

**DEPARTEMENT
ENVIRONNEMENT**

Dossier n° A001.13062



PROVINCE NORD

Direction de l'aménagement et du foncier

Lotissement les Cigales à Koné

Etude diagnostic hydraulique

Rapport d'avancement Phases n°1 et 2

Rapport provisoire

Le système qualité de GINGER SOPRONER est certifié ISO 9001-2008 par



ISO9001 : FDT1_V2/01-14

ÉVOLUTION DU DOCUMENT

Ind.	Date	Chef de projet	Ingénieur d'études	Description des mises à jour
1	Avril 2014	Jean-Baptiste MONNET	Mathilde BLANC	Création du document

SOMMAIRE

<i>Évolution du document</i>	2
<i>Sommaire</i>	2
<u>I. INTRODUCTION</u>	5
<u>I.1. PRESENTATION DU CONTEXTE</u>	5
<u>I.2. OBJECTIFS</u>	5
<u>I.3. METHODOLOGIE</u>	5
<u>I.4. LISTE DES DONNEES DISPONIBLES</u>	6
<u>II. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE</u>	7
<u>II.1. PRESENTATION DU BASSIN VERSANT</u>	7
<u>II.2. PRESENTATION DES COURS D'EAU</u>	10
II.2.1. Fossé 1.....	10
II.2.2. Fossé 2.....	10
II.2.3. Fossé 3.....	11
II.2.4. Fossé 4.....	12
<u>III. CONTEXTE HYDRAULIQUE</u>	13
<u>IV. ANALYSE HYDROLOGIQUE</u>	17

<u>IV.1.</u>	<u>METHODOLOGIE</u>	<u>17</u>
<u>IV.2.</u>	<u>TEMPS DE CONCENTRATION</u>	<u>17</u>
<u>IV.3.</u>	<u>COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT</u>	<u>18</u>
<u>IV.4.</u>	<u>INTENSITES PLUVIOMETRIQUES</u>	<u>19</u>
<u>IV.5.</u>	<u>RESULTATS</u>	<u>20</u>
<u>V.</u>	<u>MODELISATION HYDRAULIQUE</u>	<u>22</u>
<u>V.1.</u>	<u>CONSTRUCTION DU MODELE ET HYPOTHESES – FOSSES 1 ET 2.....</u>	<u>22</u>
<u>V.1.1.</u>	<u>Géométrie</u>	<u>22</u>
<u>V.1.2.</u>	<u>Coefficients de Strickler</u>	<u>22</u>
<u>V.1.3.</u>	<u>Conditions aux limites amont – Débits de crue</u>	<u>23</u>
<u>V.1.4.</u>	<u>Conditions aux limites aval.....</u>	<u>23</u>
<u>V.2.</u>	<u>ANALYSE DE SENSIBILITE.....</u>	<u>26</u>
<u>V.2.1.</u>	<u>Sensibilité aux variations de débit</u>	<u>26</u>
<u>V.2.2.</u>	<u>Sensibilité aux variations de rugosité.....</u>	<u>26</u>
<u>V.2.3.</u>	<u>Sensibilité aux variations de la condition limite aval</u>	<u>26</u>
<u>V.3.</u>	<u>RESULTATS DE MODELISATION</u>	<u>26</u>
<u>V.4.</u>	<u>ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES FOSSES 1 ET 2</u>	<u>29</u>
<u>V.5.</u>	<u>MODELISATION HYDRAULIQUE SIMPLIFIEE – FOSSE 4</u>	<u>31</u>
<u>VI.</u>	<u>CARTOGRAPHIE DES RESULTATS</u>	<u>33</u>
<u>VI.1.</u>	<u>CARTE DES HAUTEURS D’EAU</u>	<u>33</u>
<u>VI.2.</u>	<u>CARTE DES ALEAS D’INONDATION.....</u>	<u>33</u>
<u>VII.</u>	<u>ANNEXES</u>	<u>36</u>

TABLE DES PLANCHES

<i>Planche 1 : Localisation du secteur d'étude</i>	8
<i>Planche 2 : Localisation des bassins versants</i>	9
<i>Planche 3 : Emprise de la zone inondable pour la crue centennale (Etude HYDREX – 1994)</i>	14
<i>Planche 4 : Carte d'inondabilités potentielles sur le secteur d'étude (Etude hydrogéomorphologique – 2004)</i>	15
<i>Planche 5 : Carte de la zone inondable actualisée sur le secteur d'étude</i>	16
<i>Planche 6 : Plan des profils levés</i>	24
<i>Planche 7 : Plan des profils modélisés</i>	25
<i>Planche 8 : Carte des isocotes, iso-hauteurs et iso-vitesses</i>	34
<i>Planche 9 : Carte des aléas inondation</i>	35

TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Fossé 1</i>	10
<i>Figure 2 : Fossé 2</i>	11
<i>Figure 3 : Buse sur Fossé 2</i>	11
<i>Figure 4 : Fossé 3 au droit de la confluence avec le Fossé 1</i>	12
<i>Figure 5 : Fossé 4 au droit de l'ouvrage de franchissement de la rue des Papillons (vue aval)</i>	12
<i>Figure 6 : Intensités centennale de précipitations en fonction de la durée de l'épisode pluvieux sur différentes stations</i>	20
<i>Figure 7 : Lignes d'eau simulées sur le fossé 1 pour les crues de périodes de retour 1, 2, 5, 10, et 100 ans</i>	27
<i>Figure 8 : Lignes d'eau simulées sur le Fossé 2 pour les crues de périodes de retour 1, 2, 5, 10 et 100 ans</i>	28
<i>Figure 9 : Profil en travers P9.5 – Fossé 1 Buse \varnothing800</i>	29
<i>Figure 10 : Profil en travers P3.5 – Ouvrage de franchissement de la rue des Cigales</i>	30
<i>Figure 11 : Profil en travers P2 – Fossé 1</i>	30
<i>Figure 12 : Profil en travers P62 – Fossé 2 en amont de l'ouvrage de franchissement</i>	31
<i>Figure 13 : Section trapézoïdale du Fossé 4</i>	32

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Calcul du temps de concentration des bassins versants</i>	18
<i>Tableau 2 : Caractéristiques des postes pluviométriques</i>	19
<i>Tableau 3 : Débits calculés dans les différents fossés par application de la méthode rationnelle depuis les intensités pluviométriques de la station de Koné</i>	21
<i>Tableau 4 : Débits injectés dans le modèle</i>	23

I. INTRODUCTION

I.1. PRESENTATION DU CONTEXTE

La Province Nord souhaite réaliser une étude de diagnostic hydraulique sur le secteur du lotissement « Les Cigales » sur la commune de Koné.

Suite à la délivrance de l'autorisation de lotir en 2004, certains lots viabilisés ont fait l'objet d'un classement en zone potentiellement inondable à l'issue de la validation de la carte d'inondabilité potentielle en 2005, élaborée selon une méthode hydrogéomorphologique.

Dans l'objectif de permettre l'instruction des dossiers de demande de permis de construire sur les lots viabilisés et classés en zone potentiellement inondable, il est demandé de préciser les aléas d'inondation sur le secteur d'étude.

I.2. OBJECTIFS

La présente étude a donc pour objectif de réaliser une étude de diagnostic hydraulique sur le secteur du lotissement « Les Cigales », qui est traversé par deux creeks. Il s'agit donc de :

- Définir la nature et l'origine des problèmes d'inondabilité, c'est-à-dire caractériser le fonctionnement hydraulique du secteur et déterminer les aléas inondation ;
- Formuler des propositions de scénario d'aménagement permettant de limiter les aléas inondation (amélioration du fonctionnement du réseau hydrographique superficiel,...) ;
- Définir des préconisations pour la réalisation des constructions sur les lots situés en zone inondable afin de limiter le risque inondation.

I.3. METHODOLOGIE

La présente étude est décomposée en trois phases :

- La phase 1 consiste en la collecte, l'analyse et la synthèse de l'ensemble des données disponibles sur le secteur d'étude ainsi que les reconnaissances de terrain en vue d'améliorer la compréhension du fonctionnement hydraulique des cours d'eau et de dresser un état des lieux général. La phase 1 comprend également la définition et la réalisation des relevés topographiques (relevés de profils en travers du lit mineur des cours d'eau, des profils en long, des ouvrages hydrauliques présents sur le secteur et des laisses de crue éventuelles).
- La phase 2 consiste à réaliser la modélisation hydraulique du secteur d'étude (analyse hydrologique, construction d'un modèle hydraulique) en vue de caractériser le fonctionnement hydraulique de la zone. Cette modélisation à l'état actuel débouche sur une cartographie des hauteurs d'eau et des aléas d'inondation sur le secteur d'étude pour la crue centennale.
- Enfin, la phase 3 concerne la proposition et l'étude de différents scénarii d'aménagements afin de limiter le risque inondation sur la zone.

I.4. LISTE DES DONNEES DISPONIBLES

L'ensemble des données collectées et utilisées dans le cadre de cette étude sont listées ci-après :

- Atlas des cartes d'inondabilités potentielles (Etude Hydrogéomorphologique – SIEE SOPRONER – HYDREX – 2004),
- Délimitation des zones inondables sur la rivière Koné (Etude hydraulique – HYDREX – 1994),
- Données topographiques au 1/2000^{ème} sur le secteur d'étude (source : Province Nord - DAF),
- Plans de récolement assainissement « Extension du lotissement Les Cigales 1^{ère} tranche au 1/500^{ème}, Août 2004, (source : FSH)
- Plans de récolement Lotissement « Les Cigales » Tranche 2 Assainissement, réalisés par Colas au 1/500^{ème}, Décembre 2005, (source : FSH),

II. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude est présenté sur la Planche 1. Il concerne le lotissement « Les Cigales » situé au Nord du village de Koné et longeant la RM2.

II.1. PRESENTATION DU BASSIN VERSANT

Le lotissement « Les Cigales » est concerné par un réseau hydrographique constitué par quatre thalwegs :

- Le Fossé 1 constituant la branche principale de ce réseau est orienté Nord-Est/Sud-Ouest. Il traverse l'ensemble du lotissement sur un linéaire de 1 km environ en longeant la rue des Cigales.
- Ce fossé est rejoint par le Fossé 2 situé à l'est du lotissement. La confluence entre les deux fossés se situe à 450 m environ en aval du départ du Fossé 1.
- Le Fossé 3, orienté Nord/Sud, est situé à l'ouest du secteur d'étude. Il s'étend sur un linéaire de 300 m et rejoint le Fossé 1 en aval du lotissement.
- Le Fossé 4, orienté Nord/sud et situé au sud-est du lotissement.

Les bassins versants drainés par les différents fossés sont présentés sur la Planche 2 .

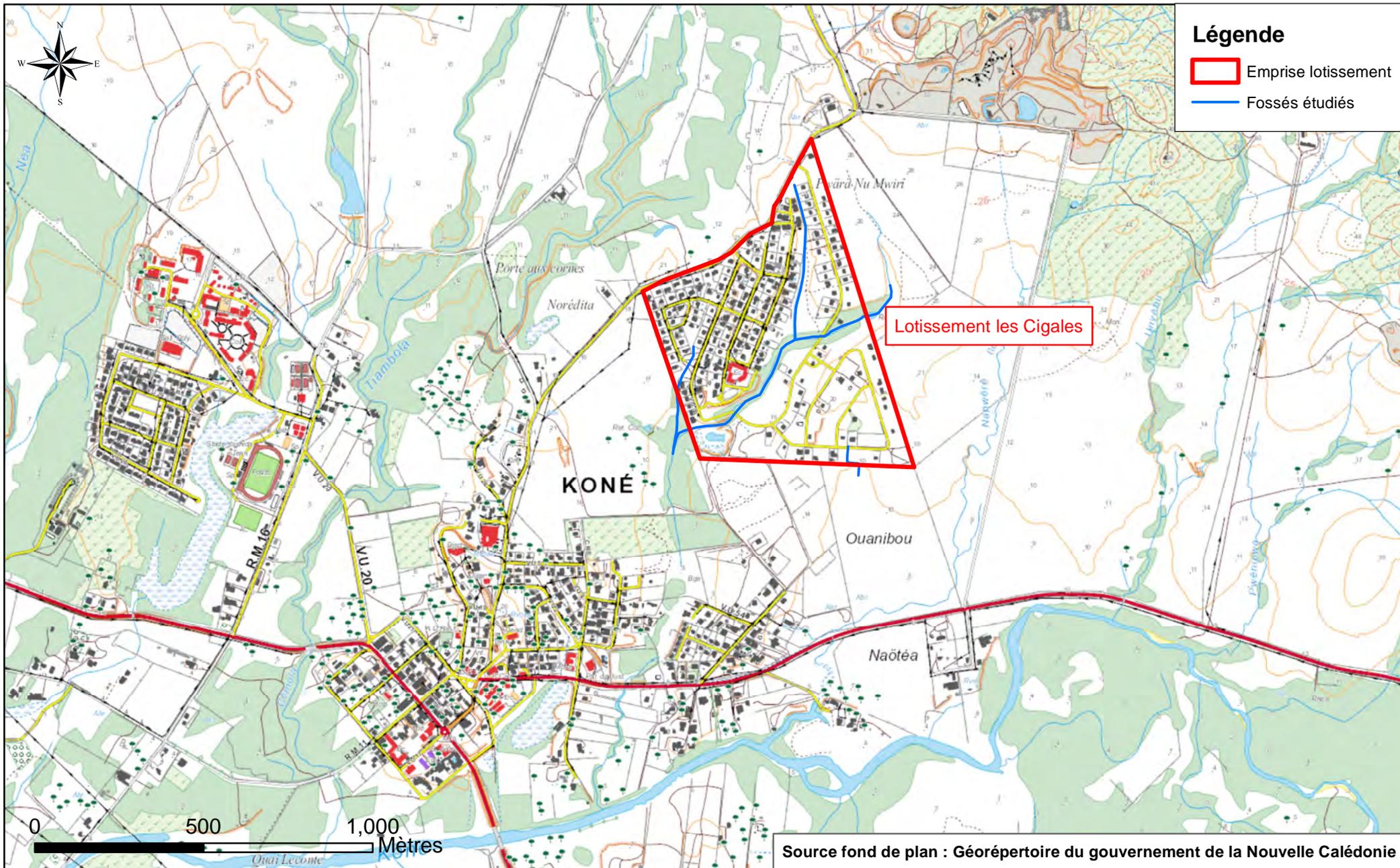
Les caractéristiques des différents bassins versants sont les suivantes :

	Fossé 1*	Fossé2	Fossé 3	Fossé 4
Surface drainée (Ha)	51.6	18.9	13.1	8
Plus long chemin hydraulique (m)	1000	358	308	115
Pente moyenne (m/m)	0.01	0.01	0.01	0.01

Le lotissement « Les Cigales », constitué de maisons avec jardins, englobe une grande partie des bassins versants.

La partie amont du bassin versant du Fossé 2 est restée naturelle et est constituée de végétation de type savane à niaoulis et herbes hautes.

Les bassins versants sont de petite taille et faiblement pentus.

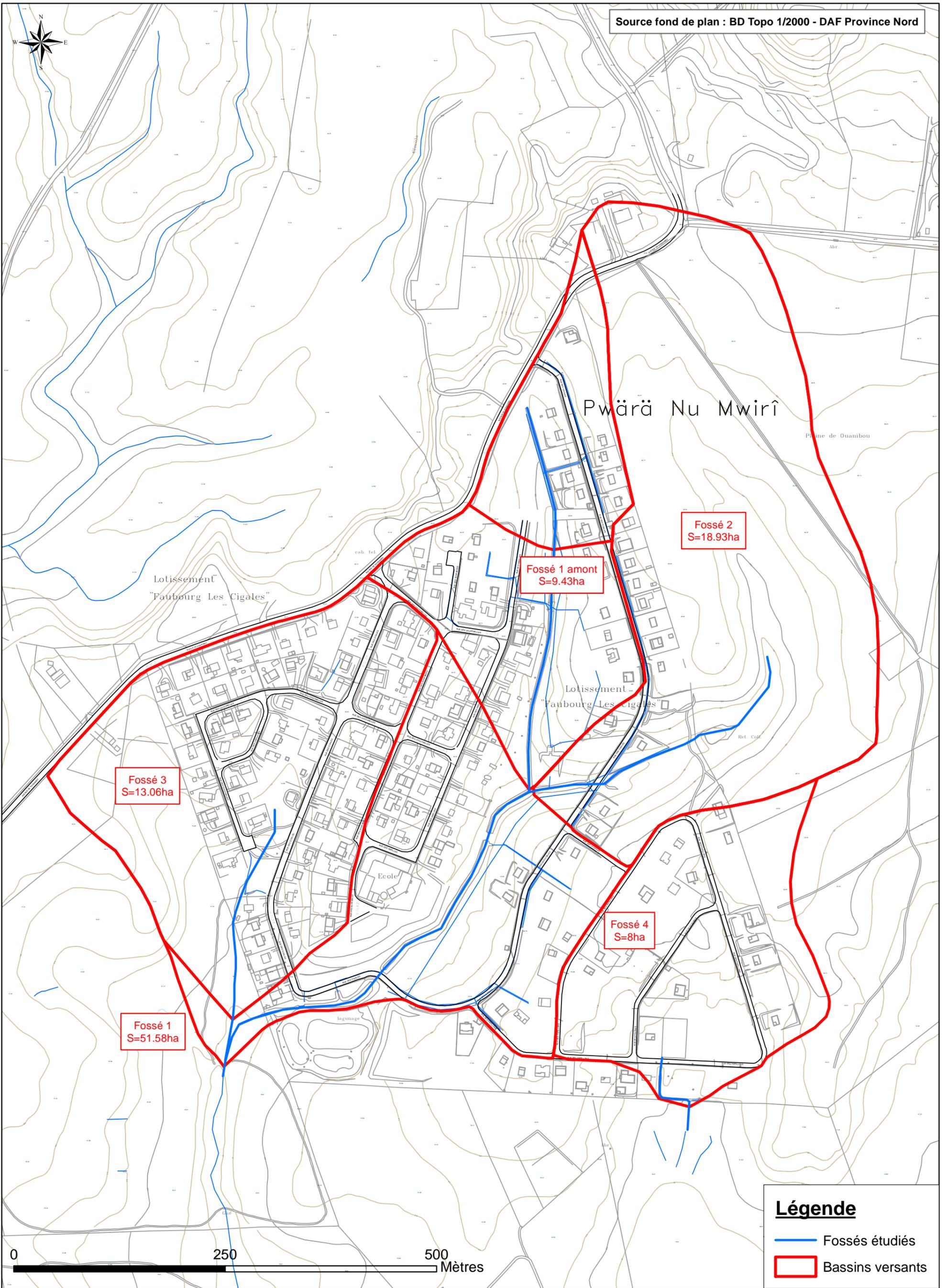


Etude diagnostic hydraulique - Lotissement Les Cigales
 Planche 1 : Localisation du secteur d'étude

PHASE 1

Format : A4
 Echelle :
 1:15000

Dessinateur : MB
 Affaire N° : A001.13062
 Fichier :
 Planche 1 - Localisation secteur etude.mxd



Fossé 3
S=13.06ha

Fossé 1 amont
S=9.43ha

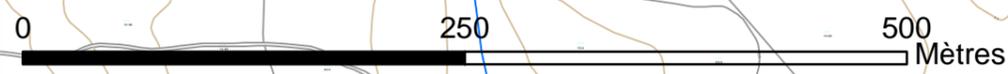
Fossé 2
S=18.93ha

Fossé 4
S=8ha

Fossé 1
S=51.58ha

Légende

- Fossés étudiés
- Bassins versants



II.2. PRESENTATION DES COURS D'EAU

II.2.1. Fossé 1

Le Fossé 1 traverse le lotissement les Cigales du nord-est au sud-ouest sur un linéaire de 1 km environ. Il présente une section trapézoïdale avec une largeur au fond de l'ordre de 1 m, une profondeur de 1 m et une largeur au sommet de berge de l'ordre de 3 à 4 m sur la partie amont. Sur la partie aval, le fossé s'élargit et présente une largeur au sommet de berge de l'ordre de 10 à 15 m au niveau de l'ouvrage de franchissement de la rue des Cigales.

Le Fossé 1 est bien marqué mais très encombré par de la végétation dense de type herbes hautes et arbustive. Les conditions d'écoulement en lit mineur seront défavorables.

Le lit majeur de ce fossé est encombré par une urbanisation (maisons avec jardins) assez développée, notamment en rive droite. En rive gauche, les terrains sont encore peu ou pas aménagés et n'apporteront donc que peu d'obstacles aux écoulements. Sur ces terrains, la végétation est de type savane, composée d'herbes hautes et d'arbustes. Les conditions d'écoulement y seront moyennes.



Figure 1 : Fossé 1

Trois ouvrages ont été recensés sur le Fossé 1 :

- Une buse de diamètre $\varnothing 800$ située sur la partie amont du fossé.
- Un ouvrage de franchissement en béton sur la partie aval au niveau de la rue des Cigales de type ouvrage cadre de 1 m de large par 50 cm de hauteur.
- 3 buses de diamètre $\varnothing 300$ en parallèle en aval de l'ouvrage cadre.

II.2.2. Fossé 2

Le Fossé 2 est situé à l'est du lotissement et rejoint le Fossé 1. Ce fossé est plus étroit que le Fossé 1 et n'est pas un cours d'eau permanent. Il ne semble fonctionner que lors d'épisodes pluvieux.

Le Fossé 2 est bien marqué sur la partie aval, à proximité de la confluence avec le Fossé 1 alors qu'il l'est peu sur la partie amont.

De même que le Fossé 1, le lit mineur du Fossé 2 est encombré par des herbes hautes et de la végétation dense. Sur le lit majeur, l'urbanisation est encore peu développée mais de nombreux lots sont actuellement en construction. Les terrains situés sur le lit majeur sont constitués d'une végétation de type savane avec arbustes.



Figure 2 : Fossé 2

Un ouvrage de franchissement a été recensé sur le Fossé 2 au niveau de la rue des Cigales. Il est constitué par une buse $\varnothing 1000$ en béton.



Figure 3 : Buse sur Fossé 2

II.2.3. Fossé 3

Le Fossé 3 est situé à l'ouest du lotissement Les Cigales et rejoint le Fossé 1 à la sortie du lotissement. Sur la partie amont, le fossé est inexistant. Sur la partie aval, au niveau de la confluence avec le Fossé 1, le Fossé 3 est d'avantage marqué. Les lits mineur et majeur sont encombrés par une végétation dense.



Figure 4 : Fossé 3 au droit de la confluence avec le Fossé 1

Ce fossé étant inexistant sur la partie amont au niveau du lotissement, il n'a pas été modélisé dans le cadre de cette étude.

II.2.4. Fossé 4

Le Fossé 4 est situé au sud-est du lotissement au niveau de la rue des Papillons. Ce fossé rejoint le Fossé 1 en aval de la zone d'étude. Au niveau du lotissement, il est très peu voire pas du tout marqué.

Au niveau de l'ouvrage de franchissement de la rue des Papillons, le Fossé 4 s'apparente à un large fossé de section trapézoïdale de 2 m de profondeur et de 3 m de largeur au fond. Il est encombré par de la végétation dense.



Figure 5 : Fossé 4 au droit de l'ouvrage de franchissement de la rue des Papillons (vue aval)

III. CONTEXTE HYDRAULIQUE

La rivière Koné a déjà fait l'objet d'une cartographie des zones inondables issue d'une étude hydraulique réalisée en 1994 par le bureau d'étude HYDREX. L'emprise de la zone inondable pour la crue centennale s'étend jusqu'à l'extrémité sud du lotissement « Les Cigales ».

L'emprise de la zone inondable est présentée sur la Planche 3.

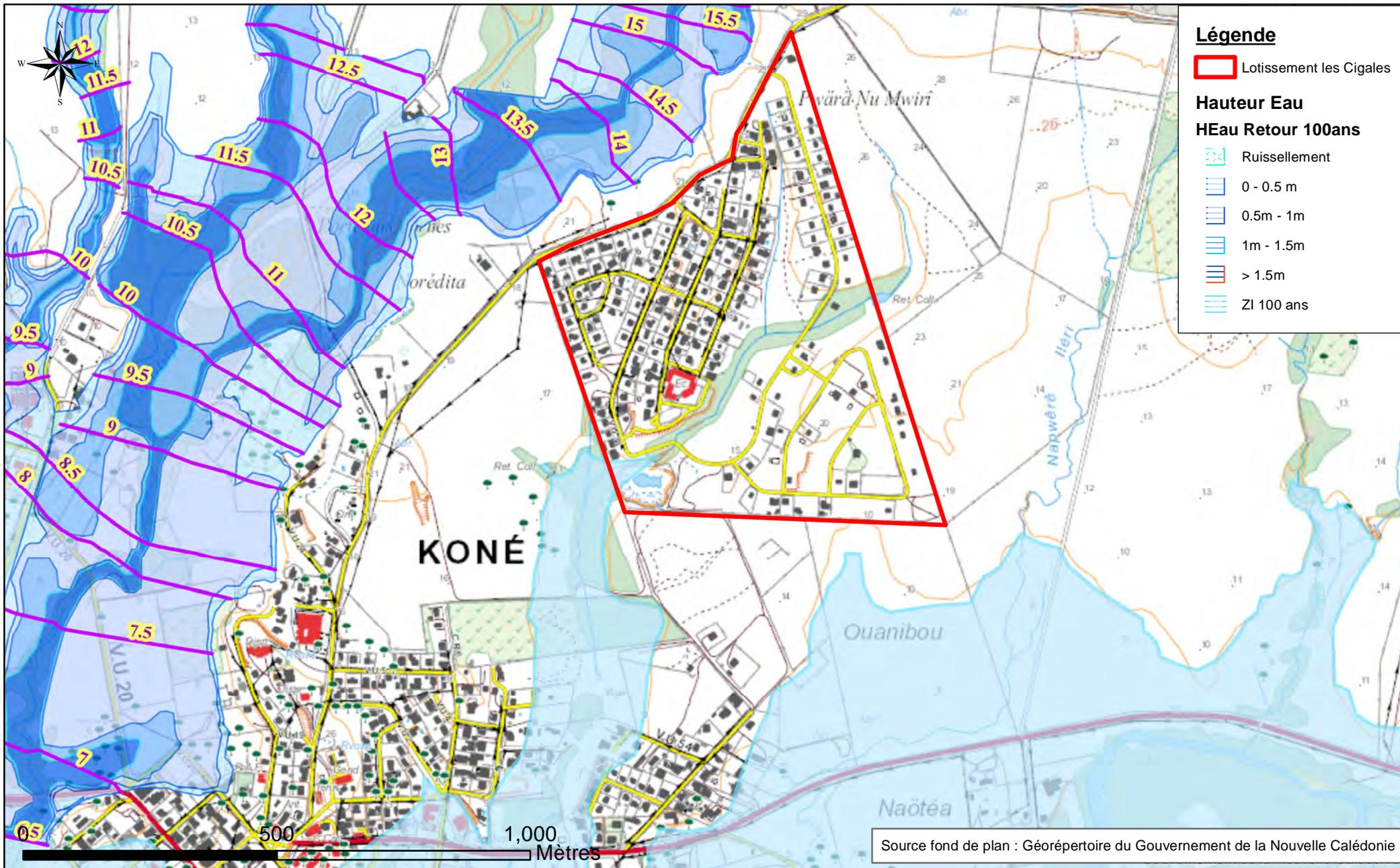
Le secteur d'étude a également fait l'objet d'une cartographie des zones d'inondabilités potentielles selon une méthode hydrogéomorphologique réalisée en 2004 par SIEE, SOPRONER et HYDREX.

La carte d'inondabilités potentielles est présentée sur la Planche 4.

Certains lots viabilisés du lotissement « Les Cigales » sont classés en zone potentiellement inondable suite à l'étude hydrogéomorphologique, notamment l'amont du lotissement en rive droite du Fossé 1, la zone de confluence avec le Fossé 2 et les habitations en amont du Fossé 4.

Une actualisation de l'emprise de la zone inondable a été effectuée sur la base de la topographie actuelle de la zone (1/2000^{ème}, source DAF) et des isocotes issues de l'étude HYDREX (« Délimitation de la zone inondable de la rivière Koné – 1994). Cette carte est présentée sur la Planche 5.

Suite à cette actualisation, il apparaît que le Fossé 4 n'est pas concerné par la zone inondable de la Koné. Concernant le Fossé 1, l'emprise de la zone inondable de la Koné s'étend jusqu'au niveau de l'ouvrage de franchissement (ouvrage cadre) de la rue des Cigales, juste en amont du lagunage. Sur cette zone, la cote d'inondation centennale est égale à 8.5 m NGNC.



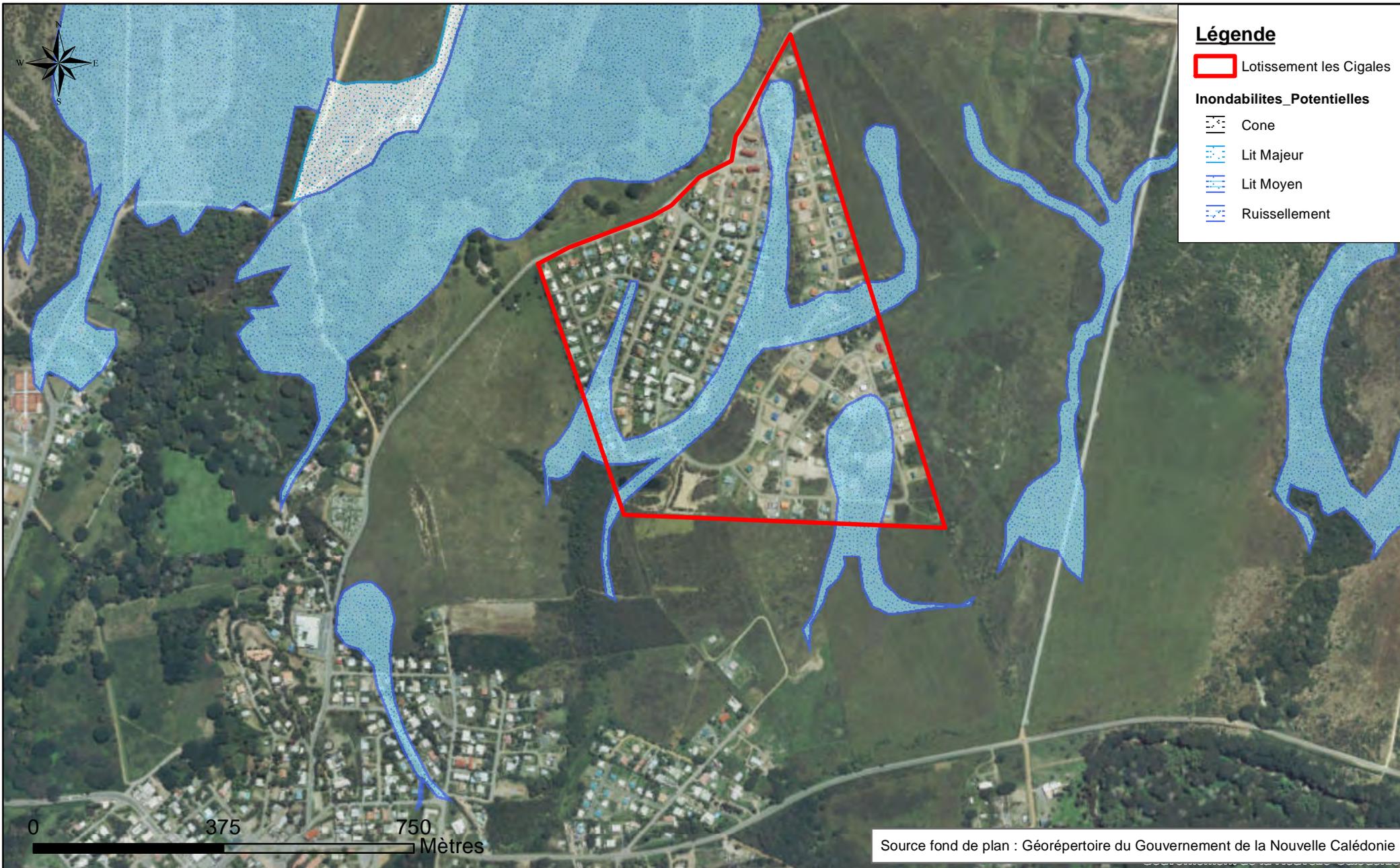
Etude diagnostic hydraulique - Lotissement Les Cigales

Planche 3 : Emprise de la zone inondable pour la crue centennale
 Sources : Etude HYDREX - 1994 et Etude A2EP 2009

PHASE 1

Format : A4
 Echelle :
 1:10000

Dessinateur : MB
 Affaire N° : A001.13062
 Fichier :
 Planche 3 - Emprise ZI Hydrex.mxd



Légende

Lotissement les Cigales

Inondabilites_Potentielles

- Cone
- Lit Majeur
- Lit Moyen
- Ruissellement

0 375 750 Mètres

Source fond de plan : Géorépertoire du Gouvernement de la Nouvelle Calédonie



SOPRONER

Etude diagnostic hydraulique - Lotissement Les Cigales
Planche 4 : Carte des zones d'inondabilité potentielles
 sur le secteur d'étude (source : SIEE - 2003)

PHASE 1

Format : A4
 Echelle :
 1:10000

Dessinateur : MB
 Affaire N° : A001.13062
 Fichier :
 Planche 4 - Emprise hydrogeomorpho.mxd

Source fond de plan: BD Topo 1/2000ème - DAF Province Nord

Légende

— Isocotes - Source: Etude Hydrex 1994

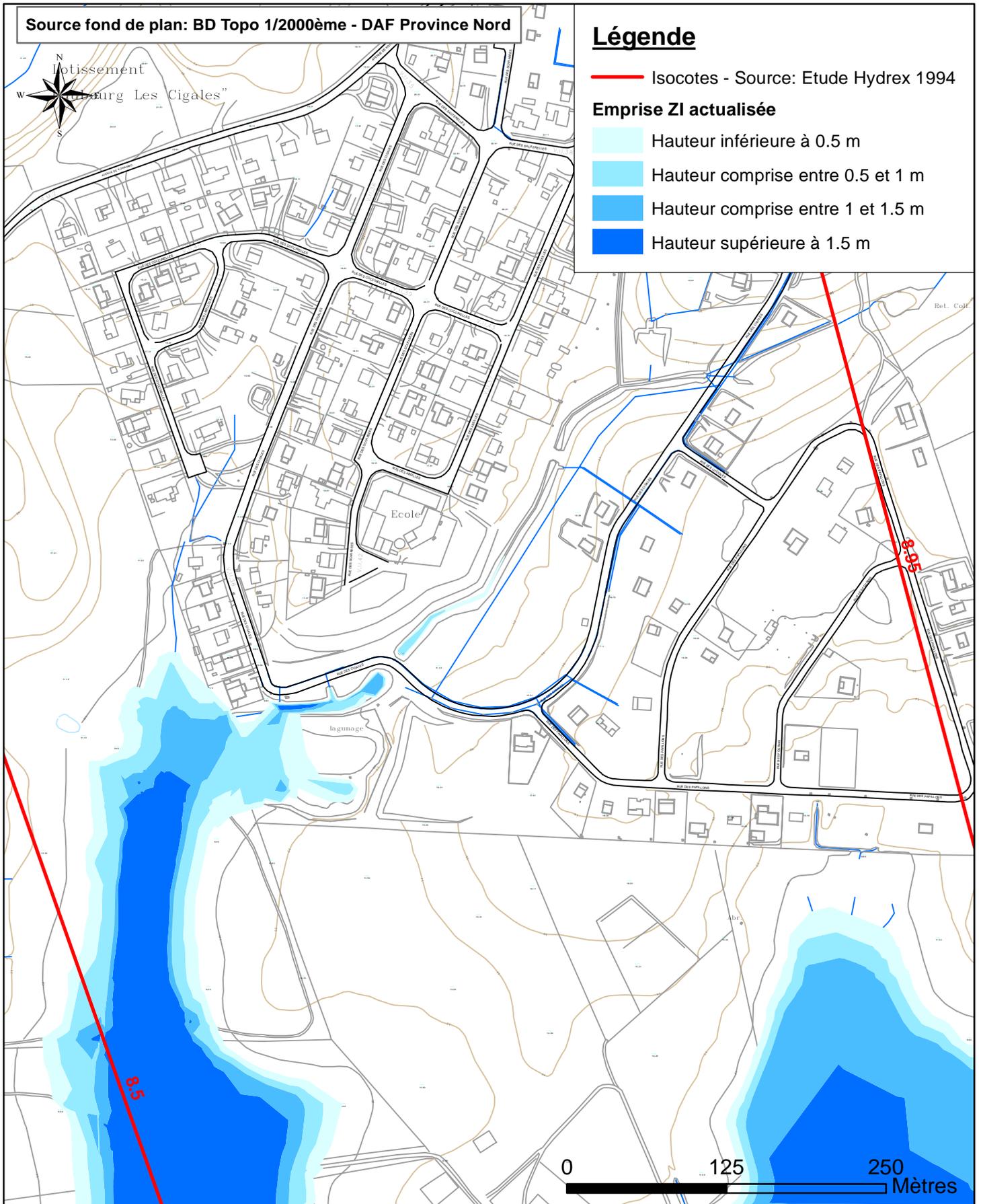
Emprise ZI actualisée

Hauteur inférieure à 0.5 m

Hauteur comprise entre 0.5 et 1 m

Hauteur comprise entre 1 et 1.5 m

Hauteur supérieure à 1.5 m



Etude diagnostic hydraulique - Lotissement les Cigales

Planche 5 : Emprise de la zone inondable actualisée
(Etude Hydrex et topographie BD Topo 1/2000ème)

PHASE 1



Dessinateur : MB
Affaire N° : A001.13062
Fichier : Planche 5 - Emprise ZI actualisée.mxd

Format : A4
Echelle :
1:4000

IV. ANALYSE HYDROLOGIQUE

L'objectif de cette partie est d'estimer les débits de crue de périodes de retour 1, 2, 5, 10 et 100 ans dans les différents fossés.

Les bassins versants étudiés étant de petite taille (inférieure à 1 km²), la méthode rationnelle a été appliquée afin de déterminer les débits de crue dans chacun des cours d'eau. Les autres méthodes étant basées sur des analyses statistiques correspondant à des cours d'eau et des bassins versants de tailles largement supérieures à celles des bassins versants étudiés, leur utilisation ne semblait pas pertinente dans le cadre de la présente étude. Les différentes hypothèses retenues pour l'application de la méthode rationnelle sont présentés ci-dessous.

IV.1. METHODOLOGIE

Cette méthode se fonde sur l'hypothèse que les débits maximaux de crue d'un bassin versant sont directement proportionnels aux intensités pluviométriques calculées sur son temps de concentration. Le coefficient de proportionnalité, ou coefficient de ruissellement (C), est généralement rattaché au degré d'imperméabilisation du bassin versant. Il varie également en fonction de sa superficie, de sa pente et de l'intensité des précipitations.

Basée sur une connaissance de la pluviométrie locale et des caractéristiques du bassin versant, l'équation s'écrit comme suit :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.i (tc).A$$

Avec :	C	- coefficient de ruissellement
	i (tc)	- intensité pluviométrique associée à la période de retour de l'événement pluvieux et au temps de concentration du bassin (mm/h)
	A	- superficie du bassin versant (km ²)
	Q	- débit de pointe (m ³ /s)

IV.2. TEMPS DE CONCENTRATION

Deux approches empiriques de calcul de temps de concentration ont été appliquées et comparées afin de retenir sur le cours d'eau étudié, la valeur qui paraît la plus pertinente.

Les formules utilisées ci-après sont précisées en Annexe 1.

⇒ Formule de Kirpich

Cette formule a été calée sur des petits bassins versants du Tennessee. Elle est généralement utilisée pour des bassins versants de superficie inférieure à 1 km².

⇒ Méthode des transferts

Cette méthode est issue d'une analyse réalisée par la DAVAR dans le cadre de la détermination des courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart sud ouest de la

Nouvelle-Calédonie.

Le temps de concentration est estimé en considérant une vitesse de transfert de l'ordre de 2 m/s (4 m/s si la pente est supérieure à 15%) appliquée au drain hydraulique le plus long. Cette méthode semble donner des résultats cohérents, sur la base des observations menées en Nouvelle-Calédonie.

L'application de ces différentes formules empiriques conduit aux résultats suivants :

Nom_BV	Surface (km2)	Pente (m/m)	Kirpich		Méthode des transferts	
			Tps concentration (min)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (min)	Vitesse transfert (m/s)
Fossé 1	0.5	0.010	23	0.7	8	2.0
Fossé 2	0.189	0.010	11	0.6	3	2.0
Fossé 3	0.131	0.010	9	0.5	3	2.0
Fossé 4	0.080	0.010	4	0.4	1	2.0

Tableau 1 : Calcul du temps de concentration des bassins versants

La méthode de Kirpich donne des valeurs de temps de concentration beaucoup plus élevée que la méthode des transferts.

Il est proposé de retenir les valeurs issues de la méthode des transferts, cette méthode ayant l'avantage d'avoir été calée sur des conditions hydrologiques locales. De plus le choix de cette méthode permet de rester sécuritaire car pour une même période de retour, un temps de concentration plus faible fournit des intensités pluviométriques plus fortes et conduit donc à maximiser les débits.

Bassin versant	Temps de concentration retenu(min)
Fossé 1	8
Fossé 2	3
Fossé 3	3
Fossé 4	1

IV.3. COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

L'estimation des débits de crue nécessite une évaluation du coefficient de ruissellement du bassin (C). Ce paramètre traduit l'aptitude du sol à ruisseler et représente la portion de pluie tombée qui rejoint effectivement l'exutoire du bassin versant.

Le coefficient de ruissellement varie en fonction de l'intensité de la pluie, de la pente du bassin versant et de l'occupation des sols.

Pour les espaces urbanisés (lotissements résidentiels, maisons avec jardin), on considère que 40% de la surface considérée est imperméabilisée.

Le coefficient de ruissellement est pris égal à 1 pour les surfaces imperméabilisées.

Pour les espaces verts urbanisés (surfaces urbanisées mais non imperméabilisées), les coefficients de ruissellement sont les suivants :

Période de retour	Coefficient de ruissellement
1 an	0.1
5 ans	0.35
10 ans	0.4
100 ans	0.9

Les coefficients de ruissellement pour les différentes périodes de retour ont donc été calculés comme suit :

$$CR = CR_{\text{espaces verts}} \cdot S_{\text{espaces verts}} / S_{\text{totale}} + CR_{\text{surfaces imperméabilisées}} \cdot S_{\text{imperméabilisées}} / S_{\text{totale}}$$

Avec :

- $S_{\text{imperméabilisées}} = 40\% \cdot S_{\text{urbanisée}}$
- $S_{\text{espaces verts}} = S_{\text{totale}} - S_{\text{imperméabilisée}}$
- $CR_{\text{surface imperméabilisée}} = 1$

IV.4. INTENSITES PLUVIOMETRIQUES

Afin de déterminer la pluviométrie du secteur et en particulier les intensités des pluies de projet à appliquer au bassin versant étudié, une analyse a été menée basée sur l'étude des précipitations Météo-France sur le secteur de Koné.

Le secteur d'étude se trouve dans une zone climatique avec une quantité annuelle de pluie d'environ 1150 mm/an.

Les postes pluviométriques suivants (au pas de temps d'acquisition 6 min, pour ceux de Météo France et à chaque basculement d'auget pour ceux de la DAVAR) se situent à proximité du secteur étudié (cf. Tableau 2). Les postes pluviométriques journaliers sur le secteur ne sont pas présentés, dans la mesure où le pas de temps journalier est trop important par rapport aux temps de réponse des bassins versants.

Les dates de début de mesures des précipitations 6 min sont récapitulées dans le tableau suivant :

Poste pluviométrique	Début de mesures des précipitations 6 min	Altitude du poste (m NGNC)
Koné	1951	9
Nouméa	1950	69
Koumac	1950	23
Boutana 3	1993	27

Tableau 2 : Caractéristiques des postes pluviométriques

Les postes de Koné, Nouméa et Koumac présentent des échantillons de l'ordre de 60 ans. La station de Boutana, qui dispose de 20 ans de mesures, a également été reportée.

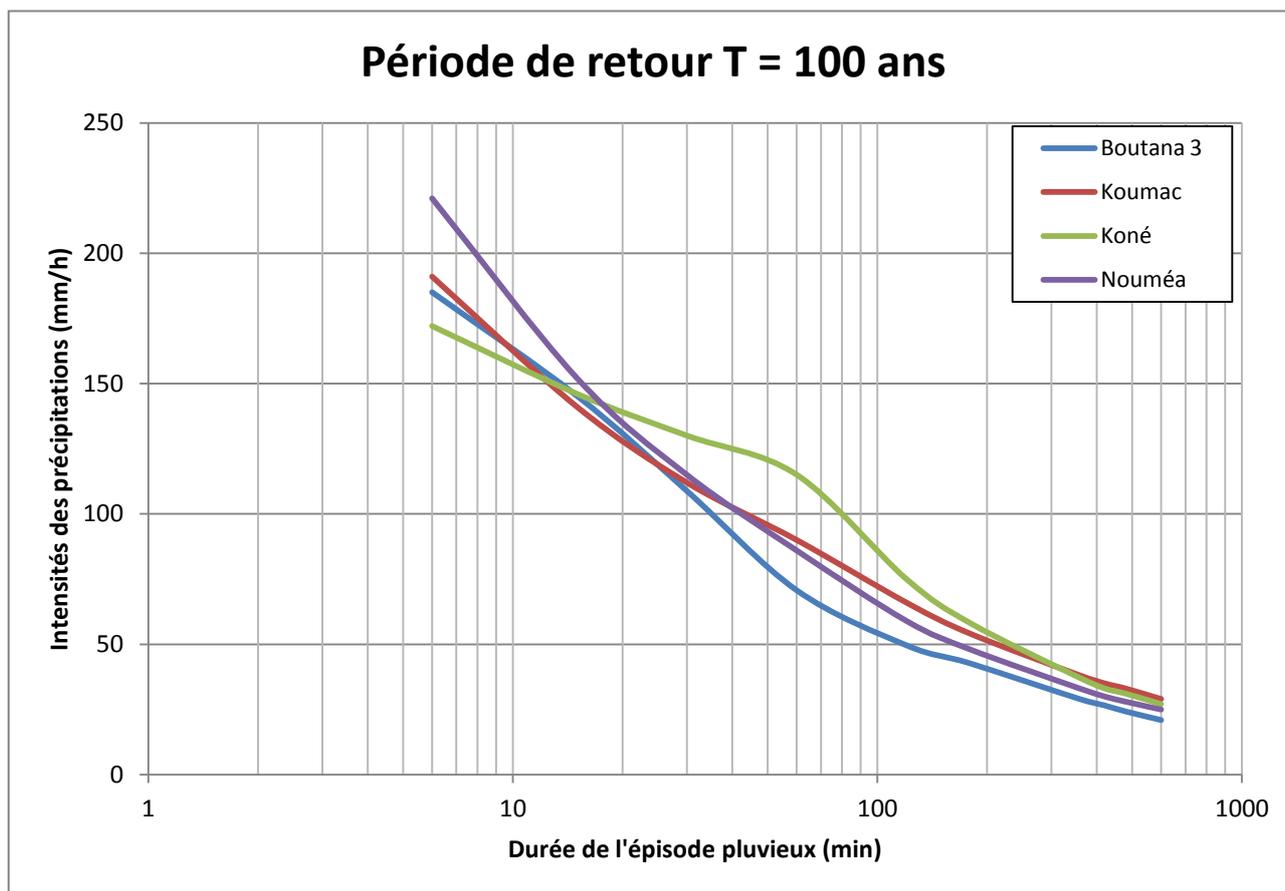


Figure 6 : Intensités centennale de précipitations en fonction de la durée de l'épisode pluvieux sur différentes stations

Ce graphe illustre que :

- Pour les épisodes courts (durée inférieure à 10 min), la station de Nouméa fournit les intensités pluviométriques les plus fortes. Les stations de Koné, Koumac et Boutana fournissent des résultats similaires, ceux issus de la station de Koné étant légèrement plus faibles.
- Pour les épisodes de durée supérieure à 20 min, la station de Koné fournit les intensités pluviométriques les plus fortes. Les stations de Nouméa et Koumac fournissent des résultats similaires.

En conclusion, il est proposé de retenir les intensités pluviométriques de la station de Koné. Même si celle-ci présente des intensités pluviométriques plus faibles pour les petites durées, elle est localisée à proximité des bassins versants étudiés. Elle est donc la plus représentative de la pluviométrie sur le secteur.

IV.5. RESULTATS

Sur la base de ces hypothèses, la méthode rationnelle a été appliquée afin de déterminer les débits théoriques de crue dans les différents fossés pour les périodes de retour 1, 2, 5, 10 et 100 ans.

Les hypothèses retenues ainsi que les résultats obtenus sont les suivants :

Bassin versant	Surface (km ²)	Temps de concentration (h)	Surface espaces verts (km ²)	Surface imperméabilisée (km ²)	Période de retour	Intensité pluviométrique Koné (mm/h)	Coefficient de ruissellement	Méthode rationnelle depuis Koné
Fossé 1 global	0.516	0.13	0.44	0.080	1 ans	65.3	0.24	2.2
					2 ans	91.1	0.32	4.2
					5 ans	108.2	0.45	7.0
					10 ans	121.0	0.49	8.6
					100 ans	163.7	0.9	21.5
Fossé 2	0.189	0.10	0.182	0.007	1 ans	69.3	0.13	0.5
					2 ans	97.6	0.23	1.2
					5 ans	115.1	0.37	2.3
					10 ans	128.2	0.42	2.8
					100 ans	172.2	0.9	8.2
Fossé 3	0.131	0.10	0.083	0.048	1 ans	69.3	0.43	1.1
					2 ans	97.6	0.49	1.7
					5 ans	115.1	0.59	2.5
					10 ans	128.2	0.62	2.9
					100 ans	172.2	0.9	5.9
Fossé 4	0.08	0.10	0.058	0.022	1 ans	69.3	0.35	0.5
					2 ans	97.6	0.42	0.9
					5 ans	115.1	0.53	1.4
					10 ans	128.2	0.57	1.6
					100 ans	172.2	0.9	3.6
Fossé 1 amont	0.094	0.10	0.076	0.018	1 ans	69.3	0.28	0.5
					2 ans	97.6	0.36	0.9
					5 ans	115.1	0.48	1.4
					10 ans	128.2	0.52	1.7
					100 ans	172.2	0.92	4.1

Tableau 3 : Débits calculés dans les différents fossés par application de la méthode rationnelle depuis les intensités pluviométriques de la station de Koné

Les intensités pluviométriques sont calculées sur la durée du temps de concentration, ceci afin de maximiser les débits de pointe. Cependant, pour des temps de concentration de durées inférieures à 6 min, il n'existe pas d'ajustement permettant le calcul des intensités pluviométriques. Aussi, pour des temps de concentration de durée inférieure à 6min, les intensités pluviométriques seront calculées sur une durée de 6 min.

V. MODELISATION HYDRAULIQUE

L'objectif de cette partie est de réaliser une modélisation hydraulique des différents thalwegs afin de caractériser le fonctionnement hydraulique du secteur et les aléas inondation.

La modélisation hydraulique du secteur d'étude est réalisée sous le logiciel HEC-RAS (modélisation unidimensionnelle) en régime permanent pour les Fossés 1 et 2. Le Fossé 4 a fait l'objet d'une modélisation hydraulique simplifiée par application de la formulation de Manning Strickler. Le Fossé 3 n'étant pas marqué dans la zone d'étude, il n'a pas fait l'objet d'une modélisation.

V.1. MODELISATION HYDRAULIQUE DES FOSSES 1 ET 2

V.1.1. Construction du modèle et hypothèses – Fossés 1 et 2

V.1.1.1. Géométrie

Le modèle hydraulique concerne les Fossés 1 et 2. Ce modèle a été réalisé sur le logiciel filaire et unidimensionnel HEC-RAS. Il est construit sur la base des données suivantes :

- Fond de plan topographique au 1/2000^{ème} de la zone d'étude (source : DAF – Province Nord)
- Les levés topographiques des ouvrages et des lits mineurs des fossés (source : Bourail Topo – Avril 2014). Le plan des profils levés est présenté sur la Planche 6.

Les profils en travers sont générés à partir des levés topographiques en lit mineur et étendus en lit majeur par projection sur le fond de plan au 1/2000^{ème}.

Le plan des profils modélisés est présenté sur la Planche 7.

V.1.1.2. Coefficients de Strickler

Les valeurs des coefficients de Strickler traduisant la rugosité des sections d'écoulements retenues sont les suivantes :

- 13 en lit mineur pour le Fossé 1, celui-ci étant marqué mais de taille limitée et encombré par de la végétation herbacée dense
- 11 en lit mineur pour le Fossé 2, celui-ci étant moins large et moins marqué que le Fossé 1 et encombré par des herbes hautes
- 7 en lit majeur, celui-ci étant de taille limité, urbanisé et localement encombré

Ces valeurs paraissent cohérentes et classiques pour ce type de cours et d'occupation des sols, le lit majeur étant encombré par des constructions, et le lit mineur étant de taille limitée et ponctuellement encombré.

V.1.1.3. Conditions aux limites amont – Débits de crue

Les débits suivants ont été injectés dans le modèle au droit des différents profils (cf. §IV.5, débits calculés suivant la méthode rationnelle à partir des intensités pluviométriques de la station de Koné) :

		Débits (m3/s)				
		Q1	Q2	Q5	Q10	Q100
Fossé 1	P11	0.1	0.2	0.4	0.5	1.6
	P9	0.5	0.9	1.4	1.7	4.1
	P6	2.2	4.2	7	8.6	21.5
Fossé 2	P64	0.5	1.2	2.3	2.8	8.2

Tableau 4 : Débits injectés dans le modèle

V.1.1.4. Conditions aux limites aval

La condition limite aval retenue pour le Fossé 1 est :

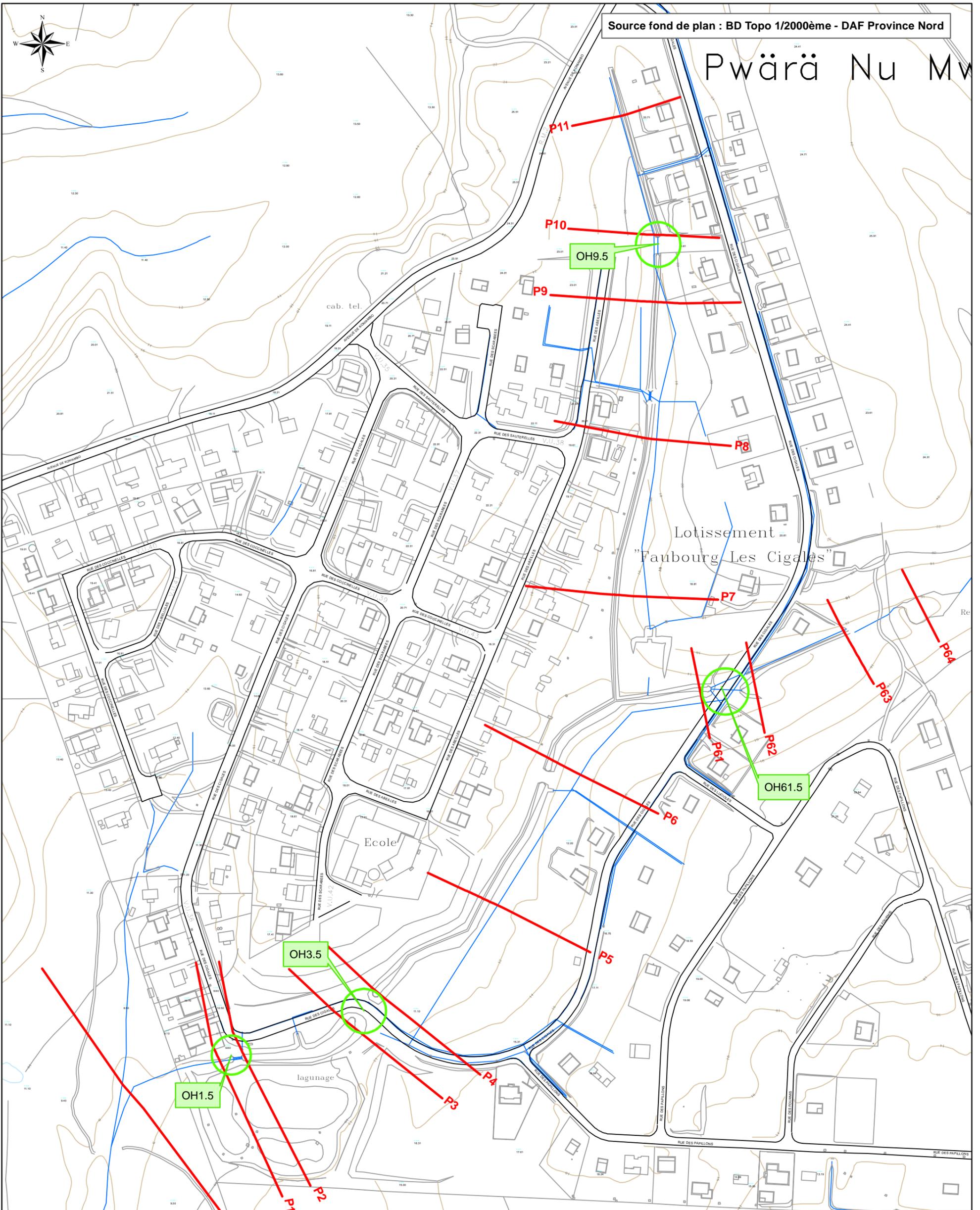
- Pour T=100 ans, une condition limite aval de type « Niveau d'eau imposé ». Elle correspond à la cote d'inondation centennale de la Koné égale à **8.5 m NGNC** (source : Etude HYDREX – 1994) au droit du secteur étudié.
- Pour les autres crues, la condition limite aval retenue est de type « hauteur normale ». Elle correspond à une loi d'écoulement en régime uniforme appliquée sur le profil en travers aval (P0.9) et selon une pente moyenne représentative du fossé sur la partie terminale du secteur modélisé prise égale à **0.6%**.



Légende

- Profils à lever
- Ouvrages à lever





Légende

- Profils modélisés
- Ouvrages modélisés



V.1.2. Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité a été conduite en vue d'évaluer la précision et la fiabilité du modèle hydraulique. Les graphes issus de cette analyse de sensibilité sont présentés en Annexe 2 de ce document.

V.1.2.1. Sensibilité aux variations de débit

Une variation de +/- 20% du débit centennal dans les fossés a été testée dans le cadre de cette analyse de sensibilité.

Cette variation induit une modification moyenne de la ligne d'eau de +/- 10 à 15 cm par rapport à la ligne d'eau centennale de référence, soit une variation de la hauteur d'eau de +/-8% par rapport à la hauteur d'eau maximale moyenne en lit mineur.

V.1.2.2. Sensibilité aux variations de rugosité

Une variation de +/-20% de coefficients de Strickler traduisant la rugosité des thalwegs, et donc des pertes de charge linéaires par frottements, a été testée pour le débit centennal :

Il ressort de ces simulations une variation du niveau de la ligne d'eau centennale +/-10 cm par rapport à la ligne d'eau de référence. Ceci correspond à une variation moyenne de 8% par rapport à la hauteur d'eau maximale moyenne en lit mineur.

V.1.2.3. Sensibilité aux variations de la condition limite aval

La condition limite aval utilisée dans le cadre de cette étude est de type « Niveau d'eau imposé » pour la crue centennale. Elle correspond à la cote d'inondation de la Koné à l'aval du secteur étudié égale à 8.5 m NGNC.

Une variation de +/-10% de cette pente a été testée dans le cadre de l'analyse de sensibilité. Il ressort de ces simulations que l'influence de la condition limite aval est perceptible jusqu'au profil P3 (avant l'ouvrage de franchissement de la rue des Cigales). Les profils situés plus en amont ne sont pas impactés, les écoulements étant alors contrôlés par l'ouvrage de franchissement lui-même.

V.1.3. Résultats de modélisation

Les lignes d'eau obtenues pour les différentes périodes de retour simulées sont présentées sur les figures suivantes. Les résultats détaillés des simulations à l'état initial sont présentés en Annexe 3 de ce document.

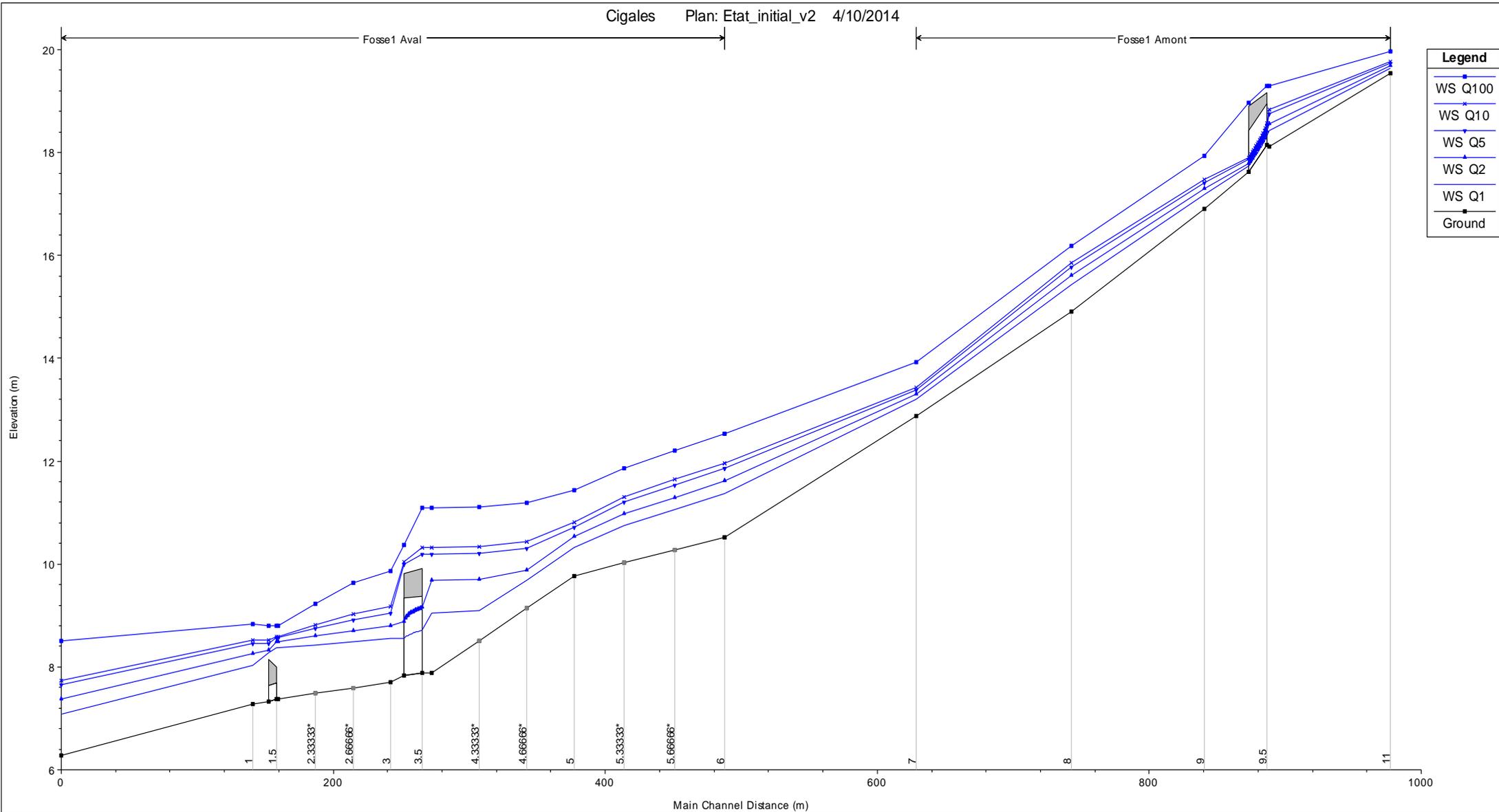


Figure 7 : Lignes d'eau simulées sur le fossé 1 pour les crues de périodes de retour 1, 2, 5, 10, et 100 ans

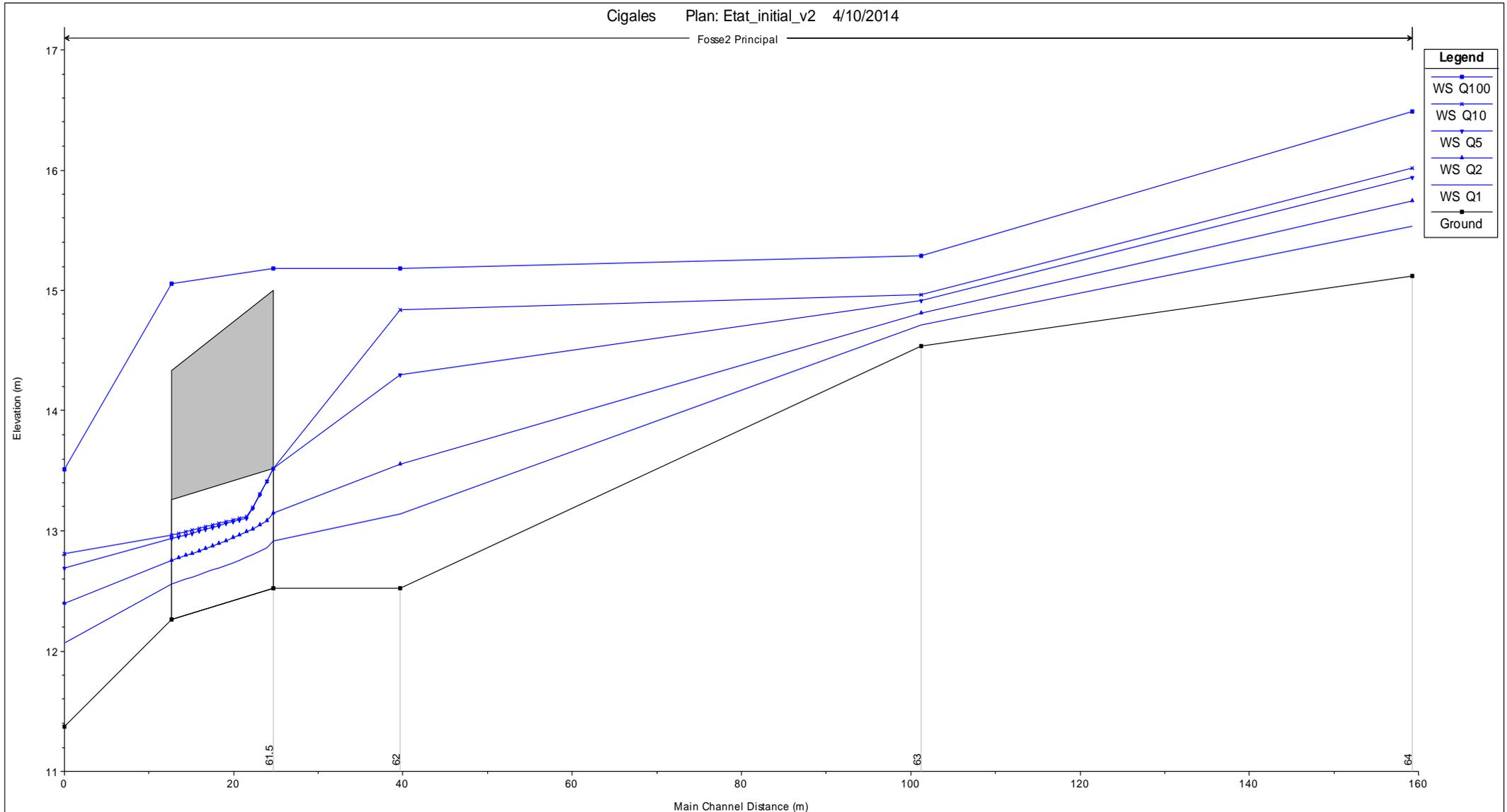


Figure 8 : Lignes d'eau simulées sut le Fossé 2 pour les crues de périodes de retour 1, 2, 5, 10 et 100 ans

V.1.4. Analyse du fonctionnement hydraulique des Fossés 1 et 2

L'analyse des résultats des simulations permet de dresser les constats suivants :

➤ Fossé 1

- Sur la partie amont, on observe d'une manière générale peu de débordements pour la crue centennale. Les écoulements restent globalement concentrés en lit mineur. On observe quelques débordements au niveau des points bas, toutefois, les hauteurs d'eau restent faibles en dehors du lit mineur. Les zones de vitesses fortes (>1m/s) sont concentrées dans le lit mineur du fossé.
- L'ouvrage de franchissement constitué par une buse $\varnothing 800$ sur la partie amont du fossé est submergé pour la crue centennale. Les hauteurs d'eau atteignent 15 cm sur le radier.

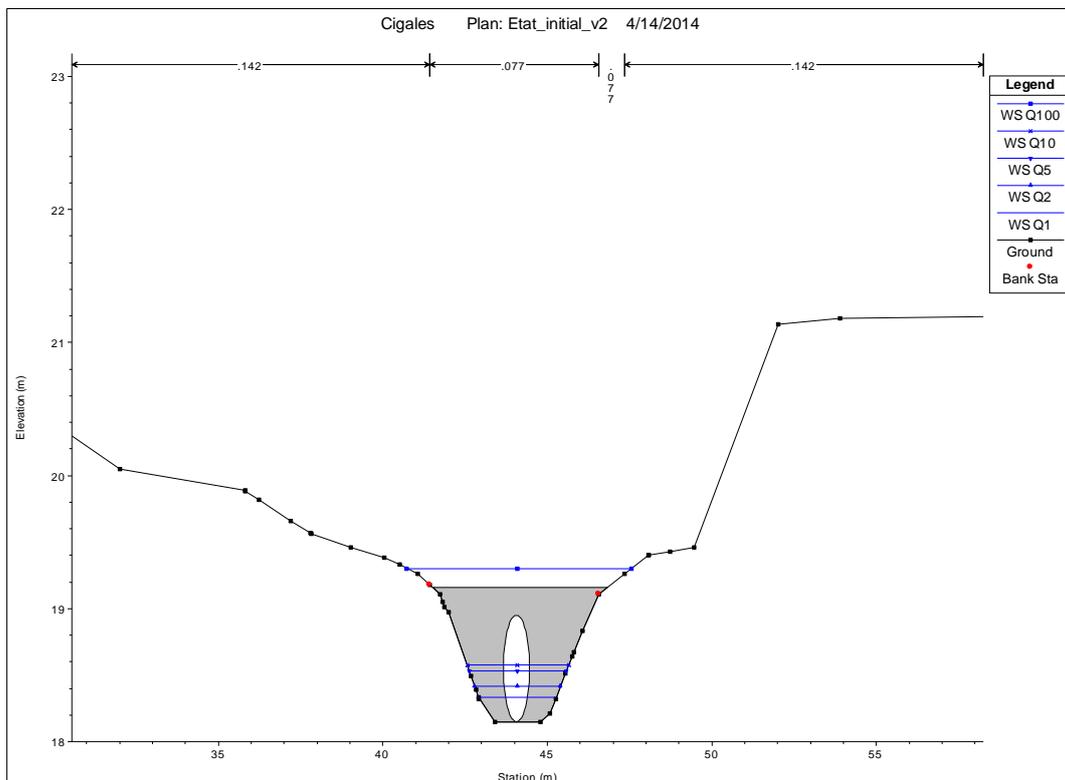


Figure 9 : Profil en travers P9.5 – Fossé 1 Buse $\varnothing 800$

- Au niveau de la confluence avec le Fossé 2 et sur l'aval, on observe des débordements plus importants (à partir du profil P6) en rive droite et en rive gauche. Cependant, les terrains restent peu concernés. Les hauteurs d'eau et les vitesses sont importantes en lit mineur. En lit majeur, les hauteurs d'eau et les vitesses restent faibles.
- L'ouvrage de franchissement (Ouvrage cadre) de la rue des Cigales est légèrement submergé pour la crue centennale (hauteur d'eau de quelques centimètres). L'ouvrage est mis en charge pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans. On observe en rive droite une zone d'écoulement le long de la rue des Cigales, cette zone ayant une altimétrie plus faible. Toutefois, les vitesses et les hauteurs d'eau sont faibles sur cette zone (inférieure à 50 cm pour les hauteurs d'eau et inférieure à 1 m/s pour les vitesses).

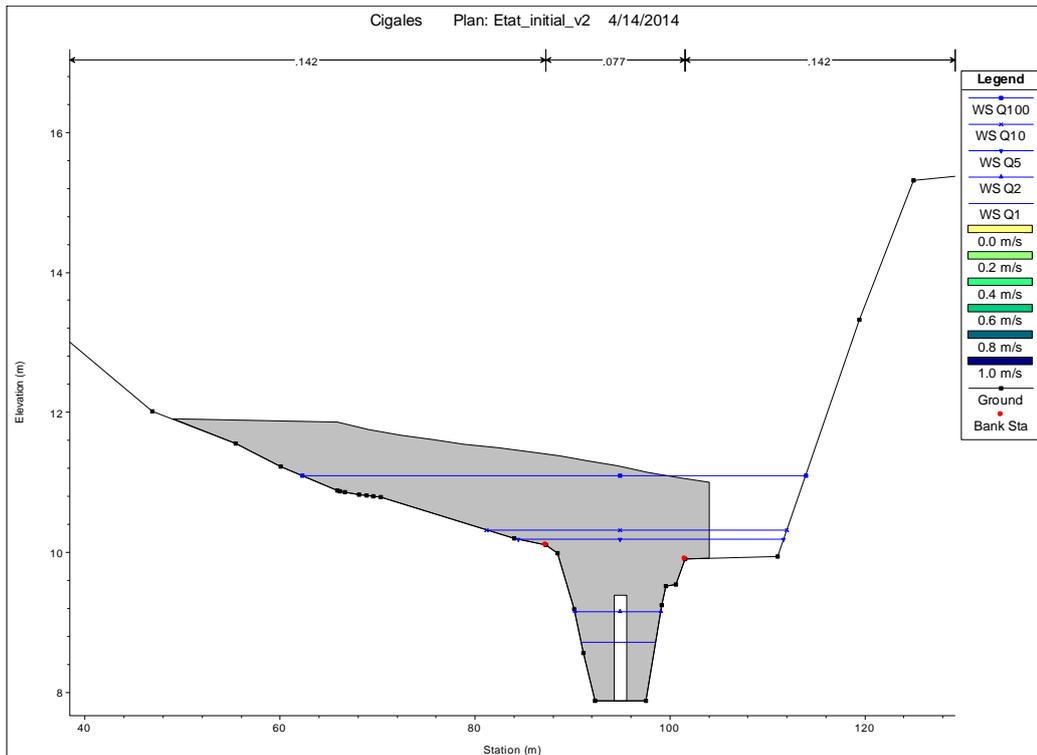


Figure 10 : Profil en travers P3.5 – Ouvrage de franchissement de la rue des Cigales

- Sur la partie aval, les débordements sont plus importants en raison de la topographie moins marquée du fossé et des pentes plus faibles. On observe des débordements en rive droite, notamment au niveau du lagunage. Cependant, les hauteurs d'eau et les vitesses restent faibles. L'ouvrage de franchissement constitué par 3 buses $\varnothing 300$ est totalement submergé quelle que soit la période de retour considérée (dès la crue de période de retour 1 an). Cet ouvrage n'a que peu d'influence sur les écoulements, l'altimétrie du radier étant au niveau du terrain naturel.

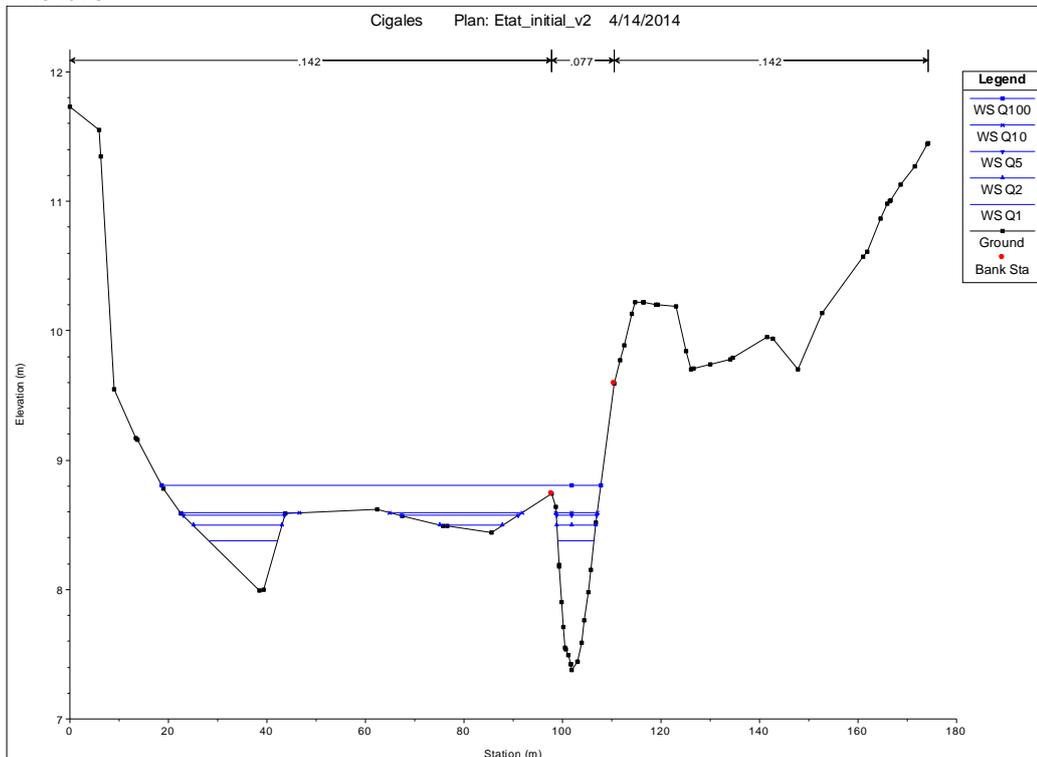


Figure 11 : Profil en travers P2 – Fossé 1

➤ **Fossé 2**

- Sur la partie amont, des débordements sont observés pour la crue centennale. Les zones ayant une altimétrie plus faible sont remplies. Toutefois, les hauteurs d'eau et les vitesses restent faibles.
- L'ouvrage est submergé pour la crue centennale, les hauteurs d'eau sur la voirie atteignent 15 cm. L'ouvrage engendre des débordements en rive droite et en rive gauche à l'amont pour la crue centennale.

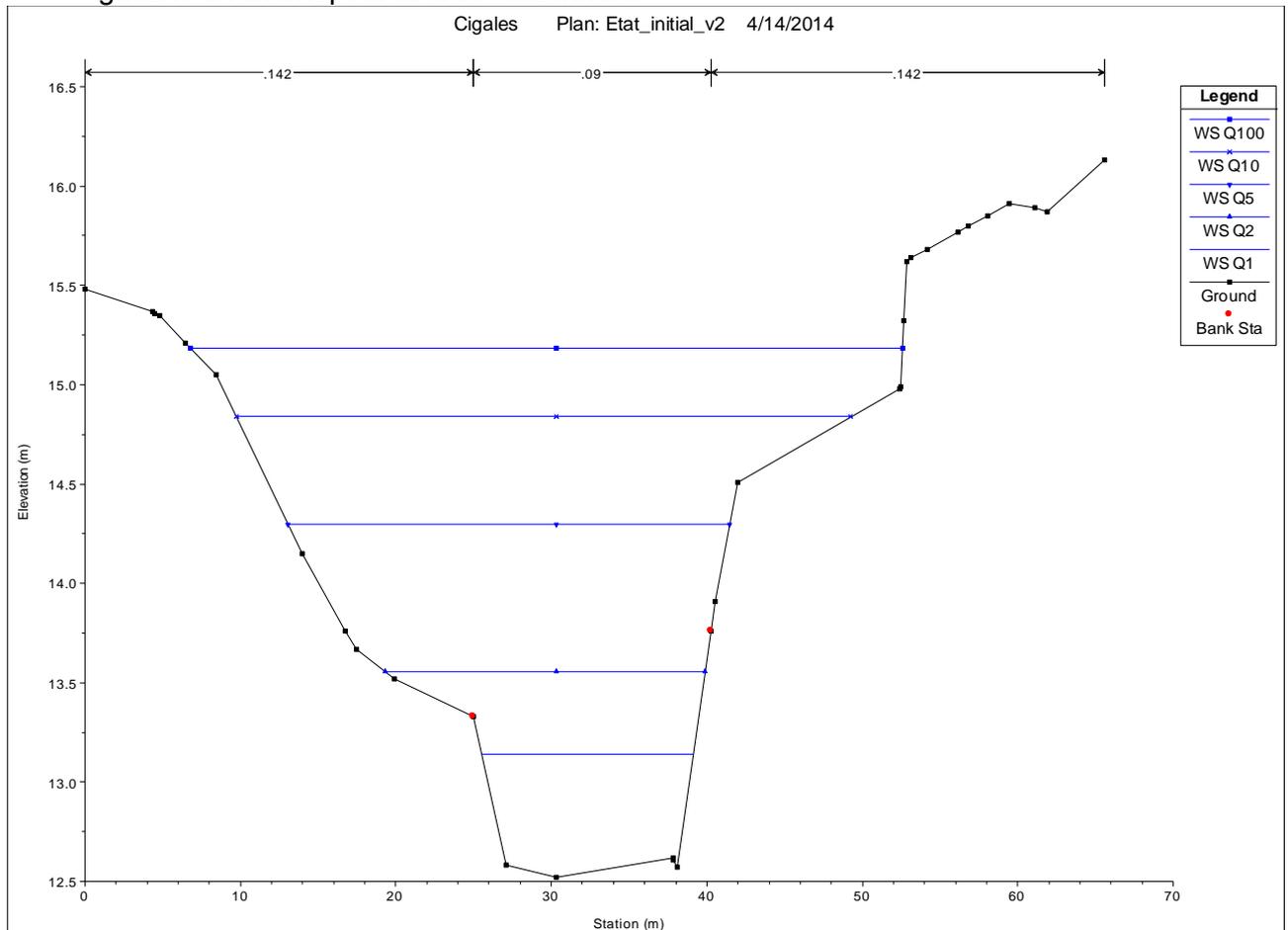


Figure 12 : Profil en travers P62 – Fossé 2 en amont de l'ouvrage de franchissement

V.2. MODELISATION HYDRAULIQUE SIMPLIFIEE – FOSSE 4

De part sa géométrie relativement simple et son faible linéaire sur la zone d'étude, le Fossé 4 a fait l'objet d'une modélisation hydraulique simplifiée.

Le débit capable de ce fossé est calculé à partir d'une section trapézoïdale représentative de la géométrie du fossé par application de la formule de Manning Strickler et selon une pente représentative du secteur d'étude.

La section trapézoïdale retenue pour calculer le débit capable du Fossé 4 est présentée sur la figure suivante :

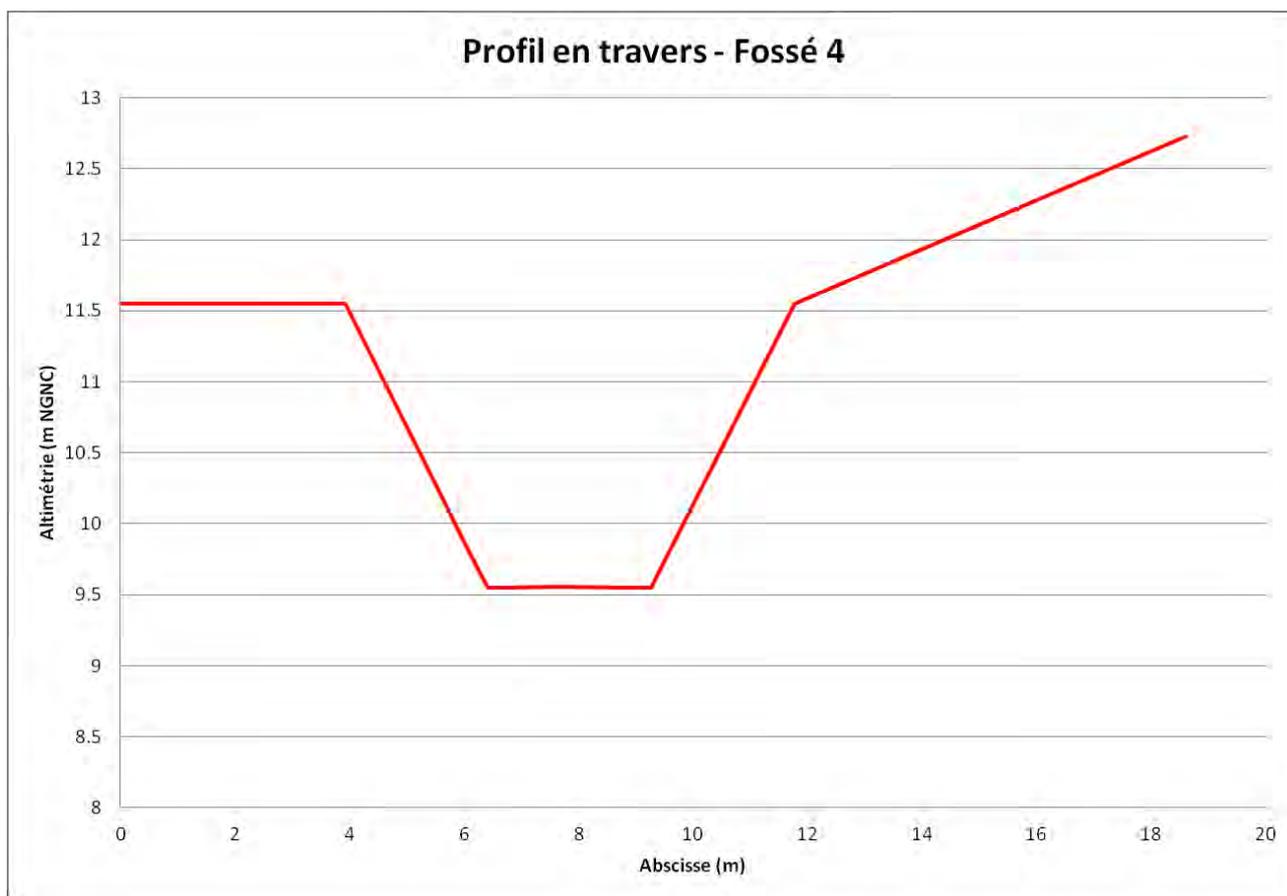


Figure 13 : Section trapézoïdale du Fossé 4

Les hypothèses retenues pour le calcul du débit capable par la formule de Manning Strickler sont les suivantes :

Pente (m/m)	0.007
Coefficient de Strickler	10
Largeur au fond (m)	2.85
Hauteur (m)	2
Pente des berges (m/m)	0.8

Par application de la formule de Manning Strickler, le débit capable du Fossé 4 pour les hypothèses considérées est de **10 m³/s**. Le débit de crue centennale calculé pour le Fossé 4 est estimé à 3.6 m³/s ce qui est bien inférieur au débit capable du fossé. Le Fossé 4 est donc capable de faire passer la crue centennale sans qu'il y ait de débordements.

VI. CARTOGRAPHIE DES RESULTATS

Les cartographies des hauteurs d'eau et des aléas inondation ont été réalisées à partir des résultats du modèle hydraulique sur le lotissement les Cigales.

VI.1. CARTE DES HAUTEURS D'EAU

Les cotes d'inondation et les vitesses calculées par le modèle ont permis l'établissement de la cartographie des isocotes, iso-hauteurs et iso-vitesses. Cette carte est présentée sur la Planche 8.

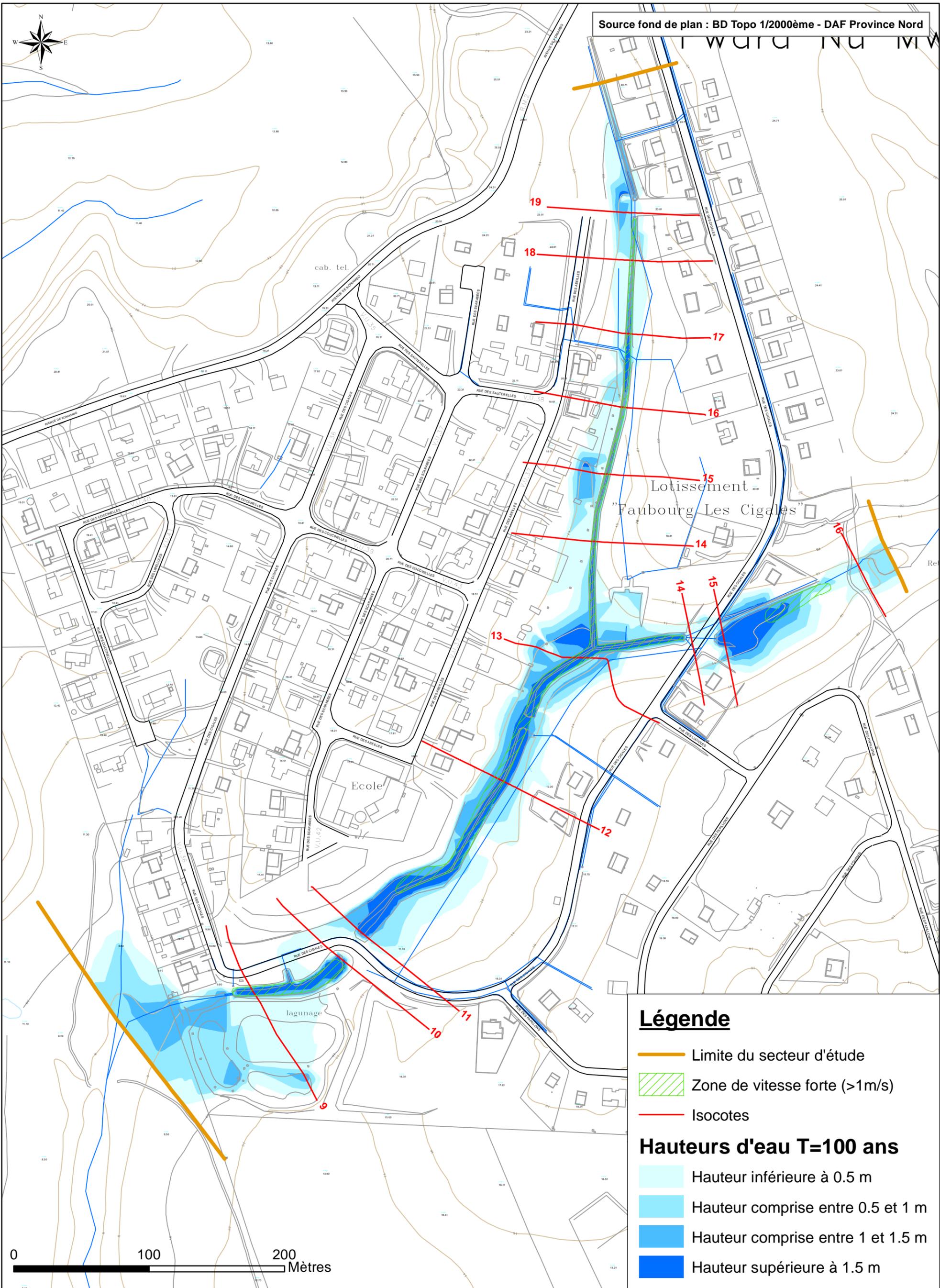
VI.2. CARTE DES ALEAS D'INONDATION

La carte des aléas d'inondation réactualisés est présentée sur la Planche 9.

Ces aléas sont issus du croisement entre la hauteur d'eau et la vitesse selon les critères adoptés par la Province Sud :

Vitesse Hauteur d'eau	Faible à modérée ≤ 1m/s	Forte à très forte > 1m/s
H ≤ 1 m	Moyen	Fort
1 < H ≤ 1,5 m	Fort	Très fort
H > 1,5 m	Très fort	

Une zone d'aléa faible est également représentée sur cette cartographie, correspondant au secteur compris entre la limite de la zone inondable issue de l'approche hydraulique et celle issue de l'analyse hydrogéomorphologique antérieure.



Légende

-  Limite du secteur d'étude
-  Zone de vitesse forte (>1m/s)
-  Isocotes

Hauteurs d'eau T=100 ans

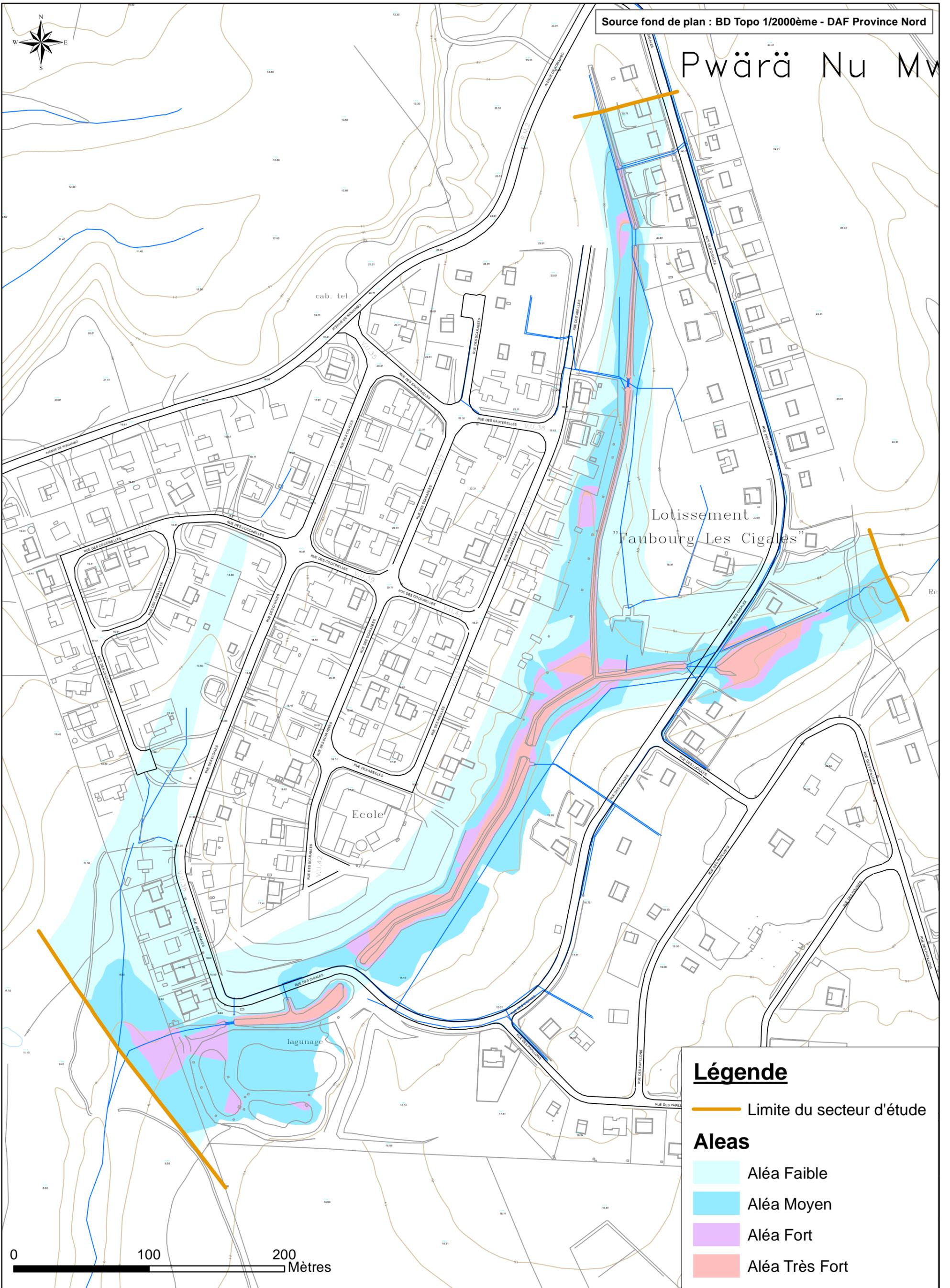
-  Hauteur inférieure à 0.5 m
-  Hauteur comprise entre 0.5 et 1 m
-  Hauteur comprise entre 1 et 1.5 m
-  Hauteur supérieure à 1.5 m

0 100 200 Mètres





Pwärä Nu Mw



Lotissement
Faubourg Les Cigales

cab. tel.

Ecole

lagunage

Légende

— Limite du secteur d'étude

Aleas

Aléa Faible

Aléa Moyen

Aléa Fort

Aléa Très Fort

0 100 200 Mètres



VII. ANNEXES

Annexe 1 : Formules des temps de concentration

Annexe 2 : Analyse de sensibilité du modèle

Annexe 3 : Résultats de modélisation

Annexe 1 : Formules des temps de concentration

Annexe 1 : Calcul des temps de concentration

Les trois formules de calcul des temps de concentration utilisées sont les suivantes :

- Formule de Ventura :

$$t_c = 0,1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{I}}$$

Où t_c est le temps de concentration en h , S est la surface du bassin en km et I la pente en m/m.

- Formule de Passini :

$$t_c = \frac{0.108}{10} \times \frac{(S \times L)^{1/3}}{\sqrt{I}}$$

Où t_c est le temps de concentration en h, S est la surface du bassin en km et I la pente en m/m et L le plus long chemin hydraulique en m.

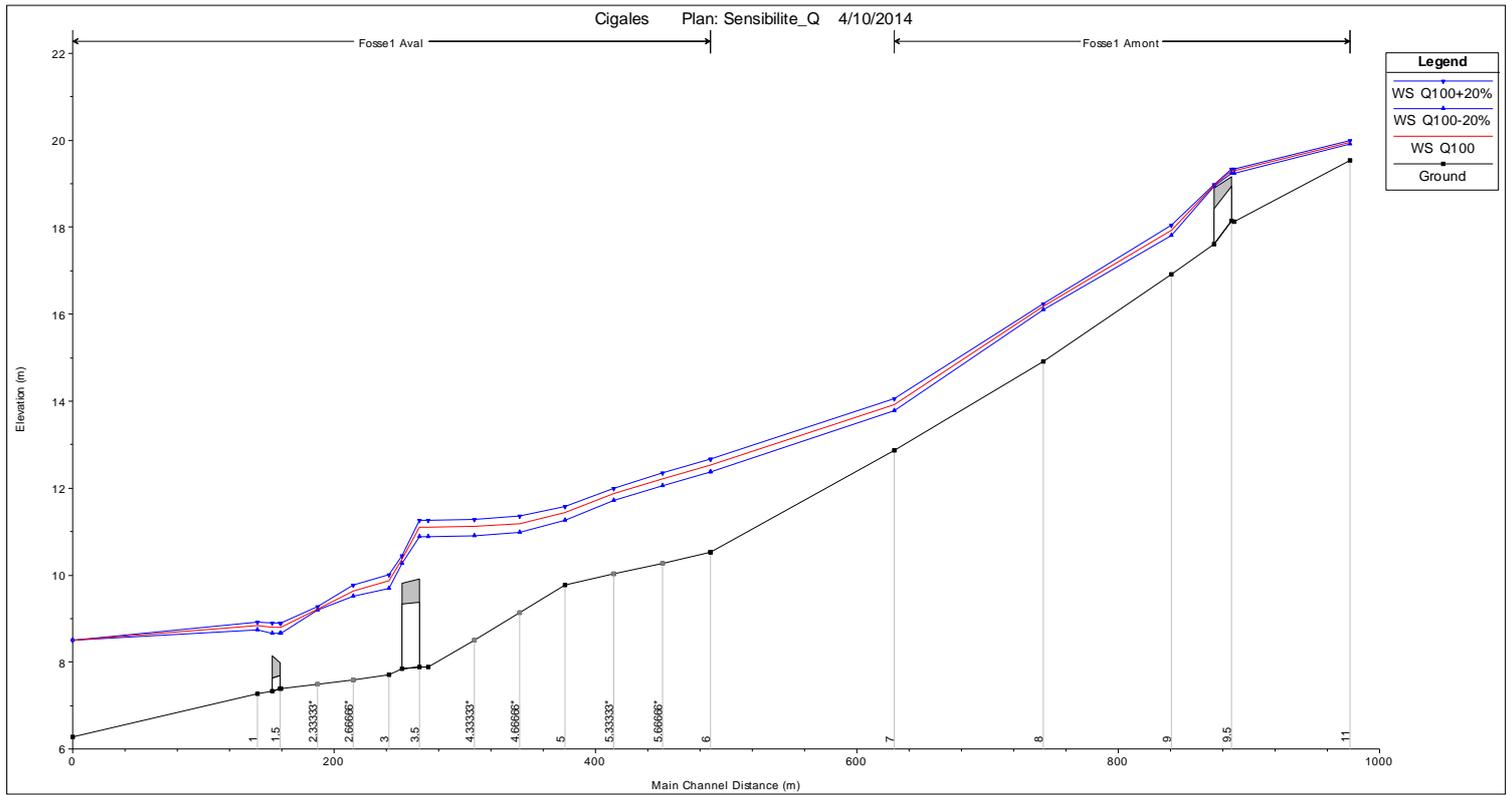
- Formule de Kirpich :

$$t_c = 0.000325 \times L^{0.77} \times I^{-0.385}$$

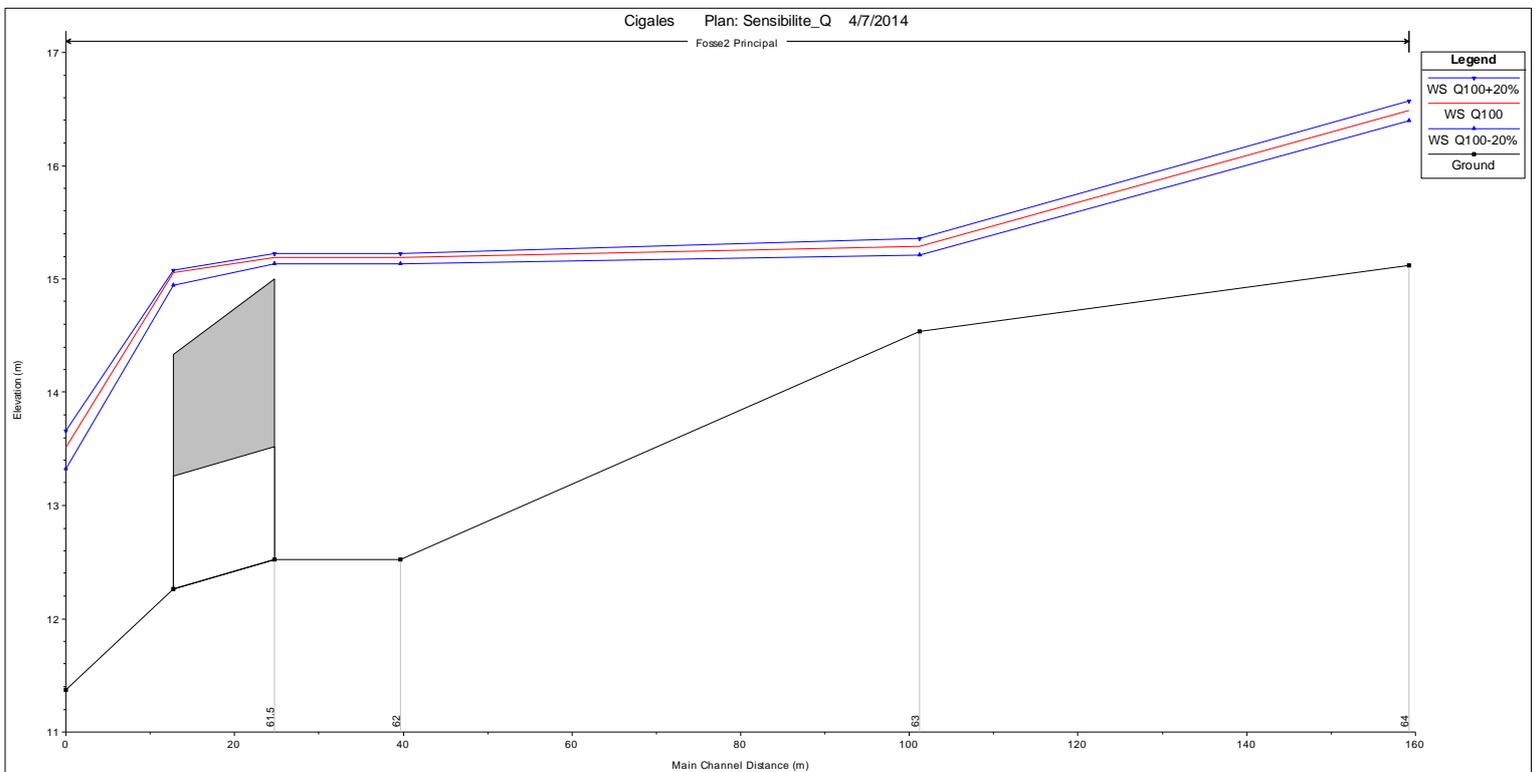
Où t_c est le temps de concentration en h , L le plus long chemin hydraulique en m et I la pente en m/m.

Annexe 2 : Analyse de sensibilité du modèle

- **Sensibilité aux variations de débit (Q+/-20%) pour la crue centennale**

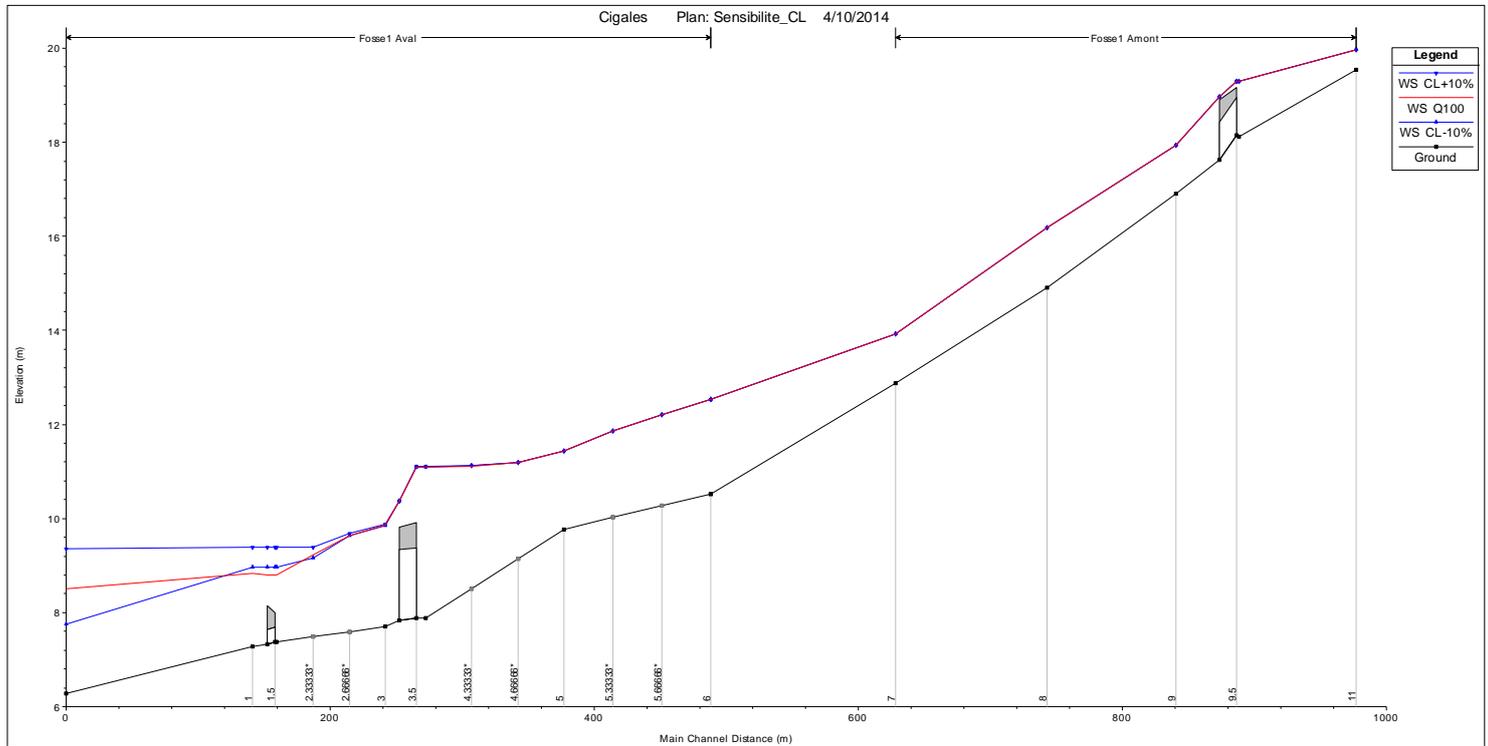


Sensibilité aux variations de débits – Fossé 1

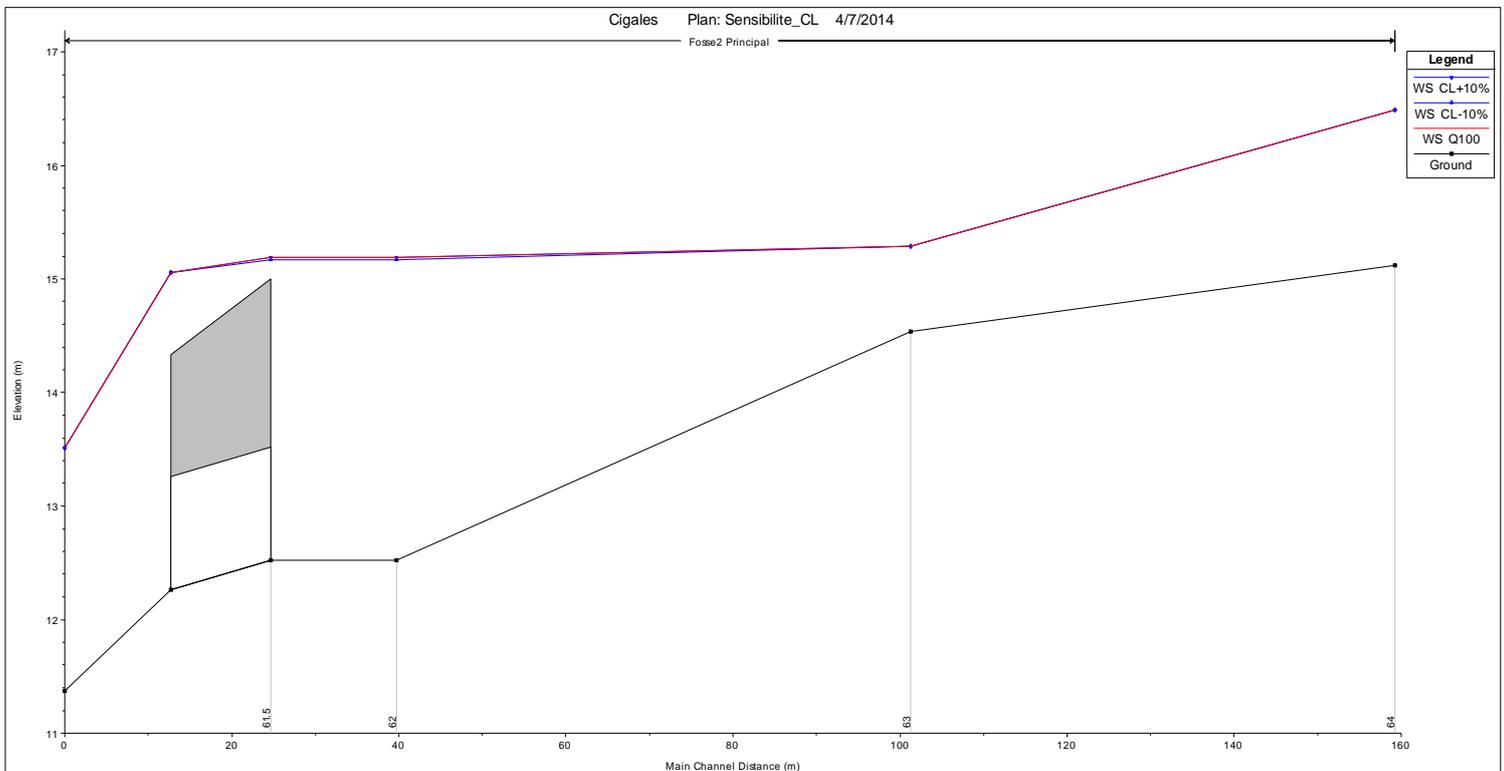


Sensibilité aux variations de débits – Fossé 2

- **Sensibilité aux variations de condition limite aval pour la crue centennale (Heau+/-10%)**

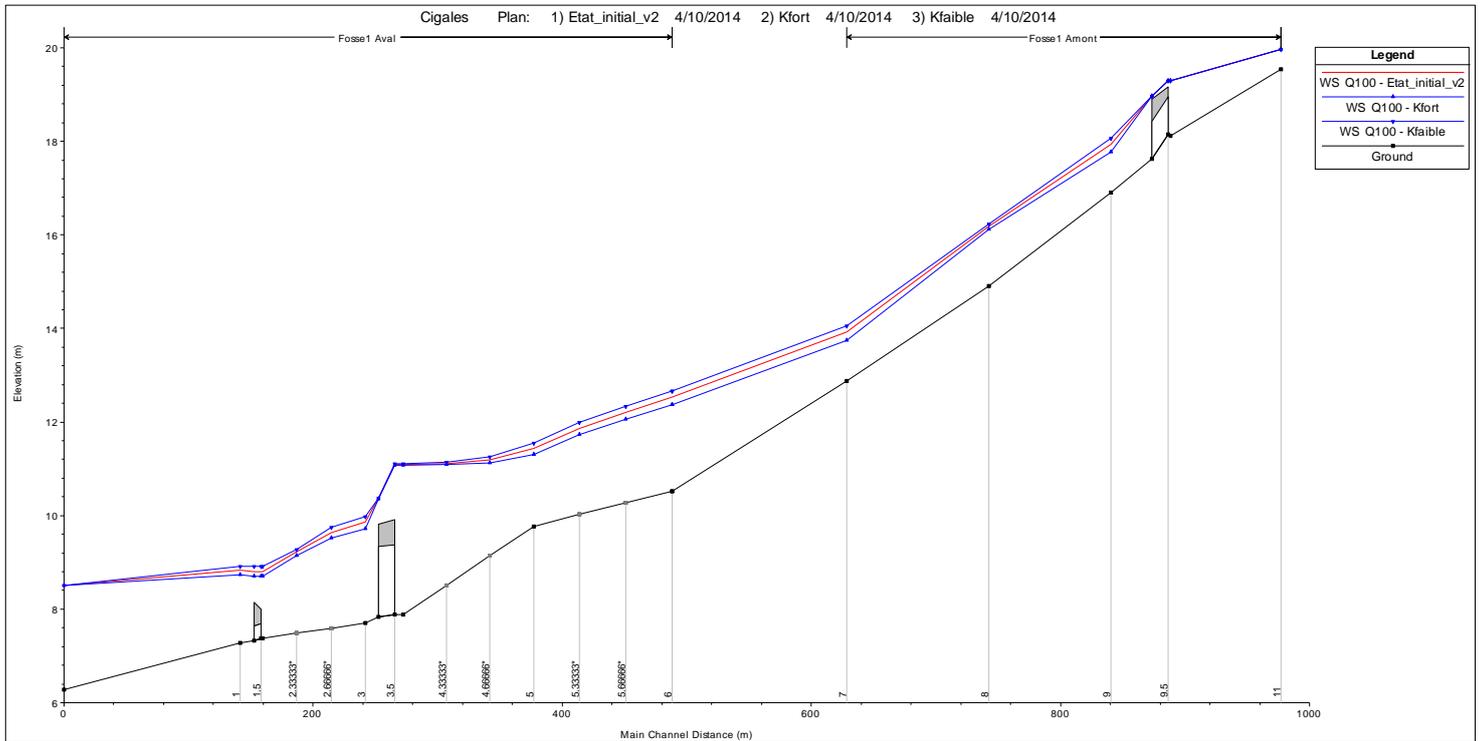


Sensibilité aux variations de condition limite aval – Fossé 1

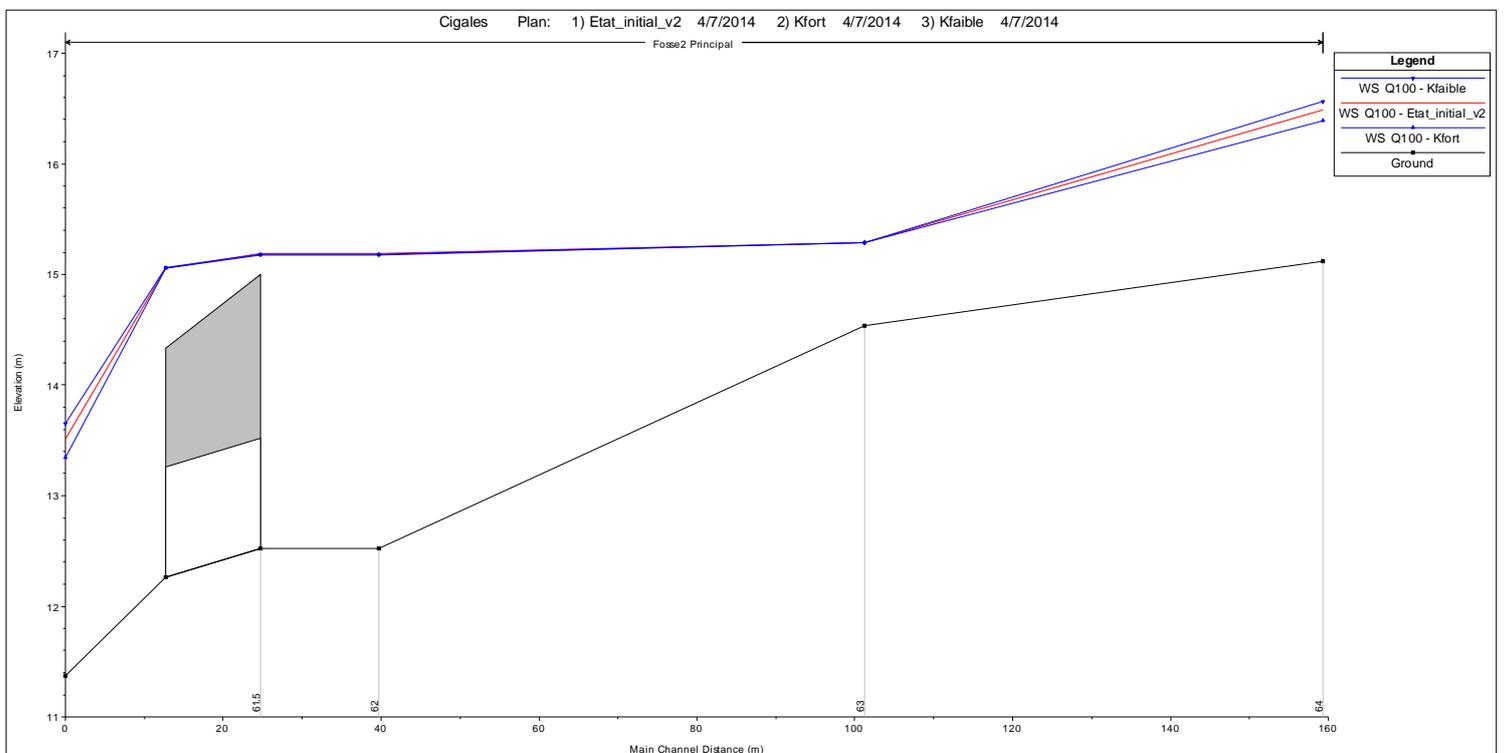


Sensibilité aux variations de condition limite aval – Fossé 2

- **Sensibilité aux variations de rugosité (+/-20% des valeurs des coefficients de Strickler retenues) pour la crue centennale**



Sensibilité aux variations de rugosité – Fossé 1



Sensibilité aux variations de rugosité - Fossé 2

Annexe 3 : Résultats de modélisation