

MAITRE DE L'OUVRAGE



N° DOSSIER	DATE	CHARGE D'AFFAIRES	CONTROLEUR
A001-06009	Juin 2008	Yann COMEAUD	Marie GAYRAUD

ETUDES HYDRAULIQUES CONCERNANT LES ZONES INONDABLES DE LA PROVINCE SUD

Secteur Tonghoué

Rapport définitif



BUREAU D'ETUDES - INGENIEURS CONSEILS
Eau – Environnement - Bâtiment
1, rue de La République
Immeuble "OREGON"
B.P. 3583 - 98846 NOUMEA Cedex
Tél 28.34.80 - Fax 28.83.44
E-mail : soproner@soproner.nc

SOMMAIRE

I. AVANT-PROPOS	3
II. COLLECTE DES DONNEES.....	4
II.1. REUNION.....	4
II.2. PHOTOGRAPHIES AERIENNES	4
II.3. ENQUETES DE TERRAIN	4
II.4. TOPOGRAPHIE.....	7
II.5. URBANISME	7
<i>Plans de récolement</i>	<i>7</i>
<i>Urbanisations futures.....</i>	<i>8</i>
<i>Zones d'expansion des crues.....</i>	<i>9</i>
II.6. CLIMATOLOGIE.....	10
III. ESTIMATION DES DEBITS DE PROJET.....	11
III.1. METHODE RATIONNELLE (CIA).....	11
<i>Principe de la méthode.....</i>	<i>11</i>
<i>Le bassin versant.....</i>	<i>11</i>
<i>Temps de concentration.....</i>	<i>13</i>
<i>Coefficient de ruissellement</i>	<i>14</i>
<i>Résultats</i>	<i>15</i>
III.2. ANALYSE RÉGIONALE	16
<i>Principe de la méthode.....</i>	<i>16</i>
<i>Analyse</i>	<i>16</i>
III.3. ANALYSE HYDROMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA DAVAR.....	18
III.4. ETUDE REALISEE PAR HYDREX EN 1997.....	20
III.5. SYNTHESE DES RESULTATS	21
<i>Présentation des résultats obtenus par les différentes méthodes</i>	<i>21</i>
<i>Analyse critique des résultats.....</i>	<i>23</i>
III.6. ESTIMATION DU DEBIT DE LA CRUE DU 2 OCTOBRE 2001.....	24
III. TOPOGRAPHIE	26
III.1. DONNEES EXISTANTES	26
<i>Profils existants</i>	<i>26</i>
<i>Plans de récolement</i>	<i>26</i>
III.2. LAISSES DE CRUE	26
III.3. VISITES DE TERRAIN	26
III.4. CAMPAGNE DE LEVES TOPOGRAPHIQUES	27
<i>Travail effectué et rendu.....</i>	<i>27</i>
<i>Principales observations.....</i>	<i>27</i>
IV. CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE.....	28
IV.1. CONSTRUCTION DU MODELE	28
<i>Géométrie</i>	<i>28</i>
<i>Coefficients de Strickler</i>	<i>31</i>
<i>Conditions aux limites</i>	<i>31</i>
IV.2. CALAGE DU MODELE.....	32
<i>Résultats du calage sur la crue de 2001.....</i>	<i>32</i>
<i>Fonctionnement de la Tonghoué pour la crue de 2001.....</i>	<i>35</i>
V. MODELISATION DES CRUES 5, 10 ET 100 ANS.....	36
V.1. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 5 ANS.....	36
V.2. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS.....	36
V.3. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 100 ANS.....	36
V.4. FONCTIONNEMENT DE LA TONGHOUÉ ET DES SES AFFLUENTS	38
VI. ANALYSE SOMMAIRE DE SENSIBILITE AUX INCERTITUDES.....	39

VI.1.	SENSIBILITE AUX VARIATIONS DU DEBIT	39
VI.2.	SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE LA RUGOSITE	39
VI.3.	SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE LA CONDITION LIMITE AVAL	39
VII.	CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE ET DES ALEAS	40
VII.1.	CARTE DES ISO-COTES, ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES	40
VII.2.	CARTE DES ALEAS	40
VIII.	BIBLIOGRAPHIE	44
IX.	ANNEXES	44

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE 1 : LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDES	5
PLANCHE 2 : LOCALISATION DU BASSIN VERSANT DE LA TONGHOUE.....	12
PLANCHE 3 : LOCALISATION DES PROFILS ET OUVRAGES MODELISES	29
PLANCHE 4 : SYNOPTIQUE DU MODELE HYDRAULIQUE.....	30
PLANCHE 5 : CARTE DES ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES ET ISO-COTES	42
PLANCHE 6 : CARTE DES ALEAS.....	43

I. AVANT-PROPOS

SOPRONER a été mandaté par la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie pour réaliser l'étude hydraulique simplifiée de la rivière Tonghoué (commune de Dumbéa).

L'objet de cette étude est la délimitation des zones inondables et l'établissement des cartes d'aléas.

L'étude à réaliser est du type « hydraulique simplifiée », dont la mise en œuvre se distingue des études hydrauliques classiques par :

- une information hydrologique et topographique réduite ;
- des sections d'écoulement en nombre restreint.

Il est à noter que la rivière Tonghoué avait déjà fait l'objet au préalable de différentes études :

- atlas des cartes d'inondabilité potentielle de la commune de Dumbéa (CAREX - 2003) ;
- étude hydraulique de la Tonghoué à proximité des Palmiers III et de la route des Palmiers (ETEC - juin 2004) ;
- étude hydraulique de la Tonghoué aval (HYDREX – 1997) ;

L'étude est composée de trois phases :

- la phase 1 consistera en la collecte des données existantes, les reconnaissances de terrain, l'établissement du programme de levés topographiques à réaliser, l'étude hydrologique devant permettre de déterminer les débits de période de retour 5, 10 et 100 ans ;
- la phase 2 consistera en la réalisation des prestations topographiques, le montage et le calage du modèle, puis la modélisation des lignes d'eau de période de retour 5, 10 et 100 ans ;
- la phase 3 consistera essentiellement en la réalisation des cartographies des zones inondables et en particulier en la réalisation de la carte des aléas d'inondation.

II. COLLECTE DES DONNEES

II.1. REUNION

Le maître d'ouvrage de l'étude est la province Sud représentée par la Direction de l'Equipement, assistée par un groupe de travail composé de représentants de la Direction de l'Equipement (DEPS), de la Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR), de la Direction de l'Environnement (DENV) ainsi que, en tant que de besoin, des services techniques des communes concernées.

La réunion de lancement de l'étude a eu lieu le 16 février 2006, en présence du maître d'ouvrage, du groupe de travail, du cabinet de géomètres CAPESIUS-HANY et de SOPRONER.

Le groupe de travail apporte au bureau d'ingénierie les données de base nécessaires à la réalisation de l'étude mais contribue également, par son expérience et son expertise à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, au choix et à la mise en oeuvre des méthodes de calculs hydrologiques et hydrauliques.

Le maître d'ouvrage et le groupe de travail valident le travail réalisé à la fin de chaque phase de l'étude. La localisation du secteur d'études est présentée sur la planche 1 page suivante.

II.2. PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Une campagne de photographies aériennes a été réalisée sur la Tonghoué en octobre 2001. Il est possible de constater que toute la partie aval du bassin versant est déjà fortement urbanisée, seul le tiers amont du bassin est couvert de végétation (forêt sèche).

II.3. ENQUETES DE TERRAIN

Les enquêtes de terrain ont eu lieu aux mois d'avril et mai 2006 et avaient pour objectifs :

- d'aider au positionnement des profils en travers à lever, en fonction de la topographie mais également des profils déjà levés lors d'études antérieures et des évolutions dans la topographie ayant pu advenir depuis ;
- de repérer les particularités hydrauliques à lever (ouvrages, seuils, modifications de sections...);
- de déterminer la nature des lits mineurs et majeurs en vue de fixer lors de la modélisation les coefficients de rugosité (Strickler) associés ;

650000

652000

654000

7544000

7544000

7542000

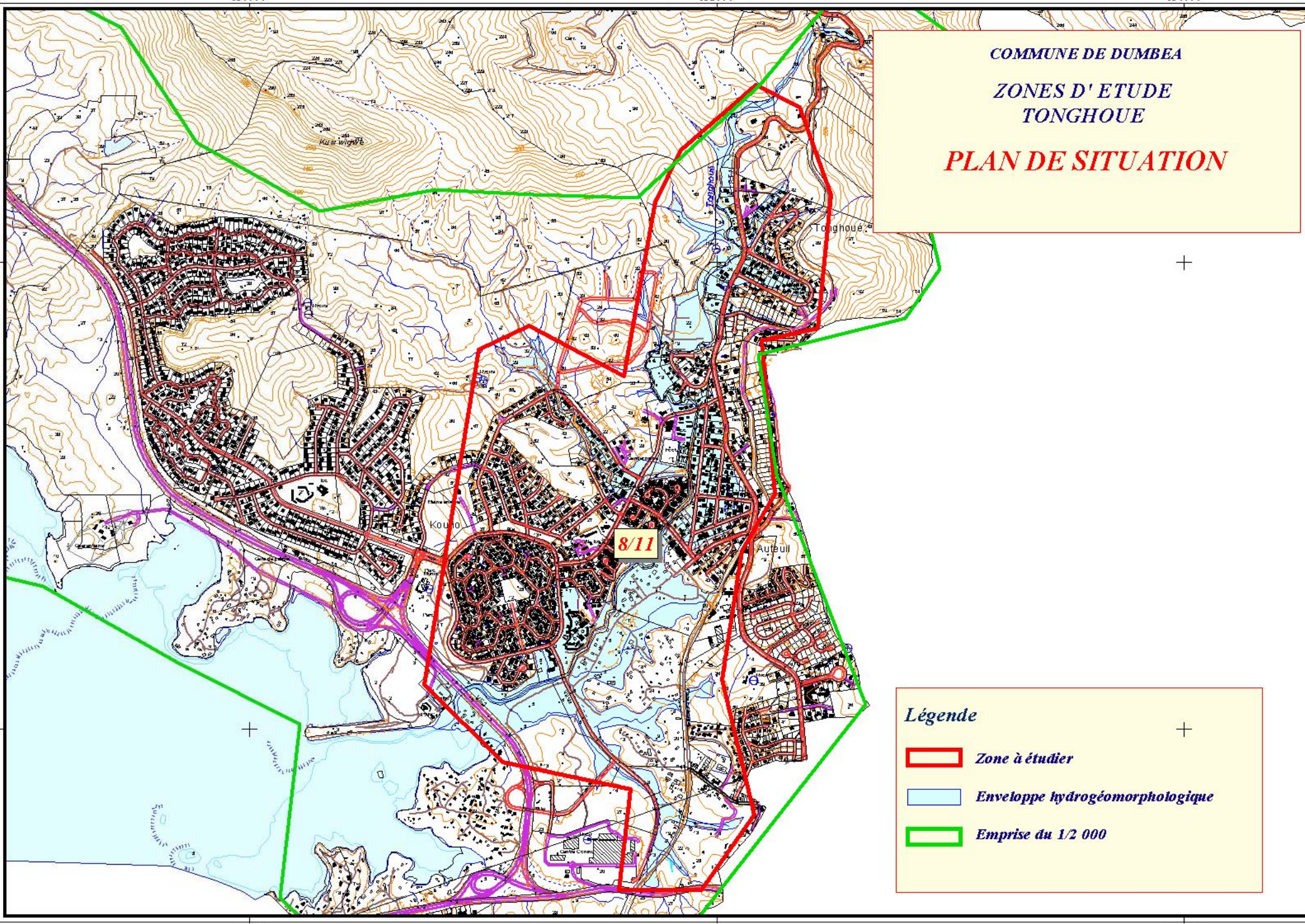
7542000

650000




652000

654000

COMMUNE DE DUMBEA
ZONES D' ETUDE
TONGHOU
PLAN DE SITUATION



Légende

-  **Zone à étudier**
-  **Enveloppe hydrogéomorphologique**
-  **Emprise du 1/2 000**

- de déterminer le type d'occupation des sols du bassin versant, en particulier de constater d'éventuelles urbanisations depuis 1997 (date de l'étude réalisée par HYDREX).

Les laisses de crue repérées n'ont pas fait l'objet de levés, ce travail ayant été effectué au préalable par les services de la DAVAR et ayant abouti à l'élaboration d'un rapport répertoriant les laisses de crue cotées :

- Commune de Dumbéa : Enquêtes historiques de crue – rapport sur les cotes d'inondation – DAVAR - Juillet 2004.

Il n'y a donc pas de laisses de crues supplémentaires relevées en 2005/2006.

Lors des visites de terrain, il a été possible de constater que le secteur d'étude était en voie d'urbanisation rapide (lycée de Koutio, route digue des Palmiers, lotissements...).

Les principales observations effectuées sur le terrain sont les suivantes :

- le lit mineur est ensablé au niveau du pont de la RT1 (SAVEXPRESS). Un panneau publicitaire placé sous le pont peut également être à l'origine d'embâcles lors des crues ;
- une zone de remblai a été créée en lit majeur de la Tonghoué aux abords du Lycée de Koutio ;
- les ruisseaux qui passaient anciennement au droit du lycée de Koutio sont aujourd'hui captés par des fossés le long de la voirie et débouchent dans la Tonghoué en amont du pont du collège de Koutio. Ce réseau hydrographique draine en effet la partie sud-est de la zone d'étude (ZAC du centre urbain de Koutio, lotissement Berton, Val et colline d'Auteuil) et constitue un apport d'eau de ruissellement non négligeable qui augmente les problèmes de mise en charge et de débordement en amont du pont. Un projet mené par la mairie de Dumbéa est à l'étude pour créer un exutoire à ces fossés à l'aval du pont ;
- la route classée voie urbaine Jean-François de Laperouse (VU n°1) desservant entre autres les lotissements Palmiers 1 et 2 et prochainement Palmiers 3 (phase d'APD et DCE) est une « route digue ». La cote de cette route a été fixée de façon à la mettre hors d'eau pour les crues importantes. Toutefois, du fait de la présence de passages sous la digue, le secteur compris entre la route et la voie ferrée reste inondable ;
- le pont, situé au niveau de l'école avenue d'Auteuil, présente un problème de mise en charge lors d'événements pluvieux importants occasionnant un débordement, une cinquantaine de mètres en amont. Il semblerait que la rivière sorte de son lit au niveau de l'école et rejoigne le lit mineur en contre bas du stade de l'école, traversant ainsi plusieurs habitations, l'avenue d'Auteuil, l'école et finalement le stade ;
- la zone des logements FSH comprenant le lotissement en cours de construction « Les Jariots » génère des débits de ruissellement importants qui entraînaient des débordements à l'amont du cadre béton passant sous le centre culturel et la

gendarmerie de Koutio. Des travaux viennent d'être achevés sur ce cadre et les fossés amont et aval afin de permettre le passage d'une crue décennale sans débordement ;

- Les fossés drainant les bassins versants à l'amont de la Dumez (VU107, Cycas, Alamandas 1 et 2..) sont mal entretenus et les parties busées sont souvent bouchées. Par ailleurs ces fossés ont pour seul exutoire une canalisation $\varnothing 800$ passant sous le site de la Dumez et venant se rejeter au pied du lotissement Palmiers 2 de l'autre côté du remblai de la voie ferrée ;
- Les secteurs non urbanisés à l'aval du bassin versant sont soit des terres mises à nu, soit des terrains recouverts d'herbes hautes, de buissons et de quelques arbres fruitiers (bananiers) et cultures vivrières (tarots etc..). A l'amont du bassin versant, la végétation est constituée de lambeaux de forêt sèche et de zones ayant probablement brûlées où la végétation est plus rase. La nature de cette couverture végétale sera précisée sur chaque profil réalisé par le géomètre, de même que la nature du fond du lit mineur. Nous pourrons ainsi lors de l'élaboration du modèle hydraulique, ajuster les coefficients de Strickler à attribuer à chaque section de rivière.

II.4. TOPOGRAPHIE

Les fonds de plan informatisés au 1/2 000^{ème} du secteur ont été récupérés. Ils serviront de base à l'implantation des profils en travers et à la cartographie des zones inondables.

II.5. URBANISME

Nous avons rencontré les services de l'urbanisme afin de récupérer les plans de récolement des urbanisations récentes et de prendre connaissance des projets d'urbanisation sur le bassin versant.

Plans de récolement

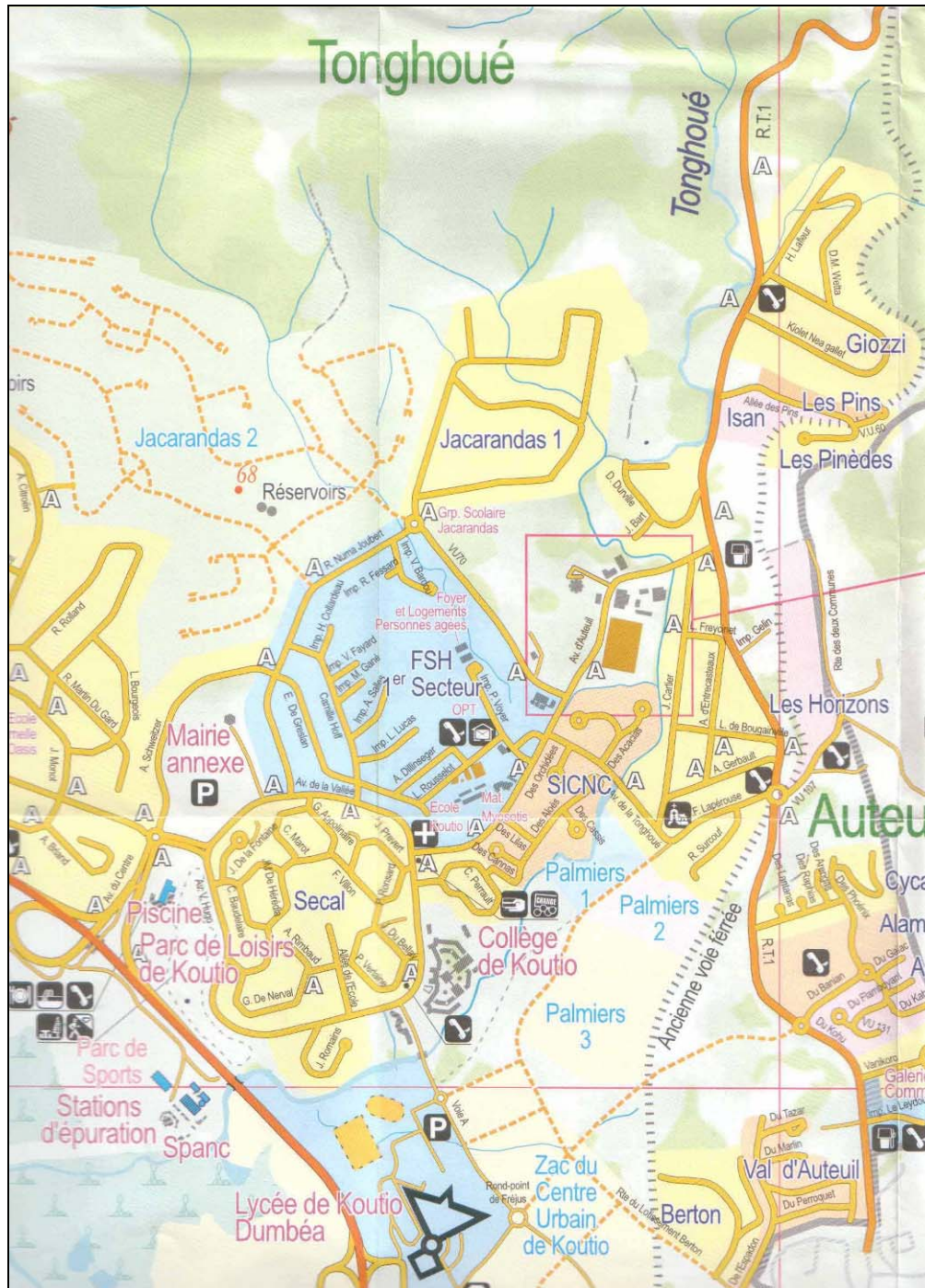
Afin de limiter le nombre de profils en travers à lever et de préciser d'une façon générale l'extension des zones inondables, nous avons collecté les plans de récolement disponibles sur la commune. Ils serviront à compléter l'information topographique rentrée dans le modèle et à affiner le tracé des cartes d'aléas.

Urbanisations futures

La dernière mise à jour (22 Décembre 2005) du programme d'aménagements de la ville de Dumbéa concernant la zone d'étude est donnée ci-dessous :

Noms des Projets	Localisation	Equipements d'accompagnement
ZAC du centre de Koutio	Koutio, derrière le grand lycée du grand Noumèa	- médiathèque - équipements publics : loisirs, sports, scolaire...
Jacarandas 2 (social)	Koutio	- 6 classes de maternelle - 12 classes de primaire - plateaux sportifs
Lotissement les Jariots (résidentiel)	Koutio FSH 1 ^{er} secteur	- renforcement des équipements scolaires
Palmiers 3 (social)	Zone NaB (zone d'urbanisation future), quartier Auteuil/Koutio	- 1 groupe scolaire - plateau sportif
Les Collines d'Auteuil (social)	Zone NaB (zone d'urbanisation future), quartier Auteuil/Koutio	- maison de quartier
Les jardins de Yahoué (social et économique)	Secteur des Tours de St Quentin	
Les hameaux de St Quentin		

La zone inondable face au collège de Koutio devra faire l'objet d'une attention particulière. En effet, plusieurs projets ont vu le jour dans cette zone sans avis concertés sur le plan des eaux de ruissellement. Le dimensionnement des ouvrages hydrauliques semble très hétérogène (site de la DUMEZ, Val et colline d'Auteuil...). Les eaux pluviales drainées à l'amont du remblai de la piste cyclable sur cette zone passent par une canalisation \varnothing 800 visiblement sous dimensionnée sous le site de la DUMEZ, avant de se rejeter dans un fossé passant aux abords du lotissement des Palmiers 2, traversant la zone du projet Palmiers 3, les squats puis de rejoindre la Tonghoué plus en aval.



Carte de localisation des principaux quartiers autour de la Tonghoué

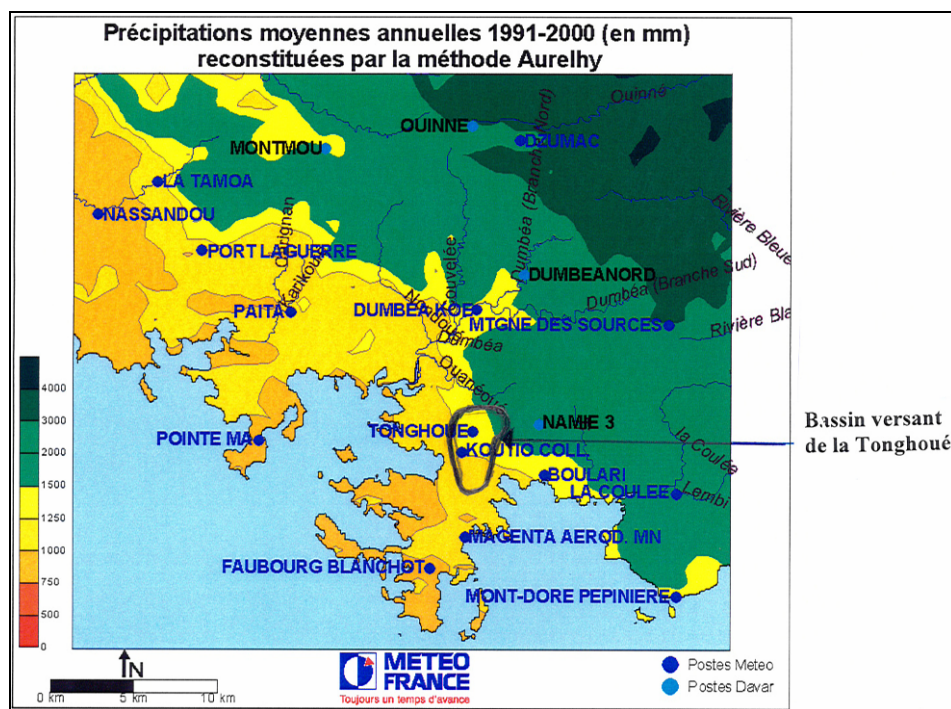
Zones d'expansion des crues

Les zones d'expansion des crues que constituent la partie basse des « jardins chinois » et les terrains de sport avenue d'Auteuil doivent être préservées de toute urbanisation. Ces zones pourraient en effet dans le futur être aménagées en bassins de stockage des eaux permettant de réduire les inondations à l'aval lors des fortes crues.

II.6. CLIMATOLOGIE

Afin de déterminer la pluviométrie du secteur et en particulier les intensités des pluies de projet à appliquer au bassin versant de la Tonghoué dans le cadre de la méthode rationnelle (cf. chapitre II.1), nous avons sollicité auprès de Météo-France une étude climatologique.

Le secteur de Dumbéa est caractérisé par une répartition hétérogène des pluies au niveau de la plaine. Il existe en effet deux gradients pluviométriques sur la zone. Générés par les régimes de vents dominants dans le sud de la Nouvelle-Calédonie et par l'influence orographique, ces deux gradients sont orientés sur un axe nord-est sud-ouest et sud-est nord-ouest selon lesquels les précipitations perdent en intensité. Les zones situées sous le vent (zones étudiées) sont ainsi alimentées par des masses d'air de plus en plus sèches au fur et à mesure que l'on progresse suivant ces deux axes. La production de cartes de précipitations réalisées à l'aide du modèle AURELHY par Météo-France permet de constater que le bassin versant de la Tonghoué se trouve dans une zone climatique avec des quantités annuelles de pluie comprises entre 1250 et 1500 mm/an. Les postes de Koutio, Boulari et Tonghoué sont tous dans cette zone mais il s'agit de pluviomètres et non de pluviographes. La pluviométrie de cette zone se situe entre celle des postes de Nouméa et des postes DAVAR de Namié. Les graphiques établis par Météo-France montrent que la station exploitable pour la création de courbes IDF présentant la pluviométrie la plus proche de celle de cette zone intermédiaire est celle de la station DAVAR de Dumbéa Nord. C'est donc les intensités calculées sur cette station que nous retiendrons lors de l'estimation des débits par la méthode CIA.



Localisation des postes pluviométriques et pluviographiques autour du bassin versant de la Tonghoué

III. ESTIMATION DES DEBITS DE PROJET

Les débits de projets ont été estimés à l'aide de deux types de méthodes :

- des méthodes de transposition et de régionalisation des ajustements sur les débits mesurés aux stations hydrométriques ;
- des méthodes d'ajustement des précipitations mesurées aux stations pluviométriques associées à des méthodes de transformation des données de pluie en débit.

III.1. METHODE RATIONNELLE (CIA)

Principe de la méthode

Cette méthode se fonde sur l'hypothèse que les débits maximaux de crues d'un bassin versant sont directement proportionnels aux intensités pluviométriques calculées sur le temps de concentration du bassin versant. Le coefficient de proportionnalité, ou coefficient de ruissellement (C), est généralement rattaché au degré d'imperméabilisation du bassin versant. Il varie également en fonction de sa superficie, de sa pente et de l'intensité des précipitations. L'approche dite « rationnelle » nous conduit souvent à une évaluation maximaliste des débits possibles.

Cette méthode est adaptée aux petits bassins versants (superficie < 5 km²).

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

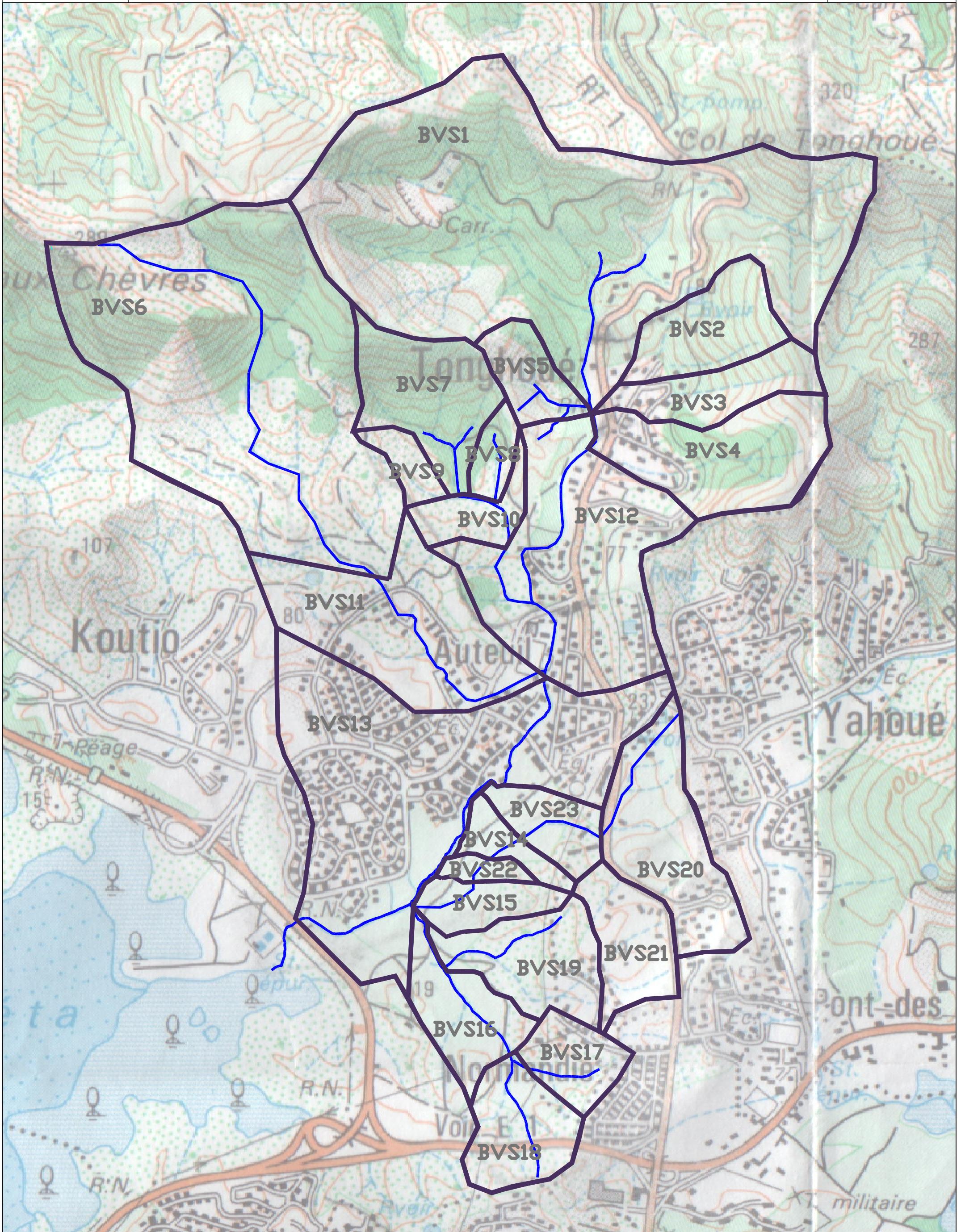
$$Q = \frac{1}{3,6} C.i(tc).A$$

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

Le bassin versant

Le bassin versant de la Tonghoué et ses sous bassins sont représentés sur la planche 2 page suivante.

PLANCHE 2 : Bassin versant de la Tonghoué



Les caractéristiques morphologiques du bassin versant, déterminées à l'aide de la carte I.G.N. au 1/50 000^{ème}, sont les suivantes :

- Superficie : 7.1 km²
- Plus long cheminement hydraulique : 4833 m
- Le dénivelé maximal (alt max : 320 m ; alt min : 0 m) 320 m
- Pente moyenne calculée suivant ce cheminement : 6.62 %
- Pente pondérée calculée suivant ce cheminement : 1.74 %

Pour le calcul de la pente pondérée, nous avons utilisé la formule :

$$I = (L/(\sum(L_k/\sqrt{I_k}))^2$$

Avec L = plus long cheminement hydraulique constitué de tronçons successifs « Lk » de pente sensiblement constante « Ik ».

Le bassin versant de la Tonghoué a été divisé de l'aval vers l'amont en 3 tronçons successifs :

L ₁ = 2032 m	I ₁ = 13.5 %
L ₂ = 1245 m	I ₂ = 1.2 %
L ₃ = 1556 m	I ₃ = 0.6 %

On en déduit I pondérée = 1.74 %.

Temps de concentration

Le temps de concentration (Tc) du bassin versant peut être estimé à partir de plusieurs méthodes.

Du fait de la taille du bassin versant les formules de Kirpich et du service routier de l'état de Californie nous ont semblé les plus adaptées. Les temps de concentration obtenus sont de 0.65 heures pour ces deux formules (1.40 heures pour la formule de Passini et 1.58 heures pour la formule de Johnstone et Cross).

Le temps de concentration retenu pour ce bassin versant est de 0.65 heures.

Dans la note technique rédigée par la DAVAR sur les courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie, le temps de concentration est estimé en considérant une vitesse de transfert de l'ordre de 2m/s (4 m/s si la pente est supérieure à 15 %) appliquée au drain hydraulique le plus long.

Si on applique 2 m/s sur la longueur de rivière où la pente est inférieure à 15% (soit environ 4 333 m) et 4 m/s sur la longueur de rivière où la pente est supérieure à 15% (soit environ 500 m), on obtient une vitesse moyenne de 2.2 m/s. En appliquant cette vitesse sur la longueur totale d'écoulement (4833 m), on obtient un temps de transfert de 0.61 heure, soit un résultat très proche de celui déterminé à l'aide des formules de Kirpich et du service routier de l'état de Californie.

Coefficient de ruissellement

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

Le coefficient de ruissellement varie en fonction de l'intensité de la pluie, de la pente du bassin versant, de sa texture et de l'occupation des sols. Le sol du bassin versant étudié est constitué de « formations à charbon » présentant de faibles capacités d'infiltration en surface et d'emmagasinement en profondeur.



Sur le tiers amont du bassin versant, la végétation est constituée de lambeaux de forêt sèche et de zones ayant probablement brûlées où la végétation est plus rase. Les deux tiers aval du bassin versant sont urbanisés ou en voie d'urbanisation, constitués essentiellement de secteurs résidentiels privés ou sociaux (maisons individuelles ou petites résidences R+1 à R+2) et d'équipements collectifs (écoles, équipements sportifs etc..).

Comme préconisé dans la note technique de la DAVAR de février 2006 « Courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie La Foa – La Coulée », nous avons retenu pour la crue centennale un coefficient de ruissellement égal à 1 eu égard à la taille relativement limitée du bassin versant.

Pour les crues quinquennale et décennale, nous avons retenu en première approche des coefficients de ruissellement respectivement de 0.6 et 0.7.

Résultats

Suite à l'analyse météorologique, les intensités de pluie sont calculées à partir des données de la station DAVAR de Dumbéa-Nord. Les paramètres d'ajustement de la pluviométrie à cette station sont rappelés dans le tableau ci-dessous :

Paramètres d'ajustement à DUMBEA NORD-DAVAR, période 1989-2006						
	tels que $GD(d)=Ad^B$ et $Po(d)=Ad^B$					
	6 min \leq d \leq 120 min		120 min \leq d \leq 1440 min		1440 min \leq d \leq 5760 min	
	A	B	A	B	A	B
GD(d)	0.330	0.914	2.317	0.514	27.257	0.173
Po(d)	3.139	0.625	8.848	0.413	40.430	0.200
	tels que $I(d,T)=Ad^B$ avec I(d,T) en mm/heure					
	6 min \leq d \leq 120 min		120 min \leq d \leq 1440 min		1440 min \leq d \leq 5760 min	
T	A	B	A	B	A	B
2 ans	192.4	-0.327	607.5	-0.562	3542.1	-0.807
5 ans	202.8	-0.284	721.7	-0.543	5028.1	-0.812
10 ans	212.7	-0.261	812.1	-0.534	6155.7	-0.815
20 ans	223.5	-0.242	904.4	-0.527	7285.0	-0.817
50 ans	238.8	-0.223	1027.9	-0.521	8779.4	-0.818
100 ans	250.9	-0.212	1122.0	-0.517	9910.6	-0.819

Période Retour	C (%)	Intensité de pointe (mm/h)	Q (m ³ /s)	Q spécifique (m ³ /s/km ²)
5 ans	0.6	71.6	85	11.97
10 ans	0.7	81.7	113	15.92
100 ans	1	115.4	228	32.11

Calcul des débits de pointe de crue par la méthode rationnelle
à l'exutoire du bassin versant de la Tonghoué (7.1 km²)

On note des rapports Q100/Q5 et Q100/Q10 respectivement de 2.68 et 2.02. Ces valeurs sont proches de celles données dans la note technique citée plus haut à savoir respectivement 2.44 et 1.81, ce qui vient confirmer le bien-fondé des coefficients de ruissellement retenus.

III.2. ANALYSE RÉGIONALE

Principe de la méthode

Il s'agit là d'une méthode qui utilise une simple transposition des données hydrométriques d'un bassin versant connu (Q2) à un bassin versant inconnu (Q1) :

$$Q1 = Q2 (S1 / S2)^{0.75}$$

S1 : superficie du bassin inconnu

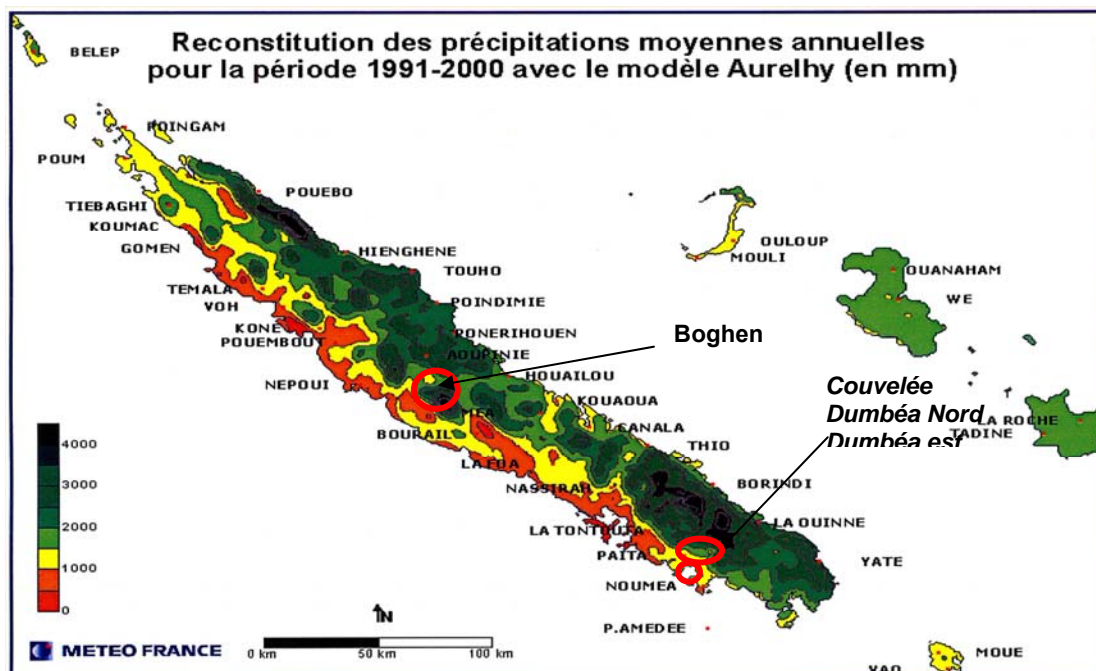
S2 : superficie du bassin connu

0.75 : coefficient de transposition*

* Le coefficient varie généralement entre 0,7 et 0,8. Ce paramètre a été calé à 0.75 en Nouvelle-Calédonie à l'aide des ajustements de Gumbel effectués pour les débits de retour Q100 utilisant les 22 stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie (cf. chapitre II.3).

Analyse

On propose de réaliser une analyse régionale en se basant sur la carte des précipitations annuelles de la côte Ouest fournie par Météo France à partir des résultats du modèle Aurelhy sur la période 1991-2000. Les bassins versants disposant de mesures de débits sur une période suffisamment importante, ayant fait l'objet d'ajustements de Gumbel par la DAVAR, et dont les caractéristiques physiques et la pluviométrie sont proches de celles du bassin versant de la Tonghoué, sont positionnés sur la carte ci-dessous :



Localisation des bassins versants utilisables dans l'analyse régionale

Les résultats de l'analyse régionale sont fournis dans le tableau ci-après :

Station	Surface du bassin versant (km ²)	Débits (en m ³ /s)			Débit spécifique (m ³ /s/km ²)		
		T = 5	T = 10	T = 100	T = 5	T = 10	T = 100
Boghen aval Aremo	113	1000	1360	2488	8.85	12.04	22.02
Couvelée	40	268	375	708	6.7	9.38	17.7
Dumbéa Est	56.8	624	797	1340	10.99	14.03	23.59
Dumbéa Nord	32.2	315	414	722	9.78	12.86	22.42
Tonghoué SAVEXPRESS analyse régionale depuis la Boghen.	7.1	126	171	312	17.75	24.08	43.94
Tonghoué SAVEXPRESS analyse régionale depuis la Couvelée .	7.1	73	103	194	10.28	14.51	27.32
Tonghoué SAVEXPRESS analyse régionale depuis la Dumbéa Est .	7.1	131	167	282	18.45	23.52	39.72
Tonghoué SAVEXPRESS analyse régionale depuis la Dumbéa Nord .	7.1	101	133	232	14.22	18.73	32.68

Calcul des débits de pointe selon la méthode régionale

On constate que bien que situés dans une zone de pluviométrie plus intense, les bassins versants de la Couvelée et de la Dumbéa Nord engendrent des débits moins importants que celui de la Boghen. A noter qu'une hypothèse haute sur l'ajustement de Gumbel des débits de la Dumbéa Est conduit à des débits encore supérieurs (1616 m³/s pour la centennale sur ce bassin).

Les résultats obtenus apparaissent assez disparates du fait des différences de pluviométrie et de taille des bassins versants utilisés. On peut toutefois considérer qu'ils permettent d'encadrer les valeurs des crues de projet sur la Tonghoué.

III.3. ANALYSE HYDROMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA DAVAR

La DAVAR a établi un certain nombre de fiches techniques relatives aux caractéristiques de stations hydrométriques dont elle a la gestion. A l'aide des mesures réalisées sur ces stations hydrométriques et de l'application de méthodes de transformation de la pluie en débit, des courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues ont été établies pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie (Courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart sud-ouest de la Nouvelle Calédonie La Foa La Coulée – DAVAR – février 2006).

Les stations hydrométriques ayant permis l'établissement des courbes enveloppes (période de retour 100 ans) sont les suivantes :

- La Coulée ;
- Dumbéa Nord ;
- Dumbéa Est barrage ;
- Couvelée ;
- Tontouta ;
- Ouenghi ;
- Namie cote 11 ;
- La Foa ;
- Boghen.

Trois méthodes ont été utilisées pour déterminer les débits de crue et trois courbes enveloppes ont été réalisées :

- Ajustement de Gumbel sur les débits évalués à partir des hauteurs d'eau mesurées ;
- Méthode rationnelle de calcul des débits de pointe en fonction des caractéristiques du bassin versant et des pluies locales ;
- Modèle pluie-débit spatialement distribué (Moakta , Wotling, 2000) de calcul des débits de pointe en fonction des caractéristiques du bassin versant et des pluies locales.

Les formules d'ajustement obtenues sont données ci-dessous (S=surface du bassin versant en km²) :

- Ajustement de Gumbel : $Q_{spéT100 \text{ ans}} (m^3/s/km^2) = 50xS^{-0.25}$
- Modèle pluie-débit spatialement distribué : $Q_{spéT100 \text{ ans}} (m^3/s/km^2) = 75xS^{-0.25}$
- Méthode rationnelle : $Q_{spéT100 \text{ ans}} (m^3/s/km^2) = 100xS^{-0.25}$

Nous reprenons ci-dessous les limites d'utilisation de ces courbes enveloppes définies par la DAVAR :

« La courbe enveloppe proposée doit correspondre à la majorité des bassins versants côtiers du quart Sud Ouest de la Grande Terre. Néanmoins, des configurations morphologiques atypiques, une altitude moyenne particulièrement basse ou haute, ou encore une géologie singulière pourraient conduire à des résultats différents. A noter également que l'essentiel des observations concerne des bassins versants supérieurs à 30 km².

Aussi, la plus grande incertitude relative se situe pour les bassins versants de quelques hectares à quelques kilomètres carrés.»

Globalement, on peut considérer que :

- la courbe obtenue au moyen de la méthode rationnelle s'applique pour de petits bassins versants dont la superficie est de l'ordre du km² ;
- la courbe obtenue au moyen de la méthode de Gumbel s'applique pour des bassins versants supérieurs à 30 km² ;
- La courbe obtenue au moyen de la méthode pluie-débit PQ s'applique pour des bassins versants intermédiaires ou comme hypothèse sécuritaire sur de grands bassins versants.

Les débits caractéristiques de crues pour des périodes de retour quinquennal et décennal peuvent se déduire facilement via des coefficients de proportionnalité relativement stables à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie :

$$Q_{10} = Q_{100}/1.81 \quad Q_5 = Q_{100}/2.44$$

III.4. ETUDE REALISEE PAR HYDREX EN 1997

HYDREX avait utilisé en 1997 deux méthodes de transformation de la pluie en débit pour estimer les débits de projet sur la Tonghoué : la méthode rationnelle et la méthode du « Soil Conservation Service » basée sur la notion d'hydrogramme unitaire. Ces méthodes avaient été appliquées à partir des intensités de pluie de la station de Nouméa, dont la pluviométrie est plus faible que la pluviométrie moyenne sur le bassin versant de la Tonghoué.

Le temps de concentration retenu à l'époque (1.5 h) était également plus important que le temps de concentration retenu dans la présente étude (0.65 h). Les coefficients de ruissellement étaient les mêmes. La méthode avait été appliquée au bassin versant à l'amont du pont de l'avenue de la Tonghoué (superficie de 5 km²).

Les résultats sont donnés ci-dessous.

	Période de retour T (années)	
	5 ans	10 ans
Q (m³/s) Méthode rationnelle	33.3 (qspé = 6.7 m ³ /s/km ²)	47 (qspé = 9.4 m ³ /s/km ²)
Q (m³/s) Méthode SCS	37.5 (qspé = 7.5 m ³ /s/km ²)	49 (qspé = 9.8 m ³ /s/km ²)

Le modèle hydraulique réalisé à l'époque avait été utilisé pour déterminer les débits associés aux laisses de crue relevées sur deux événements (1992 et 1997). Les occurrences de ces crues ayant été déterminées sur la station hydrométrique de la Dumbéa, il a été pris comme hypothèse que ces fréquences étaient les mêmes sur la Tonghoué. L'auteur a supposé que la distribution des débits de la Tonghoué suivait une courbe de Gumbel et a pu ainsi tracer la courbe d'ajustement à partir des deux valeurs de débit de crues associées à ces périodes de retour.

Les résultats de cet ajustement sont donnés dans le tableau ci-dessous:

	Période de retour T (années)		
	5 ans	10 ans	100 ans
Q (m³/s) Ajustement de Gumbel	52	72	130

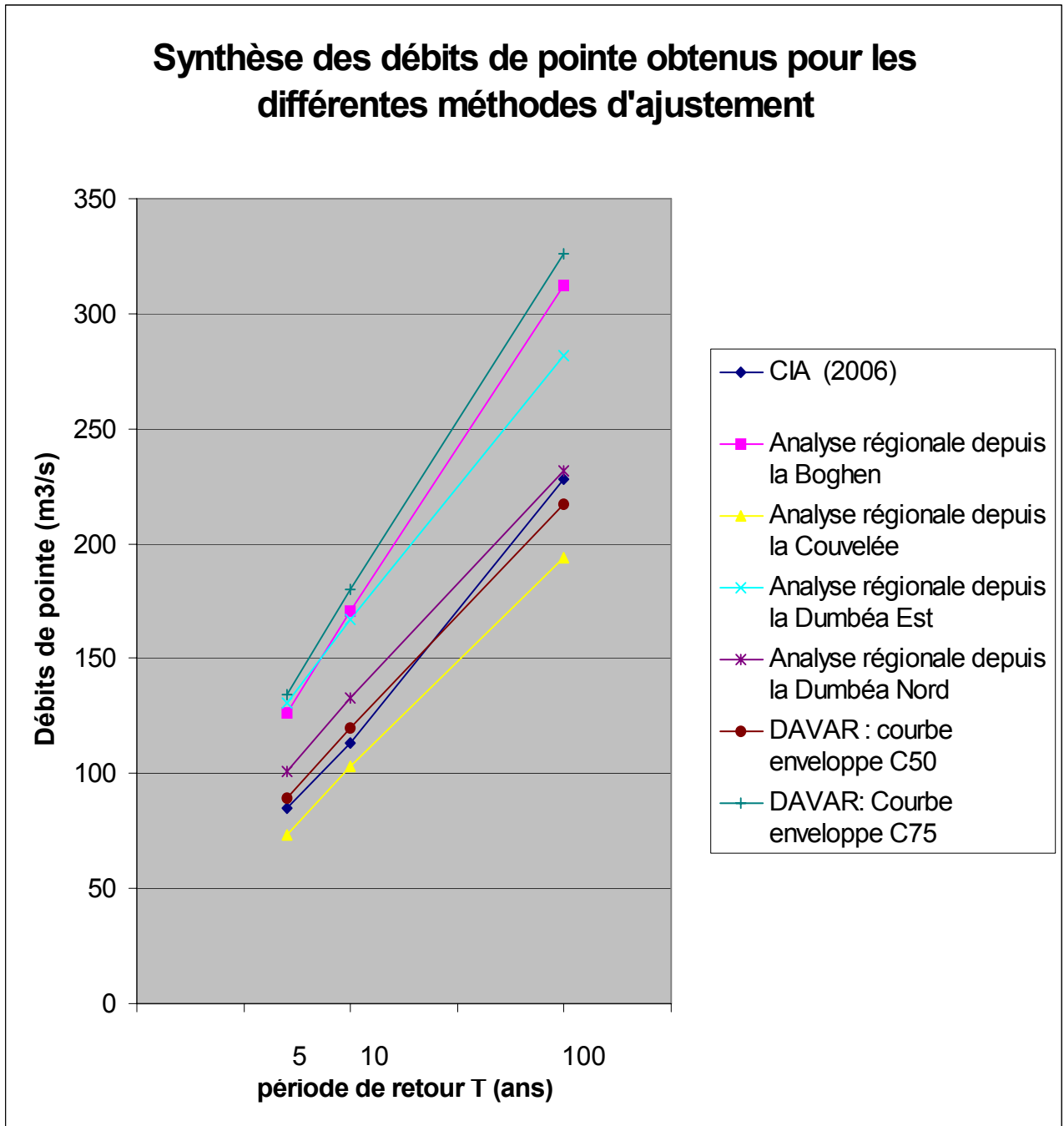
III.5. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Présentation des résultats obtenus par les différentes méthodes

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les valeurs des débits de projet obtenues par les différentes méthodes. Les débits de projet calculés lors de l'étude HYDREX de 1997 étant visiblement largement sous évalués n'ont pas été inclus au graphique.

Méthode	Bassin versant (km ²)	Débits (m ³ /s)			Débits spécifiques (m ³ /s)		
		Période de retour (années)			Période de retour (années)		
		5	10	100	5	10	100
Rationnelle	7.1	85	113	228	11.97	15.92	32.11
DAVAR : courbe enveloppe C50	7.1	89	120	217	12.53	16.90	30.56
DAVAR : courbe enveloppe C75	7.1	134	180	326	18.87	25.35	45.92
Analyse régionale depuis la Boghen.	7.1	126	171	312	17.75	24.08	43.94
Analyse régionale depuis la Couvelée	7.1	73	103	194	10.28	14.51	27.32
Analyse régionale depuis la Dumbéa Est	7.1	131	167	282	18.45	23.52	39.72
Analyse régionale depuis la Dumbéa Nord	7.1	101	133	232	14.22	18.73	32.6

Comparaison des débits de pointe obtenus par différentes méthodes



Comparaison graphique des débits de pointe obtenus par les différentes méthodes

Analyse critique des résultats

Méthode rationnelle (CIA)

Cette méthode donne des valeurs de débit souvent maximalistes pour les petits bassins versants. Elle est également affectée par de grandes incertitudes sur les coefficients de ruissellement (C) et sur les temps de concentration (Tc) à retenir. Elle est toutefois bien adaptée à l'estimation des débits des petits bassins versants tels que celui de la Tonghoué.

Analyse régionale

On constate que les résultats sont très disparates. Les analyses régionales depuis la Dumbéa Nord et la Couvelée fournissent probablement les résultats les plus réalistes.

Analyse hydrométrique et hydrologique de la DAVAR

Ces méthodes permettent de donner l'enveloppe à l'intérieur de laquelle doivent se trouver les débits de pointe sur la Tonghoué. Etant donné sa faible altitude et sa pluviométrie moyenne, comparée aux bassins versants utilisés pour réaliser l'analyse régionale, il est raisonnable de penser que les débits de la Tonghoué sont dans la fourchette basse des débits estimés par cette méthode (courbe enveloppe C50).

Conclusion

Etant donné l'altitude et la pluviométrie relativement faibles du bassin versant de la Tonghoué, les méthodes d'ajustement régional et les courbes enveloppes de la DAVAR fournissent des valeurs qui semblent élevées. Nous proposons donc de retenir au vu du graphique précédent les valeurs de débit de projet obtenues par la méthode CIA.

Toutefois, en raison des incertitudes importantes liées à la fois aux données de base et aux méthodes d'estimation des débits, nous avons affecté ces derniers d'un intervalle de validité dont la marge supérieure correspond aux débits estimés à l'aide de l'analyse régionale effectuée depuis la Dumbéa Est et la marge inférieure à ceux estimés à l'aide de l'analyse régionale effectuée depuis la Couvelée.

Une analyse de sensibilité sera réalisée en phase 2 de façon à déterminer l'impact de ces variations de débit sur les résultats de modélisation (en terme de vitesse, hauteur d'eau et étendue de la zone inondable). A la suite de cette analyse, un débit unique sera retenu pour chaque période de retour.

Les débits de projet suivants pour la zone d'étude seront donc retenus par la suite :

$$Q5 = 90 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (de 73 à 130 m}^3/\text{s)}$$

$$Q10 = 120 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (de 103 à 160 m}^3/\text{s)}$$

$$Q100 = 230 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (de 194 à 282 m}^3/\text{s)}$$

Nota : Le rapport $Q100/Q5$ (entre deux valeurs de débit situées en bas, au milieu ou en haut de l'intervalle de validité) varie de 2.17 à 2.66.

Le rapport $Q100/Q10$ (entre deux valeurs de débit situées en bas, au milieu ou en haut de l'intervalle de validité) varie de 1.76 à 1.91.

Ces valeurs, cohérentes avec celles préconisées dans la note technique de la DAVAR de février 2006 « Courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie La Foa – La Coulée » ($Q100/Q5 = 2.44$ et $Q100/Q10 = 1.81$), permettent de valider les méthodes utilisées.

III.6. ESTIMATION DU DEBIT DE LA CRUE DU 2 OCTOBRE 2001

Afin d'estimer le débit de pointe de la crue du 2 octobre 2001, nous avons passé commande à Météo France d'une étude permettant de déterminer l'intensité maximale de la pluie dans le secteur de la Tonghoué sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant (0.65 heures). Cette étude est fournie en annexe 2.

En terme de pluviométrie, il est tombé lors de cet épisode pluvieux entre 180 mm (poste de Koutio) et 195.1 mm (poste de Tonghoué). Cette pluviométrie est proche de celle observée aux postes de Dumbéa-Nord (190 mm), et inférieure à celle enregistrée aux postes de Dumbéa-Koé (241.8 mm) et Namié 3 (248.9 mm).

Les intensités maximales en 30 minutes varient beaucoup d'une station à l'autre, pas forcément de manière proportionnelle à la pluviométrie totale de l'événement pluvieux.

L'intensité mesurée au poste de Dumbéa-Nord paraît ainsi faible par rapport à celle mesurée aux autres postes. Au vu des intensités et des pluviométries, nous avons choisi de retenir une intensité maximale de pluviométrie intermédiaire entre celle des postes de Dumbéa, Koé et Nouméa.

Pour une durée de pluie de 30 minutes, on peut donc considérer une hauteur précipitée moyenne de 38.7 mm. Sachant qu'il est tombé 42 mm à Dumbéa Koé, on peut considérer qu'en affectant la valeur d'intensité de pluie calculée au poste de Dumbéa Koé d'un coefficient d'abattement de 0.92, on obtient une valeur applicable à l'ensemble du bassin versant de la Tonghoué.

On obtient pour une durée de 0.65 heures, une quantité de pluie tombée de 48.9 mm, soit une intensité de 75.2 mm/h.

Par le biais de la méthode rationnelle (coefficient de ruissellement de 0.7), le débit de pointe de la crue du 2 octobre 2001 serait donc d'environ 104 m³/s, valeur retenue par la suite pour le calage du modèle sur cet évènement

La période de retour d'une telle crue serait de l'ordre de 5 à 10 ans, ce qui apparaît cohérent avec la période de retour des intensités de pluie sur 0.65 heures.

III. TOPOGRAPHIE

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

III.1. DONNEES EXISTANTES

Profils existants

En 1997, une modélisation hydraulique de la Tonghoué aval avait été réalisée par HYDREX. Les profils levés lors de ces investigations ont été partiellement réutilisés dans le cadre de la présente étude.

Plans de récolement

Afin de limiter le nombre de profils en travers à lever et de préciser d'une façon générale l'extension des zones inondables, nous avons collecté les plans de récolement disponibles sur la commune.

III.2. LAISSES DE CRUE

L'enquête historique de crues (DAVAR, 2004) répertorie de nombreux repères de crue. Nous avons chaque fois que cela était possible et pertinent fait passer les profils en travers par ces repères de crue de façon à caler le modèle hydraulique de manière précise.

III.3. VISITES DE TERRAIN

Une fois toutes les données pouvant influencer sur le positionnement des profils prises en compte (urbanisations actuelle et future, profils existants, laisses de crue), les profils ont été implantés lors de plusieurs visites de terrain en fonction des singularités hydrauliques constatées sur place.

Le programme de levés ainsi établi a été transmis au maître d'ouvrage (la Province Sud) puis validé par le comité de pilotage. Il est fourni en annexe 1.

III.4. CAMPAGNE DE LEVES TOPOGRAPHIQUES

Travail effectué et rendu

La campagne de levés topographique a eu lieu de novembre 2006 à janvier 2007. Les levés ont été réalisés conformément au plan d'implantation pour un linéaire total de 8600 ml.

Les profils en travers ont été fournis sous format informatique à la DEPS. Ils sont à l'échelle du 1/100ème en altimétrie et à l'échelle du 1/500ème en planimétrie.

Principales observations

La comparaison des anciens et des nouveaux profils en partie basse de la Tonghoué met en évidence les remblaiements effectués en lit majeur depuis 1997, en deux points :

- En rive gauche, à l'amont de la RT1, remblaiement pour la mise hors d'eau de terrains de sport ;
- En rive gauche, au sud du lotissement Palmiers II, sur les terrains devant être occupés prochainement par le lotissement Palmiers III.

IV. CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

IV.1. CONSTRUCTION DU MODELE

Géométrie

Le modèle hydraulique a été élaboré sur la base des profils en travers levés lors de la présente campagne topographique, des profils levés lors de l'étude Hydrex en 1997, et des plans de récolement disponibles. Pour les besoins de la modélisation, certains profils ont été extrapolés en partie ou en totalité à partir des données existantes (fond de plan au 1/2000^{ème}).

Les profils en travers et ouvrages modélisés sont localisés sur la planche 3. Ce plan présente également les laisses de crues de l'évènement de 2001 qui a servi au calage du modèle.

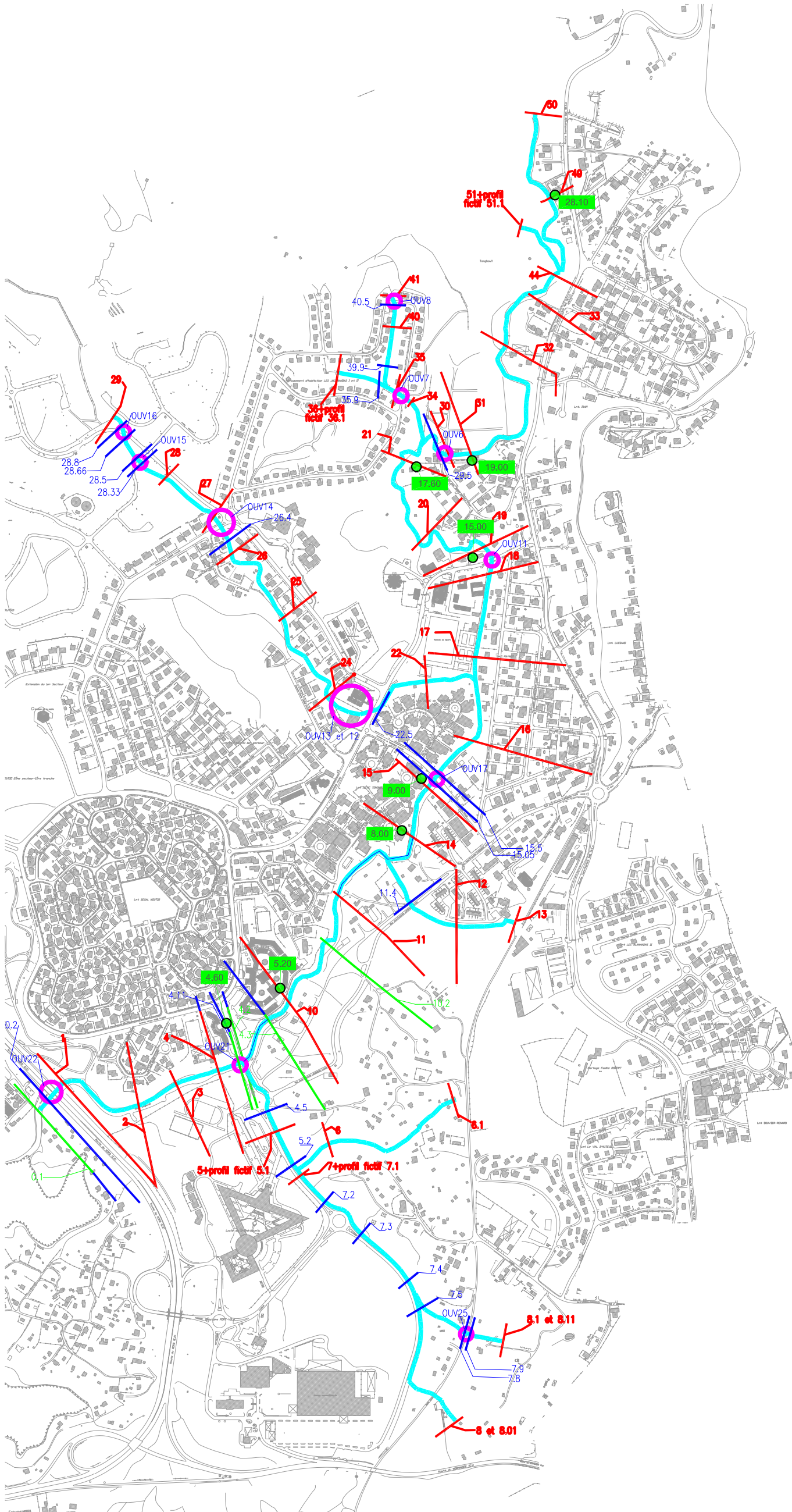
Le bassin versant de la Tonghoué a été divisé en 23 sous-bassins versants (cf. planche 2). Le débit de ces sous-bassins versants a été calculé sur la base du débit spécifique de la Tonghoué. Le tableau fourni en annexe 3 détaille la surface de chaque bassin versant et le débit associé pour les crues de période de retour 5,10 et 100 ans. Les débits de ces bassins versants ont été injectés dans le modèle hydraulique soit directement au nœud qui représente physiquement l'exutoire de ce sous bassin quand cela est possible, soit au profil correspondant au centre de gravité du sous bassin versant.

L'architecture du modèle hydraulique, la numérotation des tronçons modélisés et les emplacements des injections des sous-bassins versants sont présentés sur le synoptique du modèle hydraulique en planche 4.

Le linéaire modélisé porte sur la Tonghoué en amont des premières habitations existantes jusqu'à son embouchure, et également sur les thalwegs et affluents principaux à savoir :

- Les thalwegs et fossés du lotissement Jacarandas 1 (sous bassins versants : 7, 8, 9 et 10 et tronçons 4.1, 4.2, et 4.1.1) ;
- Le thalweg du « Pic aux Chèvres » qui traverse le lotissement Jacarandas 2 et FSH 1 (sous bassins versants : 6 et 11 et tronçon 3.1) ;
- Les fossés de la VU128 (tronçons 1.1 à 1.1.1.2) et quelques petits thalwegs à ciel ouvert ;
- Les fossés et/ou réseaux et les fonds de vallées urbanisés où aucun lit mineur n'est formé n'ont pas été modélisés (lotissement Giozzi, Les Pins) dans la mesure où leurs caractéristiques sont trop chaotiques pour qu'un modèle soit représentatif des écoulements.

PLANCHE 3 : Plan des profils modélisés



LEGENDE






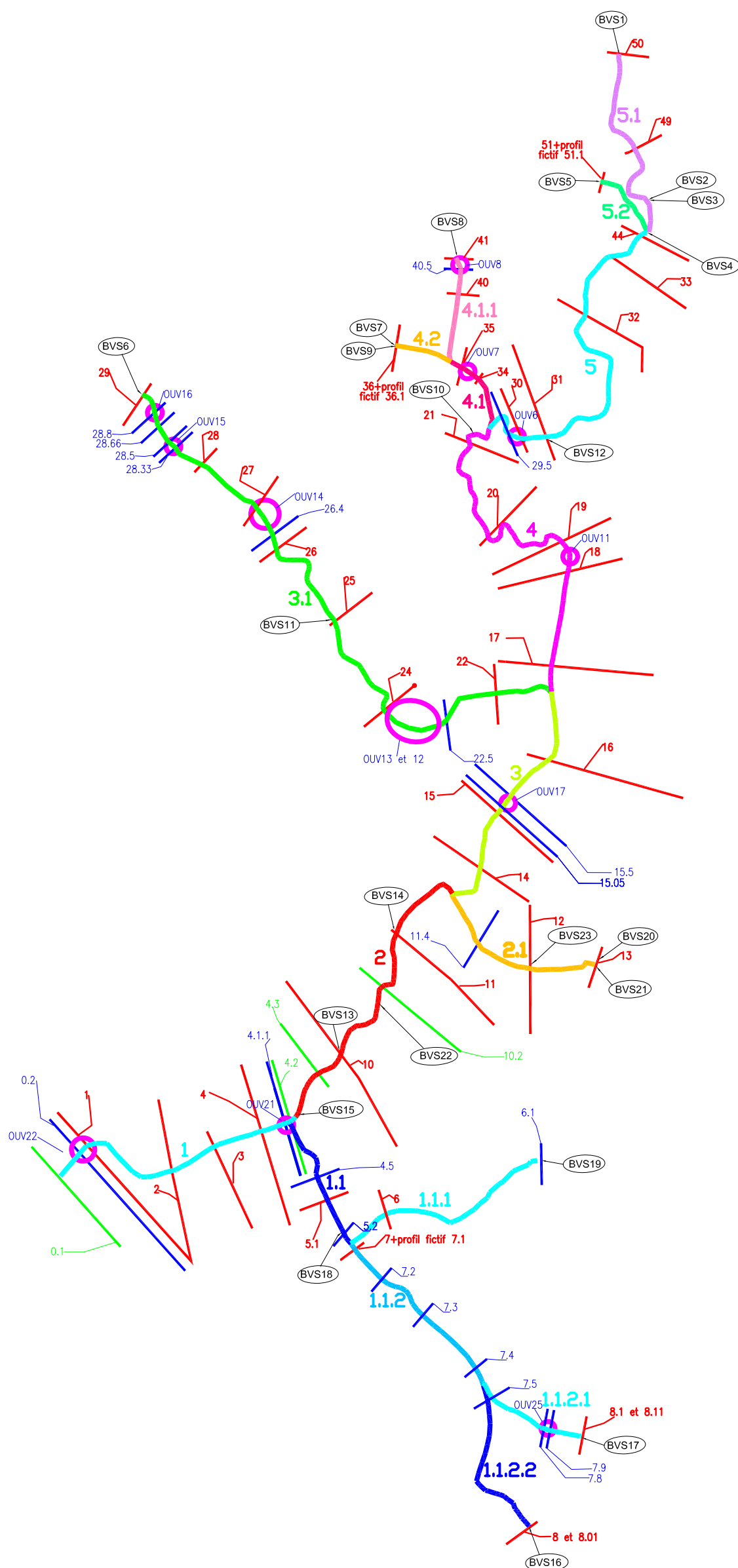






-  Ouvrages modélisés
-  Profils levés par géomètres en 2006
-  Profils levés lors de l'étude hydrox (1997)
-  Autres profils fictifs ou établis à partir des plans de relement
-  Laises de crue (2001)

PLANCHE 4 : Synoptique du modèle hydraulique



LEGENDE

-  Point d'injection du débit généré par le bassin versant i
-  Ouvrages modélisés
-  Profils levés par géomètres en 2006
-  Profils levés lors de l'étude hydrex (1997
-  Autres profils fictifs ou établis à partir des plans de recolement
- 1.1.2.2**  Biefs

Un fonctionnement hydraulique particulier est à noter au niveau de l'affluent 2.1 et de la Tonghoué entre les profils 14 à 10.

La route en rive gauche de la Tonghoué (rue JF Lapeyrouse) fait en effet office de digue et contient les écoulements de la Tonghoué. En crue centennale, des débordements par-dessus cette route peuvent apparaître mais restent limités à quelques points bas sur cette voirie. Des ouvertures (franchissements de fossés) permettent cependant une communication entre cette zone derrière la route et la Tonghoué.

L'affluent 2.1 peut déverser fréquemment (crue < 5ans) en rive gauche sur ce secteur (entre les profils 12 et 11.4) dans la mesure où sa ligne d'eau est totalement contrôlée par celle de la Tonghoué à sa confluence. La Tonghoué « remonte » en effet dans l'affluent pour déverser derrière cette route. Un écoulement se produit alors sur cette zone (entre les profils 11 et 10). Ces écoulements rejoignent la Tonghoué par les ouvertures existantes sous cette voirie.

Le fonctionnement de ce secteur étant complexe à modéliser par une approche 1D simplifiée, il a été décidé d'appliquer les cotes de la Tonghoué dans cette zone, dans la mesure où les échanges présents permettent un équilibre des niveaux d'eau.

La cote de l'affluent au profil 11.4 étant en réalité la cote de la Tonghoué à la confluence, le niveau d'eau au droit de ce profil a donc été fixé dans le modèle à la cote atteinte à la confluence. L'ouvrage de franchissement en amont du profil 11.4 n'a pas été intégré dans le modèle dans la mesure où son incidence est limitée car le niveau d'eau en amont et en aval de cet ouvrage est contrôlé par la cote de la Tonghoué.

Coefficients de Strickler

Les coefficients de Strickler varient entre 12 et 20 en lit mineur, 5 et 10 en lit majeur. Leur affectation et ajustement seront présentés dans le paragraphe suivant relatif au calage du modèle.

Conditions aux limites

Conformément au cahier des charges de la présente étude, la condition limite aval de la Tonghoué est fixée par les niveaux de la marée, à savoir :

- Pour les crues théoriques 5 et 10 ans ainsi que la crue d'octobre 2001 (de période de retour estimée entre 5 et 10 ans) : Niveau 1.10 m NGNC ;
- Pour la crue centennale : Niveau 1.40 m NGNC.

Pour les affluents, la condition aval est fixée par la hauteur d'eau dans le tronçon qui collecte l'affluent.

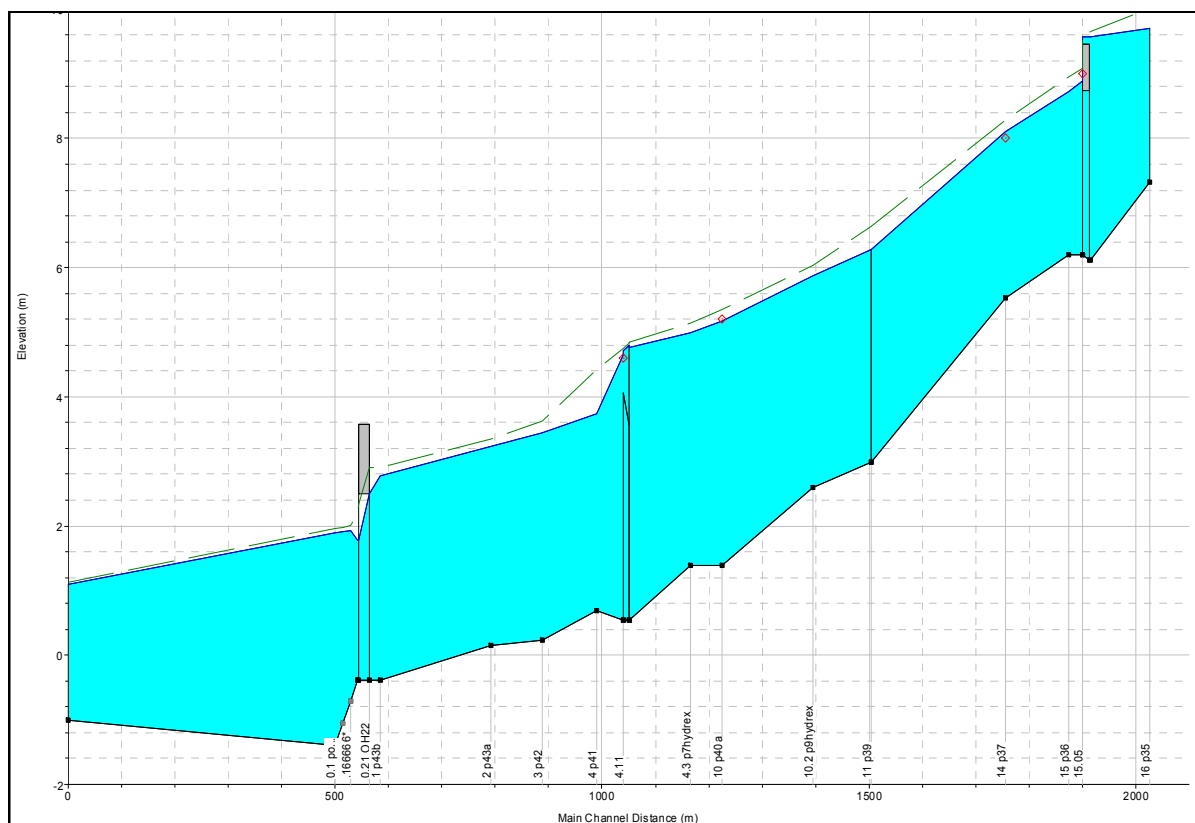
IV.2. CALAGE DU MODELE

Le calage a été effectué sur la crue d'Octobre 2001, dans la mesure où de nombreuses laisses de crues sont répertoriées (cf. annexe 4 et planche 3). Cette crue étant relativement récente, peu de modifications des lits mineurs et majeurs sont susceptibles d'avoir été apportées. D'autre part, cette crue constitue une des crues historiques les plus importantes où des témoignages ont pu être recensés (avec la crue Anne de 1988 et Colleen de 1969). Le débit de la crue d'Octobre 2001 a été estimé à 104 m³/s. Le modèle n'a pas été calé sur la crue d'avril 92, estimée à 75 m³/s (« Etude hydraulique de la Tonghoué aval – HYDREX – 1997 ») et qui a servi au calage du modèle de cette étude, dans la mesure où peu de laisses sont existantes mais également car la géométrie a vraisemblablement évolué au vu de l'urbanisation croissante de ce secteur. Le débit de cette crue avait été estimé par le biais du modèle hydraulique.

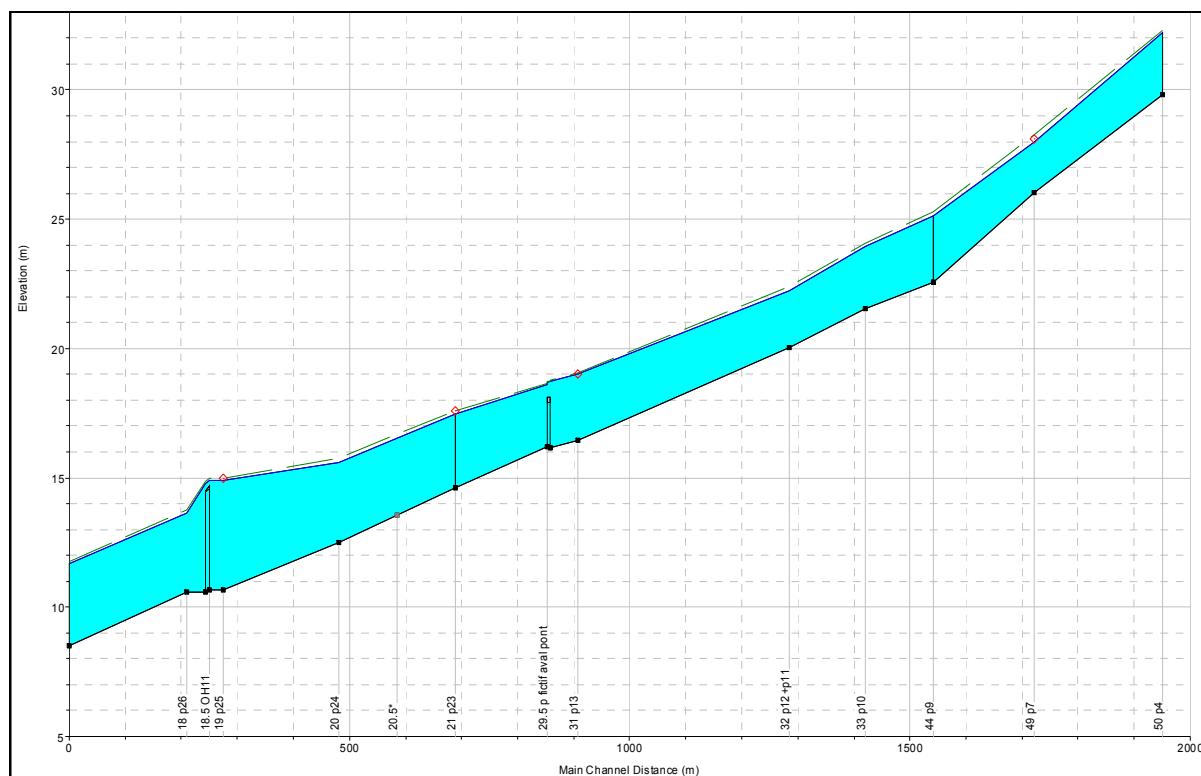
Résultats du calage sur la crue de 2001

Sur la base des considérations et hypothèses précédemment évoquées, cette crue théorique a fait l'objet de simulations itératives en faisant évoluer les coefficients de Strickler pour s'ajuster aux laisses de crues existantes. Les profils des lignes d'eau présentent les résultats de ce calage.

A noter que sur les lignes d'eau présentées, la ligne noire correspond au point bas du fond du lit mineur et la ligne verte pointillée à la charge hydraulique. Les laisses de crues correspondent aux symboles en forme de losange.



Tonghoué aval (profil 16 à 0.1) : Ligne d'eau modélisée de la crue de 2001



Tonghoué amont (profil 50 à 17) : Ligne d'eau modélisée de la crue de 2001

Le tableau ci-après présente la comparaison entre les lignes d'eau et de charge et les cotes observées.

Localisation	Laisse de crue (m NGNC)	Cote modélisée (m NGNC)	Charge hydraulique (m NGNC)	Différence : Cote simulée – observée
Profil 4.1	4.60	4.65	4.75	+5 cm
Profil 10	5.2	5.17	5.35	- 3 cm
Profil 14	8.0	8.11	8.28	+11 cm
Profil 15.05	9.0	8.89	9.09	- 11 cm
Profil 19	15.0	14.91	14.97	-9 cm
Profil 21	17.60	17.46	17.60	-14 cm
Profil 31	19.0	19.02	19.07	+2 cm
Profil 49	28.10	27.97	28.27	- 13 cm

L'analyse de ces résultats et des lignes d'eau simulées laisse apparaître un calage satisfaisant du modèle ainsi construit, avec une erreur de l'ordre de 5 à 15 cm, erreur dans la fourchette de précision des laisses de crues recensées.

Sur sa partie amont (tronçons 4, 5 et 5.1), le lit mineur de la Tonghoué est très chaotique, avec la présence de blocs décimétriques, de racines, de petites chutes et une ripisylve dense. La pente est marquée (entre 1 et 1.7 %). Le coefficient de Strickler du lit mineur a donc été fixé à 12.5. En aval de sa confluence avec le tronçon 3.1, le bassin versant drainé devient plus important et le lit mineur s'élargit, devient plus régulier, même si la présence d'herbes hautes et d'atterrissement ponctuels peut être à noter. Les conditions d'écoulement sont donc meilleures. La pente varie entre 0.3 et 0.8 %. Le coefficient de Strickler du lit mineur a donc été fixé à 20 pour les tronçons aval 3, 2 et 1.

D'un point de vue sécuritaire, le coefficient de Strickler des lits mineurs des affluents a été fixé à celui de la Tonghoué amont soit 12.5.

En ce qui concerne l'écoulement en lit majeur, il est à noter tout au long de son parcours une urbanisation dense du lit majeur avec la présence de clôtures, bâti, remblais ponctuels. Dans ces zones urbanisées le coefficient de Strickler est fixé à 5.

En rive gauche et en aval du profil 14, le lit majeur est plus dégagé et plus naturel. Sur ce secteur, le coefficient de Strickler est fixé à 10.

Fonctionnement de la Tonghoué pour la crue de 2001

D'une manière générale, l'écoulement de la Tonghoué est fluvial sur l'ensemble du linéaire modélisé, hormis au droit de certains ouvrages de franchissement submergés. Sur la quasi-totalité des sections, des débordements en lit majeur sont à constater. D'amont en aval, le fonctionnement des ouvrages de franchissement est décrit ci-après :

- L'ouvrage (dalot) de la rue Dumont-Durville (OUV 6) est entièrement submergé sous une lame d'eau d'environ 60 cm ;
- L'ouvrage (dalot) de la VU 4 (OUV 11) est entièrement submergé sous une lame d'eau d'environ 20 cm, et provoque de ce fait une légère surélévation amont de la ligne d'eau sur un secteur présentant des enjeux ;
- Le pont de l'avenue de la Tonghoué (OUV 17) est également submergé avec 10 cm d'eau sur la route. Ce pont provoque également des pertes de charge importantes et engendre une surélévation de la ligne d'eau amont estimée, en amont immédiat du pont, à environ 60 cm ;
- Le pont de la VU 128 (OUV 21) est submergé d'environ 30 cm au niveau de l'ouvrage avec une hauteur d'eau pouvant atteindre 1,40 m au niveau du point bas de la route ;
- Le pont sur la Savexpress est à la limite de la mise en charge avec une ligne d'eau qui atteint le dessous du tablier du pont.

V. MODELISATION DES CRUES 5, 10 ET 100 ANS

Les résultats des simulations réalisées sont fournis en annexe 5.

V.1. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 5 ANS

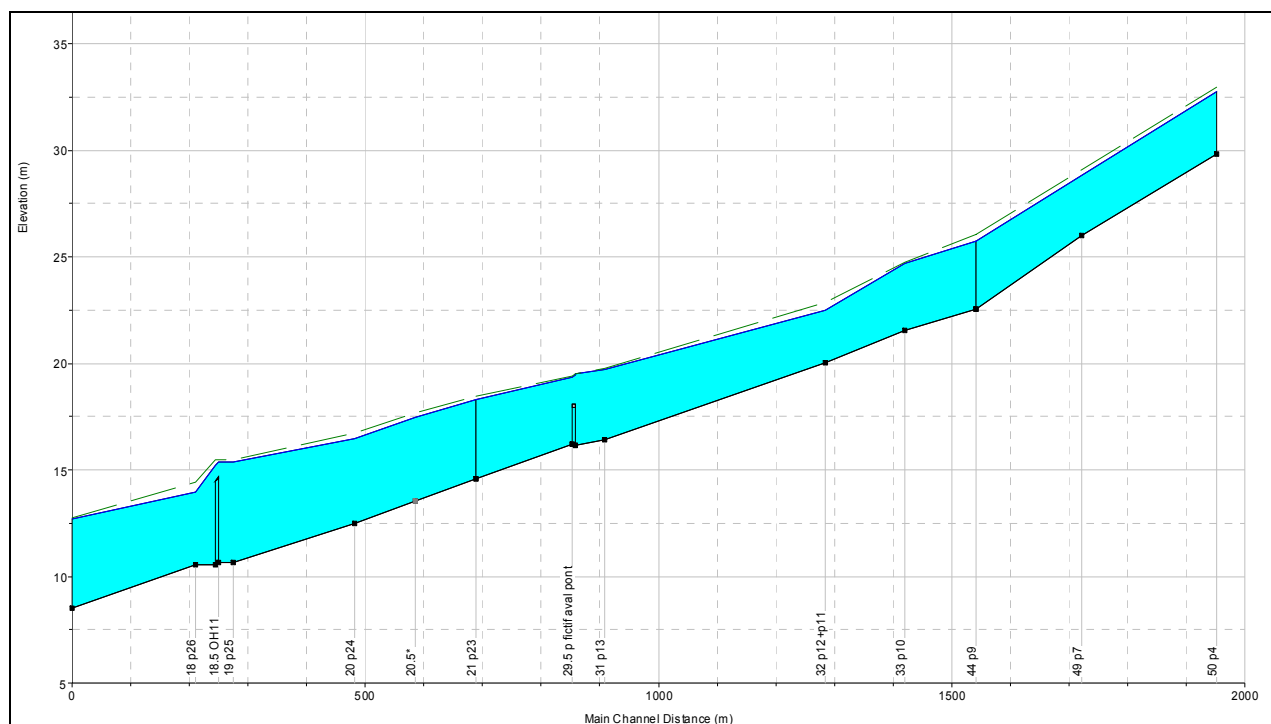
La crue de période de retour 5 ans a été modélisée avec le débit de $90 \text{ m}^3/\text{s}$. La ligne d'eau est en moyenne d'environ 15 cm inférieure à celle de la crue de 2001.

V.2. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS

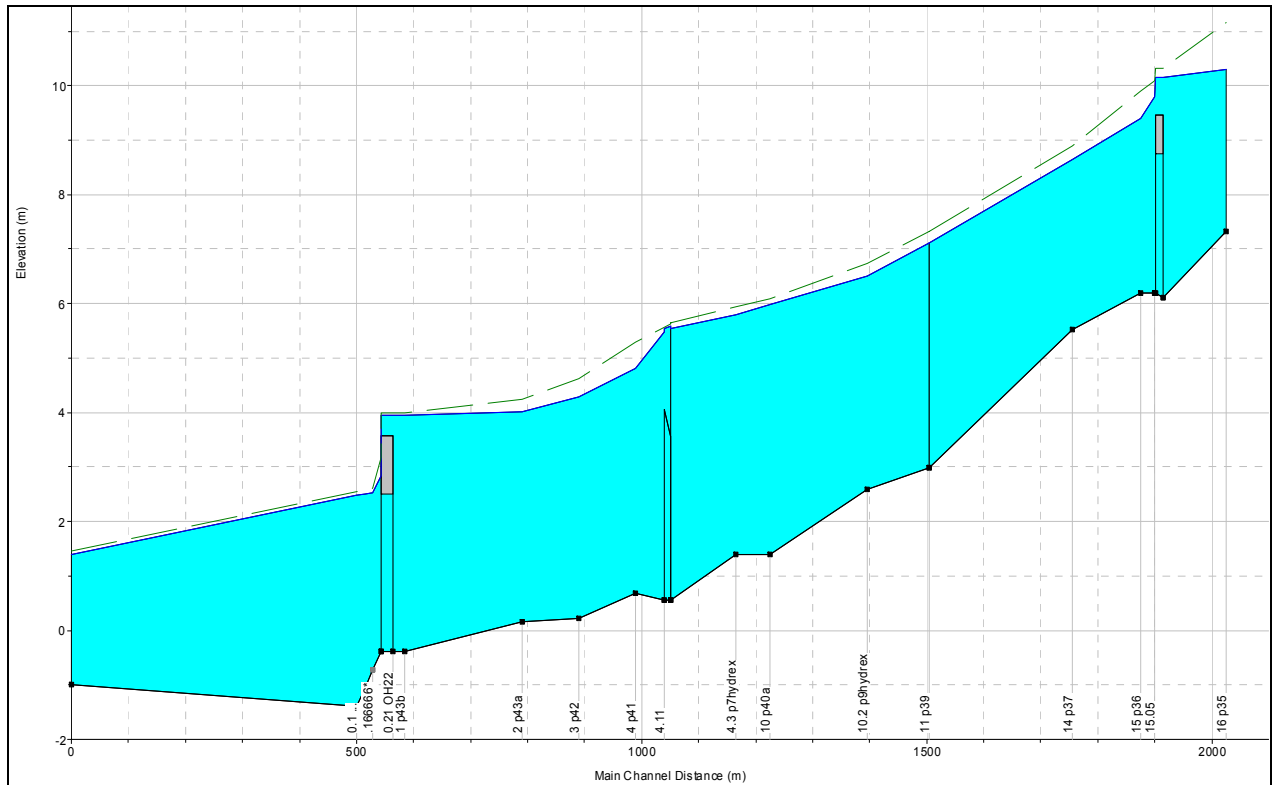
La crue de période de retour 10 ans a été modélisée avec le débit de $120 \text{ m}^3/\text{s}$. La ligne d'eau est en moyenne d'environ 13 cm supérieure à celle de la crue de 2001.

V.3. CRUE DE PERIODE DE RETOUR 100 ANS

La crue de période de retour 100 ans a été modélisée avec le débit de $230 \text{ m}^3/\text{s}$. La ligne d'eau est en moyenne d'environ 75 cm supérieure à celle de la crue de 2001 avec ponctuellement, au droit des ouvrages submergés, des différences plus conséquentes. Les lignes d'eau modélisées de cette crue sont présentées ci-après :



Tonghoué amont (profil 50 à 17) : Ligne d'eau modélisée de la crue 100 ans



Tonghoué aval (profil 16 à 0.1) : Ligne d'eau modélisée de la crue 100 ans

Le tableau ci-après présente les cotes de la crue centennale au droit des différents profils sur la Tonghoué. En ce qui concerne les affluents, les résultats et cotes atteintes sont présentés en annexe 5.

Profil	Ligne d'eau (m NGNC)	Profil	Ligne d'eau (m NGNC)
50	32.77	15.05	9.8
49	28.84	15	9.39
44	25.73	14	8.64
33	24.68	11	7.12
32	22.48	10.2	6.51
31	19.74	10	5.98
30	19.49	4.3	5.81
29.5	19.36	4.2	5.55
21	18.32	4.11	5.48
20	16.49	4	4.8
19	15.37	3	4.29
18	13.95	2	4.01
17	12.72	1	3.95
16	10.3	0.2	2.85
15.5	10.16	0.1	2.48

V.4. FONCTIONNEMENT DE LA TONGHOUE ET DES SES AFFLUENTS

Les différentes simulations permettent de mettre en évidence, les constats suivants, principalement en ce qui concerne les mises en charge et submersion des ouvrages présents.

- Le pont sur la Savexpress se met en charge dès la crue décennale. Des débordements se produisent sur la route pour la crue centennale (entre 20 et 40 cm d'eau sur la route) ;
- Le pont de l'avenue de Koutio (VU 128) est submergé dès la crue quinquennale ;
- Le pont de l'avenue de la Tonghoué se met en charge à partir d'une crue quinquennale et est submergé pour une crue décennale ;
- Le pont de l'avenue d'Auteuil est submergé pour la crue quinquennale ;
- Les fossés longeant l'avenue de Koutio au droit de la médiathèque débordent dès la crue quinquennale ;

- Les ouvrages sur le fossé du lotissement Jacarandas I se mettent en charge pour les plus fortes crues sans débordements ;
- L'ensemble des ouvrages sur le fossé du lotissement Jacarandas II (bief 3.1) est submergé pour la crue décennale voire pour la crue quinquennale ;

VI. ANALYSE SOMMAIRE DE SENSIBILITE AUX INCERTITUDES

VI.1. SENSIBILITE AUX VARIATIONS DU DEBIT

Afin de tester l'influence de la fourchette d'incertitude du débit centennal de la Tonghoué sur la ligne d'eau modélisée, des simulations avec les valeurs extrêmes de cette fourchette (valeur basse de 194 m³/s et valeur haute de 282 m³/s) ont été réalisées. Les lignes d'eau de ces modélisations sont présentées en annexe 6 en comparaison de la ligne d'eau centennale.

Il ressort de cette comparaison une variation moyenne de la ligne d'eau avec les valeurs extrêmes de cette fourchette de ± 20 cm par rapport à la ligne d'eau centennale. Cette variation et donc cette sensibilité du modèle aux variations de débit est non négligeable mais reste toutefois dans les gammes de précision du modèle.

VI.2. SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE LA RUGOSITE

Une variation de ± 20 % des coefficients de Strickler traduisant la rugosité et donc les pertes de charges linéaires par frottement a été testée. (S bas : Strickler initiaux -20%, S haut : Strickler initiaux +20%). Les lignes d'eau de ces modélisations sont présentées en annexe 6 en comparaison de la ligne d'eau centennale.

Cette variation engendre une variation moyenne de ± 20 cm de la ligne d'eau par rapport aux coefficients qui ont permis le calage du modèle. Le constat réalisé précédemment pour les variations de débits est identique pour l'incertitude sur la rugosité.

VI.3. SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE LA CONDITION LIMITE AVAL

Une variation de la condition limite aval a été testée afin d'évaluer son impact sur la ligne d'eau modélisée. La cote aval étant fixée pour cette occurrence à 1.40 m NGNC une variation de ± 30 cm a été simulée. Les lignes d'eau de ces modélisations sont présentées en annexe 6 en comparaison de la ligne d'eau centennale.

La sensibilité du modèle aux variations de la condition aval est très minime (quelques centimètres), incidence qui se limite quoiqu'il en soit à l'aval du franchissement de la Savexpress .

VII. CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDABLE ET DES ALEAS

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

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

Les iso-hauteurs (qui représentent les classes de hauteur d'eau par incrément de 0,5 m) et iso-vitesses (classes de vitesse $> 1\text{m/s}$ ou $< 1\text{ m/s}$) ont été déterminées à partir des données issues de la modélisation et des relevés topographiques existants (plan topographique au 1/2000^{ème}).

Les iso-cotes sont également reportées sur cette cartographie et représentent l'emplacement où la cote d'inondation indiquée (crue centennale) est à appliquer.

La planche 5 présente ces informations.

VII.2. CARTE DES ALEAS

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

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

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

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

Hauteur d'eau \ Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
	$\leq 1\text{m/s}$	$> 1\text{m/s}$
$H \leq 1\text{ m}$	Moyen	Fort
$1 < H \leq 1,5\text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1,5\text{ m}$	Très fort	

Une zone d'aléa faible est également représentée sur cette cartographie correspondant au secteur compris entre la limite de la zone inondable issue de l'approche hydraulique et celle issue de l'analyse hydrogéomorphologique antérieure (CAREX Environnement, 2002).

A noter que les îlots hors d'eau de faible superficie (moins de 1 ha) mais cernés par la zone inondable ont été considérés avec un aléa similaire à celui qui l'entoure majoritairement, dans la mesure où l'évacuation et l'accessibilité est compromise par l'inondation des infrastructures et terrains alentours.

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

La cartographie des aléas est fournie sur la planche 6.

Planche 5 : Carte des iso-hauteurs, iso-vitesses et iso-cotes

Planche 6 : Carte des aléas

VIII. BIBLIOGRAPHIE

DAVAR – Février 2006 : Courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart Sud Ouest de la Nouvelle-Calédonie La Foa - La Coulée

Météo-France - Juin 2006 : Précipitations dans la région de Dumbéa

DAVAR - Juillet 2004 : Commune de Dumbéa - Enquêtes historiques de crues – rapport sur les cotes d'inondation

HYDREX - 1997 : Etude hydraulique de la Tonghoué aval

ETEC - 2004 : Etude hydraulique de la Tonghoué à proximité des Palmiers III et de la route des Palmiers

CAREX Environnement - 2004 : Atlas des cartes d'inondabilités potentielles – commune de Dumbéa

IX. ANNEXES

Annexe 1 : Levés topographiques

Annexe 2 : Etude météorologique Météo-France pour l'épisode de 2001

Annexe 3 : Débits des sous bassins versants

Annexe 4 : Laises de crues historiques

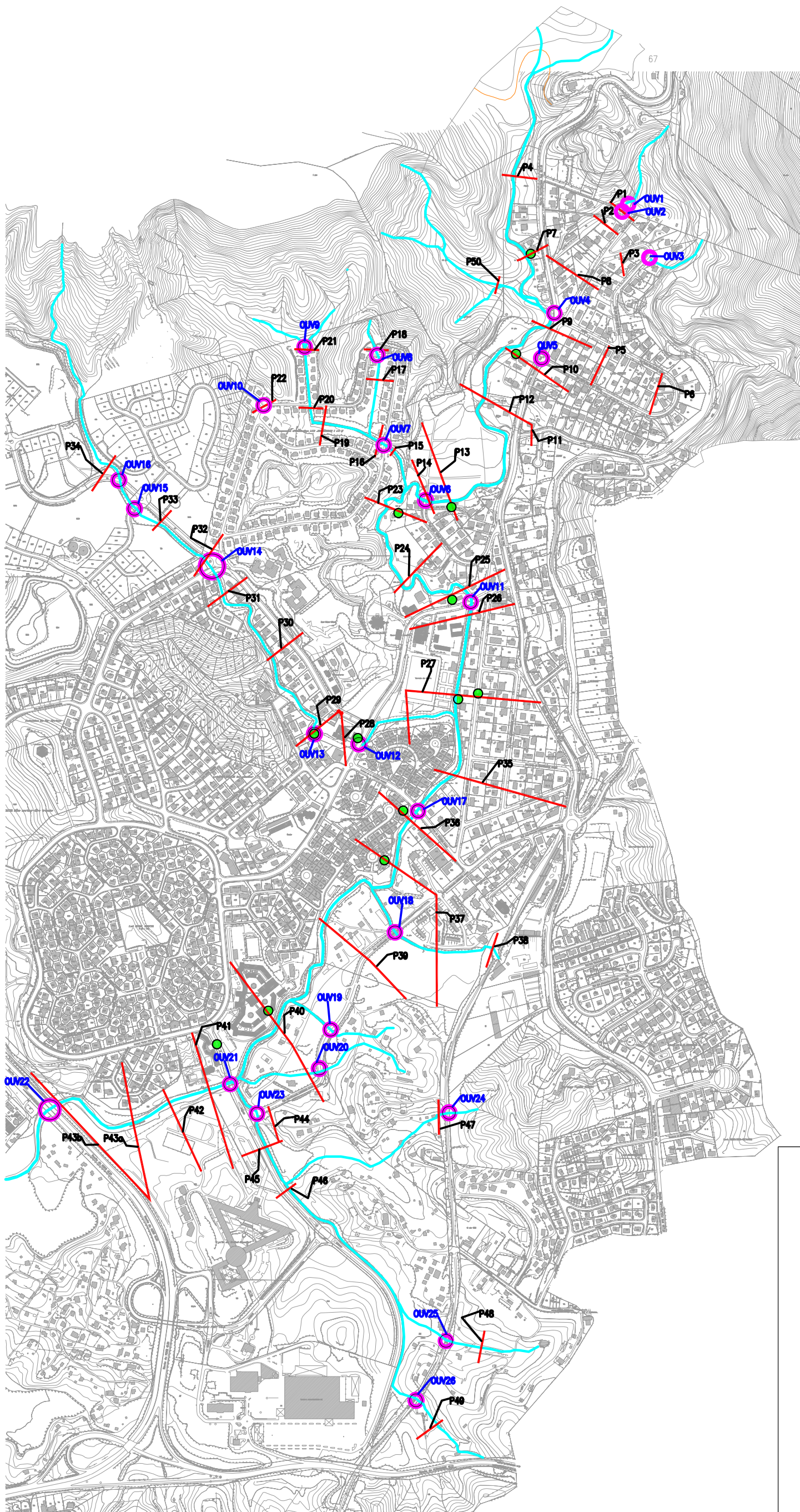
Annexe 5 : Résultats de simulation des crues 2001, 5, 10 et 100 ans

Annexe 6 : Analyse des incertitudes – Résultats de simulation sur la crue 100 ans




Annexe 1 :

Levés topographiques

ANNEXE 1 : Localisation des levés topographiques réalisés



LEGENDE

-  Laisses de crues
(1969-2003)
-  Ouvrages levés
-  Profils levés

Correspondance des profils modélisés avec les profils levés

Profil modélisé	Profil levé	Tronçon	Profil modélisé	Profil levé	Tronçon
50	P4	5.1	27	P32	3.1
49	P7		26	P31	
51	P50	5.2	25	P30	
44	P9	5	24	P29	
33	P10		22	P27	
32	P12+P11		16	P35	3
31	P13		15	P36	
30	P14	14	P37		
41	P18	4.1.1	13	P38	2.1
40	P17		12	P37	
36	P19	4.2	11	P39	2
35	P16	4.1	10	P40	
34	P15		5	P45	1.1.2.1
21	P23	4	7	P46	1.1.2.2
20	P24		8,1	P48	1.1.2
19	P25		8	P49	1.1
18	P26		4	P41	1
17	P27		3	P42	
29	P34	3.1	2	P43	
28	P33		1	P43b	

Annexe 2 :
Etude météorologique Météo-France
pour l'épisode de 2001

Précipitations du 02/10/2001 dans la région de Dumbéa Pour le compte de SOPRONER Avril 2007



Direction Interrégionale de Nouvelle-Calédonie
et de Wallis et Futuna

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

Téléphone : (687) 27 93 00

Fax : (687) 27 93 27

Rédigé par Luc Maitrepierre

Email : luc.maitrepierre@meteo.nc

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 PRÉSENTATION DE L'ÉPISODE PLUVIEUX

1.1 Situation générale

En surface, un anticyclone à 1034 hPa était centré au nord de la Nouvelle-Zélande par 35° sud et 178° ouest alors qu'une dépression à 1014 hPa était située par 22° sud et 164° est (nord-est des îles Loyauté). Une ligne de convergence s'enroulait autour de cette dépression et s'étendait du Vanuatu au sud de la Nouvelle-Calédonie. En altitude, un thalweg associé à une goutte froide (-15°C à 500 hPa) intéressait la moitié sud de la Grande-Terre dans un flux quasi nul.

Dans ce contexte, deux importants développements convectifs (orages) se sont produits durant la nuit sur la mer de Corail à 200 km au sud-ouest de Nouméa. Ils resteront quasi stationnaires et ne menaceront jamais le territoire. En deuxième partie de matinée, dans le sud immédiat de Nouméa, un orage se développe extrêmement rapidement. Il restera lui aussi quasi stationnaire, centré sur Nouméa et sa région. Au moment de son extension maximum, il s'étendra du sud de la Grande-Terre jusqu'à une ligne La Foa/Thio. Il se désagrègera en deuxième partie d'après-midi.

1.2 Précipitations observées

Les précipitations ont surtout affecté la région du "Grand Nouméa", de la vallée de Dumbéa jusqu'à Plum. On observe plus de 170 mm en 24 heures pour 6 stations (Dumbéa, Tonghoué, Nouméa, Magenta, Namié3, Boulari et Plum), le maximum étant de 242 mm dans la vallée de Dumbéa. Ces précipitations ont principalement été recueillies entre 10 heures et 18 heures, ce qui explique la montée rapide des eaux en plusieurs points de la région de Nouméa.

2 RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LES POSTES UTILISÉS

2.1 Position géographique

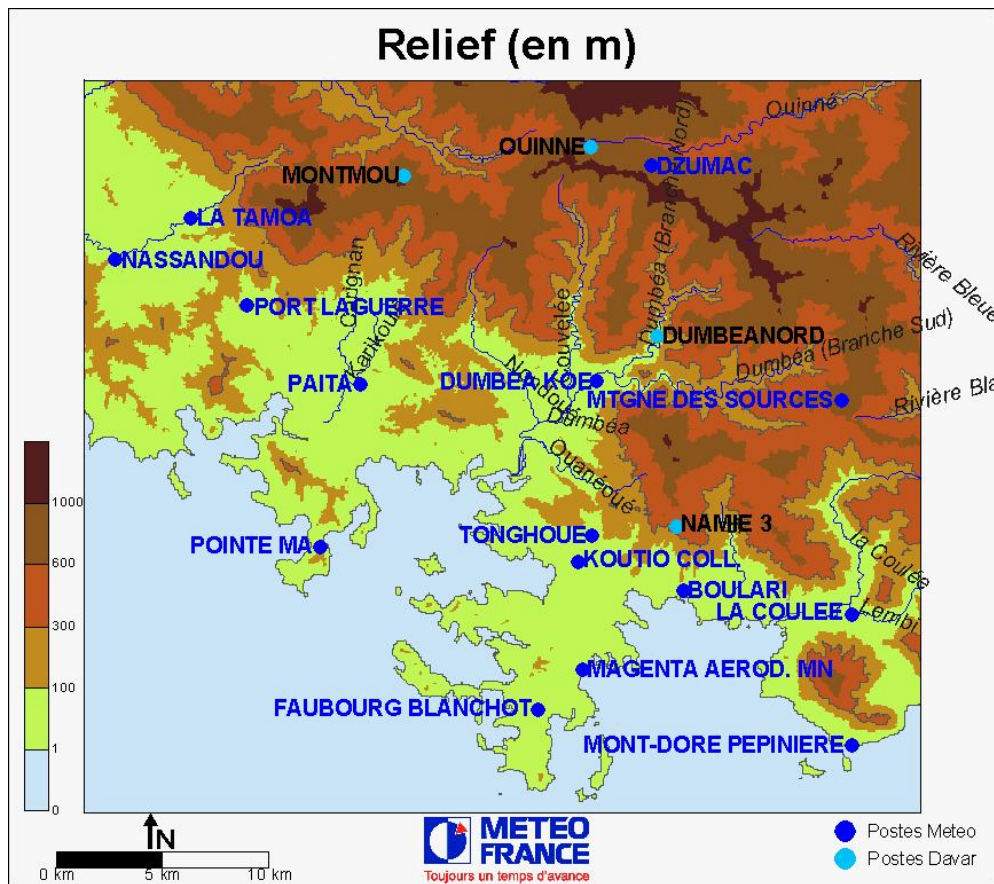


Tableau 2.1 : Position géographique des postes de la région de Dumbéa-Boulari

La zone est couverte par un nombre important de postes ce qui permet d'avoir une bonne vision de la répartition des précipitations du 2 octobre 2001. Il ne manque que le poste de Plum sur la *Carte 2.1*.

2.2 Renseignements sur les postes

Les postes de Païta, Koutio, Tonghoué, Boulari et Plum sont des postes bénévoles qui ne produisent que des données quotidiennes de précipitations.

Les postes de Nouméa, Magenta, Dzumac, La Coulée, Montagne des Sources, Dumbéa (Dumbéa Koé sur la carte), Dumbéa Nord et Namié3 enregistrent des données pluviographiques permettant le calcul des intensités de précipitations.

3 INTENSITÉS DE PRÉCIPITATIONS OBSERVÉES LORS DE L'ÉPISODE PLUVIEUX DU 2 OCTOBRE 2001 DANS LA RÉGION DE DUMBÉA-BOULARI

3.1 Précipitations quotidiennes

La zone la plus arrosée a été la région de Dumbéa-Boulari avec 190,0 mm à Dumbéa-Nord, 241,8 mm à Dumbéa, 195,1 mm à Tonghoué, 237,0 mm à Namié3 et 248,9 mm à Boulari. La presqu'île de Nouméa a été aussi très affectée par les précipitations avec 180,0 mm à Koutio, 195,8 mm à Dumbéa et 171,4 mm à Nouméa.

A partir de ce noyau très limité, on observe une décroissance des précipitations vers le nord (123,0 mm au Dzumac et 69,0 mm à Païta) et vers le sud (119,0 mm à La Coulée et 131,2 mm à la Montagne des Sources) avec cependant encore de fortes valeurs à Plum (187,0 mm).

3.2 Intensités observées

Les précipitations ont principalement été enregistrées en 6 heures. Les valeurs maximales par période d'intégration sont récapitulées dans le *Tableau 3.1*. Les valeurs les plus significatives ont été enregistrées en 6 heures avec 229,8 mm à Dumbéa et 214,2 mm à Namié3.



	Quantités maximales de précipitations pour chaque période d'intégration lors de l'épisode orageux du 2 octobre 2001 (en mm)						
	6 mn	15 mn	30 mn	60 mn	2 h	3 h	6 h
	9.8	20.4	31.0	50.2	75.4	86.0	96.8
Dumbéa-Nord	5.3	12.9	24.1	45.8	77.2	99.5	158.7
Dumbéa	10.4	25.2	42.0	74.8	139.6	178.4	229.8
Namié3	11.7	27.6	52.7	98.4	136.7	161.0	214.2
Magenta	9.4	19.8	33.2	53.0	98.4	122.6	188.8
Nouméa	10.9	21.0	35.4	61.4	92.7	110.8	170.8
La Coulée	7.5	15.0	23.5	38.5	70.5	82.0	115.5
Mt Sources	6.6	12.7	18.4	35.6	54.4	71.4	123.6

Tableau 3.1 : Intensités maximales des précipitations observées

Les précipitations ont un caractère exceptionnel pour les périodes d'intégration de 60 minutes à 6 heures. Ainsi à Namié3, les durées de retour associées à ces précipitations sont comprises de 19 ans pour 60 minutes à 48 ans pour 6 heures. A Nouméa, elles sont comprises entre 1,6 ans pour 60 minutes et 37 ans pour 6 heures.

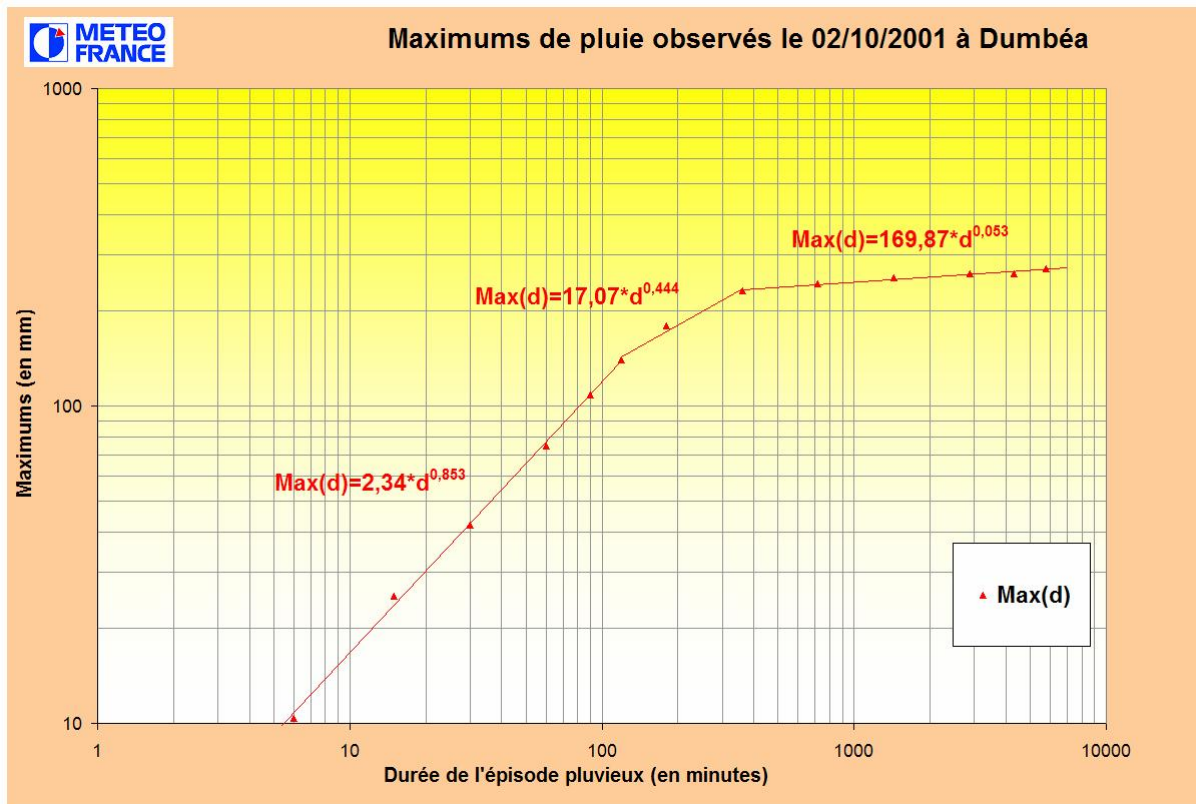
3.3 Estimation des intensités maximales pour une période d'intégration quelconque

Les intensités sont calculées à partir des données des stations automatiques pour 13 périodes d'intégrations (10 pour la DAVAR) de 6 minutes à 4 jours. Voici la liste de ces périodes d'intégrations comptabilisées en minutes : 6, 15, 30, 60, 90, 120, 360, 720, 1440, 2880, 4320 et 5760.

Pour obtenir les quantités maximales associées à une période d'intégration quelconque, il est possible de faire une interpolation linéaire entre 2 périodes d'intégration connues, mais il est plus élégant d'utiliser des droites de régression logarithmiques. Ces fonctions sont simples à utiliser à partir de la fonction :

$$\text{Pluie max} = A \cdot d^B \quad \text{avec } d = \text{durée d'intégration}$$

A et B sont les coefficients de la droite de régression sur un graphique log*log. Il faut le plus souvent réaliser 3 portions de droite pour ajuster tous les points comme le montre le *Graphique 3.1*.



Graphique 3.1 : Ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Dumbéa le 2 octobre 2001

Les paramètres d'ajustements des postes de Dumbéa, Namié3 et Dumbéa-Nord sont dans les *Tableaux 3.2, 3.3 et 3.4*.

Paramètres d'ajustement des maximums observés à Dumbéa, période : épisode pluvieux du 02/10/2001						
tels que $\text{Max}(d)=Ad^B$						
	6 min =< d =< 120 min	120 min =< d =< 360 min	360 min =< d =< 5760 min			
	A	B	A	B	A	B
Max(d)	2.338	0.853	17.074	0.444	169.866	0.053

Tableau 3.2 : Paramètres d'ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Dumbéa le 2 octobre 2001

Paramètres d'ajustement des maximums observés à Namié3-DAVAR, période : épisode pluvieux du 02/10/2001						
tels que $\text{Max}(d)=Ad^B$						
	6 min =< d =< 60 min	60 min =< d =< 360 min	360 min =< d =< 5760 min			
	A	B	A	B	A	B
Max(d)	2.238	0.926	17.694	0.425	173.277	0.038

Tableau 3.3 : Paramètres d'ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Namié3 le 2 octobre 2001

Paramètres d'ajustement des maximums observés à Dumbéa Nord-DAVAR, période : épisode pluvieux du 02/10/2001						
tels que $\text{Max}(d)=Ad^B$						
	6 min =< d =< 60 min	60 min =< d =< 360 min	360 min =< d =< 5760 min			
	A	B	A	B	A	B
Max(d)	1.006	0.934	2.775	0.689	101.996	0.080

Tableau 3.4 : Paramètres d'ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Dumbéa-Nord le 2 octobre 2001

Dans le cas qui nous intéresse, il s'agit de calculer la quantité maximale en 0,65 heure, soit 39 minutes pour l'épisode pluvieux de 2 octobre 2001.

Pour Dumbéa, nous avons $\text{Max}(39) = 2,338 * 39^{0,853}$, ce qui donne **53,2 mm**.

Si on fait une interpolation linéaire entre les valeurs de 30 minutes et 60 minutes, on obtient le résultat suivant : $\text{Max}(39) = 51,8$ mm.

Pour Namié3, nous avons $\text{Max}(39) = 2,238 * 39^{0,926}$, ce qui donne **66,6 mm**.

Si on fait une interpolation linéaire entre les valeurs de 30 minutes et 60 minutes, on obtient le résultat suivant : $\text{Max}(39) = 66,4$ mm.

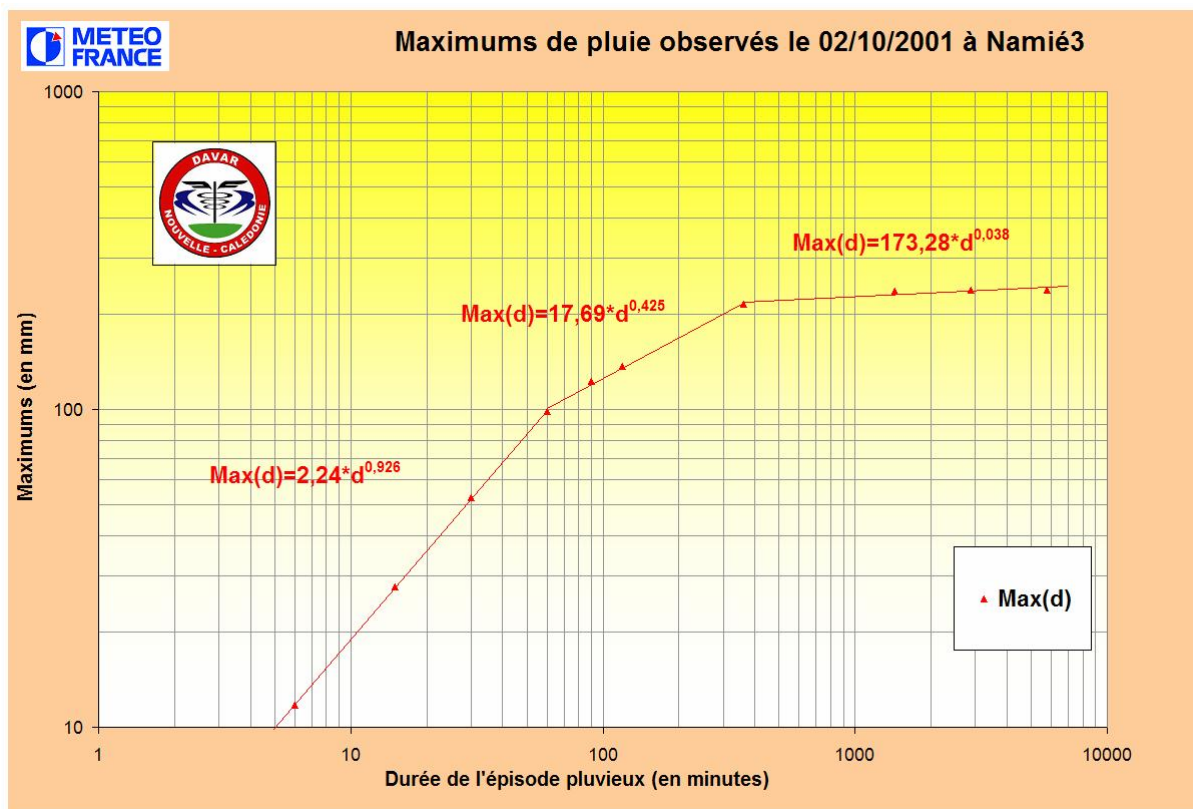
Pour Dumbéa-Nord, nous avons $\text{Max}(39) = 1,006 * 39^{0,934}$, ce qui donne **30,1 mm**.

Si on fait une interpolation linéaire entre les valeurs de 30 minutes et 60 minutes, on obtient le résultat suivant : $\text{Max}(39) = 30,6$ mm.

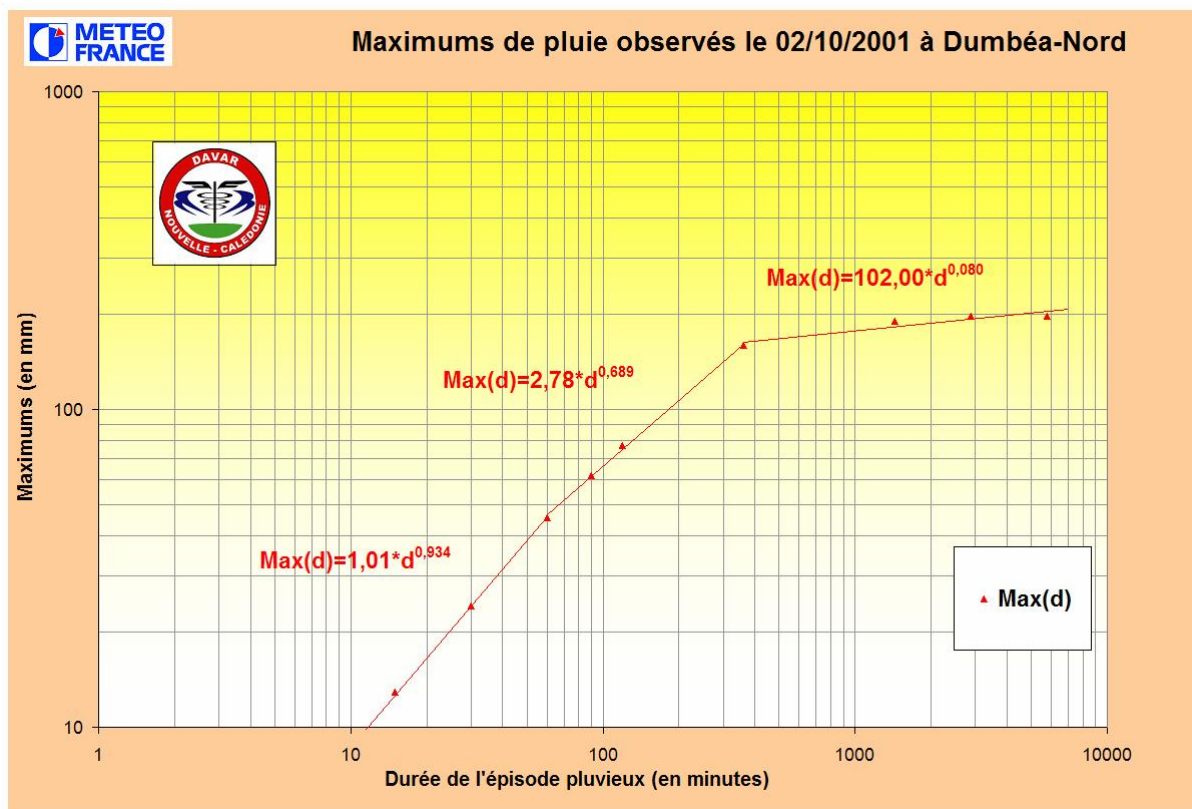
Attention de ne pas se tromper de portion d'ajustement et d'utiliser les bons coefficients A et B.

Les ajustements de Namié3 et Dumbéa-Nord se trouvent en annexe.

Annexe 1 : Ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Namié3 le 2 octobre 2001



Annexe 2 : Ajustement des intensités maximales des précipitations observées à Dumbéa-Nord le 2 octobre 2001



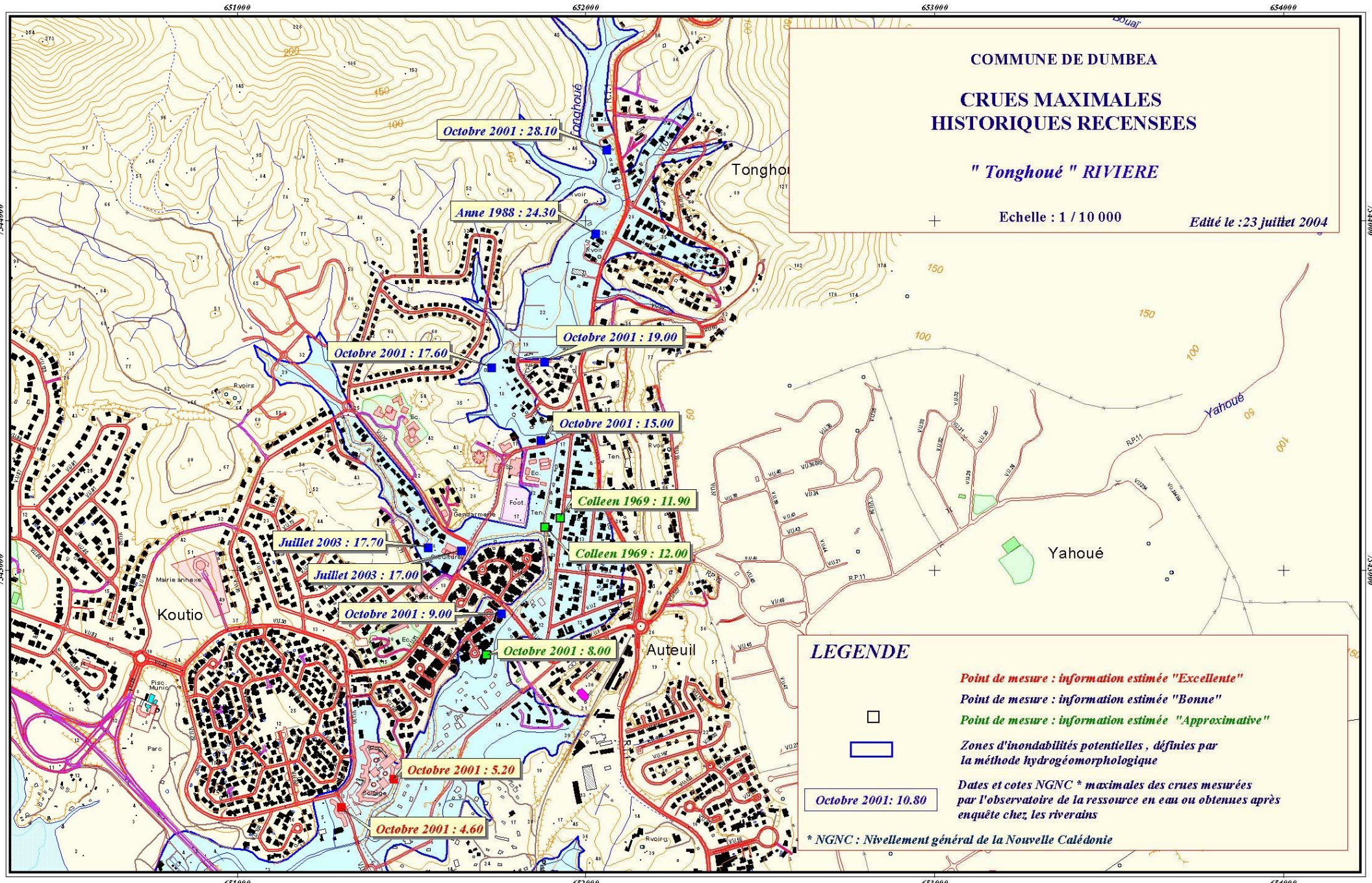
Annexe 3 :

Débits des sous bassins versants

Bassin versant	Surface (m ²)	Q 5 ans (m ³ /s)	Q 10 ans (m ³ /s)	Q 100 ans (m ³ /s)
BVS1	1576463	20.0	26.7	51.1
BVS2	172443	2.2	2.9	5.6
BVS3	139666	1.8	2.4	4.5
BVS4	286582	3.6	4.8	9.3
BVS5	95794	1.2	1.6	3.1
BVS6	1207364	15.3	20.4	39.1
BVS7	229977	2.9	3.9	7.5
BVS8	49166	0.6	0.8	1.6
BVS9	48687	0.6	0.8	1.6
BVS10	82431	1.0	1.4	2.7
BVS11	408799	5.2	6.9	13.3
BVS12	569098	7.2	9.6	18.4
BVS13	906225	11.5	15.3	29.4
BVS14	57772	0.7	1.0	1.9
BVS15	87709	1.1	1.5	2.8
BVS16	153359	1.9	2.6	5.0
BVS17	103181	1.3	1.7	3.3
BVS18	165129	2.1	2.8	5.4
BVS19	194697	2.5	3.3	6.3
BVS 20	282915	3.6	4.8	9.2
BVS 21	148770	1.9	2.5	4.8
BVS 22	29961	0.4	0.5	1.0
BVS 23	98590	1.3	1.7	3.2

Annexe 4 :

Laisses de crue



COMMUNE DE DUMBEA
**CRUES MAXIMALES
 HISTORIQUES RECENSEES**

" Tonghoué " RIVIERE

Echelle : 1 / 10 000

Edité le : 23 juillet 2004

Octobre 2001 : 28.10

Anne 1988 : 24.30

Octobre 2001 : 17.60

Octobre 2001 : 19.00

Octobre 2001 : 15.00

Colleen 1969 : 11.90

Juillet 2003 : 17.70

Colleen 1969 : 12.00

Juillet 2003 : 17.00

Octobre 2001 : 9.00

Octobre 2001 : 8.00

Octobre 2001 : 5.20

Octobre 2001 : 4.60

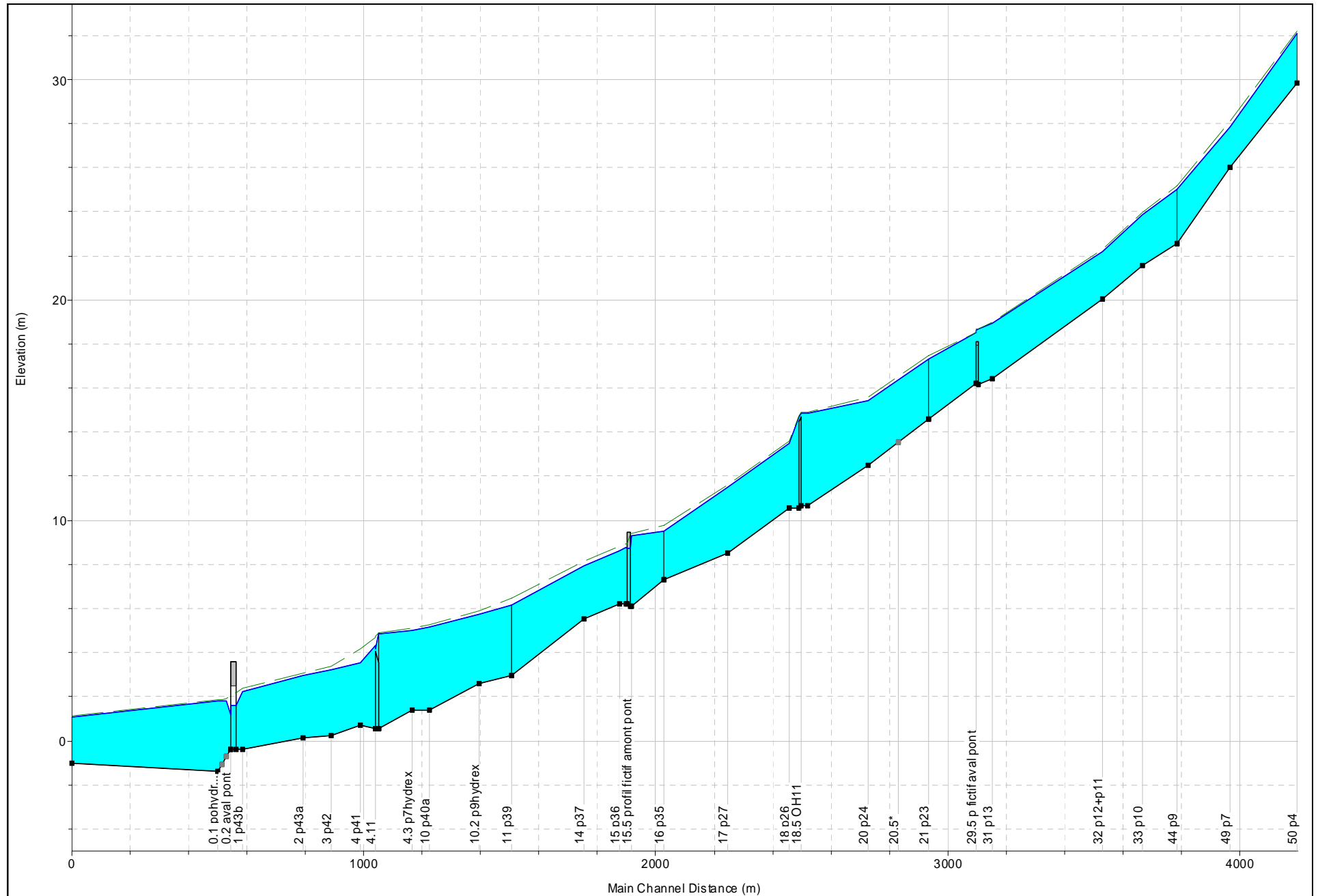
LEGENDE

- Point de mesure : information estimée "Excellente"
- Point de mesure : information estimée "Bonne"
- Point de mesure : information estimée "Approximative"
- Zones d'inondabilités potentielles, définies par la méthode hydrogéomorphologique
- Octobre 2001 : 10.80 Dates et cotes NGNC * maximales des crues mesurées par l'observatoire de la ressource en eau ou obtenues après enquête chez les riverains

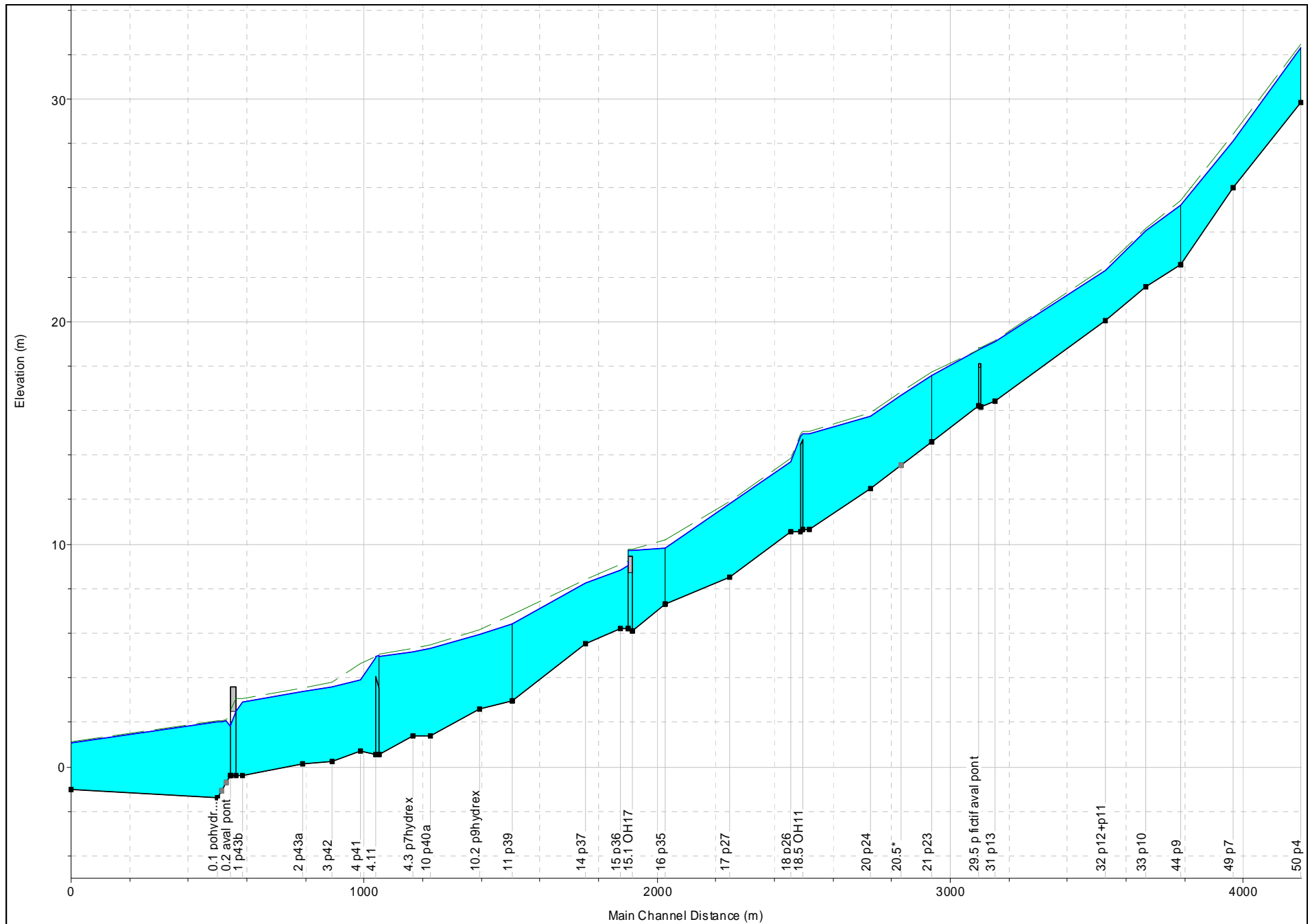
* NGNC : Nivellement général de la Nouvelle Calédonie

Annexe 5 :
Résultats de simulation des crues
2001, 5, 10 et 100 ans

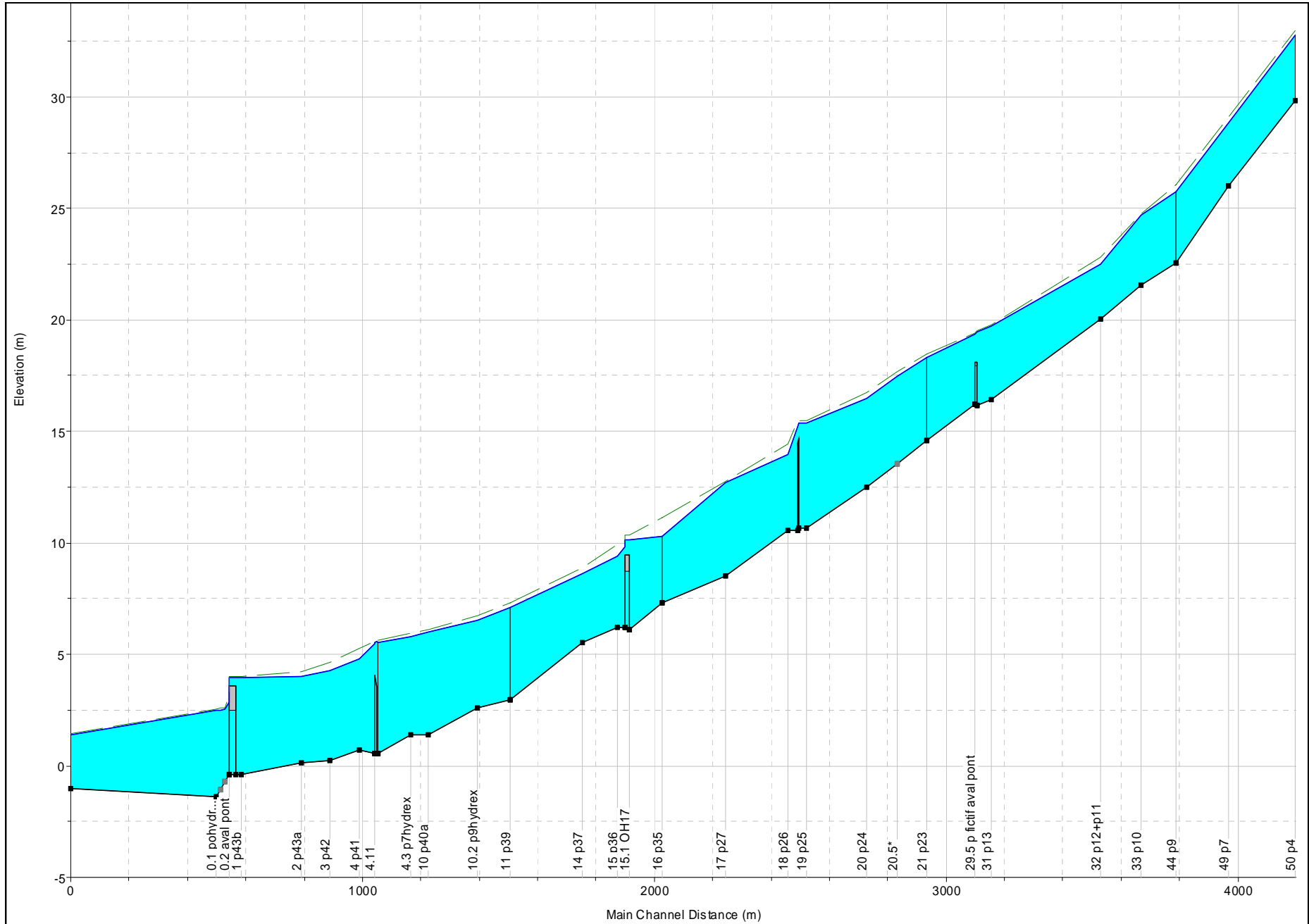
Ligne d'eau modélisée de la crue de période de retour 5 ans



Ligne d'eau modélisée de la crue de période de retour 10 ans



Ligne d'eau modélisée de la crue de période de retour 100 ans



Résultats de simulation : Tonghoué crue 2001

Bief	N°coupe	Dist. RG	Dist. LM	Dist. RD	Z (m)	H (m)	V_Total (m/s)	V_RG (m/s)	V_LM (m/s)	V_RD (m/s)	Q_Total (m3/s)	Q_RG (m3/s)	Q_LM (m3/s)	Q_RD (m3/s)	n RG	n LM	n RD	Berge LM RG (m)	Berge LM RD (m)	Fond (m)	Froude
5.2	51.1	1	1	1	26.4	26.41	0.37		0.37		1.4		1.4		0.08			34.700	34.770	24.980	0.140
5.2	51	118	118	118	26.4	26.4	0.37		0.37		1.4		1.4		0.08			34.700	34.770	24.980	0.140
5.1	50	180	230	220	32.2	32.31	1.45		1.45		23		23		0.08			32.620	34.230	29.820	0.390
5.1	49	180	180	180	27.97	28.27	2.41	0.11	2.43		23	0.01	22.99		0.2	0.08		27.890	27.990	26.030	0.810
4.2	36.1	96	96	96	23.51	23.78	2.3		2.3		4		4		0.08			24.760	25.120	22.540	1.000
4.2	35.9	45	45	45	20.67	20.67	0.24		0.24		4		4		0.08			29.300	25.300	19.150	0.070
4.1.1	41	21	21	21	31.08	31.13	0.95		0.95		0.7		0.7		0.08			33.880	33.400	30.290	0.350
4.1.1	40.7	Culvert																			
4.1.1	40.5	74	76	70	30.77	30.78	0.48		0.48		0.7		0.7		0.08			33.880	33.400	29.330	0.130
4.1.1	40	110	110	110	30.13	30.13	0.37		0.37		0.7		0.7		0.08			30.970	32.070	29.950	0.350
4.1.1	39.9	50	50	50	25.83	25.87	0.86		0.86		0.7		0.7		0.08			29.130	29.200	25.700	1.090
5	44	120	120	100	25.13	25.28	1.38	0.34	1.76	0.21	33.1	1.02	31.42	0.65	0.2	0.08	0.2	24.040	24.620	22.570	0.480
5	33	117	136	138	23.97	24.07	0.78	0.23	1.62	0.3	33.1	1.3	25.35	6.45	0.2	0.08	0.2	23.490	23.240	21.550	0.320
5	32	290	377	129	22.25	22.39	0.98	0.1	1.9	0.42	33.1	0.09	24.76	8.25	0.2	0.08	0.2	22.280	21.470	20.050	0.410
5	31	57	49	91	19.02	19.07	0.62	0.23	1.25	0.32	41.5	0.67	27.11	13.72	0.2	0.08	0.2	18.720	18.580	16.430	0.240
5	30	0.5	0.5	0.5	18.73	18.75	0.47	0.12	0.85	0.27	41.5	0.57	27.01	13.92	0.2	0.08	0.2	18.680	18.160	16.150	0.160
5	29.7	Bridge																			
5	29.5	163	163	163	18.61	18.64	0.56		0.97	0.31	41.5		27.58	13.92	0.08	0.2	0.08	18.680	18.160	16.220	0.180
4.1	35	61	40	36	20.6	20.63	0.69		0.69		4.8		4.8		0.08	0.08	0.08	22.690	22.630	18.480	0.200
4.1	34.5	Culvert																			
4.1	34	170	170	170	18.99	19.04	0.98		0.98		4.8		4.8		0.08	0.08	0.08	23.160	21.300	17.650	0.320
4	21	75	104	119	17.46	17.59	0.92	0.32	1.79	0.26	47.5	9.36	37.79	0.35	0.2	0.08	0.2	16.410	16.550	14.600	0.320
4	20.5*	75	104	119	16.53	16.7	1.31	0.26	1.86	0.16	47.5	3.21	44.25	0.04	0.2	0.08	0.2	15.720	16.160	13.550	0.460
4	20	163	206	63	15.59	15.74	1.54	0.2	1.78		47.5	0.96	46.54		0.2	0.08	0.2	15.040	15.760	12.490	0.480
4	19	25	25	25	14.91	14.97	0.6	0.12	1.08	0.1	47.5	1.67	43.18	2.65	0.2	0.08	0.2	14.130	13.860	10.680	0.240
4	18.5	Bridge																			
4	18	234	210	146	13.62	13.78	1.46	0.16	1.76		47.5	0.98	46.52		0.2	0.08	0.2	13.36	13.82	10.57	0.53
4	17	220	220	220	11.66	11.78	1.5		1.5		47.5		47.5		0.08	0.08	0.08	11.75	12.21	8.51	0.4
3.1	29	62	64.33	57.33	34.16	34.18	0.48		0.65	0.11	17.7		16.46	1.24	0.08	0.2	0.08	35.34	33.37	31.31	0.15
3.1	28.8	0.5	0.5	0.5	34.15	34.15	0.17	0.07	0.31	0.06	17.7	1.66	13.7	2.34	0.2	0.08	0.2	33.06	32.17	30.85	0.05
3.1	28.7	Bridge																			
3.1	28.6666*	45	47	40	32.44	32.49	0.92		0.95	0.09	17.7		17.64	0.06	0.08	0.2	0.08	33.06	32.17	30.77	0.3
3.1	28.5	0.5	0.5	0.5	32.45	32.46	0.16	0.07	0.29	0.05	17.7	3.84	13.39	0.47	0.2	0.08	0.2	30.79	30.96	29.28	0.04
3.1	28.4	Bridge																			
3.1	28.3333*	62	64.33	57.33	30.06	30.22	1.82		1.82		17.7		17.7		0.08	0.08	0.08	30.79	30.96	29.22	0.67
3.1	28	135	140	147	26.76	27.1	2.6		2.6		17.7		17.7		0.08	0.08	0.08	28.51	29.76	25.83	1.01
3.1	27	0.5	0.5	0.5	26.87	26.87	0.19		0.19		17.7		17.7		0.08	0.08	0.08	27.41	27.46	22.52	0.04
3.1	26.5	Bridge																			
3.1	26.4	28	28	28	24.19	24.27	0.83	0.18	1.31		17.7	1.66	16.04		0.2	0.08	0.2	23.51	25.52	22	0.37
3.1	26	187	213	190	23.97	24.06	1.11	0.16	1.32		17.7	0.45	17.25		0.2	0.08	0.2	23.51	25.52	21.5	0.4
3.1	25	206	227	215	19.34	19.79	2.98		2.98		23.6		23.6		0.08	0.08	0.08	21.2	19.36	17.59	1.02
3.1	24	130	130	130	17.63	17.65	0.38	0.07	0.63	0.11	23.6	0.45	20.38	2.77	0.2	0.08	0.2	16.84	16.7	14.14	0.12
3.1	23.4	Culvert																			
3.1	22.5	50	110	100	14.74	14.85	1.45		1.45		23.6		23.6		0.08	0.08	0.08	15.96	16.7	12	0.32
3.1	22	270	270	270	12.28	12.83	3.3		3.3		23.6		23.6		0.08	0.08	0.08	14.49	12.64	10.22	1
1.1.2.1	8.11	1	1	1	13.42	13.44	0.55		0.56	0.25	1.6		1.57	0.03	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	0.42
1.1.2.1	8.1	67	67	67	13.34	13.39	1.04		1.05	0.39	1.6		1.59	0.01	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	1.04
1.1.2.1	7.9	1	1	1	11.68	11.68	0.19		0.19		1.6		1.6		0.08	0.08	0.08	12	12	11.14	0.11
1.1.2.1	7.85	Bridge																			
1.1.2.1	7.8	163	163	163	10.93	11.33	2.81		2.81		1.6		1.6		0.08	0.08	0.08	12	12	10.84	3.3
1.1.2.2	8.01	1	1	1	15.92	16.01	1.28		1.28		2.4		2.4		0.08	0.08	0.08	16.29	16.28	15.27	0.6
1.1.2.2	8	300	300	300	15.76	15.95	1.89		1.89		2.4		2.4		0.08	0.08	0.08	16.29	16.28	15.27	1
1.1.2	7.5	70	70	70	8.34	8.36	0.63		0.67	0.09	4		3.96	0.04	0.08	0.1	0.08	8.78	8.24	7.02	0.34
1.1.2	7.4	150	150	150	8.07	8.07	0.31	0.23	0.42	0.24	4	1.19	2.11	0.7	0.1	0.08	0.1	8.05	7.5	6.85	0.18
1.1.2	7.3	110	110	110	6.36	6.62	2.25		2.25		4		4		0.08	0.08	0.08	6.8	9	5.7	0.99
1.1.2	7.2	80	80	80	5.75	5.77	0.66		0.66		6.2		6.2		0.08	0.08	0.08	5.82	6.92	4	0.19
1.1.2	7.1	1	1	1	5.59	5.61	0.46	0.16	0.56		6.2	0.49	5.71		0.1	0.08	0.08	5.17	5.83	3.58	0.19
1.1.2	7	20	20	20	5.59	5.6	0.47	0.16	0.56		6.2	0.49	5.71		0.1	0.08	0.08	5.17	5.83	3.58	0.19
2.1	13	150	133	170	9.01	9.14	1.61		1.61		6.3		6.3		0.08	0.08	0.08	10.67	10.72	8.49	1.01
2.1	12	220	120	30	7.54	7.55	0.26	0.17	0.43	0.1	7.8	2.75	4.8	0.25	0.1	0.08	0.1	6.64	7.11	5.53	0.11
2.1	11.4	260	260	260	7.45	7.45	0.13	0.09	0.3	0.04	7.8	4.28	3.48	0.04	0.1	0.08	0.1	7.05	7.29	5.11	0.07
3	16	249	111	102	9.71	10	2.42		2.42		71.1		71.1		0.05	0.05	0.05	10.6	10.83	7.33	0.55
3	15.5	1	1	1	9.56	9.65	0.64	0.08	1.33	0.14	71.1	0.92	62.66	7.53	0.2	0.05	0.2	9.14	8.58	6.11	0.23
3	15.1	Bridge																			
3	15.05	25	25	25	8.89	9.09	1.72		1.99	0.09	71.1		70.53	0.57	0.05	0.2	0.05	9.14	8.58	6.2	0.63
3	15	120	120	125	8.72	8.96	2.1		2.17	0.06	71.1		71.02	0.08	0.05	0.2	0.05	9.14	8.58	6.2	0.67
3	14	250	250	250	8.11	8.28	1.05	0.27	1.95	0.18	71.1	1.98	64.01	5.11	0.1	0.05	0.2	7.64	7.76	5.53	0.46
1.1.1	6.1	300	300	300	13.13	13.2	1.14		1.14		2.9		2.9		0.08	0.08	0.08	14	13.38	12.86	0.99
1.1.1	6	106	106	106	5.55	5.55	0.03	0.02	0.04	0.02	2.9	0.13	2.4	0.37	0.1	0.08	0.1	4	4	3.5	0.01
1.1	5.2	115	115	115	5.5	5.54	0.79	0.22	0												

Résultats de simulation : Tonghoué crue 100 ans

Bief	N°coupe	Dist. RG	Dist. LM	Dist. RD	Z (m)	H (m)	V_Total (m/s)	V_RG (m/s)	V_LM (m/s)	V_RD (m/s)	Q_Total (m3/s)	Q_RG (m3/s)	Q_LM (m3/s)	Q_RD (m3/s)	n RG	n LM	n RD	Berge LM RG (m)	Berge LM RD (m)	Fond (m)	Froude
5.2	51.1	1	1	1	27.4	27.4	0.28		0.28		3.11		3.11		0.08			34.700	34.770	24.980	0.080
5.2	51	118	118	118	27.4	27.4	0.28		0.28		3.11		3.11		0.08			34.700	34.770	24.980	0.080
5.1	50	180	230	220	32.77	32.99	1.84	0.47	2.13		51.01	2.28	48.73		0.2	0.08		32.620	34.230	29.820	0.500
5.1	49	180	180	180	28.84	29.11	1.44	0.46	2.49	0.38	51.01	6.89	42.77	1.35	0.2	0.08	0.2	27.890	27.990	26.030	0.510
4.2	36.1	96	96	96	23.9	24.27	2.7		2.7		8.87		8.87		0.08			24.760	25.120	22.540	1.010
4.2	35.9	45	45	45	22.01	22.02	0.2		0.2		8.87		8.87		0.08			29.300	25.300	19.150	0.050
4.1.1	41	21	21	21	32.41	32.44	0.74		0.74		1.55		1.55		0.08			33.880	33.400	30.290	0.170
4.1.1	40.7	Culvert																			
4.1.1	40.5	74	76	70	31.3	31.33	0.76		0.76		1.55		1.55		0.08			33.880	33.400	29.330	0.180
4.1.1	40	110	110	110	30.19	30.2	0.52		0.52		1.55		1.55		0.08			30.970	32.070	29.950	0.400
4.1.1	39.9	50	50	50	25.88	25.93	0.94		0.94		1.55		1.55		0.08			29.130	29.200	25.700	0.990
5	44	120	120	100	25.73	26.04	1.68	0.56	2.65	0.49	73.41	4.05	63.19	6.17	0.2	0.08	0.2	24.040	24.620	22.570	0.490
5	33	117	136	138	24.68	24.77	0.72	0.36	1.75	0.47	73.41	9.38	38.2	25.84	0.2	0.08	0.2	23.490	23.240	21.550	0.210
5	32	290	377	129	22.48	22.84	1.48	0.36	3.21	0.81	73.41	2.25	48.12	23.05	0.2	0.08	0.2	22.280	21.470	20.050	0.570
5	31	57	49	91	19.74	19.79	0.63	0.36	1.4	0.4	92.04	3.21	48.09	40.74	0.2	0.08	0.2	18.720	18.580	16.430	0.180
5	30	0.5	0.5	0.5	19.49	19.52	0.54	0.21	1.1	0.34	92.04	4.13	54.37	33.54	0.2	0.08	0.2	18.680	18.160	16.150	0.150
5	29.7	Bridge																			
5	29.5	163	163	163	19.36	19.41	0.6	0.22	1.18	0.37	92.04	3.53	54.53	33.98	0.2	0.08	0.2	18.680	18.160	16.220	0.170
4.1	35	61	40	36	21.98	22	0.62		0.62		10.65		10.65		0.08			22.690	22.630	18.480	0.140
4.1	34.5	Culvert																			
4.1	34	170	170	170	19.84	19.9	1.04		1.04		10.65		10.65		0.08			23.160	21.300	17.650	0.280
4	21	75	104	119	18.32	18.48	0.96	0.49	2.25	0.41	105.35	36.59	66.72	2.05	0.2	0.08	0.2	16.410	16.550	14.600	0.270
4	20.5*	75	104	119	17.49	17.68	1.09	0.46	2.24	0.34	105.35	26.84	77.38	1.12	0.2	0.08	0.2	15.720	16.160	13.550	0.310
4	20	163	206	63	16.49	16.75	1.43	0.41	2.42	0.26	105.35	14.17	90.72	0.46	0.2	0.08	0.2	15.040	15.760	12.490	0.430
4	19	25	25	25	15.37	15.49	0.76	0.29	1.74	0.28	105.35	8.52	79.38	17.45	0.2	0.08	0.2	14.130	13.860	10.680	0.240
4	18.5	Bridge																			
4	18	234	210	146	13.95	14.42	2.26	0.5	3.18	0.12	105.35	7.86	97.45	0.05	0.2	0.08	0.2	13.36	13.82	10.57	0.74
4	17	220	220	220	12.72	12.76	0.49	0.26	1.18	0.14	105.35	37.66	65.73	1.96	0.2	0.08	0.2	11.75	12.21	8.51	0.16
3.1	29	62	64.33	57.33	34.43	34.5	0.76		1.21	0.18	39.26		35.1	4.16	0.08	0.2	0.08	35.34	33.37	31.31	0.27
3.1	28.8	0.5	0.5	0.5	34.39	34.41	0.31	0.14	0.61	0.13	39.26	4.26	29	6	0.2	0.08	0.2	33.06	32.17	30.85	0.08
3.1	28.7	Bridge																			
3.1	28.6666*	45	47	40	32.78	32.92	1.45		1.63	0.23	39.26		38.44	0.82	0.08	0.2	0.08	33.06	32.17	30.77	0.46
3.1	28.5	0.5	0.5	0.5	32.82	32.83	0.27	0.13	0.55	0.09	39.26	9.84	28.04	1.38	0.2	0.08	0.2	30.79	30.96	29.28	0.07
3.1	28.4	Bridge																			
3.1	28.3333*	62	64.33	57.33	30.53	30.82	2.41		2.41		39.26		39.26		0.08			30.79	30.96	29.22	0.73
3.1	28	135	140	147	27.25	27.79	3.24		3.24		39.26		39.26		0.08			28.51	29.76	25.83	1
3.1	27	0.5	0.5	0.5	27.15	27.16	0.37		0.37		39.26		39.26		0.08			27.41	27.46	22.52	0.08
3.1	26.5	Bridge																			
3.1	26.4	28	28	28	24.87	24.95	0.67	0.31	1.48		39.26	12.57	26.69		0.2	0.08		23.51	25.52	22	0.23
3.1	26	187	213	190	24.63	24.74	0.88	0.33	1.65		39.26	8.48	30.78		0.2	0.08		23.51	25.52	21.5	0.32
3.1	25	206	227	215	20.03	20.63	3.01		3.49	0.58	52.34		50.69	1.65	0.08	0.2	0.08	21.2	19.36	17.59	0.98
3.1	24	130	130	130	18.01	18.06	0.57	0.14	1.1	0.24	52.34	2.27	40.9	9.17	0.2	0.08	0.2	16.84	16.7	14.14	0.18
3.1	23.4	Culvert																			
3.1	22.5	50	110	100	15.42	15.71	2.39		2.39		52.34		52.34		0.08			15.96	16.7	12	0.48
3.1	22	270	270	270	14.43	14.55	1.01		1.68	0.38	52.34		42.3	10.04	0.08	0.2	0.08	14.49	12.64	10.22	0.28
1.1.2.1	8.11	1	1	1	13.52	13.55	0.77		0.8	0.39	3.55		3.42	0.13	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	0.5
1.1.2.1	8.1	67	67	67	13.42	13.5	1.27		1.3	0.58	3.55		3.48	0.07	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	0.99
1.1.2.1	7.9	1	1	1	12.05	12.06	0.16	0.02	0.16	0.02	3.55	0	3.55	0	0.1	0.08	0.1	12	12	11.14	0.07
1.1.2.1	7.85	Bridge																			
1.1.2.1	7.8	163	163	163	10.98	11.68	3.71		3.71		3.55		3.55		0.08			12	12	10.84	3.65
1.1.2.2	8.01	1	1	1	16.32	16.33	0.32	0.03	0.48	0.27	5.32	0	1.8	3.52	0.1	0.08	0.1	16.29	16.28	15.27	0.16
1.1.2.2	8	300	300	300	16.04	16.3	2.25		2.25		5.32		5.32		0.08			16.29	16.28	15.27	0.99
1.1.2	7.5	70	70	70	8.74	8.76	0.46		0.63	0.3	8.87		5.93	2.94	0.08	0.1	0.08	8.78	8.24	7.02	0.21
1.1.2	7.4	150	150	150	7.94	8.1	1.6		1.9	0.94	8.87		7.26	1.61	0.08	0.1	0.08	8.05	7.5	6.85	0.86
1.1.2	7.3	110	110	110	6.8	6.8	0.17	0.17	0.21		8.87	8.15	0.72		0.1	0.08		6.8	9	5.7	0.07
1.1.2	7.2	80	80	80	6.33	6.36	0.7	0.27	0.86		13.75	1.4	12.35		0.1	0.08		5.82	6.92	4	0.26
1.1.2	7.1	1	1	1	6.17	6.18	0.48	0.28	0.67	0.12	13.75	3.68	10.02	0.05	0.1	0.08	0.1	5.17	5.83	3.58	0.16
1.1.2	7	20	20	20	6.16	6.18	0.48	0.28	0.67	0.12	13.75	3.68	10.02	0.05	0.1	0.08	0.1	5.17	5.83	3.58	0.17
2.1	13	150	133	170	9.19	9.4	2.01		2.01		13.97		13.97		0.08			10.67	10.72	8.49	1.01
2.1	12	220	120	30	8.12	8.12	0.23	0.21	0.42	0.11	17.3	8.79	6.34	2.17	0.1	0.08	0.1	6.64	7.11	5.53	0.09
2.1	11.4	260	260	260	8.09	8.09	0.09	0.09	0.17	0.05	17.3	13.28	2.76	1.25	0.1	0.08	0.1	7.05	7.29	5.11	0.03
3	16	249	111	102	10.3	11.15	4.1		4.1		157.7		157.7		0.05			10.6	10.83	7.33	0.84
3	15.5	1	1	1	10.16	10.33	0.77	0.19	2.09	0.3	157.7	9.46	118.39	29.85	0.2	0.05	0.2	9.14	8.58	6.11	0.22
3	15.1	Bridge																			
3	15.05	25	25	25	9.8	10.09	1.09	0.18	2.6	0.33	157.7	4.25	130.23	23.22	0.2	0.05	0.2	9.14	8.58	6.2	0.36
3	15	120	120	125	9.39	9.9	1.8	0.31	3.32	0.31	157.7	1.53	144.11	12.06	0.1	0.05	0.2	9.14	8.58	6.2	0.68
3	14	250	250	250	8.64	8.9	1.03	0.64	2.62	0.32	157.7	17.08	114.24	26.38	0.1	0.05	0.2	7.64	7.76	5.53	0.35
1.1.1	6.1	300	300	300	13.23	13.32	1.38		1.38	0.07	6.43		6.43		0.08	0	0.08	14	13.38	12.86	1.03
1.1.1	6	106	106	106	6.14	6.14	0.05	0.03	0.06</												

Résultats de simulation : Tonghoué crue 10 ans

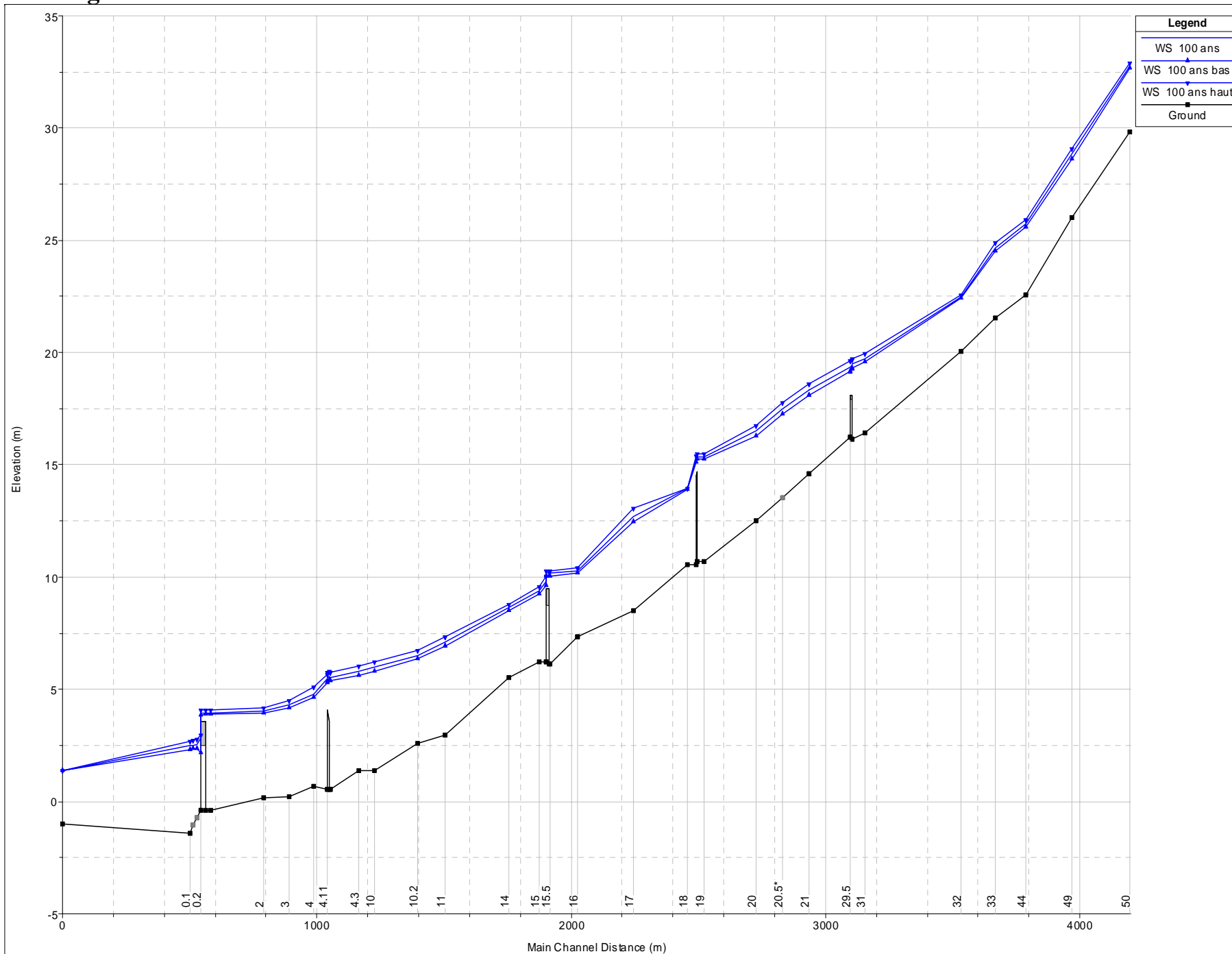
Bief	N°coupe	Dist. RG	Dist. LM	Dist. RD	Z (m)	H (m)	V_Total (m/s)	V_RG (m/s)	V_LM (m/s)	V_RD (m/s)	Q_Total (m3/s)	Q_RG (m3/s)	Q_LM (m3/s)	Q_RD (m3/s)	n RG	n LM	n RD	Berge LM RG (m)	Berge LM RD (m)	Fond (m)	Froude
5.2	51.1	1	1	1	26.56	26.57	0.34		0.34		1.62		1.62		0.08			34.700	34.770	24.980	0.120
5.2	51	118	118	118	26.56	26.57	0.35		0.35		1.62		1.62		0.08			34.700	34.770	24.980	0.120
5.1	50	180	230	220	32.32	32.44	1.54		1.54		26.62		26.62		0.08			32.620	34.230	29.820	0.410
5.1	49	180	180	180	28.11	28.42	2.34	0.21	2.47	0.14	26.62	0.12	26.49	0.01	0.2	0.08	0.2	27.890	27.990	26.030	0.860
4.2	36.1	96	96	96	23.57	23.86	2.38		2.38		4.63		4.63		0.08			24.760	25.120	22.540	1.010
4.2	35.9	45	45	45	20.8	20.81	0.24		0.24		4.63		4.63		0.08			29.300	25.300	19.150	0.070
4.1.1	41	21	21	21	31.15	31.2	1.01		1.01		0.81		0.81		0.08			33.880	33.400	30.290	0.350
4.1.1	40.7	Culvert																			
4.1.1	40.5	74	76	70	30.87	30.89	0.51		0.51		0.81		0.81		0.08			33.880	33.400	29.330	0.130
4.1.1	40	110	110	110	30.13	30.14	0.41		0.41		0.81		0.81		0.08			30.970	32.070	29.950	0.390
4.1.1	39.9	50	50	50	25.85	25.88	0.75		0.75		0.81		0.81		0.08			29.130	29.200	25.700	0.870
5	44	120	120	100	25.24	25.41	1.41	0.37	1.9	0.25	38.3	1.35	35.8	1.15	0.2	0.08	0.2	24.040	24.620	22.570	0.480
5	33	117	136	138	24.07	24.18	0.75	0.25	1.66	0.34	38.3	2.02	27.48	8.8	0.2	0.08	0.2	23.490	23.240	21.550	0.300
5	32	290	377	129	22.32	22.47	1	0.15	2.02	0.47	38.3	0.33	27.52	10.44	0.2	0.08	0.2	22.280	21.470	20.050	0.420
5	31	57	49	91	19.11	19.16	0.63	0.26	1.3	0.34	48.02	0.93	30.22	16.86	0.2	0.08	0.2	18.720	18.580	16.430	0.230
5	30	0.5	0.5	0.5	18.79	18.82	0.51	0.15	0.93	0.29	48.02	0.82	30.91	16.29	0.2	0.08	0.2	18.680	18.160	16.150	0.170
5	29.7	Bridge																			
5	29.5	163	163	163	18.71	18.75	0.56	0.15	1.01	0.32	48.02	0.64	31.01	16.38	0.2	0.08	0.2	18.680	18.160	16.220	0.190
4.1	35	61	40	36	20.74	20.76	0.72		0.72		5.55		5.55		0.08			22.690	22.630	18.480	0.200
4.1	34.5	Culvert																			
4.1	34	170	170	170	19.09	19.14	1.02		1.02		5.55		5.55		0.08			23.160	21.300	17.650	0.320
4	21	75	104	119	17.6	17.73	0.91	0.37	1.84	0.28	54.97	13.07	41.4	0.51	0.2	0.08	0.2	16.410	16.550	14.600	0.300
4	20.5*	75	104	119	16.7	16.87	1.24	0.29	1.93	0.2	54.97	5.32	49.55	0.11	0.2	0.08	0.2	15.720	16.160	13.550	0.430
4	20	163	206	63	15.74	15.92	1.52	0.24	1.89	0.24	54.97	1.94	53.03	0.11	0.2	0.08	0.2	15.040	15.760	12.490	0.480
4	19	25	25	25	14.98	15.04	0.63	0.15	1.19	0.13	54.97	2.33	48.65	3.99	0.2	0.08	0.2	14.130	13.860	10.680	0.240
4	18.5	Bridge																			
4	18	234	210	146	13.68	13.87	1.57	0.21	1.96		54.97	1.65	53.32		0.2	0.08		13.36	13.82	10.57	0.55
4	17	220	220	220	11.82	11.91	0.86	0.2	1.4		54.97	5.77	49.2		0.2	0.08		11.75	12.21	8.51	0.37
3.1	29	62	64.33	57.33	34.21	34.23	0.54		0.73	0.13	20.48		18.9	1.58	0.08	0.2	0.08	35.34	33.37	31.31	0.17
3.1	28.8	0.5	0.5	0.5	34.19	34.2	0.19	0.08	0.35	0.07	20.48	1.98	15.72	2.79	0.2	0.08	0.2	33.06	32.17	30.85	0.05
3.1	28.7	Bridge																			
3.1	28.6666*	45	47	40	32.54	32.59	0.97		1.02	0.11	20.48		20.34	0.14	0.08	0.2	0.08	33.06	32.17	30.77	0.31
3.1	28.5	0.5	0.5	0.5	32.55	32.55	0.17	0.07	0.32	0.06	20.48	4.63	15.25	0.59	0.2	0.08	0.2	30.79	30.96	29.28	0.04
3.1	28.4	Bridge																			
3.1	28.3333*	62	64.33	57.33	30.13	30.31	1.92		1.92		20.48		20.48		0.08			30.79	30.96	29.22	0.68
3.1	28	135	140	147	26.83	27.2	2.71		2.71		20.48		20.48		0.08			28.51	29.76	25.83	1.01
3.1	27	0.5	0.5	0.5	26.91	26.92	0.21		0.21		20.48		20.48		0.08			27.41	27.46	22.52	0.05
3.1	26.5	Bridge																			
3.1	26.4	28	28	28	24.32	24.39	0.76	0.22	1.31		20.48	3.03	17.45		0.2	0.08		23.51	25.52	22	0.31
3.1	26	187	213	190	24.1	24.19	1.01	0.14	1.39		20.48	0.9	19.58		0.2	0.08		23.51	25.52	21.5	0.45
3.1	25	206	227	215	19.44	19.92	3.06		3.08	0.16	27.31		27.3	0.01	0.08	0.2	0.08	21.2	19.36	17.59	1.05
3.1	24	130	130	130	17.69	17.71	0.41	0.08	0.7	0.13	27.31	0.6	23.21	3.5	0.2	0.08	0.2	16.84	16.7	14.14	0.13
3.1	23.4	Culvert																			
3.1	22.5	50	110	100	14.85	14.98	1.6		1.6		27.31		27.31		0.08			15.96	16.7	12	0.35
3.1	22	270	270	270	12.67	13.06	2.77		2.77	0.06	27.31		27.31	0	0.08	0.2	0.08	14.49	12.64	10.22	0.79
1.1.2.1	8.11	1	1	1	13.44	13.46	0.58		0.6	0.27	1.85		1.81	0.04	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	0.43
1.1.2.1	8.1	67	67	67	13.35	13.41	1.05		1.07	0.42	1.85		1.83	0.02	0.08	0.1	0.08	14.2	13.27	13.16	0.99
1.1.2.1	7.9	1	1	1	11.73	11.74	0.18		0.18		1.85		1.85		0.08			12	12	11.14	0.1
1.1.2.1	7.85	Bridge																			
1.1.2.1	7.8	163	163	163	10.94	11.38	2.94		2.94		1.85		1.85		0.08			12	12	10.84	3.34
1.1.2.2	8.01	1	1	1	15.97	16.06	1.34		1.34		2.78		2.78		0.08			16.29	16.28	15.27	0.61
1.1.2.2	8	300	300	300	15.8	16	1.96		1.96		2.78		2.78		0.08			16.29	16.28	15.27	1
1.1.2	7.5	70	70	70	8.38	8.4	0.65		0.73	0.12	4.63		4.52	0.11	0.08	0.1	0.08	8.78	8.24	7.02	0.36
1.1.2	7.4	150	150	150	8.1	8.11	0.31	0.24	0.43	0.24	4.63	1.46	2.36	0.81	0.1	0.08	0.1	8.05	7.5	6.85	0.17
1.1.2	7.3	110	110	110	6.41	6.7	2.35		2.35		4.63		4.63		0.08			6.8	9	5.7	1
1.1.2	7.2	80	80	80	5.86	5.88	0.69	0.04	0.69		7.17	0	7.17		0.1	0.08		5.82	6.92	4	0.22
1.1.2	7.1	1	1	1	5.7	5.72	0.45	0.18	0.57		7.17	0.87	6.3		0.1	0.08		5.17	5.83	3.58	0.18
1.1.2	7	20	20	20	5.7	5.71	0.46	0.18	0.57		7.17	0.86	6.31		0.1	0.08		5.17	5.83	3.58	0.18
2.1	13	150	133	170	9.03	9.18	1.68		1.68		7.29		7.29		0.08			10.67	10.72	8.49	1.02
2.1	12	220	120	30	7.66	7.66	0.24	0.17	0.42	0.11	9.03	3.54	5.04	0.45	0.1	0.08	0.1	6.64	7.11	5.53	0.1
2.1	11.4	260	260	260	7.6	7.6	0.1	0.08	0.22	0.04	9.03	6.04	2.84	0.15	0.1	0.08	0.1	7.05	7.29	5.11	0.05
3	16	249	111	102	9.83	10.19	2.63		2.63		82.28		82.28		0.05			10.6	10.83	7.33	0.58
3	15.5	1	1	1	9.7	9.78	0.64	0.1	1.42	0.17	82.28	1.81	69.98	10.49	0.2	0.05	0.2	9.14	8.58	6.11	0.21
3	15.1	Bridge																			
3	15.05	25	25	25	9.02	9.25	1.64		2.15	0.13	82.28		80.66	1.62	0.05	0.2	0.05	9.14	8.58	6.2	0.63
3	15	120	120	125	8.82	9.11	2.16		2.38	0.1	82.28		81.9	0.38	0.05	0.2	0.05	9.14	8.58	6.2	0.76
3	14	250	250	250	8.28	8.43	0.9	0.34	1.91	0.2	82.28	4.48	69.35	8.45	0.1	0.05	0.2	7.64	7.76	5.53	0.36
1.1.1	6.1	300	300	300	13.15	13.22	1.18		1.18		3.36		3.36		0.08			14	13.38	12.86	0.99
1.1.1	6	106	106	106	5.67	5.67	0.03	0.02	0.04	0.02	3.36	0.16	2.74	0.46	0.1	0.08	0.1	4	4	3.5	0.01
1.1	5.2	115	115	115	5.62	5.66	0.76	0.27	0.92												

Résultats de simulation : Tonghoué crue 5 ans

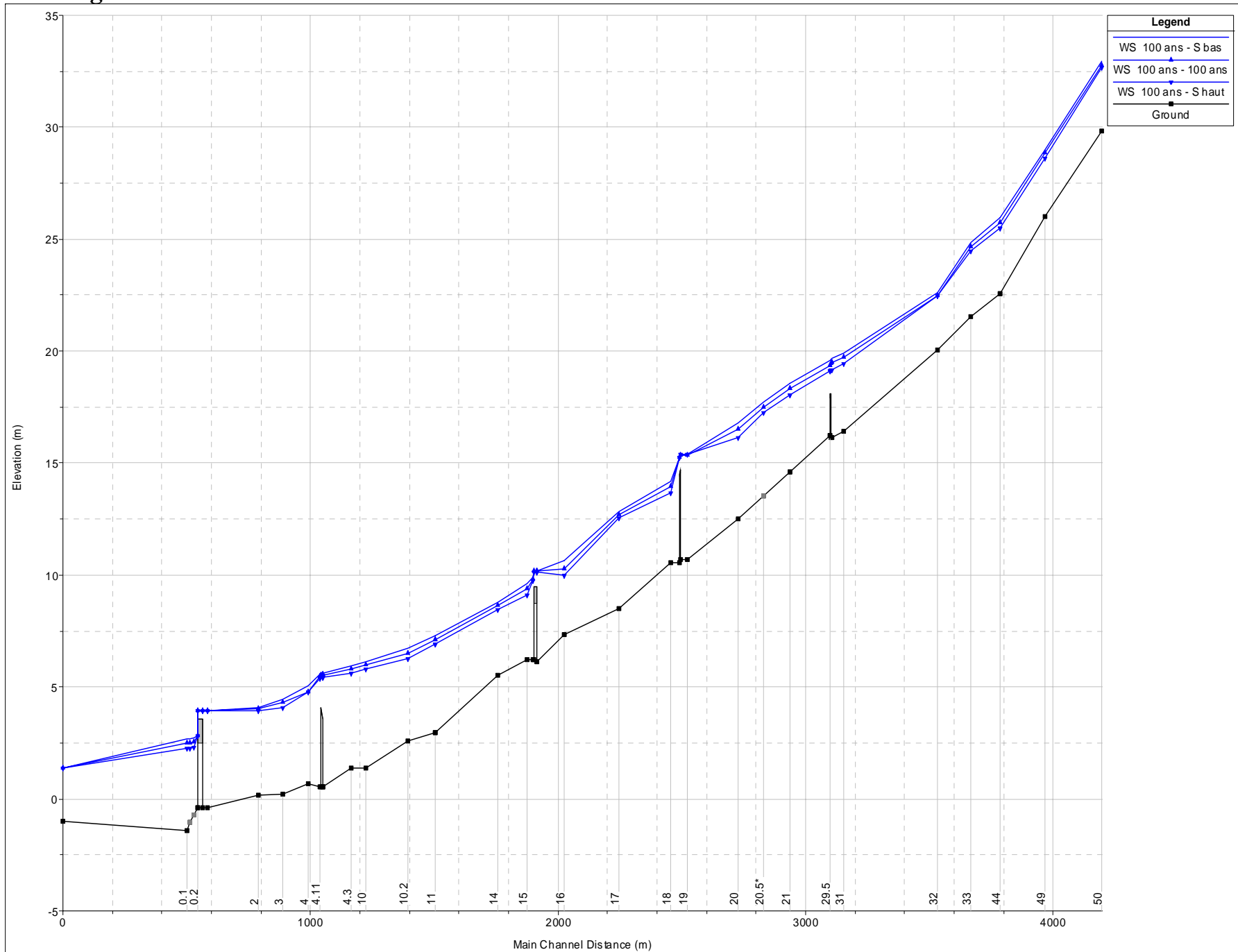
Bief	N°coupe	Dist. RG	Dist. LM	Dist. RD	Z (m)	H (m)	V_Total (m/s)	V_RG (m/s)	V_LM (m/s)	V_RD (m/s)	Q_Total (m3/s)	Q_RG (m3/s)	Q_LM (m3/s)	Q_RD (m3/s)	n RG	n LM	n RD	Berge LM RG (m)	Berge LM RD (m)	Fond (m)	Froude
5.2	51.1	1	1	1	26.25	26.26	0.4		0.4		1.22		1.22		0.08			34.700	34.770	24.980	0.160
5.2	51	118	118	118	26.25	26.26	0.4		0.4		1.22		1.22		0.08			34.700	34.770	24.980	0.160
5.1	50	180	230	220	32.08	32.18	1.37		1.37		19.96		19.96		0.08			32.620	34.230	29.820	0.380
5.1	49	180	180	180	27.82	28.12	2.43		2.43		19.96		19.96		0.08			27.890	27.990	26.030	0.780
4.2	36.1	96	96	96	23.44	23.7	2.25		2.25		3.47		3.47		0.08			24.760	25.120	22.540	1.010
4.2	35.9	45	45	45	20.56	20.56	0.23		0.23		3.47		3.47		0.08			29.300	25.300	19.150	0.070
4.1.1	41	21	21	21	31.02	31.06	0.9		0.9		0.61		0.61		0.08			33.880	33.400	30.290	0.340
4.1.1	40.7	Culvert																			
4.1.1	40.5	74	76	70	30.7	30.71	0.44		0.44		0.61		0.61		0.08			33.880	33.400	29.330	0.120
4.1.1	40	110	110	110	30.12	30.12	0.35		0.35		0.61		0.61		0.08			30.970	32.070	29.950	0.340
4.1.1	39.9	50	50	50	25.82	25.86	0.9		0.9		0.61		0.61		0.08			29.130	29.200	25.700	1.180
5	44	120	120	100	25.03	25.16	1.36	0.31	1.65	0.17	28.73	0.76	27.62	0.35	0.2	0.08	0.2	24.040	24.620	22.570	0.470
5	33	117	136	138	23.86	23.97	0.81	0.19	1.58	0.28	28.73	0.75	23.24	4.74	0.2	0.08	0.2	23.490	23.240	21.550	0.350
5	32	290	377	129	22.17	22.3	0.97	0.06	1.8	0.37	28.73	0.01	22.36	6.36	0.2	0.08	0.2	22.280	21.470	20.050	0.400
5	31	57	49	91	18.94	18.99	0.6	0.21	1.2	0.3	36.02	0.47	24.39	11.16	0.2	0.08	0.2	18.720	18.580	16.430	0.240
5	30	0.5	0.5	0.5	18.67	18.7	0.45		0.78	0.25	36.02		23.94	12.08	0.08	0.2	0.2	18.680	18.160	16.150	0.140
5	29.7	Bridge																			
5	29.5	163	163	163	18.51	18.54	0.54		0.93	0.29	36.02		24.35	11.67	0.08	0.2	0.2	18.680	18.160	16.220	0.190
4.1	35	61	40	36	20.49	20.52	0.66		0.66		4.17		4.17		0.08	0.2	0.2	22.690	22.630	18.480	0.200
4.1	34.5	Culvert																			
4.1	34	170	170	170	18.91	18.95	0.93		0.93		4.17		4.17		0.08			23.160	21.300	17.650	0.310
4	21	75	104	119	17.33	17.47	0.95	0.28	1.74	0.24	41.22	6.36	34.62	0.24	0.2	0.08	0.2	16.410	16.550	14.600	0.360
4	20.5*	75	104	119	16.37	16.53	1.38	0.23	1.8	0.11	41.22	1.79	39.42	0.01	0.2	0.08	0.2	15.720	16.160	13.550	0.490
4	20	163	206	63	15.43	15.57	1.55	0.16	1.69		41.22	0.39	40.83		0.2	0.08	0.2	15.040	15.760	12.490	0.480
4	19	25	25	25	14.85	14.89	0.58	0.1	0.97	0.1	41.22	1.15	38.03	2.05	0.2	0.08	0.2	14.130	13.860	10.680	0.240
4	18.5	Bridge																			
4	18	234	210	146	13.48	13.62	1.55	0.09	1.66		41.22	0.17	41.05		0.2	0.08	0.2	13.36	13.82	10.57	0.58
4	17	220	220	220	11.51	11.62	1.46		1.46		41.22		41.22		0.08			11.75	12.21	8.51	0.41
3.1	29	62	64.33	57.33	34.12	34.14	0.44		0.58	0.09	15.36		14.38	0.98	0.08	0.2	0.2	35.34	33.37	31.31	0.14
3.1	28.8	0.5	0.5	0.5	34.11	34.11	0.15	0.06	0.28	0.06	15.36	1.4	11.98	1.98	0.2	0.08	0.2	33.06	32.17	30.85	0.04
3.1	28.7	Bridge																			
3.1	28.6666*	45	47	40	32.31	32.35	0.92		0.93	0.06	15.36		15.35	0.01	0.08	0.2	0.2	33.06	32.17	30.77	0.3
3.1	28.5	0.5	0.5	0.5	32.32	32.32	0.15	0.06	0.27	0.05	15.36	3.11	11.89	0.36	0.2	0.08	0.2	30.79	30.96	29.28	0.04
3.1	28.4	Bridge																			
3.1	28.3333*	62	64.33	57.33	29.99	30.14	1.73		1.73		15.36		15.36		0.08			30.79	30.96	29.22	0.67
3.1	28	135	140	147	26.7	27.01	2.47		2.47		15.36		15.36		0.08			28.51	29.76	25.83	1
3.1	27	0.5	0.5	0.5	25.33	25.34	0.37		0.37		15.36		15.36		0.08			27.41	27.46	22.52	0.09
3.1	26.5	Bridge																			
3.1	26.4	28	28	28	24.05	24.14	0.96	0.13	1.32		15.36	0.63	14.73		0.2	0.08	0.2	23.51	25.52	22	0.48
3.1	26	187	213	190	23.84	23.92	1.14	0.13	1.26		15.36	0.18	15.18		0.2	0.08	0.2	23.51	25.52	21.5	0.4
3.1	25	206	227	215	19.24	19.67	2.89		2.89		20.48		20.48		0.08			21.2	19.36	17.59	1.01
3.1	24	130	130	130	17.55	17.57	0.36	0.07	0.58	0.1	20.48	0.32	18.06	2.1	0.2	0.08	0.2	16.84	16.7	14.14	0.12
3.1	23.4	Culvert																			
3.1	22.5	50	110	100	14.56	14.65	1.38		1.38		20.48		20.48		0.08			15.96	16.7	12	0.32
3.1	22	270	270	270	12.16	12.68	3.21		3.21		20.48		20.48		0.08			14.49	12.64	10.22	1
1.1.2.1	8.11	1	1	1	13.41	13.42	0.52		0.53	0.23	1.39		1.37	0.02	0.08	0.1	0.1	14.2	13.27	13.16	0.41
1.1.2.1	8.1	67	67	67	13.33	13.38	0.97		0.98	0.35	1.39		1.38	0.01	0.08	0.1	0.1	14.2	13.27	13.16	1
1.1.2.1	7.9	1	1	1	11.63	11.63	0.19		0.19		1.39		1.39		0.08			12	12	11.14	0.11
1.1.2.1	7.85	Bridge																			
1.1.2.1	7.8	163	163	163	10.92	11.29	2.68		2.68		1.39		1.39		0.08			12	12	10.84	3.25
1.1.2.2	8.01	1	1	1	15.88	15.96	1.22		1.22		2.08		2.08		0.08			16.29	16.28	15.27	0.59
1.1.2.2	8	300	300	300	15.73	15.9	1.83		1.83		2.08		2.08		0.08			16.29	16.28	15.27	1
1.1.2	7.5	70	70	70	8.32	8.34	0.57		0.6	0.08	3.47		3.44	0.03	0.08	0.1	0.1	8.78	8.24	7.02	0.3
1.1.2	7.4	150	150	150	7.84	7.89	0.81		0.97	0.35	3.47		3.09	0.38	0.08	0.1	0.1	8.05	7.5	6.85	0.42
1.1.2	7.3	110	110	110	6.3	6.55	2.18		2.18		3.47		3.47		0.08			6.8	9	5.7	1
1.1.2	7.2	80	80	80	5.66	5.68	0.61		0.61		5.38		5.38		0.08			5.82	6.92	4	0.18
1.1.2	7.1	1	1	1	5.51	5.53	0.46	0.13	0.53		5.38	0.28	5.1		0.1	0.08	0.1	5.17	5.83	3.58	0.19
1.1.2	7	20	20	20	5.51	5.52	0.46	0.13	0.53		5.38	0.28	5.1		0.1	0.08	0.1	5.17	5.83	3.58	0.19
2.1	13	150	133	170	8.98	9.1	1.57		1.57		5.47		5.47		0.08			10.67	10.72	8.49	1.01
2.1	12	220	120	30	7.45	7.46	0.27	0.16	0.43	0.08	6.77	2.14	4.51	0.12	0.1	0.08	0.1	6.64	7.11	5.53	0.12
2.1	11.4	260	260	260	7.3	7.31	0.21	0.1	0.45	0.01	6.77	2.12	4.65	0	0.1	0.08	0.1	7.05	7.29	5.11	0.15
3	16	249	111	102	9.5	9.78	2.34		2.34		61.71		61.71		0.05			10.6	10.83	7.33	0.55
3	15.5	1	1	1	9.31	9.4	0.78	0.05	1.35	0.11	61.71	0.16	57.83	3.73	0.2	0.05	0.2	9.14	8.58	6.11	0.3
3	15.1	Bridge																			
3	15.05	25	25	25	8.76	8.93	1.75		1.85	0.06	61.71		61.58	0.13	0.05	0.2	0.2	9.14	8.58	6.2	0.58
3	15	120	120	125	8.61	8.81	1.99		1.99	0.02	61.71		61.71	0	0.05	0.2	0.2	9.14	8.58	6.2	0.51
3	14	250	250	250	7.94	8.13	1.26	0.22	1.98	0.15	61.71	0.69	58.53	2.49	0.1	0.05	0.2	7.64	7.76	5.53	0.6
1.1.1	6.1	300	300	300	13.11	13.18	1.11		1.11		2.52		2.52		0.08			14	13.38	12.86	0.99
1.1.1	6	106	106	106	5.47	5.47	0.03	0.02	0.03	0.02	2.52	0.11	2.11	0.3	0.1	0.08	0.1	4	4	3.5	0.01
1.1	5.2	115	115	115	5.43	5.47	0.77	0.17	0.86		7.9	0.21	7.69		0.1	0.08	0.1	5.17	5.83	3.58	0.32
1.1	5.1	5																			

Annexe 6 :
**Analyse des incertitudes – Résultats
de simulation sur la crue 100 ans**

Lignes d'eau modélisées de la crue 100 ans et des valeurs hautes et basses de la fourchette d'incertitude



Lignes d'eau modélisées de la crue 100 ans avec variation de + ou - 20 % des coefficients de Strickler



Lignes d'eau modélisées de la crue 100 ans avec variation de la condition limite aval (+ ou - 30 cm)

