



Direction de l'Aménagement Nord

Nouvelle-Calédonie Province Nord



Etude Zones inondables Voh - Aléa d'inondation de la Coco

Août 2009

A2EP 059/08/H/NC / SAFEGE MD00381 – Rapport final – Voh



Direction de l'Aménagement Nord

Étude Zones inondables Voh - Aléa d'inondation de la Coco

Numéro de l'affaire	059/08/H/NC
Chargé d'affaire	NC
Libellé long de l'affaire	Étude Zones inondables Voh - Aléa d'inondation de la Coco
Date de mise à disposition du rapport	Août 2009
Commune	Voh
Coordonnées X,Y (UTM58, WGS84)	X : 472 000; Y : 7 678 000
Mots clés	Zones inondables Hydrologie Voh (Coco)
Signature du rédacteur : N. CAZE	
Signature du vérificateur : M. VOGUET	

Indice	Version	Rédacteur	Vérificateur	Date
01	Soumise au client	NC / M. Labelle (Roche)	MV	15/07/09
02	Finale	NC	MV	13/08/09

Table des matières

1. Objet du présent rapport	5
2. Bibliographie	5
3. Analyse hydrologique	6
3.1. Caractéristiques des bassins versants	6
3.2. Débits.....	8
3.2.1. Méthodologie.....	8
3.2.2. Approche régionale	8
3.2.3. Approche locale	9
3.2.4. Analyse critique (courbes enveloppes DAVAR).....	12
4. Analyse hydraulique	13
4.1. Type de modèle hydraulique utilisé	13
4.2. Données de base topographiques.....	13
4.2.1. Sources de données	13
4.2.2. Fonds topographique au 1/10 000.....	13
4.2.3. Construction du modèle de terrain - Coco	13
5. Hypothèses de modélisation	15
5.1. Cours d'eau modélisés	15
5.2. Coefficients de frottements.....	15
5.3. Conditions aux limites	15
6. Résultats de la modélisation	16
6.1. Calage du modèle Creek Coco	16
6.2. Paramètres de calage	16
6.3. Cotes maximales atteintes	17
7. Cartographie	19
7.1. Modèle utilisé et limites d'interprétation.....	19
7.2. Valeurs de référence : hauteurs et vitesses.....	19
8. Définition de l'aléa	20
8.1. Cartographie des hauteurs.....	20
8.2. Cartographie de l'aléa	20
9. Enjeux identifiés	21
10. Prescriptions et recommandations	22
10.1. Prescriptions générales.....	22
10.2. Prescriptions relatives à la constructibilité	22

Table des illustrations

Figure 1 : Bassins versants (Coco)	7
Figure 2 : implantation des profils modélisés, des ouvrages et des levés topographiques (Voh).....	14
Figure 3 : Analyse de sensibilité au coefficient de frottement – Creek Coco	17
Figure 4 : profil en long de la Coco au droit du pont de la RT1.....	18
Figure 5 : vue en 3D des résultats du modèle – Coco.....	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants étudiés.....	6
Tableau 2 : Ajustements de Gumbel sur stations hydrométriques.....	9
Tableau 3 : Calculs des temps de concentrations.....	10
Tableau 4 : Coefficients de Montana pour poste de Koné.....	11
Tableau 5 : Coefficients de Montana pour poste de Tango.....	11
Tableau 6 : Calculs des débits de références par différentes méthodes hydrologiques.....	12
Tableau 7 : Comparaison des débits centennaux calculés avec méthode DAVAR.....	12
Tableau 8 : Récapitulatif des débits de référence.....	12
Tableau 9 : Valeurs de Strickler (Creek Coco).....	16
Tableau 10 : Définition de l'aléa pour la crue de référence (source : DAVAR / Cahier des charges de l'étude).....	20

ANNEXES

- Annexe 1 : Hydrologie (courbes IDF)
- Annexe 2 : Présentation du modèle HEC-RAS
- Annexe 3 : Résultats des tests de sensibilité – Coco
- Annexe 4 : Résultats de modélisation – Coco

1. Objet du présent rapport

La cartographie de l'aléa d'inondation vise à assurer la mise en sécurité des personnes en intégrant le risque inondation comme une contrainte d'aménagement, tout en prenant en compte le développement urbain de la commune.

La Direction de l'Aménagement et du Foncier de la Province Nord a engagé une étude relative à la définition de l'aléa d'inondation à Voh et Koné.

Le phasage de l'étude est le suivant :

- Phase 1 : bibliographie / reconnaissances de terrain / étude hydrologique / programme de levés topographiques ;
- Phase 2 : levés topographiques / modélisation hydraulique / résultats hauteurs – vitesses ;
- Phase 3 (objet du présent rapport) : cartographies des hauteurs / vitesses / aléa.

Le présent rapport présente l'ensemble des résultats de la démarche pour la rivière Coco, sur la commune de Voh.

Il s'appuie sur les rapports rapport A2EP-SAFEGE 013/06/H/NC - Phase2, remis le 27/9/2007.

Par ailleurs, ce dossier est associé à un CD-ROM qui contient l'ensemble des fichiers de modélisation, lisibles avec le logiciel HEC-RAS (diffusé gratuitement par l'US Army : <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

2. Bibliographie

Les études recensées sur le secteur d'étude sont les suivantes :

- [1] *Délimitation de la zone inondable de la rivière Koné*, HYDREX, 1994 ;
- [2] *Carte hydrogéomorphologique des zones inondables sur la commune de KONE*, SIEE, 2003 ;
- [4] *Extrapolation de la courbe de tarage de hautes eaux à la station limnigraphique de Pouembout Boutana*, HYDREX, 1997 ;
- [5] *Extrapolation de la courbe de tarage de hautes eaux à la station limnigraphique de la Faténaoué*, HYDREX, 1998 ;
- [6] *Zones inondables de la rivière Voh*, SOGREAH, 2000 ;
- [7] *Courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie – La Foa / La Coulée*, DAVAR, 2006 ;
- [8] *Voie de contournement Nord – commune de KONE – étude de faisabilité*, Province Nord, 2006 ;
- [9] *Zone industrielle de VOH Sud – zones inondables du Creek Coco – commune de VOH*, Province Nord, 2005¹.

¹ Document interne à la Province Nord, disponible à titre informatif uniquement.

3. Analyse hydrologique

3.1. Caractéristiques des bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants étudiés sont les suivantes :

Bassin versant	Surface BV (ha)	Périmètre bassin versant	longueur du plus long chemin hydraulique	Denivelé maximum
	S	P	L	
	ha	km	m	m
COCO_2	1662	22.73	8200	830
COCO_1	1544	24.36	8600	790
COCO_TOT	3657	36.03	12980	850

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants étudiés

Les figures qui suivent présentent sur le découpage en bassins versants de la rivière Coco (base du découpage : fond 1/10 000 DI3T).

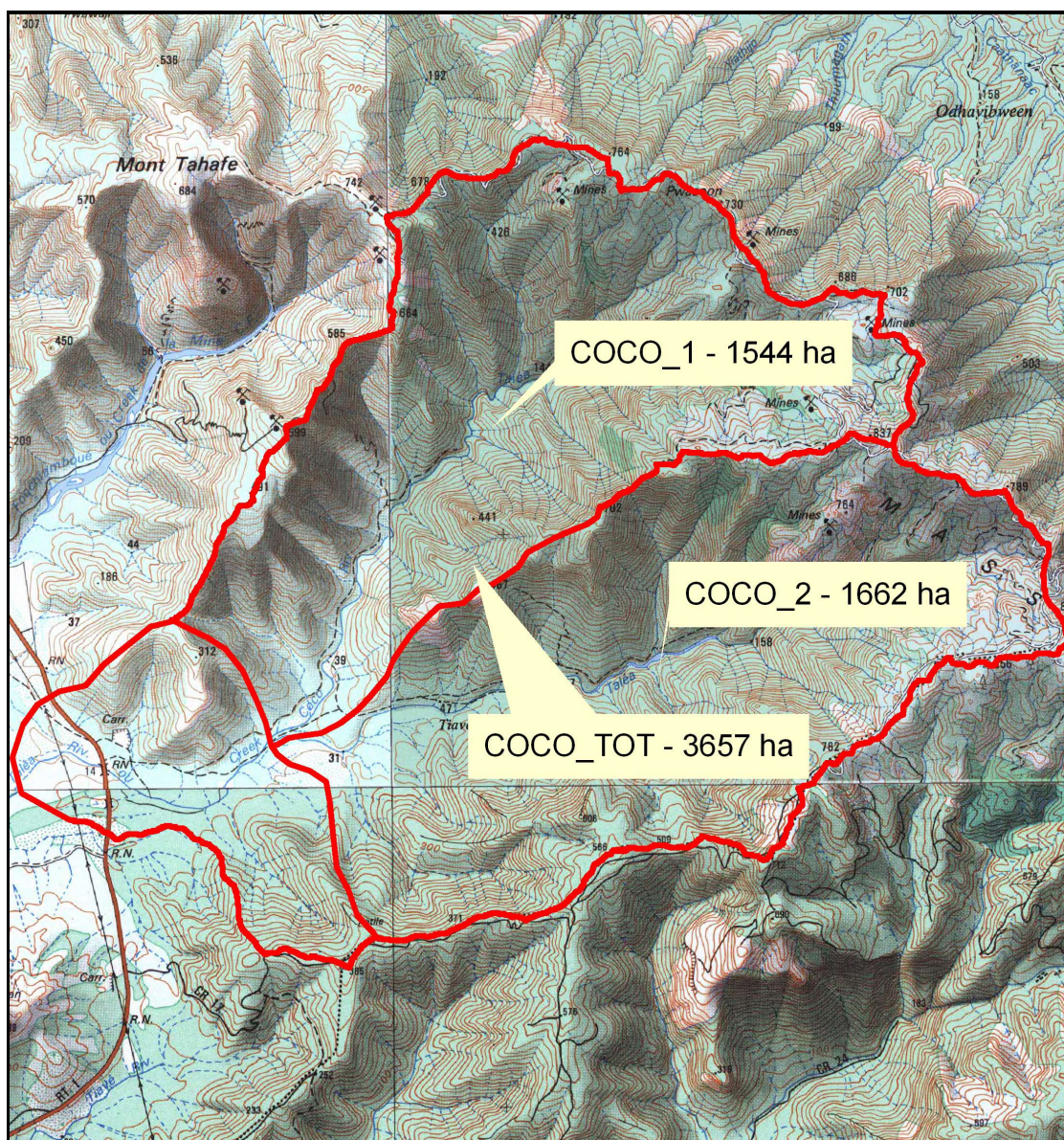


Figure 1 : Bassins versants (Coco)

3.2. Débits

3.2.1. Méthodologie

En raison de l'absence de données hydrométriques sur la Coco, l'analyse hydrologique a été menée selon les deux approches suivantes :

- Approche régionale ou méthode de transposition par utilisation des données hydrométriques à proximité et jugées fiables par la DAVAR : poste de Boutana et Faténaoué ;
- Approche locale par application de la méthode rationnelle à partir des coefficients a et b de Montana déterminés à partir des IDF disponibles des postes pluviométriques de Koné et Tango.

Ces deux approches ont été comparées sur les bassins versants considérés, et confrontées également aux calculs produits par la DAVAR (*Courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie – La Foa / La Coulée*, DAVAR, 2006).

3.2.2. Approche régionale

3.2.2.a. Généralités

La méthode de transposition s'applique à des bassins versants dont les caractéristiques morphologiques sont similaires : il s'agit d'appliquer une transposition des débits d'un bassin disposant de données hydrométriques à un bassin versant non équipé de stations de mesure de débit.

La formule de transposition est la suivante :

$$Q'_T = (S'/S)^\Psi \cdot Q_T$$

Avec :

- Q'_T débit de période de retour T de la rivière considérée non équipée de station hydrométrique (m^3/s) ;
- Q_T débit connu de période de retour T d'une rivière proche disposant d'une station hydrométrique (m^3/s) ;
- S' superficie du bassin versant non équipé (km^2) ;
- S superficie du bassin versant équipé (km^2) ;
- Ψ coefficient d'abattement, évalué à 0.75 dans le cadre d'une analyse menée à l'échelle de la Nouvelle Calédonie par la DAVAR.

3.2.2.b. Données hydrométriques

Deux stations hydrométriques gérées par la DAVAR sont disponibles à proximité des sites d'études :

- Station de Boutana : période d'exploitation de 1955 à 2005 avec 39,7 ans de données et un

débit maximum évalué à 2399 m³/s ;

- Station de Faténaoué : période d'exploitation de 1955 à 2004 avec 34,9 ans de données et un débit maximum évalué à 1802 m³/s.

Le tableau suivant récapitule des ajustements de Gumbel des débits de crues maximaux annuels évalués à ces deux stations :

	Période de retour				Superficie du BV (km ²)
	T= 5 ans	T= 10 ans	T= 50 ans	T= 100 ans	
Station de Boutana	1015	1398	2240	2596	176
Station de Faténaoué	825	1133	1810	2096	111

Tableau 2 : Ajustements de Gumbel sur stations hydrométriques.

3.2.3. Approche locale

3.2.3.a. Généralités

L'estimation du débit décennal ou centennal d'un cours d'eau par application de la méthode rationnelle nécessite deux types d'information :

- Caractéristiques du bassin versant : surface, pente, point haut et bas, chemin hydraulique le plus long, etc.
- Détermination des coefficients a et b de Montana décrivant l'intensité pluviométrique.

La formule Rationnelle permet de calculer le débit de pointe ruisselant sur la parcelle :

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = C \cdot i \text{ (mm/h)} \cdot A \text{ (km}^2\text{)} / 3,6$$

- **C : coefficient de ruissellement** de la parcelle qui est fonction de la nature du terrain, de la pente, de l'état de la végétation et de la durée de l'averse ;
- **i : intensité** de la pluie critique qui s'applique sur le site calculée sur le temps de concentration t du bassin versant ;

$$i \text{ (mm/h)} = a \cdot t^b$$

La formule décrite ci-dessus indique que la détermination du coefficient de ruissellement, ainsi que du temps de concentration est déterminante dans la définition des débits de références. Or ,le calcul de ces paramètres fait l'objet d'une variabilité importante ; c'est pourquoi l'analyse spécifique suivante a été produite.

3.2.3.b. Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est fonction de nombreux paramètres que sont entre autres : superficie du bassin versant, géologie, antécédents pluviométriques, intensité pluviométrique de l'événement considéré, densité d'urbanisation (indirectement taux d'imperméabilisation du site).

Compte-tenu des pentes assez fortes sur les bassins versants amont (pris en compte pour l'évaluation des débits) et de la nature des événements pluvieux, nous retiendrons des coefficients de ruissellement avec des valeurs hautes, à considérer comme sécuritaires mais réalistes pour les périodes cycloniques où la saturation des sols est rapide.

En pratique, et suivant en cela les recommandations de la DAVAR, nous retiendrons un coefficient

de 0,7 pour les pluies 5 ans, et un coefficient de 0,9 pour les événements 10 et 100 ans.

3.2.3.c. Calcul du temps de concentration

Différentes méthodes ont été testées sur les bassins versants étudiés : Giandotti, Passini, Dujardin et Desbordes.

Notons que :

- Les formules de Giandotti et Passini s'appliquent aux bassins versants ruraux ; elles sont fonction de la pente, de la superficie et de la longueur du bassin versant et sont donc indépendantes du coefficient de ruissellement considéré ;
- Les formules de Desbordes et Dujardin sont utilisées pour les bassins versants mixtes : la première est plutôt à tendance urbaine tandis que la seconde est plus adaptée aux bassins à dominante rurale ; elles sont fonction de la superficie, de la pente et du coefficient de ruissellement considéré et donc indépendantes de l'allongement du bassin versant.
- Les résultats des tests sont les suivants :

B.V.	Giandotti		Passini		Dujardin		Desbordes	
	Tc (mn)	V transfert (m/s)	Tc (mn)	V transfert (m/s)	Tc (mn)	V transfert (m/s)	Tc (mn)	V transfert (m/s)
COCO 2	75	1.83	105	1.30	43	3.18	24	5.71
COCO 1	76	1.88	109	1.31	44	3.26	24	5.91
COCO TOT	112	1.93	198	1.09	70	3.07	36	6.06

Tableau 3 : Calculs des temps de concentrations.

Note : la vitesse de transfert calculée est le rapport L/Tc (avec L plus long parcours hydraulique et Tc le temps de concentration).

Nous constatons que les formules du temps de concentration de Desbordes et de Dujardin fournissent des temps très courts qui n'apparaissent pas réalistes.

La formule de Giandotti fournit des résultats globalement satisfaisants, elle sera utilisée en référence par la suite.

3.2.3.d. Détermination des coefficients de Montana

La détermination des coefficients de Montana s'appuie sur l'exploitation des courbes IDF disponibles à proximité des différentes zones d'études (voir les courbes IDF en annexe):

- IDF au poste de Koné (Météo France) ;
- IDF au poste de Tango (Météo France).

Poste de Koné

Le poste de Koné se trouve à la sortie nord du village en bordure de l'aérodrome. La station automatique existe depuis juillet 1995. Les calculs des durées de retour seront faits sur la période 1995-2005, soit 11 années. Le pourcentage des données manquantes est relativement faible avec seulement 3,8% ce qui donne une bonne qualité à l'échantillon utilisé.

Le poste de Koné enregistre en moyenne 1096 mm de précipitations par an (normale 1971-2000). Les variations inter-annuelles étant très importantes en Nouvelle-Calédonie avec des années très sèches en phases El Niño et très humides en phases La Niña, cette valeur n'est pas très

informative. Ainsi, sur la période commune d'étude (1991-2006), le total annuel moyen de Koné est de 1027 mm.

Les coefficients a et b issus de l'analyse de ces données par Météo France sont :

KONE 1995-2005	d entre 6mn et	60 mn	d entre 60mn et	1440 mn	d entre 1 440mn et	5760 mn
T (ans)	a	b	a	b	a	b
2	149.5	-0.238	1005.1	-0.701	2715.9	-0.841
5	169.2	-0.215	1151.8	-0.680	2914.1	-0.810
10	184.5	-0.203	1270.7	-0.669	3140.2	-0.796
20	200	-0.193	1393.3	-0.661	3395.3	-0.786
50	220.7	-0.183	1558.5	-0.653	3756.5	-0.777
100	236.5	-0.177	1685.1	-0.649	4040.6	-0.771

Tableau 4 : Coefficients de Montana pour poste de Koné.

Le poste de Koné possède 10,2 années de mesures utilisables pour les calculs d'intensités de précipitations sur la période 1995-2005. La période de mesure est relativement courte mais la qualité des données est bonne et le nombre de données manquantes relativement faible.

La méthode n'autorise pas les extrapolations au-delà de 4 fois la taille de l'échantillon², soit approximativement 40 ans. Les valeurs des durées de retour 50 ans et centennales de ce poste sont donc présentées à titre informatif.

Poste de Tango

Le poste de Tango a connu 2 localisations. La première (Tango Méaré) était à 551 m d'altitude à environ 6 km plus au nord du site actuel. Celui-ci se trouve à quelques centaines de mètre du col de Tango sur la transversale Koné-Tiwaka, à une altitude de 341 m. Le poste de Tango-Méaré était équipé d'une station automatique mesurant des paramètres au pas de temps horaire et a fonctionné d'août 1990 à fin décembre 1998. Celui de Tango est équipé d'une station automatique mesurant la pluie au pas de temps de 6 minutes et les mesures ont débuté en février 1998. Pour les calculs de durées de retour, les deux échantillons ont été assemblés. Ainsi la période de calcul est comprise entre 1991 et 2006 pour les périodes d'intégration d'au moins 60 minutes, mais de 1998 à 2006 pour les périodes d'intégration inférieures à 60 minutes.

Pour le poste de Tango, la différence de quantité moyenne de précipitations entre les deux sites est estimée à près de 20%, le premier étant plus pluvieux que le deuxième. En appliquant cette correction, on peut évaluer la quantité moyenne annuelle du site actuel sur la période 1991-2006 à 1560 mm, soit près de 50% de plus qu'à Koné.

Les coefficients a et b issus de l'analyse de ces données par Météo France sont :

TANGO 1991-2006	d entre 6mn et	30 mn	d entre 30mn et	180 mn	d entre 180mn et	5760 mn
T (ans)	A	B	A	B	A	B
2	148.7	-0.171	464.2	-0.517	1446.9	-0.720
5	160.5	-0.125	514.6	-0.474	2109.9	-0.734
10	170.5	-0.099	559.4	-0.454	2617.7	-0.741
20	181.1	-0.079	607.2	-0.439	3128.7	-0.745
50	195.7	-0.058	672.8	-0.424	3807.3	-0.750
100	207	-0.046	723.6	-0.416	4322.1	-0.753

Tableau 5 : Coefficients de Montana pour poste de Tango.

Pour Tango, nous disposons de 14,8 années de mesures utilisables pour les calculs d'intensités de précipitations sur la période 1991-2006 mais uniquement pour les périodes d'intégrations supérieures ou égales à 60 minutes (8,1 années pour les périodes d'intégrations inférieures à 60 minutes). Le pourcentage de données manquantes est plus important avec 7,7%, ce qui donne une

² Source : Météo France

moins bonne confiance dans les résultats. Comme pour Koné, les valeurs des durées de retour 50 ans et centennales de ce poste sont présentées à titre informatif.

3.2.3.e. Résultats

Les résultats de l'approche locale (méthode rationnelle) et de l'approche régionale (méthode de transposition) sont fournis dans le tableau ci-dessous :

BV	Débit de fréquence 5 ans (m ³ /s)				Débit de fréquence 10 ans (m ³ /s)				Débit de fréquence 100 ans (m ³ /s)			
	Calcul				Calcul				Calcul			
	[1] Méthode rationnelle (station de Koné)	[2] Méthode rationnelle (station de Tango)	[3] Méthode de transposition (station de Boutana)	[4] Méthode de transposition (station de Faténanoué)	[1] Méthode rationnelle (station de Koné)	[2] Méthode rationnelle (station de Tango)	[3] Méthode de transposition (station de Boutana)	[4] Méthode de transposition (station de Faténanoué)	[1] Méthode rationnelle (station de Koné)	[2] Méthode rationnelle (station de Tango)	[3] Méthode de transposition (station de Boutana)	[4] Méthode de transposition (station de Faténanoué)
COCO_2	255	208	173	199	295	328	238	273	427	501	442	505
COCO_1	233	191	164	188	270	302	225	258	390	460	418	477
COCO_TOT	425	370	312	359	494	600	430	493	720	929	799	912

Tableau 6 : Calculs des débits de références par différentes méthodes hydrologiques.

3.2.4. Analyse critique (courbes enveloppes DAVAR)

L'étude sur les courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle Calédonie portée par la DAVAR indique les formulations suivantes :

- $Q_{spéT100ans} = [75^{+/-} 25] \cdot S^{-0.25}$ en m³/s/km² ;
- $Q_{T100ans} = [75^{+/-} 25] \cdot S^{0.75}$ en m³/s.

L'application de ces formulations donne les résultats suivants :

BV	Surface (km ²)	Débit de fréquence 100 ans (m ³ /s)			
		Calcul			
		[1] Fourchette de débits calculés	[2] Méthode DAVAR (c=50)	[3] Méthode DAVAR (c=75)	[4] Méthode DAVAR (c=100)
COCO_2	16.62	427 - 505	412	617	823
COCO_1	15.44	390 - 477	389	584	779
COCO_TOT	36.57	720 - 929	744	1115	1487

Tableau 7 : Comparaison des débits centennaux calculés avec méthode DAVAR.

A noter un débit spécifique qui varie de 20 à 40 m³/s/km² pour le Creek Coco par exemple selon le coefficient utilisé. Les résultats calculés par l'analyse hydrologique régionale et locale semblent donc tout à fait cohérent vis à vis des formulations faites par la DAVAR.

La DAVAR indique que la courbe supérieure (coefficient = 100) correspond aux résultats des ajustements Gumbel obtenus sur les stations hydrométriques de la côte est (l'essentiel des observations concerne des bassins versants supérieurs à 30 km²). En comparaison, la fourchette des débits calculés par la présente étude hydrologique se situe entre les coefficients 50 et 75. C'est pourquoi nous proposons de **retenir les valeurs hautes comme débits centennaux de référence**.

Compte-tenu des remarques précédentes, les valeurs de référence que nous retiendrons sont les suivantes :

	Débit 5 ans (m ³ /s)	Débit 10 ans (m ³ /s)	Débits 100 ans (m ³ /s)	Débit spécifique 100 ans (m ³ /s/km ²)
Creek Coco	381	513	929	25

Tableau 8 : Récapitulatif des débits de référence.

4. Analyse hydraulique

4.1. Type de modèle hydraulique utilisé

Le modèle utilisé est un modèle filaire classique (HEC RAS 4) déterminant les conditions d'écoulement relatives au passage d'un débit constant le long d'une vallée, discrétisée à partir d'une succession de profils en travers.

Une présentation du modèle mathématique HEC RAS est disponible en annexe.

4.2. Données de base topographiques

4.2.1. Sources de données

Les données topographiques de référence seront les données suivantes :

- profils en travers levés pour les besoins spécifiques de l'étude,
- levé topographique par laser aéroporté réalisé par la société KNS pour ses besoins propres, et mis à disposition de la Province (via A2EP) pour les besoins de l'étude,
- fonds topographiques DI3T au 1/10 000.

Ces données seront utilisées par ordre de priorité décroissante : la priorité est donnée aux profils en travers, puis aux levés aéroportés, au 1/2000 et le fond au 1/10000 est utilisé faute de mieux.

4.2.2. Fonds topographique au 1/10 000

Ce fond a été mis à disposition par la Nouvelle Calédonie (DI3T) le 2 mars 2007. Disponible sur toute la Nouvelle Calédonie en référentiel Lambert RGNC 91, il est donné pour une précision métrique ($\pm 0,5$ m).

Les informations topographiques (semis de points et courbes de niveau) sont utilisées pour la délimitation des bassins versants généraux, pour la caractérisation du lit majeur en absence de données plus précises, et comme point de comparaison avec les autres données disponibles.

4.2.3. Construction du modèle de terrain - Coco

Le fond utilisé sur la Coco (en particulier, par la suite, pour la cartographie des zones inondables) ; sera le fond obtenu par laser aéroporté.

Ce fond a été mis à disposition par la société KNS le 27 avril 2007. Il couvre la totalité du massif du Koniambo, avec une précision centimétrique. Le semis de point source n'a pas été fourni : le levé, réalisé en 2006, a été communiqué sous forme de courbes de niveau (espacement 1 m).

Ce levé, dont la précision apparaît comparable à un levé terrain au 1/1000 ou mieux, a été fourni en référentiel IGN72. Il est utilisé pour la caractérisation du lit majeur de toute la Coco (y compris pour la cartographie des zones inondables), avec validation et rattachement des profils déjà levés sur la Coco en amont de la RT1. Ce levé constitue la seule source fiable pour la partie en aval de la RT1 (zone de mangrove inaccessible).

De l'espacement des courbes de niveau (1m), on déduit une incertitude maximale de l'ordre de +/-1m en Z pour le modèle de terrain. Cette précision métrique n'est pas idéale pour une application hydraulique. Toutefois, la topographie utilisée sert à caractériser, en plan, l'extension de zones d'aléas sur tout un bassin versant. La cohérence amont/aval réduit l'incertitude. Cette incertitude est aussi sensiblement moins importante pour les points situés sur ou à proximité d'une courbe de niveau.

En pratique, l'incertitude la plus importante se trouvera dans la zone de mangrove, en aval de la RT1, où nous ne disposons pas de levés terrain permettant une validation croisée des informations. Le couvert végétal, sur ce secteur, rend encore plus incertaines les valeurs tirées de levés aéroportés. Enfin, ce secteur est de loin le moins pentu : une erreur en altimétrie conduit à des écarts plus importants en planimétrie que sur l'amont. Les vitesses seront par contre beaucoup plus faibles : l'aléa sera essentiellement lié aux hauteurs atteintes.

De ce fait, si la précision est acceptable pour une cartographie de l'aléa à l'échelle du bassin versant, surtout dans une zone naturelle de mangrove où les enjeux sont limités, les délimitations et altimétrie retenues devront être précisées par de nouvelles études (levés complémentaires) dans le cas de l'implantation d'un projet sur cette zone, à proximité ou au droit de secteurs considérés comme inondables.

La carte « Voh n°1 – Profils modélisés et topographie » permet de situer les différents profils, les levés réalisés et l'axe du cours d'eau pris en compte pour la modélisation.

La figure suivante correspond à une vue réduite de cette carte, afin de situer globalement les différents profils.

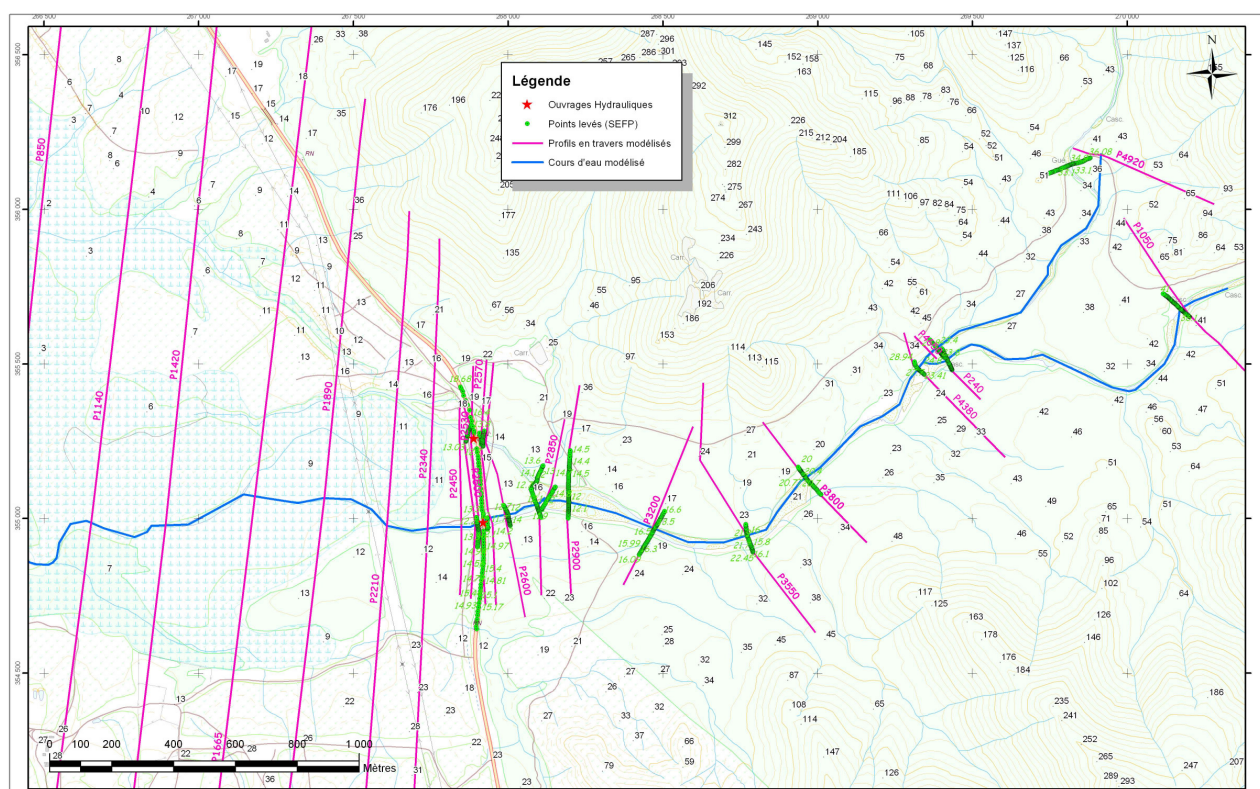


Figure 2 : implantation des profils modélisés, des ouvrages et des levés topographiques (Voh)

5. Hypothèses de modélisation

5.1. Cours d'eau modélisés

La rivière a été représentée en tenant compte de 3 tronçons : la Talea branche Nord (coco_1), la Talea branche sud (coco_2) et le parcours de la Coco en aval de la confluence (coco_3).

Les ouvrages pris en compte correspondent à la traversée de la RT1, qui comporte deux ponts principaux et un ouvrage secondaire en rive gauche (bras mort actif uniquement en période de forte crue).

5.2. Coefficients de frottements

Le coefficient de Strickler représente la rugosité du cours d'eau, en lit mineur ainsi qu'en lit majeur, et a été estimé à partir des visites de terrain et d'après les données bibliographiques.

Les coefficients considérés sont les suivants : 15 en lit majeur, 20 en lit mineur pour l'ensemble des cours d'eau, 8 pour la mangrove (partie aval de la RT1).

5.3. Conditions aux limites

Afin de réaliser la modélisation hydraulique en régime permanent, nous avons retenu les conditions limites suivantes :

- Condition amont : débits pour occurrences 5 ans, 10 ans et 100 ans résultants de l'analyse hydrologique

Les valeurs de débits sont prises en compte dans le modèle dès l'amont des différents tronçons de cours d'eau, même s'ils correspondent à des valeurs à l'exutoire, ce qui constitue une approche sécuritaire.

Les débits sont injectés en amont des biefs (profils coco_1-4920 et coco2_1050).

Pour le tronçon aval, la valeur prise en compte correspond au débit de référence calculé pour l'ensemble du bassin versant, ce à partir du profil coco_3-4380.

La variabilité des débits est étudiée à travers des tests de sensibilité dans la modélisation hydraulique.

- Condition aval : modèle se prolongeant jusqu'à la mer, utilisant donc comme référence aval le niveau au débouché en mer soit :

T = 5 et 10 ans : niveau 1,10 NGNC

T = 100 ans : niveau 1,40 NGNC

6. Résultats de la modélisation

6.1. Calage du modèle Creek Coco

La modélisation hydraulique du Creek Coco fera l'objet d'un calage simplifié en raison de l'absence de données historiques de crues (PHE) et de données mesurées (jaugeage) sur le cours d'eau en période de crue.

Un bras secondaire a été observé côté rive gauche, en limite du bassin versant de la Coco. En crue centennale, les zones d'expansion de ce creek et de la Coco se rejoignent au niveau aval de la RT1. Toutefois, les apports de ce creek n'ont pas été spécifiquement pris en compte, car en pratique il s'écoule à travers un ouvrage spécifique. En conséquence, l'ouvrage lui-même n'a pas été intégré au modèle. Cette représentation est justifiée par le fait que :

- les zones inondables ne se rejoignent à priori que pour des événements exceptionnels (crue centennale) ;
- l'ordre de grandeur du débit apporté par le creek (bassin versant de 0,20 km² estimé) en crue centennale est de 5 m³/s (ratio des surfaces), pour une capacité de l'ouvrage (en surface libre) de 15 m³/s estimée.

6.2. Paramètres de calage³

Coefficients de frottements

Les reconnaissances de terrain et l'analyse des études [1], [6] et [9] ont permis d'estimer les coefficients de frottement, fixés aux valeurs présentées dans le tableau suivant.

	Strickler (K)	Test de sensibilité : Gamme de variation du coefficient de Strickler
Fond du lit mineur	20	18 à 22
Lit majeur	15	13 à 17
Mangrove (+lits mineurs à 20)	8	7 à 10

Tableau 9 : Valeurs des coefficients de Strickler (Creek Coco).

D'après les résultats des tests de sensibilité, la variation du coefficient de frottement pour une occurrence centennale implique des différences de cotes de +/- 20 cm jusqu'à 2,5 km en amont de la RT1 (aval confluence), pour un écart moyen de 10 cm.

Le profil en long des tests de sensibilité est présenté sur la figure suivante, afin de permettre de situer les tronçons sensibles au changement du coefficient de Strickler. En amont du projet industriel (profil 3200), l'effet conjugué de la rupture de pente et des apports fait que le coefficient de Strickler ne joue quasiment pas sur la cote calculée.

³ Les tests de sensibilité sont effectués sur une occurrence centennale.

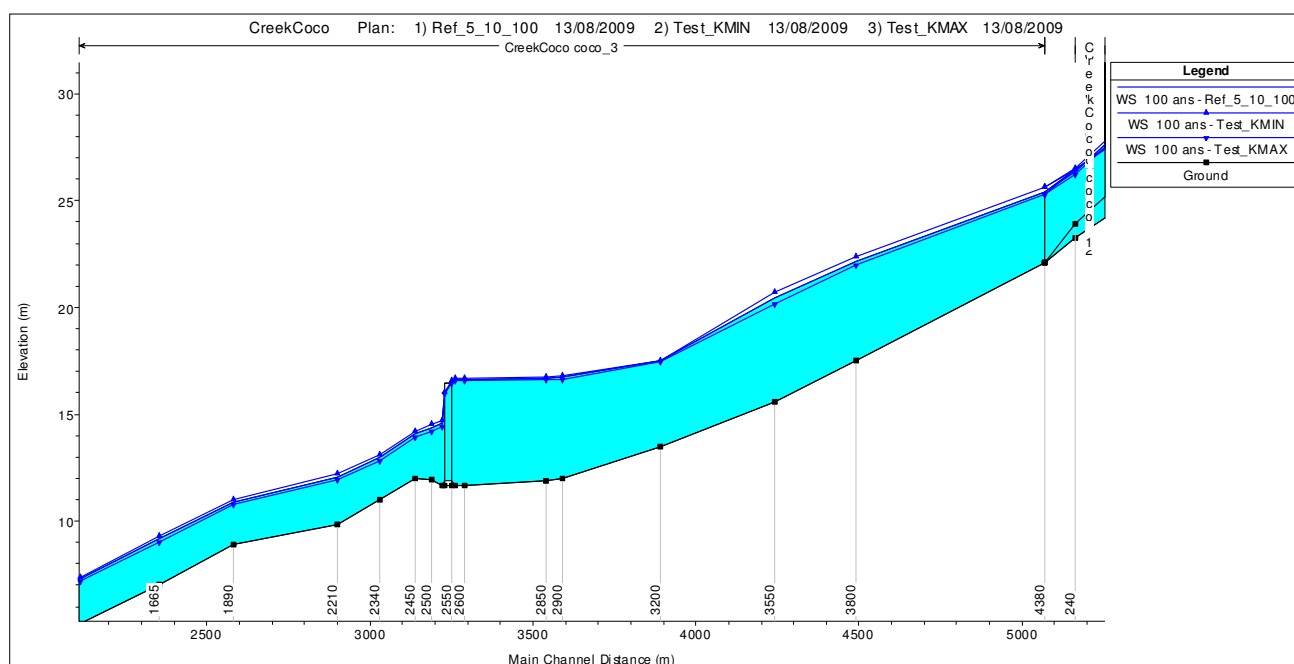


Figure 3 : Analyse de sensibilité au coefficient de frottement – Creek Coco

Conditions aux limites

Une variation de 40 cm en plus de la condition limite aval (niveau de la mer) n'apparaît déjà plus 500 mètres en amont de cette limite aval (soit à 2 km en aval de la RT1). L'influence de la condition aval sur la définition de l'aléa est donc très faible.

Un test de sensibilité à la condition hydrologique a également été effectué à partir de la gamme de débits calculée dans l'analyse hydrologique : pour un débit minoré à 720 m³/s (fourchette basse des débits calculés). Une variation de – 20 cm de la ligne d'eau est en moyenne constatée sur le linéaire modélisé. Par sécurité, nous retiendrons par la suite la valeur haute de débit estimé.

6.3.Cotes maximales atteintes

L'intégralité des résultats de modélisation est présentée en annexe. La modélisation a permis de préciser notamment le comportement hydraulique du Creek Coco en partie amont de la RT1 :

- Le remblai de cette route fait obstacle aux écoulements lors des crues d'occurrence même mineure (à partir de 5 ans). L'effet « barrage » traduit alors une élévation de la ligne d'eau en amont de cet obstacle, fonction de la gamme de débit considérée, qui peut être de l'ordre de 2m pour la crue centennale (nivellement horizontal de la ligne d'eau sur 500 mètres environ – baisse significative des vitesses moyennes d'écoulement);
- Les deux ouvrages (section cumulée de 167 m²) font l'objet de mises en charge pour la crue centennale, avec surverse sur la RT1 de +40 cm environ sur l'ouvrage n°2 (et sur d'importants linéaires de la voie en rive gauche en particulier).
- Une chute importante de vitesse est constatée entre les profils PK3200 et PK2900 en raison d'un élargissement du lit mineur, égal à deux fois la largeur du lit initial. De même, des variations sur la partie aval sont la conséquence de variations importantes du gabarit des différents lits mineurs.

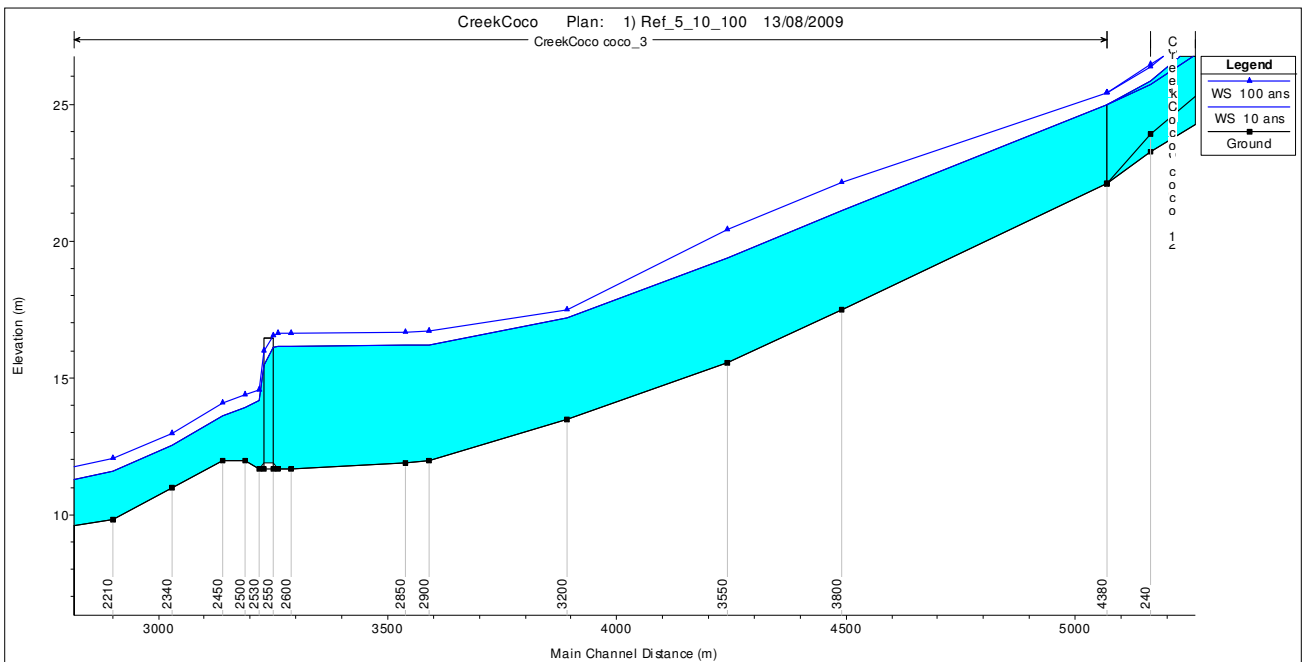


Figure 4 : profil en long de la Coco au droit du pont de la RT1

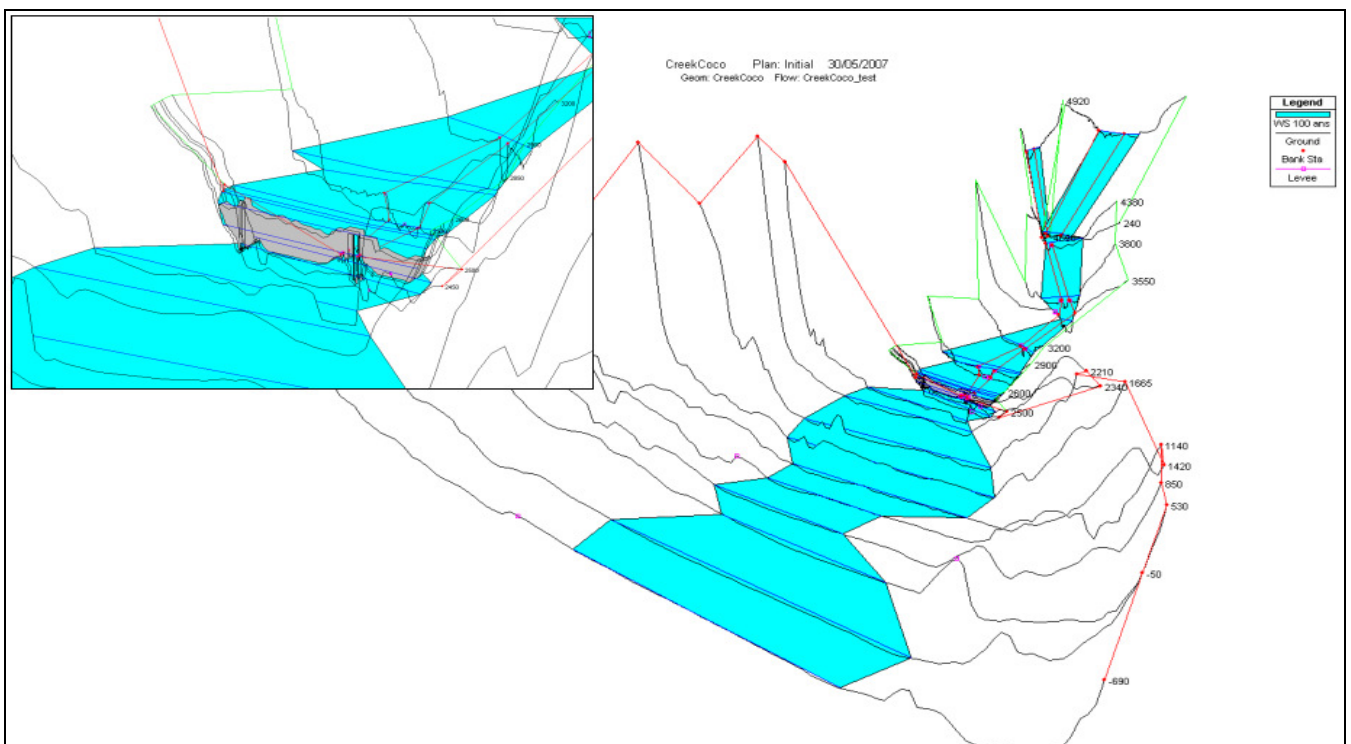


Figure 5 : vue en 3D des résultats du modèle – Coco

7. Cartographie

7.1. Modèle utilisé et limites d'interprétation

Les cartographies associées au présent rapport sont établies en s'appuyant sur des valeurs de hauteurs d'eau et de vitesses calculées par un modèle numérique.

L'outil de modélisation utilisé, HEC-RAS, représente les écoulements unidimensionnels (filaire) et a été utilisé en régime permanent. **L'hypothèse centrale est que la hauteur d'eau est uniforme sur toute la largeur d'un profil en travers modélisé.**

La représentation unidimensionnelle ne rend que partiellement compte des écoulements latéraux intervenant au sein d'une plaine inondable.

Par ailleurs, indépendamment des limites intrinsèques du modèle, les sources de données topographiques se sont avérées parfois imprécises et difficiles à exploiter (information altimétrique partielle ou manquante), en particulier dans les zones à fort couvert végétal (où la photorestitution n'a pas pu fournir de résultats fiables).

Pour la Coco, l'incertitude la plus importante se trouvera dans la zone de mangrove, en aval de la RT1, où le couvert végétal, sur ce secteur, rend incertaines les valeurs tirées de levés aéroportés. Ce secteur est de loin le moins pentu : une erreur en altimétrie conduit à des écarts plus importants en planimétrie que sur l'amont.

7.2. Valeurs de référence : hauteurs et vitesses

L'ensemble des hauteurs d'eau et vitesses de référence sont celles calculés par le modèle, pour la crue centennale.

Les valeurs de hauteur d'eau calculées ont été reproduites sur la cartographie associée au présent rapport pour faciliter leur utilisation directe.

Pour l'évaluation d'un projet, ces valeurs de hauteurs et vitesses sont à prendre en référence, en priorité sur l'extension de la zone inondable cartographiée (moins précise car liée à la précision du fond topographique).

La zone inondable pourra être précisée localement, dans le cas où une information topographique nouvelle serait disponible (par exemple levé réalisé pour état des lieux).

8. Définition de l'aléa

L'aléa est la probabilité d'apparition d'un phénomène naturel, d'intensité et d'occurrence données, sur un territoire donné. Il est faible, modéré, fort ou très fort en fonction de la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et du temps de submersion, par rapport au phénomène de référence.

Pour la présente cartographie, la crue centennale a été prise en référence.

8.1. Cartographie des hauteurs

Sur la base d'une extrapolation (entre chaque profil) des résultats de la modélisation, les hauteurs d'eau ont été cartographiées. La cartographie fait apparaître, pour les crues de référence :

- la limite d'expansion de crue ;
- les hauteurs d'eau par classe de 0,5 m (carte des iso-submersions)

La cartographie s'appuie sur un modèle numérique de terrain généré à partir du fond topographique au 1/2000 ou à partir du levé aéroporté selon les cas.

8.2. Cartographie de l'aléa

L'aléa représente le croisement entre hauteurs d'eau et vitesses. La qualification de l'aléa se fait selon la grille d'analyse suivante :

	Vitesse faible à modérée < 1 m/s	Vitesse forte à très forte > 1 m/s
H < 0,5 m	Aléa moyen	Aléa fort
0,5 m < H < 1 m	Aléa moyen	Aléa fort
1 m < H < 1,5 m	Aléa fort	Aléa très fort
H > 1,5 m	Aléa très fort	Aléa très fort

Tableau 10 : Définition de l'aléa pour la crue de référence (source : DAVAR / Cahier des charges de l'étude)

L'aléa très fort est caractérisé essentiellement par des vitesses d'écoulement supérieures à 1 m/s et des hauteurs de submersion importantes, supérieures à 1 m. Il peut en outre correspondre à des zones où le transport solide est important.

L'aléa fort correspond à des zones présentant au moins un des caractères de la zone d'aléa très fort, à savoir vitesse d'écoulement supérieure à 1 m/s et hauteur de submersion dépassant 1m.

Enfin, les aléas moyens/faibles sont caractérisés par des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement faibles.

9. Enjeux identifiés

Le bassin versant de la rivière Coco et le lit majeur de ce cours d'eau sont occupés essentiellement par du maquis minier (partie amont) et de la mangrove (partie aval).

L'occupation des sols est très majoritairement naturelle, et on ne recense aucun équipement public à l'exception de la RT1, dont le remblais barre le cours de la Coco. Des voies d'accès non dénommées longent la rive droite de la Coco.

Plusieurs forages privés sont exploités depuis fin 2007 pour l'alimentation en eau de la base vie du projet Koniambo, et on note la présence d'un forage municipal actuellement non exploité.

Un projet de zone artisanale est en cours de réalisation en rive droite de la Coco, juste en amont de la RT1. L'extension des lots de la zone artisanale a été définie par la Province Nord en tenant compte des cotes d'inondation calculées, afin d'assurer que ces lots ne sont pas atteints par la crue de référence (centennale).

10. Prescriptions et recommandations

10.1. Prescriptions générales

En raison de l'importance des débits pris en compte (cyclones), l'extension des zones soumises à un aléa d'inondation s'avère importante, y compris au droit des secteurs urbanisés.

Toutefois, l'installation de constructions a été naturellement limitée par la présence des zones inondables, ne serait-ce que par la nature des terrains souvent peu propices à la construction.

Compte-tenu de la morphologie des sites, la création de zones tampons ou de bassins d'orage n'aura un effet que sur les crues fréquentes, et pas sur les débits exceptionnels pris en compte pour la présente étude.

Il est tout de même important de conserver autant que possible le couvert végétal sur les parties amont, et de limiter l'évolution des pratiques culturales (par exemple suppression de haies, transformation de prairies en terres labourées).

Sans possibilité de limiter les valeurs de débits transitant dans les cours d'eau, il est essentiel de limiter autant que possible les restrictions à l'écoulement et l'augmentation des enjeux exposés (constructions,..) qui constituent les principaux facteurs de risque.

10.2. Prescriptions relatives à la constructibilité

Il n'existe pas de réglementation relative aux règles de constructibilité en zone inondable en province Nord.

Dans le présent document, nous proposons de reprendre les termes de la délibération n° 29-2006/APS du 27 juillet 2006 relative aux règles de constructibilité en zones inondables dans la province sud, qui ont été conçue et adaptée à la Nouvelle-Calédonie et devraient pouvoir être transposées en Province Nord.

- **Aléa très fort**

« Dans ces zones, aucune construction nouvelle n'est autorisée sur une parcelle non bâtie.

Toute extension, ou changement de destination, ne sera possible qu'en s'accompagnant d'une intervention sur un ou des bâtiments existants tels que démolition, redistribution, mise en sécurité des personnes exposées et minimisation des conséquences économiques.

En atténuation du principe ci-dessus, pourront être autorisés :

- les extensions limitées des logements existants justifiées, par le pétitionnaire, en vue d'améliorer les conditions de vie, de sécurité et d'hygiène ;
- les équipements publics indispensables au fonctionnement des services publics ;
- les équipements n'ayant pas d'incidence sur l'écoulement des eaux comme notamment les terrains de jeux, les bassins.

Les divisions de terrain qui pourraient être autorisées le seront avec mention des contraintes affectant la propriété.

Les lotissements à usage d'habitation sont interdits.

Toute nouvelle construction ou extension d'habitat est interdite dans les cônes de déjection qui constituent des formations particulièrement dangereuses avec, entre autres, des transports solides très actifs. »

- **Aléa fort**

« Dans ces zones, une construction nouvelle est possible si les dispositions constructives retenues permettent la mise en sécurité des personnes et la minimisation des conséquences économiques.

Dans ces zones, les constructions qui pourraient être autorisées le seront dans les conditions suivantes :

- *à l'appui de sa demande, le pétitionnaire devra fournir un levé topographique englobant l'ensemble de son terrain et la voie de desserte au droit de celui-ci ;*
- *le remblaiement du terrain sera interdit sauf à produire une étude d'un organisme compétent, établie à l'initiative et sous la responsabilité du pétitionnaire, indiquant que le remblaiement n'a pas de conséquences sur le régime d'écoulement des eaux ;*
- *la construction devra comporter un niveau refuge, à l'abri des intempéries, d'une surface minimale de 10 m², situé au dessus de la cote identifiée des plus hautes eaux. L'accès à la toiture devra être rendu possible à partir de ce niveau ;*
- *la conception de la construction devra entraver le moins possible l'écoulement des eaux et résister à la poussée des eaux et des embâcles ; ce point sera attesté par une personne ou un organisme se déclarant compétent en la matière, désigné sous la responsabilité du pétitionnaire ;*
- *la surélévation des planchers habitables, par rapport au terrain naturel, ne dépassera pas 1,50 mètres ;*
- *aucun mur de clôture plein ne sera autorisé.*

Outre les conditions générales ci-dessus auxquelles les constructions sont soumises, les lotissements nouveaux et les permis de construire valant autorisation de diviser ou non sont interdits, à l'exception de ceux qui respectent les conditions suivantes :

- *la situation du projet est en limite d'une zone non inondable ;*
- *les voies de desserte des lots ou des habitations inondables sont non inondables à condition qu'elles soient sans conséquence sur le régime d'écoulement des eaux au vu d'une étude menée par le lotisseur ;*
- *les lots ou les habitations situés en zone inondable ont un accès direct sur les voiries, les accès par des servitudes étant interdits. »*

Le principe essentiel est de proscrire toute nouvelle construction dans les fonds de thalwegs. Par ailleurs :

- les constructions dépourvues de fondations prévues pour résister à des affouillements, à des tassements et à des érosions localisées seront interdites ;
- les coefficients d'emprise au sol seront limités à des valeurs de 0,20 à 0,30 ;
- les constructions seront établies de façon à ne pas faire barrage à l'écoulement ;
- il en sera de même pour les clôtures qui seront ajourées avec des soubassements limités à 0,20

- m. Elles pourront être plus simplement interdites ;
- les sous-sols seront interdits dans toutes les zones d'écoulement préférentiel.

Pour le bâti déjà autorisé ou existant, il pourra être prescrit des conditions de fonctionnement, en particulier des périodes d'ouverture.

Concernant les activités industrielles et artisanales existantes on peut envisager les prescriptions ci-dessous :

- mise hors d'eau avec arrimage des produits susceptibles de polluer les eaux ;
- mise en place d'un dispositif de coupure du réseau électrique placé au-dessus de la cote de référence + 0,50 m et qui permettra d'isoler la partie inondée ;
- mise en place de dispositifs de coupure des autres réseaux techniques placés également au-dessus de la cote de référence + 0,50 m pour isoler la partie sinistrée ;
- mise en œuvre d'un programme de réduction de la vulnérabilité qui comprendra deux phases : un diagnostic du risque avec des indicateurs de quantification du risque, une évaluation économique des dommages potentiels, l'évaluation économique des pertes d'exploitation, et l'indication des moyens à mettre en place avec : les consignes de sécurité, la délimitation des zones de refuge pour les produits et le matériel, les mesures à mettre en œuvre pour limiter les dommages, les programmes prévisionnels des opérations à engager.

▪ Aléa moyen

On se situe en général dans un espace urbanisé où l'inondation peut perturber le fonctionnement social et l'activité économique. Il faut porter une attention particulière à ce qui n'est pas interdit :

- établissements recevant du public ;
- activités industrielles avec des possibilités de fortes pertes d'exploitation ;
- les réseaux divers, bâtiments et centres opérationnels concourant à l'organisation des secours et à la gestion de la crise.

Pour les installations industrielles et artisanales il pourra être repris une partie des prescriptions possibles dans les zones d'aléa fort.

Concernant les prescriptions vis-à-vis des gestionnaires de réseaux on peut prévoir les mesures suivantes :

- isoler et protéger les réseaux publics ;
- implanter les centraux téléphoniques, les transformateurs électriques et tout autre matériel sensible à une cote supérieure aux plus hautes eaux avec une fondation sur socle permettant de résister à l'érosion du ruissellement, installer les lignes électriques et téléphoniques sans emprise au sol ;
- modifier les réseaux qui traversent les lits des rivières et qui peuvent être emportés ;
- disposer des tampons de visite à verrouillage.

On peut interdire d'autre part :

- le mobilier urbain mobile ;
- les barrières et autres mobiliers urbains pouvant piéger les embâcles ;
- les publicités avec emprise au sol.

▪ **Aléa faible**

« Dans ces zones; toutes les constructions peuvent être autorisées.

Toutefois, ces autorisations seront accompagnées d'une information du pétitionnaire l'invitant à prendre toutes les précautions pour limiter les dégâts à ses biens.

Le plancher habitable sera toujours hors d'eau. »

ANNEXES

Annexe 1 : Hydrologie (courbes IDF)

Annexe 2 : Présentation du modèle HEC-RAS

Annexe 3 : Résultats des tests de sensibilité

Annexe 4 : Résultats de modélisation

Intensités de précipitations à Koné et Tango

Pour le compte de A2EP
Mars 2007



**METEO
FRANCE**

**Direction Interrégionale de Nouvelle-Calédonie
et de Wallis et Futuna**

5, rue Vincent Auriol – BP 151 - 98845 Nouméa Cedex

Téléphone : (687) 27 93 00

Fax : (687) 27 93 27

Rédigé par Luc Maitrepierre, ingénieur des travaux de la météorologie.

Email : luc.maitrepierre@meteo.fr

Vérifié par : Sterenn Caudmont

Météo-France reste propriétaire des informations de cette étude. Elles ne peuvent donc être rediffusées ou revendues, en partie ou en totalité, sans son autorisation préalable. Toute publication de travaux utilisant explicitement ces informations doit en mentionner la provenance.

Malgré les contrôles effectués, ces informations ne peuvent être garanties exemptes d'erreurs. Météo-France ne peut être tenu pour responsable des conséquences directes ou indirectes de l'utilisation des informations contenues dans ce dossier.

1 GÉNÉRALITÉS

Le poste de Koné se trouve à la sortie nord du village en bordure de l'aérodrome. La station automatique existe depuis juillet 1995. Les calculs des durées de retour seront faits sur la période 1995-2005, soit 11 années. Le pourcentage des données manquantes est relativement faible avec seulement 3,8% ce qui donne une bonne qualité à l'échantillon utilisé.

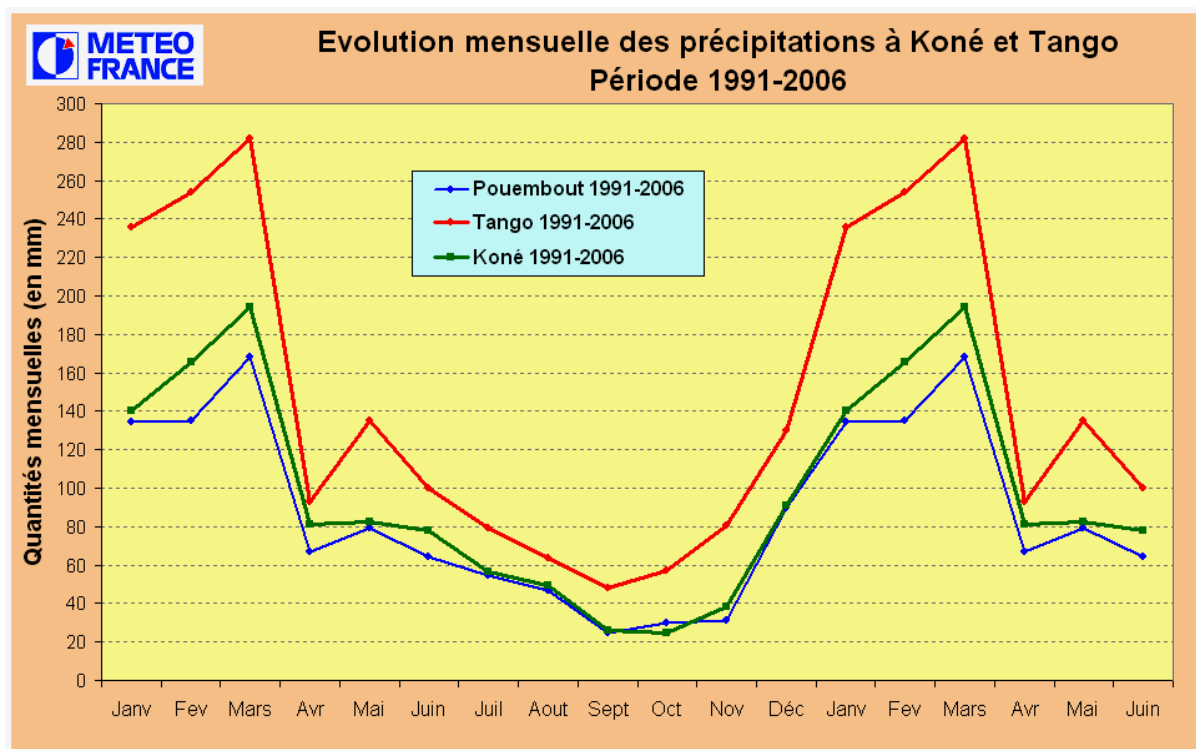
Le poste de Tango a connu 2 localisations. La première (Tango Méaré) était à 551 m d'altitude à environ 6 km plus au nord du site actuel. Celui-ci se trouve à quelques centaines de mètre du col de Tango sur la transversale Koné-Tiwaka, à une altitude de 341 m. Le poste de Tango-Méaré était équipé d'une station automatique mesurant des paramètres au pas de temps horaire et a fonctionné d'août 1990 à fin décembre 1998. Celui de Tango est équipé d'une station automatique mesurant la pluie au pas de temps de 6 minutes et les mesures ont débuté en février 1998. Pour les calculs de durées de retour, les deux échantillons ont été assemblés. Ainsi la période de calcul est comprise entre 1991 et 2006 pour les périodes d'intégration d'au moins 60 minutes, mais de 1998 à 2006 pour les périodes d'intégration inférieures à 60 minutes.

2 VALEURS MENSUELLES

Le poste de Koné enregistre en moyenne 1096 mm de précipitations par an (normale 1971-2000). Les variations interannuelles étant très importantes en Nouvelle-Calédonie avec des années très sèches en phases El Niño et très humides en phases La Niña, cette valeur n'est pas très informative. Ainsi, sur la période commune d'étude (1991-2006), le total annuel moyen de Koné est de 1027 mm.

Pour le poste de Tango, la différence de quantité moyenne de précipitations entre les deux sites est estimée à près de 20%, le premier étant plus pluvieux que le deuxième. En appliquant cette correction, on peut évaluer la quantité moyenne annuelle du site actuel sur la période 1991-2006 à 1560 mm, soit près de 50% de plus qu'à Koné.

Comme pour tous les postes de Nouvelle-Calédonie, on observe une saison pluvieuse de janvier à mars (plus de 120 mm par mois à Koné) et une saison sèche de septembre à novembre (moins de 40 mm par mois à Koné). Il existe un fort gradient de précipitations entre le littoral (plus sec) et la Chaîne (plus arrosée). Cela explique la différence entre Koné (ou Pouembout) et Tango. La faiblesse des valeurs au mois d'avril est liée à la période de mesure.



Graphique 2.1 : Cycle annuel des précipitations à Koné, Pouembout et Tango

3 INTENSITÉS DE PRÉCIPITATIONS

3.1 Généralités

La méthode utilisée pour cette étude est celle du Renouvellement.

Le poste de Koné possède 10,2 années de mesures utilisables pour les calculs d'intensités de précipitations sur la période 1995-2005. La période de mesure est relativement courte mais la qualité des données est bonne et le nombre de données manquantes relativement faible.

La méthode n'autorise pas les extrapolations au-delà de 4 fois la taille de l'échantillon, soit approximativement 40 ans. Les valeurs des durées de retour 50 ans et centennales de ce poste sont donc présentées à titre informatif.

Pour Tango, nous disposons de 14,8 années de mesures utilisables pour les calculs d'intensités de précipitations sur la période 1991-2006 mais uniquement pour les périodes d'intégrations supérieures ou égales à 60 minutes (8,1 années pour les périodes d'intégrations inférieures à 60 minutes). Le pourcentage de données manquantes est plus important avec 7,7%, ce qui donne une moins bonne confiance dans les résultats. Comme pour Koné, les valeurs des durées de retour 50 ans et centennales de ce poste sont présentées à titre informatif

3.2 Les résultats du poste de Koné

Les intensités de ce poste sont dans le *Tableau 3.1*. On note que les maximums pour les durées d'intégration de 15 minutes à 6 heures ont été observés lors d'un épisode pluvio-orageux qui a permis d'enregistrer 101,2 mm en une heure. Les maximums pour les durées d'intégration de 12 heures à 3 jours ont été observés lors du cyclone Beti en mars 1996. C'est le cas du maximum en 24 heures avec 270 mm.

On peut constater une bonne progressivité des GD (pente des ajustements) en ANNEXE 2, ce qui est le gage d'une bonne cohérence des résultats. Comme il n'y a pas de valeurs exceptionnellement fortes enregistrées sur la période 1995-2005, les résultats sont probablement en dessous de la réalité dans certains cas.

METEO FRANCE		Quantités maximales de précipitations (en mm) à Koné								Période 1995-2005	
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement											
Durée (en min)	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		
		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	Max
6	10.2	8.1	9.5	11.4	12.8	14.2	16.0	17.4	2.02	8.1	14.0
15	10.2	17.3	20.0	23.7	26.4	29.2	32.8	35.6	3.97	17.3	30.1
30	10.2	28.9	34.5	42.0	47.6	53.3	60.7	66.4	8.14	28.9	54.0
60	10.2	44.0	54.6	68.6	79.2	89.8	103.8	114.3	15.27	44.0	101.2
90	10.2	51.6	64.7	82.0	95.0	108.1	125.4	138.4	18.85	51.6	123.2
120	10.2	57.4	72.6	92.5	107.6	122.7	142.7	157.8	21.80	57.4	130.2
180	10.2	63.3	79.9	101.9	118.5	135.1	157.0	173.6	23.95	63.3	133.6
360	10.2	75.1	95.9	123.3	144.1	164.9	192.3	213.1	29.97	75.1	147.2
720	10.2	94.2	124.1	163.5	193.4	223.3	262.7	292.6	43.07	94.2	220.2
1440	10.2	104.5	142.5	192.7	230.7	268.7	319.0	356.9	54.82	104.5	270.0
2880	10.2	119.5	163.3	221.2	264.9	308.7	366.6	410.4	63.16	119.5	282.0
4320	10.2	118.5	169.8	237.6	288.8	340.1	407.9	459.1	73.97	118.5	284.6
5760	10.2	123.4	178.3	250.9	305.8	360.8	433.4	488.3	79.23	123.4	285.2

Tableau 3.1 : Durées de retour des précipitations à Koné

Les IDF réalisées à partir des durées de retour (du *Tableau 3.1*) sont en annexe à la fin du document, de même que les graphiques des paramètres d'ajustement sur lesquels figurent les paramètres GD(d) et Po(d) (*Tableau 3.1*), et les droites d'ajustement synthétisées dans le *Tableau 3.2*.

Concrètement, si l'on veut avoir une estimation des précipitations maximales de Koné pour une durée de retour (T) de 20 ans et une période d'intégration (d) de 15 minutes, il suffit de prendre les valeurs du *Tableau 3.2* pour calculer $GD(15 \text{ mn}) = 0,39 * 15^{0,889} = 4,34$ et $Po(15 \text{ mn}) = 2,258 * 15^{0,737} = 16,6$. Puis on calcule directement la précipitation maximale selon la formule : $P = GD * LN(T) + Po$ soit $4,34 * LN(20) + 16,6$ donc $P = 29,6$ mm. Ce

résultat est proche des 29,2 mm du **Tableau 3.1**. Ainsi, il est facile de calculer les précipitations maximales pour toutes les périodes d'intégration et durées de retour souhaitées.

Les ajustements $I(d,T)=Ad^B$ dans le **Tableau 3.2** correspondent aux courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence). **Attention : les intensités (I) des IDF sont exprimées en mm/heure.**


Paramètres d'ajustement à Koné, période 1995-2005						
	tels que $GD(d)=Ad^B$ et $Po(d)=Ad^B$					
	6 min =< d =< 60 min		60 min =< d =< 1440 min		1440 min =< d =< 5760 min	
	A	B	A	B	A	B
GD(d)	0.390	0.889	3.160	0.392	7.488	0.272
Po(d)	2.258	0.737	15.200	0.271	46.567	0.113
tels que $I(d,T)=Ad^B$ avec $I(d,T)$ en mm/heure						
	6 min =< d =< 60 min		60 min =< d =< 1440 min		1440 min =< d =< 5760 min	
T	A	B	A	B	A	B
2 ans	149.5	-0.238	1005.1	-0.701	2715.9	-0.841
5 ans	169.2	-0.215	1151.8	-0.680	2914.1	-0.810
10 ans	184.5	-0.203	1270.7	-0.669	3140.2	-0.796
20 ans	200.0	-0.193	1393.3	-0.661	3395.3	-0.786
50 ans	220.7	-0.183	1558.5	-0.653	3756.5	-0.777
100 ans	236.5	-0.177	1685.1	-0.649	4040.6	-0.771

Tableau 3.2 : Paramètres d'ajustement à Koné

3.3 Les résultats du poste de Tango

Les intensités de ce poste sont dans le **Tableau 3.3**. On note que tous les maximums ont été observés lors du passage du cyclone Franck en février 1999, qui a permis d'enregistrer 107,5 mm en une heure et 336 mm en 24 heures.

Les ajustements ont été difficiles à réaliser pour les périodes d'intégration de 60 minutes à 6 heures car quelques valeurs se démarquent notablement de l'ajustement linéaire des points de l'échantillon. Cependant, on peut constater une bonne progressivité des GD (pente des ajustements) en ANNEXE 4, ce qui est le gage d'une bonne cohérence des résultats.


 Quantités maximales de précipitations (en mm) à Tango											
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement										Période 1991-2006	
Durée (en min)	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		
		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	Max
6	8.1	9.4	10.9	12.8	14.2	15.7	17.6	19.1	2.09	9.4	13.0
15	8.1	19.8	23.7	28.9	32.8	36.7	41.9	45.9	5.66	19.8	31.3
30	8.1	32.7	41.1	52.2	60.6	69.0	80.1	88.5	12.11	32.7	60.5
60	14.8	40.0	53.8	72.1	85.9	99.8	118.1	131.9	19.96	40.0	107.5
90	14.8	50.1	67.1	89.6	106.7	123.7	146.2	163.2	24.57	50.1	134.0
120	14.8	57.7	79.0	107.1	128.4	149.7	177.9	199.2	30.74	57.7	160.0
180	14.8	69.1	96.7	133.1	160.7	188.3	224.7	252.3	39.76	69.1	196.5
360	14.8	96.5	130.1	174.4	207.9	241.4	285.8	319.3	48.37	96.5	278.0
720	14.8	120.4	158.0	207.6	245.1	282.7	332.3	369.8	54.16	120.4	305.0
1440	14.8	144.0	188.3	246.9	291.1	335.4	394.0	438.2	63.88	144.0	336.0
2880	14.8	170.3	221.4	288.8	339.8	390.8	458.3	509.3	73.60	170.3	355.5
4320	14.8	191.9	249.3	325.3	382.8	440.2	516.2	573.7	82.91	191.9	409.0
5760	14.8	203.1	264.3	345.3	406.5	467.7	548.7	609.9	88.34	203.1	422.0

Tableau 3.3 : Durées de retour des précipitations à Tango

Les IDF réalisées à partir des durées de retour (du **Tableau 3.3**) sont en annexe à la fin du document, de même que les graphiques des paramètres d'ajustement sur lesquels figurent les paramètres GD(d) et Po(d) (**Tableau 3.3**), et les droites d'ajustement synthétisées dans le **Tableau 3.4**.


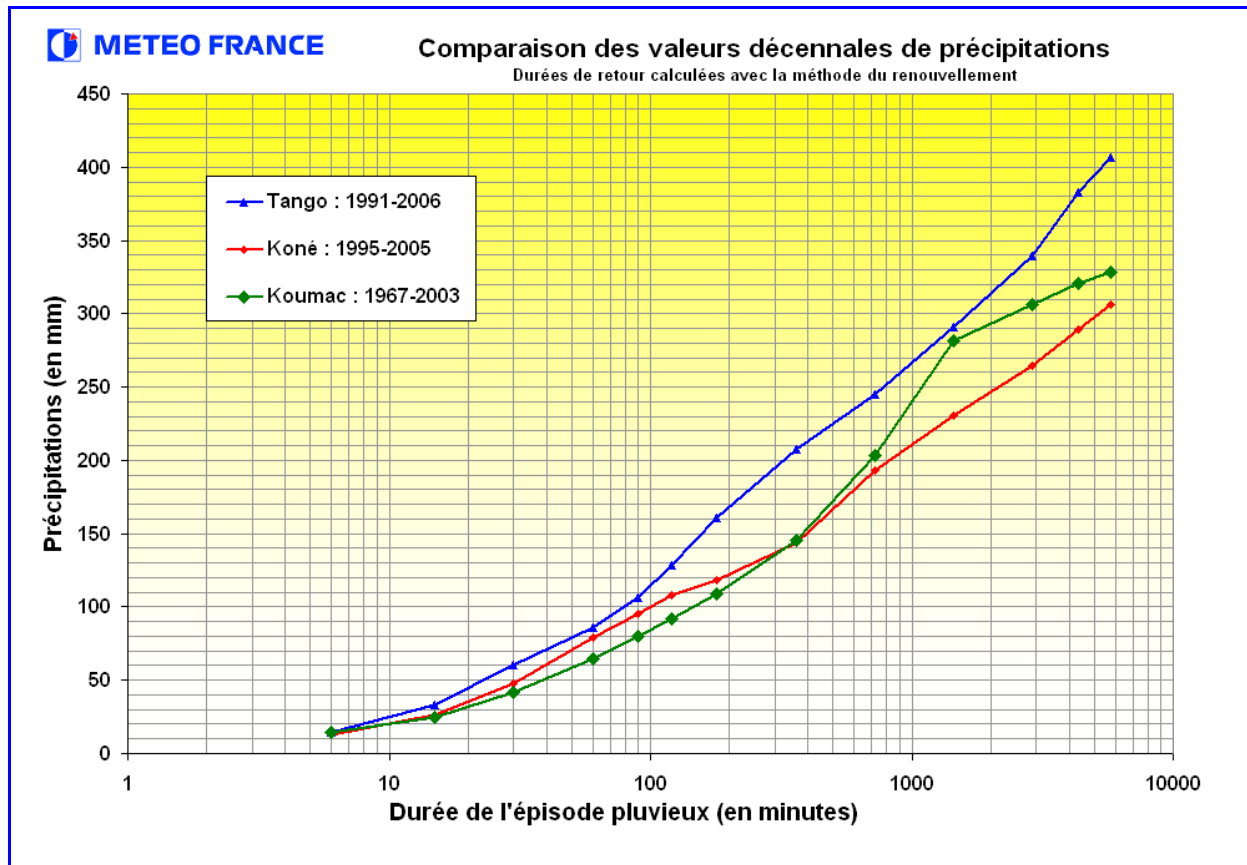
Paramètres d'ajustement à Tango, période 1991-2006						
 tels que $GD(d)=Ad^B$ et $Po(d)=Ad^B$						
	6 min =< d =< 30 min		30 min =< d =< 180 min		180 min =< d =< 5760 min	
	A	B	A	B	A	B
GD(d)	0.297	1.090	1.304	0.658	12.505	0.225
Po(d)	2.364	0.776	7.380	0.427	15.961	0.298
tels que $l(d,T)=Ad^B$ avec $l(d,T)$ en mm/heure						
	6 min =< d =< 30 min		30 min =< d =< 180 min		180 min =< d =< 5760 min	
T	A	B	A	B	A	B
2 ans	148.7	-0.171	464.2	-0.517	1446.9	-0.720
5 ans	160.5	-0.125	514.6	-0.474	2109.9	-0.734
10 ans	170.5	-0.099	559.4	-0.454	2617.7	-0.741
20 ans	181.1	-0.079	607.2	-0.439	3128.7	-0.745
50 ans	195.7	-0.058	672.8	-0.424	3807.3	-0.750
100 ans	207.0	-0.046	723.6	-0.416	4322.1	-0.753

Tableau 3.4 : Paramètres d'ajustement à Tango

3.4 Comparaison des résultats et conclusion



Graphique 3.5 : Comparaison des valeurs décennales

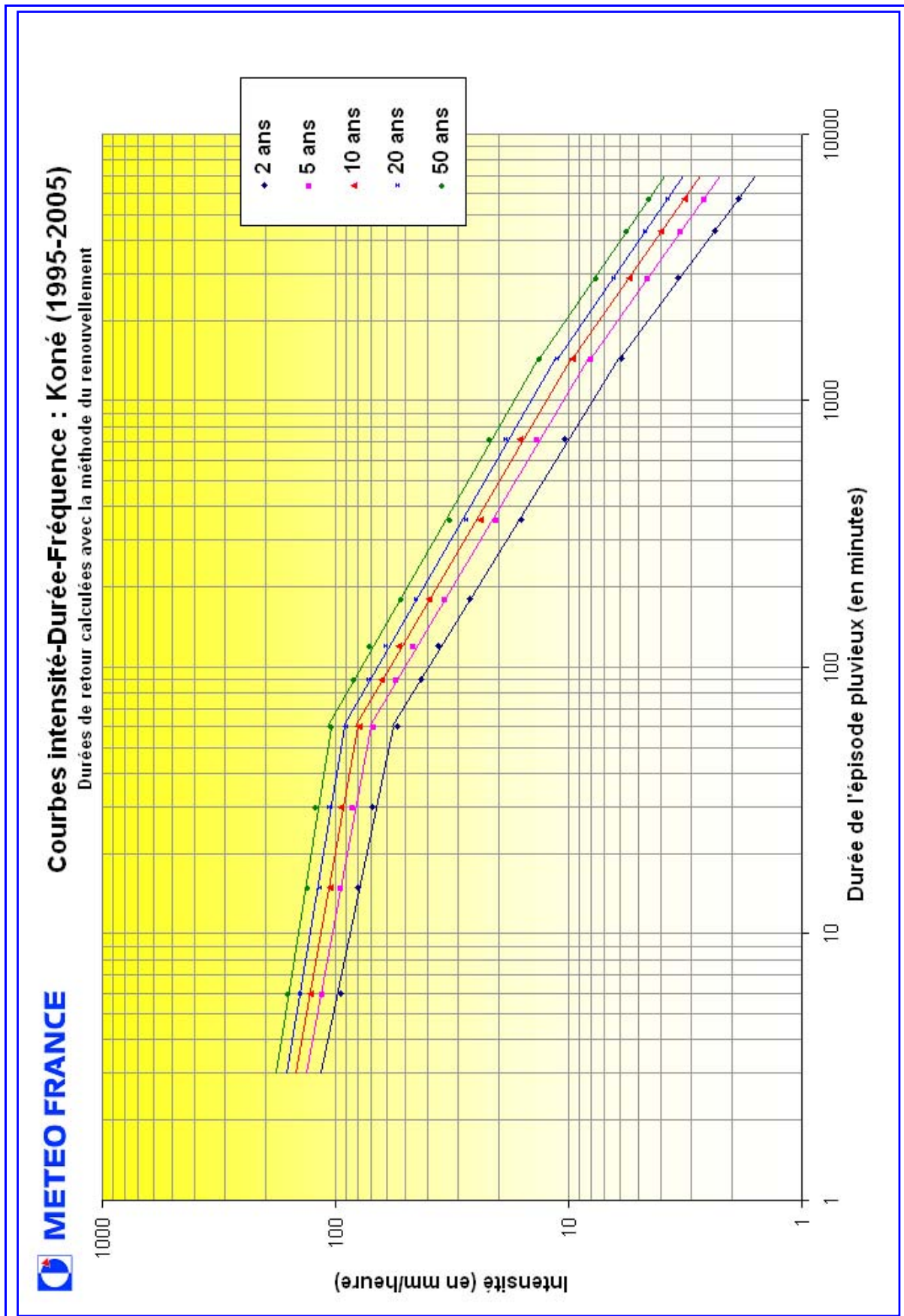
Le *Graphique 3.5* permet la comparaison des valeurs décennales des postes de Koné et Tango avec celles du poste de référence de Koumac (1967-2003).

On observe que les valeurs de Tango sont supérieures à celles de Koné et Koumac respectant une certaine logique car ce poste enregistre plus de précipitations que les deux autres.

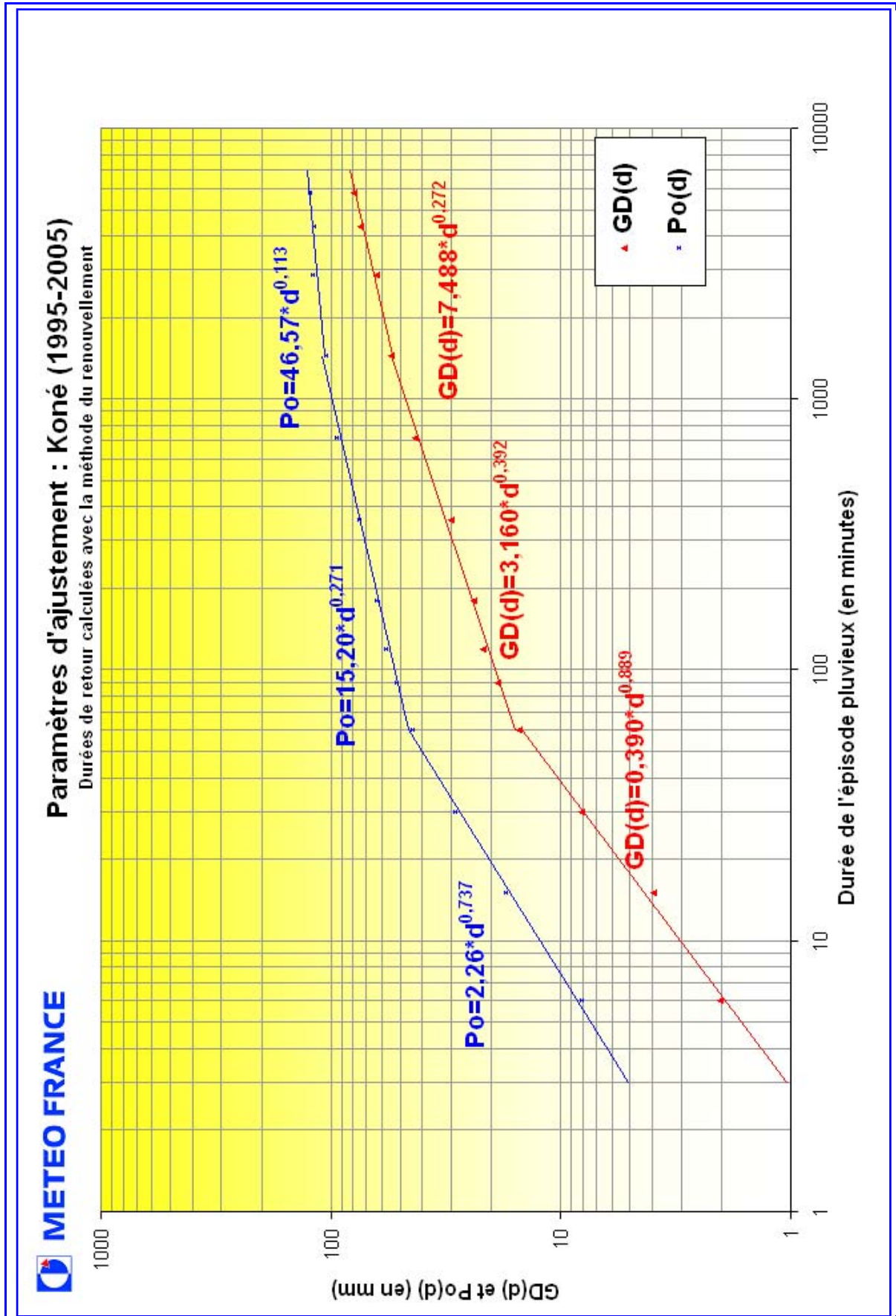
Les valeurs du poste de Koné sont inférieures à celles de Koumac pour les périodes d'intégrations de plus de 6 heures. Cela est lié à la taille de l'échantillon de Koné qui est beaucoup plus court que celui de Koumac. Il faut donc en tenir compte en majorant les résultats de Koné (20%) pour les périodes d'intégrations de plus de 6 heures. Il faudrait aussi le faire pour Tango car la taille de son échantillon étant comparable, la même sous-estimation est probable pour les longues périodes d'intégration.

En conclusion, les résultats des postes de Koné et Tango sont cohérents avec la taille de l'échantillon utilisé et la pluviométrie du lieu.

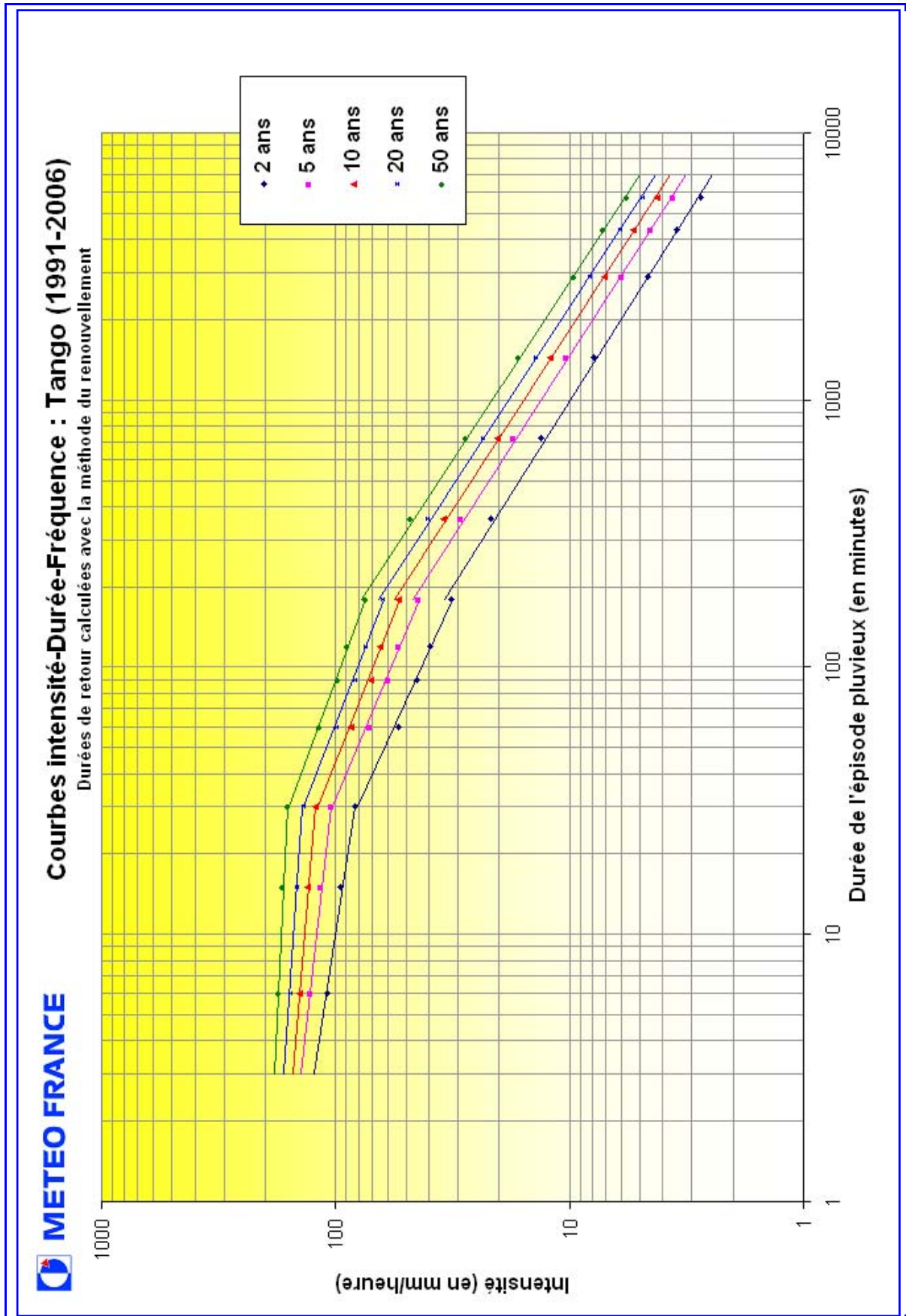
Annexe 1 : IDF de Koné



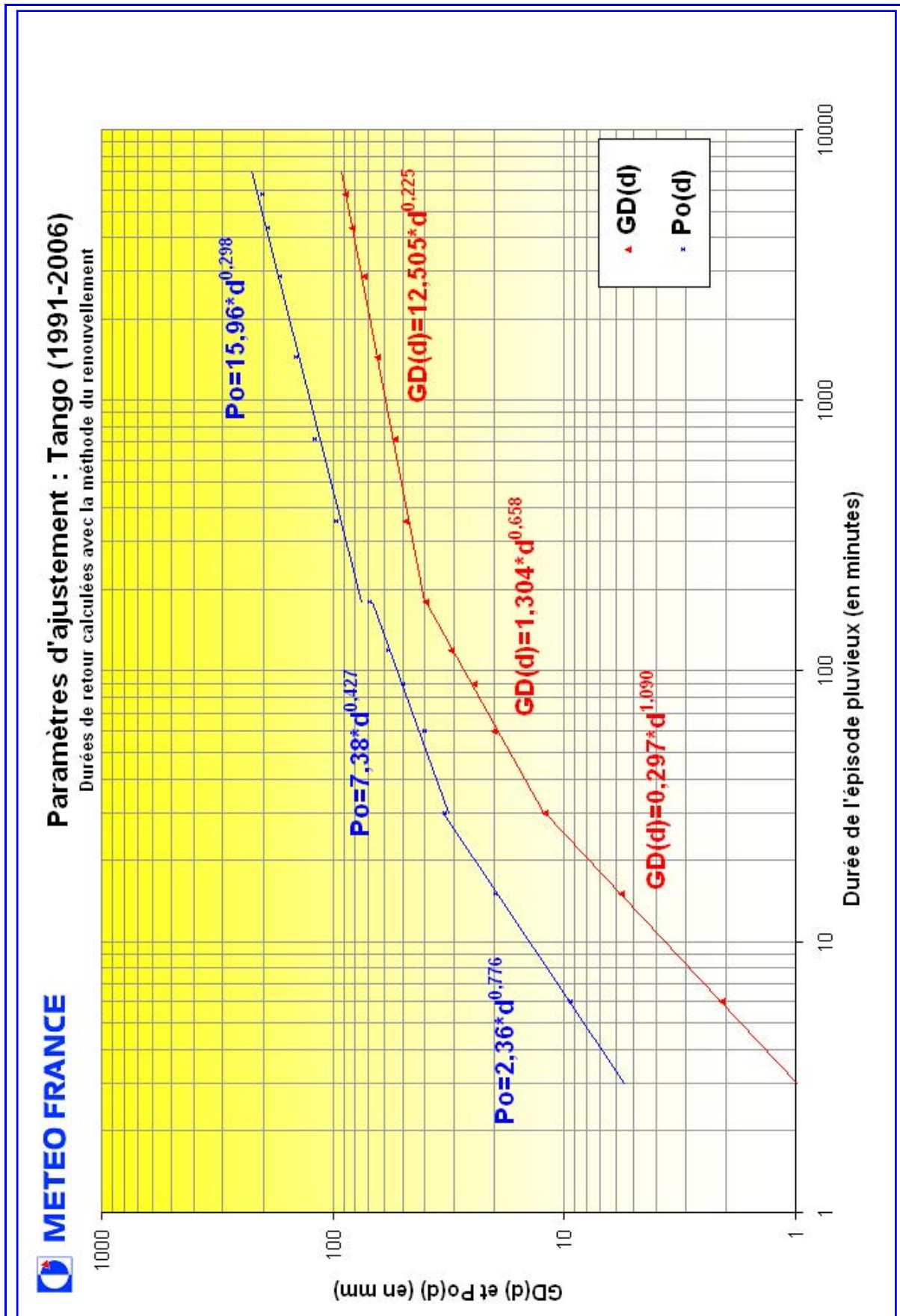
Annexe 2 : Paramètres d'ajustement à Koné



Annexe 3 : IDF de Tango



Annexe 4 : Paramètres d'ajustement à Tango



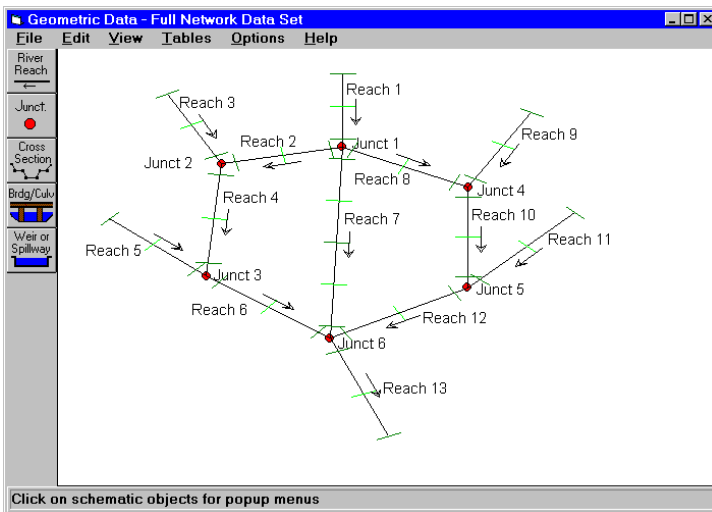
Les modèles mathématiques HEC

A - PRESENTATION GENERALE

Les modèles mathématiques HEC ont été développés aux Etats Unis, initialement en vue d'applications dans le domaine de la recherche. Leurs potentialités leurs ont permis très rapidement une mise en oeuvre sur de multiples cas concrets et une diffusion à l'échelle internationale.

Leurs domaines d'application couvrent la majorité des phénomènes relevant de l'hydraulique fluviale et plus précisément la modélisation des écoulements de crue. Ils permettent de simuler le passage d'un débit constant dans une rivière, en tenant compte des particularités du relief, et des facteurs influant sur les hauteurs de submersion (modes d'occupation des sols, types d'infrastructures...)

A partir d'une base de données topographiques décrivant le bras vif du cours d'eau et le réseau hydrographique associé, ils permettent d'établir des zonages de zones inondables, d'évaluer l'impact d'aménagements divers, et d'optimiser les caractéristiques d'ouvrages d'art (pont, seuil).



Description d'un réseau hydrographique

Edition des résultats

HEC-RAS Plan: Pressure Reach: Easy Creek					
River Sta.	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)
6	8000.00	510.00	525.23		525.50
6	10000.00	510.00	530.38		530.53
6	25000.00	510.00	533.27		533.87
5	8000.00	510.00	525.11	517.30	525.41
5	10000.00	510.00	530.26	518.16	530.48
5	25000.00	510.00	533.16	522.82	533.78

Top width of the wetted cross section.

B - ORGANISATION GENERALE

De même que la majorité des logiciels d'hydraulique fluviale, les modèles mathématiques **HEC** décrivent la rivière et sa vallée par un ensemble de sections topographiques positionnées le long de l'axe de chaque émissaire (cours d'eau principal et affluents).

Ces données sont spécifiées dans une base de données unique où sont renseignés la topographie du relief, les caractéristiques des ouvrages, les paramètres de calcul et les conditions d'écoulement aux extrémités du système étudié.

Lors de la constitution de la base de données, l'opérateur est renseigné, de manière automatique sur la nature des informations à spécifier et sur les options offertes par le programme pour faciliter leur appréciation (domaines de validité, message d'aide).

L'ossature principale de la base de données est donc très aisément construite, sans nul besoin de connaissances spécifiques en hydraulique fluviale. Néanmoins, la réalisation dans les règles de l'art des modélisations nécessitent néanmoins l'intervention d'un hydraulicien confirmé.

C - ALGORITHMES DE CALCUL

L'équation principale de l'algorithme de calcul s'écrit comme suit :

$$Z_2 + a_2 \times \frac{V_2^2}{2g} = Z_1 + a_1 \times \frac{V_1^2}{2g} + dh \quad (1)$$

avec Z_1, Z_2 = cotes de l'eau,
 a_1, a_2 = coefficients de répartition de la vitesse
 V_1, V_2 = vitesses moyennes de l'eau,
 dh = perte de charge entre les deux sections,

L'estimation des pertes de charge sur le bief compris entre deux sections de calcul successives, est évaluée par l'expression :

$$dh = L_f \times \left[\frac{dJ}{dx} + C \times \left(a_2 \times \frac{V_2^2}{2g} - a_1 \times \frac{V_1^2}{2g} \right) \right] \quad (2)$$

avec L_f = longueur pondérée du bief,
 dJ/dx = pente de la ligne de pertes de charge,
 C = coefficient de contraction ou d'élargissement.

La longueur pondérée utilisée dans la formule précédente permet de tenir compte des distorsions générées par les méandres sur la répartition des eaux en chaque composante de la section d'écoulement.

Elle s'écrit :

$$L_f = \frac{L_{MG} \times Q_{MG} + L_{LM} \times Q_{LM} + L_{MD} \times Q_{MD}}{Q_{MG} + Q_{LM} + Q_{MD}} \quad (3)$$

avec

L_{MG}	=	longueur du bief sur le lit majeur gauche,
L_{LM}	=	longueur du bief sur le lit mineur,
L_{MD}	=	longueur du bief sur le lit majeur droit,
Q_{MG}	=	débit sur le lit majeur gauche,
Q_{LM}	=	débit sur le lit mineur,
Q_{MD}	=	débit sur le lit majeur droit.

Les pertes de charge linéaires sur chaque bief peuvent être exprimées selon plusieurs méthodes, suivant les choix de l'opérateur ou les conditions d'écoulement. Dans le cas général, le modèle applique la formule analytique suivante :

$$\frac{dJ}{dx} = \frac{1}{2} \times \left[\frac{Q_1}{K_1 \times S_1 \times Rh_1^{2/3} \times \sqrt{i_1}} + \frac{Q_2}{K_2 \times S_2 \times Rh_2^{2/3} \times \sqrt{i_2}} \right] \quad (4)$$

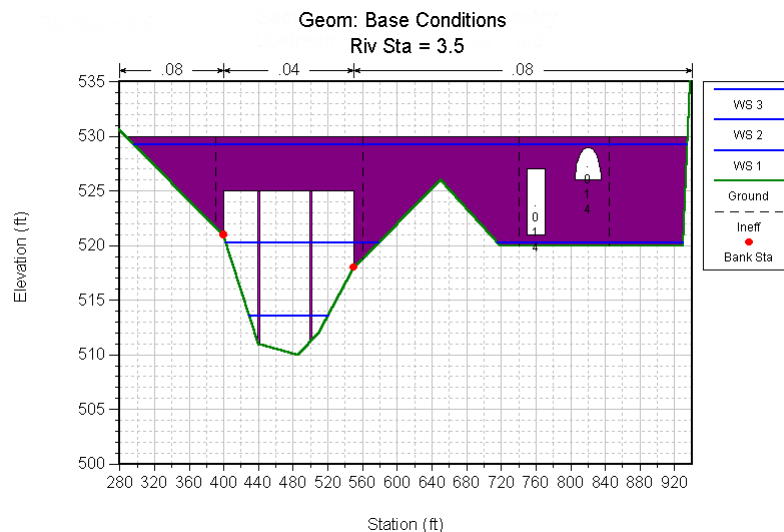
avec Q_1, Q_2 = débits à chaque section,

Entre deux sections d'un bief, le calcul des caractéristiques des écoulements est mené par résolution simultanée de ces quatre équations (cf (1)+(2)+(3)+(4)).

Selon le régime d'écoulement établi, la succession de pas de calcul sur chaque bief s'effectue d'aval en amont (régime fluvial) et/ou d'amont en aval (régime torrentiel).

C - PERTES DE CHARGES SINGULIERES

Les modèles mathématiques **HEC** comportent des procédures de calcul spécifiques aux ouvrages d'art tels que les seuils, ponts, dalots et canalisations. La prise en compte des ponts dans les calculs hydrauliques nécessite de décrire précisément la géométrie de l'ouvrage ainsi que la position des éventuels appuis en rivière. Ainsi, le modèle est capable de déterminer pour chaque hauteur d'eau, la section effectivement disponible sous l'ouvrage et le type de formulation des pertes de charges à employer.



Les différents modules de pertes de charge singulières se basent sur l'équation suivante :

$$\Delta H = \Delta H_e + \Delta H_L + \Delta H_d$$

avec ΔH = perte de charge totale,
 ΔH_e = perte de charge à l'entonnement en amont de l'ouvrage,
 ΔH_L = perte de charge linéaire par frottement dans l'ouvrage,
 ΔH_d = perte de charge au divergent en aval de l'ouvrage.

Les pertes de charge par frottement dans l'ouvrage sont évaluées par la formule suivante :

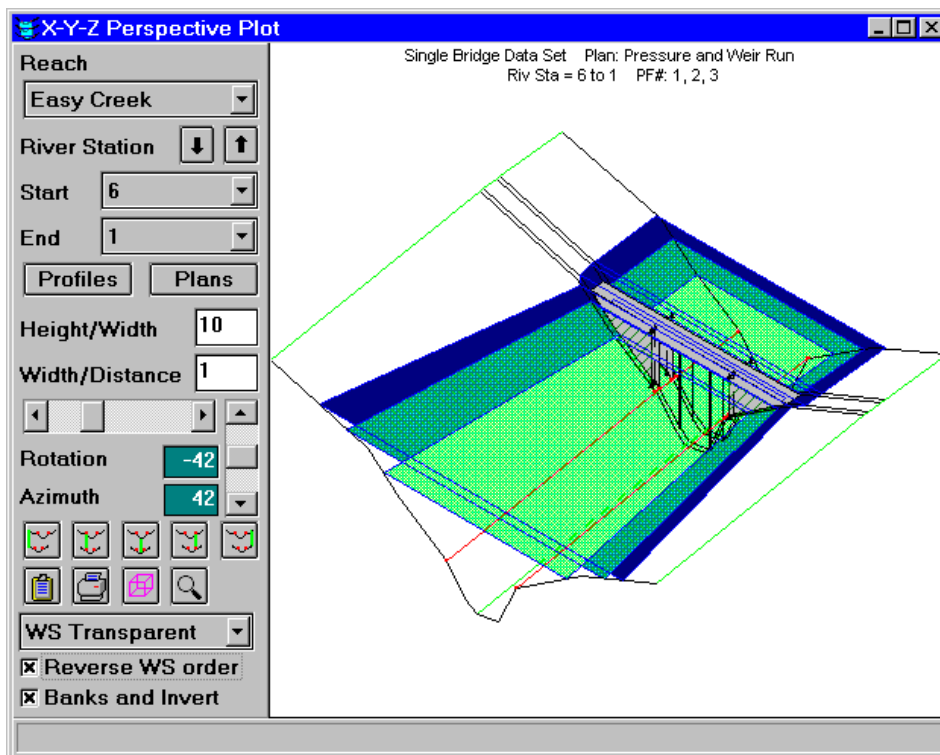
$$\Delta H_L = \frac{Q_{ouv}}{K_{ouv} \times S_{ouv} \times Rh_{ouv}^{2/3} \times \sqrt{i}} \times L$$

Les pertes de charge aux extrémités amont et aval sont calculées sur la base d'une fraction des énergies cinétiques de l'eau. La formule de calcul de ces pertes de charge se présente donc sous la forme suivante :

$$\Delta H_{e/d} = K_{e/d} \times \left[a_{eau} \times \frac{V_{eau}^2}{2g} - a_{ouv} \times \frac{V_{ouv}^2}{2g} \right]$$

Les valeurs du coefficient K_e dépendent de la configuration des extrémités de l'ouvrage et de l'éventuelle présence de dispositifs facilitant le passage des crues (entonnement, biseau ...). Les valeurs du paramètre K_e de pertes de charge sont déduites de tableaux spécifiques, établis par expérimentation sur de multiples cas concrets.

De cette manière, il est rendu possible d'étudier diverses configurations pour les ponts (types d'appui, nombre d'ouvertures, orientation, longueur ...) et ce en tenant compte des conditions hydrauliques à proximité de l'ouvrage.

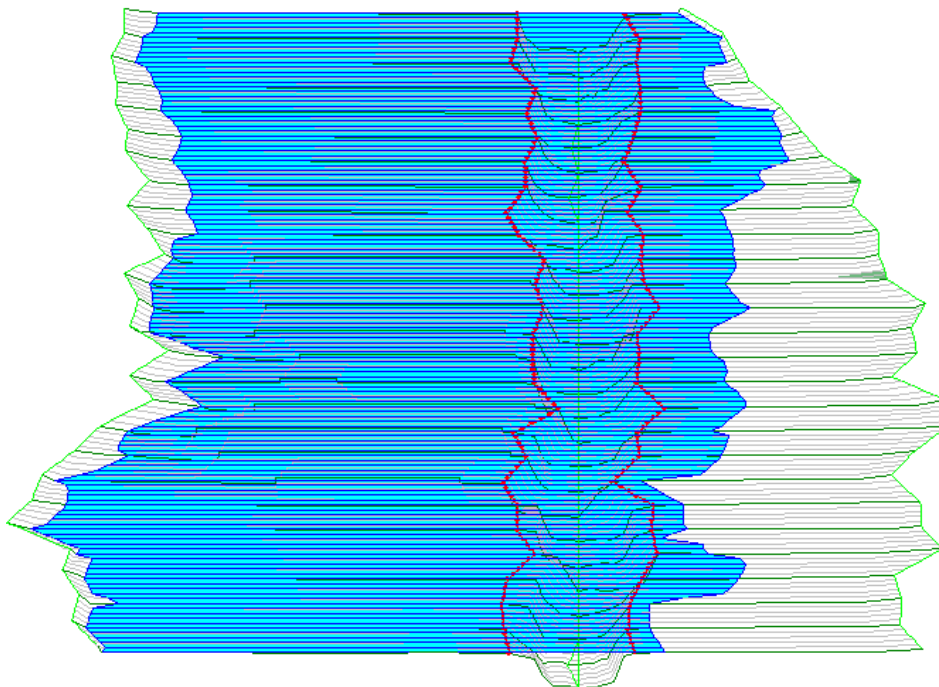


D - SYNTHÈSE DES FONCTIONNALITÉS

Parmi ses nombreuses possibilités, on peut citer les principales :

- ⇒ Le [calage automatique sur une ligne d'eau observée](#) (la topographie étant fixée, le modèle détermine les coefficients de Strickler des différents lits, qui satisfont aux relevés de ligne d'eau servant de témoins de calage)
- ⇒ La [localisation des changements de régime d'écoulement](#) (torrentiel-fluvial et fluvial-torrentiel).
- ⇒ La [répartition automatique des valeurs de vitesses et débits](#), au droit de chaque section de calcul, et ce pour chaque tranche d'eau.
- ⇒ La [prise en compte de la sinuosité du lit](#) de la rivière dans sa vallée (effet de la longueur pondérée citée dans le paragraphe ayant trait aux algorithmes de calcul).
- ⇒ Le [calcul des pertes de charges aux ponts et ouvrages de décharge](#), selon les méthodes dites de "Yarnell" ou du FWHA (ayant trait à l'optimisation d'ouvrages de franchissement importants)
- ⇒ La [prise en compte des zones d'épandage](#) y compris les échanges avec le bras actif de la rivière (zones de stockage-destockage), par des déversoirs latéraux.

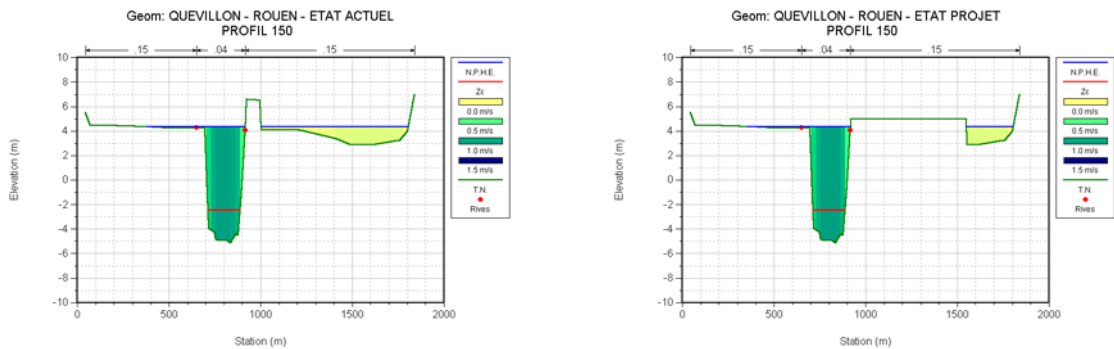
Geom: TEST
Riv Sta = 270 to 10 PF# 1



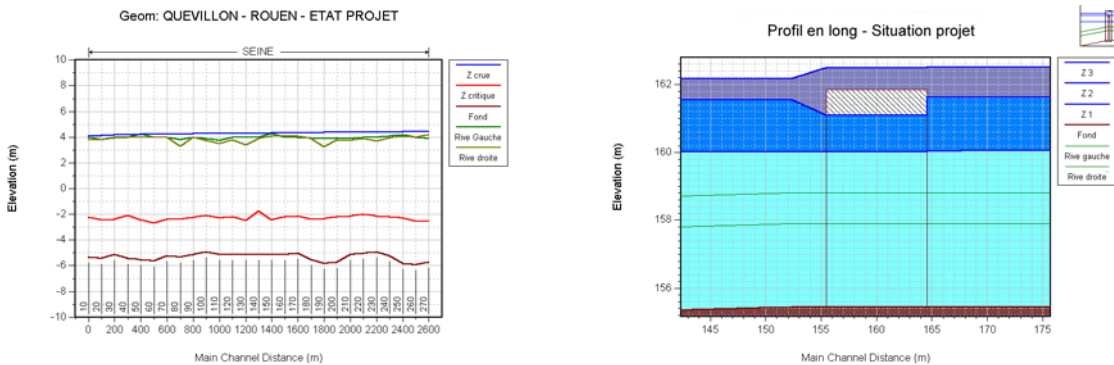
E - PRESENTATION DES RESULTATS

Afin de permettre la vérification des résultats des calculs de ligne d'eau, les modèles mathématiques **HEC** permettent l'édition de près de quatre vingt neuf (89) paramètres différents, décrivant les conditions d'écoulement sur le site (Nombre de Froude, Profondeur critique, Largeur au miroir, Coefficient de répartition des vitesses, Pente de ligne de charge ...).

Outre la classique décomposition des variables débit-vitesse-hauteur d'eau entre les différentes composantes d'une section d'écoulement, il offre la possibilité de les répartir sur chaque tranche d'eau comprise entre deux points d'une section :



La précision des fonds topographiques combinée à ces résultats intermédiaires par section, facilite l'interpolation des limites d'inondation entre deux sections successives et enfin la constitution de zonages (ex : Plan de Prévention des Risques d'Inondation).



Les données d'entrée comme les résultats des simulations peuvent être visualisés, soit sous la forme de tableaux, soit sous la forme de graphiques. Leur présentation peut se faire sur imprimante, sur écran ou sur table traçante.

Ainsi, il est possible de représenter :

- le profil en long de la rivière et les lignes d'eau correspondantes
- les profils en travers du cours d'eau avec indication des cotes de submersion,
- les courbes d'évolution au droit d'une section d'un paramètre.
(ex : débit/hauteur d'eau/froude/vitesse/surface ...).

Annexe 3 : Résultats de l'analyse de sensibilité -

Rivière Coco

Reach	River Sta	Profile	Q100 base	Q100 Kmin	Q100 Kmax	Q100 Qmin	Q100 Hmax	DH Kmin	DH Kmax	DH Qmin	DH Hmax
coco_1	4920	100 ans	36.66	36.86	36.48	36.41	36.66	0.2	-0.18	-0.25	0
coco_1	4650	100 ans	26.45	26.45	26.45	26.18	26.45	0	0	-0.27	0
coco_2	1050	100 ans	37.79	37.84	37.73	37.72	37.79	0.05	-0.06	-0.07	0
coco_2	240	100 ans	26.34	26.51	26.23	26.11	26.34	0.17	-0.11	-0.23	0
coco_3	4380	100 ans	25.43	25.61	25.28	25.22	25.43	0.18	-0.15	-0.21	0
coco_3	3800	100 ans	22.15	22.35	21.99	21.64	22.15	0.2	-0.16	-0.51	0
coco_3	3550	100 ans	20.43	20.73	20.16	19.99	20.43	0.3	-0.27	-0.44	0
coco_3	3200	100 ans	17.5	17.52	17.49	17.31	17.5	0.02	-0.01	-0.19	0
coco_3	2900	100 ans	16.73	16.8	16.65	16.48	16.73	0.07	-0.08	-0.25	0
coco_3	2850	100 ans	16.68	16.75	16.61	16.44	16.68	0.07	-0.07	-0.24	0
coco_3	2600	100 ans	16.63	16.68	16.57	16.4	16.63	0.05	-0.06	-0.23	0
coco_3	2570	100 ans	16.63	16.68	16.56	16.4	16.63	0.05	-0.07	-0.23	0
coco_3	2550		0	0	0	0	0	0	0	0	0
coco_3	2530	100 ans	14.57	14.7	14.4	14.33	14.57	0.13	-0.17	-0.24	0
coco_3	2500	100 ans	14.38	14.51	14.21	14.15	14.38	0.13	-0.17	-0.23	0
coco_3	2450	100 ans	14.08	14.21	13.92	13.86	14.08	0.13	-0.16	-0.22	0
coco_3	2340	100 ans	12.98	13.1	12.81	12.77	12.98	0.12	-0.17	-0.21	0
coco_3	2210	100 ans	12.07	12.19	11.92	11.86	12.07	0.12	-0.15	-0.21	0
coco_3	1890	100 ans	10.91	10.99	10.79	10.72	10.91	0.08	-0.12	-0.19	0
coco_3	1665	100 ans	9.17	9.26	9.02	9.01	9.17	0.09	-0.15	-0.16	0
coco_3	1420	100 ans	7.3	7.37	7.19	7.14	7.3	0.07	-0.11	-0.16	0
coco_3	1140	100 ans	5.4	5.53	5.26	5.21	5.4	0.13	-0.14	-0.19	0
coco_3	850	100 ans	3.94	4.09	3.75	3.7	3.94	0.15	-0.19	-0.24	0
coco_3	530	100 ans	3.27	3.4	3.07	3.04	3.27	0.13	-0.2	-0.23	0
coco_3	-50	100 ans	2.72	2.83	2.56	2.53	2.71	0.11	-0.16	-0.19	-0.01
coco_3	-690	100 ans	1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	0	0	0	0.4

Annexe 4 : Résultats de modélisation

Rivière Coco

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
coco_1	4920	100 ans	477	32.76	36.66		37.06	0.006628	0.76	2.84	0.5	184.3	118.27	0.59
coco_1	4650	100 ans	477	23.25	26.45	26.45	27.51	0.018113	2.41	4.75	1.62	111.09	53.14	0.98
coco_2	1050	100 ans	505	35.06	37.79	37.43	38.07	0.010278	1.81	2.52	0.4	223.56	165.98	0.68
coco_2	240	100 ans	505	23.92	26.34	26.24	26.86	0.020121	2.14	3.61	2.43	171.6	136.54	0.95
coco_3	4380	100 ans	929	22.08	25.43	24.75	25.71	0.008767	2.13	2.98	0.28	407.3	215.43	0.66
coco_3	3800	100 ans	929	17.49	22.15	21.28	22.39	0.004001	1.6	2.78	1.39	490.64	221.33	0.49
coco_3	3550	100 ans	929	15.57	20.43	19.4	21.09	0.006529		3.6		257.82	74.63	0.62
coco_3	3200	100 ans	929	13.5	17.5	17.5	18.04	0.011901	1.75	4.35	1.77	376.82	279.42	0.8
coco_3	2900	100 ans	929	11.97	16.73	14.56	16.76	0.000473	0.61	1.06	0.5	1298.28	514.19	0.17
coco_3	2850	100 ans	929	11.9	16.68	14.69	16.73	0.000674	0.73	1.3	0.72	1071	382.95	0.21
coco_3	2600	100 ans	929	11.66	16.63	14.17	16.64	0.000176	0.43	0.62	0.5	1894.38	557.27	0.1
coco_3	2570	100 ans	929	11.66	16.63	14.25	16.64	0.000177	0.43	0.62	0.5	1891.39	557.17	0.1
coco_3	2550		Bridge											
coco_3	2530	100 ans	929	11.66	14.57	14.25	14.67	0.006452	0.81	2.28	1.19	785.61	514.6	0.55
coco_3	2500	100 ans	929	11.96	14.38	13.54	14.46	0.006953		1.21		769.48	490.6	0.31
coco_3	2450	100 ans	929	11.97	14.08	13.05	14.14	0.005705		1.08		861.1	514.81	0.27
coco_3	2340	100 ans	929	11	12.98		13.07	0.020079		1.34		692.1	590.81	0.4
coco_3	2210	100 ans	929	9.83	12.07		12.1	0.003727		0.77		1200.06	860.45	0.21
coco_3	1890	100 ans	929	8.91	10.91		10.93	0.003581		0.73		1272.96	1101.68	0.22
coco_3	1665	100 ans	929	7	9.17		9.24	0.024446		1.18		784.03	1055.64	0.44
coco_3	1420	100 ans	929	5.21	7.3		7.31	0.003789		0.61		1517.33	1591.56	0.2
coco_3	1140	100 ans	929	3.54	5.4	5.08	5.5	0.013366		1.36		683.76	890	0.49
coco_3	850	100 ans	929	1.92	3.94		3.96	0.002766		0.6		1535.82	1086.52	0.16
coco_3	530	100 ans	929	0.82	3.27	1.79	3.28	0.001675		0.49		1905.77	1309.21	0.13
coco_3	-50	100 ans	929	0.76	2.72		2.72	0.000618		0.26		3581.36	2403.7	0.07
coco_3	-690	100 ans	929	0.49	1.4	1.23	1.45	0.047389		0.97		952.83	2274.62	0.48

Annexe 4 : Résultats de modélisation

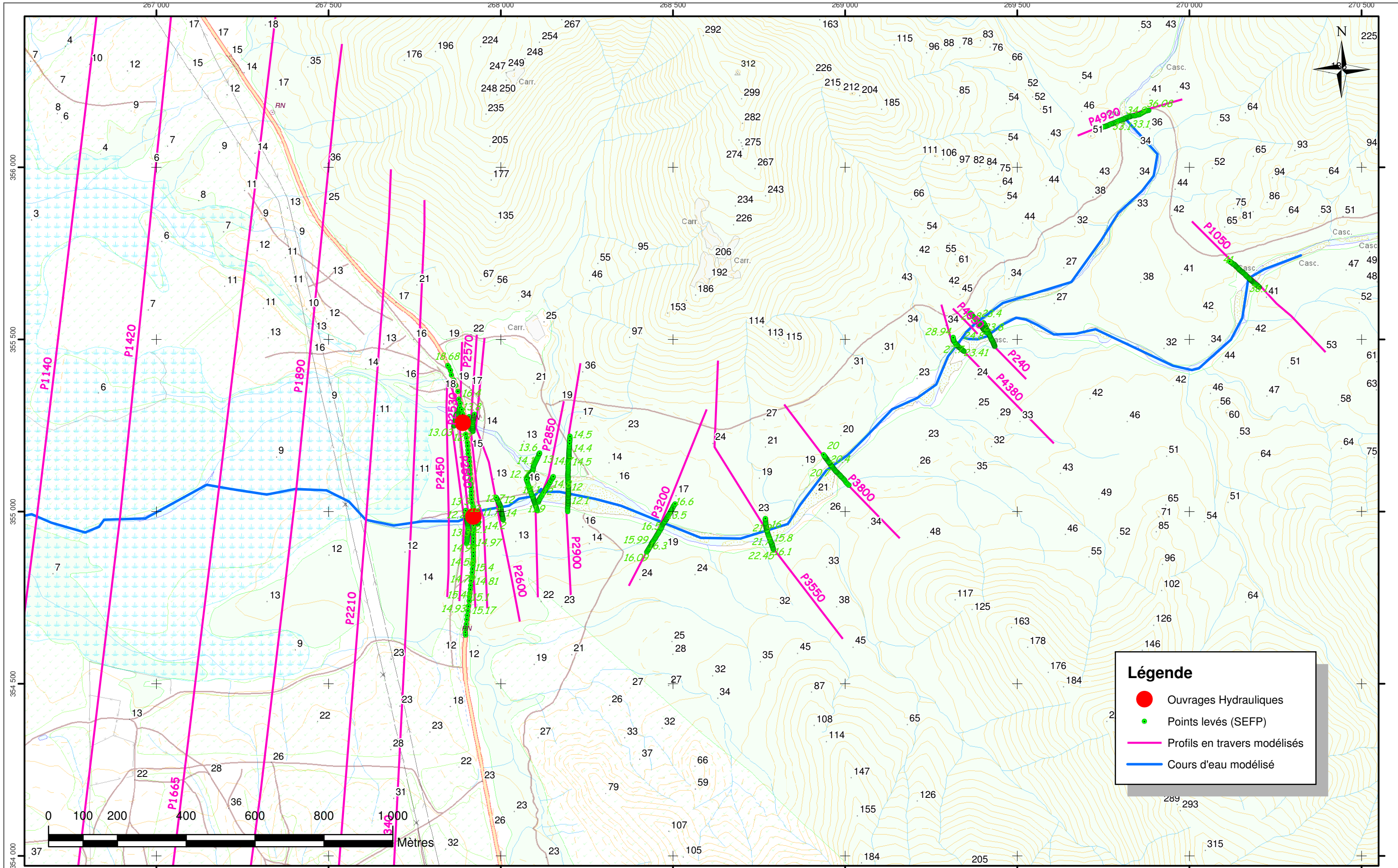
Rivière Coco

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
coco_1	4920	10 ans	262	32.76	35.84		36.14	0.006528		2.43		107.98	57.69	0.57
coco_1	4650	10 ans	262	23.25	25.74	25.74	26.47	0.019384	1.64	3.88	1.21	73.57	52.22	0.96
coco_2	1050	10 ans	278	35.06	37.43	37.01	37.59	0.008443	1.35	1.88		164.52	162.15	0.59
coco_2	240	10 ans	278	23.92	25.83	25.83	26.25	0.028377	1.92	3.21	2.15	104.15	125.94	1.05
coco_3	4380	10 ans	513	22.08	24.97	24.28	25.12	0.006089	1.53	2.15		311.43	204.25	0.53
coco_3	3800	10 ans	513	17.49	21.09	20.78	21.37	0.006837	1.46	2.82	1.18	268.14	200.17	0.6
coco_3	3550	10 ans	513	15.57	19.37	18.47	19.78	0.005884		2.84		180.92	69.7	0.56
coco_3	3200	10 ans	513	13.5	17.2	17.2	17.51	0.006996	1.11	3.12	1.12	294.18	274.98	0.6
coco_3	2900	10 ans	513	11.97	16.21	14.01	16.23	0.000281	0.41	0.74	0.32	1035.26	507.4	0.13
coco_3	2850	10 ans	513	11.9	16.19	14.31	16.21	0.000366	0.49	0.88	0.46	884.6	373.39	0.15
coco_3	2600	10 ans	513	11.66	16.16	14.17	16.17	0.000085	0.28	0.39	0.32	1635.67	548.44	0.07
coco_3	2570	10 ans	513	11.66	16.16	14.17	16.17	0.000086	0.28	0.4	0.32	1634.25	548.39	0.07
coco_3	2550		Bridge											
coco_3	2530	10 ans	513	11.66	14.17	14.17	14.27	0.007471		2.16	1.07	422.48	349.29	0.57
coco_3	2500	10 ans	513	11.96	13.89	13.23	13.96	0.007851		1.19		431.96	349.2	0.34
coco_3	2450	10 ans	513	11.97	13.62	12.81	13.65	0.004831		0.82		625.91	498.42	0.23
coco_3	2340	10 ans	513	11	12.52		12.59	0.026897		1.18		433.13	557.77	0.43
coco_3	2210	10 ans	513	9.83	11.59		11.61	0.003455		0.64		803.46	749.84	0.2
coco_3	1890	10 ans	513	8.91	10.5		10.52	0.003345		0.61		843.7	977.5	0.21
coco_3	1665	10 ans	513	7	8.76		8.83	0.029286		1.17		440.31	668.81	0.46
coco_3	1420	10 ans	513	5.21	6.9		6.91	0.003526		0.55		928.87	1182.87	0.2
coco_3	1140	10 ans	513	3.54	4.98	4.62	5.1	0.015286		1.52		337.45	559.01	0.62
coco_3	850	10 ans	513	1.92	3.41		3.43	0.002931		0.52		995.79	957.18	0.16
coco_3	530	10 ans	513	0.82	2.78	1.55	2.78	0.001459		0.39		1299.62	1151.88	0.12
coco_3	-50	10 ans	513	0.76	2.34		2.34	0.000466		0.19		2684.28	2305.29	0.06
coco_3	-690	10 ans	513	0.49	1.14	1.14	1.23	0.27393		1.34		383.07	2117.75	1.01

Annexe 4 : Résultats de modélisation

Rivière Coco

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
coco_1	4920	5 ans	195	32.76	35.46		35.72	0.006446		2.23		87.42	52.45	0.55
coco_1	4650	5 ans	195	23.25	25.48	25.48	26.08	0.01966	1.25	3.5	1.02	60.09	51.88	0.94
coco_2	1050	5 ans	207	35.06	37.26	36.86	37.39	0.008327	1.19	1.68		137.5	159.97	0.57
coco_2	240	5 ans	207	23.92	25.68	25.68	26.02	0.029323	1.71	2.91	1.94	85.35	123.47	1.04
coco_3	4380	5 ans	381	22.08	24.94	24.15	25.02	0.00361	1.17	1.64		304.15	203.3	0.41
coco_3	3800	5 ans	381	17.49	20.58	20.58	21.19	0.015079	1.61	3.74		124.99	93.6	0.86
coco_3	3550	5 ans	381	15.57	19.67	18.1	19.85	0.002293		1.88		202.43	71.03	0.36
coco_3	3200	5 ans	381	13.5	16.66	16.66	17.95	0.019783		5.04		75.62	29.2	1
coco_3	2900	5 ans	381	11.97	15.92	13.71	15.93	0.000234	0.34	0.63	0.27	888.23	477.76	0.12
coco_3	2850	5 ans	381	11.9	15.9	13.99	15.92	0.000298	0.41	0.75	0.38	776.8	367.54	0.13
coco_3	2600	5 ans	381	11.66	15.88	14.17	15.88	0.000065	0.23	0.32	0.26	1480.11	543.17	0.06
coco_3	2570	5 ans	381	11.66	15.88	14.17	15.88	0.000065	0.23	0.32	0.26	1479.04	543.13	0.06
coco_3	2550		Bridge											
coco_3	2530	5 ans	381	11.66	14.17	14.17	14.23	0.004121		1.61	0.8	422.48	349.29	0.43
coco_3	2500	5 ans	381	11.96	13.69	13.1	13.75	0.007306		1.05		362.17	344.68	0.33
coco_3	2450	5 ans	381	11.97	13.43	12.68	13.46	0.004392		0.71		536.06	492.3	0.22
coco_3	2340	5 ans	381	11	12.35		12.42	0.033002		1.12		338.7	549.82	0.46
coco_3	2210	5 ans	381	9.83	11.38		11.4	0.003371		0.58		653.63	710.18	0.19
coco_3	1890	5 ans	381	8.91	10.32		10.34	0.003261		0.56		677.14	893.8	0.21
coco_3	1665	5 ans	381	7	8.62		8.68	0.029561		1.09		349.66	608.54	0.46
coco_3	1420	5 ans	381	5.21	6.69		6.71	0.003648		0.54		708.26	1018.66	0.21
coco_3	1140	5 ans	381	3.54	4.8	4.47	4.91	0.014017		1.47		259.04	340.94	0.54
coco_3	850	5 ans	381	1.92	3.2		3.21	0.00311		0.48		794.58	902.39	0.16
coco_3	530	5 ans	381	0.82	2.57	1.46	2.58	0.001363		0.36		1068.52	1073.95	0.11
coco_3	-50	5 ans	381	0.76	2.17		2.18	0.000414		0.17		2306.13	2254.82	0.05
coco_3	-690	5 ans	381	0.49	1.11	1.11	1.18	0.294246		1.22		311.34	2079.06	1.01



TITRE DE L'AFFAIRE :
Etude de l'aléa Inondation à Voh et Koné

DATE : 13/08/2009	VERSION : V02
AUTEUR : YB/NC	VERIFICATEUR : NC
N° AFFAIRE : 059-08-H-NC	

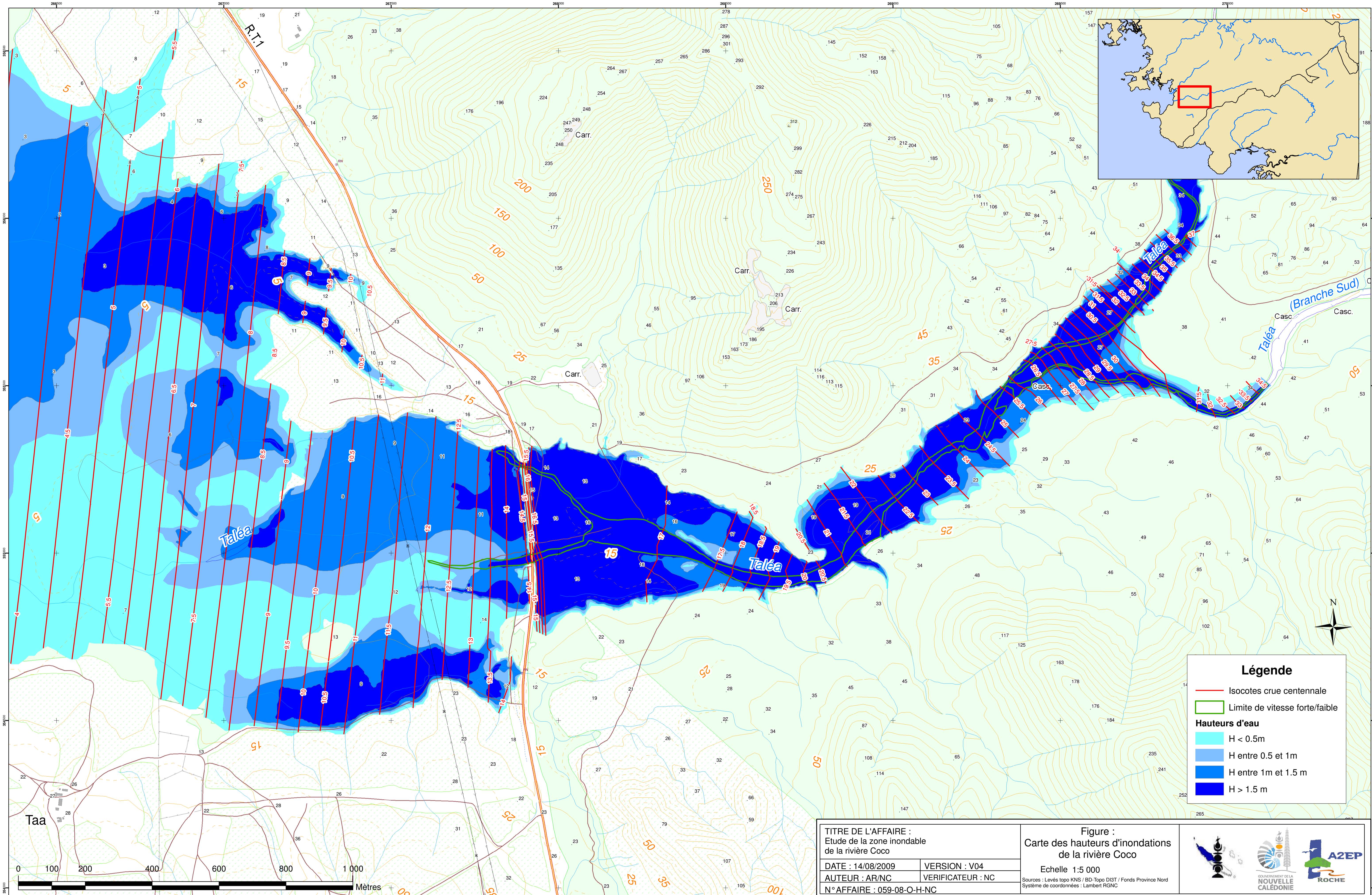
Cartographie Aléa - Creek Coco
Implantation des profils modélisés
Levés topographiques réalisés (SEFP, avril-mai 2007)

Echelle 1:10 000

Sources : Levés topo KNS / BD-Topo DI3T / Fonds Province Nord / Modèle A2EP

Référentiel : RGNC 1991 / Projection : Lambert NC
Fichier ArcGIS v9.2



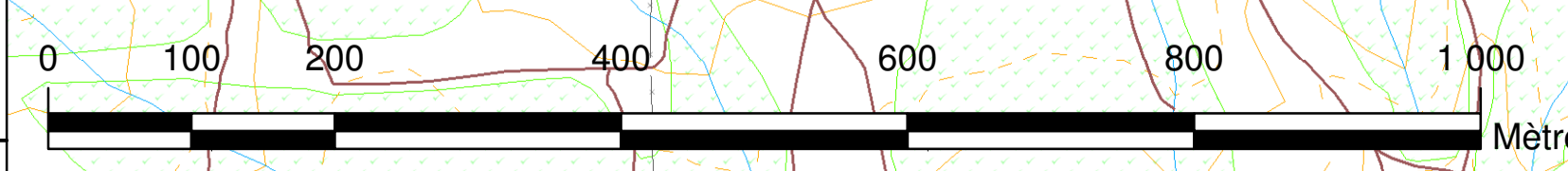


Légende

- Isoctes crue centennale
- Limite de vitesse forte/faible

Hauteurs d'eau

- H < 0.5m
- H entre 0.5 et 1m
- H entre 1m et 1.5 m
- H > 1.5 m



TITRE DE L'AFFAIRE :
Etude de la zone inondable
de la rivière Coco

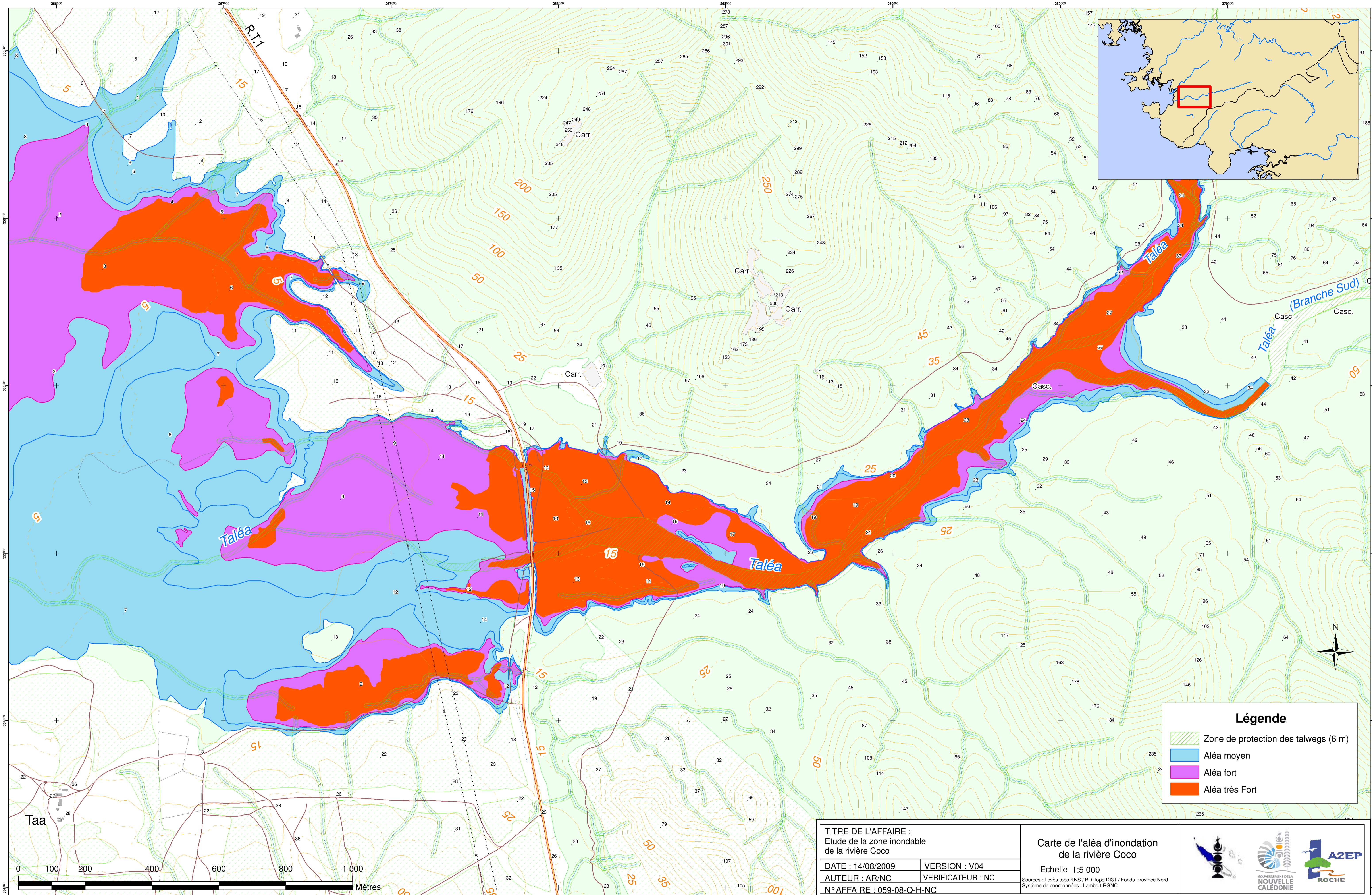
DATE : 14/08/2009	VERSION : V04
AUTEUR : AR/NC	VERIFICATEUR : NC
N° AFFAIRE : 059-08-O-H-NC	

Figure :
Carte des hauteurs d'inondations
de la rivière Coco

Echelle 1:5 000

Sources : Levés topo KNS / BD-Topo D13T / Fonds Province Nord
Système de coordonnées : Lambert RGNC





Légende

- Zone de protection des talwegs (6 m)
- Aléa moyen
- Aléa fort
- Aléa très Fort

TITRE DE L'AFFAIRE :
Etude de la zone inondable
de la rivière Coco

DATE : 14/08/2009	VERSION : V04
AUTEUR : AR/NC	VERIFICATEUR : NC
N° AFFAIRE : 059-08-O-H-NC	

Carte de l'aléa d'inondation
de la rivière Coco

Echelle 1:5 000

Sources : Levés topo KNS / BD-Topo D13T / Fonds Province Nord
Système de coordonnées : Lambert RGNC

