



DEPARTEMENT  
ENVIRONNEMENT

Dossier n°A001.14051



**PROVINCE SUD**

**Direction du Développement Rural**

**Etude des Zones Inondables sur le Creek Lucky**

**Rapport**

*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	Février 2015	Jean-Baptiste Monnet	Mathilde Blanc	Création du document
2	Juin 2015	Jean-Baptiste Monnet	Mathilde Blanc	Prise en compte des remarques sur le rapport de phase 2
3	Août 2015	Jean-Baptiste Monnet	Sylvie Havet	Reprise modélisation – Complément avec calage sur épisode Anne
4	Octobre 2015	Jean-Baptiste Monnet	Sylvie Havet	Phase 3 - Cartographie
5	Novembre 2015	Jean-Baptiste Monnet	Sylvie Havet	Phase 3 – Corrections et intégration des remarques

## SOMMAIRE

<i>Évolution du document</i> .....	2
<i>Sommaire</i> .....	2
<i>Liste des illustrations</i> .....	5
<i>Liste des Planches</i> .....	5
<b>I. Avant-propos</b> .....	6
<b>II. Liste des données d'entrée</b> .....	9
<b>III. Présentation du secteur d'étude</b> .....	10
<b><u>III.1. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT</u></b> .....	<b>10</b>
<b><u>III.2. DESCRIPTION DES COURS D'EAU</u></b> .....	<b>13</b>
<b>IV. Analyse pluviométrique et hydrométrique</b> .....	16
<b><u>IV.1. PLUVIOMETRIE</u></b> .....	<b>16</b>
<b><u>IV.1.1. CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE</u></b> .....	<b>16</b>
<b><u>IV.1.2. DONNEES PLUVIOMETRIQUES DISPONIBLES</u></b> .....	<b>16</b>
<b><u>IV.2. ESTIMATION DES DEBITS THEORIQUES</u></b> .....	<b>17</b>
<b><u>IV.2.1. METHODE RATIONNELLE</u></b> .....	<b>18</b>

IV.2.1.1.	Principe de la méthode.....	18
IV.2.1.2.	Coefficient de ruissellement .....	19
IV.2.1.3.	Temps de concentration .....	19
<b>IV.2.2.</b>	<b>METHODE DE TRANSPOSITION.....</b>	<b>20</b>
<b>IV.2.3.</b>	<b>LOI D'AJUSTEMENT DES DEBITS CENTENNAUX SUR LA COTE OUEST (SOURCE DAVAR).....</b>	<b>21</b>
<b>IV.2.4.</b>	<b>METHODE SPEED.....</b>	<b>22</b>
<b>IV.2.5.</b>	<b>PRESENTATION DES RESULTATS ET DEBITS RETENUS .....</b>	<b>23</b>
<b>IV.3.</b>	<b>EVALUATION DES DEBITS DE CRUE HISTORIQUES .....</b>	<b>25</b>
<b>IV.3.1.</b>	<b>EPISODE DU 2 OCTOBRE 2001 .....</b>	<b>25</b>
<b>IV.3.2.</b>	<b>EPISODE ANNE DU 13 JANVIER 1988 .....</b>	<b>26</b>
<b>IV.3.3.</b>	<b>LAISSES DE CRUES HISTORIQUES .....</b>	<b>27</b>
V.	Programme des levés topographiques .....	28
VI.	Modélisation hydraulique .....	29
<b>VI.1.</b>	<b>CONSTRUCTION DU MODELE ET HYPOTHESES DE CALCUL.....</b>	<b>29</b>
<b>VI.1.1.</b>	<b>FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE PARTICULIER EN AVAL .....</b>	<b>29</b>
<b>VI.1.2.</b>	<b>CONDITIONS LIMITES .....</b>	<b>31</b>
<b>VI.2.</b>	<b>CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE .....</b>	<b>34</b>
<b>VI.2.1.</b>	<b>HYPOTHESES .....</b>	<b>34</b>
<b>VI.2.2.</b>	<b>RESULTATS – AJUSTEMENT DES COEFFICIENTS DE STRICKLER .....</b>	<b>34</b>
<b>VI.3.</b>	<b>MODELISATION DES CRUES DE REFERENCE .....</b>	<b>35</b>
<b>VI.4.</b>	<b>ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE .....</b>	<b>38</b>
<b>VI.5.</b>	<b>EVALUATION DES INCERTITUDES.....</b>	<b>42</b>
<b>VI.5.1.</b>	<b>SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE DEBIT.....</b>	<b>43</b>
<b>VI.5.2.</b>	<b>SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE COEFFICIENTS DE STRICKLER.....</b>	<b>45</b>
<b>VI.5.3.</b>	<b>SENSIBILITE AUX VARIATIONS DU COEFFICIENT DE DEVERSEMENT DU DEVERSOIR LATERAL .....</b>	<b>47</b>

---

<b><u>VI.5.4. ANALYSE DE SENSIBILITE A LA CONDITION LIMITE AVAL .....</u></b>	<b><u>48</u></b>
<i>VII. Cartographie de la zone inondable et des aléas.....</i>	<i>50</i>
<b><u>VII.1. CARTE DES ISO-COTES, ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES .....</u></b>	<b><u>50</u></b>
<b><u>VII.2. CARTE DES ALEAS .....</u></b>	<b><u>51</u></b>
<i>VIII. Cartes .....</i>	<i>53</i>
<i>IX. Annexes.....</i>	<i>56</i>

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Linéaire total de cours d'eau étudié sur le Creek Lucky.....	6
Figure 2 : Aléas de référence sur le secteur d'étude pour la crue centennale.....	7
Figure 3 : Précipitations moyennes annuelles (1991-2000 en mm) reconstituées par la méthode Aurhély (source Météo France).....	16
Figure 4 : Synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR.....	21
Figure 5 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR.....	22
Figure 6 : Comparaison des débits calculés pour le bassin versant du Creek Lucky.....	24
Figure 7 : Profil en travers du Creek Lucky en amont de la RT1 (P5 et P5.1).....	29
Figure 8 : Profil en travers du Creek Colardeau en amont de la RT1 (P1.1).....	30
Figure 9 : Calage du modèle hydraulique sur les laisses de crue - Creek Lucky.....	35
Figure 9 : Calage du modèle hydraulique sur les laisses de crue - Fossé rive droite.....	35
Figure 10 : Lignes d'eau calculées pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans sur le Creek Lucky.....	37
Figure 11 : Profil en travers P15 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans.....	38
Figure 12 : Profil en travers P12 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans.....	38
Figure 13 : Profil en travers P9 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans.....	39
Figure 14 : Profil en travers P5, situé en amont de la route du Sud (source HEC RAS).....	40
Figure 15 : Profil en travers P5.1, situé en rive droite du déversoir dans la prolongation du profil P5 (Fossé Rive Droite).....	40
Figure 16 : Profil en travers P3, situé en aval de la route du Sud (source HEC RAS).....	41
Figure 17 : Profil en travers P3.1, situé en rive droite du déversoir dans la prolongation du profil P3.....	41
Figure 18 : Analyse de sensibilité aux variations de débit (Ligne d'eau de référence en bleu) – Creek Lucky – T=100 ans.....	44
Figure 19 : Analyse de sensibilité aux variations des coefficients de Strickler – Creek Lucky – T=100 ans.....	46
Figure 20 : Analyse de sensibilité aux variations du coefficient de déversement – Creek Lucky – Zoom au droit des profils P2 à P6.....	47
Figure 21 : Analyse de sensibilité aux variations du coefficient de déversement – Fossé Rive droite.....	48
Figure 22 : Analyse de sensibilité à la condition limite aval – Creek Lucky – T=100 ans.....	49
Figure 23 : Illustration de la consolidation de la carte des hauteurs d'eau avec le creek Colardeau.....	51

## LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Localisation du secteur d'étude.....	11
Planche 2 : Localisation des bassins versants.....	12
Planche 3 : Plan des profils modélisés.....	32
Planche 4 : Synoptique hydraulique.....	33

# I. AVANT-PROPOS

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, la Ville du Mont Dore a réalisé une étude de zones inondables sur une partie du lotissement de Plum impacté par les débordements du Creek Lucky (« Etude des zones inondables sur le Creek Lucky – Secteur de Plum », GINGER SOPRONER, 2011).

Cette étude portait sur un linéaire de cours d'eau de 580 ml environ. Ce linéaire n'étant pas suffisant pour appréhender les problématiques de débordements sur la totalité des zones urbanisées, la Province Sud, avec la participation de la Nouvelle-Calédonie a missionné GINGER SOPRONER pour la réalisation d'un complément d'étude afin d'étendre le secteur d'étude en amont.

Le linéaire total de cours d'eau étudié est porté à 1800 ml comme présenté sur la Figure 1.

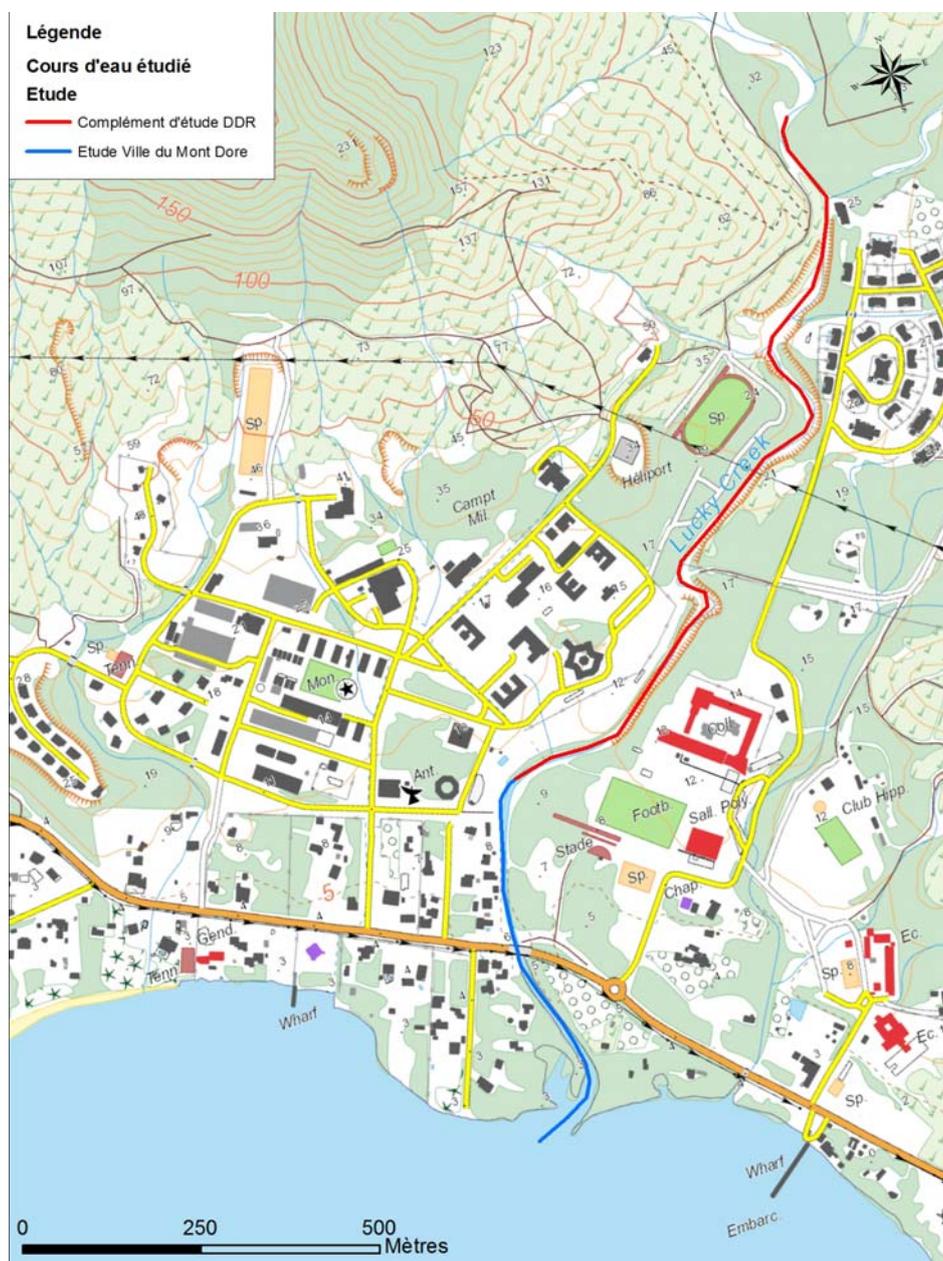


Figure 1 : Linéaire total de cours d'eau étudié sur le Creek Lucky

Il est à noter que ce quartier a déjà fait l'objet au préalable de différentes études hydrauliques :

- **Etude des zones inondables du Creek Lucky (SOGREAH – 2001).** Cette étude a permis la délimitation des zones inondables décennale, trentennale, et centennale principalement en rive gauche du Creek Lucky.
- **Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont Dore (SOGREAH – 2010).** Cette étude a permis la délimitation des zones inondables et des aléas d'inondation sur le Creek Colardeau.

Les cartographies issues de ces différentes études sont indiquées sur la figure ci-dessous.

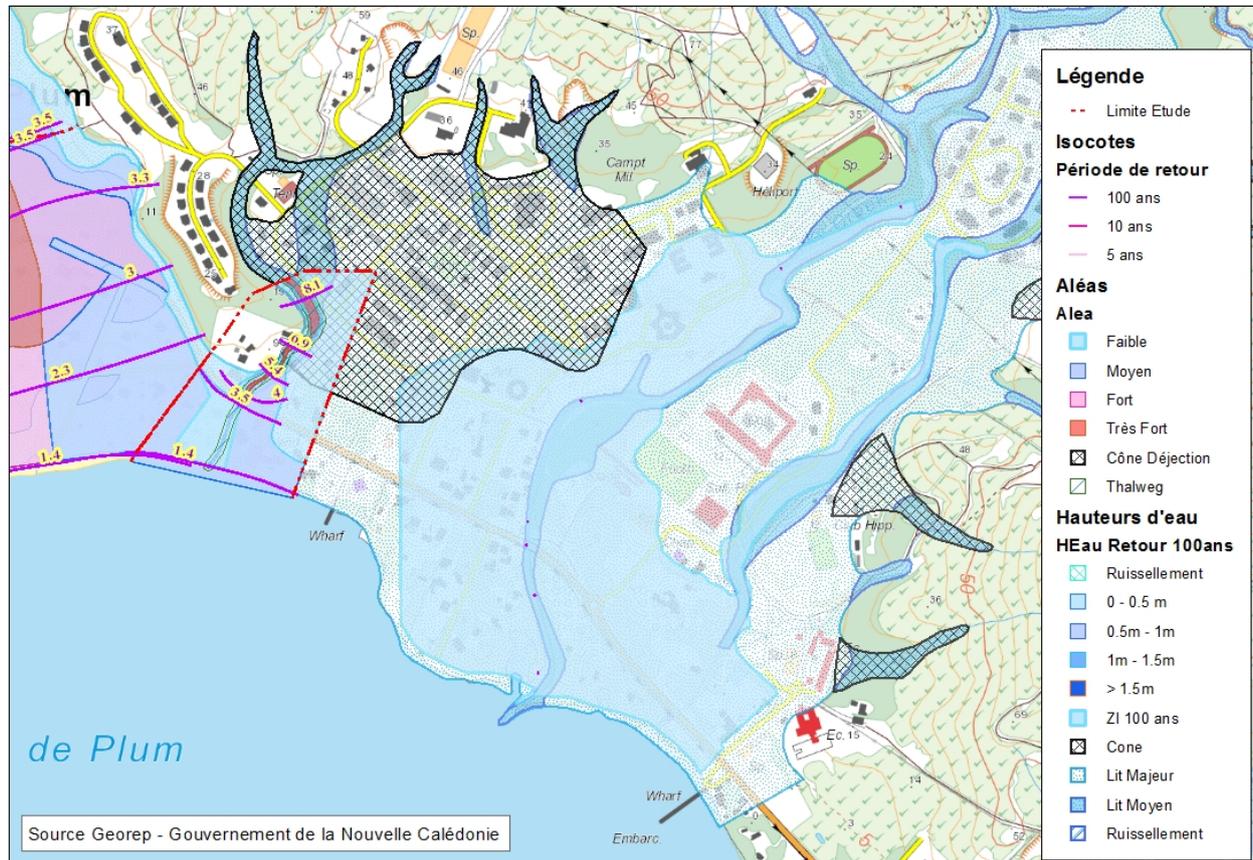


Figure 2 : Aléas de référence sur le secteur d'étude pour la crue centennale

La présente étude a donc pour objectif de réaliser la cartographie des zones inondables et plus précisément la cartographie des aléas inondation du creek Lucky sur le quartier de Plum pour la crue centennale.

Un aléa est la probabilité d'occurrence en un point donné d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Les inondations, glissements de terrains, tornades sont des exemples de phénomènes naturels.

Sur une zone soumise à un aléa, l'ensemble des activités, des biens, des personnes représente l'enjeu. Celui-ci est entre autres caractérisé par sa vulnérabilité à l'aléa, c'est-à-dire l'ampleur des dommages que l'enjeu est susceptible de subir.

Un risque est la confrontation d'un aléa avec des enjeux.

A noter que le secteur voisin situé à proximité en rive droite du creek Lucky a également fait l'objet d'une étude du cône de déjection situé sur la partie amont du creek Colardeau à proximité du

RIMAP (Etude des cônes de déjection sur la commune du Mont Dore – SOPRONER – 2014) ;  
Cette étude a permis de caractériser les aléas liés aux inondations torrentielles.

L'étude se décompose ainsi en trois phases :

- la phase 1 comprend la collecte des données existantes, les reconnaissances de terrain, l'établissement du programme de levés topographiques à réaliser, l'étude hydrologique devant permettre de déterminer les débits de période de retour 5, 10 et 100 ans ;
- la phase 2 consiste en la construction et le calage du modèle hydraulique, puis la modélisation des débits de pointe de période de retour 5, 10 et 100 ans ;
- la phase 3 a pour objet la réalisation des cartographies des zones inondables et en particulier en la réalisation de la carte des aléas d'inondation.

---

---

## II. LISTE DES DONNÉES D'ENTRÉE

---

---

Les données collectées et utilisées dans le cadre de cette étude sont listées ci-dessous :

- « Etude des zones inondables du Creek Lucky » – SOGREAH – 2001,
- « Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore » - SOGREAH – 2010,
- « Etude des zones inondables sur le Creek Lucky – Secteur Plum » - SOPRONER – 2011 pour le compte de la Ville du Mont Dore (Dossier n°A001.11027),
- Données topographique au 1/2000<sup>ème</sup> (BDTOPO) datant de 2012 (source : GIE SERAIL). Ces données incluent également des données au 1/500<sup>ème</sup> notamment pour les voiries et les infrastructures publiques,
- Levés topographiques des ouvrages et profils en travers sur la partie aval du creek Lucky réalisés en décembre 2011 dans le cadre de l'étude SOPRONER de 2011 par le cabinet de topographie R. BAYLE,
- Levés topographiques des profils en travers réalisés en janvier 2015 dans le cadre de cette étude par le cabinet de topographie R. BAYLE,
- Caractéristiques de la station hydrométrique de la Coulée (source : Recueil des débits caractéristiques, DAVAR, 2009),

---

---

### III. PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ÉTUDE

---

---

Le secteur d'étude concerne le creek Lucky, de l'amont du terrain militaire jusqu'à son embouchure en baie de Plum. Le linéaire de cours d'eau étudié représente environ 1800 m pour le creek Lucky

→ cf. Planche 1

Le secteur du Creek « Colardeau » étant situé à proximité immédiate, le modèle et les résultats de l'étude hydraulique réalisée et validée en 2010 sur ce cours d'eau, ont été réutilisés directement afin de réaliser le raccordement des cartographies des zones inondables (aléas) et de disposer d'une cartographie des aléas cohérente sur la zone aval proche des embouchures.

---

#### III.1. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

---

Les bassins versants (cf. Planche 2) drainés par les Creek Lucky et Colardeau, qui trouvent pour chacun leur exutoire en baie de Plum, présentent les caractéristiques suivantes :

	Creek Lucky	Creek Colardeau
<b>Surface drainée (km<sup>2</sup>)</b>	6.8	0.46
<b>Plus long chemin hydraulique (m)</b>	4800	1800
<b>Altitude maximale (m)</b>	520	380
<b>Pente pondérée du plus long chemin hydraulique (%)</b>	4.5	12

Les surfaces drainées par chacun des deux creek présentent des versants très pentus (pente supérieure à 25%). Les fonds de vallées et cours d'eau sont eux aussi assez pentus.

Ces bassins versants sont restés naturels sur leur partie amont, avec une végétation de type maquis prédominante.

En aval, l'urbanisation est développée sur le quartier de Plum.

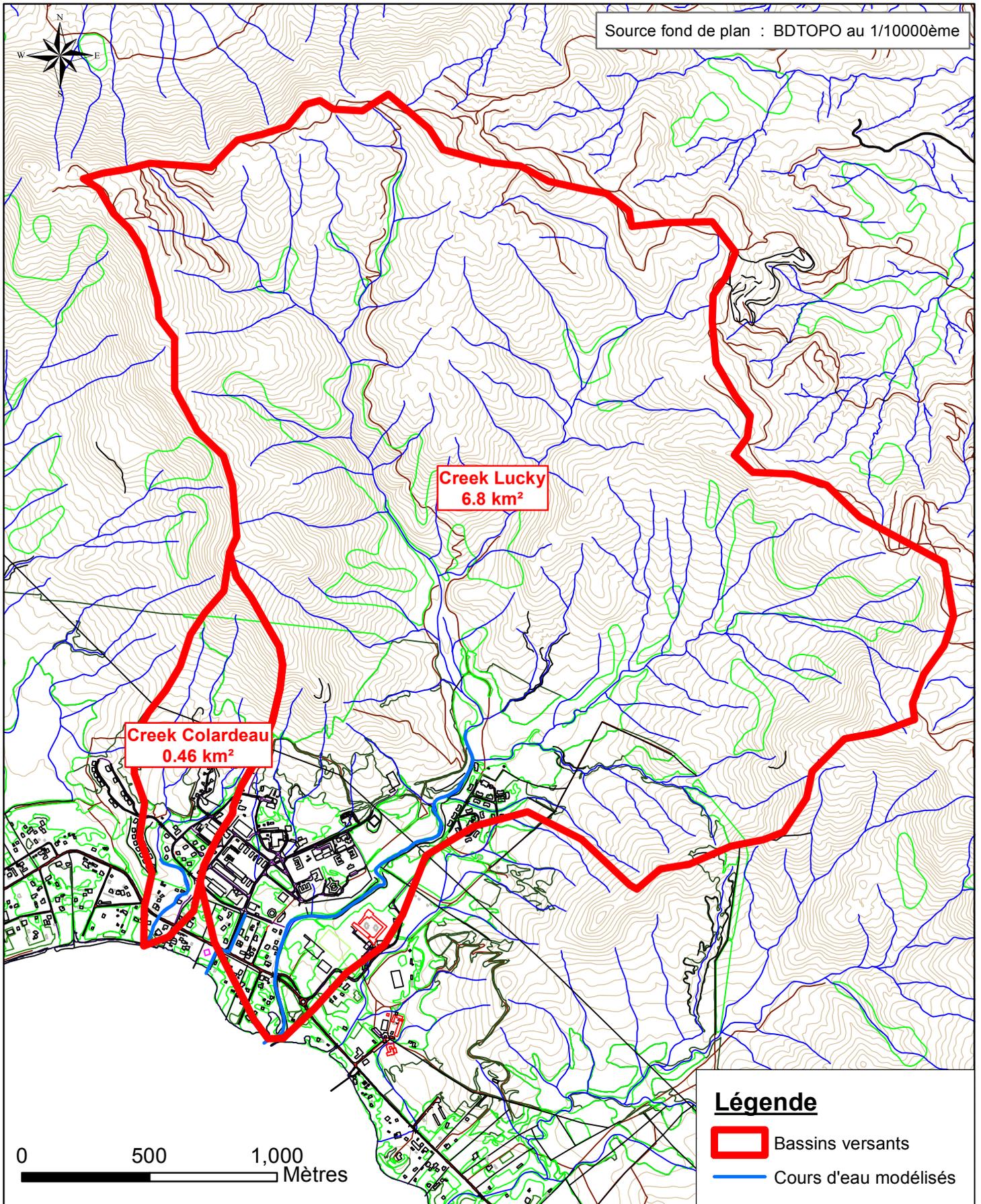


**Etude des zones inondables sur le Creek Lucky**  
**Planche 1 : Localisation du secteur d'étude**



Dessinateur : MB  
Affaire N° : A001.14051  
Fichier : Planche1 - Secteur etude.mxd

Format : A4  
Echelle :  
1:7000



**Etude des zones inondables sur le Creek Lucky**  
**Planche 2 : Localisation du bassin versant**

### III.2. DESCRIPTION DES COURS D'EAU

Les cours d'eau étudiés sont présentés ci-dessous :

<b>Creek Lucky</b>		
<b>Lit Majeur</b>	<p>Sur le tronçon étudié, le lit majeur est faiblement urbanisé (collège de Plum en rive gauche et RIMAP en rive droite avec quelques habitations). Les constructions, clôtures, haies... représentent des obstacles à l'écoulement. En rive gauche, le lit majeur est très végétalisé.</p> <p>Les conditions d'écoulement seront donc par la suite considérées comme moyennement favorables en lit majeur.</p>	
<b>Lit mineur</b>	<p>D'une manière générale, les lits mineur et moyen sont très encombrés.</p> <p>Sur la partie aval du secteur d'étude (aval du collège de Plum), les berges du lit mineur sont encombrées par de la végétation haute et dense qui freine les écoulements. Les conditions d'écoulement sont peu favorables sur ce tronçon.</p> <p>En aval de la Route du Sud, le lit mineur est plus dégagé et bien marqué, les conditions d'écoulement seront meilleures.</p> <p>Sur la partie amont du secteur d'étude (en amont du collège de Plum), le lit est bien marqué et relativement propre. Des dépôts de gros blocs sont présents. Les berges sont hautes et très abruptes.</p> <p>La végétation arbustive dense qui constitue le lit moyen sur la totalité du linéaire étudié ne permettra pas un bon écoulement des eaux.</p>	<p style="text-align: center;">Lit mineur en aval</p>  <p style="text-align: center;">Lit mineur en amont</p> 
<b>Ouvrages</b>	<p>Un ouvrage permet le franchissement du creek par la Route du Sud (OH2). Il est constitué d'un tablier béton d'une longueur totale d'environ 20 m soutenu par un pilier central d'un mètre de diamètre.</p>	

	<p>Un radier en béton traversé par 9 buses de diamètre Ø600 est présent sur la partie amont du secteur d'étude à proximité du camp militaire.</p>	<p>Ouvrage de franchissement de la RP</p>  <p>Radier amont sur terrain militaire</p>
<p><b>Enjeux</b></p>	<p>Les enjeux sont nombreux sur ce secteur urbanisé. Plusieurs habitations ainsi que des infrastructures publiques sont potentiellement situées en zone d'expansion des crues du creek Lucky.</p>	

Fossé RD		
<p><b>Lit Majeur</b></p>	<p>Le lit majeur est densément loti le long du fossé, avec la présence d'habitations. Les écoulements se produisent depuis la rive droite du Creek Lucky vers le fossé RD. Les constructions, clôtures, haies... représentent des obstacles à l'écoulement.</p>	
<p><b>Lit mineur</b></p>	<p>En aval de la RP1, un fossé de gestion des eaux pluviales canalise les écoulements. En amont de la RP1 en revanche, il n'y a pas de talweg marqué.</p>	
<p><b>Ouvrages</b></p>	<p>Une buse Ø1000 est présente sous la Route du Sud.</p>	
<p><b>Enjeux</b></p>	<p>Les enjeux sont nombreux sur ce secteur urbanisé. Plusieurs habitations ainsi que des infrastructures publiques sont potentiellement situées en zone d'expansion des crues.</p>	

<b>Creek Colardeau</b>		
<b>Lit Majeur</b>	Comme sur le Creek Lucky, le lit majeur est légèrement urbanisé. Les constructions, clôtures, haies... représentent des obstacles à l'écoulement.	
<b>Lit mineur</b>	<p>En amont de l'ouvrage de franchissement, le creek s'apparente à un fossé assez peu marqué.</p> <p>En aval, du franchissement de la route du Sud, le lit mineur est artificiel : un canal bétonné reprend les débits drainés.</p>	
<b>Ouvrages</b>	Un ouvrage permet le franchissement du creek par la route du Sud (OH1). Il est constitué d'un tablier béton traversé par un cadre de 0.90 m (V) x 1.50 m (H).	
<b>Enjeux</b>	Les enjeux sont nombreux sur ce secteur urbanisé. Plusieurs habitations ainsi que des infrastructures publiques sont potentiellement situées en zone d'expansion des crues du creek Colardeau.	

## IV. ANALYSE PLUVIOMÉTRIQUE ET HYDROMÉTRIQUE

### IV.1. PLUVIOMÉTRIE

#### IV.1.1. Contexte pluviométrique

Comme illustré sur la carte ci-dessous, il existe un fort gradient pluviométrique entre le littoral et les zones montagneuses beaucoup plus humides. La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant étudié est globalement de l'ordre de 1600-2000 mm.

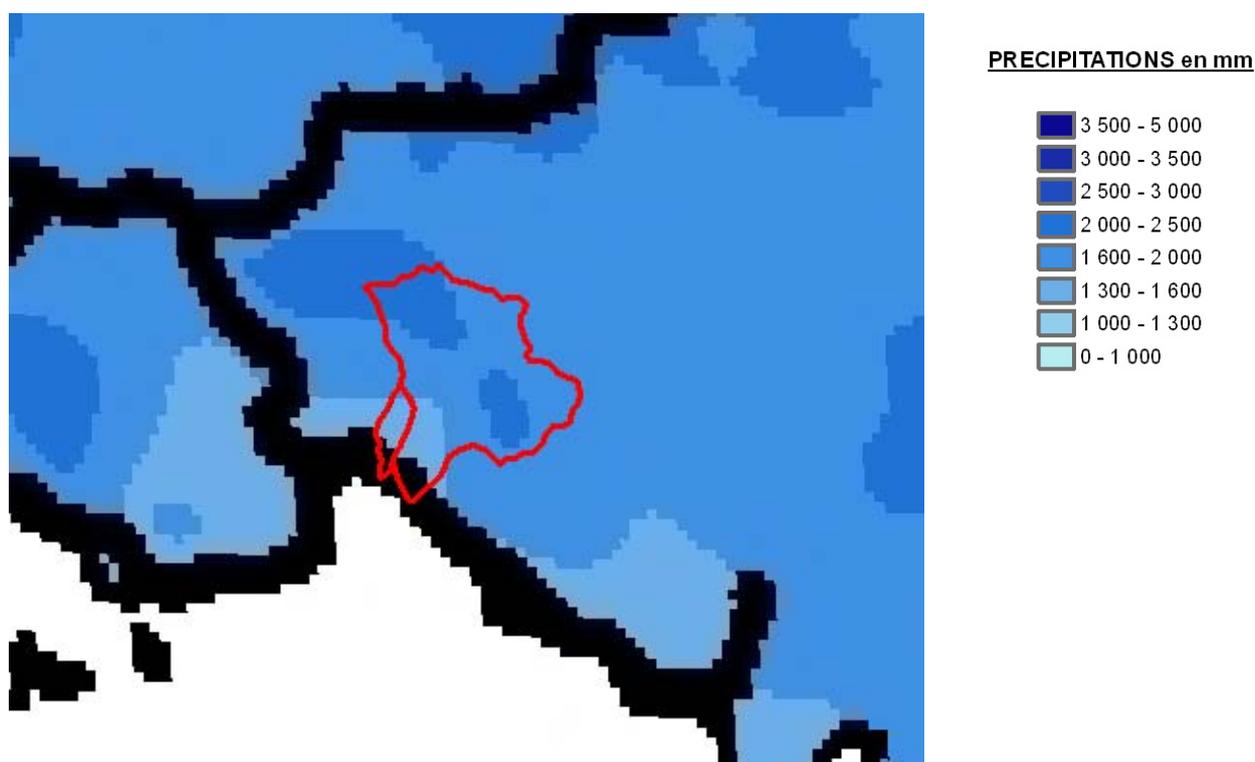


Figure 3 : Précipitations moyennes annuelles (1991-2000 en mm) reconstituées par la méthode Aurhély (source Météo France)

Comme sur la plupart des postes de Nouvelle-Calédonie, il existe une grande variabilité des précipitations entre la saison pluvieuse de janvier à mars (plus de 100 mm par mois) et la saison sèche de septembre à novembre (moins de 50 mm par mois).

#### IV.1.2. Données pluviométriques disponibles

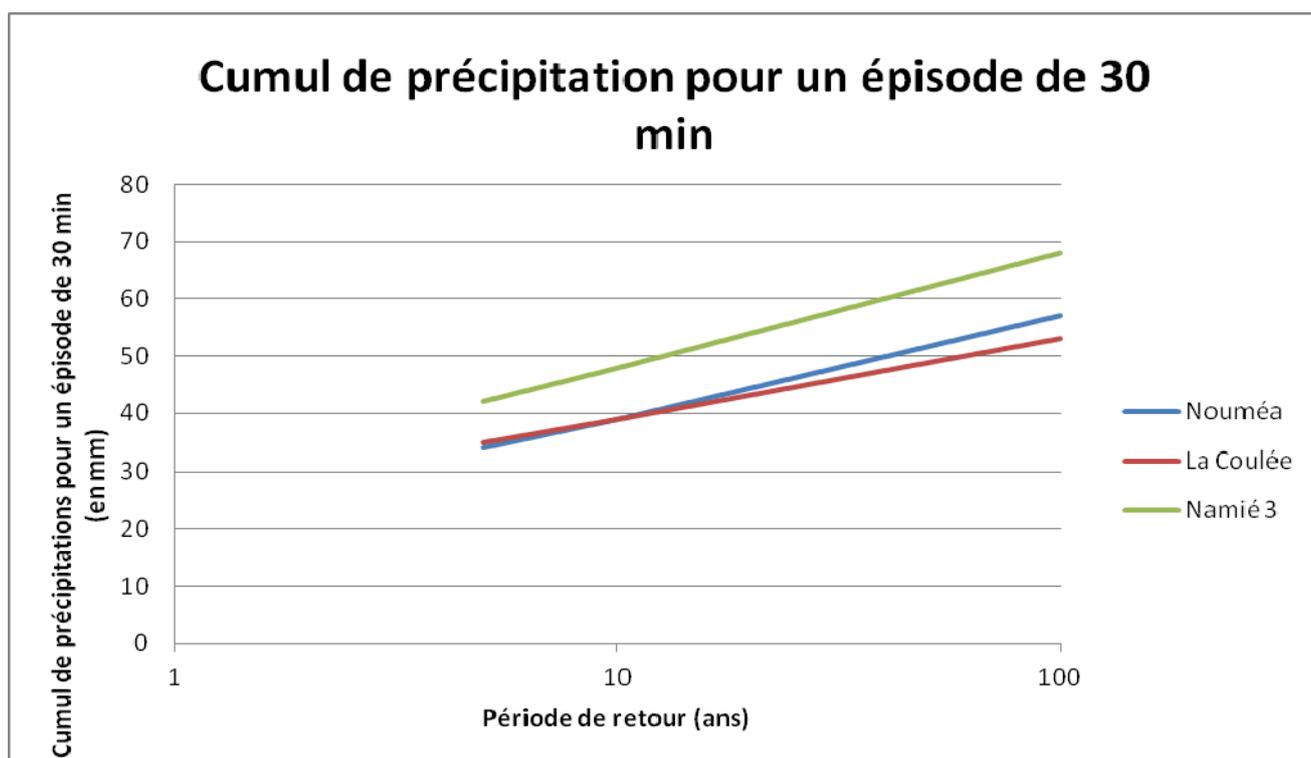
Les postes pluviométriques de La Coulée et Nouméa se situent à proximité des secteurs étudiés.

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 caractéristiques de ces postes sont les suivantes :

Poste pluviométrique	Durée d'observation	Altitude du poste (m)	Cumul de précipitation pour un épisode de 30 min (en mm)*		
			T= 5 ans	T= 10 ans	T=100 ans
Nouméa	50 ans	69 m	34	39	57
La Coulée	15 ans	9 m	35	39	53
Namié 3	14 ans	420 m	42	48	68

\* Ces données sont fournies pour un épisode de 30 min, cette durée correspondant au temps de concentration du bassin versant du Creek Lucky (cf. §III.2.1.2).



Pour les épisodes de 30 min, les stations de la Coulée et Nouméa présentent des ajustements assez similaires. Les ajustements de la station Namié 3 sont sensiblement supérieurs, ce qui est cohérent avec la position de ce poste (altitude plus élevée, poste situé plus en retrait dans la chaîne).

Les valeurs de la station de Nouméa, qui sera plus représentative du bassin versant de part son altitude « moyenne », seront appliquées dans les calculs de débits par la méthode rationnelle.

## IV.2. ESTIMATION DES DÉBITS THÉORIQUES

Le Creek Colardeau ayant fait l'objet d'une étude hydraulique en 2010, les débits théoriques n'ont pas été réévalués dans la mesure où, depuis 2010, aucun événement majeur ne justifie de reprendre cette analyse. Les débits modélisés sur ce Creek seront donc ceux obtenus par SOGREAH à l'aide de la méthode SPEED, à savoir :

	Débit (m <sup>3</sup> /s)
T= 10 ans	16
T=100 ans	27

Le Creek Lucky a lui aussi déjà fait l'objet d'une étude hydrologique, cependant celle-ci datant de 2001, les débits ont été actualisés avec les données hydrométriques et pluviométriques récentes.

Ces débits de crue sont estimés par plusieurs approches :

- La méthode rationnelle,
- L'utilisation de la loi d'ajustement des débits centennaux sur la Côte Ouest (source DAVAR),
- Une méthode de transposition sur les stations hydrométriques voisines,
- La méthode SPEED a aussi été appliquée à titre de comparaison avec l'étude réalisée en 2010 par SOGREAH.

#### IV.2.1. Méthode rationnelle

##### IV.2.1.1. Principe de la méthode

La méthode rationnelle est généralement adaptée aux petits bassins versants, même si certains auteurs suggèrent son utilisation pour des superficies de bassins versants allant jusqu'à 250 km<sup>2</sup>. 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 rattaché à l'occupation du sol 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, le coefficient de ruissellement
- i (tc), l'intensité pluviométrique associée à la période de retour de l'événement pluvieux et au temps de concentration du bassin (mm/h) (cf. paragraphe précédent pour le choix de l'intensité pluvieuse retenu)
- A, la superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)
- Q, le débit de pointe (m<sup>3</sup>/s)

#### IV.2.1.2. Coefficient de ruissellement

L'estimation des débits de crue nécessite de plus 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.

Les coefficients de ruissellement retenus par la suite sont les suivants :

Occurrence	Coefficient de ruissellement
5 ans	0,5
10 ans	0,6
100 ans	0,9

*Coefficients de ruissellement utilisés*

#### IV.2.1.3. Temps de concentration

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

Les formules utilisées ci-après sont précisées en Annexe 2.

##### ⇒ 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 km<sup>2</sup>.

##### ⇒ Formule de Ventura

Cette méthode est généralement utilisée pour des bassins versants de superficie supérieure à 40 km<sup>2</sup>.

##### ⇒ Formule de Passini

Cette méthode est généralement utilisée pour des bassins versants de superficie supérieure à 10 km<sup>2</sup>.

##### ⇒ 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 2m/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 (km <sup>2</sup> )	Pente (m/m)	Longueur (m)	Longueur tronçon pente < 15%	Ventura		Kirpich		Passini		Méthode des transferts	
					Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)
Creek Lucky	6.8	0.045	4800	2440	1.6	0.9	0.7	1.8	1.6	0.8	0.5	2.7

Les valeurs obtenues par ces différentes approches diffèrent sensiblement. La « méthode des transferts » présente l'avantage d'avoir été validée sur des conditions hydrologiques locales, tandis que les autres méthodes reposent sur des analyses de comportements de bassins versants en Europe ou aux Etats-Unis.

Par mesure sécuritaire, le temps de concentration retenu sera issu de cette méthode.

**Le temps de concentration retenu est de 30 min (0.5 h).**

#### IV.2.2. Méthode de transposition

Il s'agit d'une méthode qui utilise une simple transposition des données hydrométriques d'un bassin versant connu (de débit  $Q_2$  et de surface  $S_2$ ) à un bassin versant inconnu (de débit  $Q_1$  et de surface  $S_1$ ) :

$$Q_1 = \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^n \cdot Q_2$$

Le coefficient de transposition « n », généralement compris entre les valeurs 0,6 et 0,8, est pris égal à 0,75. Cette valeur a été calée en Nouvelle Calédonie à l'aide des ajustements de Gumbel effectués pour les débits centennaux utilisant les 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie.

Les bassins versants de référence (localisation géographique et pluviométrie proches) où des données hydrométriques sont disponibles sont ceux de La Coulée et de Namié.

Les caractéristiques de ces stations sont les suivantes (cf. Annexe 1) :

Station hydrométrique	Superficie drainée (km <sup>2</sup> )	Altitude moyenne du bassin versant	Durée d'observations	Débit max jaugé
La Coulée	44	331 m	15 ans	146 m <sup>3</sup> /s
Namié 3	2.3	-	13 ans	4 m <sup>3</sup> /s

Même si le bassin versant de Namié serait morphologiquement plus adapté, cette station ne dispose que de 13 années d'observations. De plus, les ajustements réalisés ne sont pas complètement satisfaisants puisque les ajustements de Gumbel ne tiennent pas compte de la crue d'octobre 2001 et l'ajustement à la loi des extrêmes généralisée (GEV), bien qu'il semble le plus adapté à l'échantillon, est moins robuste que les ajustements de Gumbel.

Il a donc été choisi de retenir la station de la Coulée.

Sur cette station hydrométrique, les débits « observés » ont fait l'objet de 2 ajustements de Gumbel différents :

- Une hypothèse basse qui présente un ajustement basé sur les débits observés inférieurs à 200 m<sup>3</sup>/s
- Une hypothèse haute qui prend en considération les débits des principaux cyclones sur le secteur

Les débits de crues théoriques calculés selon ces 2 hypothèses sont les suivants :

Station hydrométrique	Crue 5ans (m3/s)	Crue 10 ans (m3/s)	Crue 100 ans (m3/s)
La Coulée – Hyp Basse	260	335	570
La Coulée – Hyp Haute	400	550	1020

#### IV.2.3. Loi d'ajustement des débits centennaux sur la cote ouest (source DAVAR)

La méthode proposée ci-après repose sur une analyse plus globale, à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie réalisée par la DAVAR (Source : *Courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart sud-ouest de la Nouvelle Calédonie La Foa La Coulée – DAVAR – février 2006*)

La DAVAR a établi un certain nombre de fiches techniques relatives aux caractéristiques de stations hydrométriques dont elle a la gestion. Par le biais des mesures réalisées sur ces stations hydrométriques, des ajustements statistiques ont permis la détermination des débits théoriques de crues. La synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie est présentée ci-après. Il ressort de ces corrélations que les débits de crue centennale des cours d'eau de la côte Ouest peuvent être estimés par la loi suivante :

$$Q_{100} = 55,051 \cdot S^{0.75}$$

Où  $Q_T/S^{0.75}$  sera nommé par la suite coefficient régional de période de retour T.

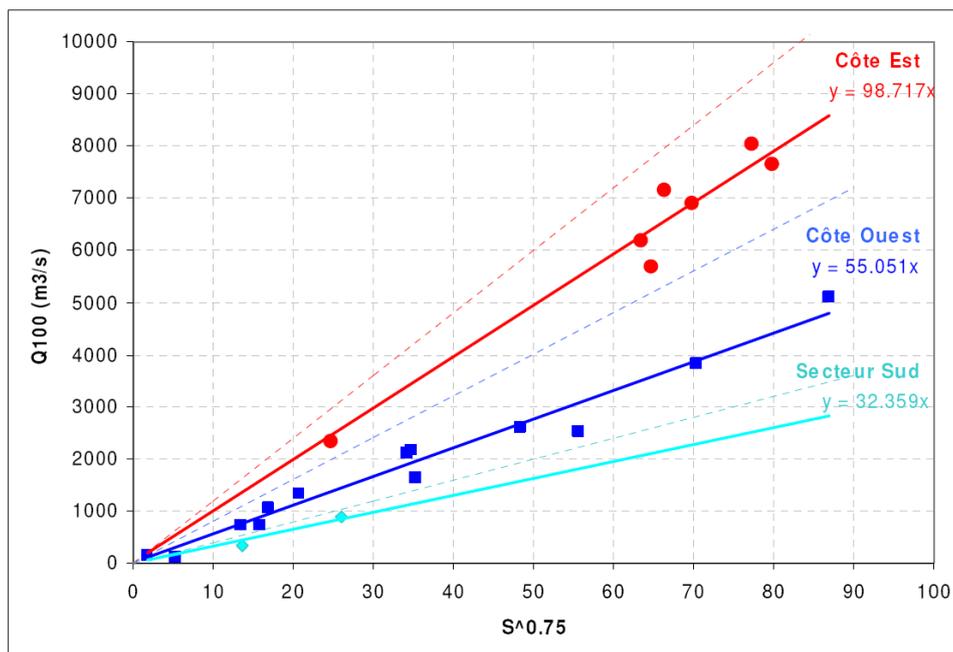


Figure 4 : Synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR

Les débits caractéristiques de crues pour différentes périodes de retour peuvent se déduire facilement via des coefficients de proportionnalité relativement stables à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Ajustements réalisés par la DAVAR, cf. graphique suivant).

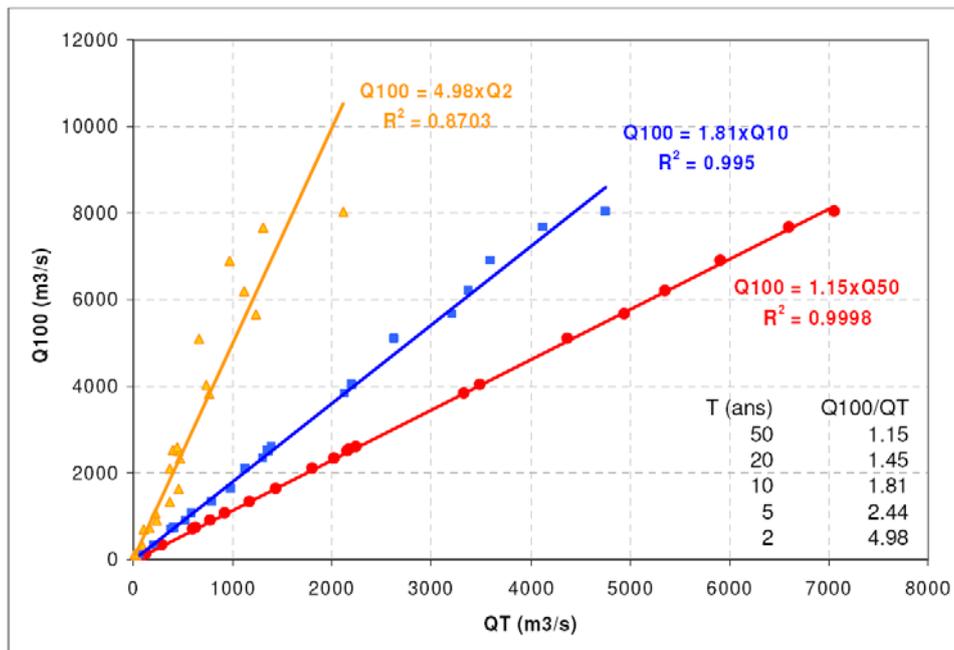


Figure 5 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR

#### IV.2.4. Méthode SPEED

Cette méthode développée par SOGREAH s'exprime sous la forme :

$$Q_T = \frac{S^{0.75}}{12} (P_T - P_0)$$

Avec :

- Q<sub>T</sub> : débit de pointe de période de retour T (en m³/s)
- S : surface drainée (km²)
- P<sub>T</sub> : pluie journalière de période de retour T (en mm)
- P<sub>0</sub> : seuil probabiliste de ruissellement

Les débits réduits issus de l'« Etude des zones inondables du Creek Lucky » – SOGREAH – 2001, basés sur un ajustement probabiliste médian haut sur les débits réduits de la Tontouta, sont anciens et loin de la zone d'étude. Ils présentent des valeurs excessivement hautes et hors de la fourchette des valeurs obtenues. Ces valeurs ont donc été écartées.

En revanche, les débits réduits actualisés, issus des « Etudes hydrauliques complémentaires sur le Mont-Dore – SOGREAH – 2010 » présentent des valeurs cohérentes. Ils sont basés sur une moyenne des ajustements des débits réduits aux stations de Boulari, Plum et la Coulée. Les résultats sont exploités.

Période de retour	Débit réduit (en mm)
10	345
100	595

Tableau 1 : Débits réduits P<sub>T</sub>-P<sub>0</sub> pour la méthode SPEED, Etude SOGREAH, 2010

#### IV.2.5. Présentation des résultats et débits retenus

Pour rappel, les différentes données relatives au bassin versant du Creek Lucky sont les suivantes :

Données \ Période de retour	5 ans	10 ans	100 ans
Surface du Bassin Versant (km <sup>2</sup> )	6.8		
Temps de concentration (min)	30		
Intensité pluviométrique (mm/h) - station de Nouméa -	68	79	115
Coefficient de ruissellement	0.5	0.6	0.9

Les résultats obtenus par les différentes méthodes utilisées sont présentés sur le tableau et le graphe ci-après :

Débits en m <sup>3</sup> /s Méthode de calcul	Période de retour				
	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Méthode rationnelle - Station Nouméa	64	89	118	157	195
Méthode rationnelle - Station La Coulée	66	89	115	148	181
Méthode rationnelle - Station Namié 3	79	109	144	189	231
Méthode d'analyse de la DAVAR	95	128	160	202	232
Transposition depuis la Coulée - Hyp Basse	64	83	100	123	140
Transposition depuis la Coulée - Hyp Haute	99	136	171	217	251
Methode SPEED 2006-2010		121			209

**Tableau 2 : Evaluation des débits sur le BV du creek Lucky suivant les différentes méthodes**

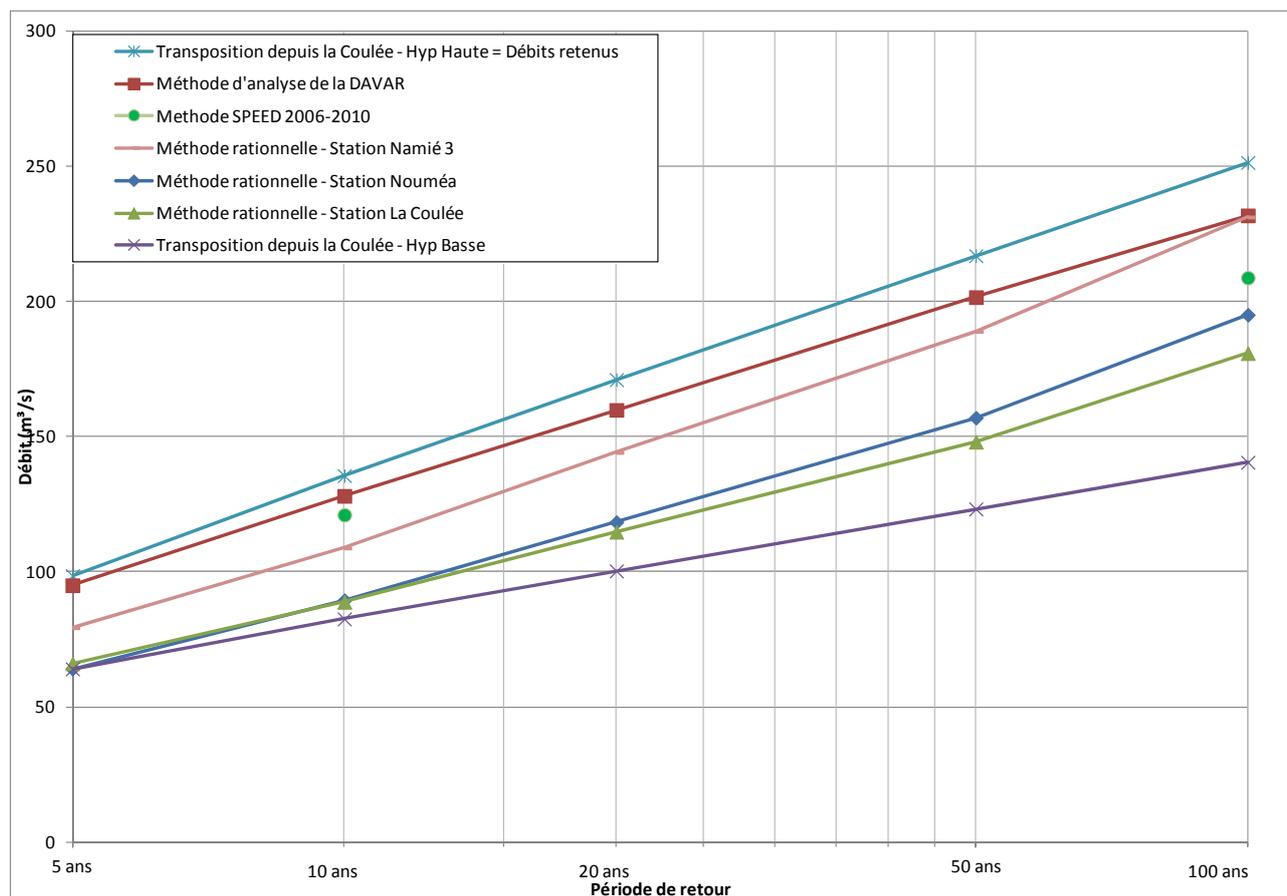


Figure 6 : Comparaison des débits calculés pour le bassin versant du Creek Lucky

L'analyse des différentes méthodes utilisées conduit aux constats suivants :

- Les valeurs obtenues par les différentes méthodes de calcul forment un fuseau cohérent. Les valeurs extrêmes de ce fuseau seront retenues comme les bornes de l'intervalle de « confiance ». Il s'agit de la méthode de transposition depuis La Coulée – hypothèses haute et basse.
- Les résultats issus de la méthode d'analyse de la DAVAR sont proches des valeurs hautes, tandis que les résultats de la méthode SPEED sont médians, les résultats de la méthode rationnelle aux trois stations sont dans la fourchette des valeurs.

**Les valeurs hautes parmi ces différentes méthodes de calcul, issues de la méthode de transposition depuis La Coulée – hypothèse haute, seront retenues pour la détermination de la valeur théorique, à savoir :**

$$Q_{100} = 250 [140-251]$$

$$Q_{10} = 140 [83-136]$$

$$Q_5 = 100 [64-99]$$

Avec :  $Q_T$  : débit pour la période de retour T en  $m^3/s$

Les valeurs indiquées entre crochets représentent « l'intervalle de confiance » des valeurs retenues (elles correspondent aux valeurs minimales et maximales obtenues avec les différentes méthodes).

---

### IV.3. EVALUATION DES DÉBITS DE CRUE HISTORIQUES

---

L'objectif de cette partie est de fournir une évaluation de la période de retour d'évènements réels (et donc de leur débit) pour lesquels des témoignages sont disponibles. Ces évènements seront modélisés en vue d'effectuer le calage du modèle hydraulique.

Sur le secteur d'étude, des laisses de crue ont été répertoriées par la DAVAR, puis confirmées par l'enquête de terrain, elles correspondent à l'évènement cyclonique Anne du 13 janvier 1988 et à l'épisode pluvieux du 2 octobre 2001.

La démarche proposée ci après repose sur deux approches différentes :

- **L'analyse de la période de retour des évènements considérés aux stations hydrométriques de référence** (Dumbéa Nord - La Couvelée pour Anne, Dumbea Est et la Coulée pour l'épisode de octobre 2001).
- **L'analyse de la période de retour des évènements pluvieux** correspondant sur les stations disposant d'enregistrements, pour des durées encadrant le temps de concentration du bassin versant considéré.

Toutefois cette seconde méthode reste approximative. En effet, la période de retour d'un évènement pluvieux n'implique par forcément une période de retour similaire de la crue générée, d'autres paramètres, notamment l'état de saturation du bassin versant, interviennent également.

Sur l'épisode Anne étudié, les données pluviométriques des postes suivants sont disponibles :

- Canon (DAVAR),
- Dumbéa Nord (DAVAR),
- Montagne des Sources (DAVAR),
- La Coulée (DAVAR).

#### IV.3.1. Episode du 2 octobre 2001

Lors de l'épisode pluvio-orageux intense du 2 octobre 2001 qui s'est produit sur le sud de la Grande Terre, des quantités de pluie importantes précipitées en 6h ont été enregistrées sur les stations de Namié, Nouméa et Dumbéa.

⇒ **Analyse hydrométrique**

Les débits observés aux stations de référence présentent les périodes de retour suivantes :

Station	Débit observé (m <sup>3</sup> /s)	Période de retour
La Coulée	114	1 - 2 ans
Dumbéa Est	211	1 - 2 ans

**Tableau 3 : Analyse hydrométrique pour l'épisode pluvieux d'octobre 2001**

⇒ **Analyse pluviométrique**

Les périodes de retour des pluies enregistrées lors de l'épisode pluvieux d'octobre 2001 ont été estimées aux valeurs suivantes :

Durée	1-2h
Pluviomètre	
La Coulée	<2 ans
Montagne des sources	<2 ans

**Tableau 4 : Analyse pluviométrique pour l'épisode pluvieux d'octobre 2001**

⇒ **Synthèse**

Les analyses pluviométriques et hydrométriques sont cohérentes entre elles et montrent que la période de retour de l'évènement d'octobre 2001 a une période de retour en termes de pluie précipitée et en termes de crue générées de l'ordre de 1 à 2 ans.

**Au vu des analyses effectuées précédemment, la période de retour de cet évènement est vraisemblablement de l'ordre de 1 à 2 ans.**

**Au vu de la faible période de retour de cet évènement, il n'a pas été retenu pour le calage du modèle hydraulique.**

### IV.3.2. Episode Anne du 13 janvier 1988

Le cyclone Anne a été particulièrement violent au sud de la Grande-Terre, tant en terme de pluies que de vents, enregistrant de fortes précipitations, jusqu'à 331 mm en 24h à la station pluviométrique de Montagne des Sources.

⇒ **Analyse hydrométrique**

Les débits observés aux stations de référence présentent les périodes de retour suivantes :

Station	Débit observé (m <sup>3</sup> /s)	Période de retour
La Couvelée	680	50 ans
Dumbéa Nord	750	100 ans

**Tableau 5 : Analyse hydrométrique pour l'épisode cyclonique Anne**

⇒ **Analyse pluviométrique**

Les périodes de retour des pluies enregistrées lors de l'évènement Anne ont été estimées aux valeurs suivantes :

Durée	30 minutes
Pluviomètre	
Canon	Entre 50 et 60 ans
Montagne des sources	Entre 30 et 40 ans
Dumbea Nord	Entre 10 et 20 ans

**Tableau 6 : Analyse pluviométrique pour l'épisode cyclonique Anne**

⇒ **Synthèse**

Les analyses pluviométriques aux différentes stations sont relativement disparates et globalement la période de retour de la pluie est inférieure à la période de retour de la crue générée.

**Au vu des analyses effectuées précédemment, la période de retour de cet évènement est vraisemblablement de l'ordre de 50 ans.**

**Le débit ainsi retenu pour la modélisation de cet évènement réel et le calage du modèle hydraulique est de 200 m<sup>3</sup>/s (→cf.Tableau 2 – T=50 ans Transposition depuis La Coulée hypothèse haute : Q<sub>50</sub> = 217 m<sup>3</sup>/s).**

### IV.3.3. Laises de crues historiques

Une enquête complémentaire a été réalisée lors de la visite terrain, dans l'objectif de recueillir des témoignages sur les évènements récents. Les témoignages qui ont pu être obtenus correspondent au cyclone Anne (1988) et à l'épisode d'octobre 2001, qui avaient été repérés par la DAVAR dans le cadre des enquêtes historiques de crue sur la commune du Mont-Dore.

Compte tenu des incohérences entre les niveaux relevés à l'occasion de ces enquêtes complémentaires et les niveaux relevés dans le cadre des enquêtes historiques de crue de la DAVAR, nous avons retenu les données de la DAVAR sur l'épisode Anne pour effectuer le calage du modèle hydraulique

→ cf. **Fiches d'enquêtes historiques de crues en annexe de ce document.**

---

---

## V. PROGRAMME DES LEVÉS TOPOGRAPHIQUES

---

---

Les profils en travers sont des levés topographiques réalisés perpendiculairement à l'écoulement de la rivière. Ils doivent décrire la géométrie du lit mineur et du lit majeur. Implantés à intervalles plus ou moins réguliers, cette série de profils à lever, représentatifs du cours d'eau, doit également permettre de préciser les singularités hydrauliques (ruptures de pente, variation de sections...).

Une fois toutes les données pouvant influencer notablement les écoulements en crue (et donc le choix du positionnement des profils) prises en compte (urbanisations actuelle et future, profils existants), les profils ont été implantés à l'issue de la visite de terrain et de l'analyse des données cartographiques en fonction des singularités hydrauliques constatées sur le secteur.

Le plan des levés topographiques est fourni en Annexe 3.

Le fond de plan au 1/2000<sup>ème</sup> étant disponible sur le secteur, les profils du lit majeur seront extrapolés sur ce fond. Ces données incluent les données au 1/500<sup>ème</sup> disponibles sur le secteur d'étude notamment pour les voiries et infrastructures publiques.

Le lit mineur a quant à lui fait l'objet de levés topographiques par le cabinet de topographie R.Bayle. Les profils en travers P1 à P8 ont été levés dans le cadre de l'étude SOPRONER de 2011 (décembre 2012) et les profils P9 à P16 ont été levés dans le cadre du complément d'étude sur le creek Lucky (janvier 2015).

Au global 16 profils ont donc été levés.

L'ouvrage de franchissement de la RP 1 (OH2) a été levé ainsi que le radier amont.

Le Creek Colardeau n'a pas fait l'objet de levés topographiques complémentaires dans la mesure où la modélisation s'appuie sur le modèle de référence existant validé en 2010 et qui avait nécessité le levé de profil en travers. Les profils levés dans le cadre de cette étude précédente ont à priori peu évolué depuis 2010.

## VI. MODÉLISATION HYDRAULIQUE

### VI.1. CONSTRUCTION DU MODÈLE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL

Les résultats de modélisation du Creek Colardeau ayant été validés en 2010, ils sont réutilisés tels quels. Le modèle hydraulique réalisé sous HEC RAS pour cette étude n'a pas été modifié et a été repris sans modification.

Pour ce qui concerne le Creek Lucky, un modèle hydraulique a été construit sous le logiciel HEC RAS 4.1.0, logiciel filaire unidimensionnel, en régime permanent.

Le modèle s'appuie sur les profils en travers et ouvrage levés lors de la campagne topographique effectuée dans le cadre de cette étude. Le plan des levés réalisés est présenté Annexe 3.

Les profils modélisés sont présentés sur la Planche 3.

#### VI.1.1. Fonctionnement hydraulique particulier en aval

Sur la partie aval du secteur d'étude, les berges naturelles de rive droite du Creek Lucky présentent la particularité d'être surélevées par rapport au lit majeur de rive droite. Cette configuration de « lit en toit » est représentée sur la coupe suivante.

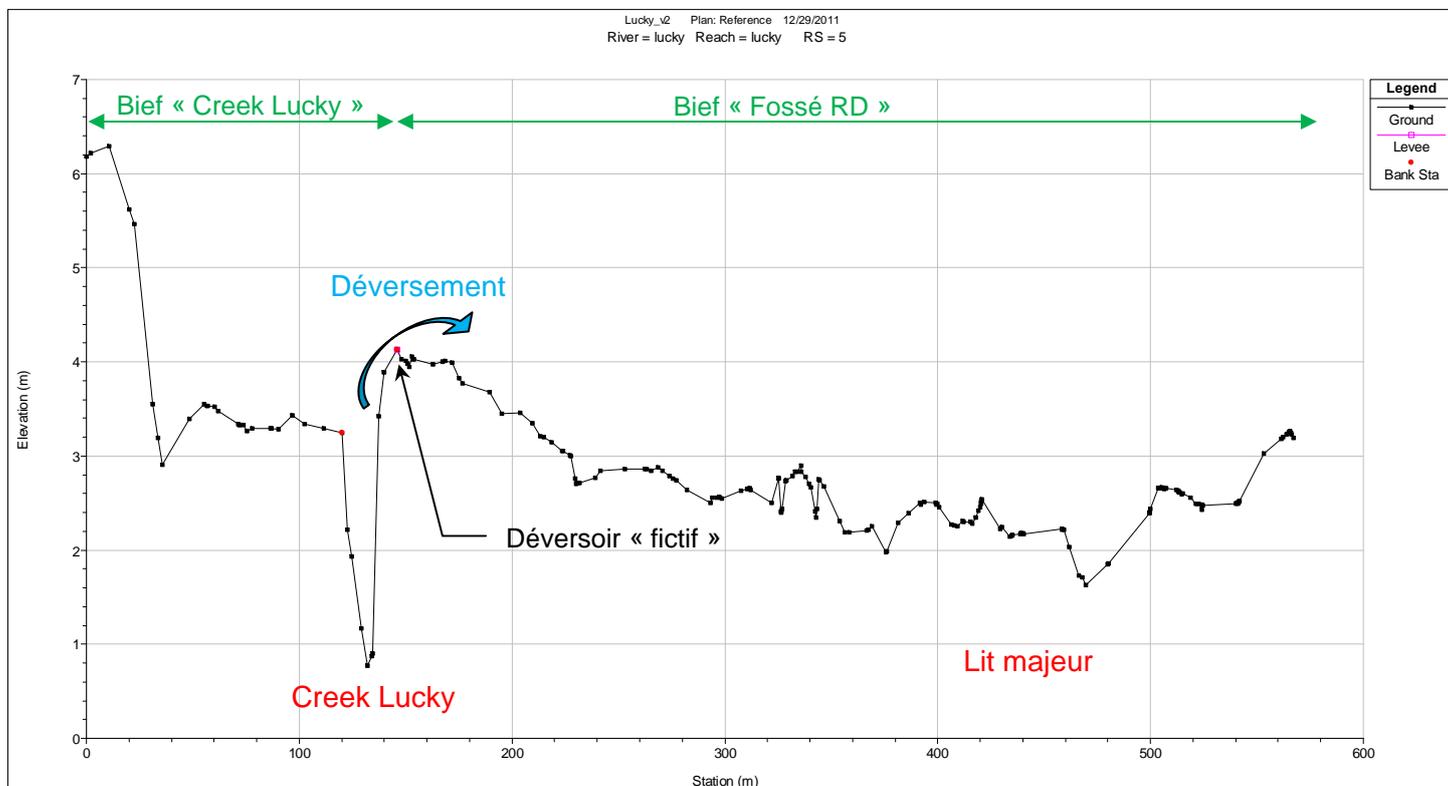


Figure 7 : Profil en travers du Creek Lucky en amont de la RT1 (P5 et P5.1)

Cette configuration d'écoulement est relativement difficile à modéliser avec un logiciel de modélisation unidimensionnelle, qui ne permet pas de tenir compte des écoulements superficiels dans une direction transverse à l'axe principal du lit mineur.

Toutefois, afin de tenir compte de cette particularité topographique et d'évaluer de façon simplifiée les déversements vers les secteurs urbanisés situés en rive droite, un déversoir latéral a été intégré dans le modèle hydraulique. Les cotes de ce déversoir fictif correspondent aux altimétries des points hauts du terrain naturel.

Les débits déversés sont alors repris par les fossés présents en lit majeur en rive droite du Creek Lucky. Ces écoulements secondaires rejoindront directement la mer.

Un schéma synoptique du modèle hydraulique est présenté sur la Planche 4.

Le profil en travers du Creek Colardeau en amont de la RT1 est également indiqué sur la figure suivante.

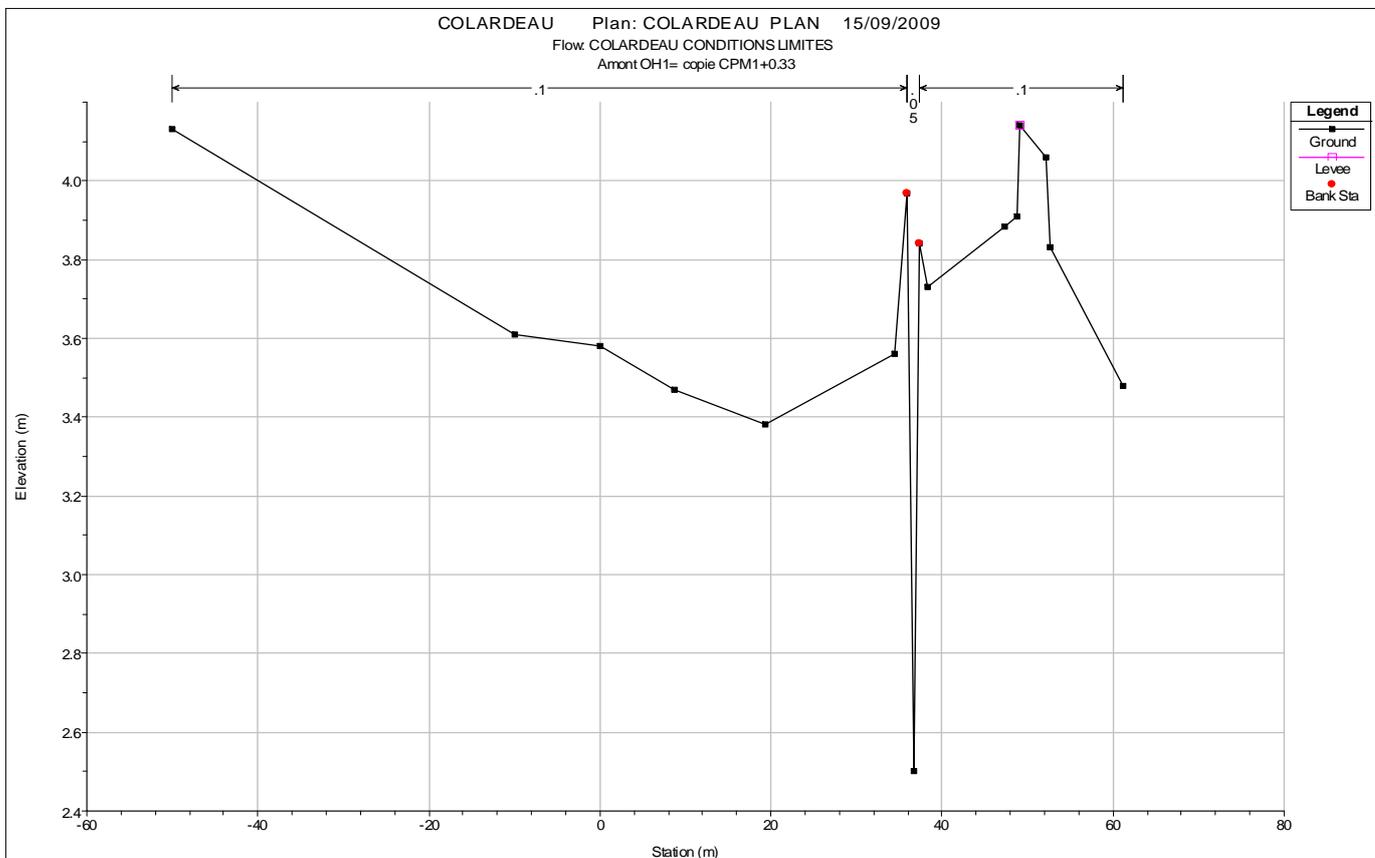


Figure 8 : Profil en travers du Creek Colardeau en amont de la RT1 (P1.1)

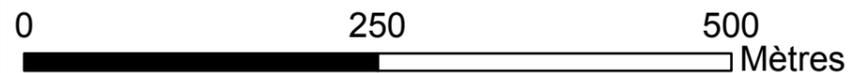
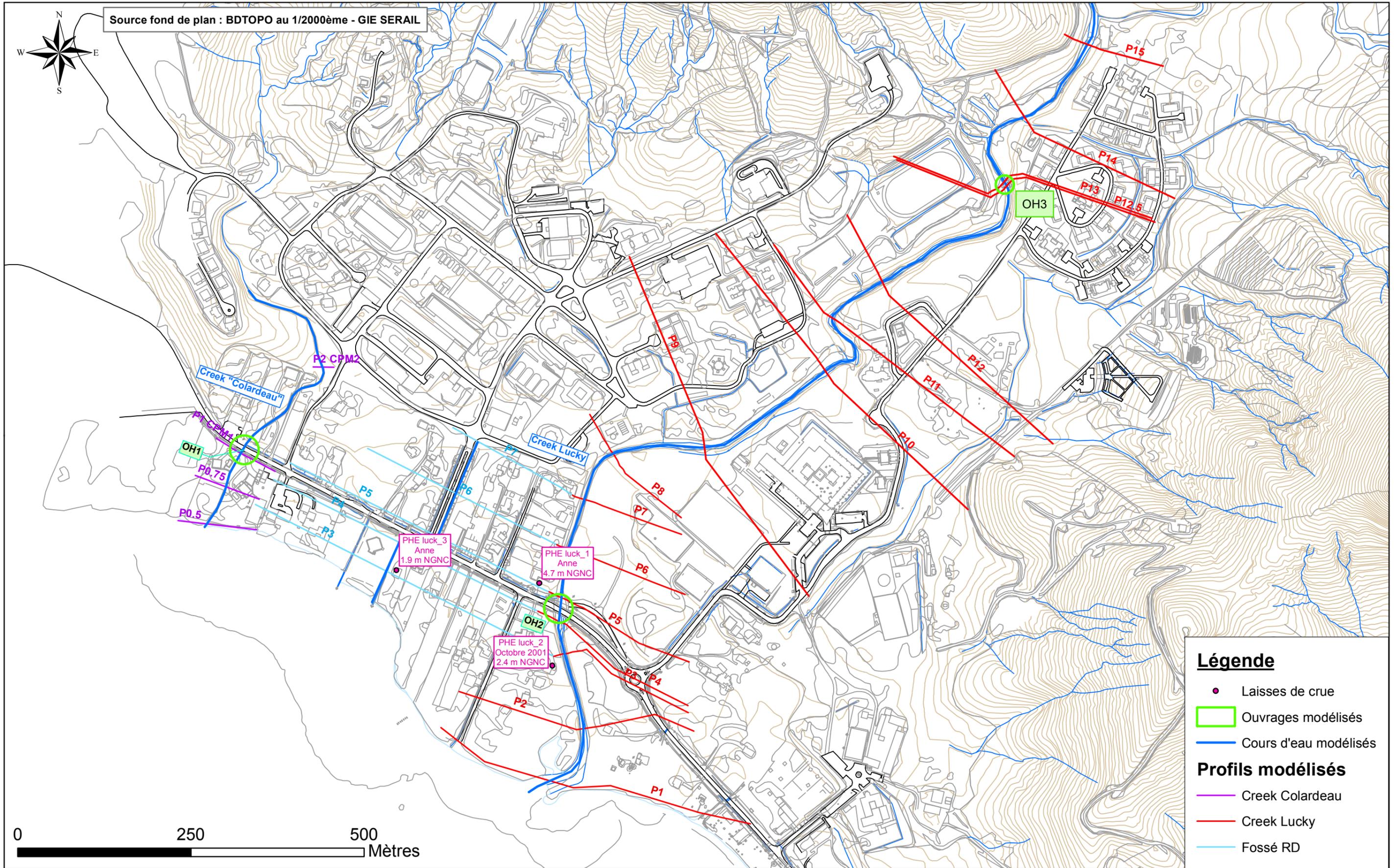
### VI.1.2. Conditions limites

La condition limite amont est de type « hauteur critique ».

Le niveau aval du Creek Lucky correspond au niveau de la mer pour les fortes marées auquel est ajouté une surcote cyclonique, valeurs usuellement utilisées en province Sud pour ce type d'étude. Les conditions limites aval sont donc les suivantes :

<b>Période de retour de la crue</b>	<b>Condition limite aval (m NGNC)</b>
<b>5 et 10 ans</b>	1.10
<b>100 ans</b>	1.40

Source fond de plan : BDTPO au 1/2000ème - GIE SERAIL



### Légende

- Laisses de crue
  - Ouvrages modélisés
  - Cours d'eau modélisés
- Profils modélisés**
- Creek Colardeau
  - Creek Lucky
  - Fossé RD

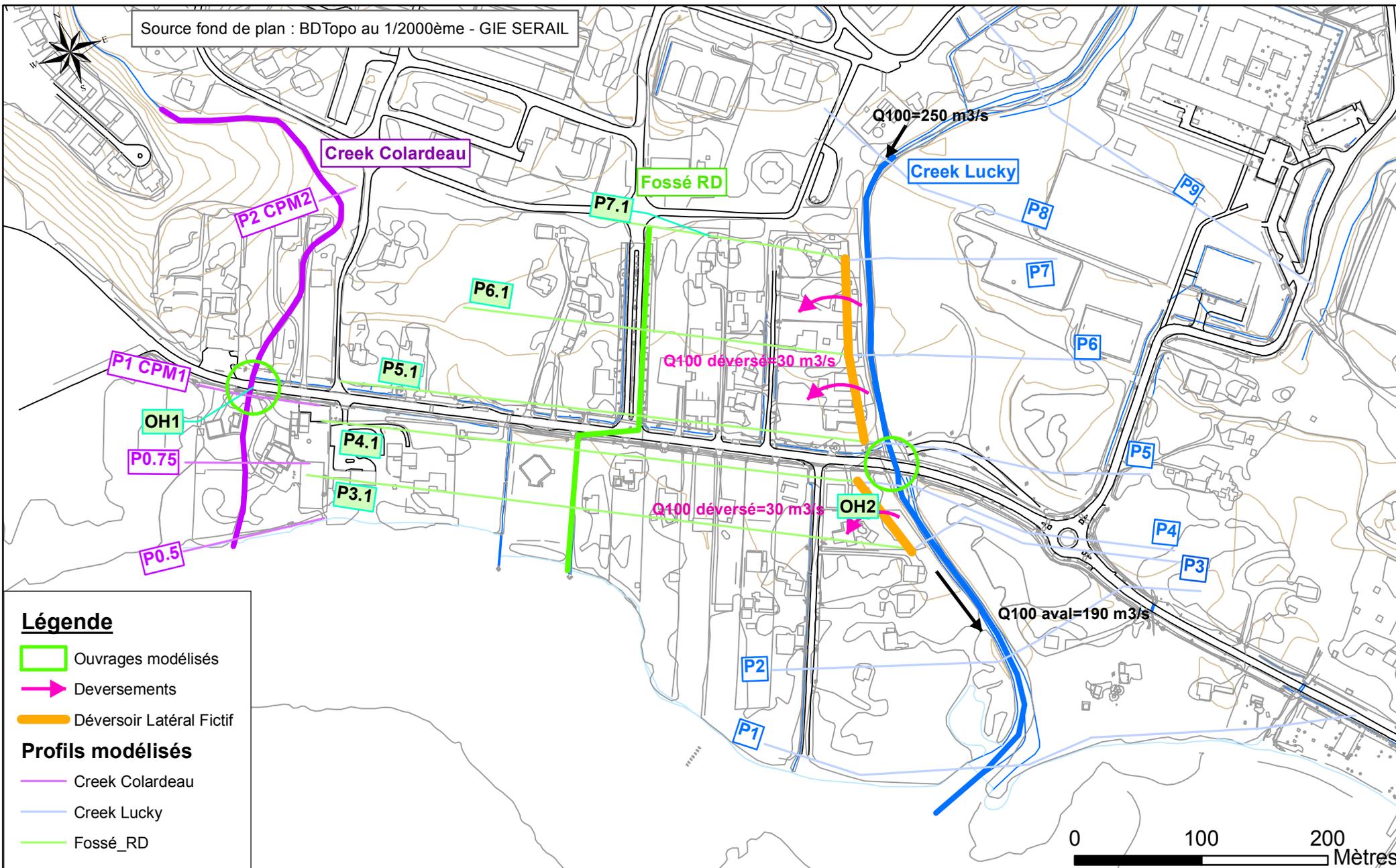


Etude des zones inondables sur le Creek Lucky  
Planche 3 : Plan des profils modélisés

Format : A3  
Echelle :  
1:5000

Dessinateur : MB  
Affaire N° : A001.14051  
Fichier :  
Planche3 - Profils modelisesv2.mxd

Source fond de plan : BDTopo au 1/2000ème - GIE SERAIL



### Légende

-  Ouvrages modélisés
-  Deversements
-  Déversoir Latéral Fictif
- Profils modélisés**
-  Creek Colardeau
-  Creek Lucky
-  Fossé\_RD



## Etude des zones inondables sur le Creek Lucky Planche 4 : Synoptique hydraulique - Zoom sur l'aval

Format : A4  
Echelle :  
1:4000

Dessinateur : MB  
Affaire N° : A001.14051  
Fichier :  
Planche 4 - synoptique.mxd

---

## VI.2. CALAGE DU MODÈLE HYDRAULIQUE

---

### VI.2.1. Hypothèses

**D'après les informations recueillies, la configuration du secteur a évolué depuis les deux épisodes de 1988 et 2001.** En effet, il y avait auparavant un radier permettant de franchir le cours d'eau en amont de l'ouvrage actuel ainsi qu'une passerelle piétonne en béton à la place de l'ouvrage actuel.

Les aménagements réalisés lors de la reconstruction de l'ouvrage de franchissement ont probablement entraînés une évolution de la section du lit mineur du creek Lucky. A priori, il n'y a pas eu de modification de l'altimétrie du profil en long de la route du Sud selon les informations communiquées par la Province Sud (DEPS).

Sans informations détaillées concernant ces anciens ouvrages et la topographie de l'époque, nous avons considéré que les aménagements réalisés n'ont que peu d'incidence sur les conditions d'écoulement.

Ces éléments ont donc été négligés et le calage du modèle a été réalisé sur la base de la situation en état actuel et s'appuie sur les deux laisses de crue de la DAVAR luck\_1 et luck\_3 pour le cyclone Anne.

→ cf. **Planche 3 : Plan des profils modélisés.**

### VI.2.2. Résultats – Ajustement des coefficients de Strickler

Les différentes simulations réalisées lors de l'étape de calage du modèle hydraulique ont conduit à ajuster les paramètres (coefficients de Strickler) aux valeurs suivantes :

- **En lit mineur :**
  - **20 en amont de la route du sud**, le lit mineur étant relativement encombré par une végétation assez dense,
  - **22 en aval de la route du sud, où le lit mineur est plus dégagé à l'approche de l'embouchure en mer**
  - **22 sur la partie amont du secteur d'étude (en amont du collège de Plum)**
  - **15 dans le fossé**
- **7 en lit majeur**, celui-ci étant fortement urbanisé, les obstacles aux écoulements sont donc nombreux sur le secteur (habitations, clôtures, murs...) et la végétation est dense sur les berges.

**Ces valeurs permettent d'ajuster le niveau de la ligne d'eau calculées pour le cyclone Anne avec un écart maximum de 10 cm par rapport aux niveaux observés.**

→ Cf. **Figure 10 en page suivante**

Par ailleurs ces valeurs sont conformes aux plages de valeurs habituellement rencontrés pour les études hydrauliques sur le territoire de la Nouvelle Calédonie.

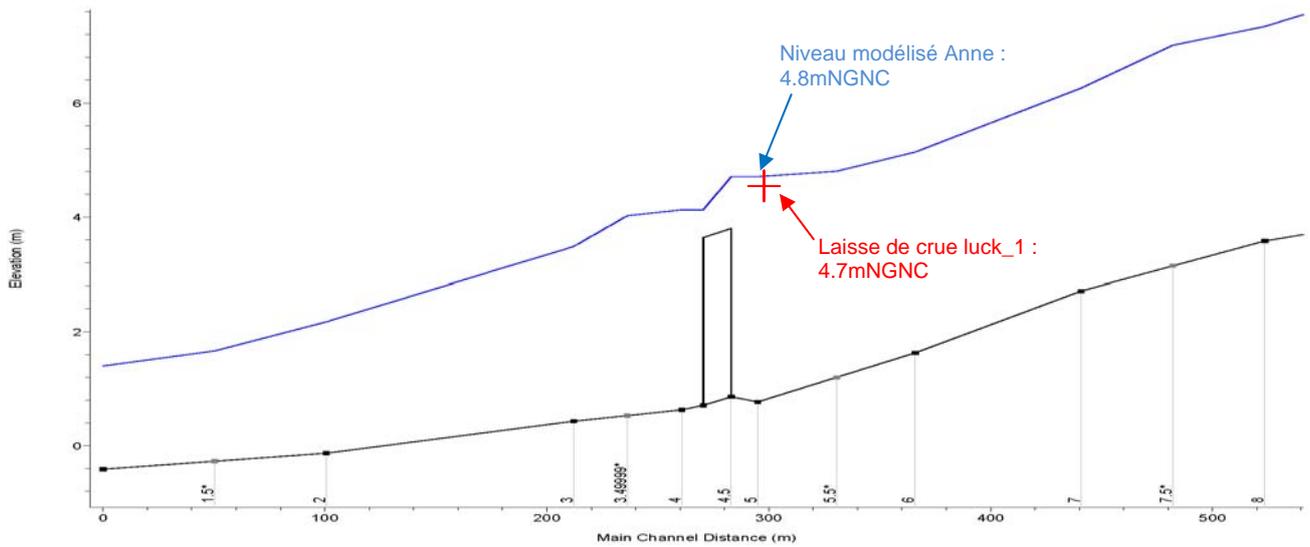


Figure 9 : Calage du modèle hydraulique sur les laisses de crue - Creek Lucky

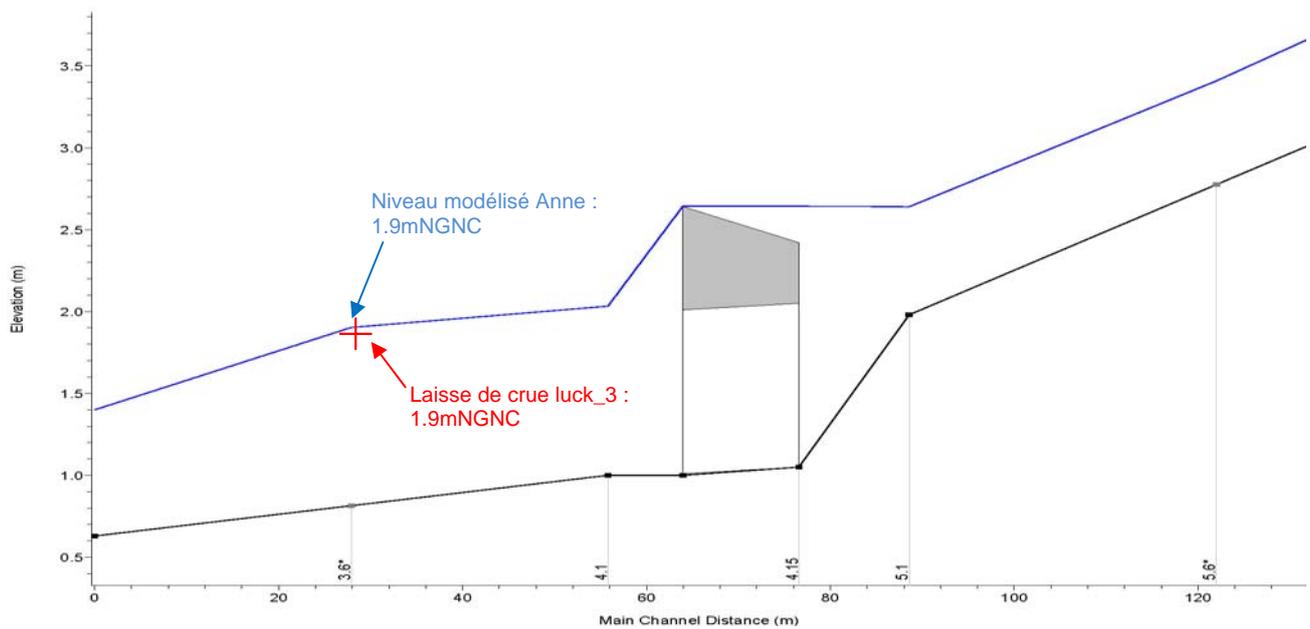


Figure 10 : Calage du modèle hydraulique sur les laisses de crue - Fossé rive droite

### VI.3. MODÉLISATION DES CRUES DE RÉFÉRENCE

Les résultats obtenus sur le Creek Colardeau issus de l'étude SOGREAH sont rappelés en Annexe 4.

Les résultats de la modélisation du Creek Lucky font l'objet du présent paragraphe.

Les cotes calculées et profils en long des crues de référence sont présentés ci-dessous.

Profil	Q5	Q10	Q100
16	23.89	24.22	24.99
15	20.55	20.91	21.72
14	18.69	18.99	19.7
13	16.46	16.68	16.94
12.5	15.9	16.41	16.68
12	12.83	13.09	14.17
11	11.55	11.96	12.21
10	9.88	10.5	10.7
9	7.9	8.16	9.23
8	6.6	7.15	7.58
7	5.82	6.33	6.49
6	4.34	4.76	5.29
5	4.05	4.32	4.87
4	3.55	3.85	4.29
3	2.9	3.24	3.62
2	1.78	1.79	2.29
1	1.1	1.1	1.4

**Tableau 7 : Cotes calculées au droit des profils en travers**

Les résultats détaillés issus de la modélisation sont présentés en Annexe 5 (vitesse, Froude, ...).

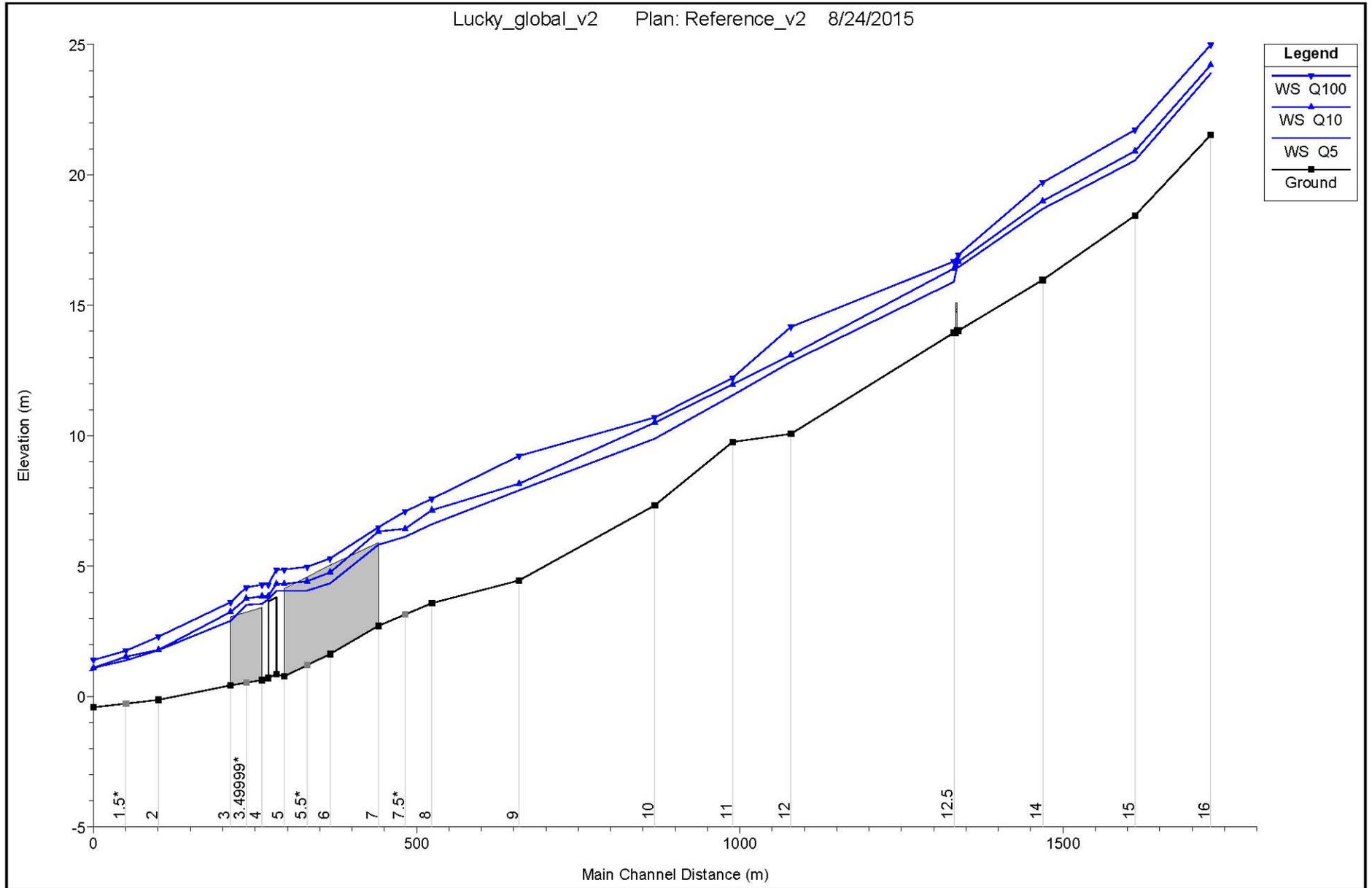


Figure 11 : Lignes d'eau calculées pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans sur le Creek Lucky

## VI.4. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

### ⇒ Creek Lucky sur la partie amont

Sur la partie amont du secteur d'étude, le lit étant encaissé, les écoulements restent concentrés en lit mineur et moyen. Les habitations situées en rive gauche ne sont pas menacées. Les débordements en lit majeur apparaissent à partir du profil P9, où les reliefs sont moins marqués.

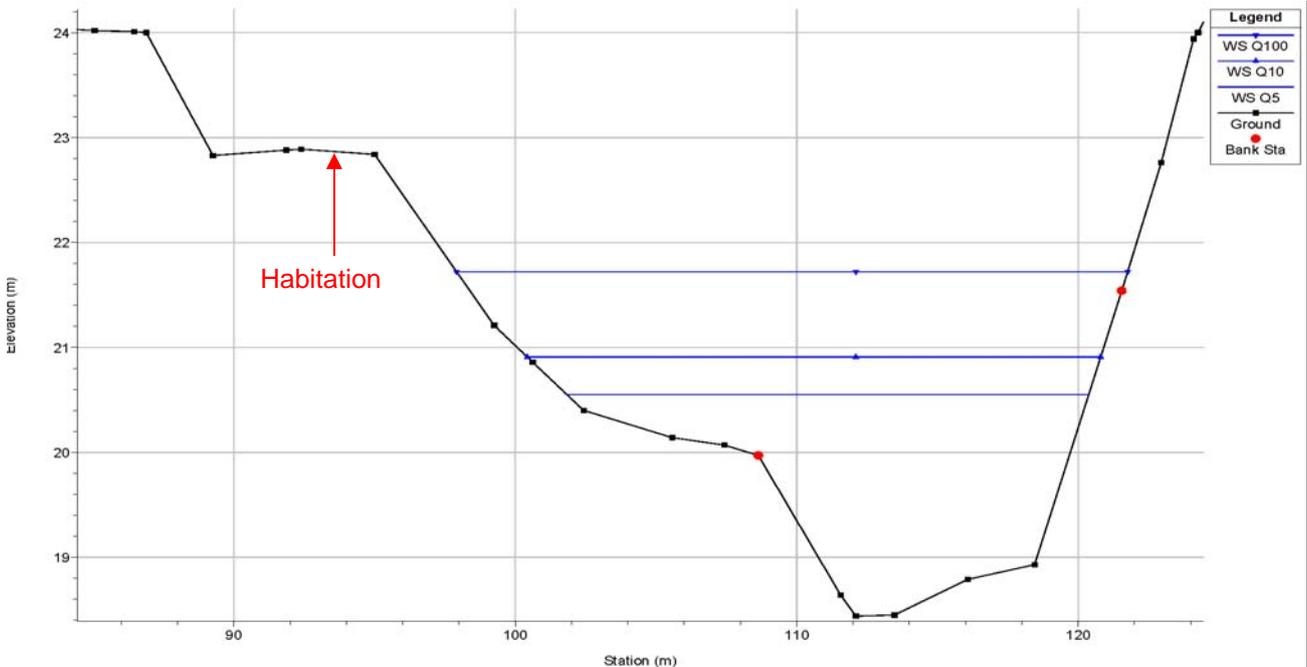


Figure 12 : Profil en travers P15 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans

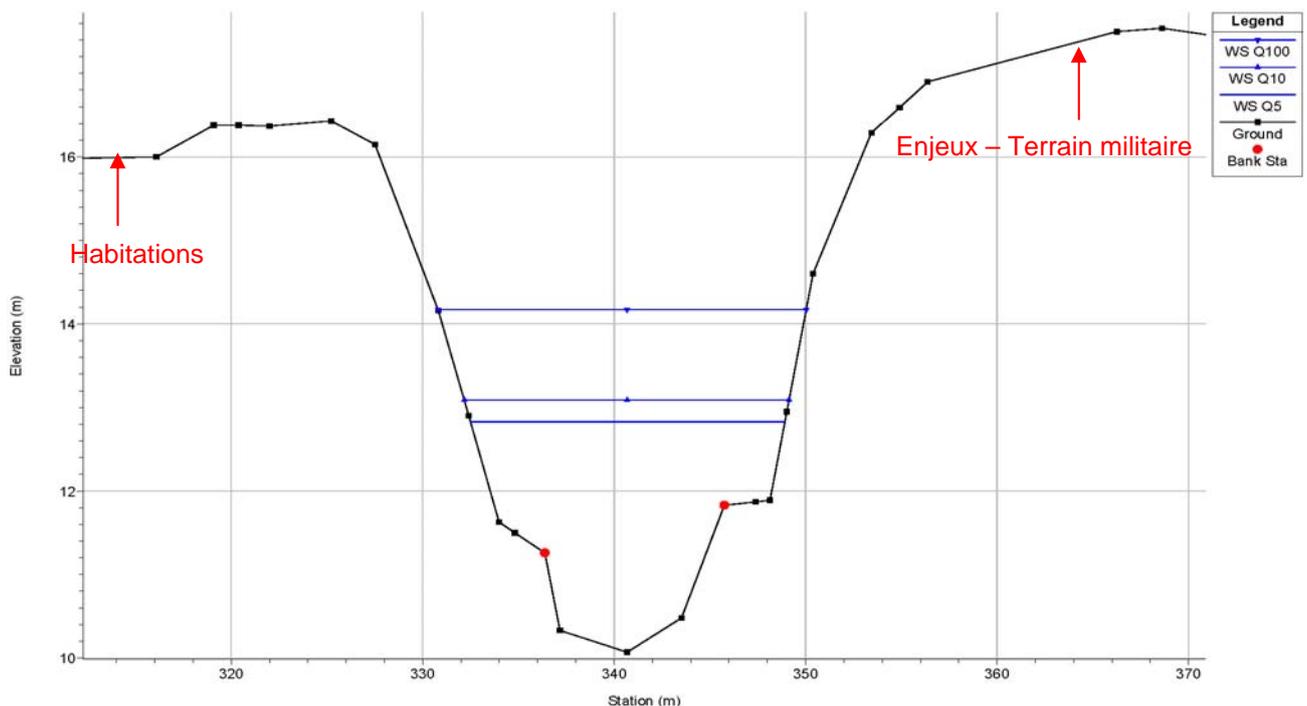


Figure 13 : Profil en travers P12 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans

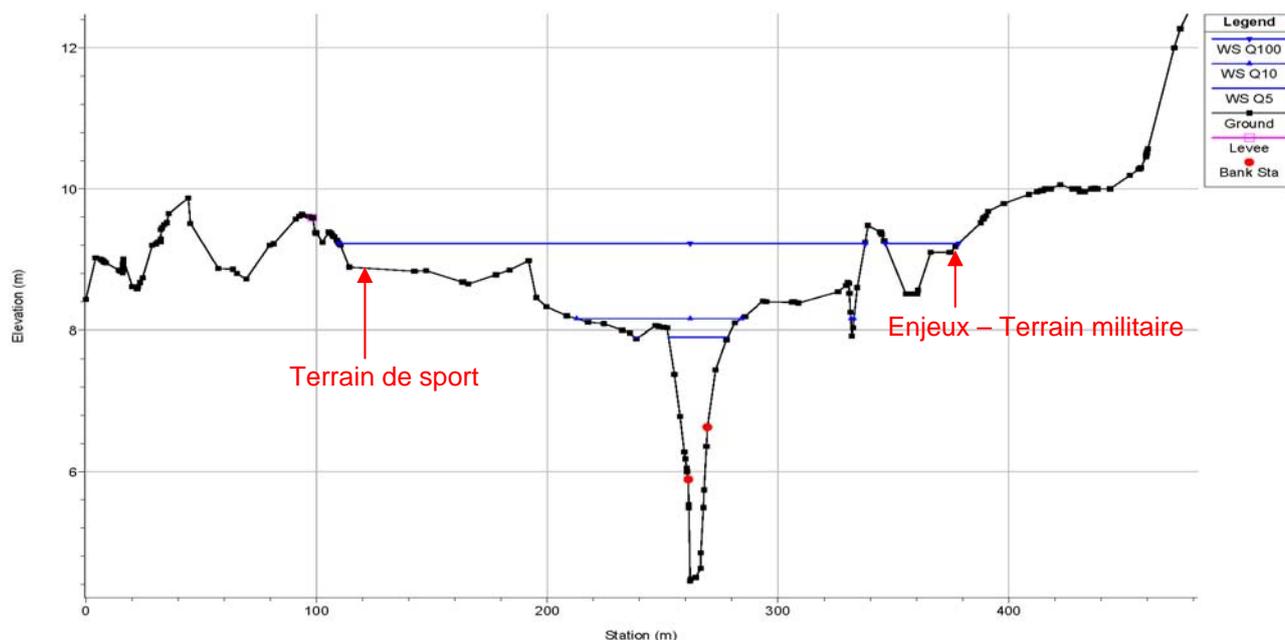


Figure 14 : Profil en travers P9 sur le Creek Lucky – T=5, 10 et 100 ans

Sur ce tronçon, les vitesses sont faibles en lit majeur mais peuvent atteindre 6 m/s en lit mineur.

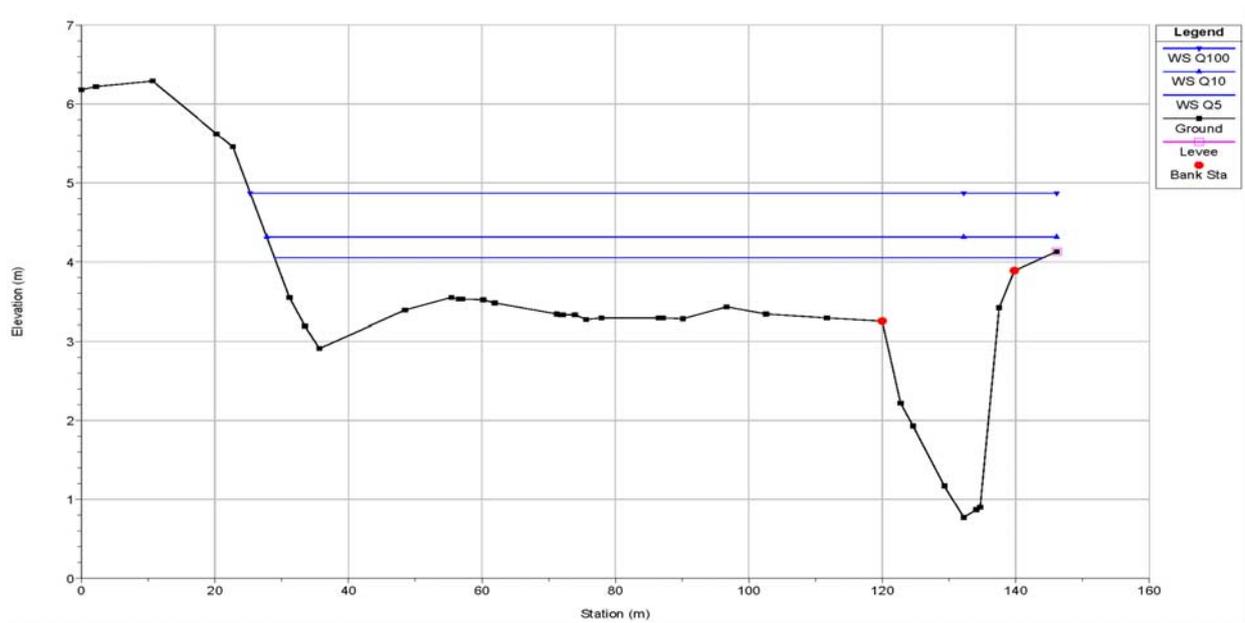
⇒ **Creek Lucky sur la partie aval**

L'analyse du fonctionnement hydraulique du Creek Lucky, en amont de la route du Sud, fait apparaître une disparité entre les comportements lors de crues exceptionnelles (centennales, décennales) et lors de crues de période de retour plus faible (quinquennales) :

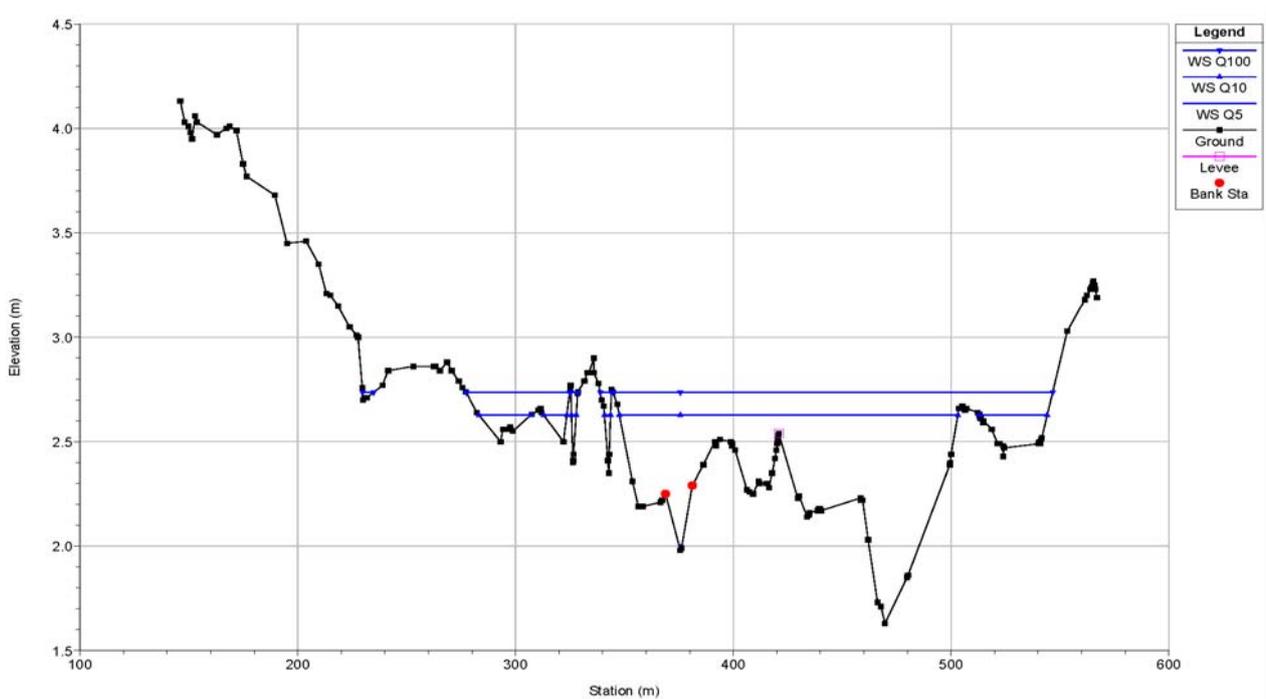
- Pour les crues de périodes de retour 5 ans, en amont de la route du sud, le cours d'eau ne déborde pas en rive droite.
- A contrario, en crues décennale et centennale, le creek déverse en rive droite.

Le phénomène est accentué par la présence de la Route du Sud. En effet, la route, surélevée par rapport aux terrains amont, crée une surcote amont des lignes d'eau, notamment de la ligne d'eau centennale, favorisant ainsi les débordements du Creek Lucky.

Le débit déversé est relativement faible en crues centennale (et décennale), atteignant une valeur de 30 m<sup>3</sup>/s (4 m<sup>3</sup>/s en décennale), soit 12% du débit centennial (3% du débit décennial) du Creek Lucky en amont de la Route du Sud.

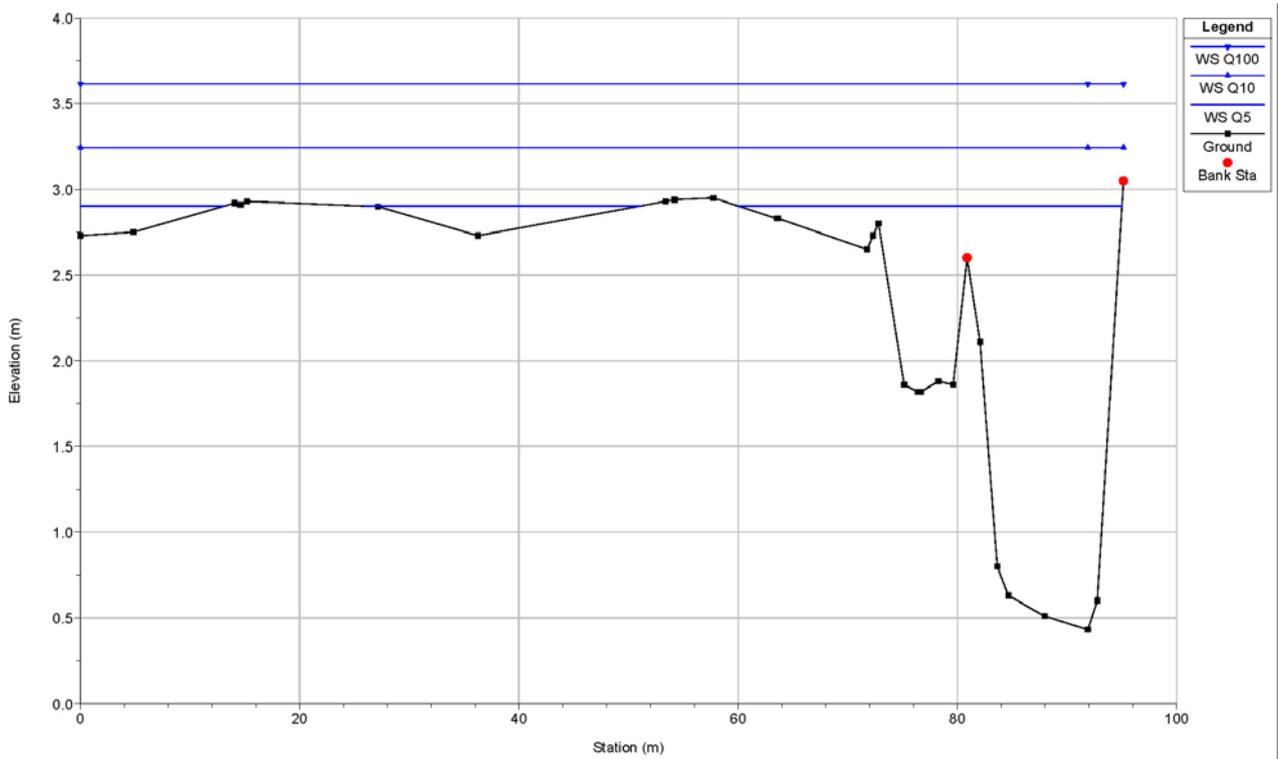


**Figure 15 : Profil en travers P5, situé en amont de la route du Sud (source HEC RAS)**  
 - Lignes d'eau 5, 10, 100 ans-

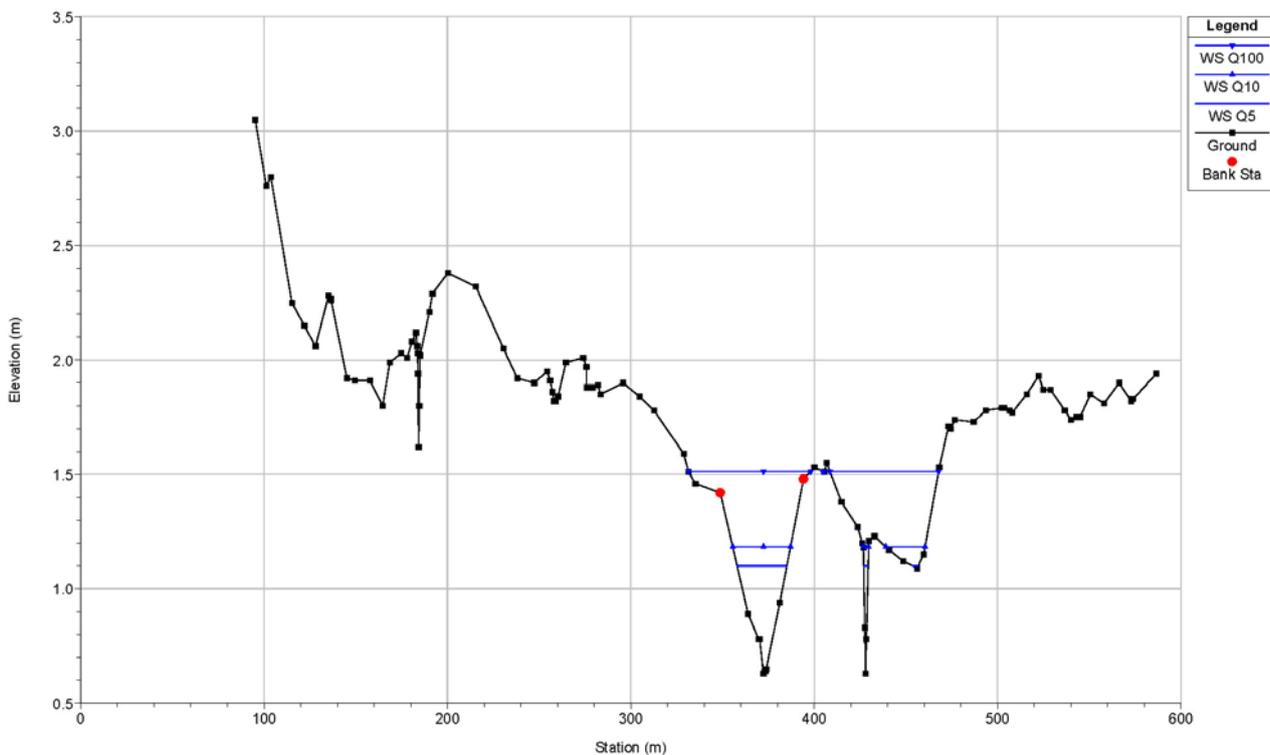


**Figure 16 : Profil en travers P5.1, situé en rive droite du déversoir dans la prolongation du profil P5 (Fossé Rive Droite)**

En aval de la route du sud, en revanche, les débordements en rive droite sont plus fréquents. Dès la crue quinquennale, une faible part du débit (3%, soit 3 m<sup>3</sup>/s) est déversée vers la rive droite. Les débits déversés rejoignent directement le littoral.



**Figure 17 : Profil en travers P3, situé en aval de la route du Sud (source HEC RAS)  
 -Lignes d'eau 5, 10, 100 ans-**



**Figure 18 : Profil en travers P3.1, situé en rive droite du déversoir dans la prolongation du profil P3**

### ⇒ **Fossé Rive Droite**

Les écoulements qui se produisent en rive droite suite au débordement du Creek Lucky sont difficilement estimables par un modèle unidimensionnel, notamment sur ce secteur loti où les obstacles sont nombreux. Néanmoins, les axes préférentiels d'écoulement emprunteront logiquement les fossés de gestion des eaux pluviales existants.

La buse (Ø1000) présente sous la Route du Sud fait transiter un débit de 2 m<sup>3</sup>/s pour la crue centennale, soit 15% du débit dans le fossé.

Les hauteurs d'eau en lit majeur de rive droite atteindront au maximum 1,1 m au droit des fossés de gestion des eaux pluviales. Les hauteurs d'eau sur les secteurs urbanisés resteront inférieures à 1 m.

### ⇒ **Route du Sud**

Concernant la route du Sud, plusieurs constats sont à préciser :

- La route qui présente un point haut au droit de l'ouvrage de franchissement OH2, n'est pas submergée en ce point quelque soit la crue de projet considérée,
- Néanmoins, la route est inondée de part et d'autre de ce point où son altimétrie est plus faible pour la crue centennale. La hauteur d'eau sur la route est difficile à estimer précisément car, contrairement aux résultats de modélisation monodimensionnelle, les écoulements en lit majeur de rive droite resteront relativement diffus, avec tout de même des axes préférentiels d'écoulement dans les fossés. Néanmoins, les hauteurs d'eau sur voirie ne devraient pas dépasser 30 cm pour un épisode de crue centennale.

### ⇒ **Vitesses d'écoulement**

Pour chacune des crues simulées, les vitesses d'écoulement en lit majeur restent faibles (inférieures à 1 m/s). Pour la crue centennale, la vitesse dépasse 1 m/s uniquement sur quelques tronçons localisés du fossé situé en rive droite.

En revanche, les vitesses sont très importantes en lit mineur du Creek Lucky où elles atteignent quasiment 6 m/s en amont du secteur d'étude (pente du lit importante – écoulements torrentiels).

Sur la quasi-totalité du secteur d'étude (excepté en aval de la Route du Sud), les écoulements sont torrentiels. Ces écoulements sont caractérisés par un transport de sédiment plus important pendant les crues du fait des vitesses et de la pente importantes. Ils ont également pour conséquence un risque accru de formation d'embâcle au droit des ouvrages. Les évolutions du lit liées à ces phénomènes (obstruction, engravement ou érosion) ne peuvent pas être prises en compte dans le modèle.

Sur l'amont du secteur d'étude, l'emprise de la zone inondable est relativement réduite en raison de la topographie du secteur (lit assez encaissé).

---

## **VI.5. EVALUATION DES INCERTITUDES**

---

L'objectif de cette partie est de fournir une indication sur la fiabilité de la méthode de modélisation.

L'analyse de sensibilité a porté sur les débits et sur les coefficients de Strickler et a été appliquée pour le scénario de la crue centennale.

### VI.5.1. Sensibilité aux variations de débit

Les valeurs extrêmes correspondant à l'intervalle de confiance de l'évaluation du débit de crue centennale (cf. paragraphe III.2.5) ont été simulées, soit :

	Débit centenal (m <sup>3</sup> /s)
Limite Basse	140
Référence	250
Limite Haute	250

Il ressort de cette comparaison du débit centennale avec la limite basse du fuseau de valeurs un abaissement de la ligne d'eau centennale d'au maximum 1,30 m et d'en moyenne 0,70 m sur le Creek Lucky.

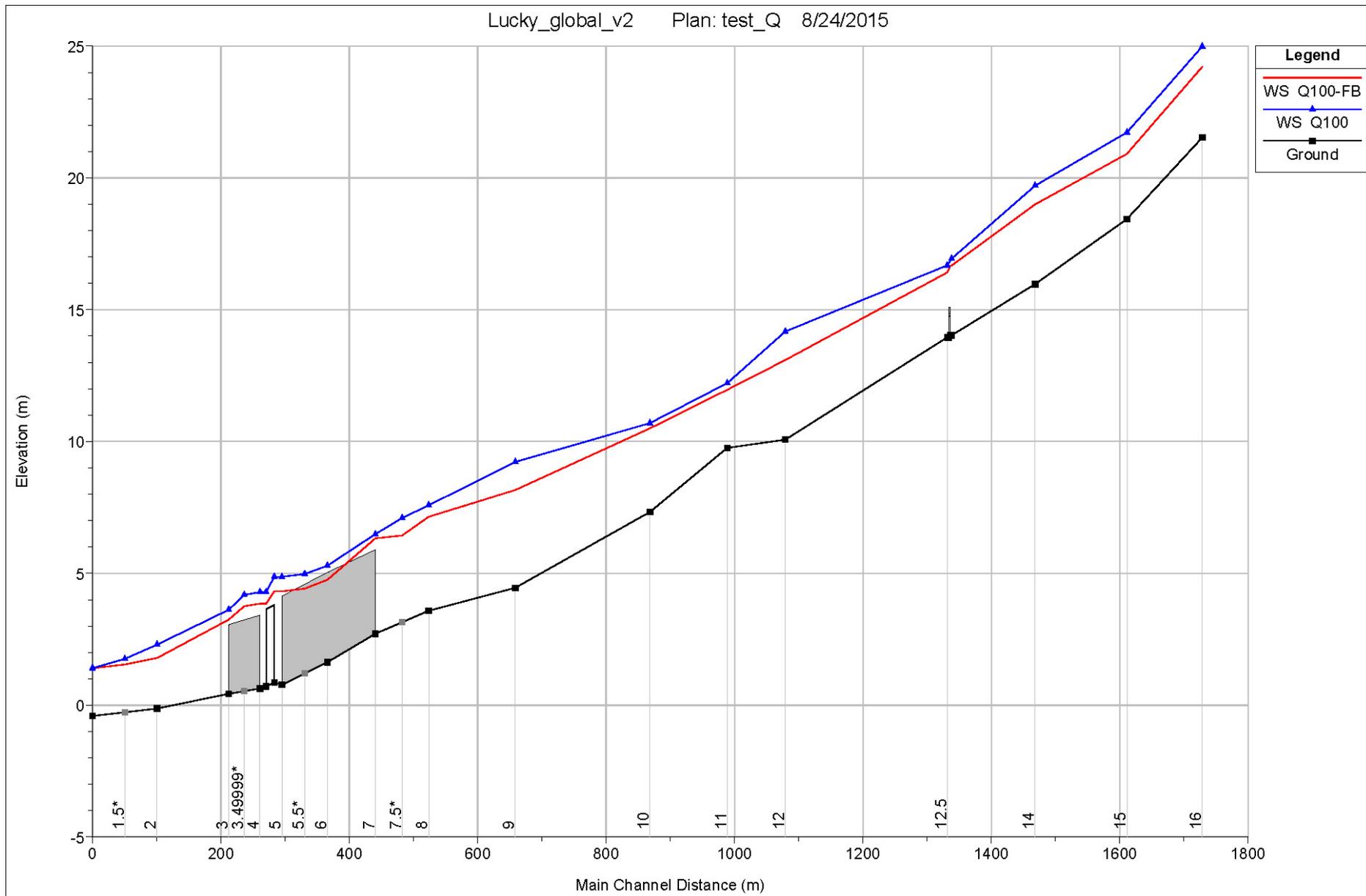


Figure 19 : Analyse de sensibilité aux variations de débit (Ligne d'eau de référence en bleu) – Creek Lucky – T=100 ans

### **VI.5.2. Sensibilité aux variations de coefficients de Strickler**

Une variation de  $\pm 20\%$  des coefficients de Strickler traduisant la rugosité des cours d'eau, et donc des pertes de charge linéaires par frottement, a été testée pour le débit centennal.

Cette sensibilité se traduit par une variation de la ligne d'eau centennale d'en moyenne -15 à +20 cm sur le Creek Lucky.

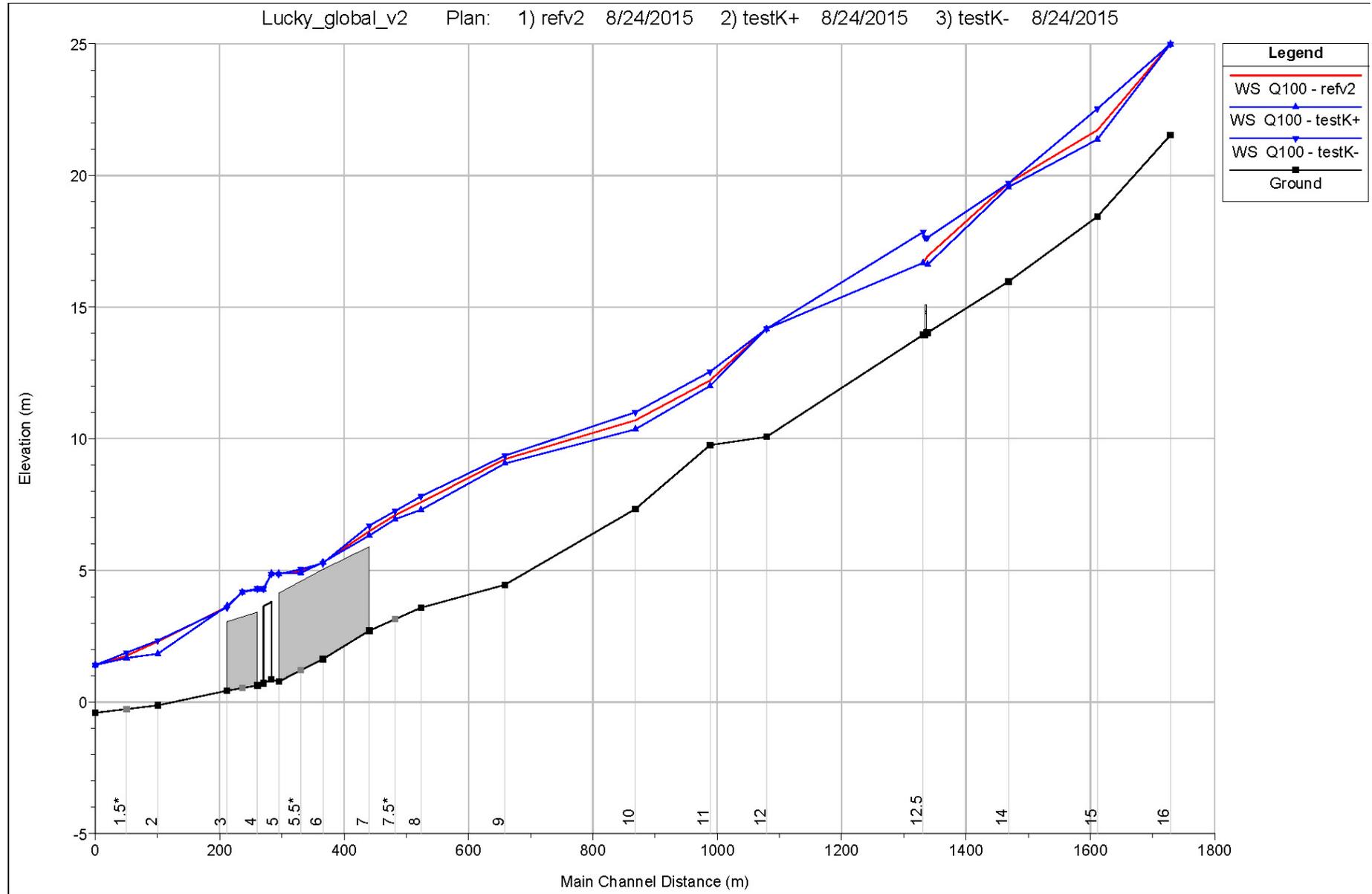


Figure 20 : Analyse de sensibilité aux variations des coefficients de Strickler – Creek Lucky – T=100 ans

### VI.5.3. Sensibilité aux variations du coefficient de déversement du déversoir latéral

Différentes valeurs ont été testées concernant le coefficient de déversement du déversoir latéral situé entre le creek Lucky et le fossé en rive droite.

Cd référence	0.7
Cd fort	1
Cd faible	0.05

Cette sensibilité se traduit par une variation de la ligne d'eau de +/- 10 cm entre les profils P6 et P2 dans le creek Lucky et de +/- 3 à 9 cm dans le fossé en rive droite pour la crue centennale

Les débits déversés dans le fossé en rive droite en amont de la Route du Sud varient entre 23 et 38 m<sup>3</sup>/s soit une variation de -20 à +30% par rapport à la simulation de référence.

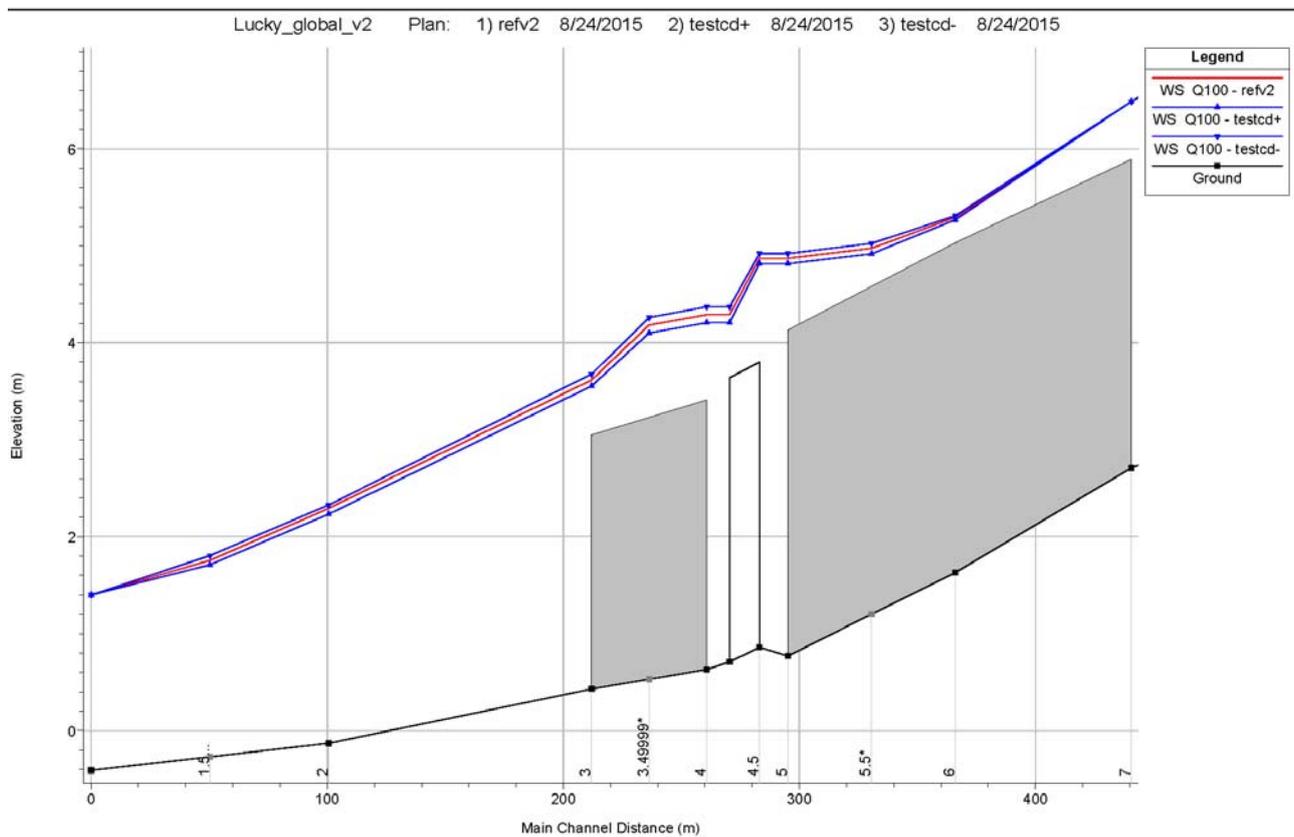


Figure 21 : Analyse de sensibilité aux variations du coefficient de déversement – Creek Lucky – Zoom au droit des profils P2 à P6

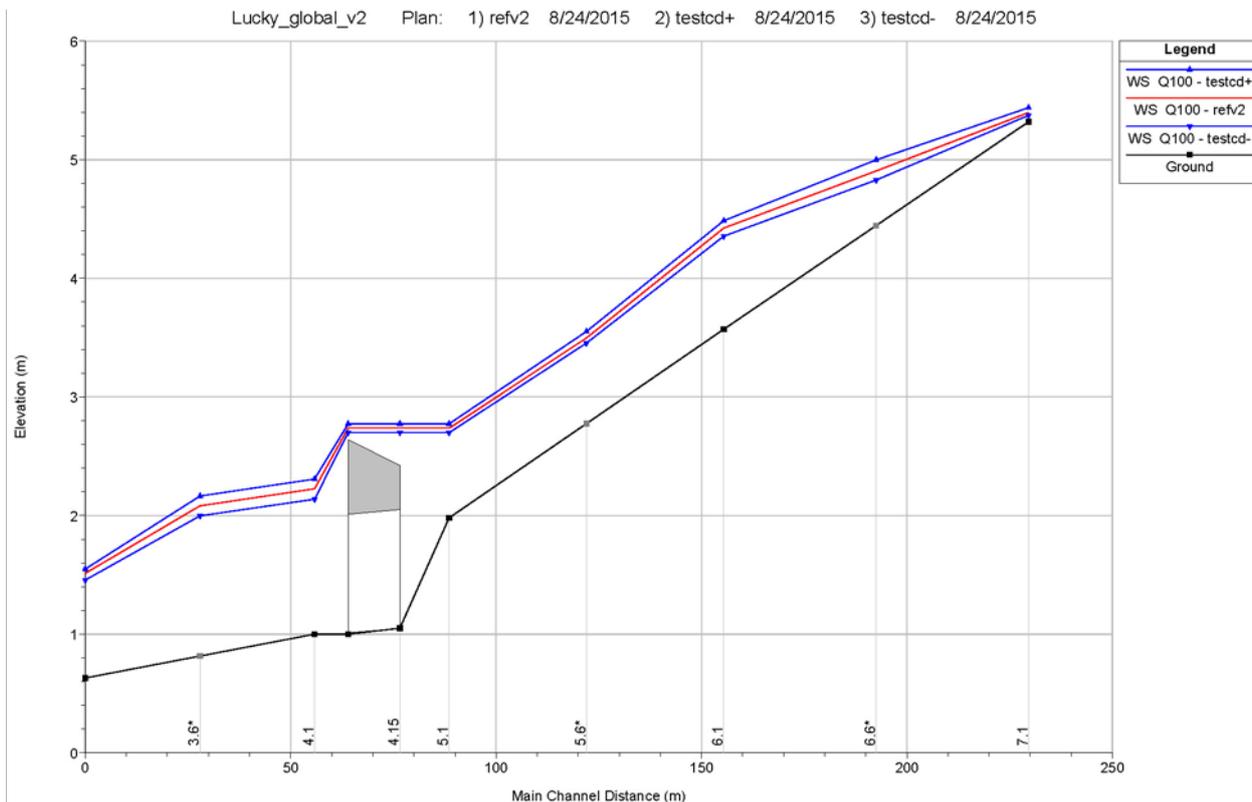
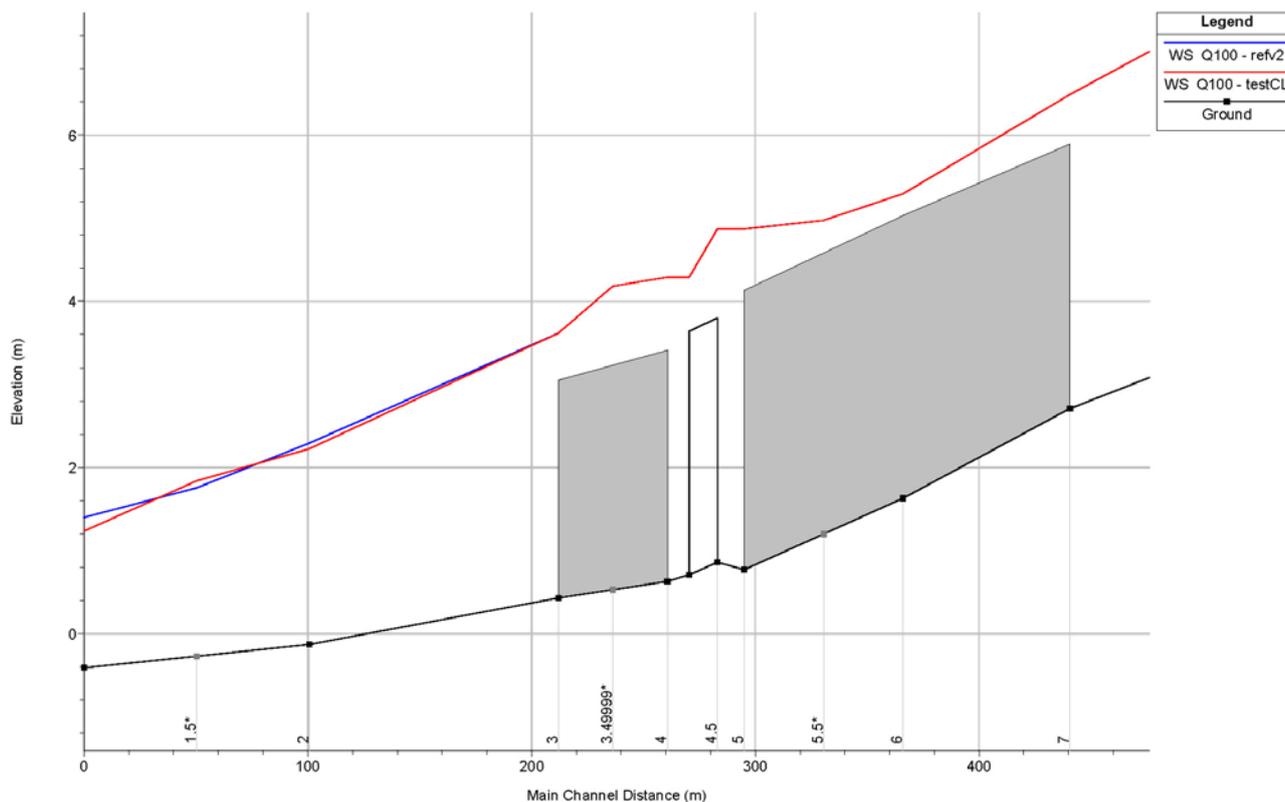


Figure 22 : Analyse de sensibilité aux variations du coefficient de déversement – Fossé Rive droite

**VI.5.4. Analyse de sensibilité à la condition limite aval**

Une analyse de sensibilité à la condition limite aval a également été effectuée pour la crue centennale. Les valeurs suivantes ont été testées :

Référence	1.40 m NGNC
Test de sensibilité	1.10 m NGNC



**Figure 23 : Analyse de sensibilité à la condition limite aval – Creek Lucky – T=100 ans**

Suite à ces simulations, il apparaît que l'influence de la condition limite aval ne remonte pas au-delà du profil P3 soit 200 m en amont environ.

---

---

## VII. CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE ET DES ALÉAS

---

---

---

### VII.1. CARTE DES ISO-COTES, ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES

---

La carte des hauteurs d'eau en crue centennale est présentée en Carte 1.

Lors de la modélisation de la crue centennale, les vitesses et cotes ont été calculées par le logiciel HEC-RAS au droit des différents profils.

Les iso-hauteurs (qui représentent les classes de hauteur d'eau par incrément de 0,5 m) et iso-vitesses (classes de vitesse  $> 1$  m/s ou  $< 1$  m/s) ont été déterminées à partir des données issues de la modélisation et des relevés topographiques existants.

Les isocotes sont également reportées sur cette cartographie et représentent l'emplacement où la cote d'inondation indiquée (crue centennale) est à appliquer. Ces isocotes sont issues d'une interpolation des cotes calculées au droit des profils.

La limite de la zone inondable hydrogéomorphologique est représentée sur la carte, elle est issue de *l'Atlas des cartes d'inondabilités potentielles sur la Commune du Mont-Dore*, CAREX Environnement, 2003.

La cartographie a été réalisée jusqu'à la rive gauche du Creek Colardeau : le secteur d'étude a été étendu jusqu'à cette limite car l'influence du Creek Lucky qui est importante sur cette zone n'avait pas été prise en compte dans la cartographie de référence du Creek Colardeau, issue des *Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore*, SOGREAH, 2010.

La cartographie des hauteurs d'eau du creek Lucky a été consolidée avec les hauteurs d'eau sur le Creek Colardeau, issues des *Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore*, (SOGREAH, 2010), dans l'objectif d'établir une carte des aléas inondation consolidée et cohérente sur le secteur.

Les hauteurs d'eau du creek Lucky ont donc été légèrement adaptées aux abords du creek Colardeau, afin d'assurer la cohérence de la cartographie des hauteurs d'eau entre les deux secteurs. La figure ci-dessous illustre la modification effectuée sur la carte des hauteurs d'eau brute, qui a consisté à prolonger la classe de hauteur d'eau inférieure à 0.5 m.

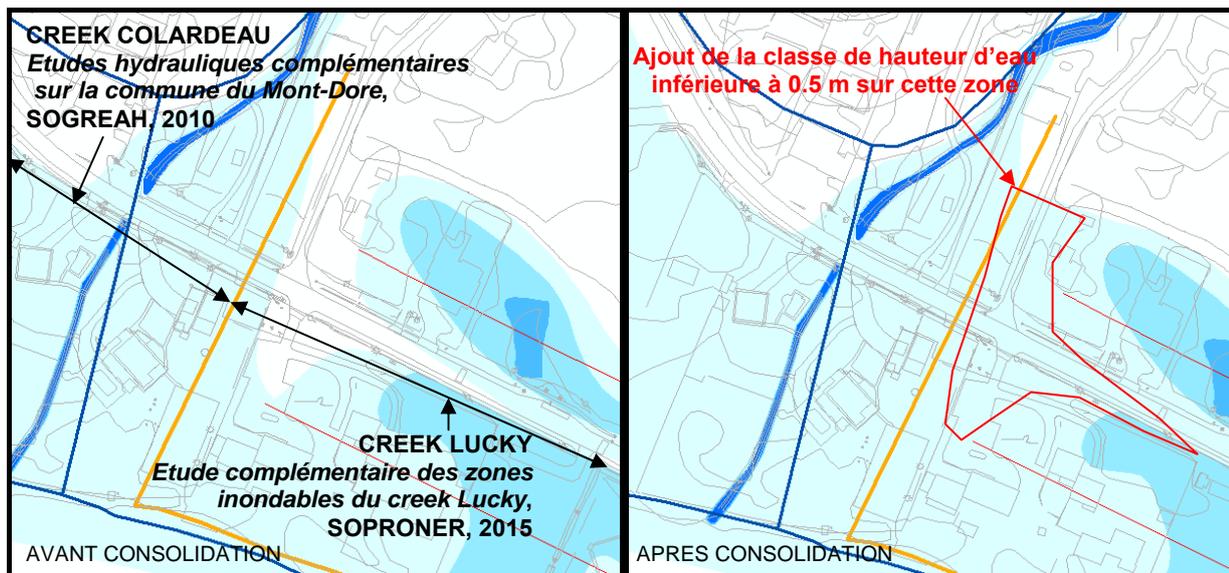


Figure 24 : Illustration de la consolidation de la carte des hauteurs d'eau avec le creek Colardeau

## VII.2. CARTE DES ALÉAS

La carte des aléas inondation est présentée en carte 2.

Un aléa est la probabilité d'occurrence en un point donné d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Les inondations, glissements de terrains, tornades sont des exemples de phénomènes naturels.

Sur une zone soumise à un aléa, l'ensemble des activités, des biens, des personnes représente l'enjeu. Celui-ci est entre autres caractérisé par sa vulnérabilité à l'aléa, c'est-à-dire l'ampleur des dommages que l'enjeu est susceptible de subir.

Un risque est la confrontation d'un aléa avec des enjeux.

**Il est important de noter que cette carte des aléas ne reprend pas les autres aléas définis sur le secteur comme les aléas d'inondation torrentielle par exemple.**

La carte des aléas résulte ici du croisement entre la hauteur d'eau et la vitesse selon les critères suivants :

Vitesse \ Hauteur d'eau	Faible à modérée	Forte à très forte
	≤ 1m/s	> 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 ajoutée, correspondant au secteur compris entre la zone d'aléa moyen et la limite de la zone inondable hydrogéomorphologique définie dans *l'Atlas des cartes d'inondabilités potentielles sur la Commune du Mont-Dore*, CAREX Environnement, 2003.

La cartographie des aléas inondations a été consolidée avec les aléas sur le creek Colardeau, en rive droite du creek Lucky, issus des *Études hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore*, SOGREAH, 2010. Les aléas du creek Lucky ont donc été légèrement adaptés aux abords du creek Colardeau, afin d'assurer la cohérence de la cartographie des aléas entre les deux secteurs.

La zone de protection des thalwegs et cours d'eau est également portée sur la carte des aléas. Cette zone est définie par une bande de 6 m de part et d'autre des berges des thalwegs et cours d'eau.

---

---

## VIII. CARTES

---

---

<i>Carte 1 : Carte des hauteurs d'eau .....</i>	<i>54</i>
<i>Carte 2 : Carte des aléas .....</i>	<i>55</i>

## Carte 1 : Carte des hauteurs d'eau

## Carte 2 : Carte des aléas

---

---

## IX. ANNEXES

---

---

<i>Annexe 1 : Caractéristiques de la station hydrométrique de la Coulée .....</i>	<i>57</i>
<i>Annexe 2 : Formule des temps de concentration .....</i>	<i>58</i>
<i>Annexe 3 : Plan des levés topographiques réalisés.....</i>	<i>59</i>
<i>Annexe 4 : Résultats de modélisation sur le creek Colardeau (Source : Etude SOGREAH, 2010, « Etudes hydrauliques sur la commune du Mont Dore »).....</i>	<i>60</i>
<i>Annexe 5 : Résultats de modélisation sur le creek Lucky .....</i>	<i>61</i>
<i>Annexe 6 : Fiches des enquêtes historiques de crue de la DAVAR et fiches des enquêtes complémentaires.....</i>	<i>62</i>

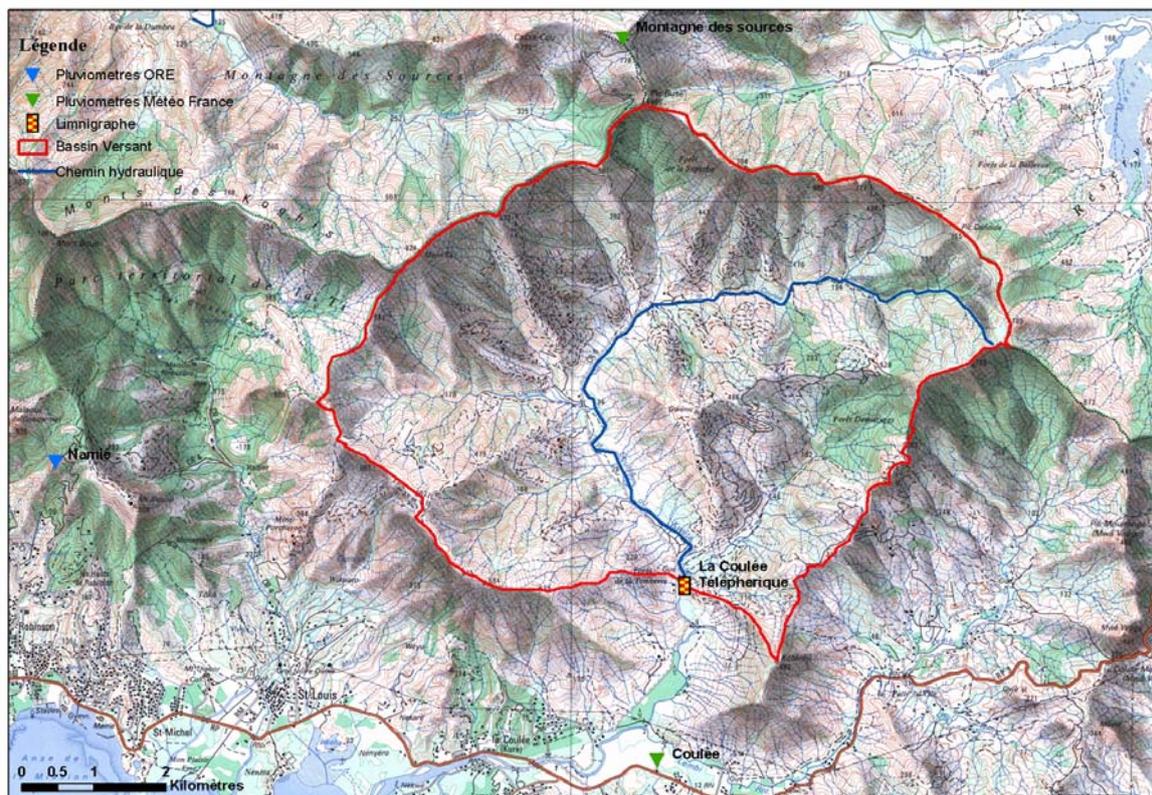
## **Annexe 1 : Caractéristiques de la station hydrométrique de la Coulée**

## 4. La Coulée

### Localisation et durée des observations

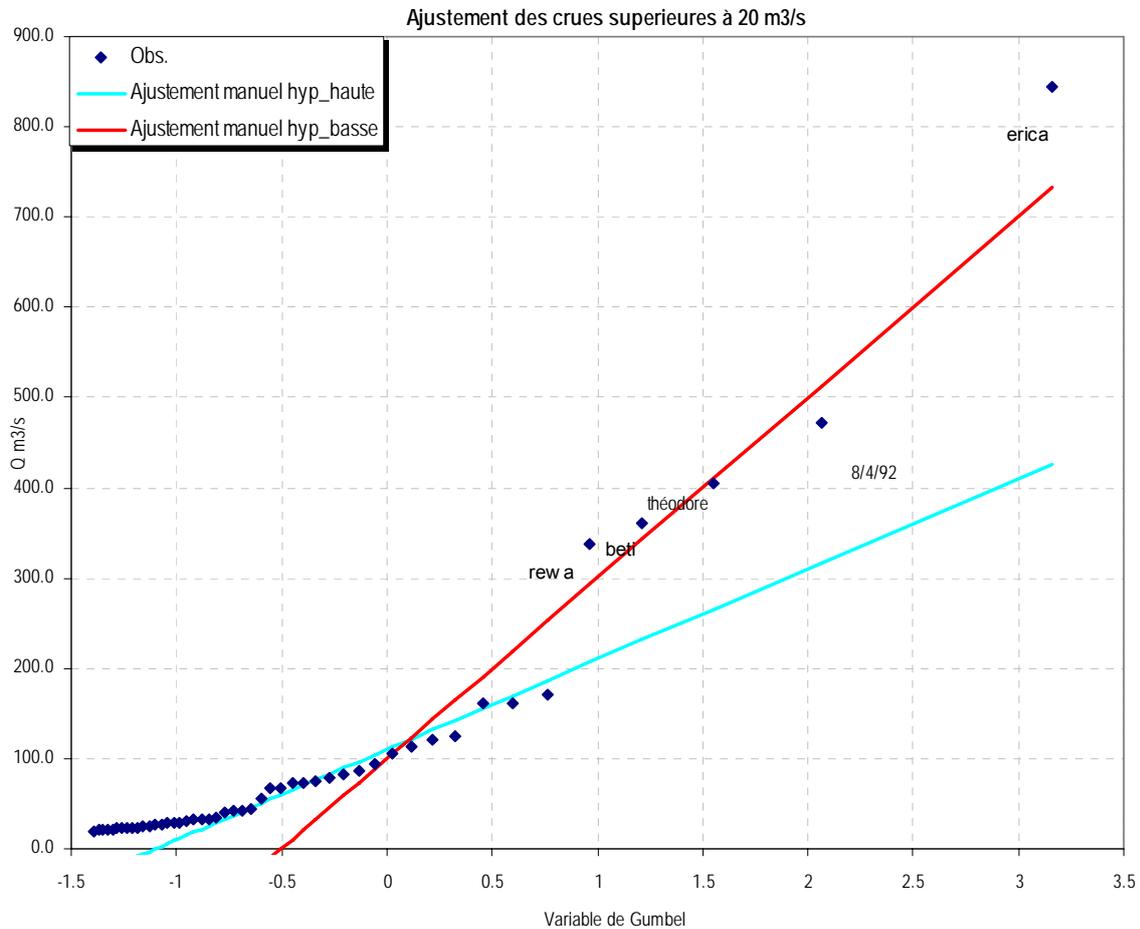
CODE	STATION	LOCALISATION			BV (km <sup>2</sup> )
		Coordonnées Lambert (m)			
		X	Y	Z	
5700300107	Cote 7	462 205	220 449	7	44.71
5700300106	Telepherique	462 058	220 970	5.1	43.77

OBSERVATIONS						
Début	Fin	Durée Eff.(ans)	Qmin (M3/S)		Qmax (M3/S)	
			Jaugé	Evalué	Jaugé	Evalué
24/12/91	10/04/08	15.0	0.111	0.0966	146	845



(Source : DTSI, IGN 1/50000)

### Débits maximums de crues

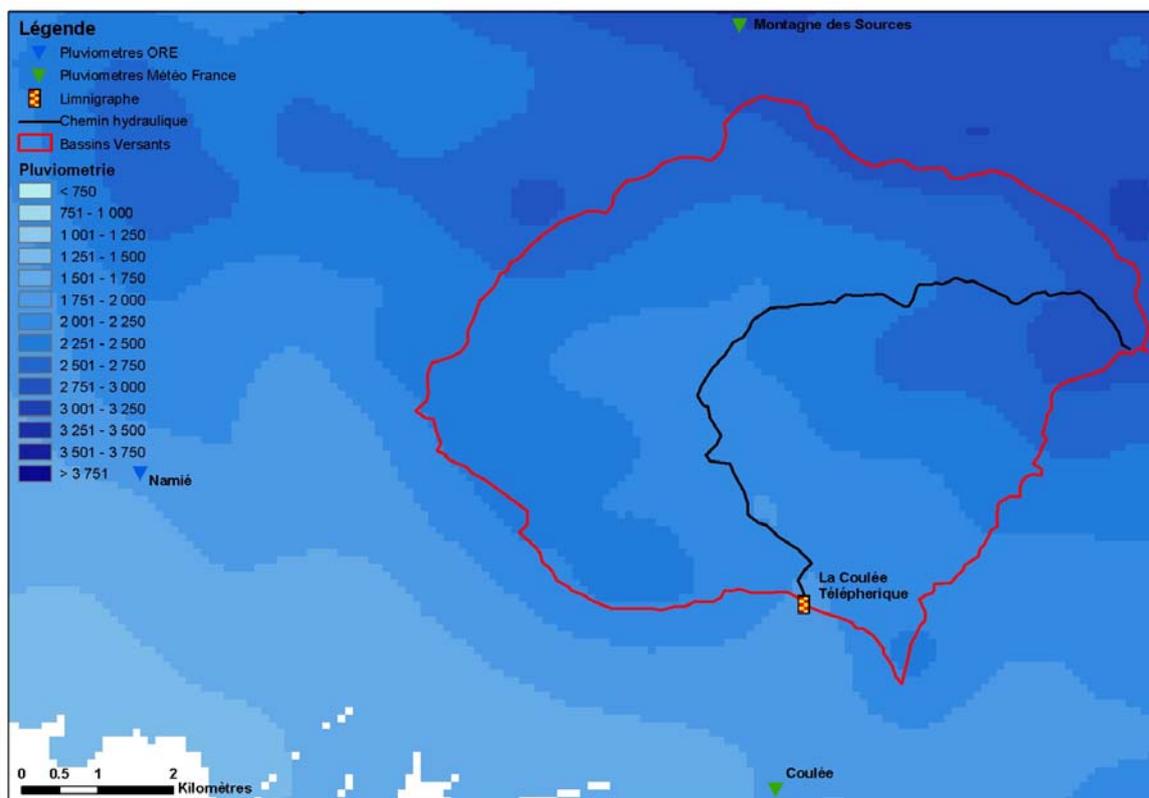


	Période de Retour T (années)							Paramètres loi	
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0
Q (m <sup>3</sup> /s)	100	173	400	550	694	880	1020	200	100
Hyp_haute Q (m <sup>3</sup> /s)	110	147	260	335	407	500	570	100	110

La courbe représentant les épisodes de débit supérieurs à 20m<sup>3</sup>/s montrent un groupe de crues pouvant être caractérisé par l'hypothèse basse alors que les épisodes cycloniques nécessitent un ajustement supérieur.

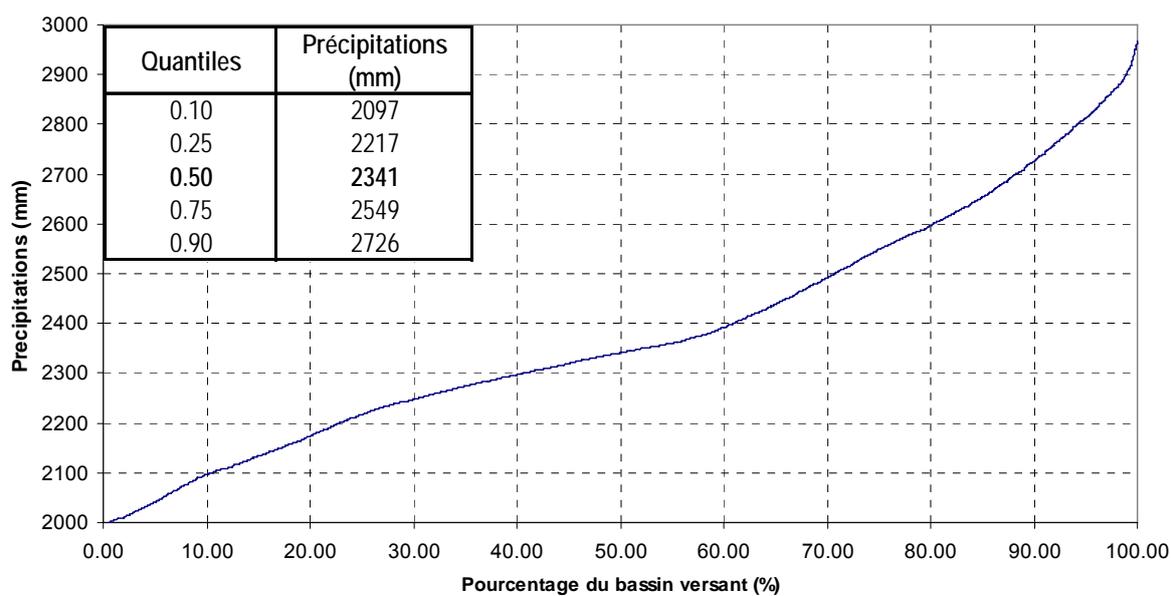
En replaçant cette étude dans le contexte régional des bassins versants de la cote ouest il est conseillé d'utiliser l'hypothèse haute avec un débit centennal de 1020 m<sup>3</sup>/s.

## Pluviométrie



(Source : MétéoFrance, DAVAR)

Courbe pluviométrique du bassin de la Coulée



Précipitation moyenne :  $P_{\text{moy}} = 2381\text{mm}$   
 Précipitation minimum :  $P_{\text{min}} = 1983\text{mm}$   
 Précipitation maximum :  $P_{\text{max}} = 2968\text{mm}$

## **Annexe 2 : Formule des temps de concentration**

## Annexe 2 : 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 :

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

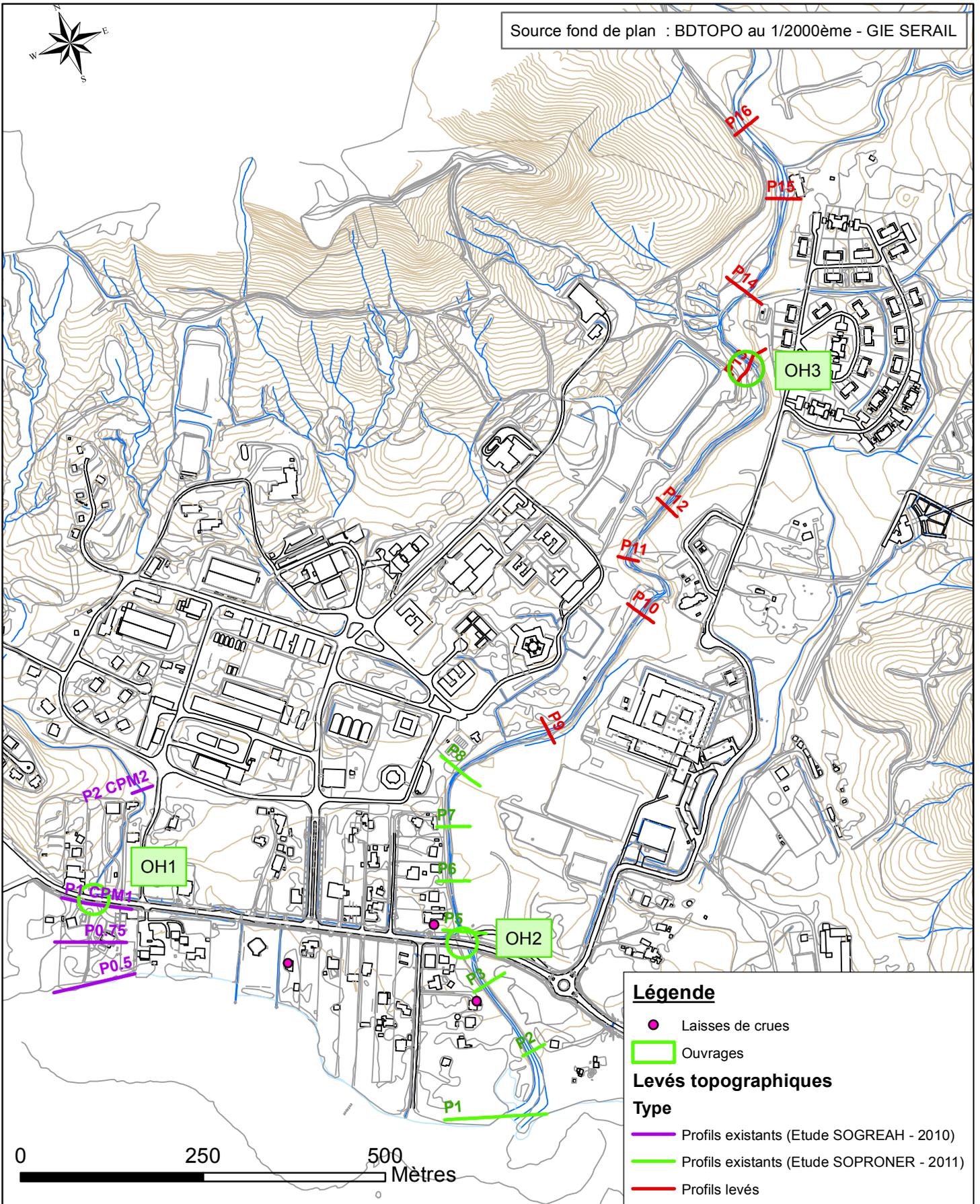
Où  $t_c$  est le temps de concentration en h, S est la surface du bassin en km et I la pente en m/m et L le plus long chemin hydraulique en m.

- 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 3 : Plan des levés topographiques réalisés**



**Etude des zones inondables sur le Creek Lucky**  
**Annexe 3 : Plan des levés topographiques**

**Annexe 4 : Résultats de modélisation sur le creek Colardeau (Source : Etude SOGREAH, 2010, « Etudes hydrauliques sur la commune du Mont Dore »)**

## 5. ANALYSE HYDRAULIQUE

Cette partie présente la méthodologie mise en œuvre et les résultats obtenus secteur par secteur.

### 5.1. METHODOLOGIE

Dans le cadre de la présente étude, il s'agit ici, non pas de mettre en œuvre des modélisations fines des écoulements mais plutôt d'élaborer des outils de calcul permettant d'avoir une quantification approchée des écoulements (notamment en termes de niveaux, charges et vitesses).

En regard des objectifs poursuivis, il était en effet inutile de s'engager dans une représentation très détaillée des écoulements, qui aurait nécessité par ailleurs des acquisitions topographiques très lourdes et aurait conduit à une précision des résultats en inadéquation avec celle obtenue sur d'autres paramètres tels que l'hydrologie.

La méthodologie de calcul proposée est présentée ci-dessous et adaptée à la morphologie locale de chaque secteur. Elle repose sur l'exploitation du régime permanent (débit constant) et, sur des modélisations hydrauliques simplifiées.

**Notons en préambule que la méthodologie employée ne permet pas d'avoir une très grande précision sur les grandeurs obtenues (niveaux et vitesses d'écoulement), mais reste en accord avec l'objectif recherché.**

L'ordre de grandeur de l'erreur est toutefois difficilement appréciable car relatif à différents paramètres (incertitudes liées notamment à la précision des fonds de plan topographiques ainsi qu'à l'hydrologie qui s'appuie sur des postes pluviométriques dont la représentativité en termes de pluviométrie locale peut être approximative).

Notons qu'une surcote marine exceptionnelle de 1,40 m NGNC a été appliquée sur la mer à l'aval pour la période de retour 100 ans, de même que lors de la première étude (condition aval retenue par le comité de pilotage de la première étude).

Pour les bassins versants affluents de la Coulée (secteurs Coulée Nord et Coulée Sud), la condition limite aval est issue de la modélisation bidimensionnelle réalisée par SOGREAH dans le cadre du projet de franchissement routier de la Coulée<sup>3</sup> (état actuel – crue centennale ou crues de calage).

Pour les bassins affluents de la Lembi (amont du secteur Coulée Sud), la condition limite aval est le niveau centennal issu de l'étude Hydrex.

---

<sup>3</sup> Etude hydraulique du franchissement de la rivière Coulée par une nouvelle liaison routière entre Boulari et la Coulée - Province Sud - n°4330399 - avril 2009

Le tableau présenté ci-après récapitule succinctement les conditions limites utilisées sur les différents secteurs.

Secteur	Condition limite aval des modèles
Yahoué	Surcote marine de 1,4 m NGNC
Conception	Surcote marine de 1,4 m NGNC
Saint-Michel	Cote d'écoulement déterminée dans l'étude antérieure <sup>4</sup>
3 BV RP1	Surcote marine de 1,4 m NGNC
Coulée Sud	Cotes centennales de la Coulée ou de la Lembi (issues des études antérieures <sup>5,6</sup> )
Coulée Nord	Cotes centennales de la Coulée (issues des études antérieures)
Val Boisé - Plum	Colardeau : surcote marine de 1,4 m NGNC Val Boisé : Cote d'écoulement déterminé dans l'étude antérieure <sup>7</sup>
Corniche - Vallon Dore	Surcote marine de 1,4 m NGNC

### 5.1.1. Modélisations hydrauliques simplifiées

Les secteurs étudiés étant caractérisés par un lit marqué donnant lieu à des débordements francs, des modélisations hydrauliques unidimensionnelles simplifiées (à l'aide du logiciel HEC-RAS développé par le corps des ingénieurs de l'armée américaine) ont été mises en œuvre.

#### Remarque :

*Notons que l'ensemble des bassins versants a fait l'objet d'une modélisation à l'exception du bassin versant CN3h (Coulée Nord) totalement noyé par la Coulée et le bassin versant. HAG2 (RP1) sur lequel la topographie était manquante.*

#### ↳ Construction des modèles locaux

Les modèles ont été construits sur la base des éléments topographiques fournis en 2006-2007, à savoir de la topographie existante (fonds de plan au 1/2 000<sup>ème</sup>, au 1/10 000<sup>ème</sup> et plan topographique sur le secteur de l'extension du lotissement industriel de la Coulée), des profils en travers du lit mineur et du lit majeur levés par la commune dans le cadre de l'étude et représentatifs de tronçons homogènes de cours d'eau, du levé des ouvrages de franchissement.

#### ↳ Calage et exploitation des modèles

Sur la base des informations recueillies sur les niveaux atteints lors des crues antérieures, un profil en long des crues historiques a été réalisé.

Les modèles ont alors été calés sur ces niveaux de crue par ajustement des coefficients de rugosité (estimés à partir des enquêtes de terrain), voire des débits évalués dans l'analyse hydrologique.

<sup>4</sup> Étude hydraulique complémentaire sur le Thabor à Saint Michel - DEPS - SOGREAH - juillet 2006

<sup>5</sup> Études hydrauliques du franchissement de la rivière Coulée par une nouvelle liaison routière entre Boulari et la Coulée - Province Sud - Avril 2009

<sup>6</sup> Études hydrauliques sur la Lambi-Hydrex

<sup>7</sup> Études hydrauliques sur la commune du Mont Dore - DEPS - SOGREAH - février 2006

Les modèles ont ensuite été exploités en régime permanent pour les crues caractéristiques de période de retour 100 ans et ont permis de préciser, en chaque profil de calcul :

- le niveau d'écoulement ;
- la charge ;
- la vitesse moyenne en lit mineur, en rive gauche et en rive droite ;
- la répartition des débits entre lits mineur et majeur.

Les pertes de charge au niveau des ouvrages hydrauliques ont été directement calculées dans le modèle hydraulique. Une interface permet en effet, dans HEC-RAS, de renseigner les différents paramètres géométriques et les caractéristiques d'un pont (forme des piles, dimensions et position du remblai, dimensions du tablier...).

Remarque :

*De manière générale, en regard des reconnaissances de terrain réalisées et des types d'ouvrages concernés (par rapport à la table d'information sur les pertes de charge à l'entrée des ouvrages), le coefficient de perte de charge à l'entrée des ouvrages a été fixé dans la plupart des cas à 0,5. Notons en outre qu'une grande partie des modèles a été calée sur des laisses de crue sans que cela nécessite une modification de ce paramètre.*

*Toutefois, à titre indicatif, nous avons testé sur un modèle terrain non calé (secteur RP1 - modèle HAG2) l'influence de ce paramètre en simulant deux cas :*

- un coefficient de 0,5 sur l'ouvrage OH3 ;
- un coefficient 0,9 sur l'ouvrage OH3.

*Aucune modification des conditions d'écoulement n'est constatée. Ce paramètre paraît peu sensible.*

Il est possible de sélectionner l'une ou l'autre des méthodes de calcul à employer (parmi 4 méthodes : l'équation d'énergie, l'équation de la quantité de mouvement, l'équation de Yarnell, la méthode FHWA WSPRO) ou même d'en choisir plusieurs. Dans ce dernier cas, HEC-RAS choisira la réponse pour laquelle la perte de charge est maximale.

Les méthodes « énergétique » et de « la quantité de mouvement » prennent en compte les pertes de charge et les changements de géométrie au niveau du pont. La méthode « énergétique » modélise mieux les pertes supplémentaires dues aux changements d'écoulement ainsi que la turbulence grâce à la prise en compte de coefficients de contraction et d'expansion. La méthode de la quantité de mouvement prend en compte de façon plus précise les pertes de charge liées aux piles.

La méthode FHWA WSPRO a d'abord été développée pour des ouvrages de franchissement d'écoulements larges avec un lit majeur très encombré.

L'équation de Yarnell est une formule empirique qui s'applique uniquement pour certains modèles.

**Dans notre cas, nous avons privilégié la méthode énergétique, méthode la plus adaptée aux caractéristiques des ouvrages et écoulements en présence.**

## **5.7. SECTEUR VAL BOISE/PLUM/COLARDEAU**

Sur le secteur Val Boisé/Plum/Colardeau, la méthodologie s'appuie également sur des modélisations hydrauliques (un modèle principal et un modèle secondaire).

### **5.7.1. Construction des modèles**

Le modèle principal qui s'étend sur un linéaire d'environ 2 500 m depuis le lotissement de Colarieu à l'aval a été construit sur la base des profils lit mineur/lit majeur de la Plum et de ses affluents et des caractéristiques des ouvrages levés pour l'étude (cf. annexe n°2) ainsi que des fonds de plan au 1/2 000<sup>ème</sup> et 1/10 000<sup>ème</sup> (topographie 2006-2007).

Notons en outre que nous avons réutilisé en partie les profils en travers élargis en lit majeur réalisés sur la Plum lors de la première étude.

Le modèle comprend ainsi les deux creeks traversant le lotissement de Val Boisé situé en mont de la RP2, l'affluent de la Plum rive droite qu'ils constituent en aval de cette route, ainsi que la Plum depuis 250 m en aval de RP1 jusqu'au lotissement de Colarieu.

Soulignons également la réalisation d'un modèle secondaire sur environ 350 m au droit du lotissement Colardeau, en aval du camp militaire.

Les coefficients de rugosité (Strickler) ont été appréciés sur la base des enquêtes de terrain et ajustés en particulier sur le secteur Val Boisé lors de la phase de calage. Les valeurs retenues sont en moyenne pour le lit majeur de 8 à 12,5 sur Val Boisé, 8 à 15 sur Plum, 10 à 12 sur Colardeau et pour le lit mineur, de 15 à 25 sur Val Boisé, 20 à 30 sur Plum et 10 à 25 sur Colardeau.

### **5.7.2. Calage des modèles**

Rappelons que les informations recueillies sur les niveaux atteints lors des crues antérieures caractérisent l'épisode de 2003 et sont exclusivement situées au droit du lotissement de Val Boisé.

La condition limite aval retenue est la cote d'écoulement obtenue lors de l'étude précédente au droit du lotissement Colarieu pour l'événement considéré (soit une cote de 3,50 m NGNC au droit du profil P3).

Le modèle a ensuite été calé sur les niveaux de crue de 2003 par ajustement des coefficients de rugosité. Le profil en long obtenu au droit du lotissement Val Boisé (secteur où sont situées les laisses de crues) est reporté sur les figures 16a et 16b. La bonne cohérence entre les niveaux calculés et les niveaux observés permet de valider le réglage du modèle.

Sur les secteurs ne présentant pas de laisse de crue (tel que le lotissement en aval du camp militaire), les coefficients ont été ajustés en fonction de notre expérience, de nos reconnaissances de terrain et de ajustements réalisés sur les secteurs voisins.

### 5.7.3. Exploitation des modèles et élaboration des cartes

Les modèles ont été exploités pour la crue de fréquence centennale.

Les conditions d'écoulement ainsi obtenues sont reportées sur le tableau 6 et un profil en long des lignes d'eau est présenté en figures 17a, 17b, et 17c. L'emprise inondable et les hauteurs d'eau associées à la crue de fréquence centennale sont représentées sur les plans 17a et 17b.

- Sur le secteur de Val Boisé au droit duquel est localisée la majeure partie des enjeux habités, l'emprise inondable est de manière générale réduite au lit mineur sur les parties amont des deux biefs. Sur le creek le plus au Nord, l'emprise inondable s'élargit 400 m environ en amont de la RP2, atteignant une emprise maximale d'environ 150 m. Au droit du bief situé au Sud, l'emprise inondable de la crue centennale s'élargit dès 600 m en amont de la RP1 sur un linéaire de 200 m environ, avant de se réduire au lit mineur du fait de son caractère relativement encaissé. En amont immédiat de la RP1, la zone inondable des deux creek se rejoint. La route RP1 est submergée par près de 0,3 m d'eau.

Entre la RP1 et la confluence des deux creeks, l'emprise inondable reste conséquente en lit majeur ; les hauteurs d'eaux attendues sont de l'ordre de 0,5 à 1 m. En aval de cette confluence, les eaux restent confinées en lit mineur sur près de 200 m. Des débordements sont alors à noter en aval, dans un premier temps en rive gauche puis en rive droite. L'emprise inondable s'élargit alors, atteignant près de 500 m en amont de la confluence avec la Plum.

En aval du camp militaire, la zone inondable reste globalement limitée au lit mineur en amont de la RP1 sur un linéaire de 200 m environ, en raison du caractère encaissé du creek. On relève une perte de charge relativement importante au droit de l'ouvrage. En aval de l'ouvrage, la zone inondable s'élargit fortement jusqu'à la baie de Plum ; les hauteurs d'eau attendues restent limitées, de l'ordre de 0,5 m.

- En termes de pertes de charges aux ouvrages, on notera des différences de hauteurs d'eau importantes (comprises entre 0,5 et 2 m) sur les différentes creeks de part et d'autre de la route RP1.
- En termes de vitesses moyennes d'écoulement, notons que les vitesses fortes restent de manière générale confinées en lit mineur.

## **Annexe 5 : Résultats de modélisation sur le creek Lucky**

## Annexe 5 : Résultats de modélisation sur le Creek Lucky

- T=5 ans

Profil	Débit	Cote du fil d'eau	Cote de la ligne d'eau	Hauteur d'eau maximale	Cote critique	Hauteur critique	Ligne d'énergie	Surface mouillée	Froude	Vitesse en rive gauche	Vitesse en lit mineur	Vitesse en rive droite	Vitesse moyenne sur la section
	(m <sup>3</sup> /s)	(m NGNC)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m <sup>2</sup> )		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
16	90	21.53	23.89	2.36	23.89	2.36	24.54	28.79	0.98	0.68	3.63	0.22	3.13
15	90	18.44	20.55	2.11	20.85	2.41	21.73	20.63	1.24	0.62	4.86		4.36
14	90	15.97	18.69	2.72	18.69	2.72	19.3	45.58	0.91	0.64	4.08	0.99	1.97
13	90	14.03	16.46	2.43	16.01	1.98	16.82	45.76	0.61	0.48	2.79	0.56	1.97
12.5	90	13.95	15.9	1.95	15.65	1.7	16.32	33.5	0.75	0.23	2.88	0.46	2.69
12	90	10.07	12.83	2.76	12.59	2.52	13.56	28.72	0.82	0.75	3.9	0.63	3.13
11	90	9.76	11.55	1.79	11.55	1.79	12.25	25.05	0.99		3.71	0.31	3.59
10	90	7.33	9.88	2.55	9.37	2.04	10.24	36.39	0.62	0.33	2.65	0.36	2.47
9	90	4.45	7.9	3.45	7.34	2.89	8.46	36.7	0.65	0.66	3.45	0.42	2.45
8	100	3.58	6.6	3.02	6.24	2.66	7.1	34.83	0.71	0.48	3.15	0.16	2.87
7	100	2.71	5.82	3.11	5.27	2.56	6.23	47.7	0.63	0.7	3	0.18	2.1
6	100	1.63	4.34	2.71	4.32	2.69	5.2	24.24	0.99	0.09	4.13		4.13
5	100	0.77	4.05	3.28	3.21	2.44	4.19	108.08	0.4	0.33	1.85	0.08	0.93
4	100	0.63	3.55	2.92	2.63	2	3.7	59.22	0.42	0.11	1.69		1.69
3	97.26	0.43	2.9	2.47	2.69	2.26	3.48	39.15	0.79	0.35	3.44		2.48
2	97.26	-0.13	1.78	1.91	1.78	1.91	2.11	97.79	0.77	0.19	3.14	0.43	0.99
1	97.26	-0.41	1.1	1.51	0.73	1.14	1.24	66.57	0.57	0.15	1.69	0.06	1.46

- T=10 ans

Profil	Débit	Cote du fil d'eau	Cote de la ligne d'eau	Hauteur d'eau maximale	Cote critique	Hauteur critique	Ligne d'énergie	Surface mouillée	Froude	Vitesse en rive gauche	Vitesse en lit mineur	Vitesse en rive droite	Vitesse moyenne sur la section
	(m3/s)	(m NGNC)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m2)		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
16	125	21.53	24.22	2.69	24.22	2.69	25	37.3	0.98	0.82	4.03	0.35	3.35
15	125	18.44	20.91	2.47	21.28	2.84	22.32	27.59	1.26	0.88	5.36		4.53
14	125	15.97	18.99	3.02	18.99	3.02	19.73	57.23	0.97	0.85	4.64	1.18	2.18
13	125	14.03	16.68	2.65	16.35	2.32	17.22	52.89	0.72	0.63	3.46	0.71	2.36
12.5	125	13.95	16.41	2.46	15.96	2.01	16.85	46.92	0.66	0.28	2.97	0.56	2.66
12	125	10.07	13.09	3.02	13.07	3	14.2	33.05	0.96	0.94	4.83	0.82	3.78
11	125	9.76	11.96	2.2	11.96	2.2	12.73	37.71	0.93	0.31	3.92	0.49	3.31
10	125	7.33	10.5	3.17	9.73	2.4	10.87	51.88	0.55	0.38	2.72	0.5	2.41
9	125	4.45	8.16	3.71	7.9	3.45	9.08	48.86	0.8	0.39	4.43	0.49	2.56
8	140	3.58	7.15	3.57	6.65	3.07	7.61	68.52	0.64	0.5	3.18	0.26	2.04
7	140	2.71	6.33	3.62	5.74	3.03	6.69	107.66	0.57	0.44	3.02	0.41	1.3
6	136.77	1.63	4.76	3.13	4.76	3.13	5.81	30.47	0.99	0.37	4.55	0.25	4.49
5	135.77	0.77	4.32	3.55	3.78	3.01	4.47	138.94	0.42	0.42	2.06	0.19	0.98
4	135.77	0.63	3.85	3.22	2.93	2.3	3.93	187.98	0.33	0.29	1.45		0.72
3	124.84	0.43	3.24	2.81	3.24	2.81	3.75	71.2	0.72	0.43	3.38		1.75
2	124.84	-0.13	1.79	1.92	1.96	2.09	2.32	99.2	0.98	0.24	3.99	0.55	1.26
1	124.84	-0.41	1.1	1.51	0.91	1.32	1.34	66.57	0.73	0.2	2.17	0.08	1.88

- T=100 ans

Profil	Débit	Cote du fil d'eau	Cote de la ligne d'eau	Hauteur d'eau maximale	Cote critique	Hauteur critique	Ligne d'énergie	Surface mouillée	Froude	Vitesse en rive gauche	Vitesse en lit mineur	Vitesse en rive droite	Vitesse moyenne sur la section
	(m <sup>3</sup> /s)	(m NGNC)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m)	(m NGNC)	(m <sup>2</sup> )		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
16	225	21.53	24.99	3.46	24.99	3.46	26.1	59.1	0.98	1.1	4.86	0.57	3.81
15	225	18.44	21.72	3.28	22.18	3.74	23.63	45.66	1.27	1.32	6.35	0.2	4.93
14	225	15.97	19.7	3.73	19.7	3.73	20.76	85.16	1.06	1.27	5.8	1.57	2.64
13	225	14.03	16.94	2.91	17.13	3.1	18.29	61.62	1.09	1.07	5.5	1.15	3.65
12.5	225	13.95	16.68	2.73	16.68	2.73	17.77	54.37	0.98	0.46	4.68	0.91	4.14
12	225	10.07	14.17	4.1	14.17	4.1	15.8	52.66	0.99	1.18	5.93	1.09	4.27
11	225	9.76	12.21	2.45	12.79	3.03	13.97	52.03	1.34	0.56	6.03	0.85	4.32
10	225	7.33	10.7	3.37	10.53	3.2	11.71	57.71	0.88	0.56	4.52	0.86	3.9
9	225	4.45	9.23	4.78	9.23	4.78	9.63	228.81	0.58	0.48	3.71	0.51	0.98
8	250	3.58	7.58	4	7.74	4.16	8.45	102.66	0.83	0.81	4.51	0.23	2.44
7	250	2.71	6.49	3.78	6.7	3.99	7.35	128.01	0.88	0.75	4.78	0.73	1.95
6	235.02	1.63	5.29	3.66	5.29	3.66	5.83	149.69	0.78	0.78	4.01	0.46	1.57
5	220.69	0.77	4.87	4.1	4.16	3.39	5.06	205.42	0.44	0.56	2.38	0.36	1.07
4	220.69	0.63	4.29	3.66	3.47	2.84	4.4	259.21	0.36	0.4	1.76		0.85
3	189.7	0.43	3.62	3.19	3.62	3.19	4.2	106.62	0.77	0.65	3.88		1.78
2	189.7	-0.13	2.29	2.42	2.17	2.3	2.49	230.86	0.65	0.3	2.99	0.59	0.82
1	189.7	-0.41	1.4	1.81	1.24	1.65	1.65	134.07	0.67	0.3	2.29	0.14	1.41

**Annexe 6 : Fiches des enquêtes historiques de crue de  
la DAVAR et fiches des enquêtes complémentaires**

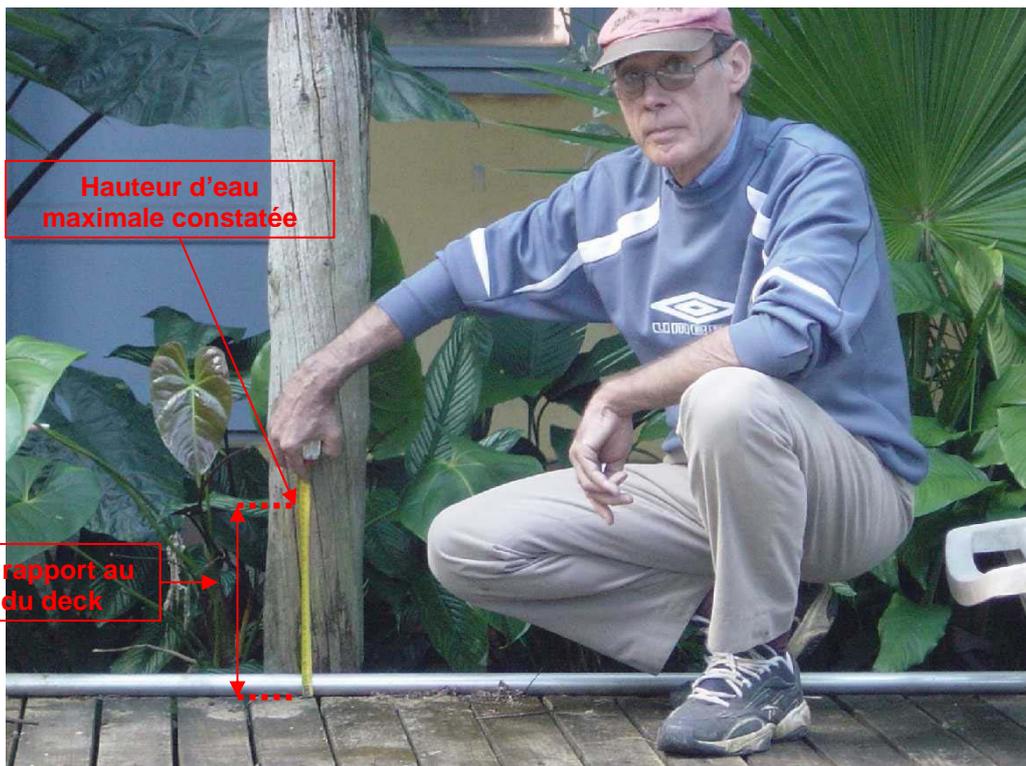
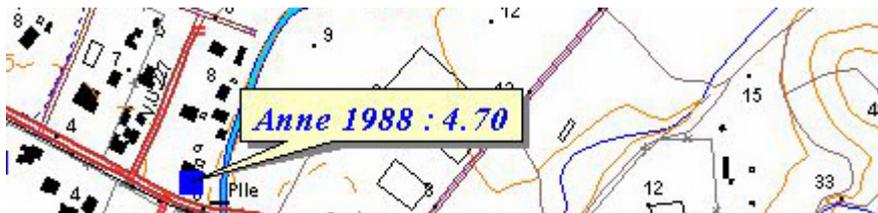


## CRUE MAXIMALE HISTORIQUE RECENSEE

Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales  
Service de l'eau et des statistiques et études rurales  
Observatoire de la ressource en eau



PHE N° : luck_1	Cours d'eau/bassin : Creek Lucky	Commune : Mont-Dore		
Relevé des Plus Hautes Eaux (PHE) : enquête réalisée par E. LAMAND en juin 2004				
Commentaire : Cyclone Anne du 13 janvier 1988				
Niveau de précision du relevé : Bon				
HAUTEUR (m) : 0.30 par rapport : au niveau du deck				
Position : UTM-NGNC	X : 668173	Y : 7535484	Z Repère : 4.40	Z PHE : 4.70





## CRUE MAXIMALE HISTORIQUE RECENSEE

Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales  
Service de l'eau et des statistiques et études rurales  
Observatoire de la ressource en eau



PHE N° : <b>luck_2</b>	Cours d'eau/bassin : <b>Creek Lucky</b>	Commune : <b>Mont-Dore</b>		
Relevé des Plus Hautes Eaux (PHE) : <b>enquête réalisée par E. LAMAND en juin 2004</b>				
Commentaire : <b>Dépression du 2 octobre 2001</b>				
Niveau de précision du relevé : <b>Bon</b>				
HAUTEUR (m) : <b>0.10</b> par rapport : <b>au niveau de la dalle</b>				
Position : UTM-NGNC	X : <b>668191</b>	Y : <b>7535365</b>	Z Repère : <b>2.30</b>	Z PHE : <b>2.40</b>



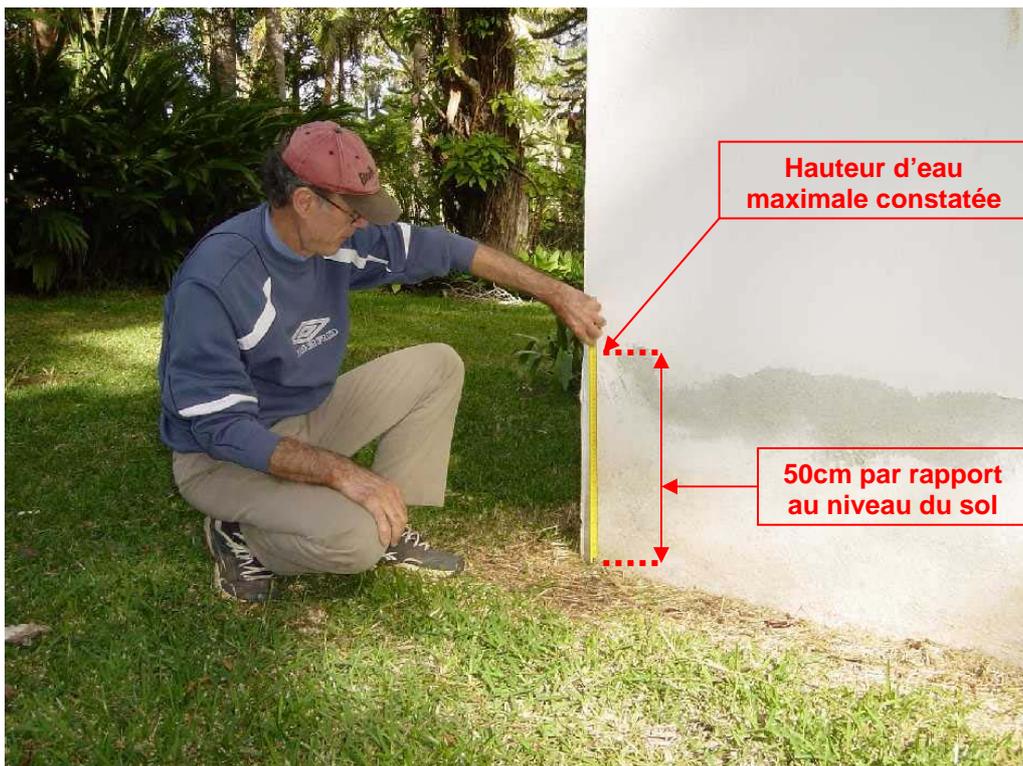
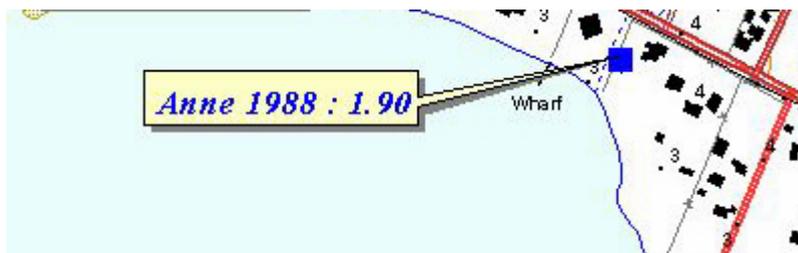


## CRUE MAXIMALE HISTORIQUE RECENSEE

Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales  
Service de l'eau et des statistiques et études rurales  
Observatoire de la ressource en eau



PHE N° : <b>luck_3</b>	Cours d'eau/bassin : <b>Creek Lucky</b>	Commune : <b>Mont-Dore</b>		
Relevé des Plus Hautes Eaux (PHE) : <b>enquête réalisée par E. LAMAND en juin 2004</b>				
Commentaire : <b>Cyclone Anne du 13 janvier 1988</b>				
Niveau de précision du relevé : <b>Bon</b>				
HAUTEUR (m) : <b>0.50</b> par rapport : <b>au niveau du sol</b>				
Position : UTM-NGNC	X : <b>667967</b>	Y : <b>7535504</b>	Z Repère : <b>1.40</b>	Z PHE : <b>1.90</b>



# FICHE LAISSE DE CRUE

PHE N°: Lucky 1	Cours d'eau/bassin: Creek Lucky	Commune: Mont Dore	
Relevé des plus hautes eaux (PHE): enquête menée par Soproner en juin 2012			
Episode pluvieux: Anne	Date: 13 janvier 1988		
Niveau de précision du relevé: Approximatif			
Hauteur : 60 cm par rapport au TN			
Position Lambert	X: 465484	Y: 213915	Z PHE: 2.30 m NGNC

Remarques :



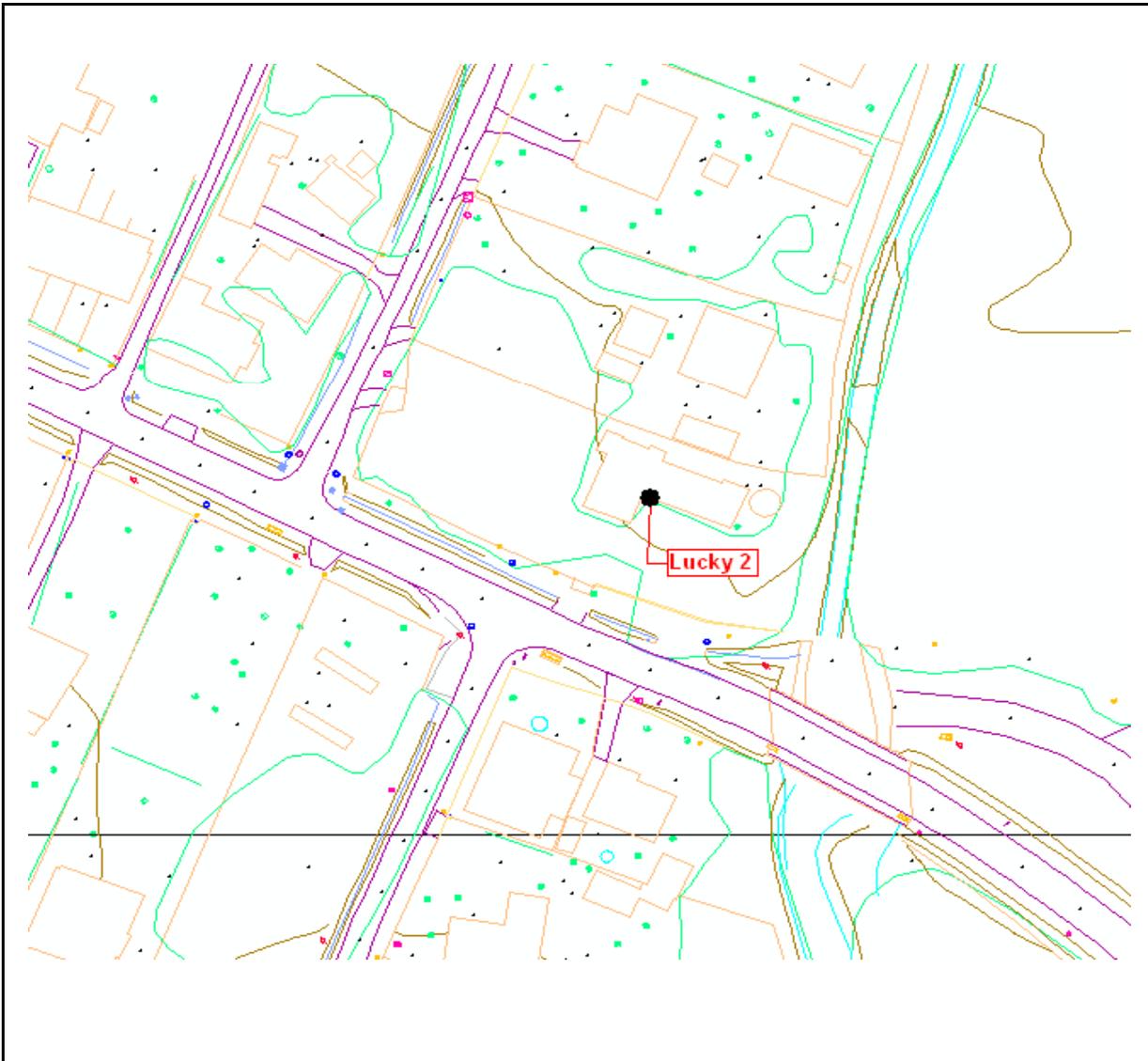
# FICHE LAISSE DE CRUE

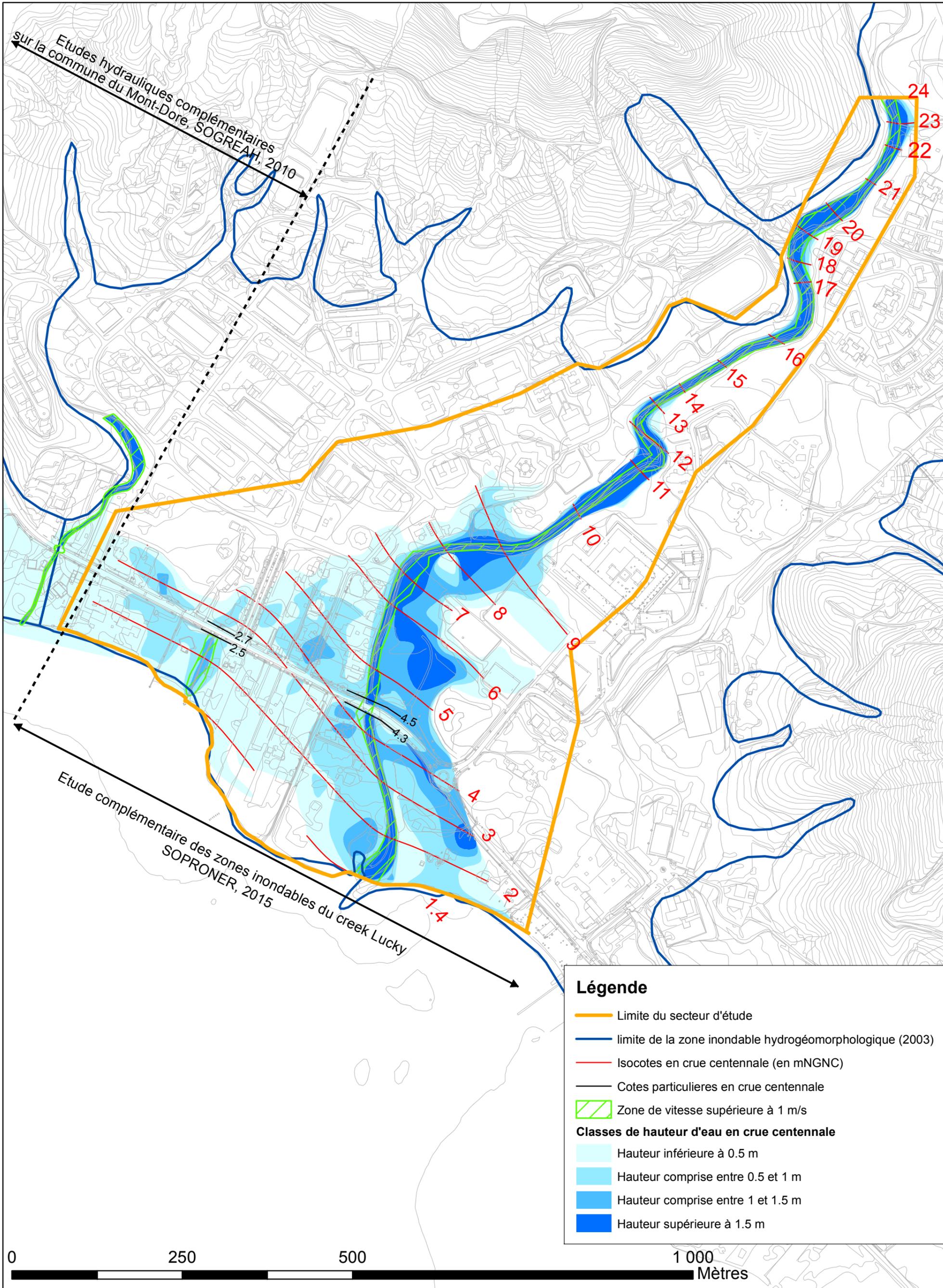


PHE N°: Lucky 2	Cours d'eau/bassin: Creek Lucky	Commune: Mont Dore
Relevé des plus hautes eaux (PHE): enquête menée par Soproner en juin 2012		
Episode pluvieux: Anne	Date: 13 janvier 1988	
Niveau de précision du relevé: Approximatif		
Hauteur : 1.30 m par rapport: sol		
Position Lambert	X: 465501	Y: 214064 Z PHE: 5.40 m NGNC

Remarques :

**0.30 cm par rapport à la dalle de la maison**





Etudes hydrauliques complémentaires  
sur la commune du Mont-Dore, SOGREAH, 2010

Etude complémentaire des zones inondables du creek Lucky  
SOPRONER, 2015

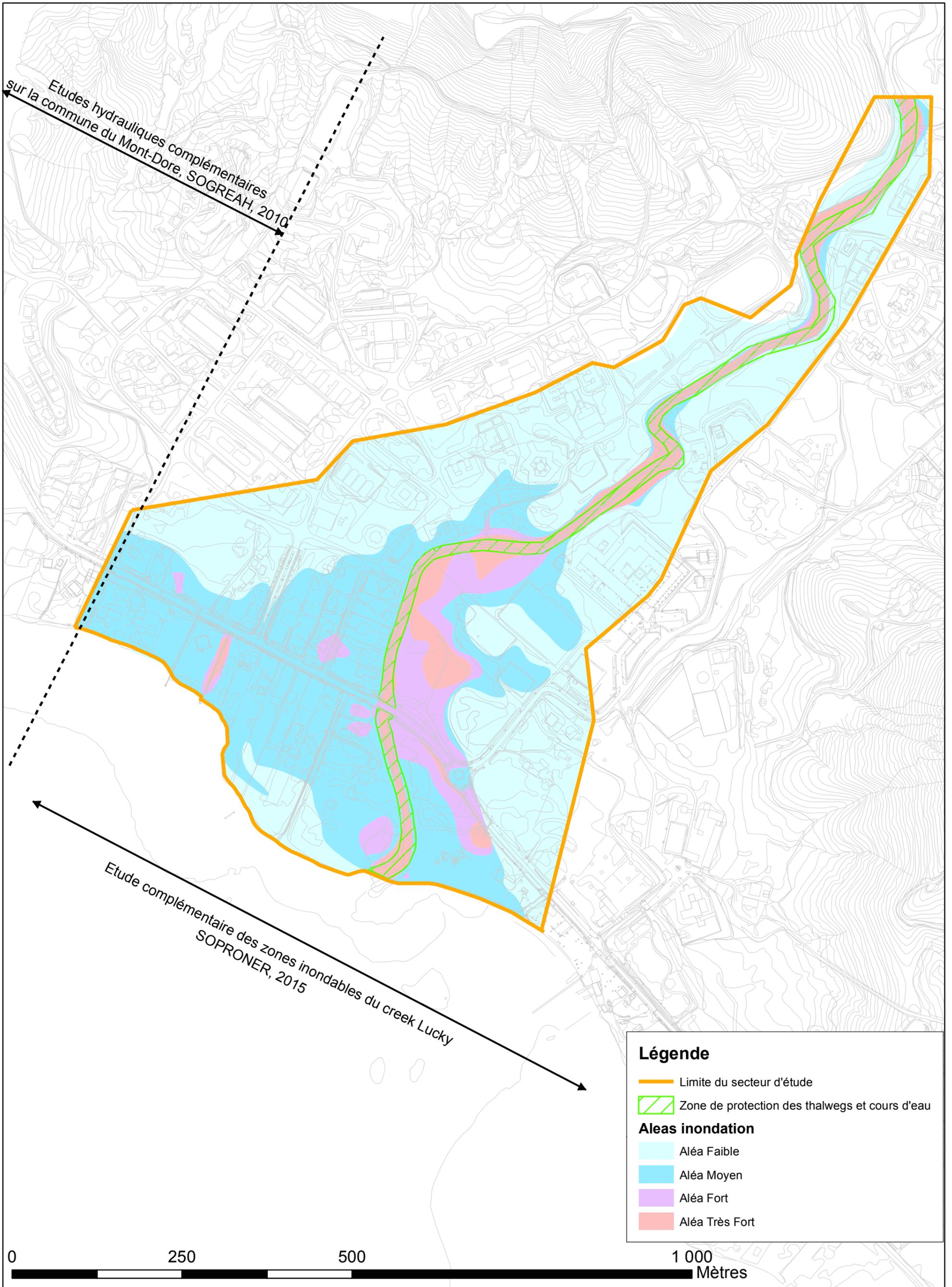
**Légende**

- Limite du secteur d'étude
- limite de la zone inondable hydrogéomorphologique (2003)
- Isocotes en crue centennale (en mNGNC)
- Cotes particulières en crue centennale
- Zone de vitesse supérieure à 1 m/s

**Classes de hauteur d'eau en crue centennale**

- 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

0 250 500 1 000 Mètres



**Légende**

- Limite du secteur d'étude
- ▨ Zone de protection des thalwegs et cours d'eau

**Aleas inondation**

- Aléa Faible
- Aléa Moyen
- Aléa Fort
- Aléa Très Fort

0                      250                      500                      1 000  
 Mètres