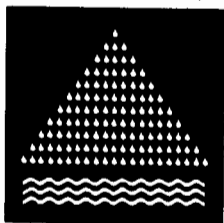


**DELIMITATION DE
LA ZONE INONDABLE
DE LA RIVIERE LA FOA**



Hydrex

Nouméa, le 17 Octobre 1996

SARL au Capital de 2.000.000 F CFP
RCS Nouméa B-287094 - Ridet 287094-001
Siège social : 28, rue Einstein, Ducos
BP 411 - 98845 Nouméa Cedex - Nouvelle-Calédonie
Tél: 28.26.98 Fax: (687) 27.61.27

TERRITOIRE DE NOUVELLE CALEDONIE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE
ET DE LA FORET

SERVICE DE L'AMENAGEMENT

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE DE LA RIVIERE LA FOA

HYDREX

Etudes et travaux d'hydraulique

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'ETUDE	1
2. HYDROLOGIE	2
2.1. INTRODUCTION	2
2.2. UTILISATION DES MESURES HYDROLOGIQUES	2
2.3. COMPLEMENTS ISSUS DE LA MODELISATION	8
2.4. DISTRIBUTIONS DE DEBITS PROPOSEES	11
3. DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE	12
3.1. MODELISATION DE LA RIVIERE LA FOA	12
3.2. CALCUL DES HAUTEURS D'EAU	18
3.3. DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE	26
3.4. VITESSES D'ECOULEMENT	27
3.5. REMARQUE	28

1.OBJET DE L'ETUDE

La rivière La Foa engendre, comme toutes les rivières de Nouvelle Calédonie, des crues importantes lors du passage de dépressions ou de cyclones tropicaux.

Les principales conséquences de ces crues sont généralement l'inondation de certaines habitations, la coupure des voies de communication et les dégâts sur les exploitations agro-pastorales.

Afin de mettre en place les éléments de base qui lui permettront ultérieurement de gérer le risque inondation, la Direction de l'Agriculture et de la Forêt nous a chargés de dresser la carte de la zone inondable de la rivière La Foa au droit de l'agglomération du même nom.

La présente étude délimite cette zone inondable avec la précision que permettent les données (mesures de débits et fond de plan topographique) actuellement disponibles.

Il faut préciser que le document établi est un document purement technique, donnant essentiellement des hauteurs d'eau pour des crues de diverses fréquences, ainsi que des indications sur les vitesses d'écoulement.

Il ne s'agit en aucun cas d'une carte de risque. En effet une telle carte doit inclure les autres risques inhérents à la zone concernée (glissements de terrain par exemple). Elle doit en outre faire l'objet d'une procédure qui inclut notamment une enquête publique relative au document final. Cette procédure, qui n'est pas encore applicable sur le Territoire de Nouvelle Calédonie, permet de rendre la carte de risque opposable aux tiers. Elle peut alors interdire certaines zones à la constructions (zone rouge) ou encore autoriser la construction dans d'autres zones sous réserves de dispositions constructives particulières (zone bleue) ou enfin déclarer des zones sans contraintes particulière (zone blanche).

Ce n'est pas le cas du présent document qui pourrait par contre être utilisé directement comme base à l'élaboration ultérieure d'un P.E.R. (plan d'exposition aux risques). En attendant, il sera donc souhaitable de faire preuve de réserve dans l'exploitation de la carte de délimitation de zone inondable.

2. HYDROLOGIE

L'étude hydrologique a pour but d'évaluer des débits de crue, sur la rivière La Foa et ses affluents, associés à diverses périodes de retour, notées T.

Ces valeurs seront utilisées pour déterminer les crues annuelle ($T=1$ an), biennale ($T=2$ ans), quinquennale ($T=5$ ans), décennale ($T=10$ ans), vingtennale ou vicennale ($T=20$ ans), cinquantiennale ($T=50$ ans), voire "approximativement" centennale ($T=100$ ans).

La période de retour, définie comme l'inverse de la probabilité annuelle de dépassement, est une notion délicate à interpréter. La façon la plus simple de l'expliciter (en prenant l'exemple de la crue décennale) est de dire que sur une très longue période d'observation (plusieurs séries de 10 années), on observera la crue décennale en moyenne une fois tous les dix ans.

En pratique, les probabilités de ne pas observer la crue décennale sur une période donnée de 10 années, ou inversement de l'observer plusieurs fois sur le même laps de temps, ne sont pas nulles.

2.1. INTRODUCTION

La rivière La Foa reçoit, en amont du village, l'affluent rive gauche Oua Pocquereux. En aval du village, elle reçoit successivement la Fo Nimoulou en rive gauche et la Fonwhary en rive droite (cf annexe 1).

Au village, la rivière La Foa présente ainsi un bassin versant de 252 km², auxquels s'ajoutent en aval du village les 40 km² de la Fo Nimoulou, puis les 75 km² de la Fonwhary, soit environ 367 km² en aval du village.

2.2. UTILISATION DES MESURES HYDROLOGIQUES

La rivière La Foa est équipée, depuis 1980, d'un limnigraphe au lieu dit Pierrat. Ce point de mesure délimite un bassin versant de 115 km². Malgré un certain nombre de lacunes, il nous a été possible de reconstituer la totalité des débits maximums instantanés annuels depuis 1980 à nos jours. Cette série de mesures a l'avantage d'inclure le récent cyclone Béti, qui s'est avéré être exceptionnel sur La Foa. Elle présente par contre l'inconvénient d'être trop courte pour en permettre seule une étude statistique complète.

HYDROLOGIE

Nous avons donc également utilisé la station limnigraphique de Boghen (d'abord Malmezac: 128 km², entre 1954 et 1969, puis Aremo: 113 km², entre 1969 et nos jours) qui totalise donc 42 années de mesures.

Les données de l'ensemble de ces stations nous ont été communiquées par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt, Service de l'Aménagement, qui est chargé du suivi du réseau de mesures hydro-pluviométriques du Territoire.

Les débits maximum instantanés annuels de Boghen Malmezac sont les suivants:

Année hydro	Date événement	Boghen Malmezac	
		Débit (m ³ /s)	Heure
54/55	04/03/55	1020	09-35
55/56	28/12/55	648	08-00
56/57	06/01/57	405	10-15
57/58	24/02/58	355	15-20
58/59	18/01/59	456	23-59
59/60	27/05/60	148	01-00
60/61	07/02/61	893	07-15
61/62	12/07/62	550	??-??
62/63	11/03/63	119	06-00
63/64	12/06/64	947	18-00
64/65	20/11/64	43.6	06-00
65/66	29/03/66	870	11-00
66/67	30/03/67	1080	02-00
67/68	19/01/68	492	06-00
68/69	02/02/69	1320	04-00

Ces débits ont été transposés de Malmezac (bassin de 128 km²) à Aremo (bassin de 115 km²) en leur appliquant un coefficient d'abattement de 0,9, ce qui a permis de les inclure au tableau suivant qui contient tous les débits de Boghen. Une valeur de 2000 m³/s a en outre été ajoutée, elle est supposée (d'après enquête ancienne) être survenue en 1948. D'après notre propre enquête sur le terrain, il s'agirait plutôt de l'année 1951.

Le tableau incorpore également les données de la station de La Foa.

			LA FOA				BOGHEN	
année hydrologique	événement	date	heure	cote		débit	heure	débit
01/11/n > 31/10/n+1				(cm)		(m ³ /s)		(m ³ /s)
[9]								
1948-1951		??/??/????					??-??	2000
							Malmezac x0,90	
54/55		04/03/1955					09-35	920
55/56		28/12/1955					08-00	585
56/57		06/01/1957					10-15	365
57/58		24/02/1958					15-20	320
58/59	Béatrice	18/01/1959					23-59	410
59/60		27/05/1960					01-00	133
60/61		07/02/1961					07-15	804
61/62		12/07/1962					??-??	495

62/63		11/03/1963				06-00	107	
63/64		12/06/1964				18-00	853	
64/65		20/11/1964				06-00	39	
65/66		29/03/1966				11-00	783	
66/67		30/03/1967				02-00	972	
67/68	Brenda	19/01/1968				06-00	443	
68/69	Colleen	02/02/1969				04-00	1190	
						Aremo		
69/70		19/08/1970				06-00	89	
70/71		11/02/1971				01-15	984	
71/72		16/01/1972				18-30	516	
72/73		08/07/1973				01-30	320	
73/74	Pam	04/02/1974				16-00	740	
74/75	Alison	07/03/1975				21-00	1520	
75/76	David	17/01/1976				02-30	535	
76/77		24/02/1977				19-45	375	
77/78	Bob	07/01/1978				10-30	201	
78/79		31/07/1979				01-30	252	
79/80		14/02/1980				04-30	241	
80/81	Cliff	13/02/1981	02-00	597	943	00-20	1040	
81/82	Gyan	24/12/1981	16-00	650	1210	13-30	1140	
82/83		13/12/1982	17-30	117		15-30	67.5	
		15/12/1982	16-15	208 [1]	56.5	16-45	(31.3)	
83/84		30/10/1984	11-10	356	261	10-24	366	
84/85		15/09/1985	01-54	394 [1]	324	00-46	381	
85/86		20/05/1986	19-58	344 [1]	242	18-27	178	
86/87		17/12/1986	06-49	327 [1]	217	10-10	35.5	
87/88	Anne	13/01/1988	??-??	726 [2]	1630	04-26	1170	
88/89		21/01/1989	??-??	lacune		15-07	521	
	Lili	11/04/1989	00-06	510 [3]	600	20-10	(487)	
89/90	24/01/1990	23/01/1990	22-03	556	768	??-??	2300 [8]	
90/91		07/03/1991	05-20	361	269	14-12	(50.3)	
		06/06/1991	17-30	173		00-45	112	
91/92	07/04/1992	07/04/1992	22-58	619 [4]	1051	21-14	(500)	
	Esau	05/03/1992	02-52	394		01-47	679	
92/93		22/03/1993	00-09	278	145	00-38	52.9	
93/94		27/02/1994	12-00	374	291	?	?	
94/95		08/03/1995	00-26	300	177	?	?	
95/96	Beti	27/03/1996	21-55	876 [5]	2300	??-??	3200 [8]	
					[6]		[7]	

Ce tableau appelle les remarques suivantes:

[1] : l'année «La Foa» comporte des lacunes qui ont pu être levées par comparaison avec la station voisine. Par exemple, en octobre 1985, La Foa présente une lacune, mais au même moment, sur la Boghen qui n'est pas en lacune, on n'observe que de très faibles débits, ce qui permet d'affirmer que le maximum observé sur La Foa est bien le maximum annuel.

[2] : le cyclone Anne est en lacune totale sur La Foa. Toutefois le dossier station contient une évaluation du maximum atteint par l'eau en Janvier 1988, estimation très probablement déduite d'un relevé de laisses de crues. Ce niveau a été

converti en débit à l'aide de la courbe de tarage de hautes eaux actuellement en vigueur.

[3] : lacune du 1/11/88 au 31/01/89 sur La Foa. Pendant cette période, Boghen arrive à son maximum le 21/01/89, mais ce maxi est très proche de la crue du 11/04/1989. On admettra, pour ne pas passer l'année 88/89 en lacune, que sur La Foa, la crue du 11/04/89 est bien le maximum.

[4] : ce maximum est celui de la crue du 7/4/92, mais BOGHEN a un maximum plus élevé en mars (cyclone Esau), les lacunes se couvrent mutuellement. Ces deux crues sont valides sur chaque station, le maximum n'est donc pas synchrone.

[5] : mesures non disponibles après le cyclone BETI, mais la probabilité qu'un maximum supérieur survienne avant la fin de l'année hydrologique est infime, ce qui rend ce maximum valide pour l'ensemble de l'année.

A noter que l'application directe de la courbe de tarage existante sur la station limnigraphique aurait donné 2630 m³/s. Pourtant, la mise au point d'un mini-modèle sur un tronçon de rivière au droit de la station et les laisses de crue précises recueillies après le passage de Béti ont permis d'infirmer cette courbe pour les hauteurs d'eau supérieures à 7,20 mètres. En effet, et du fait des débordements en lit majeur à partir de cette cote, la pente de l'écoulement diminue subitement et le débit transité ne suit plus la même loi. La partie haute de la courbe de tarage a donc été modifiée en fonction de ces résultats.

[6] : une seule courbe de tarage de moyennes et hautes eaux sur l'ensemble de la période d'observation, station stable. On peut s'intéresser aussi bien aux hauteurs d'eau qu'aux débits.

[7] : multi-stations et multi-courbes de tarages. C'est pour cette raison que l'on ne travaille que sur les débits (qui intègrent ces paramètres).

[8] : débits reconstitués par extrapolation de la courbe de tarage à l'aide d'une courbe de débitance déduite du levé de sections. Cette reconstitution est beaucoup plus sommaire que celle qui a pu être réalisée à La Foa, car nous ne disposons pas des données topographiques nécessaires. Le travail détaillé réalisé sur La Foa laisse penser que ces valeurs sont très surévaluées puisqu'à Boghen également, la rivière déborde en lit majeur à partir d'une certaine cote, dépassée par les crues considérées.

Les hauteurs d'eau par rapport au 0 échelle sont:

JAN90 = 9,30 & BETI = 10,89

[9] : Les années hydrologiques courent du 1/11/N au 31/10/N+1 afin d'utiliser la période la plus sèche comme charnière.

A la lecture de ce tableau, on peut aisément constater que les crues sont très souvent synchrones sur la Boghen et sur La Foa. Cela provient de la proximité des deux stations, au regard de l'étendue des dépressions cycloniques. Cette observation rend légitime l'utilisation de la longue série de mesures sur Boghen pour l'aide à la détermination de la distribution des débits sur La Foa.

Etude de la distribution des crues:

Les échantillons de débits (Boghen et La Foa) et de hauteurs d'eau (La Foa) rassemblés dans le tableau ci-dessus ont permis d'étudier les distributions statistiques de ces événements (ces distributions ont été établies en exprimant la fréquence expérimentale à l'aide de la formule $f=(i-1/2)/N$ avec i =rang de l'événement et N =nombre événements).

Dans tous les cas, le meilleur ajustement est obtenu avec une distribution de Gumbel multiple (mais une distribution Log Normale (Galton) donne également des résultats très proches). Les graphes de ces distributions ainsi que les droites d'ajustement correspondantes sont donnés en annexe 2.

En ce qui concerne Boghen-Aremo, on en a déduit le tableau suivant, exprimant le débit relatif à une période de retour donnée:

Boghen Aremo (113 km ²)							
période de retour (ans)	1.1	2	5	10	20	50	100
Débit (m ³ /s)	80	500	1000	1400	2050	2900	3580
Débit spéc.(m ³ /s/km ²)	0.7	4.4	8.8	12.4	18.1	25.7	31.7

Sur cette station, et compte tenu du nombre d'années d'observations, la distribution statistique est fiable. Il faut cependant remarquer l'incidence prépondérante, à partir de $T=20$ ans, des trois crues maximales qui sont justement les plus mal évaluées en termes de débits. Jusqu'à ce jour, tous les ajustements à une distribution de Gumbel que nous avons réalisés en Nouvelle Calédonie aboutissent au tracé de deux droites, l'une représentant fidèlement les débits faibles, l'autre les débits élevés (c'est d'ailleurs l'allure obtenue sur La Foa ainsi que nous le verrons plus loin), alors que la prise en compte des trois crues les plus élevées de Boghen conduit à tracer un troisième segment. A notre avis, la présence de deux segments est justifiée par l'existence de deux types de débits associés à deux types de pluviométrie: «standard» et «cyclonique». Rien ne semble par contre justifier l'existence d'un troisième type et nous avons tracé sur la distribution de Boghen, en tireté, une version possible de la distribution qui remettrait en cause l'estimation des débits de 1951, du 20 JAN 90 et de BETI (mais pas leur classement qui est confirmé par la comparaison des hauteurs d'eau). Ainsi que nous l'avons signalé dans les commentaires relatifs au tableau des données brutes, cette remise en cause est probable, au vu des résultats obtenus sur la station de mesure de La Foa, qui a fait l'objet d'une analyse poussée. Cette distribution remaniée donnerait les résultats suivants:

Boghen Aremo (113 km ²)							
période de retour (ans)	1.1	2	5	10	20	50	100
Débit (m ³ /s)	80	500	1065	1430	1780	2265	2600
Débit spéc.(m ³ /s/km ²)	0.7	4.4	9.4	12.6	15.7	20.0	23.0

On remarquera que l'incidence de cette correction ne concerne que les crues de période de retour supérieure à 10 ans.

En ce qui concerne La Foa, l'analyse des débits aboutit au résultat suivant:

La Foa Pierrat (115 km ²)							
période de retour (ans)	1,1	2	5	10	20	50	100
Débit (m ³ /s) La Foa	110	410	1100	1545	1990	2540	2980
Débit spéc. (m ³ /s/km ²)	0.9	3.6	9.5	13.4	17.3	22.1	25.9

Il faut en premier lieu signaler que cet ajustement ne saurait être considéré comme valide, du fait de la série de données très limitée (16 maximums instantanés annuels seulement). Nous avons superposé à la droite d'ajustement de La Foa Pierrat, celle de Boghen Aremo (en tireté) pour mieux faire apparaître les différences entre les deux distributions obtenues: l'angle formé par les deux droites nous indique que les débits de faibles périodes de retour sont supérieurs sur Boghen et inversement pour les débits de périodes de retour élevées. Si ces différences ne sont pas majeures, ce qui confirme que les deux stations ont un fort lien de parenté, elles ne sont pas pour autant négligeables et nous allons essayer de corriger la distribution de La Foa en fonction des autres données dont nous disposons.

Tout d'abord, la comparaison des caractéristiques physiques des deux bassins (annexe 3) nous confirme que les superficies, paramètre prédominant, sont quasiment identiques, mais également les altitudes, ainsi que les pentes, l'exposition et la couverture végétale. Seule la géologie est sensiblement différente: dominante de Trias/Lias peu perméable à La Foa, dominante de volcano-sédimentaire à forte couche d'altération, donc plutôt perméable sur Boghen. D'après le seul paramètre géologie, les pointes de crues pourraient être plus faibles, car amorties, sur la Boghen.

Ensuite la période d'observation disponible sur La Foa (16 années) est fortement marquée par plusieurs périodes sèches prolongées (82/83, 86/87 et 92/95 soit 8 années sur 16), ce qui augmente le poids des débits faibles dans la distribution et se traduit par le décalage du point de changement de droite (entre débits «standards» et «cycloniques») vers la droite, c'est à dire vers des périodes de retour plus élevées.

Enfin, la réalité de ce décalage est confirmée par l'étude des écoulements qui sera abordée plus loin. L'enquête sur le terrain a en effet montré que l'ancien pont de la RT1 sur la rivière La Foa était submergé «au moins chaque année». Même si cette remarque demeure suggestive et dépend, comme on le verra, des embâcles d'arbres éventuels, elle permet de douter fortement des débits de faible période de retour obtenus par la distribution brute de La Foa Pierrat. Pour expliquer ces submersions répétées, il faut que les débits annuel et biennal soient plus élevés que ceux obtenus.

Ces trois observations nous amènent à proposer une nouvelle distribution des débits de La Foa Pierrat déduite de celle de Boghen Aremo. Cette distribution aura strictement la même forme, c'est à dire que les segments de droite seront parallèles et le point d'intersection aura le même emplacement en termes de période de retour. Par contre, les débits seront augmentés, ce qui se traduira par une translation verticale des droites en question. Nous avons retenu une translation de 100 m³/s, assez arbitraire il faut le reconnaître, mais censée représenter l'incidence de la géologie et qui permet de faire passer la distribution par le point «Béti».

La distribution des débits à La Foa Pierrat est donc finalement:

La Foa Pierrat (115 km ²)							
période de retour (ans)	1.1	2	5	10	20	50	100
Débit (m ³ /s)	150	600	1140	1530	1880	2370	2700
Débit spéc.(m ³ /s/km ²)	1.3	5.2	9.9	13.3	16.3	20.6	23.5

2.3. COMPLEMENTS ISSUS DE LA MODELISATION

Le modèle mathématique des écoulements de la rivière La Foa, qui sera décrit plus loin, nous a permis d'exploiter les relevés de laisses de crues et des échelles de crues installées dans la zone inondable (échelles gérées par la D.A.F.), pour évaluer les débits de la rivière La Foa aval lors des crues ayant pu être observées.

Parmi toutes les données disponibles, nous avons retenu les 5 crues les mieux observées, c'est à dire dont on connaît le débit à la station de mesure et pour lesquelles on dispose de laisses de crues, relevées aux alentours du village, suffisamment nombreuses pour évaluer le débit passé au village et, le cas échéant, dans l'affluent Fonwhary. La crue «historique» de 1951 a été écartée car les conditions d'écoulement de l'époque sont mal connues et les laisses recueillies par enquête ne sont pas cohérentes entre elles.

Ces crues, qui couvrent une large gamme de débits, sont les suivantes: Béti, le 8 avril 1996, Gyan, le 24 décembre 1981, les dépressions du 24/01/1990 et du 07/04/1992 et enfin Lili, le 11 avril 1989 (dans l'ordre des débits décroissants).

Le tableau suivant récapitule les débits observés ou calculés à l'aide du modèle en différents point du réseau (le modèle utilisé pour ces calculs tient compte des conditions d'écoulement en vigueur aux dates où les crues se sont produites, c'est à dire qu'elles prennent en considération l'ancien pont de La Foa et l'état actuel de la RT1, qui date de 1978).

Crue	Débit (m3/s) Pierrat	Débits (m3/s) au village	Débits (m3/s) Fonwhary	Débit (m3/s) Fo Nimoulou	Débits (m3/s) aval
Lili	600	800	150	50	1000
07/04/92	1051	960	225	75	1400
24/01/90	768	1200	380	120	1700
Gyan	1210	1760	330	110	2200
Béti	2300	2880	255	65	3200

Les lignes d'eau calculées de ces crues sont données en annexe 4. Pour ne pas surcharger le dessin, les seules lignes d'eau déduites de laisses de crues indiquées sont celles de Béti et Lili, par ailleurs les mieux connues. On remarquera la bonne adéquation entre observations et résultats du calcul.

Ce tableau appelle un certain nombre de remarques:

* Un seul modèle a été utilisé pour l'ensemble des débits mais il est probable qu'un modèle particulier devrait être utilisé pour les débits extrêmes (Béti). En effet, pour les hauteurs d'eau atteintes par Béti en lit majeur, il faudrait augmenter les coefficients de frottement (Strickler). C'est la raison pour laquelle la ligne d'eau calculée est un peu trop haute par rapport aux laisses de crue (mais l'estimation des débits est, elle, correcte).

* Le débit apporté par la Fonwhary a une incidence non négligeable sur la ligne d'eau en aval de La Foa. Le modèle montre que la crue de Béti, très importante au village, a bénéficié en aval d'un apport modeste de la Fonwhary (ce résultat a été confirmé par enquête sur le terrain). Inversement, lors de la crue du 24/01/90, les apports de la Fonwhary ont été plus élevés que la «normale». Cela peut s'expliquer par la faible étendue géographique de cette dépression, centrée sur Boghen, dont le bassin jouxte celui de la Fonwhary. Les trois autres crues traitées correspondent sans doute à ce que nous avons qualifié ci-dessus de répartition «normale» entre les sous-bassins, c'est à dire une répartition où tous les bassins sont soumis à une perturbation de même intensité. Les résultats du calcul nous donnent dans ce cas une estimation du pourcentage de débit amené par chaque affluent (ce pourcentage ne correspond pas forcément à un prorata des superficies des bassins dans la mesure où le paramètre prépondérant devient alors la plus ou moins forte concomitance des crues, elle-même fonction des différentes pentes et longueurs d'écoulement). On obtient ainsi:

- Pour 100% de débit à La Foa aval, 80% proviennent de La Foa village, 15% de Fonwhary et 5% de Fo Nimoulou.

- Exprimé en terme de pourcentage du débit de La Foa village, le plus précisément estimé à l'aide du modèle, cela représente respectivement 19% pour Fonwhary et 6% pour Fo Nimoulou.

Nous retiendrons cette répartition pour l'estimation des débits de calcul des aménagements et de la zone inondable. En tout état de cause, nous verrons qu'une erreur sur l'estimation des débits des affluents avals n'a qu'une faible incidence sur les crues au droit du village.

* on pourra s'étonner de constater que pour la crue du 07/04/92, le débit à La Foa village est inférieur au débit mesuré au limnigraphe. Cela provient du fait que cette crue a présenté un pic très bref (à titre de comparaison, la montée et descente du pic principal de la crue a duré environ deux heures alors que pour Gyan, par

exemple, de débit comparable, le corps de la crue a duré 18 heures environ). Dans ces conditions le transfert de la pointe de crue vers l'aval s'accompagne d'un laminage qui l'émousse progressivement.

Le tableau suivant reprend les principaux résultats ci-dessus et y apporte quelques compléments:

Crue	Débit (m3/s) Pierrat 115 km2	T _{retour} (ans) Pierrat	Débits (m3/s) au village 252 km2	Débits (m3/s) aval 367 km2	a	b
Lili	600	2	800	1000	0.44	0.37
07/04/92	1051	4,5	960	1400	0.25	NS
24/01/90	768	3	1200	1700	0.68	0.57
Gyan	1210	6 à 7	1760	2200	0.51	0.48
Béti	2300	30 à 35	2880	3200	0.29	0.29

Nous y avons inclu en premier lieu la période de retour de chaque phénomène, au limnigraphe (période de retour lue sur la distribution retenue, pour chaque débit). Mais on ne connaît pas leur période de retour à La Foa village ou aval. On peut d'ailleurs constater que la crue du 07/04/92 s'avère moins rare au village qu'au limnigraphe. Hormis cette exception, expliquée, on l'a vu, par la forme de l'hydrogramme de crue, le classement des crues demeure le même partout. Il faudrait, pour connaître la période de retour des crues de La Foa au village, par exemple, disposer en ce lieu de plusieurs dizaines d'années de mesures de laisses de crues et calculer les débits correspondants. Nous ne disposons évidemment pas de ces informations et devons nous contenter d'admettre que la période de retour peut être transposée directement du limnigraphe en tout point de la rivière comme semble le confirmer le classement des crues observées.

Accessoirement, on peut mettre en relief la période de retour du cyclone Béti, vécu comme un événement à peine inférieur à celui de 1951, c'est à dire survenu 2 fois en 45 ans, et qui n'est donc pas extrêmement rare.

Les deux dernières colonnes du tableau font apparaître un coefficient de transposition des débits du limnigraphe à l'aval d'une part et du limnigraphe au village d'autre part, transposition effectuée au prorata des superficies de bassin (rappelées dans le tableau) selon les formules suivantes:

$$Q_{\text{aval}} = Q_{\text{limni}} * (SBV_{\text{aval}} / SBV_{\text{limni}})^a$$

$$Q_{\text{village}} = Q_{\text{limni}} * (SBV_{\text{village}} / SBV_{\text{limni}})^b$$

Ces coefficients expriment l'abattement à affecter à une transposition brute ($a=b=1$) pour tenir compte d'une part de la diminution des intensités de pluies en fonction de la superficie et d'autre part de la plus ou moins forte concomitance des crues de chaque affluent. Ces phénomènes ajoutent à la difficulté d'estimer des débits assortis de périodes de retour en aval du limnigraphe et la dispersion des résultats obtenus pour l'estimation des coefficients ne nous aide pas. On peut en premier lieu écarter la crue du 07/04/92, anomalie probablement exceptionnelle et qui ne va pas dans le sens de la sécurité. Dans ces conditions, la moyenne de tous les coefficients

restant est de 0,45 (il est préférable de considérer l'ensemble des coefficients a et b, puisqu'on prend ainsi en compte un plus grand nombre d'estimations de débits et que ces coefficients ont un caractère régional). On peut également constater que les coefficients extrêmes (24/01/90 et Béti) correspondent à un comportement «anormal» de la Fonwhary (et, probablement, de la Pocquereux) selon ce que nous avons vu plus haut. En écartant aussi ces deux crues, la moyenne des quatre coefficients restant est encore de 0,45. On pourrait enfin, compte tenu du très fort abattement (0,29) obtenu pour Béti, considérer que l'abattement augmente avec la rareté de la crue mais rien ne semble justifier une telle décision, qui ne serait en outre pas du côté de la sécurité et nous nous contenterons de $a=b=0,45$, ce qui représente déjà un fort abattement. Par conséquent, on obtient:

$$Q_{\text{village}} = Q_{\text{limni}} * (SBV_{\text{village}}/SBV_{\text{limni}})^{0,45} = Q_{\text{limni}} * (252/115)^{0,45} = 1,423 * Q_{\text{limni}}$$

2.4. DISTRIBUTIONS DE DEBITS PROPOSEES

La distribution des débits de la rivière La Foa est déduite de l'ensemble des résultats établis ci-dessus: les débits à La Foa village, que l'on souhaite les plus précis, sont déduits des débits au limnigraphe avec le coefficient de transposition de 1,423, les débits de la Fonwhary et de la Fo Nimoulou sont respectivement de 19% et 6% de ceux de La Foa au village et les débits de La Foa aval sont la somme des trois précédents. Les périodes de retour des débits obtenus en tous ces points sont les mêmes que celles établies au limnigraphe, ce qui aboutit au tableau suivant:

période de retour (ans)	1,1	2	3	4	5	10	20	50	100
Débit (m3/s) Foa limni	150	600	870	1030	1140	1530	1880	2370	2700
Débit (m3/s) Foa village	210	850	1240	1460	1620	2175	2675	3370	3840
Débit (m3/s) Fonwhary	40	160	235	275	305	410	510	640	730
Débit (m3/s) Fo Nimoulou	10	50	75	85	95	130	160	200	230
Débit (m3/s) Foa aval	260	1060	1550	1820	2020	2715	3345	4210	4800

3.DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

3.1. MODELISATION DE LA RIVIERE LA FOA

Afin de déterminer les hauteurs d'eau engendrées par un débit donné, nous avons utilisé le modèle mathématique d'écoulement permanent "ECOPERM", créé par la SOGREAH et concédé au Territoire (DAF) qui l'a mis à notre disposition dans le cadre de l'étude.

Schématiquement, ce modèle permet de représenter une rivière à partir du relevé topographique de coupes successives de son lit (lit mineur + lit majeur). Il devient alors possible de calculer en chaque coupe (section) les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour un débit donné.

Les sections utilisées pour l'étude de la rivière La Foa sont indiquées sur la carte au 1/10000ème donnée en annexe (carte de la zone inondable).

En principe, le calage d'un modèle d'écoulement est réalisé à partir de deux séries de données: débits transités et lignes d'eau observées. Dans ces conditions, on peut jouer sur les paramètres de calage pour forcer une ligne d'eau calculée (pour un débit donné) à reproduire la ligne d'eau observée. En pratique, il est exceptionnel de disposer de toutes les informations voulues. A La Foa, par exemple, on dispose de mesures directes des débits à la station limnigraphique, mais pas au village. La procédure de calage consiste ainsi davantage à forcer les paramètres à reproduire de façon satisfaisante le plus grand nombre possible de lignes d'eau observées, en évaluant les débits correspondants.

Le modèle intitulé «lafoa» a ainsi pu être calé à partir des hauteurs d'eau mesurées lors de crues de débits étagés entre 1000 et 3200 m³/s. Le calage peut être considéré comme précis pour les débits moyens (les débits faibles, peu débordants, sont plus difficiles à modéliser en raison d'écoulements parallèles en lit majeur et mineur, mais ces débits ne nous intéressent pas dans le cadre de la zone inondable). Les principaux coefficients de frottement (Strickler) retenus ont été 25 à 30 en lit mineur, 8 dans la mangrove, 10 à 12 en lit majeur (un peu plus pour les débits très élevés, supérieurs ou égaux à Béti, l'augmentation de l'épaisseur d'eau entraînant une diminution du frottement).

Le modèle «lafoa» représente la rivière dans l'état «ancien». Par état ancien il faut entendre: ancien pont et accès rive gauche actuel (datant de 1978) sans le remblais d'accès provisoire au nouveau pont. Ce sont les conditions qu'ont rencontré les cinq principales crues ayant servi au calage (en toute rigueur il aurait fallu inclure

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

le nouveau pont et son remblai d'accès provisoire lors du cyclone Bédi, mais l'importance du déversement sur la RT1 lors de ce cyclone exceptionnel gomme en grande partie l'influence de la géométrie du pont pour cette crue).

L'énumération des crues ayant permis de procéder au calage et les résultats obtenus ont été donnés dans le chapitre hydrologie auquel on pourra se reporter pour plus de détails.

INFLUENCE DU BARRAGE ANTISEL

En ce qui concerne le barrage antisel, on sait, du fait de l'étude de nombreux ouvrages similaires, que son influence sur la ligne d'eau devient très vite négligeable avec l'augmentation de la hauteur de déversement par dessus le barrage. En l'occurrence, le plus faible débit auquel nous nous intéressons ($T=1,1$ an, $260 \text{ m}^3/\text{s}$ au barrage) le submerge déjà de près de $0,80$ mètre. Pour la crue biennale, la hauteur de déversement atteint $2,30$ mètres et le débordement sur les berges est déjà généralisé. L'ouvrage n'a alors pratiquement plus d'influence sur la ligne d'eau. Seule la ligne d'eau de la crue $T=1,1$ an devrait être corrigée pour tenir compte du remous dû au barrage antisel mais le remous pour cette crue est limité (de l'ordre de $0,50$ m au maximum) et il est quasiment amorti avant d'atteindre la RT1 (il faut toutefois ajouter que ce remous liquide est susceptible de provoquer sur le long terme un remous solide de hauteur équivalente, et qui, lui, ne s'amortit pas. Nous éluderons ce problème, par ailleurs encore jamais mis en évidence à ce jour sur les ouvrages existants, en supposant qu'un curage approprié viendrait compenser ce phénomène). Vis à vis du barrage antisel, le modèle est donc suffisamment représentatif des écoulements pour l'objet de l'étude.

INFLUENCE DES AFFLUENTS EN AVAL DU VILLAGE

La distribution de débits retenue a pris en compte une répartition «probable» entre les différents affluents mais nous avons vu dans la phase de calage que leurs débits réels pouvaient varier dans des proportions plus importantes. Afin d'évaluer l'influence de ces variations éventuelles, nous allons supposer que les répartitions atteignent les valeurs extrêmes qui ont pu être observées. En ce qui concerne la Fonwhary, le pourcentage de débit (exprimé par rapport au débit au village), d'une valeur standard de 19% , a en fait varié entre 10 et 27% . Pour la Fo Nimoulou, la fourchette est de 3 à 9% . Des simulations ont donc été faites avec ces répartitions (sur les seules crues $T=1,1$ $T=5$ et $T=100$ ans, expression simplifiée de la gamme) qui aboutissent aux résultats suivants:

sections	T=1,1		T=5		T=100	
	incidence affluents max	incidence affluents min	incidence affluents max	incidence affluents min	incidence affluents max	incidence affluents min
PB13	-0,05	+0,04	-0,09	+0,08	-0,24	+0,20
PB11	-0,05	+0,04	-0,12	+0,11	-0,29	+0,23
PB10	-0,07	+0,05	-0,15	+0,12	-0,30	+0,25
PB9	-0,09	+0,07	-0,19	+0,14	-0,36	+0,29
PB8	-0,14	+0,10	-0,24	+0,17	-0,39	+0,32

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

On constate ainsi que la répartition des débits des affluents n'a pratiquement pas d'incidence sur les niveaux de la crue annuelle. Pour la crue quinquennale, cette influence reste inférieure à 10 cm en PB13, c'est à dire au droit du village. Pour la crue centennale, l'incidence est plus importante mais demeure faible en valeur relative par rapport aux hauteurs d'eau absolues générées par cette crue.

On peut donc considérer que les conditions aval au franchissement sont stables et l'on se limitera au cas de la répartition «standard» établie dans le chapitre hydrologie et utilisée jusqu'à présent.

Dans le cas d'un projet très sensible aux inondations, il demeure possible d'ajouter ces surcotes aux cotes d'inondation qui seront établies plus loin pour garantir sa sécurité.

INFLUENCE DE LA MAREE

L'influence de la marée, haute ou basse pendant la pointe de crue, est fréquemment évoquée par les riverains comme étant responsable des cotes d'inondation observées. Ce n'est pourtant pas le cas.

La section la plus aval du modèle est encore à plus de 2 km de l'embouchure et ne permet donc pas de simuler un niveau de marée lors des crues. La simple lecture du profil en long donné en annexe 5 montre cependant que les cotes (tout au moins pour les crues de période de retour supérieures à 2 ans) sont très supérieures à une marée haute, même exceptionnelle. Ces cotes, dont certaines ont pu être confirmées par les échelles de crue, ont été déterminées par tâtonnement, de façon à obtenir des vitesses d'écoulement compatibles avec celles calculées immédiatement en amont (par exemple, si l'on avait retenu une cote de 3 NGNC en PB1 pour la crue centennale, on aurait obtenu une vitesse supérieure à 6m/s dans cette section, ce qui est tout à fait invraisemblable). Le niveau de l'eau en PB1 n'est donc pas conditionné par la marée mais par le seul débit.

La seule ligne d'eau de la gamme pouvant être influencée par la marée est celle de la crue $T=1,1$ an, pour laquelle nous avons d'ailleurs retenu un niveau de marée haute. Cette influence est cependant négligeable car d'une part elle concerne une crue générant des cotes dans l'ensemble non débordantes et d'autre part on retrouve le même niveau dès la section PB3, quel que soit le niveau de marée retenu.

Ainsi, l'influence de la marée est d'autant plus sensible que les crues sont plus faibles. A la limite, en dehors de toute crue, la marée la plus haute pourra remonter dans le lit mineur jusqu'à la cote 1,10 NGNC maximum, c'est à dire jusqu'au barrage antisel, sans provoquer de débordement du lit mineur.

Dans le cadre de la délimitation de la zone inondable de la rivière La Foa, nous n'avons donc pas à nous préoccuper du niveau de la marée.

INFLUENCE DU PROJET DE RT1

La DITTT (Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Territoriaux), procède actuellement à des travaux ayant pour objectif d'améliorer le franchissement de la rivière La Foa par la RT1.

Dans la situation actuelle (octobre 1996), l'ancien pont a été détruit et remplacé par un ouvrage neuf plus important, pourvu d'un remblais d'accès provisoire. Un projet de raccordement définitif nous a été fourni par la DITTT (projet de profil en long et vue en plan dit «axe 120»). Ce raccordement définitif est inévitable pour adoucir la pente de l'accès. Il doit être considéré comme indépendant de l'éventuelle modification de la RT1 (surélévation et/ou ouvrages de décharge) pour améliorer le franchissement. Par conséquent, et bien que ce raccordement n'existe pas encore, nous considérerons que la situation actuelle inclut le nouveau pont et son raccordement «axe 120».

Un nouveau modèle, nommé «lafoapon» a donc été construit pour simuler cette situation «actuelle».

Il inclut le nouveau pont qui est constitué de 4 travées de 26ml. Entre des culées boîtes, sont disposées trois piles constituées d'un poteau octogonal de 3,50m de long et 2,10m de large, positionné perpendiculairement au tablier, c'est à dire de biais par rapport à l'écoulement (biais d'environ 23°). La cote sous-poutre est calée à 9,00 NGNC.

On peut remarquer que les deux travées sur berges sont à demi bouchées par des enrochements bloqués au béton, celle située en rive gauche abritant en outre une voie d'accès à une habitation. A noter également que si l'ancien pont a été démoli, il reste cependant en place sa culée rive gauche. De même, la passerelle Marguerite n'a pas été détruite, ni son remblai d'accès, sur lequel une habitation (desservie par la voie citée ci-dessus) est installée. La limitation de l'écoulement sous les deux travées extrêmes est donc cohérente avec la conservation de la passerelle Marguerite et de l'habitation concernée, mais il va de soi qu'elle limite en même temps les possibilités de transit sous l'ouvrage qui auraient pu être améliorées par un élargissement du lit mineur sur quelques dizaines de mètres en amont et en aval du pont (élargissement supposant toutefois un entretien). Par contre le nouveau pont présente l'avantage de ne plus être sensible aux embâcles d'arbres.

Le nouveau modèle inclut également le projet de raccordement «axe 120», que l'on peut résumer par le profil en long simplifié ci-dessous:

Distance à la culée rive gauche	Cote chaussée NGNC
0	10,42
19	10,42
85	9,00
130	6,99
195	5,57
390	5,50

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

(il s'agit de distances le long de la RT; projetées perpendiculairement à l'écoulement, les distances sont en réalité plus courtes)

Ce projet d'aménagement a fait l'objet d'une étude hydraulique approfondie qui a permis d'établir le calage de la RT1 et de dimensionner des ouvrages de décharge tels que la perte de charge induite par l'aménagement soit négligeable. Le projet comprend ainsi:

- le pont tel qu'il a été reconstruit (voir description ci-dessus)
- le remblai d'accès dit « axe 120 » (voir description ci-dessus)
- un ouvrage de décharge de 25 m² sous ce remblais.
- le remblaiement du point bas de la RT1 en extrémité de lit majeur rive gauche à la cote 5,60 NGNC et la conservation de l'ouvrage de décharge existant, de 5,6 m², sous celui-ci.

Dans ces conditions, les crues de fonctionnement et de projet du franchissement sont les suivantes:

- la RT1 n'est plus submergée que tous les 1,5 ans (au lieu de deux fois par an dans l'état ancien).
- la cote sous-poutre du pont est calée à 0,50m au dessus de la crue cinquantennale.

Comme indiqué plus haut, la perte de charge créée par cet aménagement est quasiment nulle. Plus précisément, elle atteint 0,10 m au droit de la RT1 pour la crue T=2 ans; elle est alors maximale et est totalement amortie dès PB17.

On peut remarquer que l'étude détaillée des écoulements au droit du franchissement, pour la crue T=1,5 ans, montre la présence de deux écoulements indépendants dans le lit mineur d'une part et dans le chenal parallèle en lit majeur d'autre part. La cote observée dans ce chenal est alors supérieure à celle du lit mineur, d'environ 0,40 m au droit de la RT1. C'est ce qui explique la coupure prématurée de la RT1, alors que l'ancien pont lui-même n'était pas encore coupé et c'est ce qui impose de créer un ouvrage de décharge au droit de ce chenal.

Ce phénomène n'étant pas pris en compte par le modèle mathématique, certains de ses résultats seront donc ajustés manuellement pour la délimitation de la zone inondable.

L'aménagement décrit en détail ci-dessus n'est pas le seul à avoir été étudié. Deux variantes ont également été proposées:

La première, permettant à la RT1 de ne plus être coupée que tous les deux ans, nécessite:

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

- un remblai de la RT1 à la cote 6,10 NGNC et un ouvrage de 60 m² de section au droit du chenal de lit majeur proche du pont.
- un remblai de la RT1 à la cote 6,50 NGNC et un ouvrage de 20 m² au droit du chenal en extrémité rive gauche de lit majeur.

Elle induit une perte de charge maximale de 0,30 mètre (pour la crue T=2 ans), amortie à la section PB20. La crue T=3 ans provoquera une perte de charge du même ordre de grandeur. Ce remous diminuera par contre rapidement pour les crues supérieures.

La seconde, permettant à la RT1 de ne plus être coupée que tous les cinq ans, nécessite:

- un remblai de la RT1 à la cote 7,20 NGNC et un ouvrage de 160 m² de section au droit du chenal de lit majeur proche du pont.
- un remblai de la RT1 à la cote 7,60 NGNC et un ouvrage de 80 m² au droit du chenal en extrémité rive gauche de lit majeur.

Elle induit une perte de charge maximale de 0,50 mètre (pour la crue T=5 ans), amortie à la section PB20. La crue T=10 ans provoquera une perte de charge du même ordre de grandeur. Ce remous diminuera par contre rapidement pour les crues supérieures.

Ce dernier aménagement, compte tenu de son influence néfaste sur les cotes d'inondation et de son coût élevé ne sera vraisemblablement pas retenu. A l'heure actuelle, le choix entre les deux premières solutions n'a pas encore été opéré mais la première solution est celle qui a le plus de chances d'être retenue. **C'est la raison pour laquelle nous avons supposé retenu le premier aménagement pour délimiter la zone inondable.** Si une des autres solution devait être finalement retenue, il suffirait d'ajouter aux cotes d'inondation obtenues le remous induit par l'aménagement correspondant.

Dans le cas du deuxième aménagement (T= 2ans) il faudrait alors ajouter aux cotes d'inondation relatives à la crue biennale:

0,25m en PB14
0,20m en PB15
0,15m en PB16
0,10m en PB17
0,08m en PB18
0,05m en PB19

toutes les autres cotes demeurant inchangées.

Dans le cas du troisième aménagement (T=5 ans), il faudrait alors ajouter aux cotes d'inondations relatives à la crue quinquennale, voire décennale:

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

0,50m en PB14
0,45m en PB15
0,40m en PB16
0,35m en PB17
0,25m en PB18
0,20m en PB19
0,15m en PB20
0,10m en PB21
0,05m en PB22

toutes les autres cotes demeurant inchangées.

REMARQUES

Toutes les pertes de charges exposées ci-dessus sont exprimées par rapport à l'état «ancien», c'est à dire ancien pont, ancienne RT1 et passerelle Marguerite. Ces différents aménagement créent déjà une perte de charge globale (maximale pour $T=3$ à 4 ans) de l'ordre de 0,50 m par rapport à l'état naturel, et imputable pour 0,30 m à la seule passerelle Marguerite.

Les cotes d'inondation données plus loin ne sont pas déduites du seul modèle mathématique. Elles sont corrigées le cas échéant des résultats obtenus par le calcul direct du franchissement (pertes de charges singulières et/ou comportements particuliers de l'écoulement).

RIVIERE FONWHARY

La délimitation de la zone inondable a été poursuivie le long de la rivière Fonwhary jusqu'à la RT1. Cet affluent engendre ses propres cotes d'inondations jusqu'à l'alignement des deux pics Mée Na et Tiha. A partir de ce point, les cotes sont déterminées par le niveau d'eau issu de la rivière La Foa. En conséquence, un mini-modèle (coupes F1 et F2) a été construit sur la Fonwhary, reprenant comme conditions aval celles déduites du modèle La Foa.

3.2. CALCUL DES HAUTEURS D'EAU

Sur la base des données explicitées plus haut, le modèle a pu être utilisé pour calculer les lignes d'eau relatives aux crues de périodes de retour $T=5$ à 100 ans (les résultats pour la crue $T=2$ ans ne sont donnés qu'à titre indicatif, cette crue n'étant pas assez débordante).

Les cotes atteintes en chaque section, arrondies et éventuellement corrigées manuellement, sont données dans les tableaux suivants qui indiquent également les

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

vitesses moyennes dans le lit majeur en rive gauche, le lit mineur, et le lit majeur en rive droite.

Les profils en long des lignes d'eau sont donnés en annexe 5.

Au dessus de la crue $T=20$ ans, les cotes obtenues sont valides en lit mineur et en lit majeur. Pour les crues inférieures ou égales, les phénomènes de remplissage et vidange de lits majeur suggèrent plutôt des domaines de validité:

Pour les crues les plus faibles et de plus courte durée, les cotes données, valides en lit mineur, peuvent varier de moins 0,25 à plus 0,15 mètre en extrémité de lit majeur.

Cependant, dans tous les cas, les écarts entre des crues de différentes périodes de retour restent significatifs.

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=2 ans

Section	PK (km)	Débit (m ³ /s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	850	9.25	0.50	1.50	0.60
PB23	2,840	850	8.65	0.50	1.80	0.25
PB22	3,510	850	8.15	0.40	1.90	0.30
PB21	3,990	850	7.70	0.40	2.10	1.20
PB20	4,540	850	7.15	0.40	1.10	0.40
PB19	5,260	850	6.95	0.40	1.40	0.50
PB18	5,610	850	6.70	0.30	1.50	0.50
PB17	6,040	850	6.45	0.30	1.00	0.45
PB16	6,780	850	6.30	0.45	2.00	0.35
PB15	7,050	850	6.00	0.30	2.20	0.30
PB14	7,110	850	5.95	0.55	2.20	0.20
PBRT	7,270	850	5.85	0.80	3.20	0.30
PB13	7,370	850	5.35	0.70	1.35	0.30
PB12	7,710	850	5.10	0.70	1.30	0.30
PB11	8,120	900	4.95	0.35	0.90	0.50
PB10	8,720	900	4.85	0.80	2.00	0.20
PB9	9,140	900	4.40	0.70	1.60	0.35
PB8	9,610	1060	4.10	0.30	1.30	0.35
PB7	9,920	1060	4.00	0.35	1.55	0.40
PB6	10,420	1060	3.80	0.45	1.65	0.35
PB5	10,950	1060	3.45	0.20	1.55	0.20
PB4	11,090	1060	3.40	0.20	1.60	0.30
PB3	12,610	1060	2.70	0.30	1.15	0.20
PB2	14,610	1060	2.20	0.15	1.20	0.20
PB1	17,610	1060	1.50	0.10	0.95	0.10

F1	0.000	160	8.70		1.40	
F2	0.950	160	7.60	0.10	2.20	0.20

(Les cotes de la crue biennale ne sont données qu'à titre indicatif, le modèle étant calé pour des crues supérieures; elles sont surtout valides en lit mineur, mais peu fiables en lit majeur où l'écoulement se fait en priorité le long des points bas).

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=5 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	1620	10.40	0.60	1.70	0.75
PB23	2,840	1620	9.75	0.60	1.95	0.40
PB22	3,510	1620	9.35	0.50	2.60	0.60
PB21	3,990	1620	8.75	0.60	2.50	0.40
PB20	4,540	1620	8.10	0.50	1.30	0.55
PB19	5,260	1620	7.90	0.50	1.60	0.60
PB18	5,610	1620	7.70	0.40	1.80	0.65
PB17	6,040	1620	7.40	0.50	1.35	0.60
PB16	6,780	1620	7.15	0.60	1.90	0.35
PB15	7,050	1620	6.95	0.45	2.30	0.40
PB14	7,110	1620	6.90	0.70	2.25	0.30
PBRT	7,270	1620	6.75	1.00	3.45	0.55
PB13	7,370	1620	6.45	0.55	2.15	0.50
PB12	7,710	1620	6.25	0.80	1.40	0.40
PB11	8,120	1715	6.10	0.50	1.10	0.60
PB10	8,720	1715	6.00	1.10	2.40	0.40
PB9	9,140	1715	5.50	0.75	1.65	0.45
PB8	9,610	2020	5.30	0.45	1.50	0.40
PB7	9,920	2020	5.20	0.50	1.85	0.50
PB6	10,420	2020	4.95	0.60	1.90	0.50
PB5	10,950	2020	4.65	0.35	1.90	0.30
PB4	11,090	2020	4.55	0.40	1.80	0.45
PB3	12,610	2020	3.90	0.40	1.45	0.25
PB2	14,610	2020	3.40	0.30	1.60	0.35
PB1	17,610	2020	2.45	0.20	1.30	0.20

F1	0.000	305	9.60	0.20	1.90	0.20
F2	0.950	305	8.20	0.30	2.30	0.40

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=10 ans

Section	PK (km)	Débit (m ³ /s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	2175	11.05	0.70	1.90	0.85
PB23	2,840	2175	10.40	0.65	2.05	0.50
PB22	3,510	2175	10.00	0.65	3.00	0.70
PB21	3,990	2175	9.30	0.70	2.70	0.55
PB20	4,540	2175	8.65	0.60	1.40	0.60
PB19	5,260	2175	8.45	0.55	1.70	0.70
PB18	5,610	2175	8.25	0.45	1.95	0.75
PB17	6,040	2175	7.90	0.60	1.50	0.70
PB16	6,780	2175	7.65	0.70	2.00	0.40
PB15	7,050	2175	7.45	0.50	2.45	0.40
PB14	7,110	2175	7.40	0.80	2.30	0.30
PBRT	7,270	2175	7.30	0.75	3.00	0.55
PB13	7,370	2175	7.10	0.60	2.25	0.60
PB12	7,710	2175	6.90	0.85	1.45	0.45
PB11	8,120	2305	6.80	0.50	1.20	0.70
PB10	8,720	2305	6.70	1.25	2.65	0.45
PB9	9,140	2305	6.20	0.80	1.65	0.50
PB8	9,610	2715	6.00	0.50	1.60	0.45
PB7	9,920	2715	5.90	0.55	2.00	0.60
PB6	10,420	2715	5.70	0.65	2.05	0.60
PB5	10,950	2715	5.40	0.40	2.20	0.40
PB4	11,090	2715	5.30	0.45	1.95	0.50
PB3	12,610	2715	4.65	0.45	1.60	0.30
PB2	14,610	2715	4.10	0.30	1.85	0.40
PB1	17,610	2715	3.05	0.20	1.45	0.20

F1	0.000	410	9.95	0.30	2.10	0.30
F2	0.950	410	8.35	0.50	2.40	0.60

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=20 ans

Section	PK (km)	Débit (m ³ /s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	2675	11.60	0.80	2.05	0.95
PB23	2,840	2675	10.95	0.70	2.15	0.55
PB22	3,510	2675	10.55	0.70	3.20	0.80
PB21	3,990	2675	9.80	0.75	2.90	0.65
PB20	4,540	2675	9.10	0.60	1.50	0.70
PB19	5,260	2675	8.90	0.60	1.80	0.75
PB18	5,610	2675	8.70	0.50	2.10	0.85
PB17	6,040	2675	8.40	0.65	1.60	0.75
PB16	6,780	2675	8.10	0.75	2.00	0.40
PB15	7,050	2675	7.95	0.55	2.50	0.45
PB14	7,110	2675	7.85	0.85	2.25	0.30
PBRT	7,270	2675	7.75	0.95	2.75	0.55
PB13	7,370	2675	7.65	0.65	2.30	0.60
PB12	7,710	2675	7.45	0.90	1.50	0.50
PB11	8,120	2835	7.35	0.55	1.25	0.70
PB10	8,720	2835	7.25	1.35	2.80	0.50
PB9	9,140	2835	6.75	0.80	1.65	0.50
PB8	9,610	3345	6.60	0.55	1.70	0.50
PB7	9,920	3345	6.50	0.60	2.10	0.65
PB6	10,420	3345	6.25	0.70	2.20	0.65
PB5	10,950	3345	6.00	0.45	2.35	0.45
PB4	11,090	3345	5.85	0.50	2.05	0.55
PB3	12,610	3345	5.25	0.50	1.70	0.30
PB2	14,610	3345	4.65	0.35	2.00	0.50
PB1	17,610	3345	3.60	0.25	1.55	0.25
F1	0.000	510	10.20	0.40	2.20	0.45
F2	0.950	510	8.55	0.70	2.40	0.65

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=50 ans

Section	PK (km)	Débit (m ³ /s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	3370	12.25	0.85	2.20	1.05
PB23	2,840	3370	11.55	0.75	2.25	0.60
PB22	3,510	3370	11.20	0.80	3.55	0.95
PB21	3,990	3370	10.35	0.85	2.95	0.70
PB20	4,540	3370	9.70	0.70	1.55	0.75
PB19	5,260	3370	9.50	0.65	1.85	0.80
PB18	5,610	3370	9.35	0.50	2.20	0.90
PB17	6,040	3370	9.00	0.75	1.75	0.85
PB16	6,780	3370	8.75	0.80	2.05	0.40
PB15	7,050	3370	8.55	0.60	2.60	0.50
PB14	7,110	3370	8.50	0.90	2.20	0.35
PBRT	7,270	3370	8.40	0.95	2.55	0.55
PB13	7,370	3370	8.35	0.70	2.40	0.65
PB12	7,710	3370	8.15	0.95	1.55	0.55
PB11	8,120	3570	8.05	0.60	1.30	0.80
PB10	8,720	3570	7.95	1.45	2.95	0.60
PB9	9,140	3570	7.45	0.85	1.70	0.55
PB8	9,610	4210	7.30	0.60	1.80	0.55
PB7	9,920	4210	7.20	0.70	2.25	0.70
PB6	10,420	4210	7.00	0.75	2.30	0.75
PB5	10,950	4210	6.70	0.50	2.60	0.55
PB4	11,090	4210	6.60	0.55	2.15	0.65
PB3	12,610	4210	5.95	0.55	1.85	0.35
PB2	14,610	4210	5.35	0.40	2.20	0.55
PB1	17,610	4210	4.20	0.30	1.70	0.30
F1	0.000	640	10.50	0.50	2.30	0.55
F2	0.950	640	8.90	0.80	2.40	0.70

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Crue T=100 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
PB24	1,800	3840	12.65	0.90	2.35	1.10
PB23	2,840	3840	11.95	0.75	2.30	0.60
PB22	3,510	3840	11.60	0.85	3.75	1.00
PB21	3,990	3840	10.70	0.85	2.95	0.75
PB20	4,540	3840	10.10	0.70	1.60	0.80
PB19	5,260	3840	9.90	0.65	1.90	0.85
PB18	5,610	3840	9.75	0.55	2.25	0.95
PB17	6,040	3840	9.40	0.80	1.80	0.85
PB16	6,780	3840	9.15	0.80	2.05	0.40
PB15	7,050	3840	9.00	0.65	2.65	0.50
PB14	7,110	3840	8.90	0.95	2.15	0.35
PBRT	7,270	3840	8.85	0.90	2.45	0.55
PB13	7,370	3840	8.80	0.70	2.45	0.70
PB12	7,710	3840	8.60	0.95	1.60	0.60
PB11	8,120	4070	8.50	0.65	1.40	0.40
PB10	8,720	4070	8.40	1.50	3.05	0.60
PB9	9,140	4070	7.90	0.85	1.70	0.55
PB8	9,610	4800	7.80	0.60	1.85	0.55
PB7	9,920	4800	7.70	0.70	2.30	0.75
PB6	10,420	4800	7.45	0.80	2.40	0.80
PB5	10,950	4800	7.20	0.55	2.70	0.55
PB4	11,090	4800	7.05	0.60	2.20	0.65
PB3	12,610	4800	6.45	0.60	1.95	0.35
PB2	14,610	4800	5.90	0.45	2.30	0.60
PB1	17,610	4800	4.70	0.30	1.75	0.30
F1	0.000	730	10.65	0.55	2.40	0.60
F2	0.950	730	9.15	0.80	2.45	0.75

3.3. DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

Le report des hauteurs d'eau sur le fond de plan topographique a été réalisé avec la plus grande précision offerte par les documents disponibles:

Au droit des coupes du modèle, levées sur le terrain, il a été possible de reporter avec précision sur la carte l'intersection du plan d'eau d'une crue donnée avec le terrain naturel. Sur le document final, les points d'intersection de la limite de zone inondable avec les sections représentent donc les points les plus précis du report.

La délimitation a pu également être réalisée avec précision dans les zones où un fond de plan au 1/2000ème était disponible (le contour exact de la zone ayant ensuite été reporté sur le 1/10000ème). Ces zones couvrent essentiellement l'agglomération.

Certaines indéterminations importantes qui persistaient dans les zones où l'on ne disposait que du 1/10000ème ont dû être vérifiées à l'aide de levés topographiques (profils en long de routes, terrain naturel au droit de groupes d'habitations). Ces levés complémentaires ont été réalisés par la DAF.

Enfin, une enquête sur le terrain a permis de positionner précisément la limite de zone inondable par rapport à certaines habitations.

Les limites de zones inondables correspondant aux crues $T=5$ ans et $T=100$ ans étant particulièrement proches (en termes d'étendue de la zone et non de hauteurs d'eau), seules ces deux crues ont été reportées sur le document final afin de ne pas le surcharger.

Le long de ces limites, les hauteurs d'eau par rapport au terrain naturel sont évidemment de 0 mètre. Elles augmentent au fur et à mesure que l'on se rapproche du lit mineur où la hauteur d'eau est maximale.

A titre d'exemple, sur la section PB15 (c'est à dire au droit de la passerelle Marguerite) et pour $T=5$ ans, la cote d'inondation est de 6,95 NGNC. L'épaisseur d'eau dans le lit mineur (maximale) atteint ainsi 8,50 mètres. Si l'on considère les cotes du terrain naturel indiquées sur la coupe PB15 en lit majeur rive gauche, à proximité du lieu dit Naïna (environ 4,20 NGNC), l'épaisseur d'eau est d'environ 2,75 mètres.

Au même endroit mais dans le cas de la crue $T=100$ ans, qui atteint la cote 9,00 NGNC, il faut ajouter 2,05 mètres à ces valeurs de lames d'eau. Les limites latérales de la zone inondable sont alors relativement peu augmentées étant donnée la pente des versants, mais la hauteur d'eau est considérablement augmentée.

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

La similitude de l'étendue des zones inondables de périodes de retour très différentes est due au profil "en toit" du lit majeur, c'est à dire que le lit majeur est plus élevé à proximité du lit mineur qu'à proximité des versants.

On peut préciser ici que les limites de zones inondables sont établies d'après les cotes du terrain naturel. Il est donc tout à fait possible qu'une habitation inscrite dans la zone inondable ne soit pas atteinte par la crue si elle est construite sur pilotis ou sur remblais local.

En tout état de cause, ce sont les tableaux des cotes NGNC atteintes par les crues pour chaque période de retour (donnés plus haut) qui doivent servir de référence pour déclarer l'inondabilité. Seule la détermination précise de la cote NGNC du terrain (ou de la dalle) par levé topographique permettra de lever une éventuelle incertitude.

Les lignes d'eau (profils en long des cotes atteintes par les crues) données en annexe 5 permettent d'interpoler les niveaux d'eau entre deux sections successives ou entre deux crues de périodes de retour différentes.

3.4. VITESSES D'ECOULEMENT

Le modèle permet d'évaluer les vitesses d'écoulement dans le lit mineur et les lits majeurs rive droite et rive gauche.

Il s'agit de vitesses moyennes. Le lit majeur atteignant par endroits plusieurs centaines de mètres de largeur, les vitesses peuvent être localement plus élevées, notamment dans les points bas.

Ces vitesses moyennes dans le lit mineur et les lits majeurs rive droite et rive gauche sont données pour chaque section et chaque période de retour dans les tableaux de hauteurs d'eau déjà exposés plus haut.

Les vitesses maximales observées sur la zone ne dépassent pas 3 m/s, pour la crue centennale, dans le lit mineur. En lit majeur, les vitesses excèdent rarement le m/s. Dans l'ensemble, les vitesses d'écoulement ne semblent donc pas susceptibles de provoquer des dégradations importantes (en dehors de certains points bas du lit majeur où elles peuvent augmenter localement).

3.5. REMARQUE

Une zone inondable n'est pas figée, elle peut évoluer dans le temps si d'importants aménagements sont réalisés dans la zone.

Certains futurs aménagements (ceux existant ont été pris en compte) pourront légèrement diminuer son étendue (coupures de boucles, recalibrages, etc... mais pas les nettoyages dont l'influence est limitée dans le temps).

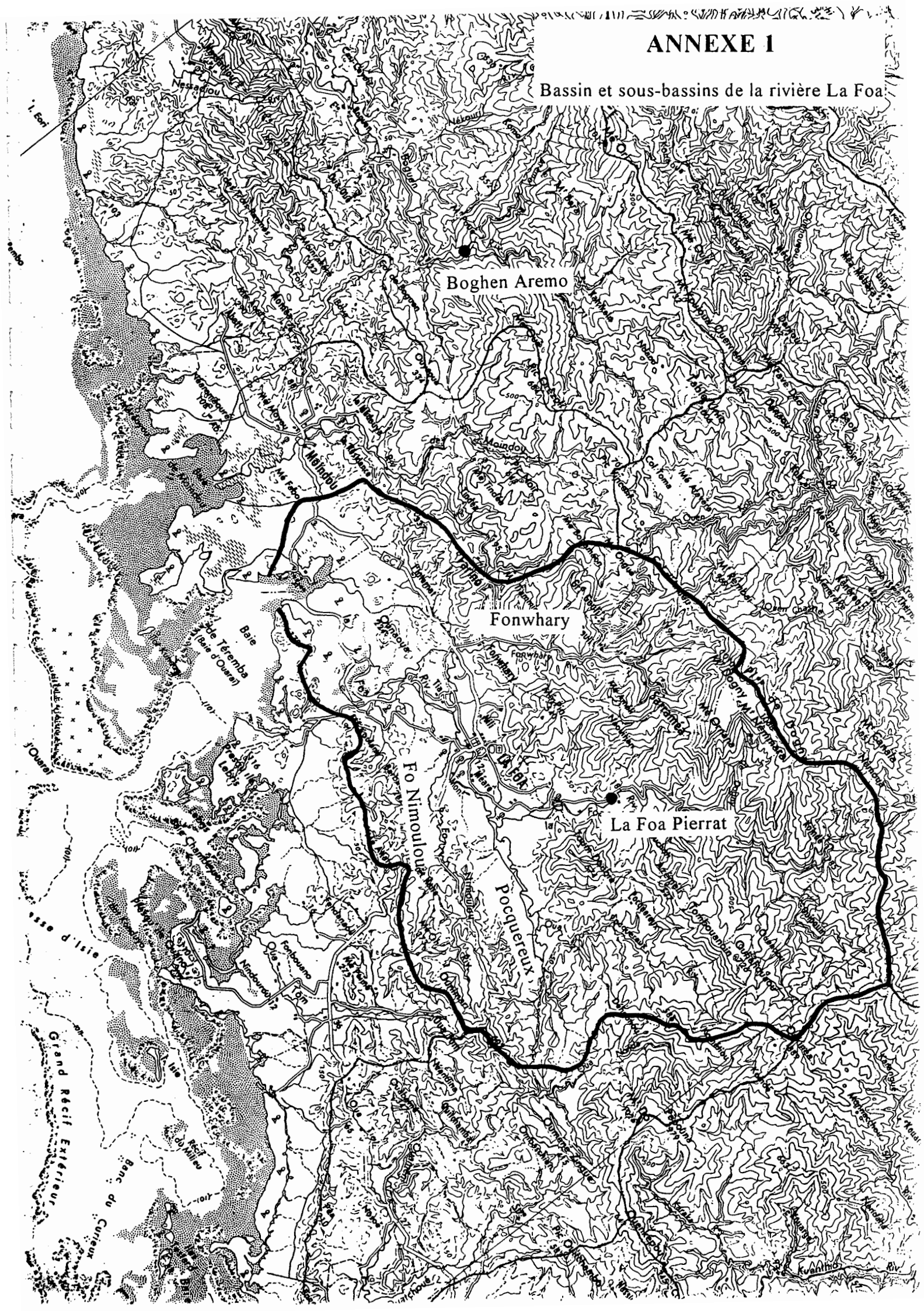
D'autres pourront au contraire l'augmenter sensiblement (remblais, nouveaux franchissements créant des pertes de charge, etc...).

Enfin, l'acquisition de données supplémentaires sur le débit et les cotes de crue de la rivière La Foa aval permettront ultérieurement de préciser la distribution de débits retenue, surtout en termes de période de retour.

Parmi les aménagements futurs, il faut rappeler ici le projet de franchissement de la rivière La Foa par la RT1 en cours de réalisation. Si le nouveau pont a déjà été réalisé, le choix de la solution concernant les remblais d'accès au pont et d'éventuels ouvrages de décharge n'a pas encore été établi et la délimitation de la zone inondable est basée sur l'option présentant la plus faible incidence sur les inondations.

ANNEXE 1

Bassin et sous-bassins de la rivière La Foa



DISTRIBUTION GUMBEL

Fich: c:\etudes\lafos\boghenhq1.max

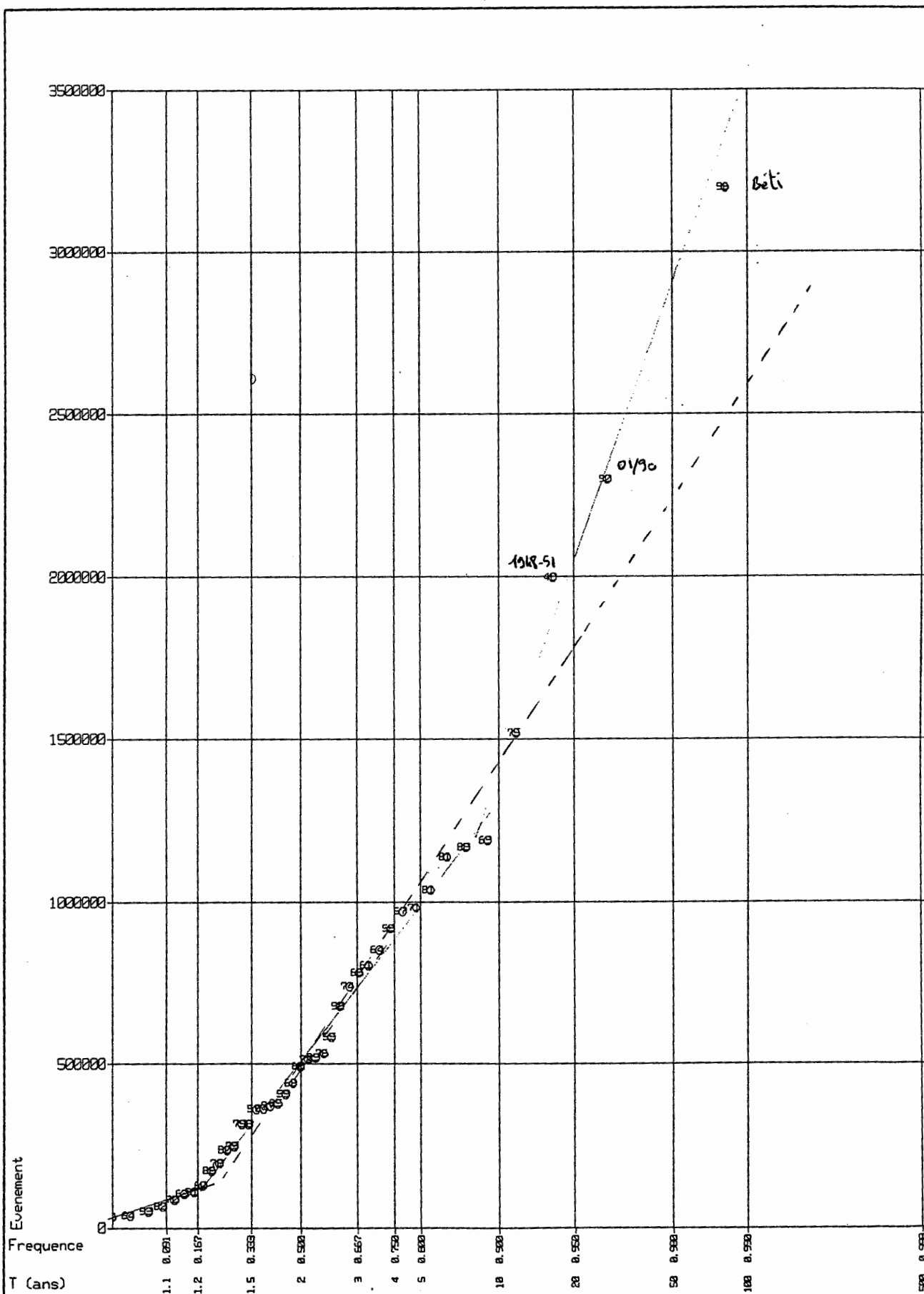
Nom station: boghen aval arene 113 km2

Unites: l/s

Variable aleatoire: Maximum absolu de la periode du 01-

Freq.exp. = $(1-0.5)/N$

Duree observation: 01-01-1969-00-00 au 01-01-1994



DISTRIBUTION GUMBEL

Fich: c:\etudes\lafa\lafaohq1.max

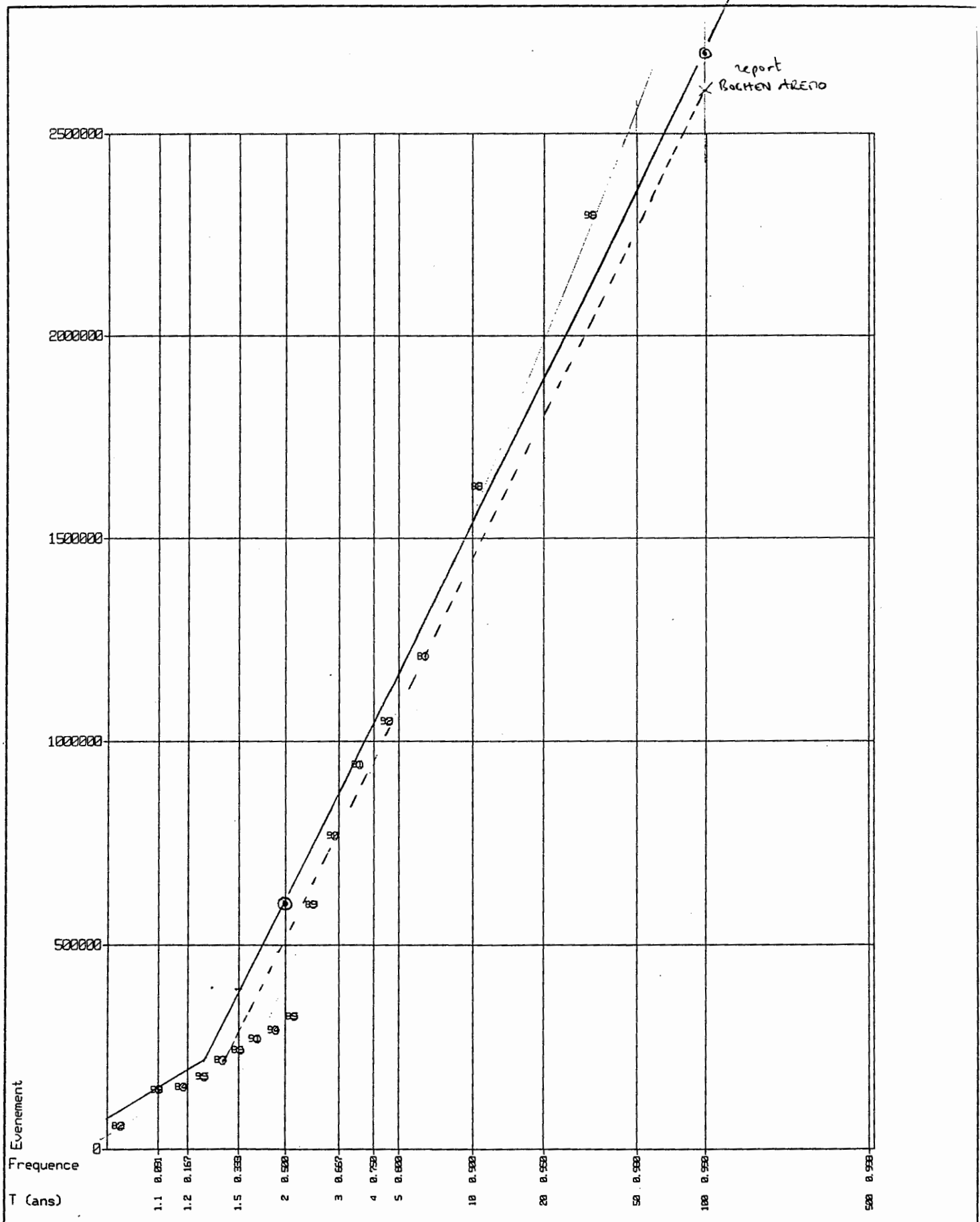
Non station: la foa pierrat

Unites: 1/s

Variable aleatoire: Maximum absolu de la periode du 01-

Freq. exp. = $(1-0.5)^{1/N}$

Duree observation: 01-01-1988-00-00 au 01-01-1995



BASSIN VERSANT: LA FOA a Pierrat

Superficie bassin versant.....: 115.00 km²
 Perimetre bassin versant.....: 49.50 km
 Indice de compacite de Gravelius: 1.30

Altitude maximum.....: 1054.00 m
 Altitude minimum.....: 19.00 m
 Altit. laissant 5% superf. dessus.: 812.50 m
 Altit. laissant 5% superf. dessous: 127.50 m
 Altit. moyenne 50% superf. dessous: 411.35 m

Indice global de pente.....: 0.037
 Indice de pente de Roche.....: 0.220

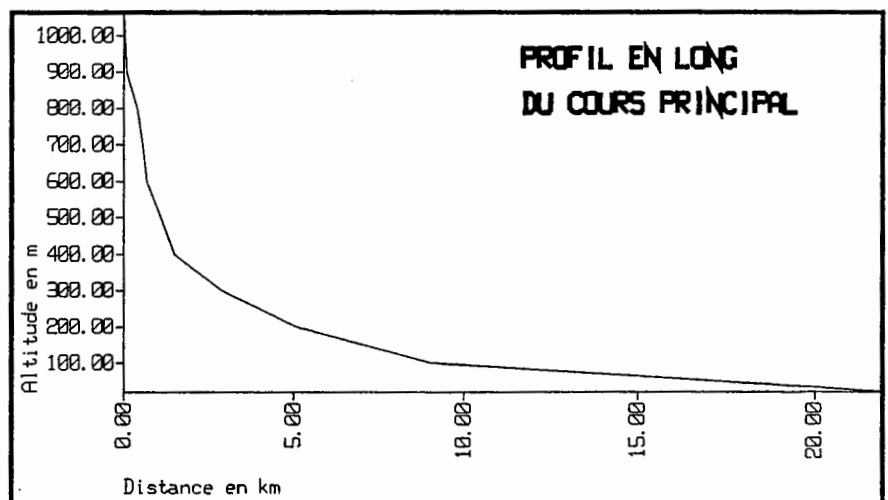
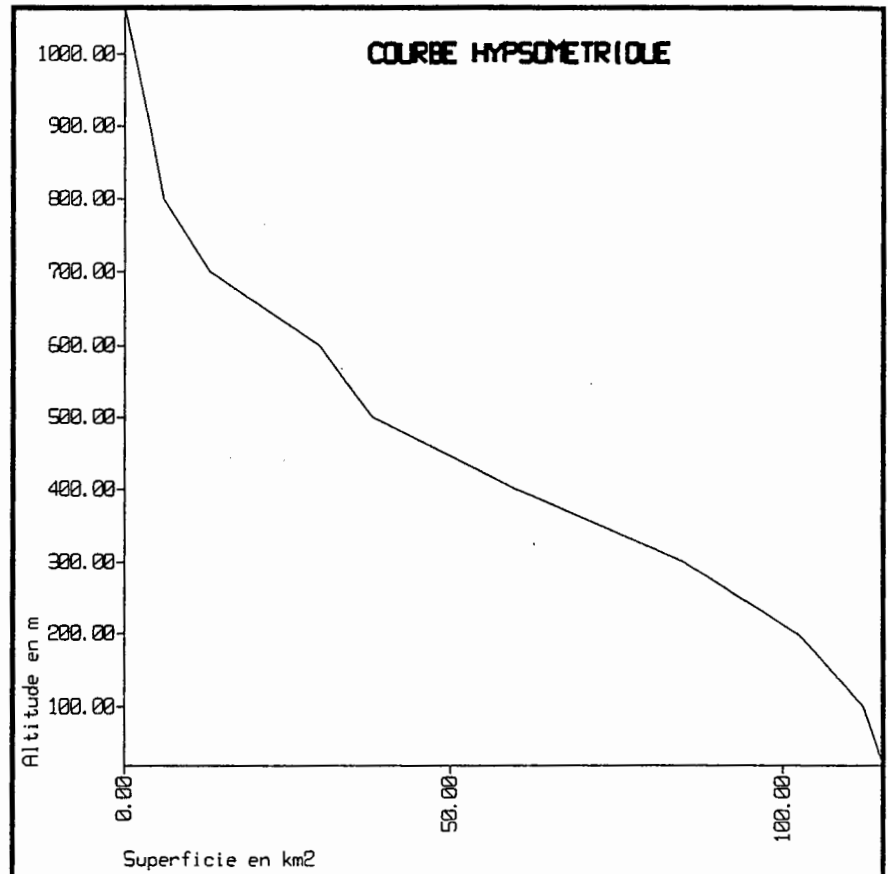
RECTANGLE EQUIVALENT

Longueur: 18.50 km

Largeur : 6.25 km

Longueur du cours principal.....: 22.00 km
 tc Ventura-Passini: $\alpha \times 7723$ mn
 ($\alpha = 0.106$) ==> : 834 mn
 tc Giandotti: 363 mn

Capacite d'interception: moyenne
 Capacite d'infiltration: moyenne
 Capacite d'emmagasinement: faible



Cote(m)	Superf(km ²)	Dist(km)
19.00	115.00	22.00
100.00	112.00	9.00
200.00	102.00	5.10
300.00	85.00	2.90
400.00	60.00	1.50
500.00	36.00	1.10
600.00	30.00	0.70
700.00	13.00	0.55
800.00	6.00	0.40
900.00	4.00	0.10
1054.00	0.00	0.00

BASSIN VERSANT: BOGHEN aval Aremo (limni)

Superficie bassin versant.....: 112.00 km²
 Perimetre bassin versant.....: 51.00 km
 Indice de compacite de Gravelius: 1.36

Altitude maximum.....: 1097.00 m
 Altitude minimum.....: 40.00 m
 Altit. laissant 5% superf. dessus.: 760.00 m
 Altit. laissant 5% superf. dessous: 155.37 m
 Altit. moyenne 50% superf. dessous: 388.23 m

Indice global de pente.....: 0.030
 Indice de pente de Roche.....: 0.201

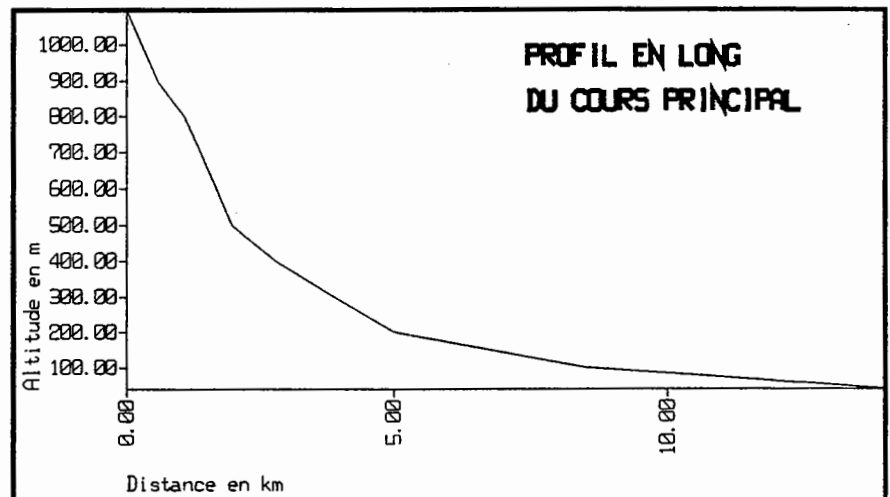
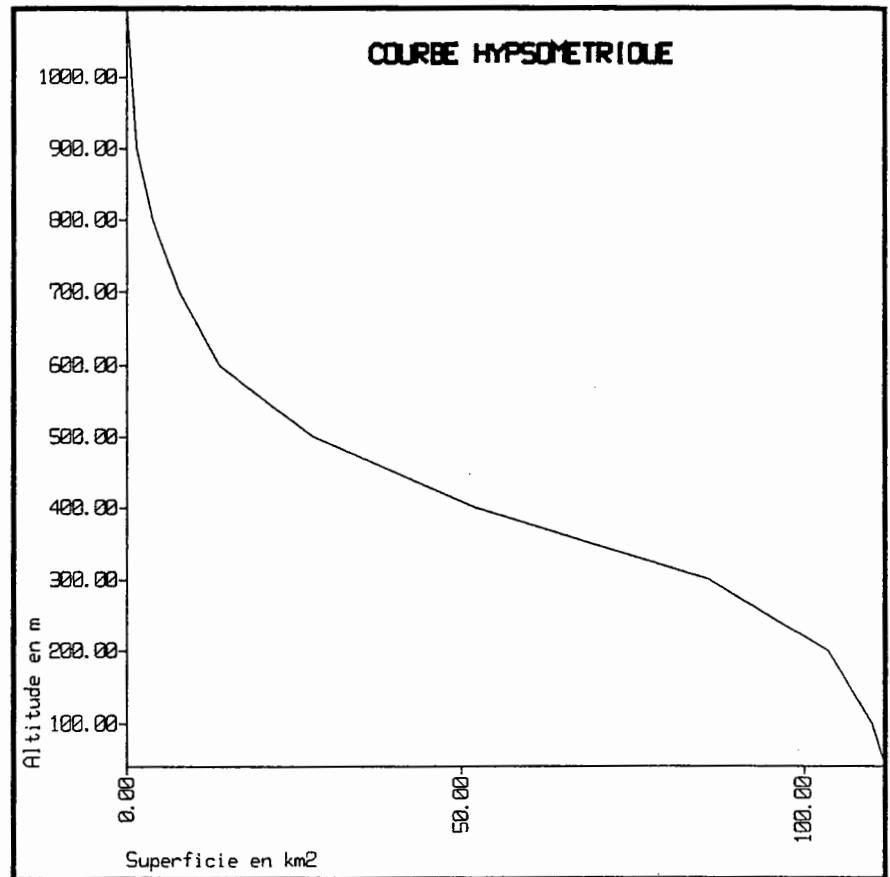
RECTANGLE EQUIVALENT

Longueur: 19.89 km

Largeur : 5.61 km

Longueur du cours principal.....: 14.00 km
 tc Ventura-Passini: alpha x 4314 mn
 (alpha = 0.108) ==> : 466 mn
 tc Giandotti: 248 mn

Capacite d'interception: moyenne
 Capacite d'infiltration: moyenne
 Capacite d'emmagasinement: bonne



Cote(m)	Superf(km ²)	Dist(km)
40.00	112.00	14.00
100.00	110.00	8.50
200.00	103.50	5.00
300.00	86.00	3.90
400.00	52.00	2.80
500.00	28.00	2.00
600.00	14.00	1.70
700.00	8.00	1.40
800.00	4.00	1.10
900.00	1.50	0.60
1097.00	0.00	0.00

BASSIN VERSANT: LA FOA au village

Superficie bassin versant.....: 252.00 km²
 Perimetre bassin versant.....: 72.00 km
 Indice de compacite de Gravelius: 1.28

Altitude maximum.....: 1064.00 m
 Altitude minimum.....: 5.00 m
 Altit. laissant 5% superf. dessus.: 705.71 m
 Altit. laissant 5% superf. dessous: 18.30 m
 Altit. moyenne 50% superf. dessous: 194.73 m

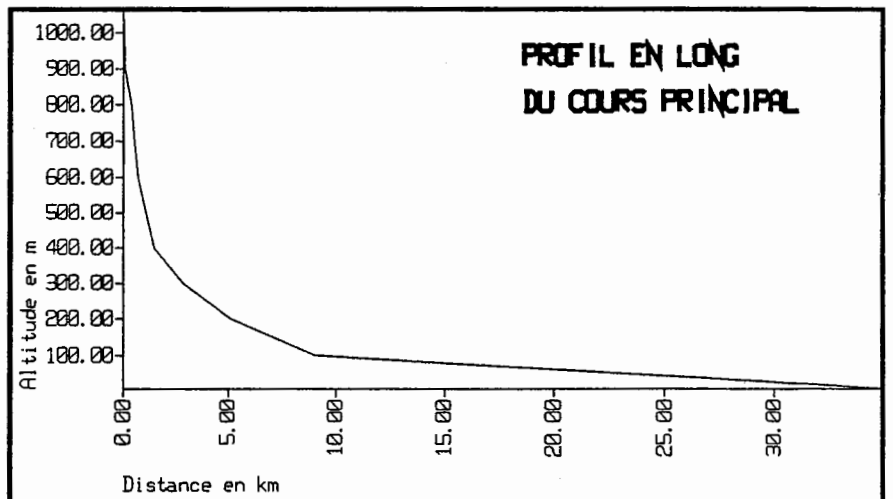
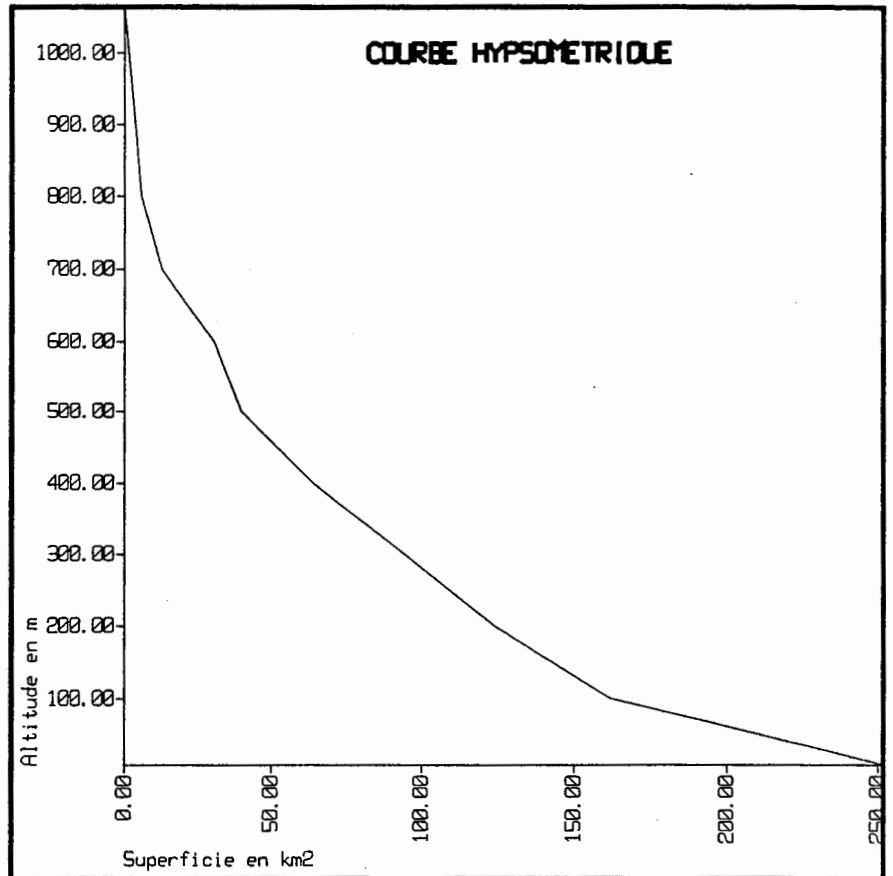
Indice global de pente.....: 0.025
 Indice de pente de Roche.....: 0.175

RECTANGLE EQUIVALENT

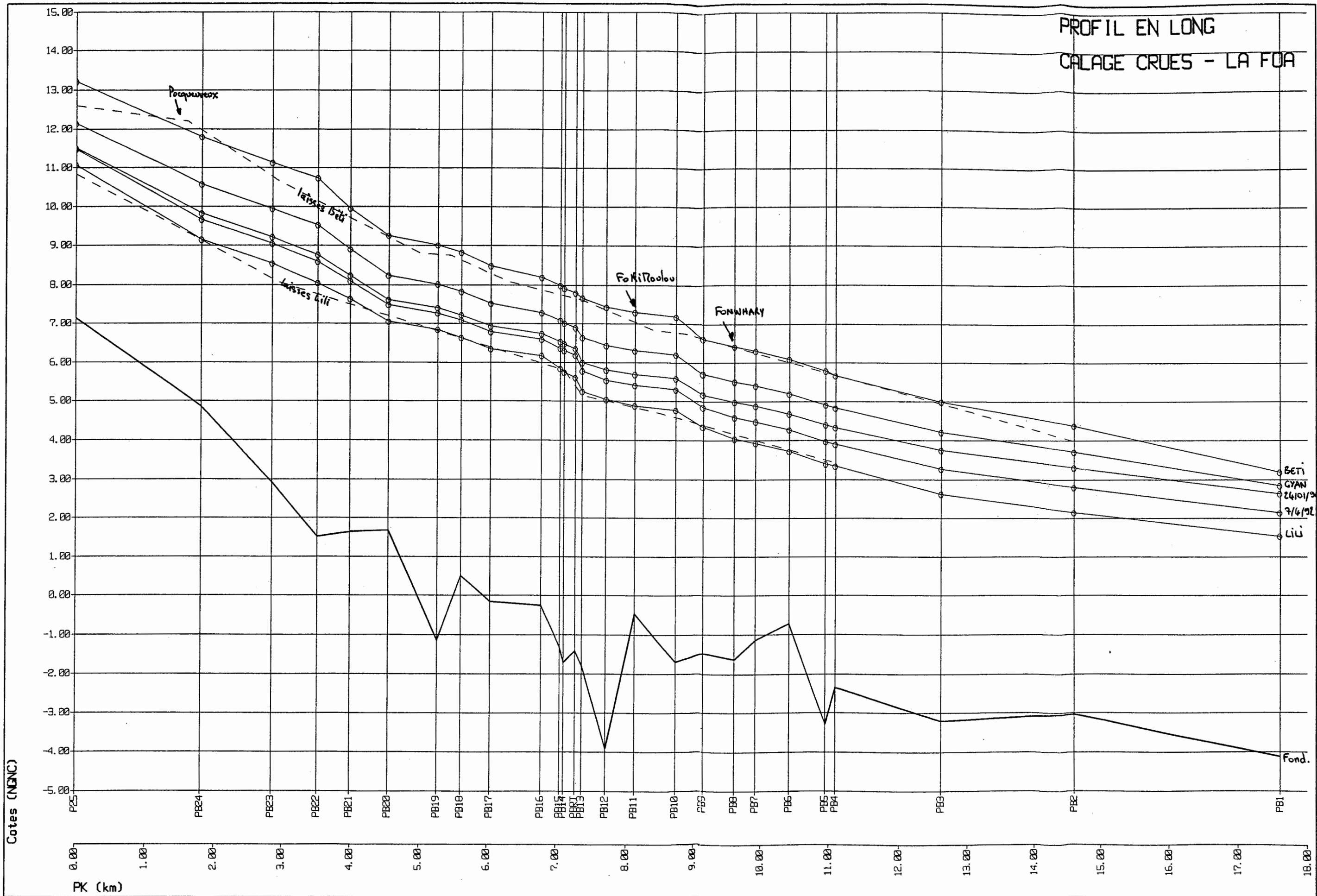
Longueur: 26.53 km
 Largeur : 9.47 km

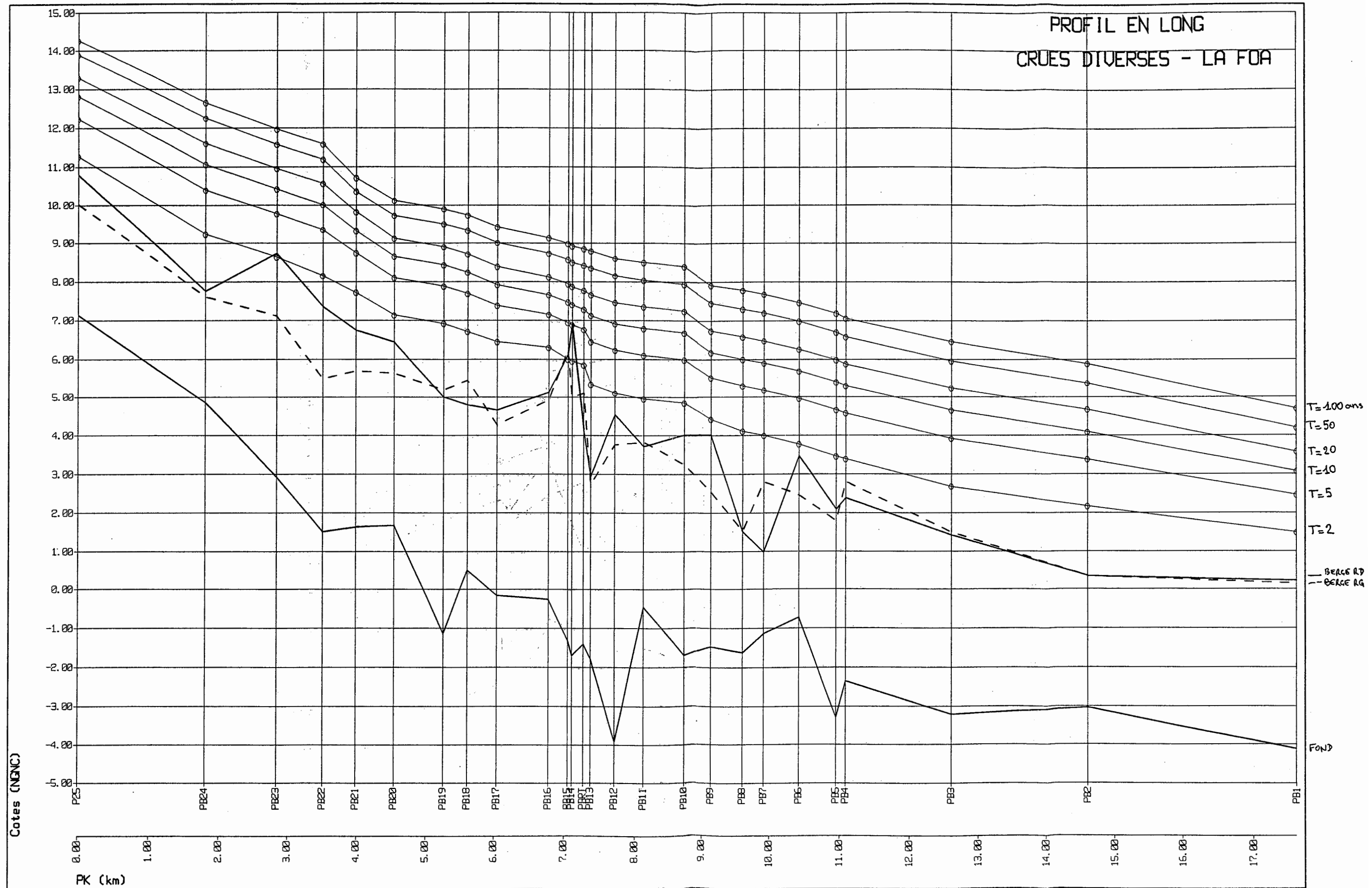
Longueur du cours principal.....: 35.00 km
 tc Ventura-Passini: $\alpha \times 16865$ mn
 ($\alpha = 0.108$) ==> : 1821 mn
 tc Giandotti: 633 mn

Capacite d'interception: moyenne
 Capacite d'infiltration: moyenne
 Capacite d'emmagasinement: faible



Cote(m)	Superf(km ²)	Dist(km)
5.00	252.00	35.00
100.00	162.00	9.00
200.00	124.00	5.10
300.00	94.00	2.90
400.00	64.00	1.50
500.00	40.00	1.10
600.00	30.50	0.70
700.00	13.00	0.55
800.00	6.00	0.40
900.00	4.00	0.10
1064.00	0.00	0.00

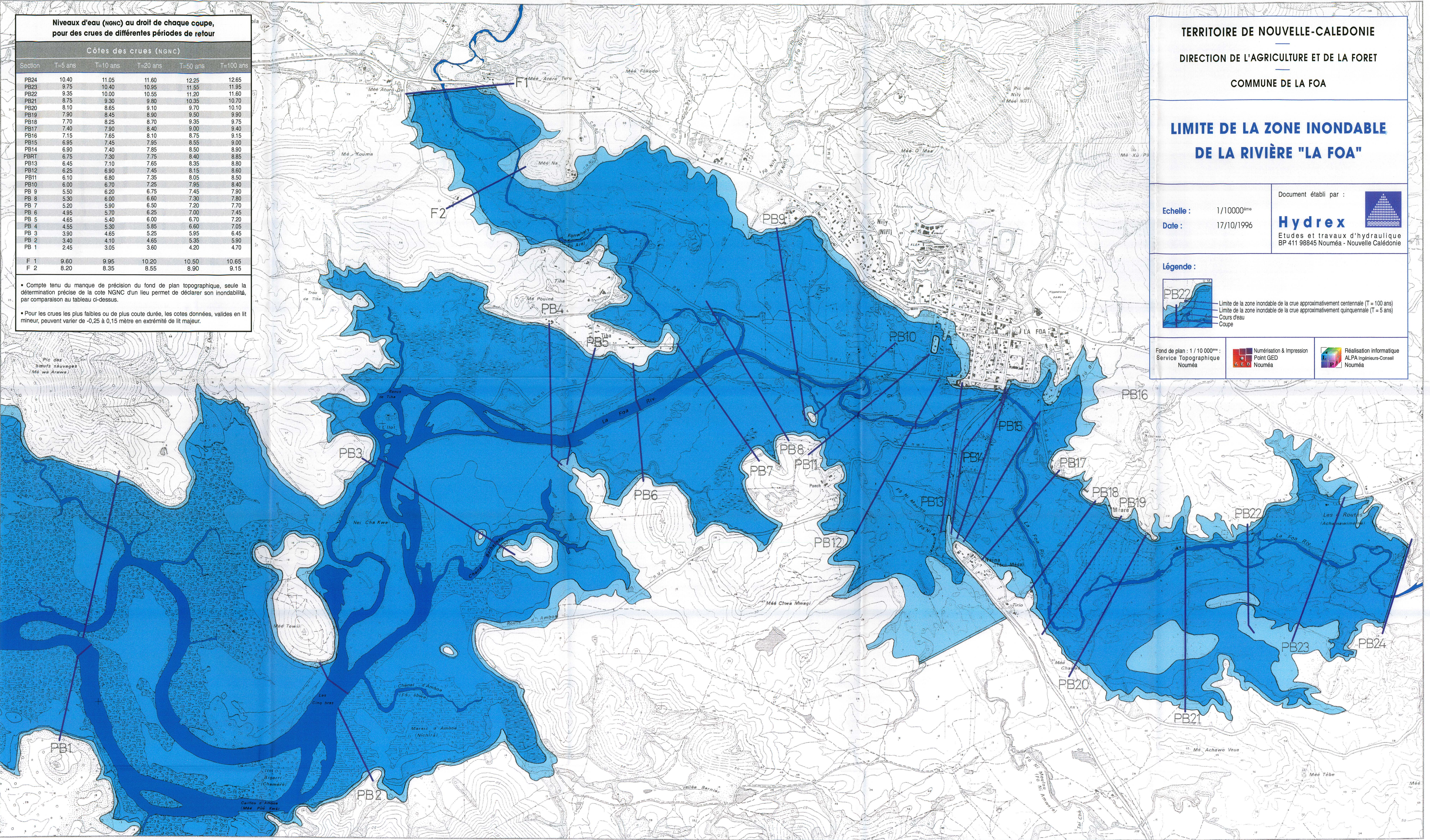




Niveaux d'eau (NGNC) au droit de chaque coupe, pour des crues de différentes périodes de retour					
Côtes des crues (NGNC)					
Secteur	T=5 ans	T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans	T=100 ans
PB24	10.40	11.05	11.60	12.25	12.65
PB23	9.75	10.40	10.95	11.55	11.95
PB22	9.35	10.00	10.55	11.20	11.60
PB21	8.75	9.30	9.80	10.35	10.70
PB20	8.10	8.65	9.10	9.70	10.10
PB19	7.90	8.45	8.90	9.50	9.90
PB18	7.70	8.25	8.70	9.35	9.75
PB17	7.40	7.90	8.40	9.00	9.40
PB16	7.15	7.65	8.10	8.75	9.15
PB15	6.95	7.45	7.95	8.55	9.00
PB14	6.80	7.40	7.85	8.50	8.90
PB13	6.75	7.30	7.75	8.40	8.85
PB12	6.45	7.10	7.65	8.35	8.80
PB11	6.25	6.90	7.45	8.15	8.60
PB10	6.10	6.80	7.35	8.05	8.50
PB9	6.00	6.70	7.25	7.95	8.40
PB8	5.50	6.20	6.75	7.45	7.90
PB7	5.30	6.00	6.60	7.30	7.80
PB6	5.20	5.90	6.50	7.20	7.70
PB5	4.95	5.70	6.25	7.00	7.45
PB4	4.65	5.40	6.00	6.70	7.20
PB3	4.55	5.30	5.85	6.60	7.05
PB2	3.90	4.65	5.25	5.95	6.45
PB1	3.40	4.10	4.65	5.35	5.90
F 1	2.45	3.05	3.60	4.20	4.70
F 2	9.60	9.95	10.20	10.50	10.65
F 2	8.20	8.35	8.55	8.90	9.15

• Compte tenu du manque de précision du fond de plan topographique, seule la détermination précise de la cote NGNC d'un lieu permet de déclarer son inondabilité, par comparaison au tableau ci-dessus.

• Pour les crues les plus faibles ou de plus courte durée, les cotes données, valides en lit mineur, peuvent varier de -0,25 à 0,15 mètre en extrémité de lit majeur.



TERRITOIRE DE NOUVELLE-CALEDONIE
DIRECTION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
COMMUNE DE LA FOA

LIMITE DE LA ZONE INONDABLE
DE LA RIVIERE "LA FOA"

Echelle : 1/10000^{ème}
Date : 17/10/1996

Document établi par :
Hydrex
Etudes et travaux d'hydraulique
BP 411 98845 Nouméa - Nouvelle Calédonie

Légende :

Limite de la zone inondable de la crue approximativement centennale (T = 100 ans)
Limite de la zone inondable de la crue approximativement quinquennale (T = 5 ans)
Cours d'eau
Coupe

Fond de plan : 1 / 10 000^{ème}
Service Topographique
Nouméa

Numerisation & Impression
Point GED
Nouméa

Réalisation informatique
ALPA Ingénieurs-Conseil
Nouméa

