



ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE DE LA COULEE

ARTELIA EAU & ENVIRONNEMENT

AGENCE DE TOULOUSE

Parc Technologique du Canal - Immeuble Octopussy
16 avenue de l'Europe
31520 RAMONVILLE SAINT-AGNE

Tel. : +33 (0) 5 62 88 77 00

Fax : +33 (0) 5 62 88 77 19

DATE : OCTOBRE 2012 - REF. : 8330078

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE.....	2
1.1. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT	2
1.2. DESCRIPTION DU COURS D'EAU	3
2. ANALYSE PLUVIOMETRIQUE ET HYDROMETRIQUE.....	5
2.1. PLUVIOMETRIE	5
2.1.1. Contexte pluviométrique	5
2.1.2. Données pluviométriques disponibles	6
2.1.3. Analyse statistique	6
2.2. ESTIMATION DES DEBITS THEORIQUES	7
2.2.1. Méthodologie	7
2.2.2. Résultats	11
2.3. DETERMINATION DES DEBITS DE CRUES HISTORIQUES	12
3. DONNEES TOPOGRAPHIQUES.....	15
4. MODELISATION DES COURS D'EAU	16
4.1. CONSTRUCTION DU MODELE ET HYPOTHESES DE CALCUL	16
4.1.1. Géométrie	17
4.2. CALAGE DU MODELE	18
4.2.1. Conditions aux limites	18
4.2.2. Crue du 13 janvier 1988	18
4.2.3. Crue du 14 mars 2003	19
4.2.4. Coefficients de Strickler	20
4.3. MODELISATION DE LA CRUE DE REFERENCE	21
4.4. ANALYSE DE SENSIBILITE	21
4.4.1. Analyse de la sensibilité pour la crue de calage de 2003.....	21
4.4.2. Analyse de la sensibilité pour la crue de référence	21
4.4.3. Analyse Hydraulique – Fonctionnements hydrauliques particuliers	22
5. CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE ET DES ALEAS.....	23
5.1. CARTES DES ISO-COTES, ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES	23
5.2. CARTE DES ALEAS	24

ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE DE LA COULEE

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 – CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS.....	2
TABEAU 2 – PLUVIOMETRIE JOURNALIERE DECENNALE ET CENTENNALE	6
TABEAU 3 – PLUVIOMETRIE JOURNALIERE REPRESENTATIVE DU SECTEUR	7
TABEAU 4 – COEFFICIENTS DE MONTANA AU POSTE DE LA MONTAGNE DES SOURCES (METEO FRANCE)	8
TABEAU 5 – TEMPS DE CONCENTRATION DES DIFFERENTS SOUS BASSINS VERSANTS	9
TABEAU 6 – DEBITS DE CRUE CENTENNALE AUX STATIONS HYDROMETRIQUES	10
TABEAU 7 – COMPARAISON DES DEBITS CENTENNAUX	11
TABEAU 8 – DEBITS DE LA CRUE DE 2003.....	12
TABEAU 9 – DEBITS DE LA CRUE DE 1988.....	13
TABEAU 10 – DEBITS DE LA CRUE DE 2003.....	13
TABEAU 11 – FOURCHETTE DE DEBITS DES CRUES 1988 ET 2003 RETENUES	14
TABEAU 12 – CONDITIONS LIMITES UTILISEES	18
TABEAU 13 – COMPARAISON LAISSES DE CRUE / MODELE POUR LA CRUE DE 1988	19
TABEAU 14 – COMPARAISON LAISSES DE CRUE / MODELE POUR LA CRUE DE 2003	19
TABEAU 15 – CONDITIONS LIMITES POUR LA CRUE DE REFERENCE.....	21

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 – PLAN DE SITUATION DU BASSIN VERSANT DE LA COULEE.....	2
FIGURE 2 – LA COULEE SUR SA PARTIE AMONT	3
FIGURE 3 – LA LEMBI AU NIVEAU DE LA RUE DU BOCAGE	3
FIGURE 4 – LA COULEE EN AMONT ET EN AVAL DE LA ROUTE DU SUD	4
FIGURE 5 – PRECIPITATIONS ET TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES A NOUMEA	5
FIGURE 6 – PLAN DE LOCALISATION DES PLUVIOMETRES ET STATIONS HYDROMETRIQUES	6
FIGURE 7 – PLAN DE LOCALISATION DES REPERES DE CRUE.....	15
FIGURE 8 – PLAN DE LOCALISATION DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES UTILISEES.....	15
FIGURE 9 – SENSIBILITE A LA CONDITION AVAL – PROFIL EN LONG DE LA LIGNE D’EAU DE 2003	21
FIGURE 10 – SENSIBILITE A LA CONDITION AVAL – PROFIL EN LONG DE LA LIGNE D’EAU CENTENNALE	21
FIGURE 11 – VECTEURS VITESSES DE LA CRUE CENTENNALE – SECTEUR AMONT.....	22
FIGURE 12 – VECTEURS VITESSES DE LA CRUE CENTENNALE – SECTEUR AVAL	23
FIGURE 13 – PROFIL EN LONG COMPARATIF ETUDE HYDREX.....	23
FIGURE 14 – CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D’EAU POUR LA CRUE CENTENNALE DE LA COULEE	24
FIGURE 15 – CARTOGRAPHIE DES VITESSES POUR LA CRUE CENTENNALE DE LA COULEE	24
FIGURE 16 – CARTOGRAPHIE DES ALEAS INONDATION POUR LA CRUE CENTENNALE DE LA COULEE	24

INTRODUCTION

Suite à la réalisation de l'étude du projet de franchissement de la Coulée, étude finalisée en 2009¹, la Direction de l'Équipement de la Province Sud a mandaté Artelia pour actualiser la cartographie des aléas sur le secteur de la Coulée aval. Ce rapport d'étude a pour but de présenter la méthodologie utilisée pour déterminer les zones inondables cartographiées.

Le rapport se décompose en 5 chapitres :

- Présentation du secteur d'étude
- Analyse pluviométrique et hydrométrique
- Programme de levés topographiques
- Modélisation des cours d'eau
- Cartographie de la zone inondable et des aléas

¹ Etude hydraulique du franchissement de la rivière Coulée par une nouvelle liaison routière entre Boulari et la Coulée – SOGREAH – Avril 2009

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de la Coulée prend sa source à 700 m d'altitude et sa superficie globale est évaluée à 90.7 km². La Coulée est composée de 2 cours d'eau principaux : la Coulée amont au nord-ouest du bassin versant et la Lembi au sud-est.

Le tableau suivant donne les caractéristiques générales du bassin versant global ainsi que des 2 sous bassins versants associés.

Bassin versant	Superficie (km ²)	Pente globale (m/m)	Longueur hydraulique (km)
Coulée amont	48.4	0.018	13.6
Lembi	32.4	0.016	11.0
Coulée à l'embouchure	90.7	0.008	17.1

Tableau 1 – Caractéristiques des bassins versants

La figure 1 (fournie en annexe) présente la localisation du bassin versant de la Coulée et un découpage en sous bassins versants.

Les bassins versants amont sont composés d'un chevelu hydrographique assez important (nombreuses ravines) et de vallées assez étroites. Les pentes de ces cours d'eau sont aussi importantes (> 1.5 %). L'aval du bassin versant de la Coulée est constitué d'une plaine assez importante et large.

En termes d'occupation des sols, le bassin versant de la Coulée est globalement naturel. L'urbanisation est très éparse en amont de la confluence avec la Lembi, et un peu plus dense en aval avec notamment la présence de lotissements. Toutefois, l'imperméabilisation associée est minime en regard de la superficie globale des bassins versants.

1.2. DESCRIPTION DU COURS D'EAU

- Sur sa partie amont, le cours d'eau de la Coulée est situé dans une vallée assez large et le lit mineur est peu marqué. Comme l'illustre la photographie suivante, la végétation est peu dense et ne constitue pas un obstacle aux écoulements.



Figure 2 – La Coulée sur sa partie amont

En amont de la confluence, la Coulée possède un lit plus marqué bordé par une végétation plus abondante.

- Le lit mineur de la Lembi est assez marqué et s'inscrit dans une végétation dense composée d'arbres de diverses essences. Plusieurs ouvrages et passages à gué (radier) relient les 2 rives (voir exemple sur la figure suivante – Rue du Bocage).



Figure 3 – La Lembi au niveau de la rue du Bocage

- A l'aval de la confluence, la Coulée présente un lit mineur beaucoup plus large. Un ouvrage important permet à la route du Sud de franchir le cours d'eau.

La portée de cet ouvrage est de 40 m et sa hauteur de 7 m environ.

De ce pont à l'embouchure, le tracé du cours d'eau est relativement rectiligne et son gabarit très important.



Figure 4 – La Coulée en amont et en aval de la route du Sud

2. ANALYSE PLUVIOMETRIQUE ET HYDROMETRIQUE

2.1. PLUVIOMETRIE

2.1.1. CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE

Les éléments suivants sont issus de la synthèse pluviométrique réalisée par Nicolas Romieux en novembre 2011 pour l'Observatoire de la Ressource en Eau de Nouvelle Calédonie.

La Nouvelle Calédonie est située dans une zone intertropicale. La variation climatique annuelle se découpe en 2 saisons principales séparées de 2 intersaisons :

- De novembre à avril : saison chaude et humide, dite « saison des cyclones » ;
- D'avril à mai : saison de transition, où les perturbations tropicales sont rares et peu actives ;
- De mai à septembre : saison fraîche, où des perturbations d'origine polaire peuvent atteindre le territoire et provoquer des « coups d'ouest » ;
- De septembre à novembre : saison sèche où l'alizé souffle en quasi permanence.

La répartition des précipitations est fortement influencée par le relief. Lorsque des masses d'air se trouvent contraintes de s'élever pour contourner un relief, elles refroidissent et peuvent entraîner la formation de nuages et donc de précipitations.

La figure suivante présente les précipitations mensuelles et les températures moyennes mensuelles à Nouméa, situé à environ 15 km de la Coulée (données Météo France).

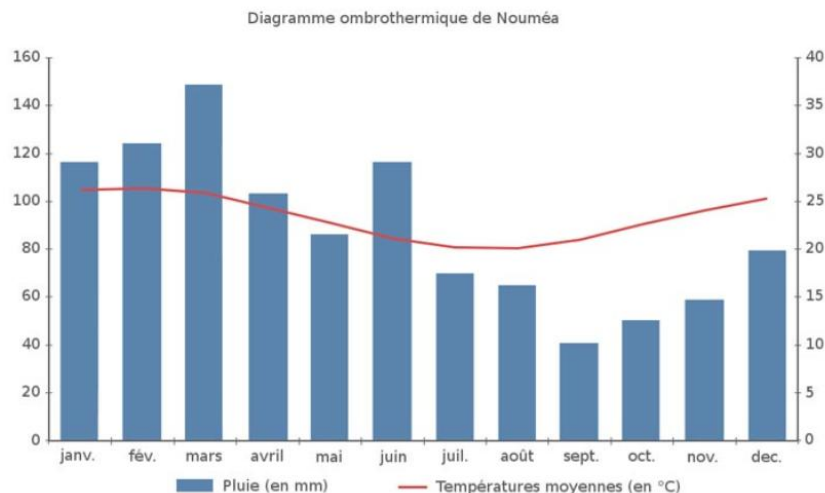


Figure 5 – Précipitations et températures moyennes mensuelles à Nouméa

2.1.2. DONNEES PLUVIOMETRIQUES DISPONIBLES

Les données pluviométriques disponibles sur le secteur d'étude sont les suivantes :

- Poste journalier de Boulari : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 100 mm de 1981 à 2003 (Météo France) ;
- Poste journalier de Nouméa Faubourg Blanchot : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 100 mm de 1951 à 2003 (Météo France) ;
- Poste journalier de Plum : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 150 mm de 1952 à 2003 (Météo France) ;
- Poste journalier de la Coulée : précipitations journalières maximales annuelles de 1979 à 2003 (Météo France) ;
- Courbes Intensité-Durée-Fréquence à Nouméa et Montagne des Sources (Météo France) ;
- Hyéto gramme de l'épisode du 13 janvier 1988 à Dumbéa Nord et la Montagne des Sources (DAVAR) ;
- Hyéto gramme de l'épisode du 14 mars 2003 à Dumbéa Nord, Ouinne et au Mont Mou (DAVAR).

La localisation des postes pluviométriques est donnée figure 6 (fournie en annexe).

2.1.3. ANALYSE STATISTIQUE

La pluviométrie journalière exceptionnelle sur le secteur d'étude a déjà fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre des études hydrauliques de zones inondables sur la commune du Mont Dore réalisées en 2006 par SOGREAH.

L'exploitation des données issues des postes de Boulari, Nouméa, Plum, la Coulée et la Montagne des Sources (voir plan de localisation figure 6 fourni en annexe) a permis, dans le cadre de l'analyse, de retenir une valeur de la pluviométrie journalière décennale et centennale représentative de la zone :

Poste pluviométrique	Pluie journalière décennale (mm)	Pluie journalière centennale (mm)
Boulari	280	490
Nouméa	160	245
Plum	235	560
La Coulée	340	570
La Montagne des Sources	470	715
Valeurs retenues dans l'étude de 2006	380	630

Tableau 2 – Pluviométrie journalière décennale et centennale

Les valeurs retenues alors sont issues d'une moyenne entre le poste d'altitude (La Montagne des Sources) et les trois postes situés sur des zones plus « basses » (Boulari, Plum, la Coulée). Le poste de Nouméa a été jugé peu représentatif du secteur de par sa localisation particulière, sur la presqu'île de Nouméa.

Dans le cadre de cette mission, relative à un secteur particulier de la commune du Mont Dore, nous considérerons dans la suite que la pluviométrie s'abattant sur le bassin versant de la Coulée est

mieux représentée par la moyenne des pluviométries mesurées aux postes de la Coulée et de la Montagne des Sources :

	Pluie journalière décennale (mm)	Pluie journalière centennale (mm)
Valeurs retenues sur le bassin versant de la Coulée	405	640

Tableau 3 – Pluviométrie journalière représentative du secteur

2.2. ESTIMATION DES DEBITS THEORIQUES

2.2.1. METHODOLOGIE

Etant donnée la difficulté d'estimer de façon fiable des débits de crue, plusieurs approches ont été réalisées. Les résultats issus de l'application de ces différentes méthodes pour une crue de fréquence centennale ont été synthétisés puis ont fait l'objet d'une analyse critique dans l'optique de retenir les débits de référence à prendre en compte.

Trois méthodes ont été mises en œuvre pour l'analyse :

- Application de la méthode rationnelle avec des coefficients a et b de Montana déterminés à partir des courbes IDF disponibles au poste de la Montagne de Sources (seul poste pluviométrique à proximité de la zone d'étude disposant d'un pas d'acquisition court à l'exception du poste de Nouméa jugé non représentatif de par sa localisation particulière sur la presqu'île de Nouméa) ;
- Application de la formulation SPEED développée par SOGREAH ;
- Application de la méthode de transposition (appelée aussi méthode d'analogie) permettant d'évaluer le débit ruisselé en un point d'un bassin versant proche, semblable de par ses caractéristiques morphométriques.

2.2.1.1. METHODE RATIONNELLE

• Généralités

L'estimation du débit de fréquence centennale d'une rivière par application de la méthode rationnelle nécessite, outre les caractéristiques du bassin versant (superficie, coefficient de ruissellement, temps de concentration), la détermination des coefficients a et b de Montana décrivant l'intensité pluviométrique.

La formule rationnelle s'exprime ainsi : $Q_{100} = C I_{100} A / 3.6$ avec :

- Q_{100} : débit de crue de fréquence centennale (m^3/s) ;
- C : coefficient de ruissellement considéré ;
- A : superficie de bassin versant (en km^2) ;
- I_{100} : intensité de pluie (mm/h) de fréquence centennale calculée sur le temps de concentration t du bassin versant : $I_{100} = a_{100} t^{b_{100}}$ où a_{100} et b_{100} sont les coefficients de Montana de fréquence centennale.

Les coefficients de Montana utilisés sont ceux fournis par Météo France et issus de l'exploitation des courbes IDF disponibles au poste de la Montagne des Sources.

60<t<1440 min	T = 100 ans
a	641.5
b	-0.414

Tableau 4 – Coefficients de Montana au poste de la Montagne des Sources (Météo France)

Remarque :

Notons que la valeur de débit obtenue est directement proportionnelle au coefficient de ruissellement et plus indirectement au temps de concentration du bassin versant, deux paramètres dont la détermination reste entachée de fortes incertitudes.

- Hypothèses retenues

- Choix du coefficient de ruissellement

La détermination du coefficient de ruissellement d'un bassin versant s'avère toujours complexe et marquée par une incertitude difficilement quantifiable.

Le coefficient est fonction de nombreux paramètres : antécédents pluviométriques (le sol est-il à saturation ?), géologie locale, superficie du bassin versant, intensité pluviométrique de l'évènement considéré (court et intense, long et de faible intensité ?), densité de l'urbanisation et donc taux d'imperméabilisation du bassin versant.

Compte tenu des caractéristiques du bassin versant étudié, le coefficient de ruissellement pour une crue de fréquence centennale a été pris égal à 0.9.

- Evaluation du temps de concentration

Compte tenu des caractéristiques du bassin versant de la Coulée, à dominante rurale, la formulation de Dujardin apparaît la plus adaptée à l'évaluation du temps de concentration du bassin versant.

Cette formulation est fonction de la superficie, de la pente et du coefficient de ruissellement considéré :

$$T_C = 0.9 \times S^{0.35} \times C^{-0.35} \times P^{-0.5} \quad \text{avec :}$$

- T_C : temps de concentration en min ;
- S : superficie du bassin versant en ha ;
- C : coefficient de ruissellement ;
- P : pente du bassin versant en m/m.

L'application de cette formule fournit un temps de concentration du bassin versant de la Coulée à l'aval du bassin versant de 260 min.

Remarques :

Les formules de Giandotti et Passini s'appliquent également aux bassins versants ruraux ; elles sont fonction, de la superficie et de la longueur du bassin versant et sont donc indépendantes du coefficient de ruissellement considéré. Elles fournissent toutefois, dans le cas présent, des temps de concentration relativement forts (respectivement 420 et 860 min) qui ne s'inscrivent pas dans une évaluation ultérieure sécuritaire des débits de crue générés par le bassin versant de la Coulée.

La formule de Desbordes est utilisée pour les bassins versants mixtes plutôt à dominante urbaine, ce qui n'est pas le cas ici. Elle est fonction de la superficie, de la pente et du coefficient de ruissellement considéré et donc indépendante de l'allongement du bassin versant.

Le tableau suivant récapitule les différentes valeurs de temps de concentration obtenues selon la formulation employée :

Bassin versant	Superficie (km ²)	Pente globale (m/m)	Longueur hydraulique (km)	Temps de concentration (min)			
				Giandotti	Passini	Dujardin	Desbordes
Coulée amont	48.4	0.018	13.6	234	428	138	72
Lembi	32.4	0.016	11.0	222	365	125	66
Coulée à l'embouchure	90.7	0.008	17.1	419	863	260	119

Tableau 5 – Temps de concentration des différents sous bassins versants

Si le choix de la formule de Dujardin ne s'inscrit pas dans la vision la plus sécuritaire de l'évaluation ultérieure des débits (qui consisterait à retenir la formule de Desbordes), elle apparaît toutefois la plus réaliste en regard des domaines d'application de ces deux formulations. Par ailleurs, nous verrons dans la suite de l'étude que le temps de concentration obtenu à l'aval du bassin versant, par l'application de la formule de Dujardin (260 min), a permis d'évaluer un débit de crue associé à l'évènement de 1988 qui a abouti à un calage tout à fait satisfaisant du modèle hydraulique élaboré.

Notons enfin que l'étude Hydrex² de 1991 évoque, pour sa part, un temps de concentration de 280 à 590 min en aval du bassin versant.

2.2.1.2. FORMULATION SPEED

Cette méthode, qui utilise différentes relations associées à la théorie et à l'expérience (théorie de l'hydrogramme unitaire, théorie du Gradex, formules de Montana et du temps de concentration), s'appuie sur la formulation suivante :

$$Q_T = S^{0.75} (P_T - P_0) / 12 \quad \text{avec :}$$

- Q_T : débit de pointe de la crue de période de retour T (m³/s) ;
- S : superficie du bassin versant (en km²) ;
- P_T : pluie journalière de période de retour T (en mm) ;
- P_0 : seuil probabiliste de ruissellement.

Dans le cadre des études hydrauliques réalisées sur le Mont Dore en 2006, la valeur P_0 a été estimée à 35 mm.

2.2.1.3. METHODE DE TRANSPOSITION

• Généralités

Cette méthode s'applique soit sur un même bassin versant soit à partir de bassins versants de caractéristiques morphométriques similaires soumis à un régime hydrologique pouvant être considéré comme proche. La méthode consiste en une transposition des débits connus en un point d'un bassin versant à un autre point du même ou d'un autre bassin versant (où le débit est inconnu).

Elle s'appuie sur la formulation suivante : $Q'_{100} = \left(\frac{S'}{S} \right)^\alpha Q_{100}$ avec :

² Etude Hydrex de 1991 – Délimitation de la zone inondable de la rivière la Coulée – commune du Mont-Dore

- Q'_{100} : débit de fréquence centennale de la rivière considérée à calculer (m^3/s) ;
- Q_{100} : débit de fréquence centennale connu en un point de la même rivière ou d'une rivière proche (m^3/s) ;
- S' : superficie du bassin versant au droit du point de calcul (km^2) ;
- S : superficie du bassin versant au droit du point où le débit est connu (km^2) ;
- α : coefficient d'abattement, évalué à 0.75 dans le cadre d'une analyse menée à l'échelle de la Nouvelle Calédonie.

- Données de base

Pour l'application de cette méthode, nous disposons de la station hydrométrique de la Coulée, gérée par la DAVAR.

Toutefois cette station, localisée en amont de la confluence entre la Lembi et la Coulée, ne permet pas d'apprécier les contributions de chacun de ces deux axes hydrauliques principaux en crue. Par ailleurs, les données exploitées ne représentent que 10 années de mesures (entre 1991 et 2004).

C'est pourquoi, trois autres stations hydrométriques relativement proches (voir figure 6 fournie en annexe) également gérées par la DAVAR, ont aussi été considérées pour l'application de cette méthode :

- la station de la Couvelée dont la période d'exploitation s'étend de 1967 à 2004 avec 34 années de données ;
- la station de la Dumbea Est dont la période d'exploitation s'étend de 1963 à 2005 avec 38 années de données ;
- la station de la Dumbea Nord dont la période d'exploitation s'étend de 1963 à 2004 avec 32 années de mesures.

Un ajustement de Gumbel des débits de crue mesurés à ces quatre stations a été effectué par la DAVAR. Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

	Superficie du bassin versant (km^2)	Débit de fréquence centennale (m^3/s)
Station de la Coulée	44	1060
Station de la Couvelée	40	708
Station de la Dumbea Est	56.8	1 340/1 616 ³
Station de la Dumbea Nord	32.2	722

Tableau 6 – Débits de crue centennale aux stations hydrométriques

³ Deux valeurs de débits sont fournies correspondant à deux ajustements possibles des débits maximaux annuels

2.2.2. RESULTATS

La comparaison des différentes méthodes de calcul de débits exposées précédemment a été établie pour la crue de fréquence centennale au niveau de l'exutoire de la Coulée.

Les résultats obtenus ont été confrontés à ceux obtenus dans le cadre de l'étude de 1991.

		Débit de fréquence centennale de la Coulée à l'aval du bassin versant (m ³ /s)	$Q_{100}/S^{0.75}$
Méthode rationnelle		1460	49.7
Formulation SPEED		1480	50.4
Méthode de transposition	A partir de la station de la Couvelée	1310	44.6
	A partir de la station de la Dumbea Est	1900/2290 ²	64.6/77.9
	A partir de la station de la Dumbea Nord	1570	53.4
	A partir de la station de la Coulée	1820	61.9
Etude Hydrex 1991		2300	78.3

Tableau 7 – Comparaison des débits centennaux

L'analyse de ces résultats amène les remarques suivantes :

- La méthode rationnelle, la formulation SPEED ainsi que la méthode de transposition appliquée à partir de la Dumbea Nord fournissent les résultats très proches de l'ordre de 1 500 m³/s ;
- La méthode de transposition appliquée à partir de la station de la Couvelée fournit un résultat un peu en deçà des résultats issus de l'application des autres méthodes ;
- La méthode de transposition appliquée à partir de la station de la Coulée (sur laquelle on ne dispose que de 10 années de données) fournit un résultat similaire (1820 m³/s) à la valeur basse de la fourchette de débits obtenue à partir de la Dumbea Est, égale à 1900 m³/s ;
- L'étude Hydrex, dans une vision maximaliste, a retenu la valeur haute de la fourchette de débits fournie par application de la méthode de transposition à partir de la Dumbea Est soit 2300 m³/s.

Devant la relative homogénéité des autres résultats, nous proposons de retenir comme débit de référence la valeur issue de l'analyse menée sur les débits mesurés à la station de la Coulée.

Cette valeur de 1820 m³/s s'inscrit dans la fourchette haute de l'ensemble des valeurs obtenues par application des différentes méthodes détaillées précédemment et présente ainsi un aspect sécuritaire dans l'optique ultérieure de cartographier l'emprise inondable de la Coulée.

Remarques :

La valeur de 2 290 m³/s qui, selon la remarque précédente, apparaît être la valeur la plus sécuritaire, ne semble pas réaliste en regard de l'ensemble des résultats obtenus et n'a par conséquent pas été retenue.

Dans l'hypothèse maximaliste (en termes d'évaluation de débit) mais peu réaliste où un temps de concentration de 120 min eut été précédemment retenu (valeur obtenue par la formule de Desbordes), le débit de fréquence centennale calculé par la méthode rationnelle eut été de 2000 m³/s, ce qui, en regard de l'ensemble des valeurs obtenues, ne remet pas en cause le débit retenu de 1820 m³/s.

Notons que pour une crue de fréquence centennale, le rapport $Q_{100}/S^{0.75}$ associé à ce débit retenu est de 61.9.

Or, une analyse menée par la DAVAR sur 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie et visant à établir des courbes enveloppes caractéristiques du rapport $Q_{100}/S^{0.75}$ fournit une valeur de 75 (+/- 25).

Ce choix est donc cohérent avec les courbes enveloppes établies par la DAVAR.

2.3. DETERMINATION DES DEBITS DE CRUES HISTORIQUES

La majorité des repères de crue recensés au cours des investigations de terrain sont relatifs aux crues de 1988 (cyclone Anne) et 2003 (cyclone Erica).

Or, la station hydrométrique située sur la Coulée amont a enregistré l'hydrogramme de crue de l'évènement de 2003 (voir annexe 3) mais ne dispose d'aucun élément relatif à la crue de 1988, la station ayant été mise en service en 1991.

L'analyse a donc consisté, dans un premier temps, à évaluer au droit du secteur d'étude le débit de la crue de 2003 (cyclone Erica) à partir des données enregistrées à la station hydrométrique par application de la méthode de transposition.

Dans un second temps, une transformation pluie-débit a été effectuée de façon à évaluer, à partir des hyétoigrammes disponibles aux postes pluviométriques localisés à proximité de la zone d'étude, les débits de crue des événements de 1988 et 2003.

2.3.1.1. TRANSPOSITION DES DEBITS ENREGISTRES A LA STATION

Le tableau suivant précise le débit de pointe relatif à l'évènement de 2003 estimé sur le secteur d'étude par application de la méthode de transposition à partir des données disponibles sur la station hydrométrique localisée sur la Coulée amont.

Bassin versant	Superficie du bassin versant (km ²)	Q ₂₀₀₃ (m ³ /s)
Coulée au droit de la station hydrométrique	44	840
Coulée à l'aval du bassin versant	90.7	1450

Tableau 8 – Débits de la crue de 2003

Cette analyse présente toutefois un inconvénient car elle considère que les apports de la Lembé sont proportionnels à ceux de la Coulée (ratio de surface pondéré par un coefficient de 0.75) ce qui peut amener à sur ou sous-évaluer les débits au droit du secteur d'étude en regard des réels apports de chaque affluents.

Remarque :

A noter, qu'une analyse a été effectuée sur quelques hydrogrammes de crues de faible intensité (40 à 170 m³/s) enregistrés à la fois sur la Lembé et sur la Coulée. Il ressort de cette analyse que les crues de ces deux rivières sont concomitantes. En revanche, aucune règle de proportionnalité n'a pu être établie entre les débits issus de la Lembé et ceux de la Coulée (fonction de la localisation de la perturbation).

2.3.1.2. TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT

- Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre s'appuie pour chaque épisode historique sur l'exploitation des hyétoigrammes relevés à chaque poste pluviométrique disposant d'un pas d'acquisition court. Cette exploitation consiste à évaluer les cumuls pluviométriques maximaux s'étant abattus au droit de ces différents postes sur une durée correspondant au temps de concentration du bassin versant étudié (égal à 260 min à l'embouchure).

Par suite, les intensités de pluie maximales peuvent être calculées et donc les débits de crue attendus au droit de ce point pour chaque poste pluviométrique exploité (par application de la méthode rationnelle avec un coefficient de ruissellement sécuritaire de 0.9).

- Données disponibles

Pour l'analyse de l'épisode du 13 janvier 1988 (Anne), nous disposons des hyétoigrammes relevés aux postes de DAVAR de la Montagne des Sources et de la Dumbea.

Pour l'épisode du 14 mars 2003 (Erica), nous disposons de hyétoigrammes relevés aux postes DAVAR de Ouinne, du Mont Mou et de la Dumbea.

- Résultats

* Episode du 13 janvier 1988 (Anne)

	Cumul pluviométrique sur le Tc du bassin versant (mm)	Intensité de pluie (mm/h)	Débit de crue à l'aval du bassin versant (m3/s)
Montagne des Sources	315	74.1	1680
Dumbea	304	71.6	1620

Tableau 9 – Débits de la crue de 1988

* Episode du 14 mars 2003 (Erica)

	Cumul pluviométrique sur le Tc du bassin versant (mm)	Intensité de pluie (mm/h)	Débit de crue à l'aval du bassin versant (m3/s)
Ouinne	183	43	975
Mont Mou	105	24.6	560
Dumbea	143	33.6	760

Tableau 10 – Débits de la crue de 2003

L'analyse établie à partir des données du poste de Mont Mou fournit des résultats bien inférieurs à ceux obtenus par les analyses effectuées à partir des postes de Ouinne et de la Dumbea.

Toutefois, les postes de Ouinne et du Mont Mou sont relativement éloignés du secteur d'étude, le résultat issu de l'analyse effectuée à partir des données du poste de la Dumbea semble donc le plus fiable.

2.3.1.3. CONCLUSION

Si la détermination exacte des débits associés à chaque évènement historique cité précédemment ne pourra être effectuée qu'à l'issue de la phase de calage du modèle (en fonction des éventuels écarts obtenus entre les niveaux d'eau calculés et les repères de crue relevés), la double approche présentée précédemment permet à ce stade de retenir des fourchettes de débits dans lesquelles s'inscrivent très probablement les évènements de 1988 et 2003.

A l'aval du bassin versant, ces fourchettes de débit sont les suivantes :

	Débit de crue (m3/s)
Evènement de 1988	1600 à 1700
Evènement de 2003	850 à 1450

Tableau 11 – Fourchette de débits des crues 1988 et 2003 retenues

Pour l'évènement de 2003, la fourchette fournie est très large. En effet, aucune méthode ne se distingue de l'autre de par sa meilleure fiabilité. Il n'est donc pas possible à ce stade d'écarter un résultat plus que l'autre. La limite basse de la fourchette est fixée par la valeur mesurée à la station de la Coulée, débit que l'on retrouve à minima à l'aval du bassin versant.

3. DONNEES TOPOGRAPHIQUES

A l'issue des reconnaissances de terrain, des travaux topographiques ont été engagés afin de compléter les éléments existants, de vérifier si les levés effectués en 1991 (9 profils levés pour l'étude HYDREX) sont toujours représentatifs de la topographie actuelle et de disposer de points de contrôle du fond de plan au 1/2 000ème (plan photogrammétrique).

Ces travaux topographiques ont consisté à :

- lever deux profils en travers élargis (bathymétrie + lit majeur) au droit de profils déjà disponibles ainsi qu'à lever un profil bathymétrique supplémentaire en aval de la zone d'étude. Ces travaux topographiques ont été effectués par le cabinet de géomètres experts Laurent Vautrin ;
- niveler les 29 repères de crue recueillis au cours des investigations de terrain. Ces nivellements ont été effectués par le service topographique de la DEPS. La figure 7 (fournie en annexe) localise ces repères de crue ainsi que les niveaux de crue recueillis auprès de la DAVAR pour les événements du 13 janvier 1988 et du 14 mars 2003, exploités dans la suite ;
- lever la géométrie du pont actuel de la Coulée. Ce levé a été effectué par le service topographique de la DEPS.

A noter que les profils en travers relevés n'ont pas mis en évidence de modification importante du lit mineur de la Coulée depuis 1991 ni d'écart altimétrique remarquable avec le fond de plan topographique au 1/2 000ème.

L'annexe 2 illustre ces propos.

Les éléments topographiques existants ont donc été considérés comme fiables car représentatifs de la topographie actuelle et ont par conséquent été utilisés dans la suite de l'étude.

- Données topographiques du lit majeur

Les données topographiques utilisées pour représenter le lit majeur ont été tirées des dalles au 1/2000^{ème}, fournies par le Maître d'Ouvrage. Les informations suivantes ont été utilisées :

- Semis de point (quadrillage de 50 m par 50 m) ;
- Lignes de contraintes cotées pour les digues et les thalwegs ;
- Lignes de berges cotées.

La route endiguée présente en lit majeur a été représentée sous la forme de deux lignes basses et deux lignes hautes.

Remarque :

Les informations en lit majeur étant très distantes, elles ne permettent pas dans certaines zones une grande précision altimétrique. Cette précision est toutefois suffisante pour atteindre les objectifs recherchés.

- Données bathymétriques du lit mineur

Pour représenter le lit mineur de la Coulée, les 9 profils en travers issus de l'étude Hydrex de 1991, espacés de 200 à 850 m environ, ainsi que les trois profils bathymétriques levés dans le cadre de la présente étude ont été utilisés.

La figure 8 (fournie en annexe) présente les différentes données topographiques utilisées.

4. MODELISATION DES COURS D'EAU

4.1. PRESENTATION DE L'ETUDE HYDREX REALISEE EN 1991

L'objet de l'étude réalisée par l'Hydrex était de représenter le champ d'expansion de crue de la Coulée et d'établir une cartographie de la zone inondable sur le secteur de la coulée aval sur la commune du Mont-Dore.

Pour ce faire un modèle mathématique Ecoperm, unidimensionnel, a été construit. Ce modèle s'appuie sur des profils en travers comprenant le lit majeur et le lit mineur. Il s'étend sur environ 5 km sur la Coulée depuis la mer et environ 3.5 km sur la Lembli affluent principal de la Coulée.

La partie aval du modèle a été calée grâce aux côtes observées lors d'événements précis, notamment lors du cyclone Anne. Le modèle est assez représentatif pour des crues débordantes.

La carte établie dans cette étude montre que les crues quinquennale et centennale ont des emprises très proches, montrant que le risque d'inondation est fréquent et étendu.

Les vitesses moyennes d'écoulement sont faibles pour la crue quinquennale mais ces vitesses peuvent engendrer des dégâts dès une crue décennale.

4.2. CONSTRUCTION DU MODELE ET HYPOTHESES DE CALCUL

Afin de répondre aux différents objectifs de l'étude, un modèle mathématique bidimensionnel des écoulements de la Coulée a été mise en œuvre. Ce modèle a été construit à l'aide du système logiciel TELEMAT, propriété d'EDF.

La force de l'approche bidimensionnelle réside dans une représentation fine et réaliste du terrain naturel par le modèle numérique de terrain associé au maillage de la zone d'étude. Cette approche permet un découpage très fin de la topographie et donc de la prise en compte des géométries complexes.

Sur ce maillage, le logiciel TELEMAT résout les équations bidimensionnelles régissant la dynamique des écoulements. Il calcule donc, en tout point de la zone d'étude, le niveau d'eau et la vitesse d'écoulement. Pour cette variable, le calcul restitue à la fois l'intensité et la direction du courant.

La modélisation mise en œuvre s'appuie sur les hypothèses suivantes :

- le débit injecté à l'amont est réparti proportionnellement à la profondeur d'eau ;
- le niveau d'eau imposé en aval du modèle est horizontal sur la section de la baie de Murari ;
- les limites latérales du modèle sont représentées par des parois imperméables, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de débordement possible au-delà de ces frontières quel que soit l'événement considéré (ce qui est réaliste puisque ces limites sont en fait des coteaux marqués).

Les calculs seront menés en régime permanent ce qui induit :

- une majoration des niveaux maximaux pour les crues les moins rares ou de faible volume, puisqu'il n'y pas prise en compte d'éventuels phénomènes d'écrêtement du débit de crue ; néanmoins, pour la référence centennale, les volumes sont tels que les effets de laminage peuvent être considérés comme négligeables ;

- une minoration des vitesses maximales, puisque ces vitesses maximales sont en général observées lors de phénomènes de seuil (en début de débordement du lit mineur vers le lit majeur par exemple) qui ne sont évidemment pas reproduits en régime permanent.

Afin de vérifier la représentativité du modèle hydraulique construit, une procédure de calage doit être réalisée. Celle-ci consiste à reproduire aussi fidèlement que possible les écoulements naturels observés, par l'ajustement de la rugosité du terrain, qui traduit le frottement plus ou moins important de l'eau sur le sol en fonction de l'état de surface du terrain.

Le calage du modèle hydraulique constitue une étape essentielle de la modélisation car il conditionne la qualité et la validité des résultats ultérieurs du modèle.

4.2.1. GEOMETRIE

- Emprise du modèle

La zone d'étude s'étend 500 m en aval de la confluence entre la Coulée et la Lembi en amont, à la baie de Murari en aval. L'emprise du modèle bidimensionnel couvre donc l'ensemble de ce secteur.

La zone modélisée comprend le lit mineur et le lit majeur de la Coulée sur un linéaire de 4100 m. L'emprise de lit majeur modélisée s'étend entre les coteaux marqués et couvre l'ensemble de l'emprise inondable de la crue centennale cartographiée dans l'étude Hydrex de 1991. On retiendra une largeur moyenne du modèle d'environ 1 000 m.

- Construction du maillage

Un modèle numérique de terrain (MNT) a été élaboré à partir des données topographiques décrites précédemment (semis de points en lit majeur d'une part et profils bathymétriques d'autre part).

Le maillage a alors été construit sur la base de ce MNT et de critères de taille et de forme de mailles.

Le critère de maille choisi est de :

- 20 m pour le lit mineur de la Coulée ;
- 10 m pour les affluents ;
- 10-15 m au droit des zones habitées ;
- 20 m pour les routes et les thalwegs.

Le maillage est ainsi composé de 17 670 nœuds soit 34 064 éléments. Chaque nœud du maillage constitue un point de calcul, défini par ses coordonnées planimétriques dans le système RGNC1991 Lambert Nouvelle Calédonie et sa cote altimétrique en mètres NGNC.

4.3. CALAGE DU MODELE

4.3.1. CONDITIONS AUX LIMITES

Le calage du modèle a été effectué sur deux évènements historiques relativement bien connus en termes de niveaux d'inondation atteints et pour lesquels nous avons évalué précédemment, plus ou moins précisément, la valeur du débit correspondant.

Etant donné l'incertitude sur les données hydrologiques pour la crue de 2003 (gamme de débit de 850 à 1450 m³/s), le calage des coefficients de rugosité a d'abord été effectué pour la crue de 1988, et nous nous sommes assurés ensuite que pour l'évènement de 2003, un débit de la gamme ciblée permettait d'approcher les valeurs des laisses de crue disponibles.

Concernant le niveau d'eau imposé en aval du modèle dans la baie de Murari pour ces deux évènements, une recherche auprès du SHOM sur les niveaux maximaux de marée atteints le 13 janvier 1988 et le 14 mars 2003 a été effectuée :

Evènement	Débit de crue (m ³ /s)	Cote aval (mNGNC)
Crue du 13 janvier 1988	1600 à 1700	0.55
Crue du 14 mars 2003	850 à 1450	0.45

Tableau 12 – Conditions limites utilisées

4.3.2. CRUE DU 13 JANVIER 1988

Le débit de 1 600 m³/s est le débit qui fournit le calage le plus satisfaisant parmi la gamme de débit retenu dans l'analyse hydrologique.

Le tableau ci-dessous reprend ces valeurs, en détaillant l'origine de la laisse, la valeur de la laisse de crue de ce point, la valeur de la cote d'eau dans le modèle en ce point et l'écart du modèle par rapport à cette valeur.

Source	X (m)	Y (m)	Laisses (mNGNC)	Cote calculée (mNGNC)	Ecart (m)
DAVAR - Laisse	460830.30	218749.10	5.65	6.02	0.37
Sogreah	460267.89	218819.59	5.51	5.51	0.00
DAVAR - Echelle	460587.57	218409.44	5.44	5.44	0.00
DAVAR - Laisse	460310.24	218455.58	4.93	5.18	0.25
DAVAR - Echelle	460205.41	218725.90	4.97	5.00	0.03
DAVAR - Echelle	459983.13	218468.38	4.68	4.91	0.23
DAVAR - Laisse	459997.94	218497.48	4.67	4.84	0.17
DAVAR - Echelle	460030.99	218489.70	4.64	4.78	0.14
DAVAR - Laisse	460013.43	218423.58	4.43	4.52	0.09
Sogreah	459687.22	218100.18	4.17	4.17	0.00
Sogreah	459609.00	218124.25	4.07	4.08	0.01
DAVAR - Laisse	459583.99	218336.68	3.96	3.97	0.01
DAVAR - Laisse	459195.16	218752.10	3.87	3.88	0.01
DAVAR - Echelle	459312.95	218635.88	3.71	3.77	0.06
DAVAR - Laisse	459307.79	218510.84	3.51	3.62	0.11
Sogreah	459350.28	218401.93	3.52	3.54	0.02
DAVAR - Laisse	459242.36	218426.39	3.42	3.42	0.00
Sogreah	459050.97	218387.35	3.14	3.06	-0.08
DAVAR - Echelle	458815.27	218285.51	2.69	2.84	0.15

DAVAR - Laisse	459081.11	217569.24	2.40	2.58	0.18
DAVAR - Echelle	458487.21	218142.29	2.39	2.48	0.09
DAVAR - Laisse	458120.25	218131.82	1.89	2.01	0.12
DAVAR - Laisse	458139.03	218014.93	1.75	2.01	0.26
DAVAR - Echelle	457921.40	217957.46	1.37	1.71	0.34
				Moyenne	0.11
				Ecart type	0.12

Tableau 13 – Comparaison laisses de crue / modèle pour la crue de 1988

Concernant les trois écarts les plus importants obtenus, nous ferons les remarques suivantes :

- les écarts positifs de 26 et 34 cm sont associés à deux laisses de crue localisées en aval du modèle mais ne peuvent s'expliquer par l'influence de la condition limite aval (pour laquelle l'analyse de sensibilité, détaillée ultérieurement, met en évidence une zone d'influence relativement réduite, s'arrêtant en aval des laisses de crue). Une recherche sur la nature des laisses de crue permet en revanche de justifier ces écarts. En effet, le premier est associé à un repère de crue (1.75 mNGNC) peu précis et très probablement sous-évalué puisqu'à proximité une autre laisse a été nivelée, pour le même évènement, à la cote 1.89 mNGNC (pour une cote calculée de 2.01 mNGNC soit un écart moyen de 12 cm seulement). Enfin, le second correspond à une laisse de crue relevée à une échelle de crue qui a été submergée lors du cyclone. Il est donc fort probable que le niveau de crue maximal atteint soit en réalité supérieur ;
- l'écart positif de 37 cm se localise quant à lui sur l'extrémité amont du modèle, endroit à contrario encore sous influence de la condition limite amont et où, par conséquent, la répartition de débit n'est pas encore correctement établie et peut justifier cet écart.

Compte tenu de ces différentes remarques, nous pouvons considérer que pour cet évènement, le modèle est bien calé et est représentatif de la réalité.

4.3.3. CRUE DU 14 MARS 2003

Le débit de 900 m³/s est le débit qui fournit le calage le plus satisfaisant parmi la gamme de débits retenue dans l'analyse hydrologique.

Le tableau ci-dessous reprend ces valeurs, en détaillant l'origine de la laisse, la valeur de la laisse de crue en ce point, la valeur de la cote d'eau dans le modèle en ce point et l'écart du modèle par rapport à cette valeur.

Source	X (m)	Y (m)	Laisses (mNGNC)	Cote calculée (mNGNC)	Ecart (m)
Sogreah	460312.41	218843.43	4.86	4.84	-0.02
DAVAR - Echelle	460205.41	218725.90	4.23	4.29	0.06
DAVAR - Echelle	460030.99	218489.70	3.72	3.98	0.26
DAVAR - Echelle	459551.47	218412.47	3.40	3.31	-0.09
DAVAR - Echelle	459361.84	218504.20	2.87	3.00	0.13
Sogreah	459069.46	218595.73	2.75	2.55	-0.20
Sogreah	459046.18	218385.66	2.48	2.50	0.02
DAVAR - Echelle	458806.12	218358.77	2.22	2.32	0.10
DAVAR - Echelle	458815.27	218285.51	2.10	2.30	0.20
DAVAR - Echelle	459032.57	217648.92	1.70	2.10	0.40
Sogreah	458583.46	218130.04	1.59	2.07	0.48
				Moyenne	0.12
				Ecart type	0.20

Tableau 14 – Comparaison laisses de crue / modèle pour la crue de 2003

Les cotes calculées sont globalement hautes par rapport aux laisses de crue relevées et se situent en moyenne à environ 12 cm au-dessus de ces dernières.

Par ailleurs, le débit utilisé pour effectuer ce calage (900 m³/s), s'inscrit dans le bas de la fourchette retenue précédemment. Compte tenu du débit enregistré à la station de la Coulée localisée en amont de la confluence avec la Lembi (840 m³/s), il n'apparaît pas réaliste de caler le modèle avec un débit inférieur à celui utilisé dans le cas présent.

Nous signalerons enfin que deux laisses de crues relevées n'ont pas été présentées dans le tableau précédent car nous avons estimé qu'elles étaient erronées :

- La première (nivelée à 4.00 mNGNC pour une cote calculée à 4.71 mNGNC) a été relevée à une échelle équipée d'un tube, d'un flotteur et d'un marqueur. Il est généralement admis que la mesure est fiable à +/- 5 cm. Il arrive cependant que le marqueur ne conserve pas la bonne cote, ce qui est probablement le cas ici compte tenu d'un autre repère de crue relevé plus en aval à une cote supérieure (4.23 mNGNC) ;
- La seconde (nivelée à 1.44 mNGNC pour une cote calculée à 2.46 mNGNC) a été relevée par nos soins au cours de nos enquêtes de terrain. Il ne peut toutefois s'agir que d'une indication de laisse de crue erronée compte tenu de l'information recueillie juste à côté indiquant un niveau de crue de 1 m plus haut (2.48 mNGNC), niveau quasi identique à la cote calculée en ce point par le modèle (2.50 mNGNC).

Nous pouvons considérer que le modèle est bien calé et est représentatif de la réalité sur l'ensemble du secteur d'étude (les écarts cotes calculées/niveaux observés variant entre 3 et 20 cm).

4.3.4. COEFFICIENTS DE STRICKLER

La rugosité exprime l'état de surface d'un terrain. Un secteur fortement végétalisé présente une rugosité importante, et les écoulements y sont freinés. Au contraire, le lit d'un cours d'eau constitué de sédiments présente une rugosité faible, ce qui favorise les écoulements. Dans le modèle hydraulique bidimensionnel, la rugosité du terrain est représentée par une loi de frottement de Strickler.

Le coefficient de frottement est imposé a priori par zones homogènes de végétation ou d'urbanisation, correspondant à un état de surface. A toutes les étapes du calage, on procède à l'analyse des résultats du calcul et à la comparaison avec les valeurs observées sur le site. Le coefficient de Strickler est alors ajusté, soit globalement, soit pour un secteur géographique donné, au cours des différents calculs du calage, afin de reproduire au mieux les événements observés.

A l'issue du calage, les coefficients de rugosité de Strickler suivants ont été adoptés :

- Zone d'habitat : 5 ;
- Zones boisés : 11 ;
- Mangrove : 16 ;
- Culture basse : 22 ;
- Lit mineur de la Coulée : 33 ;
- Mer : 45 ;
- Voirie : 70.

4.4. MODELISATION DE LA CRUE DE REFERENCE

La crue de référence est la crue historique la plus forte si celle-ci est supérieure à la crue centennale et la crue centennale dans le cas contraire. Dans le cadre de cette étude, les débits de pointe des crues historiques évalués sont inférieurs à celui de la crue centennale.

Le modèle précédemment calé, a été utilisé pour modéliser les niveaux de la crue centennale.

Les paramètres d'entrée du modèle sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Période de retour : 100 ans
Débit injecté (m ³ /s)	1 820
Niveau aval (mNGNC)	1.4

Tableau 15 – Conditions limites pour la crue de référence

Remarque :

Les niveaux aval utilisés au niveau de la mer sont ceux préconisés par la DAVAR (Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales de Nouvelle Calédonie) dans le cadre des études hydrauliques de zones inondables réalisées dans le quart sud-ouest du territoire.

4.5. ANALYSE DE SENSIBILITE

4.5.1. ANALYSE DE LA SENSIBILITE POUR LA CRUE DE CALAGE DE 2003

Suite au calage, la sensibilité du modèle à la condition limite aval a été analysée.

Les résultats ont montré une influence sur les 500 premiers mètres, sans impact sur les niveaux au droit des laisses de crue les plus aval.

A titre d'illustration, nous présentons sur la figure 9 (fournie en annexe) un profil en long de la ligne d'eau de 2003 calculée pour deux conditions limites aval différentes : 0.45 mNGNC et 0.11 mNGNC (correspondant respectivement au niveau maximal et au niveau moyen de la mer mesuré le 14 mars 2003).

4.5.2. ANALYSE DE LA SENSIBILITE POUR LA CRUE DE REFERENCE

Un test de sensibilité à la condition limite aval a été effectué pour la crue de référence.

En effet, le niveau aval considéré pour caractériser l'état de référence (1.4 mNGNC) est bien plus haut que ceux retenus dans la phase de calage du modèle (0.45 et 0.55 mNGNC). Il apparaît donc essentiel de vérifier l'impact éventuel de ce choix de condition limite sur les niveaux calculés.

Ce test a été réalisé pour la crue de fréquence centennale, pour laquelle deux niveaux aval ont été considérés : 1.4 mNGNC et 1.1 mNGNC.

Il ressort de l'analyse du profil en long présenté en figure 10 (fournie en annexe) que l'influence des conditions limites aval est visible jusqu'à un kilomètre en amont, au niveau des îles situés à l'embouchure de la Coulee.

Le modèle est donc très peu sensible à la condition limite aval, notamment dans la traversée des secteurs urbanisés.

4.5.3. ANALYSE HYDRAULIQUE – FONCTIONNEMENTS HYDRAULIQUES PARTICULIERS

Les vitesses les plus fortes (> 1 m/s) sont localisées dans le lit mineur de la Coulée ou à sa proximité immédiate ainsi que le long de chenaux d'écoulements préférentiels (souvent constitués par des voiries et des rues).

La vallée de la Coulée étant relativement encaissée, les hauteurs d'eau sont importantes (supérieure à 1.5 m) exception faite des mangroves situées à l'aval de la modélisation.

Certains phénomènes hydrauliques observés pour l'ensemble des crues modélisées sont analysés ici :

- concernant la diminution des vitesses observées dans le coude au niveau de la traversée de la Coulée : la vitesse de l'écoulement conjuguée avec la courbure de ce méandre entraîne l'écoulement à sortir du lit mineur de la Coulée en fin de méandre, provoquant une brusque diminution de la vitesse dans le lit mineur. Ce phénomène est illustré par la figure suivante ;

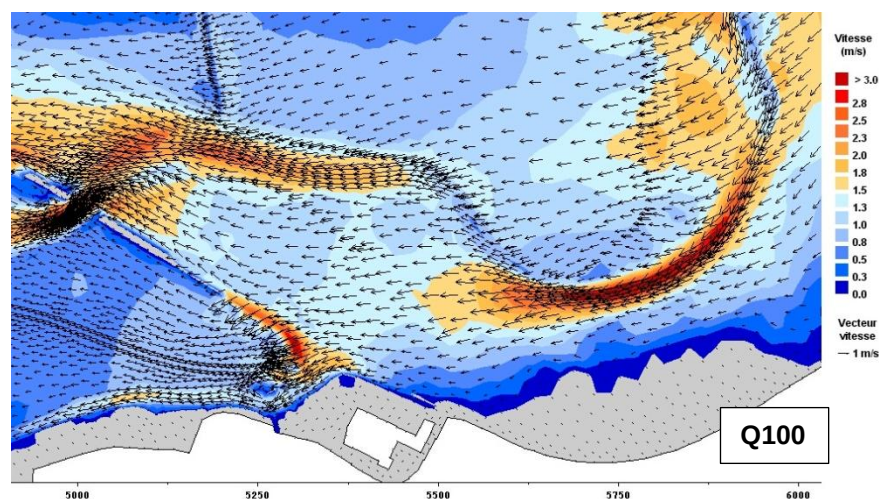


Figure 11 – Vecteurs vitesses de la crue centennale – Secteur amont

- concernant la mise en vitesse observée en lit mineur sur la zone aval : une diminution brusque de la section d'écoulement provoque une augmentation assez marquée de la vitesse ;
- concernant la mise en vitesse rectiligne observée en lit majeur sur la zone aval, celle-ci correspond à une voirie. La figure suivante illustre ces deux dernières remarques :

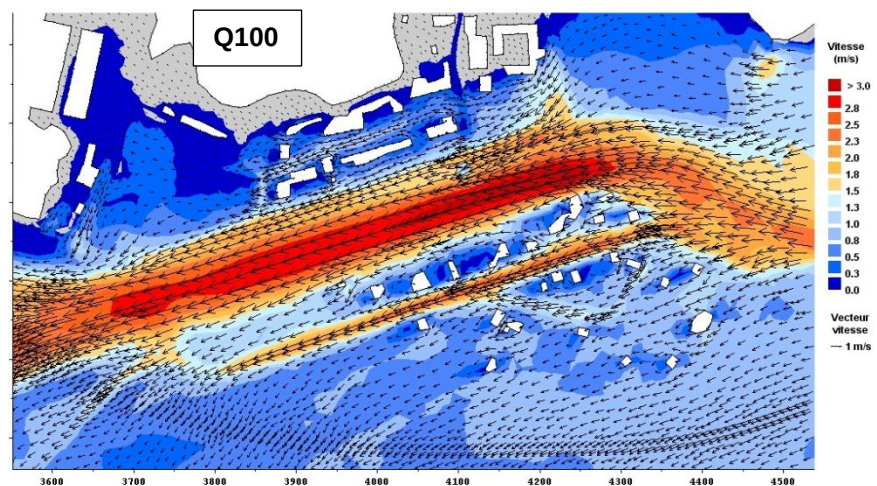


Figure 12 – Vecteurs vitesses de la crue centennale – Secteur aval

Les résultats obtenus ont été comparés avec ceux de l'étude Hydrex de 1991.

Tout d'abord, rappelons que le débit de crue de référence retenu dans l'étude Hydrex était bien supérieur à celui retenu ici : 2 300 m³/s contre 1 820 m³/s.

Un profil en long comparatif des lignes d'eau « lit mineur » obtenues dans l'étude de 1991 pour une crue de fréquence centennale avec celle obtenue dans le cadre de la présente étude est présente en figure 13 (fournie en annexe).

D'après ce profil, pour la crue centennale, les écarts sont assez importants variant entre 30 cm et 1.2 m, la ligne d'eau hydrex étant au dessus issue de cette modélisation **en raison de la différence entre les débits de référence retenus.**

5. CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE ET DES ALEAS

5.1. CARTES DES ISO-COTES, ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES

Des cartographies d'iso-hauteurs et d'iso-vitesses ont été réalisées sur le secteur. Sur ces cartographies figurent aussi les courbes des iso-cotes pour compléter l'information.

Les hauteurs d'eau sont cartographiées avec un pas de 0.5 m entre 0 et 1.5 m.

Les vitesses sont cartographiées en 2 catégories : vitesses faibles à modérées ($< 1\text{m/s}$) ou fortes à très fortes ($> 1\text{m/s}$).

Ces cartographies sont fournies en annexe (figures 14 et 15).

5.2. CARTE DES ALEAS

La figure 16 (fournie en annexe) présente les aléas inondation déterminés à partir du croisement suivant :

Hauteur d'eau \ Vitesse	Vitesse	
	Faible à modérée ($< 1\text{m/s}$)	Forte à très forte ($> 1\text{m/s}$)
$H < \text{ou} = 0.5\text{ m}$	Moyen	Fort
$0.5\text{ m} < H < \text{ou} = 1\text{ m}$	Moyen	Fort
$1\text{ m} < H < \text{ou} = 1.5\text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1.5\text{ m}$	Très fort	Très fort

FIGURES

Figure 1 – Plan de situation du bassin versant de la Coulée

Figure 6 – Plan de localisation des pluviomètres et stations hydrométriques

Figure 7 – Plan de localisation des repères de crues

Figure 8 – Plan de localisation des données topographiques utilisées

Figure 9 – Sensibilité à la condition aval – Profil en long de la ligne d'eau de 2003

Figure 10 – Sensibilité à la condition aval – Profil en long de la ligne d'eau centennale

Figure 13 – Profil en long comparatif étude Hydrex

Figure 14 – Cartographie des hauteurs d'eau pour la crue centennale de la Coulée

Figure 15 – Cartographie des vitesses pour la crue centennale de la Coulée

Figure 16 – Cartographie des aléas inondation pour la crue centennale de la Coulée

ANNEXES

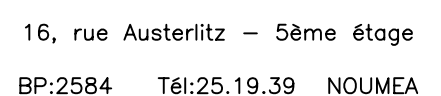
Annexe 1 – Détails des profils en travers

Annexe 2 – Comparatifs des levés topographiques de 1991 et 2007

Annexe 3 – Hydrogramme de crue enregistré à la station de la Coulée amont

ANNEXE 1 : DETAILS DES PROFILS EN TRAVERS LEVES

ETUDE HYDRAULIQUE



FEVRIER 2007

NOUVELLE CALEDONIE
COMMUNE DU MONT DORE

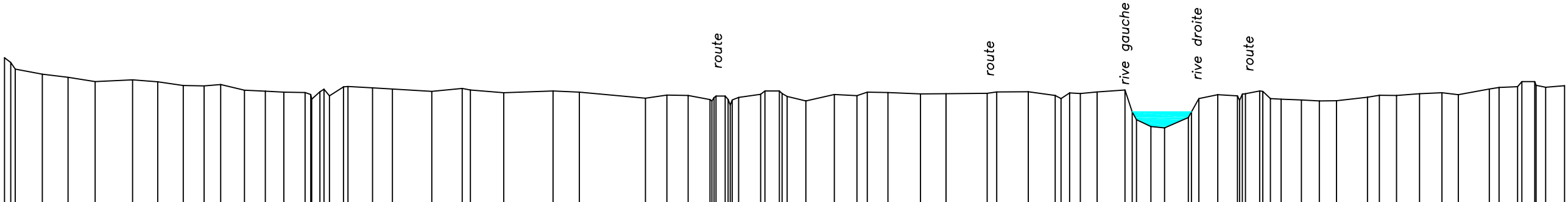
SECTEUR LA COULEE – PROFIL N°1

ETUDE HYDRAULIQUE

Echelle horizontale : 1/2500

Echelle verticale : 1/500

Plan de comparaison : -10m



N°	1 4 5 6 7 8 9 11 12 14 16 21 23 25 26 28 29 30 31 33 35 42 44 48 49 51 53 54 55 57 58 61 63 66 68 71 74 78 80 82 83 85 87 89 91 95 96																																															
Alt. T.N.	5.77 3.99 3.66 3.18 3.38 3.16 2.76 2.88 2.26 2.05 1.80 2.62 2.51 2.14 2.46 1.98 2.18 2.04 1.40 1.69 1.10 1.47 2.18 1.10 1.79 2.04 1.86 1.87 1.92 2.09 1.69 1.89 2.29 -1.68 -0.71 1.78 1.83 1.34 1.20 1.13 1.49 1.69 1.98 2.39 2.64 2.58 2.74																																															
Dp T.N.	20.53 13.97 14.73 20.26 13.72 13.82 20.32 12.94 21.32 14.65 17.79 15.70 32.24 16.47 22.58 26.77 14.23 35.84 23.27 12.88 14.50 14.27 22.23 15.47 17.90 28.87 13.84 22.36 22.33 14.57 13.66 24.21 14.12 20.26 16.05 13.36 15.16 16.83 19.09 16.76 15.87 24.63 25.72 15.29 15.32 10.24																																															
Dc T.N.	0.00 20.53 34.50 49.23 69.49 83.21 97.03 117.34 130.28 151.61 166.26 184.05 199.75 231.99 248.46 271.05 297.82 312.05 347.89 371.15 384.04 398.54 412.81 435.04 450.51 468.41 497.28 511.12 533.48 555.81 570.38 584.03 608.25 622.37 642.63 658.68 672.03 687.20 704.03 723.12 739.87 755.74 780.37 806.09 821.38 836.70 846.94																																															

LV:447 (P1)
FEVRIER 2007

CABINET DE GEOMETRE EXPERT
LAURENT VAUTRIN
16, rue Austerlitz – 5ème étage
BP:2584 Tél:25.19.39 NOUMEA

NOUVELLE CALEDONIE
COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR LA COULEE – PROFIL N°2

ETUDE HYDRAULIQUE



Systèmes de référence : Lambert NC/NGNC

LV:447 (P2)

FEVRIER 2007

CABINET DE GEOMETRE EXPERT
LAURENT VAUTRIN

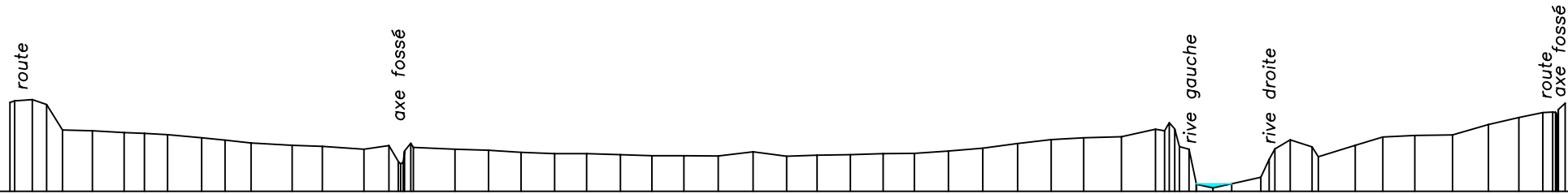
16, rue Austerlitz – 5ème étage
BP:2584 Tél:25.19.39 NOUMEA

NOUVELLE CALEDONIE
COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR LA COULEE – PROFIL N°2

ETUDE HYDRAULIQUE

Echelle horizontale : 1/2500
Echelle verticale : 1/500
Plan de comparaison : 0m



Numéros de points de profil	1 4 6 7 9 10 12 13 15 17 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 49 53 55 58 60 62 63 64 66 71																																								
Altitudes T.N.	7.24 7.06 4.92 4.78 4.61 4.36 3.93 3.75 3.42 2.42 3.43 3.33 3.18 3.07 3.06 2.98 2.90 2.90 2.88 3.21 2.84 2.98 3.06 3.09 3.26 3.51 3.89 4.21 4.34 4.43 5.06 3.41 0.53 2.60 3.62 3.74 4.54 4.60 5.43 6.41 7.16																																								
Distances partielles T.N.	14.96 18.58 12.94 17.72 13.80 20.18 16.72 29.12 14.06 23.04 13.65 13.23 13.61 13.08 13.74 12.82 13.01 13.94 14.18 13.72 25.90 13.28 12.80 13.79 13.95 14.23 13.66 13.22 15.31 13.90 13.61 17.43 15.22 17.50 17.56 24.14 15.44 14.53 22.10 9.15																																								
Distances cumulées T.N.	0.00 14.96 33.54 46.47 64.19 77.99 98.17 114.89 144.01 158.07 181.10 194.75 207.98 221.59 234.66 248.40 261.22 274.23 288.17 302.35 316.06 341.96 355.24 368.04 381.83 395.77 410.00 423.66 436.89 452.19 466.09 479.70 497.13 512.35 529.85 547.41 571.55 587.00 601.53 623.62 632.77																																								

LV:447 (P2)
FEVRIER 2007

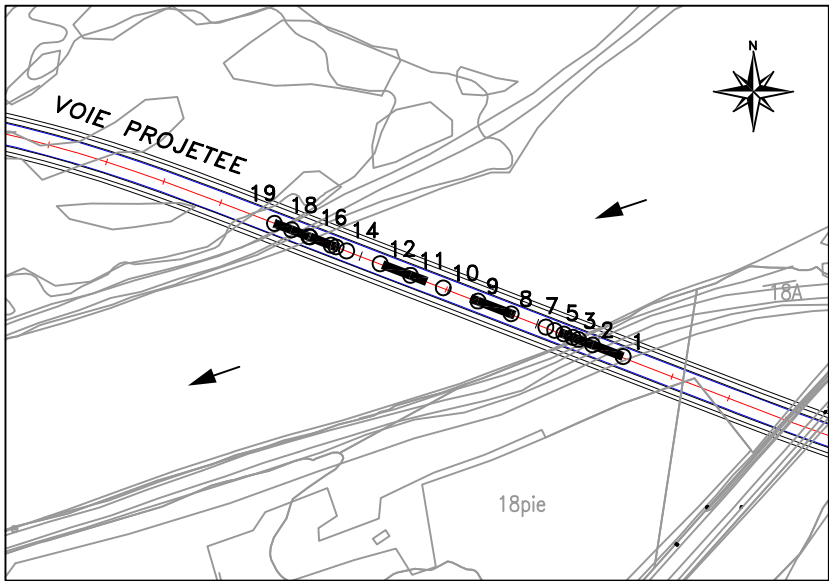
CABINET DE GEOMETRE EXPERT
LAURENT VAUTRIN

16, rue Austerlitz – 5ème étage
BP:2584 Tél:25.19.39 NOUMEA

NOUVELLE CALEDONIE
COMMUNE DU MONT DORE

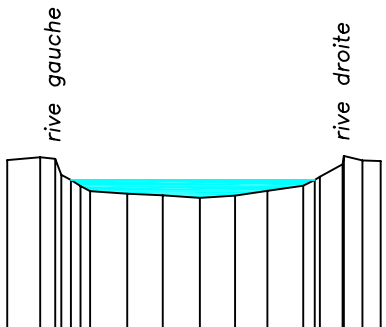
ETUDE HYDRAULIQUE

SECTEUR LA COULEE – PROFIL N°3



Systèmes de référence : Lambert NC/NGNC

Echelle horizontale : 1/2500
Echelle verticale : 1/500
Plan de comparaison : -10m

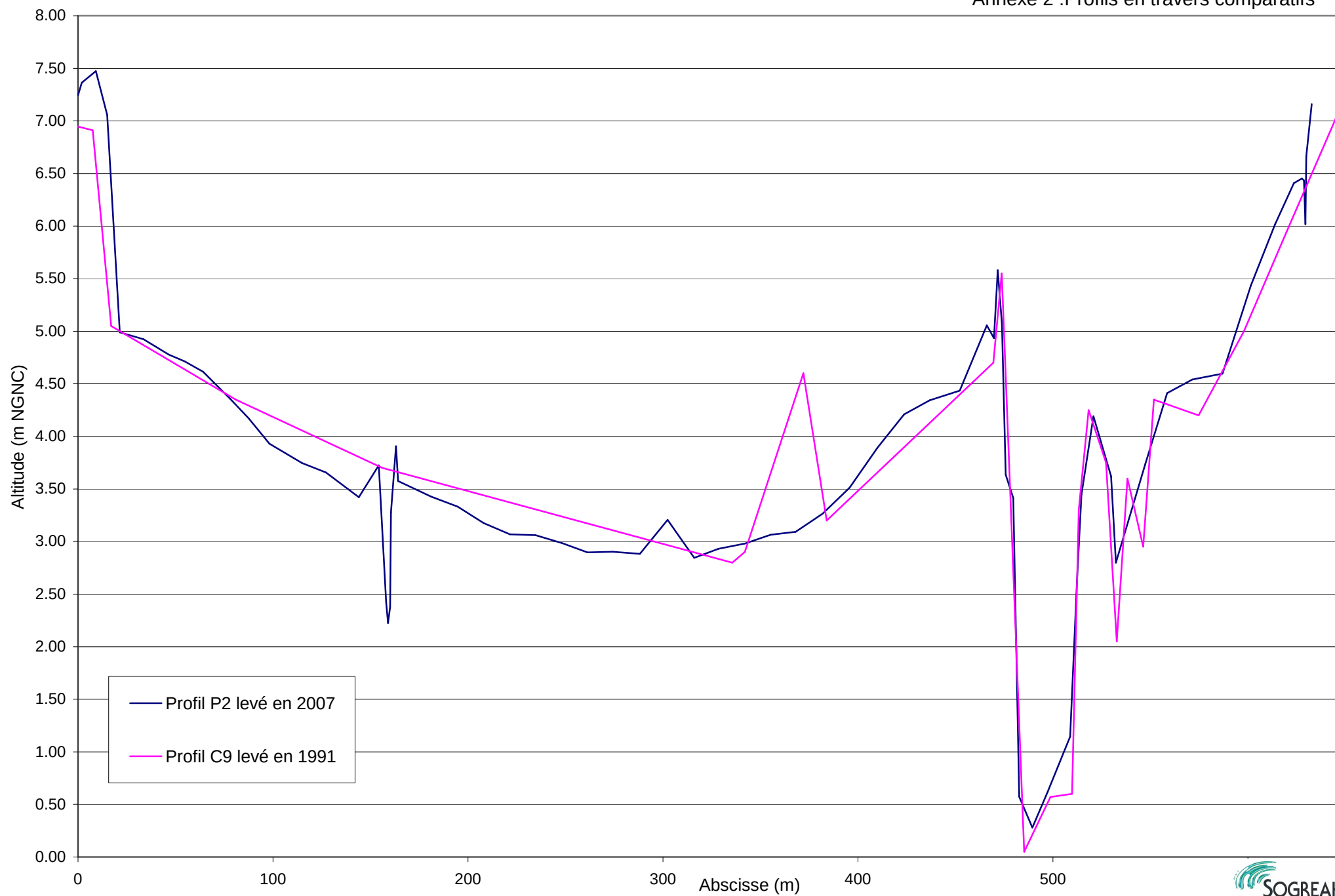


Numéros de points de profil	1	3	8	10	12	14	18	19
Altitudes T.N.	1.17	1.27	-1.05	-1.32	-0.86	-0.13	1.14	1.10
Distances partielles T.N.		15.82	23.84	24.01	22.35	15.63	15.77	6.04
Distances cumulées T.N.	0.00	15.82	39.66	63.67	86.02	101.65	117.42	123.45

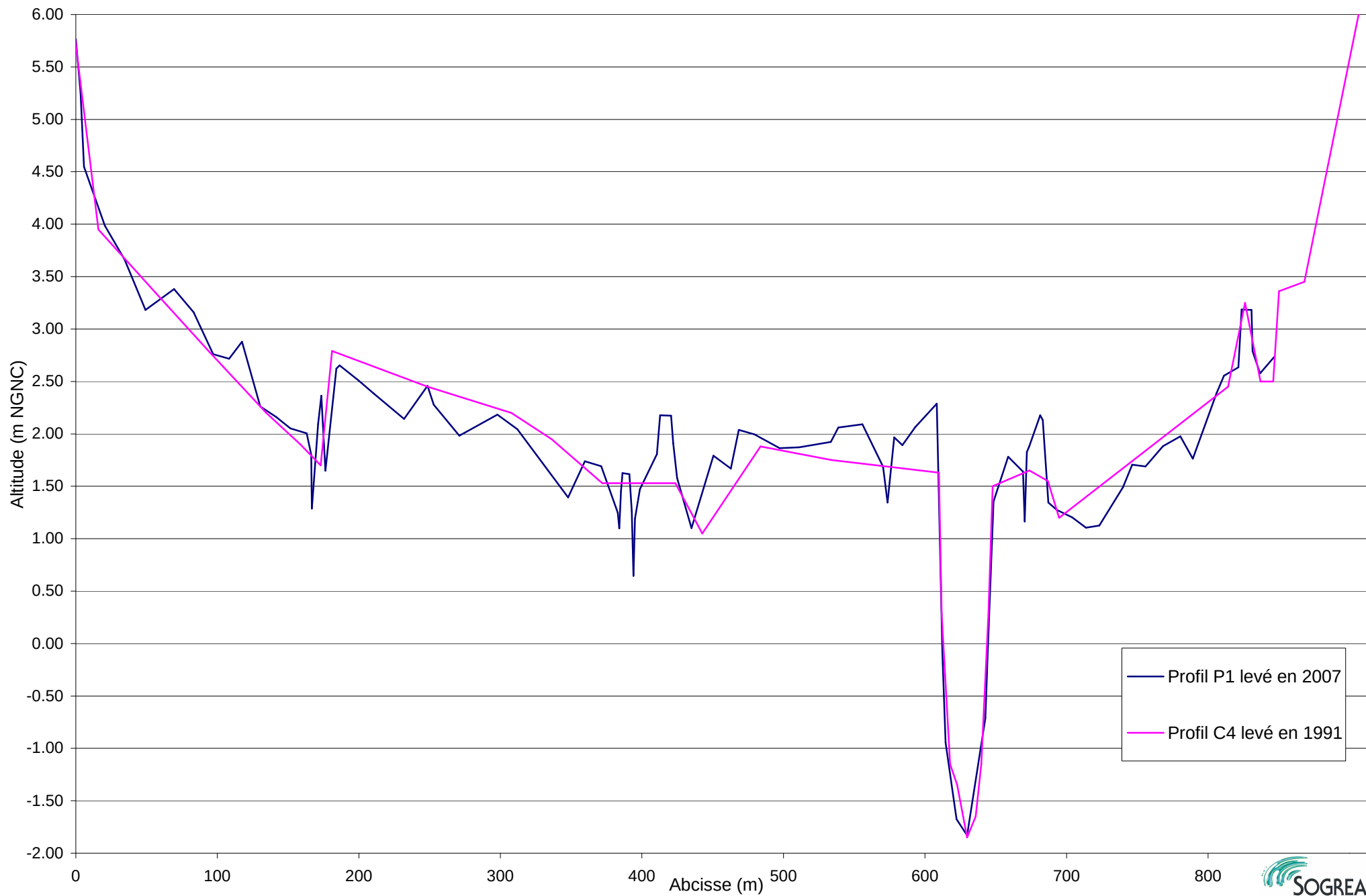
LV:447 (P3)
FEVRIER 2007

CABINET DE GEOMETRE EXPERT
LAURENT VAUTRIN
16, rue Austerlitz – 5ème étage
BP:2584 Tél:25.19.39 NOUMEA

ANNEXE 2 : COMPARATIFS DES LEVES TOPOGRAPHIQUES DE 1991 ET 2007



Annexe 2 : Profils en travers comparatifs



**ANNEXE 3 : HYDROGRAMME DE CRUE ENREGISTRE A LA
STATION HYDROMETRIQUE DE LA COULEE AMONT**

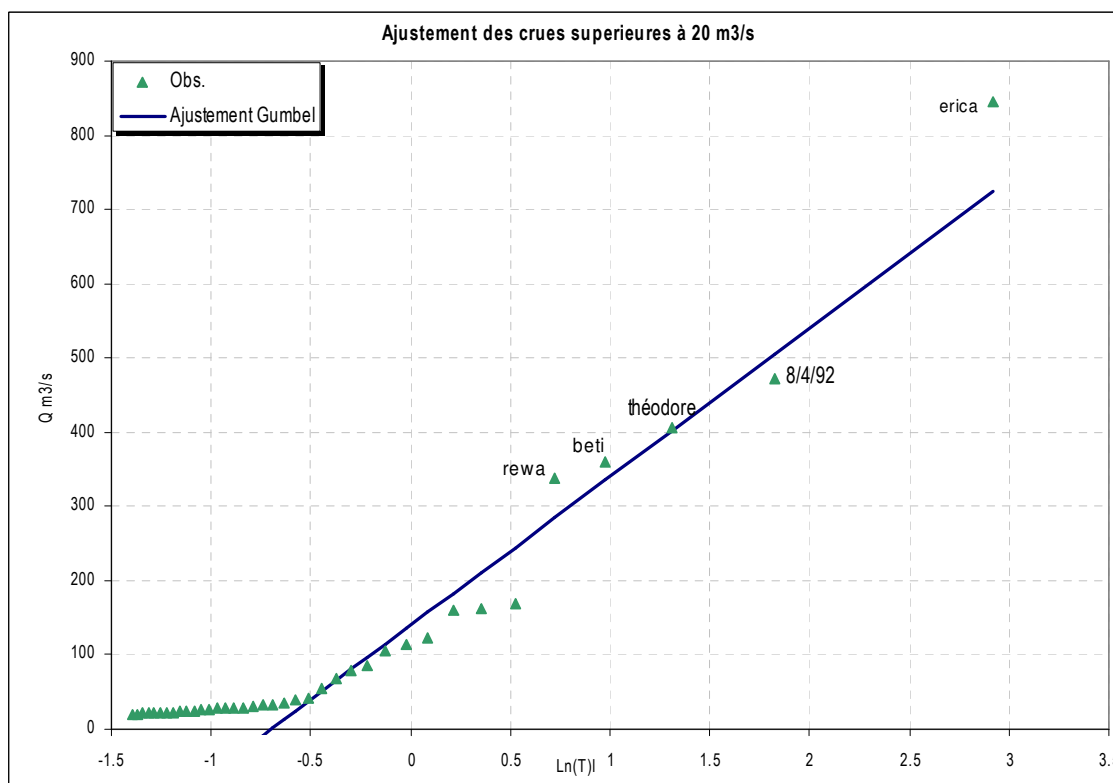
Caractéristiques hydrométriques de la station 5700300106 Rivière de la Coulée

Localisation et durée des observations

CODE	STATION	LOCALISATION Coordonnées UTM (m)			BV (km²)	OBSERVATIONS	
		X	Y	Z		Début	Fin
5700300107	Cote 7	664920	7541900	7	44.71	24/12/1991	29/11/2002
5700300106	Telepherique	664777	7542421		43.76	05/05/2000	10/05/2004

OBSERVATIONS						
Début	Fin	Durée Eff.(ans)	Qmin (M3/S)		Qmax (M3/S)	
			Jaugé	Évalué	Jaugé	Évalué
24/12/91	29/11/02	9.28	0.111	0.0966	146	845

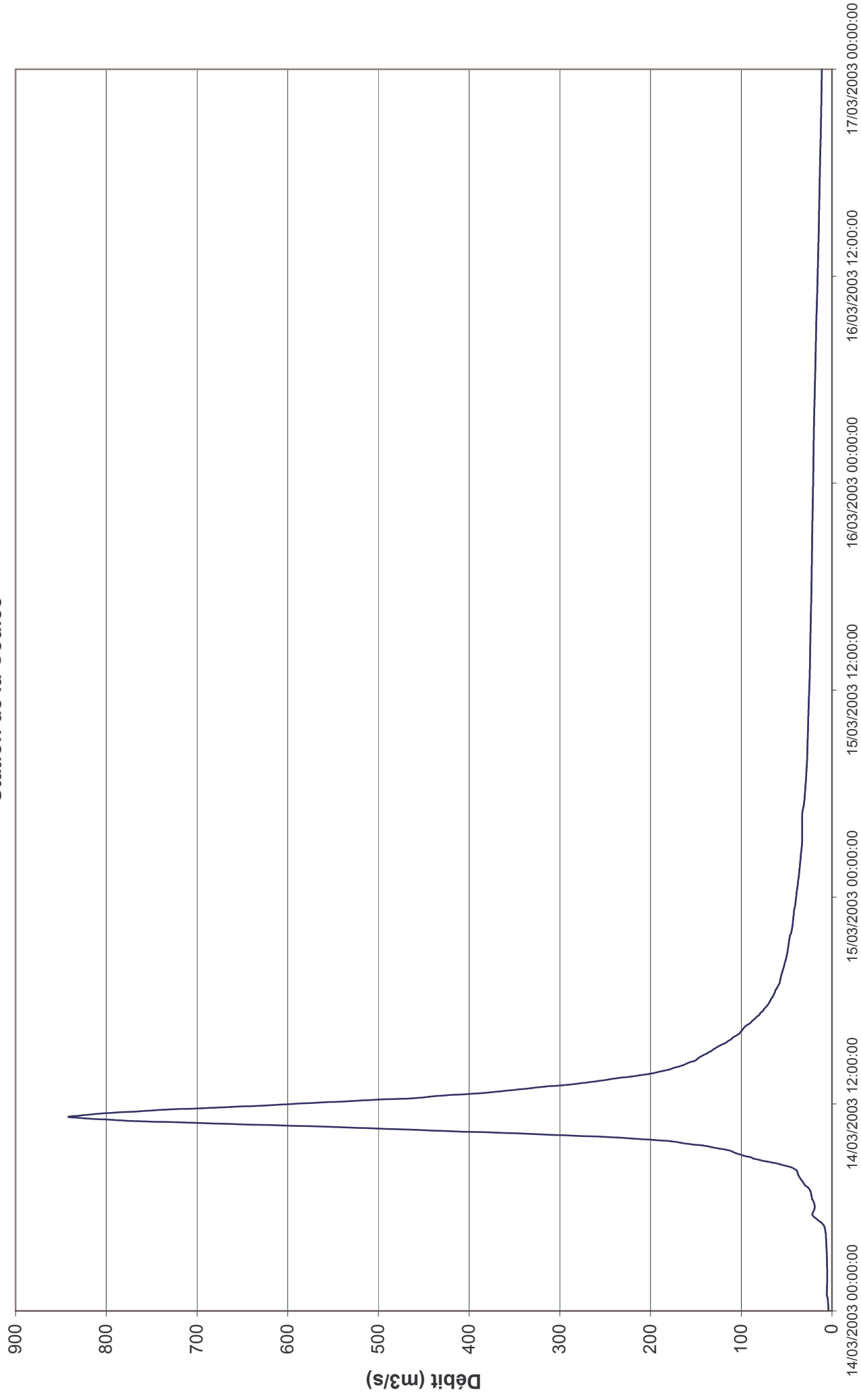
Débits maximums de crues



	Période de Retour T (années)							Parametre de Gumbel	
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0
Q (m³/s)	140	213	440	590	734	920	1060	200	140

Hydrogramme de la crue du 14 mars 2003

Station de la Coulée



★Dumbéa

★Montagne des Sources

★Boulari

La Coulée

★Nouméa

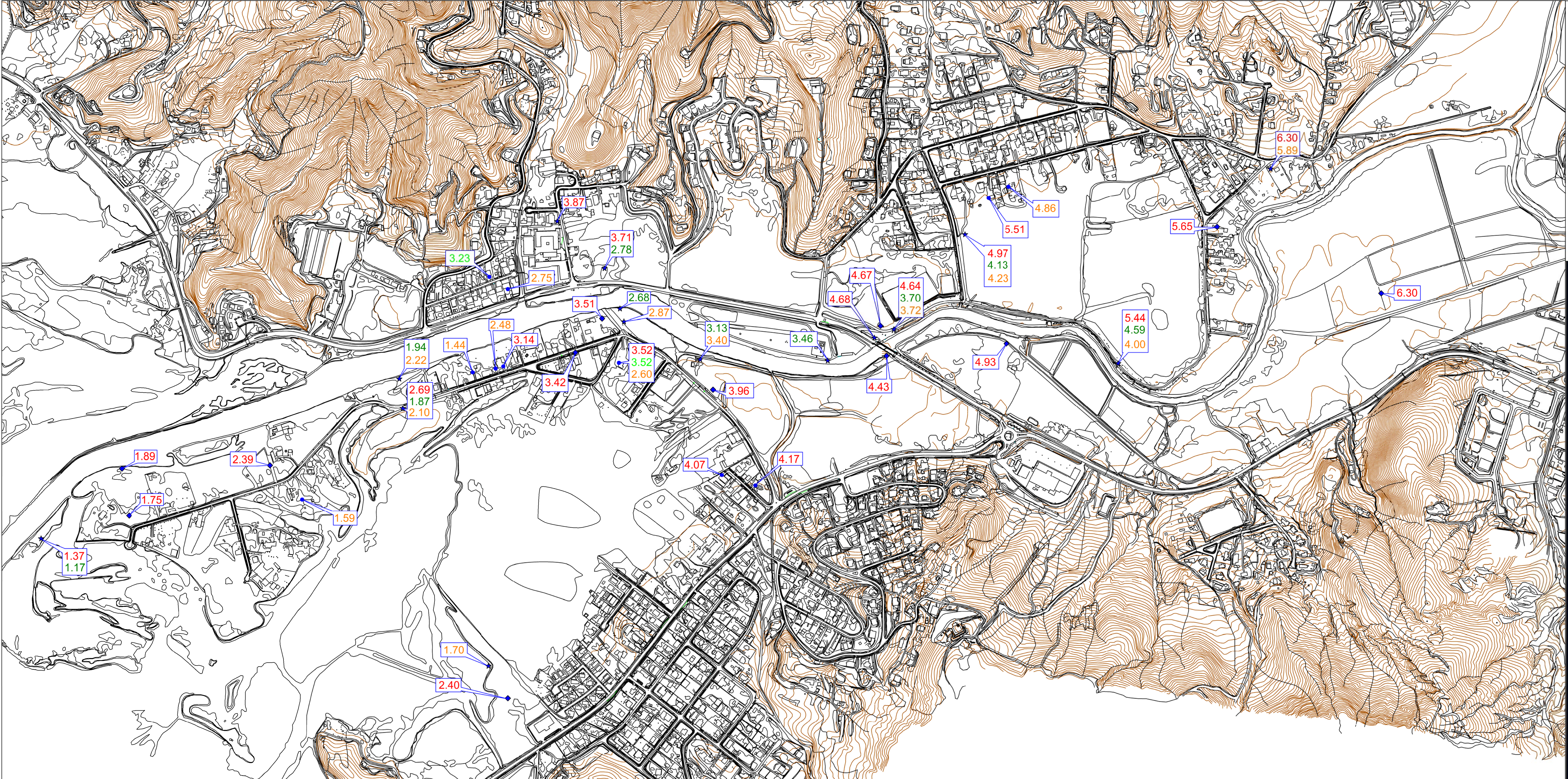
★Plum



ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE DE LA COULÉE

Plan de localisation des pluviomètres
et stations hydrométriques

Affaire n° : 8330078	09/2012	Echelle : 1/100 000	Réalisation : GLs Contrôle : FPN	Figure n°6
----------------------	---------	---------------------	-------------------------------------	------------



Légende

SOURCE

- Laisses de crue SOGREAH
- Laisses de crue communales
- Valeurs aux echelles communales

Valeur en m NGNC

● 2.69

◆ 1.87

★ 2.10

DATE

- Janvier 1988 (rouge)
- Mars1996 (vert)
- Mars 2003 (orange)

ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE DE LA COULÉE

Carte de localisation des laisses de crue et des valeurs mesurées aux échelles

AFFAIRE N° 833 0078 DATE 11/2012 DESSIN GLs VERIFIE FPN

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
A	11/2012	GLs	Plan initial

MAITRE D'OUVRAGE :



MAITRE D'OEUVRE:



PLAN N°
7
ECH:1/5 000

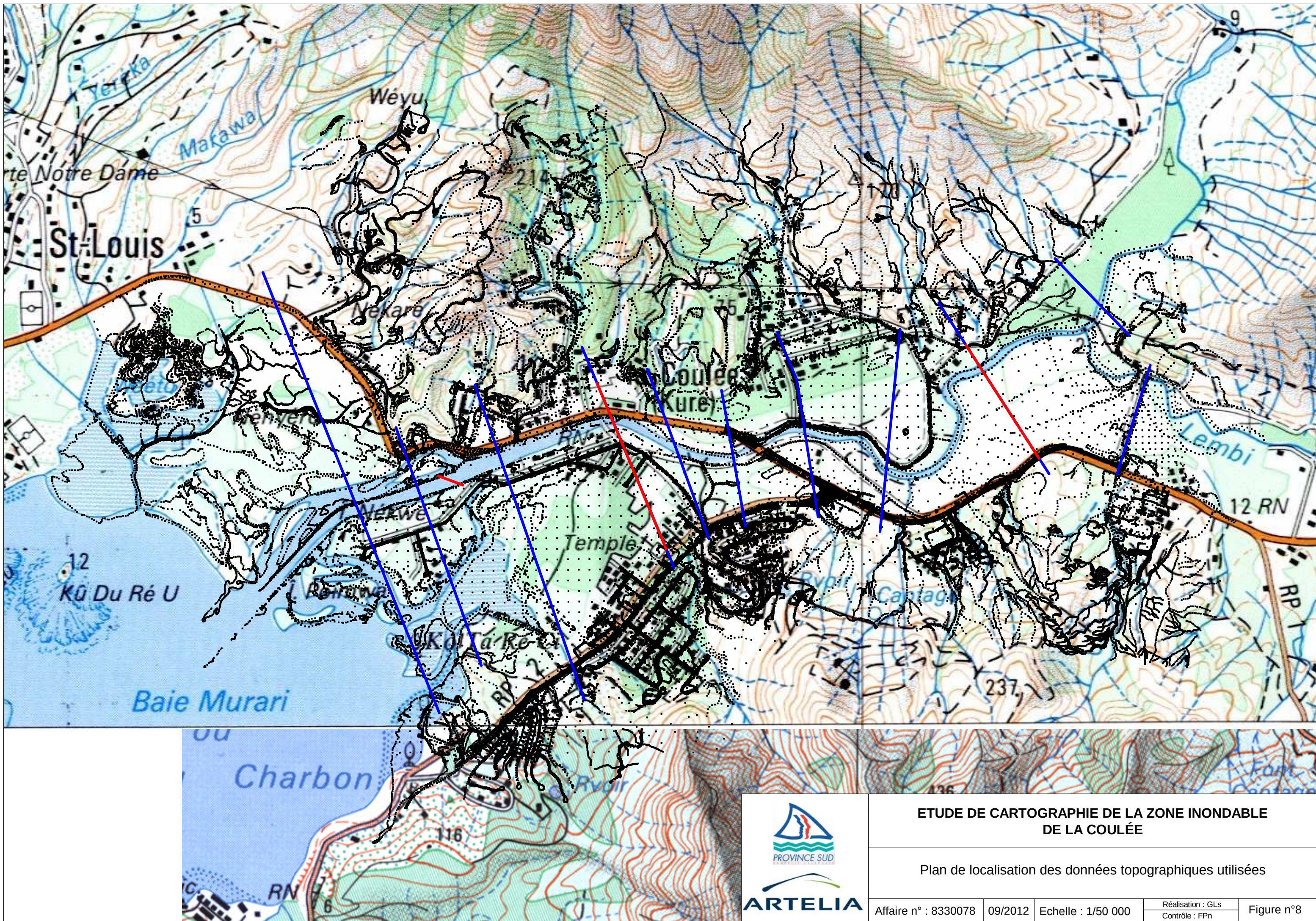


Figure 9 : Calage - test de sensibilité
à la condition limite aval

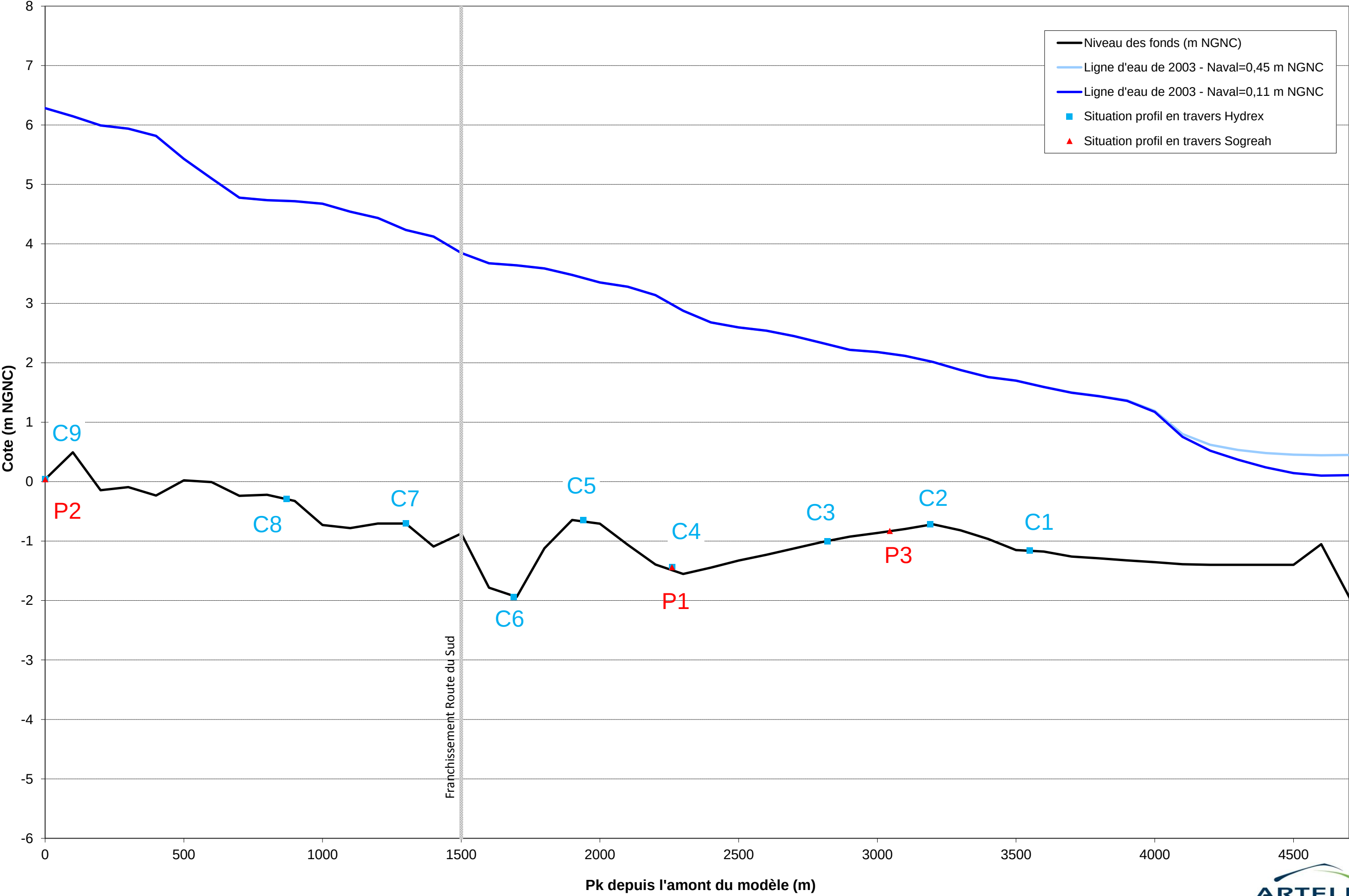


Figure 10 : Etat de référence - test de sensibilité
à la condition limite aval

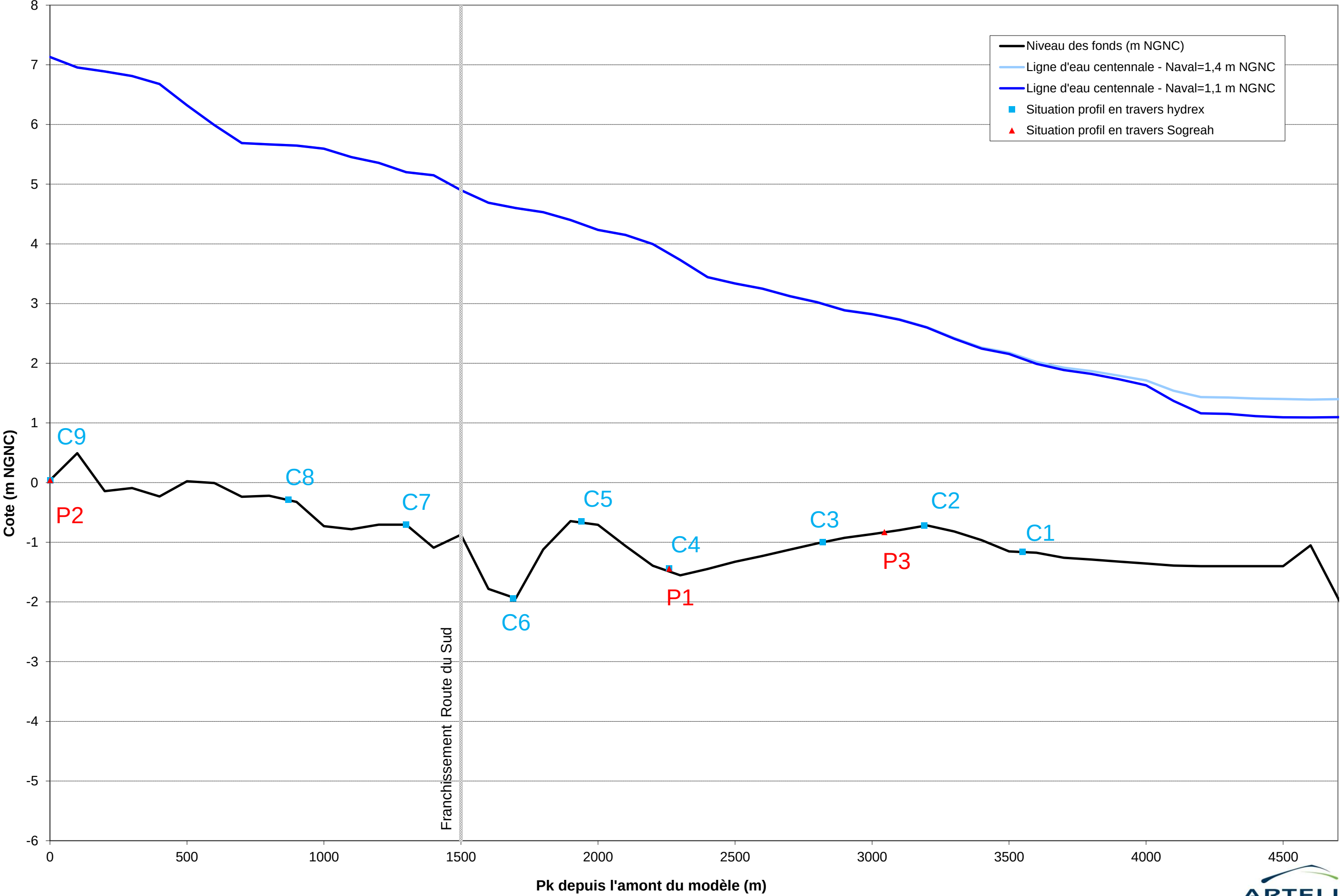
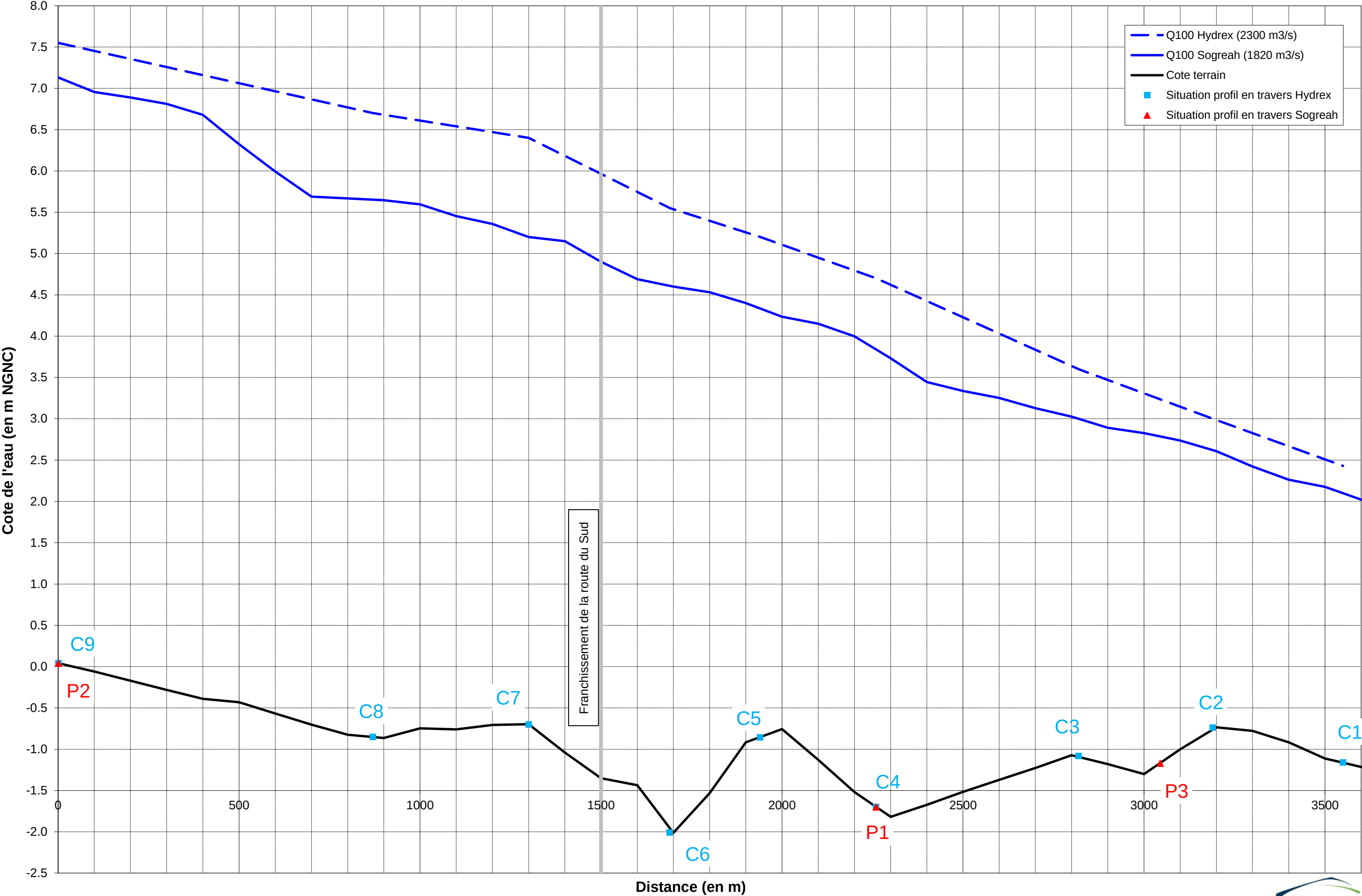
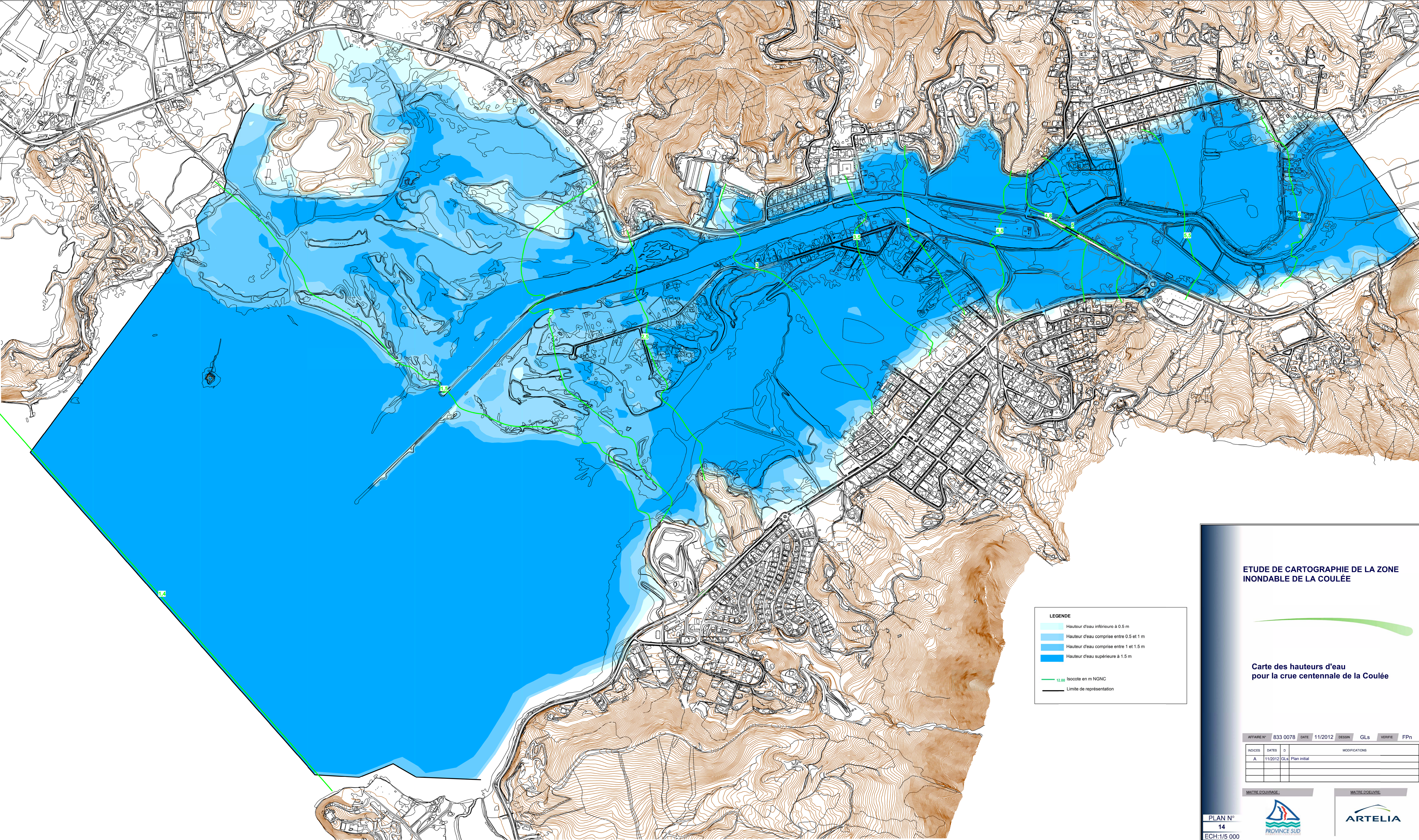


Figure 13 : Profil en long comparatif - Hydrex 1991





LEGENDE

- Hauteur d'eau inférieure à 0.5 m
- Hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m
- Hauteur d'eau comprise entre 1 et 1.5 m
- Hauteur d'eau supérieure à 1.5 m
- 12.00 Isocote en m NGNC
- Limite de représentation

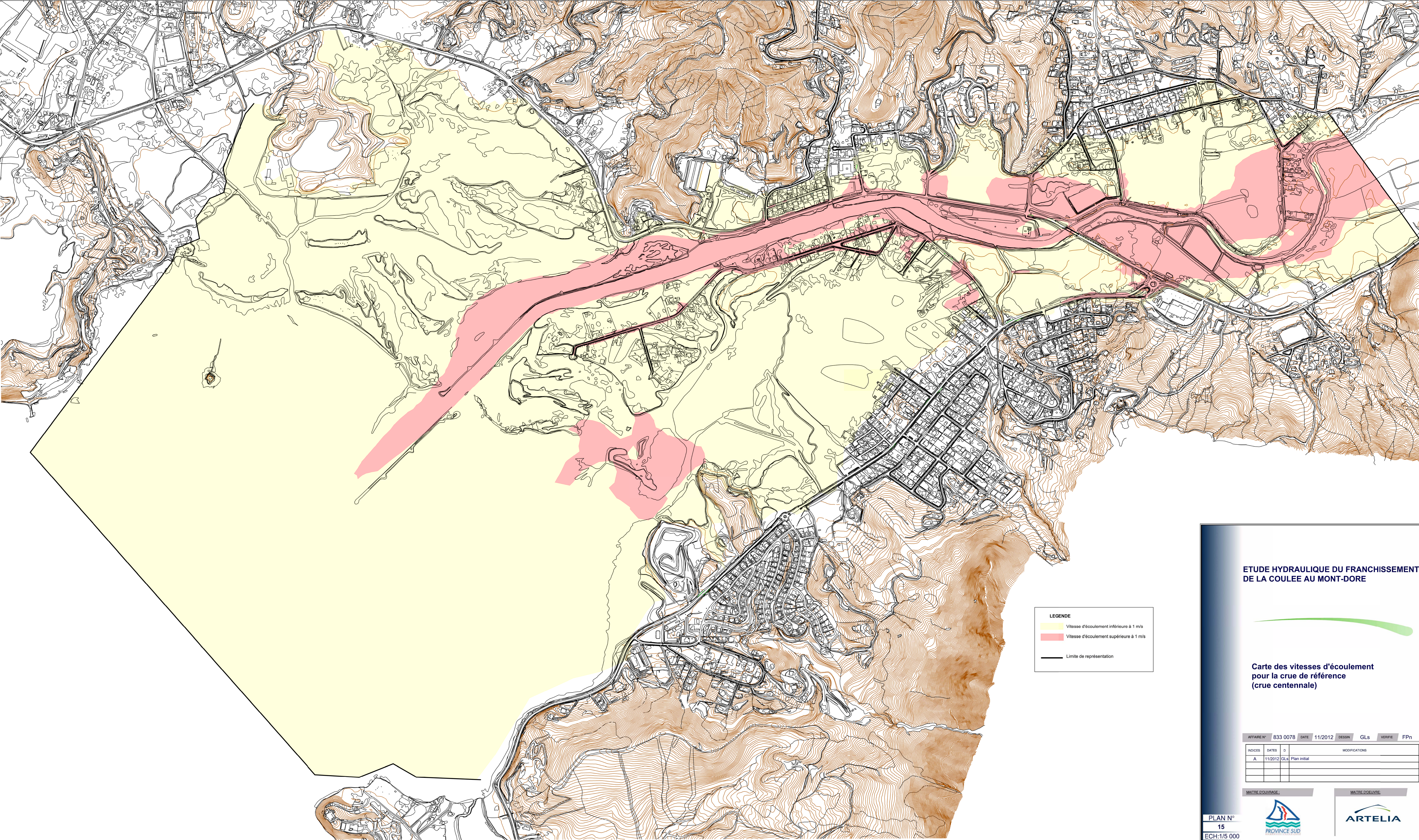
**ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE
INONDABLE DE LA COULÉE**

**Carte des hauteurs d'eau
pour la crue centennale de la Coulee**

AFFAIRE N° 833 0078		DATE 11/2012	DESSIN GLs	VERIFIE FPh
INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS	
A	11/2012	GLs	Plan initial	

MAITRE D'OUVRAGE: MAITRE D'ŒUVRE:





LEGENDE

Vitesse d'écoulement inférieure à 1 m/s

Vitesse d'écoulement supérieure à 1 m/s

Limite de représentation

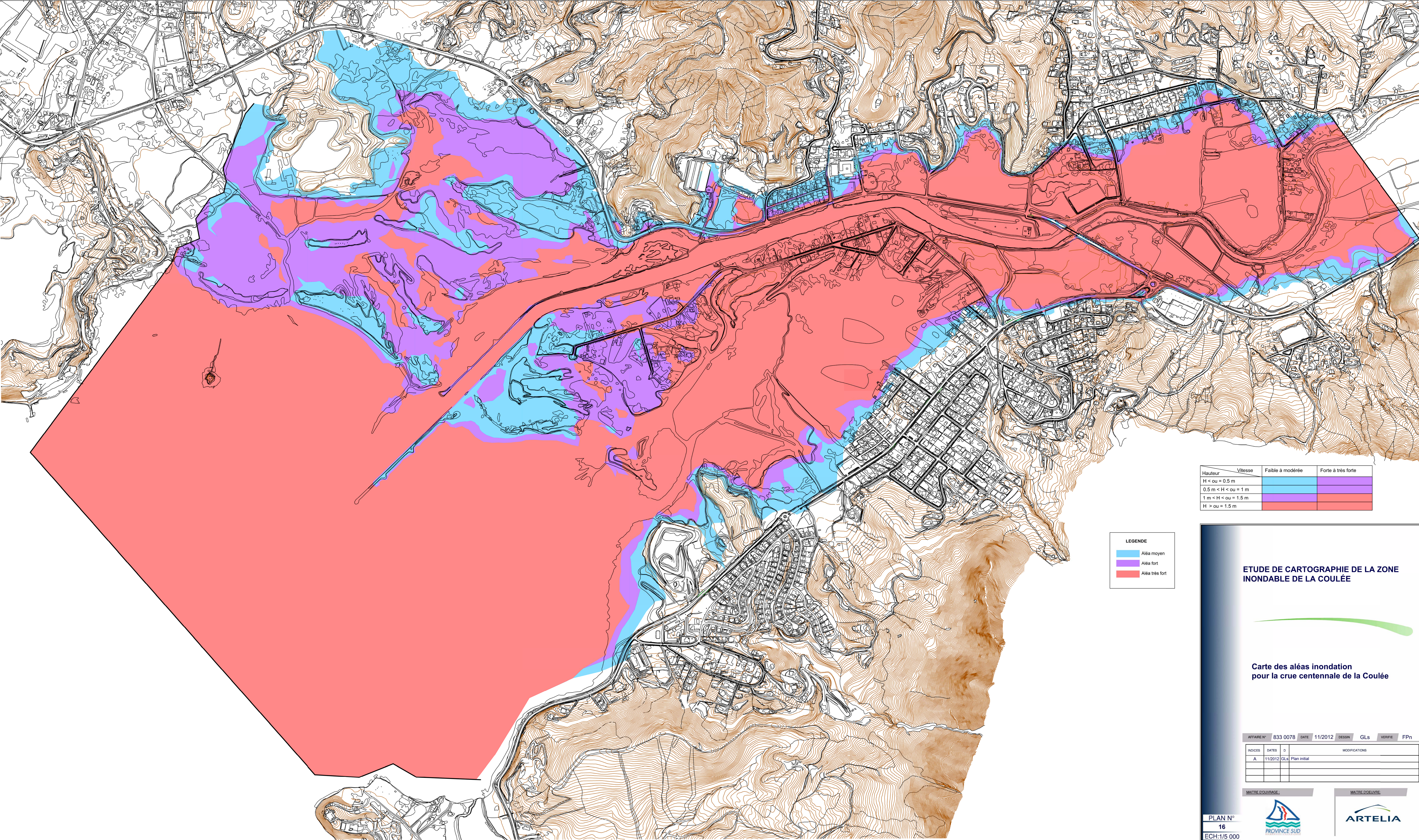
**ETUDE HYDRAULIQUE DU FRANCHISSEMENT
DE LA COULEE AU MONT-DORE**

**Carte des vitesses d'écoulement
pour la crue de référence
(crue centennale)**

AFFAIRE N° 833 0078		DATE 11/2012	DESSIN GLs	VERIFIE FPh
INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS	
A	11/2012	GLs	Plan initial	

MAITRE D'OUVRAGE: MAITRE D'ŒUVRE:





Hauteur	Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
H < ou = 0.5 m			
0.5 m < H < ou = 1 m			
1 m < H < ou = 1.5 m			
H > ou = 1.5 m			

LEGENDE

Aléa moyen

Aléa fort

Aléa très fort

ETUDE DE CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE DE LA COULÉE

Carte des aléas inondation pour la crue centennale de la Coulée

INDICES	DATES	D	MODIFICATIONS
A	11/2012	GLs	Plan initial

