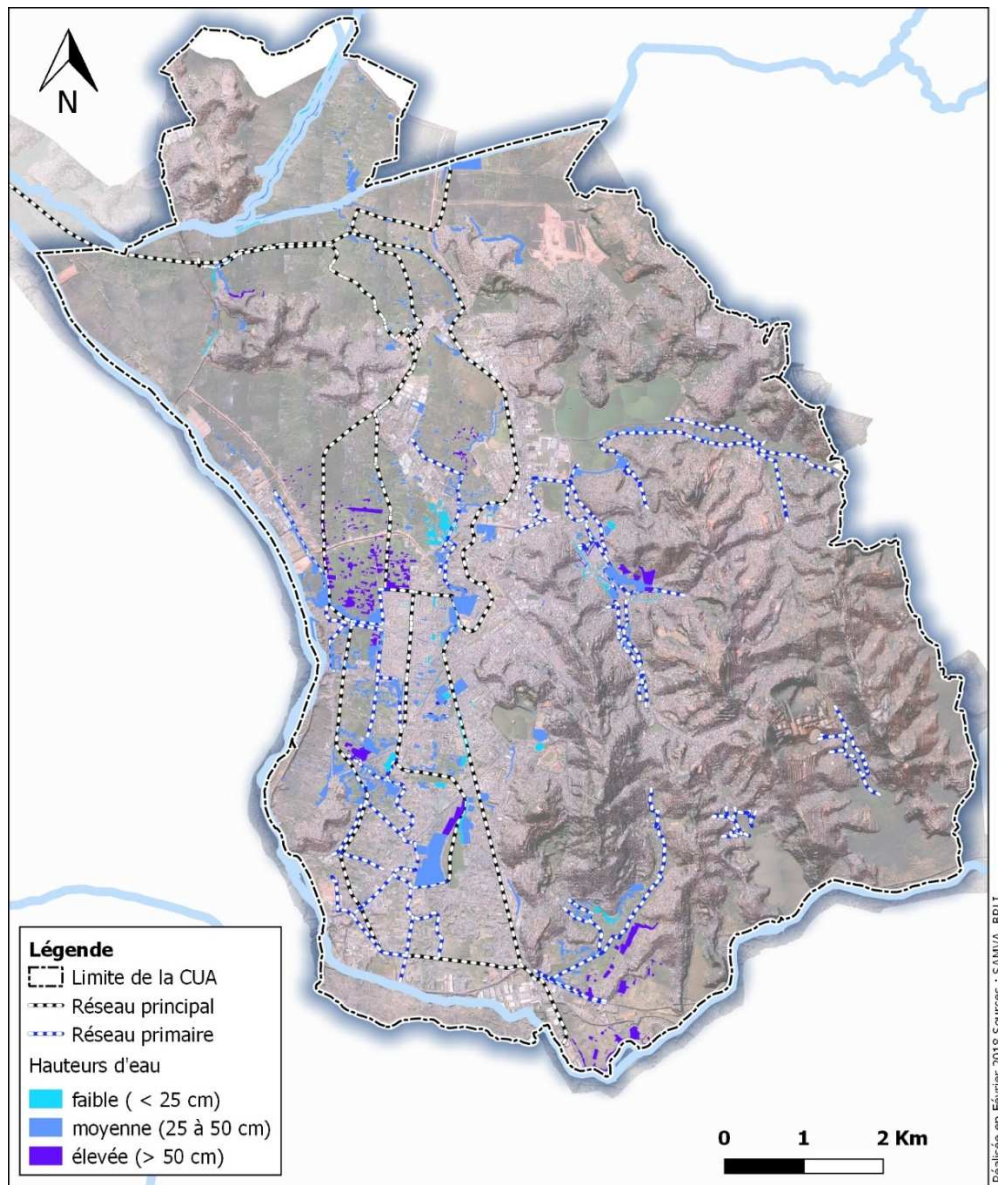


Figure 81: Hauteurs d'eau observées selon l'enquête auprès des Fokontanys

Les hauteurs d'eau sont en grande majorité moyennes ou élevées, c'est-à-dire généralement supérieures à 25 cm. Les zones avec des hauteurs élevées se concentrent dans la plaine nord, à proximité du bassin Anosibe, dans le bassin sud et au droit de la branche de l'institut Pasteur en rive droite de vallée de l'Est.

2.4.2.2.4 Durées des inondations rencontrées au niveau de chaque fokontany

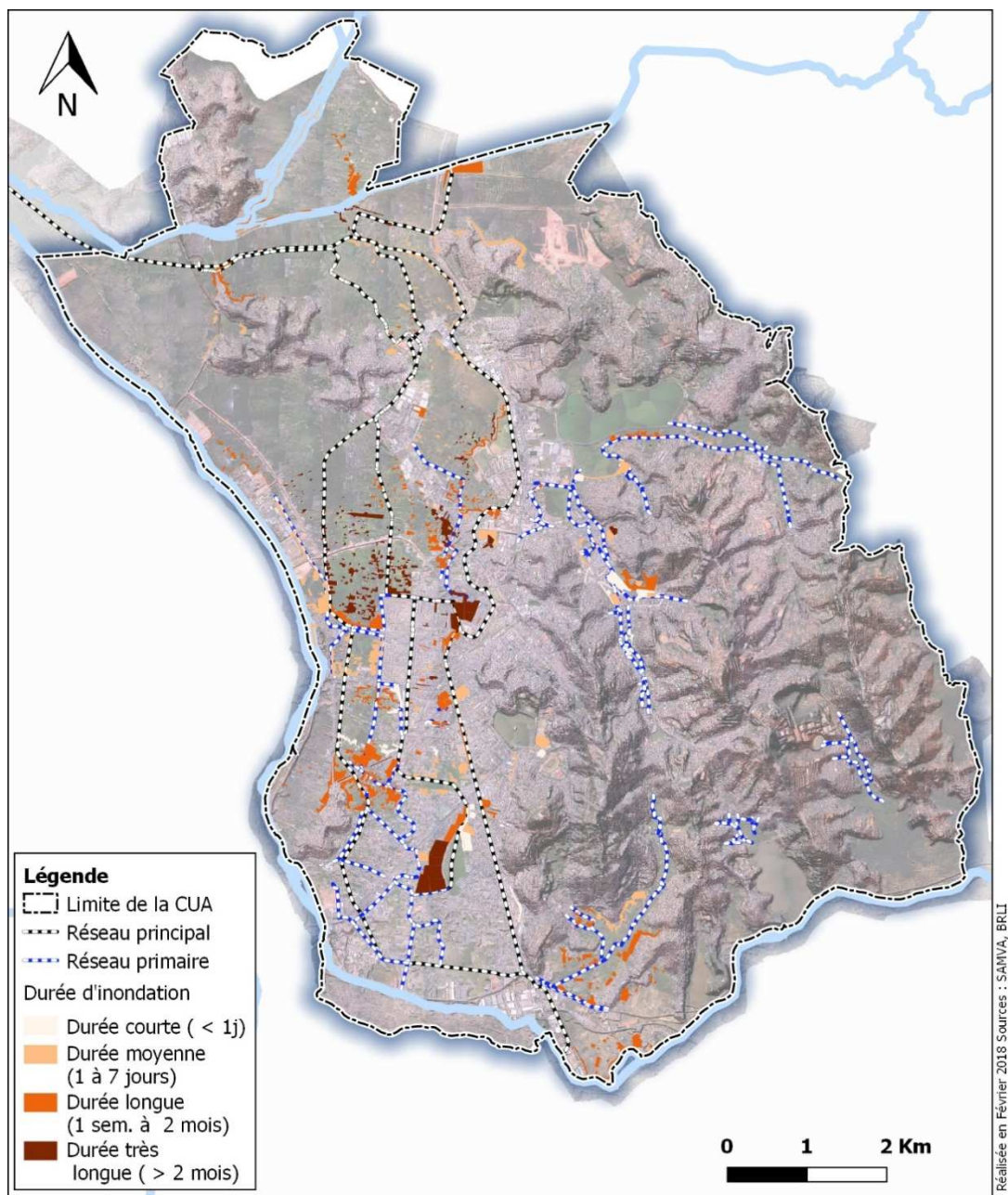


Figure 82: Durées d'inondation constatées selon l'enquête auprès des Fokontanys

La majorité des points noirs connaissent des durées d'inondation longue ou très longue, en particulier en bordure des plaines agricoles. Les durées d'inondation les plus longues se concentrent autour du bassin Anosibe, au niveau des fokontanys d'Anosipratana dans la plaine nord ou en aval du déversoir d'Antohomadinika. Au niveau de la vallée de l'Est, les durées sont plus courtes. Compte tenu de la morphologie du bassin versant, le secteur est impacté par des événements pluvieux courts et intenses (donc avec des vitesses d'écoulement fortes).

2.4.2.2.5 Fréquence des inondations rencontrées au niveau de chaque fokontany

Les représentants des Fokontanys ont été interrogés sur la fréquence des inondations. Ils ont dans leur grande majorité répondu que les inondations présentaient un caractère fréquent voire très fréquent. Il s'agit d'événements annuels (soit « à chaque grosse pluie » soit lors de « tempête »). La fréquence n'est donc pas un critère discriminant entre les points noirs.

2.4.2.2.6 Approche synthétique en termes d'aléa inondation associé à chaque point noir

Afin de caractériser de manière synthétique l'aléa inondation des différents points noirs mis en évidence, un croisement entre les hauteurs et les durées d'inondation a été mené.

La variable « hauteur d'eau » traduit l'intensité du phénomène (et ainsi les dégâts) tandis que la variable « durée » influe sur les conséquences (arrêt du transport, de l'activité économique, problèmes sanitaires).

Le croisement entre les variables s'est fait sur la base de la grille d'aléa ci-après définissant quatre niveaux d'aléa.

Aléa		Hauteur		
		Faible (h < 25 cm)	Moyenne (25 < h < 50 cm)	Elevée (h > 50 cm)
Durée	Courte (< 1 j)	Faible	Faible	Fort
	Moyenne (1 < j < 7)	Moyen	Moyen	Fort
	Longue (1 s à 2 m)	Fort	Fort	Fort
	Très longue (> 2m)	Fort	Très fort	Très fort

Tableau 2: Grille de définition de l'aléa en fonction de la hauteur et de la durée d'inondation

La carte ci-après présente l'aléa pour l'ensemble des points noirs identifiés.

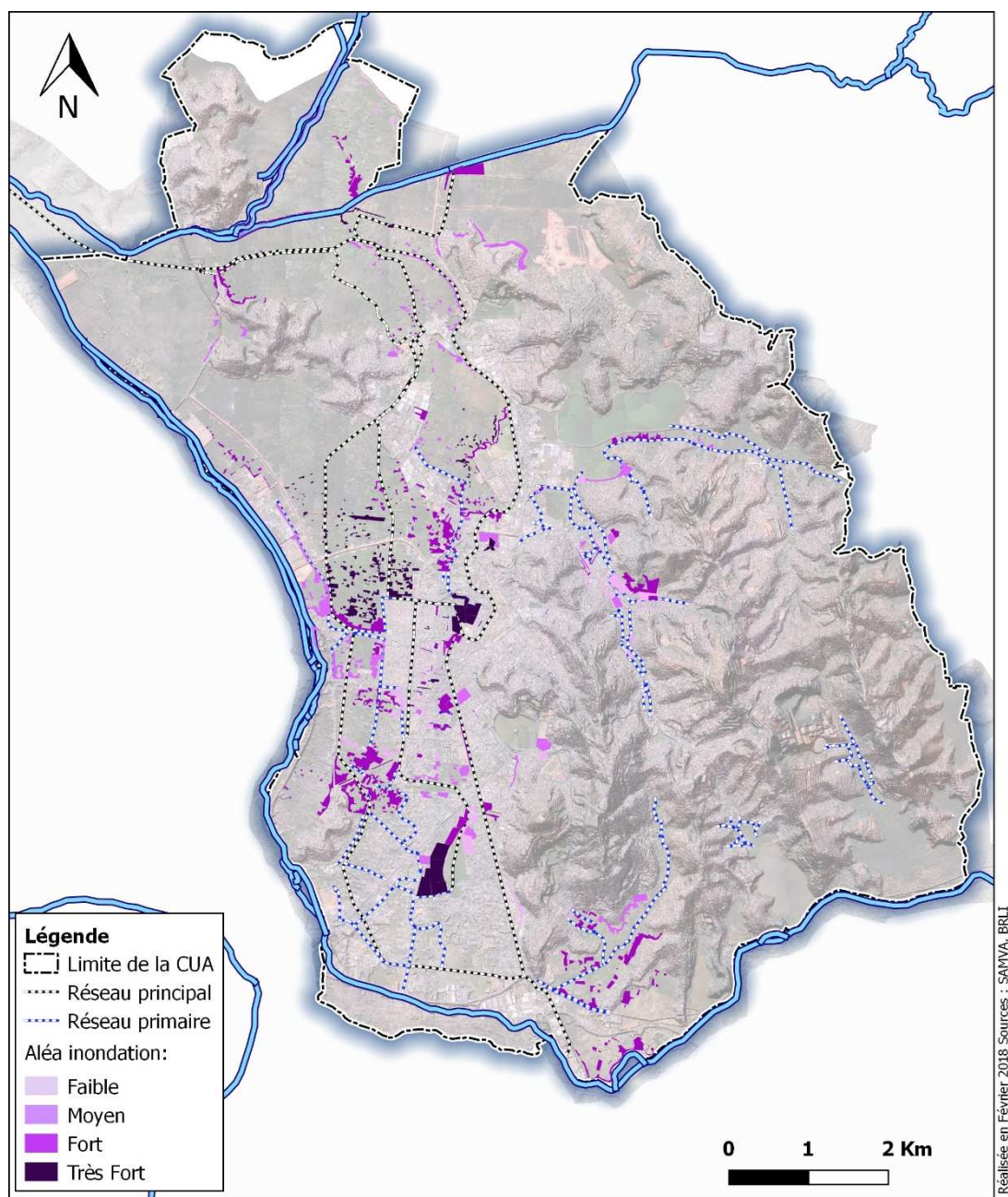


Figure 83: Aléa définie selon l'enquête auprès des Fokontany

Les zones d'aléa fort se trouvent principalement dans les parties basses en bordure des zones agricoles (secteurs Plaine, Bassins sud, Mamba, etc.). On remarque une zone d'aléa fort également au niveau de la branche de l'institut Pasteur dans la Vallée de l'Est.

Trois secteurs sont soumis à un aléa très fort. Il s'agit de la rive ouest du bassin Anosibe, la plaine nord et les deux rives du chenal en aval du déversoir d'Antohomadinika..

Sur la vallée de l'Est, les aléas sont globalement de faible à moyen car il s'agit d'évènements rapides. Cependant, il faut relativiser cela dans la mesure les vitesses peuvent s'avérer fortes comparées aux phénomènes d'inondation de la plaine.

2.4.2.3 Problèmes identifiés au travers de l'enquête auprès des ménages

2.4.2.3.1 Fokontanys enquêtés et identifiés comme soumis aux inondations lors de l'enquête ménage

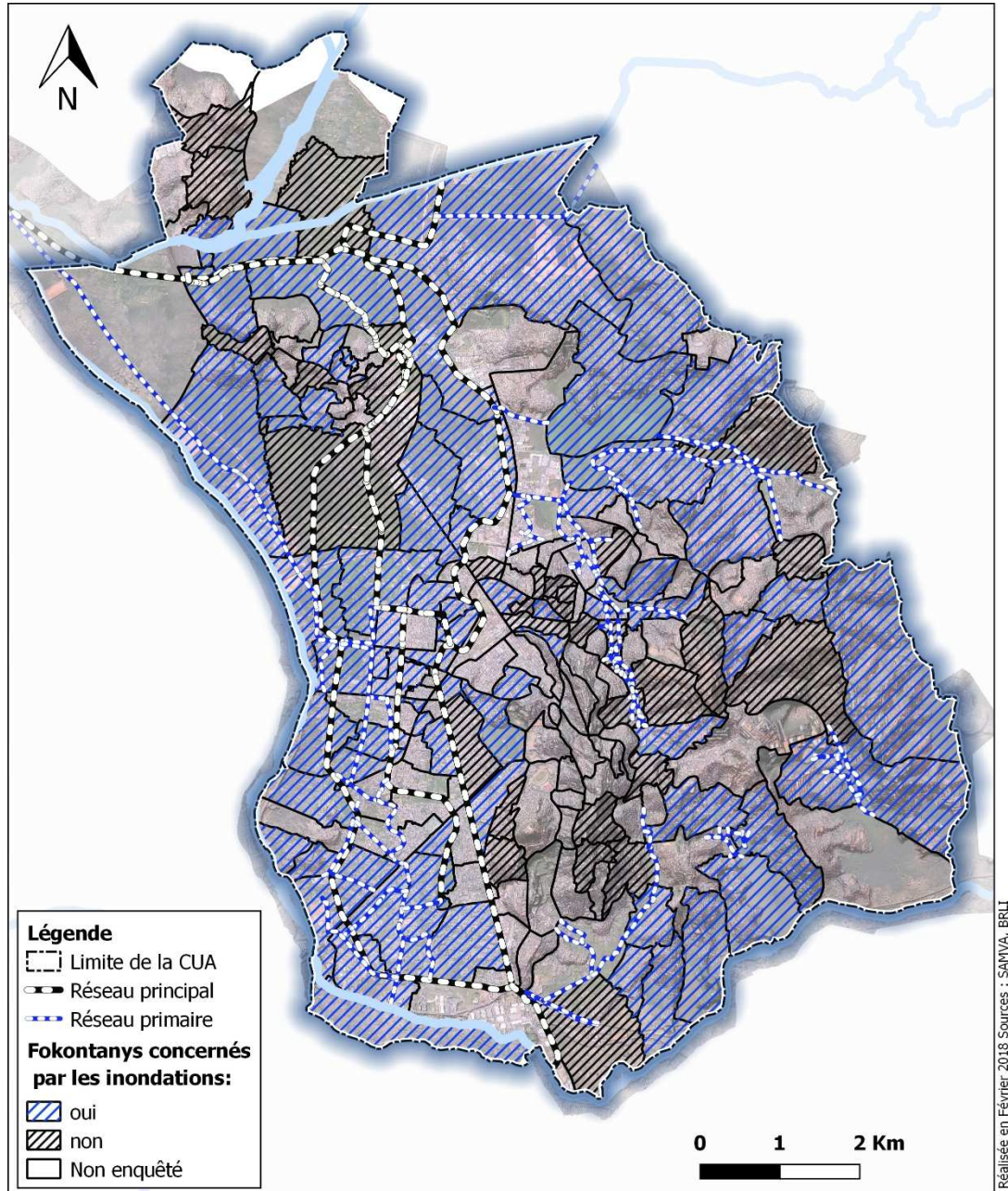


Figure 84: Fokontanys concernés par les inondations selon l'enquête auprès des ménages

Les enquêtes auprès des ménages montrent qu'une grande proportion des Fokontanys sont concernés des zones inondées. Un fokontany est considéré comme concerné par les inondations si au moins un ménage a été impacté ou si un ménage a témoigné d'un problème dans le quartier. Au total selon ces enquêtes, 72 Fokontanys connaissent des problèmes.

Les secteurs impactés correspondent en partie à ceux identifiés par les enquêtes Fokontanys, notamment la Plaine sud et nord, le Bassin sud, la Vallée de l'est et les abords du Marais Masay. S'ajoutent à cela d'autres secteurs comme le bassin sud est, Ambatobe et Soavimasoandro. Il faut néanmoins prendre avec du recul cette donnée car la nature de l'enquête auprès de ménages individuels peut faire ressortir des problèmes très localisés.

2.4.2.3.2 Cartographie et statistiques de l'importance des inondations d'après l'enquête auprès des ménages

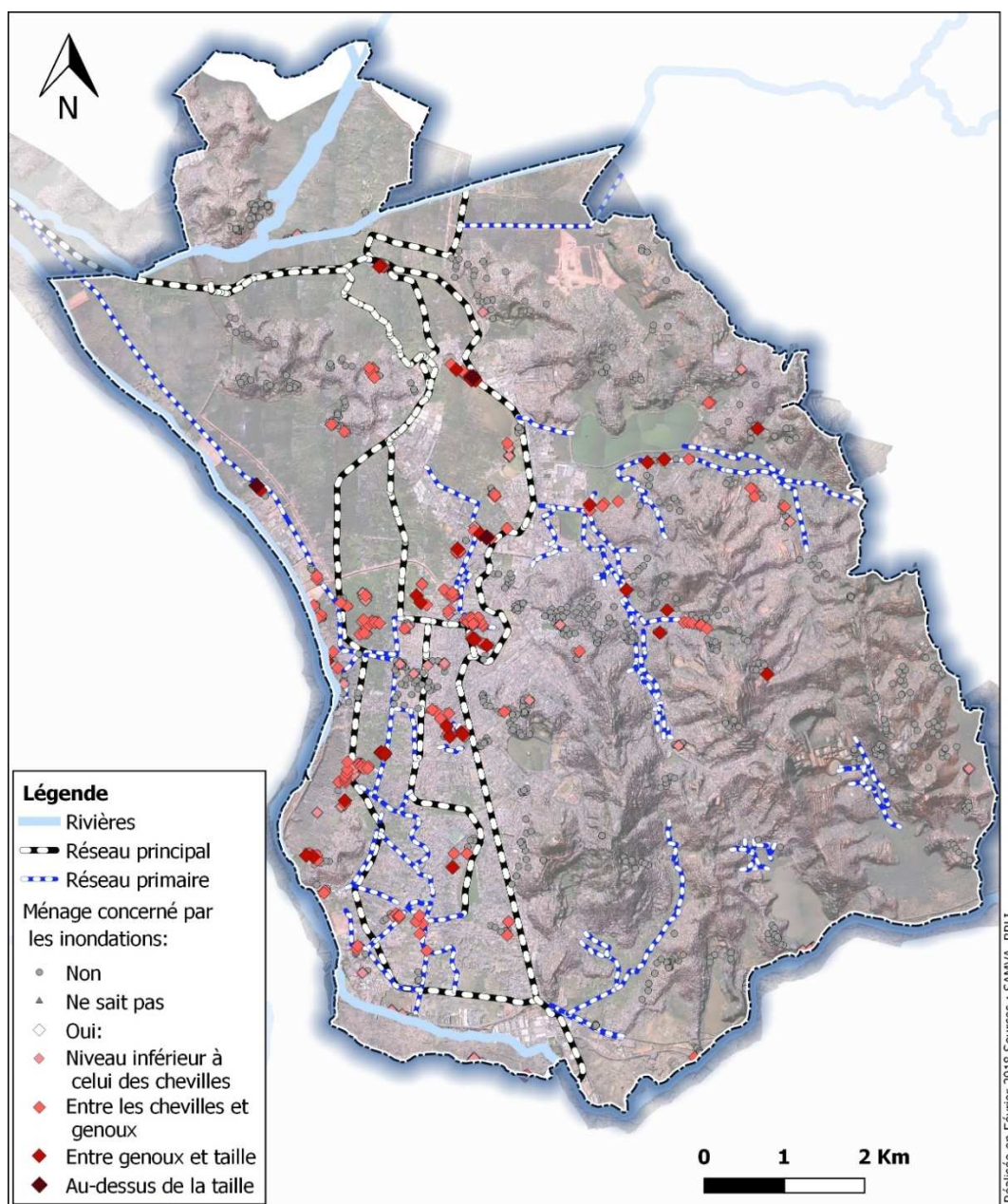


Figure 85: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Hauteurs d'eau - Carte

La figure ci-avant précise les ménages qui ont connu au moins une inondation ainsi que les hauteurs d'eau observées par les habitants. Elle fait apparaître un grand nombre de ménages inondés dans la plaine sud et nord d'Antananarivo. Les hauteurs d'eau sont variables même si l'essentiel des points sont impactés par des hauteurs inférieures à celle des genoux (86%). Les hauteurs entre les genoux et la taille concernent 14% des ménages inondés et seulement 1% au-dessus de la taille. Les hauteurs les plus importantes se concentrent en bordure des bas-fonds de la plaine, d'Anahizatho et du Marais Masay ainsi qu'en bord du canal primaire de la vallée de l'est.

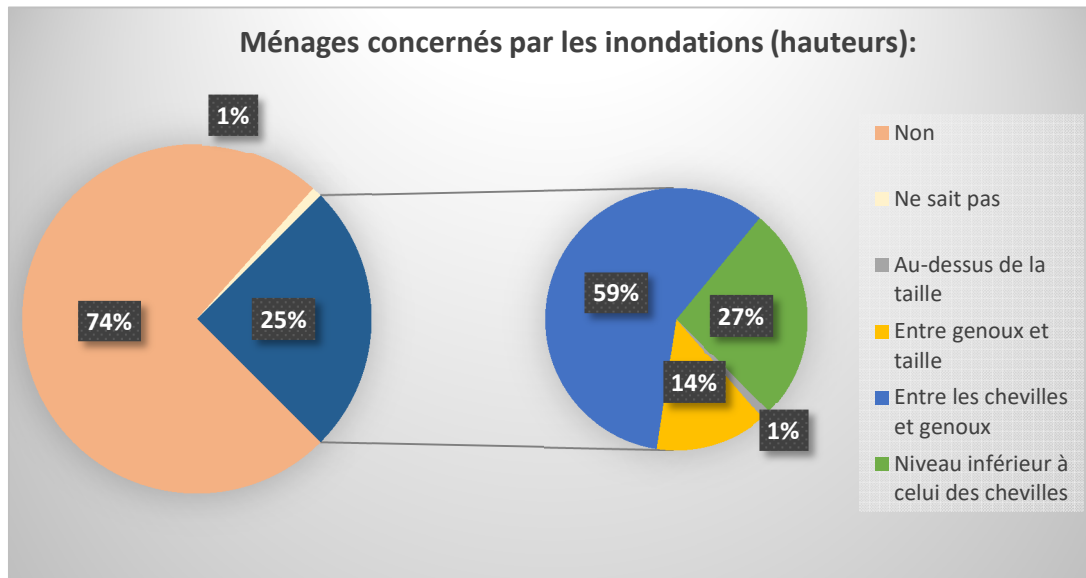


Figure 86: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Hauteurs d'eau - Répartition

2.4.2.3.3 Cartographie et statistiques de la fréquence des inondations d'après l'enquête auprès des ménages

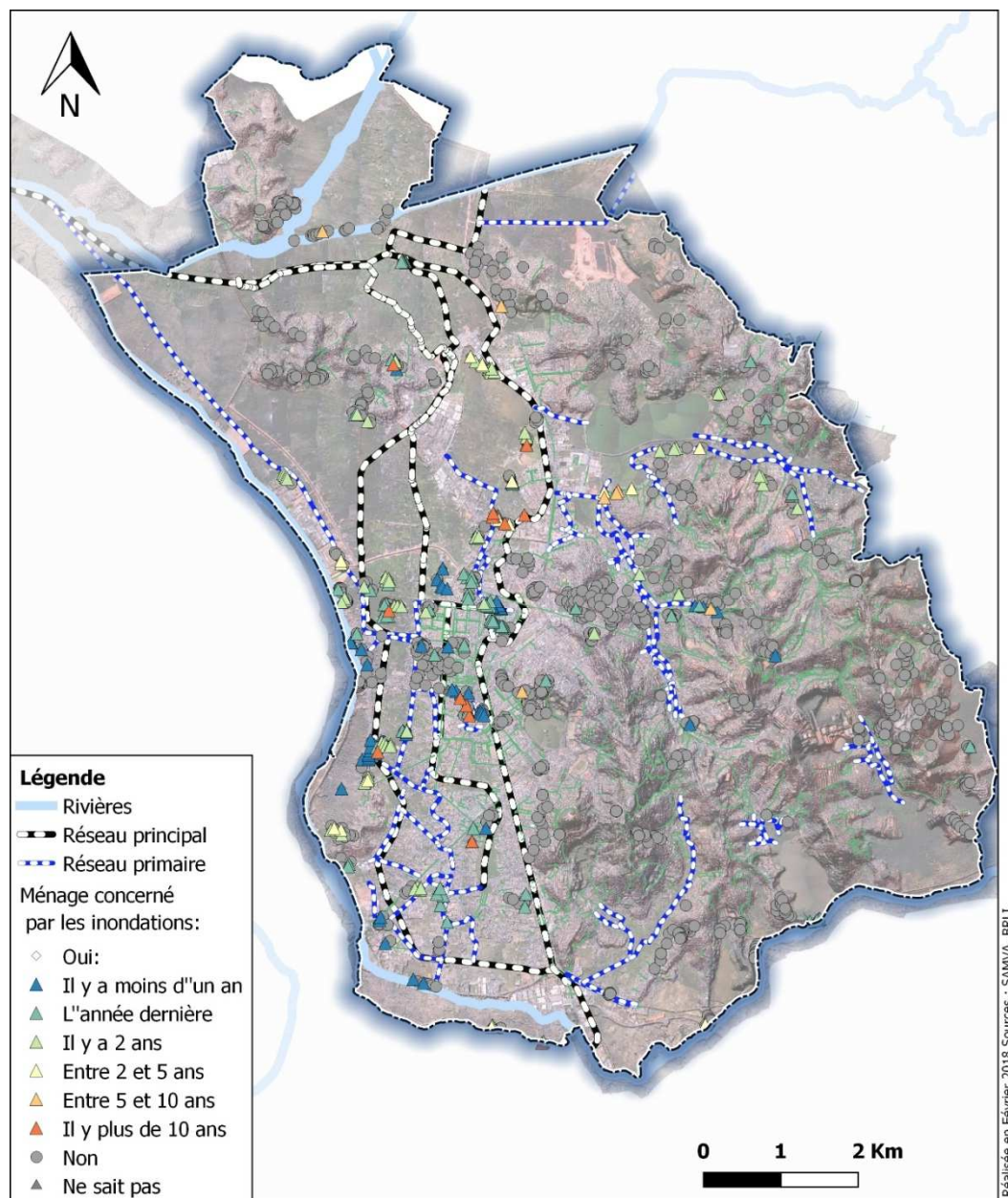


Figure 87: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Fréquence des inondations - Carte

La carte ci-avant présente les fréquences d'inondation indiquées par les ménages. La grande majorité témoignent de fréquences courantes, inférieure à 2 ans (25% moins d'un an, 33% l'année précédente et 28% il y a deux ans). Cela souligne la problématique récurrente des inondations qui ne se limite pas à des événements rares. Ces ménages impactés couramment se situent principalement dans la plaine (Anatihazo, plaine sud ouest, 67 ha), au bord du Marais Masay et en fond de vallée de l'est.

Les ménages qui ont fait état d'évènements plus rares sont moins nombreux : 6% entre 2 et 5 ans, 3 % entre 5 et 10 ans et 5 % au-dessus de 10 ans. Là encore , il est difficile d'en tirer des conclusions car : i) les ménages concernés par des inondations récentes ont tendance à ne pas parler des évènements plus anciens (même si supérieurs), ii) la mémoire du risque n'est pas forcément connue et transmise (nouveaux habitants).

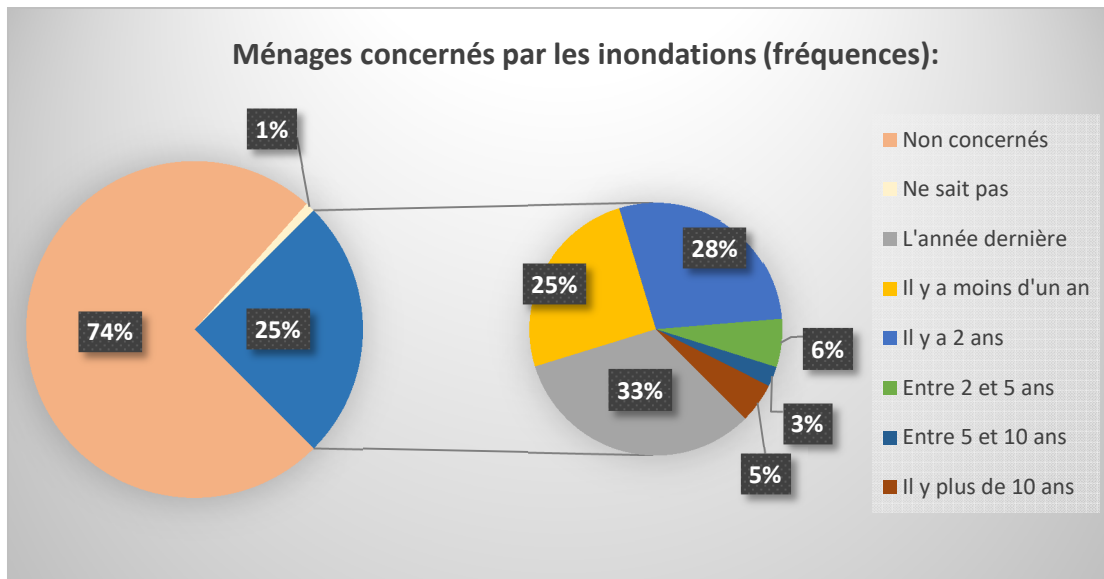


Figure 88: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Fréquences des inondations - Répartition

2.4.2.3.4 Cartographie et statistiques de l'origine des inondations d'après l'enquête auprès des ménages

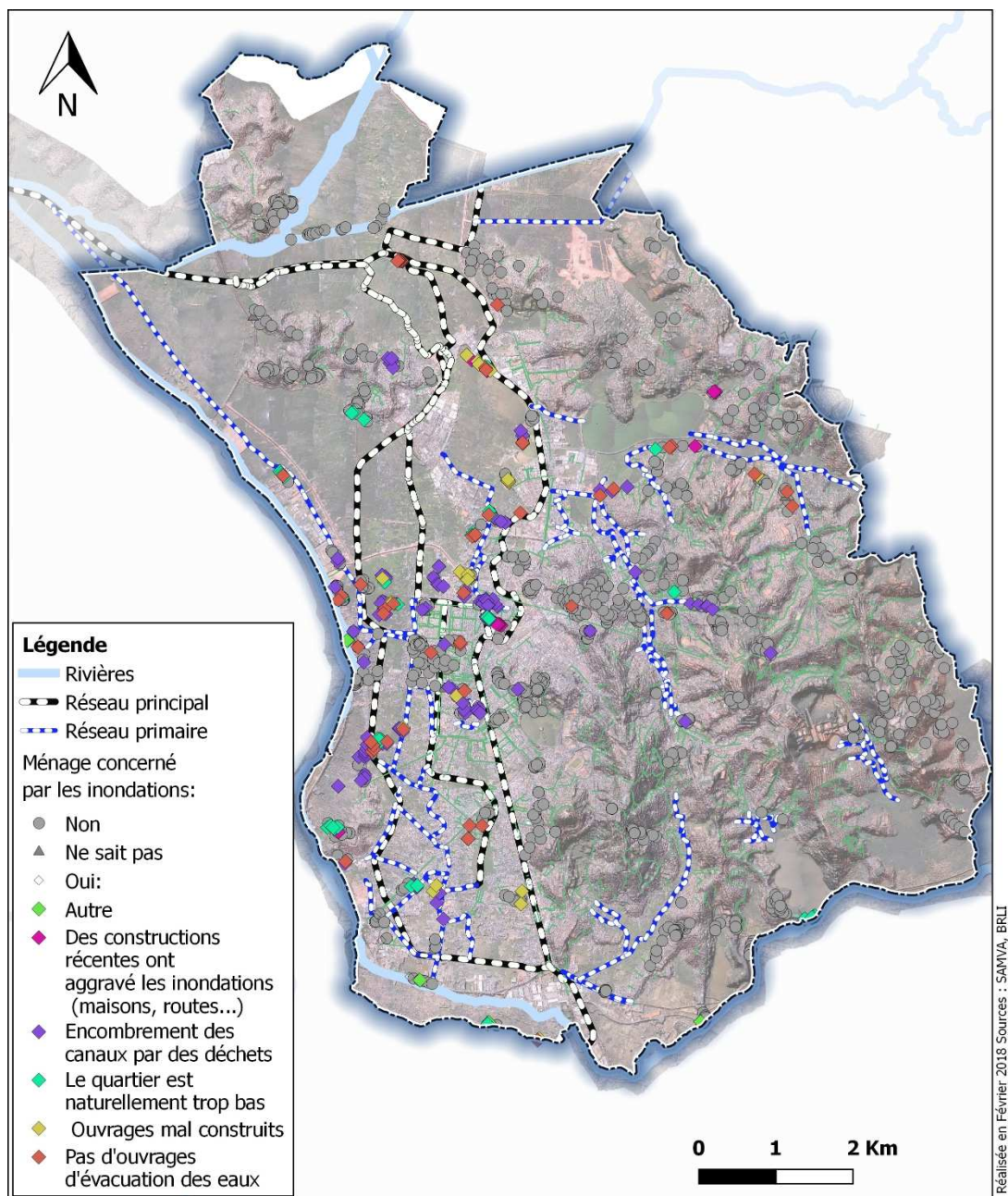


Figure 89: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Cause des inondations - Carte

La figure ci-avant présente les causes des inondations dans leur quartier avancées par les ménages interrogés. On remarque que des causes distinctes sont mises en avant par les témoins dans des mêmes secteurs. Il se peut que plusieurs causes soient responsables des problèmes constatés, ou bien que les personnes interrogées ne puissent pas faire la distinction entre les causes (encombrement et absence d'ouvrage peuvent être confondus par exemple). Les causes qui ressortent le plus sont l'encombrement des canaux par les déchets à 40% et l'absence d'ouvrages d'évacuation à 25%, suivi à 16 % par la topographie défavorable du casier. 9 % des ménages mettent en cause l'inadéquation de ouvrages (embâcles, sous-dimensionnement, etc.) et 6 % la construction d'infrastructures récentes ayant aggravées le problème.

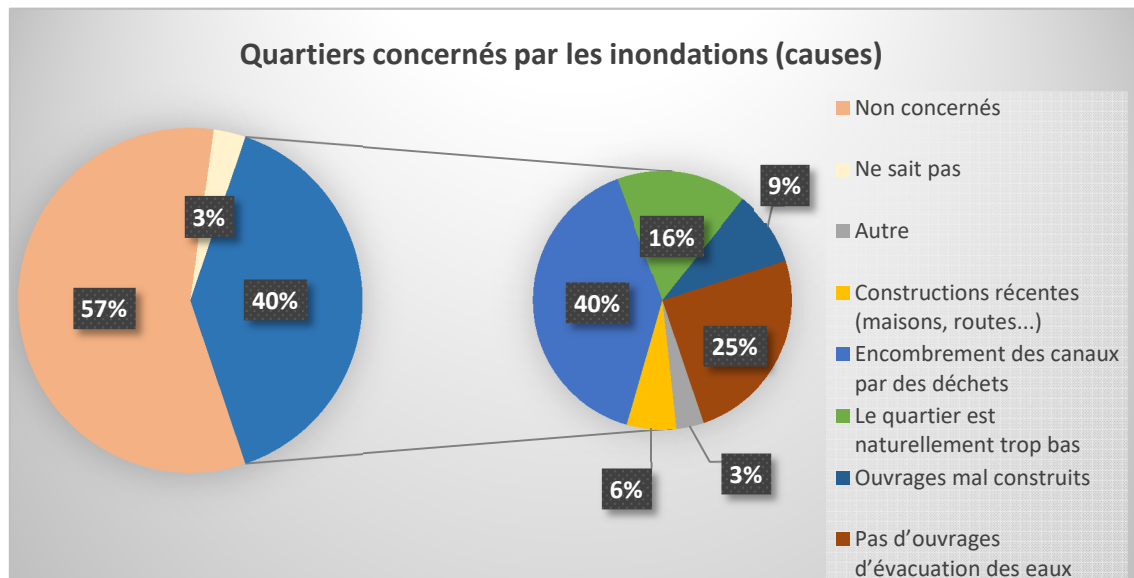


Figure 90: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Causes des inondations - Répartition

2.4.2.3.5 Nuisances associées aux inondations d'après l'enquête auprès des ménages

L'ensemble des ménages ont été interrogés sur les nuisances générées selon eux par les inondations, y compris les personnes non impactées directement par les inondations. Plusieurs réponses étaient possibles. Il s'agit donc davantage d'un sentiment de la population vis-à-vis de la problématique inondation. Il en ressort la domination de trois nuisances citées la moitié du temps (entre 50 et 60 %) : l'augmentation des maladies, les odeurs et la difficultés à se déplacer. Viennent ensuite les dégâts matériels et la présence de rats ou de moustiques à environ 30 %.

Cela met en lumière l'importance des conséquences sanitaires qui sont liées directement à la mauvaise qualité des eaux débordées et à la fréquence et la stagnation des débordements. Les conséquences matérielles restent néanmoins importantes avec un tiers des personnes interrogées.

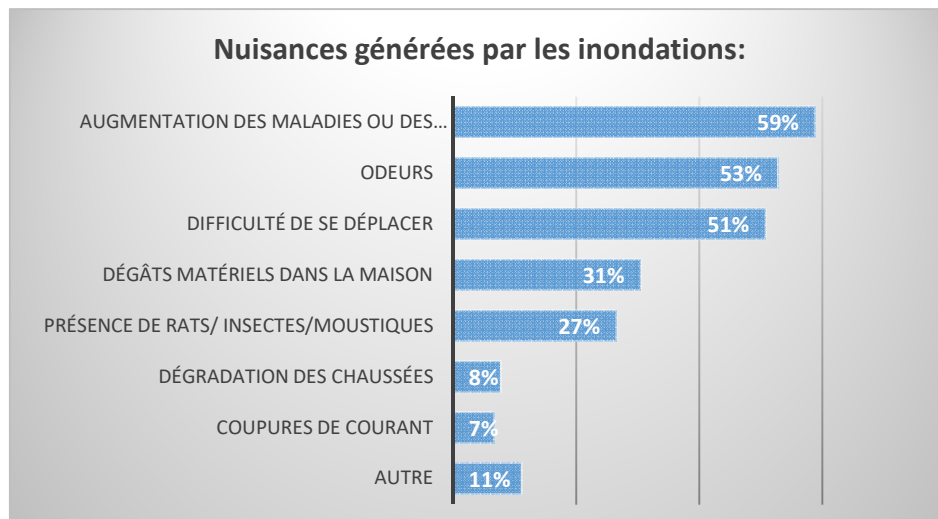


Figure 91: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Nuisances générées par les inondations

2.4.2.3.6 Cartographie et statistiques des modes de gestion des eaux pluviales d'après l'enquête auprès des ménages

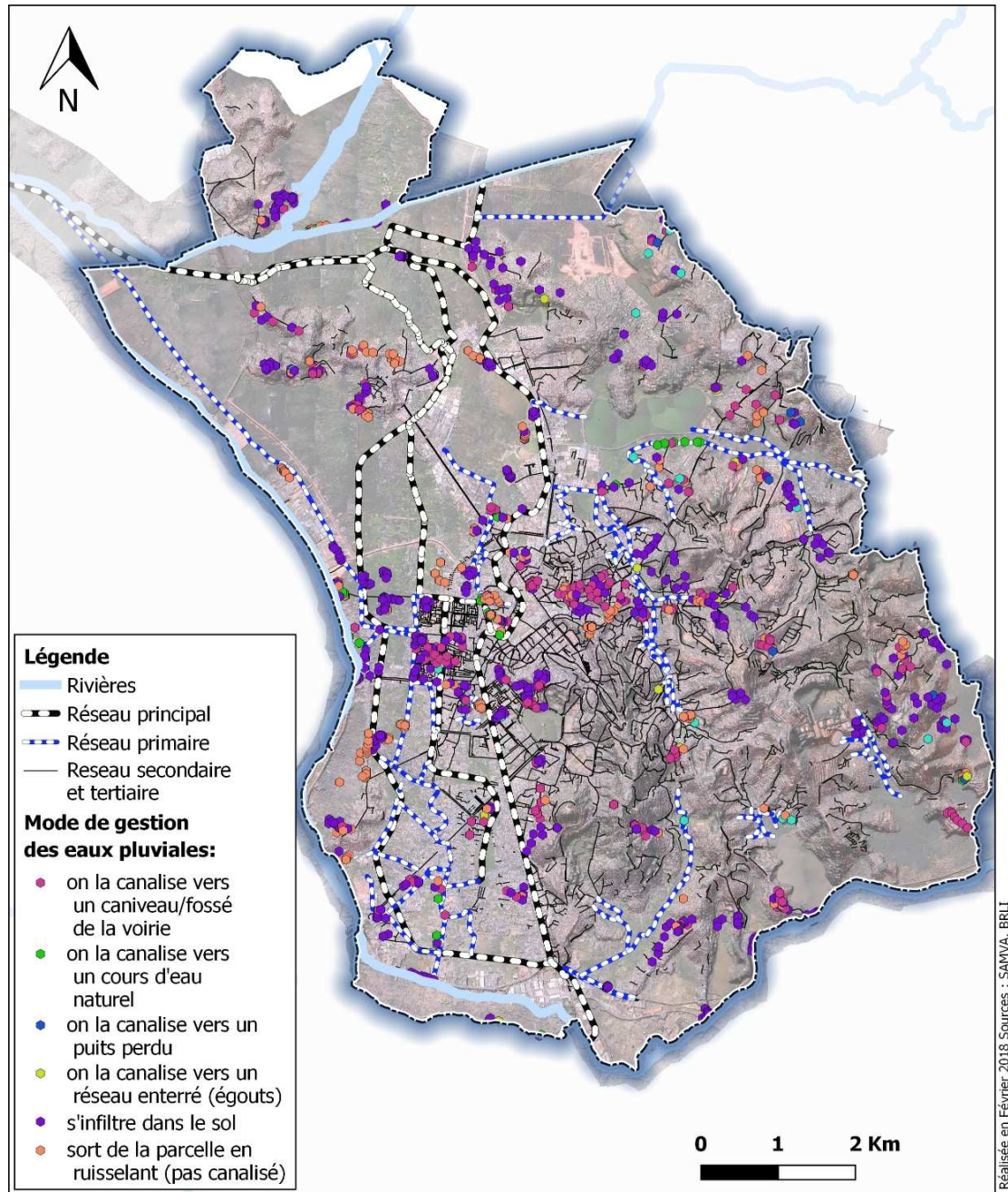


Figure 92: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Gestion des eaux pluviales- Carte

La carte ci-avant présente le mode de gestion des eaux pluviales indiqués par les ménages interrogés. La majorité, avec 74%, n'ont aucun mode de gestion particulier. L'eau s'infiltre dans les sols pour 53% et ruisselle pour 21%. Pour les ménages ayant un système de gestion, 21% canalisent les eaux vers un caniveau ou un fossé, le reste (5%) canalisent vers d'autre systèmes (puits, réseau enterré).

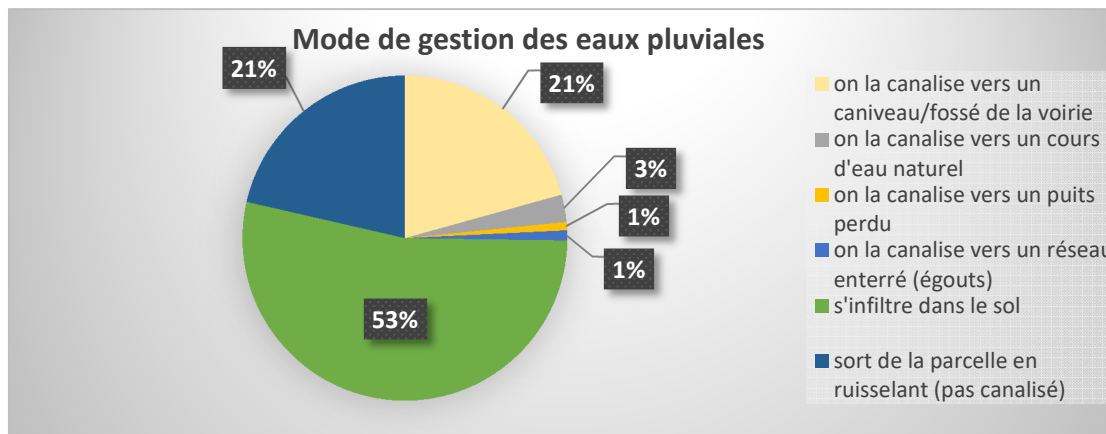


Figure 93: Enquête ménages - Ménages concernés par les inondations - Mode de gestion des eaux pluviales - Répartition

2.5 DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES EXISTANTES EN MATIERE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL AU SEIN DE LA CUA

En lien avec le dernier point du paragraphe précédent, et même si ces aspects sont à l'interface des questions urbanistiques et institutionnelles, il nous a semblé intéressant de présenter ici les dispositions et prescriptions dont il est fait état dans le PUDi 2004 en matière d'assainissement pluvial et de maîtrise des écoulements.

En l'espèce, pour chacune des 7 zones qui subdivisent le territoire de la CUA dans le PUDi 2004, ce sont les articles 9 « desserte par les réseaux » (sous-alinéa « eaux pluviales »), 11 « coefficient d'occupation du sol » et 16 « traitement des espaces non construits » qui fournissent des prescriptions en lien avec la thématique pluviale.

Ces dispositions portent principalement sur :

- Le respect du libre écoulement des eaux
- La maîtrise et le rejet des écoulements générés sur la parcelle
- La limitation de l'imperméabilisation des sols
- Le maintien d'une couverture des sols afin de limiter les risques d'érosion

Voici par exemple comment sont rédigées ces prescriptions pour la zone 5 du PUDi 2004 correspondant au classement en « à urbaniser et extension future » :

Article 9 : Desserte par les réseaux

[...]

Eaux pluviales :

L'évacuation des eaux pluviales doit se faire dans le réseau de collecte publique lorsqu'il existe ou amené vers des exutoires naturels du site ou sur la voie publique.

Et les constructions et les aménagements réalisés sur le terrain ne doivent pas faire obstacle au libre écoulement des eaux pluviales, et doivent tenir compte de leurs écoulements vers les exutoires.

[...]

Article 11 : Coefficient d'Occupation du Sol

L'emprise au sol des constructions y compris les garages et annexes incorporées ne doit pas dépasser 30 % de la parcelle.

La surface des zones imperméables à l'eau de pluie de la parcelle ne doit pas excéder 50 % de sa surface.

Article 16 : Traitement des espaces non construits

Tout terrain non construit, en milieu urbain est tenu à être protégé contre l'érosion par l'utilisation des couvertures végétales ou d'autres techniques permettant de réduire l'érosion due aux eaux de ruissellement.

Les conditions de mise en application de ces prescriptions, de leur respect et de la police associée reste cependant à confirmer.

3. DIAGNOSTIC QUALITATIF PAR SECTEUR

Le diagnostic qualitatif vise à comprendre le fonctionnement hydraulique par secteur. Il doit permettre d'identifier les spécificités et les points particuliers ainsi que les désordres observés et les problèmes constatés, issus respectivement de l'inventaire patrimonial et des retours d'expérience des acteurs locaux.

Au final, le croisement de la connaissance du réseau et des désordres observés avec les problèmes identifiés doit permettre de faire la liste des points noirs et de statuer à dire d'expert s'ils correspondent à :

- Un déficit (sous-dimensionnement du réseau)
- Un fonctionnement dégradé du réseau (dysfonctionnement)

Afin de mener un diagnostic suffisamment fin, précis et circonstancié, le territoire de la CUA et l'analyse ont été scindés en 18 secteurs hydrographiques cohérents. La carte ci-après présente ces secteurs qui seront détaillés dans les paragraphes suivants.

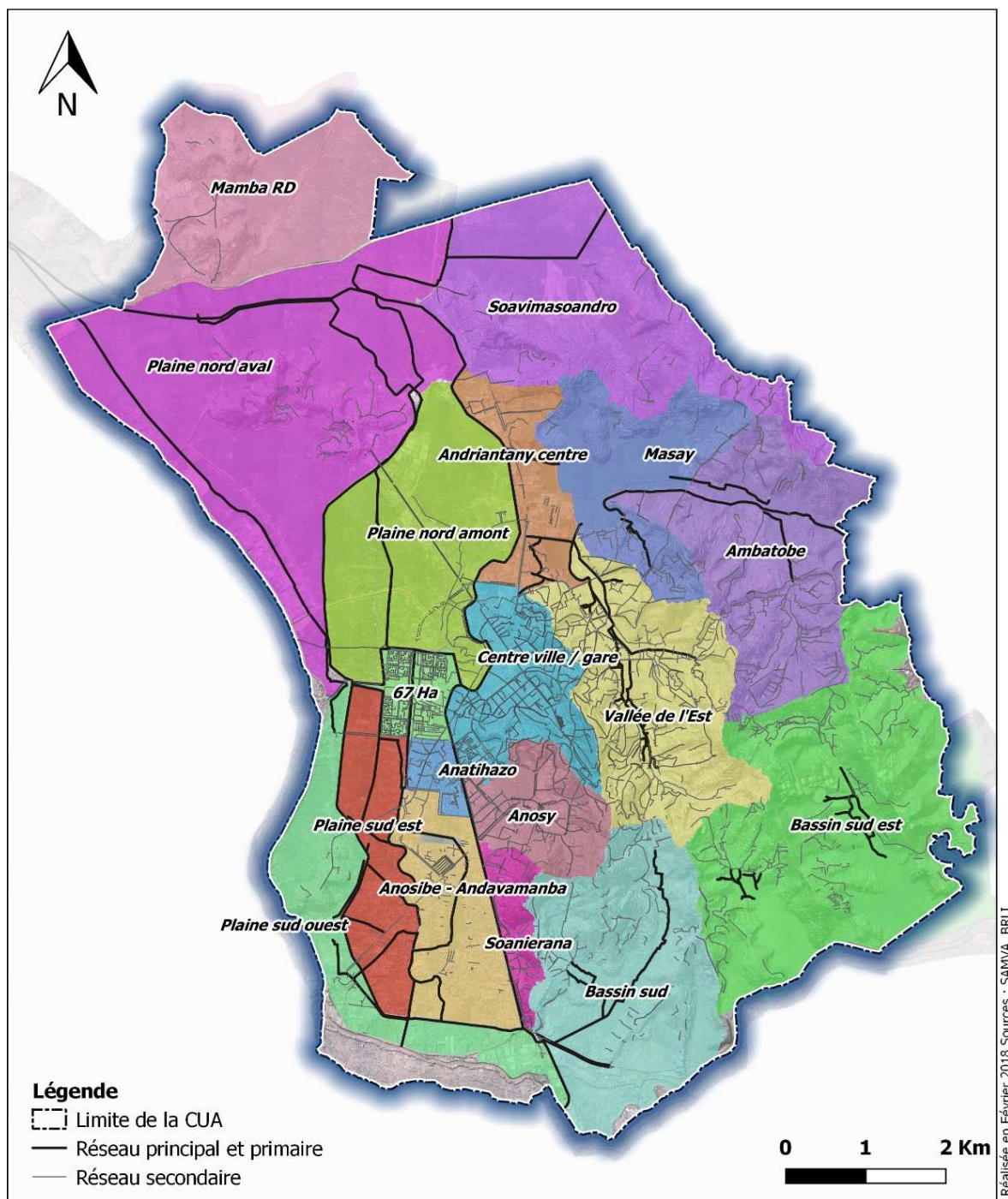


Figure 94: Secteurs hydrographiques homogènes

3.1 METHODOLOGIE

3.1.1 Données valorisées

Les données utilisées pour procéder au diagnostic qualitatif par secteur hydrographique sont les mêmes que celles utilisées pour l'état des lieux global

3.1.2 Structuration de la présentation de chaque secteur

La présentation de chaque secteur s'articule de manière systématique autour d'un certain nombre de rubriques et critères, exposés sous forme de carte et commentés.

Ces différentes rubriques et leur intérêt vis-à-vis du diagnostic qualitatif réalisé dans le cadre de l'activité -sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

3.1.2.1 Données descriptives générales

RELIEF

S'agissant de questions d'assainissement pluvial dont le fonctionnement est principal gravitaire, la question du relief du secteur considéré est évidemment essentielle.

Cette caractéristique est d'autant plus importante sur le territoire de la CUA que celui-ci est pour grande-partie extrêmement plat et que nombre de secteurs sont constitués par des remblais gagnés sur la plaine inondable.

OCCUPATION DU SOL

L'occupation du sol est également une caractéristique importante pour alimenter l'analyse dans la mesure où elle permet à la fois de mieux cerner les types d'enjeux en présence (habitat, zones d'activités commerciales, industrielles, agricoles, etc.) mais également d'identifier les incidences sur le comportement hydrologique de chacun des secteurs.

PENTE

La pente du terrain naturel constitue elle aussi un paramètre important puisqu'elle intervient sur plusieurs domaines :

- La capacité hydraulique d'un collecteur ou caniveau de dimensions données
- Le devenir du ruissellement (non canalisé ou issu de débordements des réseaux) et la distinction entre zones de production, de transit et d'accumulation
- Les risques d'écoulement torrentiel et les incidences dont il s'accompagne (érosion, ravinement, etc.)

POPULATION

Au-delà de la seule question de l'occupation du sol, la connaissance de la population et de sa répartition au sein du secteur permet d'appréhender la dimension « humaine » des enjeux et des risques, en identifiant le nombre de personnes susceptibles d'être impactées, de manière directe ou indirecte par les désordres identifiés et problèmes inventoriés.

Une autre information intéressante fournie par la connaissance de la population et de sa répartition au sein du secteur considéré repose sur les conséquences potentielles que peuvent faire peser sur les réseaux une pression anthropique forte (moins bonne gestion des déchets par exemple).

Les données utilisées ici correspondent à l'hypothèse « BDA » retenue dans le cadre du diagnostic « urbain » présenté dans le fascicule 4.

STANDING

Cette donnée est également issue du diagnostic « urbain ».

Croisée avec l'information de population, l'information de standing permet d'affiner la connaissance de la vulnérabilité des enjeux humains et leur capacité de résilience en cas d'inondation.

3.1.2.2 Données descriptives spécifiques

DESCRIPTIF ET TYPOLOGIE DES RESEAUX

Ce paragraphe s'attache à décrire les réseaux existants sur le secteur considéré, en s'attardant à la fois :

- Sur leur type structurel (ruissellement de surface sur voirie, caniveaux, canaux primaires, canalisations enterrées)
- Sur leur type fonctionnel (pluvial, unitaire)
- Sur leurs dimensions / gabarits

ANALYSE TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE

Plus fine que la prise en compte globale du relief du secteur, cette analyse vise à identifier les zones présentant une configuration de type « cuvette » et plus généralement à préciser la morphologie des fonds de thalweg, ceci afin de pouvoir apprécier les zones d'accumulation et/ou d'expansion des eaux, que ce soit de manière habituelle ou suite à un dysfonctionnement / dépassement de capacité des réseaux existants.

3.1.2.3 Désordres

Parmi tous les désordres présentés au chapitre 2 « État des lieux global », le diagnostic qualitatif de chaque secteur s'attarde sur les deux désordres les plus caractéristiques et impactants pour le fonctionnement des réseaux.

ENCOMBREMENT

Cette information est évidemment essentielle pour juger du risque de dysfonctionnement des ouvrages concernés, qu'il s'agisse de caniveaux ou de regards, soit en réduisant sa capacité d'écoulement théorique, soit en

MISE EN CHARGE

Ce critère, propre aux réseaux enterrés et observable au niveau des regards, permet notamment d'identifier d'éventuelles obstructions de canalisations et/ou de pointer les contraintes aval imposées par les exutoires dans lesquels se rejettent les réseaux.

3.1.2.4 Retours d'expérience

Pour mémoire, ces différents retours d'expérience sont présentés de manière globale au §2.4.2 et sont détaillés dans le fascicule 1 dédié aux investigations de terrain et enquêtes.

REX ISSUS DES GESTIONNAIRES

Ce type d'information est plutôt de type « macro » et donc pas forcément localisé très précisément mais reste intéressant dans la mesure où il émane directement des personnes ayant en charge les ouvrages responsables des désagréments

REX ISSUS DES RENCONTRES AVEC LES FOKONTANY

Même si la qualité de ce type d'information reste dépendant de la connaissance de la personne interrogée et des remontées d'information qui ont pu lui être faites, il reste cependant le plus complet et exhaustif.

REX ISSUS DES ENQUETES MENAGES

Bien que plus subjectives et « ponctuelles² » que les deux sources d'informations susmentionnées, ces données restent intéressantes à recouper.

3.1.2.5 Synthèse

Une synthèse finale est proposée pour chaque secteur: Cette synthèse dresse le bilan des contraintes et difficultés auxquelles il doit faire face en matière d'assainissement pluvial et met en perspective ces contraintes avec les problèmes d'inondation rencontrés sur le terrain, afin d'en fournir les causes plausibles, que les modélisations hydrauliques réalisées dans le cadre de l'activité 9 viendront si nécessaire confirmer ou infirmer.

² Même si une des questions portait sur l'inondabilité non pas de l'habitation de la personne enquêtée mais sur l'ensemble du fokontany dont elle est résidente.

3.2 SECTEUR 1 : 67 HA

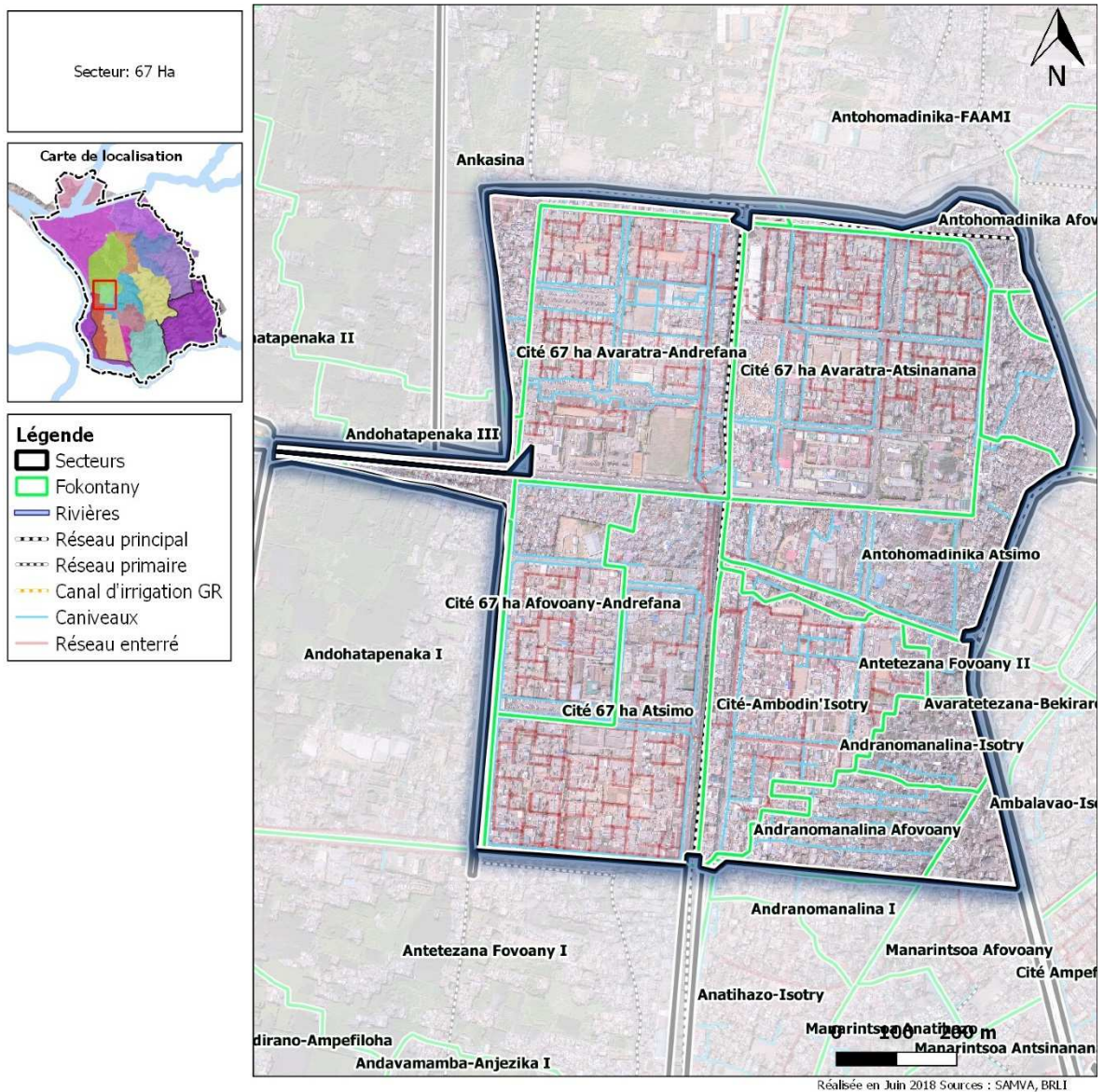
- Superficie = 100 ha
- Population estimée = 84 000 habitants

3.2.1 Description du secteur

La cité des 67 ha a été construite il y a 50 ans sur un remblai gagné sur les bas-fond de la plaine cultivée d'Antananarivo. Il s'agissait à l'origine d'une cité étudiante gérée par la SEIMAD. Les habitations ont ensuite été vendues et l'urbanisation s'est fortement développée, en partie de manière anarchique, pour en faire aujourd'hui une des zones la plus densément peuplée de la CUA.

Le secteur 1 « 67 ha » couvre une superficie de 100 ha. Son drain principal est le canal C3 qui le traverse du sud au nord dans sa partie centrale. L'exutoire du réseau d'assainissement pluvial est justement le canal C3. À noter que le réseau séparatif dévolu aux eaux usées est quant à lui refoulé par pompage directement vers l'Ikopa à l'ouest, au niveau d'Andohatapenaka.

La carte ci-après localise les différents fokontany situés sur ce secteur.



3.2.1.1 Relief

Le secteur des 67 ha présente une topographie très plane oscillant entre les cotes 1248,9 et 1249,4 en général, soit quelques dizaines de cm au-dessus du niveau habituel du canal C3.

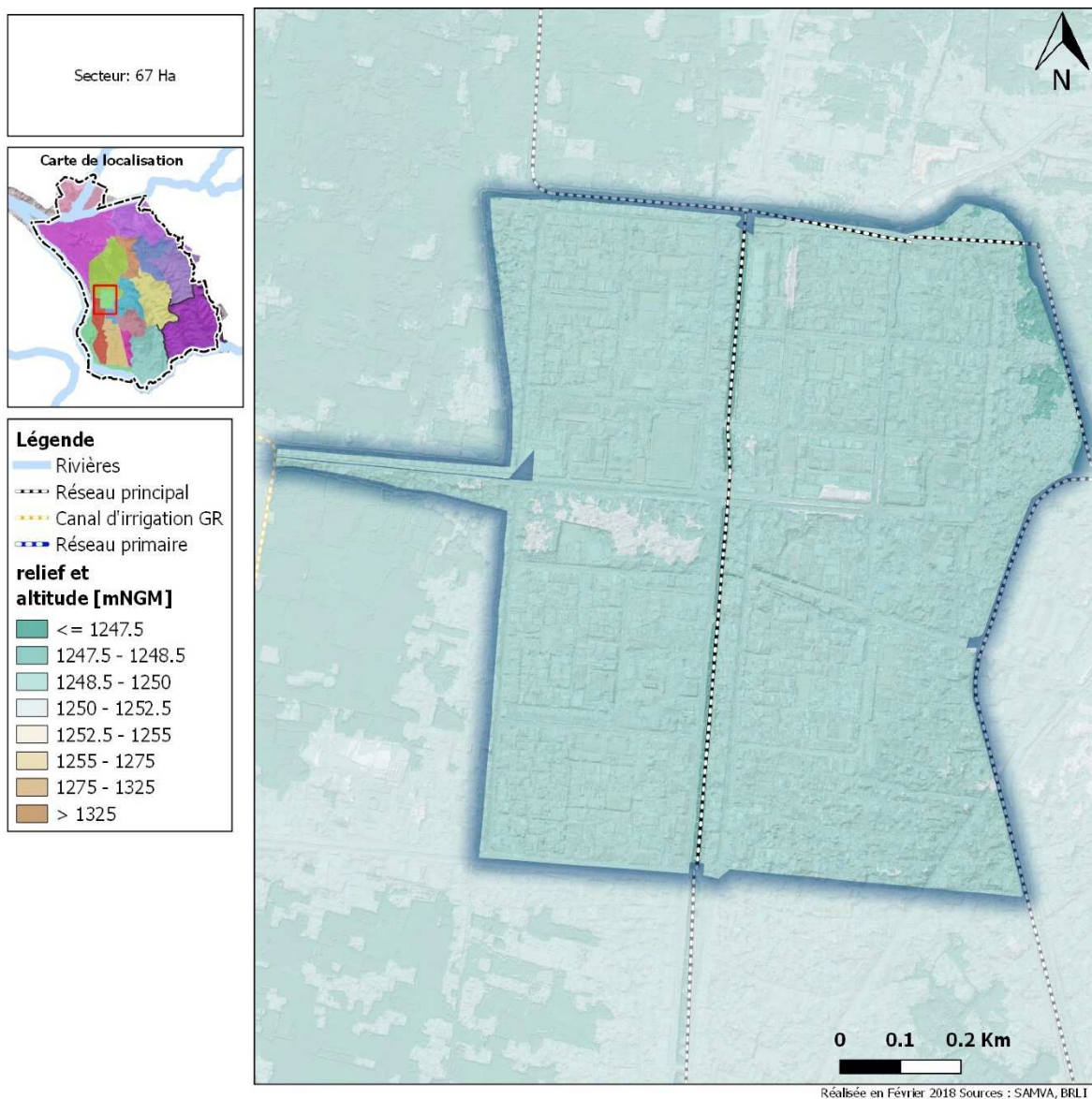


Figure 96 : relief du secteur des 67 ha

3.2.1.2 Occupation des sols

Le secteur des 67 ha est intégralement urbanisée, son occupation du sol étant très majoritairement dédiée à une habitation résidentielle. Une telle configuration conduit à des forts coefficients d'imperméabilisation et donc de ruissellement.

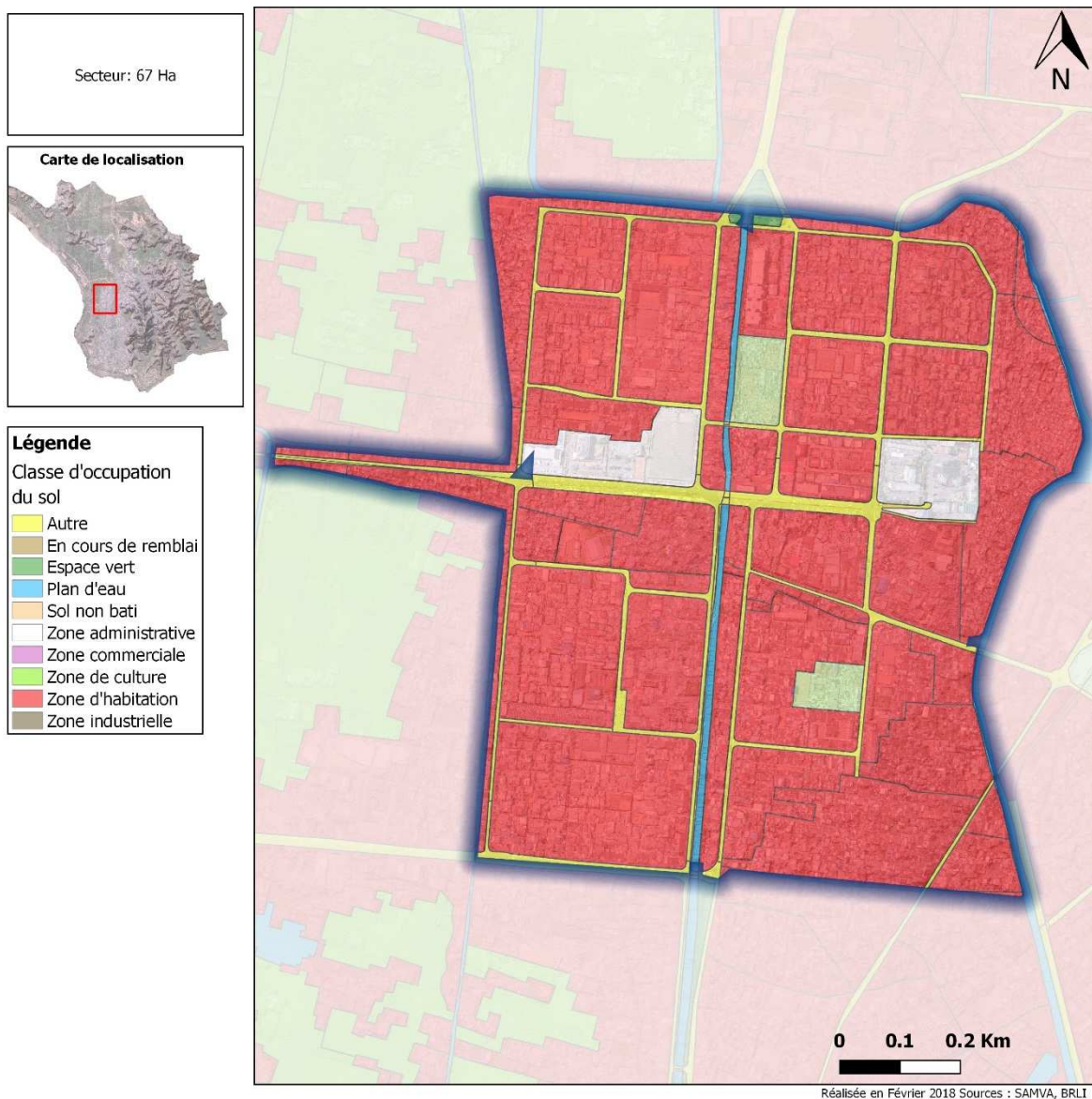


Figure 97 : occupation du sol sur le secteur des 67 ha

3.2.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur 1 est particulièrement plat avec des pentes systématiquement inférieures à 3%. Il s'agit d'un remblai artificiel qui a pour but de rehausser le niveau du terrain naturel par rapport au niveau moyen de la plaine afin de garantir la mise hors d'eau des habitations qui y ont été construites. Du fait de ces caractéristiques topographiques, il n'existe pas à proprement parler de réseau hydrographique naturel. Le secteur est drainé vers le canal C3 et le chenal en aval du déversoir (qui se jette lui-même dans le C3).

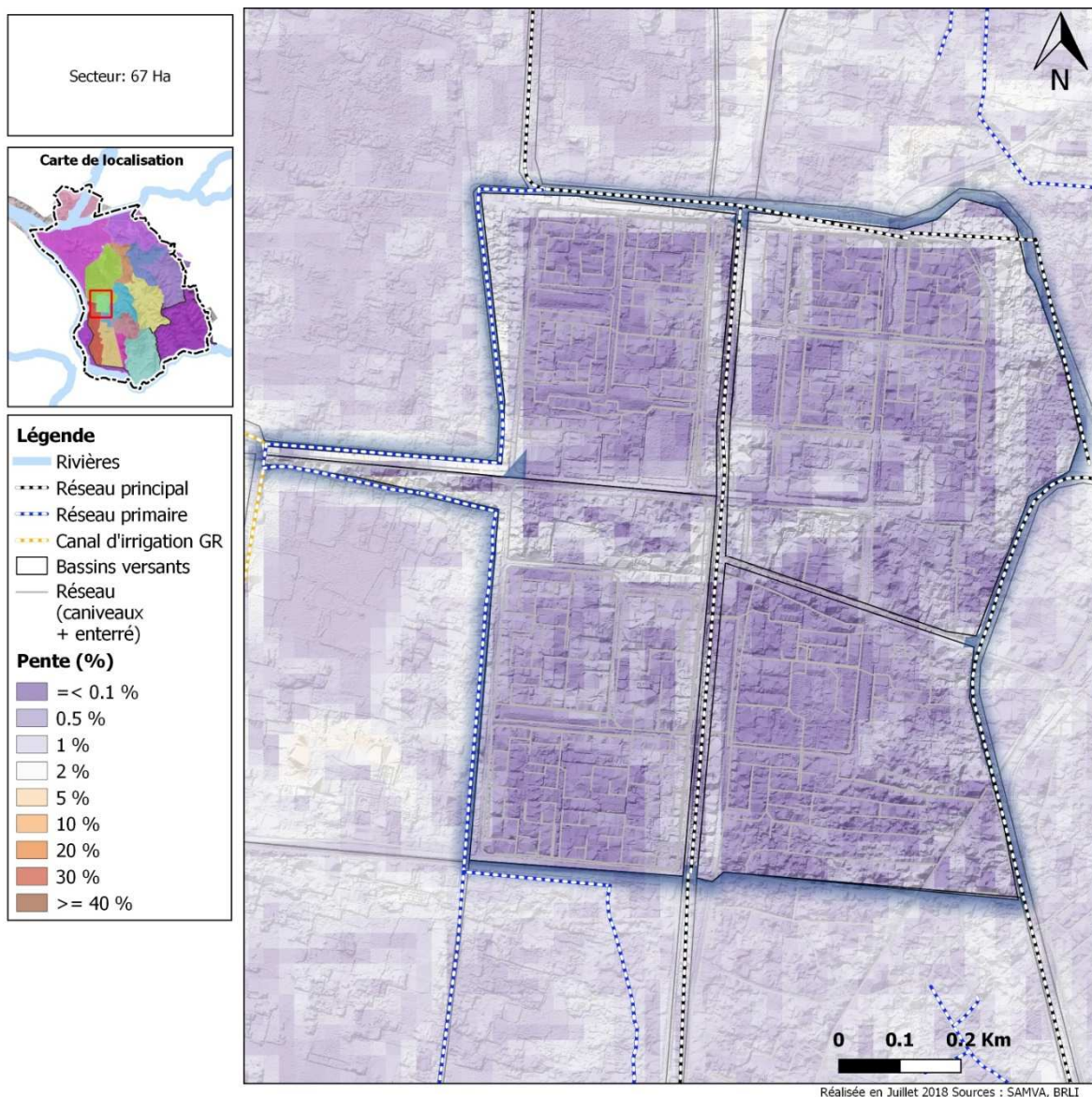


Figure 98: Secteur 1 - 67ha - Pente et réseau hydrographique

3.2.1.4 Enjeux humains présents

Comme expliqué précédemment, le quartier des 67 ha présente une population dense sur l'ensemble de sa superficie, avec des valeurs généralement supérieures à 50 000 habitants / km².

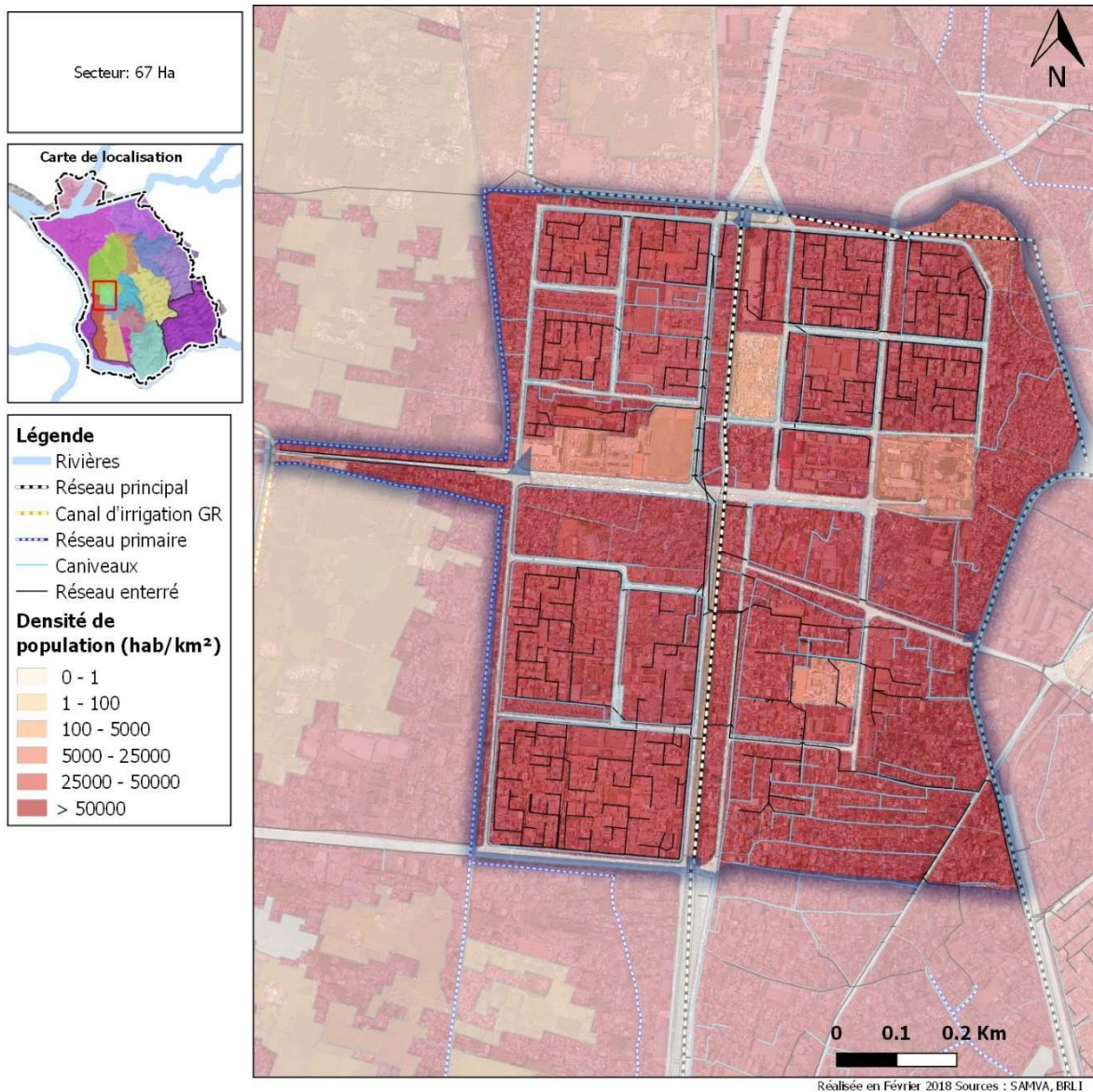


Figure 99: Secteur 1 - 67ha - Densité de population

Le standing de la population est assez variable. On trouve un standing « moyen à tendance haut » au sud-ouest et au nord-est. Le reste est classé en standing « moyen » et « moyen à tendance basse ». La bordure est, sur les berges de l'Andriantany et du chenal du déversoir, est d'un standing « bas ».

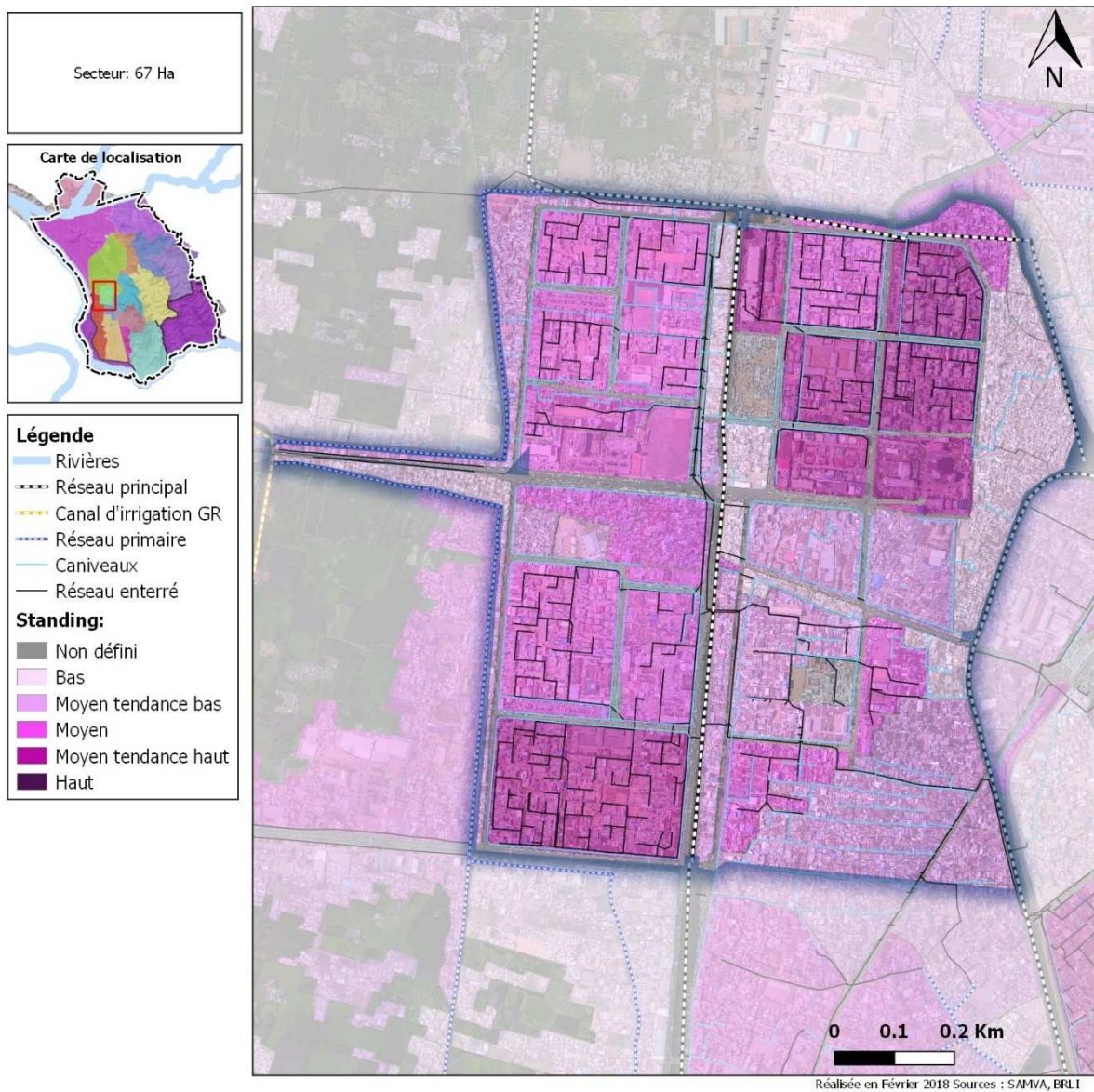


Figure 100: Secteur 1 - 67ha - Standing des habitations

3.2.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.2.2.1 Structure / typologie

3.2.2.1.1 Type de réseaux

Le drainage se fait essentiellement par des caniveaux de surface présentant une largeur inférieure à 50 cm. L'exutoire principal est le canal C3. On note la présence de deux exutoires vers le canal situé sur la bordure nord-ouest (qui se jette ensuite dans le C3). De la même manière, un caniveau se jette dans le chenal du déversoir au nord-est. Enfin, une zone au sud-est est drainée vers le dalot de la route Pasteur qui s'écoule ensuite vers le secteur de Anatihazo.

Nota : le quartier des 67 ha présente la particularité de disposer d'un réseau séparatif eaux usées et pluviales. Les eaux usées sont collectées par un réseau de conduites en D150 puis refoulées par pompage vers leur exutoire dans l'Ikopa.

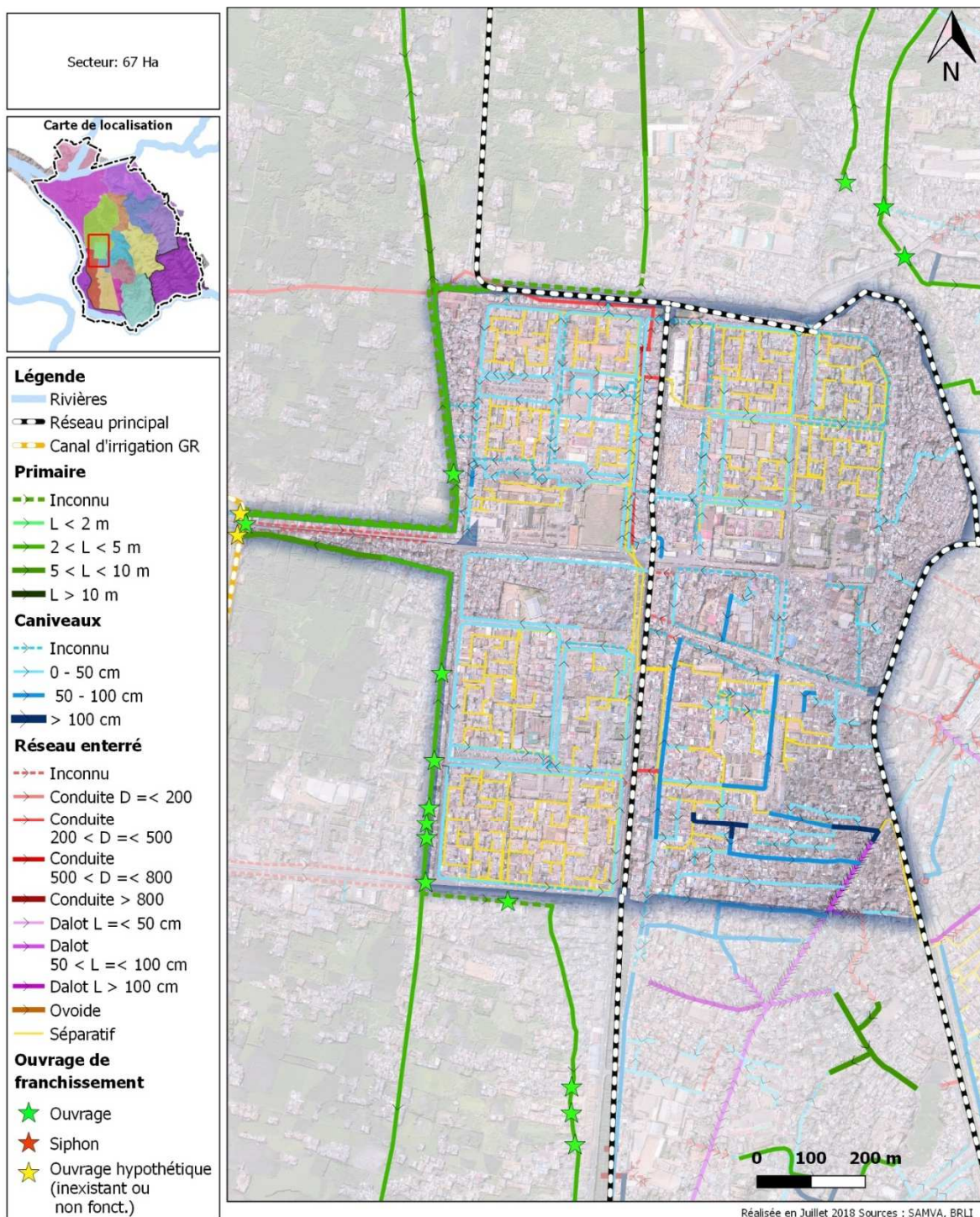


Figure 101: Secteur 1 - 67ha - Dimensions du réseau

Les pentes des caniveaux sont très faibles, globalement inférieures à 1%. Seuls les exutoires présentent des pentes supérieures. Cela n'est pas surprenant vue la topographie du secteur.

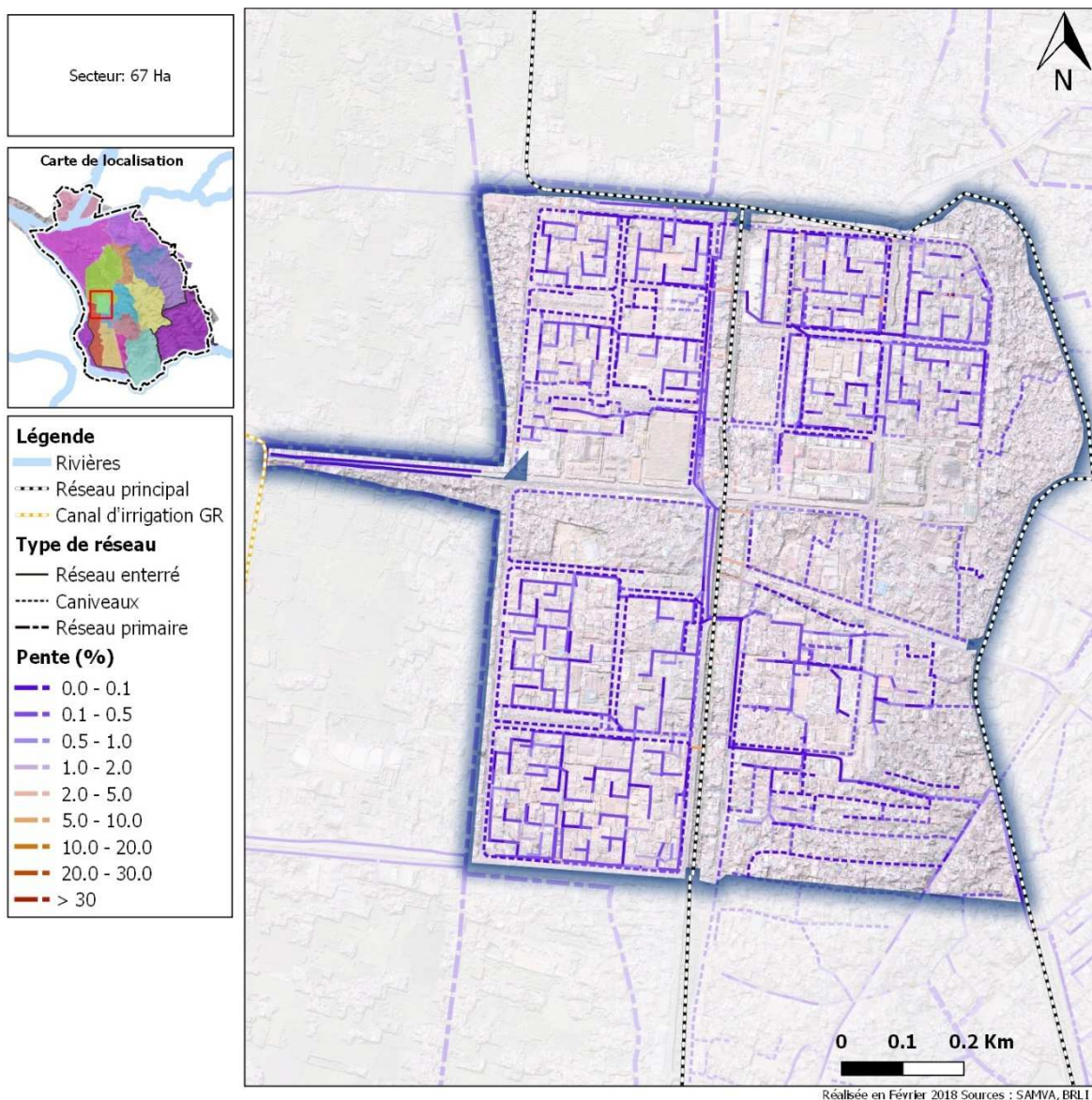


Figure 102: Secteur 1 - 67ha - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.2.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Il a été rappelé précédemment que le secteur des 67 ha était très plat et, bien que remblayé dans les « règles de l'art », restait peu surélevé par rapport au drain dans lequel ses eaux pluviales sont censées se rejeter.

La carte ci-après montre en outre l'existence de plusieurs zones présentant une configuration en cuvette et donc particulièrement propice aux inondations ou tout du moins à l'accumulation temporaire d'eau, dès lors que les réseaux dysfonctionnent.

Il est à ce titre intéressant de noter la bonne concordance de ces dépressions avec les zones décrites par les acteurs locaux comme étant fréquemment inondées (cf. §3.2.3).

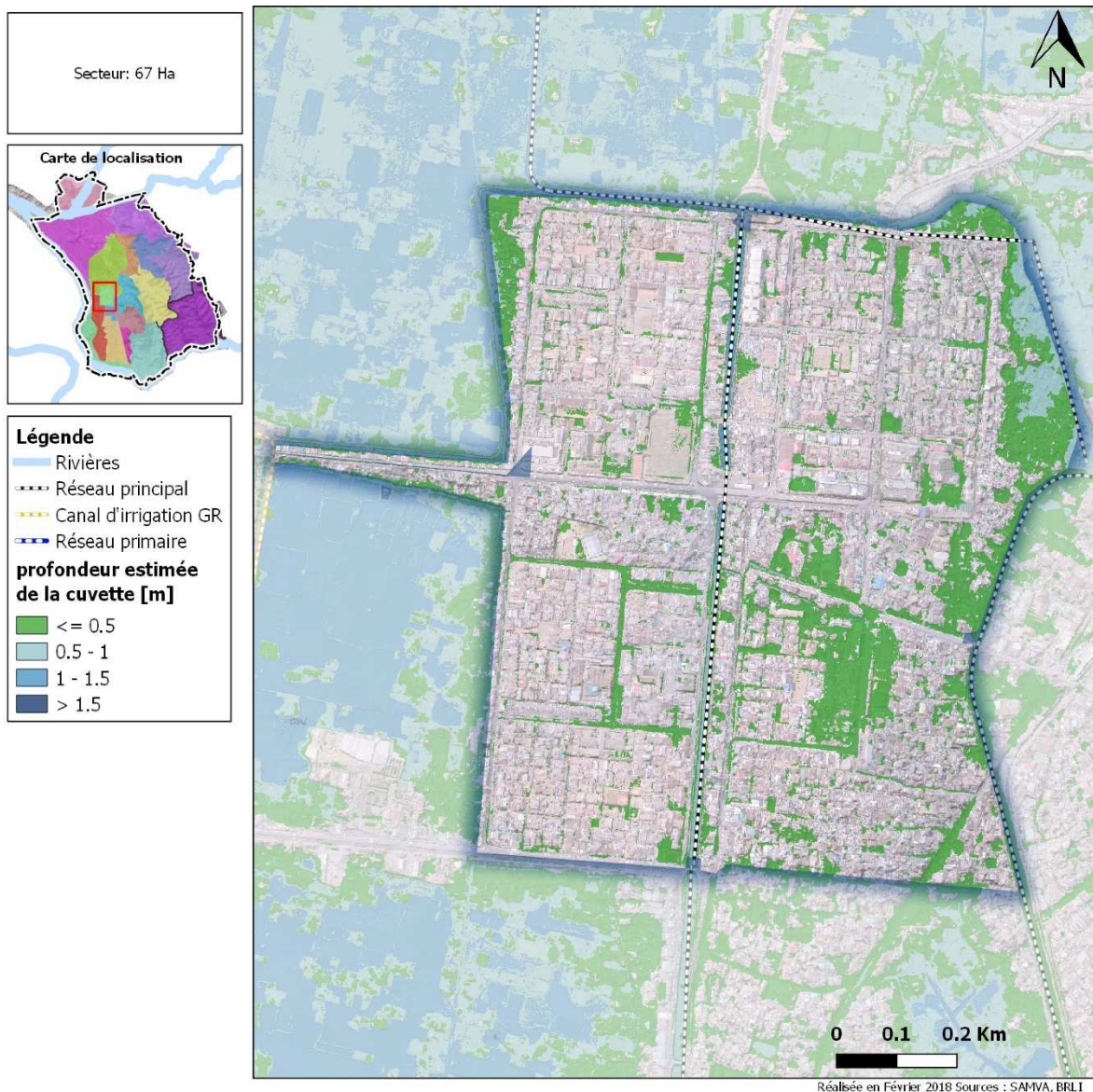


Figure 103 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des 67ha

3.2.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le canal C3 est l'exutoire principal des réseaux de surface des 67Ha.

RESEAU PRIMAIRE

À l'ouest du secteur, des canaux primaires ceinturent les zones d'habitations et font transiter les eaux des caniveaux vers le canal C3 à l'extrême nord-ouest du quartier. Ces canaux primaires de largeur moyenne (2 à 3,5 m) mais aux niveaux d'eau élevés sont très chargés en eaux usées et les enjeux les entourant sont importants. Ils sont en effet bordés d'habitations précaires sur la quasi-totalité de leurs linéaires.



Figure 104 Exutoire des réseaux primaires de l'ouest vers le C3



Figure 105 Etat et enjeux entourant les réseaux primaire ceinturant l'ouest du secteur

L'ouvrage de franchissement sur le boulevard Pierre Rajaonah à proximité du GR est saturé et son niveau de fonctionnalité n'a pas pu être vérifié.



Figure 106 Face Nord de l'ouvrage de franchissement du boulevard Pierre Rajaonah

CANIVEAUX

À l'intérieur du quartier, les inondations sont très fréquentes, les caniveaux débordent et les ruelles sont régulièrement totalement inondées. Localement des eaux usées se répandent. De nombreux piquages du réseau enterré sur le réseau pluvial ont été réalisés ici, ce qui n'améliore pas la situation au niveau strict des réseaux de surface.

Les eaux de l'est du quartier se rejettent dans le canal issu du déversoir en provenance de l'Andriantany à Antomahadinika IIIG Hangar.



Figure 107 Exutoire de caniveau à Antomahadinika IIIG Hangar dans le canal déversant de l'Andriantany

L'est de 67Ha illustré sur la figure précédente est particulièrement insalubre, les caniveaux sont saturés. Les eaux du canal déversant de l'Andriantany remontent dans les caniveaux et se répandent dans les quartiers.

RESEAU ENTERRE

La grande majorité des réseaux enterrés du quartier sont en charge et l'écoulement est très limité. Toutefois le réseau de la station de pompage 67 ha, voué à évacuer uniquement des eaux usées, reste fonctionnel, même si la chaîne de transfert plus en aval est dans l'immédiat hors service.

De façon générale, l'écoulement sur la totalité du secteur est difficile notamment en raison des faibles pentes. Cela conduit à une insalubrité importante sur les zones proches des exutoires.

3.2.2.2 Désordres

Les caniveaux formant le réseau pluvial sont globalement pas ou peu encombrés. Compte tenu des faibles pentes du réseau, cela est essentiel afin d'assurer un bon drainage. On constate néanmoins un encombrement moyen des caniveaux sur certains tronçons, en particulier sur la bordure est qui correspond à un standing moyen à tendance bas ou bas.

Nota : bien que le réseau séparatif d'eaux usées ne soit pas l'objet du présent diagnostic pluvial, on constate que la grande majorité des regards ouverts sur ce réseau séparatif présentent des problèmes d'obstruction et de mise en charge. Les obstructions sont principalement dues à la présence d'excrétas et de déchets solides.

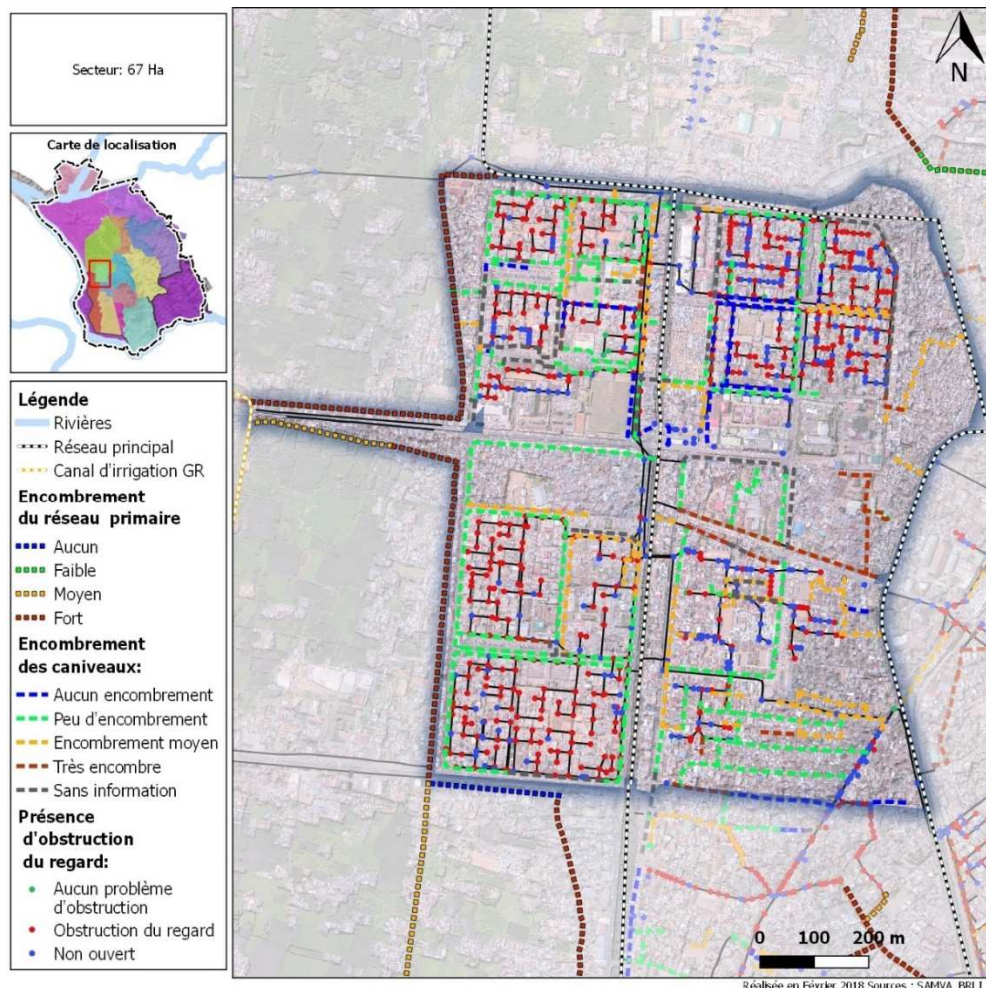


Figure 108: Secteur 1 - 67ha - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

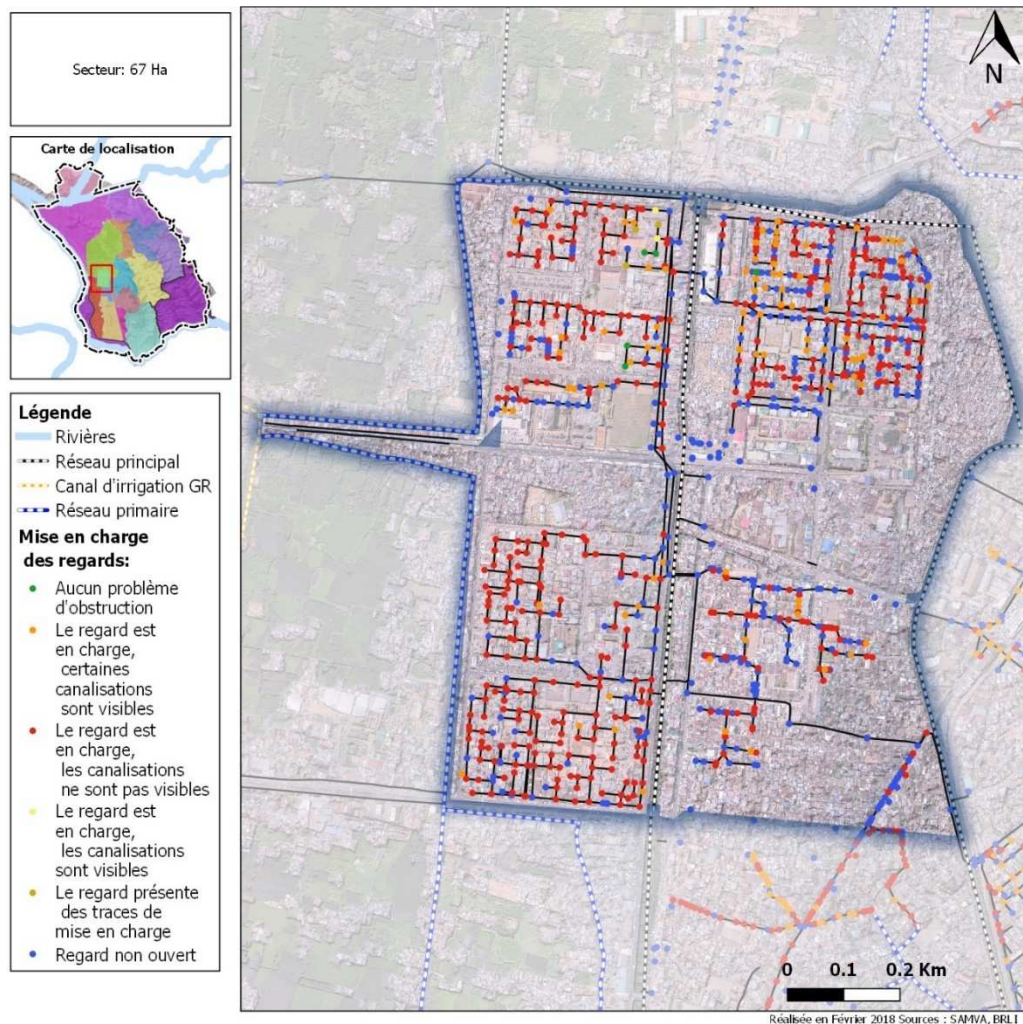


Figure 109: Secteur 1 - 67ha - Niveau de mise en charge des regards

3.2.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les informations issues des acteurs locaux indiquent que l'ensemble du secteur est vulnérable aux inondations. L'exutoire principal du quartier étant le canal C3, le fonctionnement du drainage est fortement lié au niveau aval et à la problématique plus générale d'inondation de la plaine d'Antananarivo. En période des pluies, lorsque le canal C3 est haut, le drainage d'un évènement pluvieux fort et intense peut s'avérer contraint par l'aval et impacter tout le quartier.

Les enquêtes auprès des Fokontanys font ressortir des secteurs plus localisés, qui sont à priori plus fréquemment impactés. Il s'agit notamment de l'extrémité est du boulevard Pierre Rajaonah au bord de l'Andriantany et la rive gauche du chenal du déversoir. On observe également plusieurs zones à problèmes au sud-est du secteur 1 en amont de la rue Pasteur.

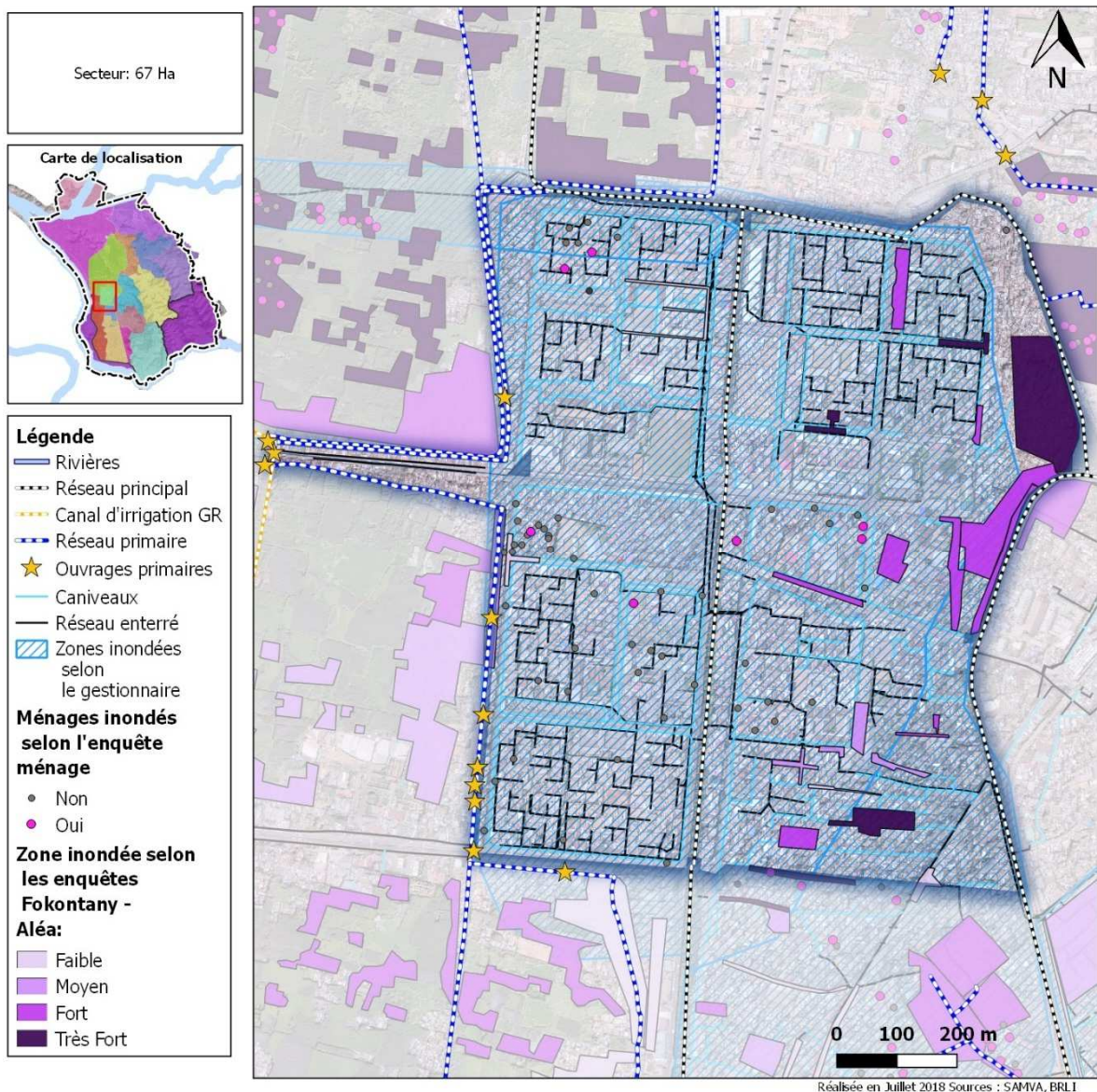


Figure 110: Secteur 1 - 67ha - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.2.4 Synthèse

Les problèmes d'inondation rencontrés sur ce secteur s'expliquent par :

- Une topographie très plane voire présentant par endroits une forme de cuvette, conduisant à des pentes de réseau très faible et ne permettant pas au ruissellement direct de surface de contribuer à la collecte et à l'évacuation des eaux
- Des exutoires particulièrement contraints par le niveau actuel du canal C3, restreignant d'autant plus la pente d'écoulement effectivement disponible
- Un encombrement de certains caniveaux les empêchant de jouer pleinement leur rôle

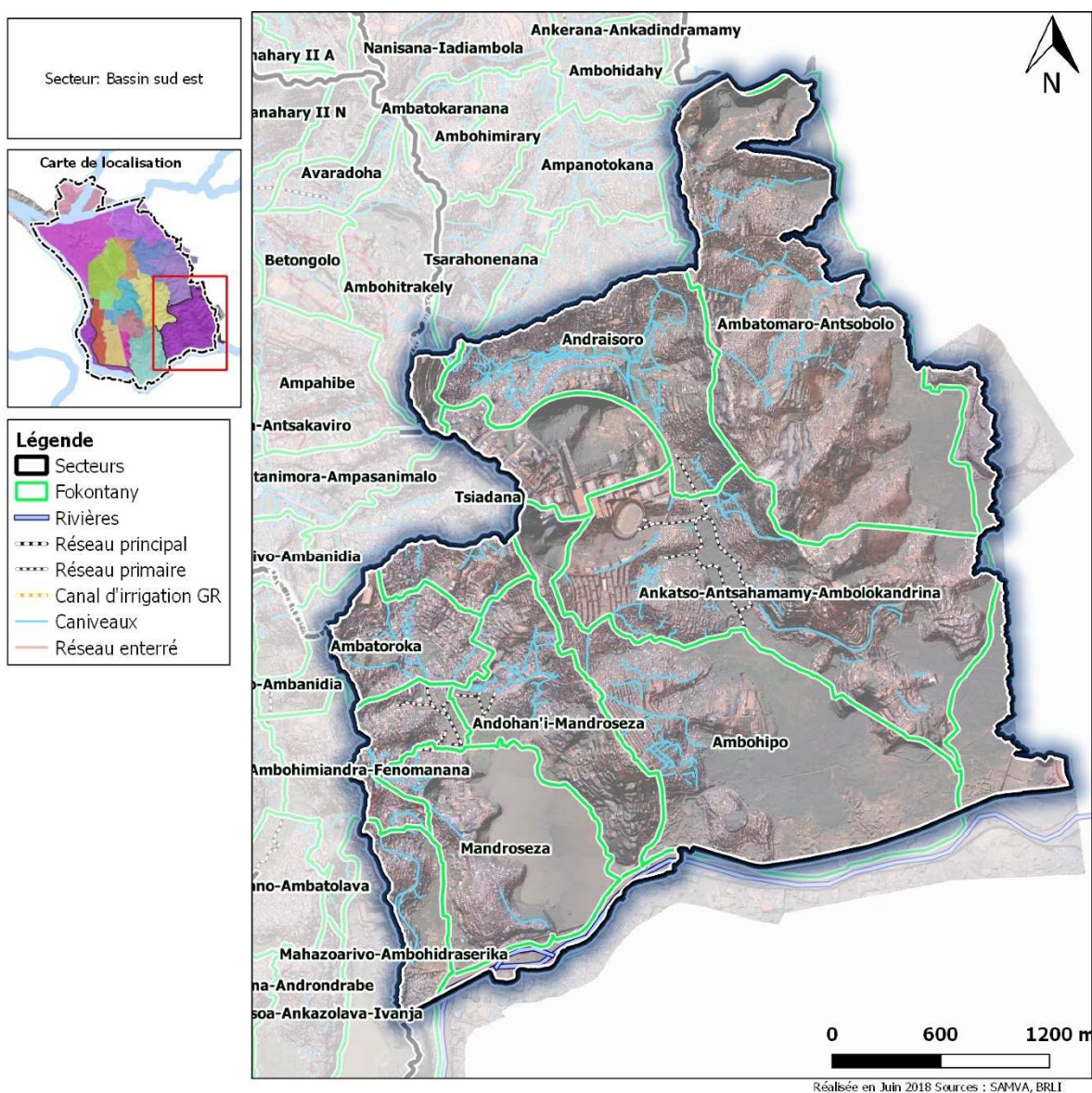
3.3 SECTEUR 2 : BASSINS SUD EST

- Superficie = 1200 ha
- Population estimée = 120 000 habitants

3.3.1 Description du secteur

Les bassins sud est regroupent trois vallées orientées nord-sud qui ont comme exutoire direct la rivière Ikopa. Il s'agit des vallées de Ankadivory et du lac Mandrozeza, de Ankatso et de Andohalo. Le secteur présente une surface de 1200 ha. Son thalweg le plus long est de 4 km, correspondant à la vallée de Ankatso. Ce secteur abrite notamment l'université de Madagascar et l'institut Supérieur Polytechnique.

La carte ci-après localise les différents fokontany concernés par ce secteur.



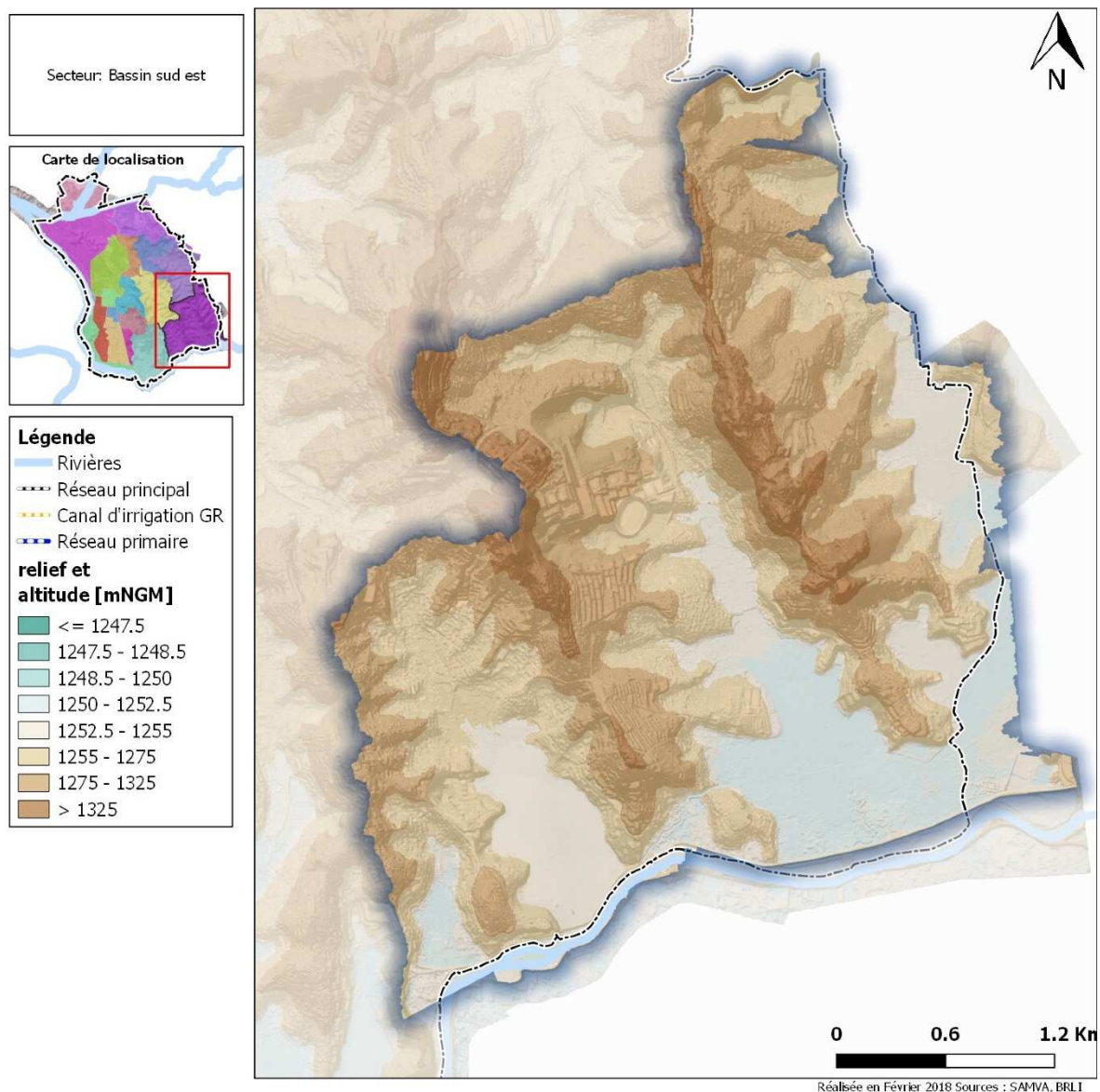


Figure 111 : relief du secteur des bassins sud-est

Comme indiqué ci-avant, le relief de ce secteur est entaillé par 3 vallées. On retrouve la morphologie classique des collines d'Antananarivo, marqué par un fort contraste entre des crêtes dépassant les 1325 m d'altitude et des zones de bas-fonds dont l'altitude est proche de 1250 mNGM.

3.3.1.1 Occupation des sols

Le secteur des bassins sud-est est majoritairement urbanisé, avec notamment une part sensible dédié à l'habitat, même si le coefficient d'occupation des sols y est plus faible que dans d'autres secteurs. Le reste du secteur occupé par des zones de culture ainsi que par le réservoir de Mandroseza.

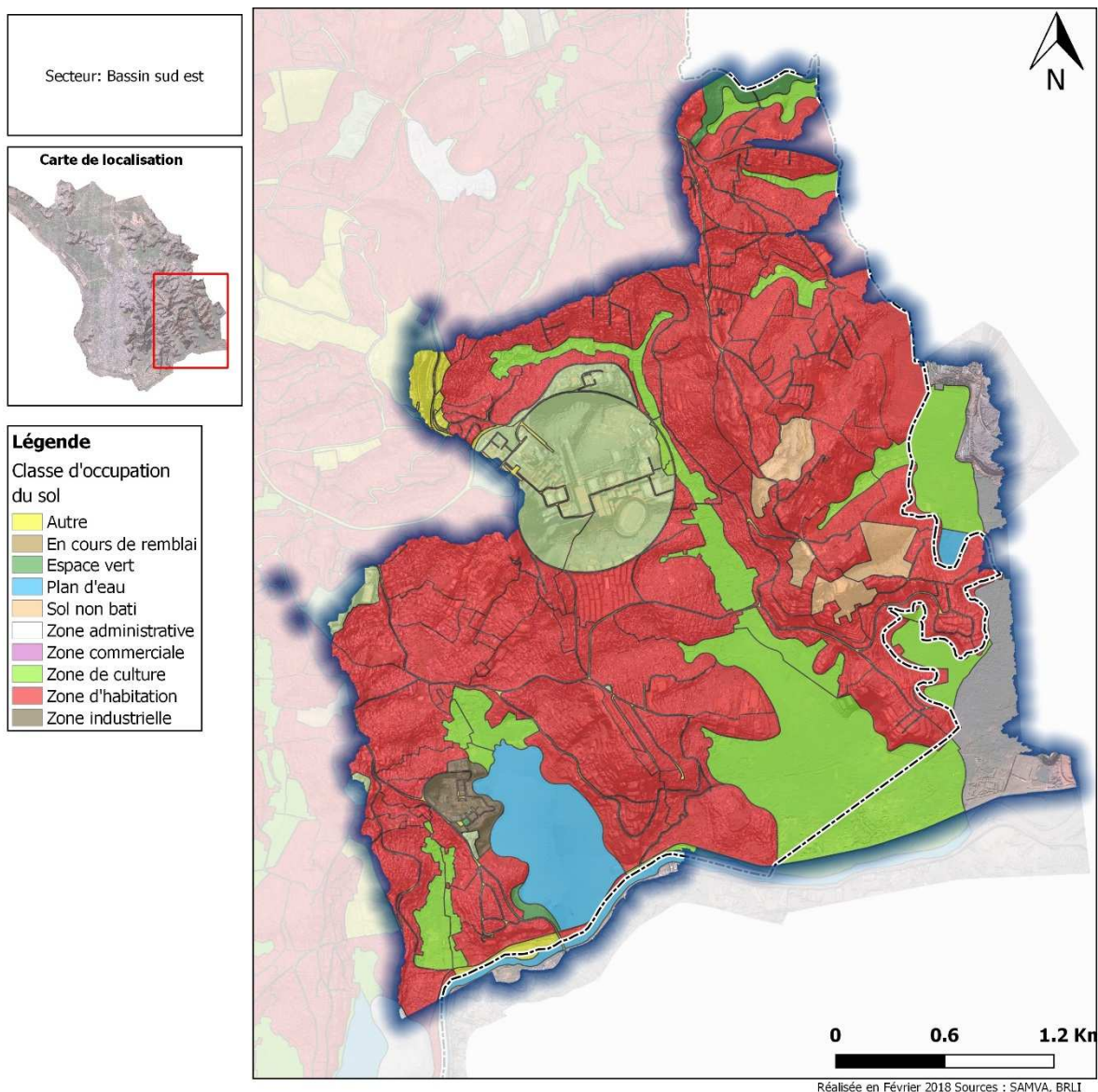


Figure 112 : occupation du sol sur le secteur des bassins sud-est

3.3.1.2 Caractérisation des bassins versants

La topographie des bassins sud est se caractérise par un relief marqué et contrasté avec des versants aux pentes comprises entre 20 et 50 % et des bas-fonds de pentes très faibles dédiés à la culture.

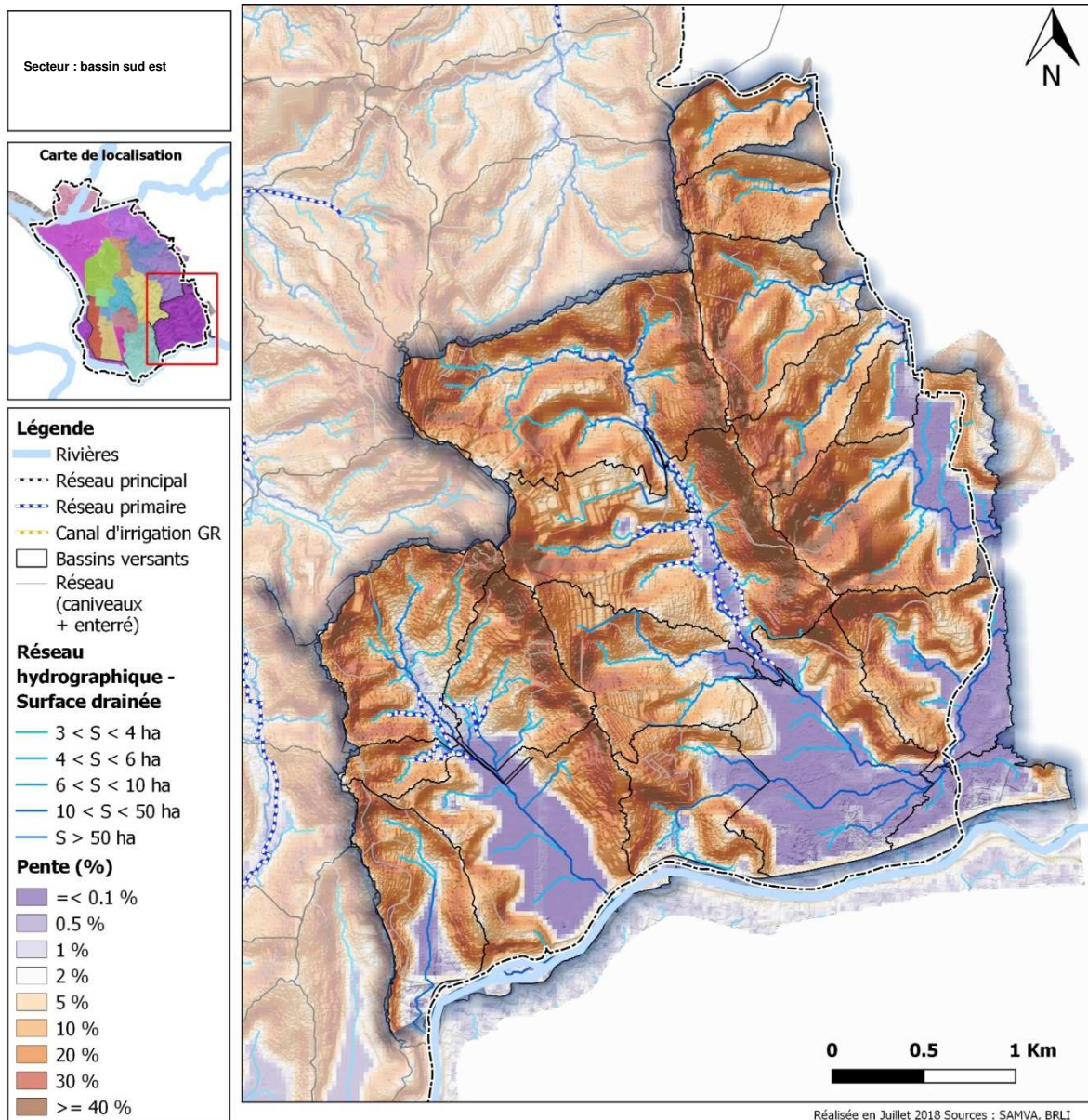


Figure 113: Secteur 2 - bassins sud est - Pente et réseau hydrographique

3.3.1.3 Enjeux humains présents

La répartition de la population est variable sur le secteur 2. La densité est globalement moyenne, aux alentours de 25 000 habitants/km². Deux zones sont particulièrement peuplées, à savoir Antsahamamy au sud de l'université et Andrainarivo au nord. Les bas-fonds ne sont pas peuplés même si des habitants résident à ses bordures.

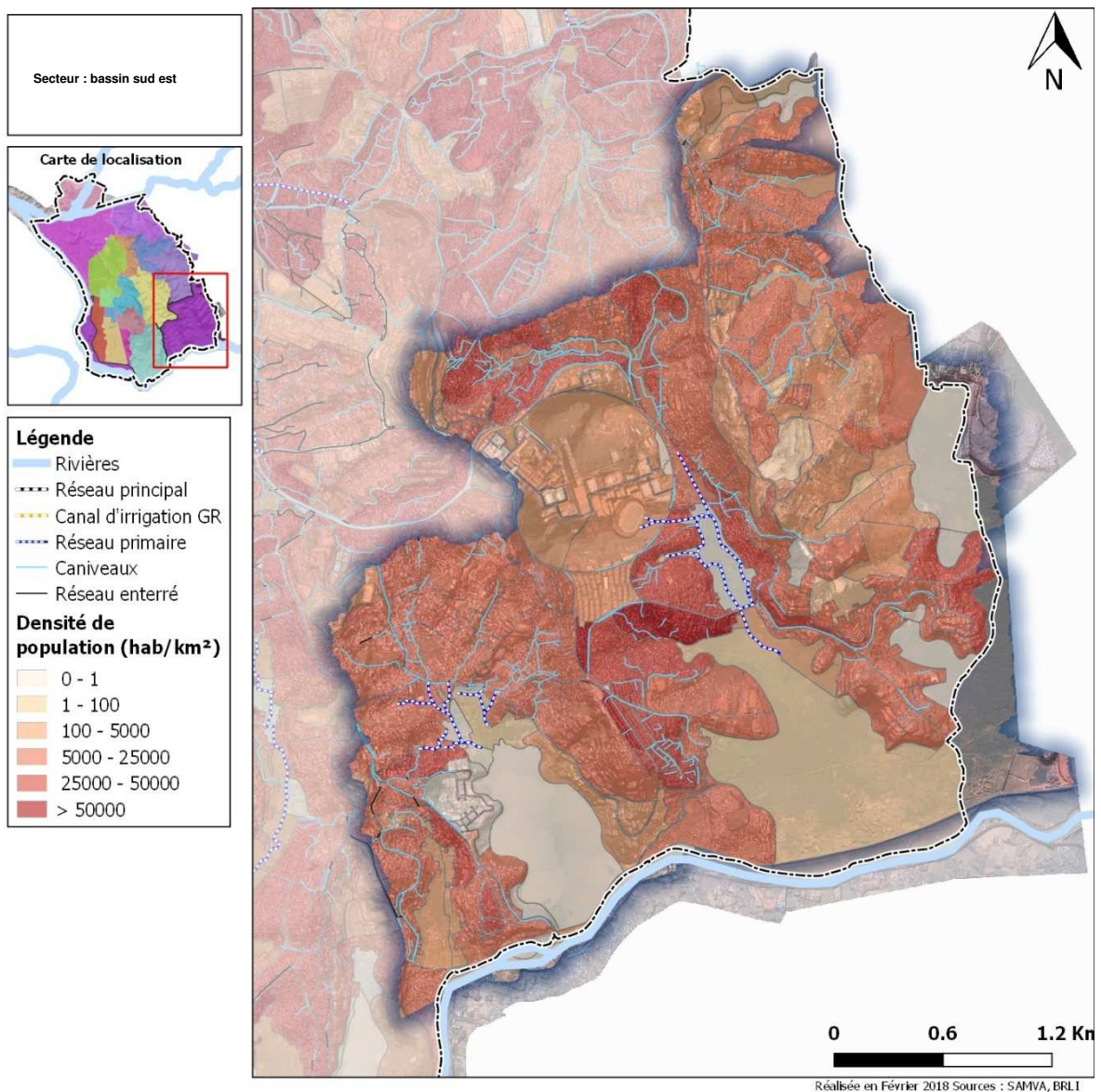


Figure 114: Secteur 2 - bassins sud est - Densité de population

Le standing de l'habitat est également hétérogène. Il est globalement d'un standing moyen. On notera la présence d'une zone de haut standing sur la berge est du lac Mandroseza et de standing « moyen à tendance haute » sur la colline entre les vallées d'Ankatso et de Andohalo. Des zones de standing bas sont observées à proximité des bas-fonds et de l'Ikopa à Ambohipo ainsi qu'en bordure des bas-fonds à Andanovory dans la vallée de Andohalo.

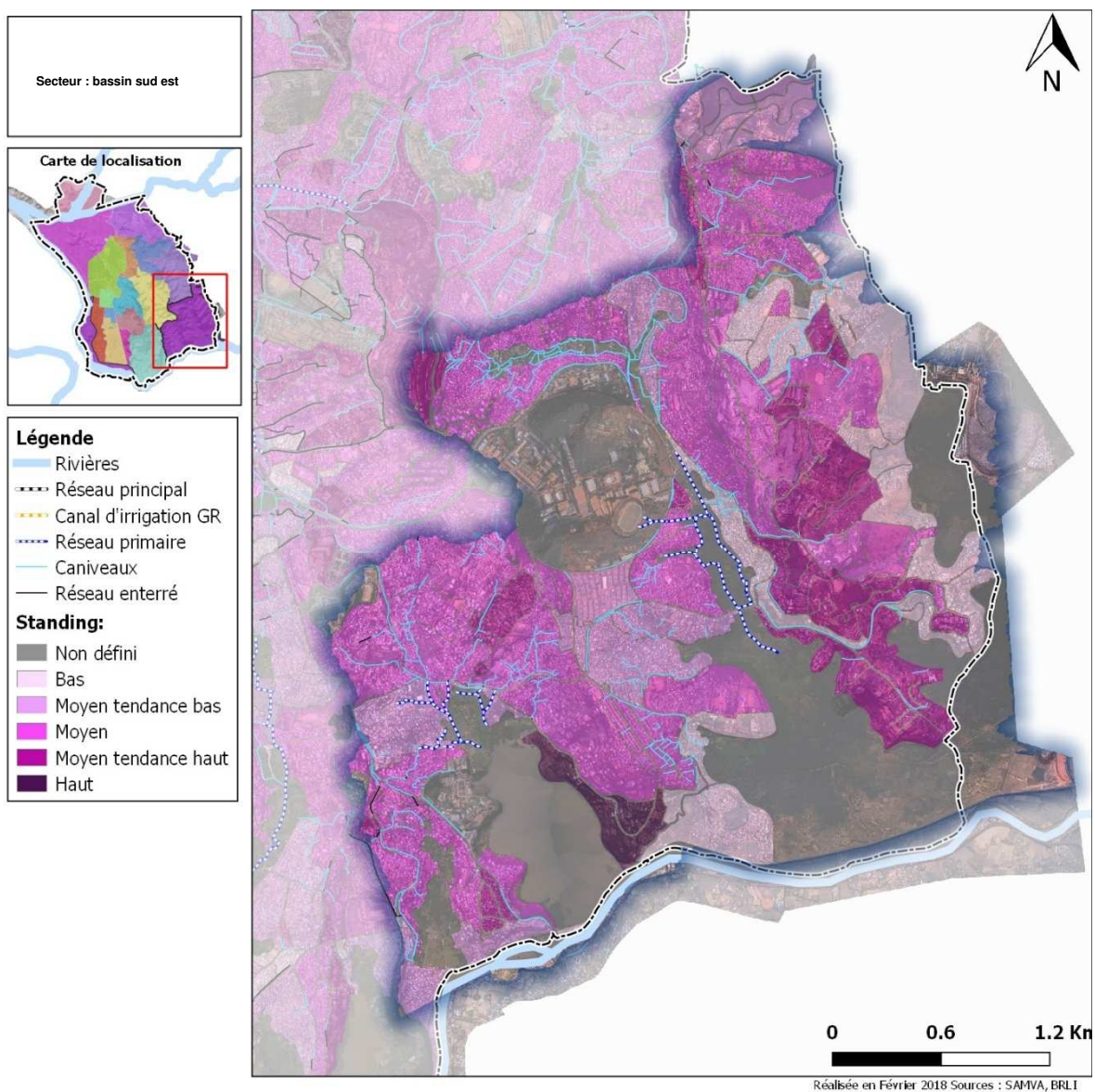


Figure 115: Secteur 2 - bassins sud est - Standing des habitations

3.3.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.3.2.1 Structure / typologie

3.3.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau d'assainissement pluvial rencontré dans le secteur consiste essentiellement des caniveaux à surface libre. Ils sont pour la majorité des petits caniveaux d'une largeur inférieure à 50 cm. Des caniveaux principaux plus imposants, entre 50 et 100 cm, voire davantage, récupèrent les écoulements pour les conduire vers le réseau primaire en fond de vallée, au niveau des bas-fonds et des zones de cultures (ou le lac de Mandroseza). Le réseaux primaires sont visibles en amont des bas-fonds et rejoignent un réseau complexe de canaux dans les rizières. Les bas-fonds sont drainés ainsi vers l'Ikopa au sud.

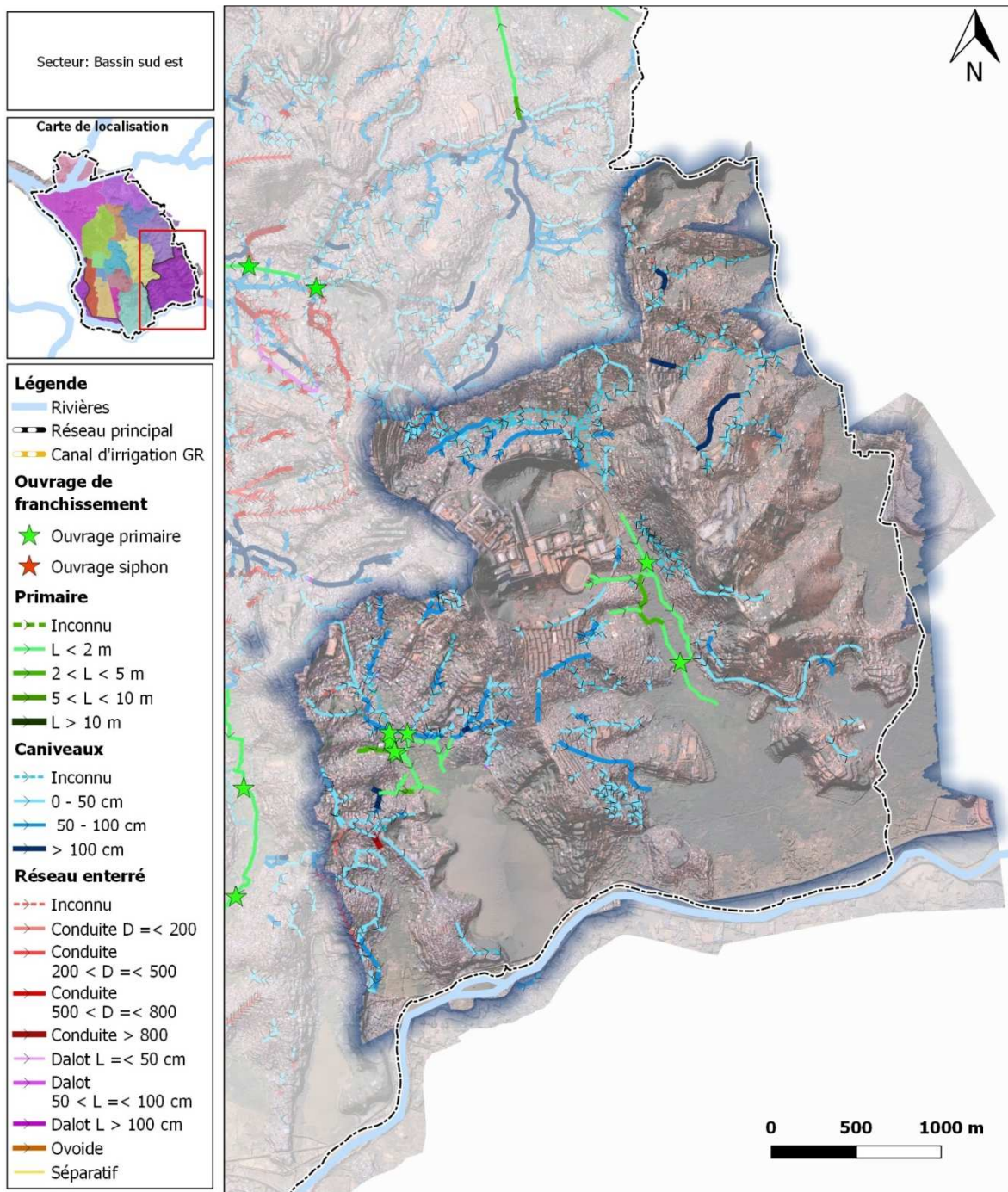


Figure 116: Secteur 2 - bassins sud est - Dimensions du réseau

Les caniveaux sont globalement orientés parallèlement à la pente des versants. Ainsi, les pentes des réseaux sont fortes sur les versants, souvent supérieures à 5 %. Les caniveaux intermédiaires dans le fonds des vallons latéraux ont des pentes comprises entre 1 et 5 %. En aval, les caniveaux en fond de vallée et les canaux primaires présentent de faibles pentes, de l'ordre de 1%, voire inférieures.

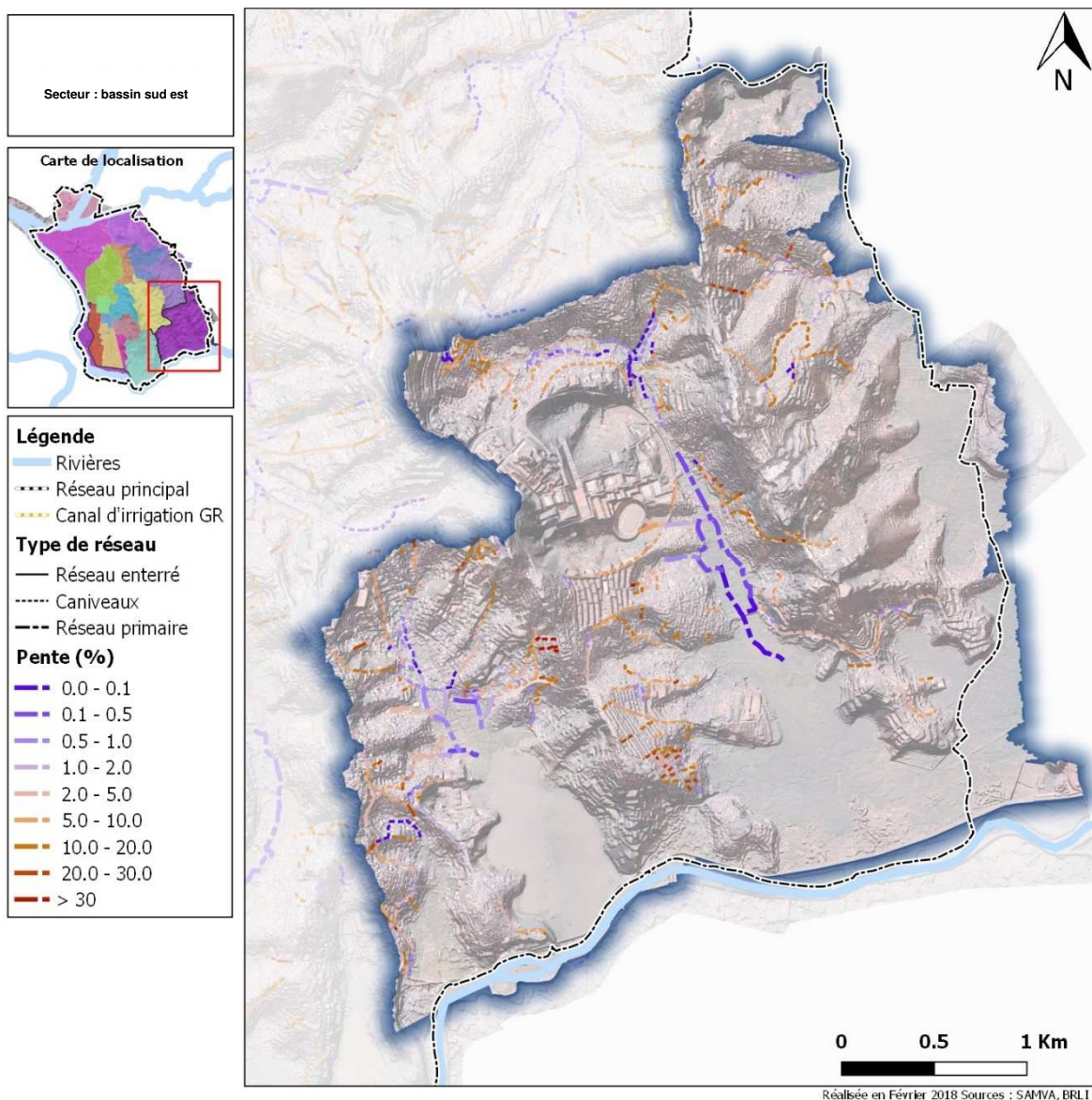


Figure 117: Secteur 2 - bassins sud est - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.3.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Du fait du relief très contrasté décrit précédemment, ce secteur combine aussi bien des thalwegs très pentus propices à l'érosion et au ravinement que plusieurs zones en cuvettes.

Ces zones de cuvettes correspondent aux bas-fonds des 3 vallées qui incisent le secteur. La profondeur des dépressions associées est renforcée par la présence de la digue de l'Ikopa en aval et de l'ouvrage vanné équipant l'exutoire de la rivière Ampasimbe.

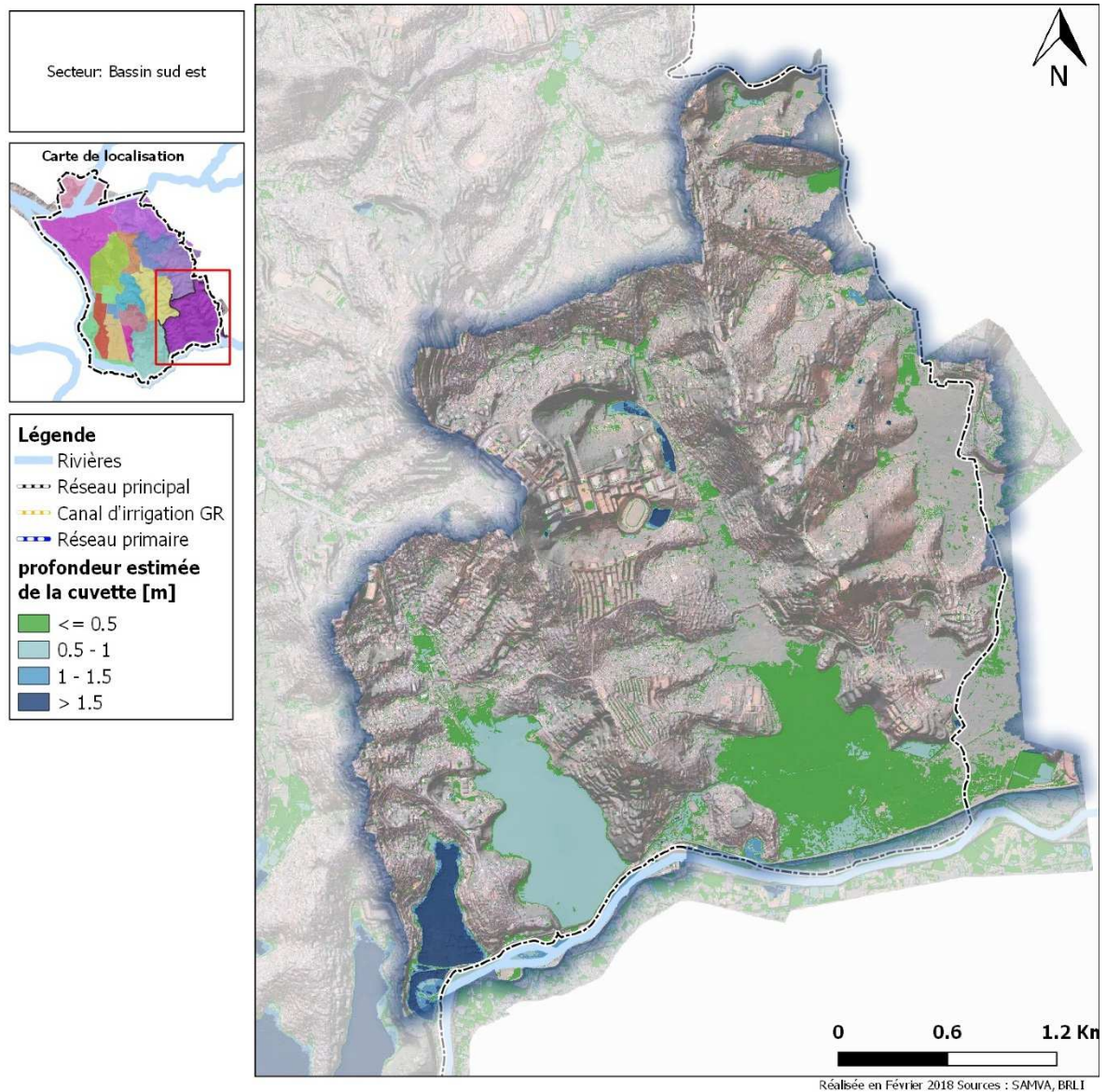


Figure 118 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des bassins sud-est

La carte ci-après permet de poursuivre l'analyse morphologique en mettant en évidence l'ensemble des zones basses situées à une hauteur limitée par rapport au thalweg vers lequel elles se drainent.

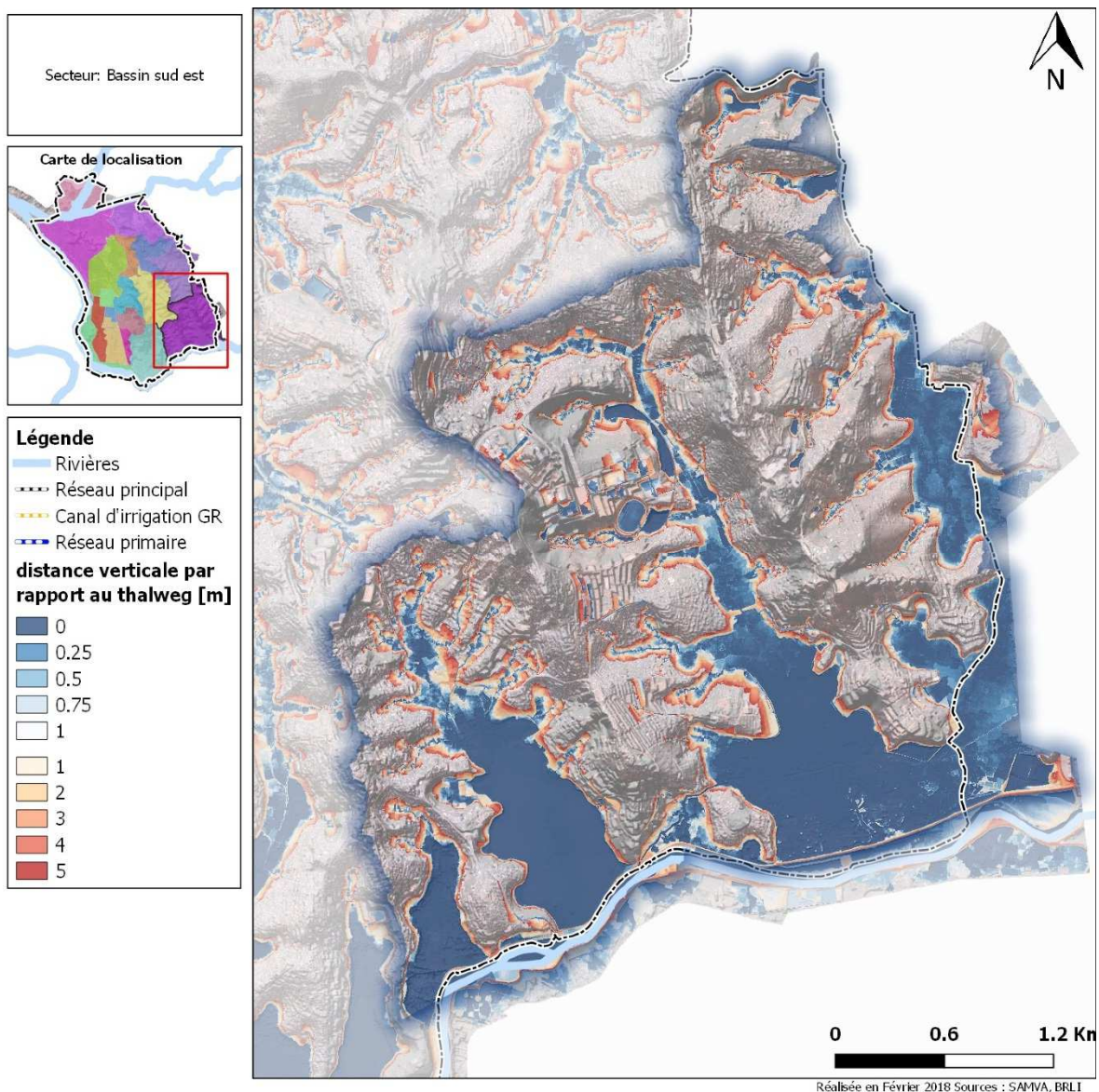


Figure 119 : localisation des zones présentant la topographie la plus propice aux inondations sur le secteur des bassins sud

3.3.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le fonctionnement hydraulique du bassin sud-est est influencé par les pentes élevées y régnant. Les exutoires des réseaux sont le lac de Mandroseza (pour la partie ouest) et à l'est la plaine inondable et cultivée de Ambohipo Tanana Ampahateza.

RESEAUX PRIMAIRES

Deux systèmes de réseaux primaires se trouvent sur ce secteur.

À l'ouest le réseau évacue la bassin d'Ankatso. Sa vocation première est l'irrigation. La particularité de ce réseau est qu'il est alimenté par une eau de source en provenance de massif d'Ankatso. Cette eau est souillée avant son arrivée dans les zones de culture au niveau des habitations au nord de Ambolokandrina 5a. La vocation d'irrigation des réseaux primaires se traduit par un réseau en terre, endigué et de dimensions moyennes (hauteurs de l'ordre du mètre et largeur de 1 à 2 mètres)



Figure 120 Eau propre en provenance du massif d'Ankatso



Figure 121 Habitations sur le réseau primaire du bassin d'Ankatso

Le réseau primaire à l'ouest présente un contexte similaire mais avec des enjeux plus importants. Les réseaux sont plus chargés en eaux usées que du côté d'Ankatso, eaux usées qui sont rejetées dans le réservoir d'eau de Mandroseza après un passage à travers une zone de cultures. Les dimensions sont équivalentes à celles rencontrées sur le secteur à l'est et la vocation de base des réseaux est ici aussi l'irrigation.



Figure 122 Amont du réseau primaire du sous bassin de Mandroseza



Figure 123 Aval des réseaux primaires du sous bassin de Mandroseza

CANIVEAUX

Les fortes pentes de ce secteur permettent un écoulement correct des eaux par le réseau de surface. Seul le secteur de la rue Tsimanindry, point urbanisé le plus bas et à l'amont immédiat des réseaux primaires du sous-bassin de Mandroseza connaît des problèmes d'inondations dus aux caniveaux.

RESEAU ENTERRE

Sporadique et situé en tête de bassin versant, le réseau enterré n'est pas significatif sur ce secteur.

3.3.2.2 Désordres

L'encombrement des caniveaux est globalement inexistant ou faible sur les versants à fortes pentes. On observe des encombrements moyens à forts sur la route des Professeurs au sud, sur la route Ambohipo au sud de l'université et dans une vallée au nord-est du secteur. Il s'agit de tronçons à faibles pentes.

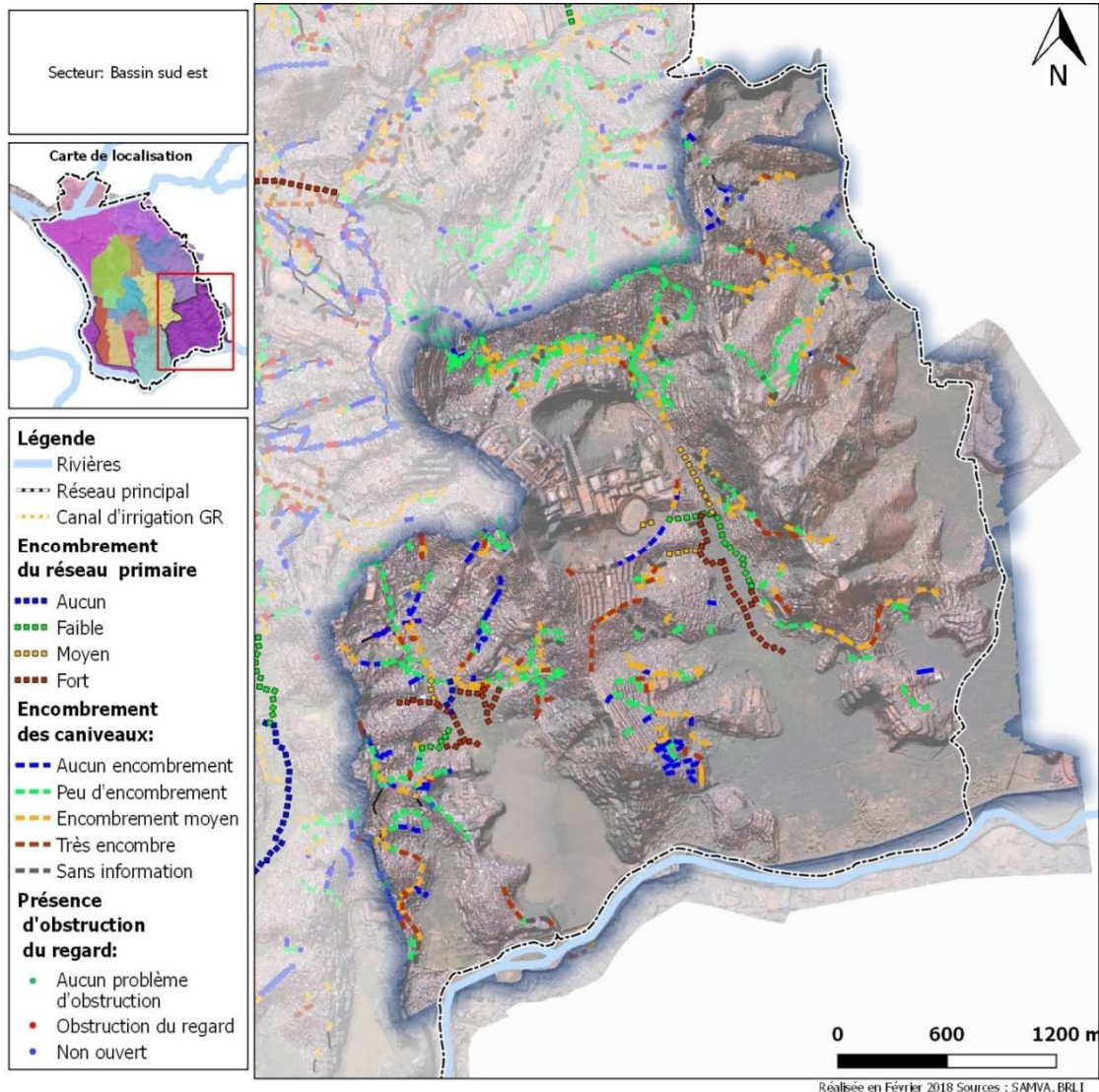


Figure 124: Secteur 2 - bassins sud est - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

Le réseau étant composé essentiellement de caniveaux, la problématique de mise en charge du réseau ne concerne pas ce secteur.

3.3.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les retours d'expérience ont mis en lumière peu de zones impactées par des inondations dans le secteur en question. Les enquêtes ménages ont néanmoins montré deux zones où des habitations ont connu des problèmes de ce type. Il s'agit de quelques maisons situées contre le remblai de la voie ferrée au sud du lac de Mandroseza et une maison en bordure des bas-fonds à Andohalo. Les informations fournies par les gestionnaires ont quant à elles permis de mettre en évidence la route d'Ambatoroka à Ambohipo qui constitue un point bas fréquemment inondé.

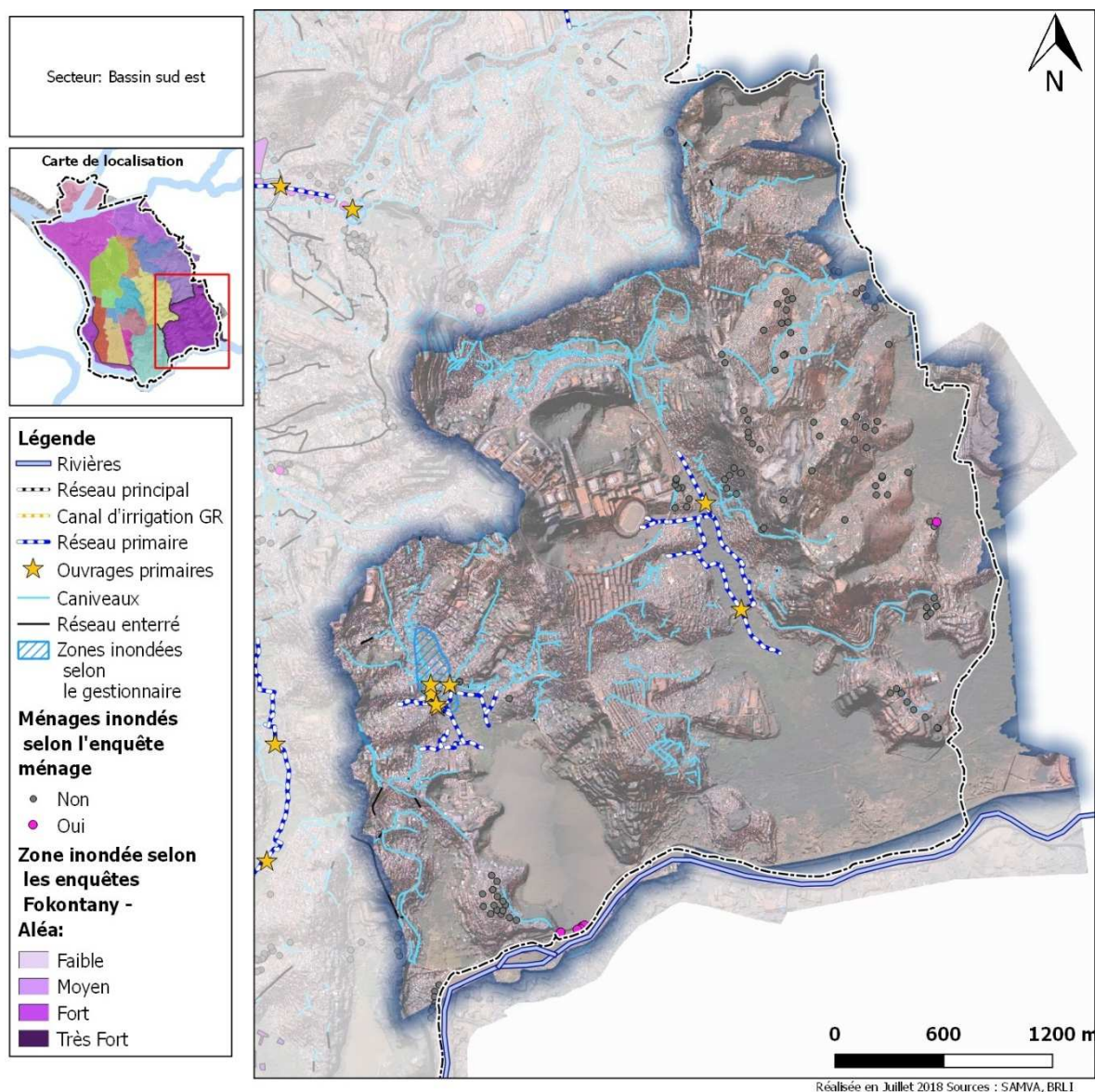


Figure 125: Secteur 2 - bassins sud est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.3.4 Synthèse

Le système de drainage est principalement composé de caniveaux. Bien que quelques désordres de type encombrement soient constatés sur certains tronçons, il ne semble pas que le secteur soit sensible aux inondations. Les deux zones identifiées par l'enquête ménages sont à priori impactées par des inondations de grande échelle, conséquences de la montée des eaux de l'Ikopa et/ ou des bas-fonds des vallées.

3.4 SECTEUR 3 : VALLEE DE L'EST

- Superficie = 600 ha
- Population estimée = 180 000 habitants

3.4.1 Description du secteur

Le secteur 3 de la vallée de l'est est orienté sud-nord. Il se caractérise par une forme allongée avec de très nombreuses vallées latérales qui se jettent dans les canaux primaires en fond de vallée principale. La surface du secteur de la vallée de l'est est de 600 ha. Le drain primaire a une longueur d'environ 5 km. L'exutoire final des écoulements est le Marais Masay.

La carte ci-après indique les différents fokontans du secteur.

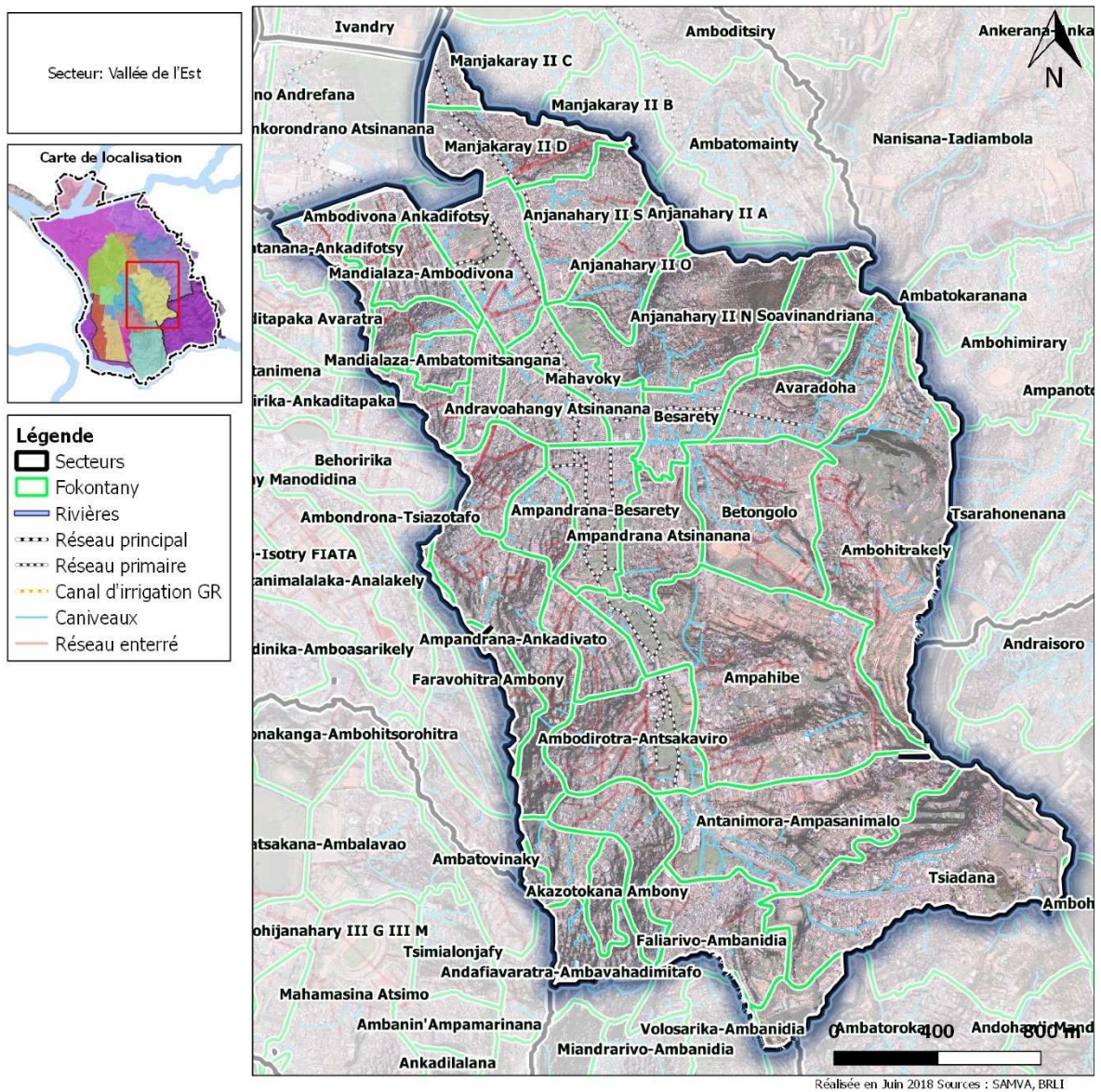


Figure 126 : fokontany situés sur le secteur de la vallée de l'est

3.4.1.1 Relief

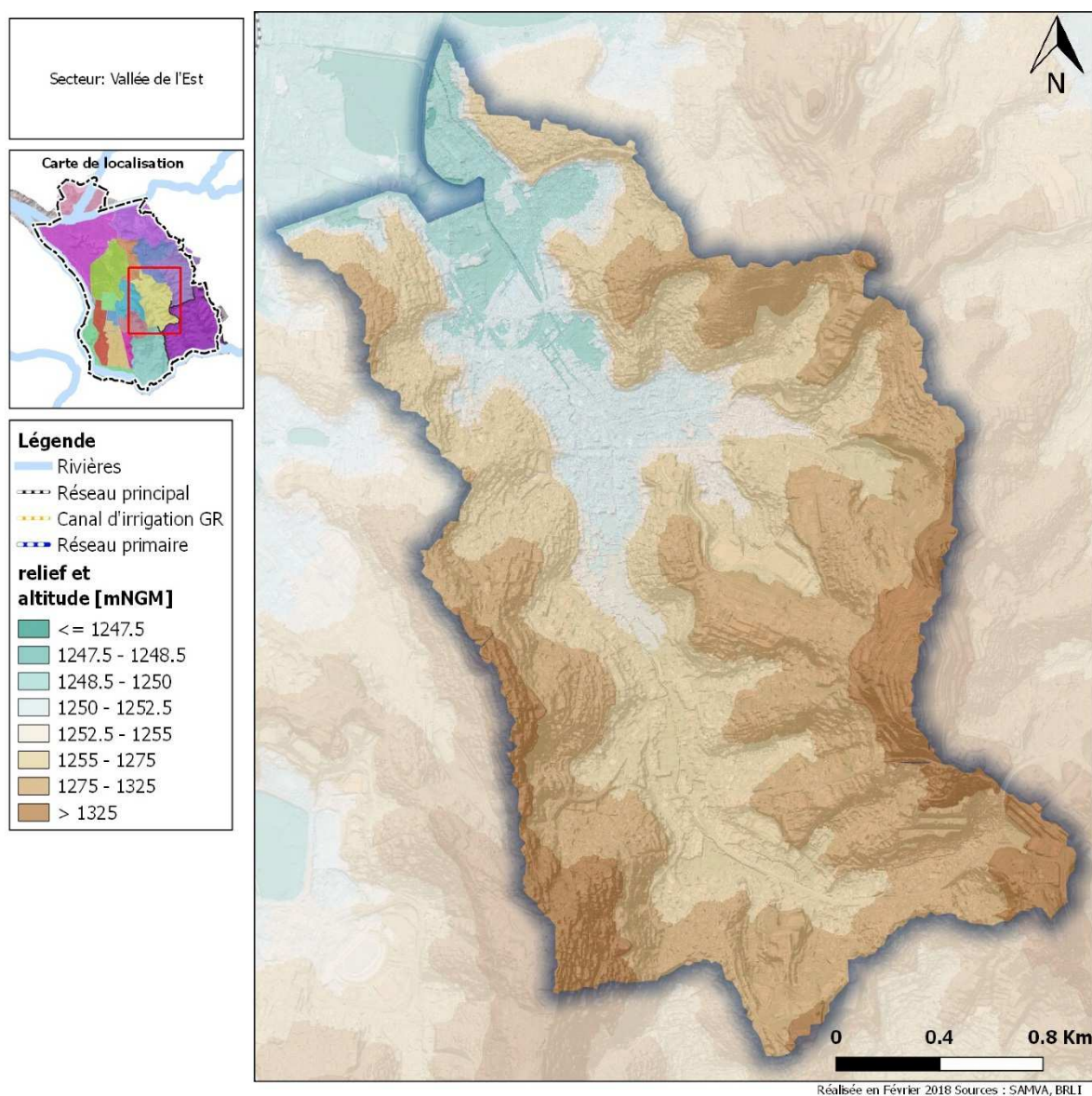


Figure 127 : relief du secteur de la vallée de l'est

Le secteur de la vallée de l'est présente un relief marqué avec une altitude allant de plus de 1350 m à moins de 1250 m.

La partie aval du secteur, bien que très densément habitée (cf. paragraphes suivants), présente toutes les caractéristiques topographiques des anciens bas-fonds, avec notamment une altimétrie proche du niveau de la plaine.

3.4.1.2 Occupation des sols

La vallée de l'est est fortement urbanisée, avec une occupation du sol essentiellement de type « habitat résidentiel », même si quelques poches de cultures subsistent en amont de la RN2. Le coefficient d'occupation du sol y est élevé, notamment en aval, où il atteint voire dépasse les 30%.

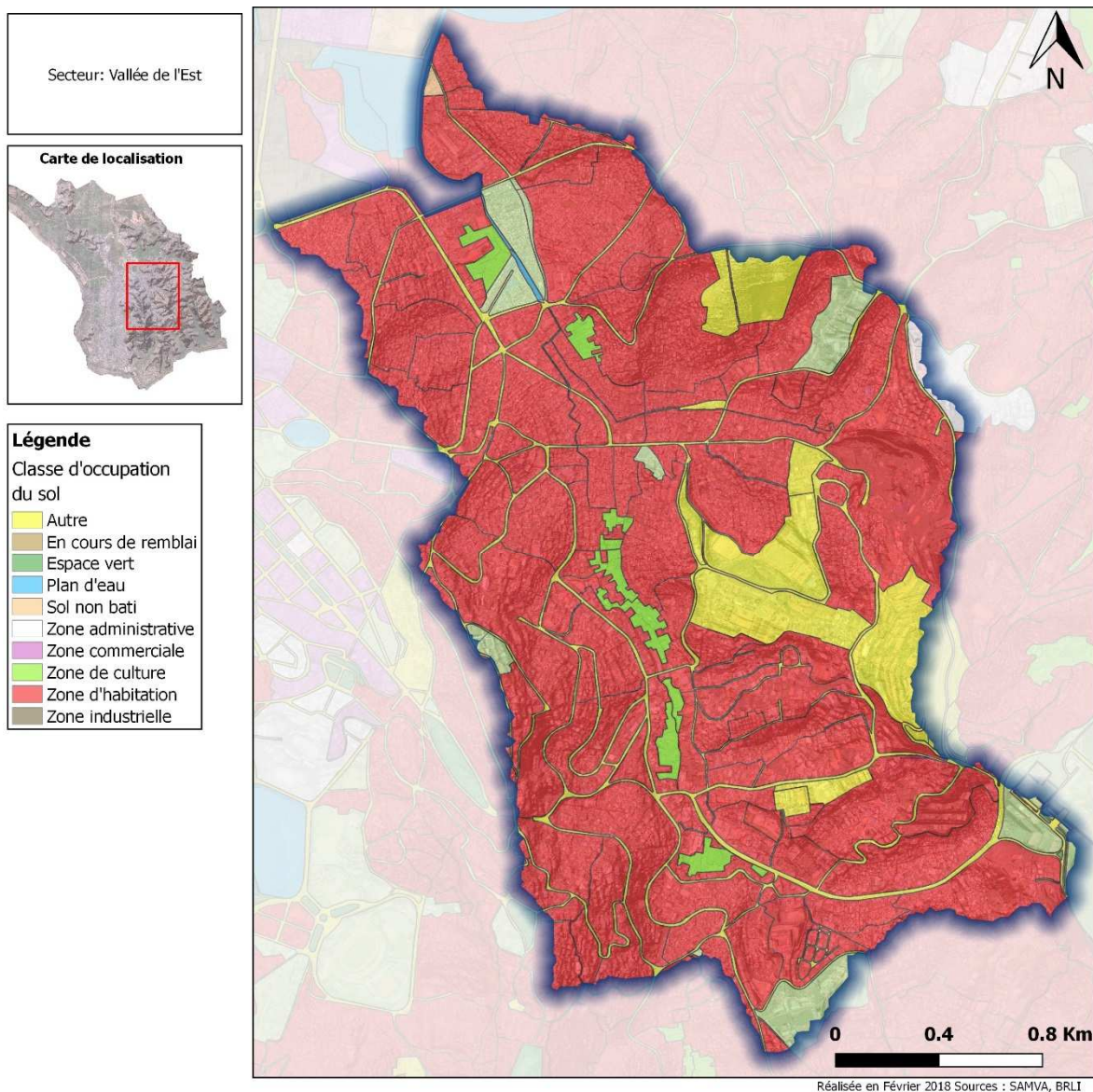


Figure 128 occupation du sol sur le secteur de la vallée de l'est

3.4.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le réseau hydrographique constitué de nombreux thalwegs et d'un chevelu fourni met bien en lumière l'ensemble des vallées latérales qui rejoignent la vallée principale. Ces vallées latérales présentent des pentes moyennes de l'ordre de 1 à 5 %. La vallée principale peut se décomposer en deux parties, une partie amont avec des pentes de 1 à 5 % et une partie inférieure avec des pentes qui s'adoucissent progressivement avec des valeurs inférieures à 1%. Le versants de la vallée de l'est se composent principalement de terrasses qui ont permis la construction d'habitations. Ainsi, la pente est « fractionnée » entre des zones plates et des talus de fortes pentes entre 20 et 40 %.

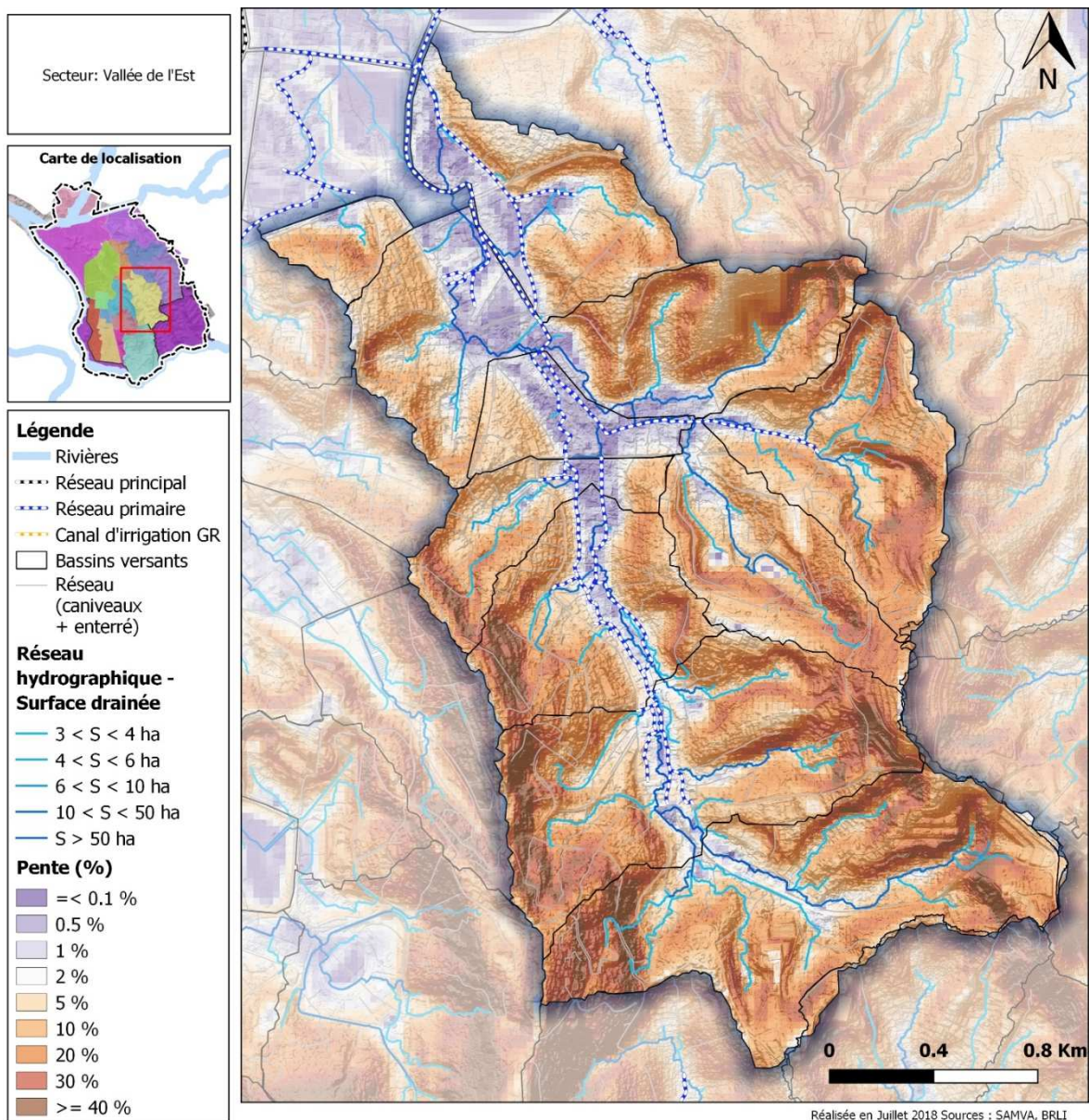


Figure 129: Secteur 3 - vallée de l'est - Pente et réseau hydrographique

3.4.1.4 Enjeux humains présents

La vallée de l'est est un secteur présentant globalement une forte densité de population. On peut néanmoins distinguer deux sous-secteurs : la partie amont avec une densité de l'ordre de 5000 à 25 000 habitants/km² et la partie aval avec une densité de 25 000 à 50 000 habitants/km², voire plus. Sur la partie aval, on notera que les parties basses, plus vulnérables aux inondations sont également fortement peuplées, avec des densités supérieures à 25 000 habitants/km², ce qui est moins le cas dans la partie amont.

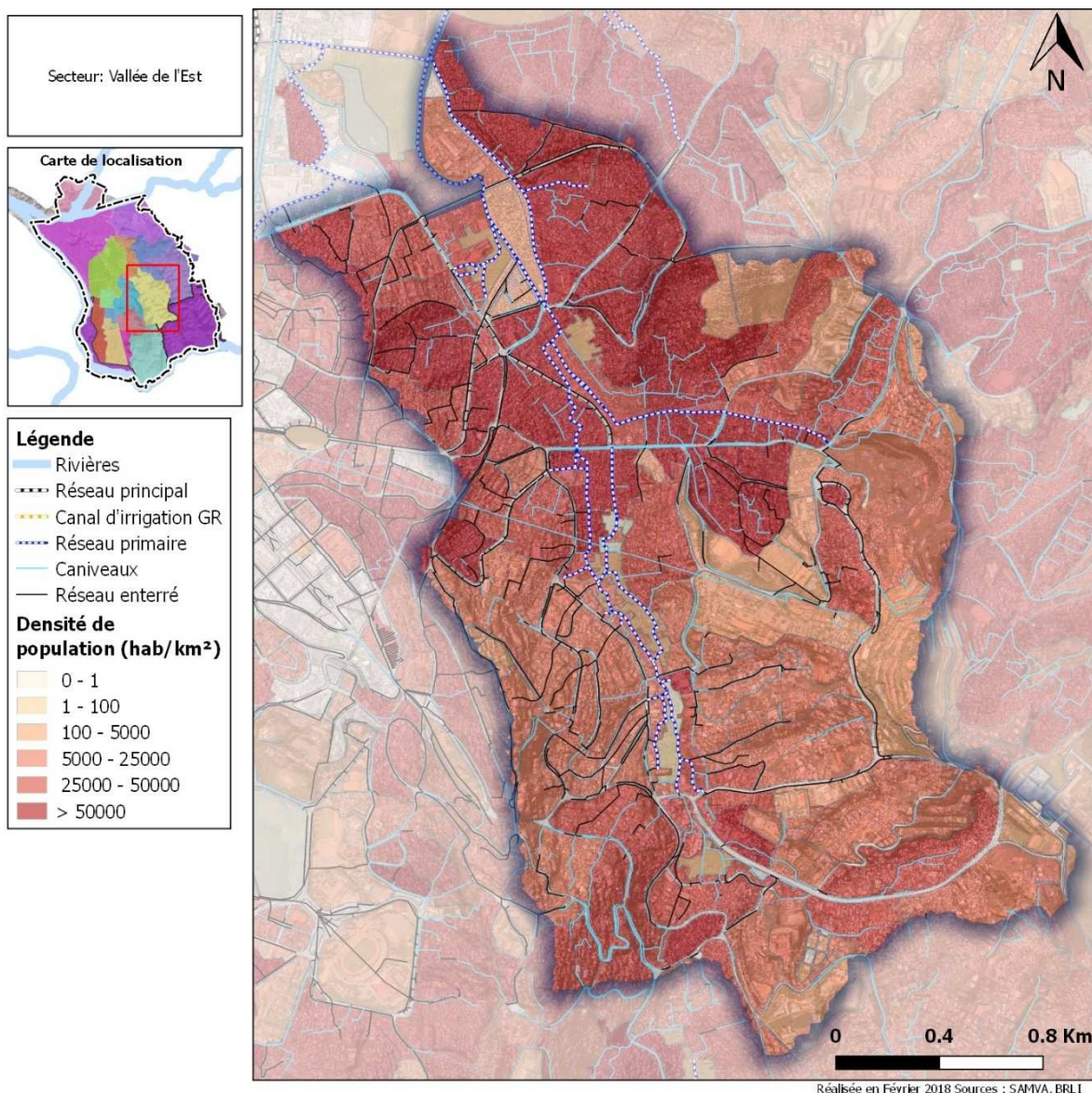


Figure 130: Secteur 3 - vallée de l'est - Densité de population

Le standing des habitats dans la vallée de l'est est variable. On remarque des standings « moyen à tendance haute » sur les hauteurs des collines dans la zone intermédiaire, aussi bien en rive gauche que droite. La zone amont, les zones basses centrales et la zone sud-ouest sont d'un standing « moyen ». Les zones de standing « bas » se situent en amont en bordure des bas-fonds, alors que les zones de standing « moyen à tendance bas » se concentrent dans la zone nord-est du secteur.

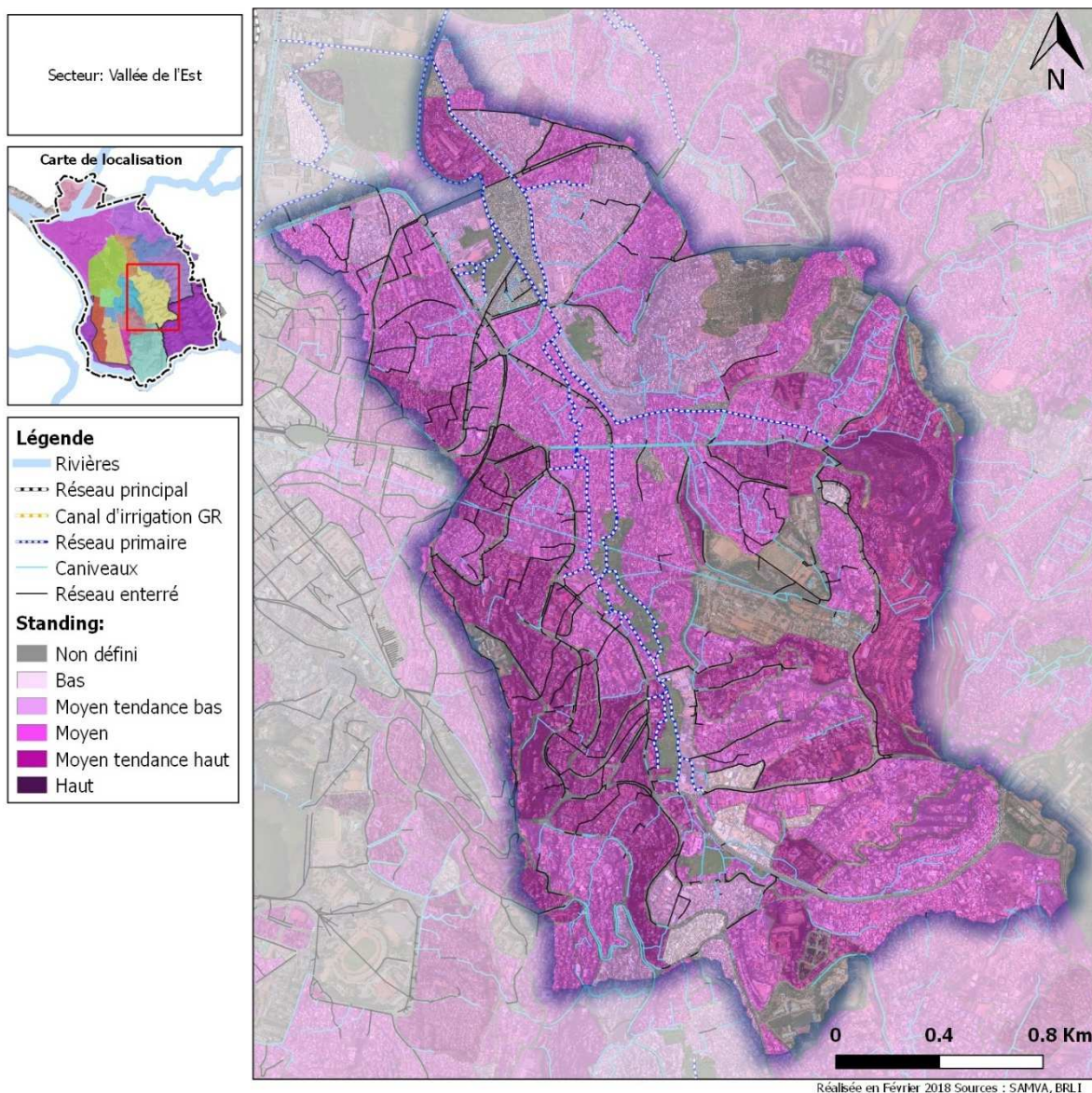


Figure 131: Secteur 3 - vallée de l'est - Standing des habitations

3.4.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.4.2.1 Structure / typologie

3.4.2.1.1 Type de réseaux

Les types de réseaux sont multiples dans le secteur de la vallée de l'est. Sur la partie amont, il s'agit de caniveaux de grandes dimensions (>1 mètre) en fond de vallée tandis que sur la colline au sud-ouest, le drainage est assuré par des caniveaux petites et moyennes dimensions.

Plus en aval, on constate que, en rive gauche, le drainage est assuré principalement par du réseau enterré de taille intermédiaire, l'axe principal se situant en général en fond des vallées latérales. Il est complété par des petits caniveaux qui interceptent les écoulements des versants. En rive droite, le drainage se fait principalement par le biais de caniveaux : des caniveaux de petites dimensions pour intercepter les écoulements des versants se jettent dans des plus gros qui regagnent le réseau primaire. Il existe néanmoins également des tronçons de réseaux enterré qui connectent soit directement le réseau primaire soit les caniveaux.

Le réseau de canaux primaires se situe en fond de vallée principale. Il récupère l'ensemble des réseaux secondaires venant des vallées latérales. Une branche de réseau primaire draine la vallée latérale dite « Institut Pasteur » qui se jette dans la vallée principale en aval de la RN2. Les canaux primaires en fond de vallée sont souvent dédoublés avec des points de convergence et de divergence.

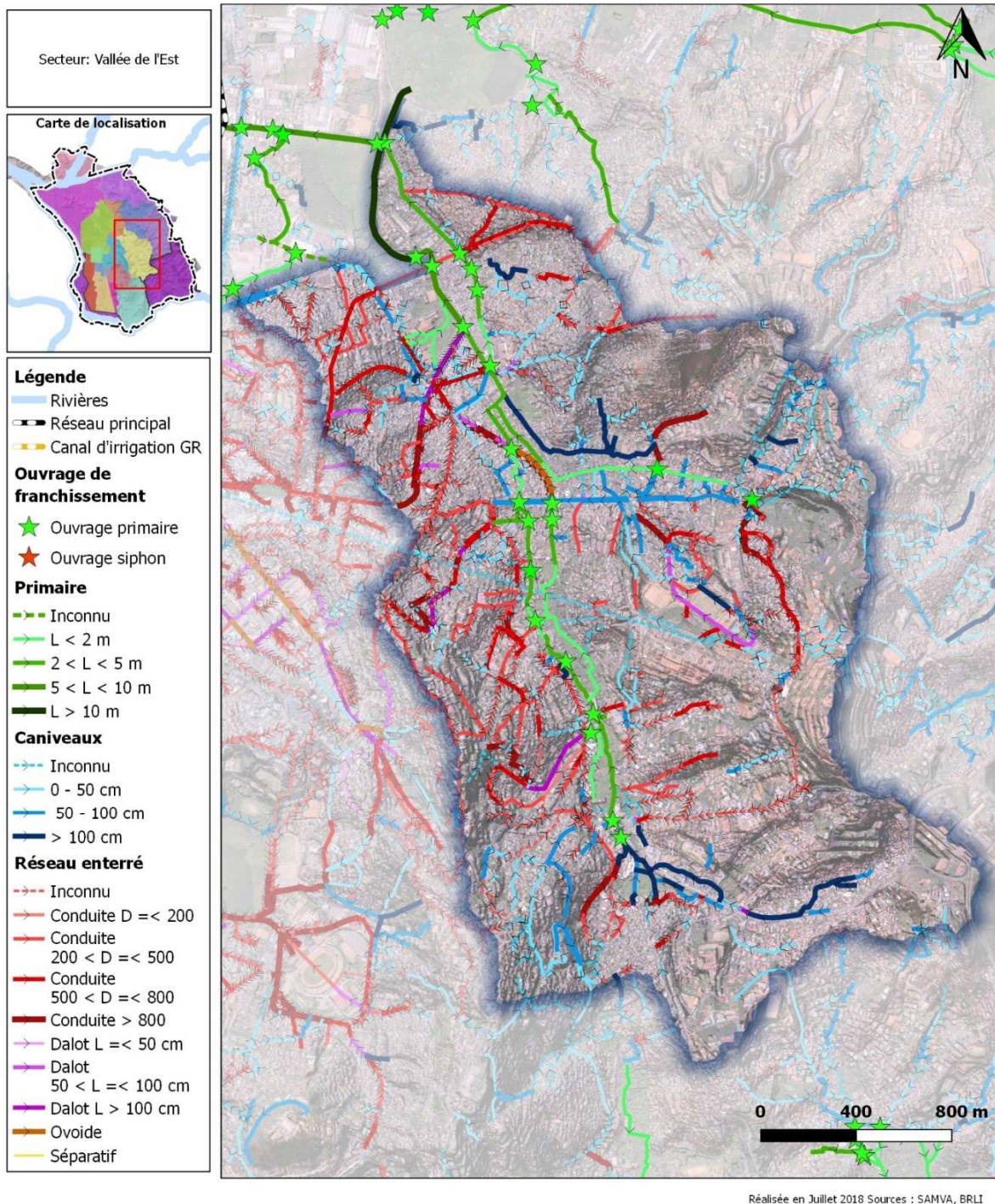


Figure 132: Secteur 3 - vallée de l'est - Dimensions du réseau

Comme indiqué précédemment, les versants présentent de fortes pentes et les réseaux qui s'y trouvent ont des pentes supérieures à 5%. Les collecteurs en fond de vallées latérales se caractérisent en général par des pentes de 1 à 5%. Le réseau primaire a une pente de 1 à 5% en amont qui s'adoucit en aval de la rue Rasoamaharo, où les pentes sont inférieures à 1%. La zone la plus plane se situe en aval de la RN2, au niveau de l'ovoïde de Besarety.

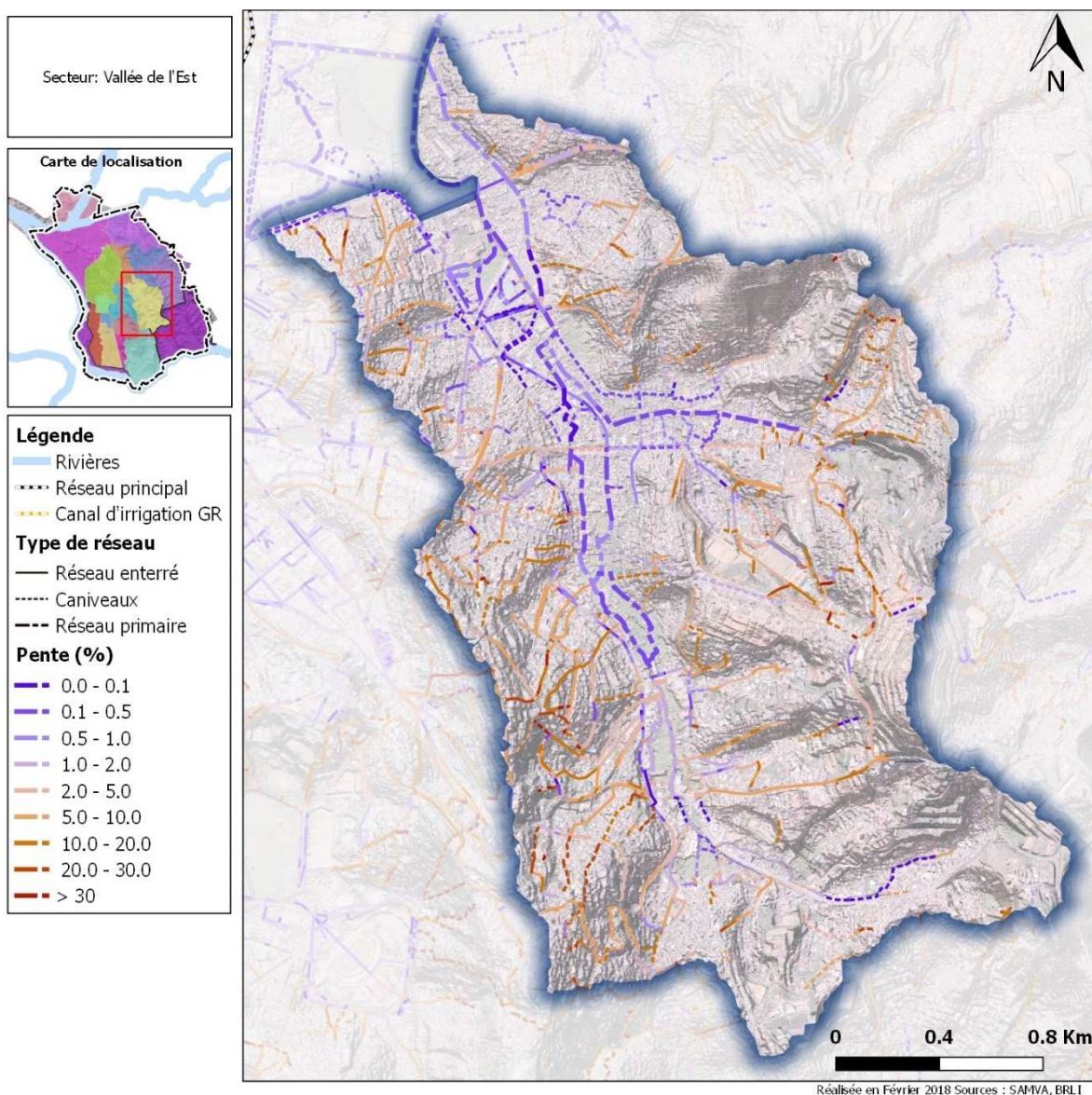


Figure 133: Secteur 3 - vallée de l'est - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.4.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Quoique très urbanisé et fortement anthropisé, le secteur de la vallée de l'est reprend globalement la morphologie habituelle des collines d'Antananarivo.

Si les bas-fonds naturels ont peu à peu été colonisés par l'urbanisation, on retrouve ici et là, notamment en aval, des zones en forme de cuvette où s'accumule l'eau.

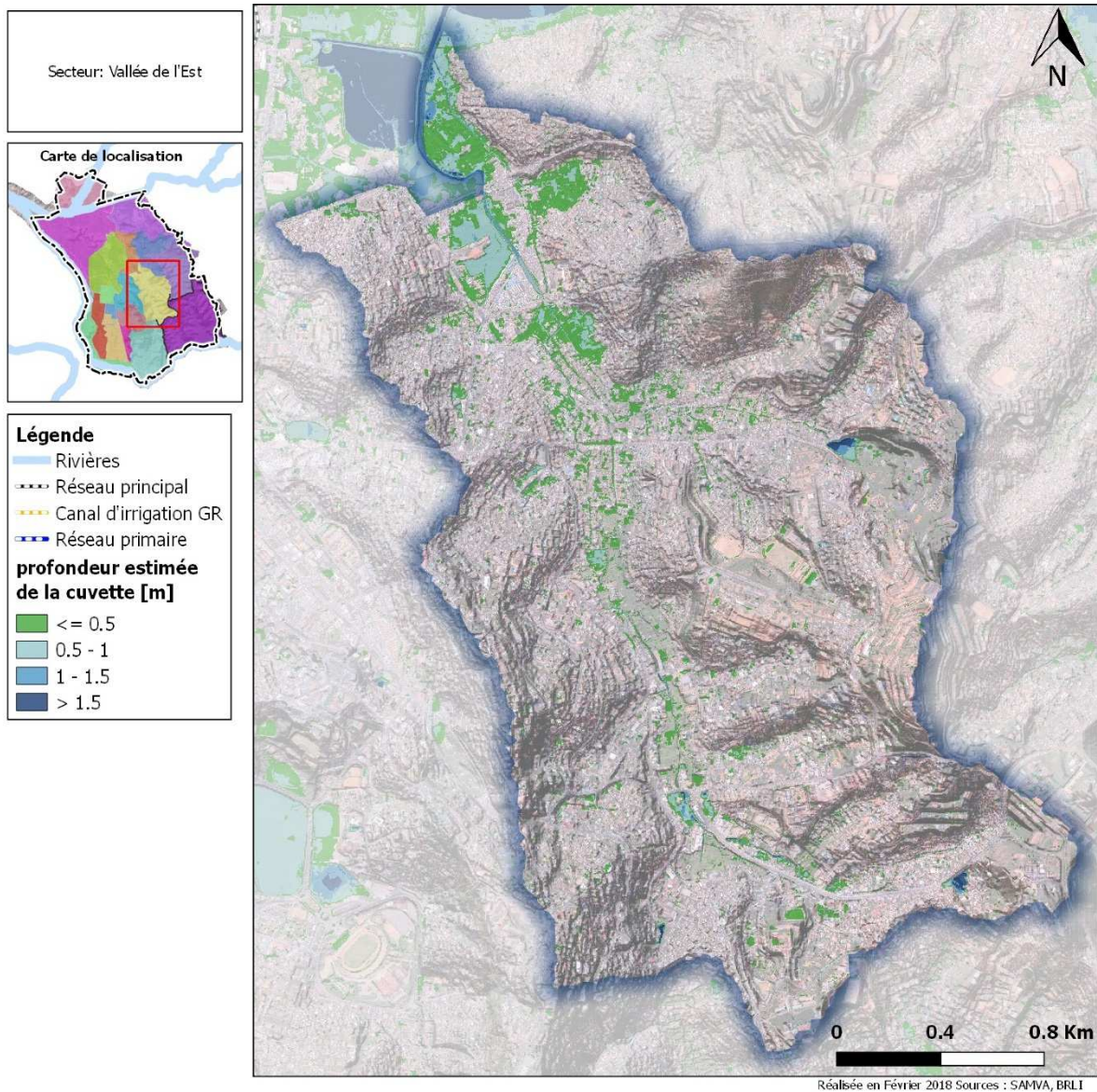


Figure 134 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la vallée de l'est

La carte ci-après remet en évidence, de manière plus large, la faible distance verticale à laquelle se situent nombre de parcelles par rapport aux thalwegs principaux.

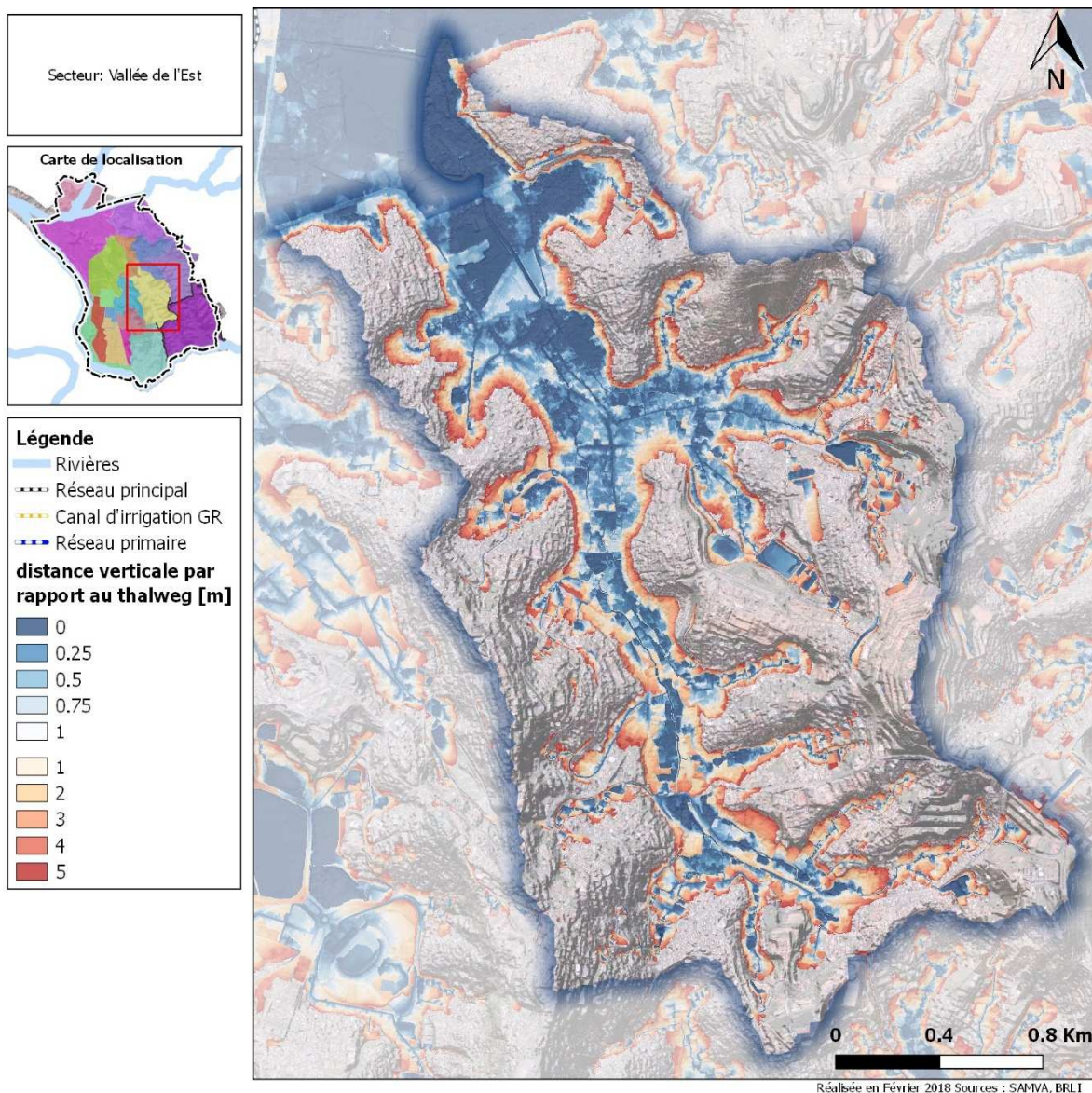


Figure 135 : zones où la topographie est la plus propice aux inondations sur le secteur de la vallée de l'est

3.4.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le secteur de la vallée de l'est est important en terme de population, de volumes d'eau écoulés. Il présente des enjeux significatifs de par sa position centrale sur le territoire de la CUA. L'exutoire principal du réseau est le canal d'Andravohangy, puis in fine le marais Masay et le canal Andriantany.

RESEAUX PRIMAIRES

Les réseaux présentent des gabarits canalisés importants (jusqu'à 10m de large à Andravohangy) et alternent avec des tronçons d'irrigation endigués et en terre à Antsakaviro.

Il convient de distinguer deux secteurs pour les réseaux primaires de la vallée de l'est :

- La partie amont, de Antanimora Ampasanimalo et Antsakaviro à Besarety
- La partie aval, de Besarety à Andravohangy

PARTIE AVAL

La partie la plus aval du bassin, juste en amont du marais Masay est constituée par deux canaux en parallèle. Leur source commune se situe au niveau du marché d'Andravohangy où les deux tronçons se séparent. D'une part à l'ouest, le tronçon principal, réhabilité en 2004, traverse le marché d'Andravohangy. Il est canalisé et en bon état structurel sur la traversée du marché.



Figure 136 Canal primaire à Andravohangy

En aval du marché le tronçon n'est plus canalisé et passe à proximité immédiate d'habitations précaires.



Figure 137 Canal primaire à l'aval immédiat d'Andravohangy

Sur cette portion les enjeux humains sont importants et les habitations situées à proximité immédiate du canal présentent un caractère précaire et/ou insalubre.

Le tronçon parallèle à l'est longe également un marché. Ce tronçon de réseau primaire (tronçons 3_3 et 3_2, cf. annexe 9 du fascicule 1) est en mauvais état. Il est très encombré par des déchets variés et l'écoulement est quasi inexistant sur la traversée du marché.



Figure 138 Tronçon est, très encombré

En remontant vers l'amont, à Mahavoky et Besarety le réseau primaire traverse des zones densément peuplées. Les tronçons sont canalisés et présentent un état correct et des dimensions moyennes (gabarits LxH de 3-4mx1m). Un système de deux tronçons en parallèle prenant leur origine environ 600 m en amont de la RN2 (même si une partie du débit provient aussi plus en amont de la prise d'eau d'irrigation située au niveau du pont d'Ampahibe) permet le drainage des eaux de ces quartiers. Ils longent des habitations en dur et d'étroits passages les bordent jusqu'à, d'une part l'ovoïde de Besarety pour les tronçons est et, d'autre part, les zones cultivées d'Ampahibe pour les tronçons ouest.



Figure 139 Canal primaire à Besarety

Les inondations sont fréquentes sur ces secteurs.

PARTIE AMONT

Sur la partie amont les canaux primaires serpentent au travers de zones de cultures et les irriguent ponctuellement. Les enjeux sont ici moindres et peu d'habitations bordent directement les tronçons. Il est à noter que la plupart des habitations de ce secteur rejettent leurs eaux usées immédiatement dans les canaux.



Figure 140 Réseau primaire canalisé et endigué à Ampandran Besarety

Sur ce secteur se trouve un verrou hydraulique important faisant l'objet d'une réhabilitation lors des travaux prioritaires de première tranche du PIAA.



Figure 141 Amont du verrou hydraulique

Le réseau principal à l'amont est un tronçon canalisé de 4 m de large traversant les cultures de Antsakaviro.



Figure 142 Tronçon principal à Antsakaviro

Les berges de ce tronçon s'effondrent ponctuellement.

Le réseau primaire de la vallée de l'est se distingue donc par une partie aval transitant au travers de zones densément peuplées avec une partie amont beaucoup moins dense. L'état structurel et de fonctionnement général des réseaux primaires sur ce secteur est globalement de bon à moyen pour le tronçon est d'Andravohangy.

CANIVEAUX

Les inondations sont fréquentes sur ce secteur bas et plat. Les caniveaux sont peu nombreux comparé au linéaire de canaux primaires. Ils vont d'un état globalement correct à mauvais pour les caniveaux très encombrés situés sur le passage pavé de la RN2 à Besarety.

RESEAU ENTERRE

Le réseau enterré, bien que situé sur un terrain bas présente une meilleure visibilité que sur d'autres secteurs malgré d'évidentes traces de mise en charge.

3.4.2.2 Désordres

Les caniveaux sont en général pas ou peu encombrés mais il y a cependant des exceptions notables. On citera notamment le caniveau principal en amont au niveau de Ampasanimalo, le caniveau bordant la RN2, le caniveau en amont du bassin « HOMI » et le caniveau de grande dimension au nord de l'ovoïde (drainant également la vallée « HOMI » sur sa rive droite).

Pour ce qui concerne le réseau enterré, la grande majorité des regards qui ont pu être ouverts sont obstrués. Si on se réfère à la « Figure 57 » du chapitre « 2.4.1.3.3 », la cause principale de l'obstruction des réseaux sur ce secteur est le dépôt de sable.

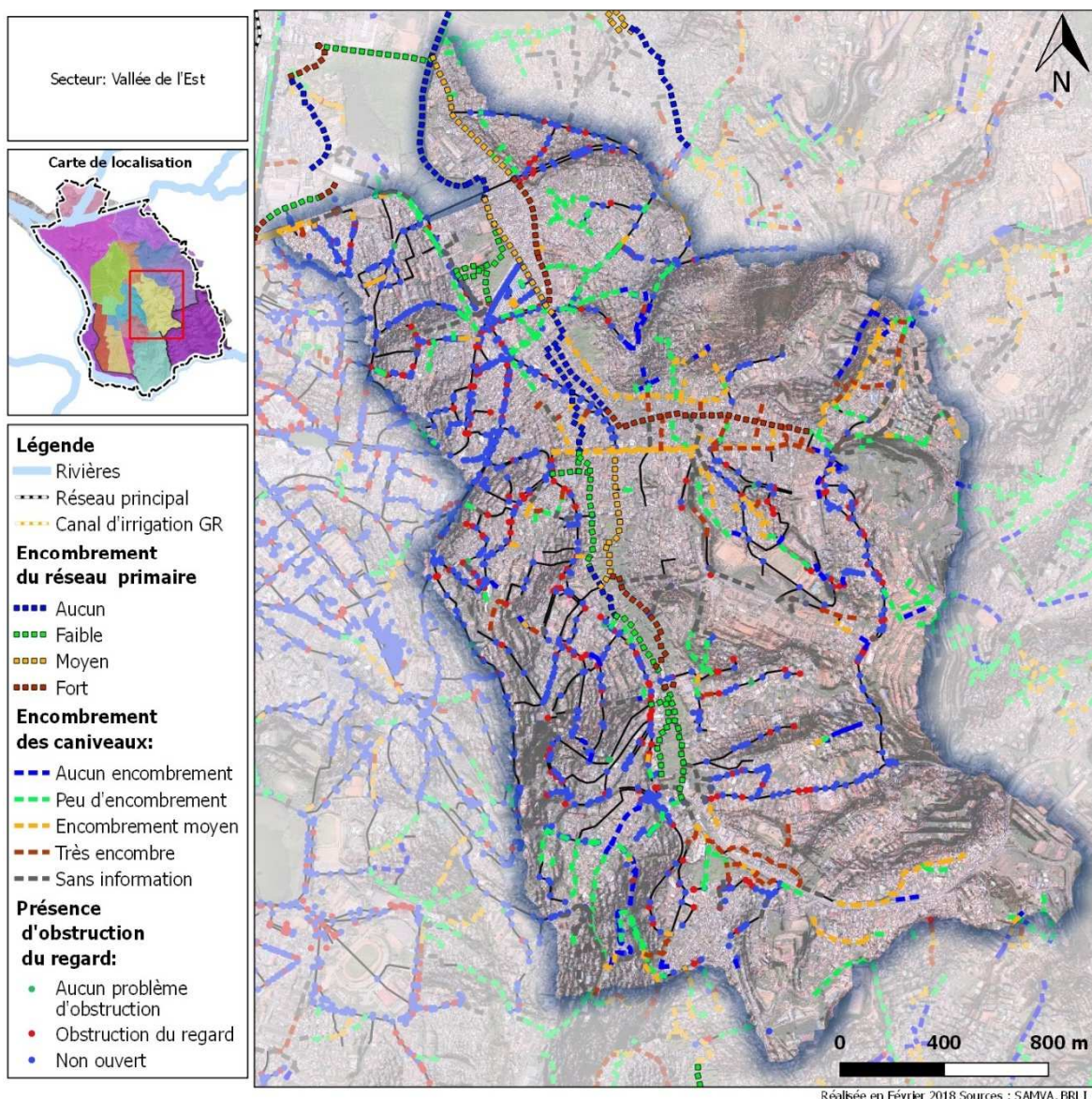


Figure 143: Secteur 3 - vallée de l'est - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

En cohérence avec l'obstruction généralisée des regards, on constate que la majorité des regards étaient en charge lors de l'inspection et seulement certaines canalisations étaient visibles. Pour un certain nombre, la mise en charge ne permettait d'identifier aucune canalisation.

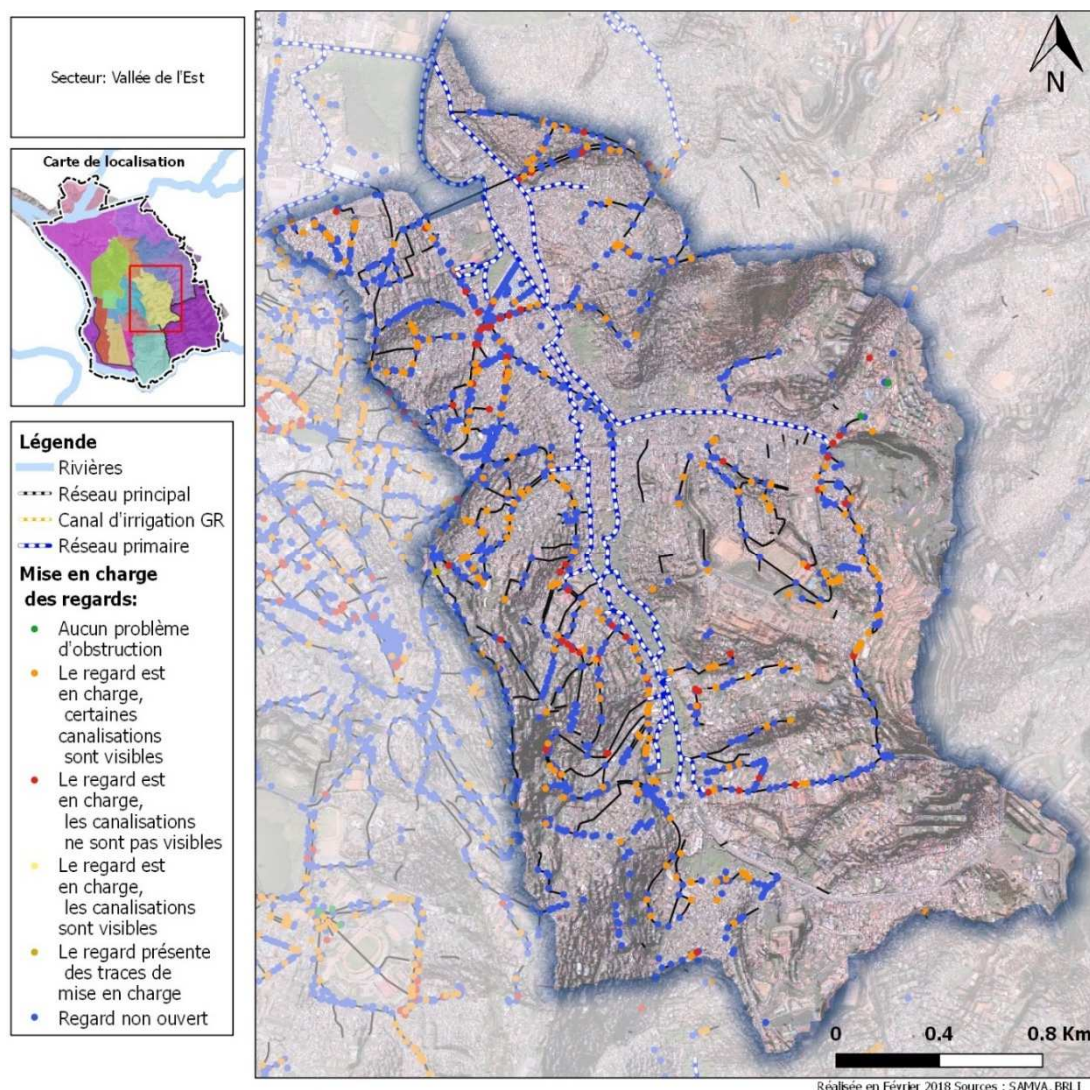


Figure 144: Secteur 3 - vallée de l'est - Niveau de mise en charge des regards

3.4.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

D'après les acteurs locaux, les zones inondées correspondent à l'ensemble des bas-fonds de la vallée centrale, particulièrement en rive gauche. La zone inondée est sensiblement plus vaste en amont et en aval de la RN2, où la pente des canaux de drainage s'adoucit fortement.

Selon les enquêtes auprès des Fokontany, qui ont tendance à faire ressortir les inondations récurrentes, les zones les plus impactées sont principalement situées en aval de la RN2. Il s'agit des secteurs situés à proximité de l'ovoïde (zone 1) mais aussi des parties basses de la vallée dite de l'« HOMI » en rive droite, qui est drainée par une branche du réseau primaire et un caniveau supérieure à 1 mètre (zone 2). Les enquêtes auprès des ménages confirment la vulnérabilité des zones à proximité de canal primaire de la vallée de l'« HOMI » et de sa zone basse en rive droite.

Parmi les autres secteurs concernés par des inondations selon l'enquête auprès des fokontany, on citera le bas-fond d'Amboridrota bien en amont de la RN2 (zone 5), le carrefour et les rues d'Albertini, Razafindrokoto et Ramenarivo (zone 3), le secteur d'Ambodivona en rive droite en amont de la RN3 (zone 4) ainsi que le pont de Betongolo.

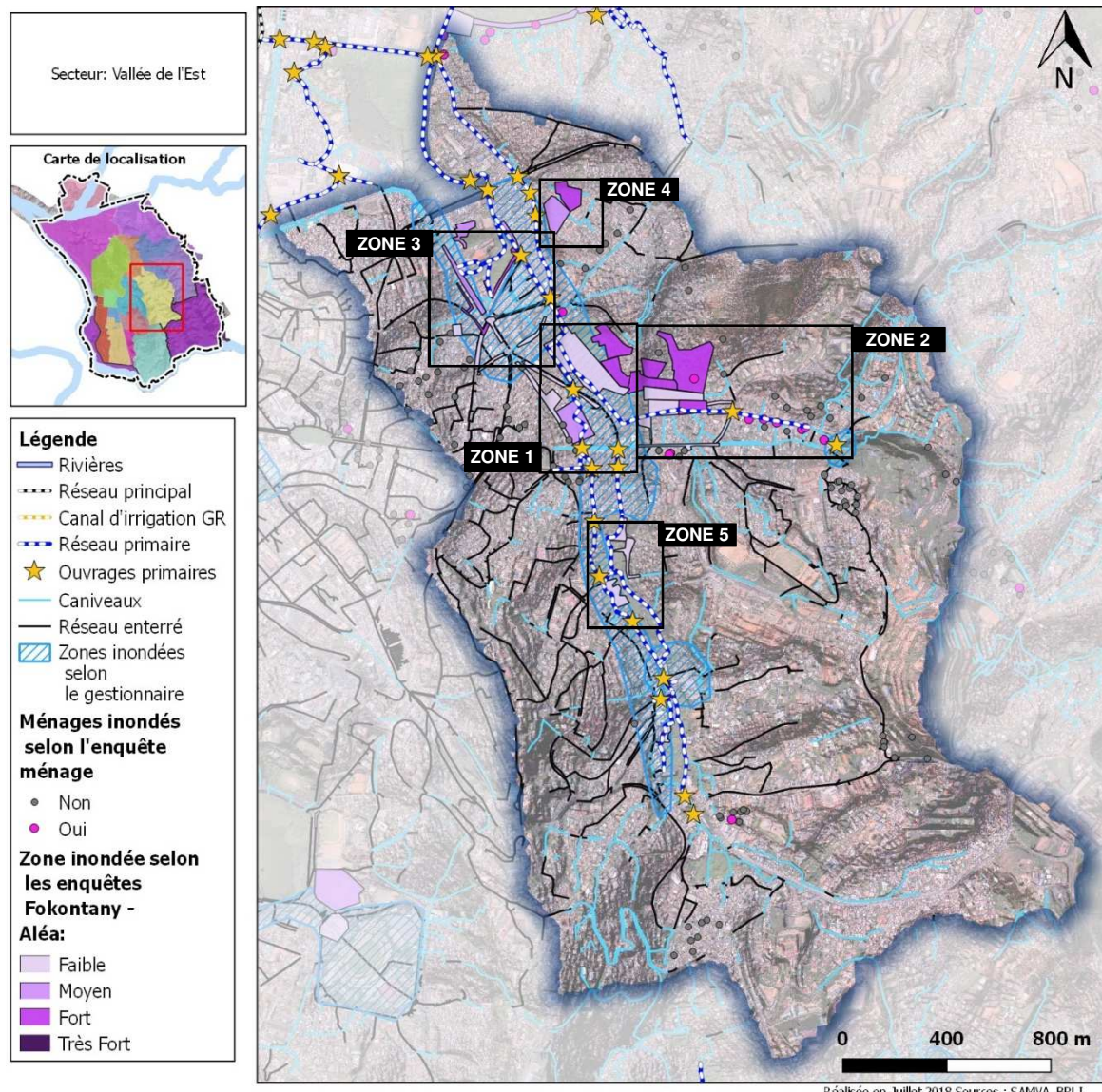


Figure 145: Secteur 3 - vallée de l'est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.4.4 Synthèse

Les différentes zones concernées par des problèmes d'inondation sont décrites dans le chapitre précédemment. Les causes de ces problèmes sont à priori du même ordre pour l'ensemble des zones :

- Une topographie défavorable très plane en aval de la RN2
- Une déficit du réseau de drainage
 - Ouvrages limitant (seuil à l'entonnement de l'ovoïde de Besarety, ouvrage sous la route de Rasoamaharo, etc).
 - Hétérogénéité des sections des canaux primaires
- Des dysfonctionnements du réseau existant : comblement du fond des canaux du réseau primaire et exhaussement en conséquence de la ligne d'eau.

3.5 SECTEUR 4 : PLAINE SUD-CENTRE

- Superficie = 257 ha
- Population estimée = 120 000 habitants

3.5.1 Description du secteur

La plaine sud-centre est délimitée à l'est par un canal se jetant ensuite dans le canal C3 et à l'ouest par le canal d'irrigation GR. Il est coupé par la RN1 au sud et par la route d'Ampasika au nord. Ce secteur a une surface de 257 ha. Il n'a pas à proprement parler de drain principal et le réseau hydrographique naturel n'est pas représentatif. Le secteur est une ancienne zone de culture qui a été remblayée, de manière plus ou moins structurée, pour la construction d'habitations.

La carte ci-après précise les différents fokontany du secteur.

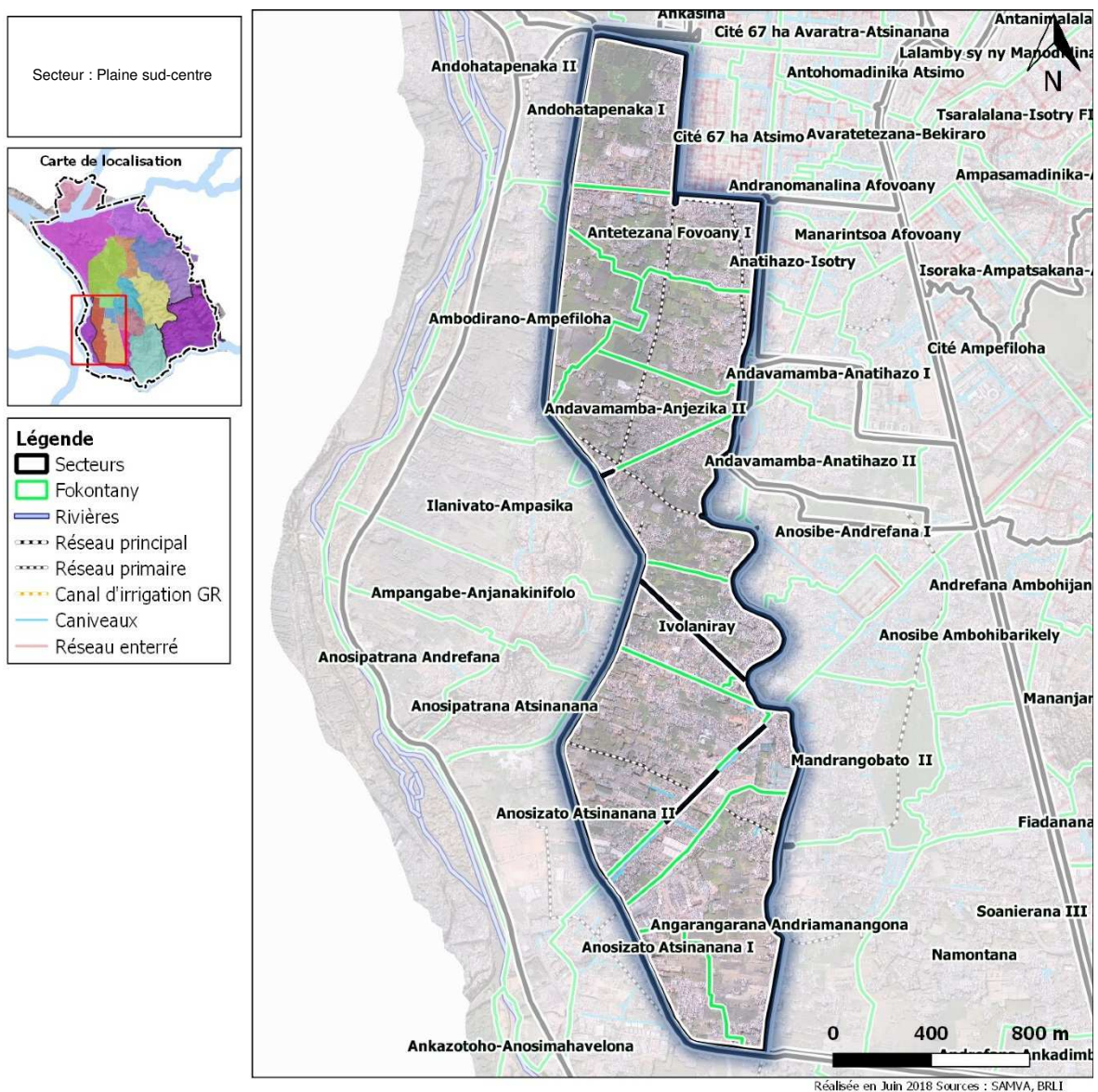


Figure 146: fokontany du secteur de la plaine sud-est

3.5.1.1 Relief

Le secteur présente un relief très plat, seulement marqué par les remblais qui ont été pratiqués, à des cotes variables, les plus hauts d'entre eux étant à rattacher à la RN1 qui traverse le secteur au sud.

La cote du terrain naturel oscille sur ce secteur entre 1247,5 pour les zones les plus basses et 1250 mNGM pour les plus hautes.

La carte ci-après permet d'apprécier la distribution spatiale de l'altimétrie de la zone.

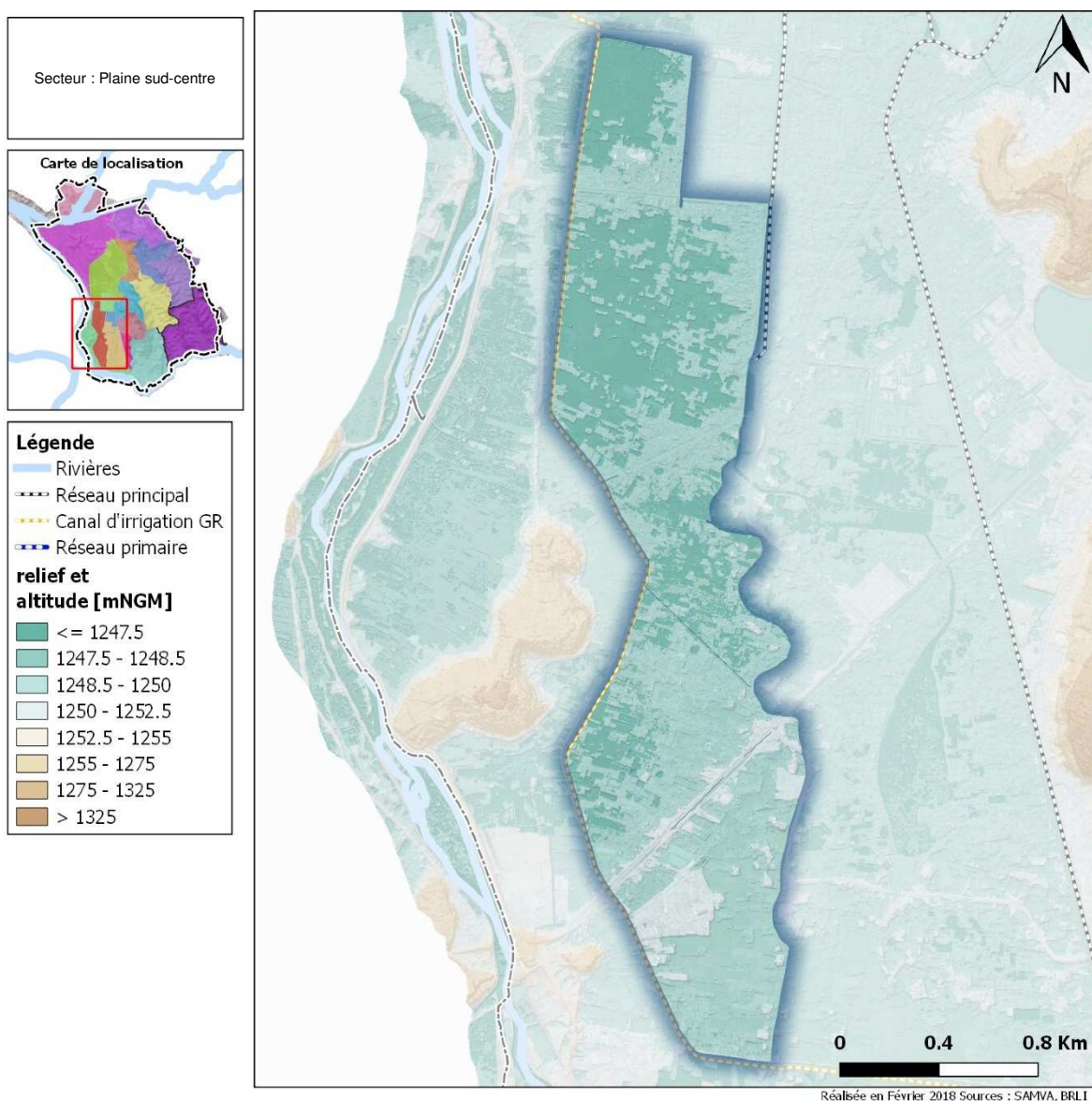


Figure 147 : relief du secteur de la plaine sud est

3.5.1.2 Occupation des sols

Comme on l'observe sur la carte ci-après, l'occupation du sol est majoritairement associée à des zones d'habitation résidentielle, même si celle-ci reste relativement diffuse au vu des COS calculés.

Les reste du secteur se compose essentiellement de zones de cultures.

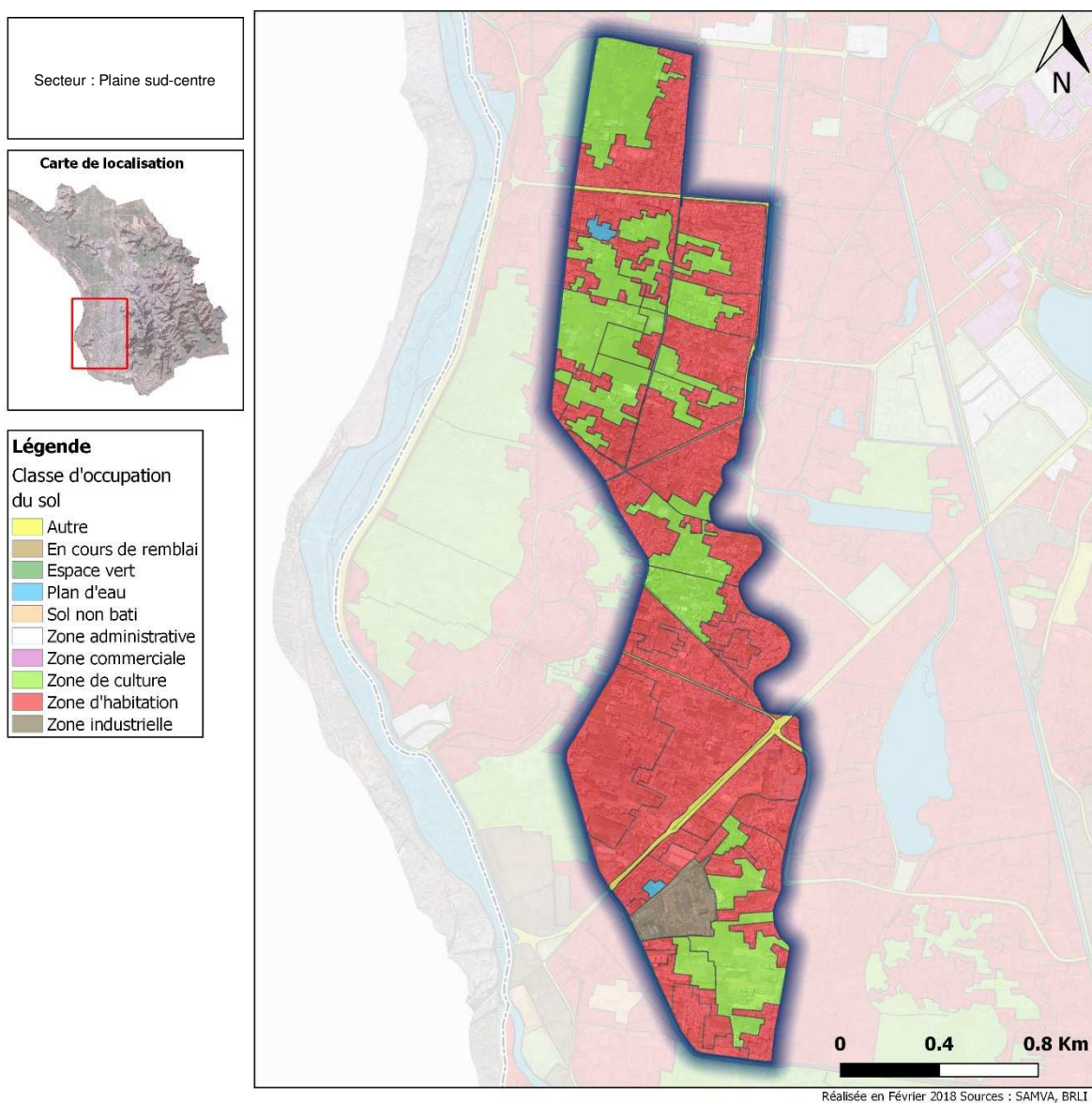


Figure 148 : occupation du sol sur le secteur de la plaine sud-est

3.5.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur ne peut pas véritablement être découpé en bassins versants. Il s'agit plus de casiers hydrauliques structurant les bas-fonds et délimités par les routes et les zones d'habitations. Les pentes sont globalement très faibles. La pente générale est celle de la plaine, soit environ 1 pour 10 000. Les pentes plus marquées correspondent seulement au talus des remblais.

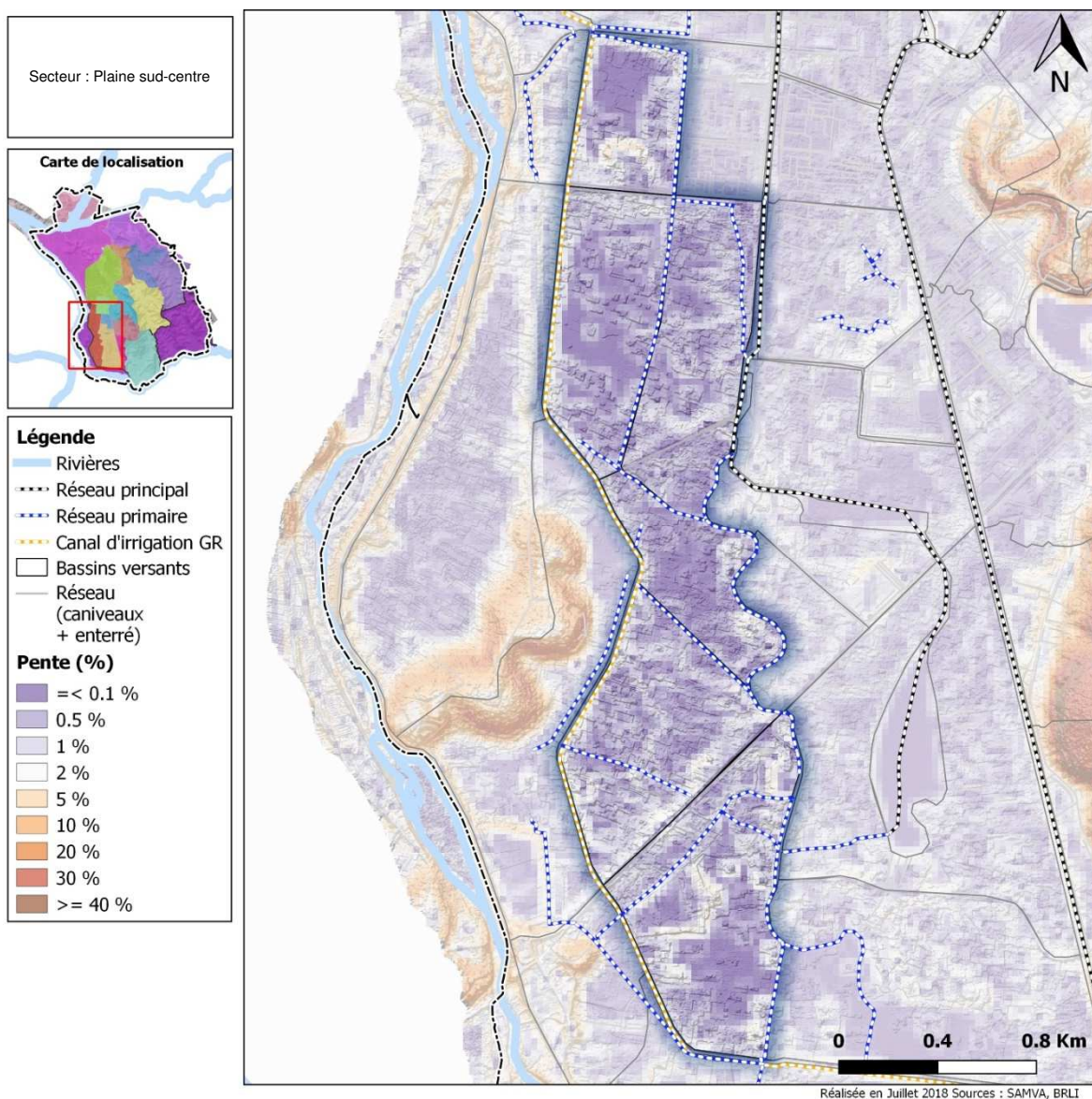


Figure 149: Secteur 4 - plaine sud est - Pente et réseau hydrographique

3.5.1.4 Enjeux humains présents

La population se concentre principalement autour des axes de circulation (RN1, rue Ramanantoanima et route d'Ampasika), en bordure du canal GR au sud et à la périphérie du quartier de 67 ha et du canal C3. Les densités dans ces zones sont en général de l'ordre de 25 000 à 50 000 habitants/km². Sur le reste du secteur qui correspond aux bas-fonds, l'habitat est plus clairsemé tout comme le tissu urbain. Le secteur se caractérise par une alternance d'habitations sur des remblais et de parcelles de culture plus basses.

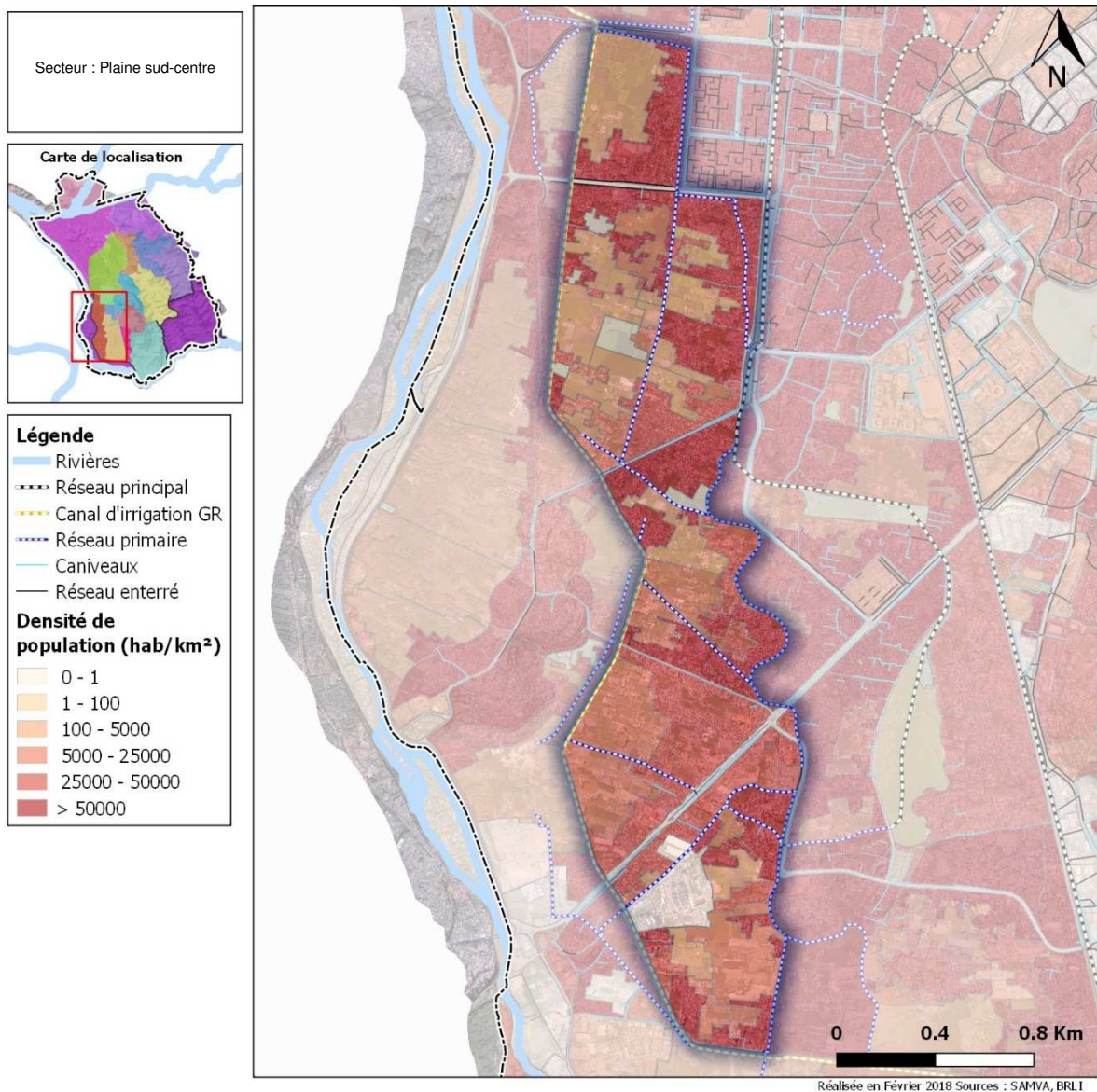


Figure 150: Secteur 4 - plaine sud est - Densité de population

La majorité de l'habitat est d'un standing « bas » ou « moyen à tendance bas », en particulier dans les zones basses. On constate la présence d'un standing « moyen » au nord de la RN1 ainsi que dans la périphérie de la cité de 67 ha.

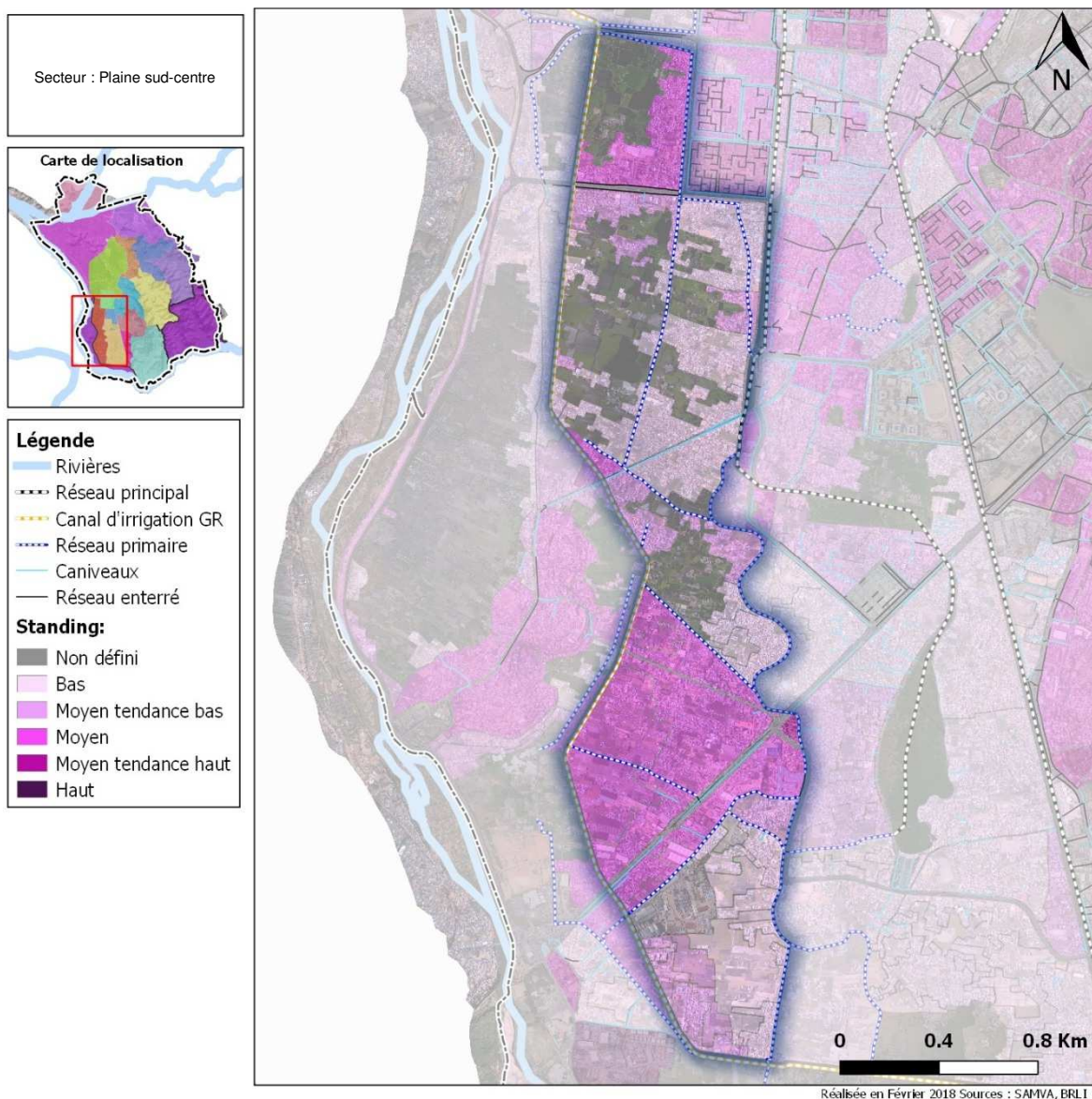


Figure 151: Secteur 4 - plaine sud est - Standing des habitations

3.5.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.5.2.1 Structure / typologie

3.5.2.1.1 Type de réseaux

La canal d'irrigation GR est en remblai par rapport à la plaine. Il ne participe pas au drainage de ce secteur. Il existe très peu de réseaux « artificiels » (de type caniveau ou enterré) dans ce secteur. Cela se limite à des caniveaux routiers le long des voies de circulation. Le drainage est assuré par un réseau de canaux primaires. On peut distinguer deux parties amont et aval.

- La partie amont est parcourue par des canaux qui rejoignent tous le canal à l'est orienté sud-nord qui se jette ensuite dans le canal C3 en aval du bassin d'Andavamamba. Ces canaux sont légèrement incisés dans la plaine pour permettre de drainer les « cuvettes » dédiées à la culture. Ces canaux récupèrent également les écoulements provenant du secteur à l'ouest qui transitent en siphon en 4 points sous le remblai du canal GR.
- La partie aval est drainée par deux canaux orientés sud-nord en parallèle. Un canal primaire coupant le secteur dans la partie centrale et longeant au nord la cite des 67 ha. Il bifurque ensuite le long de la route d'Andahatapenaka pour rejoindre le nœud hydraulique situé au niveau du GR où un ouvrage permet l'écoulement vers le nord. Un deuxième canal draine le quartier à l'est et rejoint le canal primaire au niveau de la route d'Ampasika.

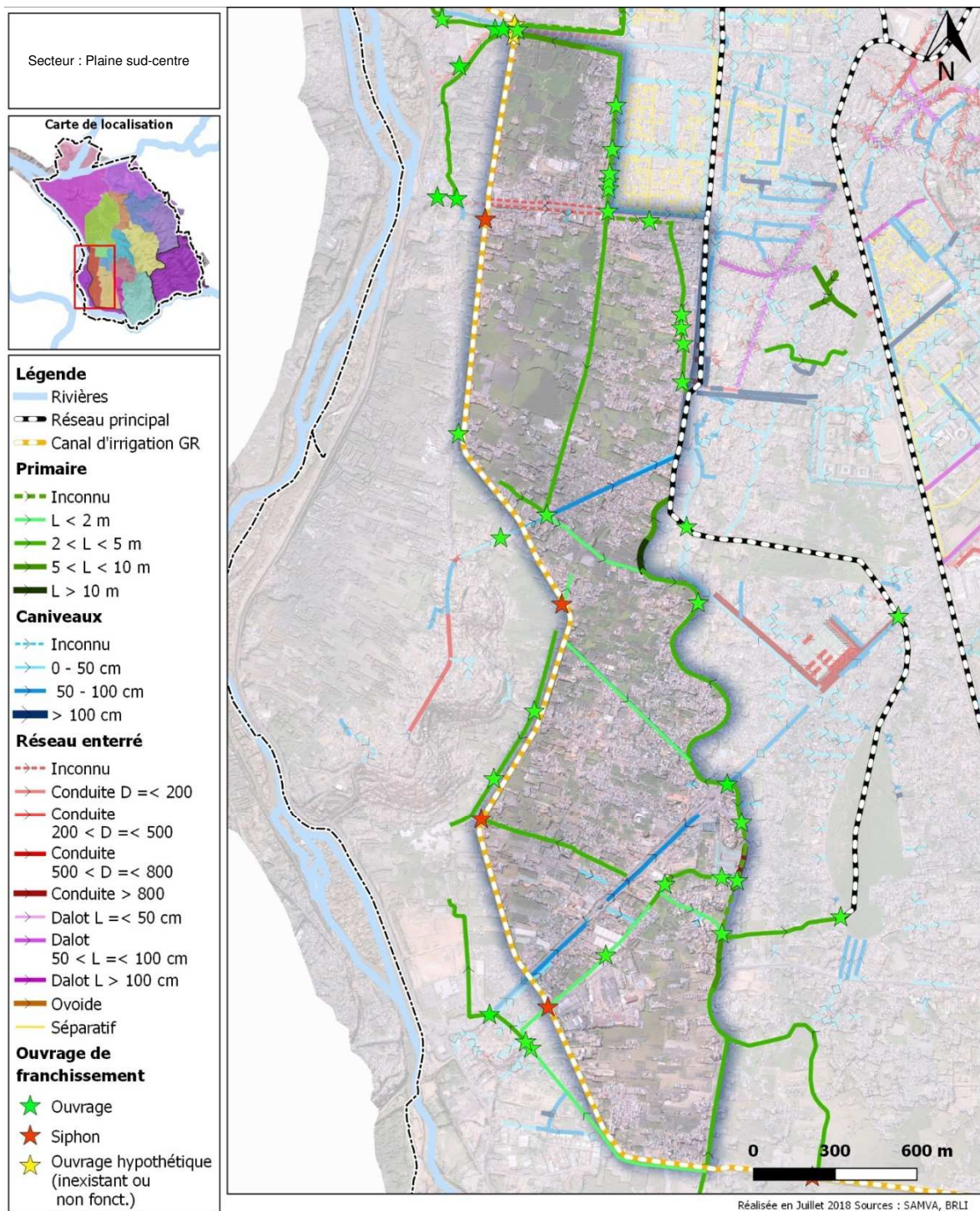


Figure 152: Secteur 4 - plaine sud est - Dimensions du réseau

Les pentes du réseau primaire sont très faibles dans la plaine avec des valeurs de l'ordre de 1 pour 10 000. Dans ces conditions, les écoulements sont donc fortement influencés par l'état des canaux, les ouvrages et les conditions hydrauliques aval imposées par la plaine en général.

3.5.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Le relief extrêmement plat du secteur combiné à la présence de plusieurs remblais structurants (RN1, route d'Ampasika, route d'Andohatopenaka) conduisent à conférer à l'ensemble dudit secteur une configuration en forme de cuvette, présentant par endroits une profondeur maximale relativement importante.

Outre la contrainte globale imposée par le remplissage progressif de la plaine nord au cours de la saison des pluies, cette morphologie favorise la formation de zones « pérennes » de stockage d'eau.

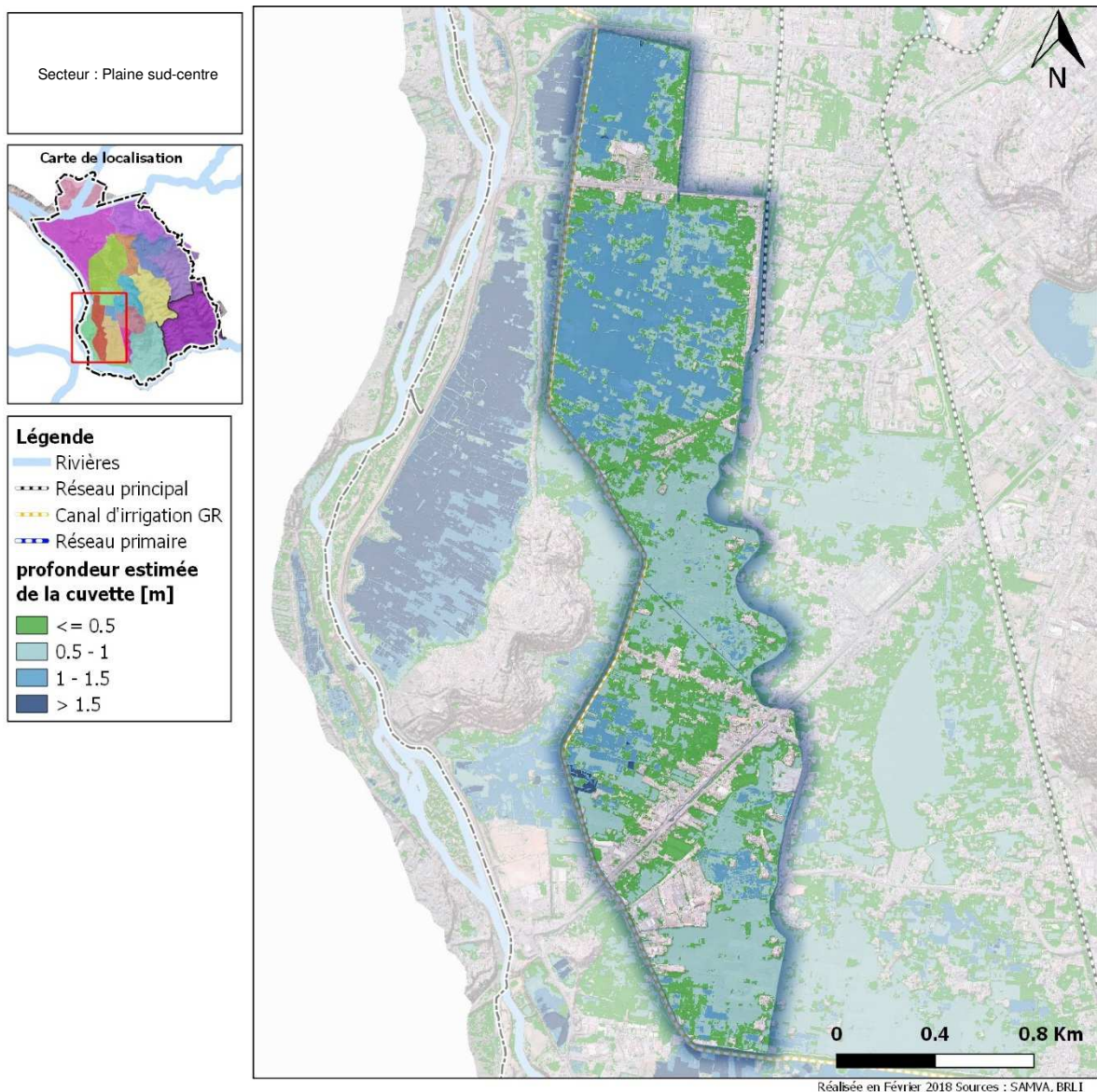


Figure 153 : localisation et importance des cuvettes présentes sur la secteur de la plaine sud est

3.5.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le secteur de la plaine sud-centre est le siège de mutations urbaines spontanées importantes. La plaine inondable est parcourue de réseaux de communication entre les casiers. Les exutoires des réseaux sont la plaine elle-même et le C3. Les niveaux d'eau sont globalement élevés dans les canaux dont le gabarit peut être très important (jusqu'à se confondre localement avec la plaine inondable). Le secteur est alimenté par le sud-est les écoulements préférentiels se dirigent vers le C3 au nord.

RESEAUX PRIMAIRES

Les réseaux primaires assurent la communication entre les casiers de la plaine inondable. Sur certains secteurs ils se répandent dans les casiers, sur d'autres ils assurent le transit des eaux vers le canal C3.



Figure 154 Canal primaire à Angaranga



Figure 155 Canal primaire à Ivolaniray

Comme le montre la figure précédente, le sens d'écoulement est difficilement décelable sur certaines portions de réseau primaire qui ne semble qu'équilibrer les niveaux d'eau entre les divers casiers de la plaine inondable. L'écoulement étant faible et en tout cas incapable d'évacuer déchets et végétation flottante, l'état général des canaux ne dépend que de la densité des habitations à proximité comme le montre la photographie prise à Ivolaniray.

Sur d'autres secteurs, la vocation de transport d'eau vers le C3 est davantage visible, notamment au nord plus urbanisé.



Figure 156 Canal primaire à Andavamamba Anjezika I

L'écoulement n'en est pas moins difficile en raison des faibles pentes. La pression anthropique tend à rendre les abords des canaux à la limite de la salubrité.

CANIVEAUX

La plaine inondable et les réseaux primaires constituent l'essentiel du système hydraulique de ce secteur. On ne dénombre pas de caniveaux significatifs, l'habitat étant essentiellement spontané.

RESEAU ENTERRE

Le secteur ne présente pas de réseau enterré significatif.

3.5.2.2 Désordres

NOTA : les désordres relatifs aux réseaux primaires sont présentés au §3.5.2.1.3.

Les caniveaux sont peu nombreux sur le secteur. Il s'agit de caniveaux assainissant les remblais routiers. On constate un encombrement moyen à fort au niveau de la RN1.

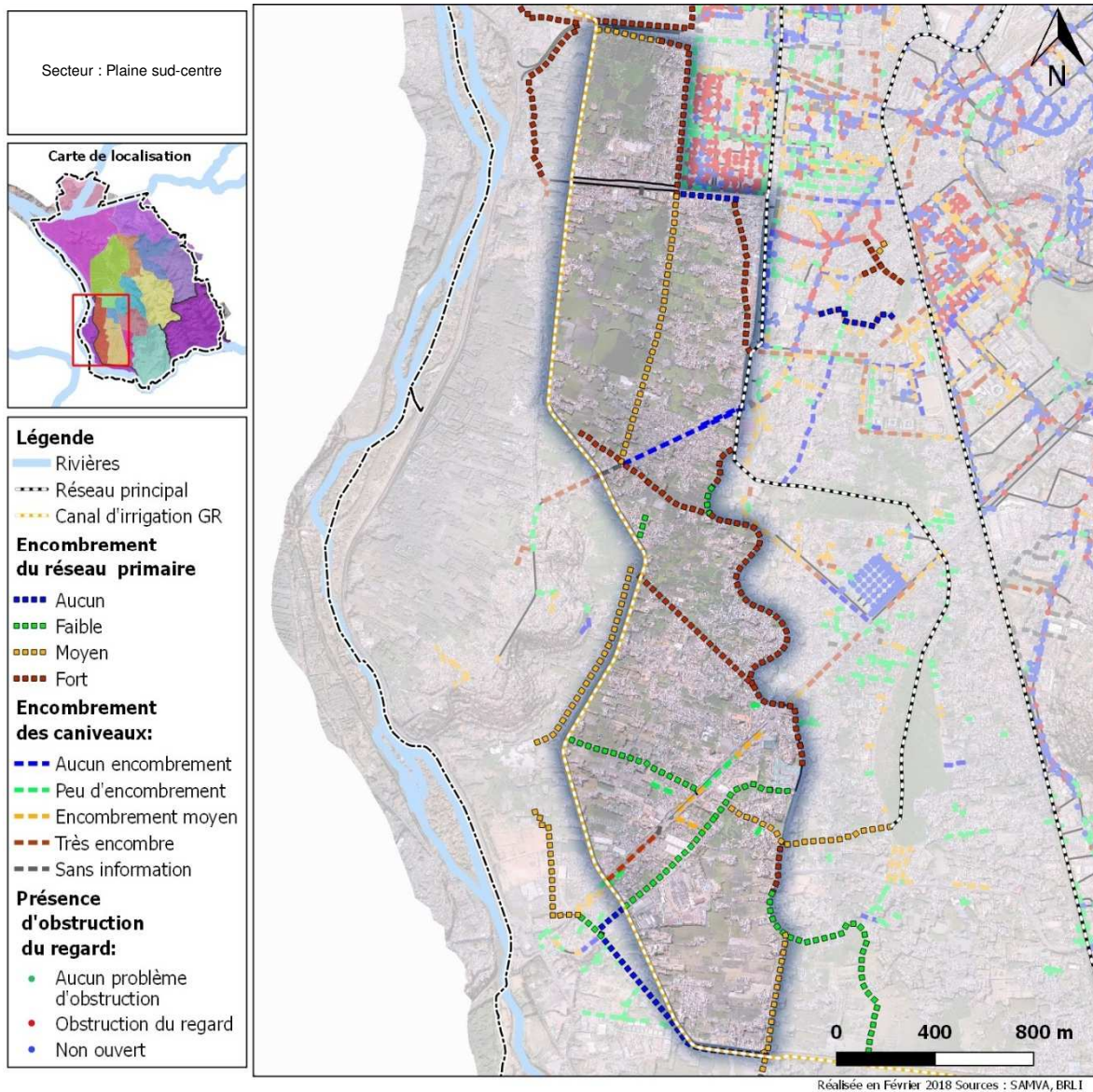


Figure 157: Secteur 4 - plaine sud est - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

3.5.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les zones où des problèmes ont été identifiés se situent au sud de part et d'autre de la RN1 (zone 1), de part et d'autre de la route de Ramanantoanima (zone 2), au sud de la route d'Ampasika (zone 3) et au nord (zone 4).

Les problèmes identifiés pour la zone 1 sont issus des enquêtes ménages et des informations gestionnaire alors que ceux identifiés pour les trois autres zones sont issus des enquêtes auprès des Fokontany, corroborés dans la zone 2 par les enquêtes ménages et les informations des gestionnaires.

La localisation des zones vulnérables correspond aux abords des « cuvettes », dans les parties basses en culture. La topographie de ces zones habitées est très défavorable car le drainage repose uniquement sur le bon fonctionnement des canaux et ouvrages associés.

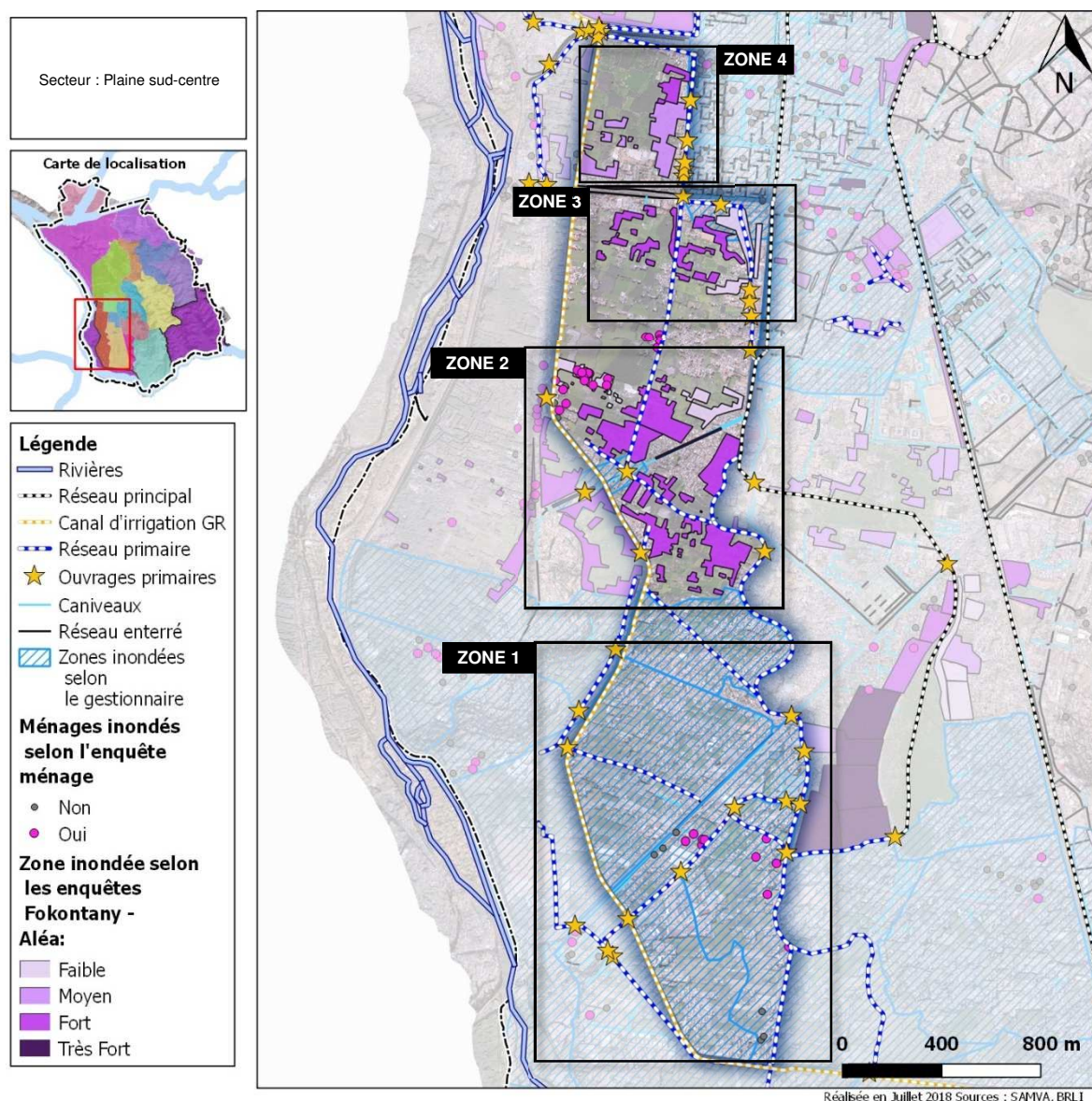


Figure 158: Secteur 4 - plaine sud est - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.5.4 Synthèse

Comme on l'a vu dans les paragraphes qui précèdent, les problèmes d'inondation rencontrés sur ce secteur trouvent leur origine dans plusieurs facteurs :

- Une topographie défavorable (pente faible générale,)
- Un encombrement des canaux primaires par la végétation et les déchets
- Un colmatage des ouvrages censés garantir la transparence – ou du moins la continuité – sous les routes en remblais structurant la plaine sud
- Une influence des niveaux élevés de la plaine nord en saison des pluies pénalisant le drainage du secteur

3.6 SECTEUR 5 : MAMBA RIVE DROITE

- Superficie = 660 ha
- Population estimée = 44 000 habitants

3.6.1 Description du secteur

Le secteur correspond au territoire de la CUA située en rive droite de la rivière Mamba. Il se compose de la colline d'Ambohidroa à l'est et de plaine rizicole de Laniera bordant la rivière Mambakely à l'ouest. Ce secteur a une surface de 660 ha. On distinguera les drains descendant des collines et d'une longueur moyenne de 500 m et le drain assuré par la rivière Mambakely, d'un linéaire de 3,2 km.

La carte ci-après indique quels sont les fokontany concernés par ce secteur.

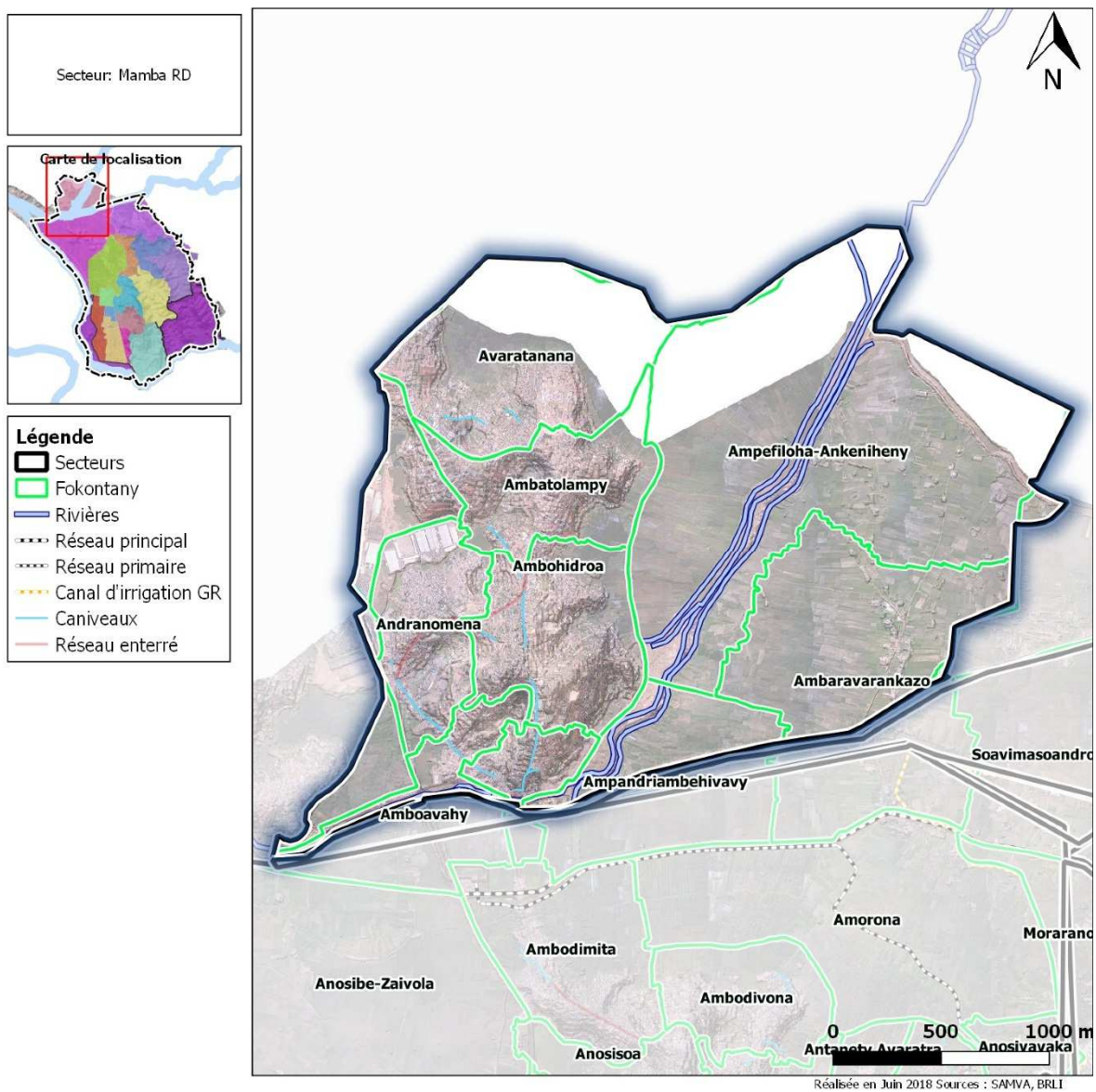


Figure 159 : fokontany du secteur de la Mamba rive droite

3.6.1.1 Relief

Le secteur se décompose en deux zones très contrastées : d'un côté la tanety d'Ambohidroa culminant à plus de 1350 m et de l'autre la plaine de Laniera dont la cote altimétrique varie entre 1246,5 et 1247,5.

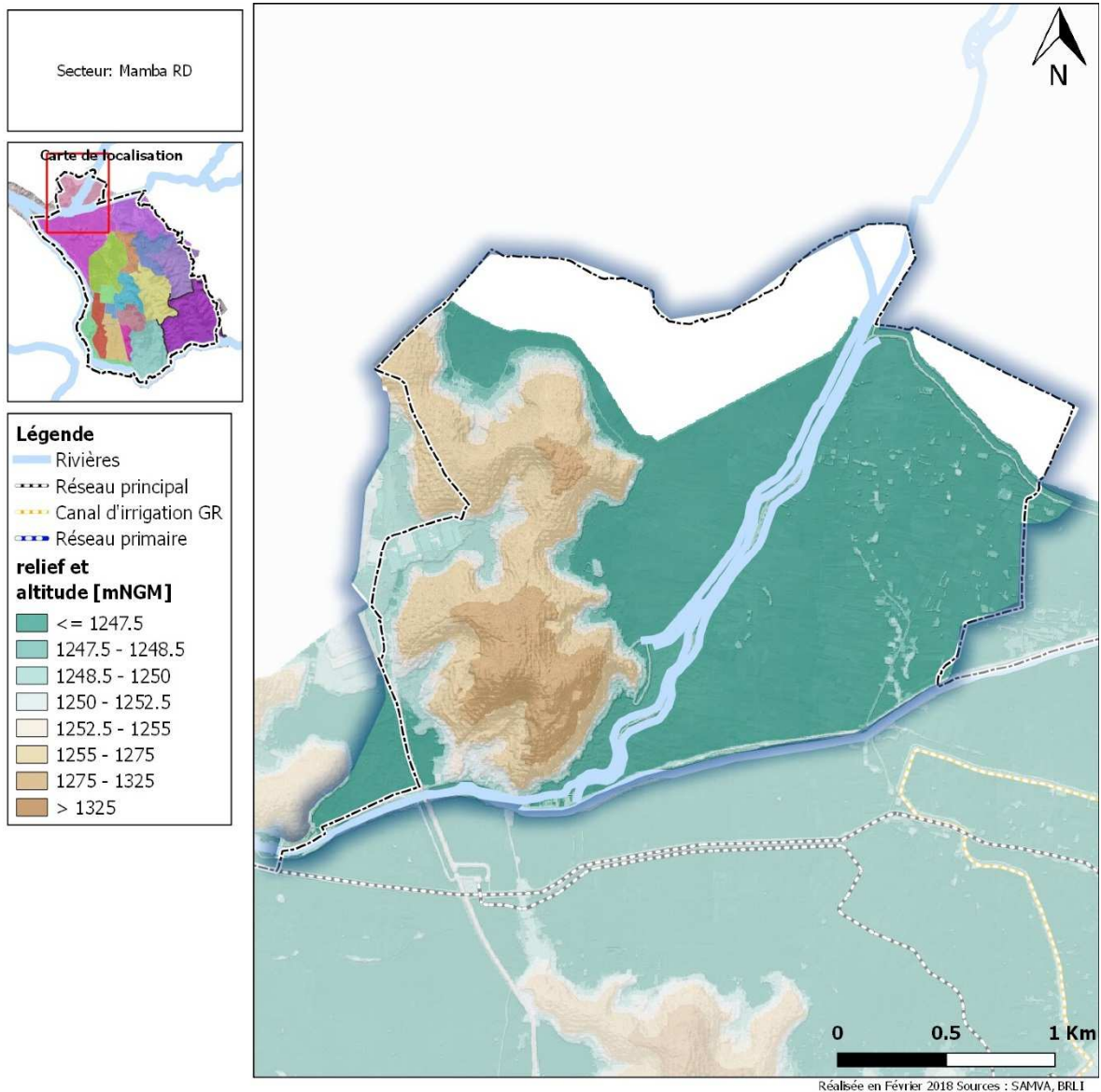


Figure 160 : relief du secteur de la Mamba rive droite

3.6.1.2 Occupation des sols

On retrouve au niveau de l'occupation du sol le même contraste que celui observé sur le relief du secteur, avec sur Ambohidroa une zone d'habitation résidentielle (de faible COS toutefois) et une zone exclusivement de cultures dans la plaine de Laniera.

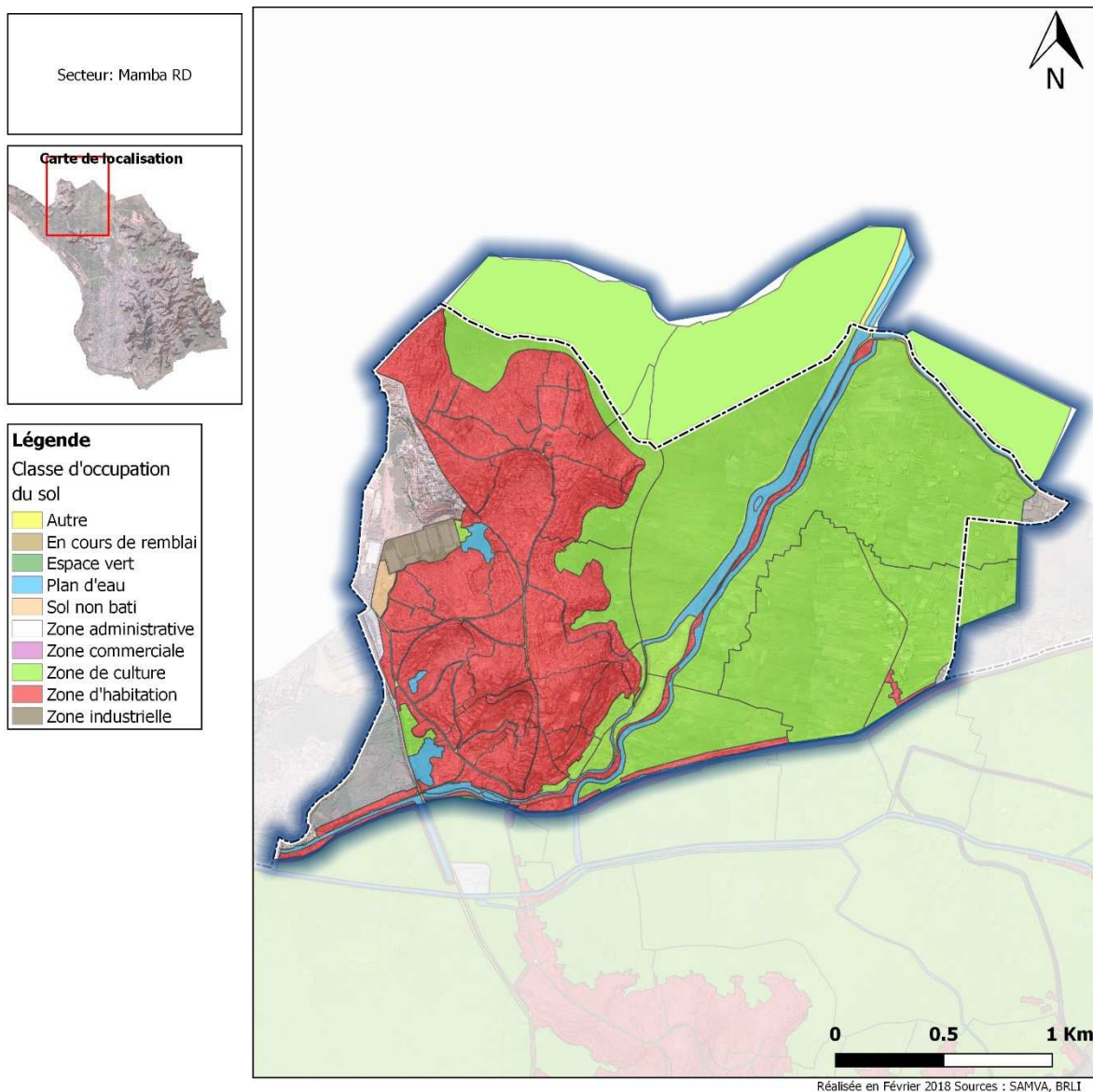


Figure 161 : occupation du sol sur le secteur de la rive droite de la Mamba

3.6.1.3 Caractérisation des bassins versants

La colline d'Ambohidroa se sépare en deux versants, un orienté vers la plaine de Laniera et l'autre vers les rizières d'Andranomena. La colline est incisée par des thalwegs orientés globalement est-ouest qui drainent de petits bassins versants de l'ordre de 3 ha. Leur pente est convexe avec des pentes de l'ordre de 15% en amont (voir localement davantage) qui s'adoucissent à 2% en aval. Les versants des collines présentent des pentes marquées de l'ordre de 30 à 50%. Ils sont aménagés en terrasses de façon à permettre la construction d'habitations.

La plaine de Laniera possède une pente très faible de l'ordre de 3 pour 10 000 et orientée vers la rivière Mamba qui est son exutoire.

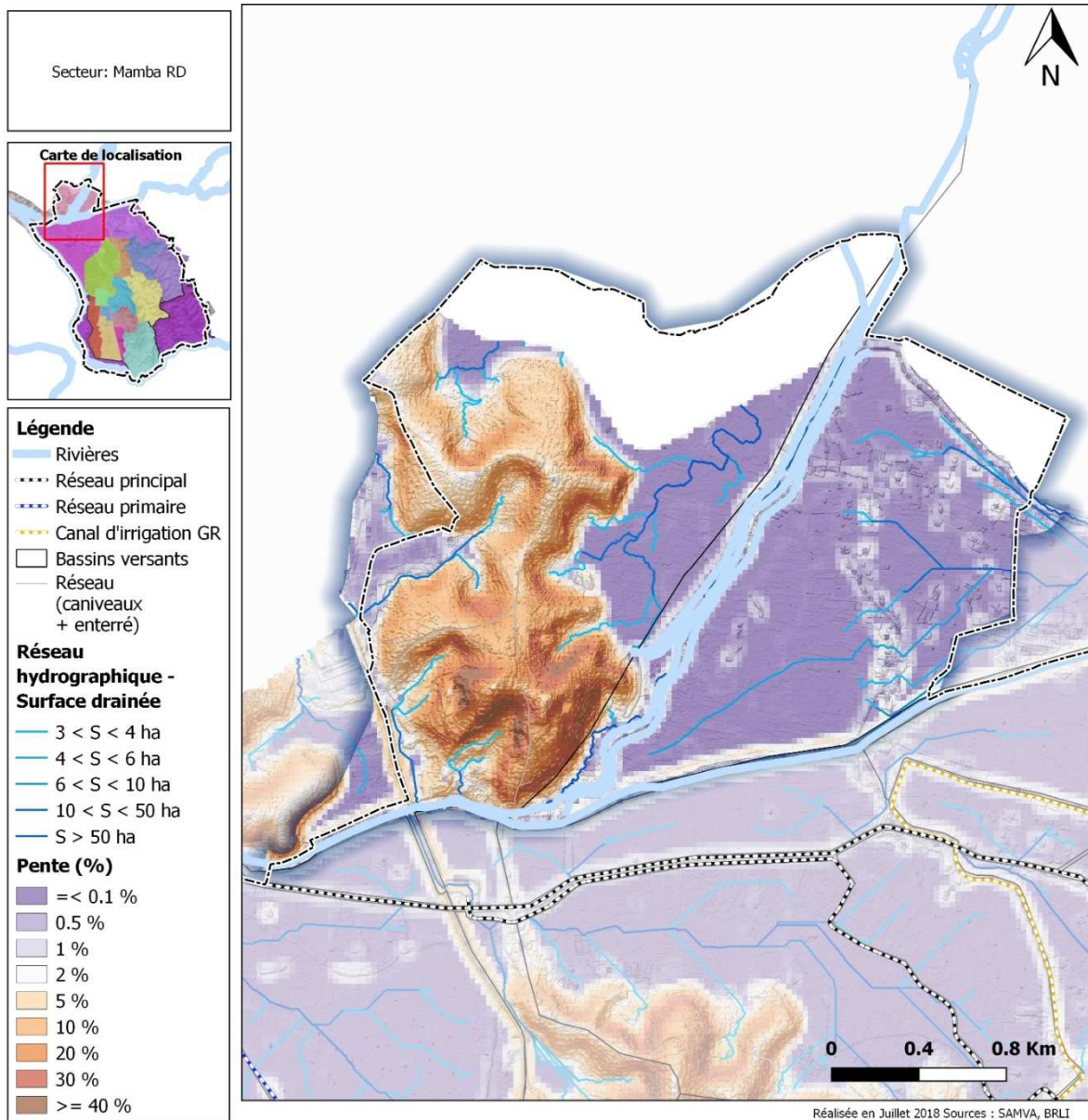


Figure 162: Secteur 5 - Mamba rive droite - Pente et réseau hydrographique

3.6.1.4 Enjeux humains présents

La pollution se répartit en grand majorité sur la colline d'Ambohidroa. On observe néanmoins quelques habitations dans la plaine de Laniera, en particulier à l'est le long d'un canal. Les densités les plus fortes se rencontrent sur le versant occidental au sud et à l'extrémité nord, avec des densités de l'ordre de 30 000 habitants/km². Au sommet et sur le versant oriental, la densité est de l'ordre de 15 000 habitants/km².

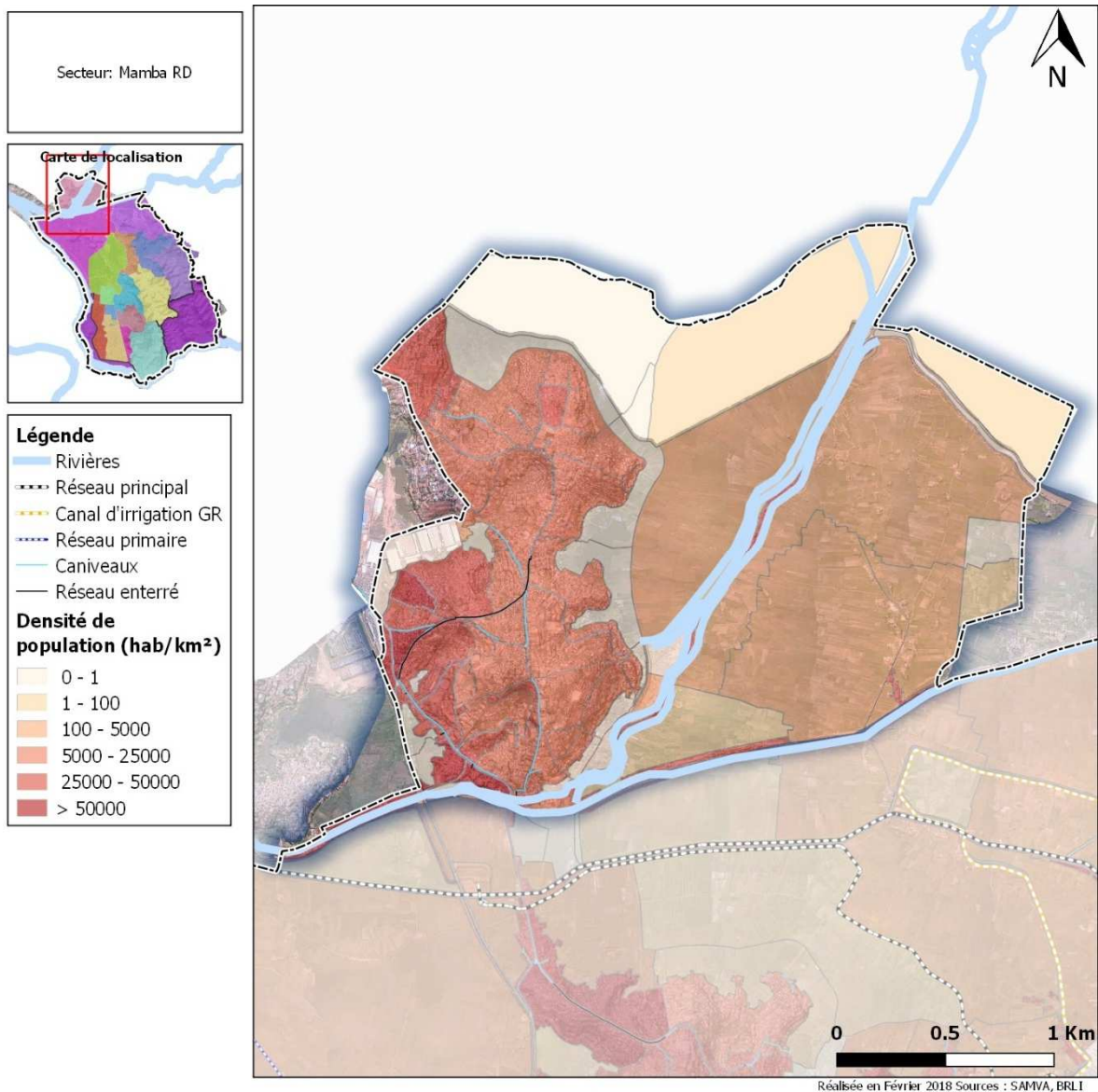


Figure 163: Secteur 5 - Mamba rive droite - Densité de population

Le standing est globalement « moyen » sur l'ensemble du secteur. Deux zones présentent un standing « moyen à tendance haut », à savoir la zone autour centre commercial Oshwal Trade à Andranomena et la zone au nord du Futura business Park. On distingue des habitations de standing « bas » au bord de l'Ikopa au sud et de standing « moyen à tendance bas » en bordure de la plaine de Laniera au sud.

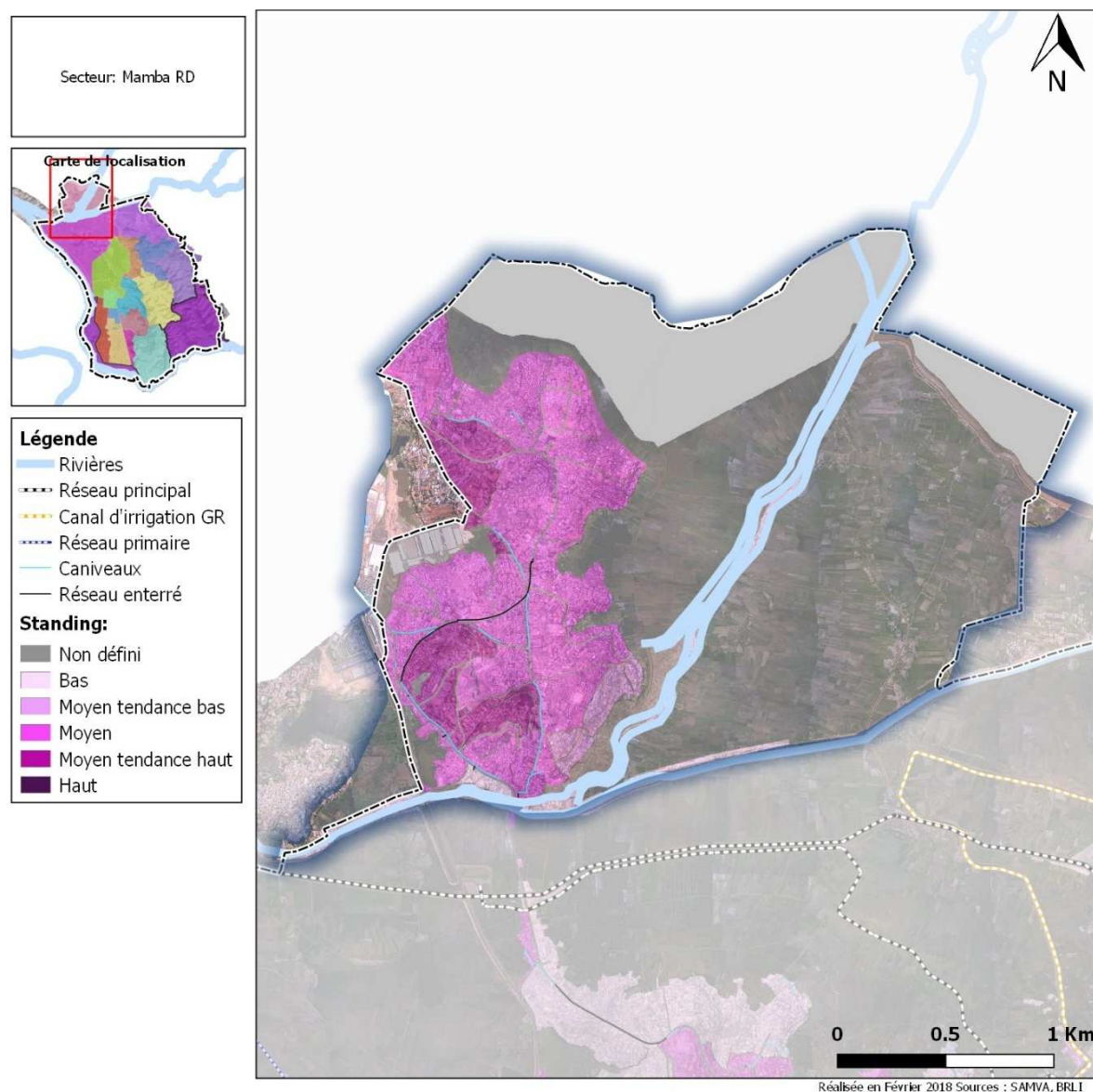


Figure 164: Secteur 5 - Mamba rive droite - Standing des habitations

3.6.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.6.2.1 Structure / typologie

3.6.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau d'assainissement pluvial structuré n'est pas très dense sur ce secteur. Il s'agit principalement d'un réseau enterré le long de la route d'Andranomena et d'Antehiroka et de caniveaux le long des routes principales (RN4, Ambohidroa). Il s'agit également de petits caniveaux de largeur inférieure à 50 cm.

Les écoulements sur les collines se font sous forme de ruissellement de parcelle en parcelle ou par des fossés et rejoignent les thalwegs des vallées latérales. Ces derniers sont souvent des zones de culture au travers desquelles serpentent de canaux de drainage/irrigation et qui se rejettent in fine dans les plaines rizicoles.

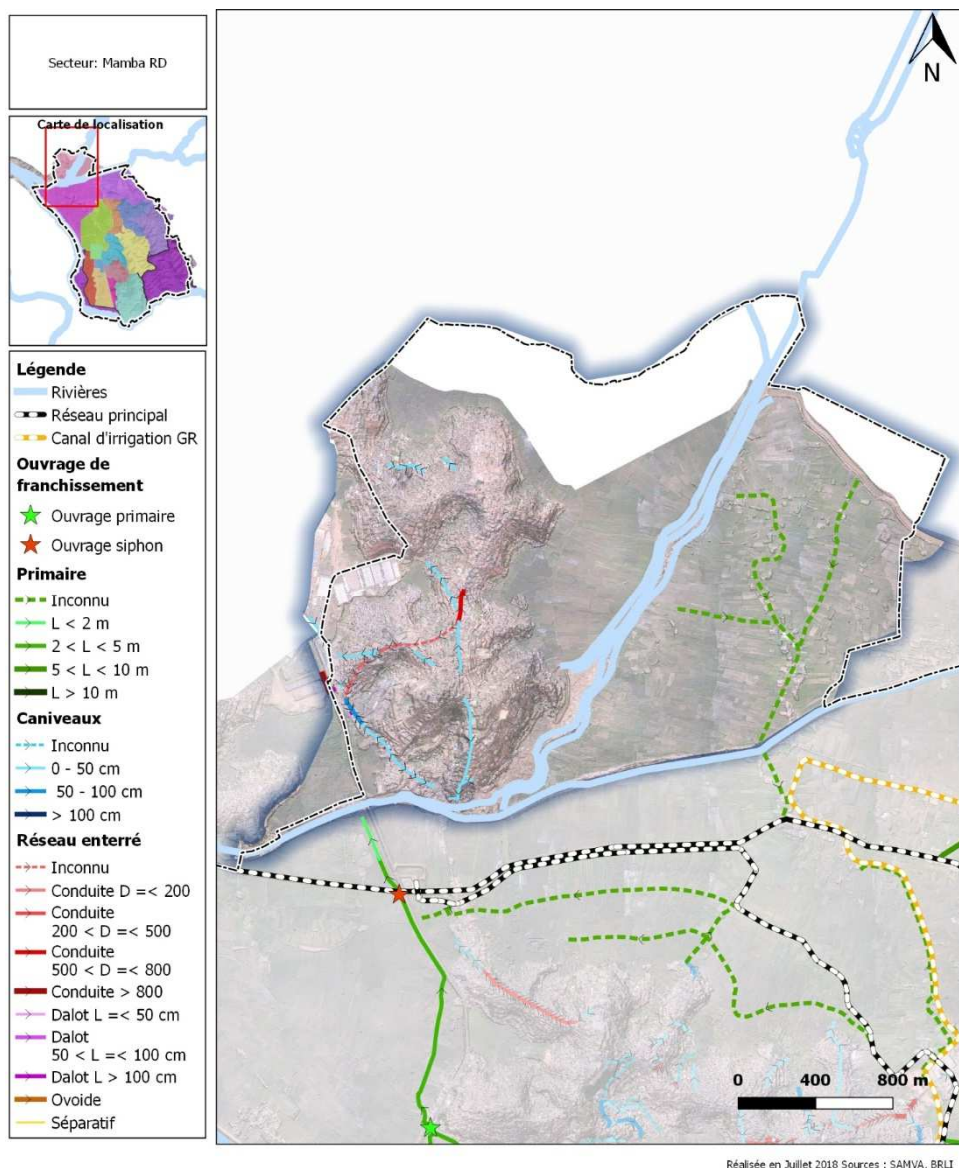


Figure 165: Secteur 5 - Mamba rive droite - Dimensions du réseau

Les pentes des caniveaux sont en général comprises entre 5 et 10%. La conduite sur la route d'Antehiroka et le caniveau de la RN4 présentent quant à eux une pente d'environ 4%.

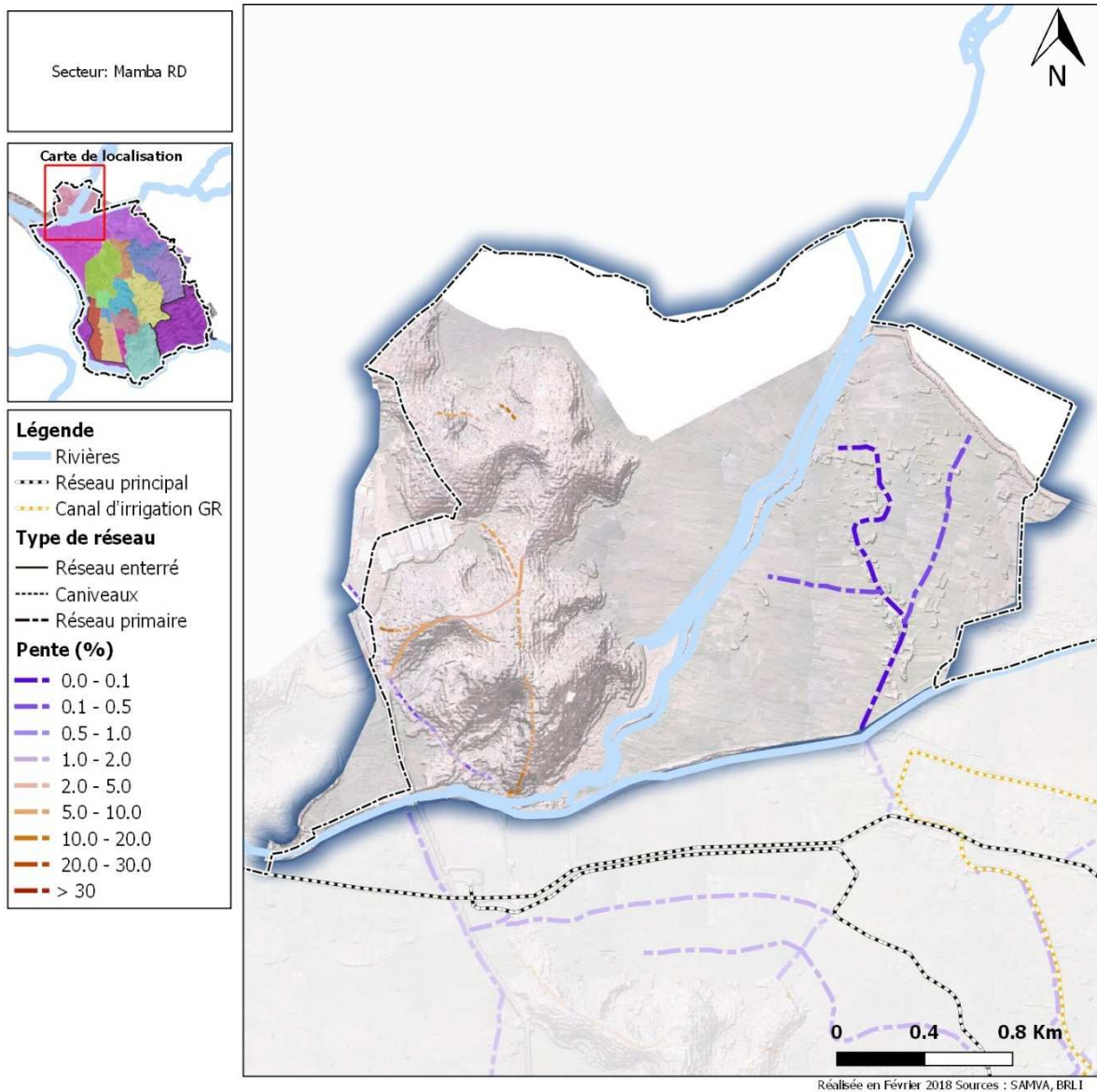


Figure 166: Secteur 5 - Mamba rive droite - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.6.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

La présence des digues de la Mamba et de la Mambakely confèrent à la plaine de Laniera une forme de cuvette très marquée, qu'on peut facilement observer en saison des pluies où elle joue un rôle tampon important.

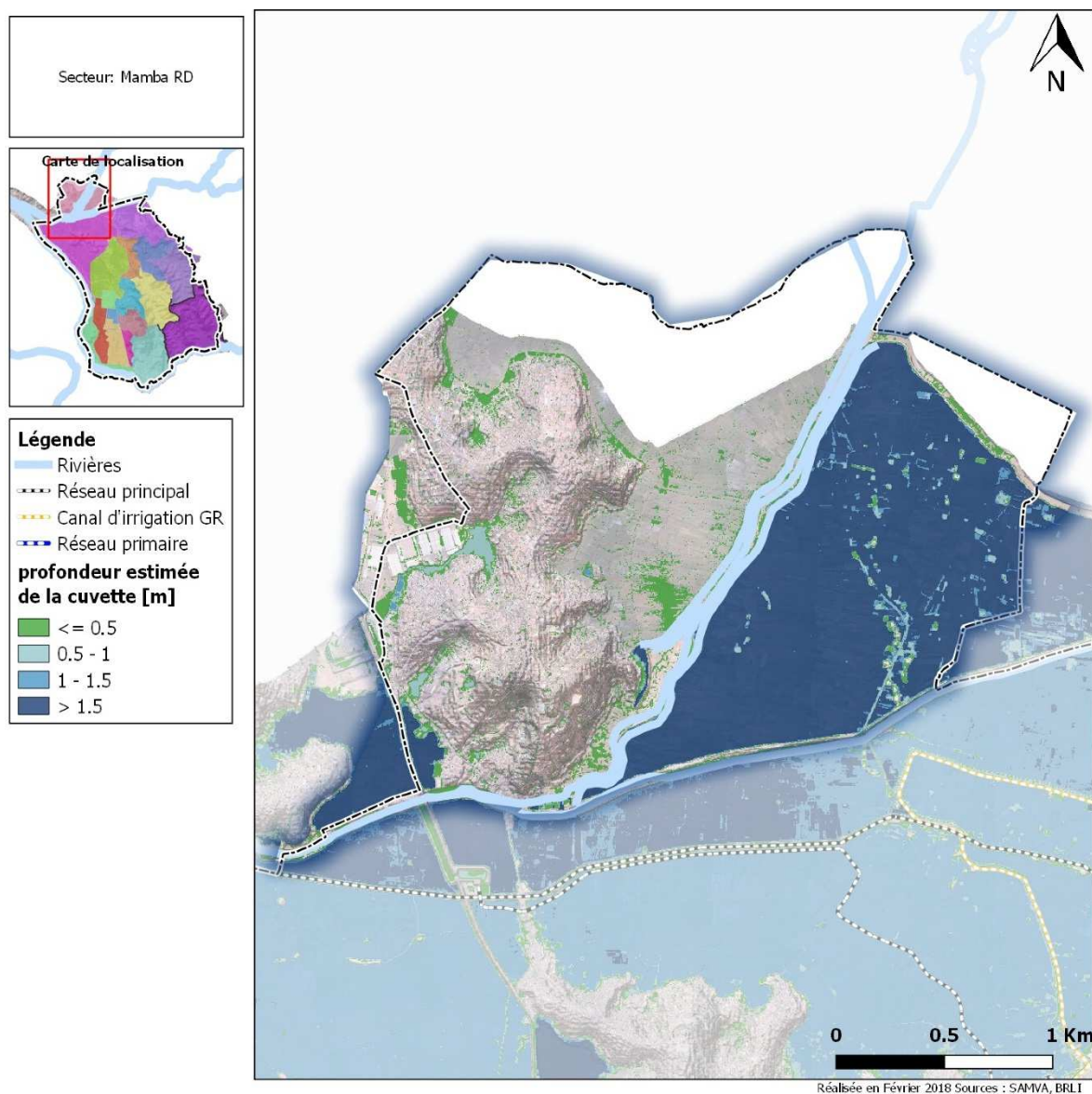


Figure 167 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la Mamba rive droite

3.6.3 Description détaillée du fonctionnement

3.6.3.1 Désordres

Les caniveaux sont généralement pas ou peu encombrés. Il a été détecté un encombrement moyen sur certains courts tronçons comme les deux caniveaux partant de la route d'Antehiroka ainsi que le tronçon aval du caniveau de la RN4.

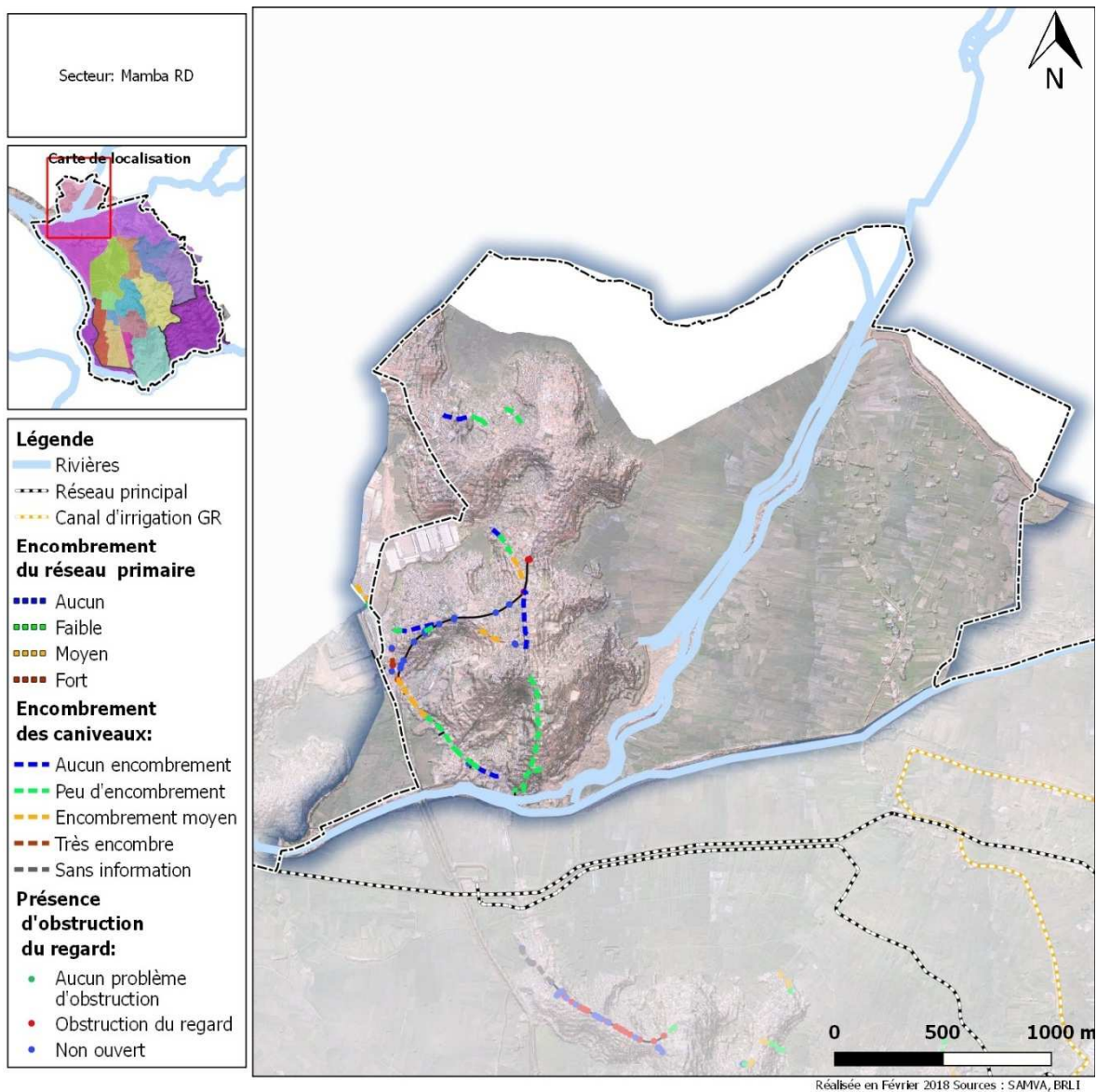


Figure 168: Secteur 5 - Mamba rive droite - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

Peu de regards ont pu être ouverts sur ce secteur lors de l'inventaire patrimonial. Les quelques regards ouverts montrent une obstruction des conduites, causée par le dépôt de sable et la présence de déchets solides. Les regards ouverts sont généralement en charge, même si pour certains des conduites restent visibles.

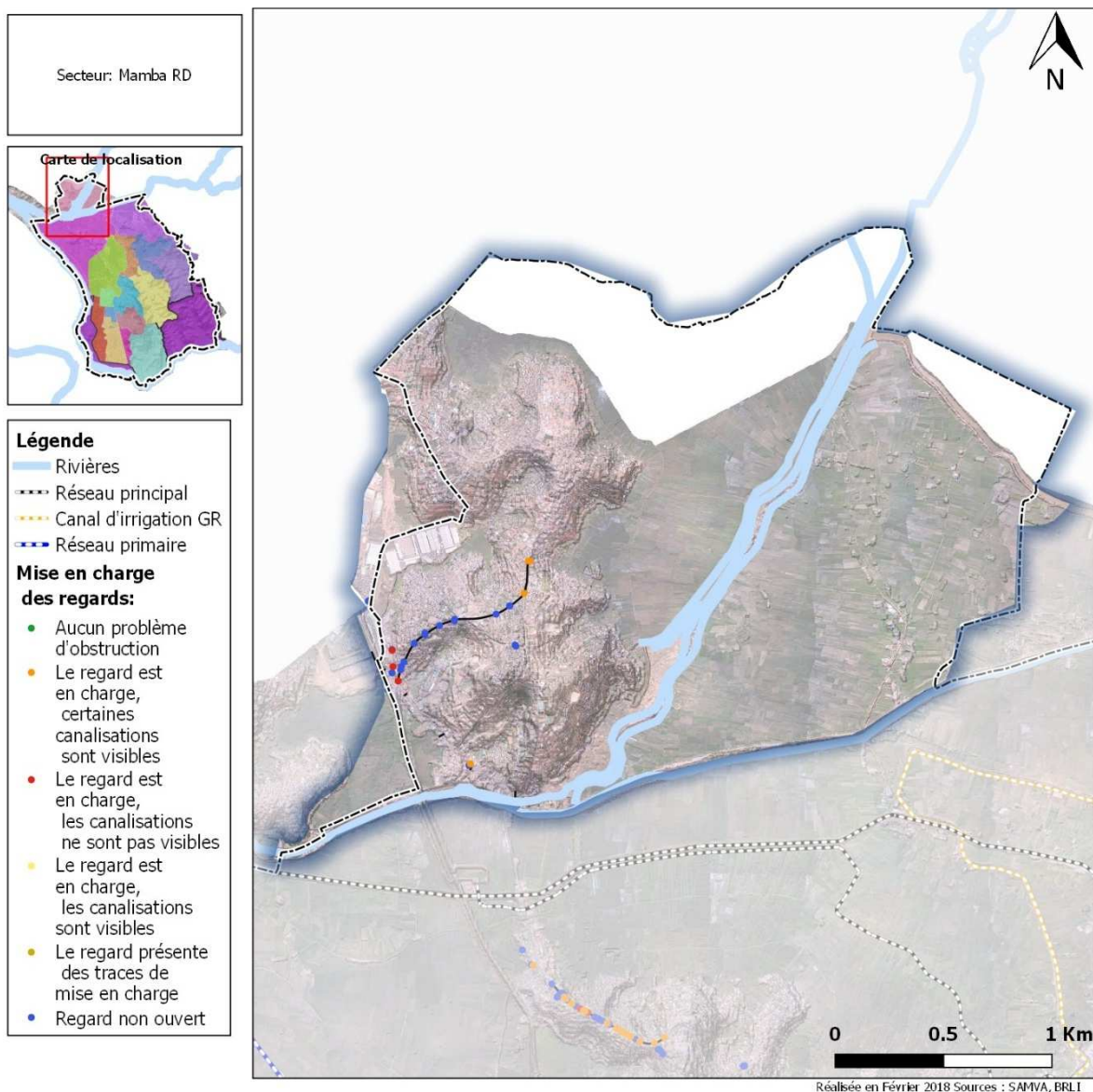


Figure 169: Secteur 5 - Mamba rive droite - Niveau de mise en charge des regards

3.6.4 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Aucun problème d'inondation n'a été reporté par le gestionnaire ou identifié lors des enquêtes auprès des arrondissements et fokontanys. Seule l'enquête auprès des ménages fait apparaître une habitation inondée le long de la digue de l'Ikopa au sud de la plaine de Laniera.

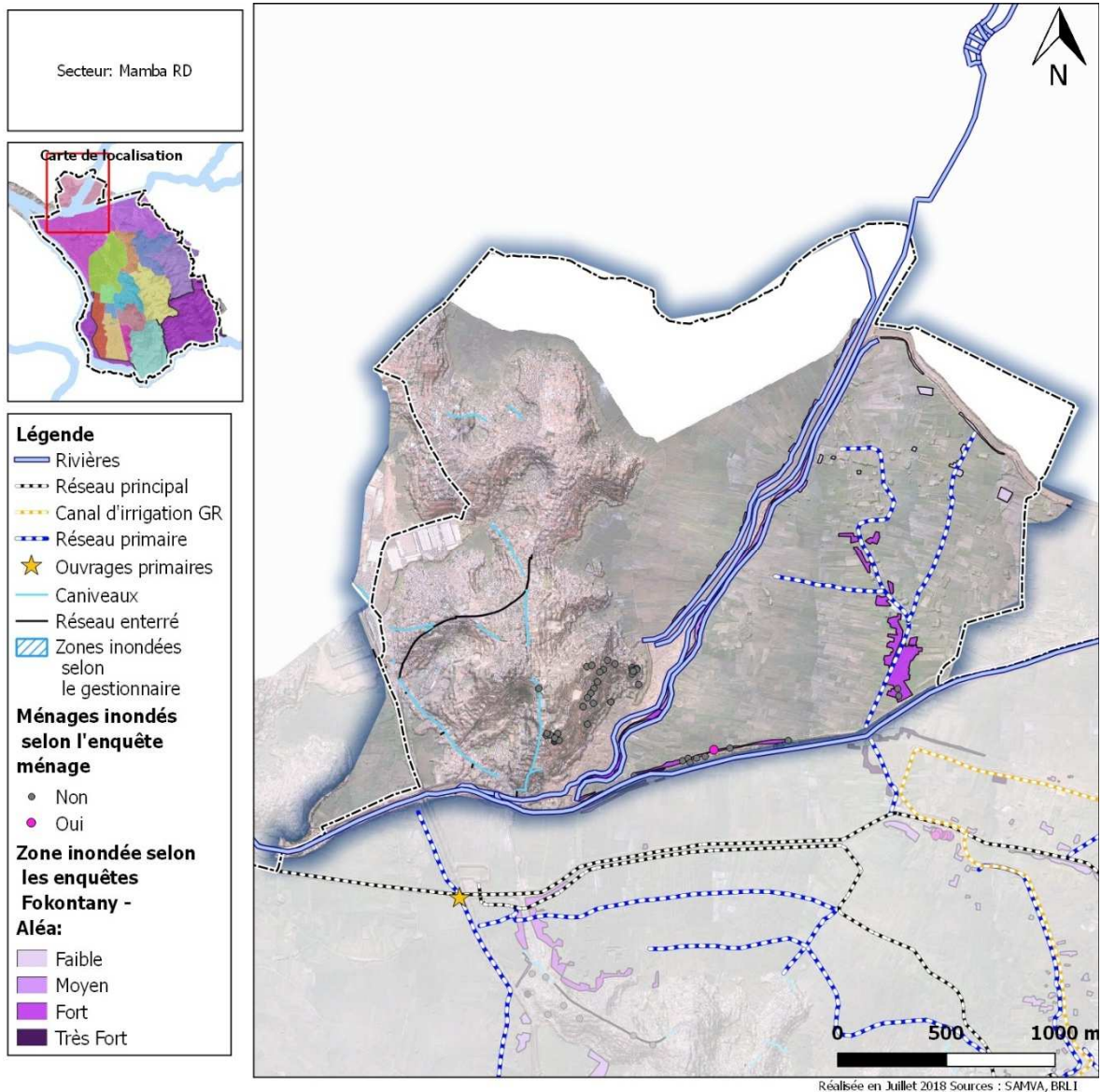


Figure 170: Secteur 5 - Mamba rive droite - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.6.5 Synthèse

Relativement peu urbanisé, ce secteur dispose de très peu de réseaux d'assainissement et hormis au travers des activités agricoles, très peu d'enjeux humains sont impactés par les inondations se produisant sur ce secteur.

3.7 SECTEUR 6 : SOAMIVASOANDRO

- Superficie = 740 ha
- Population estimée = 47 000 habitants

3.7.1 Description du secteur

Situé au nord-est de la CUA, ce secteur se trouve au sud de la Mamba, à l'est du canal GR et au nord du Marais Masay. Sa surface est de 740 ha. On distingue deux exutoires. Le premier se trouve au niveau du canal GR avant de se jeter dans le cours d'eau Mamba. Le deuxième, se situe au niveau du parc de Tsarasaotra dont les eaux sont ensuite évacuées vers le canal Andriantany. La zone nord-ouest étant composée principalement de cultures, il n'y a pas réellement de thalweg principal.

La carte ci-après fournit le détail des fokontanys qui sont concernés par ce secteur.

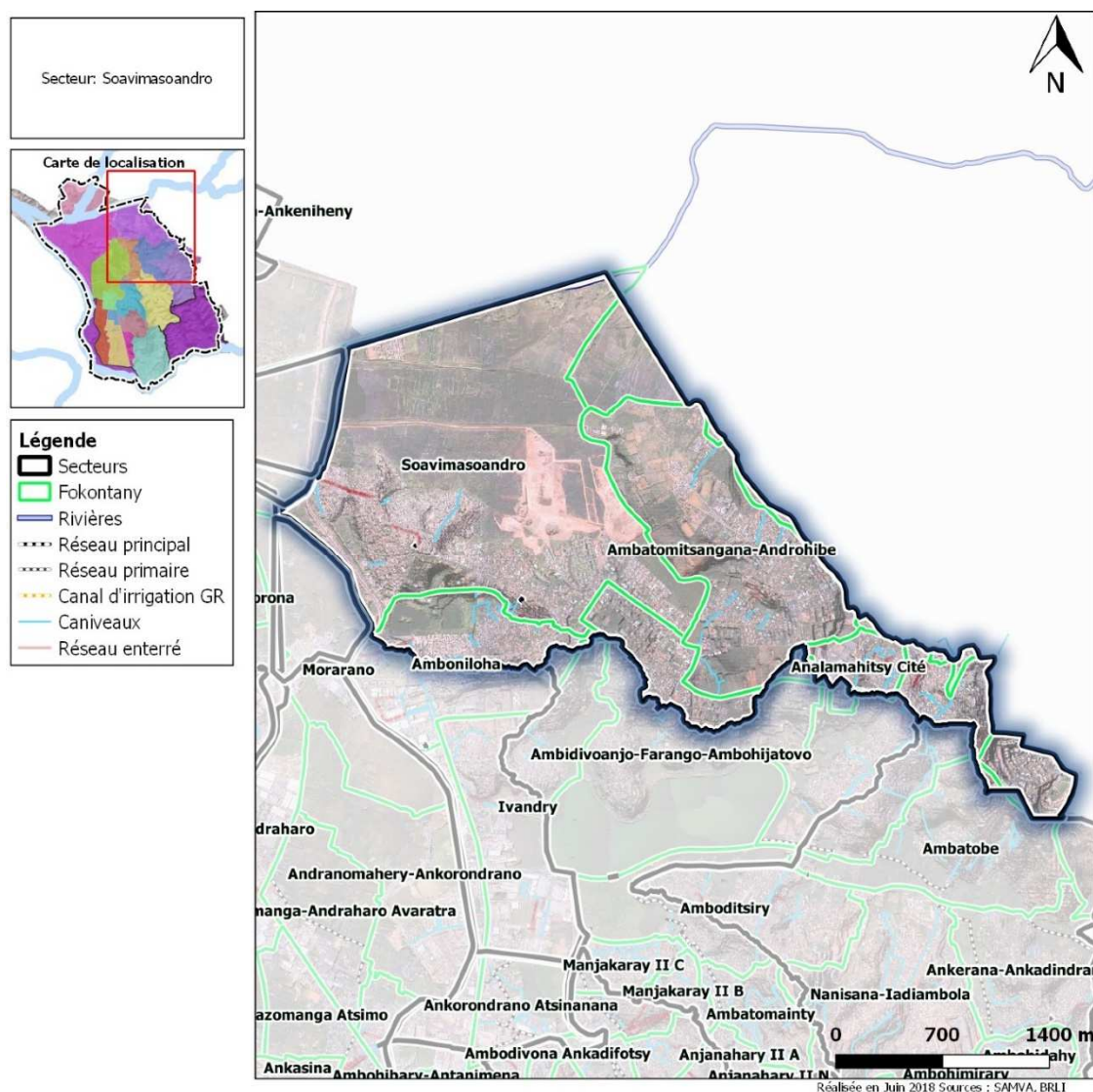


Figure 171 : fokontanys concernés par le secteur de Soavimasoandro

3.7.1.1 Relief

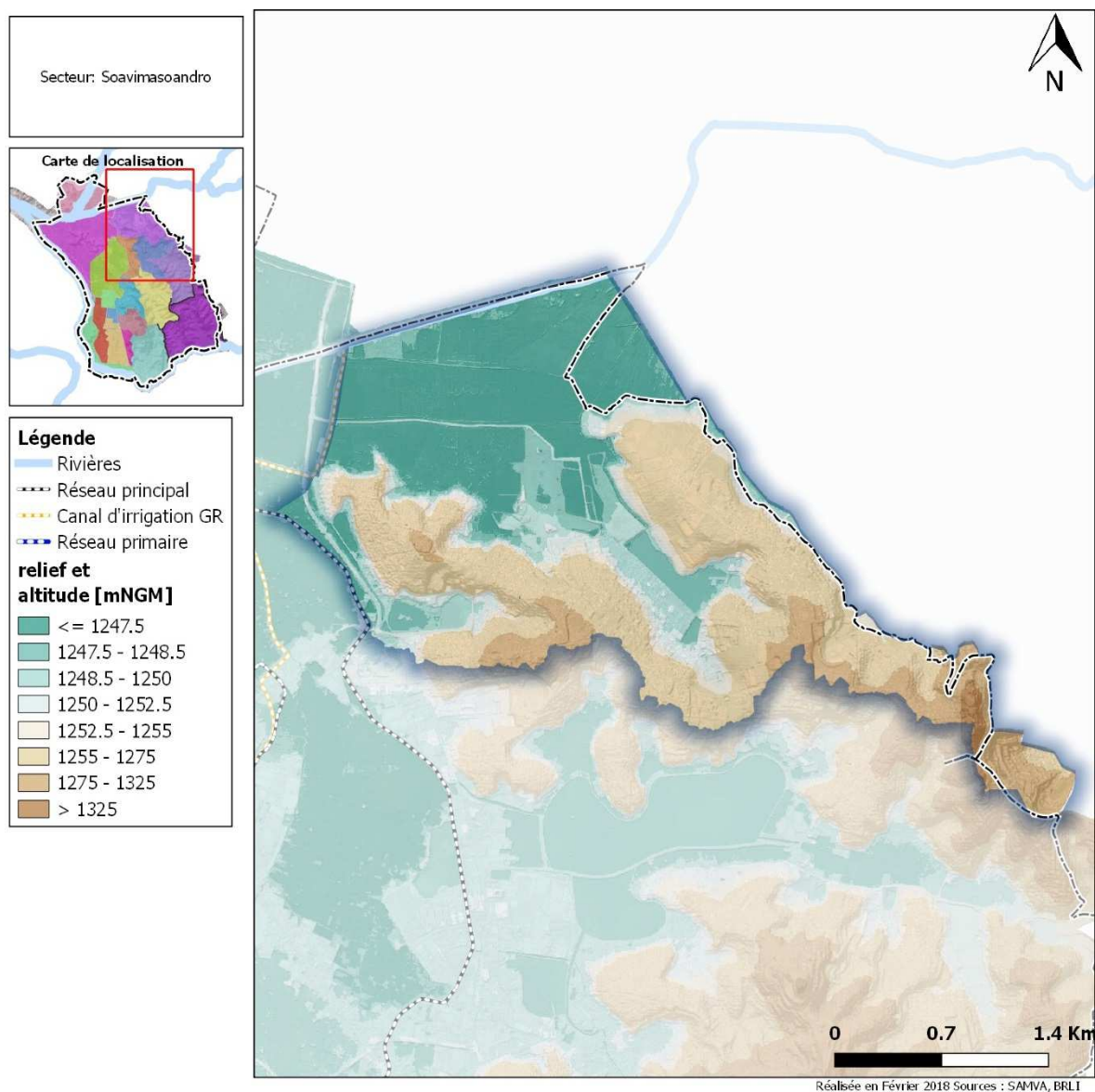


Figure 172 : relief du secteur de Soavimasoandro

Ce secteur se compose, à l'intérieur du strict périmètre de la CUA, principalement de la plaine agricole de Soavimasoandro. Celle-ci est pour partie en cours de remblaiement, notamment en rive gauche du drain principal.

3.7.1.2 Occupation des sols

Jusqu'alors constituée à parts à peu près égales de zones de cultures et de zones d'habitation résidentielle, l'occupation du sol voit, avec le remblaiement en cours, cet équilibre perturbé au profit des zones urbanisées.

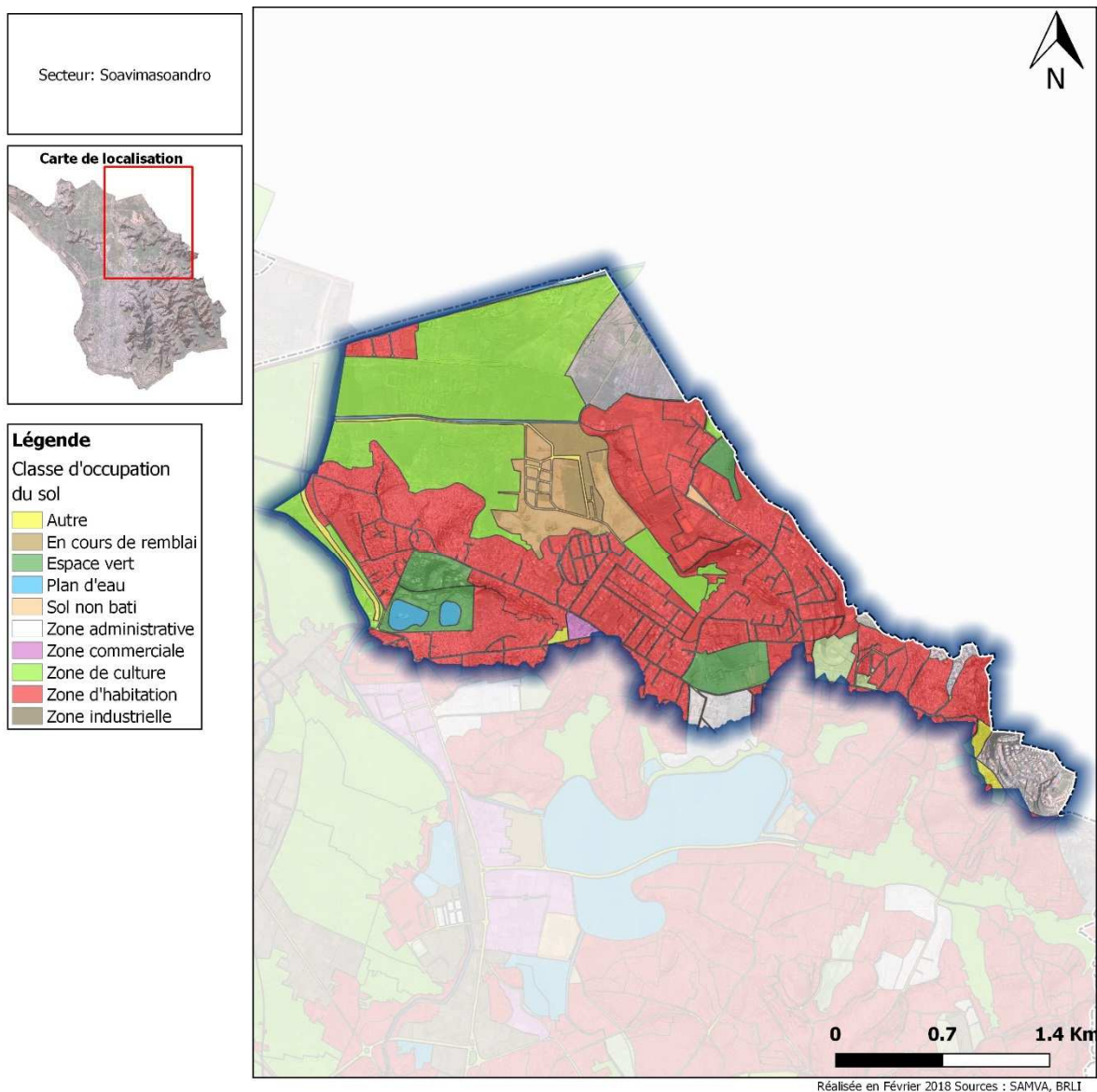


Figure 173 : occupation du sol sur le secteur de Soavimasoandro

3.7.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur est caractérisé par deux bassins versant séparés par la rue Colonel Ratsimandrava Pkwy situé au sommet de la colline au nord du parc de Tsarasaotra. Comme le réseau hydrographique se jette dans un lac ou passe par une zone de culture possède, on constate une pente faible de l'ordre de 3%. Seul certains thalwegs descendant des collines entourant les deux bassins versants arrivent à atteindre une pente de 15%.

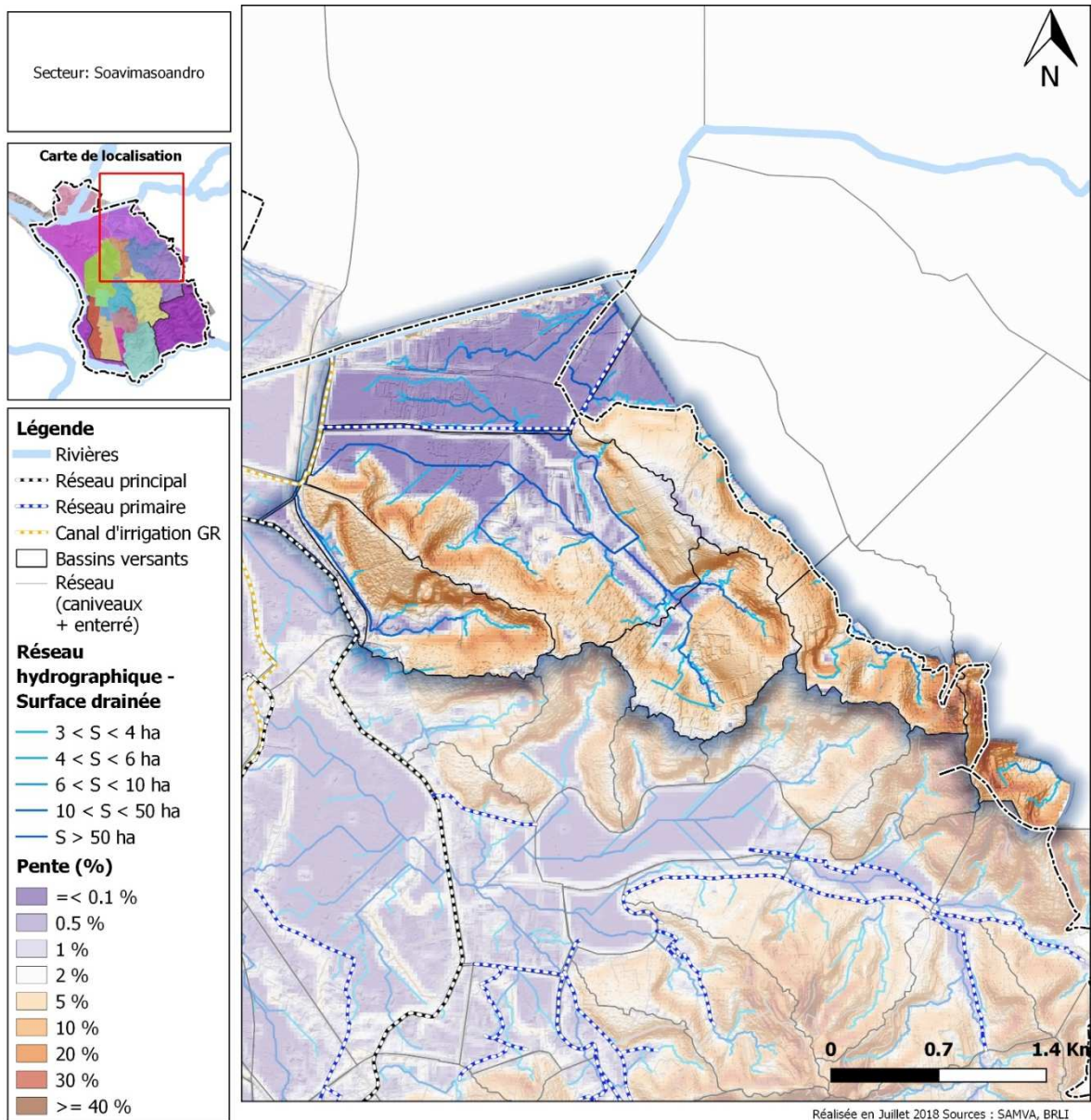


Figure 174: Secteur 6 - Soamivasoandro - Pente et réseau hydrographique

3.7.1.4 Enjeux humains présents

La vallée étant occupée principalement par des cultures et le parc de Tsarasaotra, la population se situe surtout au niveau des collines entourant les deux bassins. En effet, la colline au nord du parc et celles du quartier de Mahatony sont les zones les plus densément peuplées avec environs 50 000 habitants/km², alors que les zones situées dans la plaine possèdent une densité de l'ordre d'une centaine d'habitants par km².

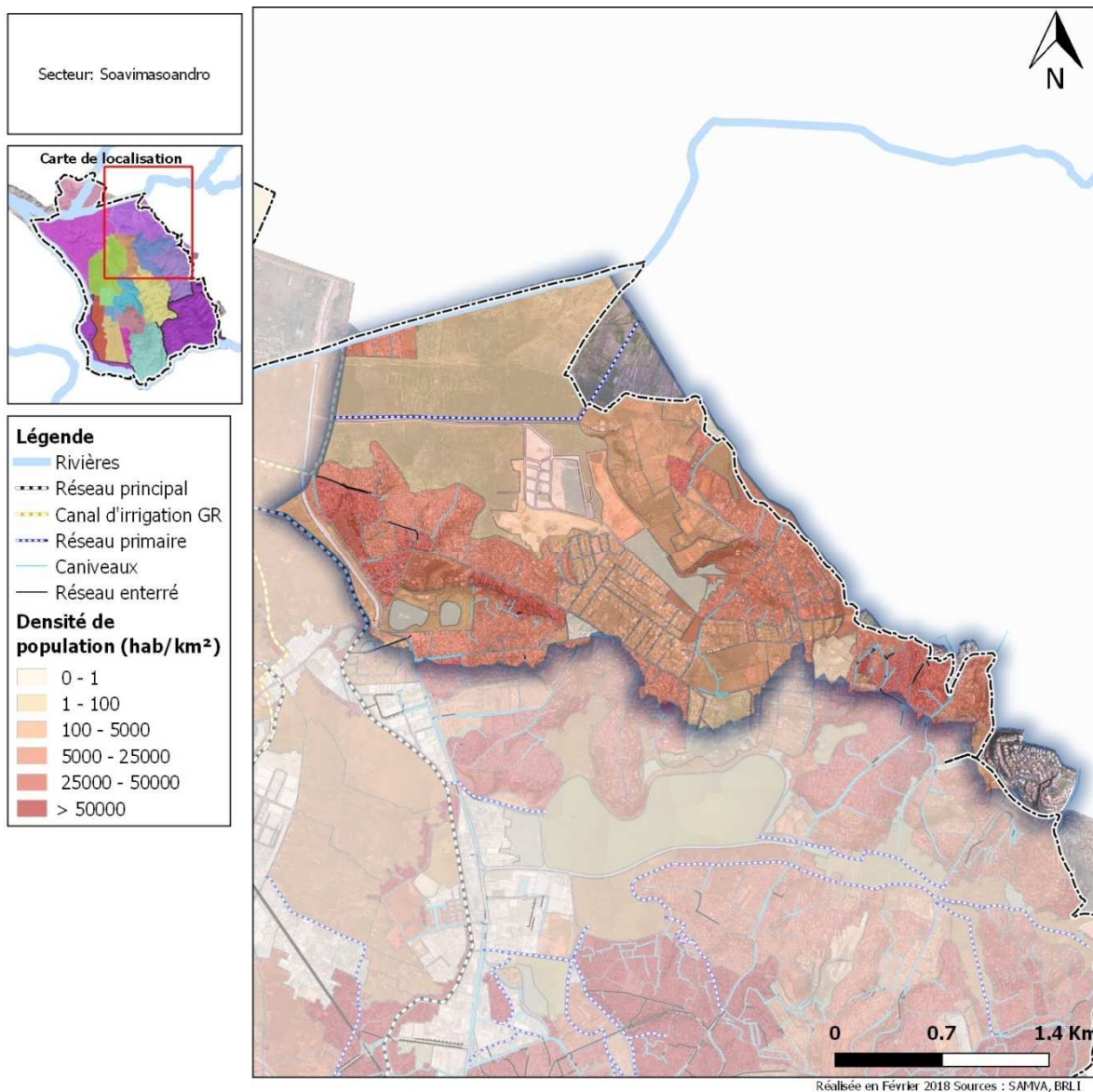


Figure 175: Secteur 6 - Soamivasoandro - Densité de population

Concernant le standing des habitations, il est de nature « haut » au niveau du quartier de Mahatony alors que sur les autres collines il est globalement « moyen ».

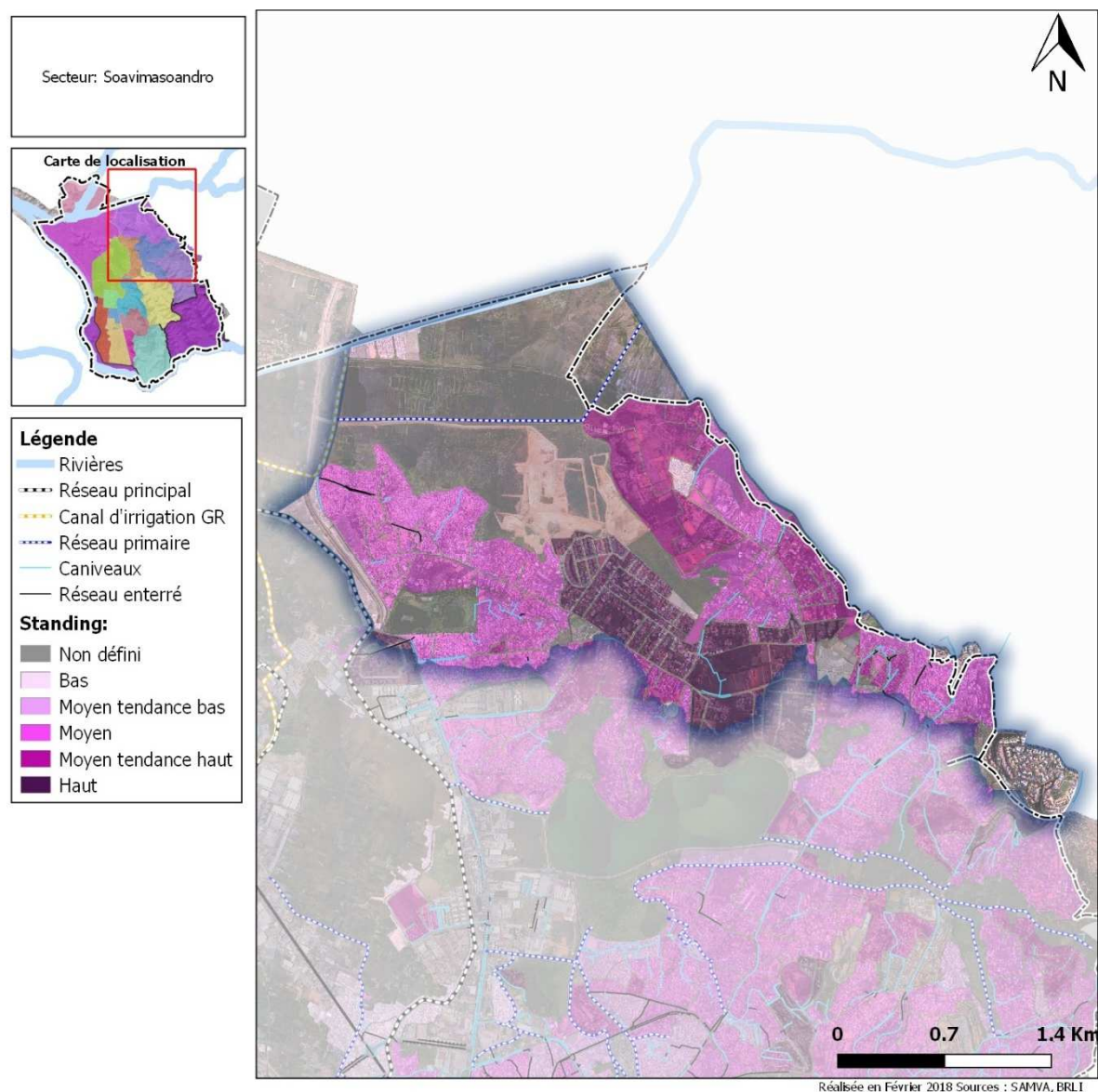


Figure 176: Secteur 6 - Soavimasandro - Standing des habitations

3.7.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.7.2.1 Structure / typologie

3.7.2.1.1 Type de réseaux

Les réseaux ne sont pas très denses sur ce secteur. L'écoulement se fait principalement par ruissellement direct diffus. On distingue tout de même quelques caniveaux de tailles importantes (>100cm), surtout au abord du parc de Tsarasaotra, servant de drain pour amener l'eau des collines jusqu'au lac. Cependant leurs linéaires sont très limités. Le réseau enterré est quasi inexistant.

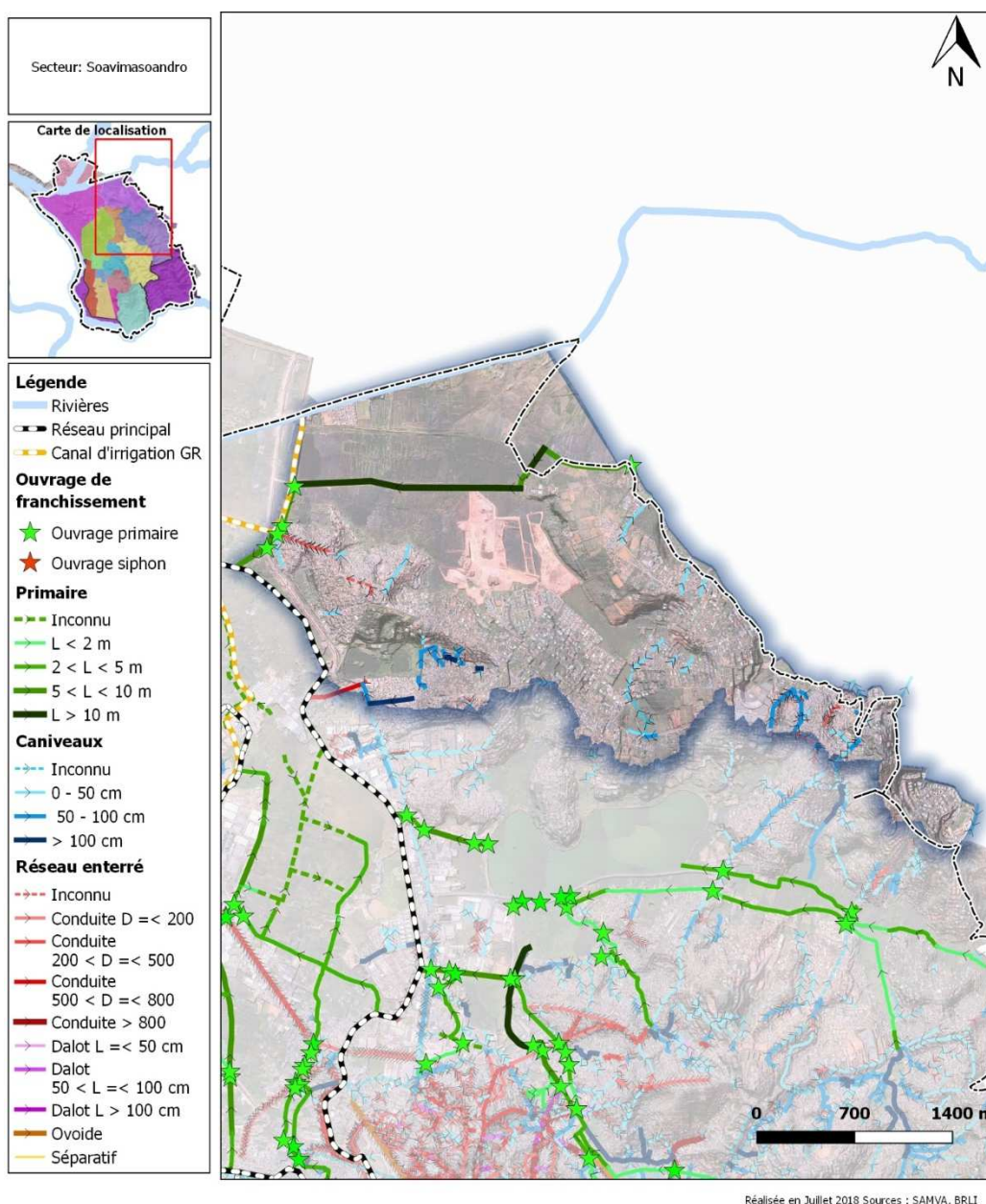


Figure 177: Secteur 6 - Soamivasoandro - Dimensions du réseau

Les pentes sont comprises entre 5 et 10% sur les versants des collines, puis entre 1 et 5% plus bas dans la vallée.

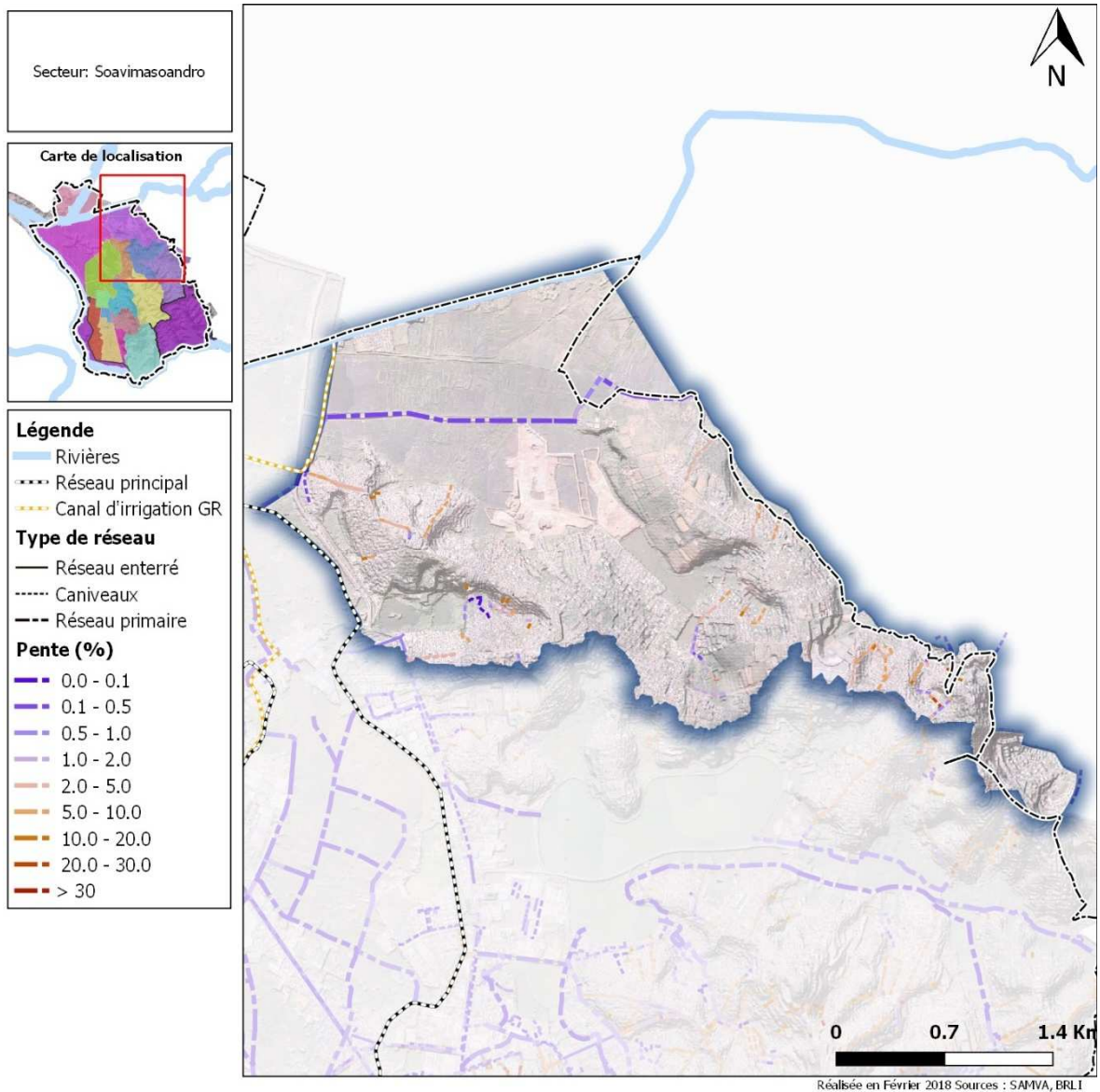


Figure 178: Secteur 6 - Soamivasoandro - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.7.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

La présence de la digue rive gauche de la Mamba et des remblais de la route d'Ivato et du canal GR confèrent à la zone de plaine une configuration en cuvette, contribuant à faire de ladite zone une zone tampon importante pour le fonctionnement de l'ensemble du système de drainage du polder.

Notons par ailleurs qu'une cuvette semble subsister en amont du remblai en cours (NOTA : les données topographiques utilisées datant de novembre 2016, la totalité du remblai actuel n'y était pas encore visible).

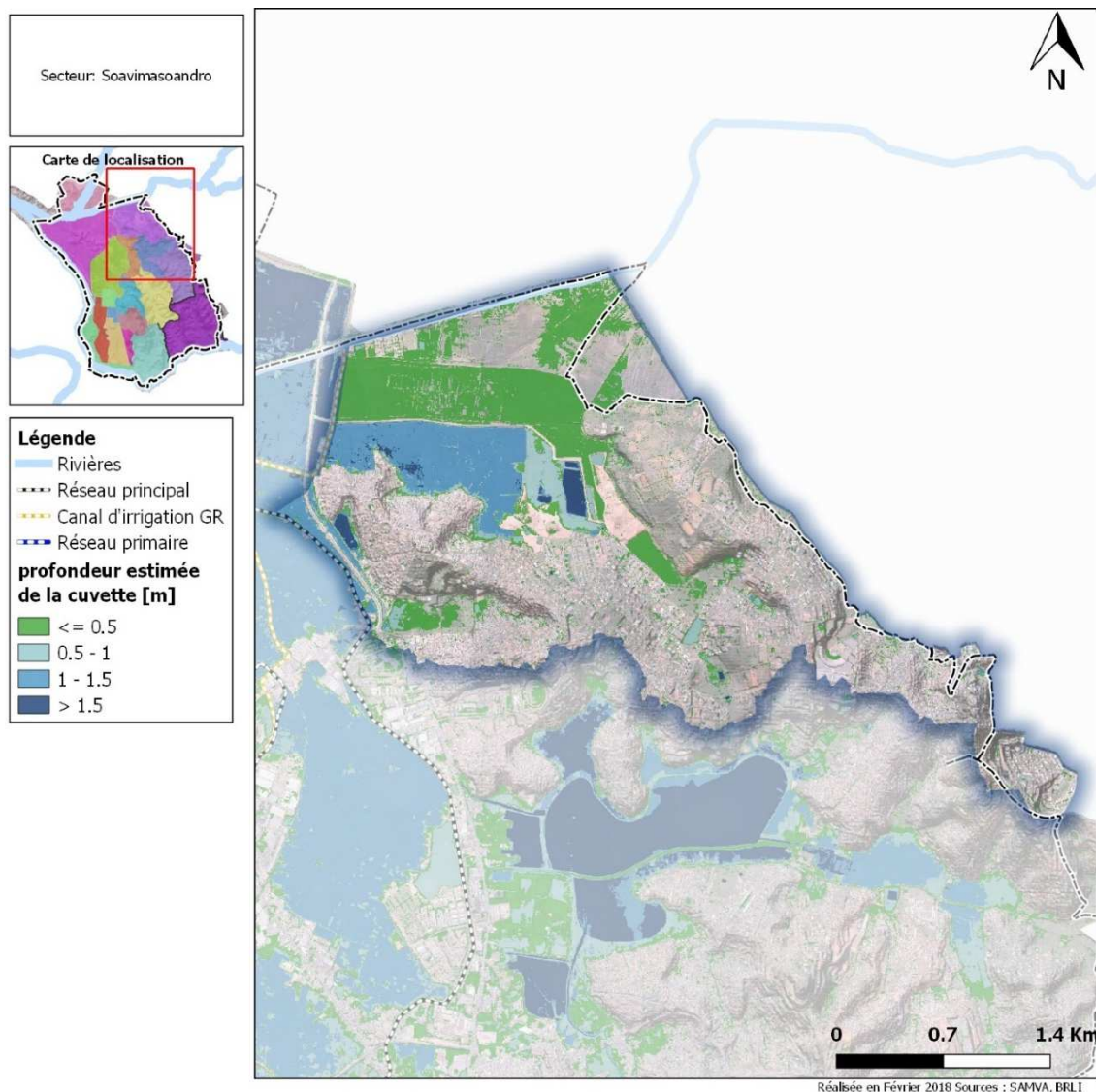


Figure 179 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de Soavimasoadro

3.7.3 Description détaillée du fonctionnement

3.7.3.1 Désordres

On constate que sur ce secteur, les caniveaux rencontrent en général aucun ou peu d'encombrement. C'est au niveau du point 1 (cf. carte ci-après) où l'encombrement est moyen que les caniveaux sont le plus en mauvais état. Globalement, les caniveaux qui ont une forte pente ne présentent aucun encombrement. Le réseau étant composé essentiellement de caniveaux, la problématique de mise en charge du réseau ne concerne pas ce secteur.

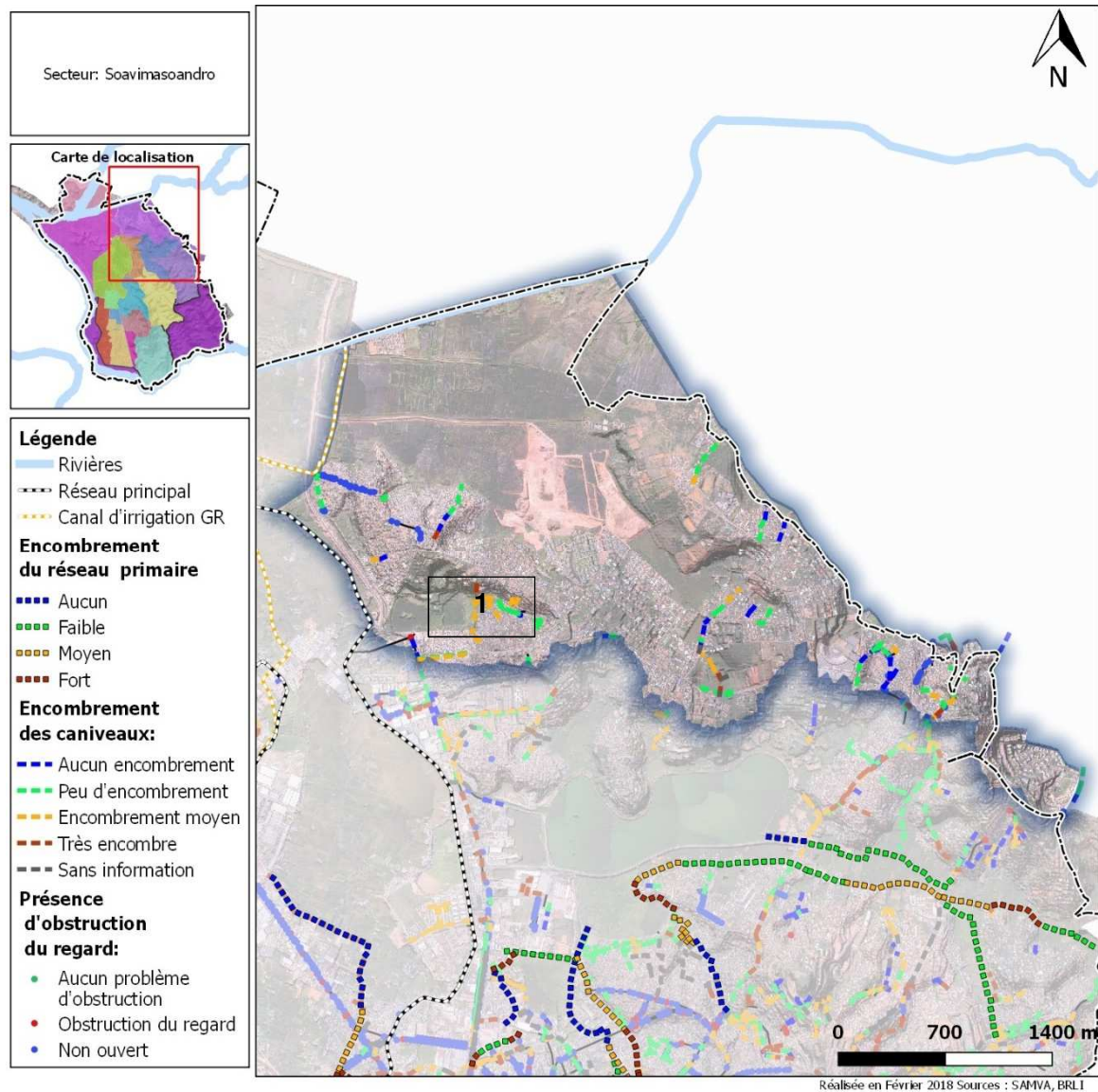


Figure 180: Secteur 6 - Soavimasandro - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

3.7.4 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les enquêtes effectuées auprès des fokontany n'ont fait remonter aucun problème d'inondation particulier sur ce secteur.

D'après l'enquête ménages, les habitants ayant déjà subi une inondation sont effectivement assez minoritaires.

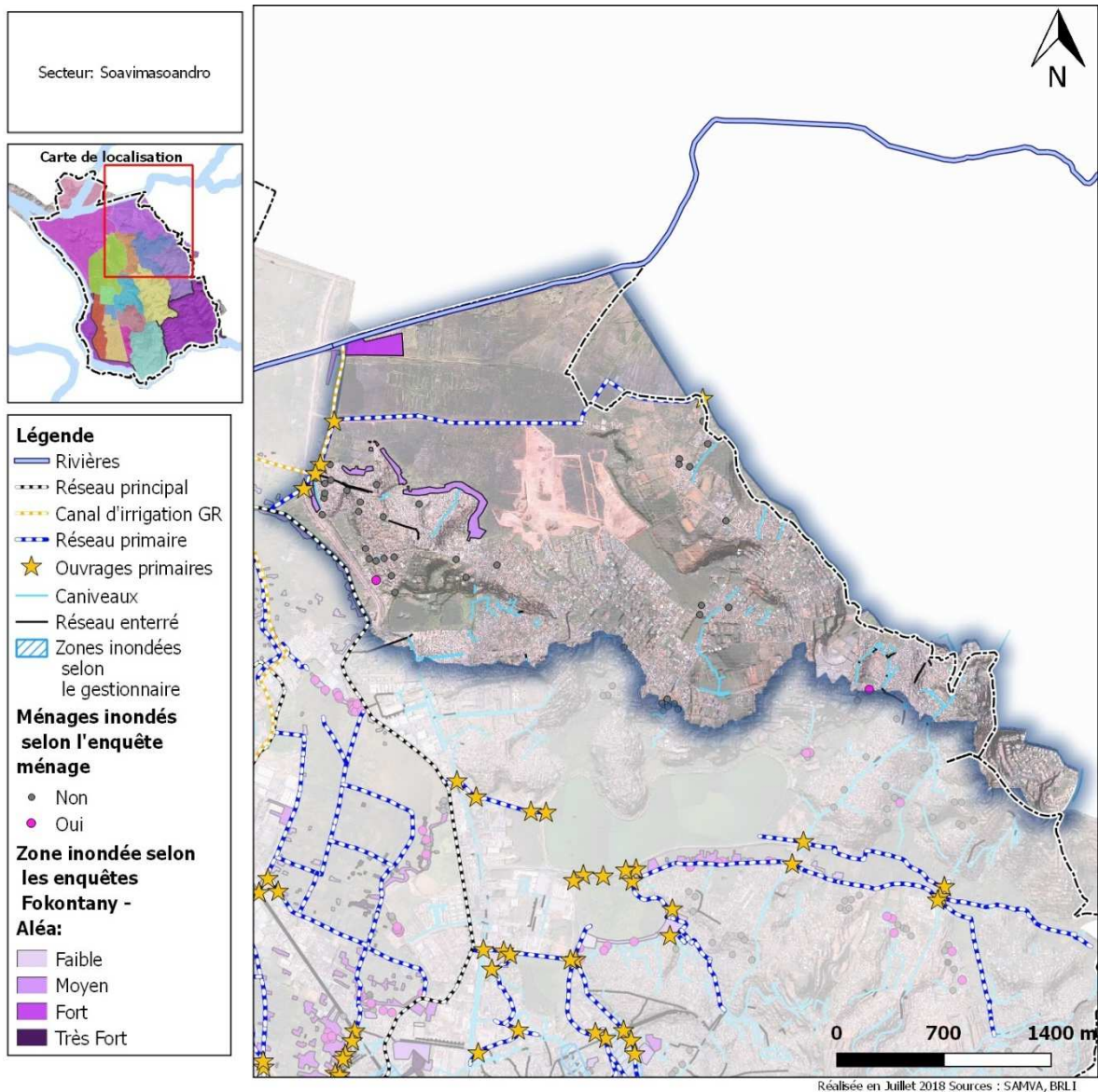


Figure 181: Secteur 6 - Soamivasoandro - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience

3.7.5 Synthèse

Comme indiqué précédemment, ce secteur n'est pas apparu comme particulièrement sensible en termes d'assainissement pluvial et/ou d'inondation, que ce soit en termes de désordres observés ou de problèmes rencontrés.

Il conviendra toutefois de prendre gare que les opérations de remblaiement qui se sont pratiquées en aval ne soient pas de nature à occasionner, localement ou globalement à l'échelle du polder, des difficultés nouvelles.

3.8 SECTEUR 7 : SOANIERANA

- Superficie = 90 ha
- Population estimée = 17 000 habitants

3.8.1 Description du secteur

Le secteur est orienté sud-nord et présente une forme allongée. Il est intercalé entre le canal Andriantany à l'ouest et les collines de Fiadanana et fort Voiron à l'est. Sa surface est de 90 ha. Les thalwegs principaux, si on peut dire, sont les axes d'écoulement de la colline et la route RN7 dans la partie plane. Son exutoire principal est le canal Andriantany.

La carte ci-après indique les différents fokontany qui constituent ce secteur.

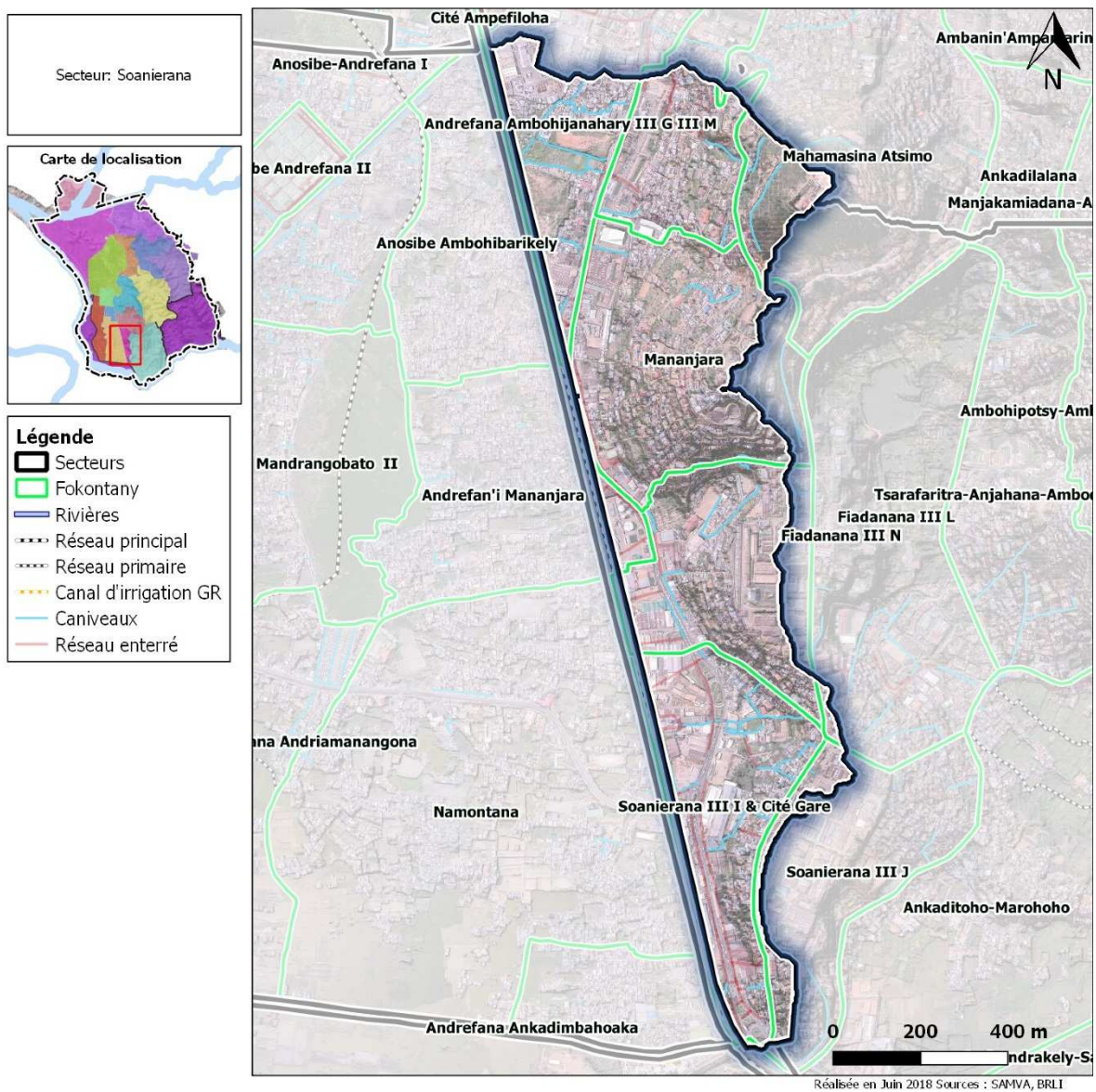


Figure 182: fokontany présents sur le secteur de Soanierana

3.8.1.1 Relief

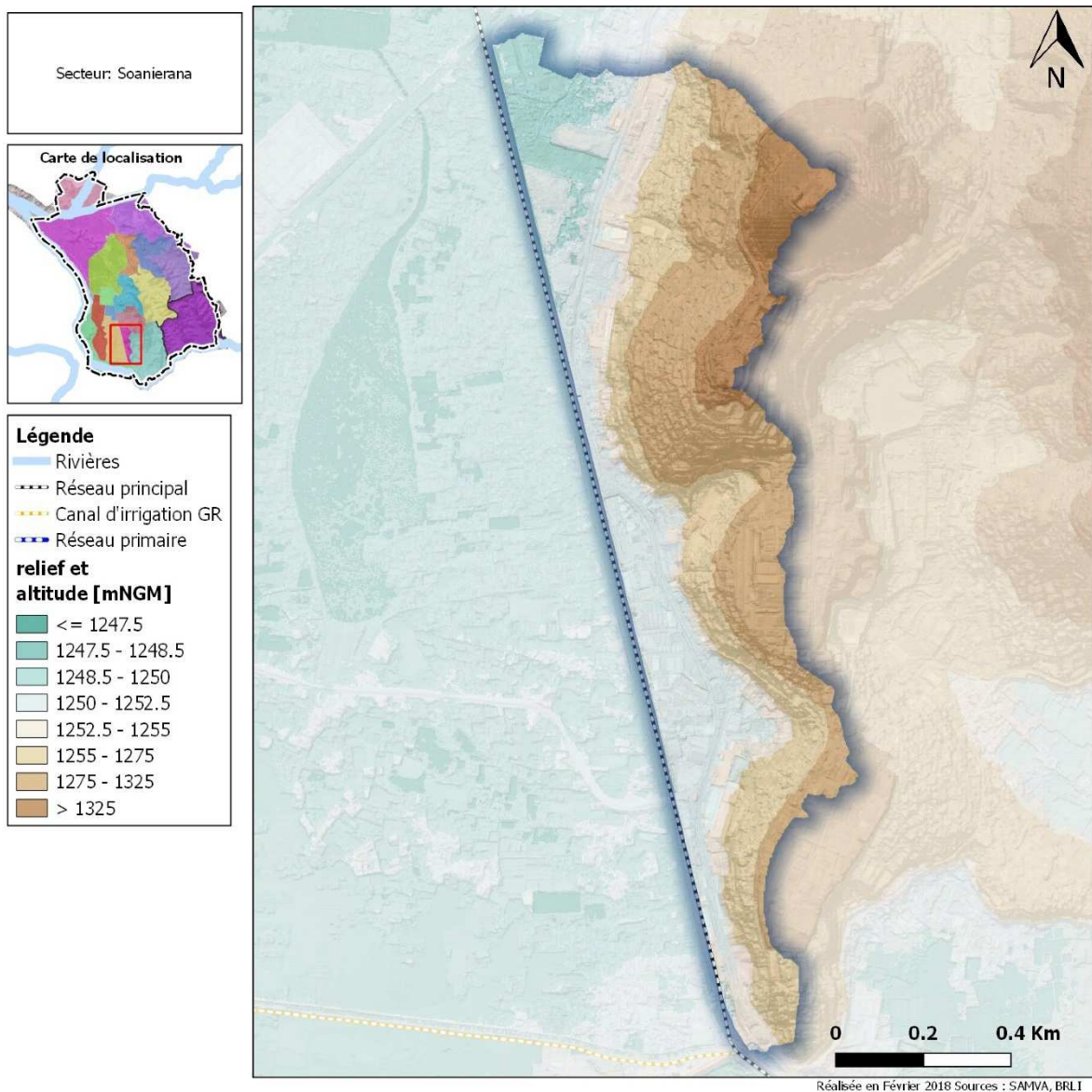


Figure 183 : relief du secteur de Soanierana

Contrairement aux autres secteurs étudiés jusqu'à présent, le secteur de Soaniera se compose d'un seul versant.

On peut néanmoins y distinguer deux zones : d'une part les versant, dont l'altitude maximale dépasse les 1350 mNGM et d'autre part un remblai gagné sur la plaine en rive droite du canal Andriantany.

3.8.1.2 Occupation des sols

Les secteur est quasi-intégralement urbanisé. On distingue des zones d'habitation résidentielle sur le versant et des zones industrielles dans la partie plane en aval le long de l'Andriantany et de la RN7.

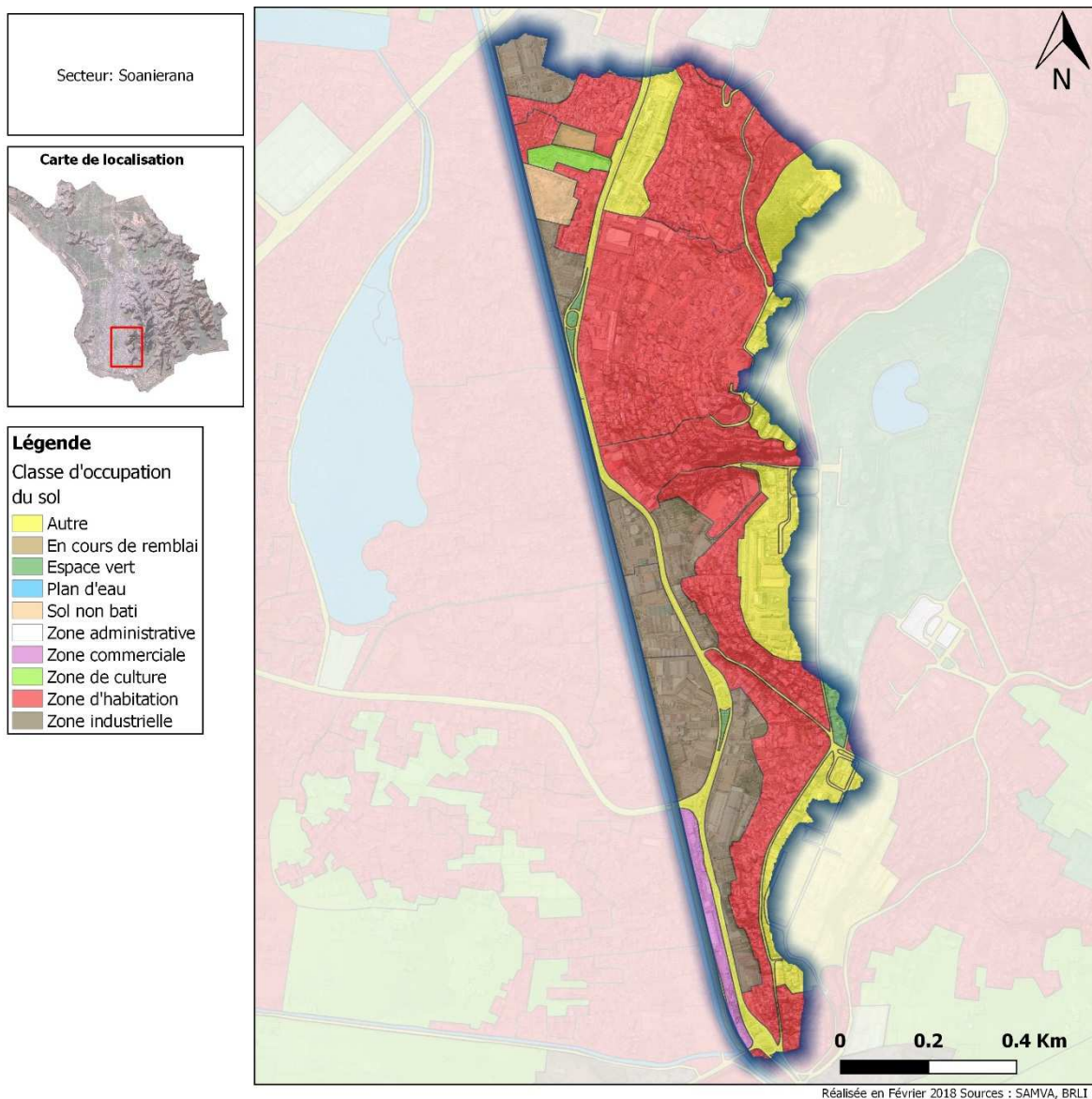


Figure 184 : occupation du sol sur le secteur de Soanierana

3.8.1.3 Caractérisation des bassins versants

La topographie du secteur se caractérise par des versants de pente marquée au niveau de la colline de Fiadanana, avec des valeurs dépassant les 50%. Comme de nombreuses collines de la ville, les versants sont en terrasse pour permettre l'implantation des bâtiments. Les écoulements se font à priori par ruissellement « diffus » de parcelle en parcelle.

Sur la bande ouest du secteur, on trouve une zone plane à la cote d'environ 1251 mNGM. Il s'agit d'une zone qui a été remblayée à hauteur des berge du canal Andriantany qui était autrefois en remblais par rapport à la plaine (notamment en rive gauche). Certaines zones présentent ainsi une cote qui peut être inférieure à celle des berges du canal.

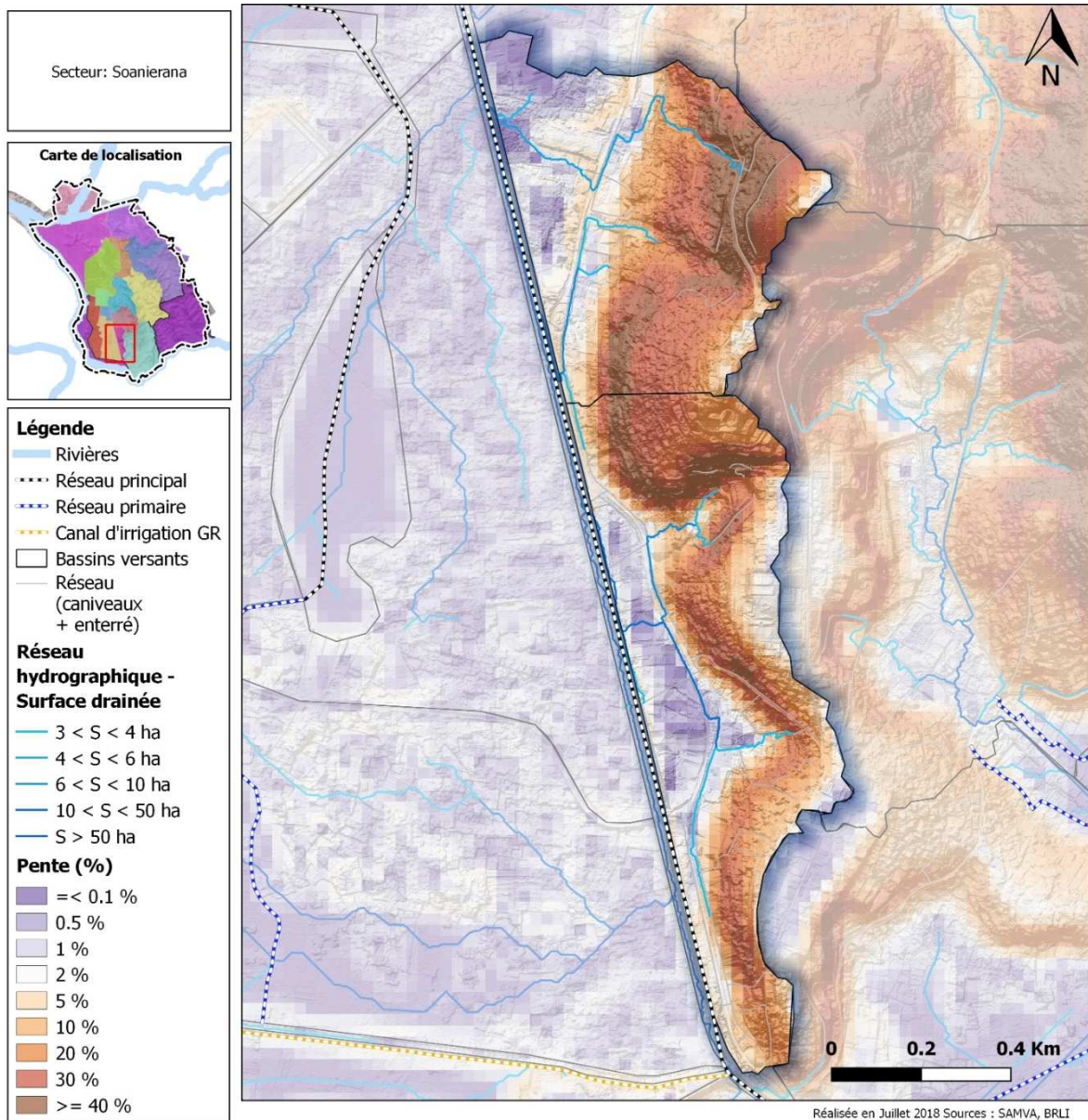


Figure 185: Secteur 7 - Soanierana - Pente et réseau hydrographique

3.8.1.4 Enjeux humains présents

La bande plane à l'ouest du secteur est principalement occupée par des zones industrielles et par la RN7. Les versants sont globalement assez peuplés, avec des densités autour de 50 000 habitants/km² au sud et de 30 000 habitants/km² au nord. On note la présence de l'université Manakambahiny au sommet de la colline de Fiadanana.

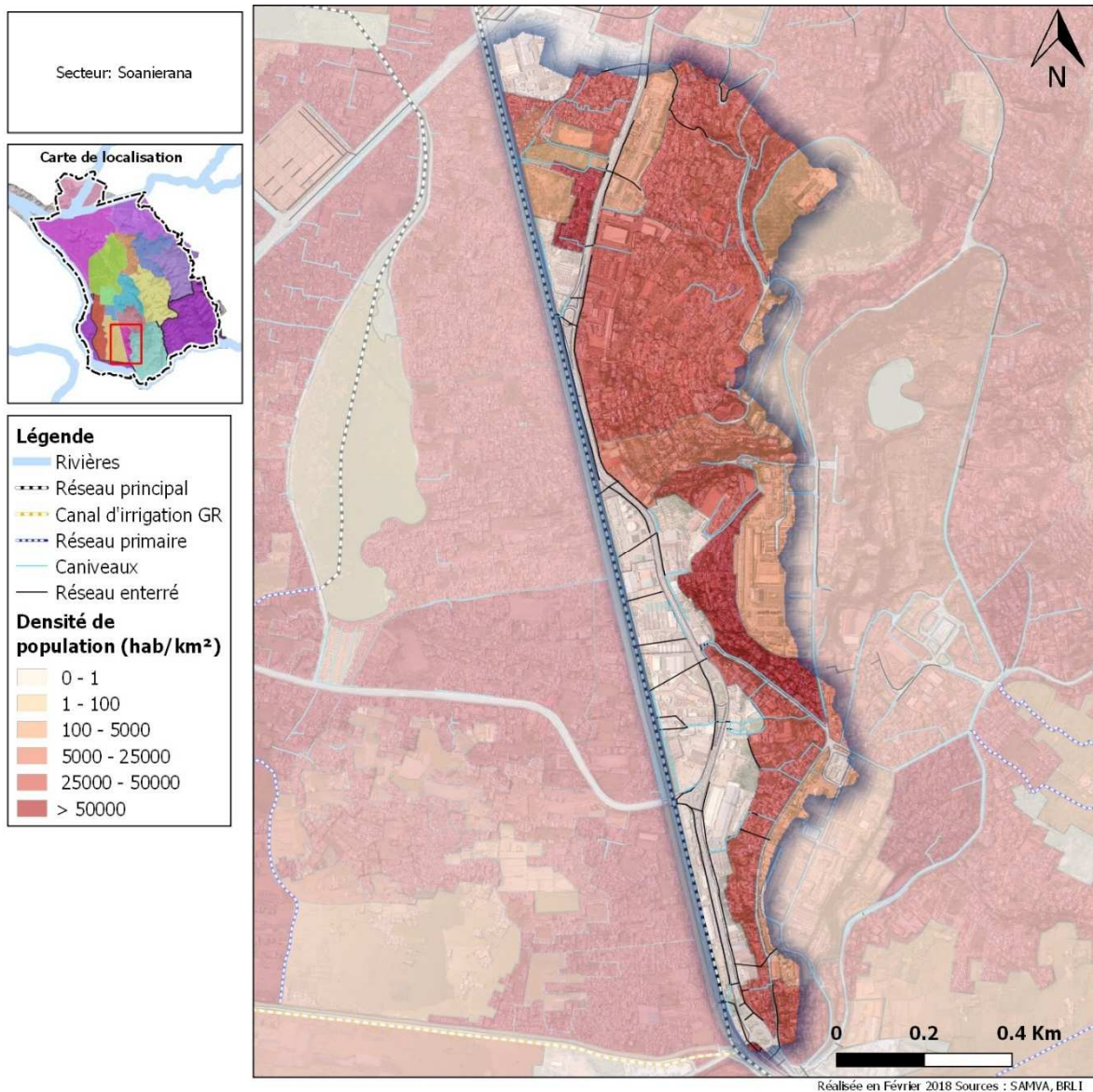


Figure 186: Secteur 7 - Soanierana - Soamivasoandro - Densité de population

Le standing des habitations est globalement « moyen » sur l'ensemble du secteur. On trouve des zones de standing « moyen à tendance haut » au sud du secteur et dans le vallon au nord de l'université. Enfin, à l'extrémité nord du secteur, entre l'Andriantany et la RN7 dans la partie plane, un ensemble de maisons est classé en standing « bas ».

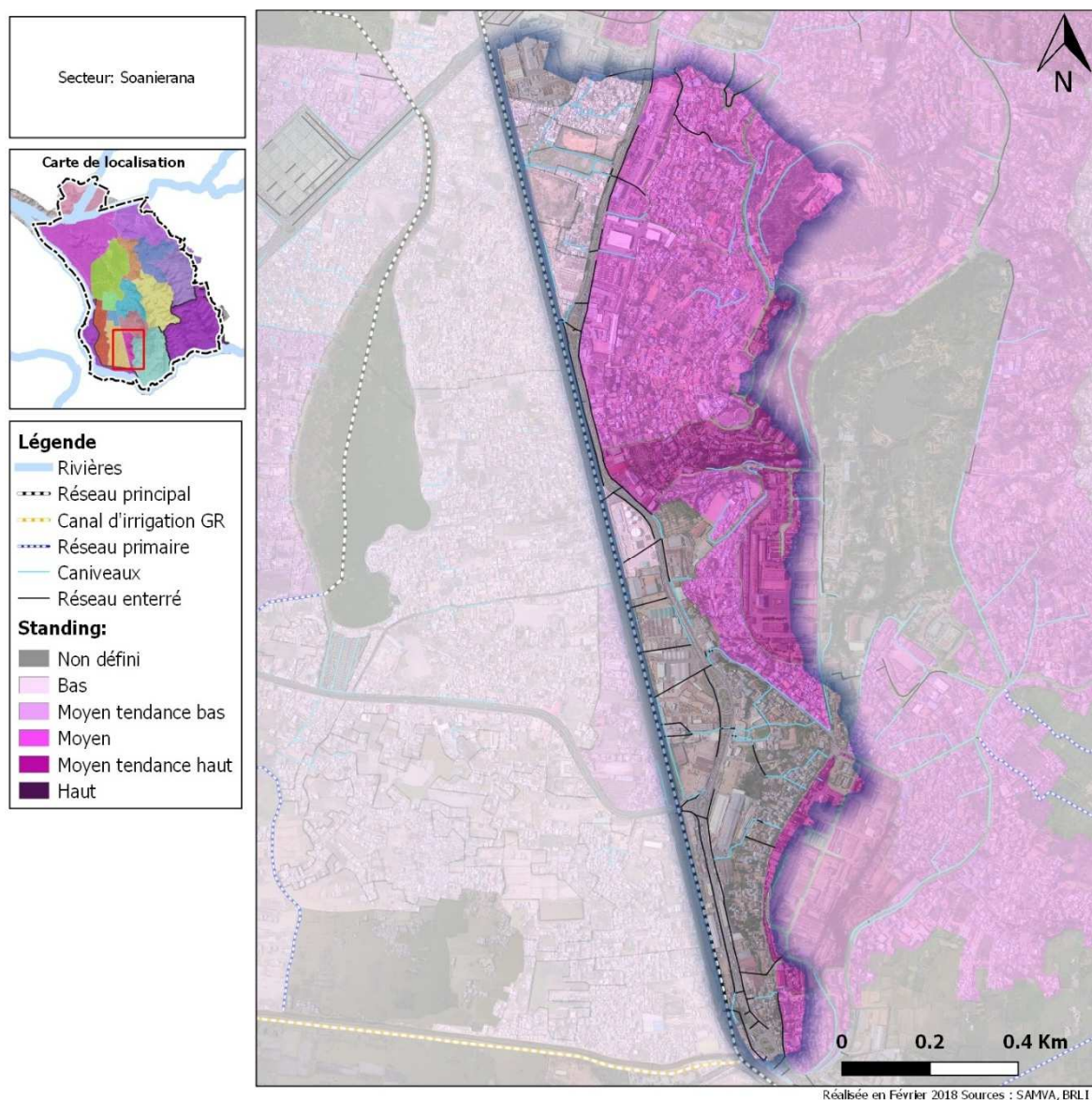


Figure 187: Secteur 7 - Soanierana - Standing des habitations

3.8.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.8.2.1 Structure / typologie

3.8.2.1.1 Type de réseaux

De manière schématique, le réseau sur le secteur se compose de caniveaux sur les versants à l'est et de conduites sur la partie plane à l'ouest. On remarque néanmoins la présence de caniveaux sur la partie plane dans la zone centrale ainsi qu'au niveau du quartier compris entre la RN7 et le canal au nord.

Les caniveaux des versants sont globalement de petites dimensions avec des largeurs inférieures à 50 cm. On note la présence d'un caniveau de largeur 80 cm qui draine la vallée dite de « Soanierana ». Les caniveaux conduisent les écoulements jusqu'au réseau enterré de la RN7.

Le réseau enterré de la partie plane est structuré autour de conduites de dimensions comprises entre 500 et 800 mm qui suivent le tracé de la RN7. Le sens d'écoulement dans ces conduites dépend de l'exutoire auquel elles sont raccordées. Au total on dénombre 8 exutoires principaux vers l'Andriantany qui passent pour la plupart sous les installations industrielles. Le diamètre des exutoires est en général supérieur à 800 mm.

À l'extrémité sud du secteur, on distingue sur la carte ci-après une conduite provenant du secteur des bassins sud. Il s'agit en réalité de 3 conduites de diamètre 1000mm qui permettent d'évacuer les eaux des bassins sud vers l'Andriantany depuis l'ouvrage vanné dit des 3 buses (cf. §3.15).

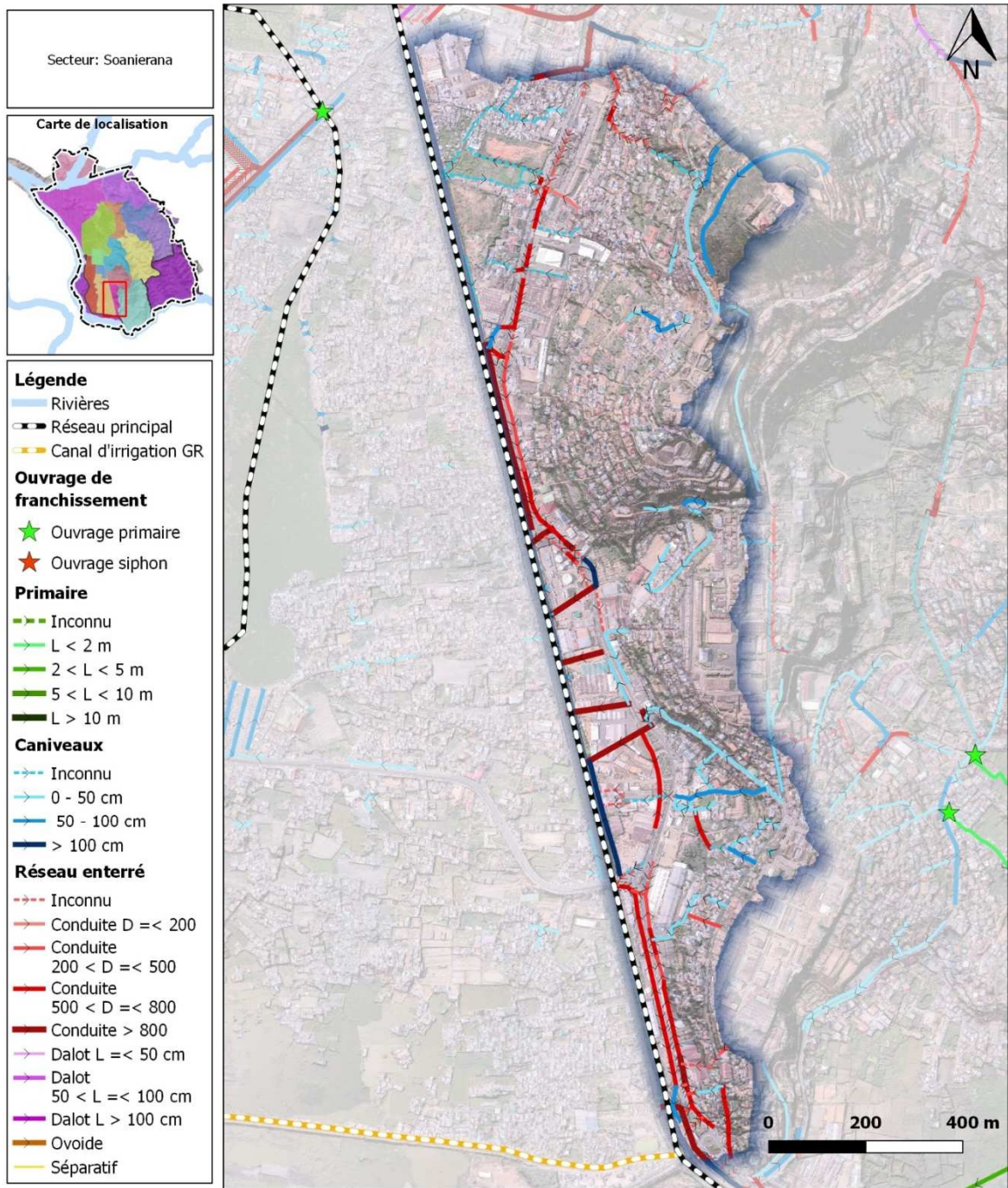


Figure 188: Secteur 7 - Soanierana - Dimensions du réseau

Les caniveaux présentent de pentes supérieures à 5%, voire supérieures à 10% pour certains d'entre eux. Dans la partie plane, les conduites ont très généralement des pentes très faibles, largement inférieures à 1%, seuls certains exutoires ayant des pentes supérieures à 1%.

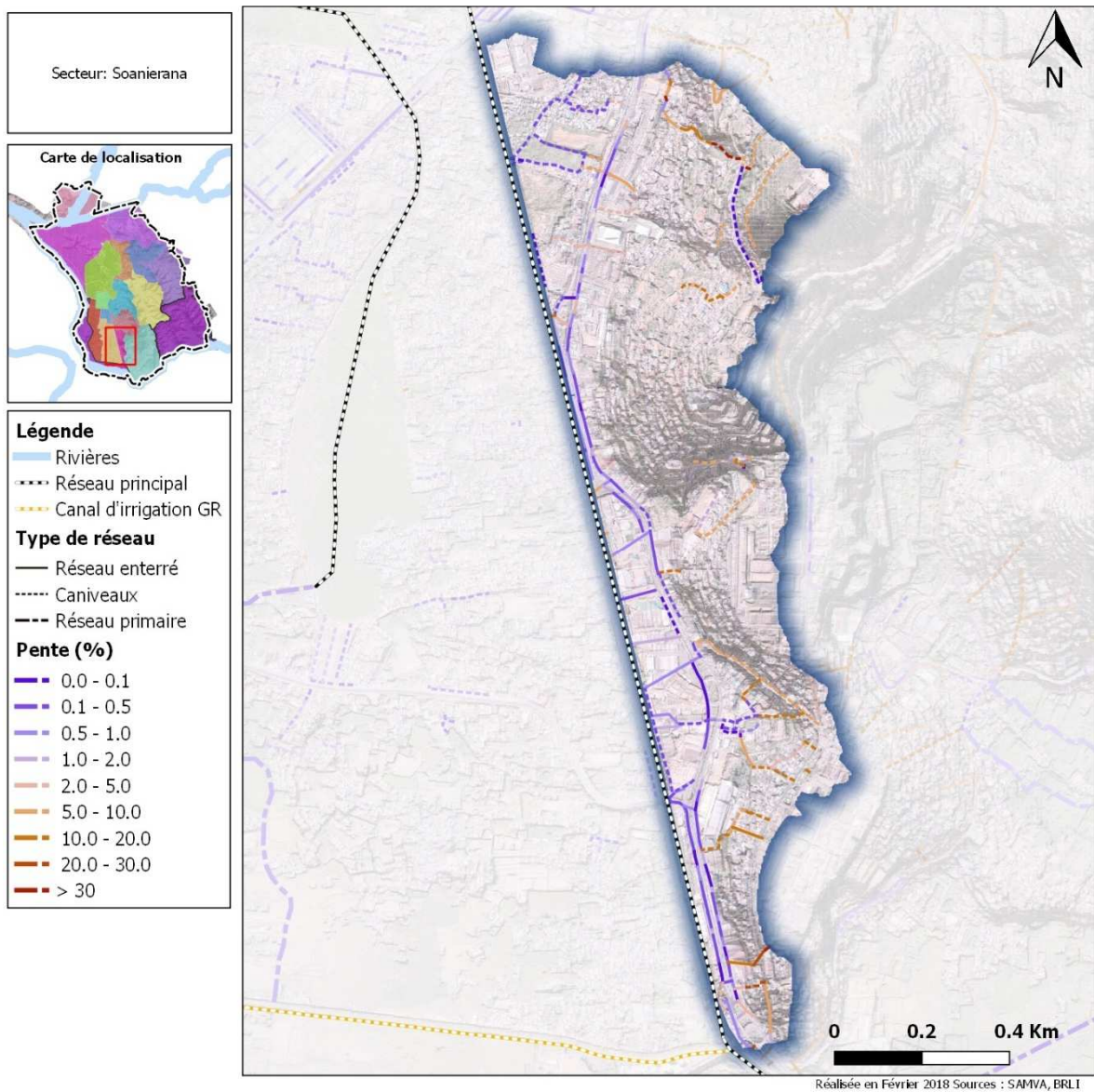


Figure 189: Secteur 7 - Soanierana - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.8.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Bien que remblayée, la partie basse conserve certaines dépressions du fait de l'existence de micro-relief de voirie ainsi que d'un surplomb de la berge rive droite de l'Andriantany par rapport aux zones riveraines.

Ces différentes cuvettes, mêmes de profondeur minimales, constituent autant de zones d'accumulation d'eau en cas de dysfonctionnement ou de dépassement de la capacité des réseaux pluviaux existants.

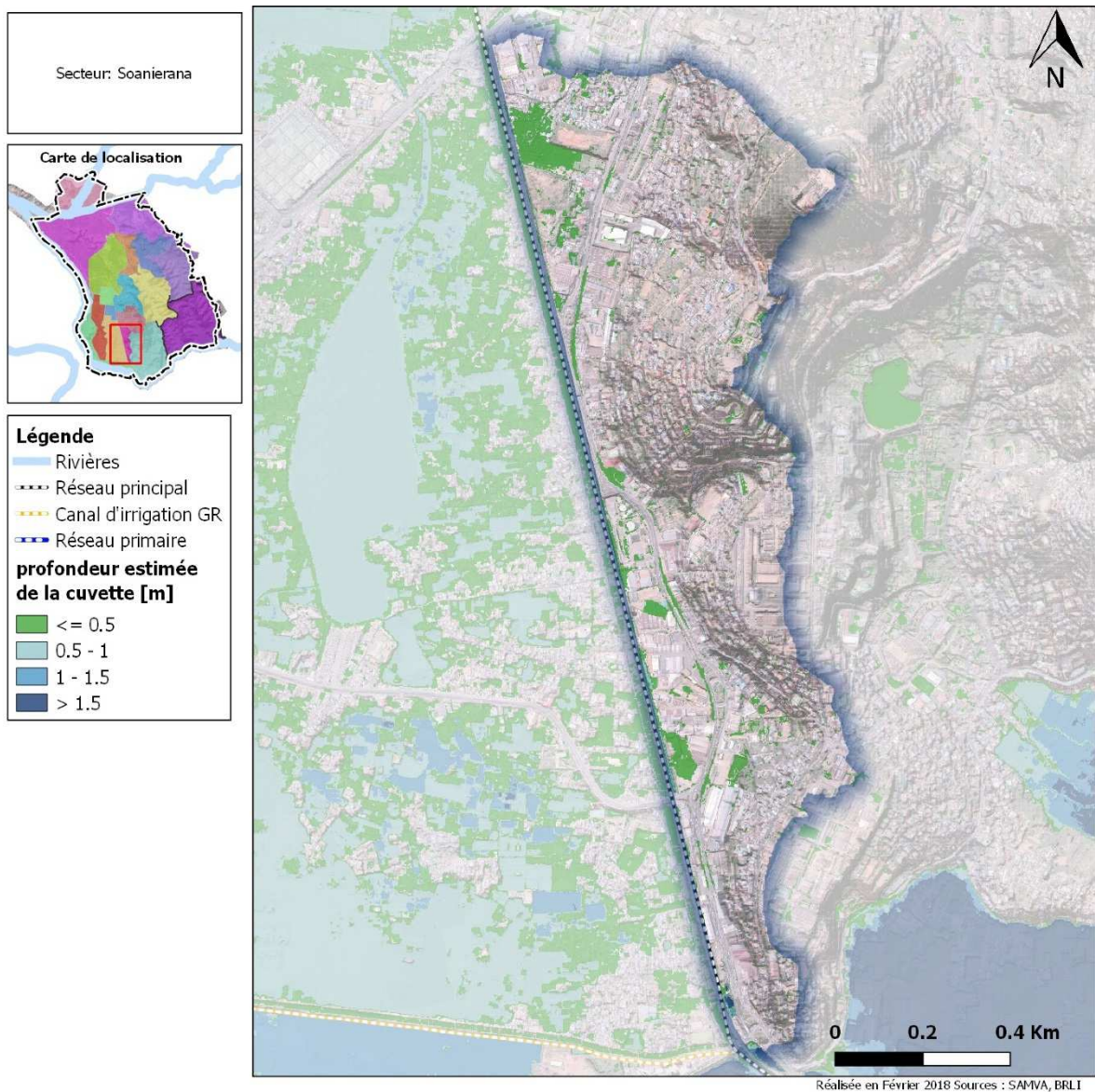


Figure 190 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de Soanierana

3.8.3 Description détaillée du fonctionnement

3.8.3.1 Désordres

Les caniveaux sont globalement peu encombrés. On remarque néanmoins trois tronçons très encombrés. Il s'agit du caniveau ceinturant le Fort Voyron (point 1 sur la carte ci-après), du caniveau principal drainant le quartier au nord-ouest (point 2), ainsi que du caniveau sur le versant de Soanierana (point 3).

De nombreux regards du réseau enterré n'ont pu être ouverts. La grande majorité des regards ayant pu l'être se sont révélés obstrués. Les obstructions sont dues à des dépôts de sable et à des déchets solides (cf. §2.4.1.5.3).

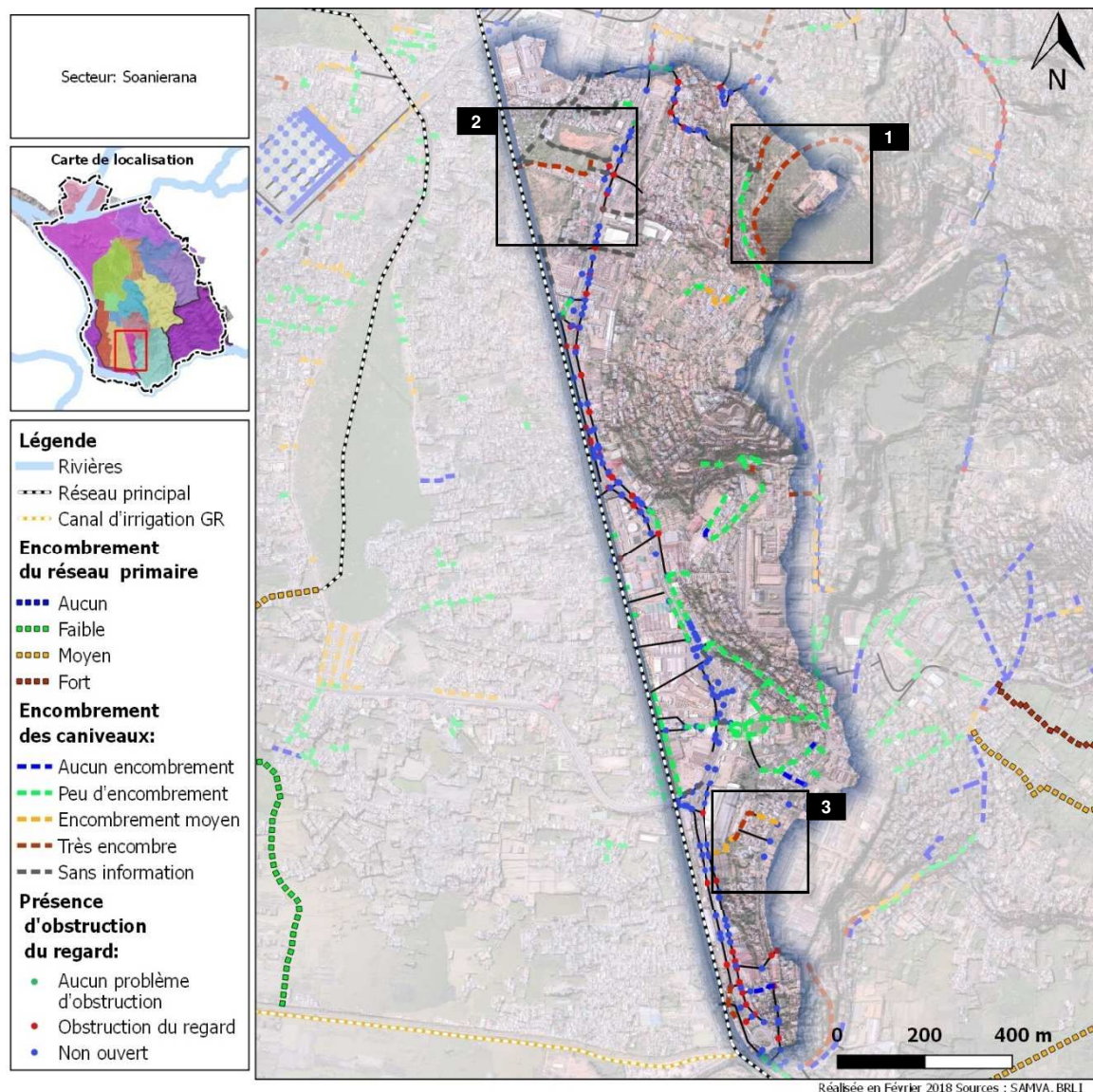


Figure 191: Secteur 7 - Soanierana - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

La totalité des regards ouverts étaient en charge au moment de l'inspection. Cependant, dans de nombreux cas, il restait possible de voir certaines canalisations.

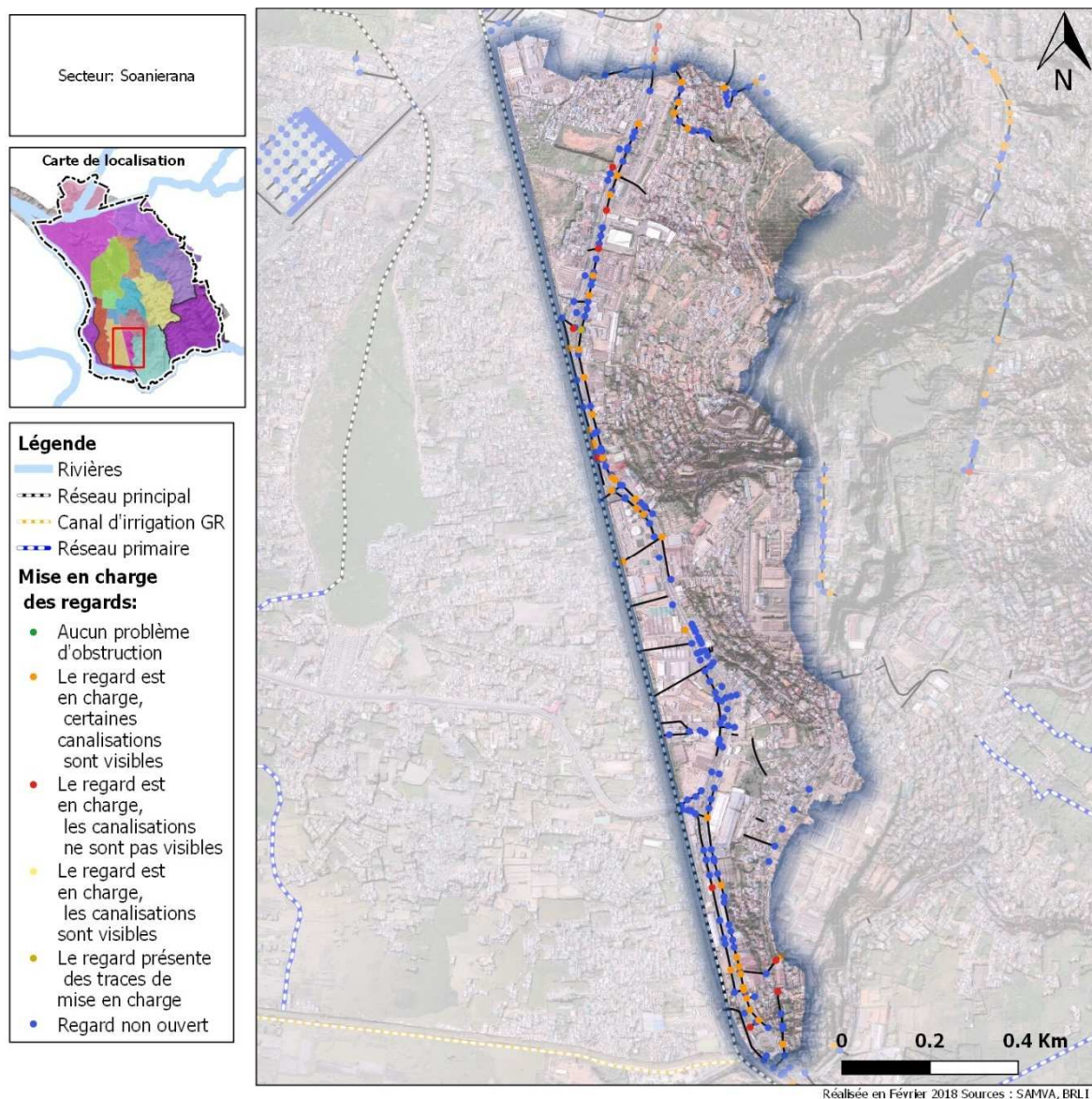


Figure 192: Secteur 7 - Soanierana - Niveau de mise en charge des regards

3.8.4 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les problèmes identifiés par le gestionnaire se situent au niveau du rond-point de Soanierana sur la RN7 (zone 1). La zone couvre la RN7 mais aussi les parcelles industrielles situées à l'ouest. Les enquêtes auprès des fokontany confirment l'exposition de ce secteur mais situent le problème uniquement au niveau de la route. Ce secteur est drainé par une conduite de 800 mm le long de la RN7 qui se rejette dans une conduite de 1000 mm vers l'Andriantany. La zone en question présente une altimétrie supérieure de seulement 30 cm par rapport aux berges du canal.

Les enquêtes fokontany mettent également en évidence la partie aval du quartier située au nord entre la RN7 et la canal. Il s'agit d'une zone où le terrain naturel est assez bas, notamment par rapport aux berges de l'Andriantany.

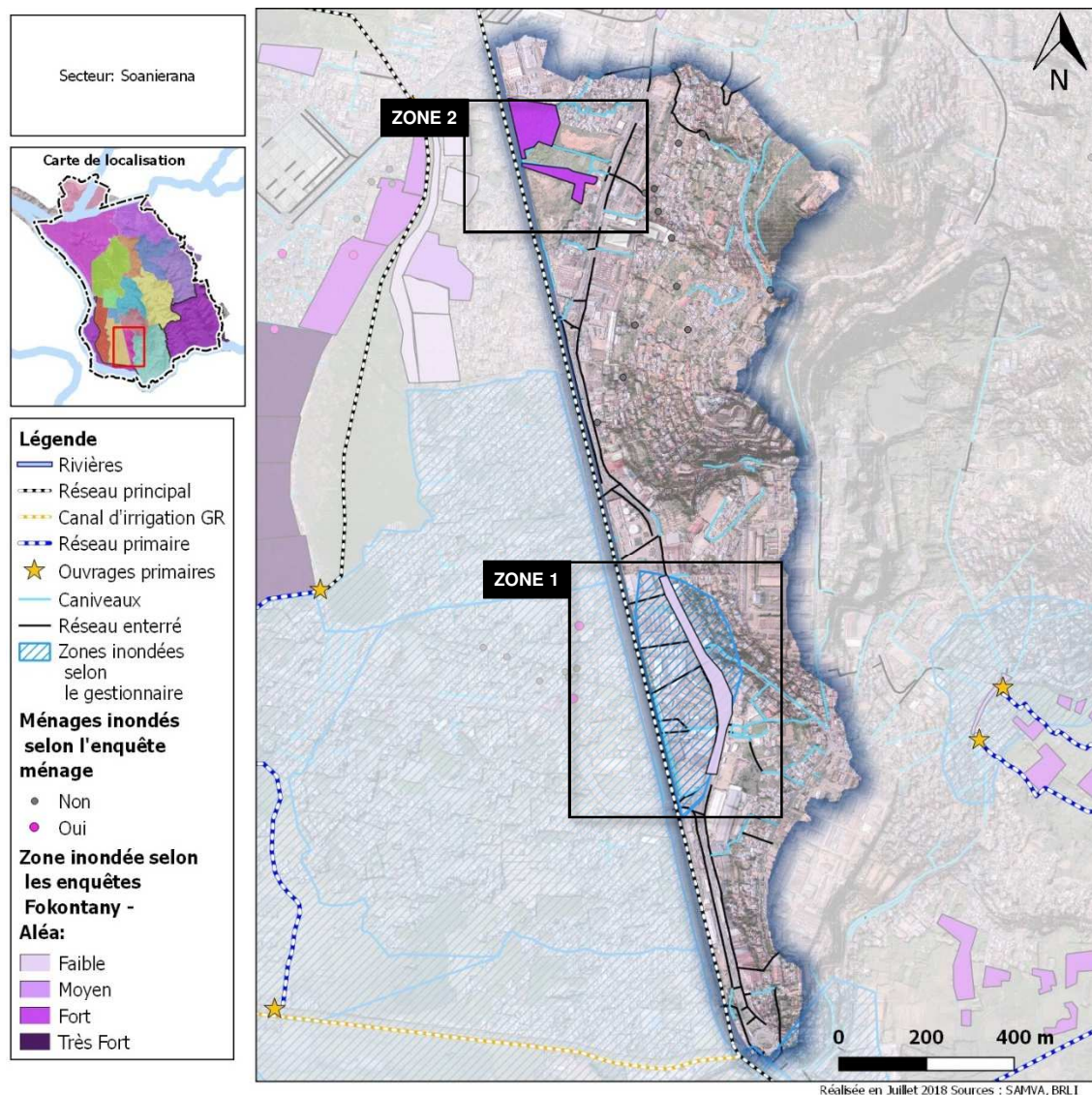


Figure 193: Secteur 7 - Soanierana - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.8.5 Synthèse

Deux zones ont été identifiées par le retour d'expérience comme présentant des problèmes d'inondation. Ces zones partagent le fait d'avoir une topographie défavorable, particulièrement basse par rapport aux berges du canal Andriantany. De manière plus détaillée pour chaque zone :

- Zone 1 : la topographie est défavorable. Les conduites, notamment l'exutoire, semblent de dimension suffisante pour drainer la surface en question. En l'état actuel, le niveau de l'Andriantany est souvent très élevé et contraint donc les exutoires : les problèmes rencontrés sont donc vraisemblablement imputables à un dysfonctionnement davantage qu'à un déficit de dimensionnement, du moins pour les événements les plus fréquents.
- Zone 2 : la topographie est défavorable. Les caniveaux sont à priori de dimensions suffisantes mais encombrés ce qui peut rendre difficile l'évacuation. En l'état actuel, le niveau de l'Andriantany est souvent très élevé et contraint donc ici aussi les exutoires. Il s'agit donc vraisemblablement et comme précédemment d'un dysfonctionnement.

Les deux causes principales des dysfonctionnements observés sont la topographie des lieux et le niveau élevé de l'Andriantany.

3.9 SECTEUR 8 : PLAINE NORD AMONT

- Superficie = 610 ha
- Population estimée = 95 000 habitants

3.9.1 Description du secteur

Le secteur de la plaine nord amont a une surface de 610 ha. Il est délimité :

- Au sud, par le remblai de la cité des 67ha et la route d'Ampesika
- À l'ouest, le canal d'irrigation GR
- À l'est, le canal Andriantany
- Au nord, par le siphon du canal C3 sous le canal GR

Il s'agit d'une plaine principalement dédiée à la riziculture. Quatre axes de circulation la coupe transversalement : le boulevard de l'Europe, la nouvelle route de la francophonie, l'ancienne voir ferrée et la RN4. Les abords de la RN4 sont remblayés et une urbanisation s'est développée.

La carte ci-après fournit le détail des différents fokontany constituant ce secteur.

3.9.1.1 Relief

Comme on l'observe sur la carte ci-après, la secteur présente une topographie très plane, seulement perturbée par les remblais de et/ou autour de la rocade d'Andohatapenaka, l'ancienne voie ferrée, la RN4 et le village des jeux.

Hors zones remblayées, son altitude se situe en général entre 1247,3 et 1247,8 mNGM. La zone au sud-est du boulevard de l'Europe mérite d'être signalée car, bien qu'abritant une zone d'habitation résidentielle (cf. paragraphe suivant), elle présente par endroits une altimétrie très basse (moins de 1248).

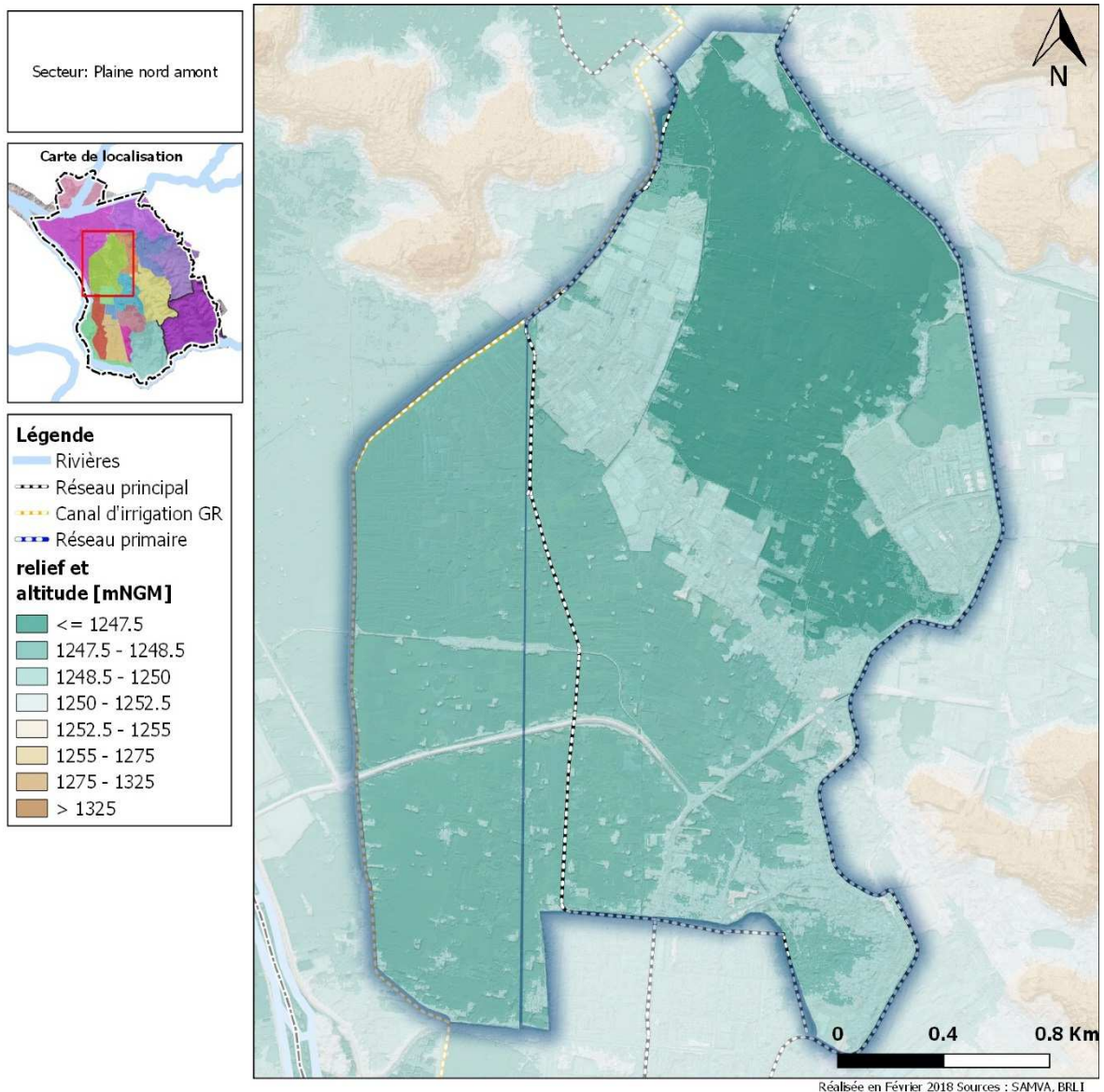


Figure 195 : relief du secteur de la plaine nord amont

3.9.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol au niveau de la plaine nord amont est assez majoritairement de type agricole, même si la part dédiée aux activités industrielles ainsi qu'aux zones d'habitation résidentielle est loin d'y être négligeable.

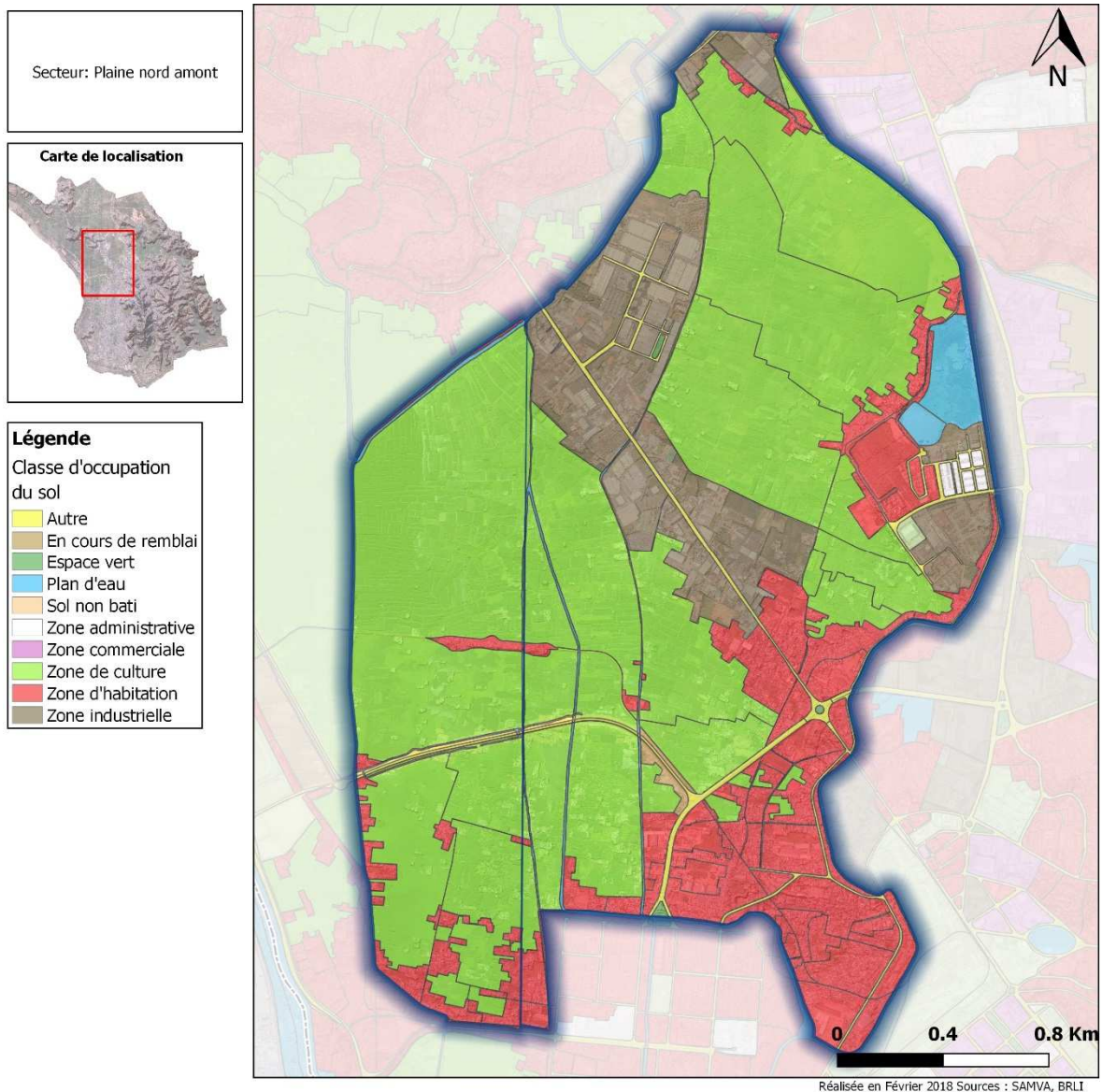


Figure 196 : occupation du sol sur le secteur de la plaine nord amont

3.9.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur ne peut pas être découpé véritablement en bassins versants du fait de la topographie particulièrement plane. En effet, il s'agit d'une zone d'impluvium sans ruissellement organisé et structuré. Le secteur doit être, de manière plus pertinente, découpé en casiers hydrauliques délimités par les infrastructures en remblais.

La pente générale de la plaine est extrêmement faible avec une valeur de l'ordre de 1 pour 10 000. Le drain principal est le canal C3 qui traverse la plaine du sud au nord dans la partie centrale.

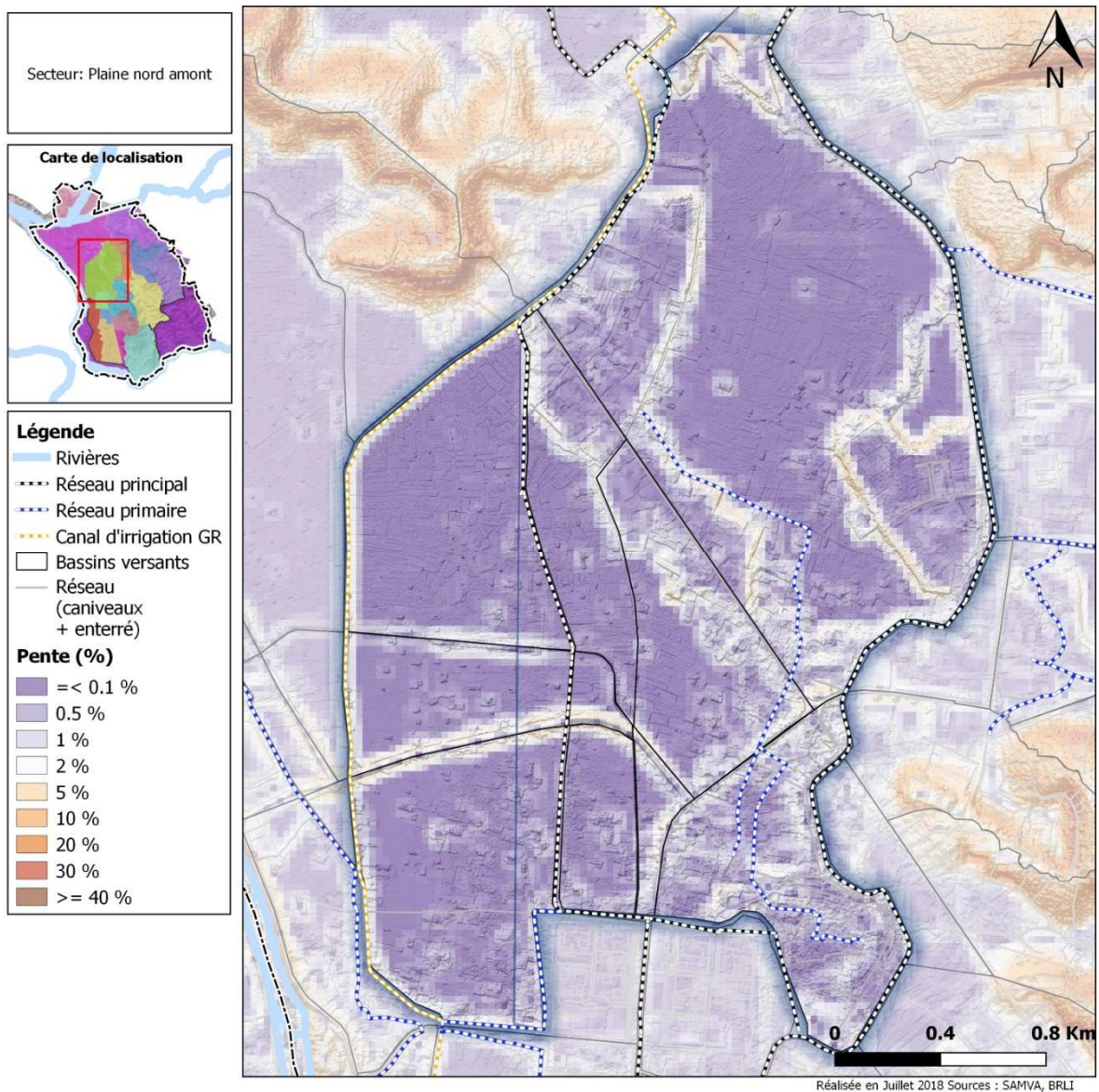


Figure 197: Secteur 8 - Plaine nord amont - Pente et réseau hydrographique

3.9.1.4 Enjeux humains présents

La population se concentre au niveau d'Antohomadinika, en rive droite du chenal du déversoir, autour du boulevard de l'Europe, aux alentours de la RN4 au sud, en bordure des bas-fonds au nord de Airtel Madagascar. La densité de population dans ces zones est très forte, souvent supérieure à 100 000 habitants/km². Deux zones sont moyennement peuplées, avec des densité d'environ 25 000 hab/km² : le casier au sud de la route de la francophonie et le casier au nord du boulevard de l'Europe.

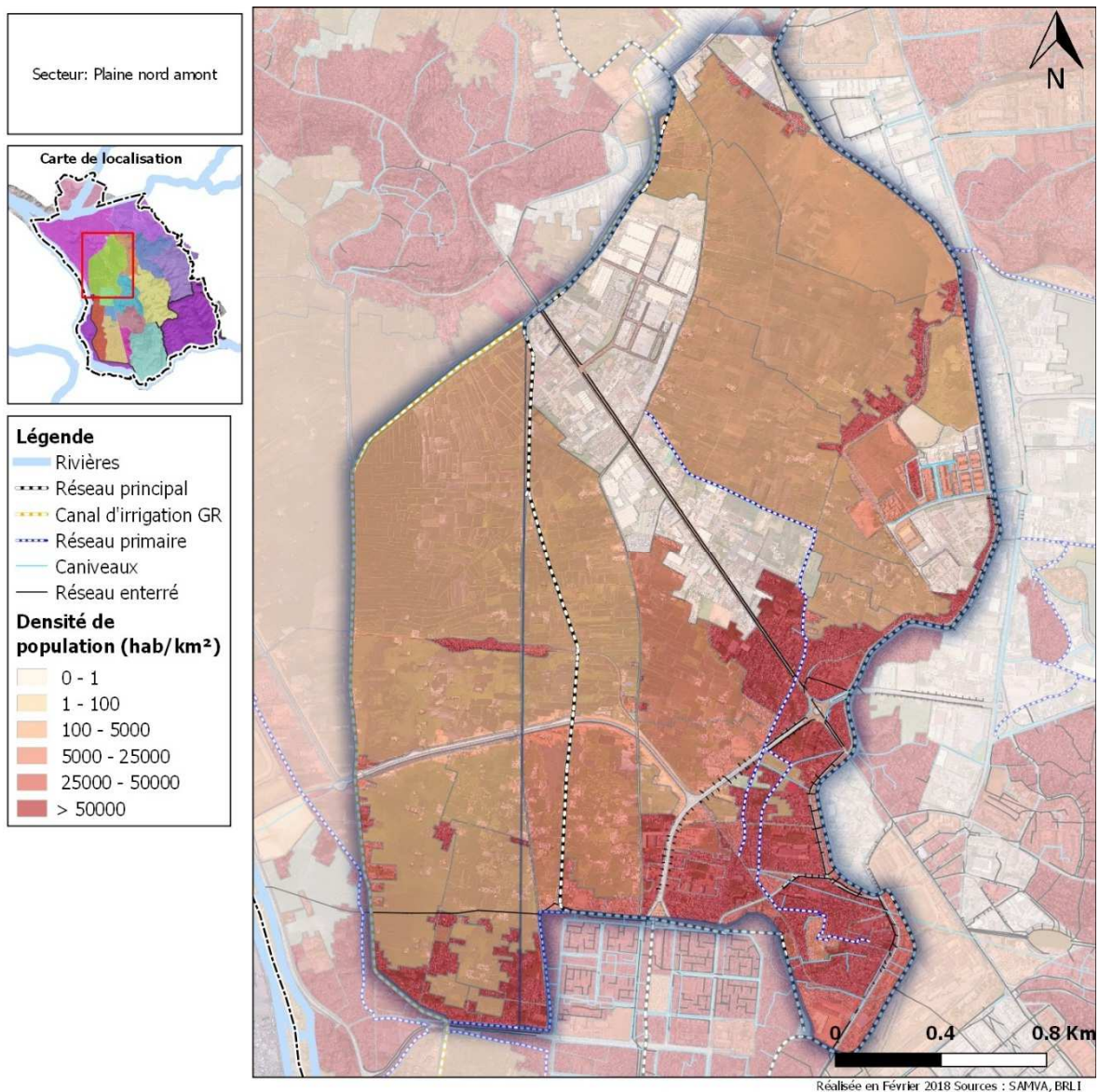


Figure 198: Secteur 8 - Plaine nord amont - Soamivasoandro - Densité de population

Le standing des habitations peut généralement être qualifié de « bas » dans tout le secteur, à l'exception de la résidence à côté d'Airtel Madagascar.

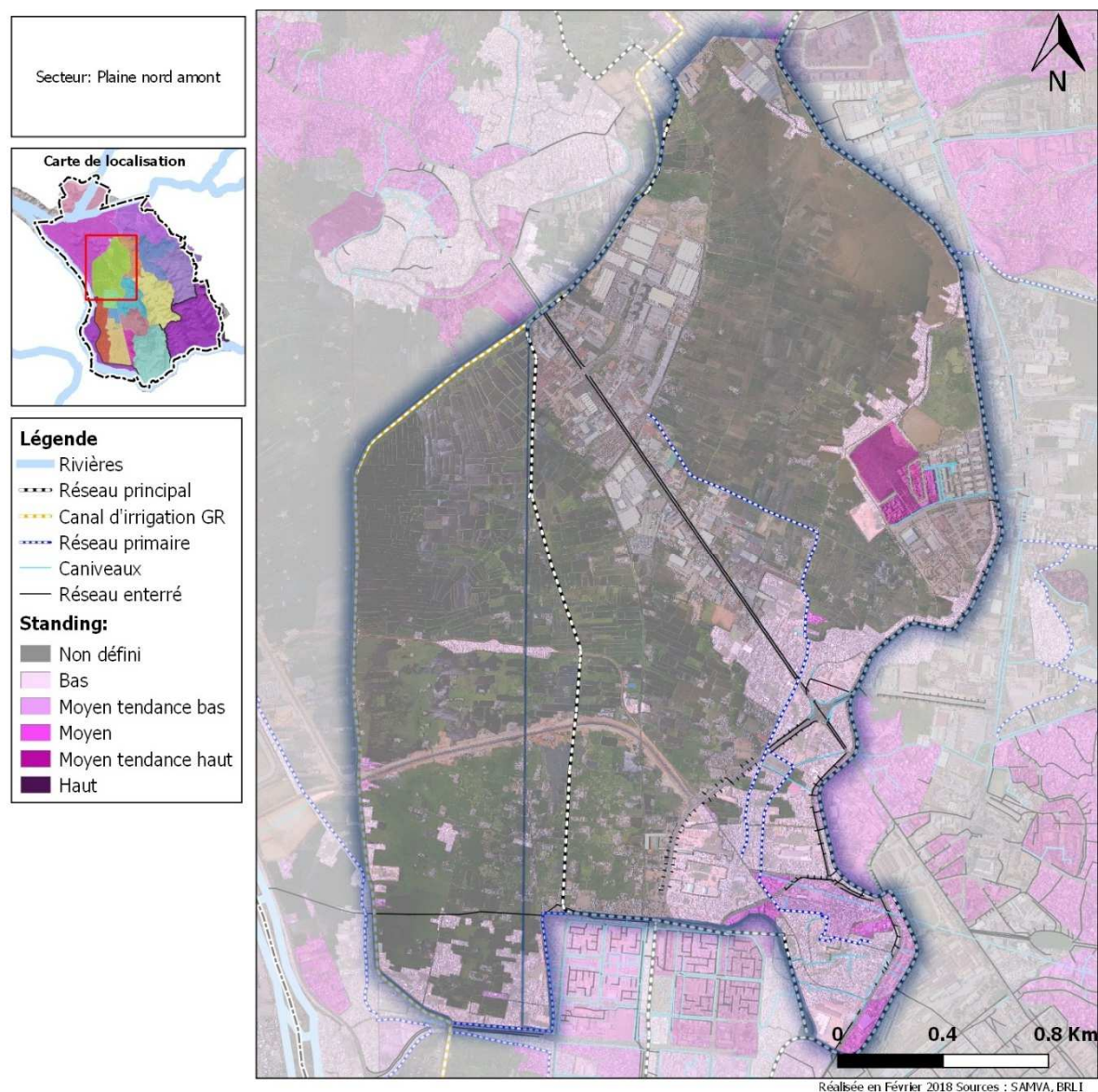


Figure 199: Secteur 8 - Plaine nord amont - Standing des habitations

3.9.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.9.2.1 Structure / typologie

3.9.2.1.1 Type de réseaux

La plaine est drainée principalement par le canal C3 qui est alimenté par un ensemble de canaux primaires récupérant les eaux des rizières. En saison des pluies, les eaux peuvent déborder du canal C3. C'est alors toute la plaine (lit « majeur » compris donc) qui participe au drainage des eaux vers la plaine nord aval et l'Ikopa.

À l'est du secteur, le fokontany d'Antohomadinika est drainé à la fois vers le chenal du déversoir mais aussi vers la plaine nord par l'intermédiaire de caniveaux de plusieurs mètres de large. Le caniveau principal passe sous le boulevard de l'Europe pour rejoindre la plaine agricole. Il draine également le fokontany Ankazomanga Atsimo au nord des 67 ha, en passant notamment sous la RN4.

Un caniveau de grande dimension draine aussi le remblai sur lequel se situe notamment Airtel Madagascar en rive gauche de l'Andriantany.

On remarque la présence de deux réseaux enterrés. Il s'agit de deux conduites de diamètre 400 et 600 mm qui assainissent le remblai de la RN4 vers le canal C3 au nord et d'une conduite de diamètre 600 mm qui draine la route Albert vers le canal Andriantany.

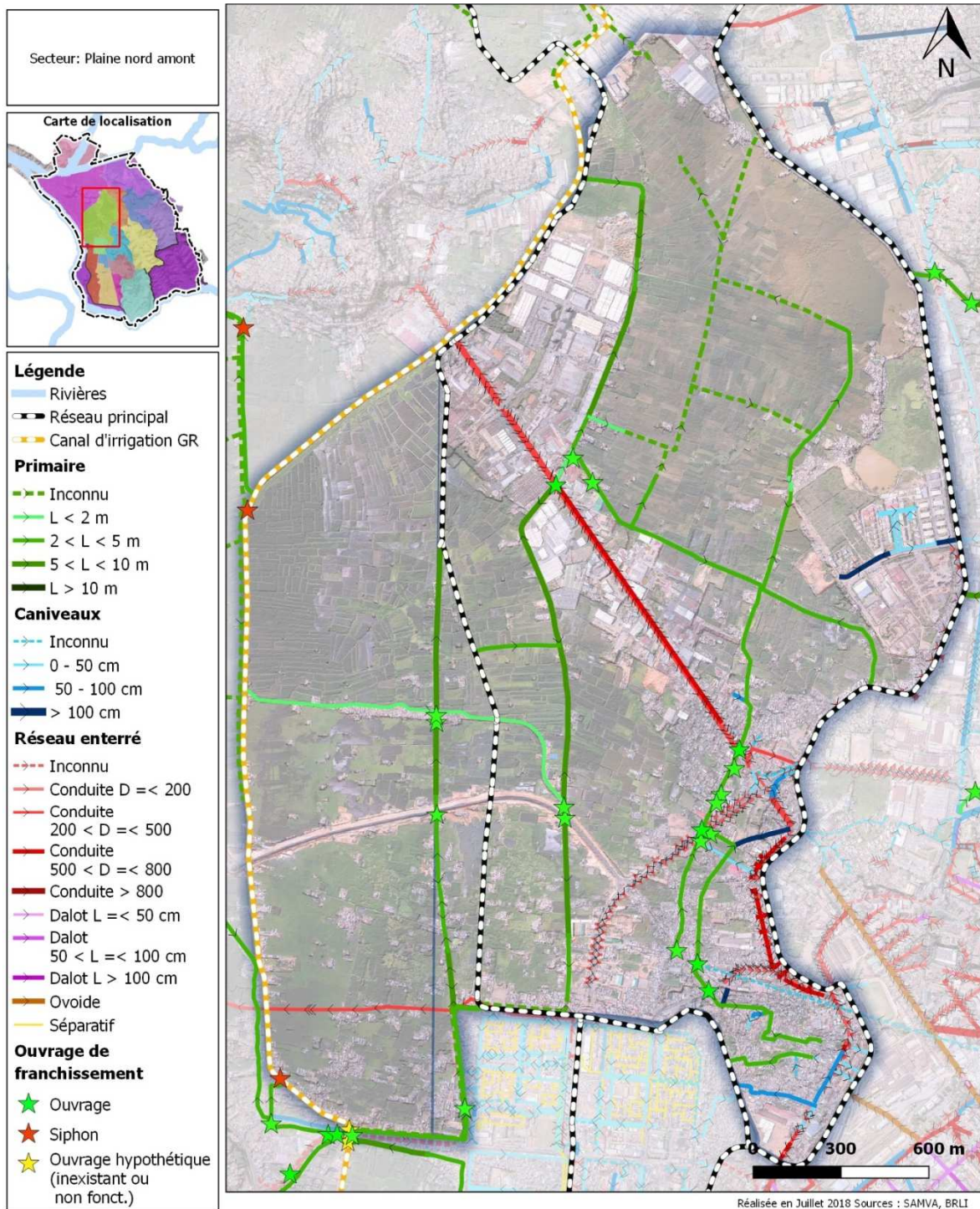


Figure 200: Secteur 8 - Plaine nord amont - Dimensions du réseau

Les pentes des réseaux sont très faibles, du même ordre de grandeur que la pente générale de la plaine, soit 1/10 000.

3.9.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme pour les autres secteurs de la plaine abordés jusqu'ici, la présence des différents remblais décrits précédemment confèrent à la plaine nord amont une configuration générale en forme de cuvette.

Il convient toutefois de s'attarder sur la zone située au sud-est du boulevard de l'Europe et qui, bien que correspondant à une zone d'habitation résidentielle, apparaît comme particulièrement exposée à une accumulation temporaire – voire prolongée – vue sa situation au sein de la plaine – d'eau. Ce problème est d'ailleurs très bien confirmé par les retours de terrain disponibles (cf. §3.9.4).

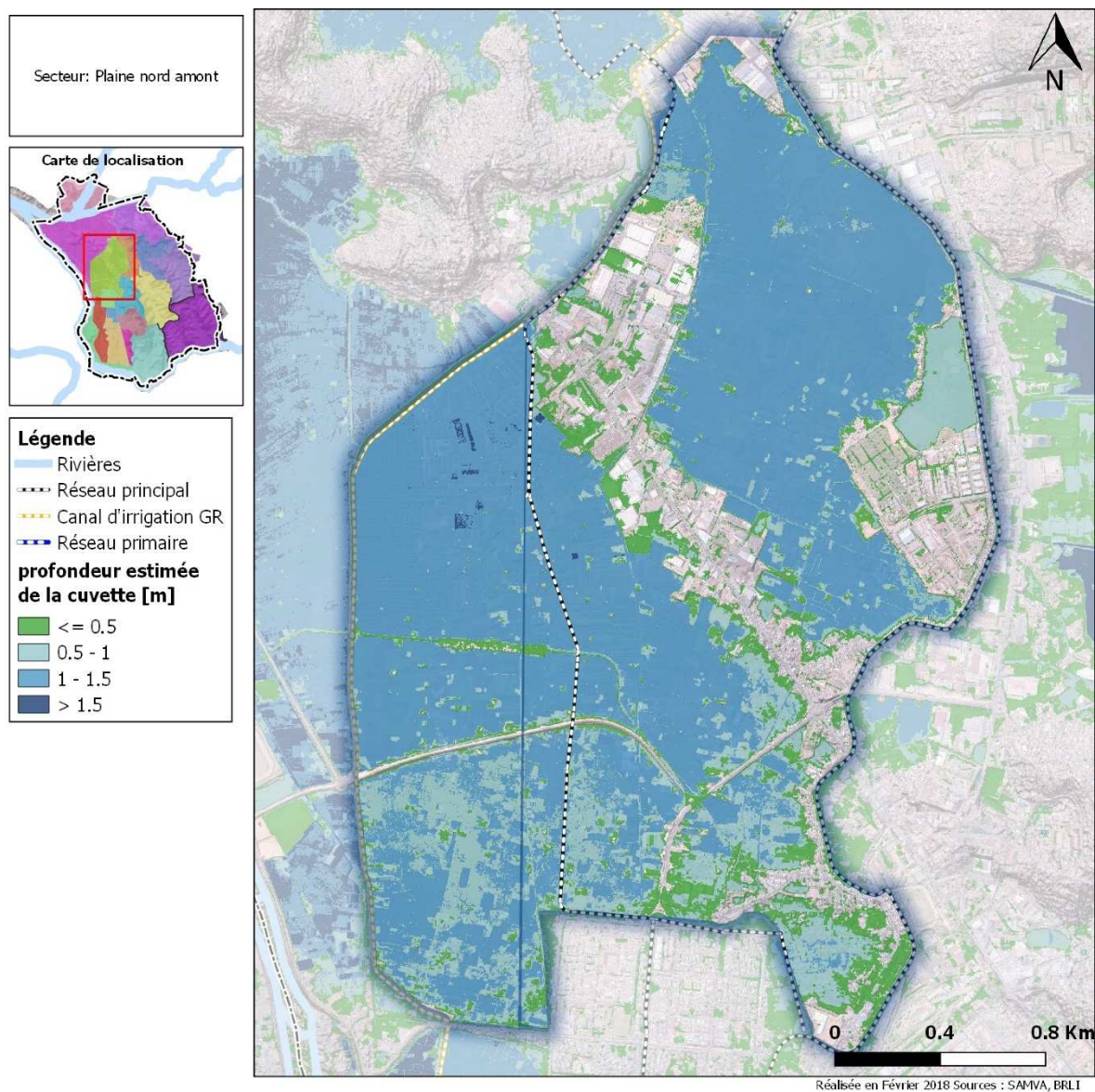


Figure 201 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine nord amont

3.9.3 Description détaillée du fonctionnement

L'ouest du secteur de la plaine nord amont est constitué d'une plaine inondable au milieu de laquelle circule le canal C3. L'est et le centre du secteur comprennent en revanche une urbanisation et une densité de réseaux plus importante.

RESEAUX PRIMAIRES

Les réseaux primaires de ce secteur drainent une partie des eaux issues des quartiers à l'est et au nord du chenal du déversoir de l'Andriantany à Isotry, à savoir les Fokontanys d'Antohomadinika Antsalavona Faa et Antohomadinika Afovoany.

Les eaux sont drainées vers le nord et rejoignent la plaine inondable commune à Morarano.

Sur la partie amont, deux canaux évoluent en parallèle à travers la zone urbaine. Le canal à l'est est alimenté par les canaux de Antohomadinika IIG Hangar et Afovoany.



Figure 202 Canal est

Le canal à l'ouest est alimenté par les eaux du chenal du déversoir.



Figure 203 Canal ouest

Sur les parties les plus amont les canaux sont en mauvais état. Les niveaux d'eaux sont élevés, y compris en saison sèche et les inondations sont quasi systématiques en saison des pluies. Les canaux sont en mauvais état structurel et encombrés de déchets



Figure 204 Partie aval du tronçon 8_8

Les enjeux sur ce secteur sont importants car la densité d'habitat spontané y est élevée.

Les deux canaux se rejoignent ensuite au niveau du rond-point du boulevard de l'Europe en un canal qui traverse la zone urbaine de Ankazomanga Atsimo.



Figure 205 Canal primaire à Ankazomanga Atsimo

Le canal primaire est ici de dimension plus imposante (4 m de large), très chargé en eaux usées et en déchets divers. Des habitations précaires le bordent de très près. En aval de cette zone urbaine, l'état du canal s'améliore et il longe des parcelles cultivées jusqu'à se répandre dans la plaine et rejoindre les eaux de Morarano.



Figure 206 Canal primaire en sortie de Ankazomanga Atsimo

CANIVEAUX

Comparé à la densité des réseaux primaires sur ce secteur peu de caniveaux sont présents. L'habitat est situé quasiment directement sur les réseaux primaires et y rejettent directement leurs eaux de pluie et leurs eaux usées.

RESEAU ENTERRE

Le réseau enterré n'est pas significatif sur ce secteur. Il est constitué de regards avaloirs le long des routes rejoignant les réseaux primaires lorsqu'ils passent à proximité.

3.9.3.1 Désordres

Les caniveaux sont pour la plupart fortement encombrés. Aucun caniveau ne fonctionne correctement dans ce secteur. Les regards qui ont pu être ouverts se sont en général révélés obstrués.

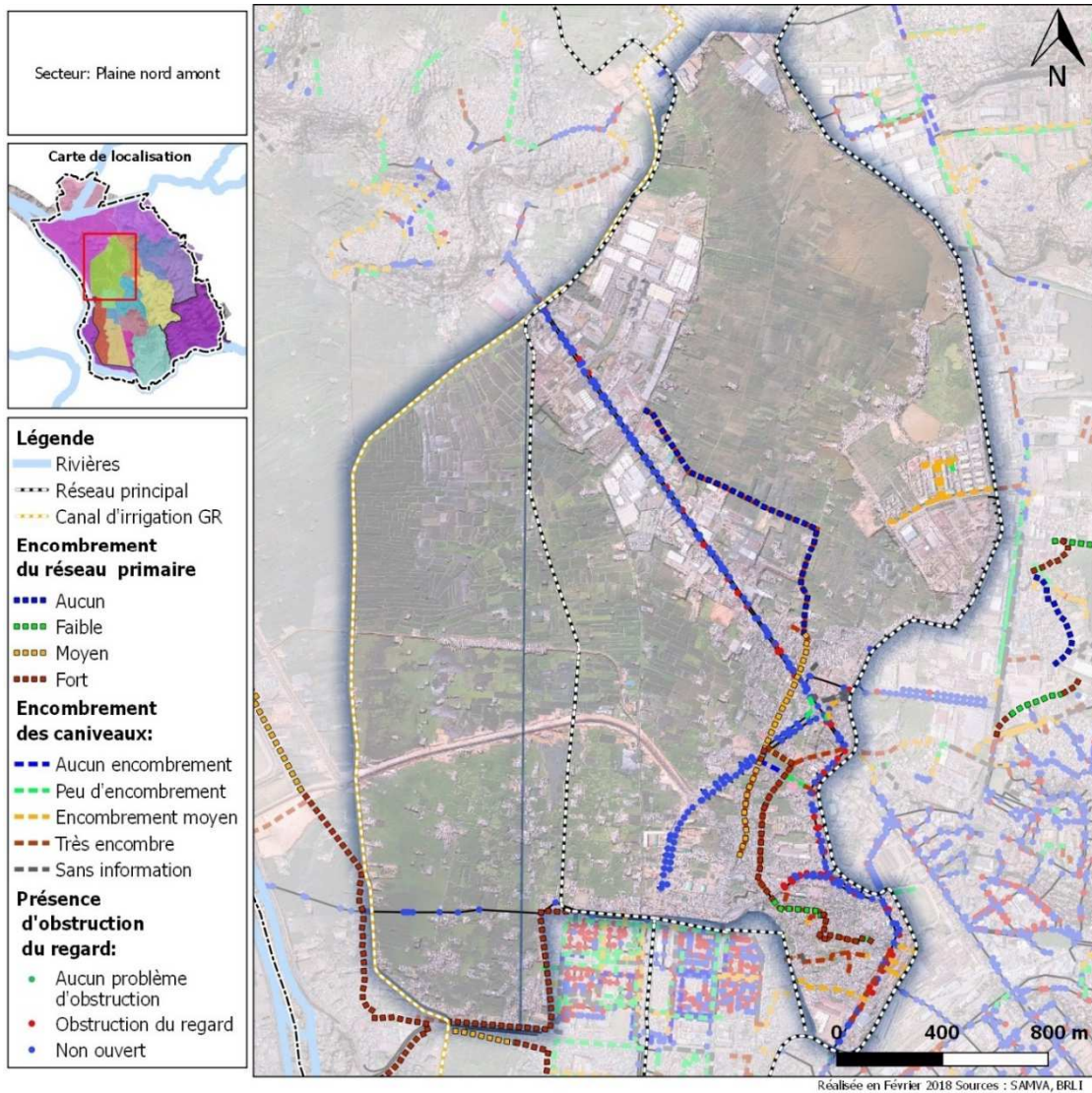


Figure 207: Secteur 8 - Plaine nord amont - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

Les regards ouverts sont toujours en charge. Pour une moitié environ, certaines canalisations sont visibles alors que pour une autre moitié, aucune canalisation n'a pu être observée.

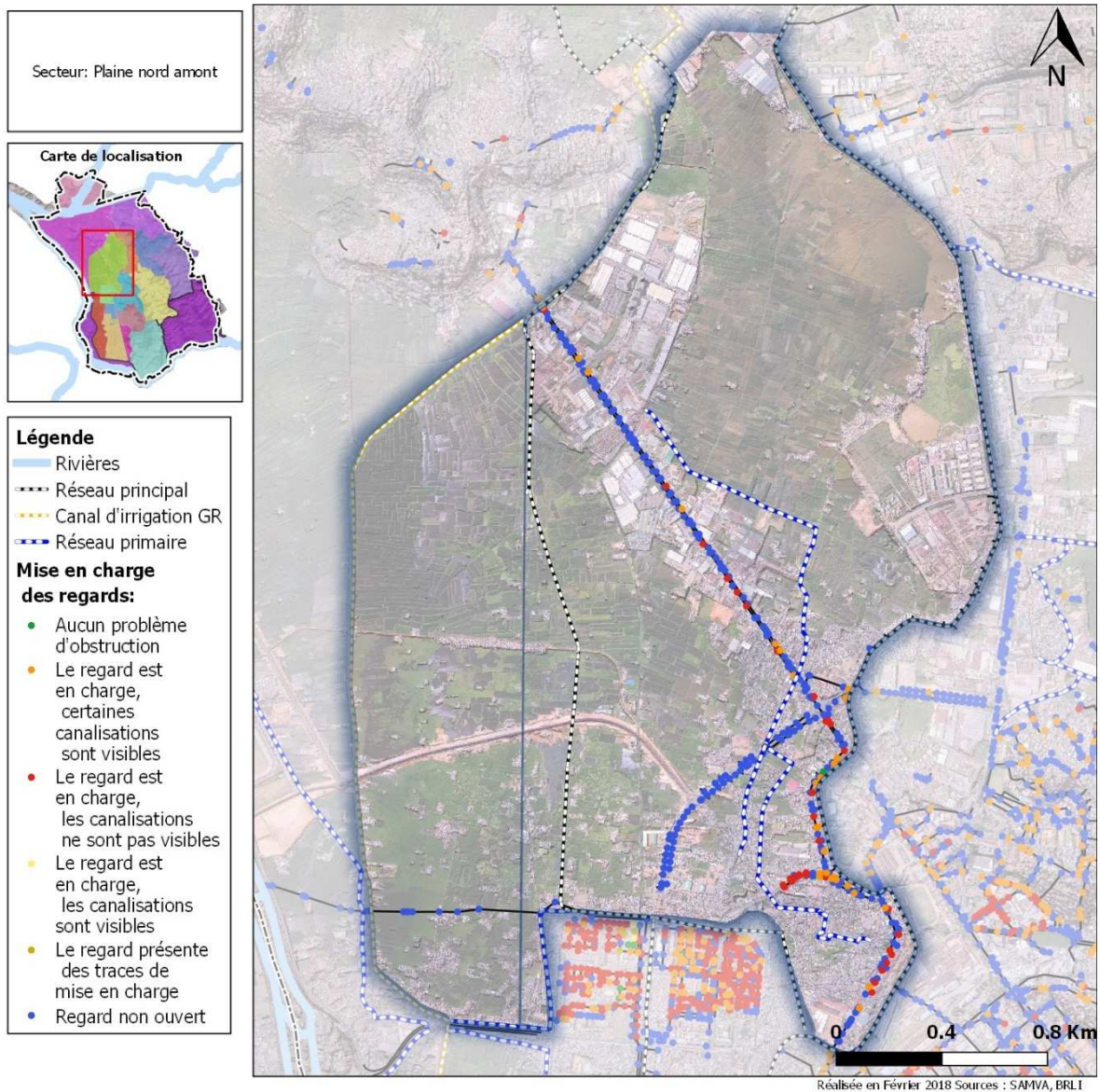


Figure 208: Secteur 8 - Plaine nord amont - Niveau de mise en charge des regards

3.9.4 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les gestionnaires n'ont pas fait remonter d'indication particulière sur des zones inondées sur ce secteur. En revanche, les enquêtes auprès des Fokontanys et auprès des ménages identifient toutes deux les mêmes secteurs sensibles aux inondations. Il s'agit :

- Du casier hydraulique du fokontany d'Ankasina au sud de la route de la francophonie (zone 1). Les habitations sont construites sur des remblais gagnés sur la plaine agricole. Ces remblais sont calés à des cotes de l'ordre de 1249 mNGM.
- Des casiers de Antohomadinika et Ankazomanga Atsimo (zone 2). La topographie du secteur présente des « cuvettes ». la plaine n'est pas partout remblayée dans cette zone, ce qui fait que le niveau du terrain naturel est proche de celui du chenal du déversoir ou de la plaine aval.
- Des habitations en bordure de la plaine agricole au nord-est du secteur (zone 3). Il s'agit de constructions de bas standing, construites sur les terres agricoles avec un remblaiement préalable souvent limité et insuffisant.

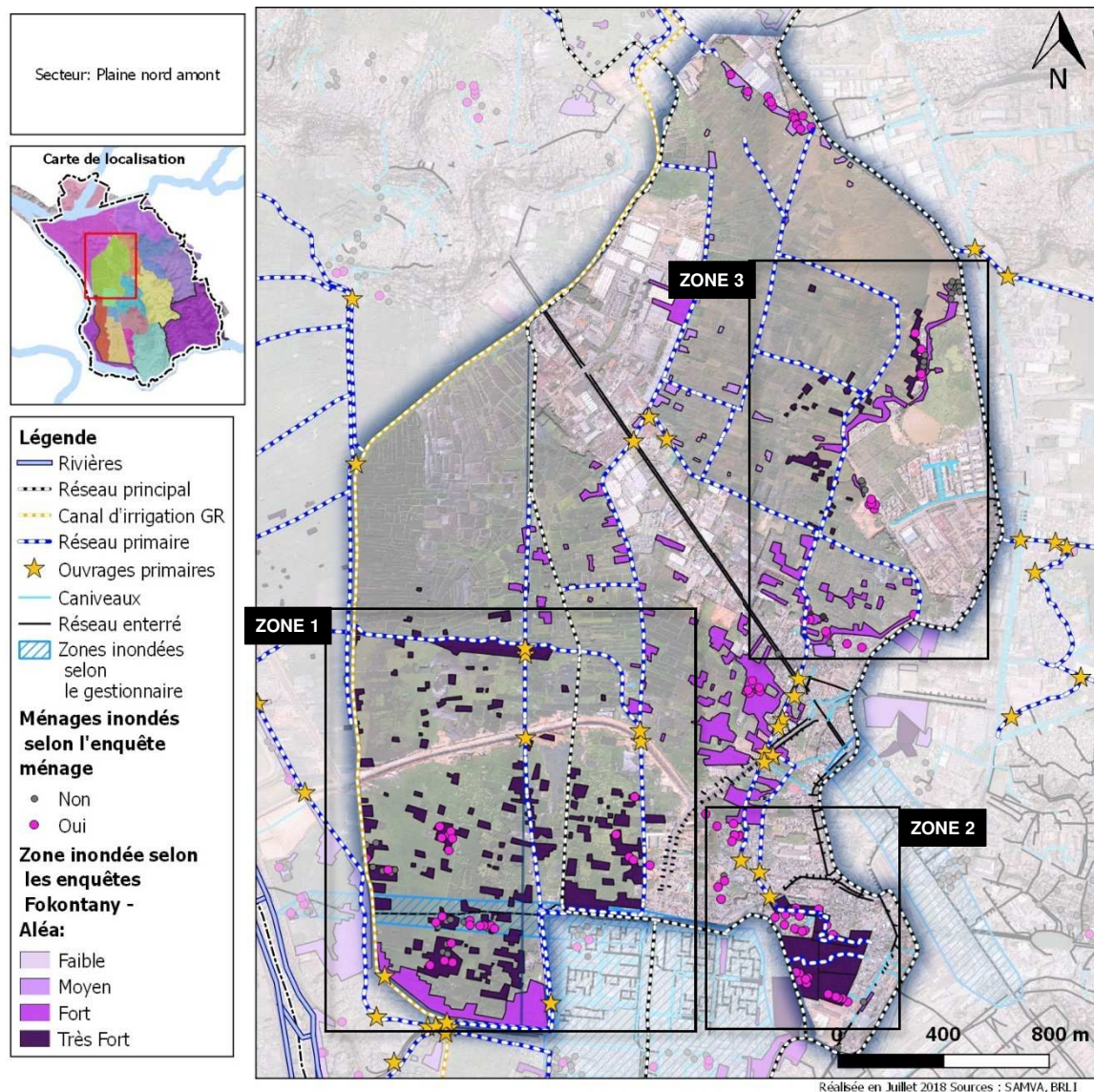


Figure 209: Secteur 8 - Plaine nord amont - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.9.5 Synthèse

Le secteur de la plaine nord amont est concerné par de nombreux problèmes d'inondation. Les zones sensibles peuvent être réparties en trois zones :

- Zone 1 : le fokontany d'Ankasina et le nord de la route de la Francophonie où des habitations sont disséminées dans la plaine agricole sur des remblais à la cote de 1249 mNGM environ. La topographie basse joue un rôle important dans les inondations. Les problèmes ne sont pas liés à un réseau en particulier mais au drainage principal de la plaine nord (canal C3 et condition aval de l'Ikopa).
- Zone 2 : les fokontanys de Antohomadinika et Ankazomanga Atsimo en rive droite du chenal du déversoir. Là aussi, la topographie est défavorable avec la présence de cuvettes. De plus, les caniveaux sont très encombrés dans cette zone. Le drainage de la zone est également tributaire du drainage global de la plaine nord. Les eaux usées stagnent lors des périodes d'inondation et les riverains entassent pneus et déchets plastiques pour se déplacer au sec.
- Zone 3 : plaine agricole au nord-est. Il s'agit de la même problématique que pour la zone 1.

Les problèmes d'inondations rencontrés sur ce secteur sont principalement le fait d'un déficit de drainage de la plaine nord (capacité insuffisante du C3 et/ou de la station de pompage à l'aval). Dans le cas de la zone 2, s'ajoute un dysfonctionnement des réseaux existants, avec des caniveaux très encombrés.

3.10 SECTEUR 9 : PLAINE NORD AVAL

- Superficie = 1310 ha
- Population estimée = 130 000 habitants

3.10.1 Description du secteur

La plaine nord aval est semblable au secteur 8 précédant avec de grandes superficies de plaine agricole dédiées à la riziculture. Le secteur représente une surface de 1310 ha. Son exutoire est soit le canal Andriantany (pour la partie nord-est), soit directement la plaine de l'Ikopa. Il se décompose en réalité en trois exutoires mais avec le même milieu récepteur (cf. ci-après).

La carte ci-après détaille les fokontanys situés pour tout ou partie sur ce secteur.

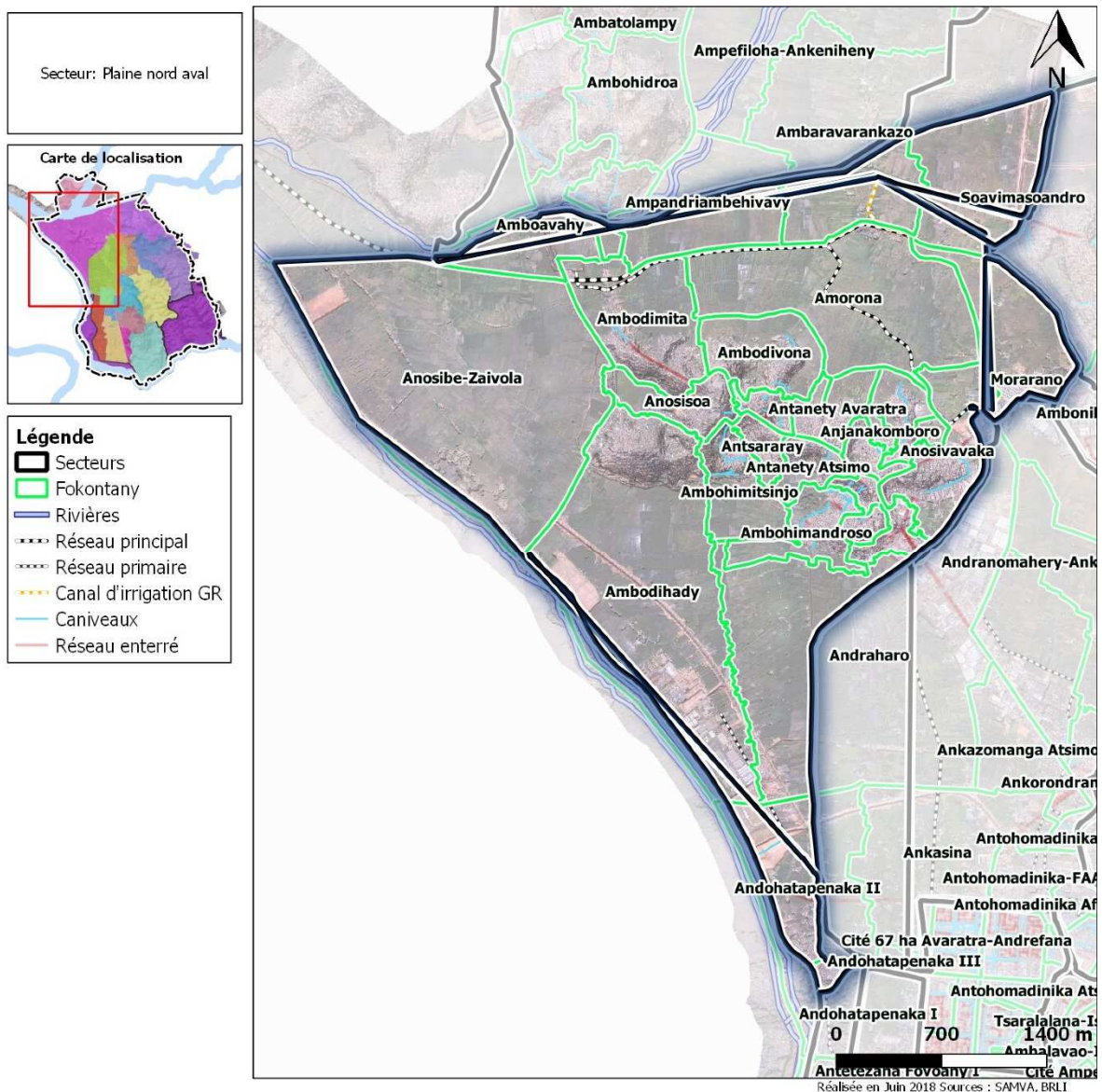


Figure 210 : fokontanys concernés par le secteur de la plaine nord aval

Remarque importante : le fonctionnement hydraulique de la plaine nord a été étudié de manière complète dans le cadre de l'Activité 4 du PIAA. Le phénomène d'inondation dans la plaine nord est un processus lent qui prend souvent place à l'échelle de l'ensemble de la saison des pluies. Il est fortement lié à la capacité d'évacuation du réseau principal et des conditions aval de l'Ikopa.

3.10.1.1 Relief

Comme pour les autres secteurs de la plaine, le relief y est très plat, seulement entrecoupé par la tanety de Ambohimanarina et les différents remblais (route digue, route du Pape, rocade d'Andohatapanaka) qui s'y trouvent.

L'altitude moyenne de la plaine s'échelonne entre 1246,5 et 1247,5.

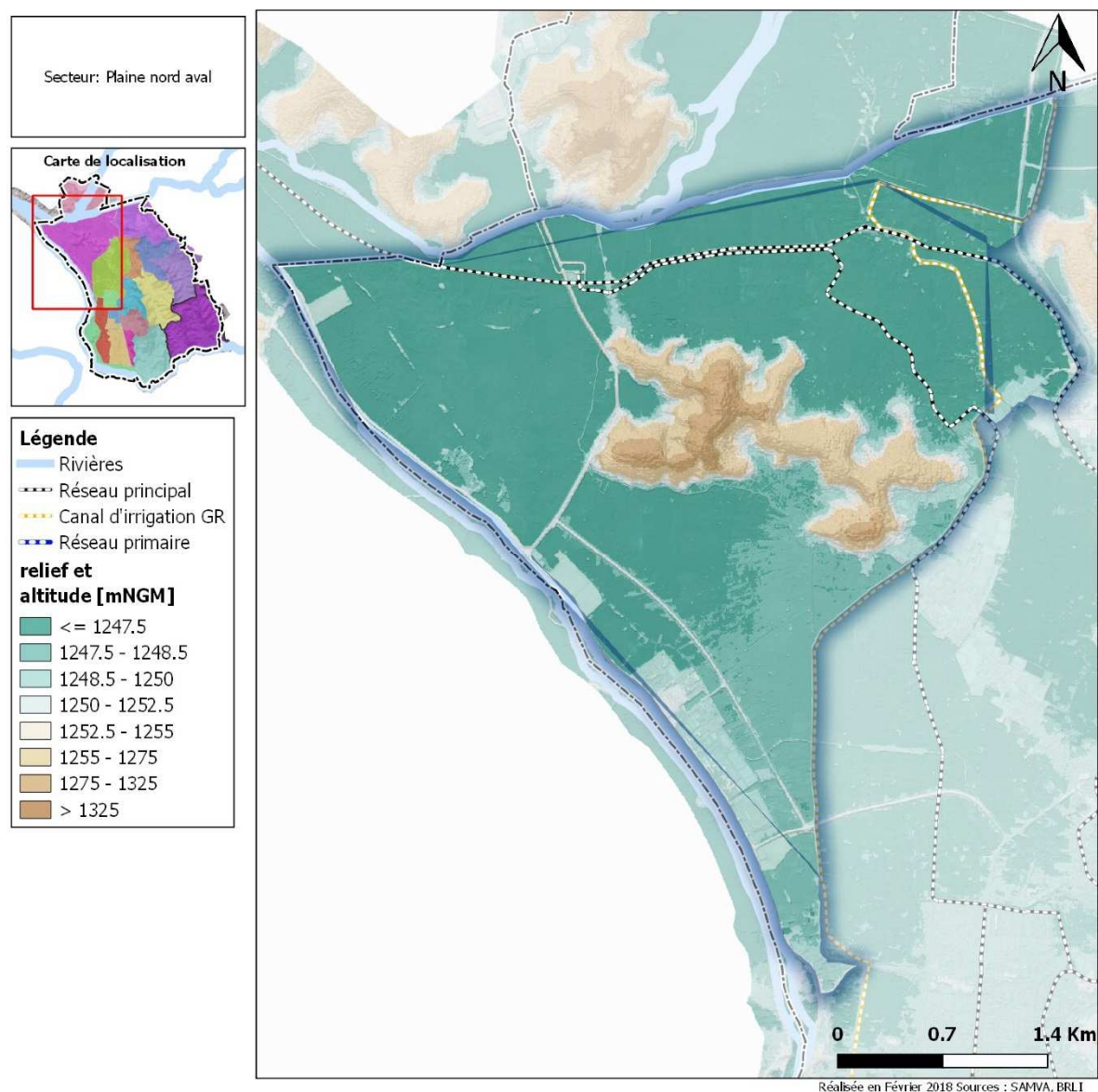


Figure 211 : relief du secteur de la plaine nord aval

3.10.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol est essentiellement de type agricole, seule la tanety d'Ambohimananarina étant urbanisée (zones d'habitation) ainsi que la zone comprise entre la digue de l'Ikopa et la rocade d'Andohatapanaka (zones d'activités).

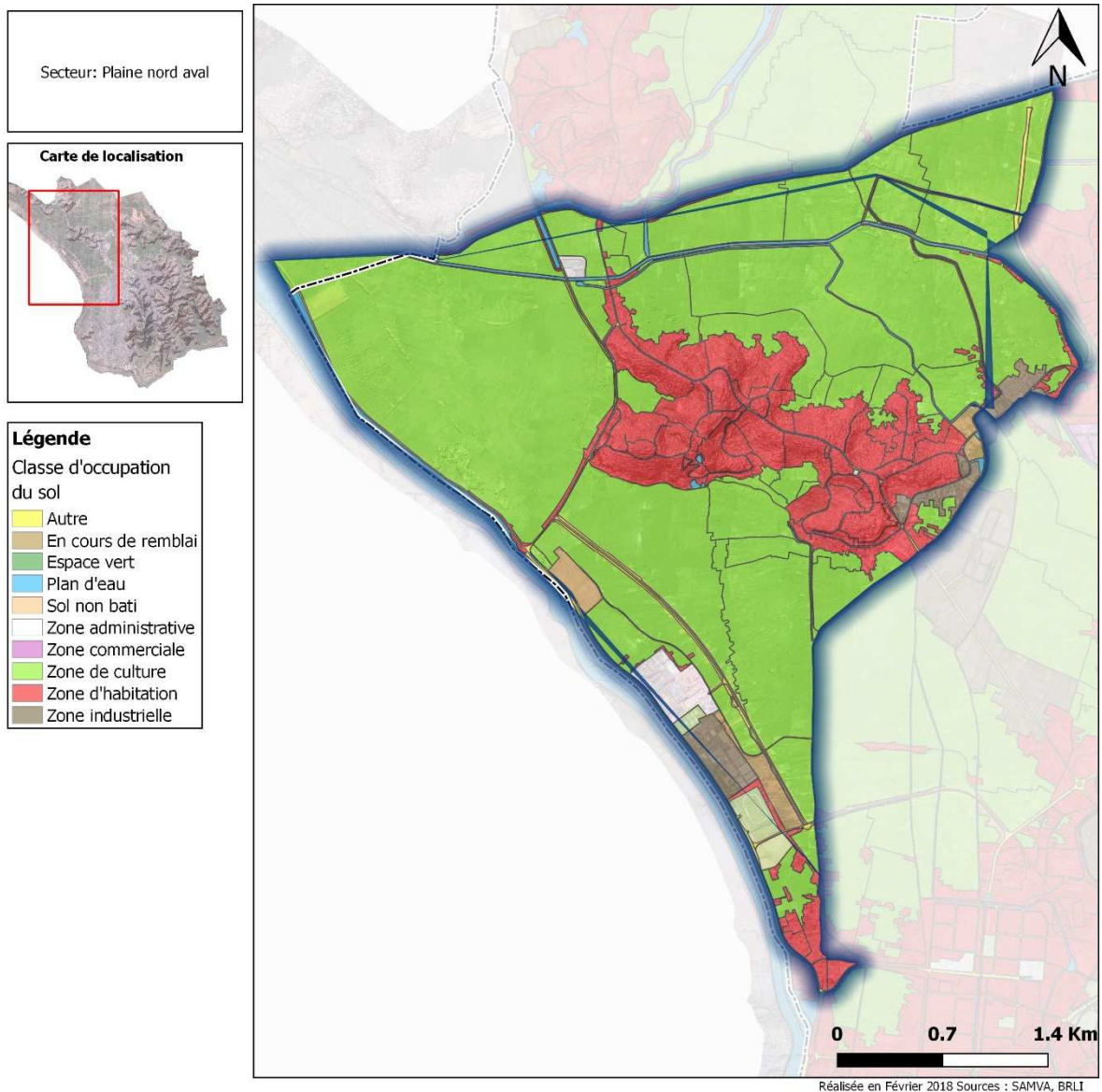


Figure 212 : occupation du sol sur le secteur de la plaine nord aval

3.10.1.3 Caractérisation des bassins versants

Comme pour la plaine nord amont, la topographie générale des rizières est très peu marquée. Il ne s'agit pas de bassins versants mais de zones d'impluvium. La pente moyenne de la plaine est de 1 pour 10 000.

Au centre de ce secteur, la colline d'Ambohimananarina, qui forme une sorte d'« île », présente un relief escarpé. Elle est incisée par de petits thalwegs avec des pentes de l'ordre de 1%. Les versants sont formés de terrasses sur lesquelles sont construites des habitations. La pente moyenne de ces versants sont de 25 à 50%.

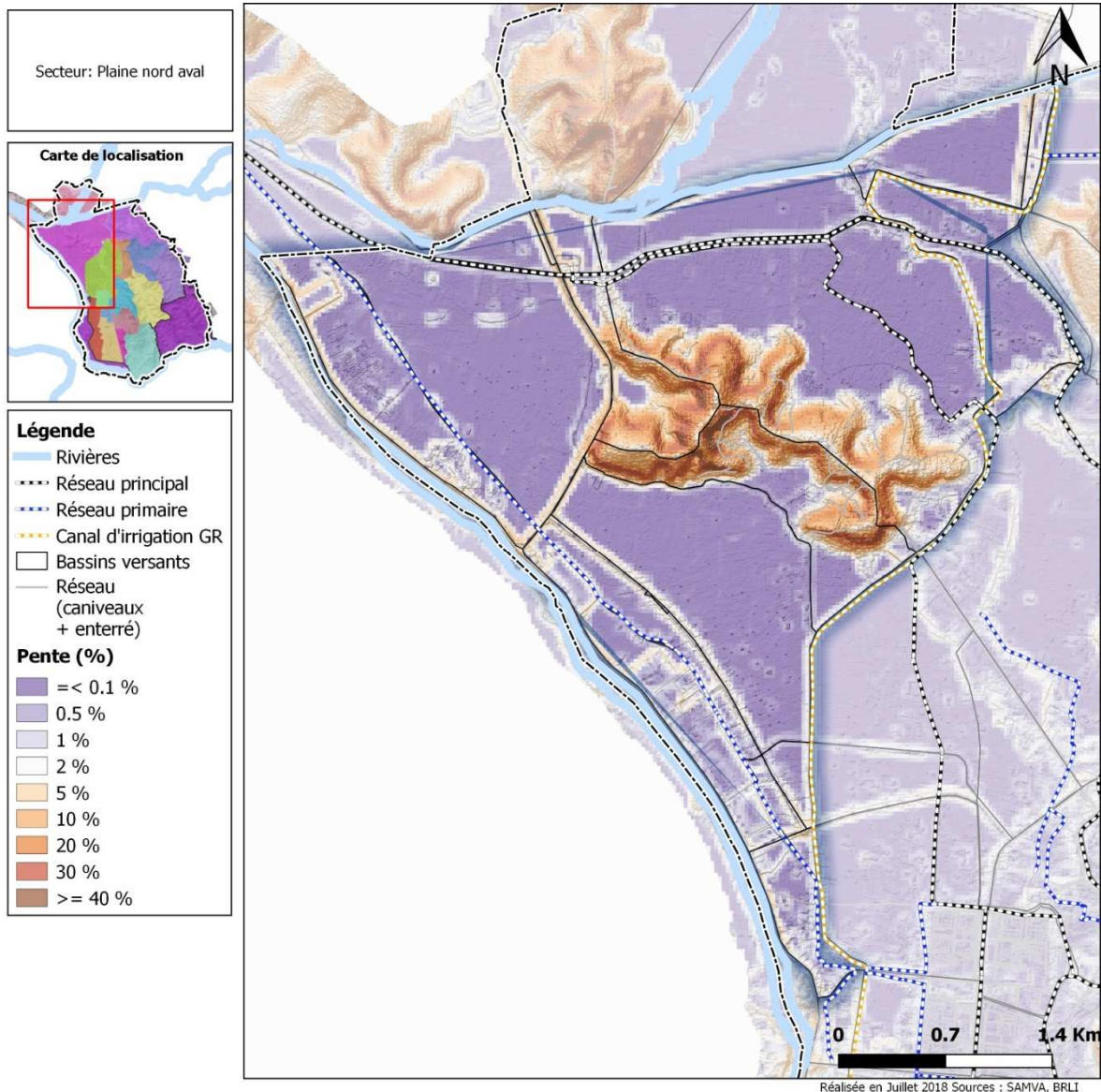


Figure 213: Secteur 9 - Plaine nord aval - Pente et réseau hydrographique

3.10.1.4 Enjeux humains présents

Le secteur est globalement très peu peuplé. Deux zones concentrent la population : le carrefour d'Ampasika à l'extrémité sud (densité supérieure à 100 000 hab/km²). et la colline d'Ambohimarinana (environ 50 000 hab/km²).

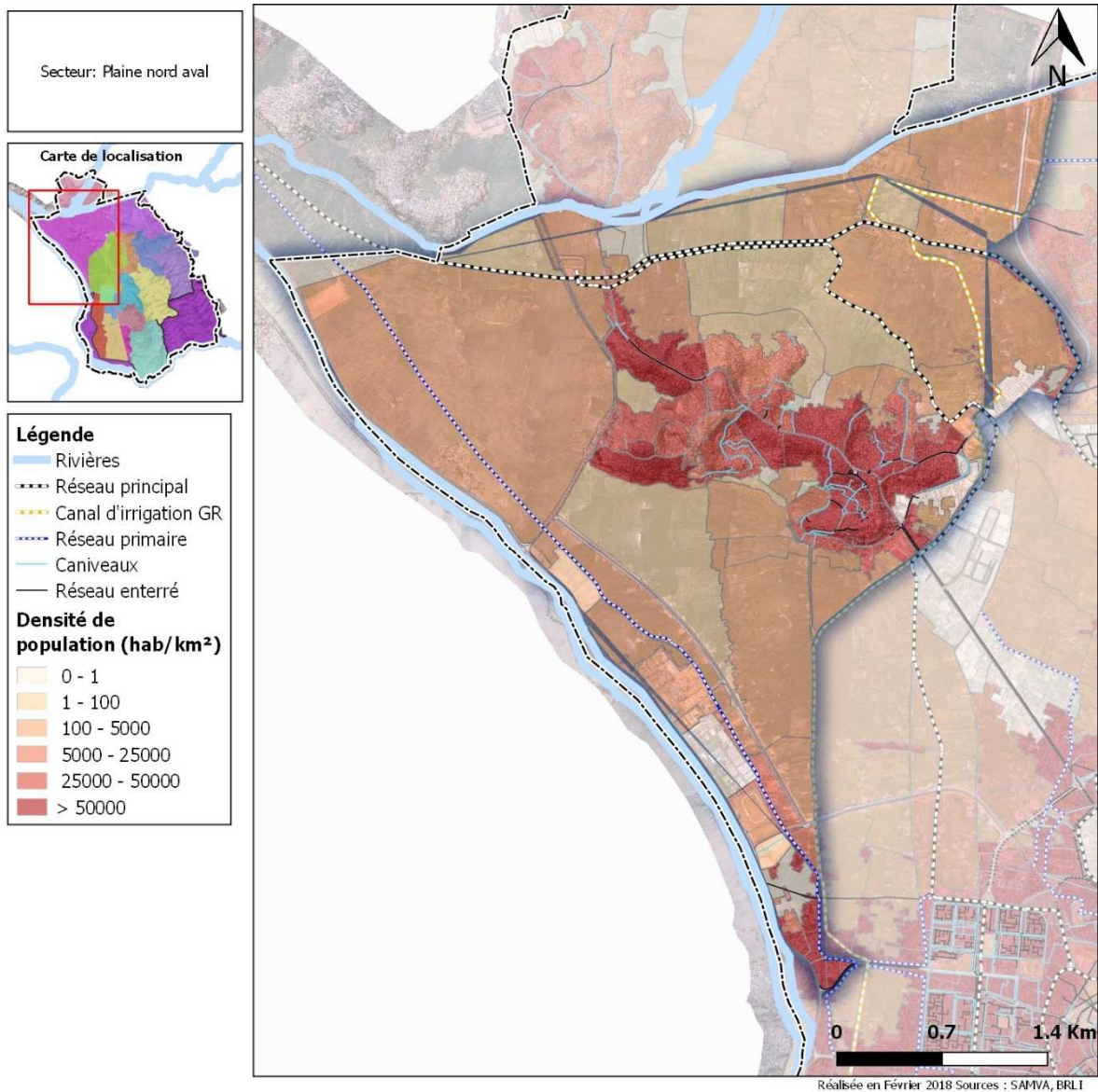


Figure 214: Secteur 9 - Plaine nord aval - Soamivasoandro - Densité de population

Le standing des habitations est « moyen » au sommet de la colline de d'Ambohimarinana. En pied de versant, en bordure de la plaine agricole, le standing est globalement « bas ». Il en est de même pour le carrefour d'Ampasika.

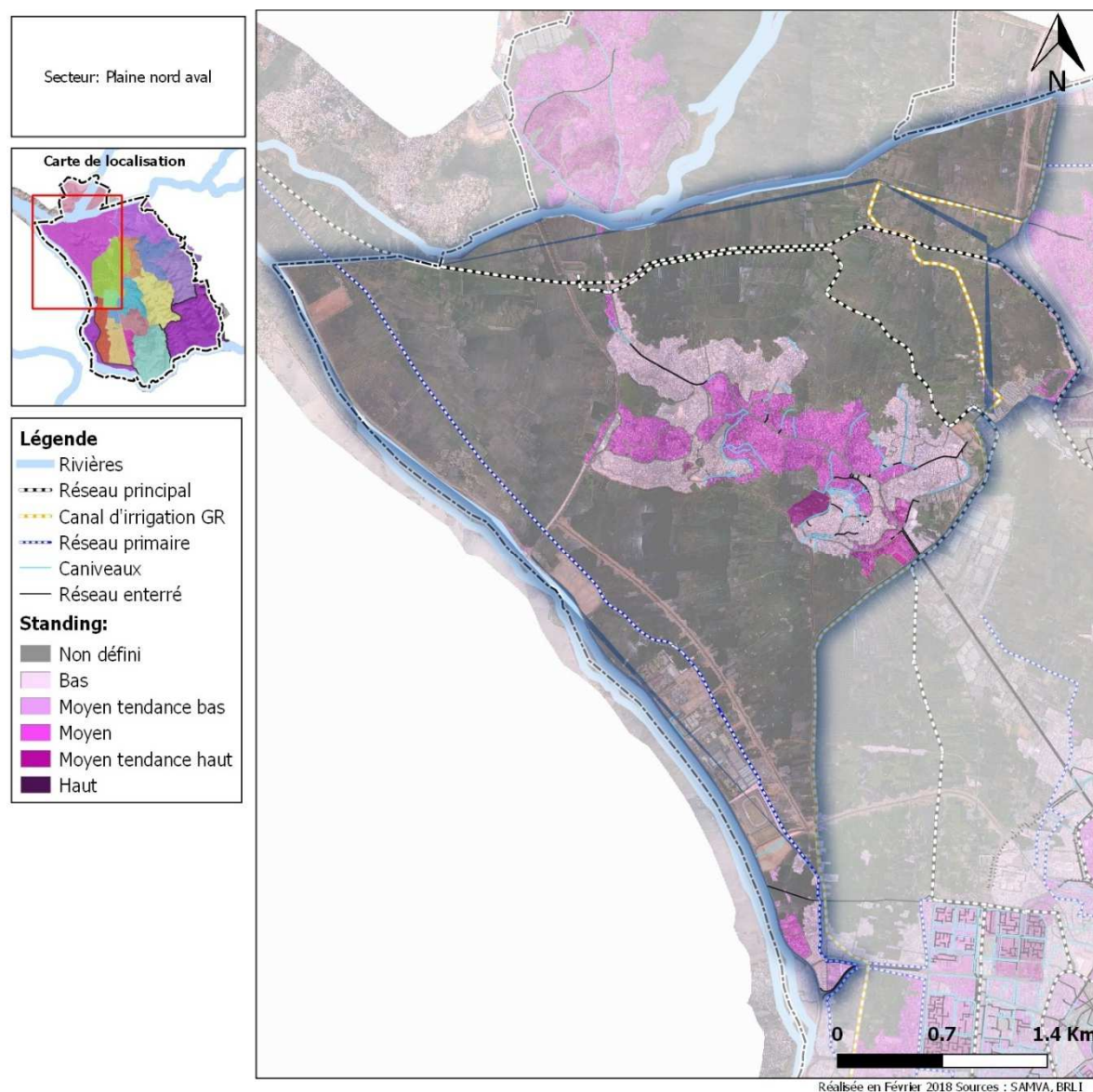


Figure 215: Secteur 9 - Plaine nord aval - Standing des habitations

3.10.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.10.2.1 Structure / typologie

3.10.2.1.1 Type de réseaux

À l'est du canal GR en amont et dans la partie aval, le drainage est assuré par le canal C3, tandis qu'à l'ouest du canal GR, le drainage est assuré par deux canaux :

- Un canal à l'ouest de la route de la francophonie qui récupère les eaux du secteur 16 « plaine sud-ouest » (cf. §3.17) et qui comporte un ouvrage vanné au niveau du franchissement de la digue transversale assurant la fermeture du polder en aval.
- Un canal au nord de la route de la Francophonie qui débute au niveau du siphon sous le canal GR et qui prend la direction du nord et suit ensuite vers l'ouest le pied de la colline d'Ambohimanarina. Il comporte également un ouvrage vanné au niveau de la digue aval raccordant la digue de l'Ikopa et celle de la Mamba.

La colline d'Ambohimanarina possède principalement un réseau composé de caniveaux. Il s'agit de caniveaux de petites dimensions (inférieurs à 50 cm) qui regagnent des caniveaux plus imposants (entre 50 et 100 cm). Les exutoires des caniveaux sont les plaines agricoles ou directement les canaux primaires. On remarque la présence d'une conduite enterrée de diamètre 300 mm le long de la RN4.

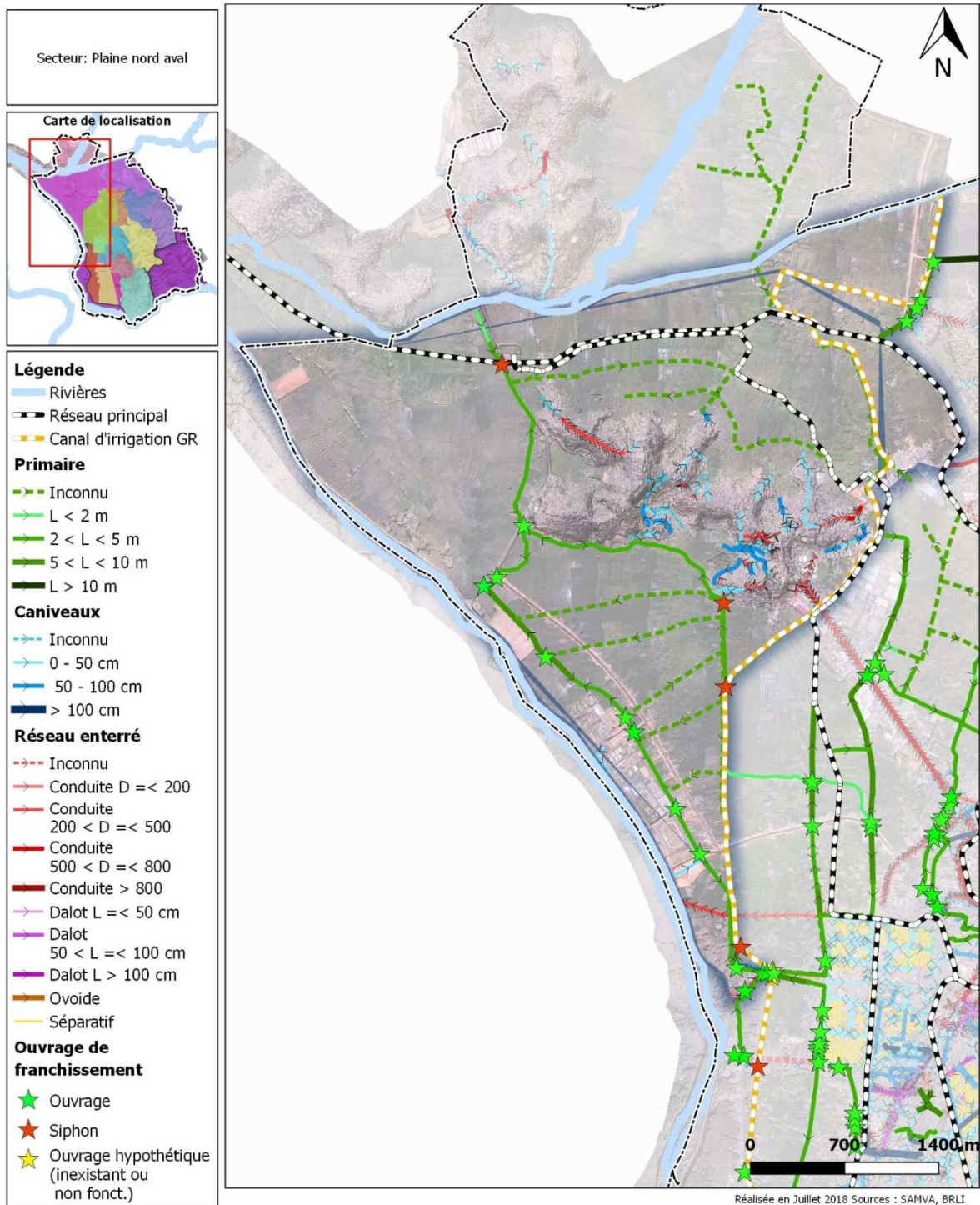


Figure 216: Secteur 9 - Plaine nord aval - Dimensions du réseau

Les pentes du réseau primaire sont très faibles, de l'ordre de 1 pour 10 000. La plupart des caniveaux ont des pentes comprises entre 1 et 5 % mais certains tronçons présentent de fortes pentes entre 5 et 20 %.

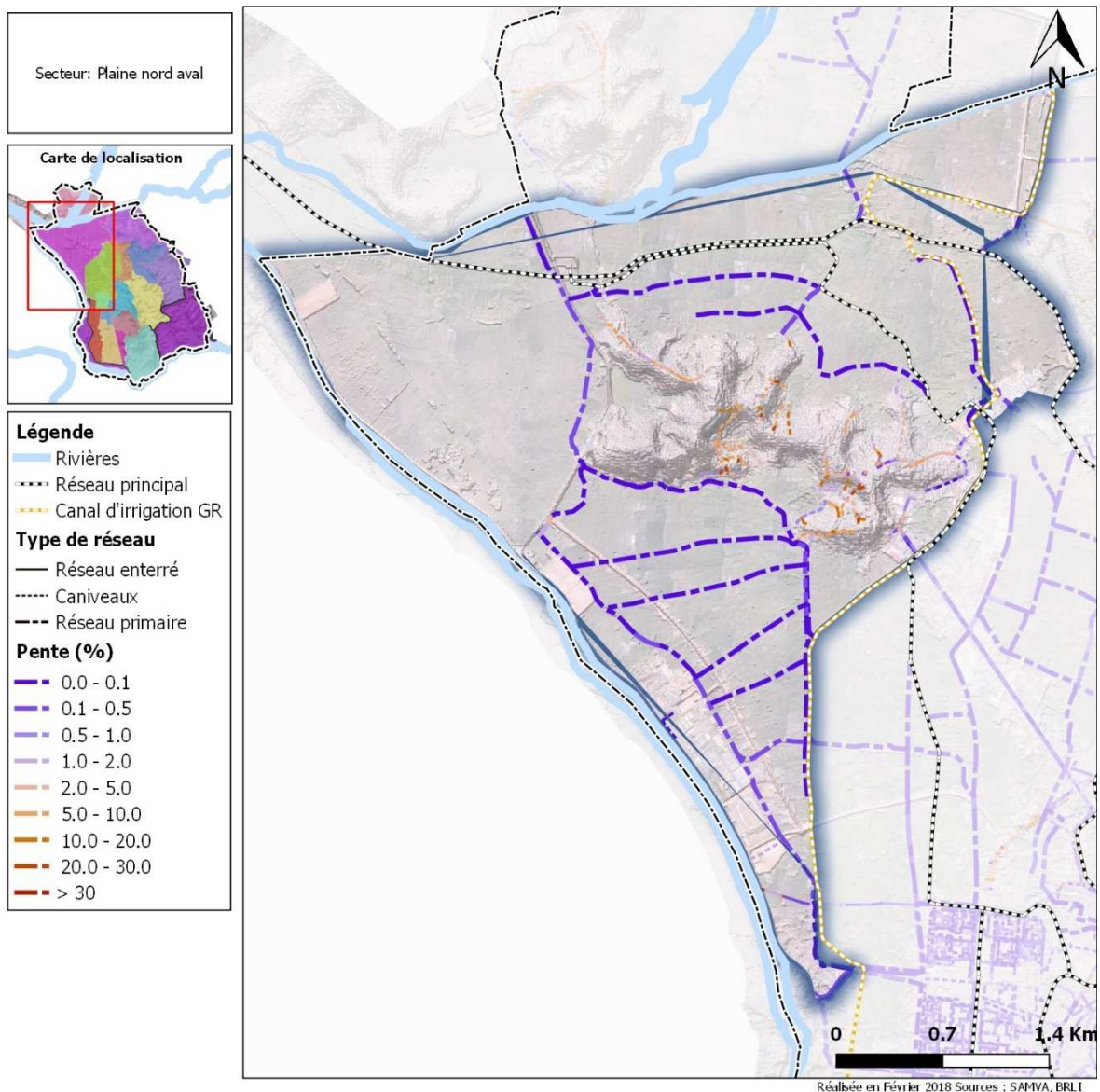


Figure 217: Secteur 9 - Plaine nord aval - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.10.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme pour les autres secteurs de la plaine, la présence de différents remblais lui donne une forme générale de cuvette assez prononcée.

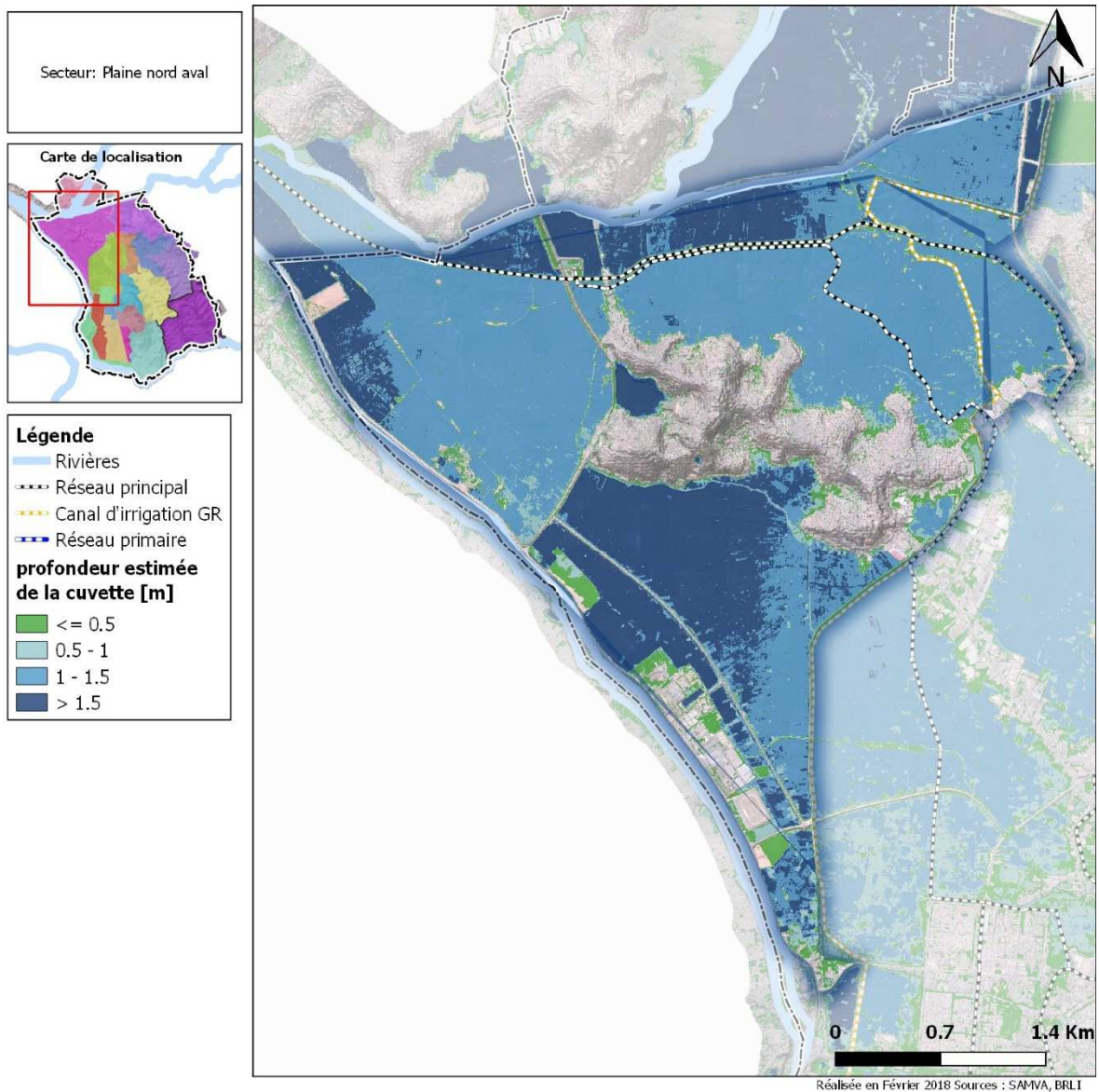


Figure 218 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine nord aval

3.10.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le fonctionnement des réseaux principaux sur ce secteur a fait l'objet d'une description exhaustive réalisé dans l'Activité 4

Le réseau primaire sur ce secteur à l'ouest du GR est alimenté par le tronçon PS32 (cf. fascicule n°1 « reconnaissances et enquêtes ») situé au nord du secteur de la plaine sud-ouest. Le réseau primaire fait ici circuler les eaux vers le nord à travers la plaine inondable enclavée entre la route digue de l'Ikopa, la route d'Ampasika au sud et la route de la francophonie à l'est.



Figure 219 Tronçon primaire sur le secteur de la plaine nord aval 1

Le tronçon présente un état moyen et se répand ponctuellement dans la plaine. Des habitations se trouvent ponctuellement en contrebas du tronçon et sont très fréquemment inondées.



Figure 220 Tronçon primaire sur le secteur de la plaine nord aval 2

Le réseau primaire sur ce secteur traverse des routes récentes construites en remblais. Les ouvrages de franchissement sont correctement dimensionnés.



Figure 221 Ouvrage de franchissement au niveau de Akoor Digue

CANIVEAUX

Le secteur étant essentiellement constitué de la plaine inondable, il ne comporte que peu de caniveaux secondaires.

RESEAU ENTERRE

Pour les mêmes raisons que celles exposées ci-avant, ce secteur ne présente a fortiori pas de réseau enterré significatif.

3.10.2.2 Désordres

Dans la majorité des cas, les caniveaux ne sont pas ou peu encombrés. Néanmoins, plusieurs tronçons présentent un encombrement moyen. Ils sont situés au sud de la colline, plutôt dans les parties basses. Le tronçon de réseau enterré présent sur le secteur est quant à lui obstrué.

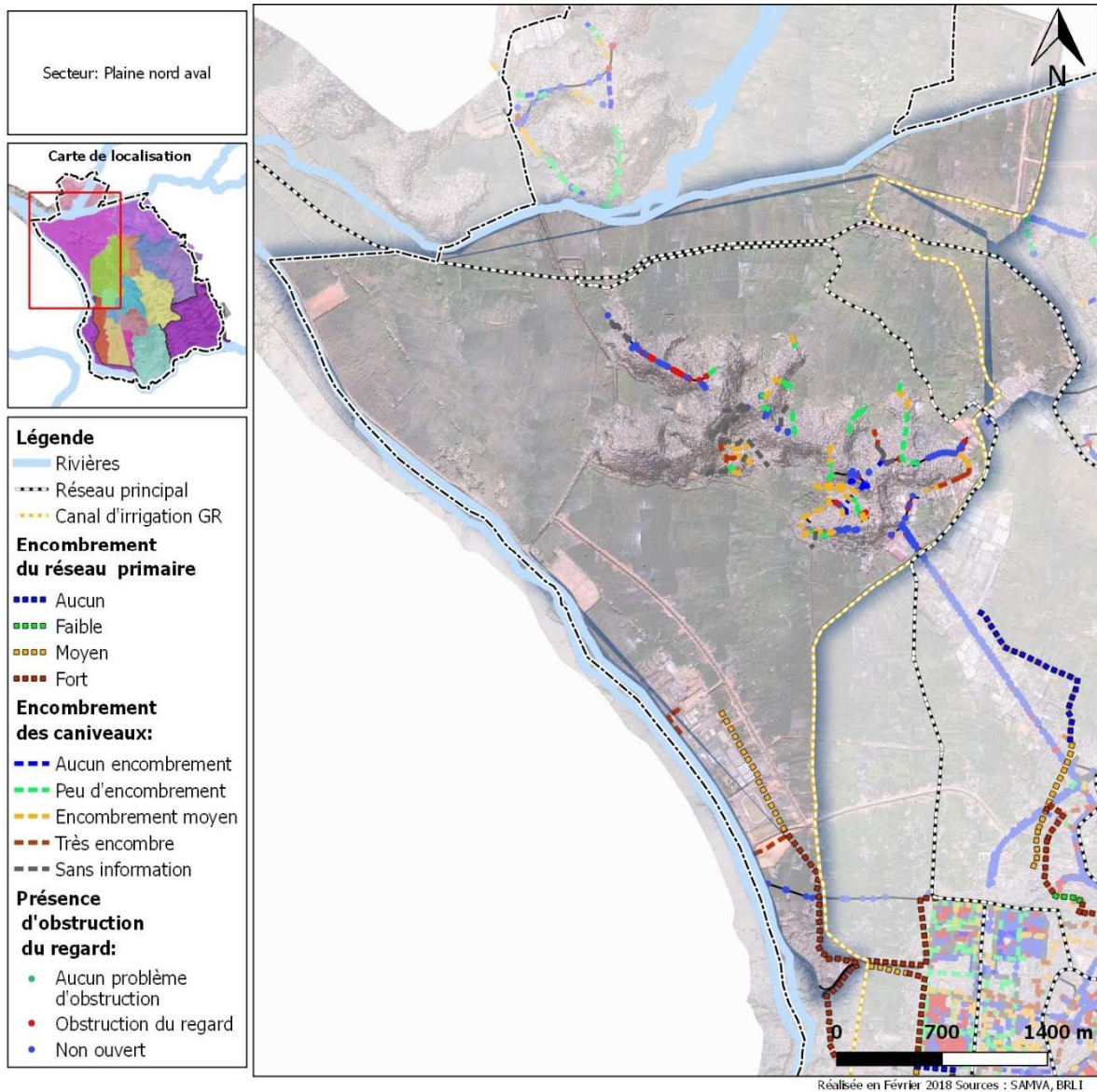


Figure 222: Secteur 9 - Plaine nord aval - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

Les regards ayant pu être ouverts étaient en charge, mais il restait néanmoins possible de voir certaines canalisations.

3.10.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Aucune information sur ce secteur n'a été signalée par les gestionnaires. Les enquêtes auprès des fokontany et des ménages ont identifié des problèmes d'inondation au niveau du carrefour d'Ampasika et le long du canal primaire à l'ouest de la route de la francophonie (zone 1 sur la carte ci-après). Les enquêtes ménages ont aussi fait ressortir un deuxième secteur dans les parties basses de la colline d'Ambohimananarina, sud et au nord (zone 2)

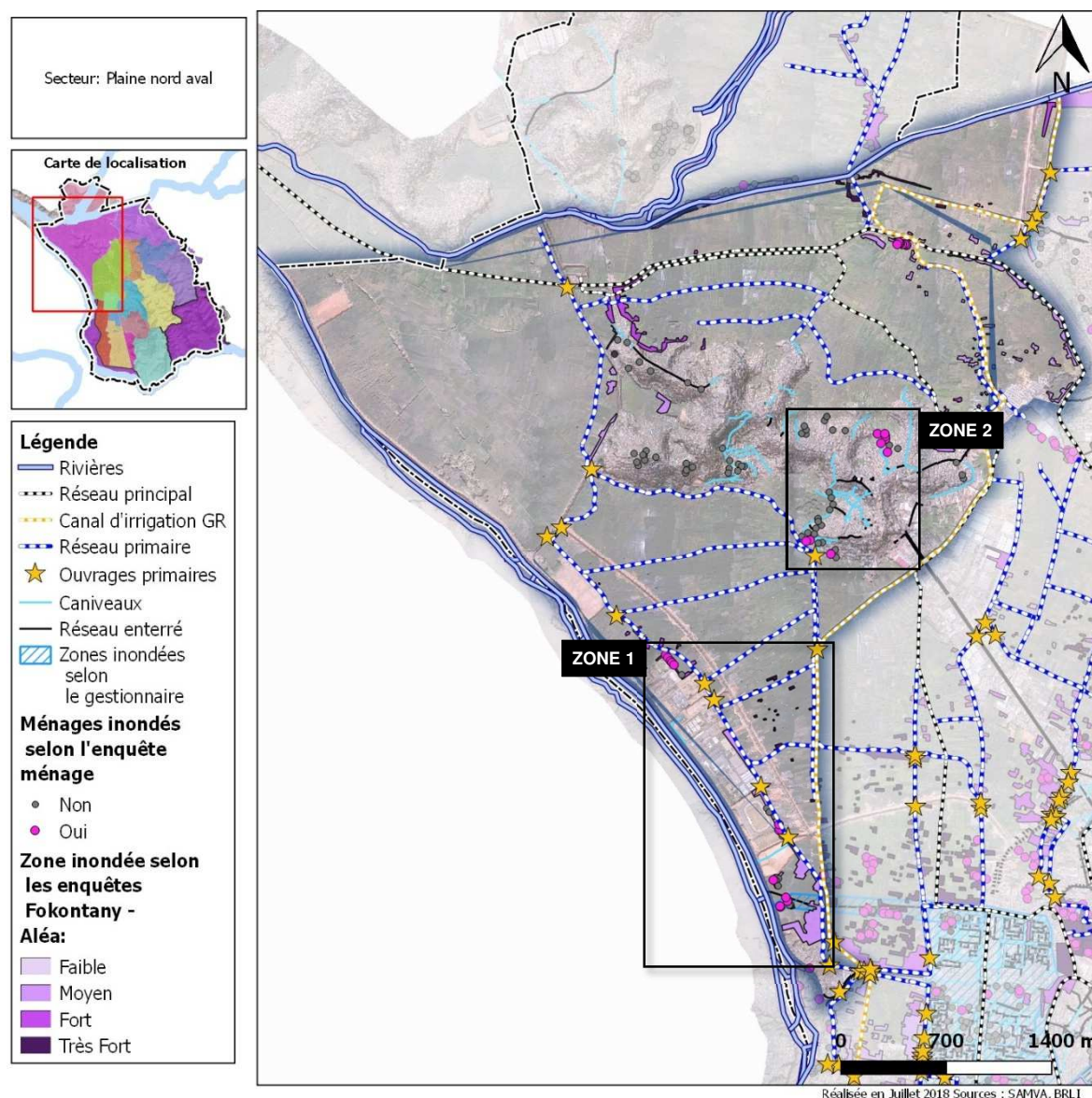


Figure 223: Secteur 9 - Plaine nord aval - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience

3.10.4 Synthèse

Les deux zones sensibles identifiées sont situées dans des parties présentant une altimétrie particulièrement basse, à proximité de la plaine agricole ou des canaux de drainage. Aussi, leur calage altimétrique représente selon toute vraisemblance une cause importante du problème.

Les problèmes d'inondations sont en outre principalement le fait d'un déficit de drainage de la plaine nord (capacité insuffisante du C3 et des canaux primaires et/ou de la station de pompage à l'aval). Pour la zone 1, s'ajoute à cela l'encombrement du canal qui ne fonctionne pas de manière nominale.

3.11 SECTEUR 10 : ANOSY

- Superficie = 216 ha
- Population estimée = 31 000 habitants

3.11.1 Description du secteur

Le secteur d'Anosy est situé à proximité du centre-ville et comprend la zone autour du lac Anosy (zone 1), le stade de Mahamasina (zone 2) ainsi que le réseau séparatif de la cité d'Ampefiloha et de la cité administrative (zone 3). Sa surface est de 216 ha.

Toutes les eaux pluviales collectées à Isoraka, Ambohidahy et autour du stade (zone 1 et 2) sont drainées dans le lac Anosy. Celui-ci possède un « trop plein » qui permet au lac de se vider par l'intermédiaire d'un dalot dans le canal Andriantany. Plus en aval, au niveau de la zone équipée d'un réseau séparatif, les eaux pluviales sont directement évacuées par des caniveaux vers le canal Andriantany.

La carte ci-après indique les différents fokontanys du secteur.

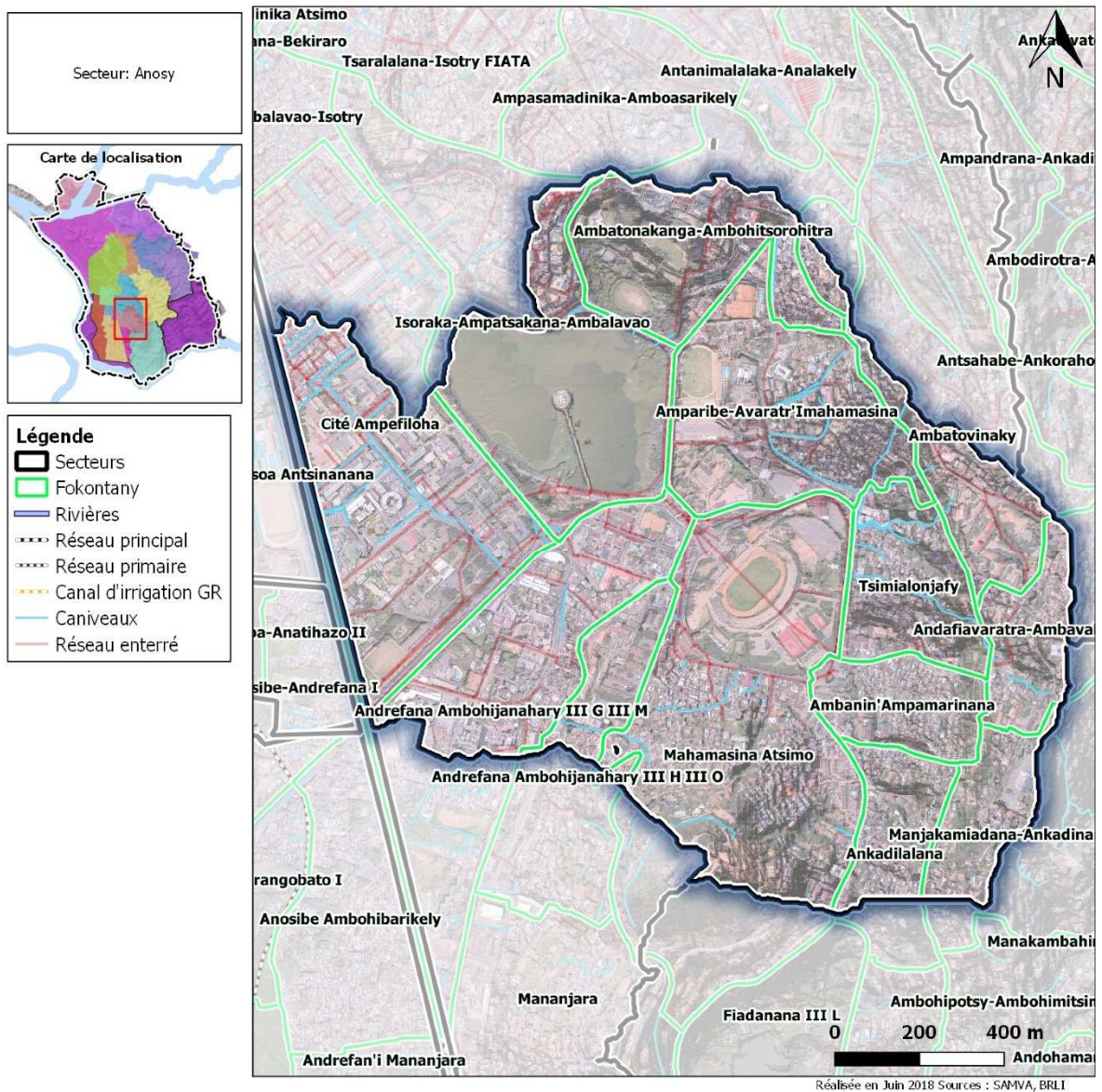


Figure 224: fokontanys du secteur Anosy

3.11.1.1 Relief

Le secteur « Anosy » se décompose en deux zones assez contrastées : à l'est se trouvent des versants remontant jusqu'au palais de la Reine avec des altitudes pouvant dépasser les 1400 mNGM alors qu'à l'ouest se situe une zone remblayée gagnée sur la plaine en rive droite de l'Andriantany et dont l'altitude descend parfois sous la cote 1249.

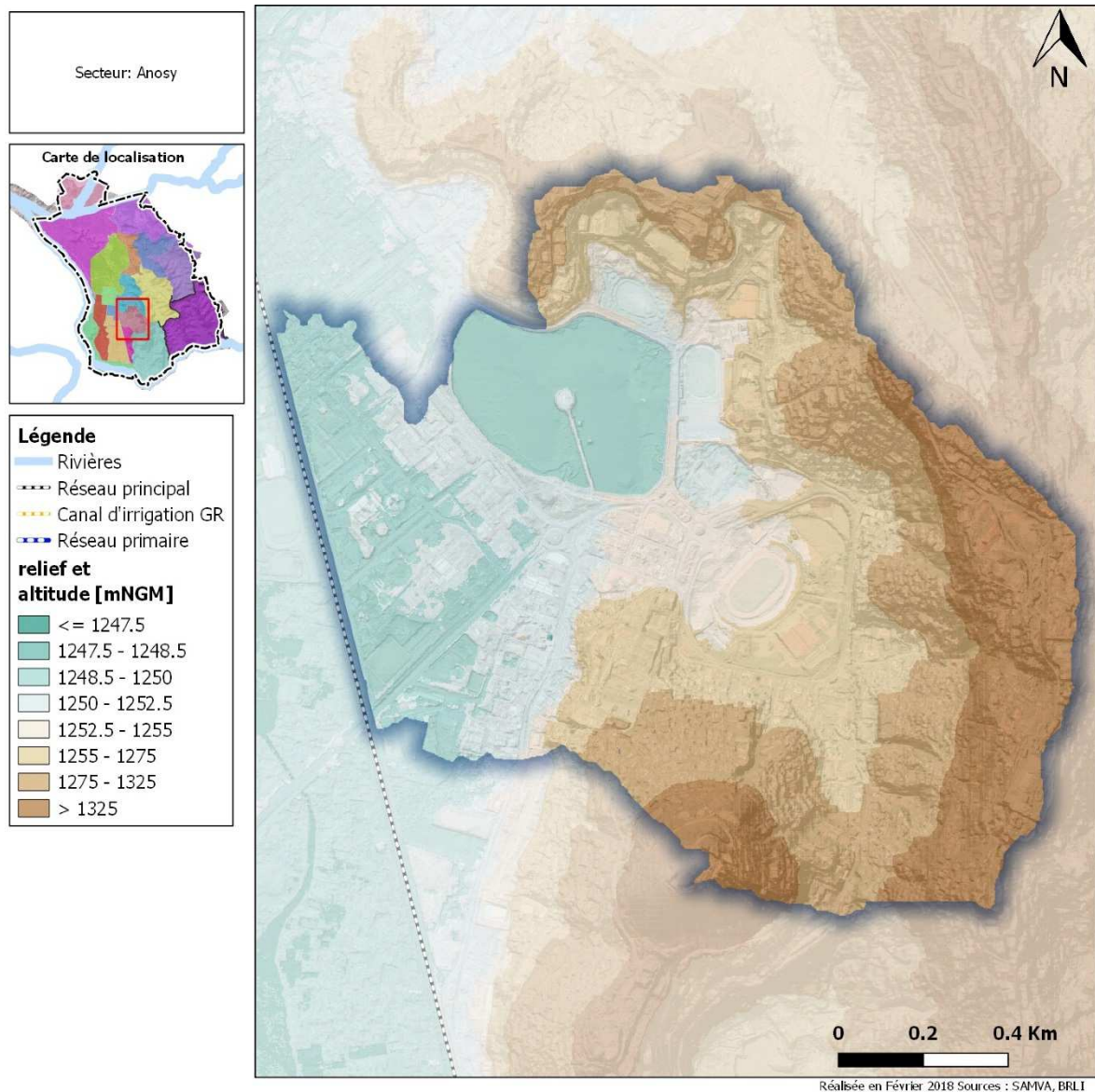


Figure 225 : relief du secteur "Anosy"

3.11.1.2 Occupation des sols

Le secteur « Anosy » est très fortement urbanisé, avec notamment des versants où se concentrent des zones habitation résidentielle, qui ne présentent toutefois pas les coefficients d'occupation du sol les plus élevés de la CUA.

Une part importante du secteur, située principalement en aval, aux abords du canal Andriantany, est occupé par des équipements divers et des activités administratives.

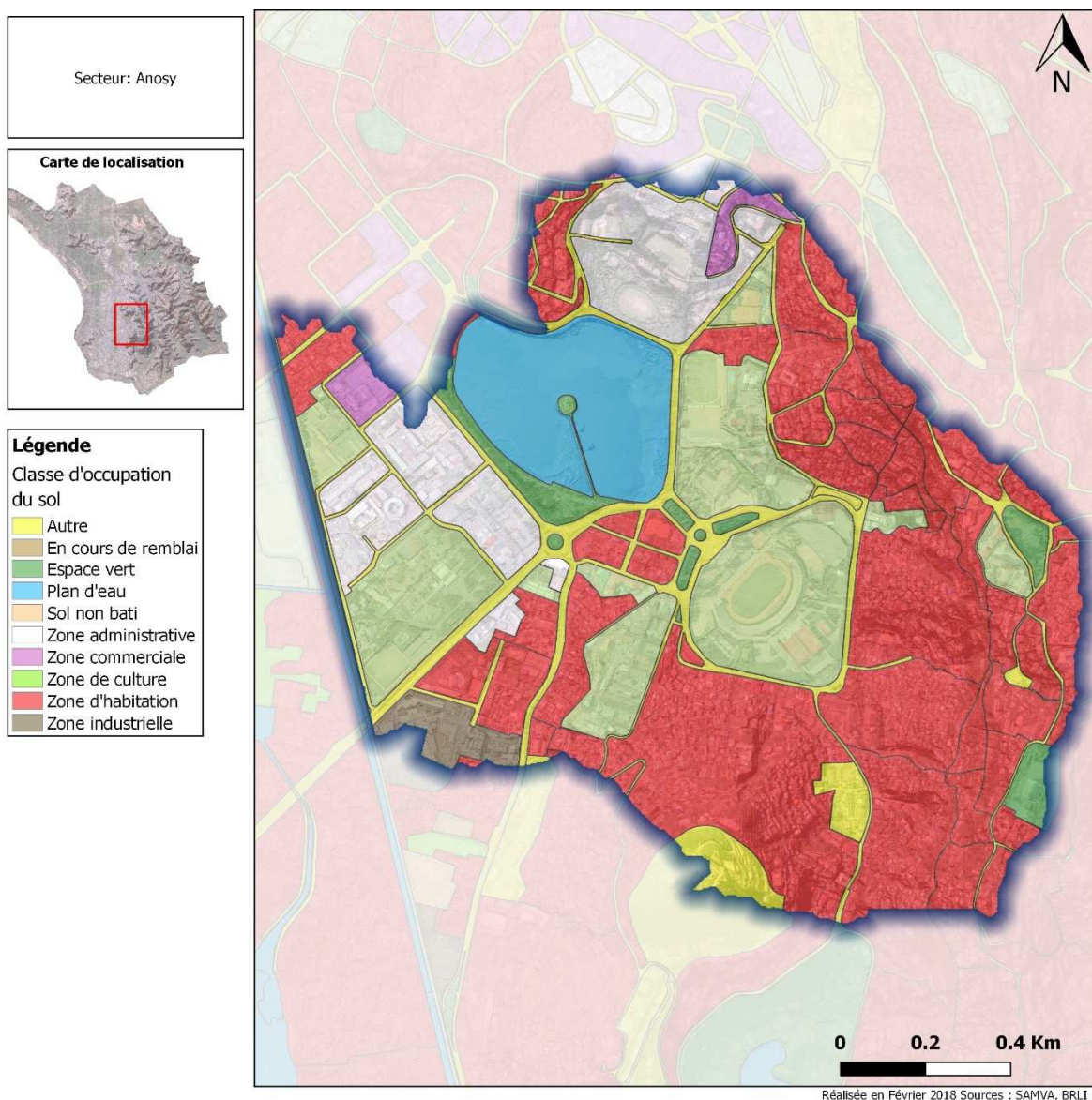


Figure 226 : occupation du sol sur le secteur "Anosy"

3.11.1.3 Caractérisation des bassins versants

On peut distinguer un premier bassin versant au niveau d'Isoraka qui rejette ses eaux au nord du lac Anosy. Les pentes en amont peuvent atteindre 50% mais en général, elles ne dépassent pas les 15%.

Un deuxième bassin versant, autour du stade situé au sud est du secteur, se caractérise par son rejet dans le sud du lac Anosy. C'est au niveau de ce bassin versant que les pentes sont les plus élevées, pouvant atteindre 50%, notamment sur les versants de la colline d'Ambohijanahary ainsi que les collines à l'est du stade. Les pentes sont ensuite très faibles dans la vallée.

Enfin, il existe un troisième bassin versant au niveau du réseau séparatif, dont la pente est quasiment nulle car situé dans la plaine.

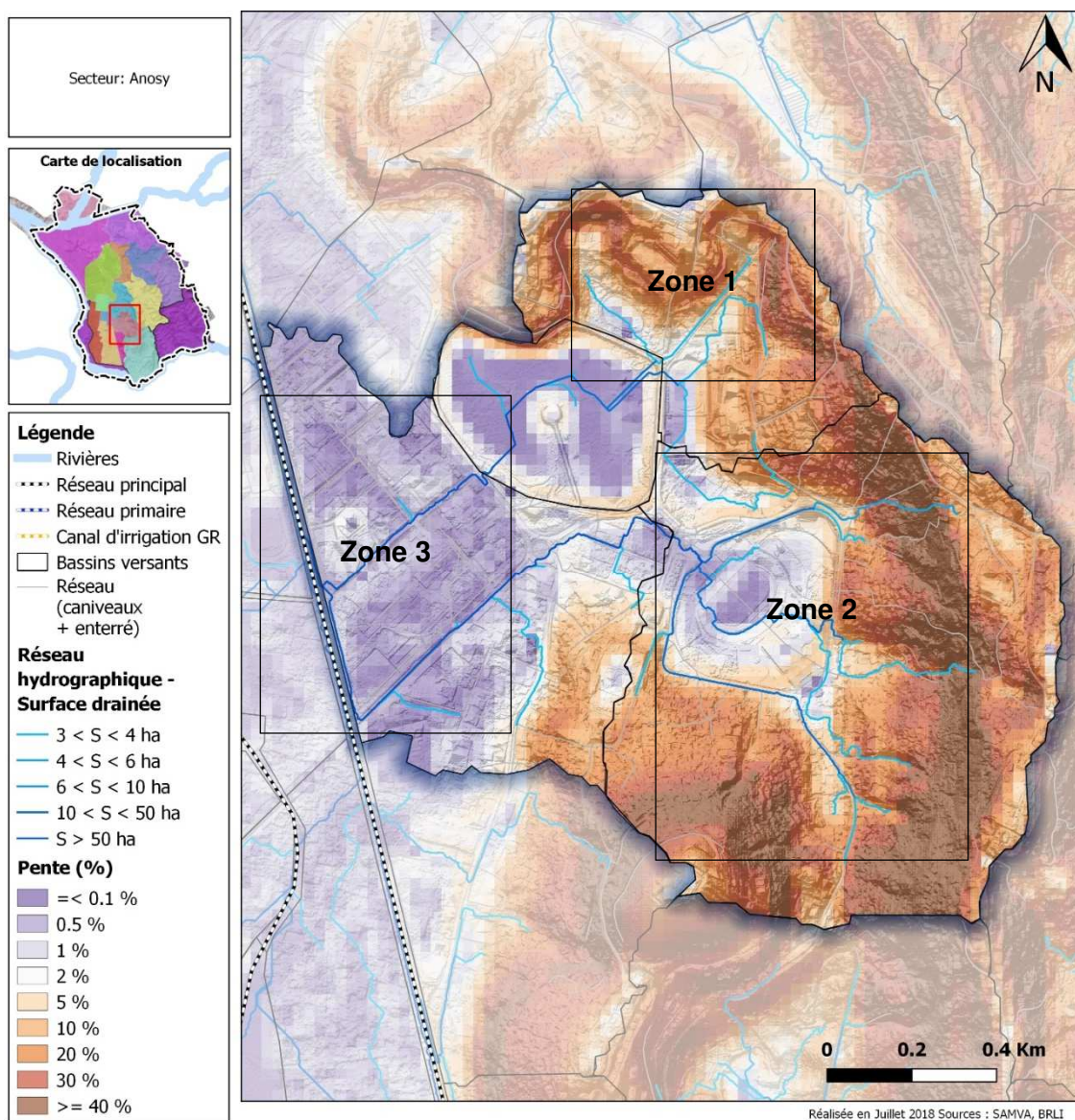


Figure 227: Secteur 10 - Anosy - Pente et réseau hydrographique

3.11.1.4 Enjeux humains présents

Les zones densément habitées se situent généralement sur les versants des collines. En effet, la densité avoisine les 50 000 habitants/km² sur les collines autour du stade, alors qu'elle atteint seulement la centaine d'habitants au km² autour du lac et du stade. Ceci s'explique par le fait que ces zones plus basses correspondent pour une part importante à des zones d'activité (stade, terrain de sports, parc,...) et sont donc moins habitées. On observe cependant une zone densément peuplée (>50 000 habitants/km²) entre Ambohijanahary et la cité.

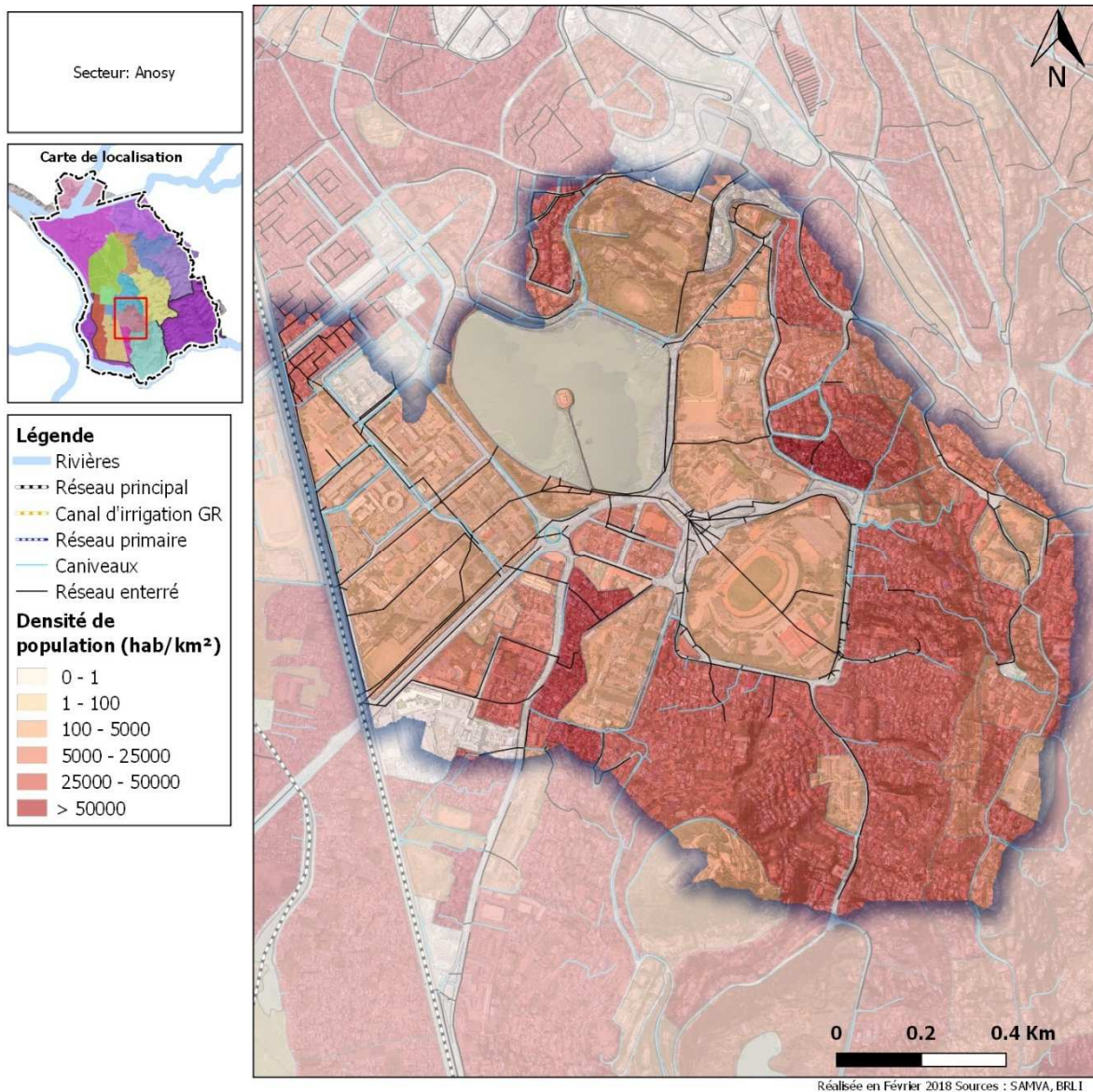


Figure 228: Secteur 10 - Anosy - Soamivasoandro - Densité de population

Concernant le standing des habitations, il est le plus élevé sur le versant de la colline à l'est du stade, avec un standing jugé comme « haut ». Il reste tout de même moyen avec une tendance haute sur les autres zones d'habitation du secteur.

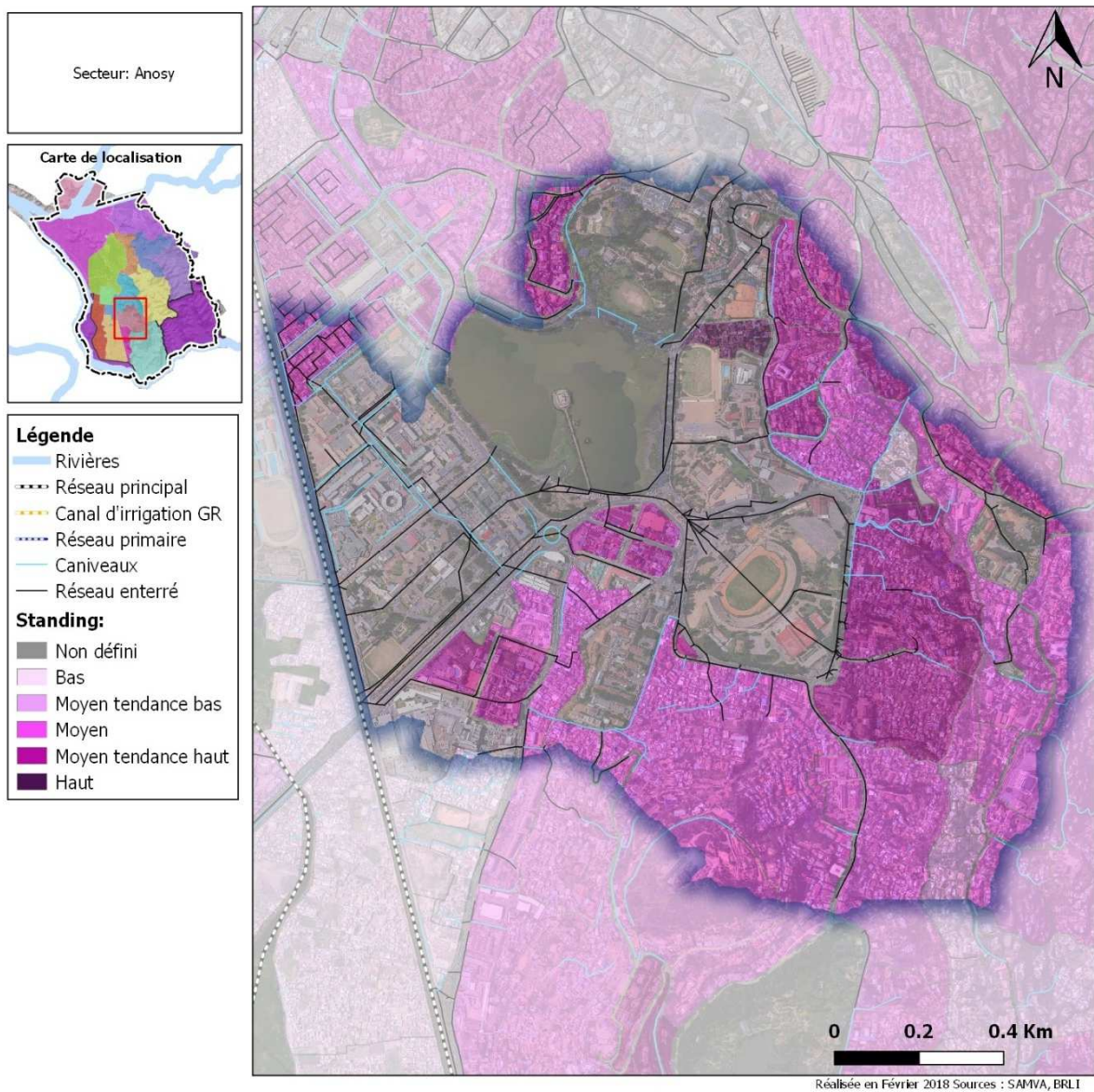


Figure 229: Secteur 10 - Anosy - Standing des habitations

3.11.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.11.2.1 Structure / typologie

3.11.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau présent au niveau de ce secteur est particulier. En effet, la zone 1 (cf. carte des pentes ci-avant) est desservie par un réseau strictement pluvial qui se jette directement dans le lac Anosy, alors que la zone 2 est équipée d'un réseau unitaire.

Celui-ci fonctionne de la manière suivante :

- En période sèche, 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.

La zone 3 est dotée d'un réseau d'eaux pluviales, séparé du réseau d'eaux usées et ayant son exutoire dans le canal Andriantany.

Pour résumer, les eaux pluviales de la zone 1 et 2 passent par le lac Anosy avant de rejoindre le canal Andriantany et celles de la zone 3 se rejettent directement dans le canal Andriantany.

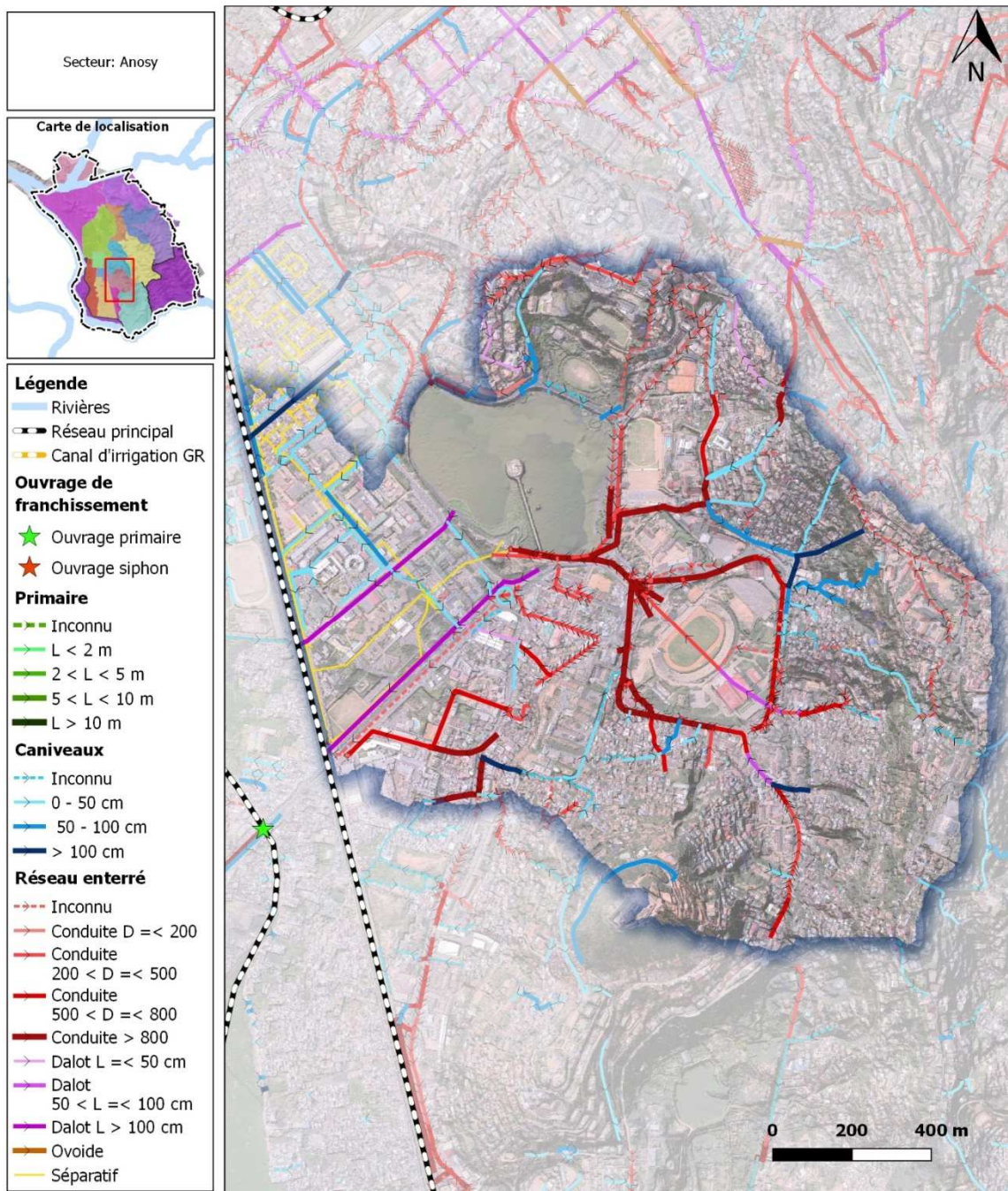


Figure 230: Secteur 10 - Anosy - Dimensions du réseau

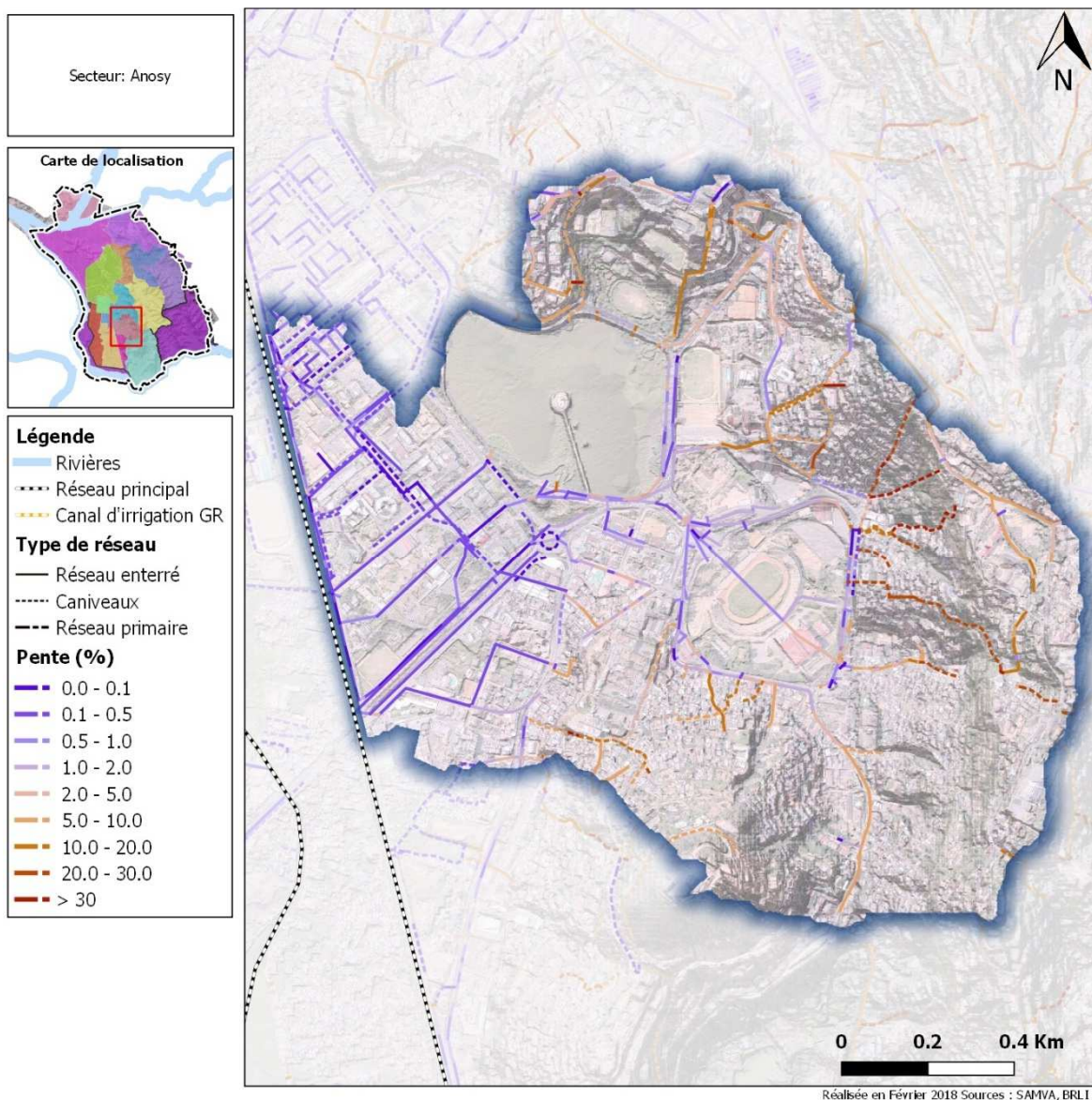


Figure 231: Secteur 10 - Anosy - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.11.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme cela a été souligné lors de la présentation de son relief, le secteur d'Anosy correspond pour partie (Ampefiloha) à un remblai gagné sur la plaine inondable. Globalement plate, la zone en question présente en plusieurs endroits des dépressions qui, si elles ne sont en général pas très profondes, peuvent quoi qu'il en soit constituer autant de lieux d'accumulation temporaire d'eau lors d'événements pluvieux.

Certaines des « cuvettes » ainsi identifiées sont d'ailleurs bien corrélées avec les secteurs d'inondation fréquente décrits par les acteurs locaux (cf. §3.11.3).

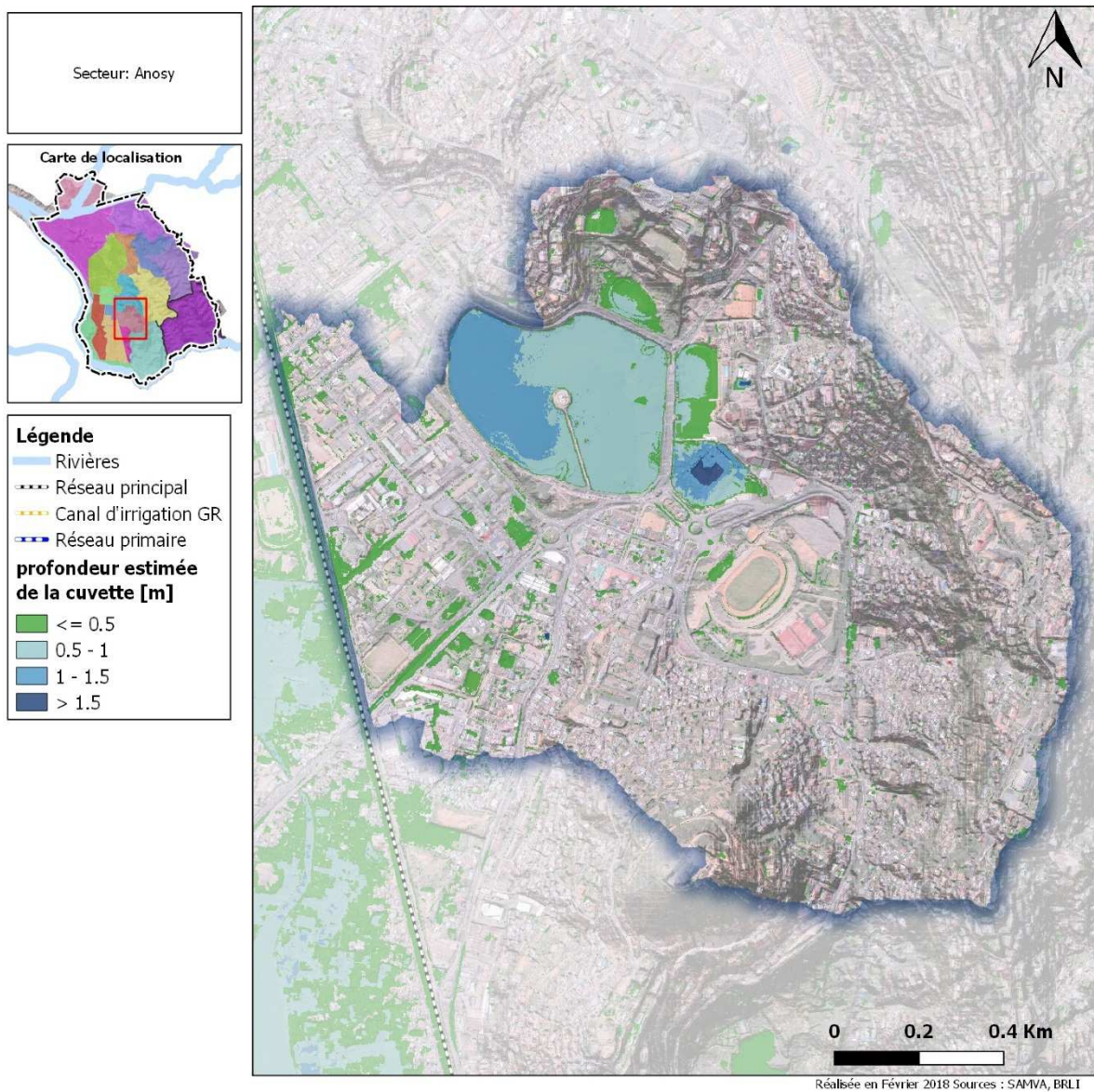


Figure 232 : localisation et importance des cuvettes présents sur le secteur "Anosy"

3.11.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

La majorité de l'impluvium se situe au sud et à l'est du secteur, en amont du stade Mahamasina. Le ruissellement y est collecté par des ouvrages principalement enterré, avec des canalisations de diamètres 600 puis 800 puis 1000 mm.

Deux branches distinctes contournent l'enceinte du stade avant de confluer avec un troisième DN 1000 en provenance du nord-est et longeant le lac.

Comme expliqué plus haut, ces différents écoulements sont, en saison des pluies, dirigés vers le lac qui permet d'assurer un effet tampon au moyen d'un débit de vidange contrôlé par un dalot de 1,3x1,3 m traversant la zone administrative d'Ampefiloha et dont la capacité est fonction des niveaux respectifs de l'Andriantany et du lac.

3.11.2.2 Désordres

On constate en premier lieu que les caniveaux ne sont pas très encombrés sur ce secteur. En effet, les caniveaux possédant une forte pente sont en général très peu encombrés et les caniveaux situés davantage dans la plaine et/ou au niveau du réseau séparatif sont moyennement encombrés. On observe par ailleurs que tous les regards ayant pu être ouverts sur le secteur sont obstrués, témoignant des difficultés à entretenir correctement le réseau et à le maintenir dans un niveau nominal de fonctionnement.

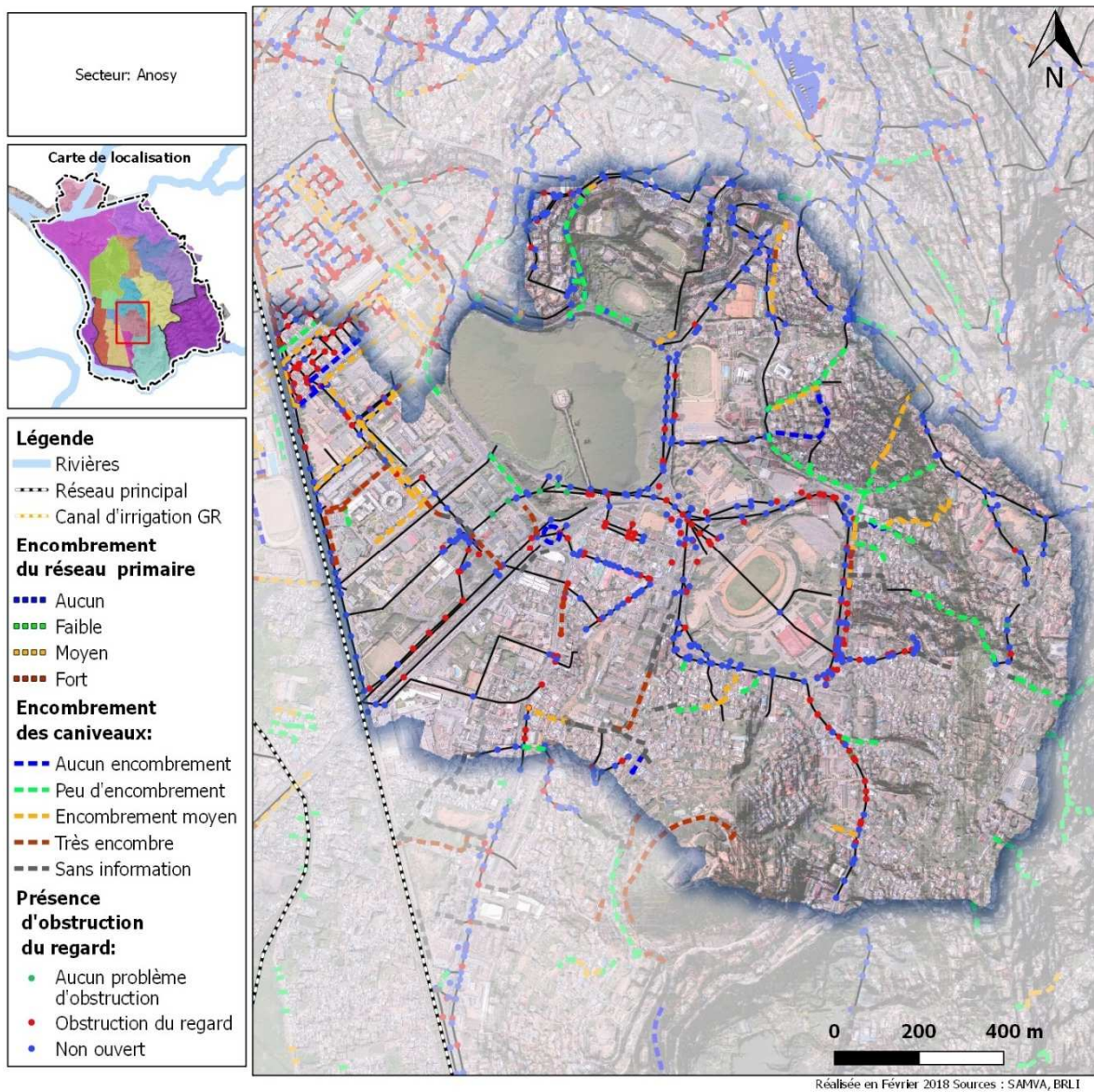


Figure 233: Secteur 10 - Anosy - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

On remarque enfin sur la figure suivante que le réseau est en charge partout sur le secteur.

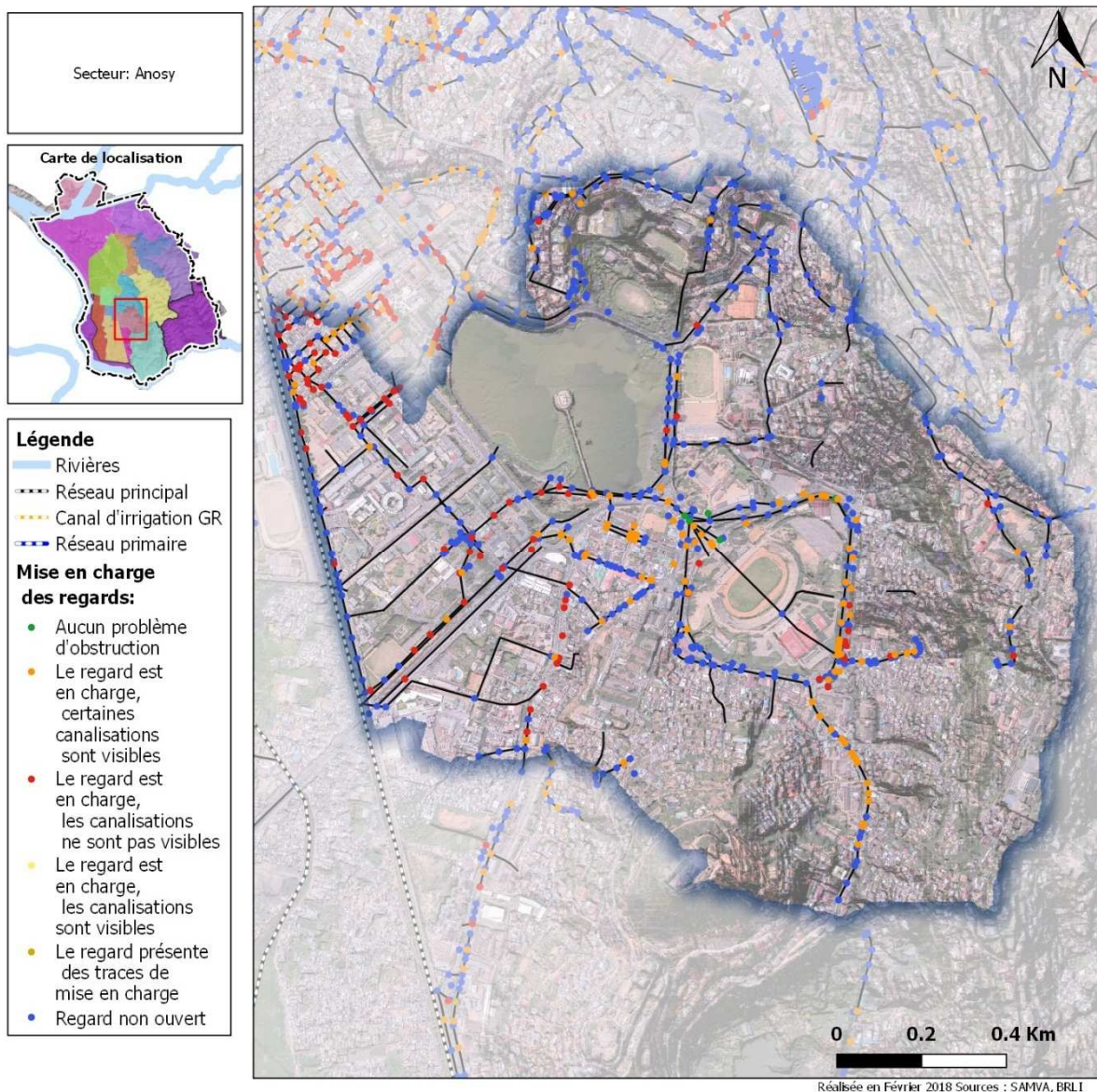


Figure 234: Secteur 10 - Anosy - Niveau de mise en charge des regards

3.11.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les zones sensibles aux inondations selon les informations communiquées par les gestionnaires correspondent à l'ensemble des zones basses du secteur. Elles se situent entre le lac Anosy et le canal Andriantany, mais aussi au niveau du stade Mahamasina où les pentes des caniveaux provenant des collines alentours s'adoucissent fortement.

Les enquêtes réalisées auprès des fokontany montrent que les zones les plus fréquemment impactées par les inondations se trouvent sur la rive sud-est du lac Anosy.

Les enquêtes auprès des ménages n'ont quant à elles donné que peu de retours sur ce secteur.

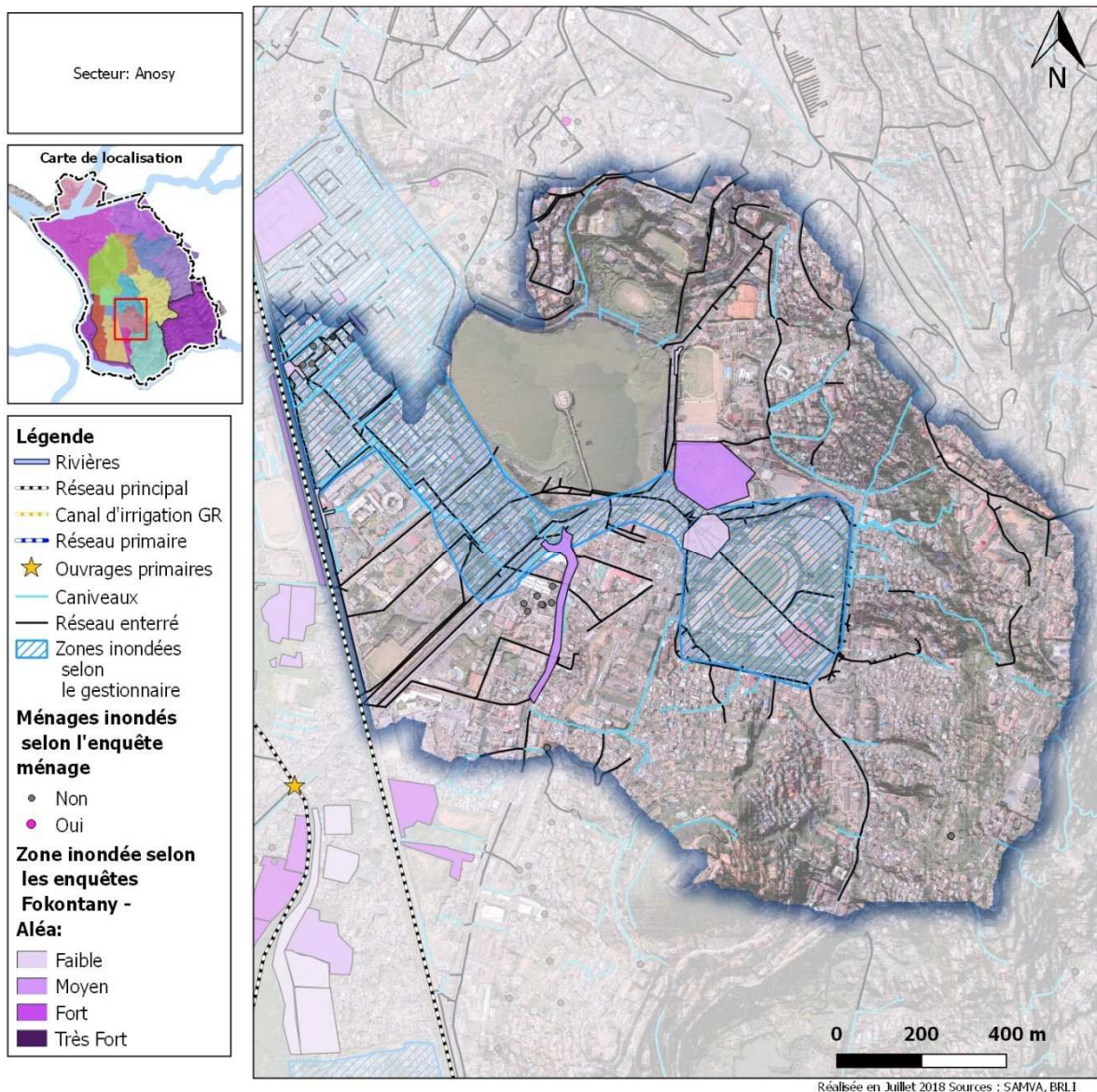


Figure 235: Secteur 10 - Anosy - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.11.4 Synthèse

Les causes des problèmes rencontrés sur ce secteur et exposés aux paragraphes précédents sont a priori dus aux causes suivantes :

- Une topographie défavorable très plane en aval du stade et très peu surélevée par rapport aux niveaux des ouvrages de drainage
- Un déficit du drainage dû au niveau actuellement très élevé du canal Andriantany (tout juste quelques dizaines de cm sous la cote des terrains riverains), empêchant une vidange normale du lac Anosy et conduisant au refoulement fréquent des grilles et regards qui s'y connectent
- Un dysfonctionnement du réseau de drainage. En effet, celui-ci est totalement en charge sur l'ensemble du secteur et il a été constaté que les regards étaient obstrués.

3.12 SECTEUR 11 : ANOSIBE — ANDAVAMAMBA

- Superficie = 290 ha
- Population estimée = 160 000 habitants

3.12.1 Description du secteur

Le secteur 11 « Anosibe-Andavamamba » correspond à la tête amont du bassin drainé par le canal C3. Sa superficie est de 290 ha. Le secteur est délimité :

- Au sud, par le canal d'irrigation GR
- À l'ouest, le canal primaire qui rejoint le canal C3 en aval du bassin d'Andavamamba
- À l'est, le canal Andriantany
- Au nord, la cité des 67 ha

La carte ci-après indique les différents fokontanys du secteur.

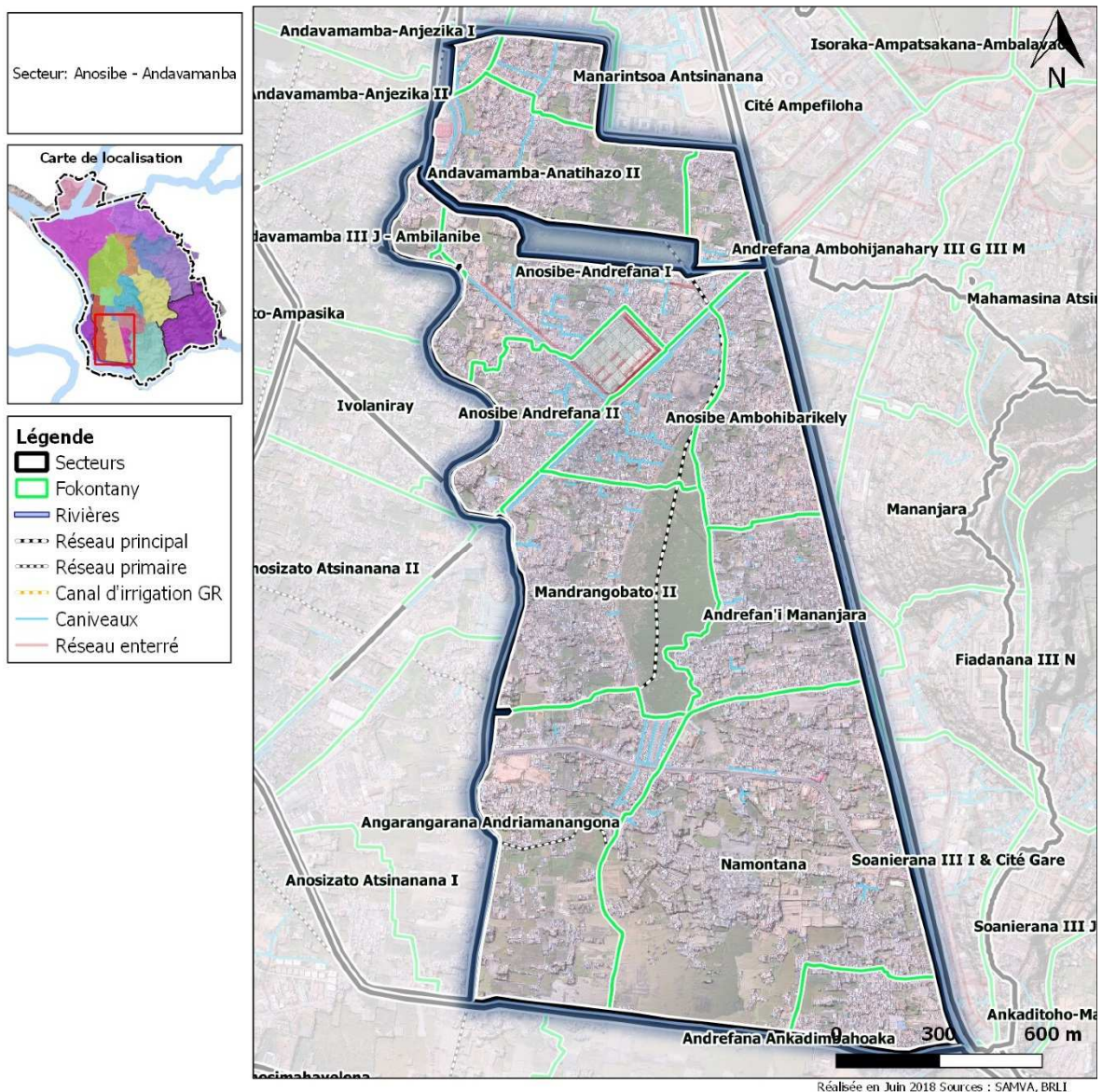


Figure 236 : fokontany du secteur Anosibe - Andavamamba

Remarque importante : le fonctionnement hydraulique de la plaine sud a été étudié de manière complète dans le cadre de l'Activité 4 du PIAA. Le phénomène d'inondation dans la plaine sud est un processus lent qui prend place à l'échelle de l'ensemble de la saison des pluies. Il est fortement lié à la capacité d'évacuation du réseau principal (C3) et des conditions hydrauliques dans la plaine nord.

3.12.1.1 Relief

Comme pour les autres secteurs de la plaine abordés jusqu'à présent dans ce document, le relief d'Anosibe-Andavamamba est très plat, simplement marqué par les remblais de la route d'Anosibe, et de la RN1.

Bien que densément habité (cf. paragraphe suivant), ce secteur ne présente en général qu'une hauteur de remblai très limité puisque les habitations sont calées à une cote altimétrique de 1249, soit tout juste le même niveau que celui de la cité des 67 ha pourtant située sensiblement plus en aval.

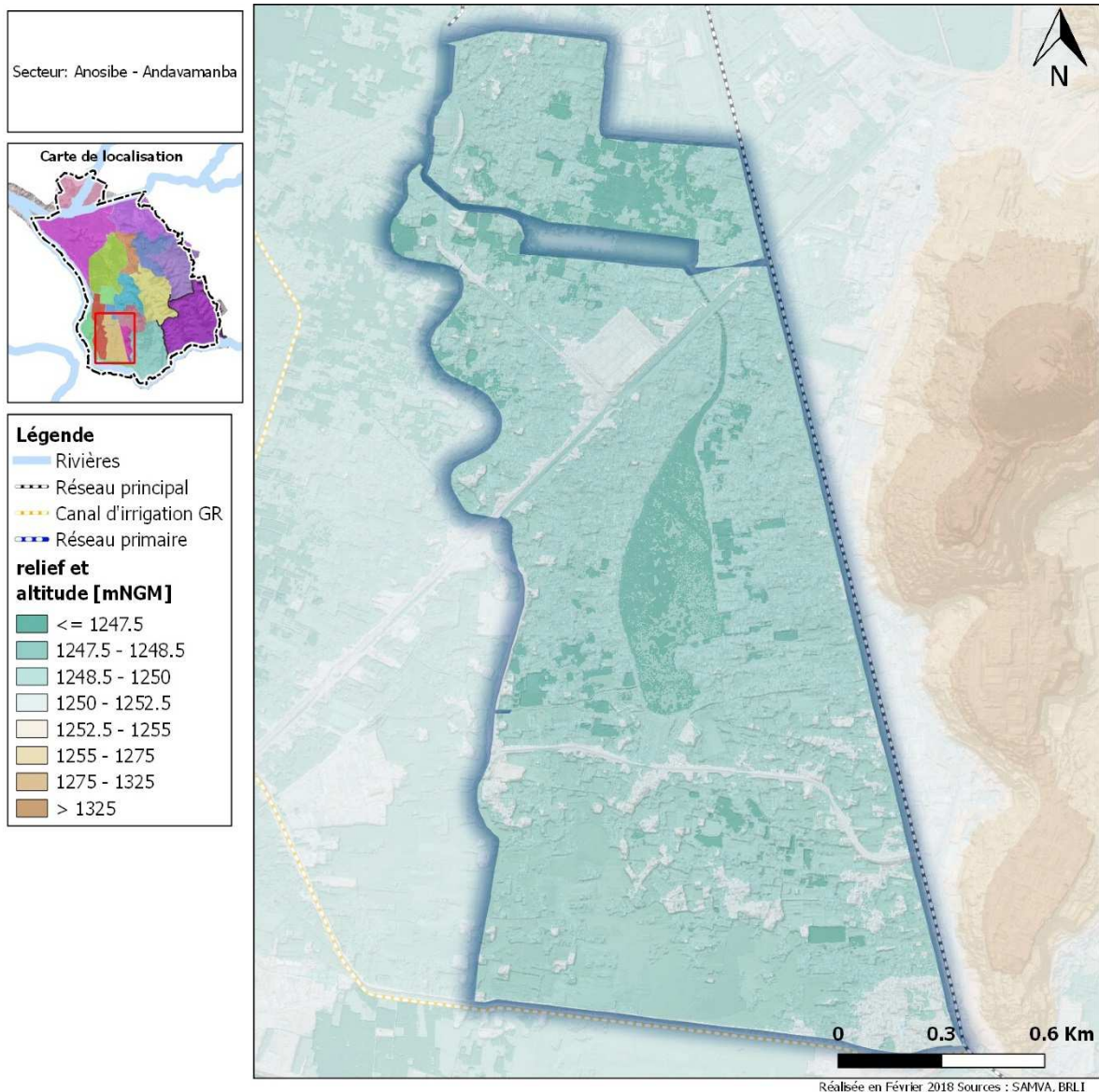


Figure 237 : relief du secteur d'Anosibe - Andavamamba

3.12.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol est principalement de type « zone d'habitation résidentielle » même si subsistent quelques enclaves de parcelles agricoles, notamment au sud.

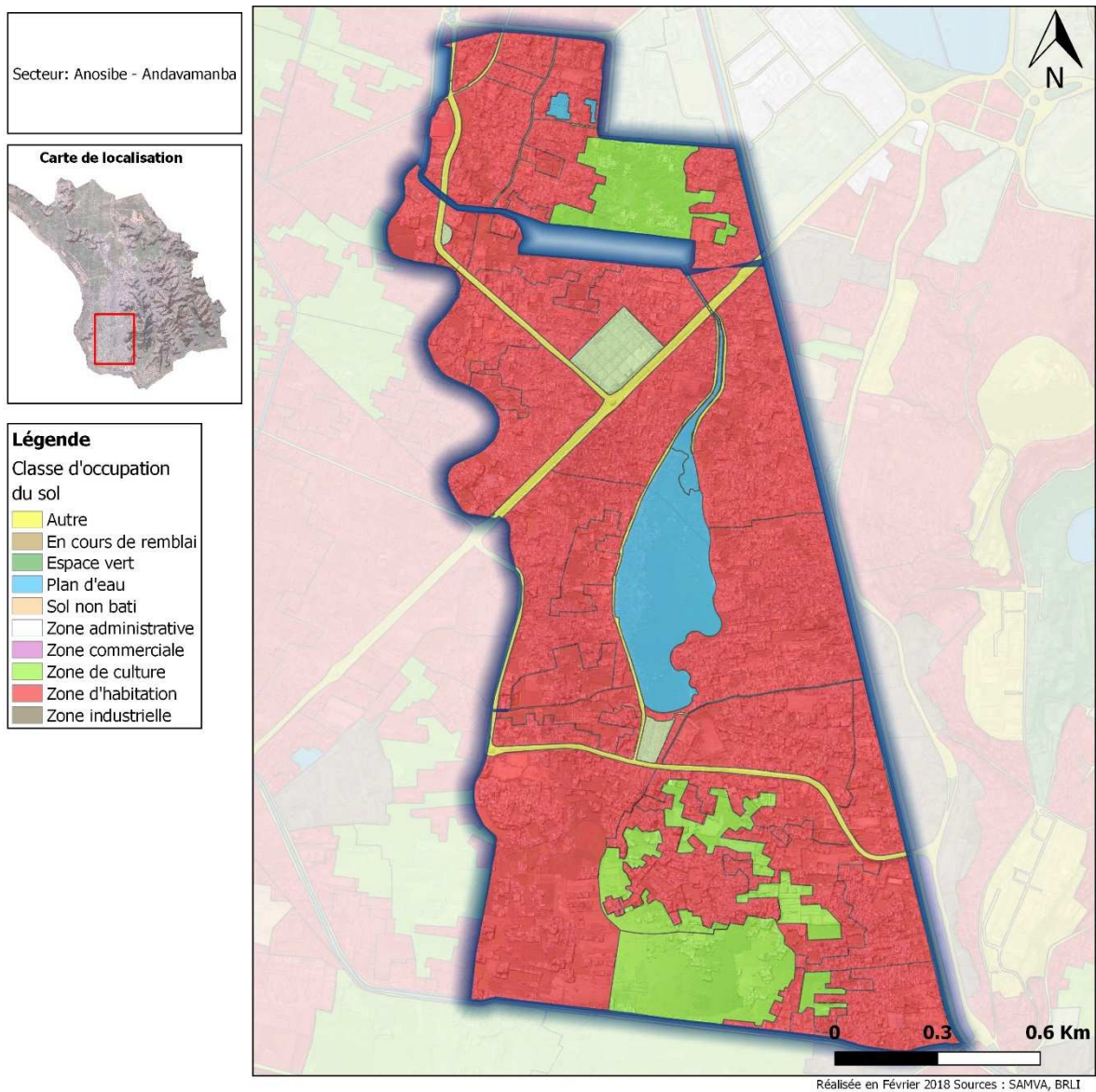


Figure 238 : occupation du sol sur le secteur d'Anosibe

3.12.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur ne peut pas véritablement être découpé en bassins versants. Il s'agit davantage de casiers hydrauliques structurant les bas-fonds et délimités par les routes et les zones d'habitations. Les pentes sont globalement très faibles. La pente générale est celle de la plaine, soit environ 1 pour 10 000. Les pentes plus marquées correspondent seulement au talus des remblais. On y dénombre trois bassins ou zones humides : les bassins de Anosibe et Andavamamba et le casier de Miadana.

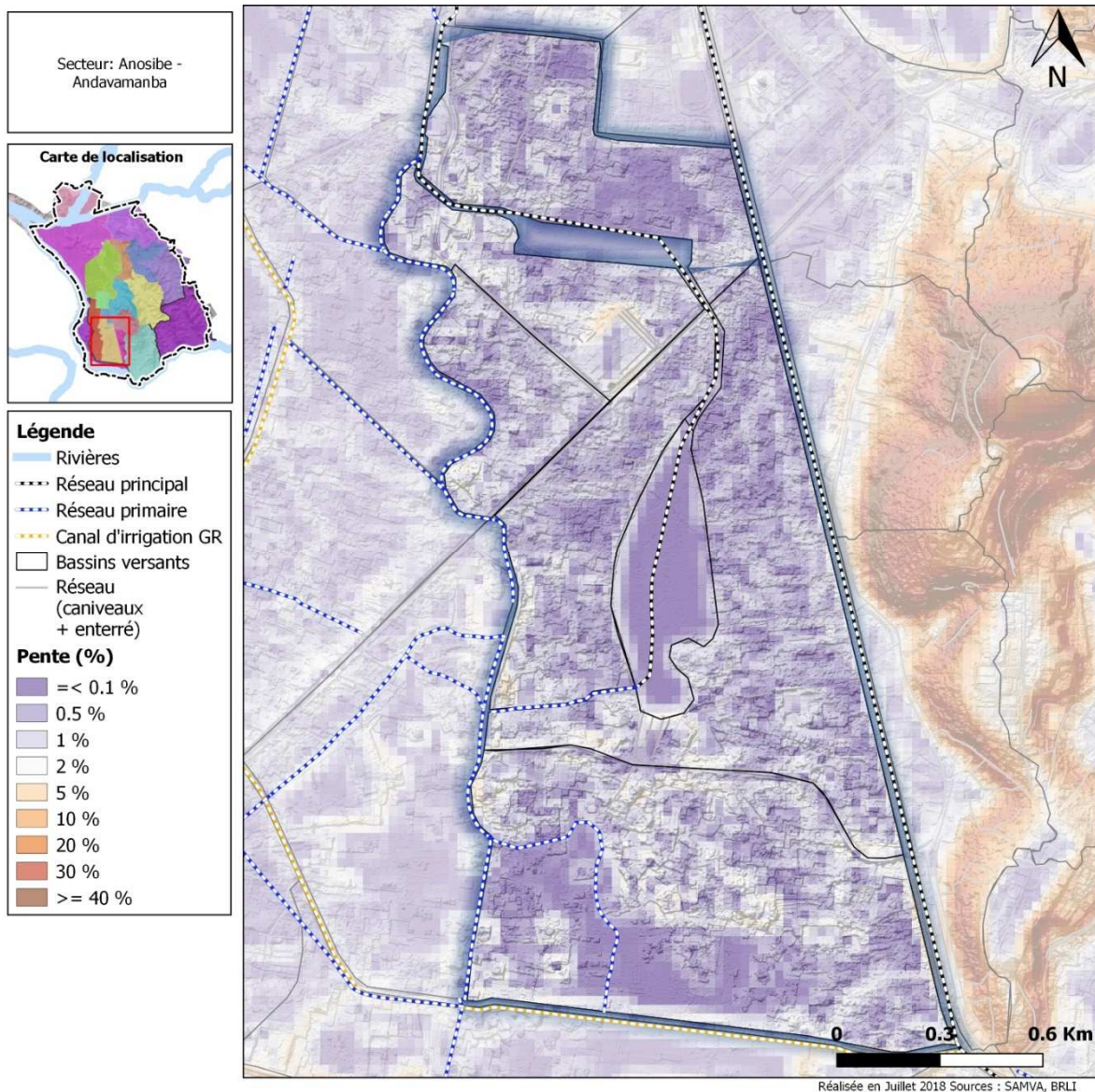


Figure 239: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Pente et réseau hydrographique

3.12.1.4 Enjeux humains présents

La population est très dense autour de la route qui traverse Namontana et globalement sur la rive gauche du bassin Anosibe et du canal C3. Les densités y sont de l'ordre de 50 000 hab/km². La rive droite est légèrement moins peuplée, avec des densités de l'ordre de 30 000 hab/km².

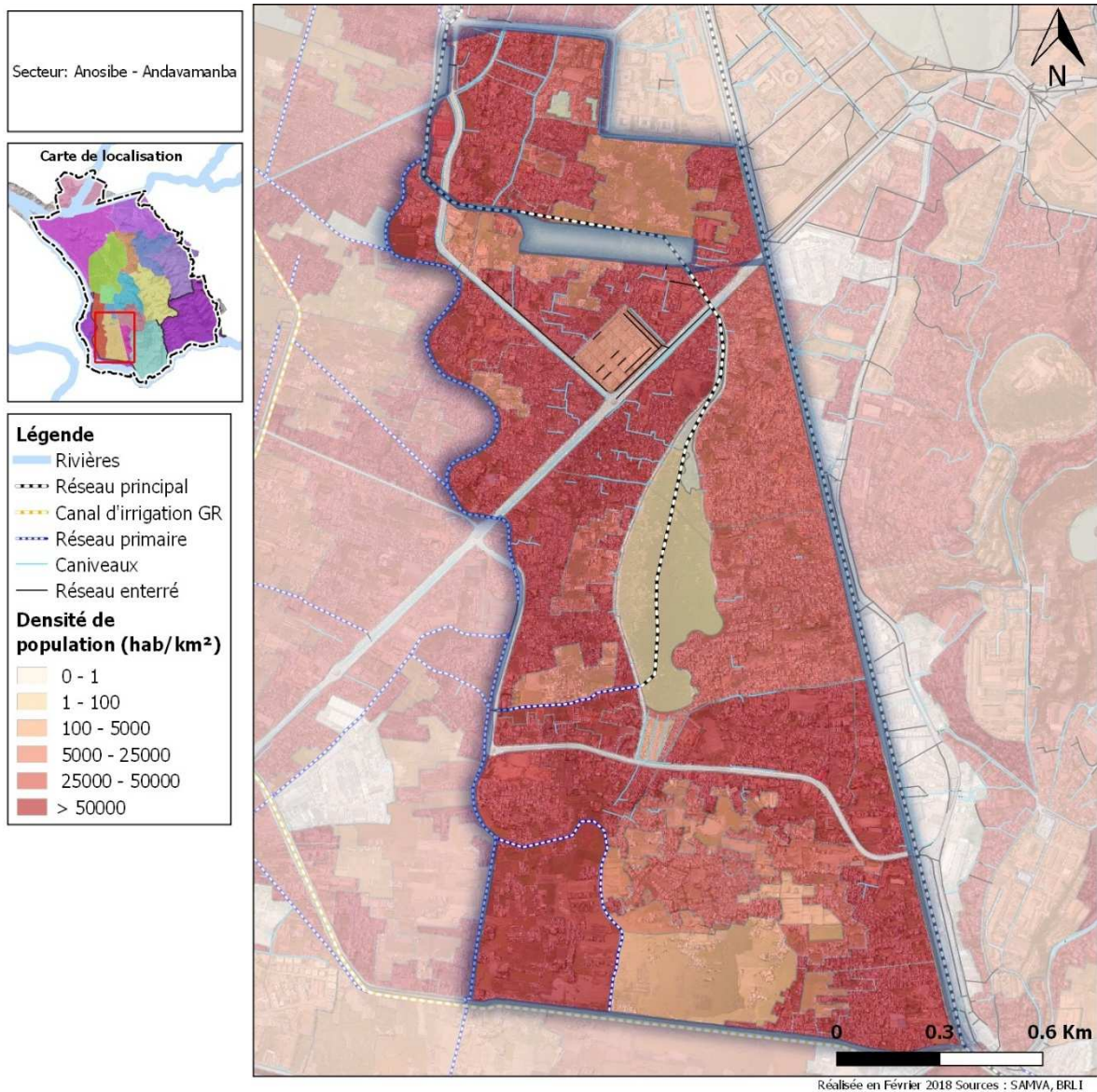


Figure 240: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Soamivasoandro - Densité de population

Le standing des habitations est globalement « bas » à l'exception de l'extrémité nord du secteur en aval du bassin d'Andavamamba, où le standing est « moyen à tendance bas », voire localement « moyen ».

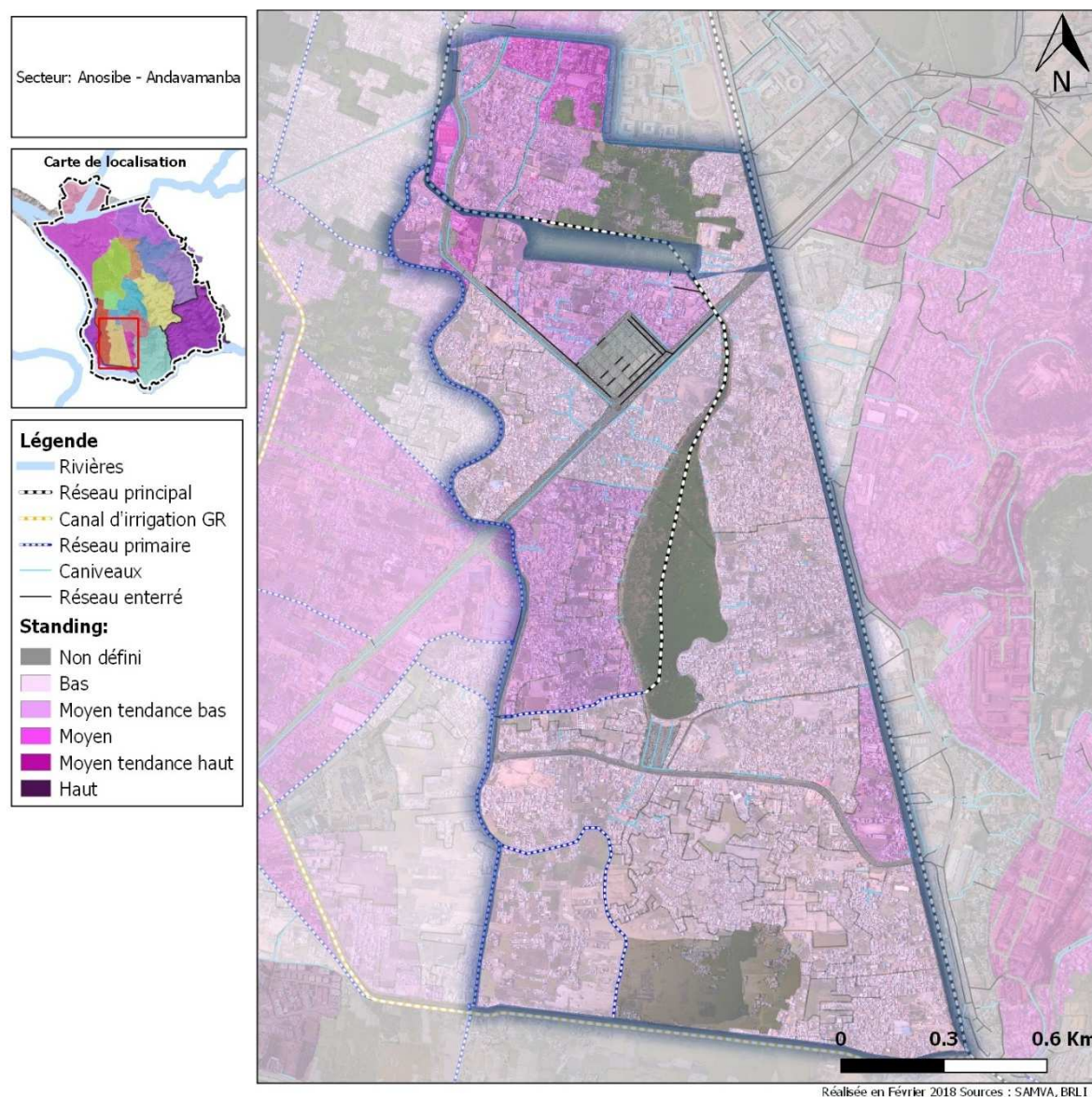


Figure 241: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Standing des habitations

3.12.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.12.2.1 Structure / typologie

3.12.2.1.1 Type de réseaux

Le secteur est globalement drainé par un réseau primaire et principal. En amont, il existe deux branches de canaux qui se rejoignent. À quelques centaines de mètres en aval, une divergence (point 1 sur la carte ci-après) oriente les écoulements soit vers le bassin Anosibe, soit vers le canal qui rejoint le C3 en aval du bassin d'Andavamamba.

Le drainage à l'intérieur des zones urbaines est assuré par des caniveaux globalement de dimensions inférieures à 50 cm. Ils sont orientés vers les bassins et le canal C3. Deux caniveaux sont situés le long des remblais routiers (point 2). On constate la présence d'un réseau enterré au niveau du marché d'Anosibe et de la route adjacente.

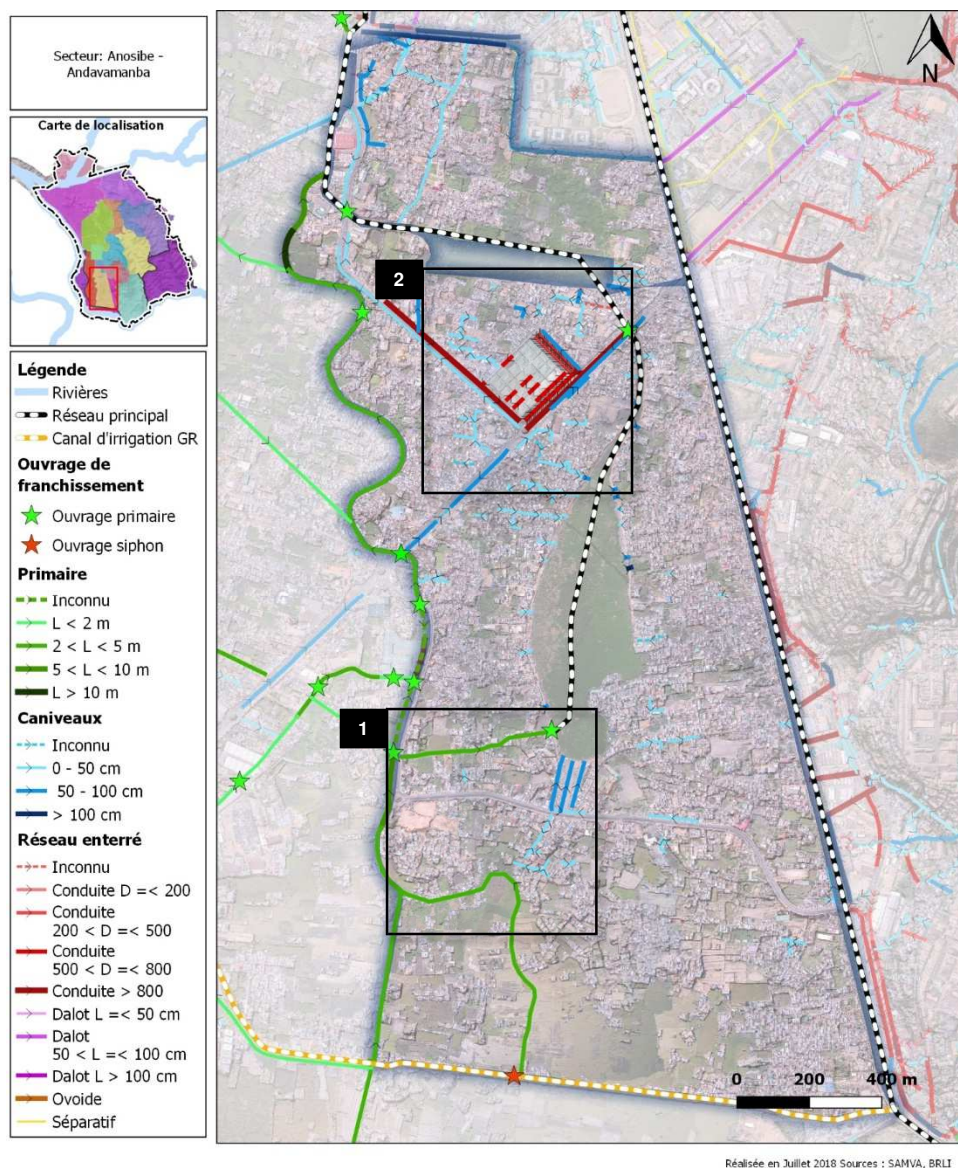


Figure 242: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Dimensions du réseau

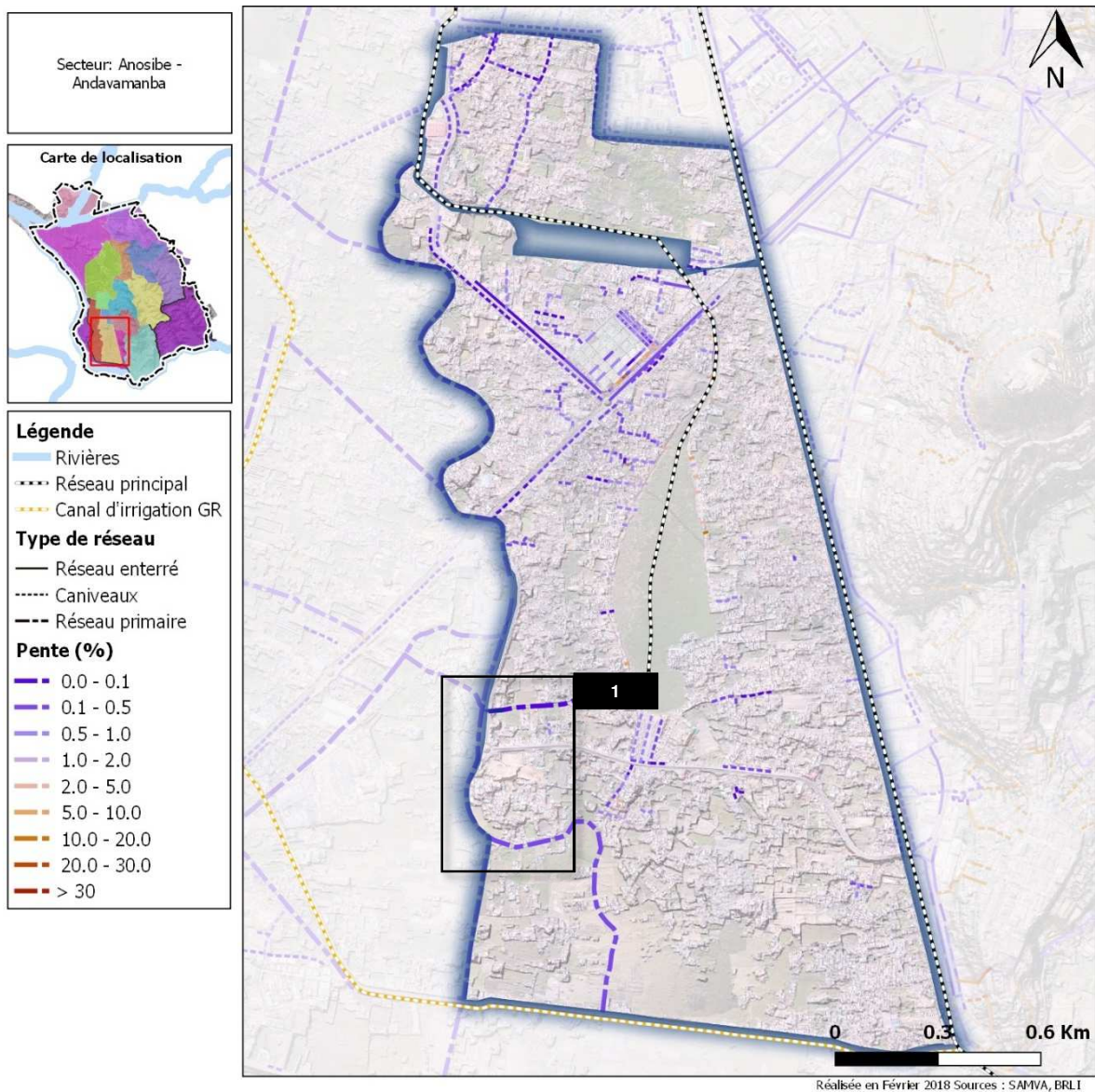


Figure 243: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.12.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

On retrouve là encore une configuration générale en forme de cuvette. Toutefois, du fait du remblaiement partiel du secteur, la profondeur des dépressions associées restent limitées.

Il est néanmoins important de signaler que, contrairement au reste de la plaine et aux autres secteurs urbanisés situés dans des dépressions, la zone de cuvette et particulièrement étendue et abrite une population très importante.

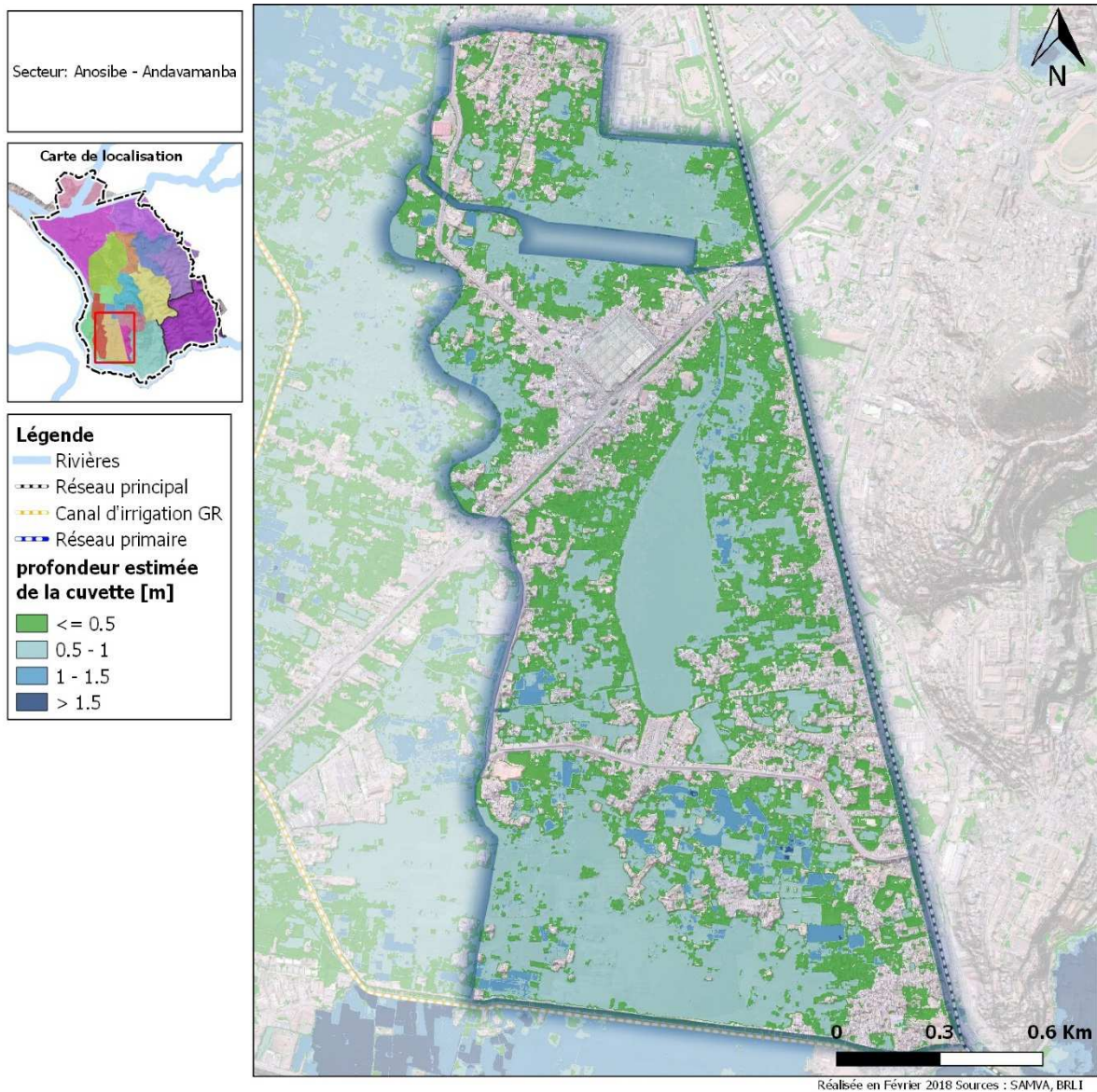


Figure 244 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Anosibe - Andavamamba

3.12.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

RESEAUX PRIMAIRES

Le système hydraulique principal s'écoule du sud vers le nord. Théoriquement une prise d'eau sur le canal GR vient alimenter en saison sèche le bassin d'Anosibe par le biais de canaux primaires à Angaranganana et Mandrangobato II, ceci afin de maintenir ledit bassin en eau et de garantir la présence d'un débit sanitaire suffisant pour assurer une bonne dilution des eaux usées et leur évacuation vers l'aval. L'écoulement dans ces canaux primaires est difficile. Le canal primaire au sud (tronçon 11_9, cf. fascicule n°1 « reconnaissances et enquêtes »), faisant théoriquement office de prise d'eau, se répand et se confond avec la plaine à Angaragana.



Figure 245 Zoom sur 11_9 à Angaragana



Figure 246 Canal primaire à l'amont de l'ouvrage de franchissement OF_11_2 entre 11_8 et 4_9

Le tronçon 11_11 correspond au canal alimentant le bassin d'Anosibe. La figure suivante illustre sa situation :



Figure 247 Canal 11_11

Le canal se répand, et le niveau d'eau du bassin d'Anosibe est ponctuellement si élevé que l'écoulement peut s'inverser.

CANIVEAUX

Les caniveaux autour du bassin d'Anosibe présentent des difficultés d'écoulement et les eaux du bassin éponyme auquel ils se connectent y remontent. Souvent simples fossés irréguliers et encombrés d'ordures, ils sont généralement en très mauvais état,.

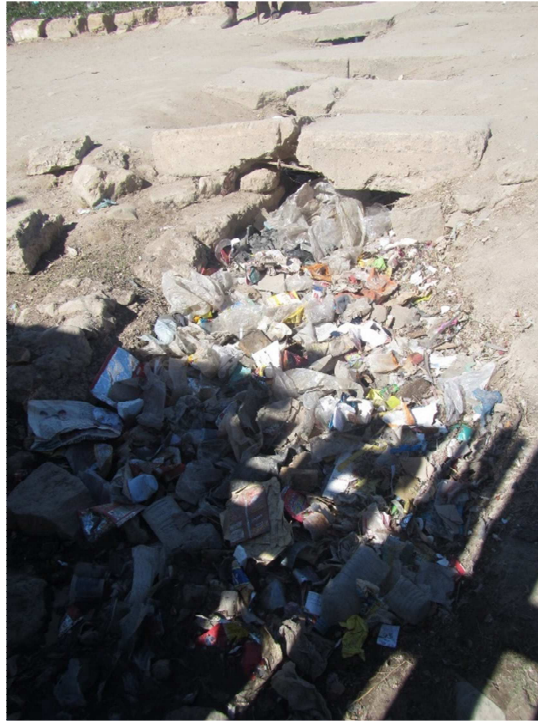


Figure 248 Caniveau en amont du bassin d'Anosibe



Figure 249 Eau du bassin d'Anosibe remontant dans les caniveaux



Figure 250 Caniveau drainant les eaux de Andrefan'i Mananjara vers le bassin d'Anosibe

Aux alentours du bassin d'Andavamamba, les caniveaux sont structurellement en meilleur état. Néanmoins l'écoulement est difficile et les inondations fréquentes.



Figure 251 Caniveau drainant les eaux de Anosibe Andrefana vers le bassin d'Andavamamba



Figure 252 Eaux usées stagnates dans un caniveau en terre à proximité du bassin d'Andavamamba

Au final, on note que les écoulements sur ce secteur dépendent directement des niveaux du bassin d'Anosibe, eux-mêmes influencés par ceux du canal C3.

RESEAU ENTERRE

Il n'existe pas de réseau enterré significatif sur ce secteur.

3.12.2.2 Désordres

L'encombrement des caniveaux est variable sur le secteur. Ils sont peu encombrés autour du bassin Anosibe, à l'exception de son extrémité sud. Au nord, en aval du bassin d'Andavamamba, les caniveaux sont moyennement encombrés. On trouve des caniveaux très encombrés depuis la route au sud du marché Anosibe. Les regards du secteur au niveau du marché Anosibe n'ont en outre pas pu être ouverts.

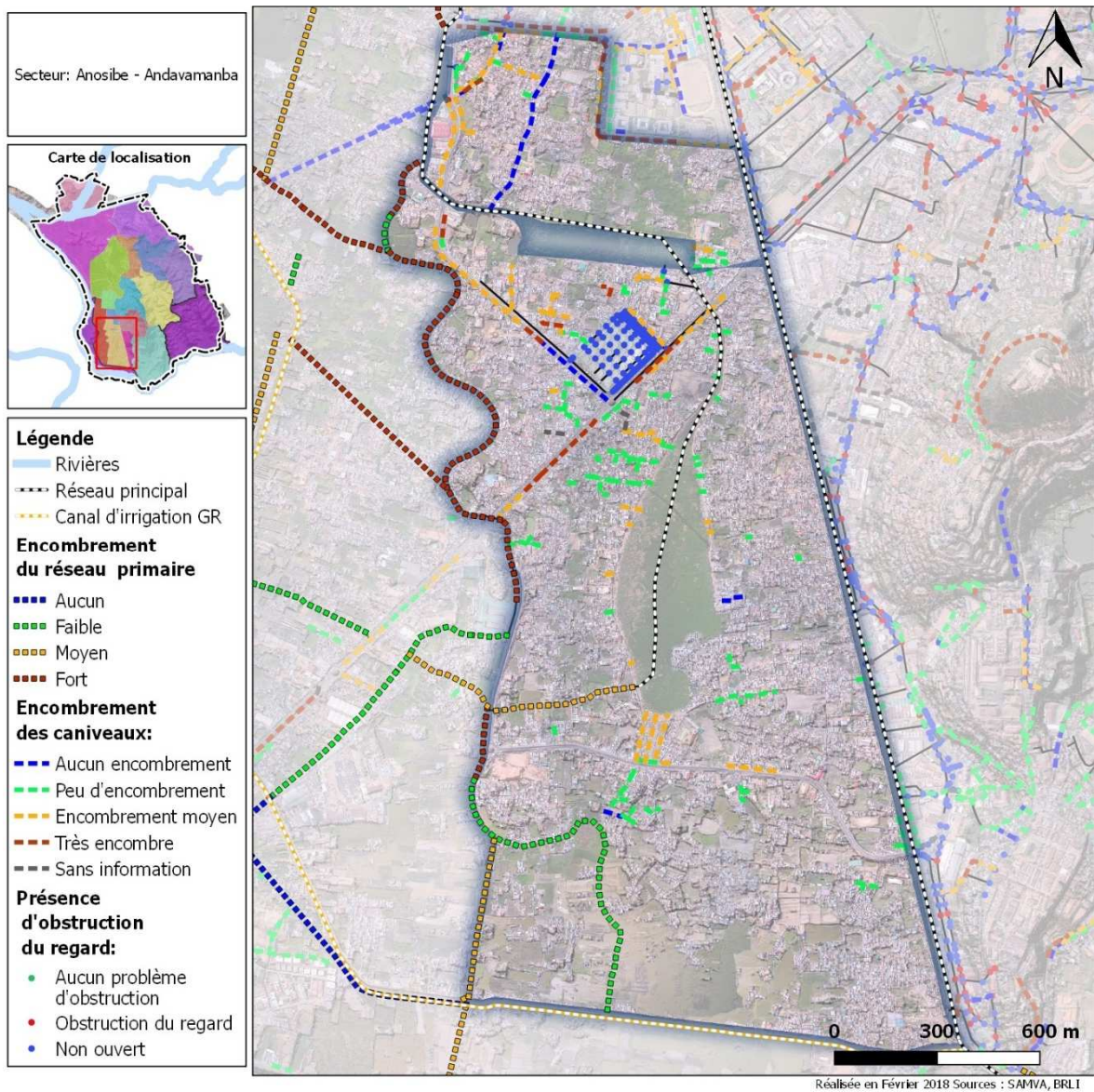


Figure 253: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

3.12.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les enquêtes auprès des fokontanys font apparaître deux zones sensibles. Il s'agit des abords du bassin Anosibe, en particulier la rive gauche et la pointe nord (zone 1), et les abords du bassin d'Andavamamba (zone 2). Les enquêtes réalisées auprès des ménages ainsi que les informations gestionnaires confirment la zone 1 et mettent également en évidence la zone entre le bassin Anosibe et le canal GR (zone 3).

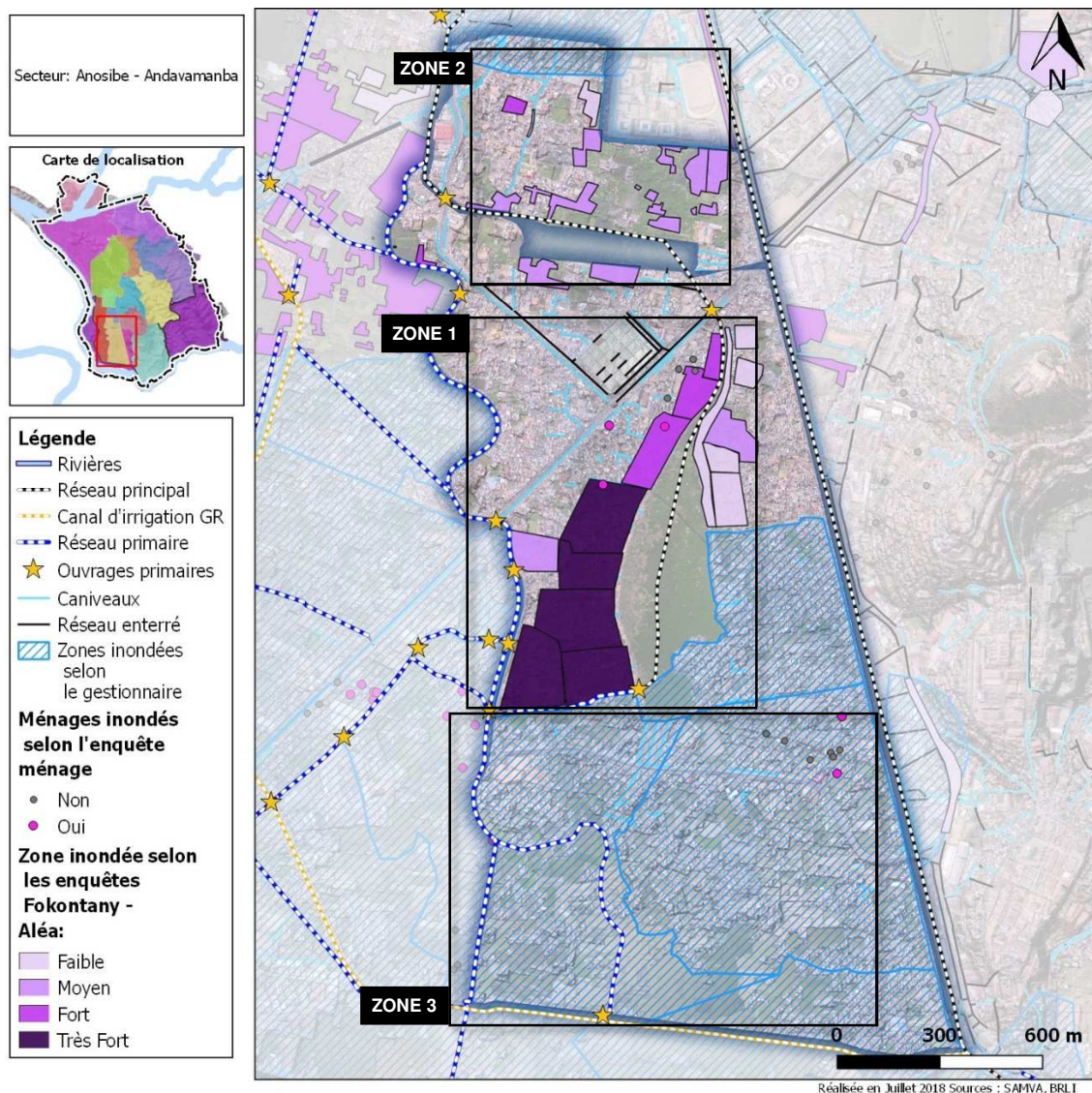


Figure 254: Secteur 11- Anosibe - Andavamamba - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.12.4 Synthèse

Les trois zones identifiées ont la particularité de correspondre à des zones basses où l'altimétrie n'est pas très élevée par rapport aux bas-fonds de la plaine et aux drains principaux dans lesquels ils sont censés s'évacuer. Il n'a pas été détecté de désordres particuliers sur les caniveaux dans ces zones. La cause de ces inondations, outre la topographie, semble être liée au fonctionnement du canal C3 qui, lors de la saison des pluies, contraint l'écoulement aux exutoires et inonde les zones par influence aval (remous).

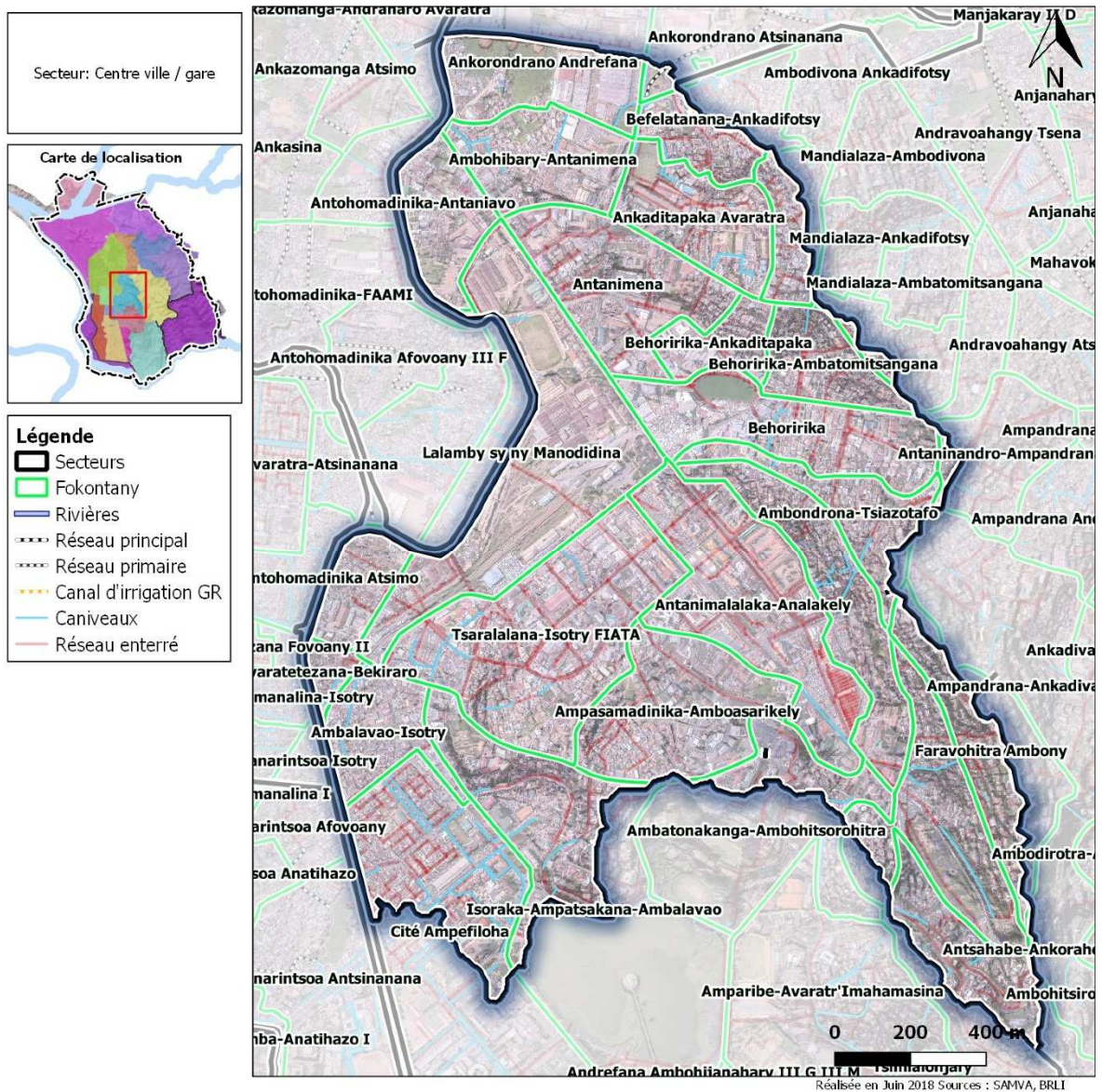
3.13 SECTEUR 12 : CENTRE-VILLE / GARE

- Superficie = 288 ha
- Population estimée = 77 000 habitants

3.13.1 Description du secteur

Le secteur du centre-ville/gare possède un réseau maillé avec de nombreux exutoires, mais tous situés dans l'Andriantany. Le secteur représente une superficie de 288 ha. Son drain principal est l'ovoïde d'Analakely.

La carte ci-après indique les différents fokontanys du secteur.



3.13.1.1 Relief

Comme pour le secteur « Anosy », le secteur « centre-ville / gare » présente deux zones bien distinctes : des collines à l'est et au sud et des zones de remblais gagnées sur la plaine (Isotry, gare, cité Ampefiloha).

L'altitude des zones remblayées reste relativement limitée (autour de 1249 à 1249,5) au regard des niveaux d'eau mesurés en saison des pluies dans le canal Andriantany dans lequel elles sont censées se drainées.

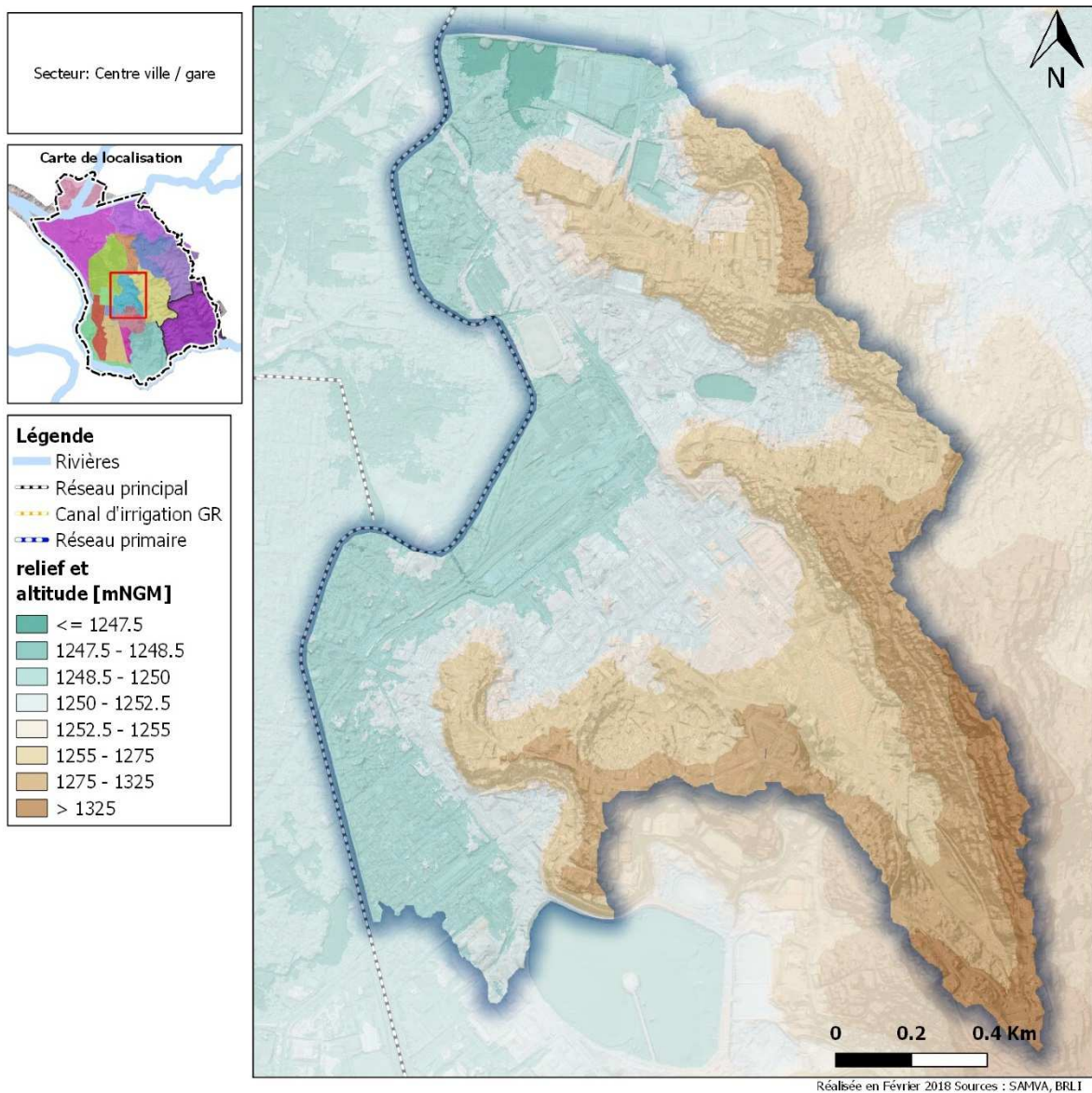


Figure 256 : relief du secteur "centre-ville / gare"

3.13.1.2 Occupation des sols

Situé en plein centre-ville, le secteur est intégralement urbanisé et alterne zones d'habitation résidentielle, zones administratives et équipements divers.

Les coefficients d'occupation du sol (et donc les coefficients de ruissellement) y sont les plus élevés de toute la CUA avec des valeurs dépassant les 50 voire 70%.

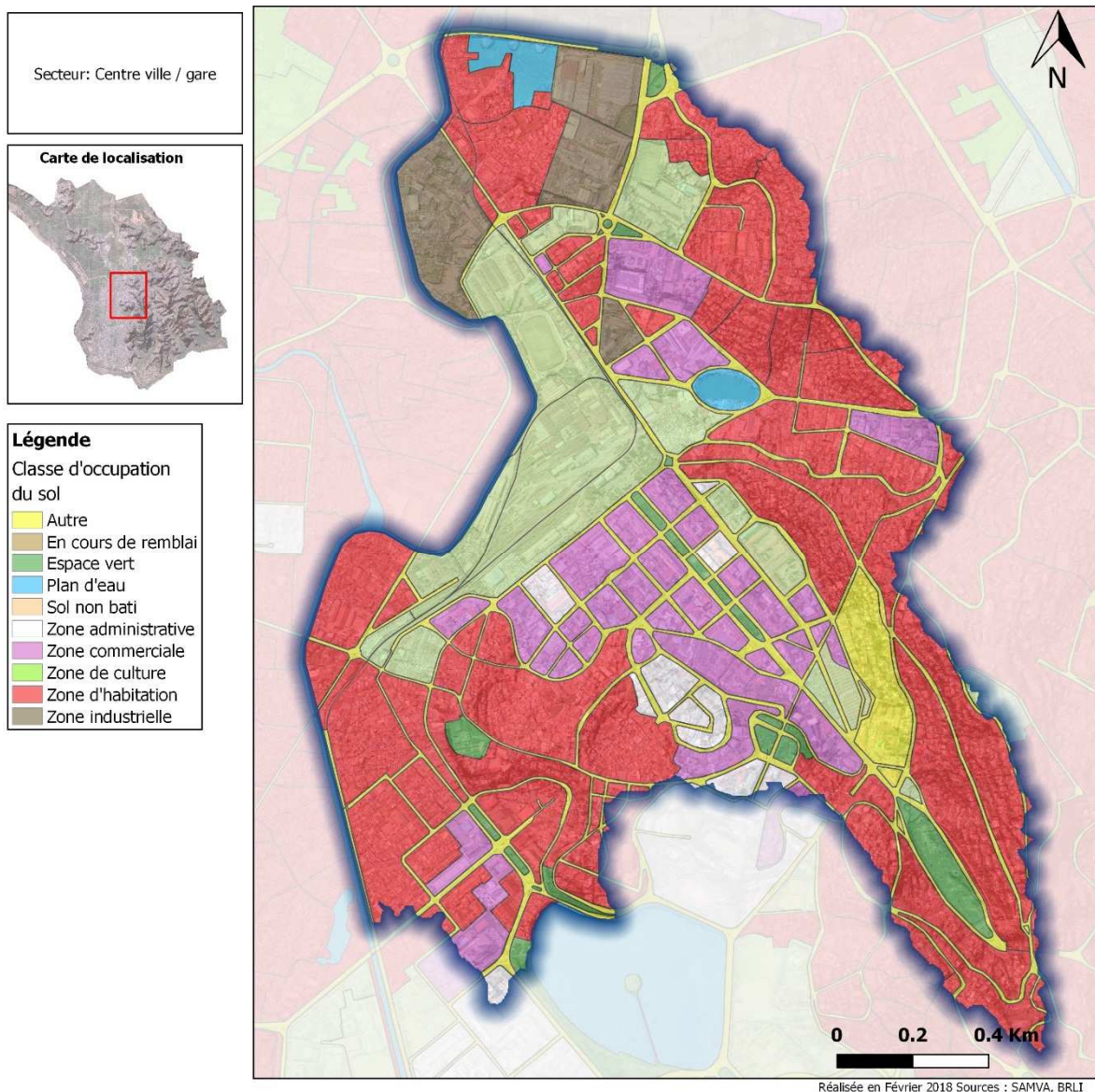


Figure 257 : occupation du sol sur le secteur "centre-ville / gare"

3.13.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur peut se caractériser par 4 sous bassins versants dont les exutoires se trouvent tous au niveau du canal Andriantany : Isotry, la gare, le lac Behoririka et Ankadifotsy. Si les pentes en amont du réseau hydrographique peuvent atteindre 50%, la plupart du secteur est néanmoins très plat avec des pentes très faibles.

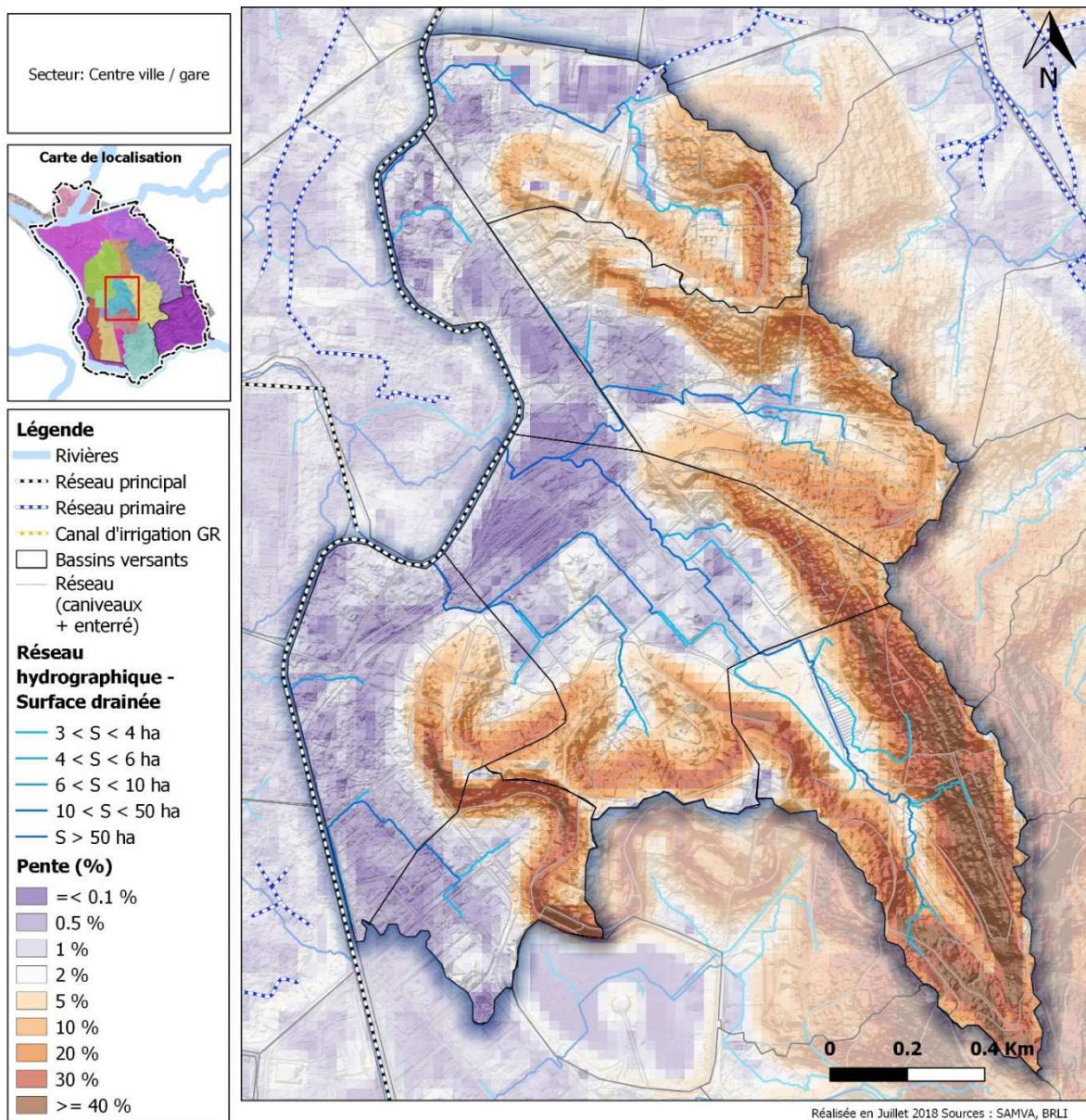


Figure 258: Secteur 12- Centre ville / Gare - Pente et réseau hydrographique

3.13.1.4 Enjeux humains présents

Les zones autour de la gare sont très faiblement peuplées car c'est une zone principalement commerciale et administrative. Il existe cependant au sein du secteur considéré des quartiers très peuplés, notamment au niveau d'Isotry, d'Ambondrona, de la Cigale et au nord du lac Behoririka où on observe des densités supérieures à 50 000 habitants/km².

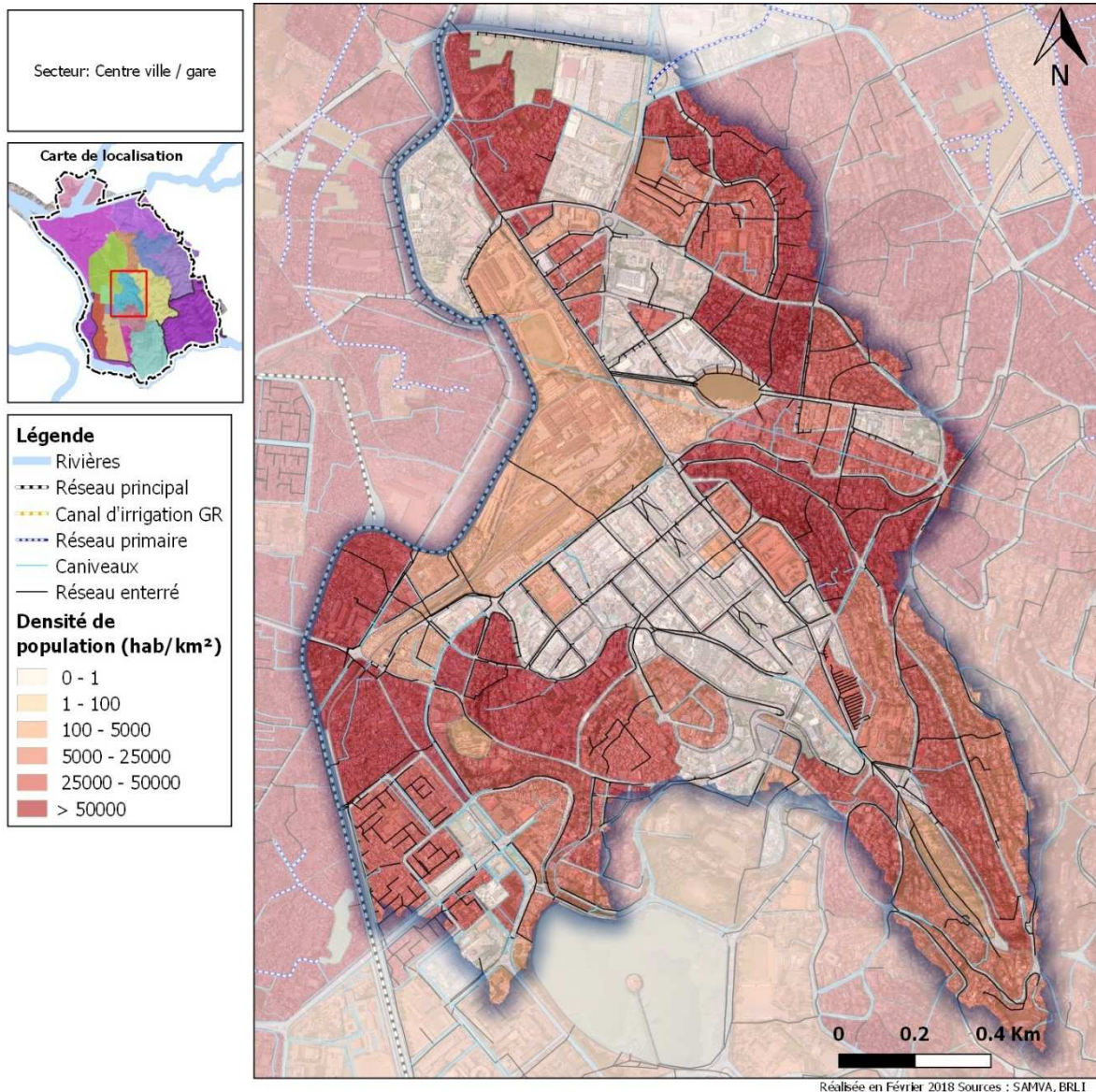


Figure 259: Secteur 12- Centre ville / Gare - Soamivasoandro - Densité de population

Le standing des habitations présentes sur le secteur va de « moyen a tendance haute » à « haut ».

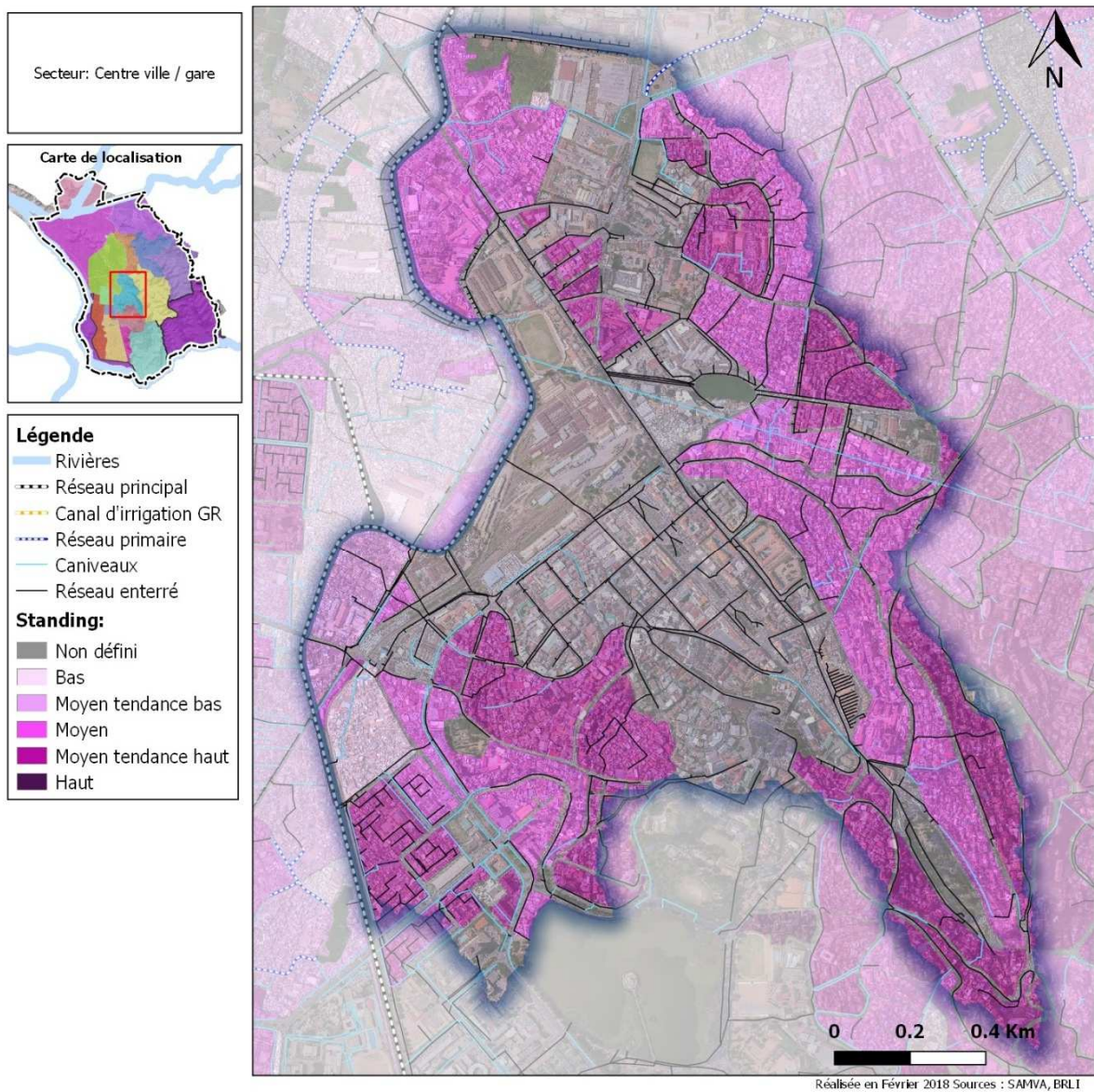


Figure 260: Secteur 12- Centre ville / Gare - Standing des habitations

3.13.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.13.2.1 Structure / typologie

3.13.2.1.1 Type de réseaux

Le secteur est pourvu principalement d'un réseau de type unitaire. Celui-ci possède plusieurs exutoires au niveau du canal Andriantany. Le sud du secteur collecte les eaux jusqu'à la station d'Isotry qui permet de pomper l'eau vers le canal Andriantany. Les eaux du centre-ville ainsi qu'une partie d'Ambondrona sont collectées et évacuées gravitairement par une canalisation passant sous la voie ferrée. Les eaux des quartiers plus au nord du secteur sont drainées par l'ovoïde d'Analakely, allant du sud-est au nord-ouest du secteur et se rejetant dans un canal primaire à ciel ouvert puis dans l'Andriantany. Les canalisations sont composées de dimensions très variables, pouvant aller jusqu'à un diamètre supérieur à 800 mm.

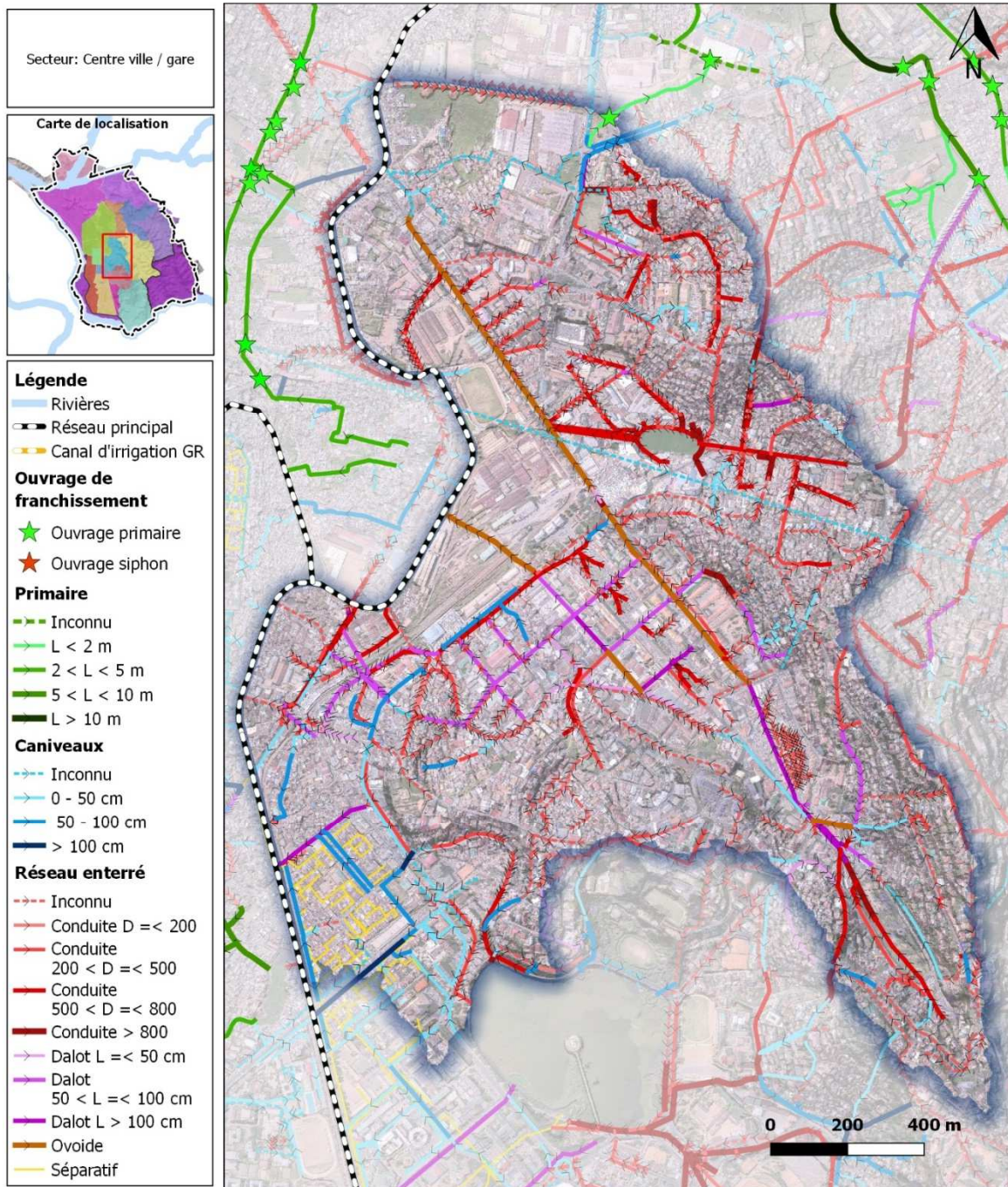


Figure 261: Secteur 12- Centre ville / Gare - Dimensions du réseau

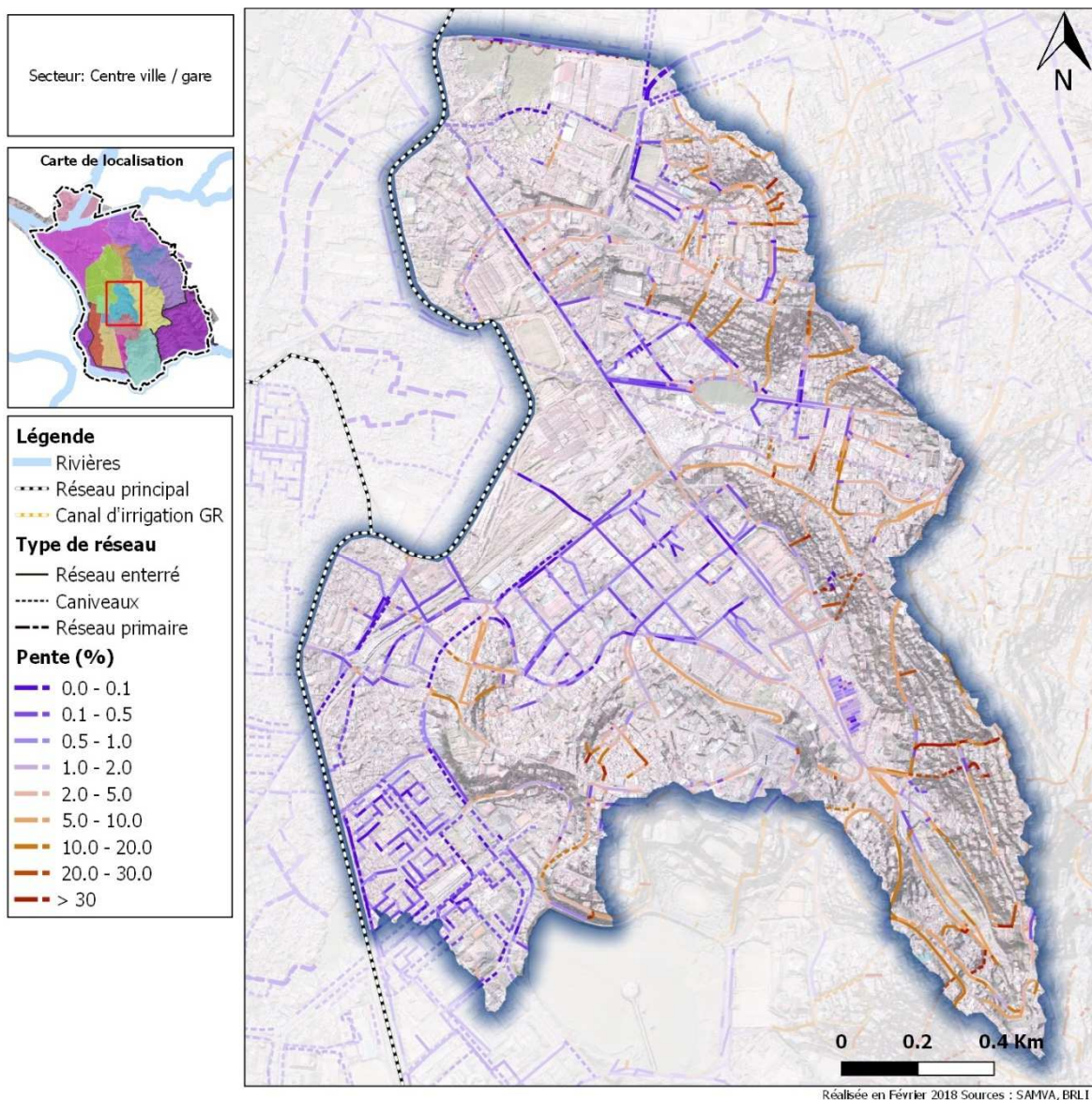


Figure 262: Secteur 12- Centre ville / Gare - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.13.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

On retrouve une morphologie assez similaire à celle rencontrée sur le secteur « Anosy », avec l'existence de plusieurs cuvettes au niveau des zones remblayées.

Ces cuvettes présentent là aussi des profondeurs limitées mais néanmoins suffisantes pour provoquer des inondations temporaires lors des événements pluvieux intenses. Ces différentes dépressions sont à mettre en perspective avec les zones d'inondation dont on fait part les acteurs locaux rencontrés sur le terrain.

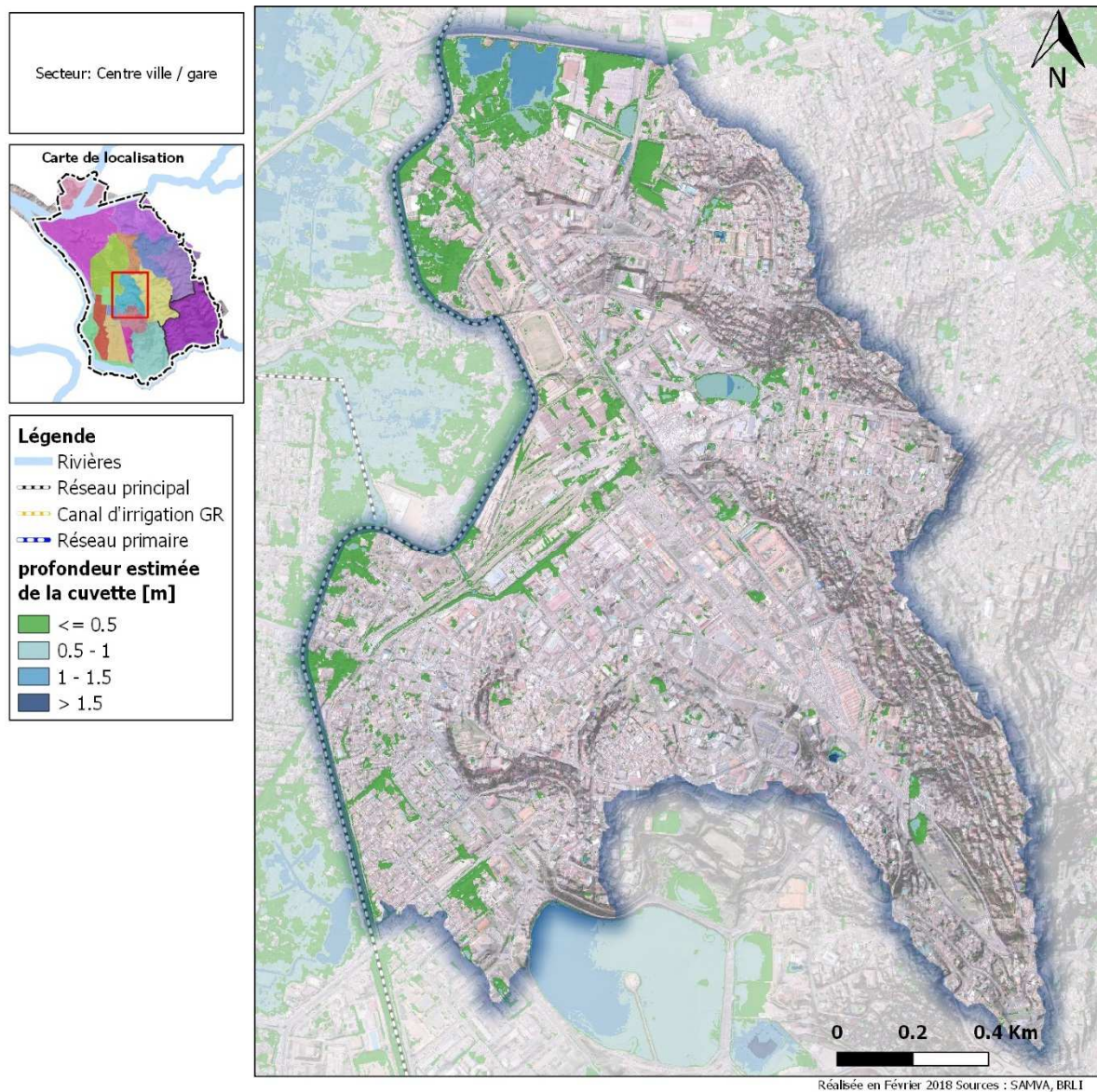


Figure 263 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur "centre-ville / gare"

3.13.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le réseau est essentiellement de type enterré et non visitable et se prête donc difficilement à un reportage photographique.

3.13.2.2 Désordres

D'une manière générale, le réseau apparaît comme encombré. En effet de nombreux regards sont obstrués et certains caniveaux sont très encombrés, notamment au niveaux des exutoires sur le canal Andriantany.

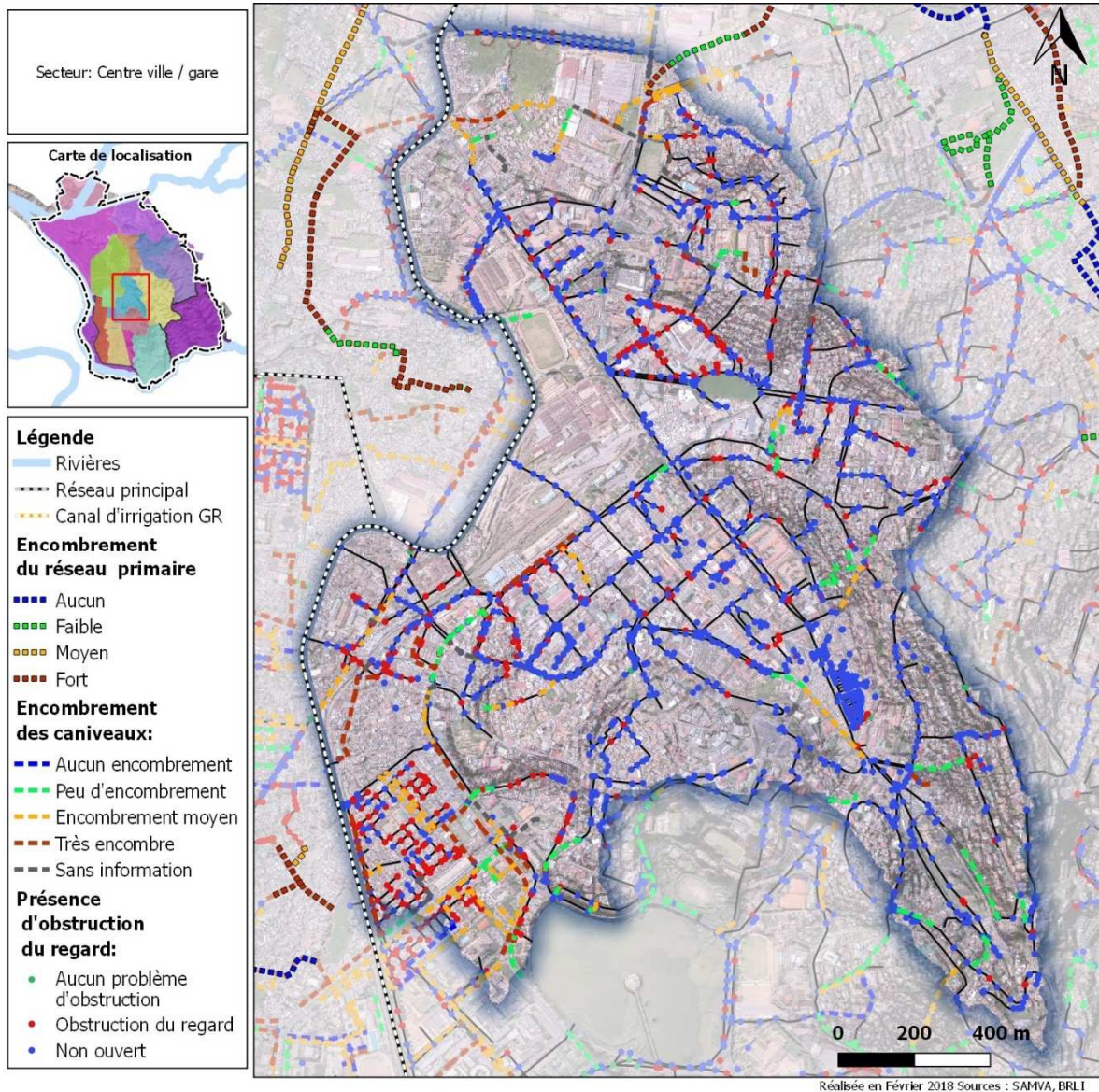


Figure 264: Secteur 12- Centre ville / Gare - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

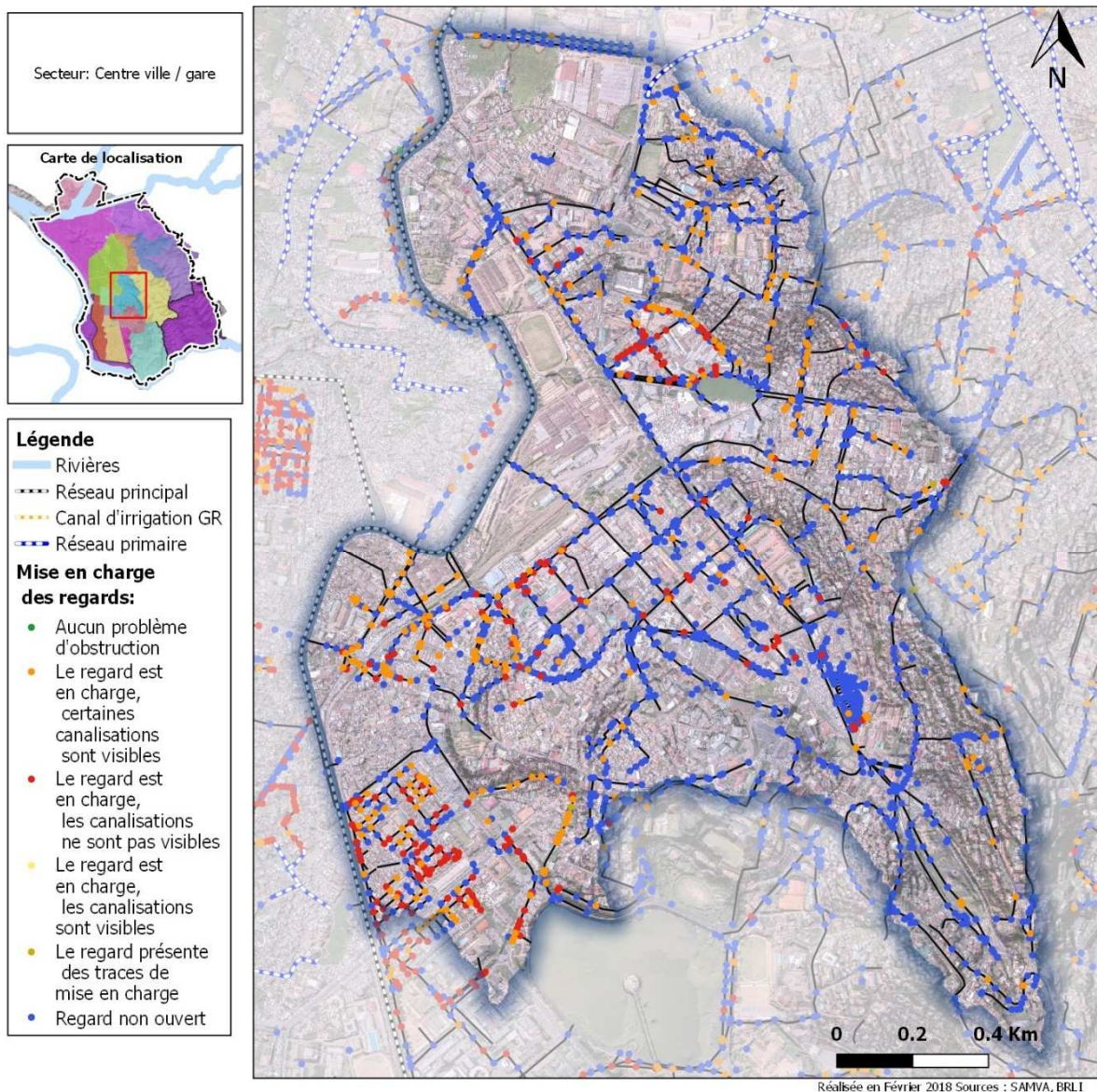


Figure 265: Secteur 12- Centre ville / Gare - Niveau de mise en charge des regards

3.13.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les gestionnaires signalent que la zone le long de l'ovoïde est sujette à inondation, ainsi que la zone au Sud-Ouest. Les enquêtes auprès des fokontany, comme celles effectuées auprès des ménages, font état de très peu de problèmes d'inondations, si ce n'est que localement au bord du canal Andriantany.

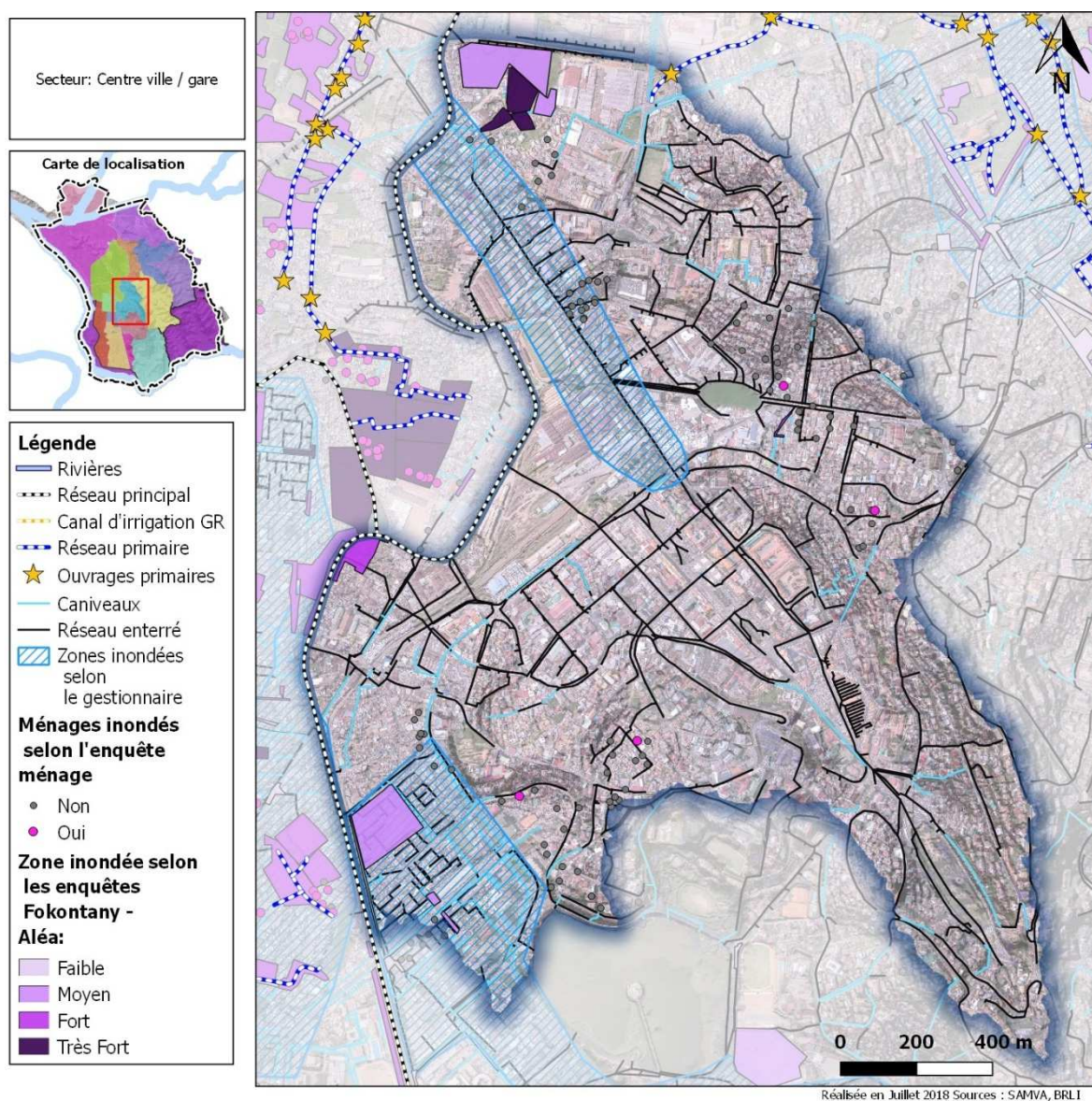


Figure 266: Secteur 12- Centre ville / Gare - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.13.4 Synthèse

Les débordements au sud du secteur sont a priori liés à un déficit du canal Andriantany car celui-ci présente un niveau haut qui impacte directement les exutoires.

Les inondations dont il a été témoigné le long de l'ovoïde peuvent être dues à un dysfonctionnement du réseau : celui-ci étant en charge et obstrué à de nombreux endroits, il ne permet pas d'évacuer correctement toutes les eaux (sa capacité est grandement diminuée).

3.14 SECTEUR 13 : ANDRIANTANY CENTRE

- Superficie = 205 ha
- Population estimée = 22 000 habitants

3.14.1 Description du secteur

Le secteur « Andriantany centre » correspond à la zone située en rive droite du canal Andriantany, en aval du secteur d'Analakely, de la vallée de l'est et du marais Masay. Il regroupe les fokontanys d'Ankorondrano, d'Ivandry et d'Amboniloha. Il représente une surface totale de 205 ha.

La carte ci-après décrit les fokontanys concernés par ce secteur.

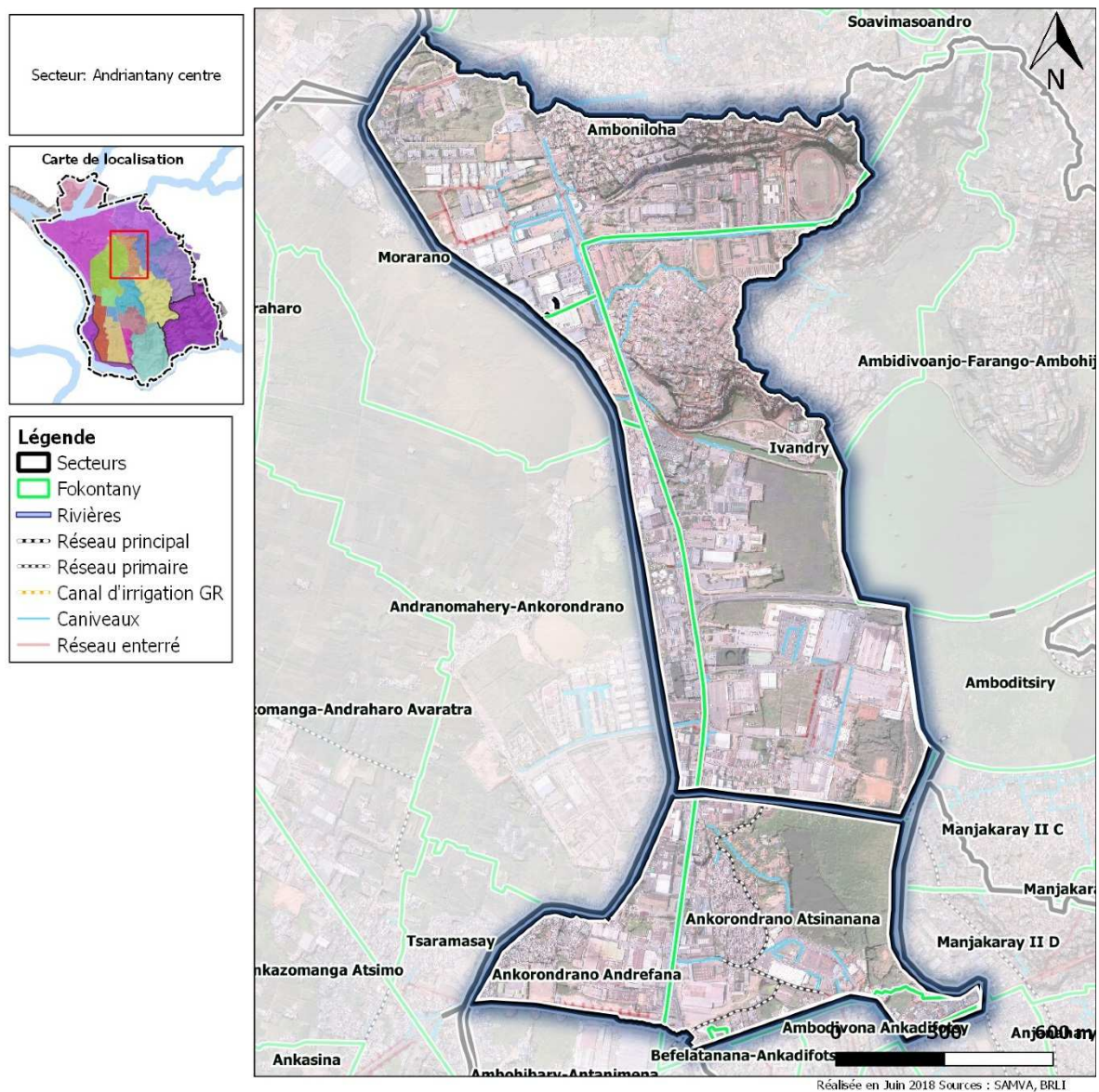


Figure 267 : fokontany du secteur Andriantany centre

3.14.1.1 Relief

Correspondant principalement à des remblais gagnés sur la plaine inondable, le secteur « Andriantany centre » présente une topographie globalement plate dont la cote moyenne se situe autour de 1249,5.

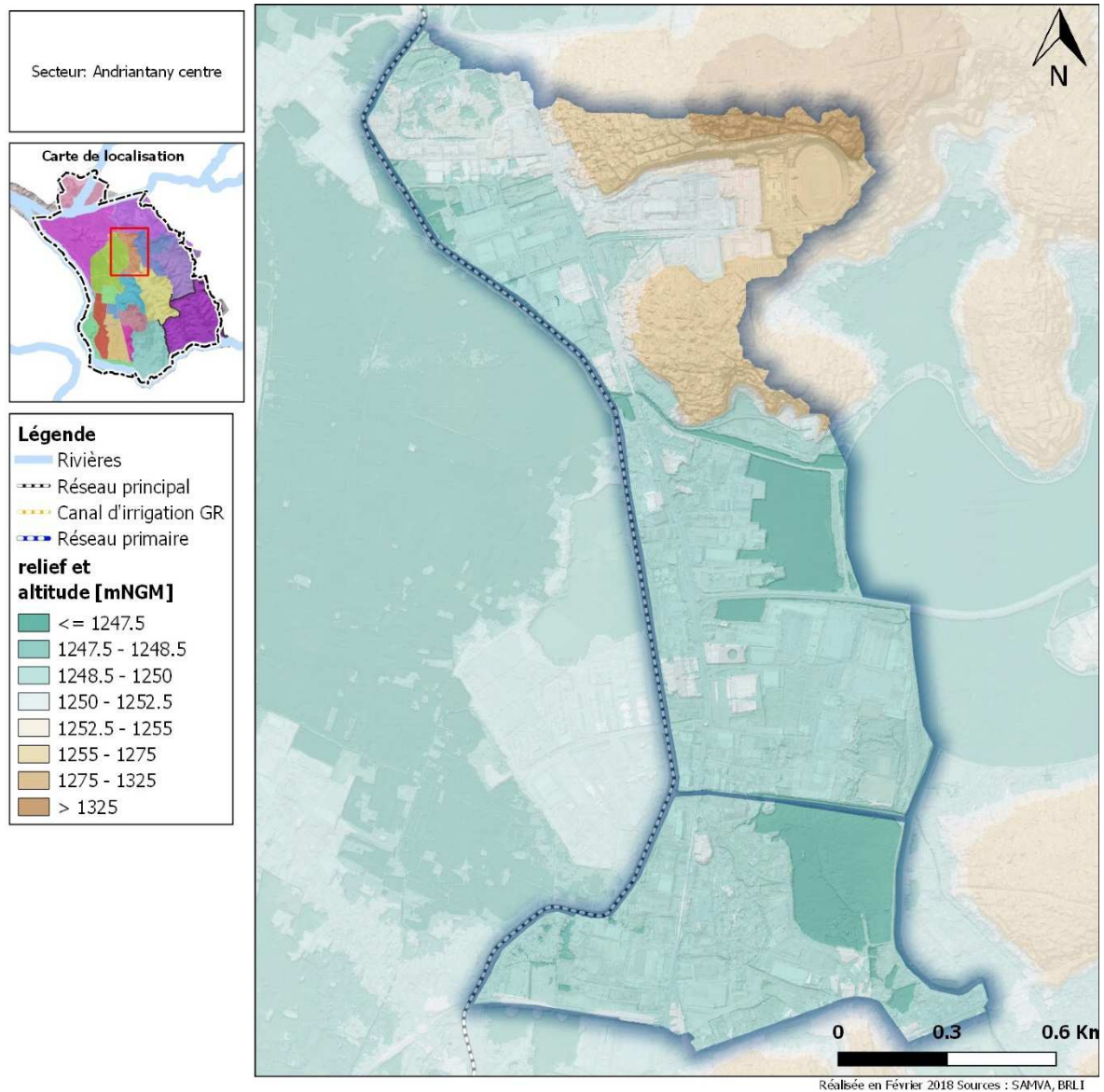


Figure 268 : relief du secteur "Andriantany centre"

3.14.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol sur le secteur « Andriantany centre » est principalement de type industriel et administratif, seule une petite partie étant vouée à des zones d'habitation résidentielle.

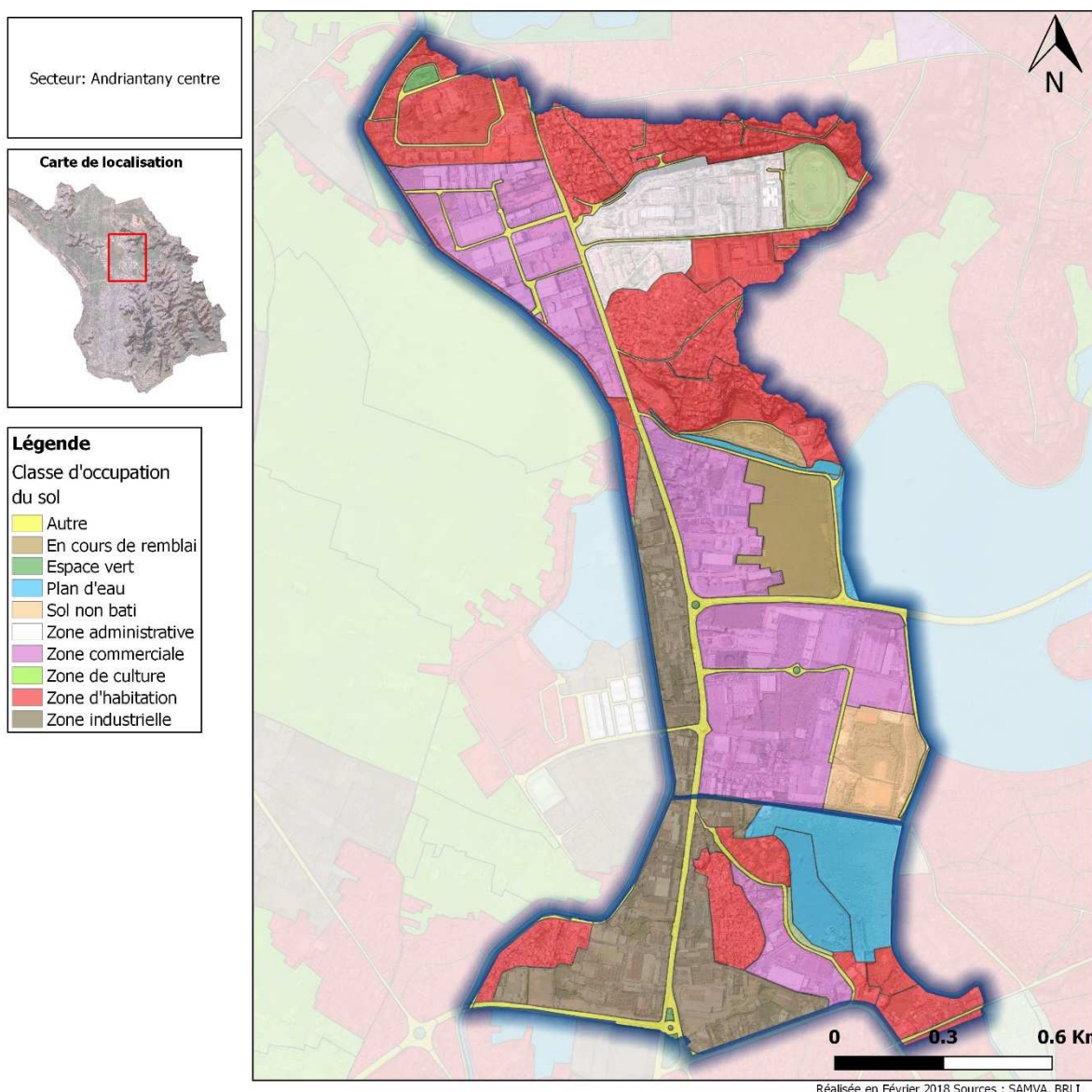


Figure 269 : occupation du sol sur le secteur "Andriantany centre"

3.14.1.3 Caractérisation des bassins versants

La zone est parcourue par trois thalwegs principaux : le plus au sud achemine une partie des eaux en provenance de la vallée de l'est, le drain médian correspond à l'exutoire du marais Masay alors que le dernier draine les eaux issues d'Amboniloha.

Comme indiqué précédemment, la zone est globalement très plane, seule le quartier d'Amboniloha présentant un relief et des pentes un peu plus prononcées (autour de 5%).

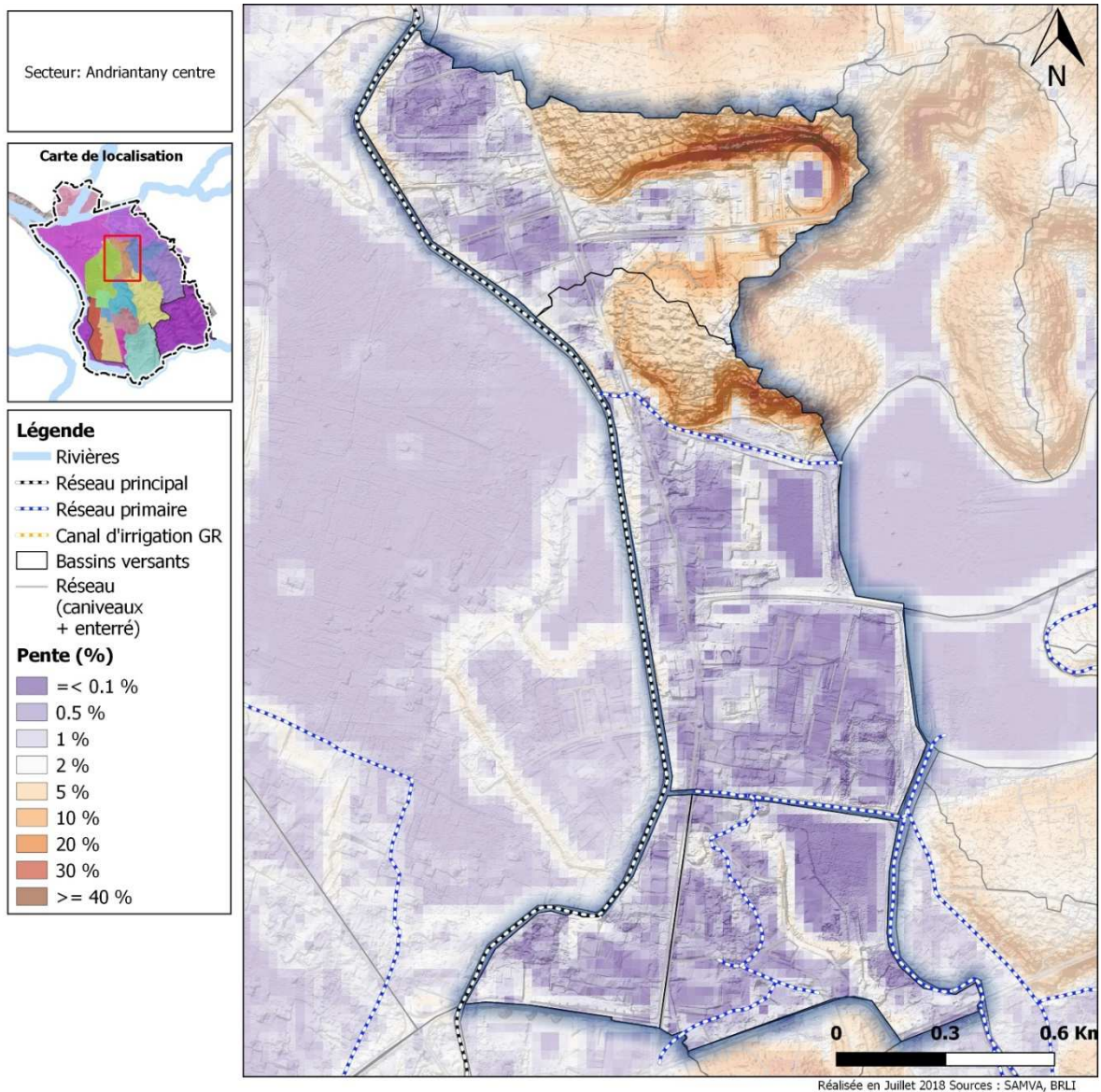


Figure 270: Secteur 13 - Andriantany centre - Pente et réseau hydrographique

3.14.1.4 Enjeux humains présents

Comme indiqué précédemment, la part du secteur dédiée à des habitations résidentielles reste très minoritaire. Néanmoins, les quelques zones concernées sont assez densément peuplées avec des densités pouvant dépasser les 25 000 voire les 50 000 habitants/km².

Le standing des zones résidentielles est relativement contrasté avec à la fois des îlots de bas standing et à l'inverse des îlots où le standing peut être qualifié de « haut ».

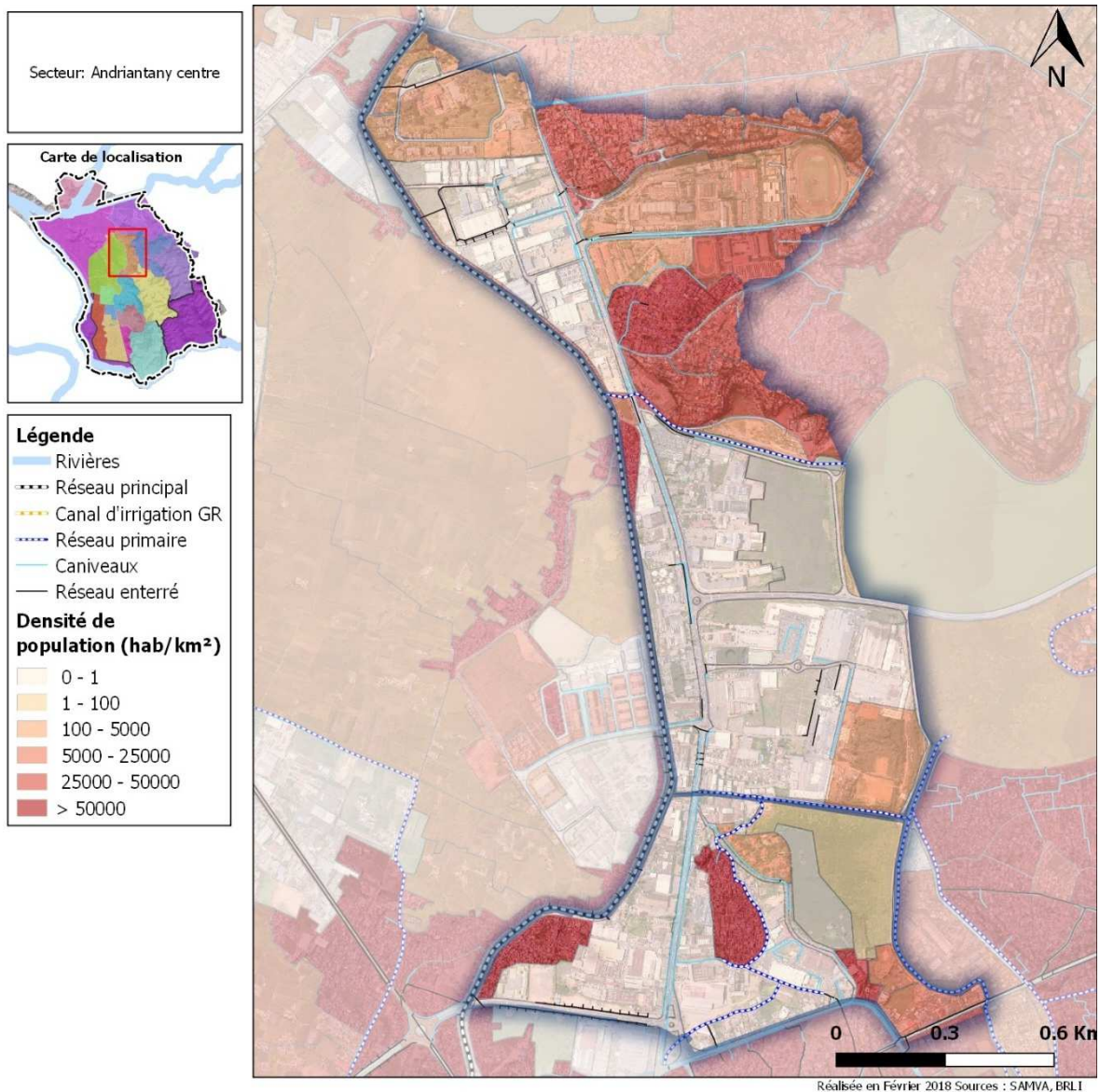


Figure 271: Secteur 13 - Andriantany centre - Densité de population

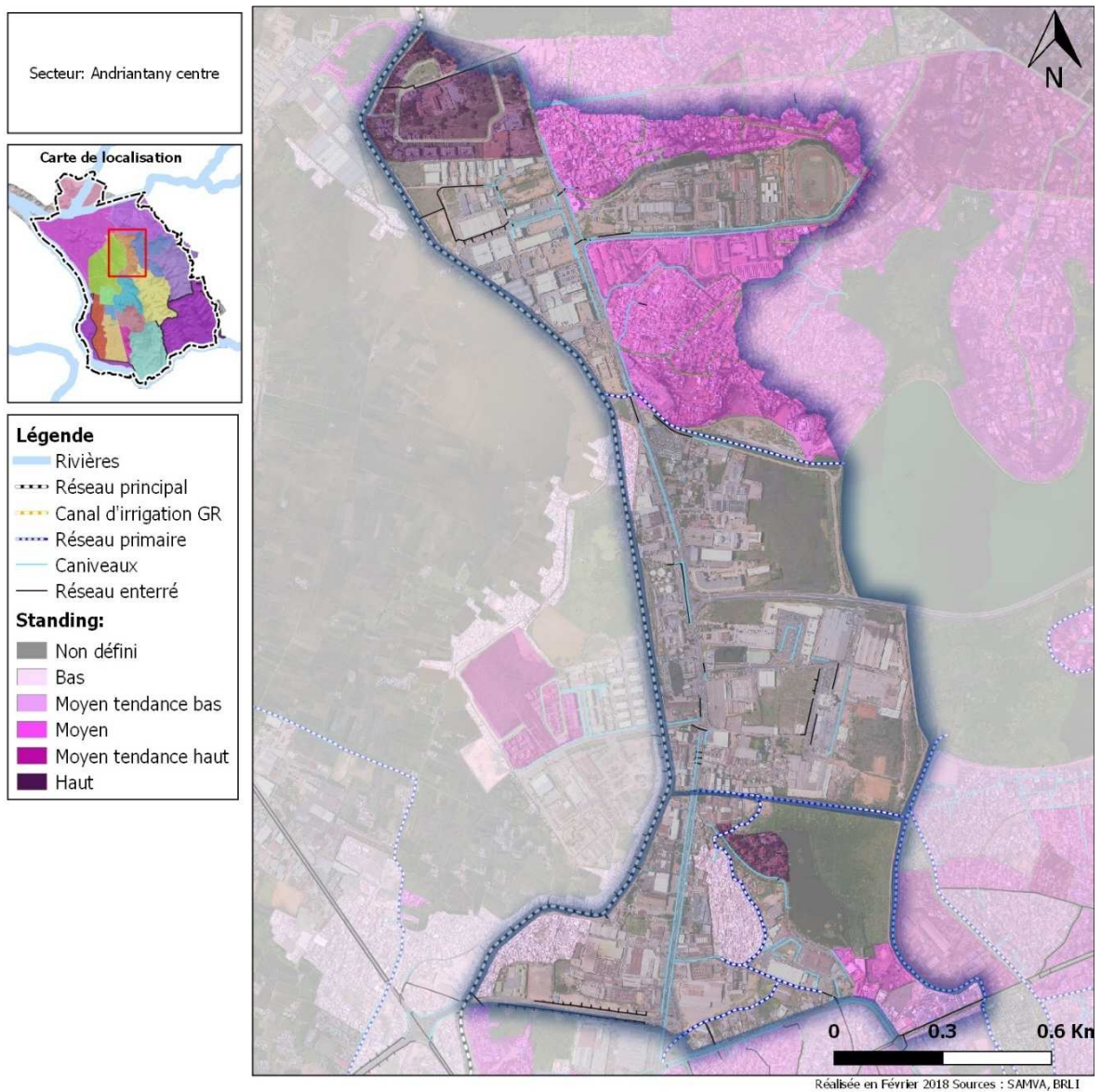


Figure 272: Secteur 13 - Andriantany centre - Standing des habitations

3.14.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.14.2.1 Structure / typologie

3.14.2.1.1 Type de réseaux

Les réseaux présents sur ce secteur sont essentiellement de type canaux primaire et sont associés aux exutoires de la vallée de l'est et du marais Masay.

Des caniveaux assurent également la collecte et le drainage de l'impluvium local des zones d'Ankorondrano et d'Amboniloha.

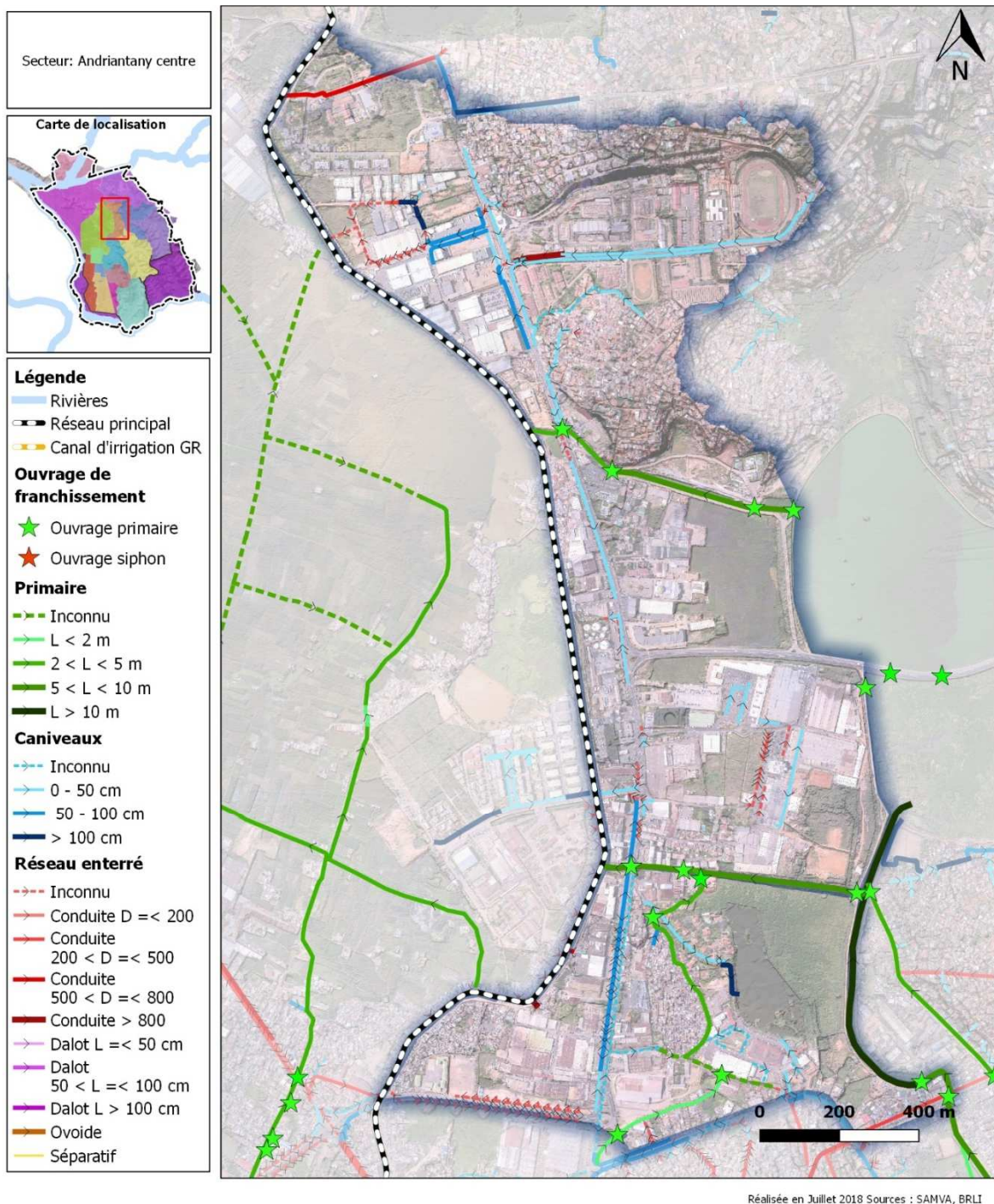


Figure 273: Secteur 13 - Andriantany centre - Dimensions du réseau

En cohérence avec la pente générale du terrain naturel, la pente du réseau est relativement faible avec des valeurs généralement inférieures au pourcent voire encore moins.

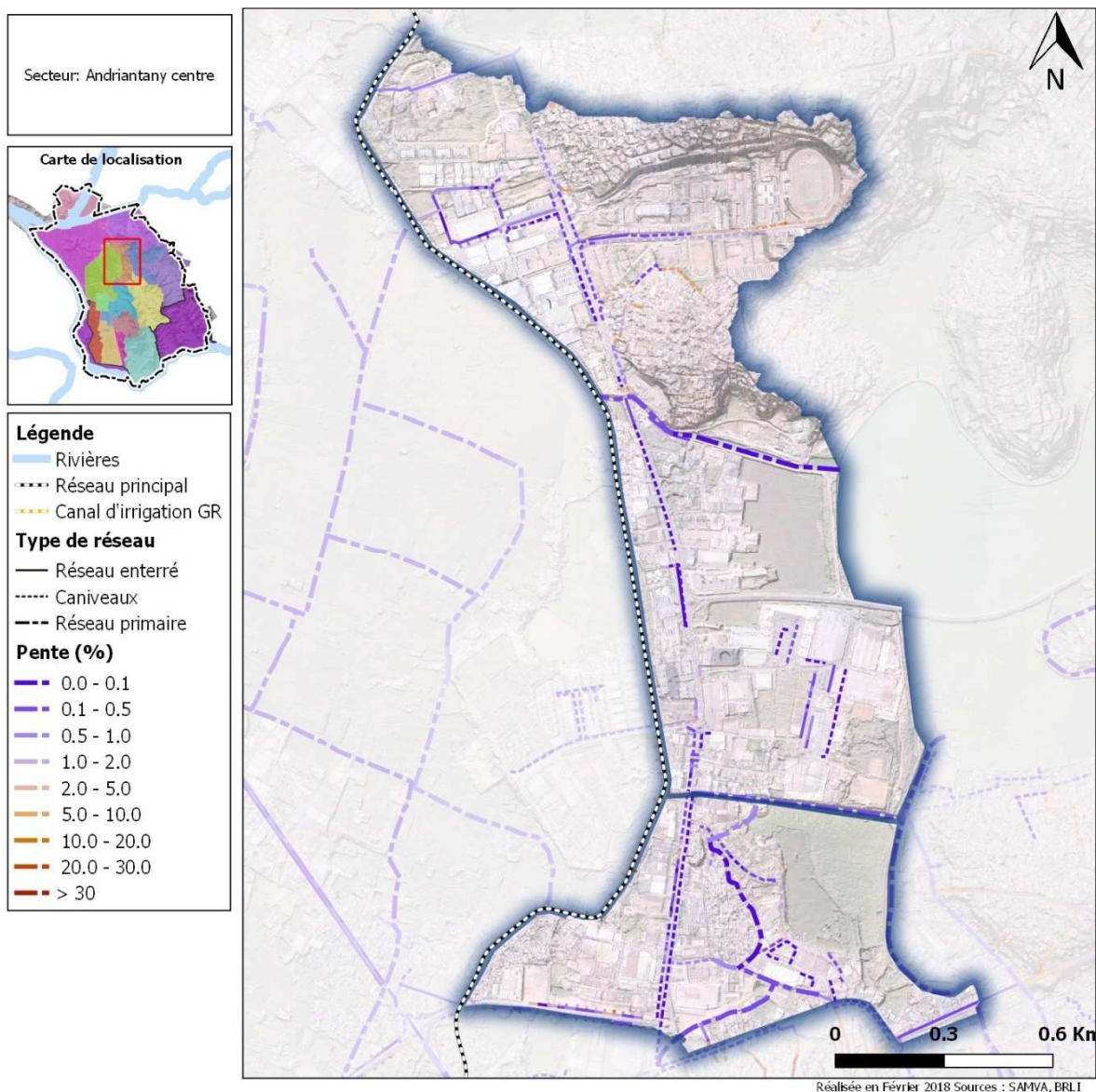


Figure 274: Secteur 13 - Andriantany centre - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.14.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Bien que constitué principalement de remblais, de nombreuses cuvettes, plus ou moins marquées, subsistent sur le secteur, entre les zones industrielles et le marais Masay (cf. carte ci-après), témoignant de la nécessité de maintenir les réseaux d'évacuation des eaux pluviales en parfait état de fonctionnement.

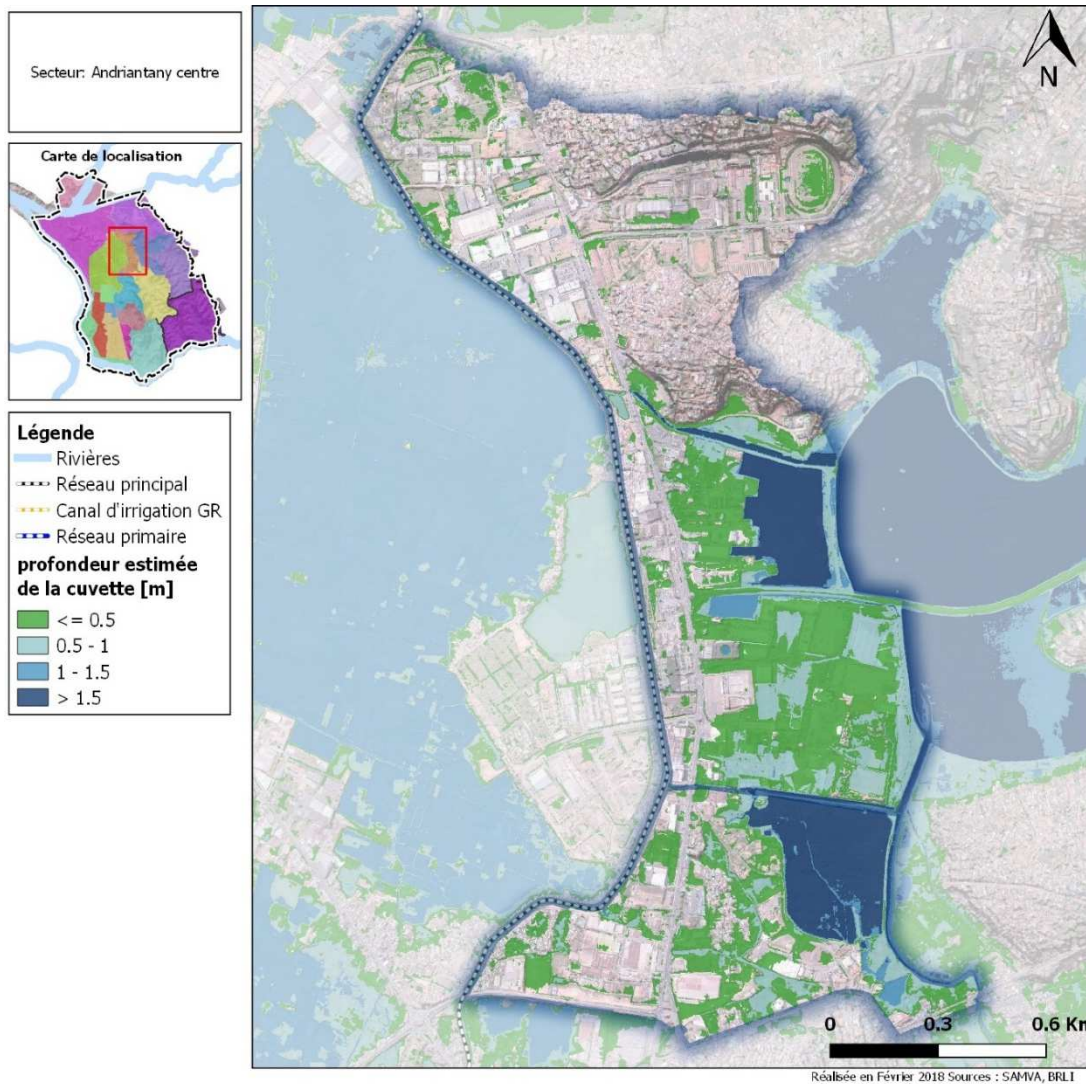


Figure 275 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur "Andriantany centre"

3.14.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

L'exutoire des réseaux présents sur ce secteur est le canal Andriantany.

Le canal Andriantany reçoit sur ce secteur les eaux drainées d'une part de la vallée de l'est et d'autre part de Ankorondrano et Antanimena (Canal sud-ouest) par le biais d'un canal où confluent les deux branches issues de ces secteurs, au niveau de Waterfront et Midi Madagasikara.

Le détail de la branche issue de la vallée de l'est est décrit dans le paragraphe dédié à ce secteur.

Les eaux issues de Antanimena transitent au réseau primaire par le biais d'un caniveau situé entre Socimex et les bâtiments Fraise.

Le réseau primaire prend son origine au rond-point de la RN3 qu'il traverse.



Figure 276 Réseau primaire en amont du rond-point de la RN3

Le rond-point fait office en temps sec de lieu d'infiltration pour les eaux usées issues de Antanimena. Lorsque les débits sont importants, les eaux transitent vers l'aval. Le réseau primaire longe ensuite des zones artisanales jusqu'à l'ouest de Waterfront. Son gabarit est alors de LxH = 1x1,5m et il se répand ponctuellement près d'Ankadifotsy.



Figure 277 Canal primaire envahi de végétation et se répandant près d'Ankadifotsy

Au niveau de Waterfront le canal bifurque vers le nord et longe Ankorondrano est.



Figure 278 Canal primaire à Ankorondrano Est

Les dimensions à l'aval d'Ankorondrano sont de $L \times H = 1 \times 4\text{m}$ et le canal s'est alors chargé en eaux usées. Les enjeux sont importants à Ankorondrano, où l'habitat précaire est situé très près du canal. Le réseau primaire passe ensuite sous les habitations de Waterfront et rejoint une partie des eaux issues de la vallée de l'est.



Figure 279 Confluence du canal sud-ouest et de la vallée de l'est

Après la confluence le tronçon est canalisé. Le canal franchit ensuite la route des Hydrocarbures vers l'Andriantany.



Figure 280 Amont de l'ouvrage de franchissement vers la route des hydrocarbures



Figure 281 Amont du franchissement à Waterfront

C'est également sur ce secteur qu'a lieu la communication entre le marais Masay et le canal Andriantany.

CANIVEAUX

Les caniveaux sur ce secteur se localisent essentiellement le long de la route des Hydrocarbures dont ils drainent les eaux. Ce sont des caniveaux couverts, de dimensions 50x50 cm et qui présentent un encombrement dû aux déchets des activités exercées le long de la route des Hydrocarbures. Ils demeurent cependant fonctionnels en saison pluvieuse.

RESEAU ENTERRE

Il n'y a pas de réseau enterré significatif sur ce secteur.

3.14.2.2 Désordres

Cf. paragraphe précédent et cartes ci-après.

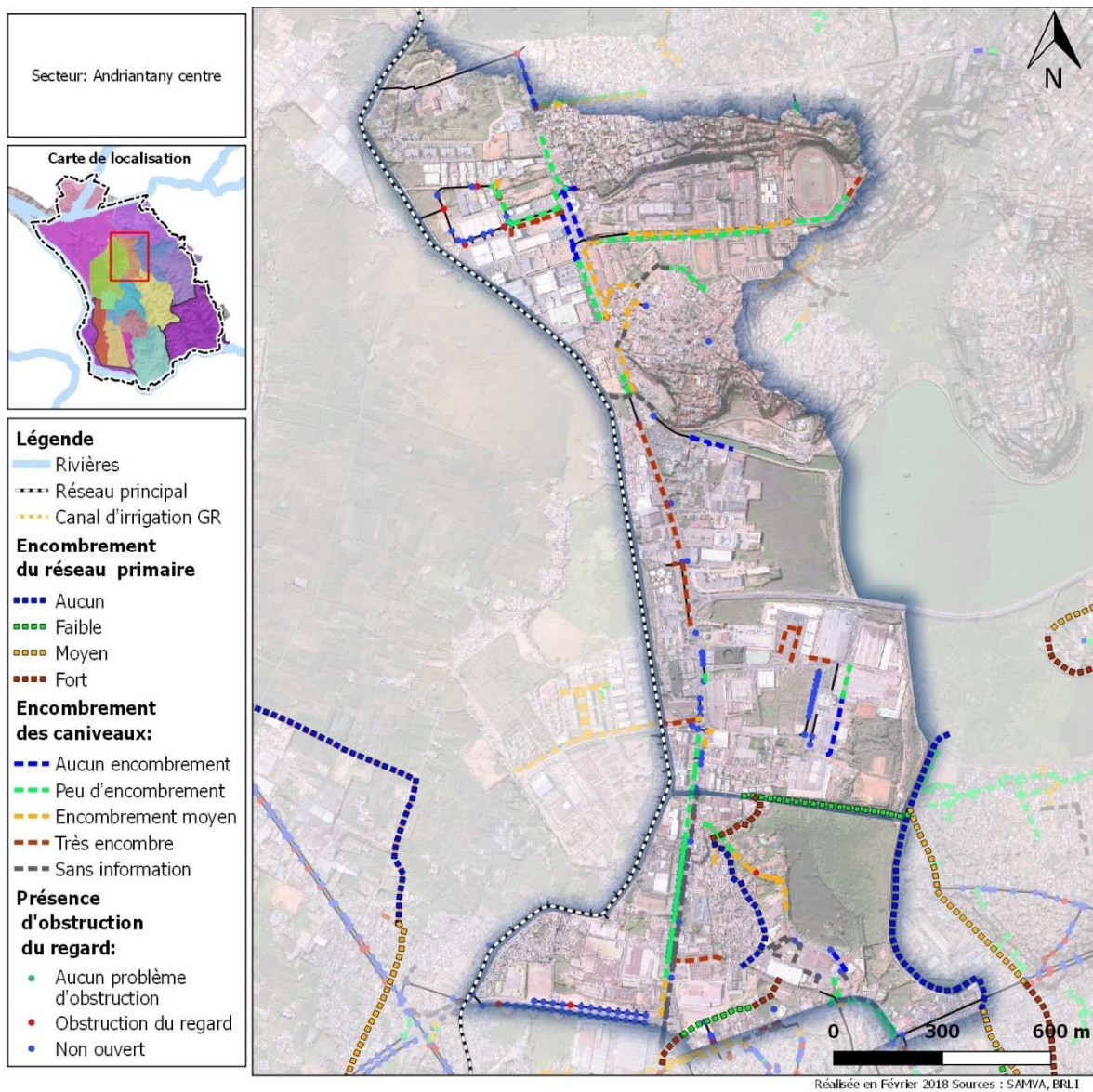


Figure 282: Secteur 13 - Andriantany centre - Engorgement des caniveaux et obstruction des regards

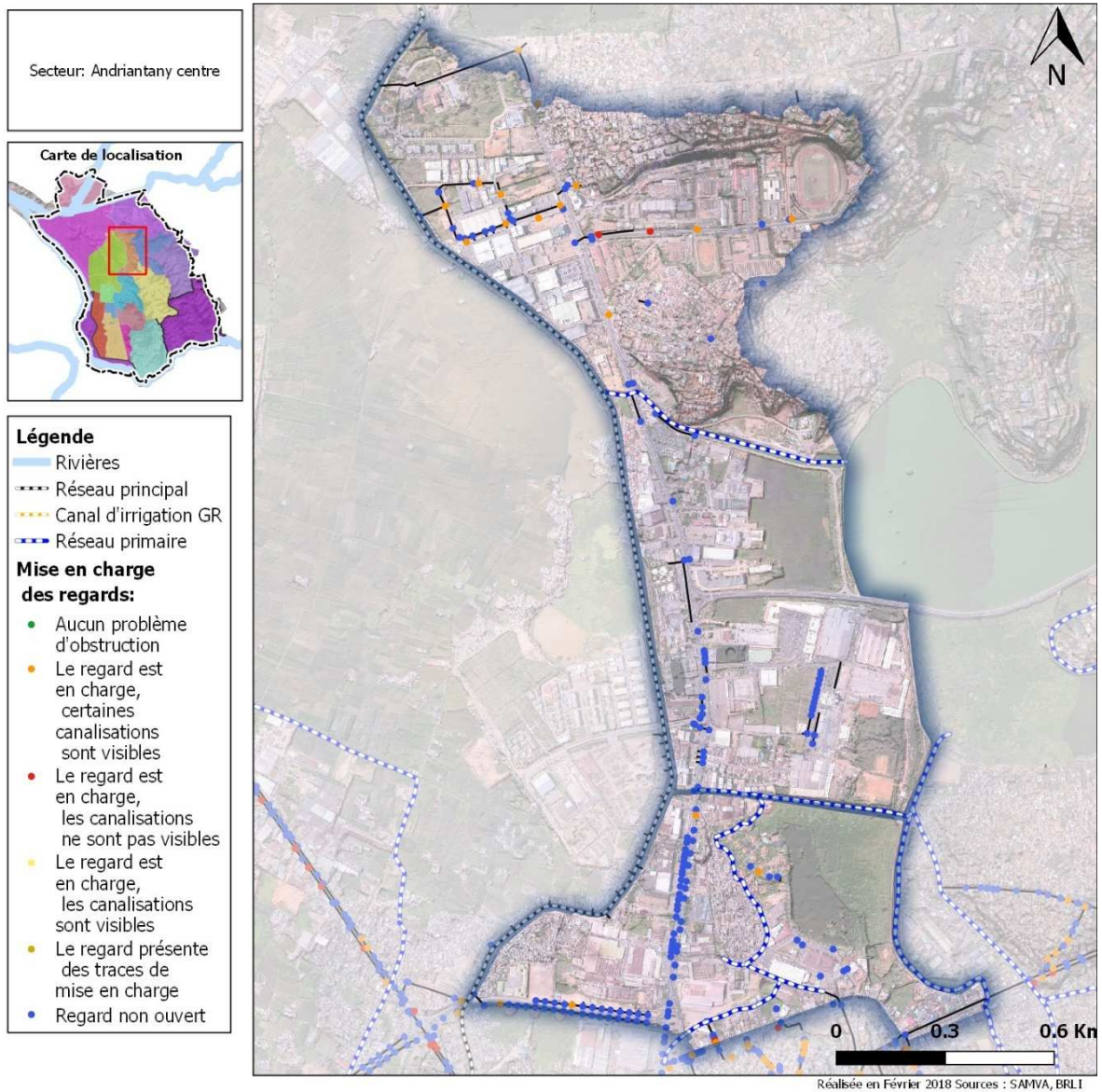


Figure 283: Secteur 13 - Andriantany centre - Niveau de mise en charge des regards

3.14.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Assez peu de problèmes ont été rapportés au cours des différentes enquêtes auprès des acteurs locaux, soit qu'ils soient effectivement inexistantes, soit qu'ils ne provoquent pas de conséquences dommageables pour les enjeux présents.

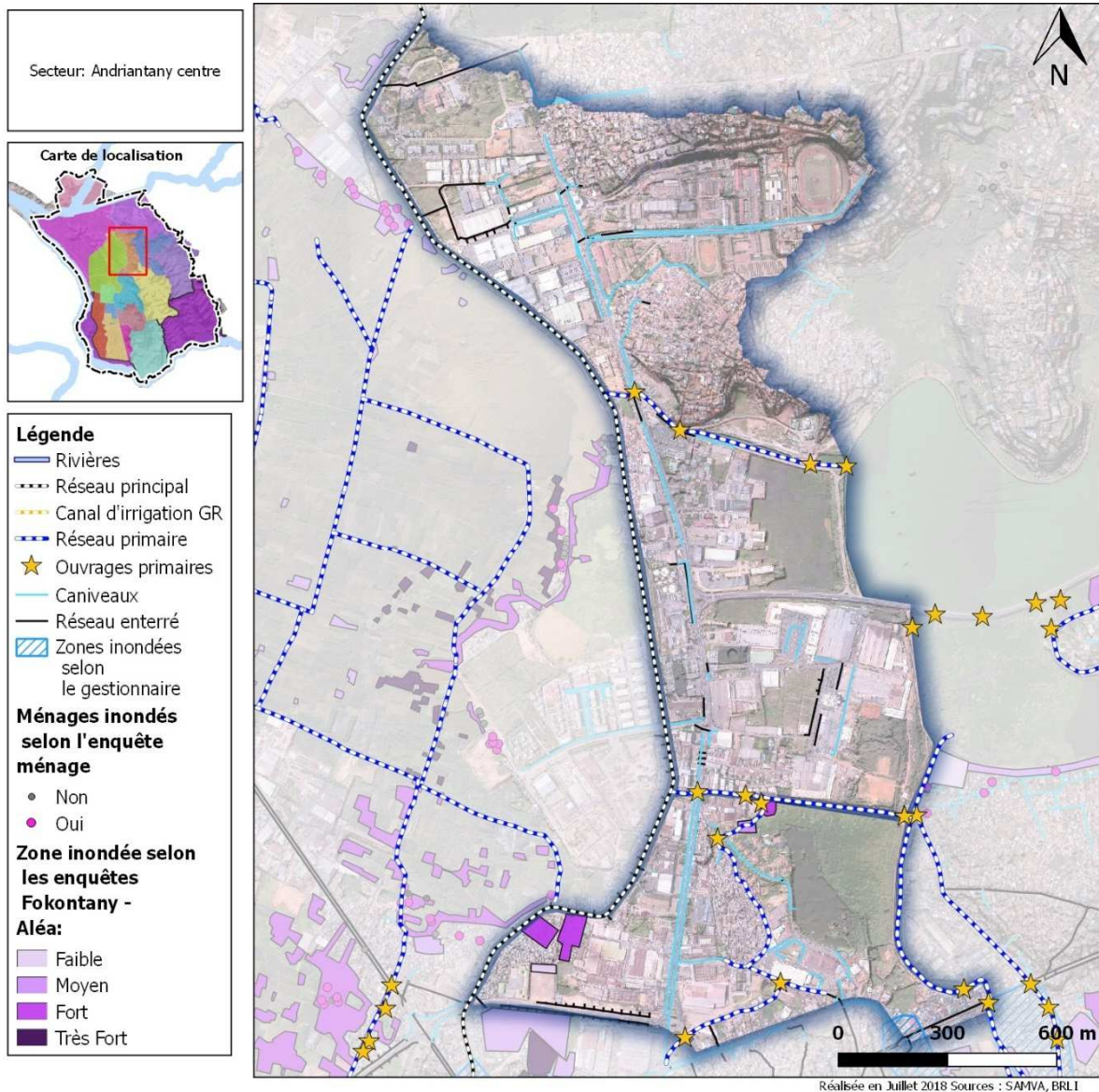


Figure 284: Secteur 13 - Andriantany centre - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience

3.14.4 Synthèse

L'absence de problèmes majeurs observés sur ce secteur « privilégié » ne doit cependant pas faire oublier sa vulnérabilité potentielle au regard de sa configuration topographique. Il apparaît donc nécessaire à la fois de poursuivre l'entretien des réseaux mais également de prendre garde aux impacts et à la conception des aménagements hydrauliques des prochaines opérations de développement qui prendront place sur ce secteur.

3.15 SECTEUR 14 – BASSINS SUD

- Superficie = 680 ha
- Population estimée = 120 000 habitants

3.15.1 Description du secteur

Le secteur des bassins sud se compose de deux vallées orientées nord-sud qui se rejoignent au niveau de la plaine agricole d'Ankadimbaohaka. Sa superficie est de 680 ha. Le secteur est délimité au sud par la digue de l'Ikopa. L'exutoire du secteur se situe au sud-ouest et correspond à la fois au canal Andriantany et au canal GR. On distingue également deux petits bassins versants au sud-est du secteur qui ont comme exutoire le canal GR.

La carte ci-après décrit les différents fokontany situés sur le secteur en question.

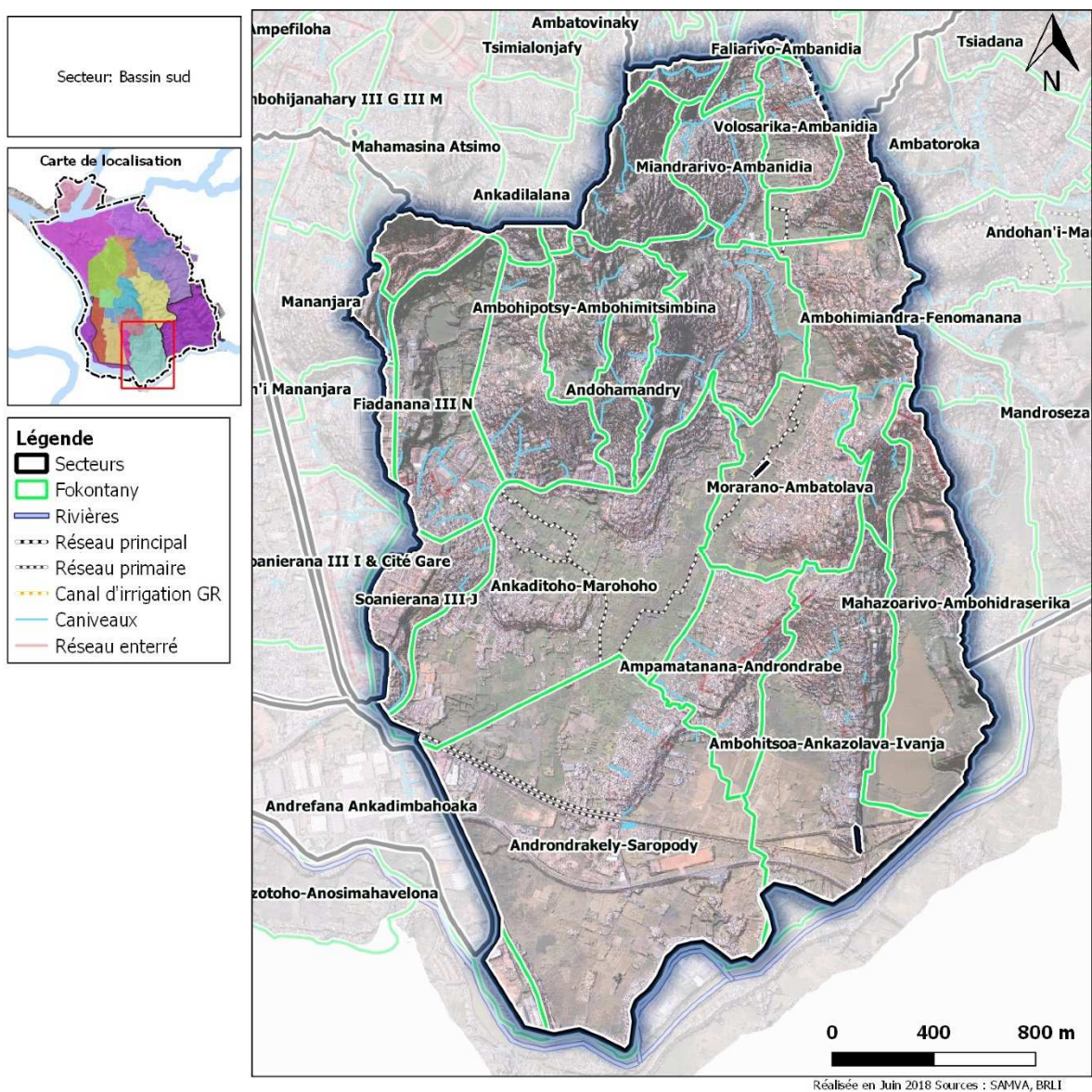


Figure 285 : fokontany situés sur le secteur des bassins sud

3.15.1.1 Relief

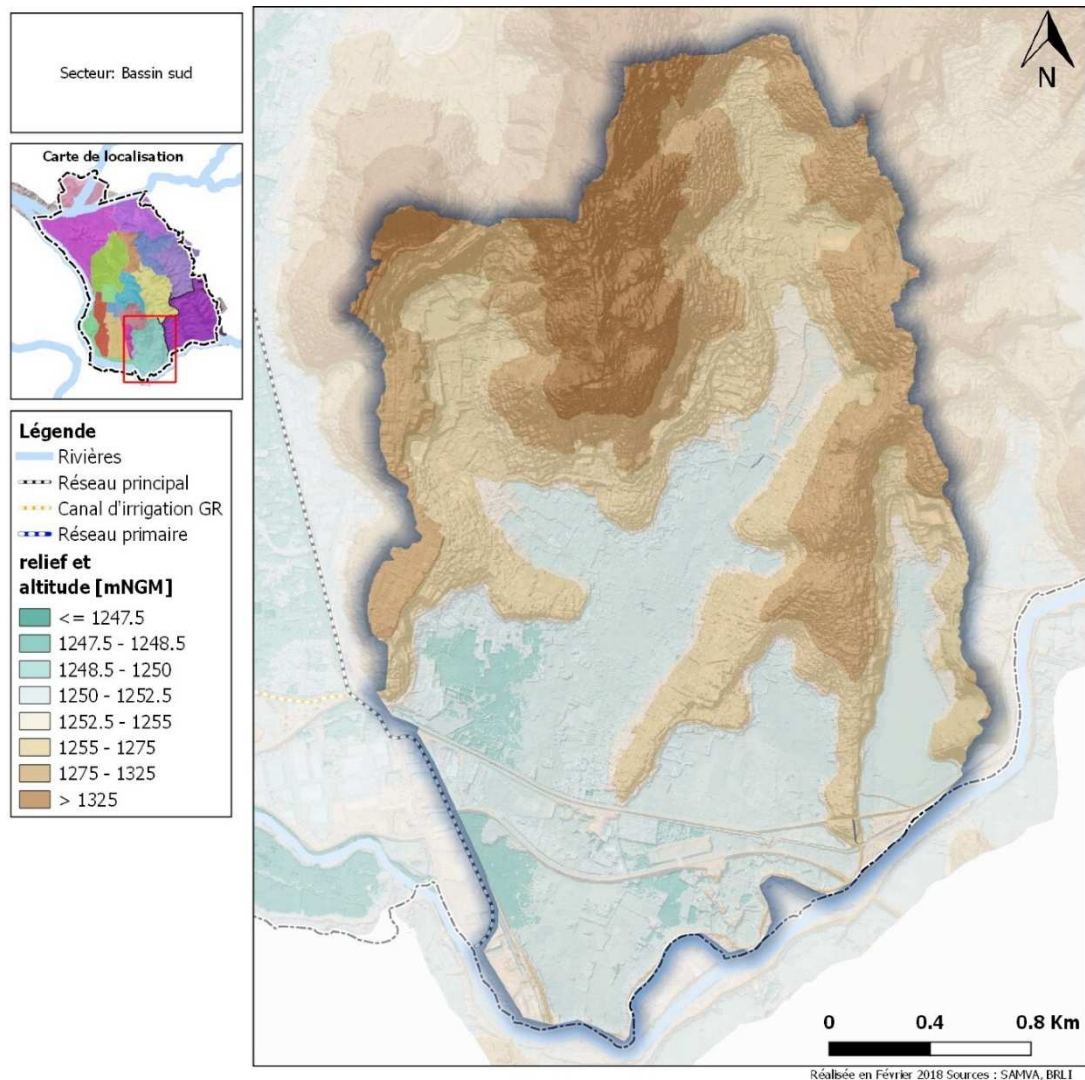


Figure 286 : relief du secteur des bassins sud

Le relief est celui rencontré habituellement sur les collines d'Antananarivo, avec une alternance de versants culminant au-delà de 1350 m d'altitude et de bas-fonds situés en fond de vallée.

La cote desdits bas-fonds est globalement de 1250 mNGM.

3.15.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol du secteur est grandement influencée par le relief décrit au paragraphe précédent : les versants sont dédiés à des zones d'habitation résidentielle alors que les bas-fonds sont consacrés à des activités agricoles. Les coefficients d'occupation du sol sur les zones urbanisées restent limités.

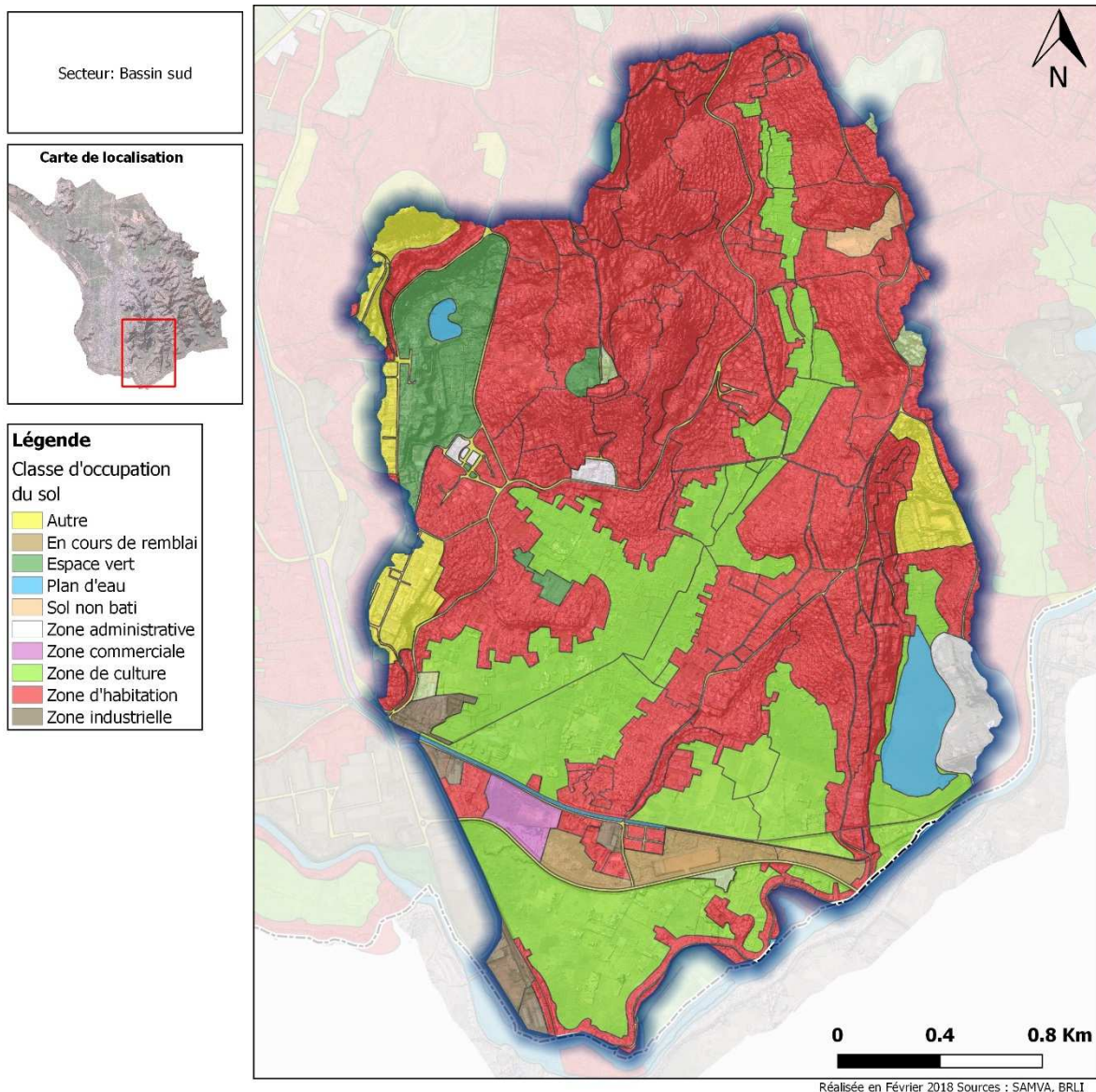


Figure 287 : occupation du sol sur le secteurs des bassins sud

3.15.1.3 Caractérisation des bassins versants

Le secteur est très urbanisé sur les versants des deux vallées tandis que les bas-fonds sont occupés par des plaines agricoles dédiées à la riziculture. On note la présence du zoo de Tsimbazaza dans la vallée à l'ouest.

La pente des thalwegs des deux vallées est moyenne, avec des valeurs de l'ordre de 2 %. La plaine agricole présente une pente très faible, inférieure à 1 pour 10 000. Les versants des collines sont structurés sous forme de terrasses. Leurs pentes moyennes sont d'environ 40% mais s'adoucissent en pied avec des valeurs voisines de 10 %.

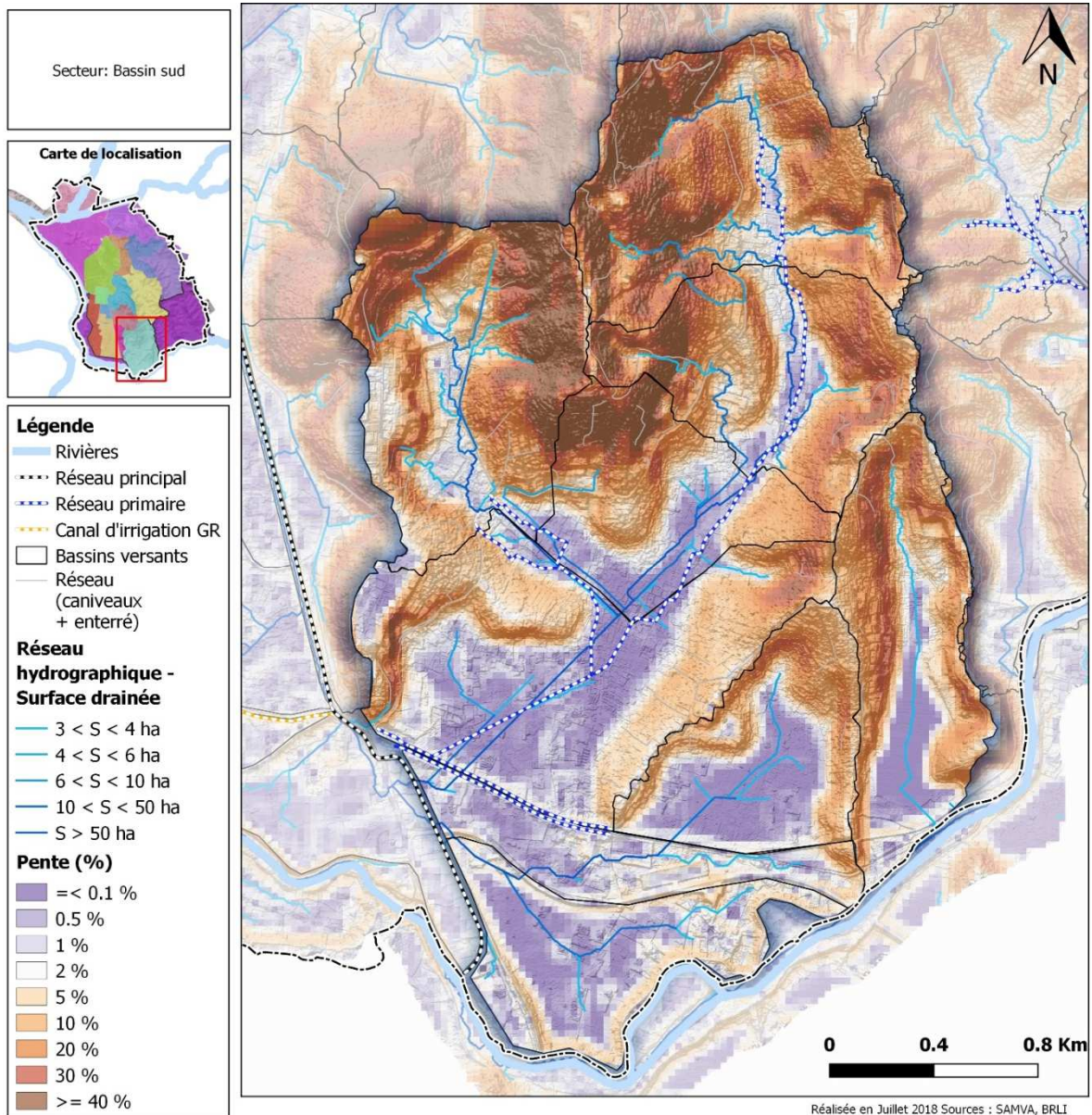


Figure 288: Secteur 14 - Bassin sud - Pente et réseau hydrographique

3.15.1.4 Enjeux humains présents

La répartition de la population sur le secteur est relativement hétérogène. On rencontre des densités fortes au niveau des fokontanys de Androndrabe au sud, Tsarafaritra à l'est et Miandrarivo Ambanidia au nord ($> 50\,000$ hab/km²). Le reste du secteur est plutôt de densité moyenne, avec des valeurs s'échelonnant entre 5000 et 25 000 hab/km².

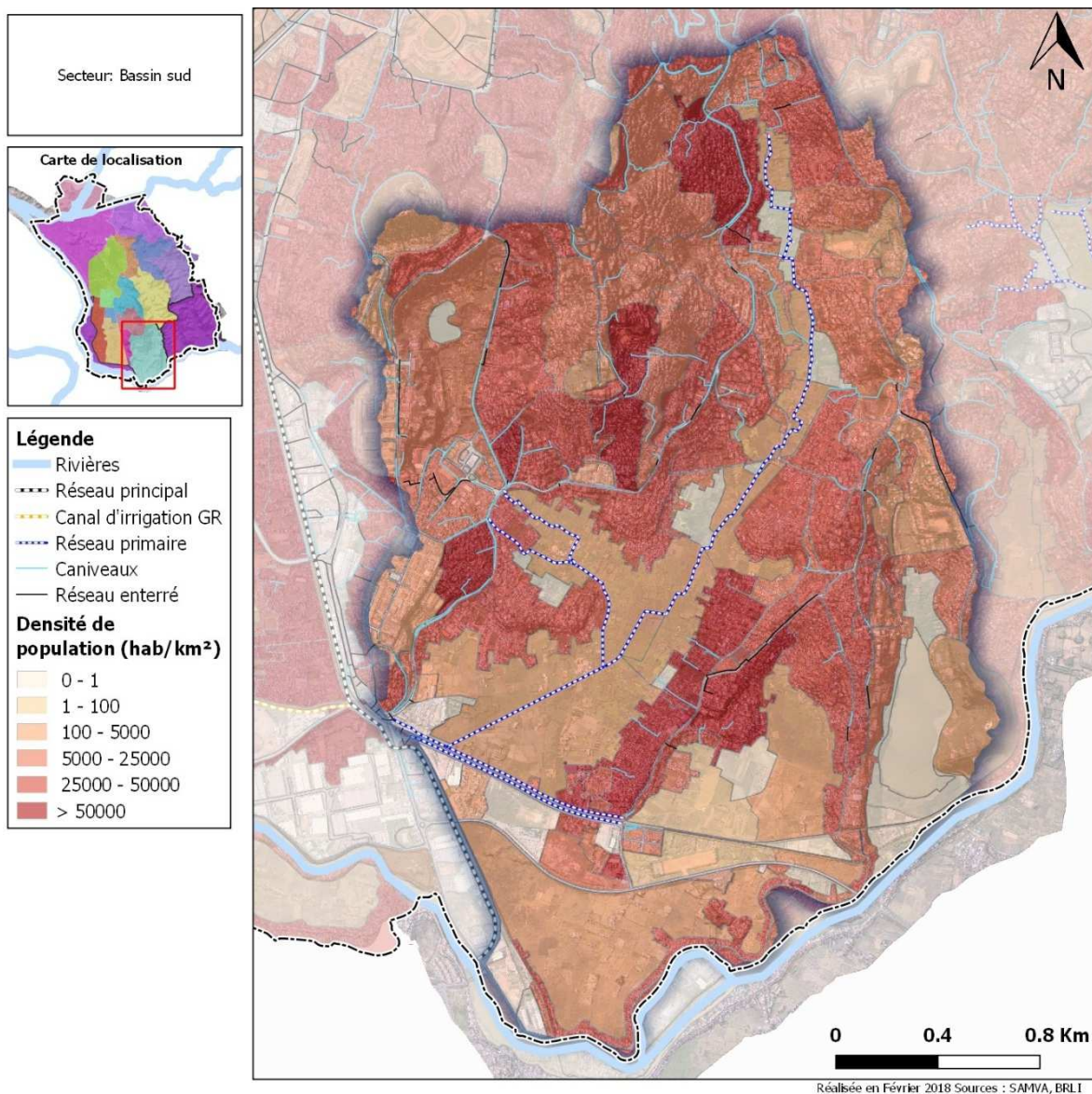


Figure 289: Secteur 14 - Bassin sud - Densité de population

Le standing des habitations est globalement « moyen », voire « moyen à tendance bas ». On remarque une bande de standing « bas » en bordure est de la plaine agricole.

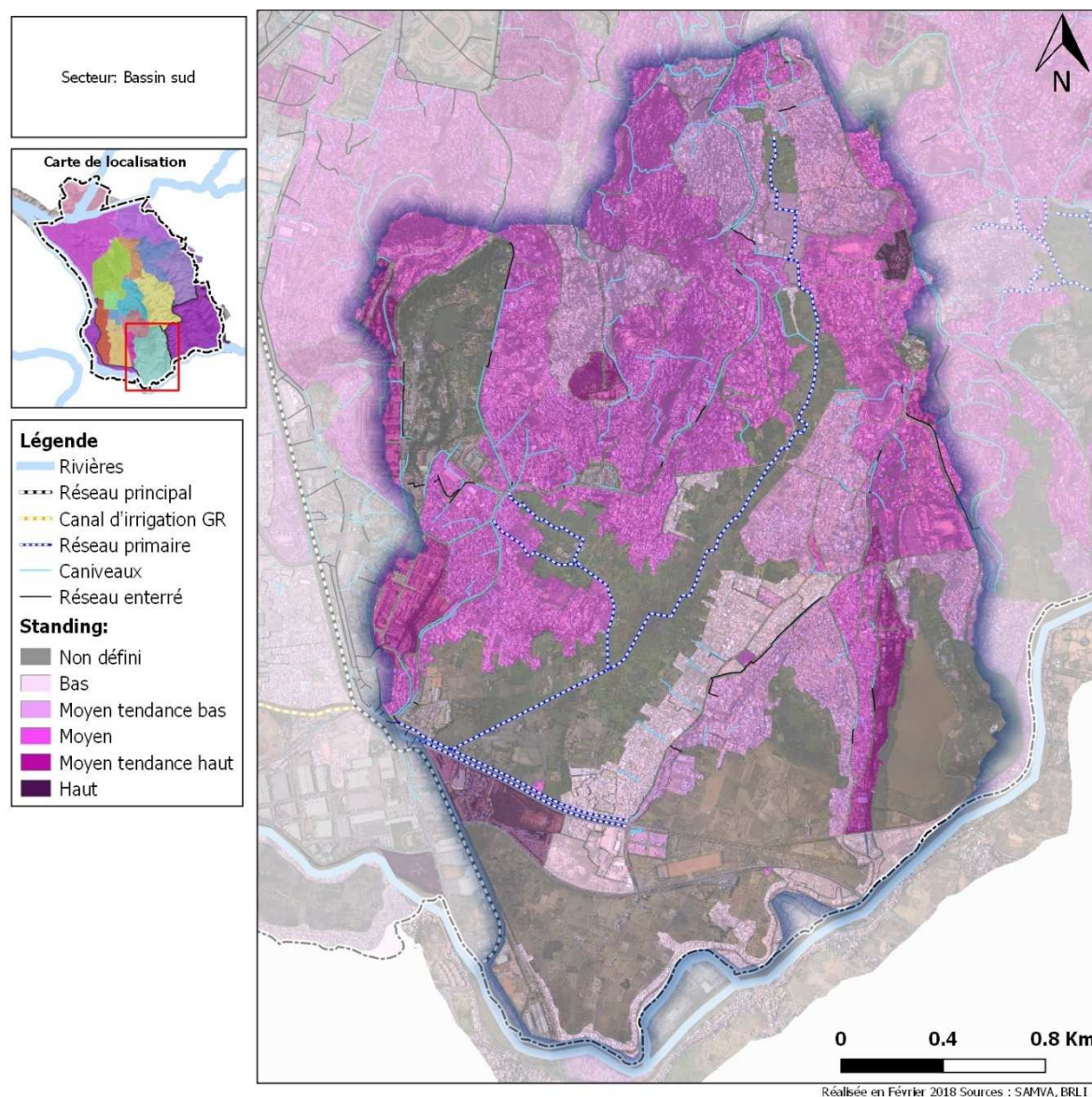


Figure 290: Secteur 14 - Bassin sud - Standing des habitations

3.15.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.15.2.1 Structure / typologie

3.15.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau de drainage est principalement composé de caniveaux. Ils sont en général de petites dimensions (< 50 cm), bien qu'il en existe quelques-uns plus imposants. Les réseaux enterrés sont peu présents et se cantonnent sur les hauteurs des versants. Le réseau de caniveaux conduit les écoulements vers le réseau primaire en fond de vallée et dans la plaine agricole.

L'exutoire du secteur prend la forme de 3 buses de diamètre 1000 mm, d'une longueur de 165 m, qui permettent d'acheminer les écoulements jusqu'au canal Andriantany. Un autre exutoire a été aménagé plus en amont en rive gauche et permet de délester une partie du débit vers le canal GR.

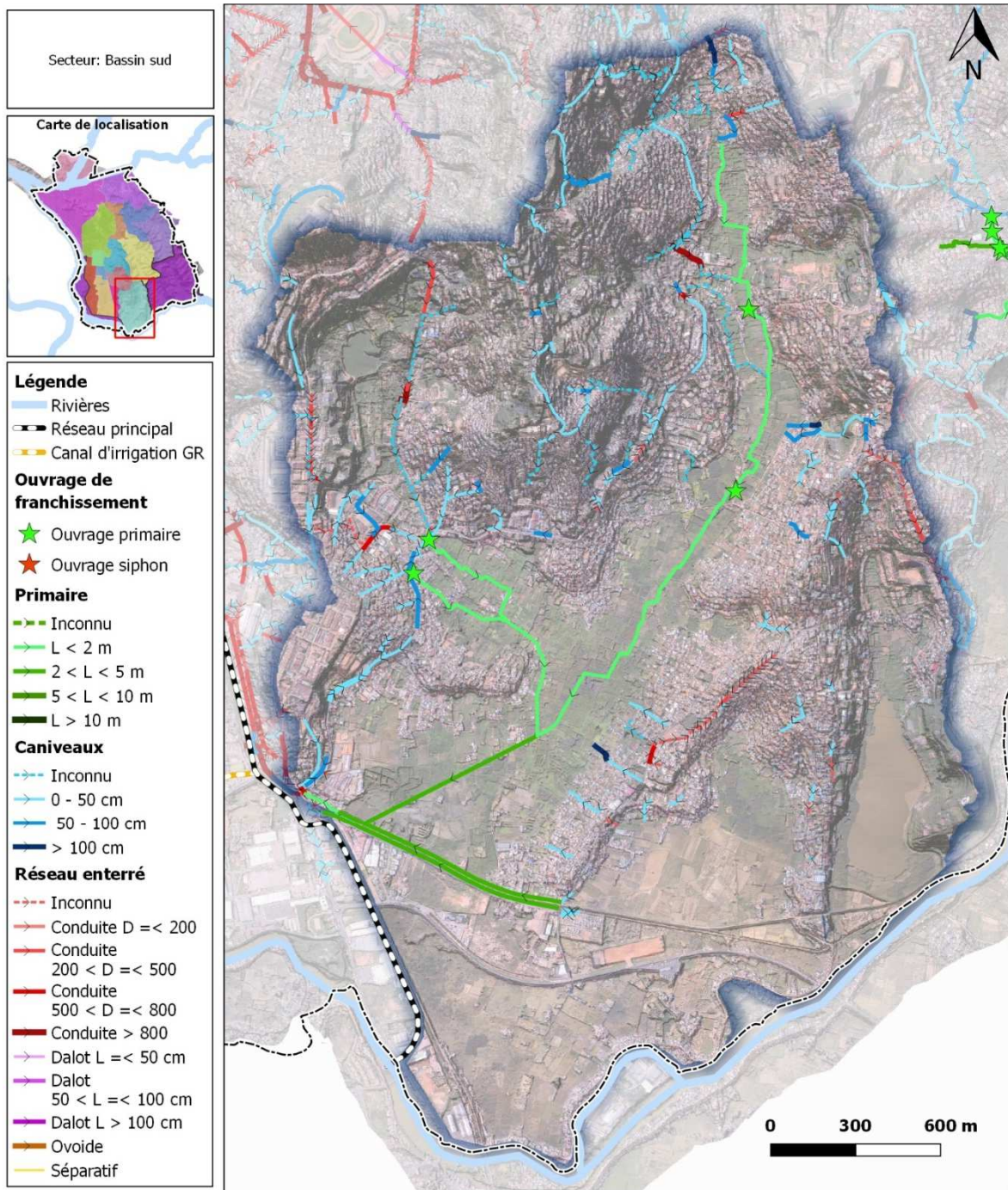


Figure 291: Secteur 14 - Bassin sud - Dimensions du réseau

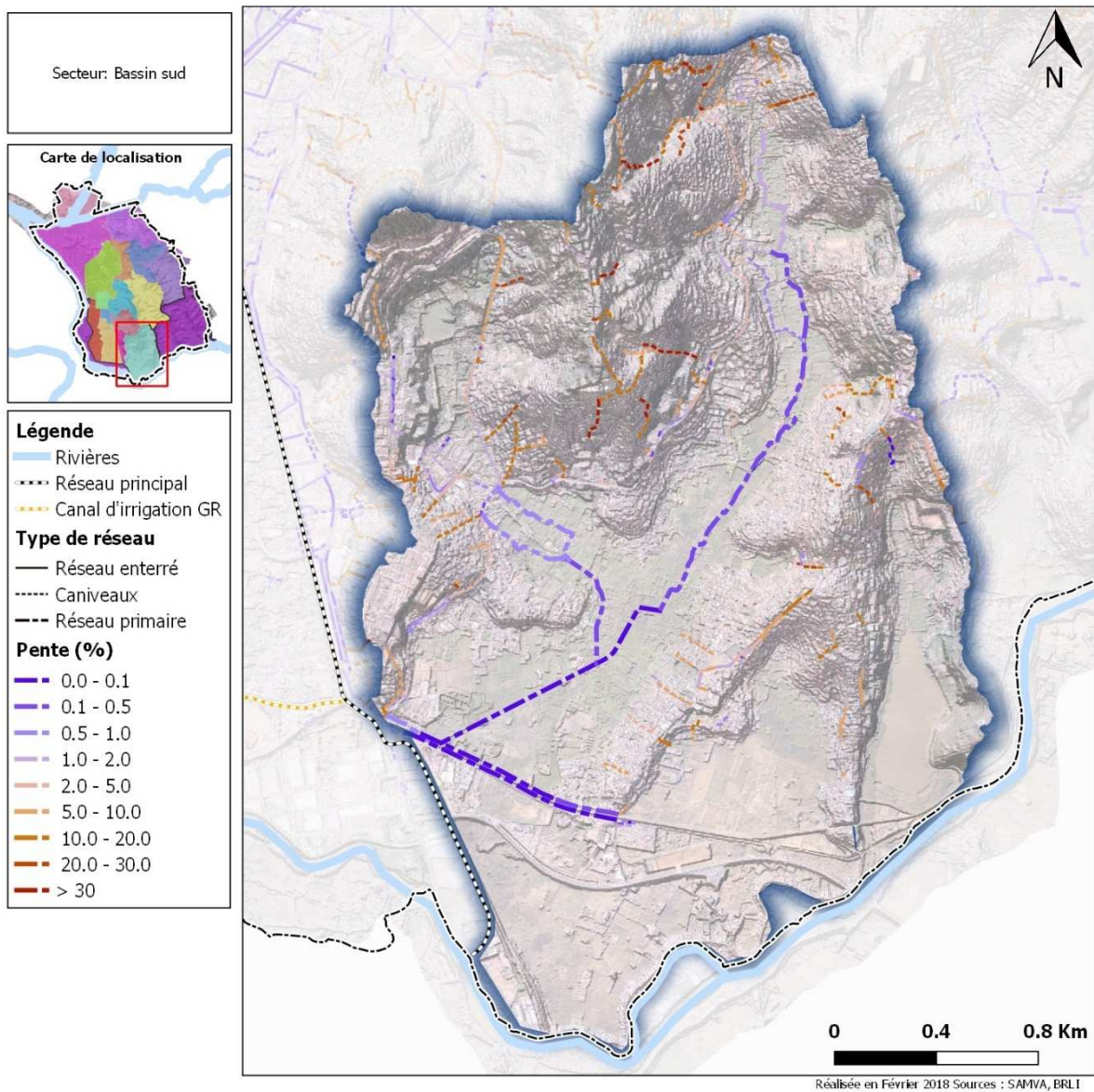


Figure 292: Secteur 14 - Bassin sud - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.15.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

La présence du remblai de la voie ferrée en aval confère à l'ensemble des bas-fonds une configuration de cuvette très prononcée qui s'exprime de manière assez évidente en saison des pluies. La zone à l'extrême sud, relativement enclavée d'un point de vue hydraulique présente une configuration similaire, même si l'impluvium plus restreint limite de fait l'ampleur des niveaux d'eau qui s'y accumulent.

D'autres zones présentant des dépressions sont également visibles plus en amont.

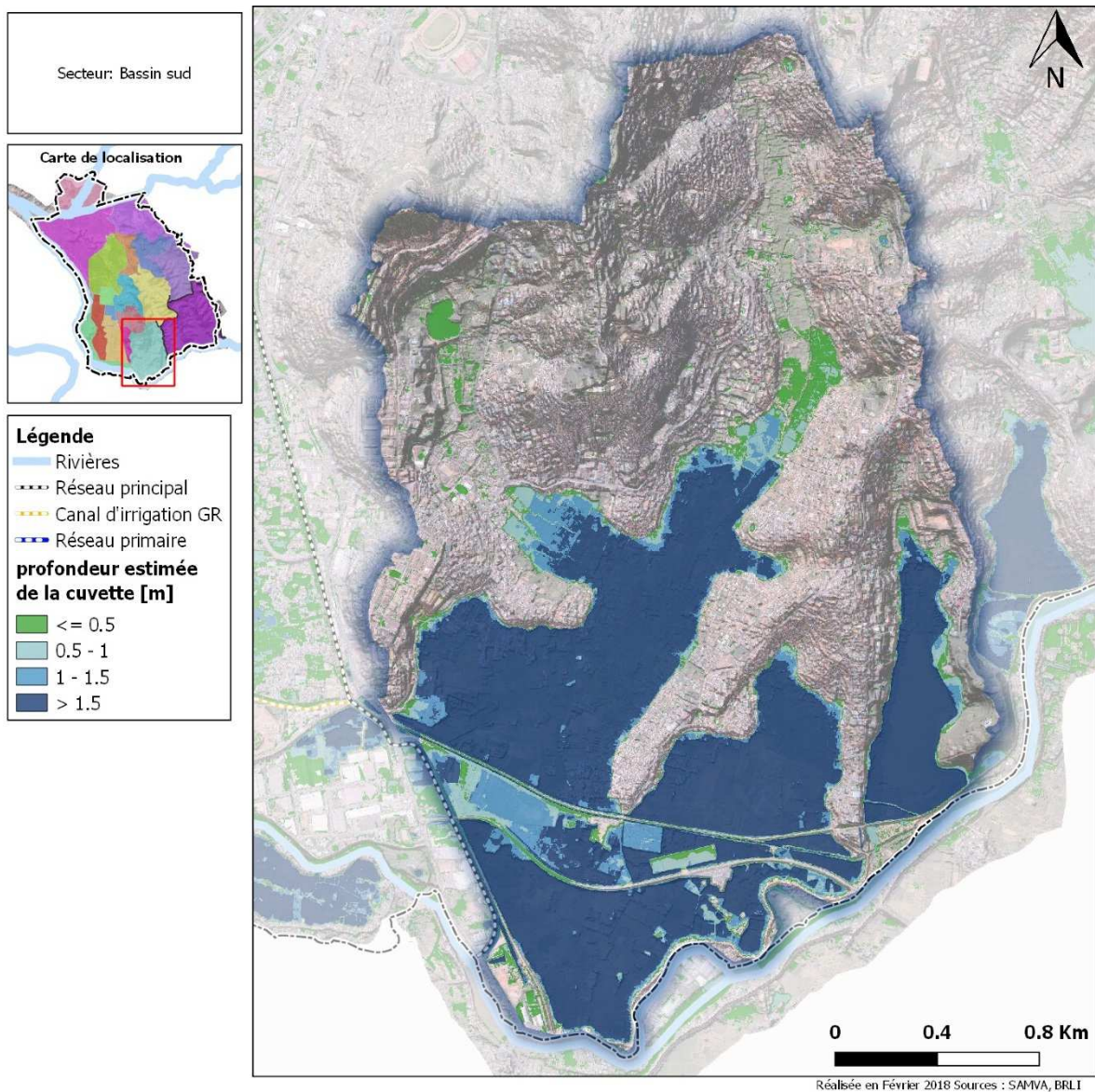


Figure 293 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur des bassins sud

3.15.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Les exutoires des réseaux primaires des bassins sud sont le canal Andriantany et, dans une moindre mesure, le canal GR.

On distingue, tel qu'il l'apparaît sur la Figure 198, 3 branches d'apport principales vers l'exutoire :

- Une branche sud-est
- Une branche nord-est
- Une branche nord-ouest

RESEAUX PRIMAIRES

Les réseaux primaires des bassins sud traversent majoritairement des secteurs peu urbanisés et présentent donc de faibles enjeux humains.

Branche sud-est :

Elle est formée de deux canaux en parallèle de part et d'autre de la voie ferrée.

Le canal sud, situé entre la voie ferrée et la rue Ramalijaona ne présente aucun écoulement en aval en saison sèche. Les eaux l'alimentant se répandent en amont sur des terrains inondables.



Figure 294 Canal sud de la branche sud-est

La situation décrite par la figure précédente est valable sur tout le linéaire du canal sud.

Le canal nord est en revanche alimenté en amont par la plaine inondée de Androndrabe Ampamantanana. Avec le gabarit (LxH = 3,5x1,5 m) du canal, l'écoulement est difficile en raison des faibles pentes à l'amont.



Figure 295 Vue du canal nord au niveau de l'ouvrage de franchissement de la rue Ramilijaona

Vers l'aval, le canal longe la voie ferrée sur sa rive gauche alors que les cultures et habitations en dur alternent sur sa rive gauche. À l'aval du canal, après la confluence avec la branche nord, la situation se dégrade, le niveau du canal est haut et des habitations précaires se situent à proximité immédiate.



Figure 296 Situation à l'aval du canal nord de la branche sud-est du bassin sud

Les habitations sont ici vulnérables aux inondations.

Le canal sud conflue avec le canal nord avant de franchir la RN7 vers le canal Andriantany.



Figure 297 Franchissement de la RN7

La branche nord conflue ensuite avec la branche sud-est au niveau du zone de cultures. Son accès est difficile jusqu'à la confluence de la branche nord-ouest avec la branche nord-est.



Figure 298 Arrivée de la branche nord dans le canal nord de la branche sud-est



Figure 299 Branche nord juste en aval de la confluence de la branche nord-ouest et nord-est

Les tronçons sont ici noyés et envahis de jacinthes. Des habitations présentes à proximité des canaux sont régulièrement inondées à Ankaditoho Maroho.



Figure 300 Hauteurs d'eau atteinte à Ankaditoho Maroho

Branche nord-ouest

La branche nord-ouest traverse principalement des zones de culture. La branche est endiguée et évolue à la manière d'un canal d'irrigation. Elle reçoit les eaux des caniveaux de Soanierana IIIJ, Fiadana IIII et Tsarafitra au niveau de deux ouvrages de franchissement. La branche est alors scindée en deux canaux évoluant parallèlement à travers les terrains vagues et cultures. En amont la situation est assez encombrée.



Figure 301 Aval de l'ouvrage de franchissement au niveau de BS8



Figure 302 Branche nord-ouest endiguée

Branche nord-est

La branche nord-est traverse essentiellement des zones de cultures sur près de 2,5 km. Elle est endiguée et les enjeux autour d'elle sont faibles. Elle fait transiter les eaux issues successivement de Manakambahiny, Abohimandra Fenomanana Sud et Miandrarivo/Volosikara Ambanidia.

Les réseaux primaires des bassins sud sont globalement en bon état. Transitant à travers des zones de cultures où l'eau abonde, les inondations sont fréquentes pour les habitations situées à proximité.

3.15.2.2 Désordres

Les caniveaux sont globalement pas ou peu encombrés sur le secteur en question. On distingue néanmoins plusieurs caniveaux moyennement ou très encombrés en amont de la vallée à l'est (point 1 sur la carte ci-après), à proximité de l'exutoire (point 2) et au niveau du fokontany de Androndrabe (point 3).

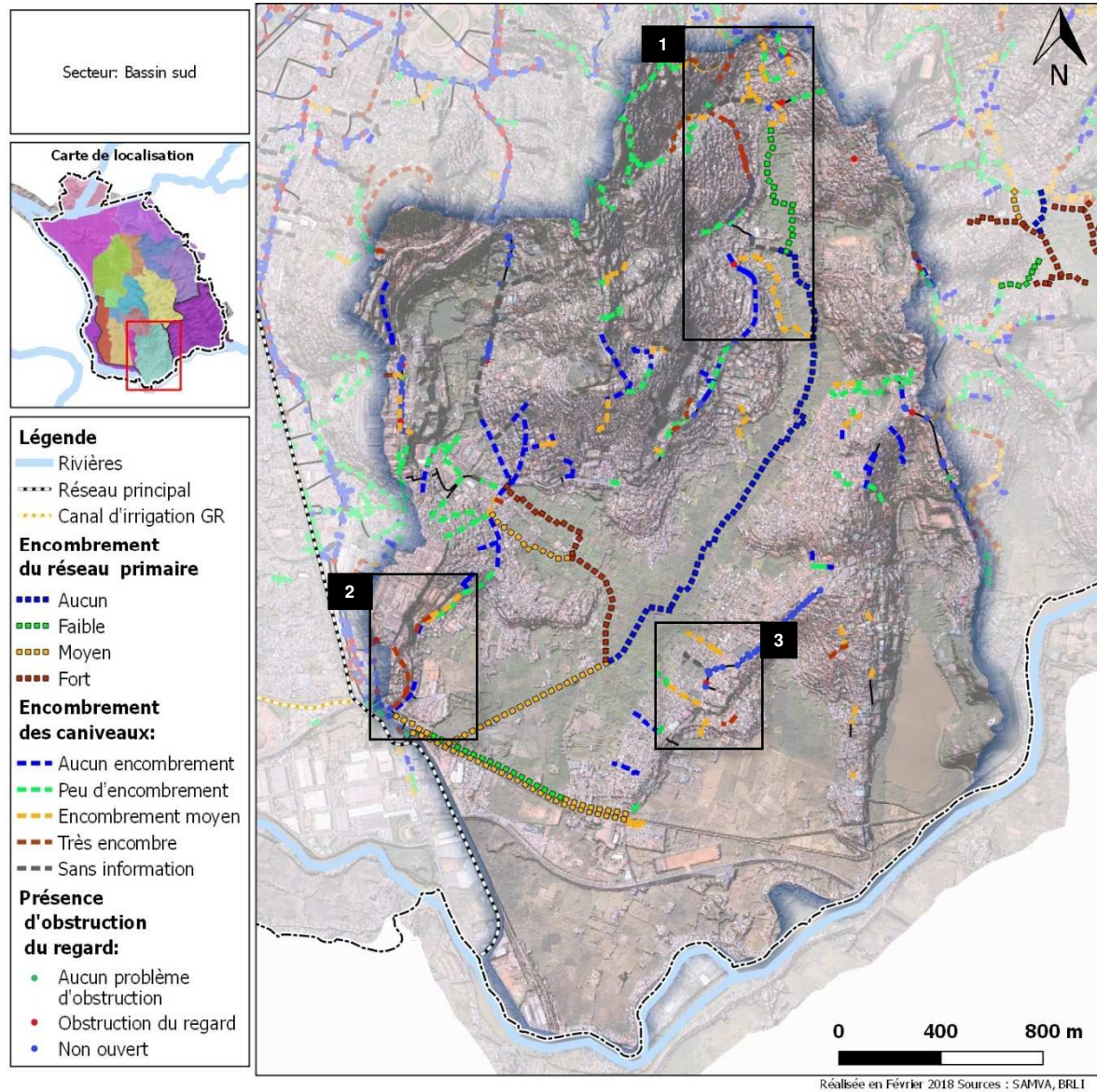


Figure 303: Secteur 14 - Bassin sud - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

3.15.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les informations fournis par les gestionnaires et les retours des enquêtes auprès des fokontanys ont mis en lumière cinq zones sensibles aux inondations :

- En bordure de l'lkopa, au sud du secteur (zone 1). Les habitations se sont implantées en bordure de la plaine agricole qui forme un casier hydraulique. Bien que légèrement en remblai, la zone n'est pas très surélevée par rapport à la plaine.
- En amont immédiat des 3 buses de l'exutoire (zone 2). Des habitations se sont implantées en bordure du canal primaire et subissent l'influence directe de l'ouvrage.
- Un ensemble d'îlots habités au milieu ou en bordure de la plaine agricole (zone 3). Bien que souvent implantées sur des remblais, l'altimétrie des habitations est peu surélevée par rapport à la plaine (+0,7 à + 1 mètre).
- À l'embouchure de la vallée du zoo dans la plaine agricole (zone 4). Le terrain naturel est ici plus élevé que la plaine agricole (+ 4 mètres). La zone correspond au point de confluence de plusieurs caniveaux qui drainent les versants.
- À l'embouchure de la vallée au nord du fokontany de Manakambahiny (zone 5). Une zone habitée a été gagnée sur la plaine agricole. Elle est en remblai avec une surélévation par rapport à la plaine de seulement 1 mètre par endroits.

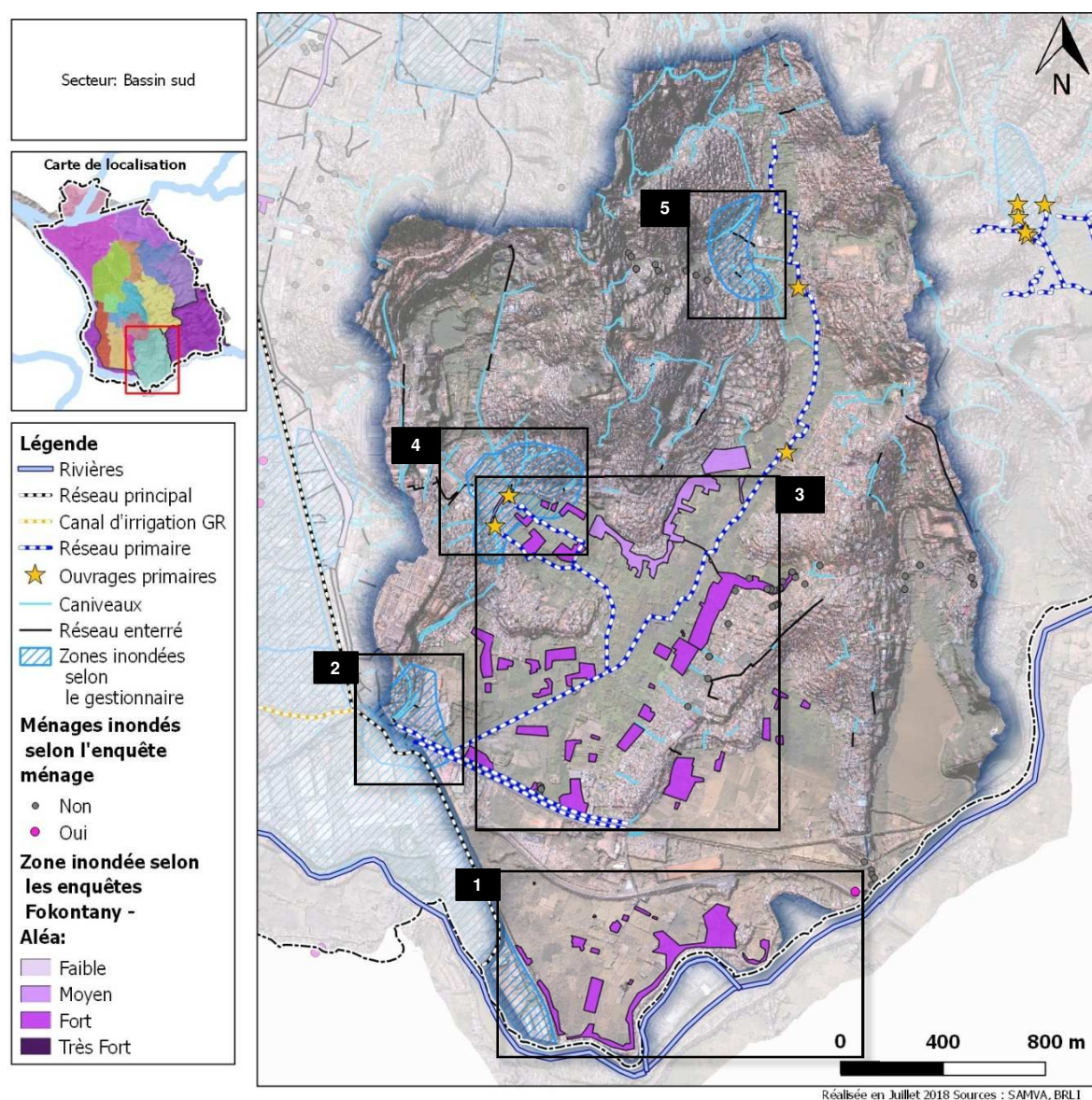


Figure 304: Secteur 14 - Bassin sud - Zones inondées identifiées par les retours d'expérience

3.15.4 Synthèse

Le réseau d'assainissement ne présente pas de désordres majeur au niveau des zones sensibles identifiées.

- Pour la zone 1, les causes résident a priori dans la topographie défavorable de la zone en question, mais aussi par le mauvais drainage général du casier hydraulique dont les exutoires ne sont pas très clairement identifiés
- Pour les zones 2 et 3, les causes sont également la topographie défavorable, associée à l'évacuation insuffisante de la plaine agricole. La zone 2 est d'autant plus sensible qu'elle se trouve en amont immédiat des 3 buses. L'insuffisance de l'ouvrage peut être, de manière non exclusive l'une de l'autre, soit liée à un déficit (sous-dimensionnement, longueur trop importante), soit à un dysfonctionnement (buse obstruée et/ou niveau dans l'Andriantany trop élevé).
- Pour les zones 4 et 5, la topographie est moins défavorable que pour les zones précédentes. Elles se trouvent toutes deux à l'embouchure de vallées latérales où convergent les caniveaux. La cause des problèmes peut être l'association d'une contrainte aval forte de la plaine associée ou non à une insuffisance des collecteurs locaux.

3.16 SECTEUR 15 – AMBATOBE

- Superficie = 615 ha (au sein de la CUA)
- Population estimée = 135 000 habitants (au sein de la CUA)

3.16.1 Description du secteur

Le secteur draine le plus grand bassin versant de toute la CUA (8,4 km² au total) et se divise en deux vallées principales, la plus grande venant de l'est et s'étendant au-delà du territoire de la CUA, la seconde, plus petite, s'écoulant selon un axe nord-sud depuis Andraisoro.

Du fait de l'organisation des réseau primaire et de l'existence notamment d'un canal d'irrigation, ces deux vallées ne confluent pas vraiment, la vallée d'Ambatobe se dirigeant vers le bassin nord du marais Masay alors que les écoulements en provenance de la vallée d'Ankerana sont interceptés par le canal précité pour rejoindre in fine le bassin sud du marais.

La carte ci-après précise quels sont les fokontny situés pour tout ou partie sur ce secteur.

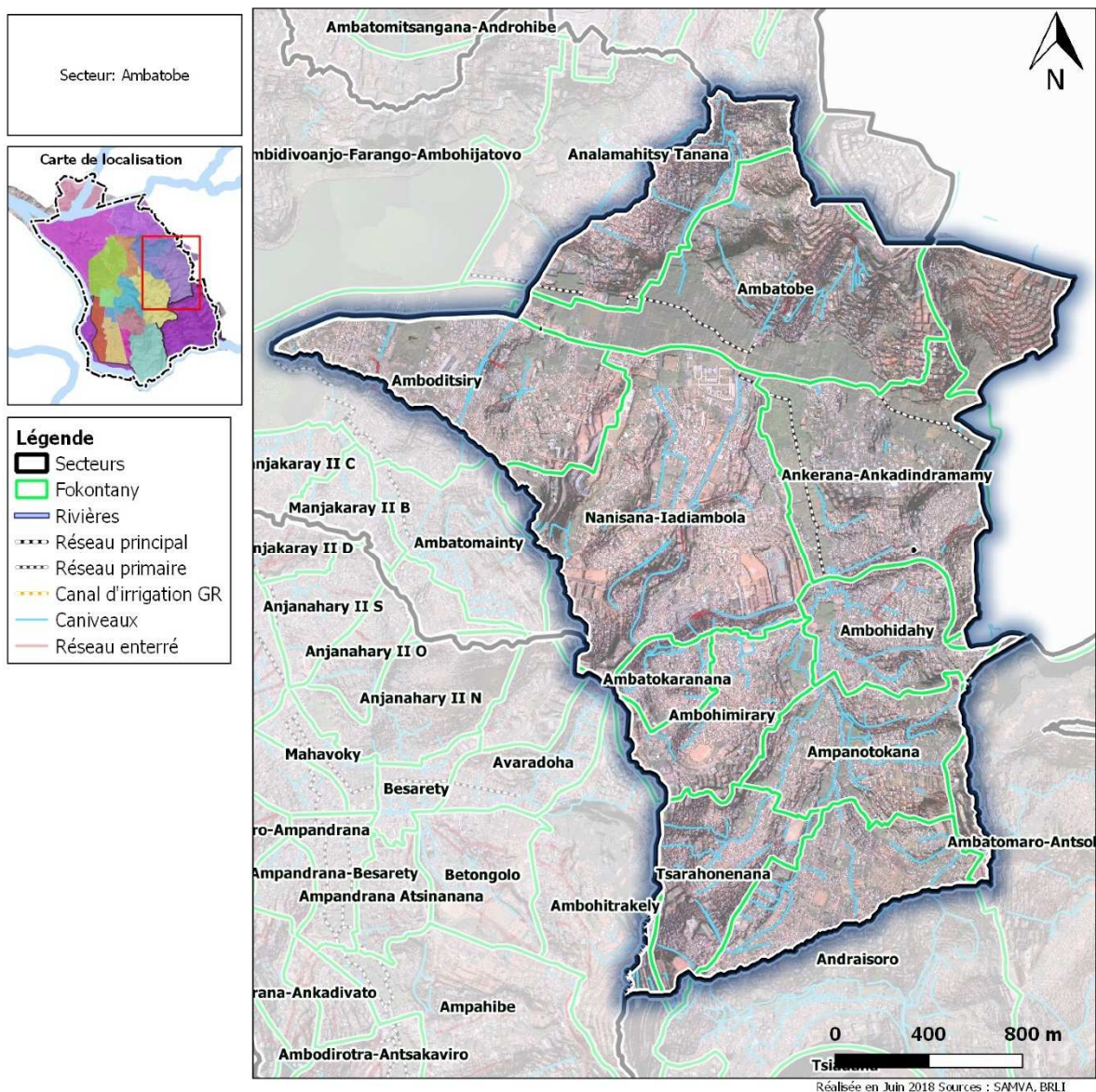


Figure 305 : fokontans du secteur Ambatobe

3.16.1.1 Relief

Comme on peut s'en rendre compte sur la carte qui suit, ce secteur est marqué par la présence de plusieurs zones de bas-fonds en amont de la RN3 (et du marais Masay), de la route Nanisana, de route d'Ankerana et de la RN2. Leurs cotes s'échelonnent entre 1248 et 1250.

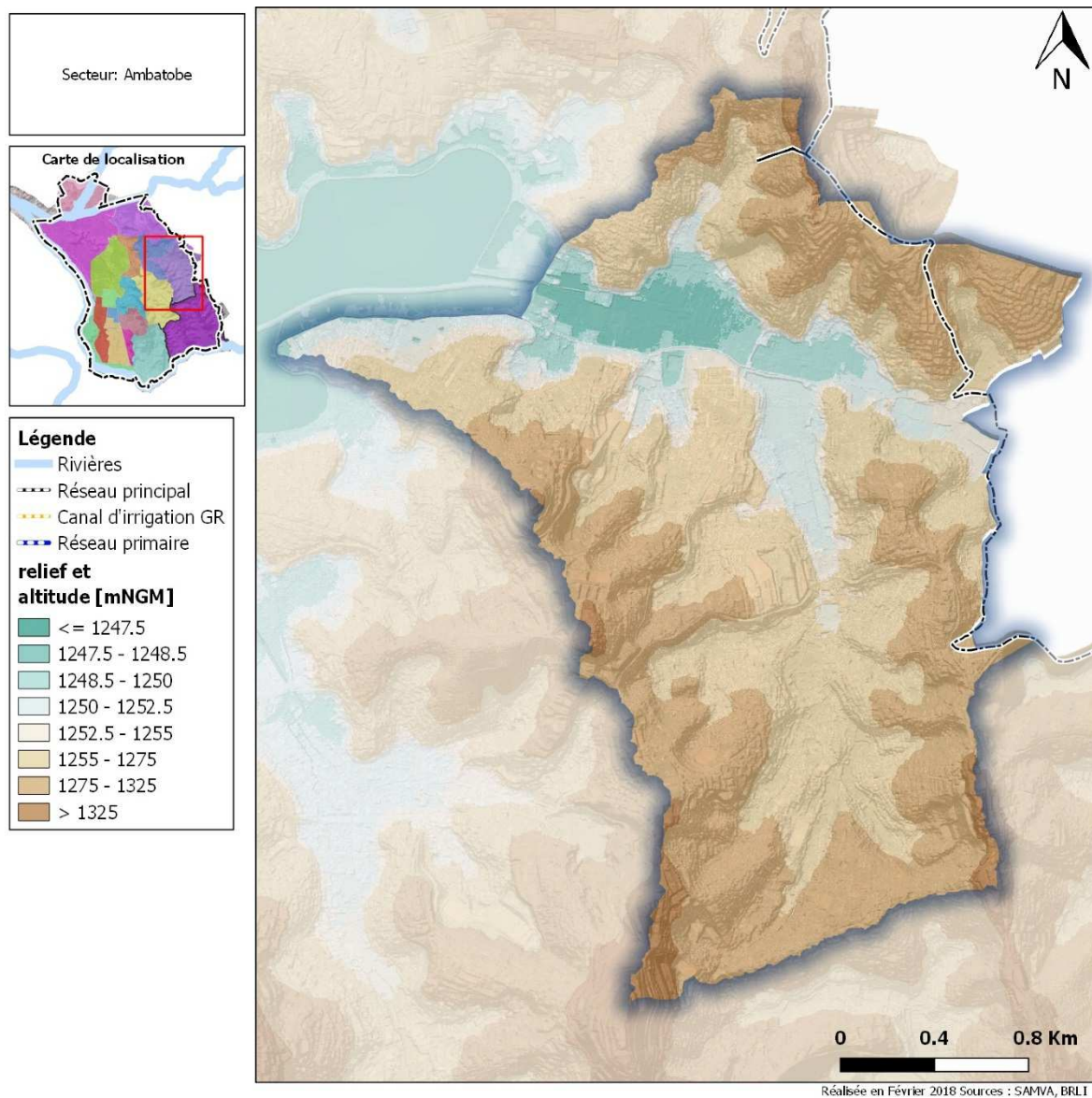


Figure 306 : relief du secteur d'Ambatobe

3.16.1.2 Occupation des sols

L'occupation du sol est assez majoritairement dédiée à des zones d'habitation résidentielle même si des activités agricoles subsistent encore dans certains bas-fonds. Les COS sont plus élevés côté Ankerana que côté Ambatobe.

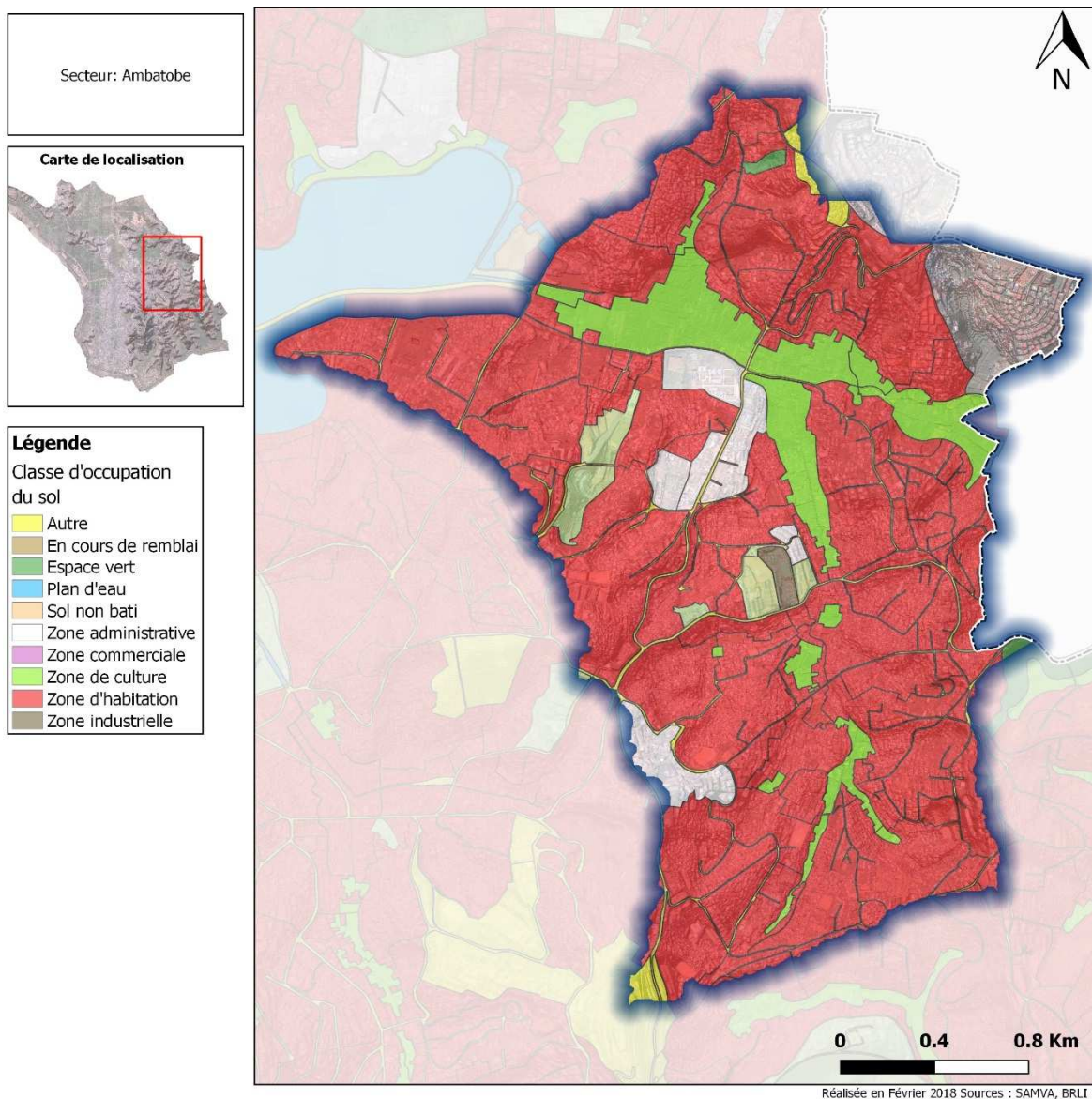


Figure 307 : occupation du sol sur le secteur d'Ambatobe

3.16.1.3 Caractérisation des bassins versants

Comme expliqué précédemment et comme le montre la carte ci-après où est figuré le réseau hydrographique théorique – ici assez proche du réseau de drainage réel –, le secteur s'organise autour de deux vallées principales auxquelles se rajoutent plusieurs thalwegs se rejetant dans le canal d'irrigation surplombant la plaine d'Ambatobe en aval de la route Nanisana.

Les pentes du terrain naturel, sans être aussi prononcées que sur certains autres secteur de la ville, peuvent parfois être importantes, notamment au nord d'Ambatobe où il leur arrive de dépasser localement les 50%, même si un aménagement des versants en terrasses permet d'amoindrir la pente apparente.

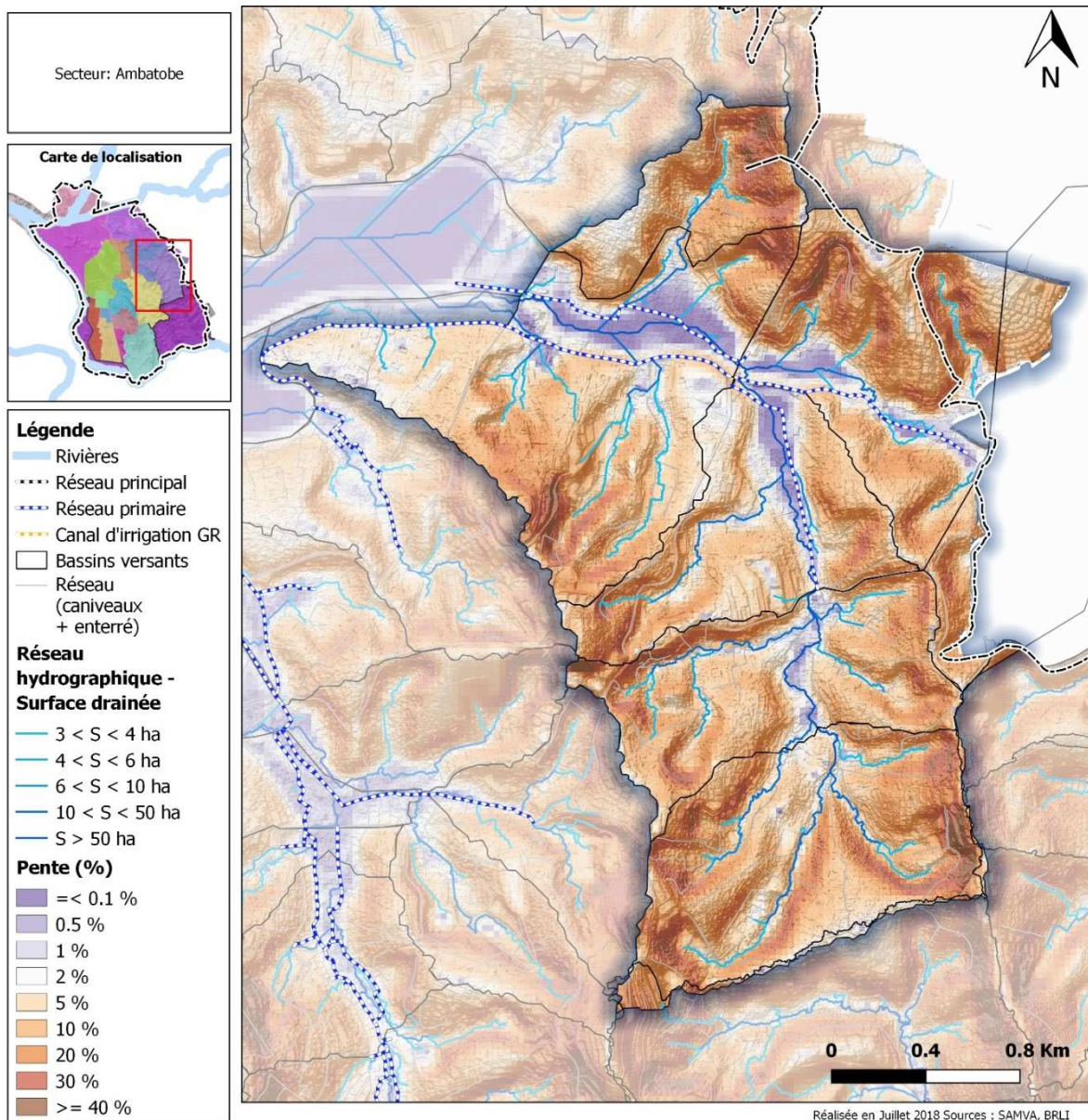


Figure 308: Secteur 15 - Ambatobe - Pente et réseau hydrographique

3.16.1.4 Enjeux humains présents

Les densités de population sont relativement hétérogènes. Elles s'échelonnent entre 1000 habitants/km² (en aval) à plus de 50 000 habitants/km² en amont immédiat de la RN2.

Le standing des habitations est également éminemment variable, avec globalement une tendance à des standings plus élevés côté Ambatobe (standings classés en « moyen » à « haut ») que sur Ankerana (standings classés en « moyen à tendance bas à moyen à tendance haut »).

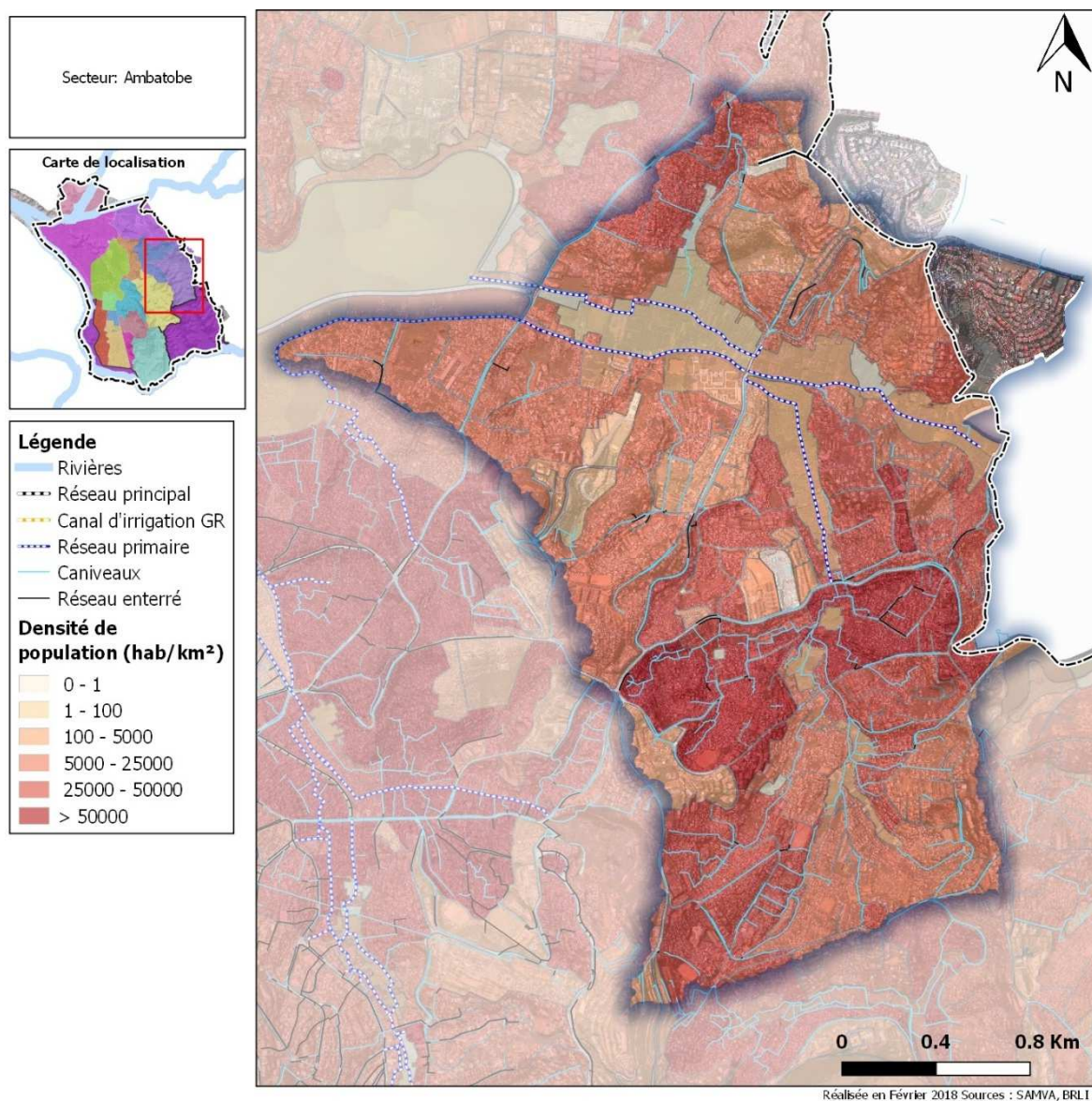


Figure 309: Secteur 15 - Ambatobe - Densité de population

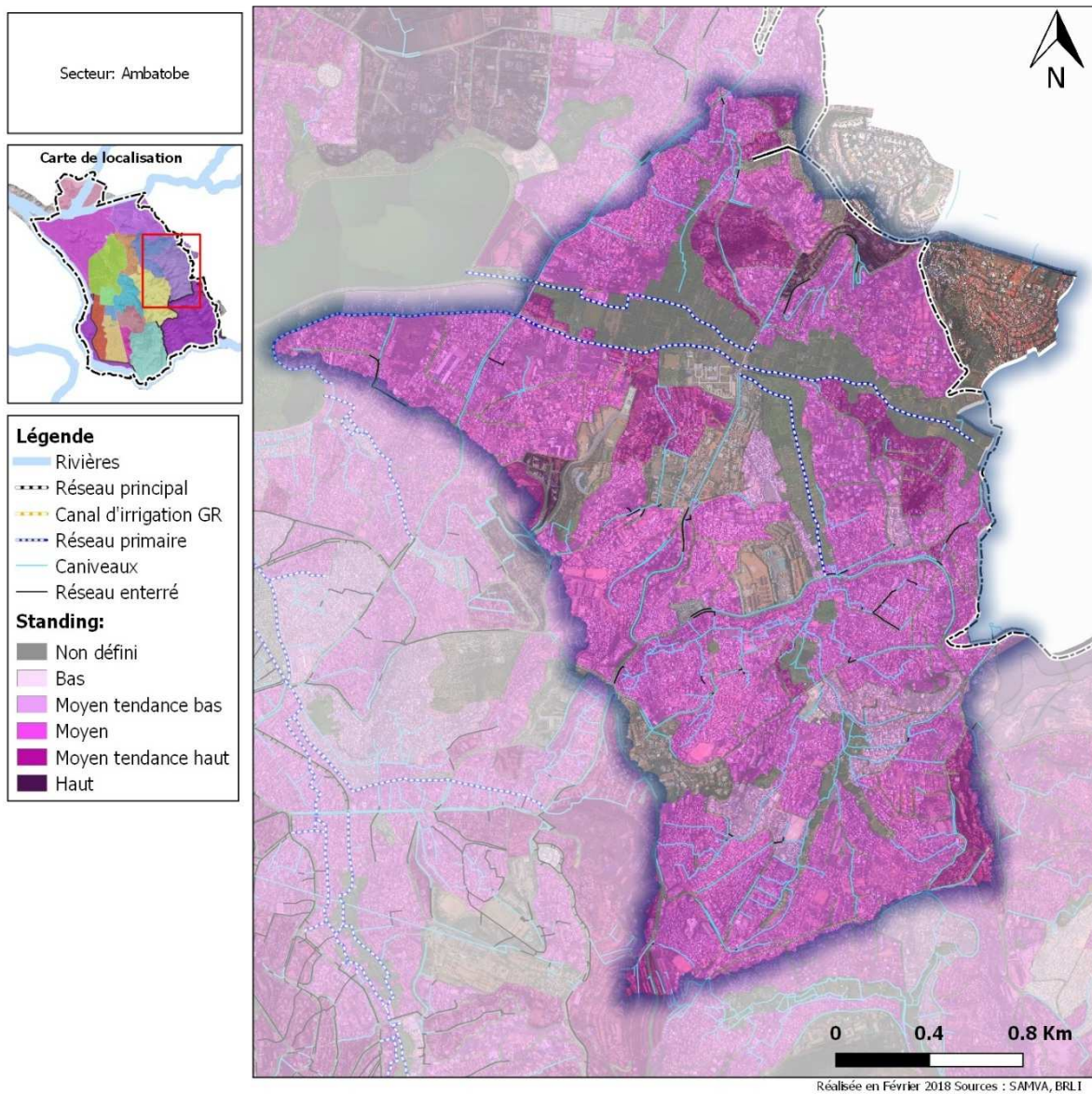


Figure 310: Secteur 15 - Ambatobe - Standing des habitations

3.16.2 Fonctionnement détaillé et désordres

3.16.2.1 Structure / typologie

3.16.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau assurant la collecte et l'évacuation des eaux pluviales est essentiellement constitué par :

- Des caniveaux sur les parties amont, caniveaux dont les gabarits peuvent parfois être « conséquents » (plus de 1 m de large)
- Des canaux primaires en terre dans les parties aval

Les réseaux enterrés sont quasiment inexistants sur ce secteur.

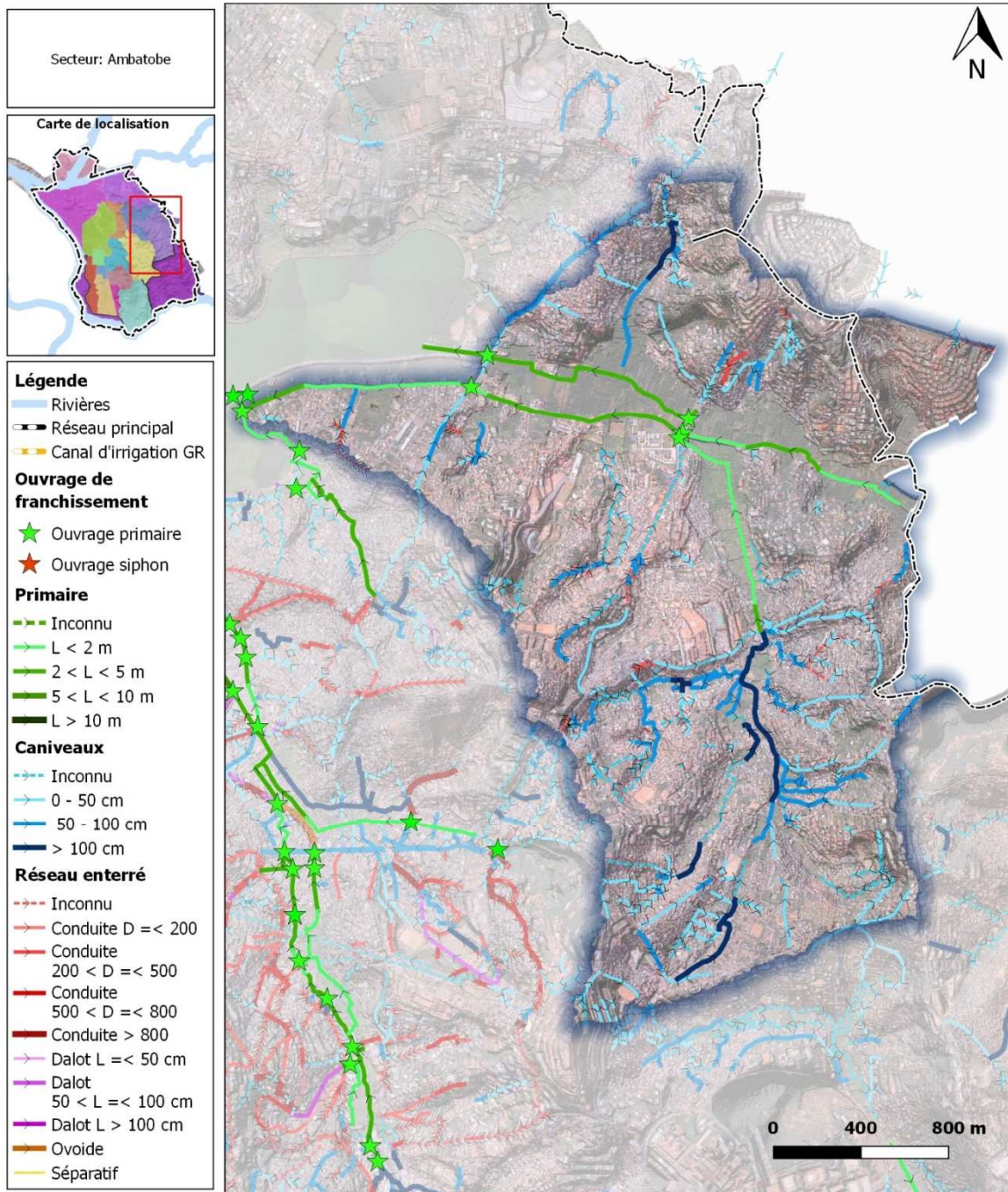


Figure 311: Secteur 15 - Ambatobe - Dimensions du réseau

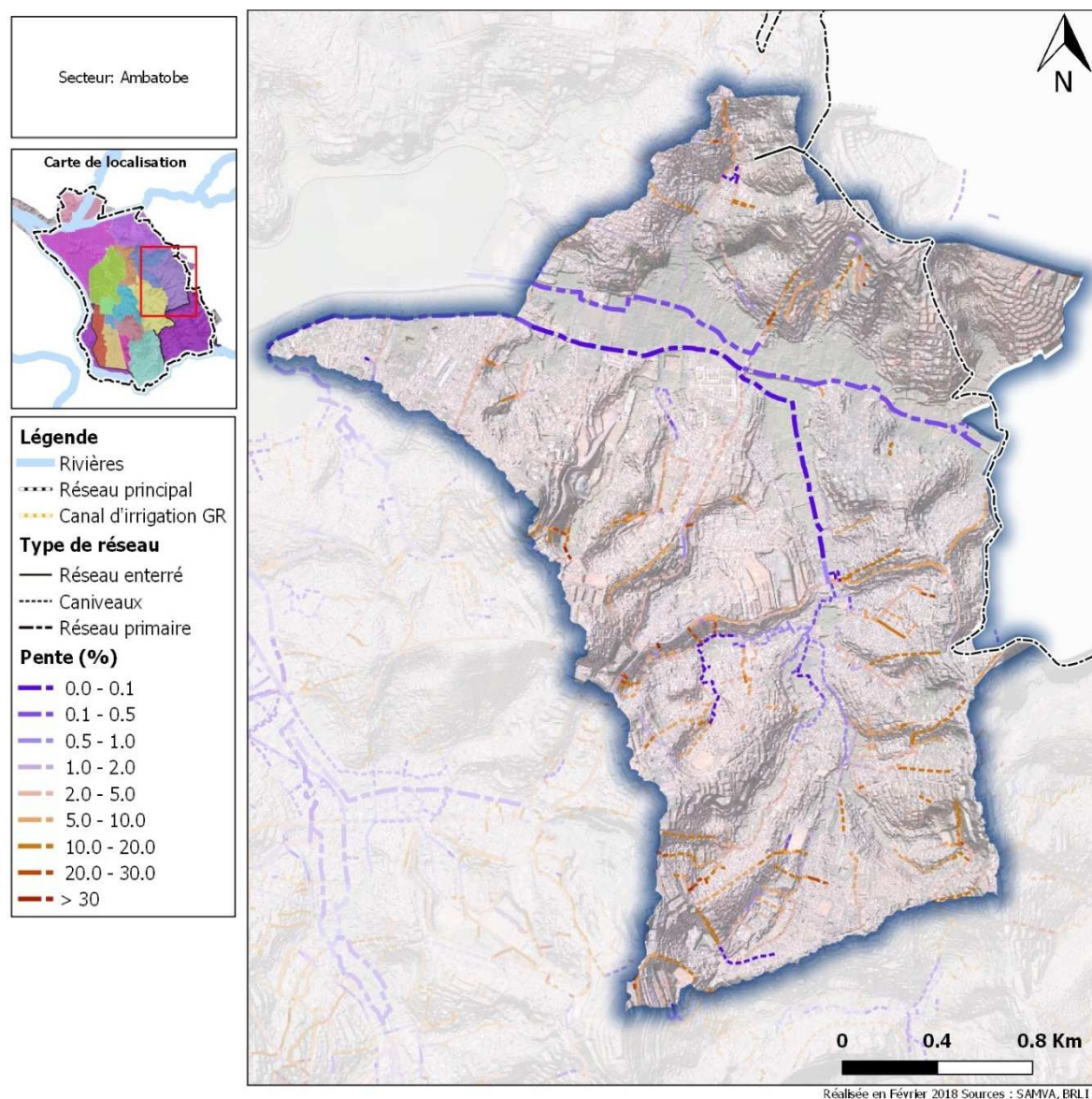


Figure 312: Secteur 15 - Ambatobe - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.16.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

La présence des différents remblais (RN3, route Nanisana, route d'Ankerana et RN2) et la capacité limitée des ouvrages de transparence hydraulique qui les équipent conduisent à l'existence de plusieurs zones de cuvettes, tel que figuré sur la carte ci-après.

Ces différentes zones tampons, qui abritent ici et jusqu'à présent assez peu d'enjeux, représentent un volume de stockage non négligeable qui contribue, en complément de celui offert par le marais Masay, à la limitation des débits alimentant ensuite le canal Andriantany.

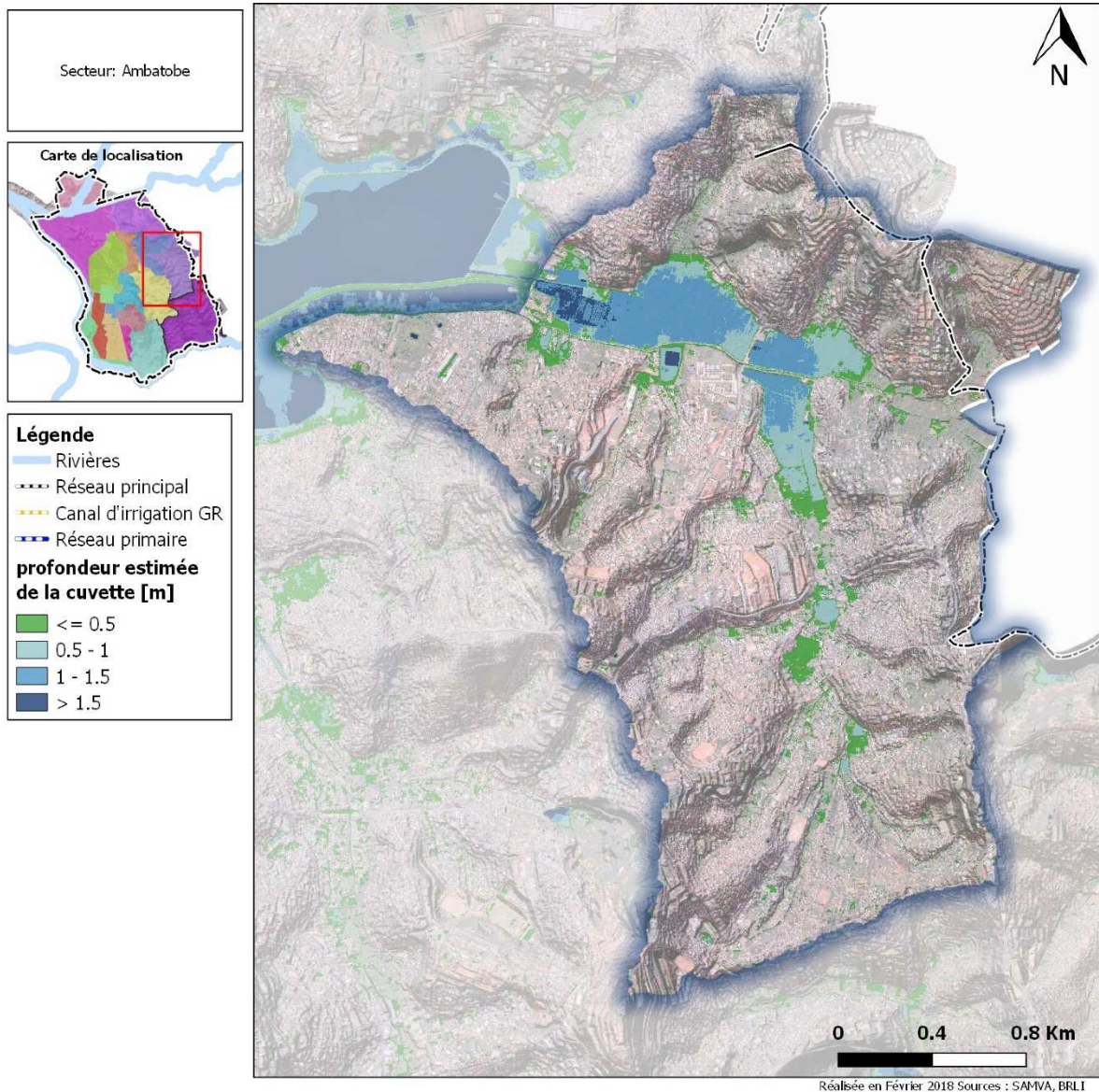


Figure 313 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Ambatobe

3.16.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Les réseaux primaires de ce secteur traversent essentiellement des zones cultivées et inhabitées et ont pour exutoire le marais Masay. Les enjeux humains les concernant sur ce secteur sont donc limités.

Le réseau primaire le plus important est la branche sud, drainant les eaux issues d'Ambohidahy.



Figure 314 Départ de la branche sud sous la RN2 à Ambohidahy

L'ouvrage de franchissement, départ de la branche sud est en bon état. Il est canalisé (LxH = 3x1,5m) sur la première quinzaine de mètres avant de devenir un fossé en terre endigué typique des canaux d'irrigation. Le canal primaire évolue ensuite à travers les cultures et traverse une zone réservée pour un projet immobilier.



Figure 315 Canal primaire et clôture du projet immobilier

La branche est drainée un canal d'irrigation peu chargé en eaux usées. Une brèche répand les eaux dans la plaine inondable, les tronçons en aval de la brèche sont secs jusqu'à la convergence avec la branche sud décrite plus haut.



Figure 316 Brèche sur IE6

La partie aval, après l'embranchement avec la branche sud, est un canal endigué rejoignant le marais Masay en longeant le nord d'Amboditsiry. La partie aval de ce tronçon est décrite dans le paragraphe consacré au secteur Masay. La partie amont du tronçon est similaire à la partie aval, bien que recevant moins d'eaux en provenance d'Amboditsiry.



Figure 317 Canal primaire endigué sur sa partie amont à Amboditsiry

L'écoulement est correct dans ce caniveau. La photographie précédente montre un écoulement ralenti (notamment du fait de la présence de végétation) à l'amont immédiat du siphon sous la RN2.



Figure 318 Amont du siphon sous la RN2

Le siphon est fonctionnel et l'écoulement se poursuit correctement jusqu'au marais Masay. Les caractéristiques du siphon ne sont en revanche pas connues.

CANIVEAUX

Les caniveaux du secteur sont parfois à ciel ouvert, parfois couverts par des dallettes. Les pentes importantes du secteur le long des routes principales dirigent les eaux vers les canaux primaires en contrebas.



Figure 319 Arrivée d'un caniveau sur le réseau primaire à Nanisana

Globalement l'état des caniveaux est correct sur ce secteur (peu de problèmes d'encombrement grâce probablement aux fortes pentes d'écoulement).

Sur la partie sud, à Ambohipahy, le secteur est moins pentu mais les caniveaux, en maçonnerie, restent dans un état correct.



Figure 320 Caniveau à Ambohipahy

Une partie des réseaux de surface secondaires d'Ambohipahy passe à travers une zone cultivée avant de converger vers le réseau primaire de la branche sud. Étant sur les parties amont du secteur, l'état des caniveaux au niveau du passage au sein des zones de cultures est correct.

RESEAU ENTERRE

Le secteur ne dispose pas de réseau enterré significatif.

3.16.2.2 Désordres

Les caniveaux présentent généralement un niveau d'encombrement assez faible sur ce secteur, même si localement certains d'entre eux peuvent faire l'objet d'une obstruction plus conséquente.

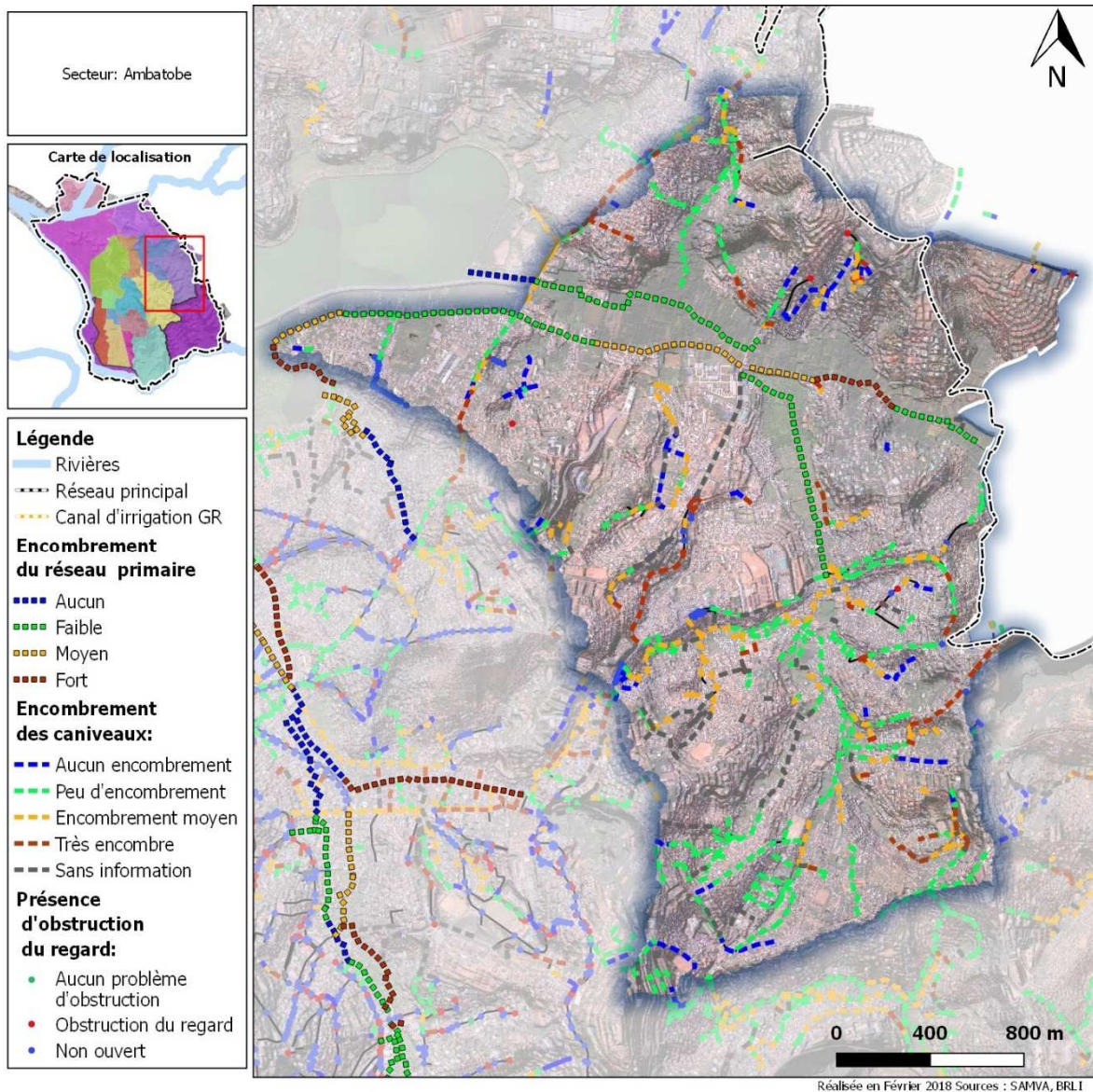


Figure 321: Secteur 15 - Ambatobe - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

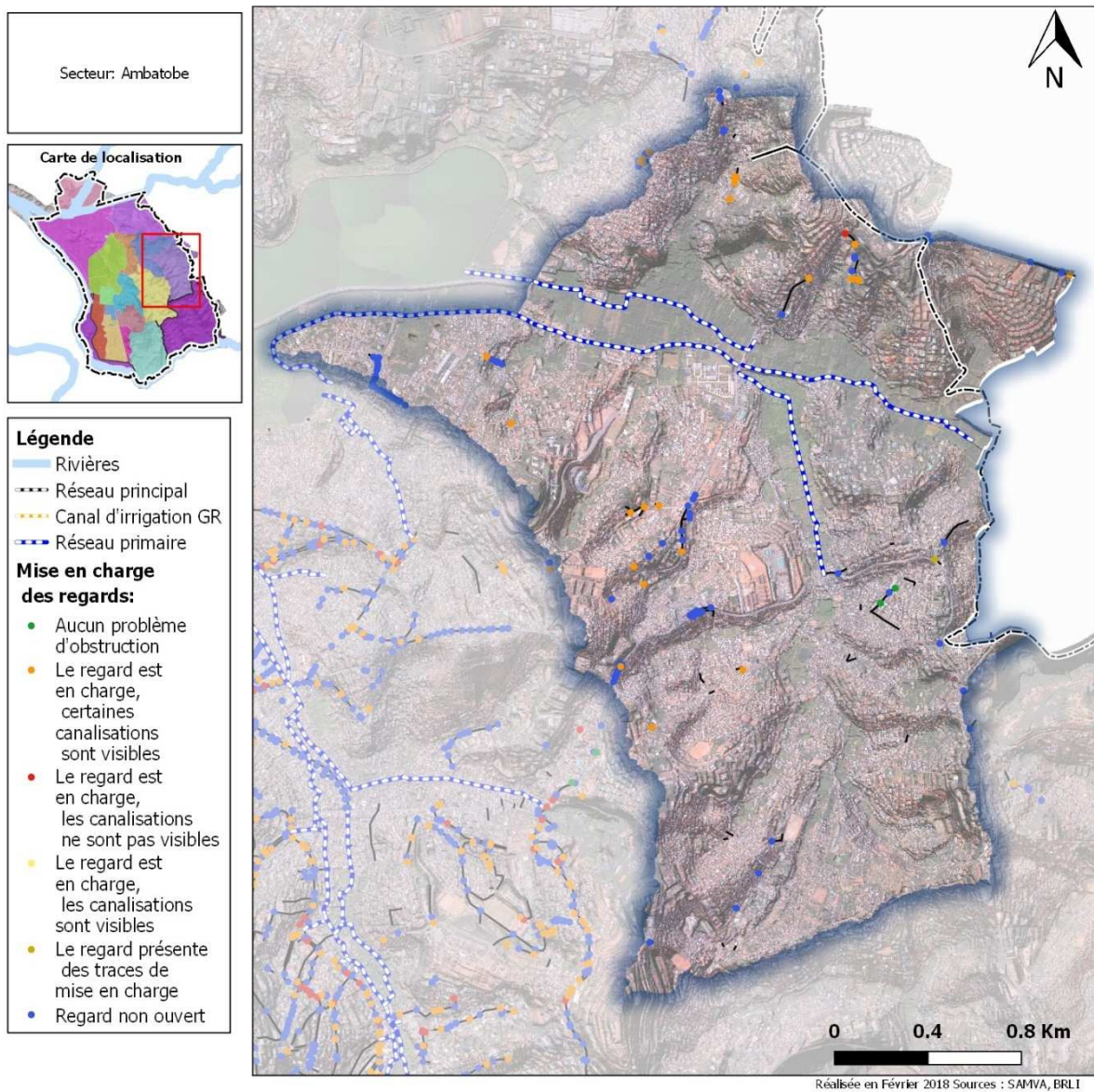


Figure 322: Secteur 15 - Ambatobe - Niveau de mise en charge des regards

3.16.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les discussions avec les différents acteurs locaux concernés (gestionnaires, fokontany, ménages) n'ont pas fait ressortir de problèmes particuliers sur ce secteur, comme en témoigne la carte ci-après.

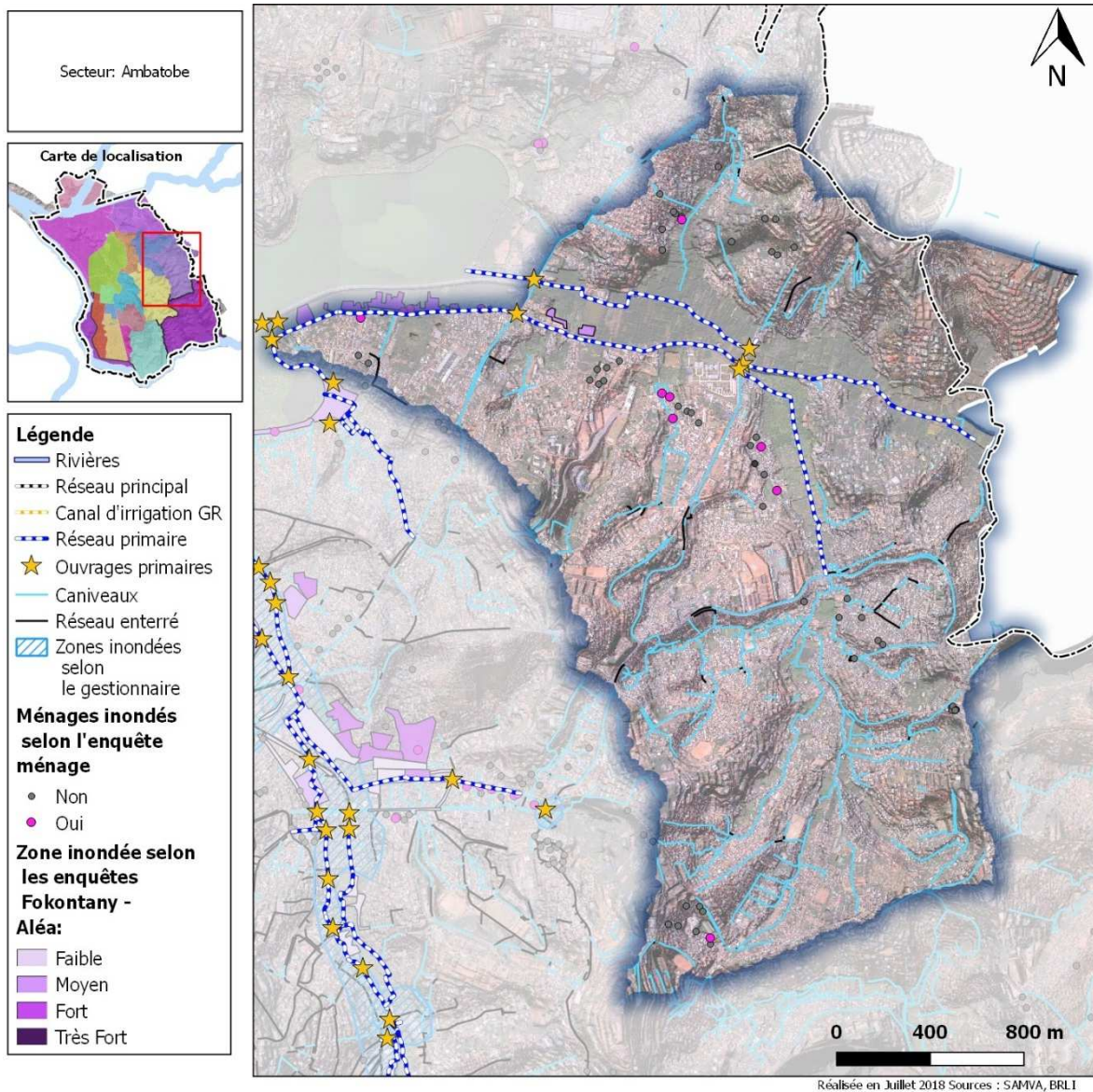


Figure 323: Secteur 15 - Ambatobe - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.16.4 Synthèse

L'absence de désordres et de difficultés majeures sur ce secteur « privilégié » ne doit pas pour autant faire oublier :

- La nécessité de maintenir un niveau d'entretien à même de se prémunir contre tout dysfonctionnement
- Le caractère inondable d'un certain nombre de zones
- Le rôle hydraulique essentiel de ces mêmes zones qu'il conviendra de préserver contre de futures opération de remblaiement, sous peine de perturber l'équilibre hydraulique du secteur et d'y faire apparaître de nouveaux problèmes, localement ou plus en aval

3.17 SECTEUR 16 – PLAINE SUD-OUEST

- Superficie = 480 ha
- Population estimée = 79 000 habitants

3.17.1 Description du secteur

Beaucoup plus long (7 km environ) que large (500 m en moyenne), ce secteur est situé entre la digue de l'Ikopa à l'ouest et le canal GR à l'est.

Les différents fokontanys du secteur en question sont figurés sur la carte suivante.

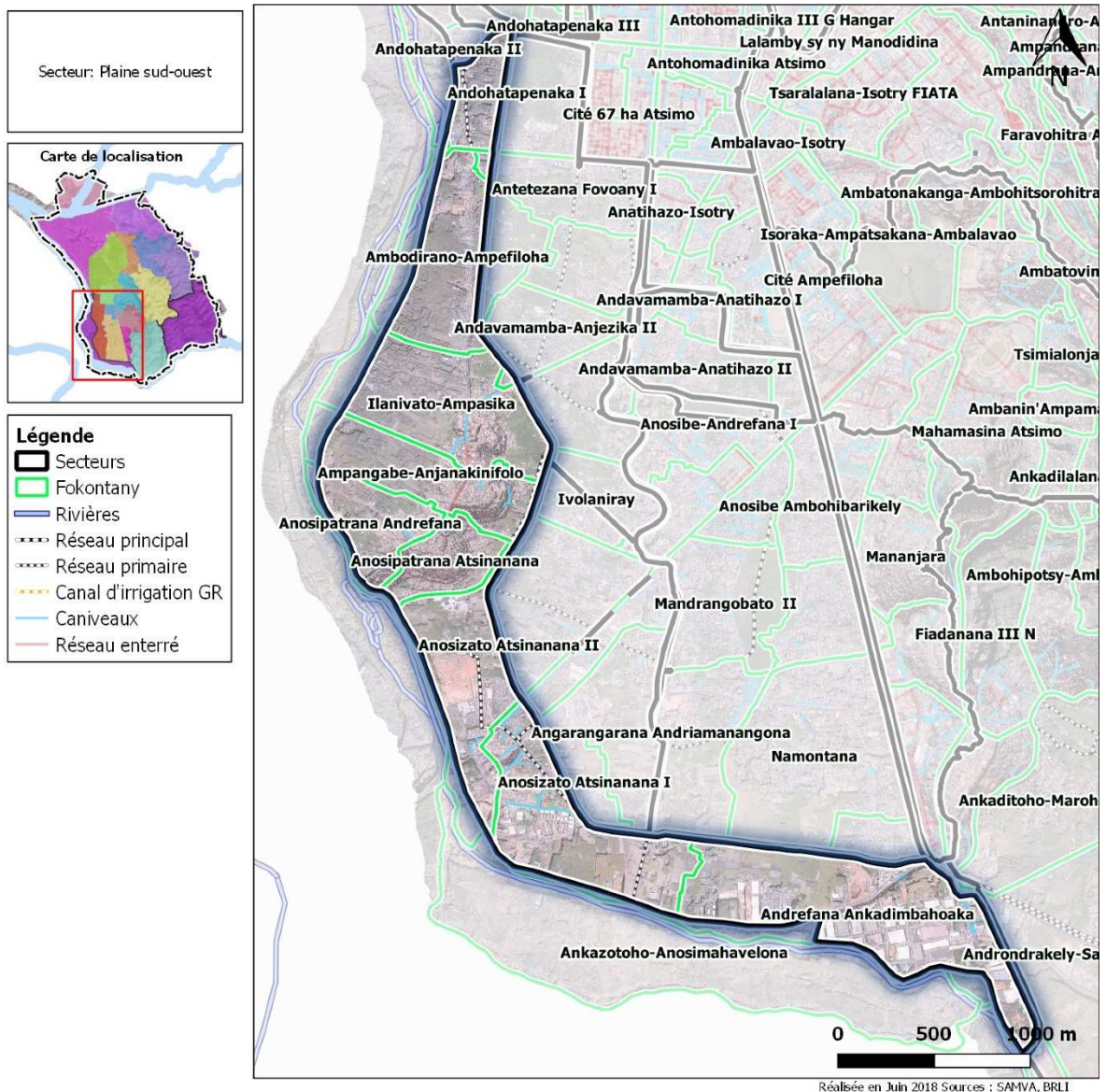


Figure 324 : fokontany concernés par le secteur de la plaine sud-ouest

3.17.1.1 Relief

En dehors de la tanety d'Anosipatrana, le secteur dispose d'une topographie globalement assez plate.

Le sous-secteur en amont de la RN1 présente un taux de remblaiement sensible le long de la route digue, notamment au niveau d'Ankadimbahoaka (zone industrielle de Forello). Le sous-secteur situé plus en aval présente à l'inverse quasiment aucune zone remblayée et constitue le point bas de la plaine sud avec une cote du terrain naturel de l'ordre de 1247,5.

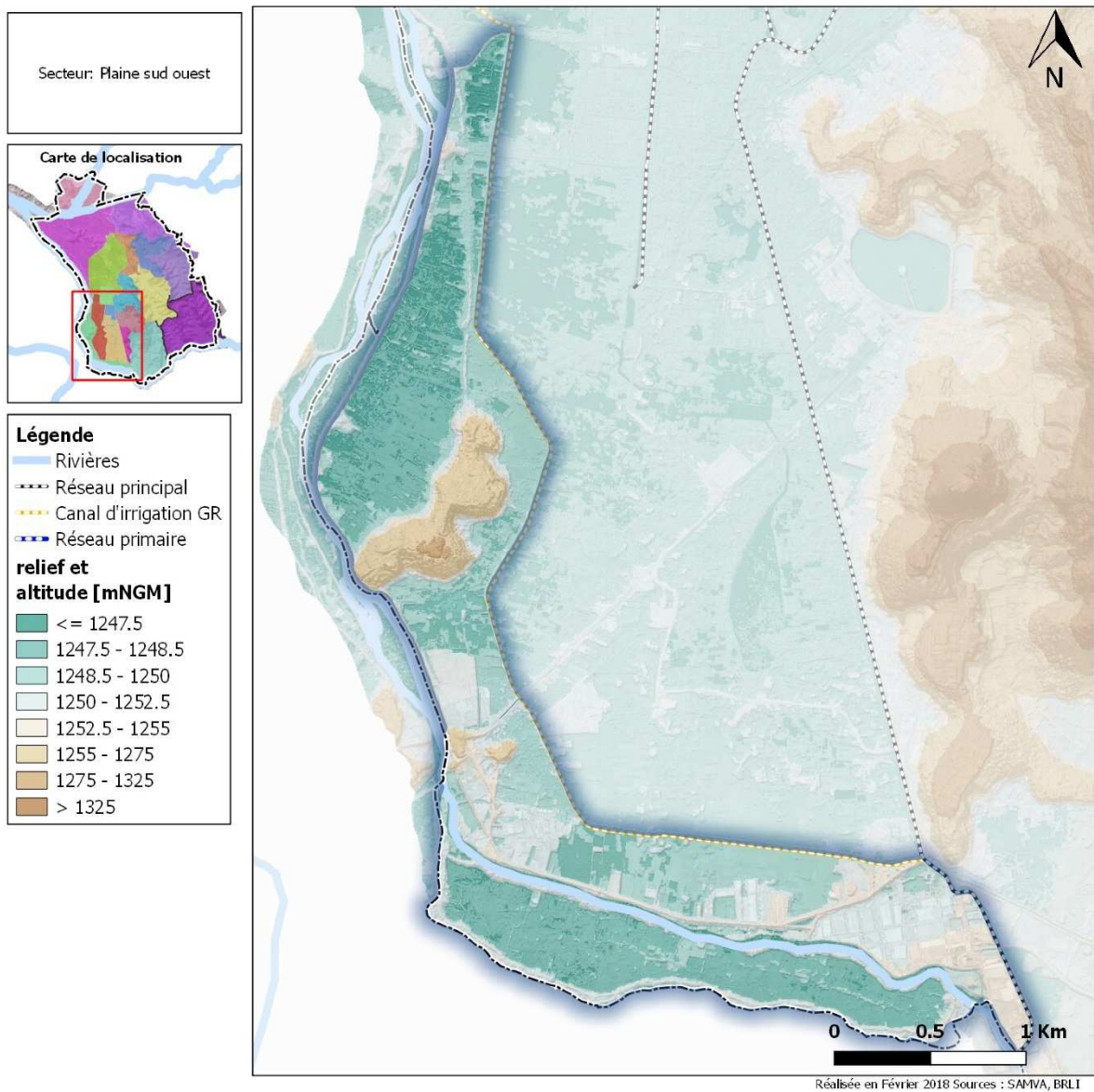


Figure 325 : relief du secteur de la plaine sud-ouest

3.17.1.2 Occupation des sols

Si l'occupation du sol de ce secteur reste majoritairement de type agricole, une part non négligeable est par ailleurs dédiée aux zones d'habitation résidentielle ainsi qu'aux zones industrielles.

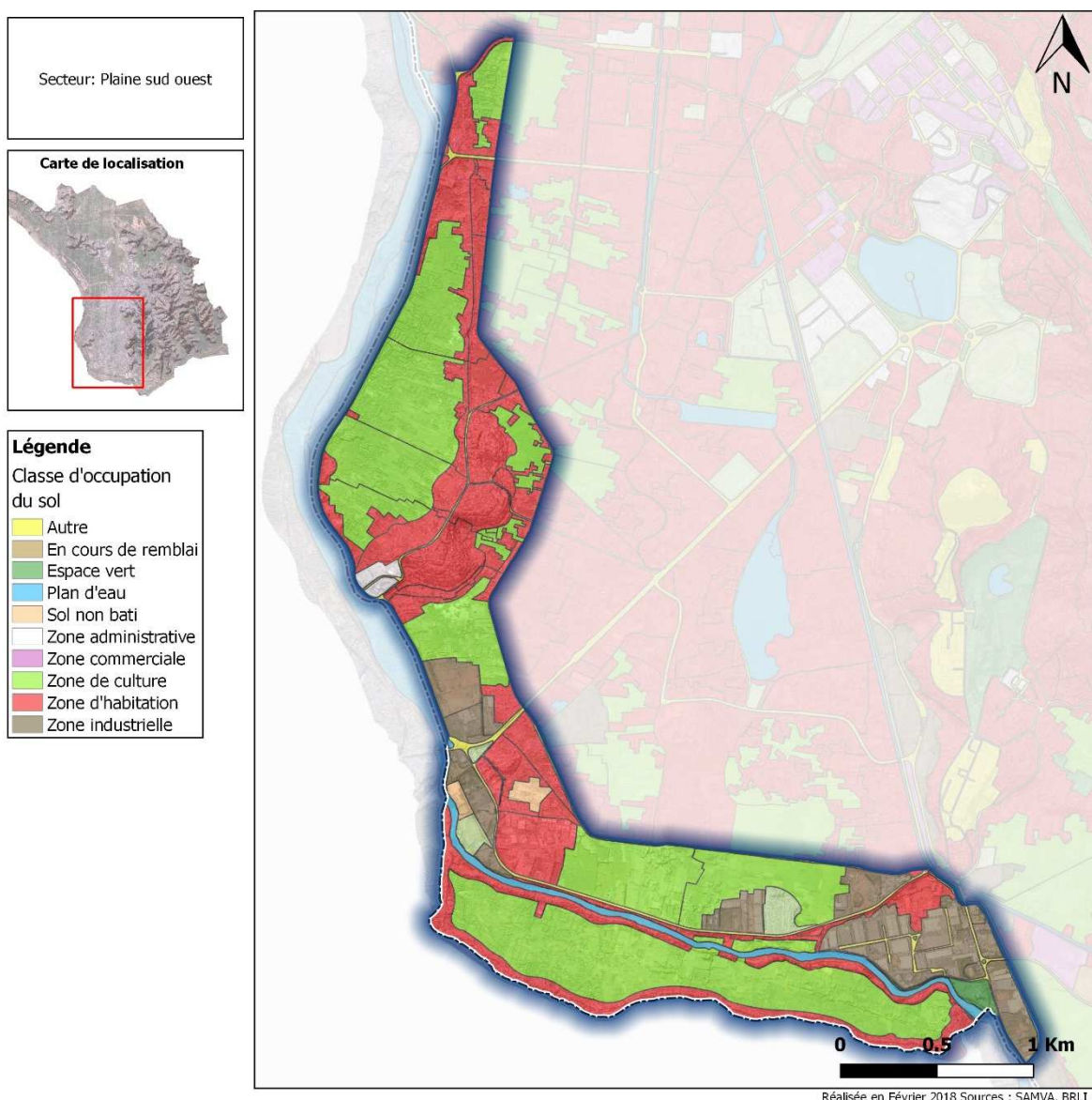


Figure 326 : occupation du sol sur le secteur de la plaine sud-ouest

3.17.1.3 Caractérisation des bassins versants

Enclavé entre la digue de l'Ikopa à l'ouest la canal GR à l'est, le drainage du secteur s'effectue, outre par les siphons sous le GR (cf. §3.17.2.1.3), par le biais des quelques canaux primaires qui s'y trouvent. Compte tenu de la faible organisation du réseau de drainage, de l'obstruction des ouvrages hydrauliques (cf. paragraphe susmentionné) et de la configuration topographique générale de la zone, une part importante du ruissellement généré par l'impluvium local s'accumule sur place.

Hormis sur la tanety d'Anosipatrana, les pentes du terrain naturel restent faibles.

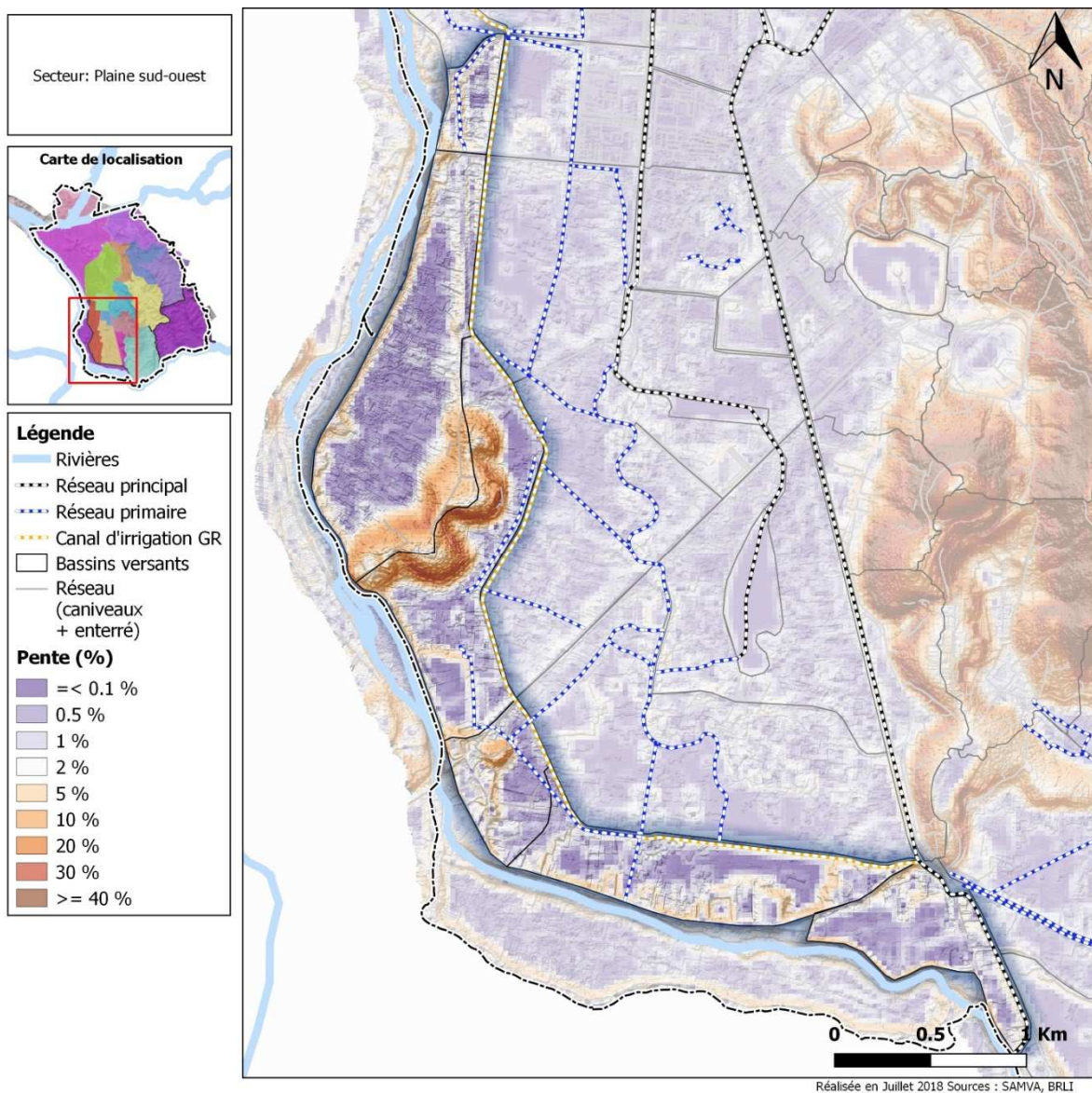


Figure 327: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Pente et réseau hydrographique

3.17.1.4 Enjeux humains présents

Même si les zones d'habitation résidentielle restent minoritaires sur le secteur, il n'en demeure pas moins que celui-ci abrite une population importante, notamment du fait de fortes densités, notamment autour de la route d'Ampasika, où elles peuvent dépasser les 50 000 habitants/km².

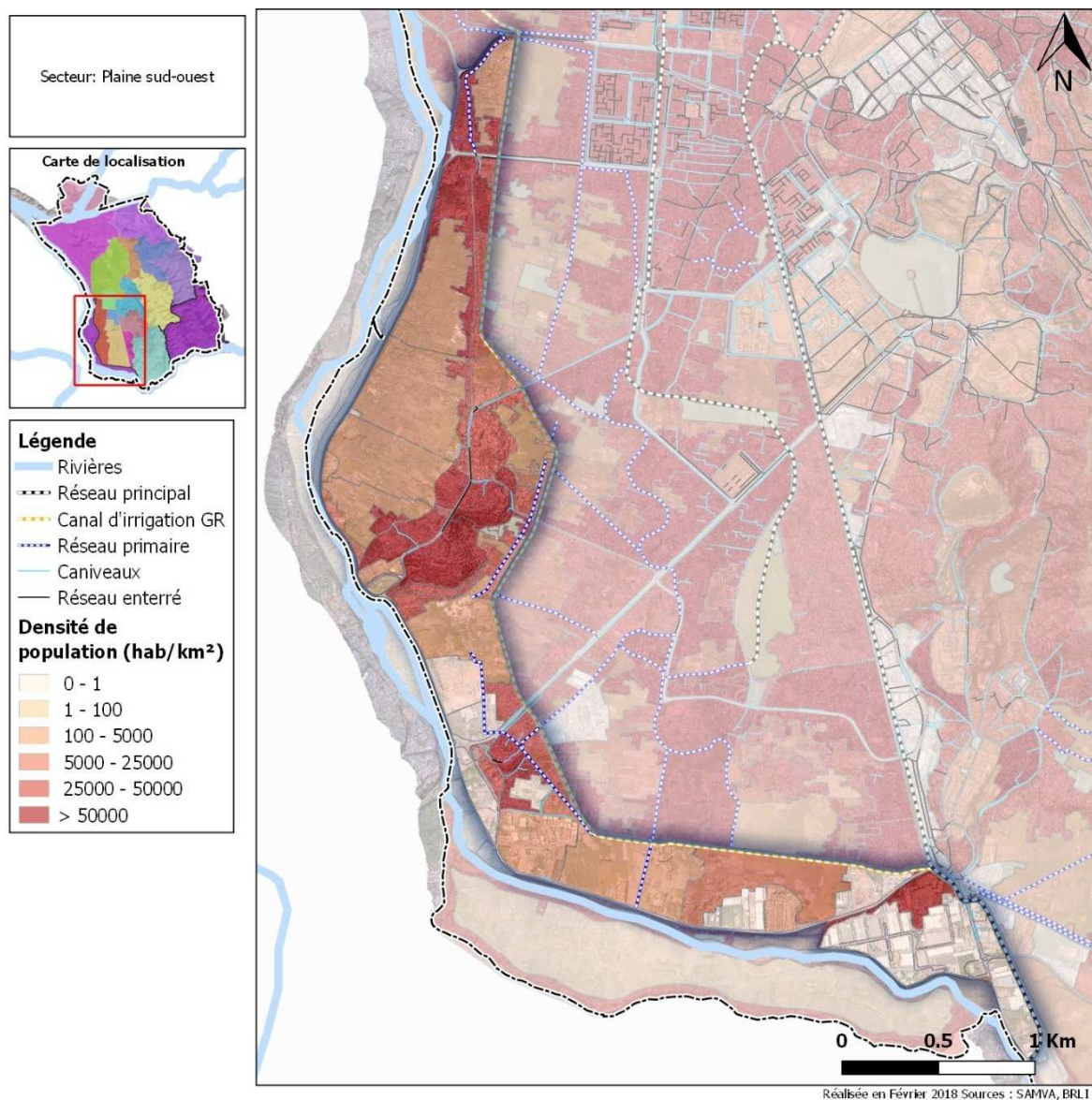


Figure 328: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Densité de population

Le standing des habitations présentes au sein de ce secteur est extrêmement hétérogène, s'étalant entre les deux extrémités de l'échelle de classification.

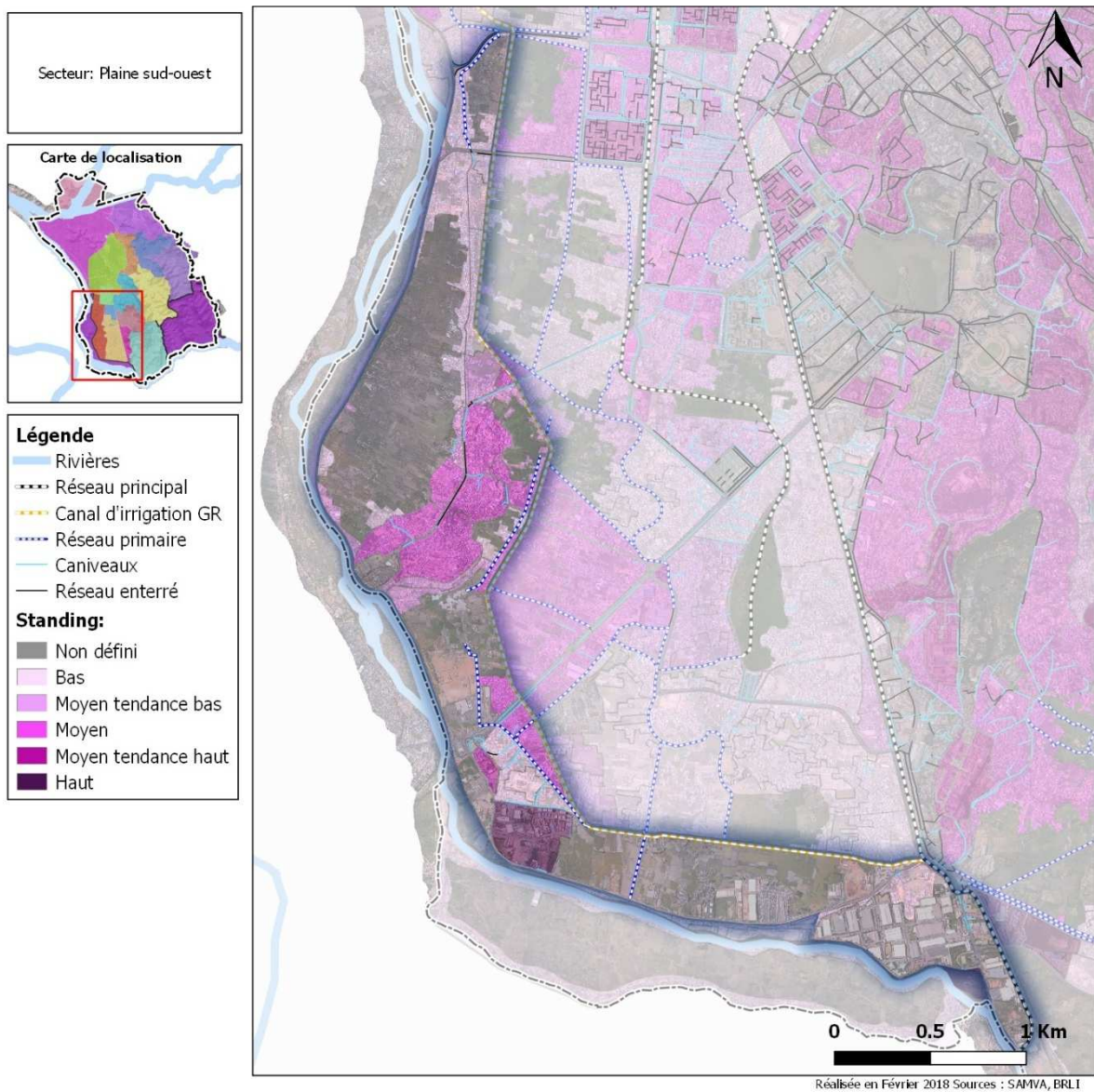


Figure 329: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Standing des habitations

3.17.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.17.2.1 Structure / typologie

3.17.2.1.1 Type de réseaux

Les réseaux sont globalement et proportionnellement assez peu présent sur ce secteur assez faiblement structuré. Il s'agit essentiellement de canaux primaires ayant à la fois un rôle d'irrigation et de drainage suivant les circonstances.

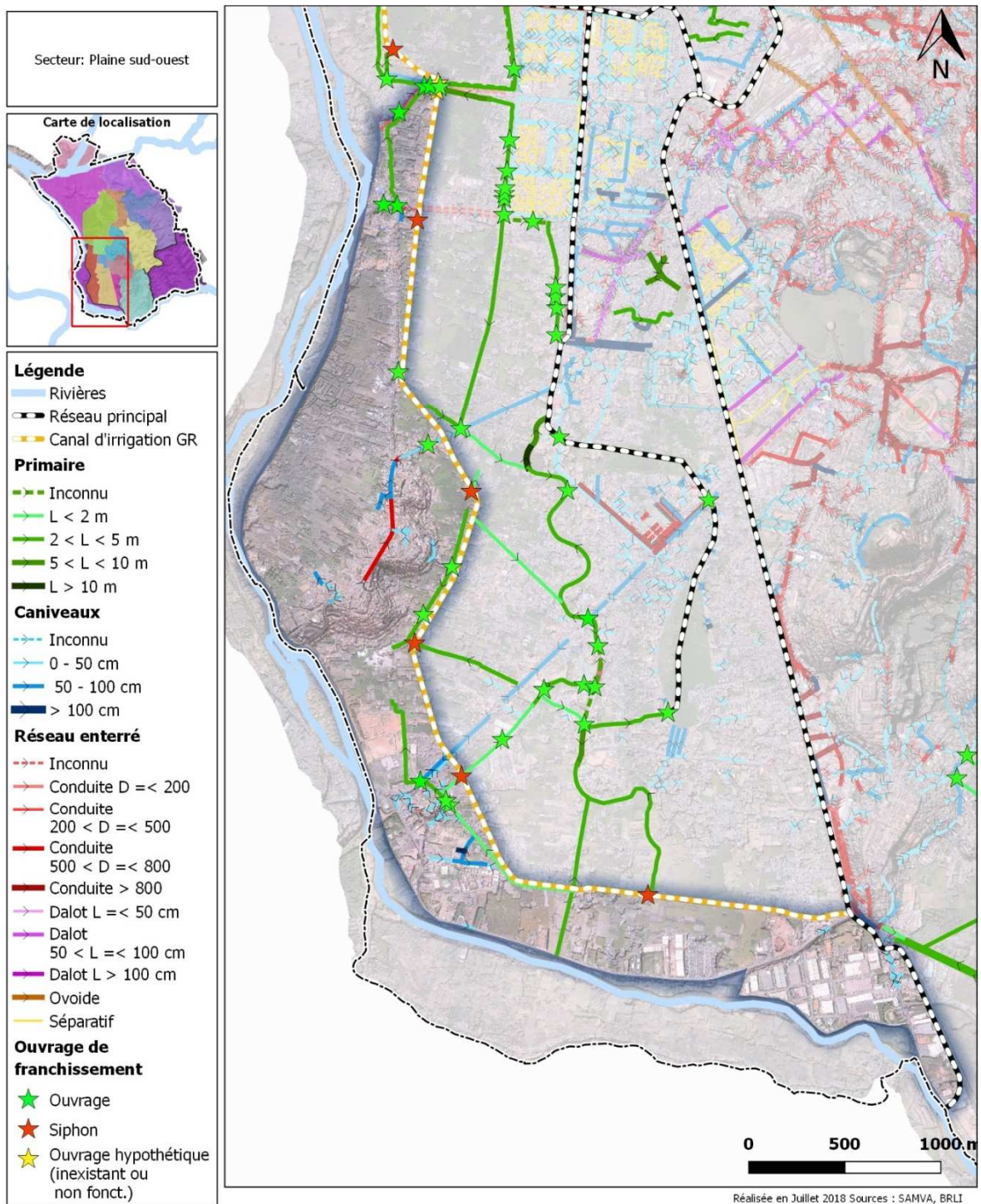


Figure 330: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Dimensions du réseau

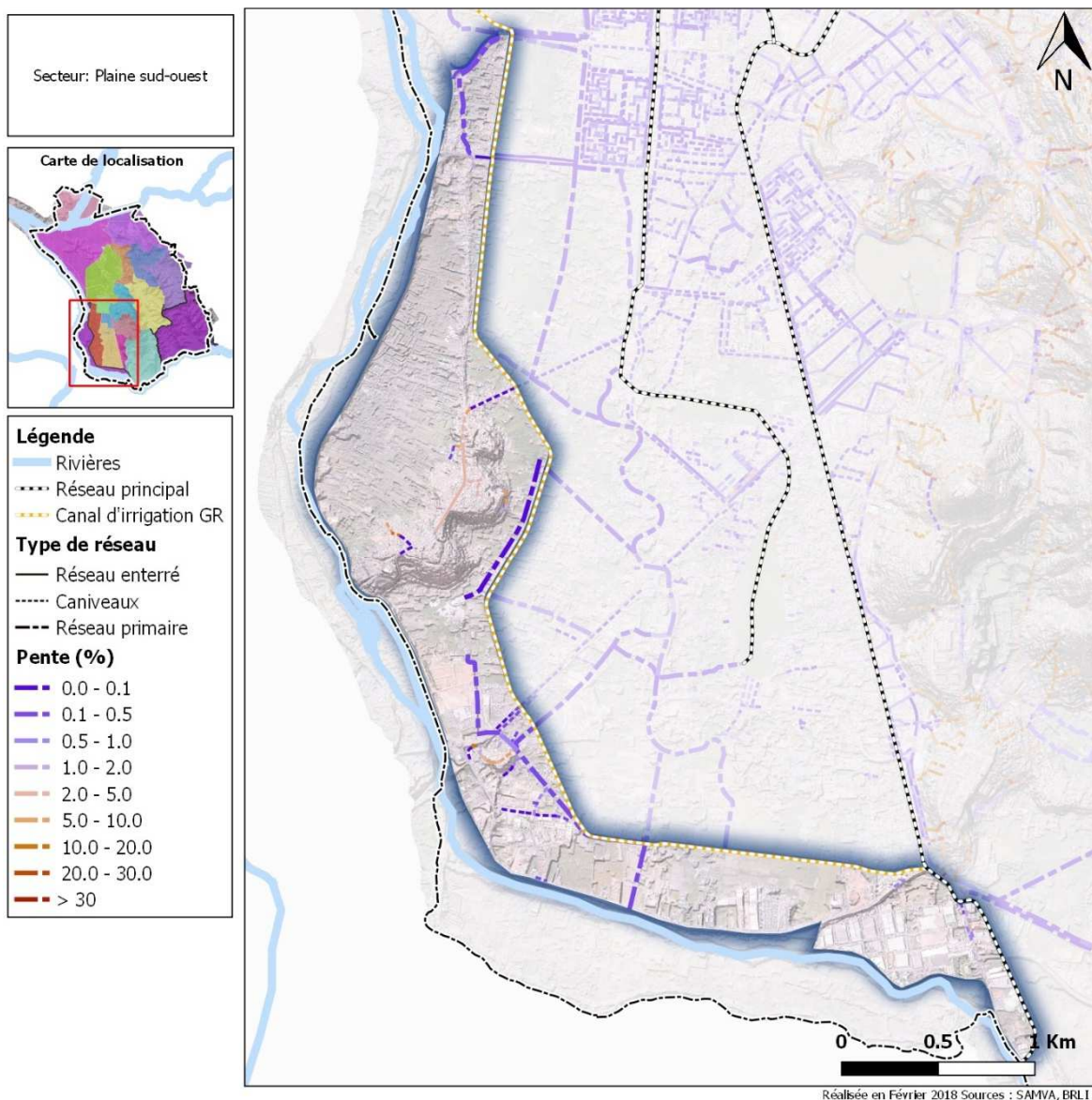


Figure 331: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.17.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme le reste de la plaine, le secteur présente une configuration générale en forme de cuvette d'où émergent aujourd'hui les zones remblayées.

Au sein de ces cuvettes, plusieurs zones présentent des « profondeurs » relativement importantes et contribuent de ce fait à stocker durablement un volume d'eau important, même si une partie de celui-ci d'apparence à un volume « mort » et peut même potentiellement correspondre à un affleurement de la nappe.

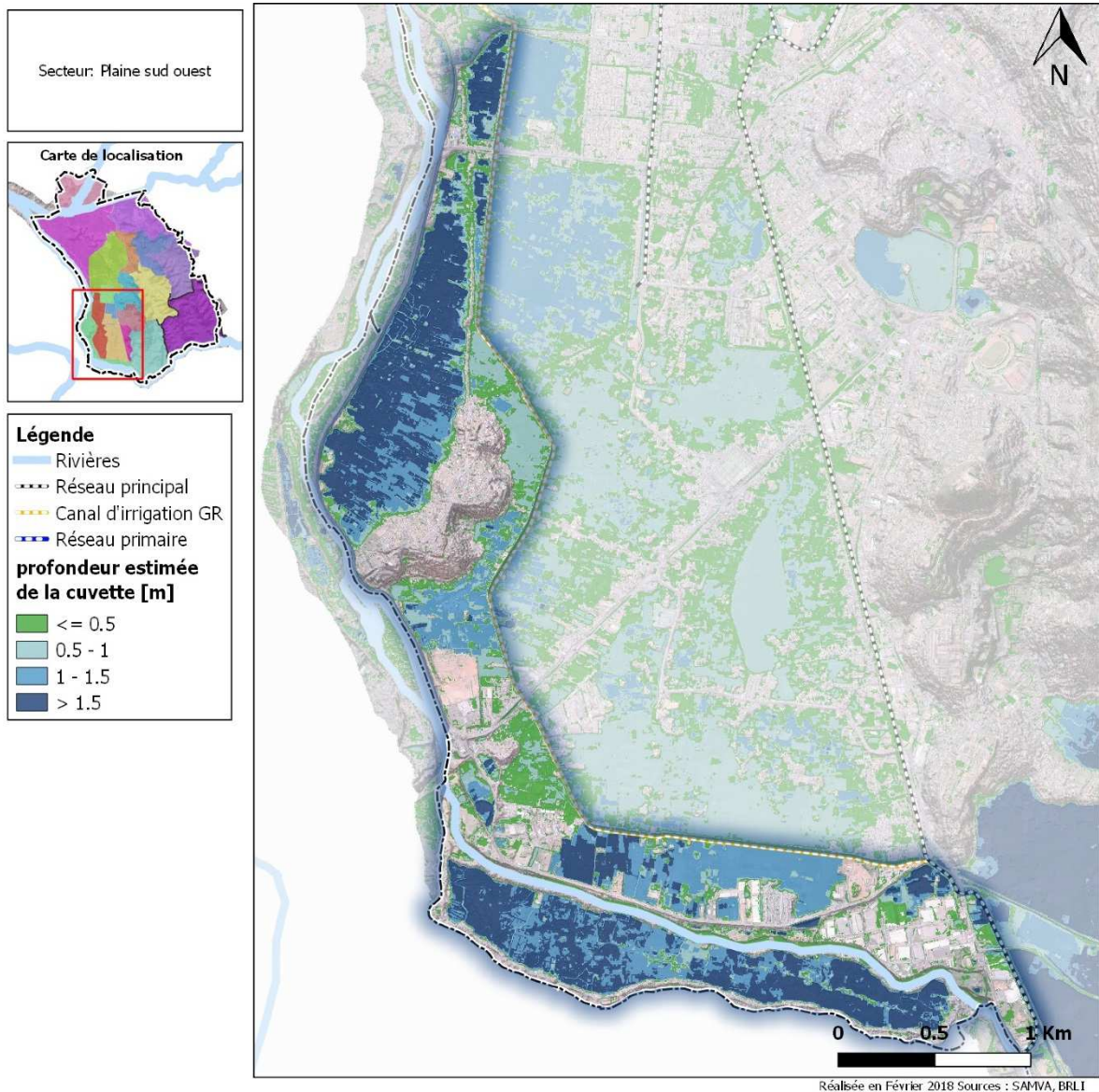


Figure 332 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur de la plaine sud-ouest

3.17.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

RESEAU PRIMAIRE

Ce secteur est hydrauliquement isolé du reste de la plaine inondable par le canal GR, même si 3 siphons (canalisations de diamètre 600 mm) doivent en théorie assurer la connexion entre la plaine sud-ouest et la plaine sud est.



Figure 333 Siphon au niveau de 4_13



Figure 334 Siphon au niveau de 4_14

La communication entre les deux parties de la plaine apparaît ainsi extrêmement limitée. À l'ouest, la digue de l'Ikopa contraint également les écoulements. Cela conduit les réseaux primaires de ce secteur enclavé à ne pas avoir de réel exutoire, obligeant les eaux à se stocker localement. Les écoulements se répandent en particulier au sud de Anosipatrana Atsinanana, endroit où les niveaux d'eau dans la plaine sont élevés toute l'année (Exutoire des tronçons 16_3 et 16_4) et le terrain naturel très bas (cote inférieure à 1247,5, quand on sait que le canal C3 présente une ligne d'eau autour supérieure à 1248 sur toute la plaine sud). Des secteurs plus bas existent à l'est du GR mais l'impossibilité de communication entre l'ouest et l'est conduit les réseaux à se répandre ici.



Figure 335 Exutoire du tronçon 16_4

La figure précédente montre le tronçon de réseau primaire 16_4 au niveau de son exutoire dans la plaine inondable.

La partie sud du secteur est séparée de la partie Nord par la RN1 à Anosizato et le terrain naturellement élevé à cet endroit.



Figure 336 Ouvrage de franchissement OF_16_4 sous la RN1 à Anosizato

L'écoulement y est difficile mais la communication est assurée entre les tronçons 16_2 et 16_3, les eaux se répandent finalement dans la plaine à l'exutoire du tronçon 16_4.

Au nord du secteur, un canal draine les eaux des habitations à l'ouest de Ambodirano Ampefiloha où il prend sa source puis à Andohatapenaka I. Ce canal est très encombré et en mauvais état.



Figure 337 Amont du canal nord de la plaine sud-ouest, en amont du franchissement d'Ampasika

En continuant plus en aval, l'état fonctionnel de l'ouvrage de franchissement d'Ampasika paraît limité.

Le canal draine les eaux usées des habitations qu'il traverse à Adohatapenaka I. Il est en mauvais état, pas canalisé et les eaux sont hautes. Les débordements sont très fréquents.

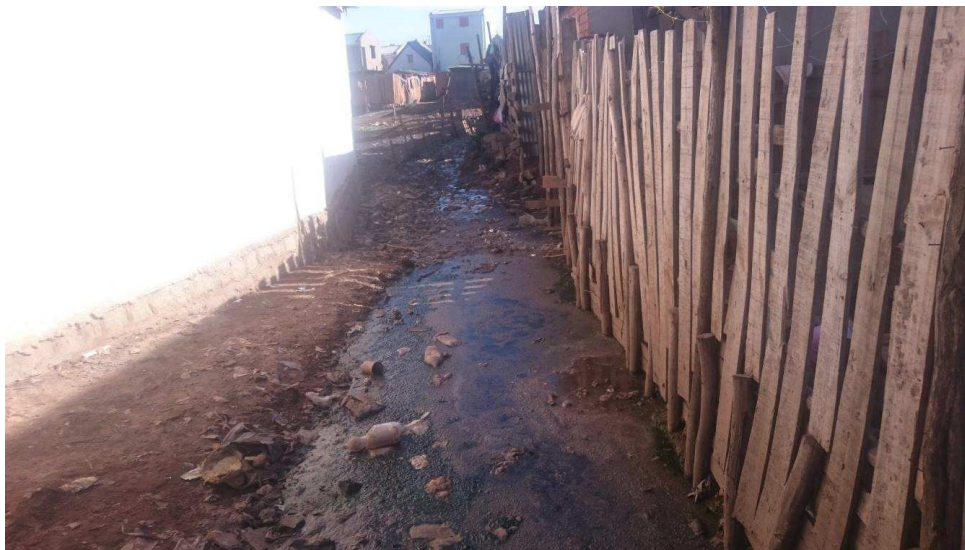


Figure 338 Canal à l'ouest de Andohatapenaka I

CANIVEAUX

La plaine inondable et les réseaux primaires constituent l'essentiel du système hydraulique de ce secteur. On ne dénombre pas de caniveaux significatifs, l'habitat étant essentiellement spontané.

RESEAU ENTERRE

Pas de réseau enterré significatif sur ce secteur.

3.17.2.2 Désordres

Les quelques caniveaux présents sur ce secteur ont un niveau d'encombrement allant de faible à fort. Aucun regard n'a été identifié sur le secteur.

NOTA : le cas des réseaux primaires a été détaillé au paragraphe précédent.

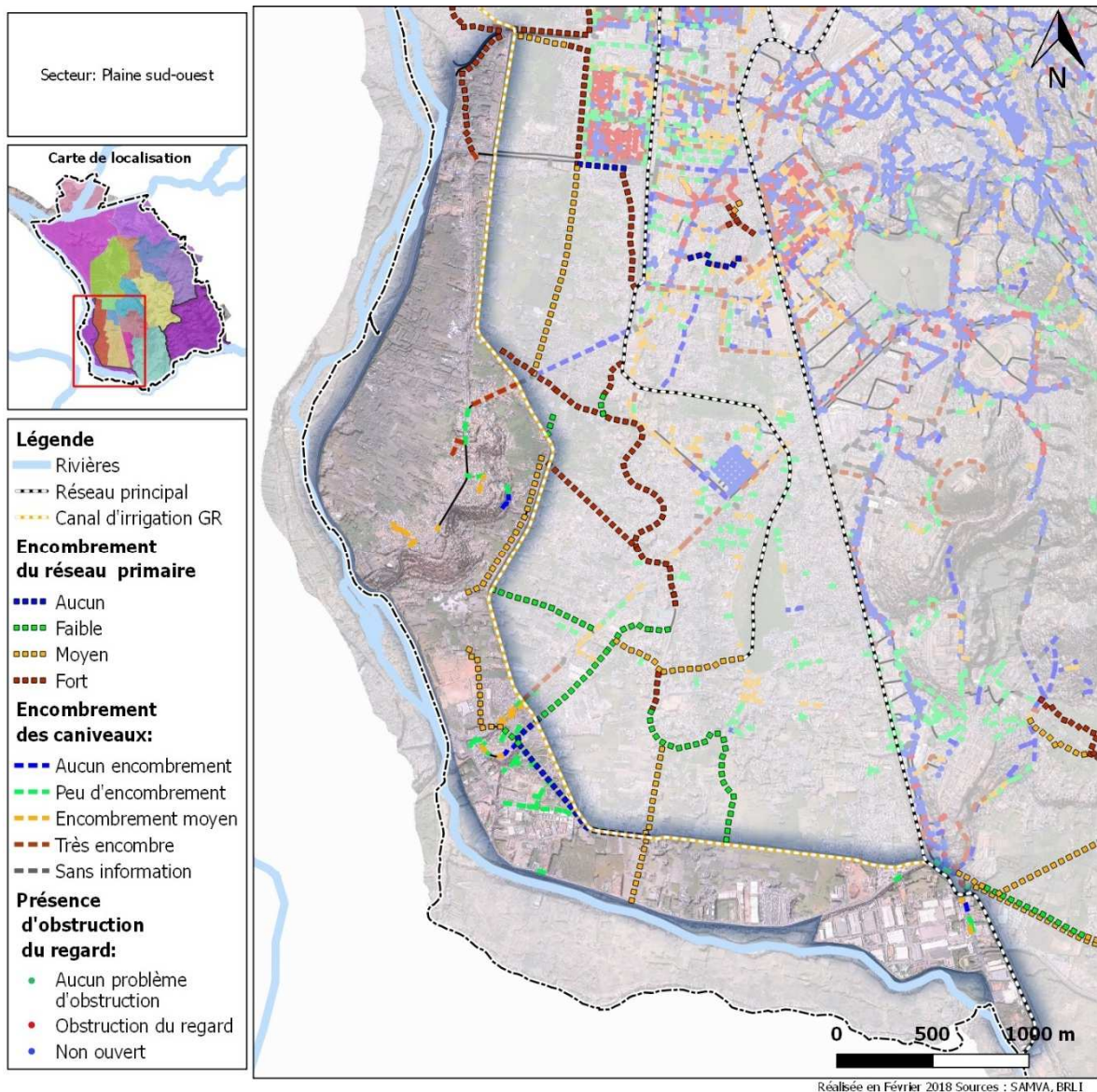


Figure 339 : Secteur 16 - Plaine sud ouest - Encombrement du réseau primaire, des caniveaux et obstruction des regards

3.17.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les secteurs inondés sont identifiés aussi bien au travers des rencontres avec les fokontany (zone 1) que par le biais des enquêtes ménages et des retours d'expérience des gestionnaires (zone 2). Ils concernent l'ensemble des habitations du secteur localisées en pied de tanety directement dans la plaine ainsi que la zone en amont de la route d'Anosipatrana.

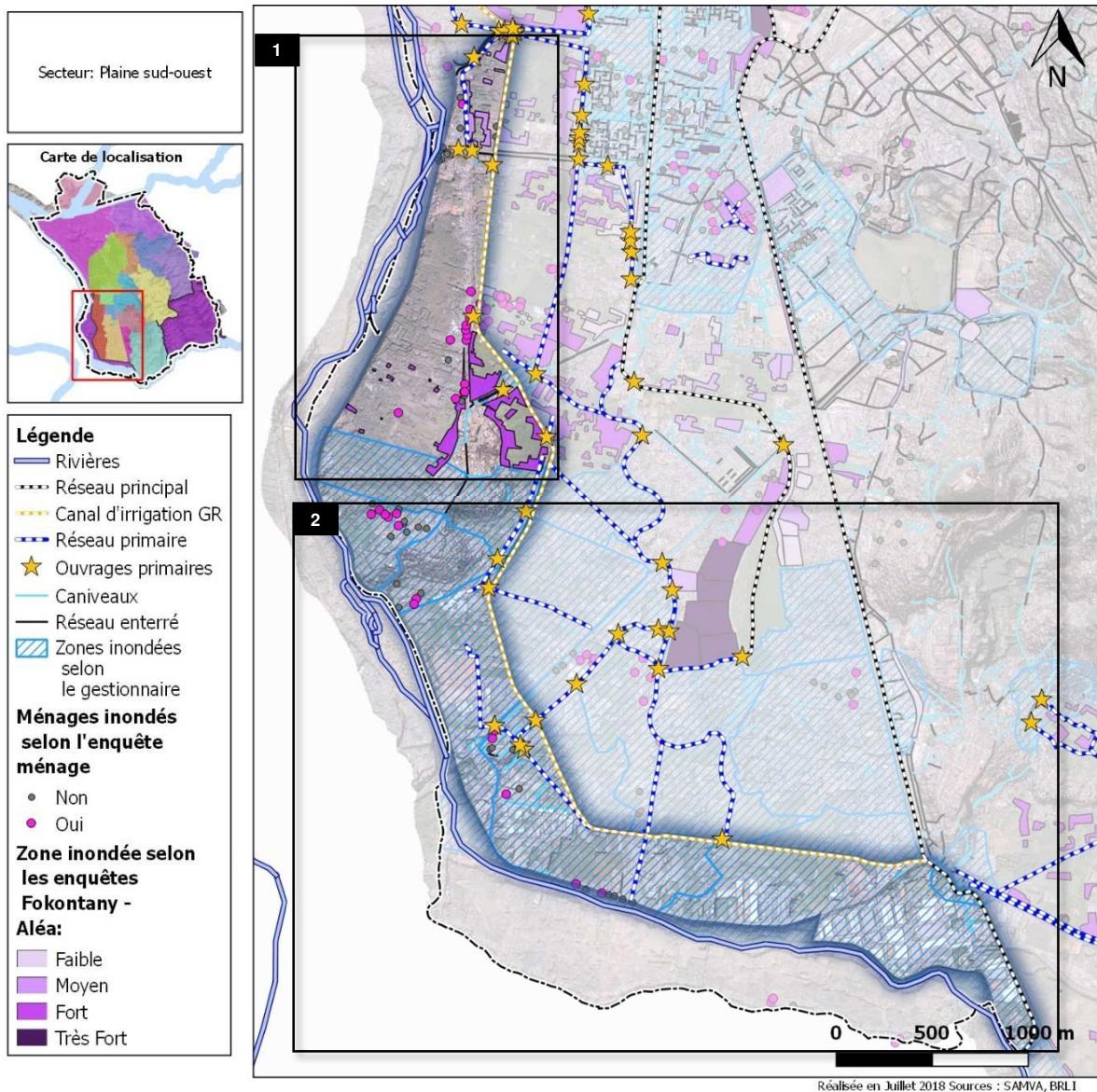


Figure 340: Secteur 16 - Plaine sud ouest - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.17.4 Synthèse

Les problèmes rencontrés sur le terrain s'expliquent de manière assez évidente par les limites et désordres pointés dans les paragraphes qui précèdent :

- Une contrainte aval forte imposée par le niveau de remplissage de la plaine nord
- Un réseau de drainage très peu développé et à la continuité hydraulique très largement perfectible
- Un enclavement hydraulique général du secteur entre différents remblais longitudinaux et transversaux
- Une topographie particulièrement défavorable avec des zones de cuvette en eau de manière quasi-permanente

3.18 SECTEUR 17 – ANATIAHAZO

- Superficie = 51 ha
- Population estimée = 34 000 habitants

3.18.1 Description du secteur

Ce secteur présente deux particularités majeures d'un point de vue hydraulique :

- C'est le seul secteur en rive gauche de l'Andriantany à avoir ce dernier comme exutoire
- C'est le seul secteur dont le drainage repose exclusivement sur du pompage

Les différents fokontans concernés par ce secteur sont figurés sur la carte ci-après.

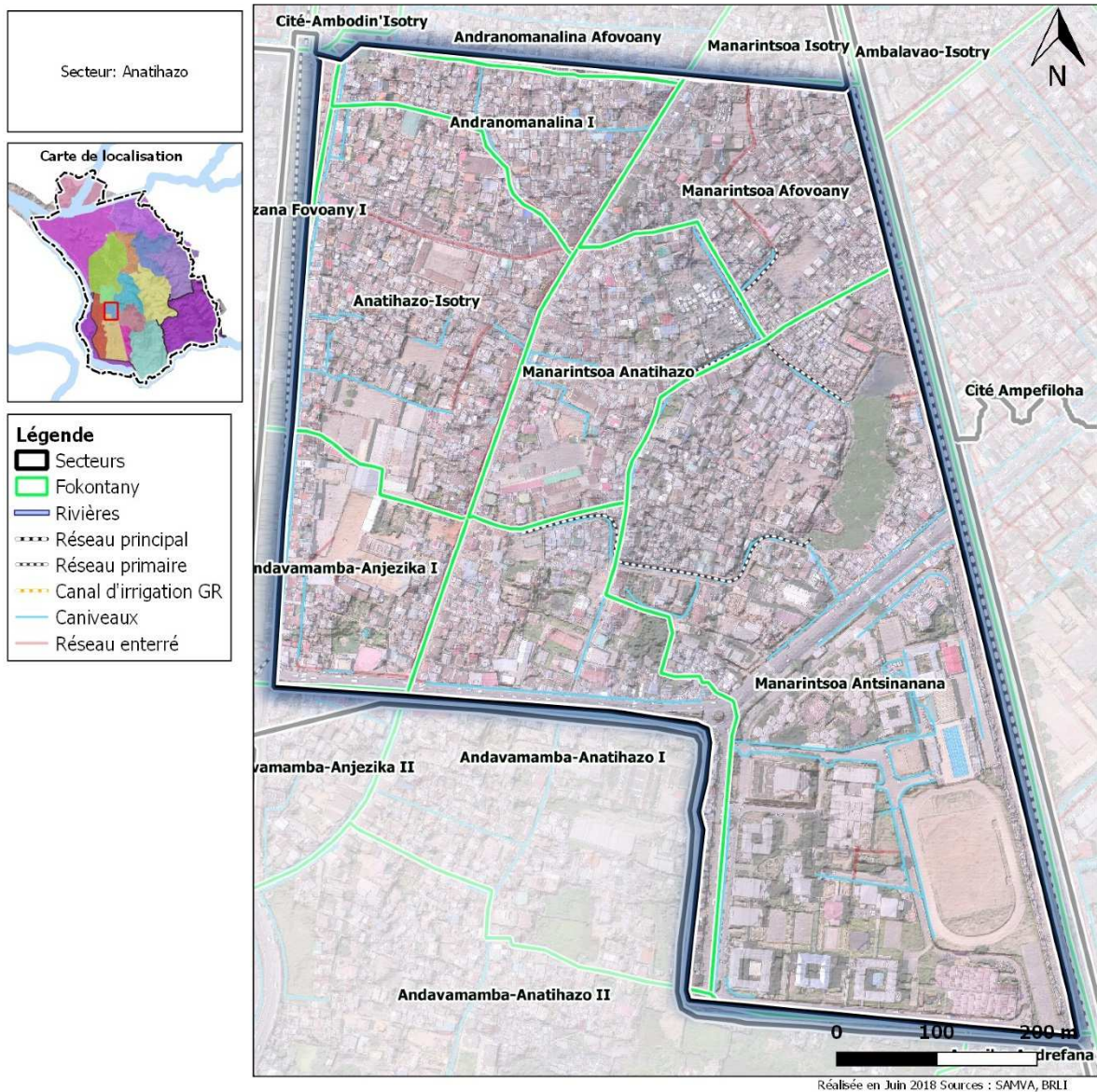


Figure 341 : fokontans du secteur Anatihazo

3.18.1.1 Relief

Le relief de ce secteur est globalement plat avec, comme on peut le voir sur la carte ci-après, une cote du terrain naturel comprise entre 1248 et 1249 mNGM, soit jusqu'à un mètre plus bas que le canal Andriantany qui le borde à l'ouest et qui constitue son exutoire.

Il constitue à ce titre la zone habitée présentant l'altimétrie la plus basse de toute la plaine sud.

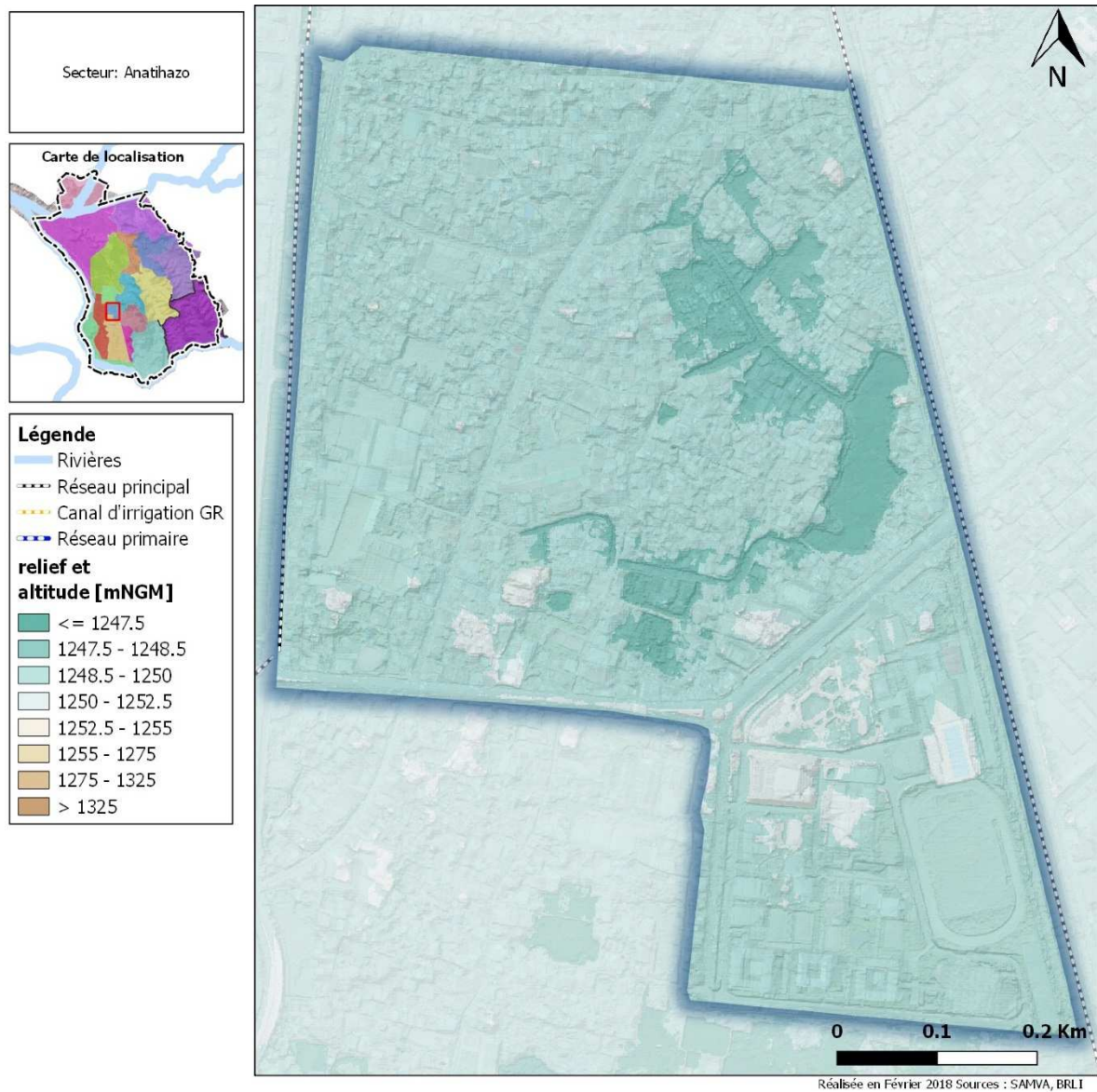


Figure 342 : relief du secteur d'Anatihazo

3.18.1.2 Occupation des sols

Hormis l'emprise dédiée au bassin tampon d'Anatihazo, le secteur est intégralement urbanisé, cette urbanisation prenant notamment la forme de zones d'habitation résidentielle au nord du secteur et de zones d'équipement divers au sud.

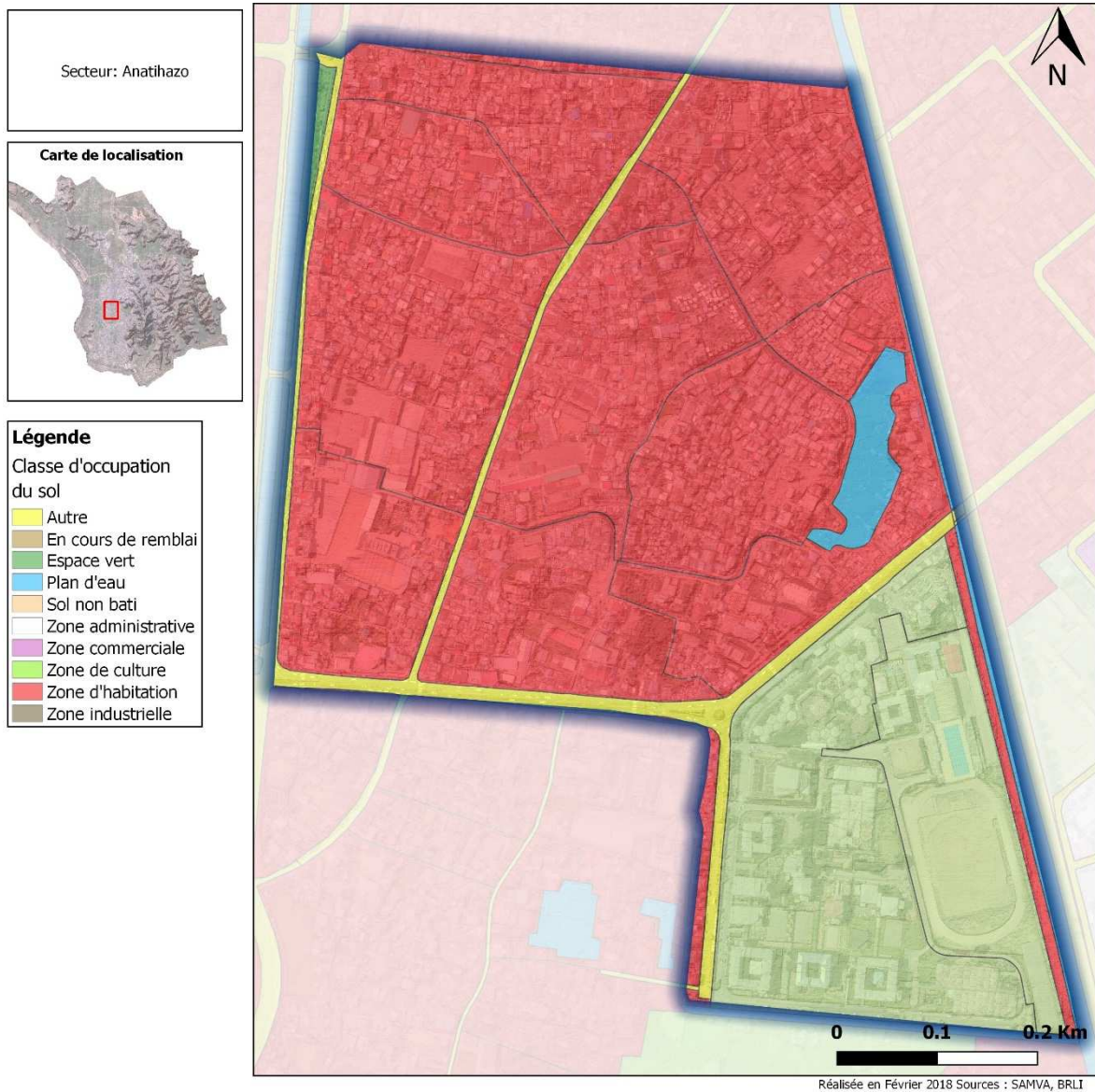


Figure 343 : occupation du sol sur le secteur d'Anatihazo

3.18.1.3 Caractérisation des bassins versants

Comme expliqué précédemment le secteur est très plat, avec une faible pente orientée globalement de l'ouest vers l'est.

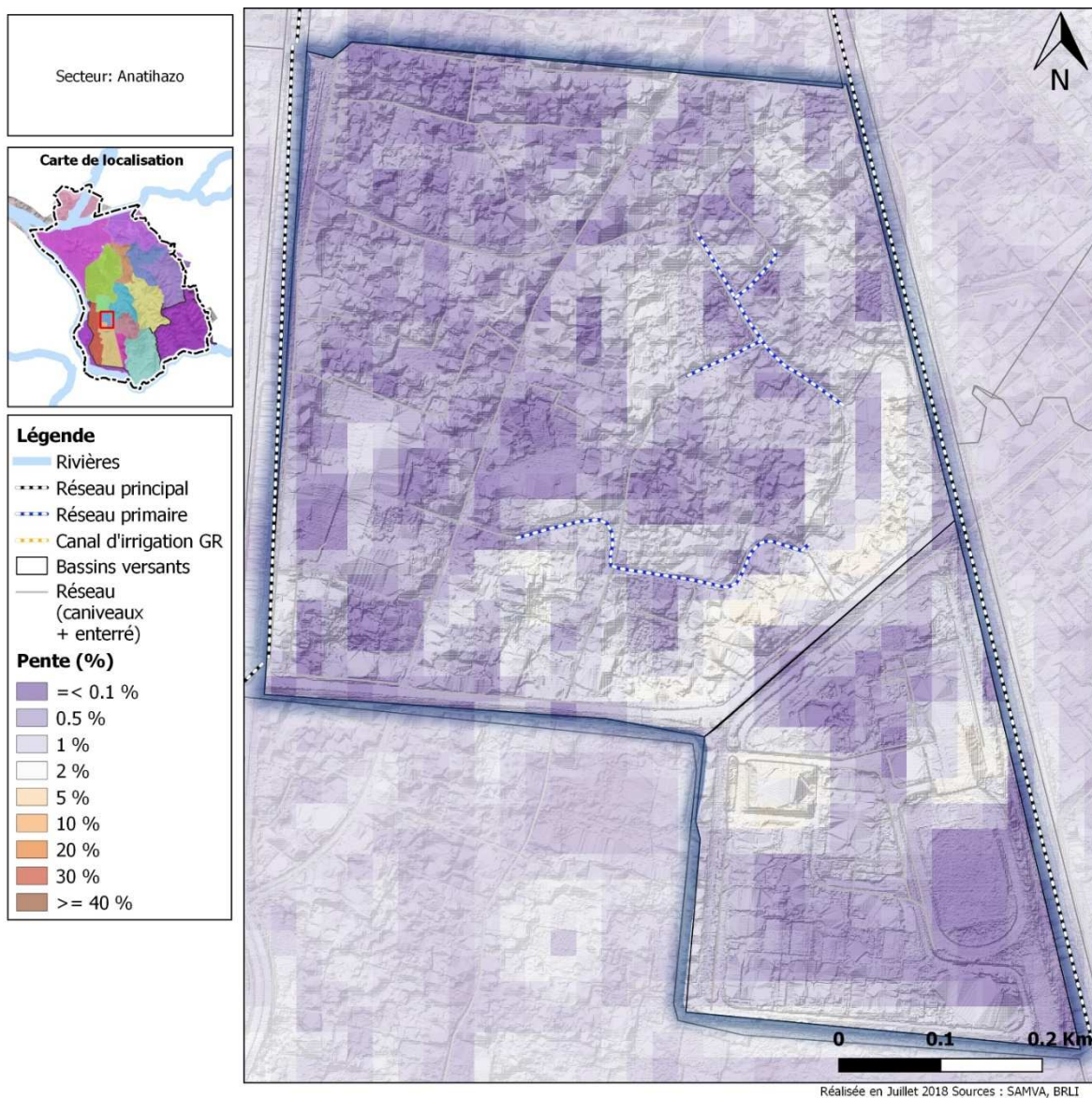


Figure 344: Secteur 17 - Anatihazo - Pente et réseau hydrographique

3.18.1.4 Enjeux humains présents

Le secteur est très densément peuplé avec, sur le secteur nord où se concentre la zone d'habitation, une densité supérieure à 50 000 habitants/km².

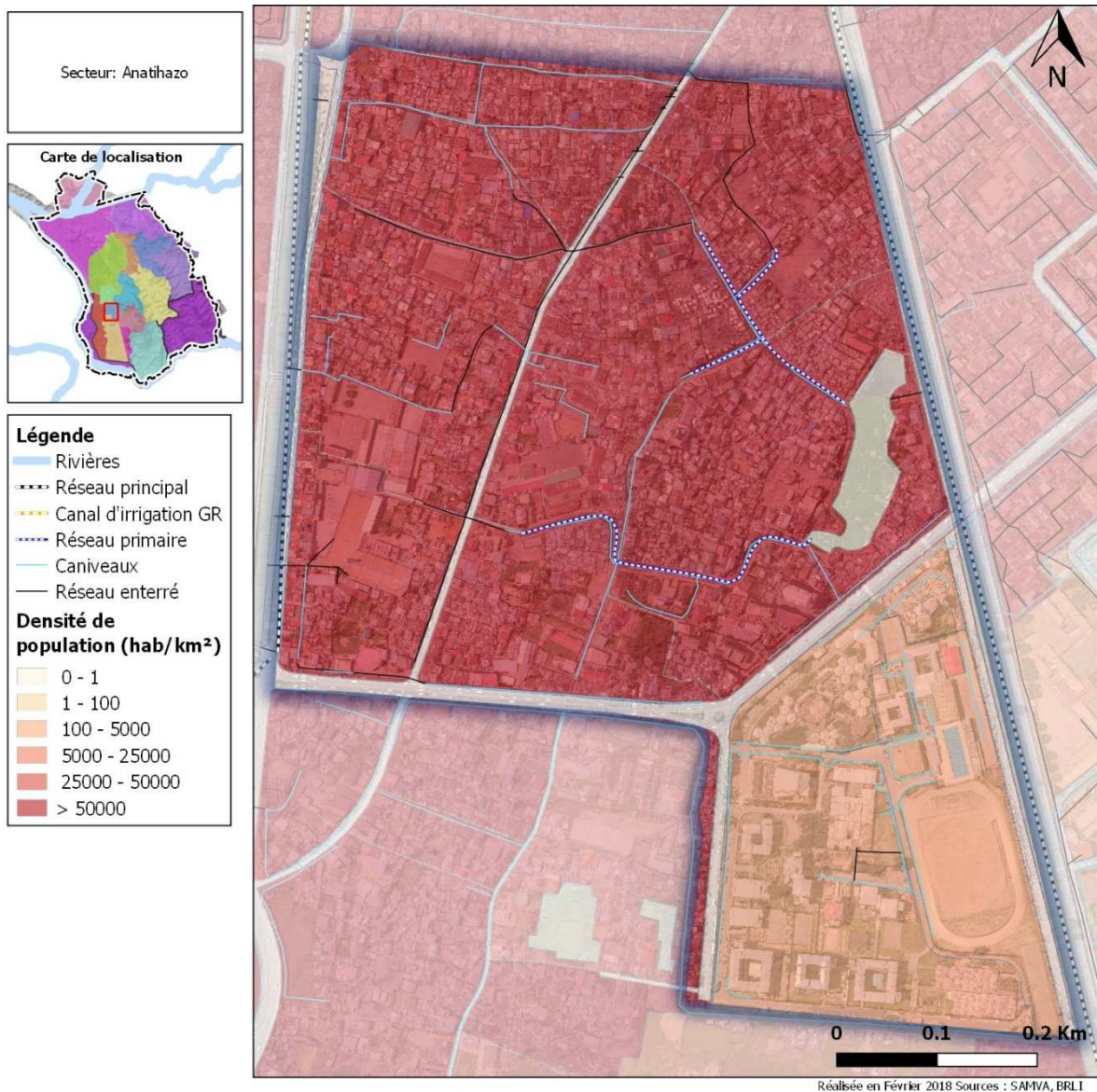


Figure 345: Secteur 17 - Anatihazo - Densité de population

Le standing des habitations suit la même tendance que l'altimétrie du secteur, avec un standing qualifié de « bas » dans les zones les plus basses à proximité du bassin et un standing « moyen » pour les zones riveraines du canal C3 à l'ouest.

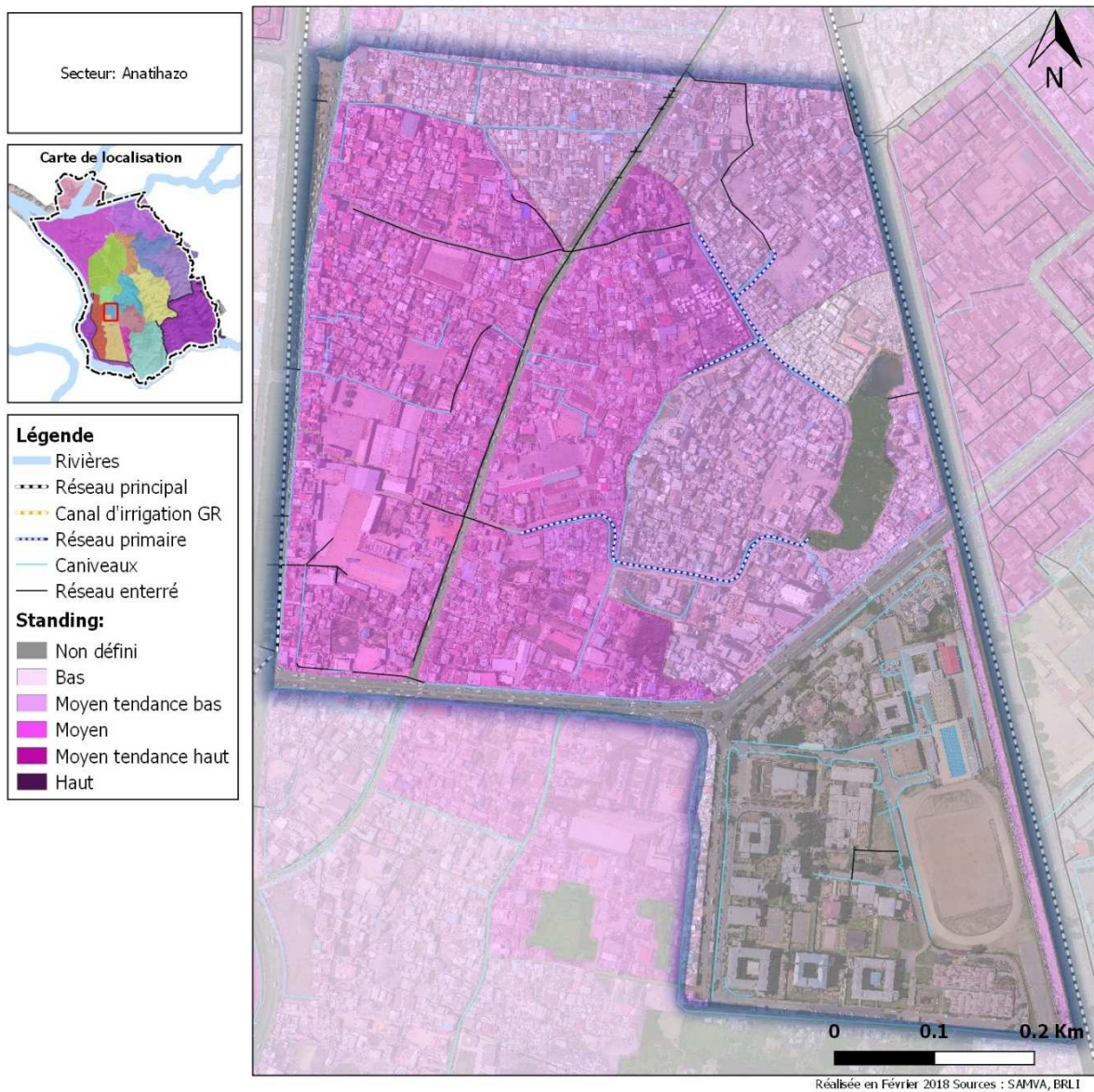


Figure 346: Secteur 17 - Anatihazo - Standing des habitations

3.18.2 Fonctionnement détaillé et désordres identifiés

3.18.2.1 Structure / typologie

3.18.2.1.1 Type de réseaux

Le réseau participant au drainage des eaux pluviales est de type maillé et se compose principalement de caniveaux et de dalots de dimensions respectables.

Les réseaux présentent des pentes d'écoulement très faibles, comparables de fait à celle du terrain naturel.

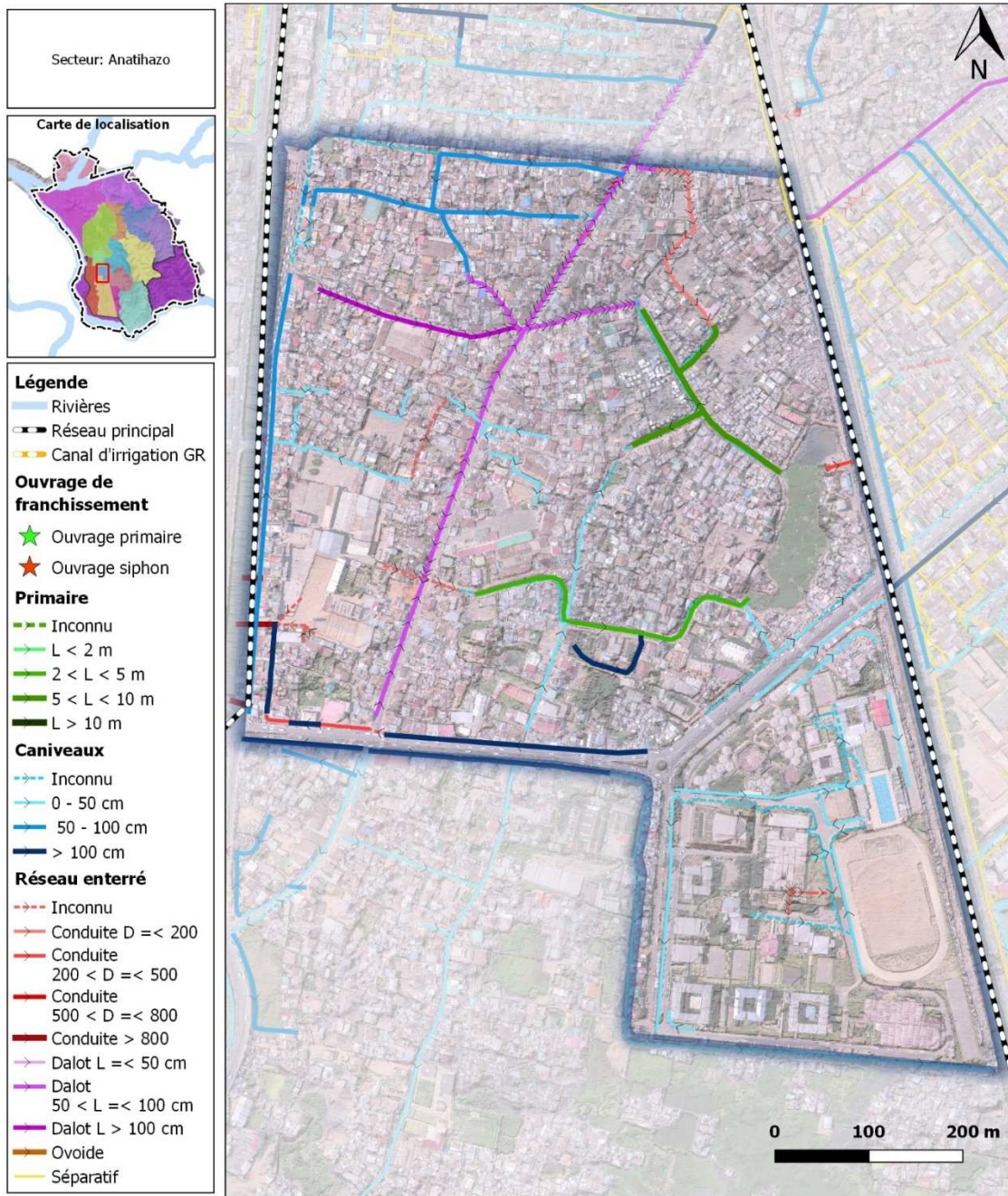


Figure 347: Secteur 17 - Anatihazo - Dimensions du réseau

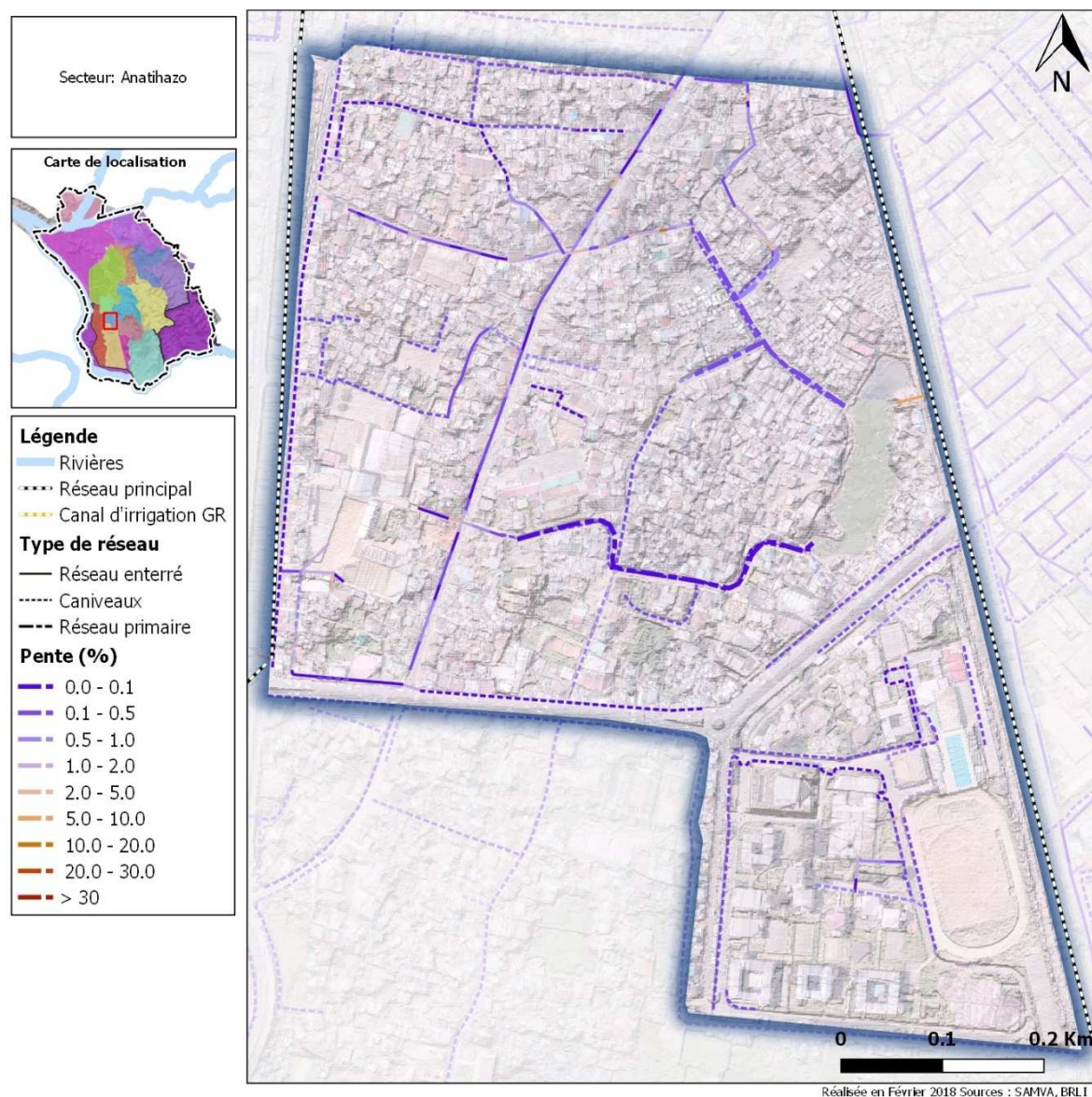


Figure 348: Secteur 17 - Anatihazo - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.18.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme cela a été souligné lors de la présentation du relief et des spécificités du secteur, celui-ci présente sur la majeure partie de sa superficie une configuration en cuvette, comme le rappelle la carte ci-après.

Ce type de configuration concerne principalement la zone autour de Manarintsoa mais également certaines voiries plus à l'ouest.

La « profondeur » de ces dépressions peut localement être assez importante et tout dysfonctionnement ou dépassement de la capacité de la station de pompage, remontée de nappe et/ou exfiltration du canal Andriantany peut donc provoquer des conséquences importantes en termes de nombre de personnes impactées.

Notons ici la très bonne correspondance entre les zones ainsi identifiées et celles décrites par les acteurs locaux comme présentant les risques d'inondation les plus sensibles (cf. §3.18.3).

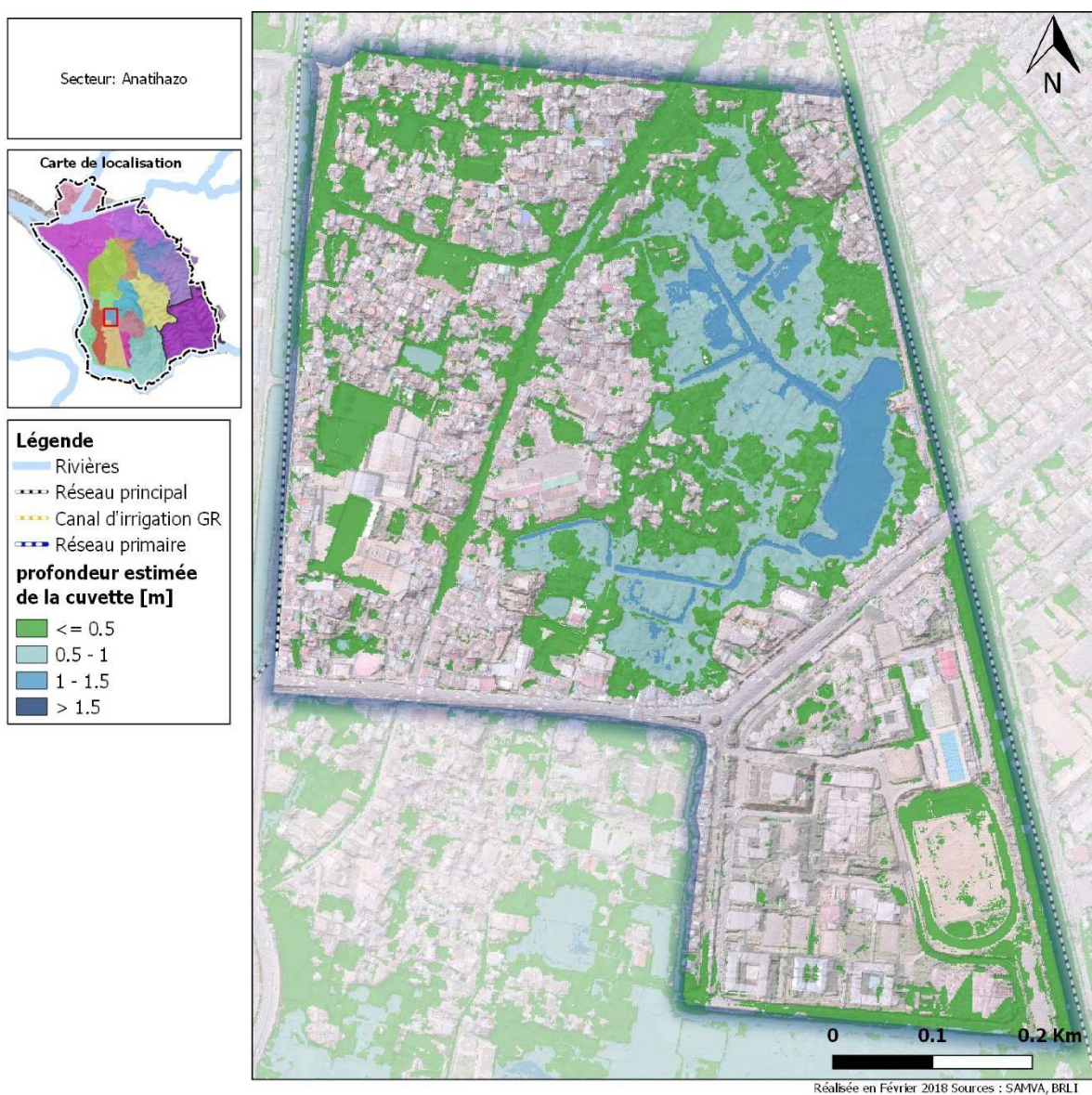


Figure 349 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur d'Anatihzo

3.18.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

L'ensemble des écoulements du secteur, eaux pluviales comme eaux usées, sont dirigés vers le bassin d'Anatihazo à partir duquel les eaux sont ensuite pompées vers le canal Andriantany.



Figure 350 : aval du bassin d'Anatihazo, en limite du canal Andriantany

Le drainage du secteur est assuré par des caniveaux puis par des canaux de grande dimensions mais très fortement encombrés.



Figure 351 : canal primaire assurant l'acheminement des eaux vers le nord du bassin d'Anatihazo

3.18.2.2 Désordres

La plupart des caniveaux et regards présents sur le sous-secteur d'Anatihazo sont très encombrés ou obstrués. Le niveau d'encombrement était sensiblement meilleur sur la zone sud.

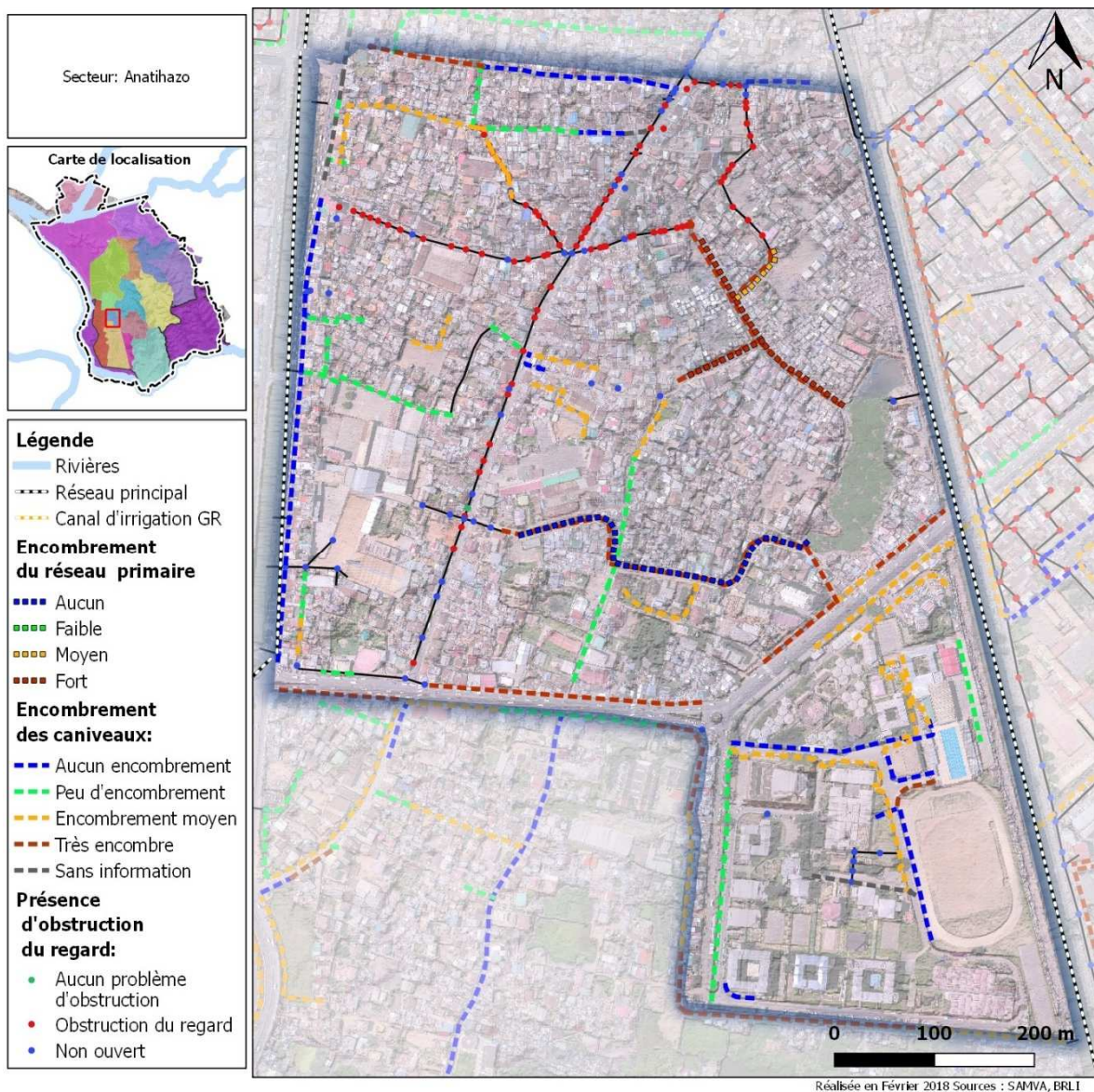


Figure 352: Secteur 17 - Anatihazo - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

Les regards qui ont pu être ouverts étaient en outre en charge, soit du fait de leur obstruction, soit du fait de la contrainte aval imposée par les réseaux primaires ou principaux qui constituent leur exutoire.

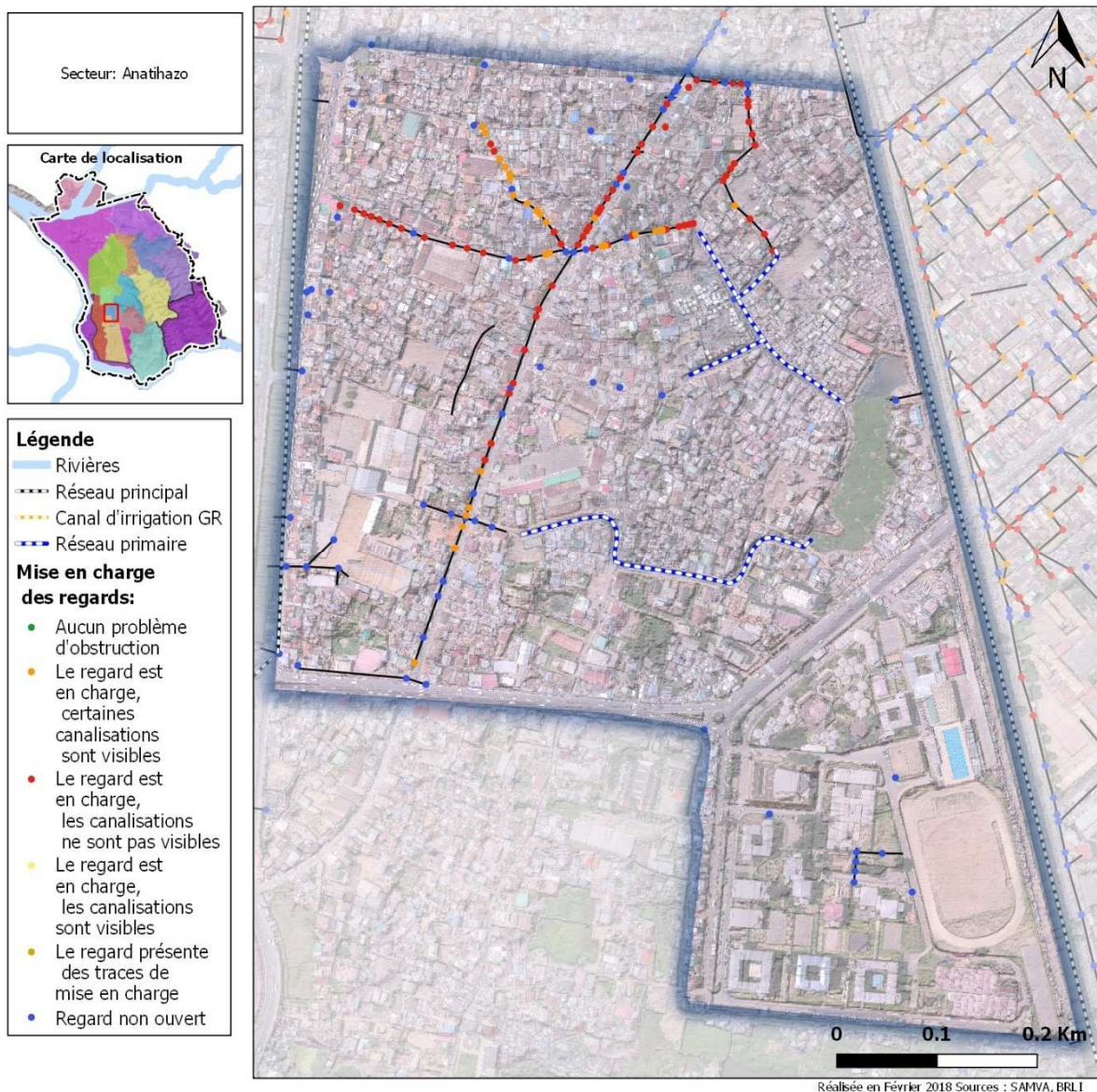


Figure 353: Secteur 17 - Anatihazo - Niveau de mise en charge des regards

3.18.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

De l'avis de l'ensemble des gestionnaires, ce secteur constitue l'un des points les plus sensibles de la CUA en matière d'inondation, notamment de par leur fréquence.

Les rencontres avec les fokontany ont permis de confirmer cet état des lieux et d'affiner la localisation des zones les plus impactées (cf. carte ci-après).

Enfin, les enquêtes ménages ont également attesté de la localisation et de la fréquence des inondations du secteur.

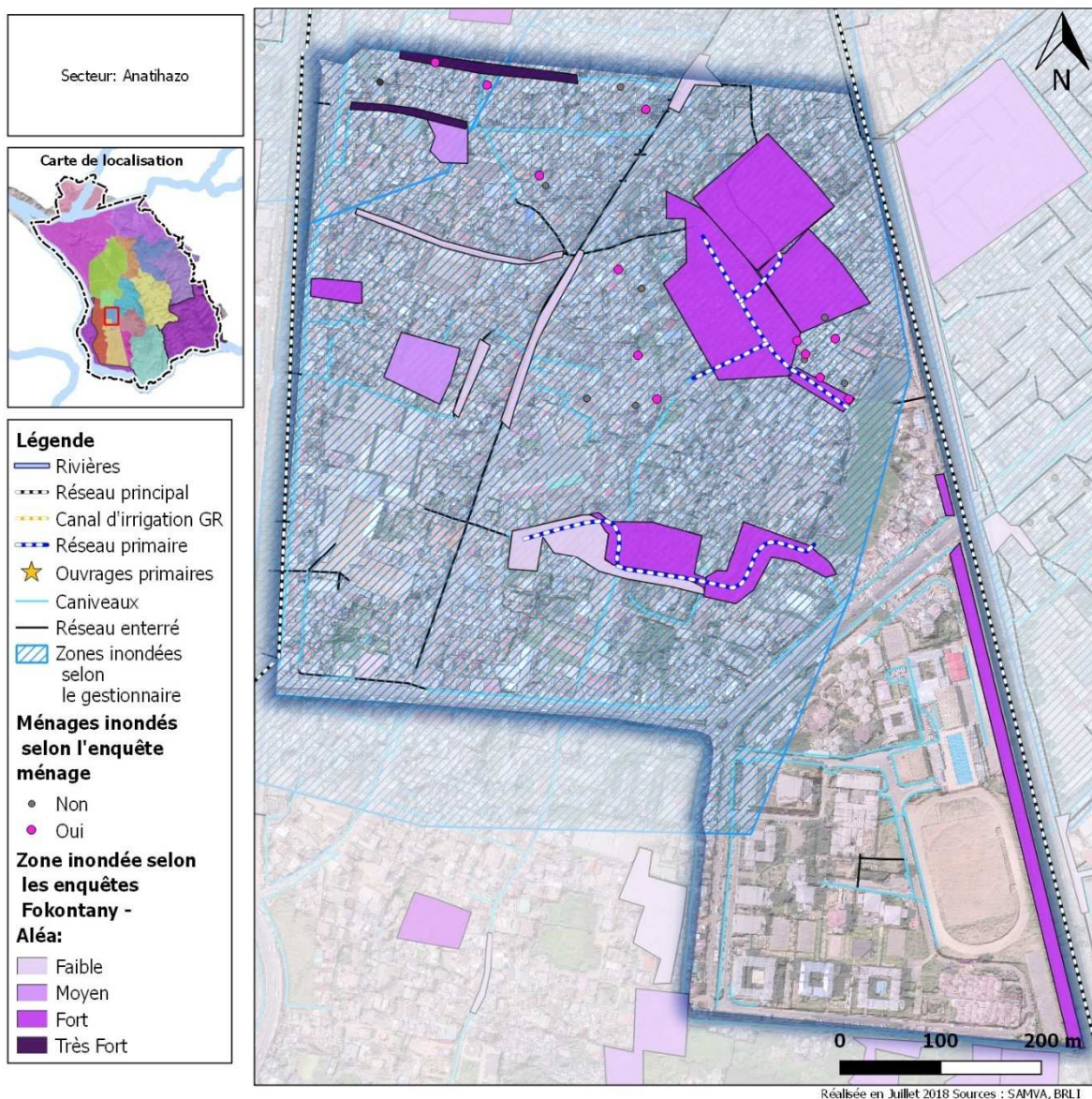


Figure 354: Secteur 17 - Anatihazo - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.18.4 Synthèse

À la lumière des explications fournies dans les paragraphes qui précèdent, il apparaît que ce secteur cumule nombre de contraintes :

- Une topographie extrêmement défavorable où tout dysfonctionnement / déficit de drainage est susceptible d'engendrer des conséquences importantes
- Un entretien des ouvrages largement insuffisant pour empêcher ne serait-ce qu'une stagnation des eaux en temps « normal »

3.19 SECTEUR 18 – MARAIS MASAY

- Superficie = 389 ha
- Population estimée = 70 000 habitants

3.19.1 Description du secteur

Le secteur du marais Masay représente une superficie de 389 ha. C'est le marais, creusé au début des années 2000 dans les bas-fonds qui entouraient le canal qui existait à l'époque, qui joue le rôle de drain principal. Le marais Masay s'évacue vers le canal Andriantany.

Les différents fokontany du secteur en question sont présentés sur la carte ci-après.

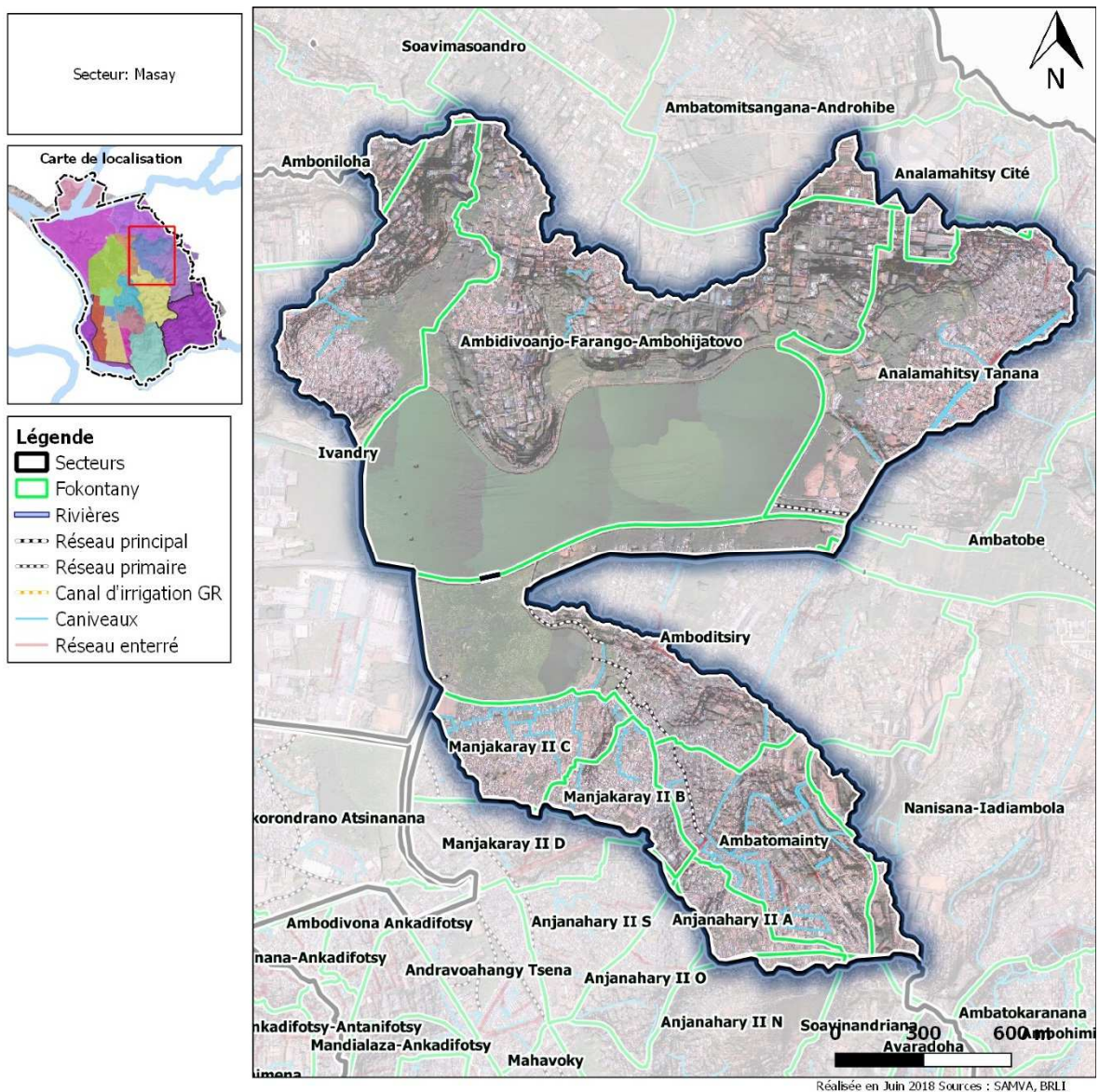


Figure 355 : fokontany du secteur marais Masay

3.19.1.1 Relief

La vaste zone plane qui correspondait aux anciens bas-fonds dans lesquels le marais Masay a été creusé s'étend au-delà des digues de ceinture de celui-ci. Cette zone de plaine est surmontée de différentes collines au nord comme au sud (vallée de l'est).

En saison sèche, le marais Masay reste en permanence en eau et présente une profondeur (hors comblement partiel par les sédiments) de l'ordre de 1 m. En saison des pluies, la cote du plan d'eau oscille en général entre 1248 et 1248,5 mNGM, soit une profondeur de 1,5 à 2 m.

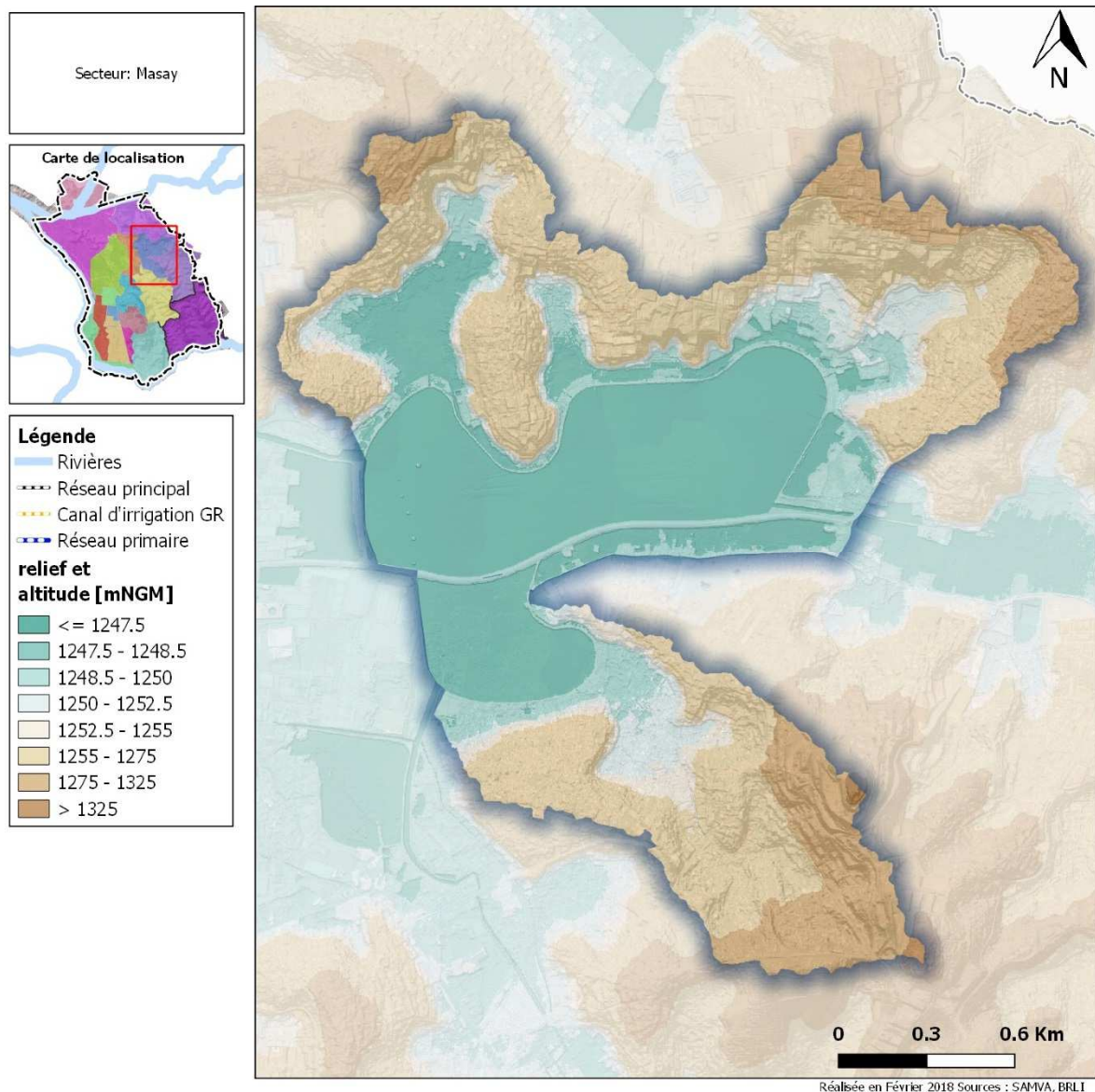


Figure 356 : relief du secteur du marais Masay

3.19.1.2 Occupation des sols

En dehors du plan d'eau permanent du marais Masay qui représente plus du quart de la superficie, le secteur est principalement occupé par des zones d'habitation résidentielle présentant des COS relativement faibles (notamment au nord) par rapport au reste de la CUA. Quelques zones de culture, en voie d'urbanisation (cf. PUDi 2004) subsistent encore pour l'instant.

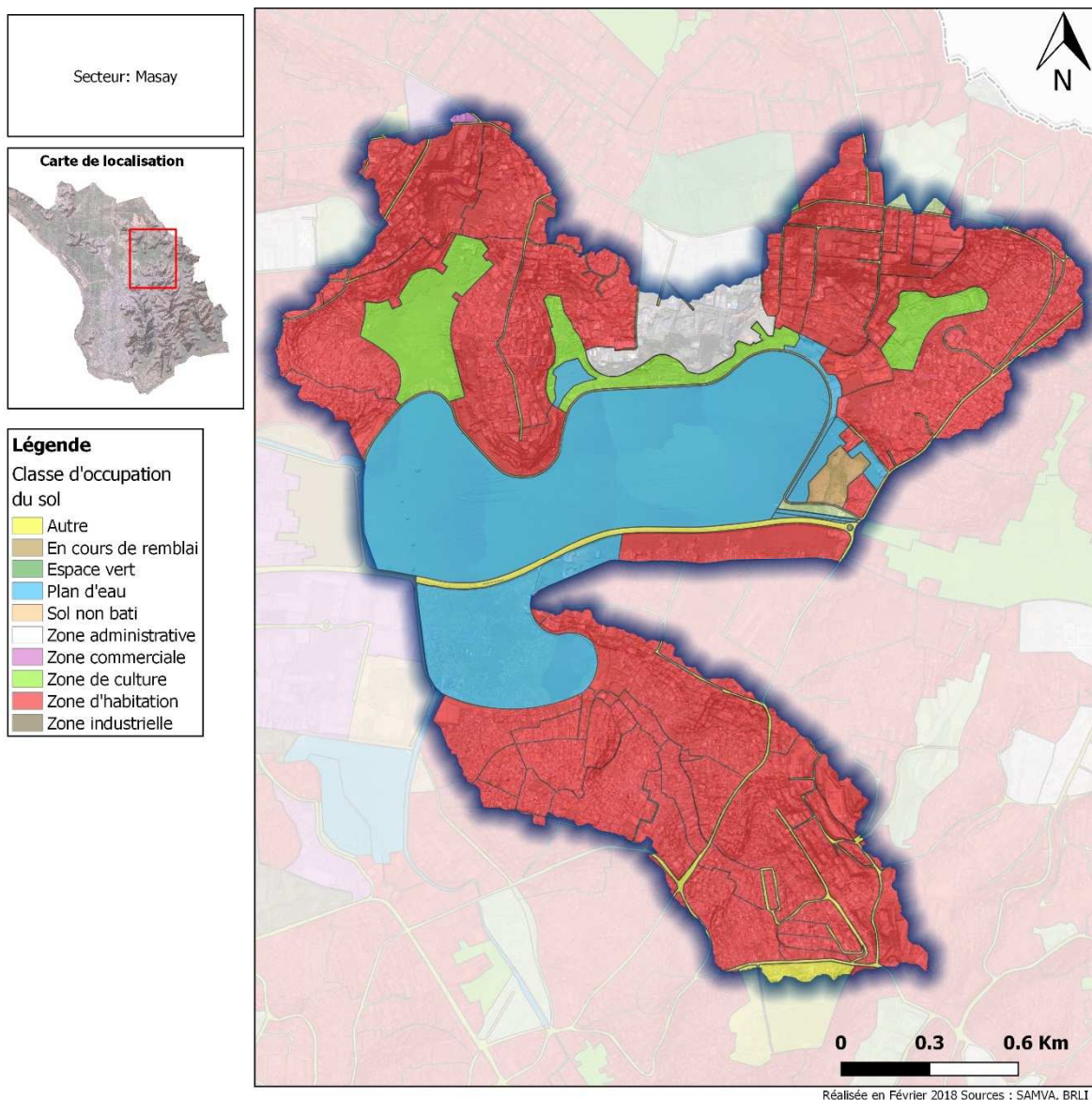


Figure 357 : occupation du sol sur le secteur du marais Masay

3.19.1.3 Caractérisation des bassins versants

On peut identifier 3 sous bassins versants principaux se jetant dans le marais Masay. Le premier, au sud, collecte les eaux des quartiers de Manjakaray et de Soavimbahoaka. Il présente principalement des pentes autour de 15%. Le second, au nord-est, draine le bassin versant situé au niveau du quartier d'Analamahitsy et présente des pentes moyennes autour de 15%. Enfin le troisième concerne la vallée au niveau d'Ambodivoanjo. C'est le plus petit bassin versant et il possède globalement une pente plus faible car très plat dans la vallée.

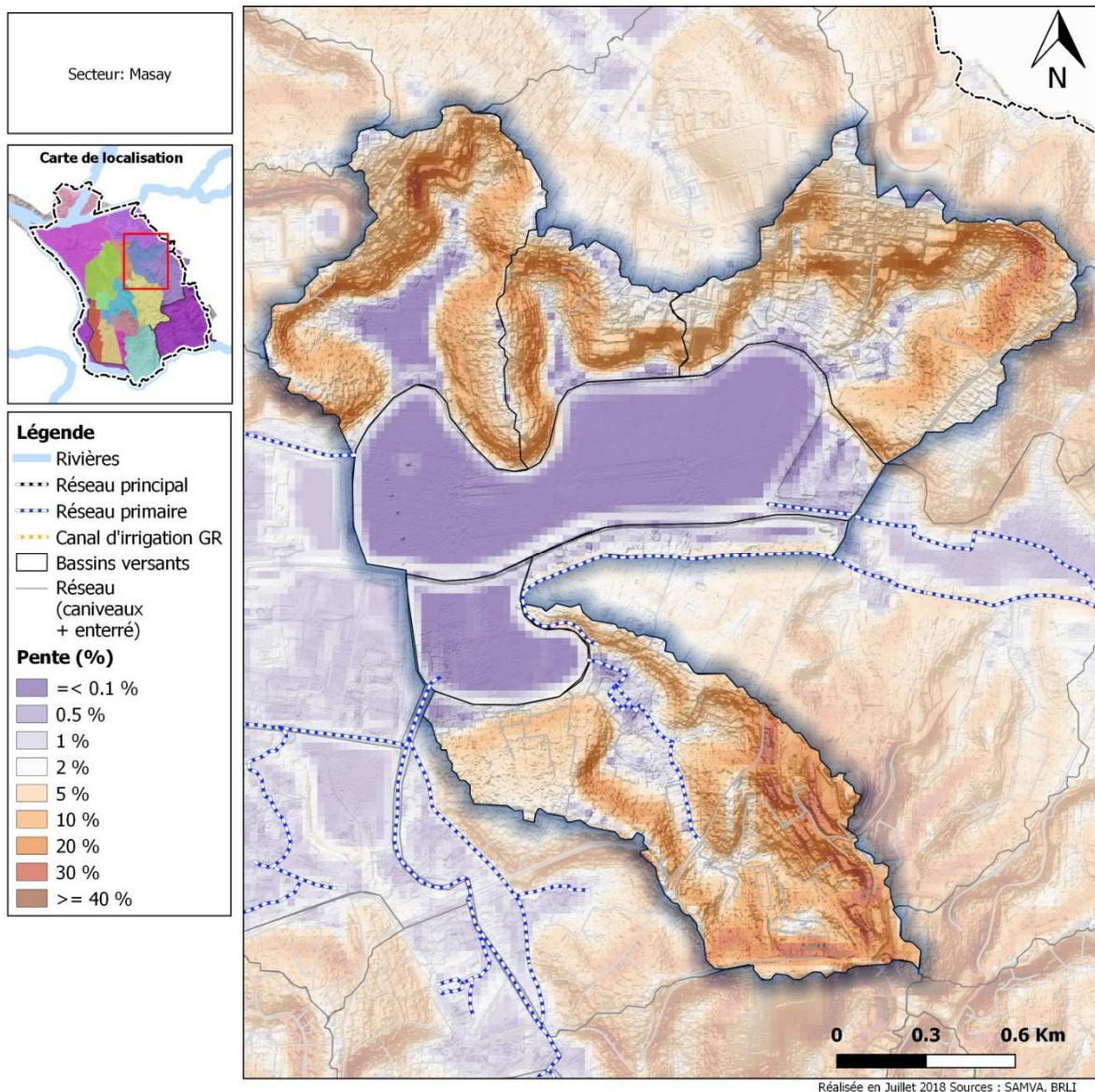


Figure 358: Secteur 18 - Marais Masay - Pente et réseau hydrographique

3.19.1.4 Enjeux humains présents

Ce secteur est extrêmement peuplé au sud du marais Masay, où une densité supérieure à 50 000 habitants/km² est observée. Le reste du secteur est moins peuplé même si certaines zones restent très denses comme l'extrême nord-est et nord-ouest du secteur, avec des densités comprises entre 25 000 et 50 000 habitants/km².

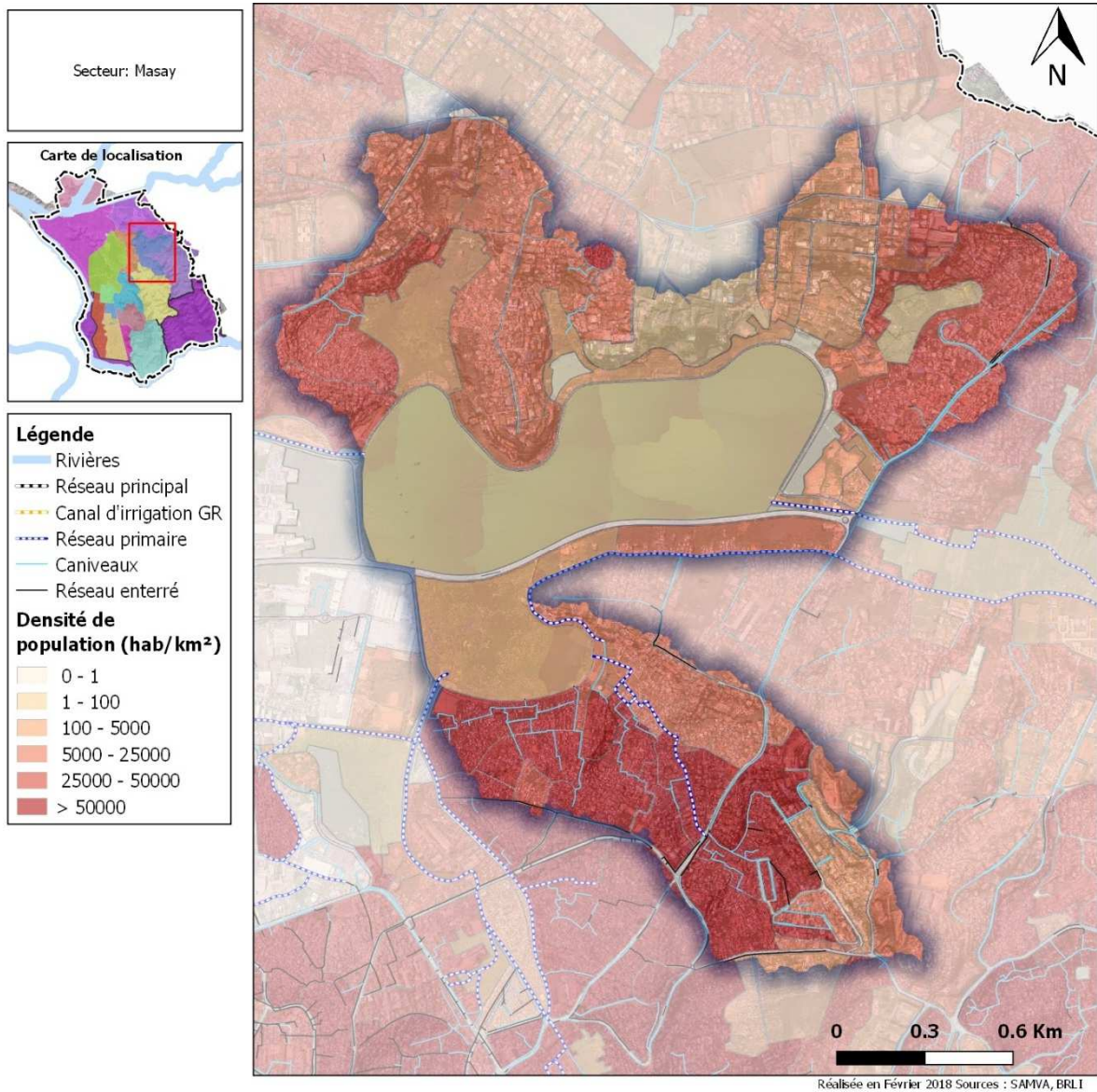


Figure 359: Secteur 18 - Marais Masay - Densité de population

Le standing des habitations peut globalement être qualifié de « moyen » sur l'ensemble du secteur, excepté au niveau du quartier d'Ambohijatavo où le standing apparaît comme « haut ».

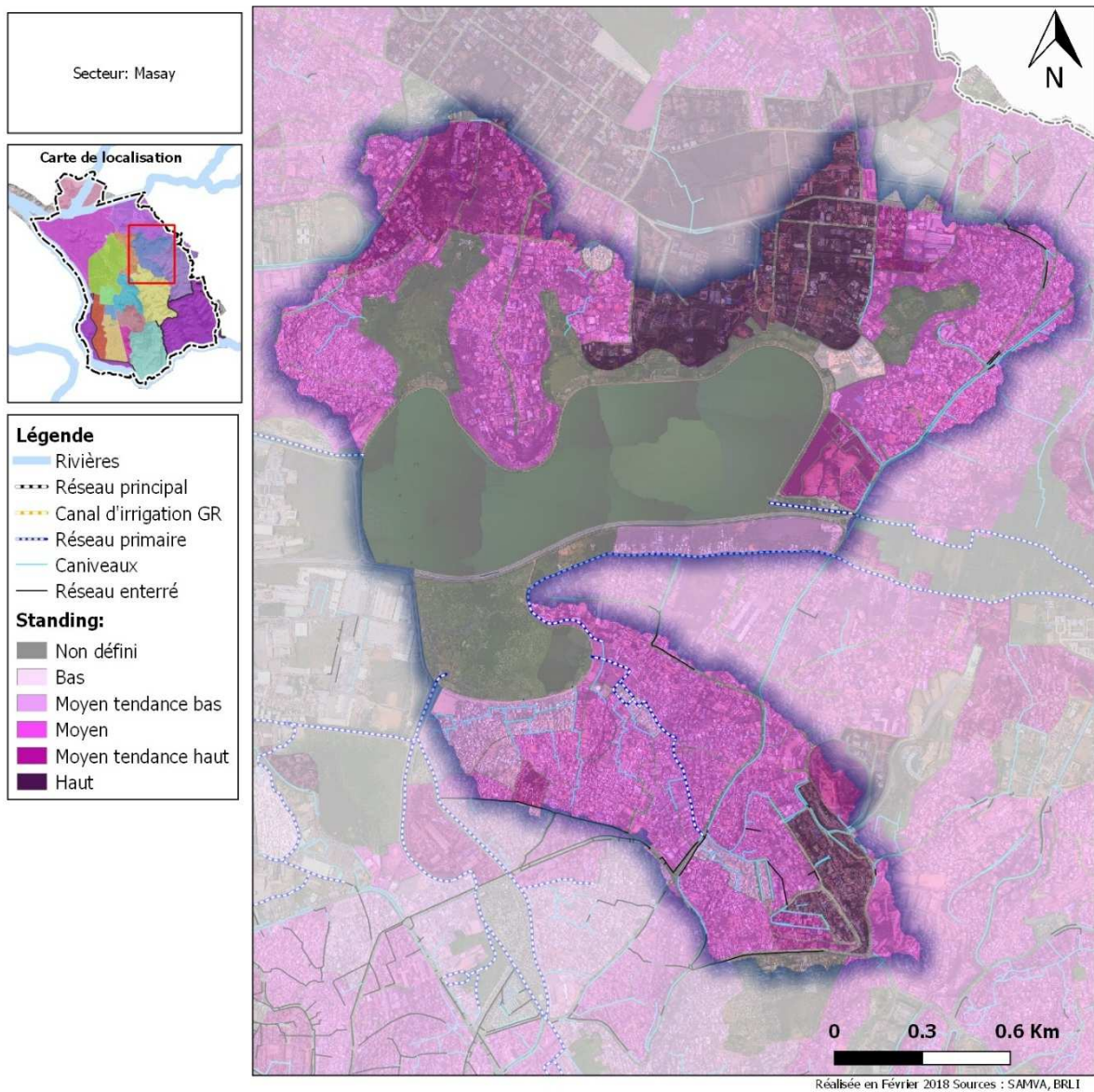


Figure 360: Secteur 18 - Marais Masay - Standing des habitations

3.19.2 Fonctionnement détaillé et désordres

3.19.2.1 Structure / typologie

3.19.2.1.1 Type de réseaux

Ce secteur possède très peu de réseau enterré et de caniveaux. Des réseaux primaires permettent de faire transiter l'eau en amont et aval du Marais Masay. Seule la zone sud du secteur possède quelques caniveaux et canalisations enterrées drainant les eaux vers un canal primaire. Le reste des eaux pluviales s'évacuent principalement par ruissellement.

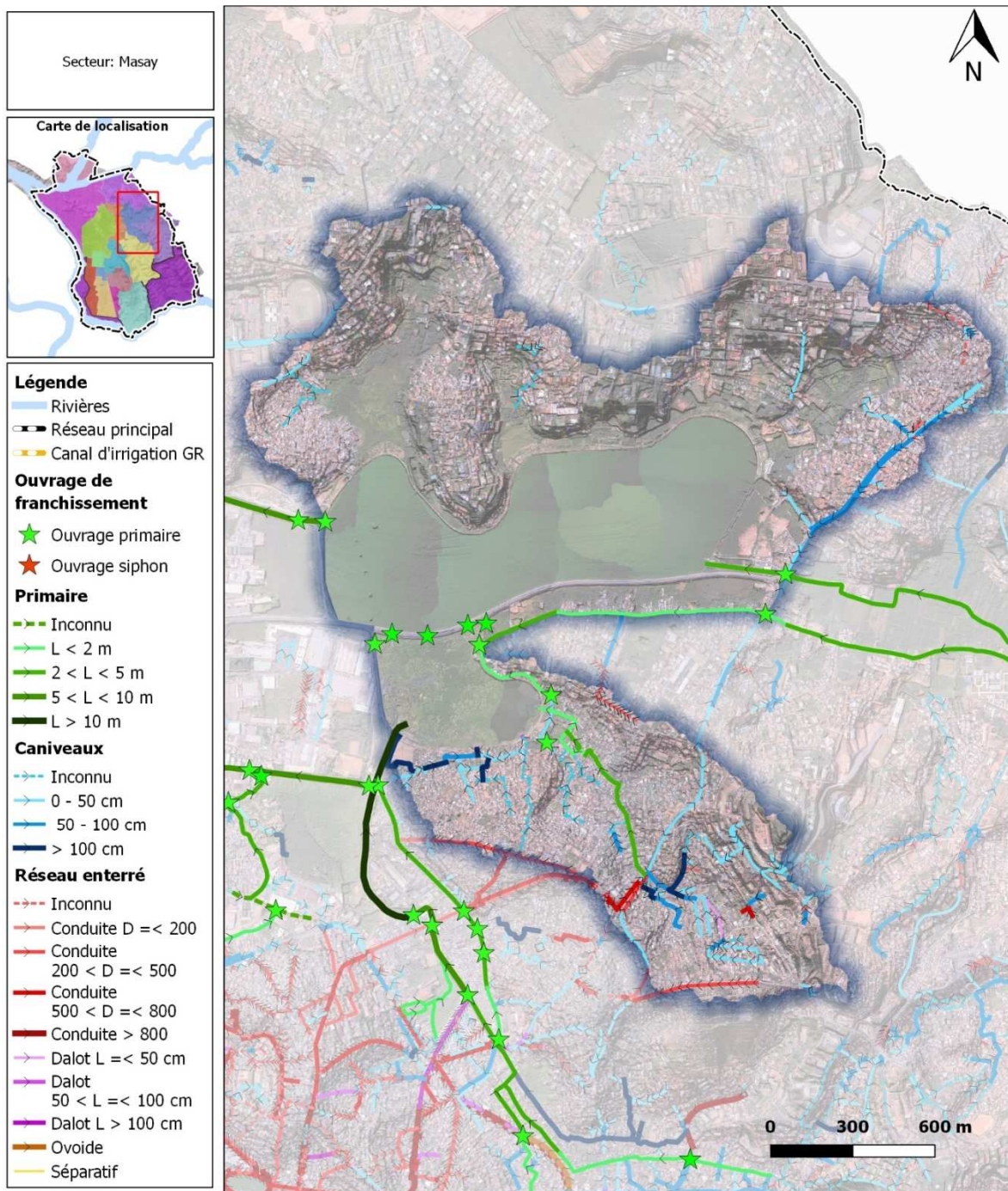


Figure 361: Secteur 18 - Marais Masay - Dimensions du réseau

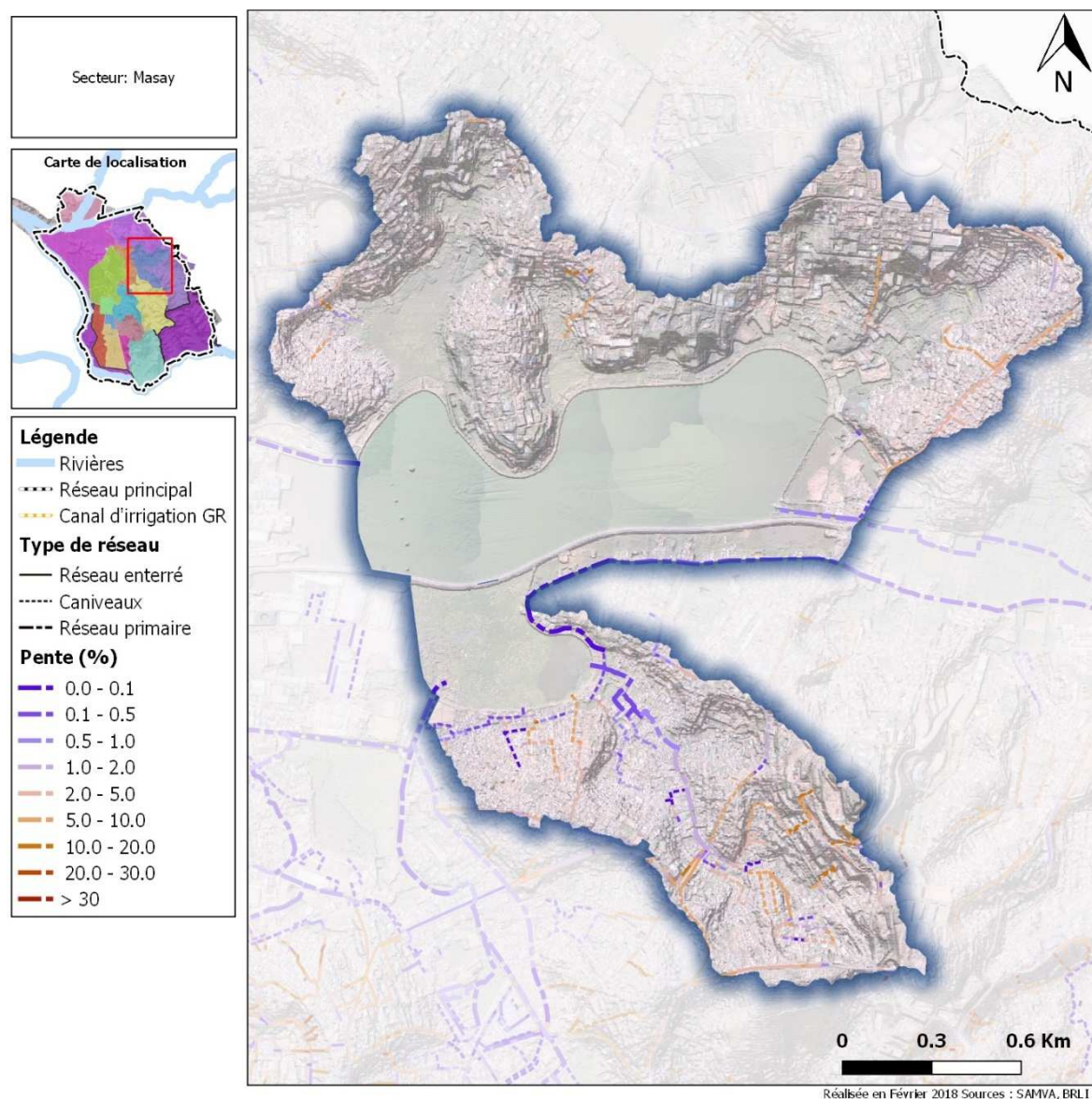


Figure 362: Secteur 18 - Marais Masay - Pente du terrain naturel entre les extrémités de chaque tronçon de réseau

3.19.2.1.2 Analyse topographique et morphologique

Comme indiqué plus haut, les zones de bas-fonds, présentant des configurations en « cuvette » renforcées par les différentes infrastructures en remblais, s'étendent au-delà de l'emprise stricte du marais Masay délimitée par ses digues de ceinture.

Tout autant que le marais Masay, ces zones sont fréquemment et durablement inondées au cours de la saison des pluies. Elles contribuent de la même manière à tamponner les écoulements issus à la fois de la vallée de l'est et de la plaine d'Ambatobe et doivent donc à ce titre être préservées.

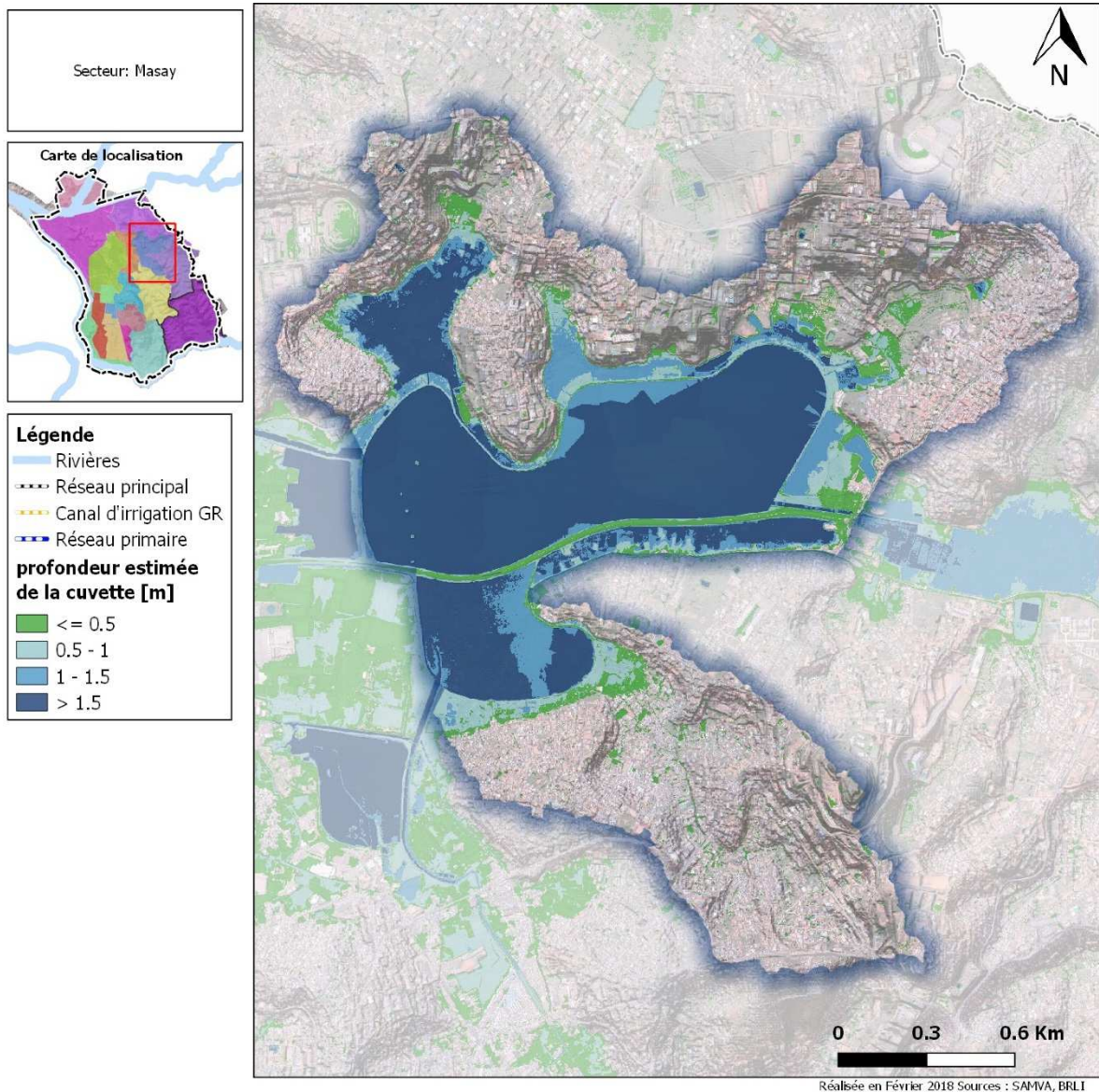


Figure 363 : localisation et importance des cuvettes présentes sur le secteur du marais Masay

3.19.2.1.3 Description détaillée du fonctionnement

Le marais Masay est l'exutoire des réseaux primaires issus de plusieurs bassins versants.

RESEAUX PRIMAIRES

Le bassin sud du marais récupère plusieurs réseaux primaires :

- Une partie des eaux transitant par le canal primaire d'Andravohangy issu de la vallée de l'est
- Les eaux issues de Manjakaray et Ambatomainty au sud
- Une partie des eaux du bassin versant d'Ambohidahy/Ankerana/Ambatobe à l'est

Ces apports s'accompagnent d'arrivées importantes d'eaux usées, ce qui entraîne une dégradation de l'état du bassin sud par rapport au bassin nord.

Le bassin nord reçoit quant à lui une partie des eaux drainées depuis Ambatobe.

NOTA : le réseau primaire en provenance de la vallée de l'est a été traité dans le paragraphe dédié à ce secteur.

Le réseau primaire de Manjakaray et Ambatomainty traverse une zone fortement urbanisée. Les tronçons sont canalisés à l'amont, et les habitations à proximité sont construites en matériaux durs pour la plupart.



Figure 364 Canal primaire à Ambatomainty

Les canaux sont sur les secteurs urbanisés en bon état et endigués (LxH = 2mx3m) pour éviter les inondations.

À l'aval les canaux serpentent au travers de la zone basse et cultivée à la frontière de Manjakaray et Amboditsiry.

Les tronçons ici sont des fossés bas en terre et les habitations précaires environnantes y sont nombreuses.



Figure 365 Canal primaire sur les parties basses de Manjakaray IIc

L'exutoire dans le marais Masay se fait par un passage busé de diamètre 800mm.



Figure 366 Exutoire au marais Masay des réseaux primaires en provenance de Ambainty

Les eaux drainées en provenance de l'est rejoignent le bassin sud du Marais Masay au moyen d'un canal endigué longeant le Fokontany d'Amboditsiry au sud de la rocade Masay. Ces tronçons sont globalement dans un état correct et présentent des dimensions moyennes (LxH = 3mx1m).



Figure 367 Canal primaire à Amboditsiry

Le bassin nord du marais Masay est alimenté par un canal, de dimensions importantes (largeur de 11 mètres) après l'ouvrage de franchissement sous la RN3.



Figure 368 Canal exutoire vers le bassin nord du marais Masay



Figure 369 Ouvrage de franchissement sous la RN3

CANIVEAUX

Les caniveaux présents sur ce secteur sont majoritairement à ciel ouvert mais de dimensions importantes.



Figure 370 Caniveaux à Manjakaray IIb



Figure 371 Arrivée d'un caniveau sur le réseau primaire à Amboditsiry

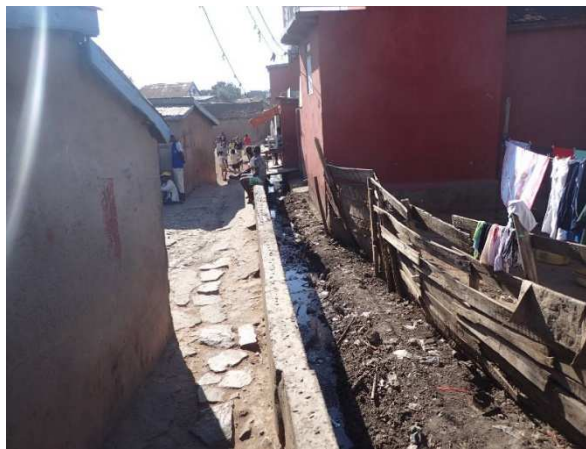


Figure 372 Caniveau sur les parties amont de Manjakaray IIb

L'endiguement des caniveaux et réseaux primaires est fréquent sur ce secteur vulnérable aux inondations.

RESEAU ENTERRE

Ce secteur ne présente pas de réseau enterré significatif.

3.19.2.2 Désordres

Le réseau étant composé essentiellement de caniveaux, la problématique de mise en charge du réseau ne concerne pas ce secteur. Les caniveaux sont peu ou moyennement encombrés, excepté à l'est du marais Masay, où un caniveau ressort des investigations de terrain comme étant très encombré.

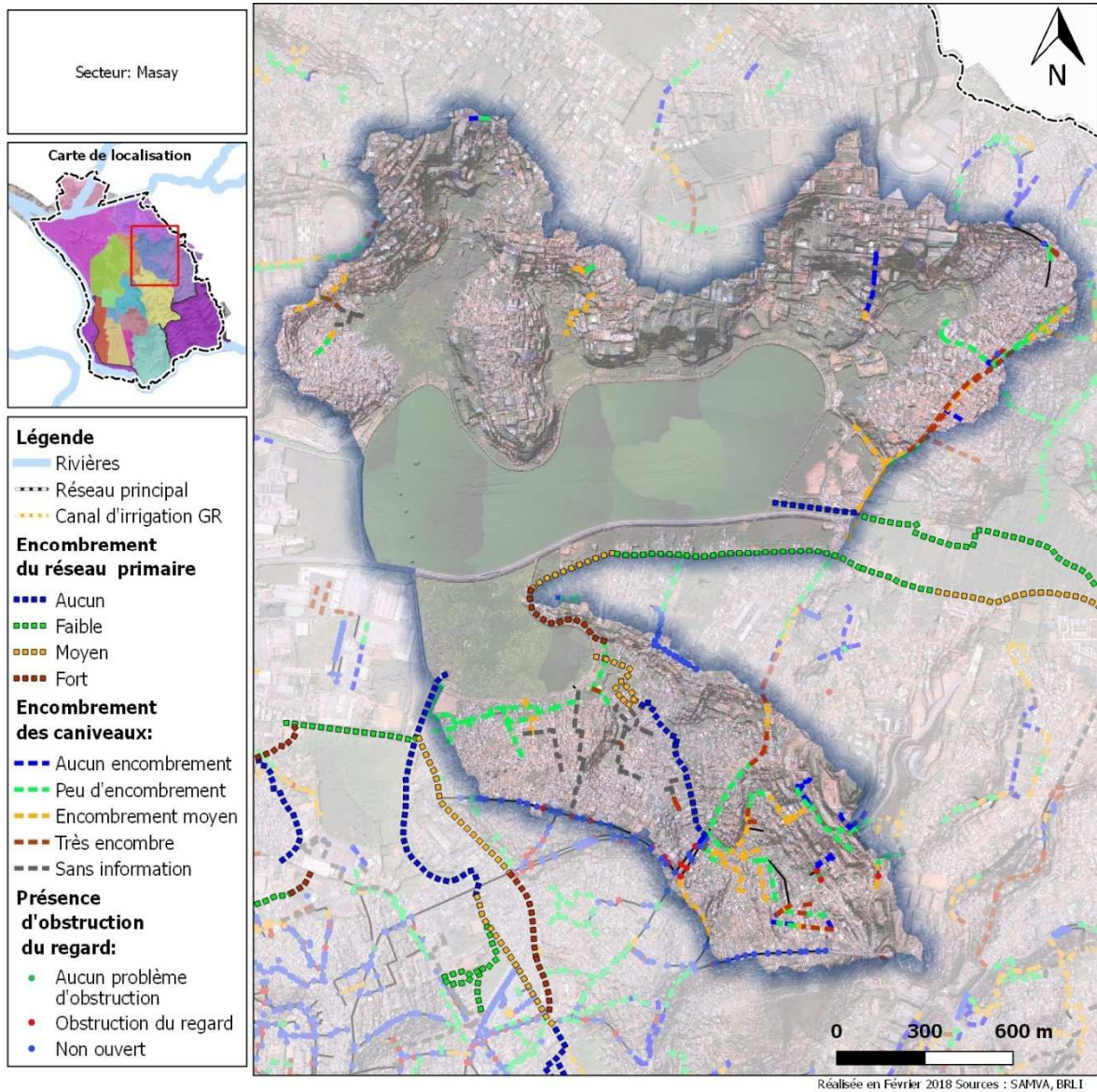


Figure 373: Secteur 18 - Marais Masay - Encombrement des caniveaux et obstruction des regards

3.19.3 Retours d'expérience sur les problèmes identifiés

Les gestionnaires ne signalent aucun problème particulier lié aux inondations dans cette zone. Les enquêtes auprès des fokontany font état quelques débordements mineurs au sud du marais Masay. Ces derniers sont confirmés par l'enquête ménages, qui signale elle aussi des débordements à cet endroit.

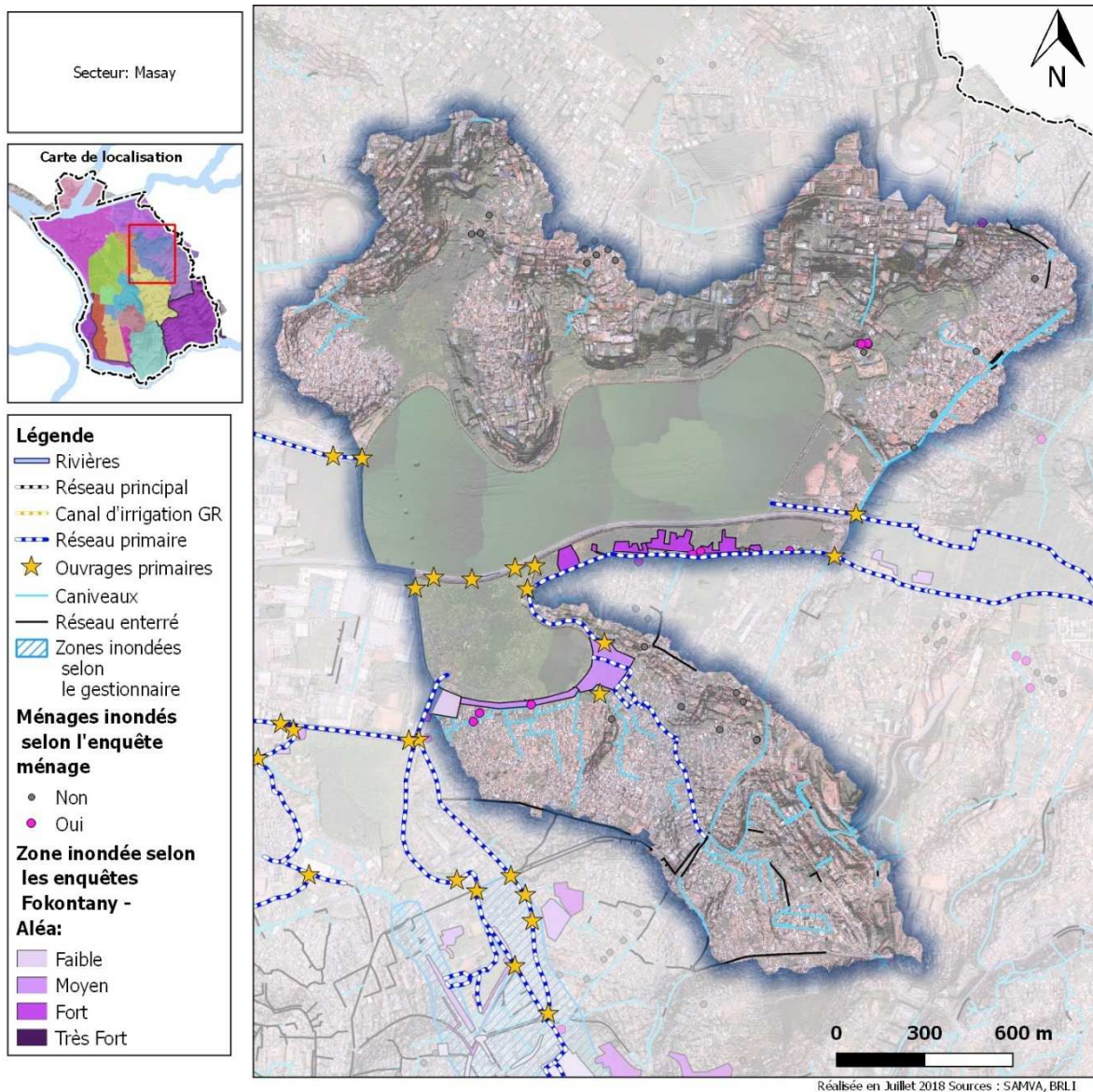


Figure 374: Secteur 18 - Marais Masay - Zones inondées identifiées par le retour d'expérience

3.19.4 Synthèse

La zone identifiée comme inondable semble s'expliquer par une topographie défavorable, particulièrement basse par rapport aux berges du marais Masay dont elles constituent, comme cela a été mis en évidence dans les paragraphes qui précèdent, le prolongement naturel.

4. CONCLUSION

4.1 SYNTHÈSE ET BILAN DU DIAGNOSTIC QUALITATIF

L'inventaire patrimonial et les différents échanges avec les acteurs locaux a permis de mettre en évidence ou de confirmer les points suivants :

- Le patrimoine dédiées à l'assainissement pluvial est conséquent et sensiblement plus important que ce que laissaient entrevoir les bases de données initiales
- Les ouvrages associés sont principalement de type caniveaux, notamment dans les zones où l'urbanisation est la moins dense
- Un grande majorité des ouvrages enterrés présente des difficultés d'entretien du simple fait de son accessibilité limitée
- Une grande proportion d'ouvrages présente des défauts structurels qui menace leur pérennité sinon leur fonctionnalité
- La plupart des ouvrages présente, à des degrés divers, une obstruction, que cet encombrement soit lié à de la végétation, à des déchets ou à des sédiments,
- La plupart des ouvrages reste de dimensions modérées (section inférieure au m²), si bien qu'il semble probable qu'au-delà des limites imposées par leurs dysfonctionnements actuels, il est probable qu'ils soient de toute façon sous-dimensionnés pour gérer efficacement des événements pluvieux importants (période de retour supérieure à 2 ou 5 ans)
- Les principaux problèmes éprouvés sur le terrain, ou du moins les plus fréquents, restent au demeurant assez bien corrélés avec les désordres constatés lors de l'inventaire patrimonial
- Un certain nombre de problèmes sont également à mettre en relation avec des contraintes inhérentes à la topographie du site et/ou avec les et avec les contraintes topographiques

4.2 SYNTHÈSE ET HIERARCHISATION DES PROBLÈMES RENCONTRES

Les problèmes identifiés sont issus d'un travail d'enquête auprès des gestionnaires, des ménages et des représentants des Fokontany. Ce travail a permis de dresser un retour d'expérience complet sur le territoire de la CUA et ce à différentes échelles spatiales.

Un premier bilan est présenté dans le cadre de l'état des lieux global. Le paragraphe 2.4.2 exploite les résultats des enquêtes et conduit notamment à établir un aléa inondation basé sur le croisement des hauteurs et durée de submersion (cf. 2.4.2.1).

Les résultats des enquêtes sont également analysés dans le cadre du diagnostic qualitatif par secteur exposé au chapitre 3. Pour chaque secteur, les paragraphes finaux présentent une analyse des points noirs issus des enquêtes et en dressent une synthèse.

La hiérarchisation des problèmes rencontrés s'appuie sur la définition d'un niveau de criticité, qui intègre à la fois le risque « direct » mais aussi les conséquences indirects (impact économique, impact sur la vie quotidienne, maladie, etc.).

L'évaluation du risque repose sur le croisement de l'aléa hydraulique rencontré et de la vulnérabilité des zones impactées. Cette vulnérabilité est à ce stade appréhendée en termes de nombre de personnes impactées. La page suivante met en regard l'aléa inondation avec les densité de populations pour chacun des points noirs. On estime ainsi que plus de 50 000 personnes se trouvent dans les zones de points noirs issues des enquêtes Fokontany.

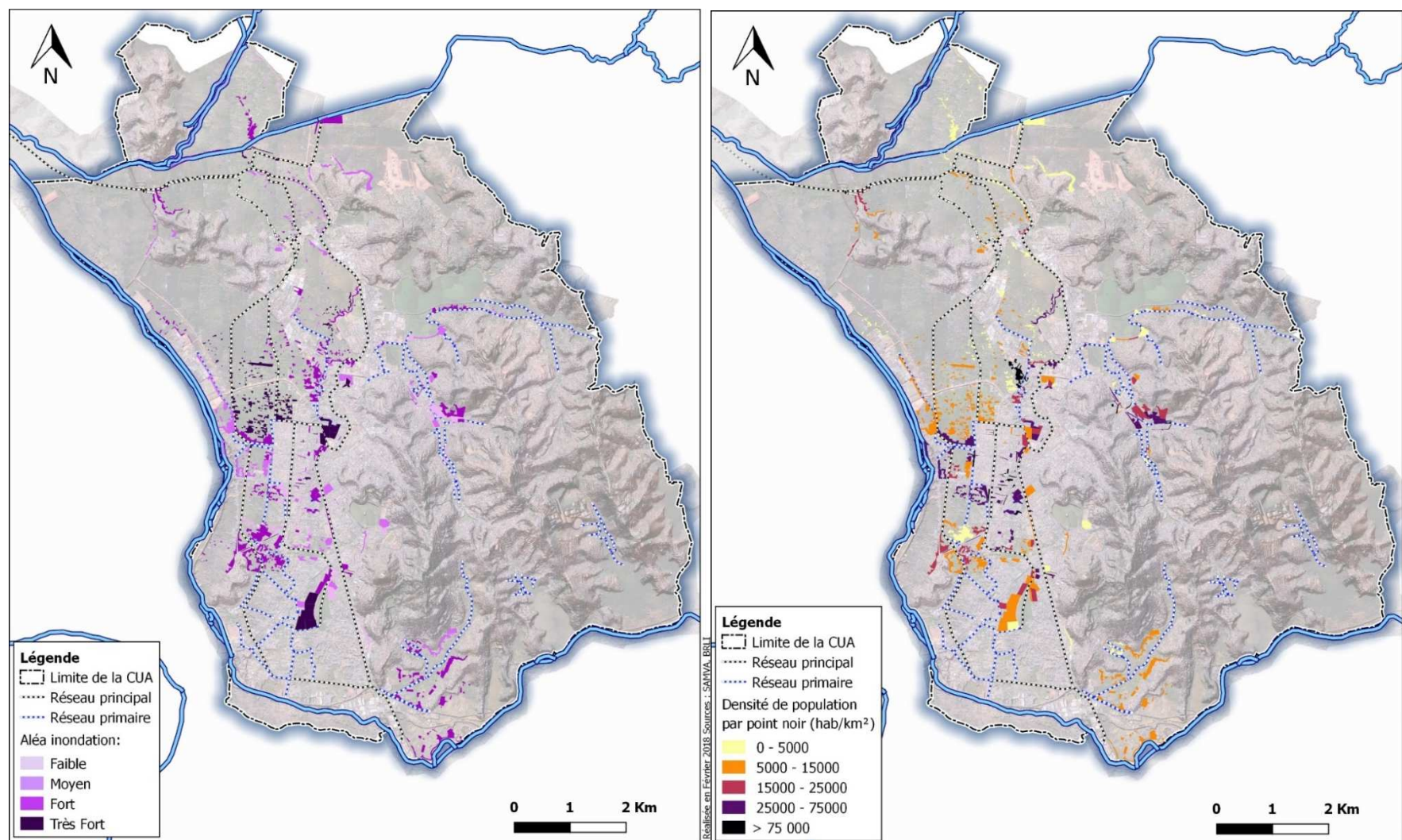


Figure 375: Comparaison de l'aléa inondation des points noirs issus des enquêtes Fokontany et de la densité de population sur ces même points noirs

Compte tenu de la complexité du réseau et des mécanismes d'inondation en cause, ainsi que la multiplicité des conséquences sur les populations et sur les activités, la hiérarchisation présentée ci-après est faite à dire d'expert. Elle sert à définir les priorités d'action et à cibler la modélisation qui sera mise en œuvre dans le cadre de l'activité 9.

Le diagnostic des points noirs ainsi réalisé a permis de dégager les grandes familles de secteurs « critiques » suivantes :

- Les points noirs situés en bordure des bas-fonds occupés par des zones agricoles. L'aléa inondation se caractérise par des hauteurs importantes mais surtout une durée d'inondation longue à très longue. Ce fait peut engendrer, en plus des dégâts directs, des problèmes sanitaires et impacter fortement l'activité économique locale. Cet aléa concerne des zones relativement vulnérables présentant un habitat de standing généralement bas établi sur zone peu remblayée par rapport au plaine. La densité de population n'est pas très forte mais les surfaces impactées sont grandes. Ces secteurs se situent :
 - Dans la plaine sud et nord (secteurs 1, 4, 8, 9, 11, 16). Les inondations sont principalement liées au mauvais drainage actuel par le canal C3 et plus globalement de l'ensemble de la plaine nord ; des causes locales peuvent en outre s'ajouter (encombrement des réseaux, cuvettes).
 - Dans les bassins sud et sud-est (secteurs 2 et 14), les inondations sont principalement liées aux exutoires soit vers le canal Andriantany (3 buses), soit vers l'Ikopa ; des causes locales peuvent néanmoins expliquer tout ou partie des problèmes rencontrés (encombrement des réseaux, merlons transversaux)
 - Dans le marais Masay (secteur 18), l'inondation des abords du marais est influencée par son exutoire ainsi que par le niveau dans le canal Andriantany.
 - En rive droite de la Mamba (secteur 5), où l'inondation des points noirs est directement influencée par le niveau aval dans la Mamba.
- Les points noirs situés dans la Vallée de l'Est (secteur 3). L'aléa inondation se caractérise par une cinétique rapide (vitesses fortes). Les vitesses ne sont pas prises en compte directement dans l'aléa mais il convient, dans ce secteur, de rehausser l'aléa car les vitesses provoquent un danger supplémentaire (plusieurs décès ces dernières années) ; les hauteurs d'eau et les durées d'inondation sont peu importantes (aléa faible à moyen) mais cela touche une population nombreuse et impacte le transport et les activités économiques ; les inondations sont liées principalement à l'insuffisance du réseau primaire
- Les points noirs situés à proximité du canal Andriantany (secteurs 7, 12, 13, 17). L'aléa inondation n'est pas forcément très marqué sur ces secteurs. Les principaux enjeux concernés sont des routes ou des zones d'habitations ; si l'aléa reste faible, il impacte en revanche une population importante et perturbe les transports ainsi que la vie économique ; l'inondation est liée principalement au niveau du canal Andriantany et, dans le cas d'Anatihazo, à la capacité de pompage vers ce dernier ; des causes locales peuvent néanmoins contribuer à aggraver la situation (encombrement des réseaux, cuvette)

4.3 PERSPECTIVES POUR LA SUITE DE L'ETUDE

Les résultats du diagnostic qualitatif ont permis de rappeler que les leviers d'actions susceptibles d'améliorer la situation vis-à-vis des problèmes d'assainissement pluvial et d'inondation doivent être traités depuis l'aval et ne sauraient se limiter à un simple redimensionnement des infrastructures mais devront inclure :

- Des actions en faveur d'une maîtrise de l'urbanisme, que ce soit :
 - Pour garantir la continuité hydraulique et le libre écoulement des eaux
 - Pour éviter l'implantation de nouveaux enjeux dans les zones les plus sensibles, ou tout du moins limiter leur vulnérabilité et garantir leur résilience
 - Pour assurer la préservation, à toutes les échelles, des volumes tampons indispensables à un fonctionnement hydraulique équilibré de l'ensemble du territoire de la CUA
- Des actions à même de garantir la pérennité et la fonctionnalité des ouvrages :
 - De sorte à permettre leur entretien courant, avec une efficacité et des rendements compatibles avec les linéaires à traiter
 - Afin de limiter à la source les causes d'encombrement des réseaux, que ce soit en améliorant la récupération des déchets aux abords des ouvrages de collecte des eaux, en réduisant l'érosion des versants et l'intrusion des sédiments dans les réseaux et en évitant la prolifération de la végétation aquatique

L'activité 9 et les modélisations hydrauliques qui y seront mises en œuvre devront permettre quoi qu'il en soit de préciser l'ampleur des impacts à attendre de certaines mesures ou contraintes exogènes précitées.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Atlas cartographique

