



**DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD
NOUVELLE CALEDONIE**



ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

RAPPORT



**FEVRIER 2006
N°4330067 – V2**

SOMMAIRE

	PAGES
1. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	1
2. RECENSEMENT DES DONNEES	1
3. RECONNAISSANCES DE TERRAIN ET LEVES TOPOGRAPHIQUES.....	3
3.1. Secteur de Boulari	4
3.2. Secteur de Robinson	5
3.3. Secteur de Plum.....	6
3.4. Secteur de Vallon Dore.....	6
3.5. Secteur de Mont Dore Sud (Corniche).....	7
4. ANALYSE PLUVIOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	8
4.1. Préambule sur la méthodologie	8
4.2. Ajustement de débits réduits ($Q_{re} = 12Q/S^{0.75}$)	9
4.3. Mise en œuvre de la méthode SPEED.....	10
4.3.1. Estimation de la pluviométrie sur la zone d'étude.....	10
4.3.2. Mise en œuvre de la méthode SPEED	11
4.4. Détermination des courbes IDF au droit de la zone d'étude	12
4.5. Comparaison des différentes approches sur le secteur de Boulari et valeurs retenues sur les autres secteurs	13
4.5.1. Comparaison des différentes approches sur le secteur de Boulari	13
4.5.2. Valeurs retenues sur les autres secteurs	14
4.6. Evénements pluviométriques réels.....	16
4.6.1. Secteur de Boulari.....	16
4.6.2. Secteur de Robinson	17
4.6.3. Secteur de Plum	18
4.6.4. Secteur de Vallon Dore.....	18
4.6.5. Secteur de Mont Dore Sud.....	19
5. ANALYSE HYDRAULIQUE.....	19
5.1. Méthodologie.....	19
5.1.1. Calculs hydrauliques locaux	20
5.1.2. Modélisations hydrauliques simplifiées.....	21
5.1.3. Rendus cartographiques	22
5.2. Secteur de Boulari	23
5.2.1. Crue décennale.....	24
5.2.2. Crue centennale	24
5.3. Secteur de Robinson	25
5.3.1. Construction du modèle.....	25
5.3.2. Calage du modèle	26
5.3.3. Exploitation du modèle et élaboration des cartes	26

5.4. Secteur de Plum.....	27
5.4.1. Construction du modèle.....	27
5.4.2. Calage du modèle.....	27
5.4.3. Exploitation du modèle et élaboration des cartes	27
5.5. Secteur de Vallon Dore.....	28
5.5.1. Construction des modèles.....	28
5.5.2. Calage des modèles.....	29
5.5.3. Exploitation des modèles et élaboration des cartes	29
5.6. Secteur de la Corniche.....	30

.....

LISTE DES FIGURES

- 1 - Plan de localisation des secteurs étudiés
- 2 - Secteur Boulari - Carte des bassins et sous bassins versants
- 3 - Localisation des stations hydrométriques et des postes pluviométriques
- 4 - Ajustement des débits réduits
- 5 - Poste de Boulari - Ajustement des pluies journalières maximales annuelles
- 6 - Poste de Nouméa - Ajustement des pluies journalières maximales annuelles
- 7 - Poste de Plum - Ajustement des pluies journalières maximales annuelles
- 8 - Poste de la Coulée - Ajustement des pluies journalières maximales annuelles
- 9 - Ajustement pluie-débit réduit
- 10 - Hyétogrammes de l'épisode du 13 janvier 1988
- 11 - Hyétogrammes de l'épisode du 7 avril 1992
- 12 - Hyétogrammes et hydrogramme de l'épisode du 2 octobre 2001
- 13 - Profils en long Creek Namie
- 14 - Profil en long rivière de Plum
- 15 - Profils en long Vallon Dore (zones Nord et Sud)

LISTE DES PLANS

- 1 - Secteur Boulari - Carte de la topographie levée
- 2 - Secteur Boulari - Carte des zones inondables
- 3 - Secteur Boulari - Carte des hauteurs d'eau en crue centennale
- 4 - Secteur Boulari - Carte des aléas
- 5 - Secteur Robinson - Carte des bassins et sous bassins versants
- 6 - Secteur Robinson - Carte des zones inondables
- 7 - Secteur Robinson - Carte des hauteurs d'eau en crue centennale
- 8 - Secteur Robinson - Carte des aléas
- 9 - Secteur Plum - Carte des bassins et sous bassins versants
- 10 - Secteur Plum - Carte des zones inondables
- 11 - Secteur Plum - Carte des hauteurs d'eau en crue centennale
- 12 - Secteur Plum - Carte des aléas
- 13 - Secteur Vallon Dore - Carte des bassins et sous bassins versants
- 14 - Secteur Vallon Dore - Carte des zones inondables
- 15 - Secteur Vallon Dore - Carte des hauteurs d'eau en crue centennale
- 16 - Secteur Vallon Dore - Carte des aléas
- 17 - Secteur Corniche - Carte des bassins et sous bassins versants
- 18 - Secteur Corniche - Carte des zones inondables
- 19 - Secteur Corniche - Carte des hauteurs d'eau en crue centennale
- 20 - Secteur Corniche - Carte des aléas

LISTE DES TABLEAUX

- 1 - Calage du modèle de Robinson
- 2 - Résultats de la modélisation de Robinson pour les crues décennale et centennale
- 3 - Calage du modèle de Plum
- 4 - Résultats de la modélisation de Plum pour les crues décennale et centennale
- 5 - Calage des modèles de Vallon Dore
- 6 - Résultats de la modélisation de Vallon Dore Nord pour les crues décennale et centennale
- 7 - Résultats de la modélisation de Vallon Dore Sud pour les crues décennale et centennale
- 8 - Résultats des calculs sur le secteur de la Corniche pour les crues décennale et centennale

LISTE DES ANNEXES

- 1 - Méthode SPEED
- 2 - Durée de retour des précipitations aux postes de la Montagne des Sources (source Météo France)
- 3 - Durée de retour des précipitations à Nouméa (source Météo France)
- 4 - Durée de retour des précipitations aux postes de Namie (source DAVAR)
- 5 - Détermination des coefficients a et b de MONTANA au droit de la zone d'étude
- 6 - Descriptif de la méthode de Bradley

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La commune du Mont Dore a fait l'objet d'une première détermination, par approche hydrogéomorphologique, des zones inondables associées à des cours d'eau ou émissaires de plus ou moins grande importance.

Si cette méthode a permis d'avoir une première "visualisation" de l'emprise inondable, elle n'a, en revanche, pas fourni d'éléments quantitatifs sur le risque inondation dans les secteurs urbanisés, notamment en termes de niveaux d'écoulement et de période de retour associée. Ces éléments sont aujourd'hui indispensables aux collectivités pour évaluer plus précisément les contraintes hydrauliques sur les zones déjà urbanisés ou susceptibles de l'être.

Dans ce contexte, la Direction de l'Equipement de la Province Sud a donc souhaité engager des études complémentaires du type "**études hydrauliques simplifiées**" sur cinq secteurs urbanisés de la commune du Mont Dore.

Les secteurs étudiés sont les suivants (cf. figure 1) :

- Boulari,
- Robinson,
- Plum,
- Vallon Dore,
- Mont Dore Sud (ou la Corniche).

Le présent document constitue le rapport d'étude présentant la méthodologie et les résultats sur les différents secteurs. Il est organisé en quatre chapitres :

- Recensement des données ;
- Reconnaissances de terrain et levés topographiques ;
- Analyse pluviométrique et hydrologique ;
- Analyse hydraulique.

2. RECENSEMENT DES DONNEES

Cette première phase d'étude a consisté à recueillir l'ensemble des données disponibles auprès de la DEPS, de la DAVAR et de la commune du Mont Dore (études, cartes, topographie, ...).

↳ Etudes

- Etude hydraulique et hydrologique sommaire - Secteur de l'ancienne briqueterie Vallon Dore – Mairie du Mont Dore – A2EP – Août 2004 ;
- Enquêtes historiques de crues – DAVAR – Juillet 2004 ;

- Etude hydrogéomorphologique pour la détermination des zones inondables des bassins versants de Tonghoue, Païta, Plum, Corniches de Mont-Dore, Tamoia en Nouvelle Calédonie – DAVAR – Carex Hydro/Ministère de l'Equipement – Octobre 2002 ;
- Cartographie hydrogéomorphologique et prise en compte des zones inondables dans les documents d'urbanisme – Nouvelle Calédonie (extrait) – DAVAR – Carex Hydro/Ministère de l'Equipement – Novembre 2001.

↳ Cartes

- Cartes d'inondabilité potentielles sur la commune du Mont Dore établies par la DAVAR – Carex Environnement/Ministère de l'Equipement/Hydrex – Juin 2003 ;
- Cartes des aléas d'inondabilités potentielles sur la commune du Mont Dore établies par la DAVAR – Carex Environnement/Ministère de l'Equipement/Hydrex – Juin 2003.

↳ Topographie

- Cartes IGN au 1/50 000^{ème} ;
- Plans photogrammétriques au 1/10 000^{ème} et au 1/2 000^{ème} ;
- Plan de récolement d'une partie du dalot du parking du collège de Boulari – Echelle 1/100^{ème} ;
- Plan de récolement de l'assainissement de la rue des Cocotiers – Echelle 1/500^{ème} ;
- Plan topographique issu de l'étude hydraulique sur le secteur de l'ancienne briqueterie Vallon Dore – Mairie du Mont Dore – A2EP – Août 2004.

↳ Données pluviométriques

- Poste journalier de Boulari : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 100 mm de 1981 à 2003 (Météo France) ;
- Poste de Nouméa Faubourg Blanchot : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 100 mm de 1951 à 2003 (Météo France) ;
- Poste journalier de Plum : précipitations journalières maximales annuelles et supérieures à 150 mm de 1952 à 2003 (Météo France) ;
- Poste journalier de la Coulée : précipitations journalières maximales annuelles de 1979 à 2003 (Météo France) ;
- Courbes Intensité-Durée-Fréquence à Nouméa et Montagne des Sources (Météo France) ;
- Courbes Intensité-Durée-Fréquence à Namie (DAVAR) ;
- Hyétogramme de l'épisode du 2 octobre 2001 à Dumbea et Magenta (Météo France) ;
- Hyétogramme de l'épisode du 13 janvier 1988 à Dumbea Nord et la Montagne des Sources (DAVAR) ;

- Hyétogrammes des derniers épisodes importants de 1988 à 2001 à Dzumac, Dumbea Nord, Montagne des Sources et Ouinne (DAVAR) ;
- Hyétogrammes des derniers épisodes importants de 1999 à 2003 à Namie (DAVAR).

↳ Données hydrométriques

- Station de la Coulée : débits instantanés maximaux annuels et débits instantanés supérieurs à 20 m³/s de 1992 à 2003 (DAVAR) ;
- Station de Dumbea Nord : débits instantanés maximaux annuels et débits instantanés supérieurs à 30 m³/s de 1963 à 2003 (DAVAR) ;
- Station de la Couvelée : débits instantanés maximaux annuels et débits instantanés supérieurs à 20 m³/s de 1967 à 2003 (DAVAR) ;
- Station de Namie (chez Bigourd) : débits instantanés maximaux annuels et débits instantanés supérieurs à 1 m³/s de 1997 à 2003 (DAVAR) ;
- Estimation des débits caractéristiques de crue aux stations de la Coulée, Dumbea Nord, la Couvelée et Namie (DAVAR) ;
- Hydrogrammes des dernières crues de 1999 à 2003 à Namie (DAVAR).

↳ Autres

- Plan cadastral numérisé ;
- Photographies aériennes (août 2003 et octobre 2001).

Ces données ont été exploitées au cours des différentes phases d'étude.

3. RECONNAISSANCES DE TERRAIN ET LEVES TOPOGRAPHIQUES

Sur les cinq secteurs, des reconnaissances détaillées de terrain ont préalablement été effectuées.

Ces enquêtes de terrain ont permis :

- d'apprécier le fonctionnement et l'organisation du réseau hydrographique superficiel (fossés, creeks, ...) et enterré, ainsi que les mécanismes de débordement ;
- de visualiser l'occupation des sols : habitations, murets, clôtures, ... ;
- de cerner les dysfonctionnements actuels : points noirs, ouvrages insuffisants, obstacles aux écoulements, zones inondées, ... ;
- de repérer des niveaux atteints lors des crues antérieures par des enquêtes auprès des riverains ; les nombreuses laisses de crue répertoriées sont ainsi venues compléter le recensement déjà effectué par la DAVAR ;

- de définir les levés topographiques nécessaires, qui ont été réalisés dans un second temps : profils en travers du lit mineur, altimétrie du lit majeur, levé des ouvrages hydrauliques de franchissement et des sections couvertes, nivellement des laisses de crue repérées sur le terrain, etc ; ces levés ont été réalisés par nos soins sur le secteur de Boulari (cf. plan 1) et ont été confiés à un géomètre expert sur les autres secteurs (cf. levés fournis dans le document A3 joint).

Plusieurs entrevues avec la commune du Mont Dore, y compris sur site, nous ont permis d'acquérir des informations complémentaires sur les dysfonctionnements hydrauliques et les secteurs inondés lors des dernières crues.

Les informations collectées sont présentées secteur par secteur.

3.1. Secteur de Boulari

Le secteur se décompose en trois bassins versants, se rejetant en mer via trois exutoires distincts (cf. figure 2 et plan 1) :

- le bassin versant le plus à l'Ouest (BV1) est le plus important (36 ha) : deux émissaires principaux, enterrés sur la majeure partie de leur linéaire, se rejoignent au niveau du collège en amont de l'ancienne route (les tracés et gabarits sont indiqués sur le plan 1) ; sur l'aval, deux ouvrages successifs franchissent le fossé sous l'ancienne et la nouvelle route (voie express) ; signalons que l'altimétrie de la nouvelle route est plus élevée (d'environ 40 cm) que celle de l'ancienne route (et du terrain naturel), le gabarit de l'ouvrage étant par ailleurs plus important ; en aval de la nouvelle route, le terrain naturel est beaucoup plus bas ;
- le bassin versant central (BV2) est le plus réduit (12 ha) : l'émissaire principal est également couvert sur une grande partie de son linéaire, y compris en aval de la route principale sous les remblais situés en continuité de la mairie à l'Est ; l'altimétrie de la route principale est à ce niveau beaucoup plus élevée que celle du terrain naturel en amont (environ 1,5 m) ;
- le bassin versant le plus à l'Est (BV3) a une superficie intermédiaire de 20 ha : l'émissaire principal est à ciel ouvert ; il est doublé par un réseau Ø 800, puis Ø 1000, puis deux Ø 800, le long de la rue des Cocotiers ; ces travaux de délestage réalisés il y a quelques années ont permis d'améliorer les écoulements selon les riverains situés à proximité ; à l'aval, il y a en réalité deux exutoires et donc deux ouvrages sous la route principale (située environ 1 m au-dessus du terrain naturel).

Les trois bassins versants ont des morphologies similaires : secteurs très urbanisés, pentes relativement fortes sur l'amont (4 à 5 %) et plus faibles sur l'aval.

Les informations de crue qui ont pu être collectées sont reportées sur le plan 1. Elles correspondent pour la plupart au cyclone Anne (13 janvier 1988) et à l'épisode du 7 avril 1992.

De façon générale, les riverains et la commune signalent peu de problèmes d'inondation sur ce secteur.

Les levés topographiques effectués par SOGREAH sur Boulari sont reportés sur le plan 1.

3.2. Secteur de Robinson

Le secteur de Robinson regroupe deux zones :

- le bassin versant du Creek Namie, d'une superficie totale de 3,7 km² ;
- un bassin versant voisin, situé à l'Est, correspondant à une dépression locale (superficie de 34 ha).

Le découpage en sous-bassins versants de ce secteur est indiqué sur le plan 5.

- Le bassin versant du Creek Namie est naturel sur sa partie amont et très urbanisé sur tout le secteur aval.

Le cours d'eau est également naturel sur sa partie amont (scindé en deux bras) jusqu'au pont de la route de l'Ecole (secteur Camara), puis il se présente sous la forme d'un canal béton sur un linéaire d'environ 1,2 km jusqu'au pont de la rue Albizia et retrouve son caractère naturel sur la partie aval.

Dans la traversée de la partie urbanisée, le cours d'eau reçoit des apports latéraux en rive gauche et en rive droite correspondant à des dépressions sans véritable lit marqué.

La pente du Creek Namie est de l'ordre de 1,7 % sur l'amont et plus faible sur l'aval (0,5 % en aval de la route du Sud).

En termes de mécanismes de débordement, un deuxième axe d'écoulement se crée le long de la rue Boewa, parallèle au Creek, qui vient alimenter ensuite le secteur Sud-Ouest et un deuxième exutoire vers la mer.

Précisons à ce titre que sur le secteur situé derrière Champion, au Nord de la route du Sud, les riverains nous ont signalé un problème d'évacuation des eaux de ruissellement lié à l'altimétrie plus élevée des terrains situés autour (y compris la route du Sud) et à l'insuffisance des réseaux d'assainissement pluvial. Les inondations peuvent ainsi durer 1 ou 2 jours.

- Le bassin versant situé à l'Est de celui du Creek Namie est de superficie limitée (34 ha) et plutôt urbanisé. Le Creek est à ciel ouvert, hormis sur une petite portion en aval de la rue Bruguiera.

On peut signaler quelques particularités :

- l'existence de remblais en rive droite en amont de la route du Sud ;
 - l'altimétrie élevée de la route du Sud au niveau du franchissement du Creek ;
 - l'existence de remblais importants au niveau du centre culturel (rive gauche en aval de la route du Sud).
- Les informations de crue collectées sont reportées sur le plan 5. Elles concernent essentiellement la crue du 2 octobre 2001, la plus importante connue sur ce secteur d'après les riverains.

3.3. Secteur de Plum

Le bassin versant de Plum a une superficie de l'ordre de 11,4 km² (cf. plan 9).

Il est naturel sur la quasi-totalité de sa superficie. Seules les parties Sud-Ouest (Val Boisé) et aval (Colardeau) sont urbanisées.

La rivière de Plum a une largeur en tête de l'ordre de 15 à 20 m sur la zone étudiée. Elle est franchie par un ouvrage de 22 m d'ouverture au niveau de la route du Sud (route à peu près au niveau du terrain naturel). Le lit mineur est relativement dégagé.

La pente des fonds de la rivière est très faible, de l'ordre de 0,2 ‰ (secteur globalement très plat).

Les informations de crue disponibles sont toutes liées à l'épisode du 7 avril 1992 (essentiellement issues du recensement de la DAVAR), particulièrement exceptionnel sur ce secteur (cf. plan 9).

3.4. Secteur de Vallon Dore

Ce secteur se décompose en deux zones distinctes :

- l'une au Nord correspondant au secteur de l'ancienne briqueterie et du lotissement Gauthier ;
- l'autre au Sud (lotissement Leroux).

Les bassins versants et sous bassins versants de ce secteur sont localisés sur le plan 13.

Les parties amont des creeks sont pentues (pente de l'ordre de 3 à 4 ‰) et encaissées ; les deux vallées s'élargissent vers l'aval, avec des pentes plus faibles de l'ordre de 1 ‰ en amont de la route de la Corniche.

En aval de la route de la Corniche et de la Promenade du Vallon Dore, les terrains sont très bas et non urbanisés (mangrove).

Sur la zone Nord, on peut signaler l'existence de remblais en rive droite en amont de l'ouvrage de la route de la Corniche, datant a priori de 7-8 ans d'après les riverains.

Sur la zone Sud, on a deux zones d'écoulement distinctes en amont de la route de la Corniche : l'une correspond au fond de talweg et l'autre au fossé de la rue Tamaris ; ces deux zones d'écoulement se rejoignent en amont de l'ouvrage de franchissement de la route de la Corniche, dont l'altimétrie est par ailleurs très élevée.

Les laisses de crue collectées sont relatives au cyclone Anne (janvier 1988), ainsi qu'à l'épisode du 7 avril 1992 (il y a toutefois un doute sur cette dernière date de la part des riverains rencontrés). Les laisses de crue relevées ainsi que celles recensées par la DAVAR sont fournies sur le plan 13. Elles concernent essentiellement la partie Nord, la partie Sud étant visiblement moins affectée par les inondations.

3.5. Secteur de Mont Dore Sud (Corniche)

Ce secteur est particulier car composé de multiples bassins versants dont les eaux ruissellent depuis le Mont Dore jusqu'à la mer en franchissant la route de la Corniche (cf. plan des bassins versants n°17). Les pentes sont donc très fortes sur l'amont des zones étudiées souvent de l'ordre de 5 à 6 %, et un peu plus faibles sur l'aval (de l'ordre de 2 %).

Les parties aval des bassins versants sont relativement urbanisées.

Les creeks étudiés sont des petits émissaires, souvent des fossés, voire des dépressions sans véritable lit marqué. Peu de problèmes d'inondation ont été recensés sur ce secteur, ce qui confirme les informations recueillies par la DAVAR lors de leurs enquêtes.

Les quelques laisses de crue recensées sont identifiées sur le plan 17 et correspondent aux principaux épisodes du secteur : octobre 2001, Anne (janvier 1998), Erica (mars 2003), etc.

4. ANALYSE PLUVIOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE

4.1. Préambule sur la méthodologie

Cette partie a pour objectif de déterminer les débits caractéristiques de crue, c'est-à-dire les débits de pointe en différents points des bassins versants étudiés référence prise sur des périodes de retour allant de 10 à 100 ans.

Compte tenu de l'absence de stations hydrométriques sur la zone d'étude (hormis la station de Namie, qui n'est en service que depuis 1997 et ne dispose donc pas de données suffisantes pour déterminer des débits de période de retour élevée), nous avons exploité :

- les données pluviométriques existant sur la zone d'étude ou à proximité : il s'agit des postes journaliers de Boulari, la Coulée et Plum, ainsi que des postes avec acquisition plus précise (pas d'acquisition 6 minutes ou 0,5 mm) de Nouméa, Namie Lavoix, Namie chez Bigourd, et Montagne des Sources ;
- les données hydrométriques existant à proximité et jugées suffisamment fiables par la DAVAR : il s'agit des stations de la Couvelée, Dumbea Nord et la Coulée.

Ces postes pluviométriques et stations hydrométriques sont localisés sur la figure 3.

Etant donnée la difficulté d'estimer de façon fiable des débits de crue (surtout lorsqu'on ne dispose pas de données en débits sur le bassin versant), plusieurs approches ont été comparées sur le premier secteur (Boulari).

L'une d'entre elles s'appuie sur la méthode SPEED mise au point par SOGREAH (cf. annexe 1) et qui utilise différentes relations associées à la théorie et à l'expérience (théorie de l'hydrogramme unitaire, théorie du gradex, formules de Montana et du temps de concentration). Ces relations conduisent à la formule de base utilisée pour les débits de crues exceptionnelles :

$$Q_T = \frac{S^{0,75}}{12} (P_T - P_0)$$

où :

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

Cette formule permet de tirer la notion de débit réduit, égal au débit Q_T divisé par la superficie $S^{0,75}$ et multiplié par 12. Ce débit réduit est homogène à une pluie en mm et comme cela est exposé en annexe 1, pour des bassins homogènes vis-à-vis de la géologie, de la couverture végétale et de la pluviométrie, les débits caractéristiques se confondent en termes de débits réduits.

Trois méthodes ont ainsi été mises en œuvre pour l'analyse pluviométrique et hydrologique :

- Ajustement de débits réduits ($Q_{re} = 12Q/S^{0,75}$) à partir des données aux stations hydrométriques (débits instantanés maximaux annuels) ;
- Mise en œuvre de la méthode SPEED avec ajustement au préalable des pluies journalières maximales annuelles ;
- Détermination des courbes IDF au droit de la zone d'étude à partir des IDF disponibles.

Ces différentes méthodes sont explicitées ci-après, les résultats obtenus sur Boulari sont comparés dans la partie 4.5.

4.2. Ajustement de débits réduits ($Q_{re} = 12Q/S^{0,75}$)

Les données utilisées sont celles des quatre stations hydrométriques précédemment citées (La Coulée, Namie, La Couvelée et Dumbéa Nord) qui nous ont été fournies par la DAVAR, dont les périodes d'exploitation sont rappelées ci-dessous :

Station hydrométrique	Période d'exploitation
La Coulée	1992 – 2003
Namie	1997 – 2003
La Couvelée	1967 – 2003
Dumbea Nord	1963 - 2003

Afin d'augmenter l'échantillon de valeurs notamment pour les stations de la Coulée et Namie, toutes les valeurs de débit supérieures à un certain seuil ont été prises en compte dans l'ajustement de Gumbel.

Le graphe ainsi obtenu est fourni sur la figure 4, représentant les droites d'ajustement tracées (en trait plein) pour trois stations (il est difficile de tracer un ajustement sur Namie compte tenu du faible nombre de valeurs élevées).

Pour extraire les valeurs correspondant à différentes périodes de retour, il convient de décaler les droites d'ajustement de $-\ln$ (nombres années/nombre valeurs).

Cette opération permet de constater que les trois droites obtenues (en pointillés) sont non confondues mais proches, ce qui traduit l'homogénéité du débit réduit sur ce secteur. On peut ainsi retenir une droite "moyenne" et en déduire les valeurs caractéristiques locales du débit réduit pour les périodes de retour 10 et 100 ans :

$Q_{re} 10 = 240 \text{ mm}$ $Q_{re} 100 = 630 \text{ mm}$

Ces valeurs sont bien évidemment des estimations moyennes et approximatives mais permettront de donner un ordre de grandeur des débits de crue des bassins versants à partir de leur superficie et de la valeur du débit réduit.

4.3. Mise en œuvre de la méthode SPEED

4.3.1. Estimation de la pluviométrie sur la zone d'étude

La pluviométrie exceptionnelle sur le secteur d'étude a fait l'objet d'une analyse préalable.

Pour cela, nous avons exploité les données de précipitations journalières maximales annuelles des postes de Boulari, Nouméa, Plum et la Coulée.

Les ajustements graphiques obtenus sont présentés sur les figures 5 à 8. Les valeurs qui peuvent être extraites de ces ajustements sont récapitulées ci-dessous, de même que les valeurs de pluviométrie extraites du poste de la Montagne des Sources (cf. annexe 2) et celles de pluviométrie moyenne annuelle fournie par Météo France :

Poste pluviométrique	Pluie journalière décennale (mm)	Pluie journalière centennale (mm)	Pluie moyenne annuelle (mm)
Boulari	280	490	1380
Nouméa	160	245	1058
Plum	235	560	1547
La Coulée	340	570	-
Montagne des Sources	471	715	≈ 3 000

Les valeurs de cumul pluviométrique annuel montrent bien l'hétérogénéité des précipitations entre les différents secteurs géographiques :

- Nouméa,
- Boulari et Plum,
- Montagne des Sources.

Ce résultat se retrouve également dans l'estimation des pluies exceptionnelles. Les pluies journalières centennales à Boulari, Plum et la Coulée correspondant à la partie basse de notre zone d'étude, sont relativement homogènes.

Elles sont comprises entre les pluies plus faibles de Nouméa et celles plus fortes de la Montagne des Sources.

On remarque également sur les figures précitées que janvier 1988 (Anne) et avril 1992 sont les événements les plus forts sur Boulari, Plum et la Coulée (avril 1992 est de loin l'événement le plus fort sur Plum et la Coulée).

Les bassins versants étudiés étant situés à la fois sur la zone "basse" décrite en pluviométrie par les postes de Boulari, Plum et la Coulée et sur une zone plus haute en altimétrie correspondant au Mont Dore, le comité de pilotage de l'étude a donc retenu sur la zone étudiée une pluviométrie correspondant à la moyenne entre le poste de la Montagne des Sources et la moyenne des trois postes de la partie basse :

- **pluie journalière décennale : 380 mm ;**
- **pluie journalière centennale : 630 mm.**

4.3.2. Mise en œuvre de la méthode SPEED

Une fois l'analyse pluviométrique effectuée, il s'agit ici de chercher à estimer le paramètre P_0 intervenant dans la formule : $Q_T = \frac{S^{0,75}}{12} (P_T - P_0)$.

L'analyse des débits réduits d'une part (cf. partie 4.2) et de la pluviométrie d'autre part (cf. partie 4.3.1) nous permet de constater que les valeurs obtenues sont proches, du moins pour un événement centennal, mais que les valeurs de pluies ne sont pas nécessairement supérieures à celles des débits réduits, en particulier dans le cas d'une fréquence centennale. Ceci peut s'expliquer de plusieurs façons :

- soit la pluviométrie exceptionnelle est sous estimée ou les valeurs de débit sont surestimées ;
- soit les stations hydrométriques ne sont pas représentatives de la zone d'étude, ce qui peut être le cas pour la Couvelée et Dumbea Nord situées plus au Nord ;
- soit la valeur du P_0 est localement faible, ce qui implique que la quasi-totalité de la pluie ruisselle pour donner un débit.

Ne disposant pas d'éléments supplémentaires pour juger de la pertinence des valeurs de précipitation et de débit, nous avons considéré que la valeur du P_0 était vraisemblablement faible localement.

L'exploitation en parallèle (sur un graphe en exponentielle) des données pluviométriques et hydrométriques (sous forme de débit réduit en mm) sur une période commune d'observation nous permet de confirmer cette tendance sur la zone d'étude.

Le graphe de la figure 9 à la Coulée illustre en effet cette tendance, le poste de la Coulée étant à peu près représentatif de la pluviométrie moyenne retenue sur le secteur. La valeur de P_0 qui peut être déduite est de l'ordre de 35 mm.

Une analyse similaire réalisée sur la station de Namie tend à confirmer cette valeur mais avec une période d'exploitation très courte.

Cette approche nous conduit ainsi à proposer la formule suivante :

$$Q_T = \frac{S^{0,75}}{12} (P_T - 35), \text{ soit } Q_{10} = \frac{S^{0,75}}{12} (380 - 35) \text{ et } Q_{100} = \frac{S^{0,75}}{12} (630 - 35).$$

Il ne s'agit bien évidemment que d'une estimation approchée du débit de pointe. Pour conforter ce résultat, il conviendrait de disposer de données hydrométriques supplémentaires à exploiter.

4.4. Détermination des courbes IDF au droit de la zone d'étude

Cette dernière approche consiste à reconstituer des IDF au droit de la zone d'étude à partir des éléments disponibles :

- IDF au poste de la Montagne des Sources (poste DAVAR et poste Météo France) – source Météo France (cf. annexe 2),
- IDF au poste Météo de Nouméa – source Météo France (cf. annexe 3),
- IDF aux deux postes DAVAR de Namie – source DAVAR (cf. annexe 4),

dans l'optique de mettre en œuvre une méthode rationnelle.

Comme précédemment précisé dans l'analyse pluviométrique, les pluies sur la zone d'étude se situent en intensité entre celles de Nouméa et celles de la Montagne des Sources.

Les valeurs des précipitations pour différentes durées de 15 minutes à 24 heures et des périodes de retour 10 et 100 ans ont été extraites des tableaux des annexes 2 et 3 et une valeur moyenne a été calculée à partir des valeurs aux deux postes.

Ces données moyennes ont ensuite été exploitées pour déterminer les coefficients a et b de MONTANA intervenant dans la formulation : $P = at^{1-b}$ où P : pluie en mm et t : durée d'averse en minutes (cf. annexe 5).

Les coefficients a et b correspondants et déterminés pour une durée de 15 à 90 minutes sont ainsi :

	T = 10 ans	T = 100 ans
a (mm/min)	6,577	8,912
b (mm/min)	0,425	0,410

Les valeurs de précipitation décennale et centennale ainsi obtenues pour des durées d'averse de 15 et 30 minutes ont été comparées aux valeurs issues des IDF de Namie 1 (poste intermédiaire sur le bassin versant de Namie) :

	P ₁₀ (15 min)	P ₁₀ (30 min)	P ₁₀₀ (15 min)	P ₁₀₀ (30 min)
IDF Namie 1 (DAVAR)	32,7 mm	52,2 mm	46,2 mm	75,0 mm
IDF reconstitué sur la zone d'étude	31,2 mm	46,4 mm	41,1 mm	66,4 mm

On constate que les valeurs estimées sont proches de celles fournies par les IDF de Namie (sachant que ce dernier poste dispose de peu d'années de mesures), surtout pour les durées courtes (15 minutes), qui correspondent par ailleurs globalement aux temps de concentration des bassins versants étudiés.

Une fois ces coefficients a et b déterminés, il est alors possible d'estimer un débit décennal ou centennal par application de la méthode rationnelle, à partir des caractéristiques du bassin versant (superficie, coefficient de ruissellement, temps de concentration).

4.5. Comparaison des différentes approches sur le secteur de Boulari et valeurs retenues sur les autres secteurs

4.5.1. Comparaison des différentes approches sur le secteur de Boulari

Afin de comparer les trois approches présentées, les débits associés à des événements pluviométriques de période de retour 10 ans et 100 ans sur les trois bassins versants du secteur de Boulari ont été estimés.

SECTEUR BOULARI	Superficie (ha)	Approche 1 Ajustement débit réduit	Approche 2 SPEED	Approche 3* Méthode rationnelle
BV1 (Ouest)	36	Q ₁₀ = 9,3 m ³ /s	Q ₁₀ = 13,4 m ³ /s	Q ₁₀ = 14 m ³ /s
		Q ₁₀₀ = 24,4 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 23,0 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 21,7 m ³ /s
BV2 (Centre)	12	Q ₁₀ = 4,1 m ³ /s	Q ₁₀ = 5,9 m ³ /s	Q ₁₀ = 6 m ³ /s
		Q ₁₀₀ = 10,7 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 10,1 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 9,2 m ³ /s
BV3 (Est)	20	Q ₁₀ = 6 m ³ /s	Q ₁₀ = 8,6 m ³ /s	Q ₁₀ = 9,2 m ³ /s
		Q ₁₀₀ = 15,7 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 14,8 m ³ /s	Q ₁₀₀ = 14,2 m ³ /s

* Temps de concentration estimés par la méthode de CAQUOT

* Coefficients de ruissellement de 1 pour une période de retour 100 ans et 0,9 pour 10 ans

Les valeurs obtenues sont homogènes, en particulier pour un épisode centennal, bien que les trois approches ne soient pas extrêmement précises.

On peut donc légitimement retenir ici les valeurs intermédiaires (fournies ici par l'approche 2), en ayant toutefois conscience que ces valeurs demeurent bien évidemment des valeurs approchées :

SECTEUR BOULARI	Superficie (ha)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BV 1 (Ouest)	36	13,4	23,0
BV2 (Centre)	12	5,9	10,1
BV3 (Est)	20	8,6	14,8

Ces valeurs donnent des débits spécifiques de l'ordre de 37 à 49 m³/s/km² en crue décennale et 64 à 84 m³/s/km² en crue centennale, valeurs qui sont élevées mais globalement conformes aux valeurs couramment admises localement.

Les débits de crue caractéristiques ainsi reconstitués en différents points des bassins versants du secteur de Boulari sont fournis sur la figure 2.

4.5.2. Valeurs retenues sur les autres secteurs

La méthodologie retenue sur Boulari a été appliquée sur les autres secteurs.

Les tableaux suivants fournissent les valeurs des débits décennaux Q₁₀ et centennaux Q₁₀₀ retenus (cf. localisation des bassins versants sur les plans 5, 9, 13 et 17) :

SECTEUR ROBINSON	Superficie (ha)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BV amont	107	30	52
BV1	108,5	31	53
BV amont + BV1 (confluence)	215,5	51	88
BV amont + BV1 à BV2	230,5	54	93
BV amont + BV1 à BV3	242	56	96
BV amont + BV1 à BV4	252,5	58	99
BV amont + BV1 à BV5	267,5	60	104
BV amont + BV1 à BV6	286,15	63	109
BV amont + BV1 à BV7	330,5	70	122
BV total	367	76	131
BVA	7,5	4	7
BVA à BVB	15	7	12
BVA à BVC	22,5	9,5	16
BVA à BVD	26,5	11	18
BVA à BVE	34	13	22

SECTEUR PLUM	Superficie (ha)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BV amont	347	73	126
BV amont + BV1	418	84	145
BV2	585	108	187
BV amont + BV1 + BV2	1003	162	280
BV amont + BV1 à BV3	1046	167	288
BV total	1140	178	308

SECTEUR VALLON DORE	Superficie (ha)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BVA	50.5	17	30
BVA à BVB	76.5	24	41
BVA à BVC	106	30	52
BV total Nord	137	36	63
BV1	56.5	19	32
BV1 à BV2	63	20	35
BV1 à BV3	81	25	42
BV total Sud	100	29	49

SECTEUR CORNICHE	Superficie (ha)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
BV1	61,35	20	34
BV2	15,3	7	12
BV3	47,3	16	28
BV4	24,9	10	17
BV5	50,5	17	30
BV6	41,15	15	25
BV7a	6	3.5	6
BV7b	42,1	15	26
BV7c	54,1	18	31
BV8a	52,6	18	31
BV8b	67	21	37
BV9a	40	14	25
BV9b	58,9	19	33
BV10	27,5	11	19
BV11	42	15	26
BV12a	36,4	13	23
BV12b	43,7	15	27

4.6. Evénements pluviométriques réels

Pour exploiter les laisses de crue relevées sur l'ensemble de la zone d'étude, il est nécessaire de déterminer les débits de pointe associés aux événements pluviométriques correspondants.

Sur la zone d'étude, les informations que nous avons collectées sont relatives à plusieurs épisodes :

- Secteur de Boulari : 13 janvier 1988 (cyclone Anne) et 7 avril 1992 ;
- Secteur de Robinson : 13 janvier 1988 (cyclone Anne), 2 octobre 2001 et 14 mars 2003 (cyclone Erica) ;
- Secteur de Plum : 7 avril 1992 ;
- Secteur de Vallon Dore : 13 janvier 1988 (cyclone Anne), 7 avril 1992 et 2 octobre 2001 ;
- Secteur de Mont Dore Sud : 13 janvier 1988 (cyclone Anne), 2 octobre 2001 et 14 mars 2003 (cyclone Erica).

Les débits de pointe correspondant à ces épisodes peuvent être estimés de façon approchée par application de la méthode rationnelle. Les intensités pluviométriques et débits retenus pour ces épisodes sont précisés ci-après secteur par secteur, sachant que les valeurs fournies ont été affinées lors du calage des modèles.

4.6.1. Secteur de Boulari

Sur le secteur de Boulari, les hyétogrammes des épisodes du 13 janvier 1988 et du 7 avril 1992 ont été exploités. Pour ces deux épisodes, seuls sont disponibles les hyétogrammes aux postes DAVAR de Dumbea Nord et de la Montagne des Sources (cf. figures 10 et 11) avec un pas de temps de 15 minutes pour janvier 1988 et de 5 minutes pour avril 1992.

- Pour le 13 janvier 1988, l'intensité maximale relevée **sur 15 minutes** est de :
 - 22,9 mm sur Dumbea Nord, soit 92 mm/h ;
 - 34,2 mm sur la Montagne des Sources, soit 137 mm/h.

On peut par ailleurs supposer que l'intensité maximale atteinte sur une durée plus courte que 15 minutes (par exemple 5 à 10 minutes, ordre de grandeur du temps de concentration des bassins versants de Boulari) est plus forte, induisant ainsi un débit de pointe plus élevé sur ce type de bassin versant.

Ainsi, l'intensité maximale a été considérée par hypothèse voisine de 150 mm/h pour l'épisode du 13 janvier 1988, sur les bassins versants de la zone de Boulari dont les temps de concentration sont très courts.

- Pour le 7 avril 1992, l'intensité maximale relevée **sur 5 minutes** est de :
 - 11 mm sur Dumbea Nord, soit 132 mm/h ;
 - 16 mm sur la Montagne des Sources, soit 192 mm/h.

On peut retenir ici encore une valeur moyenne et proche de 150 mm/h sur les bassins versants étudiés.

- Ces intensités conduisent à retenir les valeurs approchées suivantes pour l'estimation des débits de pointe au droit des lisses de crue.

Bassin versant concerné	Superficie au droit de la lisse de crue (ha)	Niveau de crue (année)	Débit de pointe de crue estimé (m ³ /s)
BV 1 (Ouest)	13,4	4,10 m NGNC (1988)	≈ 5,5
BV2 (Centre)	9,1	4,50 m NGNC (1992)	≈ 4
BV3 (Est)	11,7	9,45 m NGNC (1992)	≈ 5

4.6.2. Secteur de Robinson

Sur le secteur de Robinson, l'épisode pluviométrique le plus significatif est celui du 2 octobre 2001, pour lequel nous disposons des enregistrements aux pluviomètres de Namie (Namie 1 chez Bigourd et Namie 3 Lavoix) et à la station hydrométrique (cf. localisation sur la figure 3).

Le débit de pointe estimé par la DAVAR à la station est de 71 m³/s (cf. figure 12).

Pour conforter cette estimation, nous avons regardé les intensités pluviométriques maximales mesurées aux deux pluviomètres sur 10 à 15 minutes (ordre de grandeur du temps de concentration estimé sur la partie amont du bassin versant). Les intensités mesurées à Bigourd et Lavoix pour les durées précitées sont très différentes du fait de leur localisation éloignée (75 à 100 mm/h sur Namie 3 et 160 mm/h sur Namie 1).

Au vue de ces valeurs, une intensité moyenne de 120 mm/h peut être retenue pour le bassin versant au droit de la station, ce qui conduit à un débit de l'ordre de 75 m³/s avec un coefficient de ruissellement de 1 (par application de la méthode rationnelle) et conforte la valeur de 71 m³/s issue de l'hydrogramme.

La valeur de débit de pointe de 71 m³/s a donc été retenue pour l'épisode d'octobre 2001 au droit de la station, et donc pour le calage ultérieur du modèle.

Cette valeur a ensuite été "extrapolée" à l'ensemble du bassin versant par application de la formulation classique de type Myer $Q_2 = Q_1 \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^{0,75}$ où Q_1 et S_1 sont respectivement le débit et la superficie au point 1, et Q_2 et S_2 sont le débit et la superficie au point 2. Le débit à l'aval a ainsi été évalué à 100 m³/s environ.

4.6.3. Secteur de Plum

Les laisses de crue disponibles sur Plum sont relatives à l'épisode du 7 avril 1992.

Comme précisé précédemment, les hyétogrammes disponibles pour cet épisode sont ceux des postes DAVAR de Dumbea Nord et de la Montagne des Sources (cf. figure 11).

Pour une durée de 75 minutes (temps de concentration estimé sur le bassin versant de Plum au droit de la route du Sud), l'intensité maximale mesurée est de 104 mm/h au poste de la Montagne des Sources et 93 mm/h au poste de Dumbea, soit environ 100 mm/h. Cette intensité conduit à une valeur approchée de débit de 200 m³/s au droit de l'ouvrage de la route du Sud (coefficient de ruissellement retenu de 0,7 compte tenu du caractère très naturel de la quasi-totalité du bassin versant).

Cette valeur a été extrapolée à l'ensemble du bassin versant comme précédemment, soit un débit à l'aval voisin de 213 m³/s. C'est sur la base de ces débits de pointe que le modèle hydraulique a été calé.

4.6.4. Secteur de Vallon Dore

- Sur la zone Nord, les informations recueillies concernent principalement la crue de janvier 1988 (cyclone Anne).

Comme précisé précédemment, les hyétogrammes disponibles pour cet épisode sont ceux des postes DAVAR de Dumbea Nord et de la Montagne des Sources (cf. figure 10).

Les intensités maximales sur 15 minutes sont de 92 mm/h pour Dumbea Nord et 137 mm/h pour la Montagne des Sources.

Le temps de concentration du bassin versant au droit de la route de la Corniche est par ailleurs de l'ordre de 10 à 15 minutes.

De même que sur Boulari, une intensité maximale voisine de 150 mm/h a donc été retenue sur ce secteur et pour cet épisode, conduisant à un débit de l'ordre de 45 m³/s (valeur qui peut paraître élevée en regard du débit centennal de ce bassin versant, mais une valeur plus faible retenue initialement ne permettait pas de retrouver les niveaux de crue relevés).

Le débit à l'aval du bassin versant pour cet épisode a ainsi été estimé à 55 m³/s environ.

- Pour la zone Sud, nous ne disposons que d'une seule laisse de crue, correspondant à l'épisode de 2001.

Sur la base du hyétogramme du poste Namie 1, l'intensité maximale a été estimée voisine de 170 mm/h sur 10 minutes, ce qui conduit à un débit de l'ordre de 30 m³/s au droit de la route de la Corniche.

4.6.5. Secteur de Mont Dore Sud

Pour ce dernier secteur, les laisses de crue sont peu nombreuses et relatives à des épisodes différents.

Les temps de concentration de ces bassins versants étant très courts compte tenu de leur superficie limitée et de la forte pente, il est difficile d'évaluer les intensités maximales associées aux événements pluviométriques. Sur ce secteur, les niveaux de crue relevés ont donc été exploités pour l'analyse hydraulique mais il n'y a pas eu de véritable « calage » comme sur les zones modélisées.

5. ANALYSE HYDRAULIQUE

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

5.1. Méthodologie

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

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

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

- des calculs hydrauliques locaux ;
- des modélisations hydrauliques simplifiées.

Dans les deux cas, et notamment dans celui des calculs hydrauliques locaux, la méthodologie employée ne permet pas d'avoir une très grande précision sur les grandeurs obtenues (niveaux et vitesses), mais reste en accord avec l'objectif recherché.

Notons qu'en terme d'hypothèse une surcote marine exceptionnelle de 1,40 m NGNC a dans tous les cas été appliquée à l'aval pour les deux périodes de retour 10 et 100 ans (condition aval retenue par le comité de pilotage de l'étude).

5.1.1. Calculs hydrauliques locaux

Dans les **secteurs caractérisés par l'absence de lit marqué** (comme les secteurs de Boulari et de Mont Dore Sud - Corniche), où une modélisation ne peut être représentative que si elle est fine et détaillée (ce qui nécessite l'utilisation de logiciels spécifiques), des **calculs hydrauliques locaux en régime uniforme sur des sections d'écoulement représentatives** de la zone étudiée ont été engagés (sections de contrôle notamment identifiées lors des enquêtes de terrain).

La topographie utilisée est celle levée pour l'étude et le fond de plan au 1/2000^{ème} fourni par la Province Sud.

Les largeurs dynamiques d'écoulement et les coefficients de rugosité ont préalablement été ajustés sur la base des observations de terrain (prise en compte des principaux obstacles aux écoulements), de manière à retrouver les informations recueillies sur les niveaux de crue atteints.

Au droit des ouvrages hydrauliques (couvertures de cours d'eau, franchissements, ...), c'est le plus souvent une loi d'orifice associée à une loi de surverse sur la route (en régime noyé ou dénoyé suivant les cas) qui a été utilisée, permettant ainsi d'avoir la répartition des débits entre l'ouvrage et la partie superficielle (débordement sur le terrain naturel). Si cette approche peut reposer parfois sur un hypothèse simplificatrice (le fonctionnement de type orifice n'étant pas toujours totalement avéré en fonction des caractéristiques de l'ouvrage et de l'altimétrie de la chaussée), elle permet néanmoins d'accéder à des ordres de grandeur représentatifs et cohérents avec le niveau de précision recherché.

Des calculs de capacité des collecteurs et sections couvertes ont également été engagés (essentiellement sur Boulari où les sections couvertes sont nombreuses et participent donc largement à l'écoulement des crues).

Les niveaux ont ensuite été évalués au droit de chaque section de calcul pour les périodes de retour 10 et 100 ans.

En ce qui concerne les vitesses, deux zones ont été distinguées : zone de vitesse forte et zone de vitesse faible à modérée. La détermination de ces zones s'appuie sur :

- les enquêtes de terrain qui nous ont permis d'identifier les zones d'écoulement dynamique,
- des calculs de répartition des débits et vitesses sur les sections de calcul.

A partir de ces quantifications par section représentative et de la connaissance acquise des différentes zones (sur le terrain notamment), les résultats ont été extrapolés à l'ensemble des zones à enjeux étudiées.

5.1.2. Modélisations hydrauliques simplifiées

Dans les secteurs caractérisés par un **lit marqué donnant lieu à des débordements francs** (creek Namie, rivière de Plum et creeks du Vallon Dore), des **modélisations hydrauliques** unidimensionnelles **locales et simplifiées** (à l'aide du logiciel ECOPERM développé par SOGREAH) ont été mises en œuvre.

↳ Construction des modèles locaux

Les modèles ont été construits sur la base de la topographie existante (fond de plan au 1/2000^{ème} et plan topographique existant sur une zone du secteur de Vallon Dore), des profils en travers du lit mineur et du lit majeur levés dans le cadre de l'étude et représentatifs de tronçons homogènes de cours d'eau ainsi que du levé des ouvrages de franchissement.

↳ Calage et exploitation des modèles

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

Les modèles ont alors été calés sur ces niveaux de crue par ajustement des coefficients de rugosité et des largeurs dynamiques d'écoulement, estimés à partir des enquêtes de terrain.

Les modèles ont ensuite été exploités en régime permanent pour les crues caractéristiques de période de retour 10 et 100 ans et ont permis de préciser, en chaque profil de calcul :

- le niveau d'écoulement ;
- la charge ;
- la vitesse moyenne éventuellement détaillée par sous section ;
- la répartition des débits entre lits mineur et majeur.

Les pertes de charge au niveau des ouvrages hydrauliques ont été estimées hors modèle par la méthode de Bradley¹ (cf. descriptif en annexe 6), qui permet de prendre en compte les caractéristiques techniques de l'ouvrage (section, nombre d'appuis, ...) et les caractéristiques morphologiques de la vallée (répartition des débits notamment). Les valeurs ainsi obtenus ont ensuite été réinjectées dans les modèles.

¹ Hydraulics of Bridge Waterways – US Department of Transportation

5.1.3. Rendus cartographiques

↳ Carte des zones inondables

A l'issue de l'analyse hydraulique, des cartographies de l'emprise des zones inondables ont été élaborées à partir de la topographie existante et levée pour l'étude, sur chaque secteur étudié et pour la période de retour 100 ans. Sur les cartographies figurent également l'emprise issue de l'analyse hydrogéomorphologique précédemment réalisée et les niveaux atteints sous forme d'isocotes. Cette dernière information permet de faciliter l'exploitation des résultats de l'étude.

Sur l'amont des bassins versants, le tracé des zones inondables a été limité aux secteurs affectés par un aléa inondation, sans prise en compte de ce qui relève du ruissellement. Cette limite amont résulte en particulier de la morphologie locale telle qu'appréciée lors des investigations de terrain.

Sur les zones très pentues les plus amont, situées dans l'emprise hydrogéomorphologique mais dépourvues d'enjeux et où aucune information précise n'est disponible (topographie, laisses de crue), l'emprise inondable a été appréciée essentiellement à partir des observations de terrain. L'absence d'information et la forte pente de ces secteurs ne nous a toutefois pas permis de déterminer les isocotes, ou avec une grande imprécision.

↳ Carte des hauteurs d'eau en crue centennale

Pour la crue centennale, une carte des hauteurs d'eau a été établie sur les différents secteurs (la précision des cartographies dépendant bien évidemment de la précision de la topographie utilisée), avec indication des zones de vitesse d'écoulement forte ou faible à modérée, permettant ainsi de cerner les contraintes hydrauliques (hauteurs – vitesses) au droit des zones bâties ou susceptibles de s'urbaniser.

Les tranches de hauteurs d'eau représentées sont :

- hauteur d'eau inférieure à 0,5 m ;
- hauteur d'eau comprise entre 0,5 et 1 m ;
- hauteur d'eau comprise entre 1 et 1,5 m ;
- hauteur d'eau supérieure à 1,5 m.

Compte tenu de la précision de la méthode (cf. paragraphe 5.1) et de la topographie disponible, l'élaboration des cartes de hauteurs d'eau avec un pas de 0,5 m s'est révélée délicate. Ces plans, qui ont néanmoins été établis à la demande de la DEPS, sont donc à considérer avec précaution, en particulier sur le secteur de la Corniche et sur les zones très amont où le semis de points du 1/2000^{ème} est nettement moins précis que sur les autres secteurs (sans doute à cause de la topographie plus marquée et l'absence de zones urbanisées sur les parties amont).

↳ Carte des aléas

In fine, des cartes d'aléas ont été établies à partir de la grille suivante, fournie par la DEPS et croisant les paramètres hauteur d'eau et vitesse moyenne d'écoulement :

Hauteur \ Vitesse	Vitesse	
	Faible à modérée	Forte à très forte
$H \leq 0,5 \text{ m}$	Moyen	Fort
$0,5 \text{ m} < H \leq 1 \text{ m}$	Moyen	Fort
$1 \text{ m} < H \leq 1,5 \text{ m}$	Fort	Très fort
$H \geq 1,5 \text{ m}$	Très fort	Très fort

Une zone d'aléa faible a également été reportée, correspondant à la zone située entre l'emprise inondable de la crue centennale et l'enveloppe inondable issue des études précédentes².

Une zone de protection des thalwegs et cours d'eau a également été tracée sur toute l'emprise hydrogéomorphologique à la demande de la DEPS ; elle correspond à une largeur de 6 m de part et d'autre des berges.

5.2. Secteur de Boulari

Sur ce secteur, la méthodologie s'appuie sur des calculs hydrauliques locaux. Il s'agit de calculs en régime uniforme sur des sections d'écoulement représentatives, associés à des calculs de capacité sur les sections couvertes (représentées sur le plan 1 et la figure 2) et des calculs locaux de surélévation et/ou de répartition des débits au droit de chaque ouvrage hydraulique (cf. méthodologie présentée paragraphe 5.1.1).

Les caractéristiques des ouvrages pris en compte sont indiqués sur la plan 1. Les singularités identifiées sur le terrain et intégrées à la cartographie des zones inondables sont précisées sur le plan 2.

Les coefficients de rugosité et largeurs dynamiques d'écoulement ont été ajustés grâce aux quelques informations de crue relevées lors des enquêtes de terrain (cf. localisation sur le plan 1).

Les coefficients de Strickler retenus sont de l'ordre de 10 en lit majeur avec des largeurs dynamiques d'écoulement réduites pour tenir compte de l'encombrement des terrains (habitations, murets, végétation, ...).

² Cartes d'inondabilité potentielles sur la commune du Mont Dore établies par la DAVAR – Carex Environnement/Ministère de l'Équipement/Hydrax – Juin 2003

5.2.1. Crue décennale

Les niveaux d'écoulement atteints et l'emprise correspondant à cette crue sont reportés sur le plan 2 (bleu foncé).

De façon globale, les débordements sont assez limités en crue décennale, ce qui confirme les informations recueillies sur le terrain ou auprès de la commune, hormis en amont de la route principale où certains ouvrages de traversée sont insuffisants (cette situation étant en partie due à la surcote marine exceptionnelle prise en compte qui induit un niveau aval haut). Les ouvrages concernés sont :

- l'ouvrage sous l'ancienne route (cadre 2 m x 1,3 m) sur le BV1 (Ouest), à proximité du collège qui entraîne une surverse sur l'ancienne voirie uniquement ;
- les ouvrages sous la route principale ($\varnothing$ 1000 mm et cadre 1,6 m x 1 m) sur le BV3 (Est), dans une moindre mesure.

La route principale n'est toutefois pas submergée pour une telle crue.

Quelques habitations sont a priori susceptibles d'être inondées. Soulignons cependant que les nombreux murs ou clôtures entourant les parcelles n'ont pu tous être pris en compte dans les calculs. Il se peut donc que certaines habitations soient théoriquement inondables compte tenu des niveaux d'écoulement et de l'altimétrie du terrain naturel, mais en réalité protégées par un ouvrage particulier (dont on ne peut confirmer par ailleurs la stabilité), qui peut jouer un rôle prépondérant sur une crue moyenne comme la crue décennale (hauteurs d'eau faibles).

5.2.2. Crue centennale

Les niveaux d'écoulement atteints et l'emprise de cette crue sont reportés sur le plan 2 (bleu foncé + bleu clair).

L'emprise inondable est bien évidemment plus importante qu'en crue décennale.

Les ouvrages hydrauliques sous la route principale sont tous insuffisants, y compris l'ouvrage sous la nouvelle route à proximité du collège (cadre 2,5 m x 1,8 m) et l'ouvrage du BV2 (Centre) situé sous la route principale et les remblais à proximité de la mairie (cadre 1,55 m x 1,25 m).

L'insuffisance des ouvrages entraîne une submersion de la chaussée de la route principale, même dans le cas de l'ouvrage du BV2 (Centre) où l'altimétrie de la route est particulièrement élevée (plus de 1,5 m par rapport au terrain naturel). Sur cet ouvrage, la submersion de la chaussée de la route entraîne la submersion d'une partie des terrains situés en aval (écoulement "en nappe" avec une lame d'eau inférieure à 10 cm).

Il conviendrait dans tous les cas de prévoir le redimensionnement de ces ouvrages dans le cadre du projet d'aménagement de ZAC de la commune qui prévoit notamment des remblais en aval des zones identifiées de surverse sur la voirie, ou a minima de ne pas implanter d'enjeux dans ces secteurs.

Une carte des hauteurs d'eau, avec indication des zones de vitesses, a également été établie pour la crue centennale (cf. plan 3), ainsi qu'une carte des aléas (cf. plan 4). Globalement les hauteurs d'eau sont inférieures à 1 m, avec des poches de hauteurs d'eau plus élevées en amont des ouvrages de la route principale (cas des BV2 et BV3).

5.3. Secteur de Robinson

Sur Creek Namie, la méthodologie s'appuie sur une modélisation hydraulique et comprend donc les étapes classiques suivantes :

- construction du modèle ;
- calage du modèle ;
- exploitation du modèle.

Sur les sous-bassins versants d'apport de Creek Namie et sur le bassin versant voisin situé à l'Est, la méthodologie s'appuie sur des calculs hydrauliques locaux, comme sur Boulari. Les laisses de crue disponibles sur ces secteurs ont permis d'ajuster les coefficients de Strickler et les largeurs dynamiques d'écoulement.

5.3.1. Construction du modèle

Le modèle sur Creek Namie a été construit sur la base des profils en travers des lits mineur et majeur du cours d'eau et des caractéristiques des ouvrages levés pour l'étude, ainsi que du fond de plan au 1/2000^{ème}.

Le modèle s'étend sur 3 km depuis le secteur de Morc. Galinie à l'amont jusqu'à la mer en aval.

Le "bras secondaire" a également été modélisé depuis les Hauts de Robinson jusqu'à la confluence, dans la zone de Camara.

Les coefficients de rugosité (Strickler) ont été appréciés sur la base des enquêtes de terrain et ajustés lors de la phase de calage. Les valeurs retenues sont en moyenne de 12 pour le lit majeur, 20 pour le lit mineur sur sa partie naturelle et 70 sur sa partie bétonnée.

Comme précédemment précisé dans la méthodologie, les pertes de charge aux ouvrages ont fait systématiquement l'objet d'un calcul hors modèle par la méthode de Bradley.

5.3.2. Calage du modèle

Le modèle a été calé sur la crue de 2001 pour laquelle de nombreuses laisses de crue sont disponibles.

La ligne d'eau calculée par le modèle à partir des débits estimés dans le paragraphe 4.6.2 est reportée sur les figures 13a et 13b où est également repérée la position des différents ouvrages hydrauliques O1 à O5 (cf. tableau 1 avec les cotes calculées/cotes observées).

On constate au vu du graphique que la ligne d'eau calculée est proche des laisses de crue relevées où passe dans un "fuseau" entre valeurs basses et valeurs hautes (secteur de la route du Sud).

On peut donc considérer que le calage du modèle est satisfaisant.

5.3.3. Exploitation du modèle et élaboration des cartes

- Une fois calé, le modèle a été exploité pour les crues de fréquence décennale et centennale.

Les cotes d'écoulement décennales et centennales ainsi obtenues sont reportées sur le tableau 2. L'emprise inondable associée à la crue centennale est représentée sur le plan 6 (l'emprise obtenue par la méthode hydrogéomorphologique issue des études antérieures a également été reportée).

Les hauteurs d'eau et les zones de vitesse forte sont fournies sur le plan 7, la ligne d'eau centennale est reportée sur les figures 13a et 13b.

L'emprise inondable est assez réduite sur l'amont, avec des hauteurs de submersion relativement faibles (inférieures à 1 m, voire inférieures à 0,5 m sur le "bras secondaire").

Sur la partie médiane (de la station hydrométrique à la route du Sud), l'emprise inondable s'élargit, avec des hauteurs d'eau plus importantes (nombreuses poches à plus de 1 m, voire localement plus de 1,5 m).

Les apports des sous-bassins versants, où les hauteurs d'eau sont relativement faibles, viennent également alimenter la zone inondable, conduisant ainsi à des hauteurs de submersion globalement supérieures à 1 m sur la partie aval

La lame d'eau sur la route du Sud, dont l'altimétrie est plus élevée, est inférieure à 1 m.

En termes de vitesses d'écoulement, il faut noter la zone d'écoulement préférentielle le long de la rue Boewa globalement parallèle au lit mineur en rive droite et venant alimenter la partie Sud-Ouest de ce secteur.

Sur le bassin versant voisin à l'Est, l'emprise inondable est réduite, notamment du fait des remblais existants en amont de la route du Sud en rive droite et en aval en rive gauche (centre culturel).

Les hauteurs d'eau sont importantes en amont du franchissement de la route du Sud (supérieures à 1,5 m). La route reste insubmersible.

- In fine, une carte des aléas a été élaborée sur l'ensemble du secteur (cf. plan 8).

5.4. Secteur de Plum

Sur ce secteur, la rivière de Plum a été modélisée sur sa partie aval, sur un linéaire de 1 km environ.

5.4.1. Construction du modèle

Le modèle de la rivière de Plum a été construit sur la base des profils en travers des lits mineur et majeur du cours d'eau et des caractéristiques de l'ouvrage de la route du Sud levés pour l'étude, ainsi que du fond de plan au 1/2000^{ème}.

Les coefficients de rugosité ont été appréciés lors des enquêtes de terrain et ajustés lors du calage du modèle. Les coefficients retenus in fine sont de l'ordre de 15 en lit majeur et 30 en lit mineur.

L'exhaussement généré par l'ouvrage de la route de la Corniche a été évalué hors modèle par la méthode de Bradley.

5.4.2. Calage du modèle

Le modèle a été calé sur la crue de 1992 pour laquelle nous disposons de plusieurs laisses de crue.

La ligne d'eau issue du modèle est fournie sur la figure 14 (ligne d'eau obtenue à partir des débits estimés dans le paragraphe 4.6.3).

La bonne cohérence entre les laisses de crue et la ligne d'eau modélisée permet de valider le calage du modèle (cf. tableau 3).

5.4.3. Exploitation du modèle et élaboration des cartes

Le modèle a ensuite été exploité pour les crues de fréquence décennale et centennale. Les résultats obtenus sont fournis sur el tableau 4, sur les plans 10 (emprise inondable et isocotes) et 11 (hauteurs d'eau et zones de vitesses) ainsi que sur la figure 14 (ligne d'eau).

Sur le secteur étudié, la zone inondable est très étendue en rive gauche (largeur de 500 à 600 m) et beaucoup plus réduite en rive droite (20 à 100 m).

Les hauteurs d'eau sont globalement importantes sur toute la partie située en amont de la route du Sud (supérieures à 1 m, voire localement supérieures à 1,5 m).

Elles diminuent vers l'aval (inférieures à 0,5 m sur une frange de 50 à 100 m en bord de mer).

Les vitesses sont globalement fortes sur toute la zone étudiée du fait d'une coupure probable du méandre situé en amont, hormis sur les secteurs les plus éloignés du lit mineur.

On peut noter l'existence d'une zone de vitesse faible à modérée en rive gauche de l'ouvrage de franchissement. Celle-ci est liée à la reconcentration des écoulements sous l'ouvrage qui crée un phénomène local de survitesse, induisant a contrario un "délestage" du secteur situé immédiatement en rive gauche, ce phénomène étant par ailleurs renforcé par l'altimétrie plus élevée de la route aux abords de l'ouvrage.

La carte des aléas établie est fournie sur le plan 12.

5.5. Secteur de Vallon Dore

Un modèle hydraulique a été mis en œuvre sur chacun des secteurs (zone Nord et zone Sud).

5.5.1. Construction des modèles

De même que pour les secteurs précédents, ces modèles ont été construits sur la base de la topographie levée pour l'étude et du fond de plan au 1/2000^{ème}. En outre, les levés topographiques réalisés par le cabinet TOPO-VRD lors de l'étude A2EP ont été exploités.

Ils s'étendent sur un linéaire de :

- 1,5 km pour la zone Nord ;
- 1,5 km pour la zone Sud.

La limite aval des modèles est une limite d'étude.

Les coefficients de rugosité retenus après calage sont de l'ordre de 7 à 10 en lit majeur et 17 à 20 en lit mineur.

Les ouvrages hydrauliques ont fait l'objet de calculs de perte de charge hors modèle, comme sur les autres secteurs modélisés.

5.5.2. Calage des modèles

- Le modèle de la zone Nord a été calé sur la crue de janvier 1988. Le profil en long de la ligne d'eau calculée par le modèle est fourni sur la figure 15a (cf. tableau 5).

On constate la bonne cohérence de la ligne d'eau issue du modèle avec les laisses de crue relevées, ce qui permet de valider le calage du modèle.

- Sur la zone Sud, nous ne disposons que d'une seule laisse de crue correspondant à l'épisode d'octobre 2001 (cf. ligne d'eau calculée pour cette crue sur la figure 15b et tableau 5).

Le calage a donc essentiellement été réalisé à partir des éléments des enquêtes de terrain.

5.5.3. Exploitation des modèles et élaboration des cartes

Les résultats obtenus pour les crues de fréquence décennale et centennale sont reportés sur les tableaux 6 et 7, sur les plans 14 (emprise inondable et isocotes) et 15 (hauteurs d'eau et zones de vitesses) ainsi que sur les figures 15a et 15b (lignes d'eau).

Sur le secteur de la zone Nord, les hauteurs d'eau ont été cartographiées sur la base de la topographie levée par le cabinet Topo VRD lors de l'étude A2EP, en complément des éléments topographiques utilisés sur les autres secteurs (profils en travers, fond de plan au 1/2000^{ème}).

L'emprise inondable est réduite sur l'amont (vallons encaissés) et plus étendue sur l'aval, soit à partir de l'amont de la route de la Corniche pour la zone Nord et de la Promenade du Vallon Dore sur la zone Sud.

- Sur la zone Nord, les hauteurs d'eau sont plutôt faibles sur l'amont (souvent inférieures à 1 m, voire à 0,5 m) ; elles sont plus importantes en amont de la route de la Corniche (supérieures à 1,5 m) du fait de l'exhaussement de la ligne d'eau générée par l'ouvrage de franchissement (cf. figure 15a).

En terme de vitesse d'écoulement, les zones de vitesses les plus fortes sont centrées sur le lit mineur sur l'amont puis s'élargissent.

Sur la zone aval, les vitesses sont plus modérées (zone de mangrove).

- Sur la zone Sud, les hauteurs d'eau sont inférieures à 1 m sur l'amont et la partie médiane, hormis en amont des ouvrages de franchissement :
 - de la route de la Corniche (la voirie reste insubmersible en crue centennale) ;
 - de la Promenade du Vallon Dore (la voirie est submersible, avec une lame d'eau de 0,5 à 1 m au droit de l'ouvrage).

Ces ouvrages entraînent en effet une surélévation de la ligne d'eau (cf. figure 15b).

En aval de la Promenade du Vallon Dore, les hauteurs d'eau sont plus importantes (globalement supérieures à 1 m) ; ce secteur correspond à une zone de mangrove.

- Les aléas cartographiés sur ces deux secteurs sont fournis sur le plan 16.

5.6. Secteur de la Corniche

Ce secteur a fait l'objet de calculs hydrauliques locaux, comme celui de Boulari car les zones étudiées correspondent davantage à des talwegs sans lit marqué (ou des fossés) qu'à de véritables cours d'eau.

Il s'agit de calculs en régime uniforme sur des sections d'écoulement représentatives, associées à des calculs locaux de surélévation au droit de chaque ouvrage hydraulique.

Peu d'informations de crue sont disponibles. Elles nous ont toutefois permis de confirmer localement les rugosités et les largeurs dynamiques d'écoulement retenues (coefficients de Strickler de l'ordre de 8 à 10 en lit majeur, 12 à 14 en lit mineur, celui-ci étant souvent encombré et étroit).

Les résultats obtenus pour un épisode pluviométrique centennal sont cartographiés sur les plans 18 (emprise inondable et isocotes) et 19 (hauteurs d'eau et zones de vitesses).

Les cotes d'écoulement obtenues pour les crues décennale et centennale sont reportées dans le tableau 8. Les aléas sont fournis sur le plan 20.

Globalement, sur ce secteur, les emprises inondables associées à chaque talweg ou creek sont relativement réduites, surtout sur l'amont (amont de la route de la Corniche).

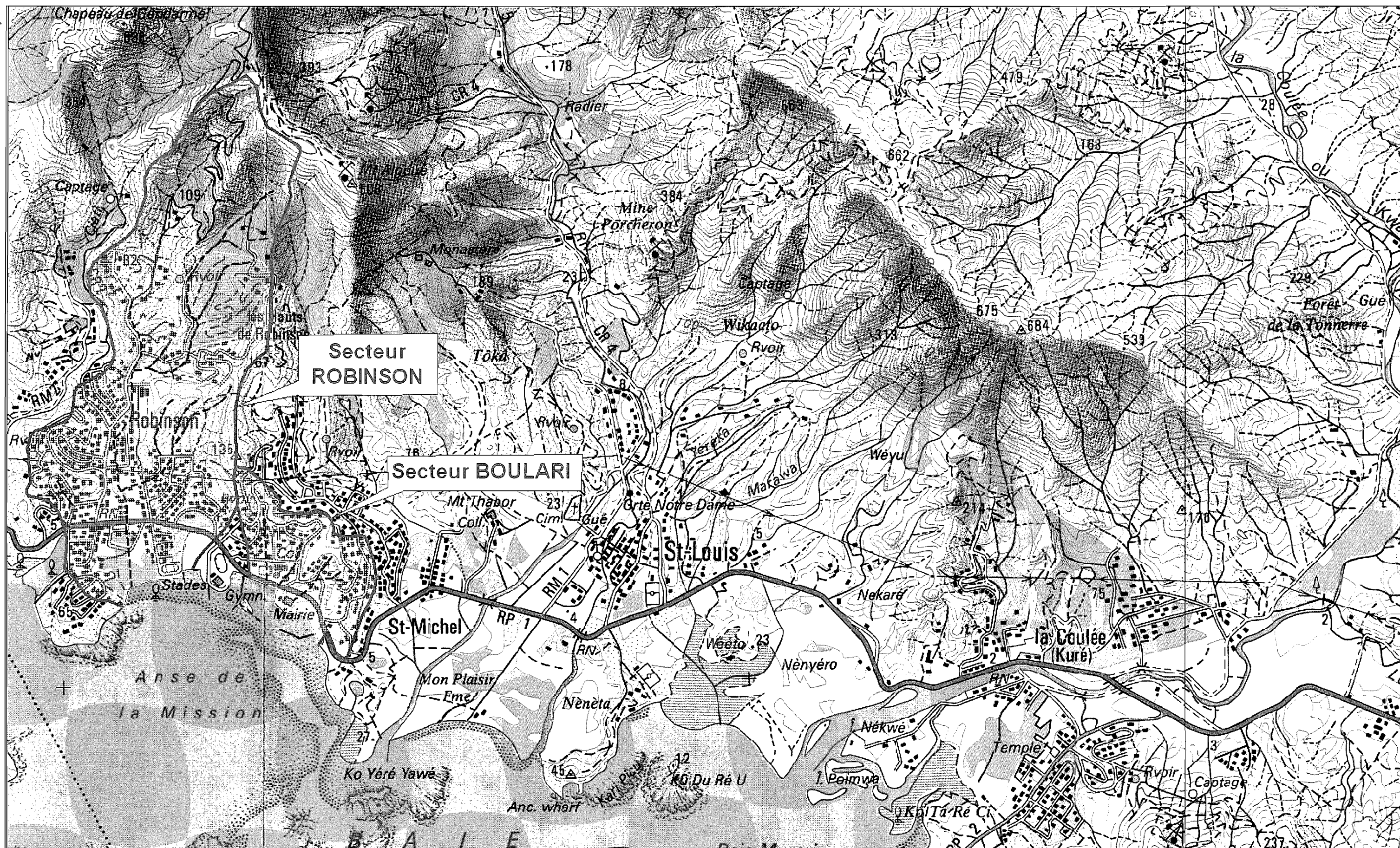
Les hauteurs d'eau sont inférieures à 1 m pour l'épisode centennal, hormis au niveau des fonds de vallon.

Sur l'aval, les emprises inondables s'élargissent mais les hauteurs d'eau sont faibles (inférieures à 0,5 m).

Les différents ouvrages de la route principale sont souvent de faible gabarit ($\varnothing$ 800 mm, $\varnothing$ 1000 mm) et génèrent des surélévations importantes de la ligne d'eau en amont, entraînant une surverse sur la voirie (lame d'eau inférieure à 0,5 m en général).

Les vitesses d'écoulement sont globalement fortes sur ces secteurs.

FIGURES



LEGENDE

- Thalweg / dépression
- Limite de bassin versant
- Zone étudiée



SOGREAH

ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

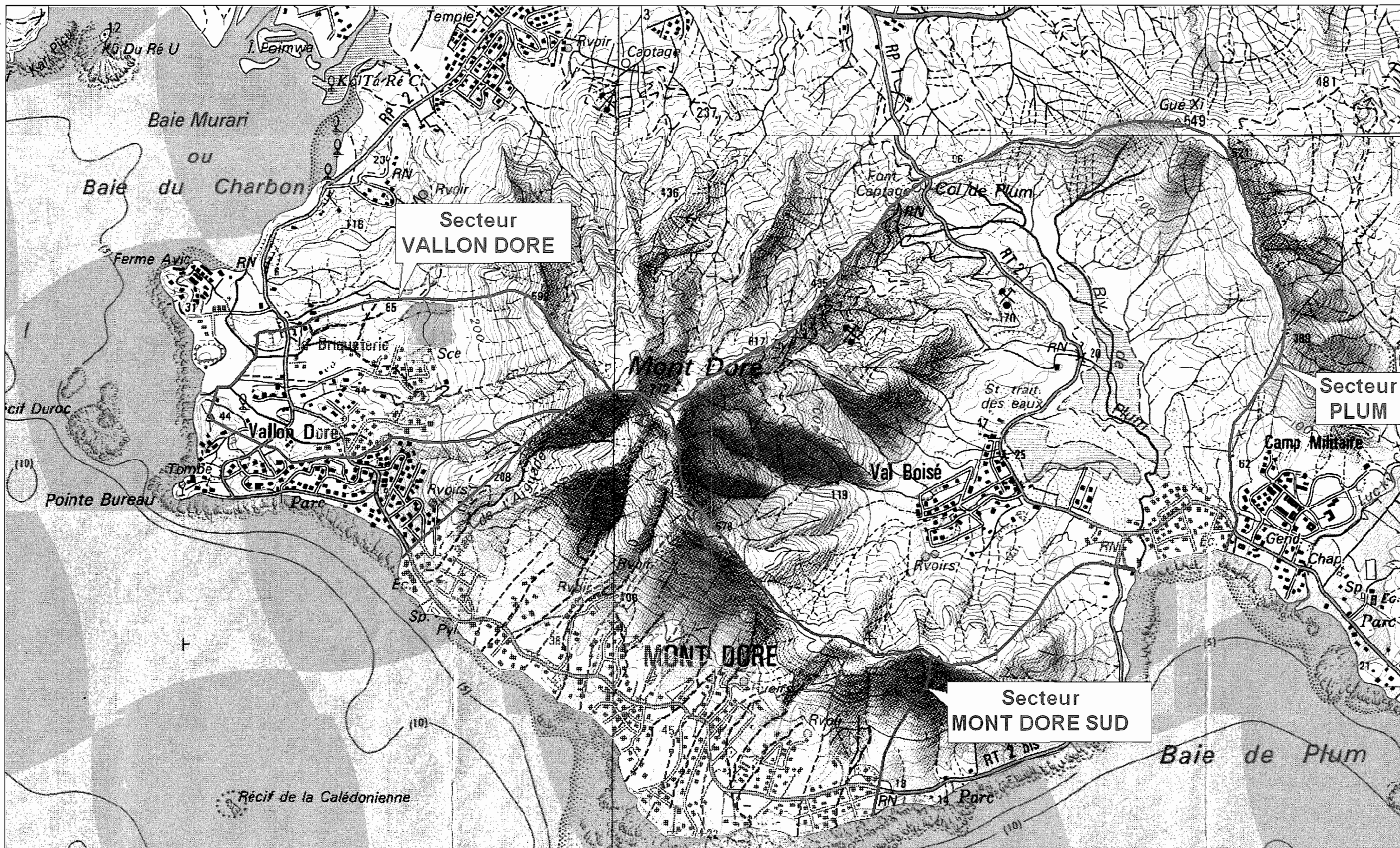
Plan de localisation des secteurs étudiés

Affaire n° : 4330067

Déc 2004

Echelle : 1:25000

Figure 1-a



LEGENDE

- Thalweg / dépression
- Limite de bassin versant
- Zone étudiée



ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

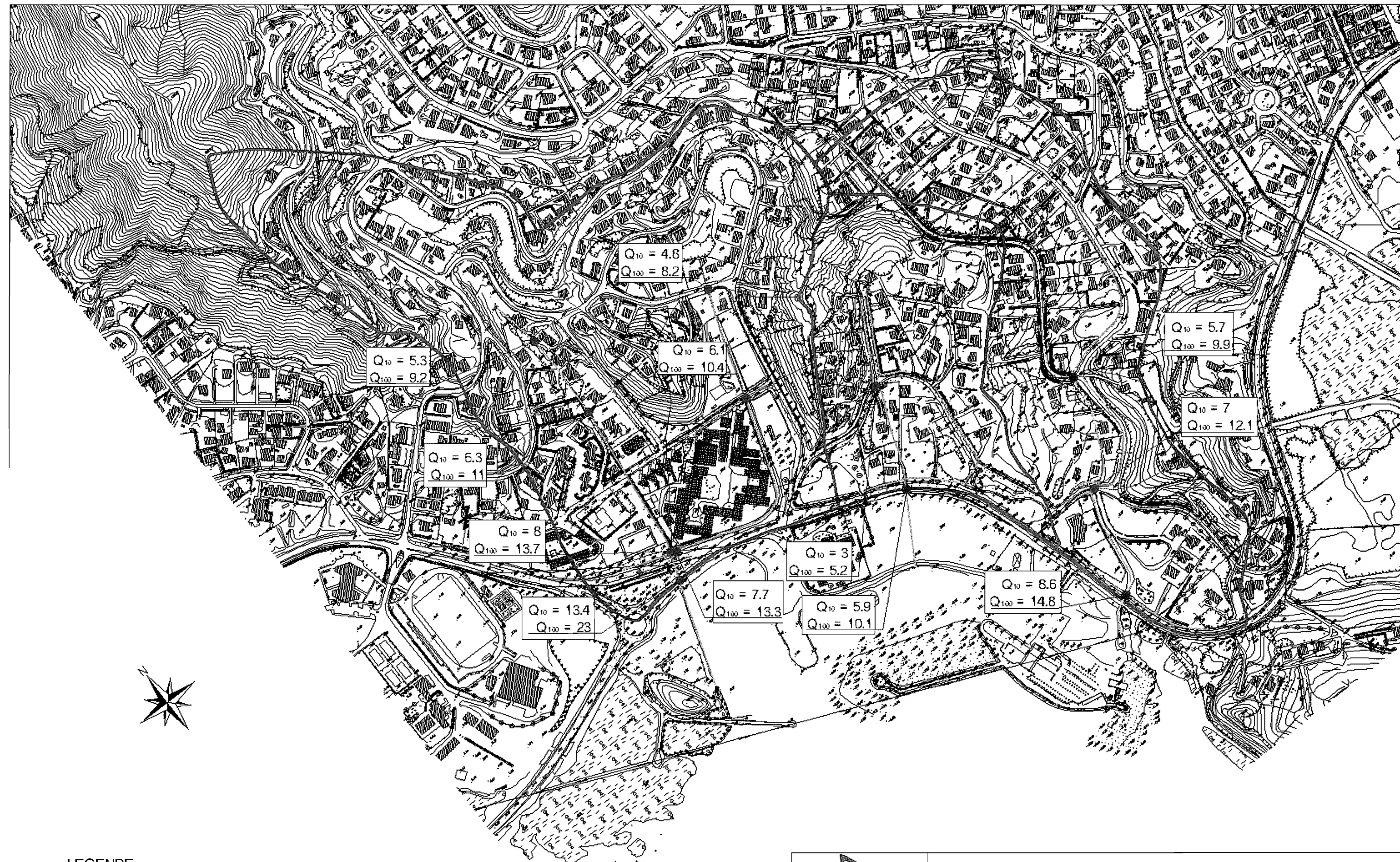
Plan de localisation des secteurs étudiés

Affaire n° : 4330067

Déc 2004

Echelle : 1:25000

Figure 1-b



LEGENDE

- Limite de bassin versant
- Limite de sous bassin versant
- Section busée
- Section à ciel ouvert

- $Q_{10} = 10.3$ Débit de fréquence décennale au point considéré en m^3/s
- $Q_{100} = 21.9$ Débit de fréquence centennale au point considéré en m^3/s



ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT-DORE

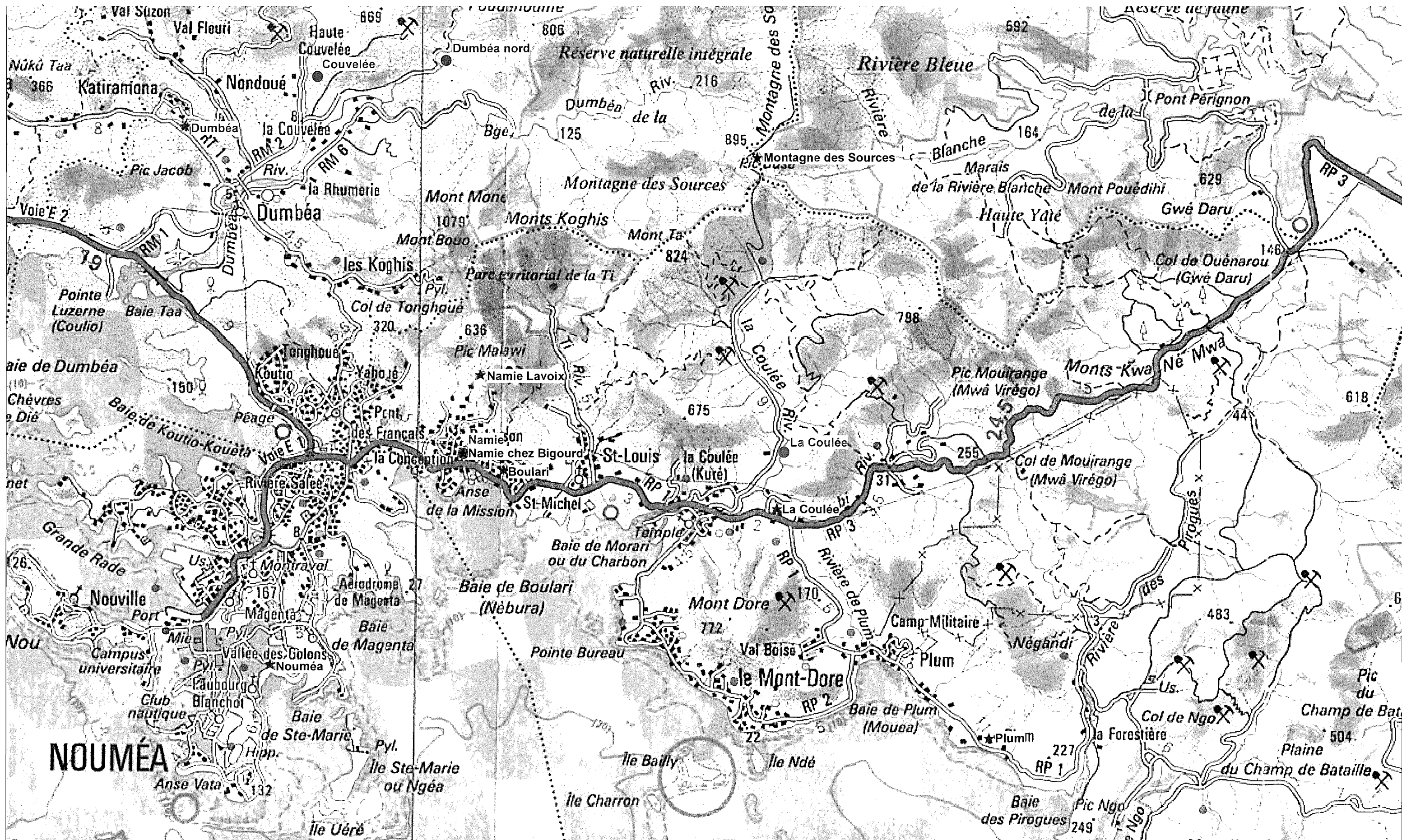
SECTEUR BOULARI Carte des bassins et sous bassins versants

Affaire n° 4330067

Déc 2004

Echelle : 1/5 000

Figure 2



Légende

- Station hydrométrique
- ★ Poste pluviométrique



ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT-DORE

Plan de localisation des stations hydrométriques
et des postes pluviométriques

Affaire n° : 4330067

Déc 2004

Echelle : 1/100000

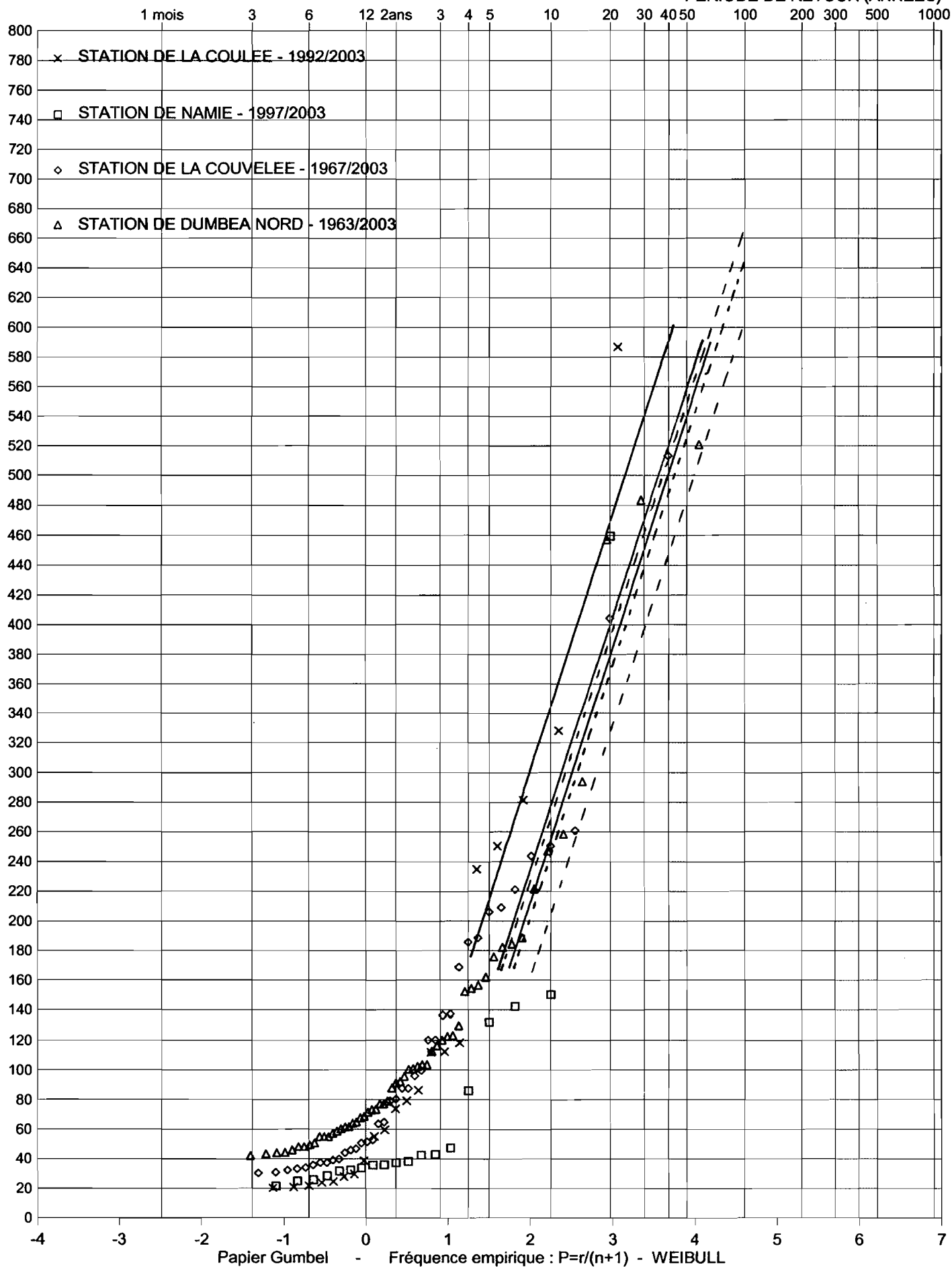
Figure 3

SOGREAH 17-12-2004 / 10:44

AJUSTEMENT DES DEBITS REDUITS

DEBIT REDUIT (mm)

PERIODE DE RETOUR (ANNEES)



SOGREAH 17-12-2004 / 12:31

POSTE DE BOULARI - 1981/2003

Traitement de 23 valeurs sur 23 années

PLUIE JOURNALIERE (mm)

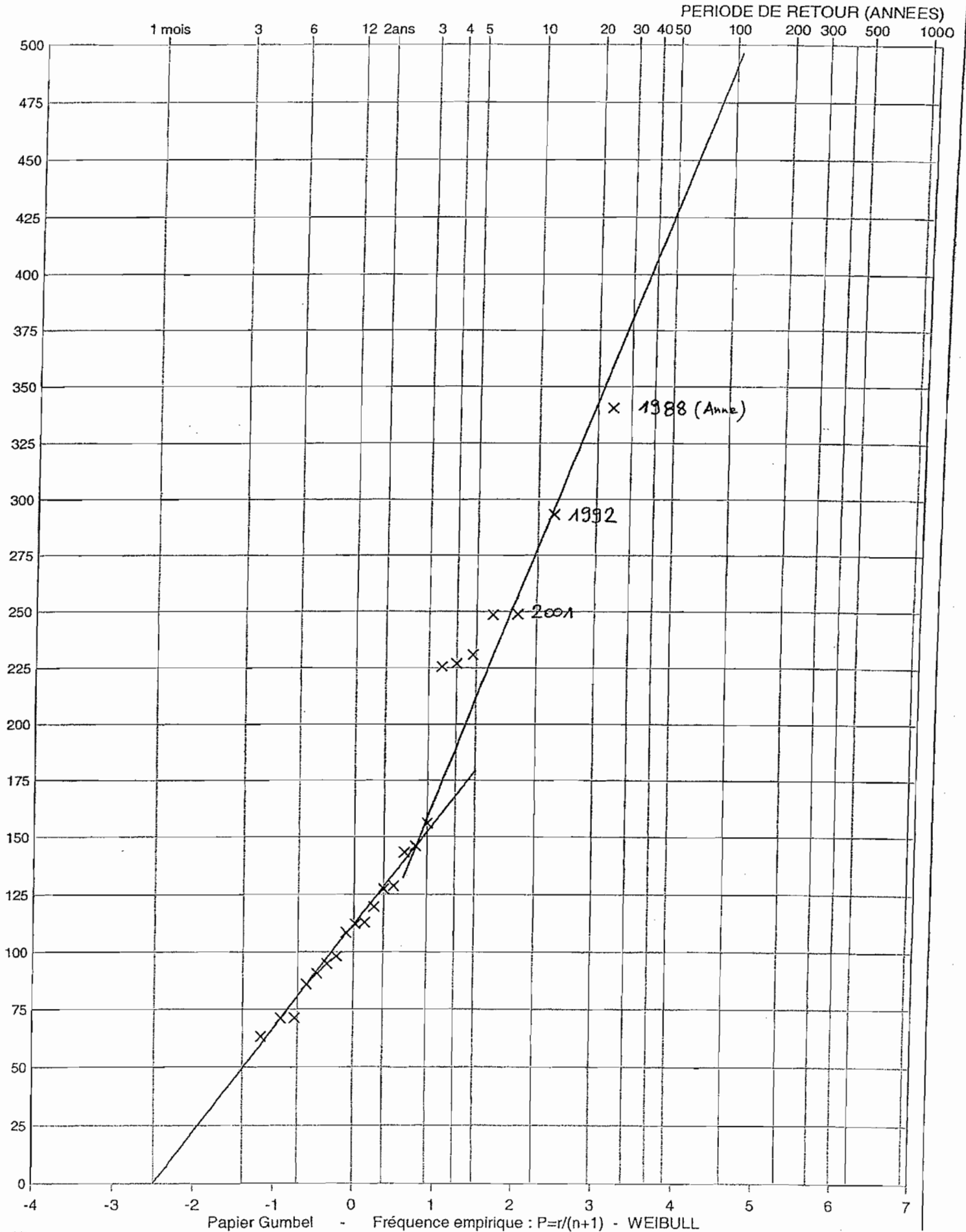


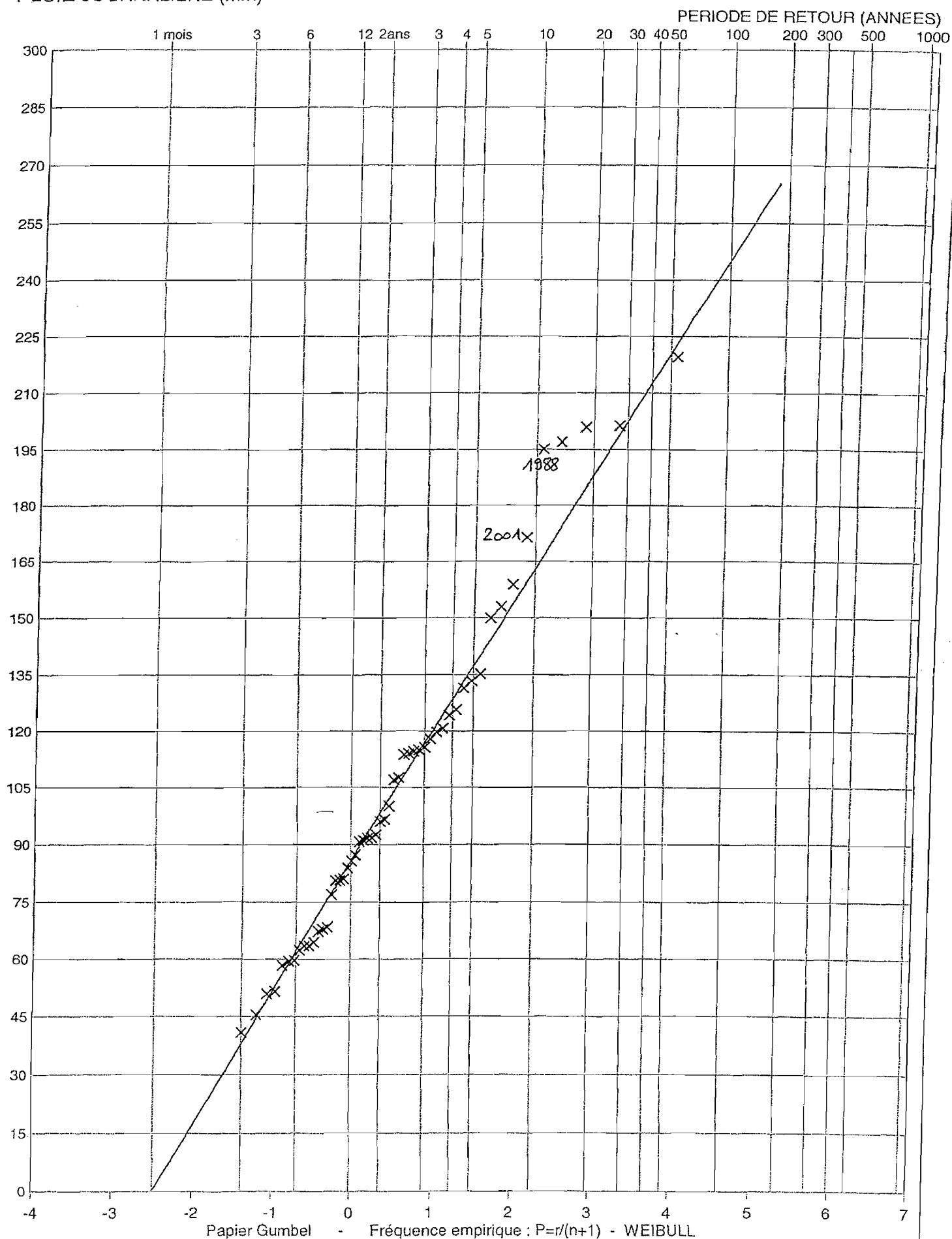
Figure 6

SOGREAH 17-12-2004 / 12:35

POSTE DE NOUMEA - 1951/2003

Traitement de 53 valeurs sur 53 années

PLUIE JOURNALIERE (mm)



SOGREAH 17-12-2004 / 12:36

POSTE DE PLUM - 1952/2003

Traitement de 52 valeurs sur 52 années

PLUIE JOURNALIERE (mm)

PERIODE DE RETOUR (ANNEES)

1 mois

3

6

12 2ans

3

4

5

10

20

30

40

50

100

200

300

500

1000

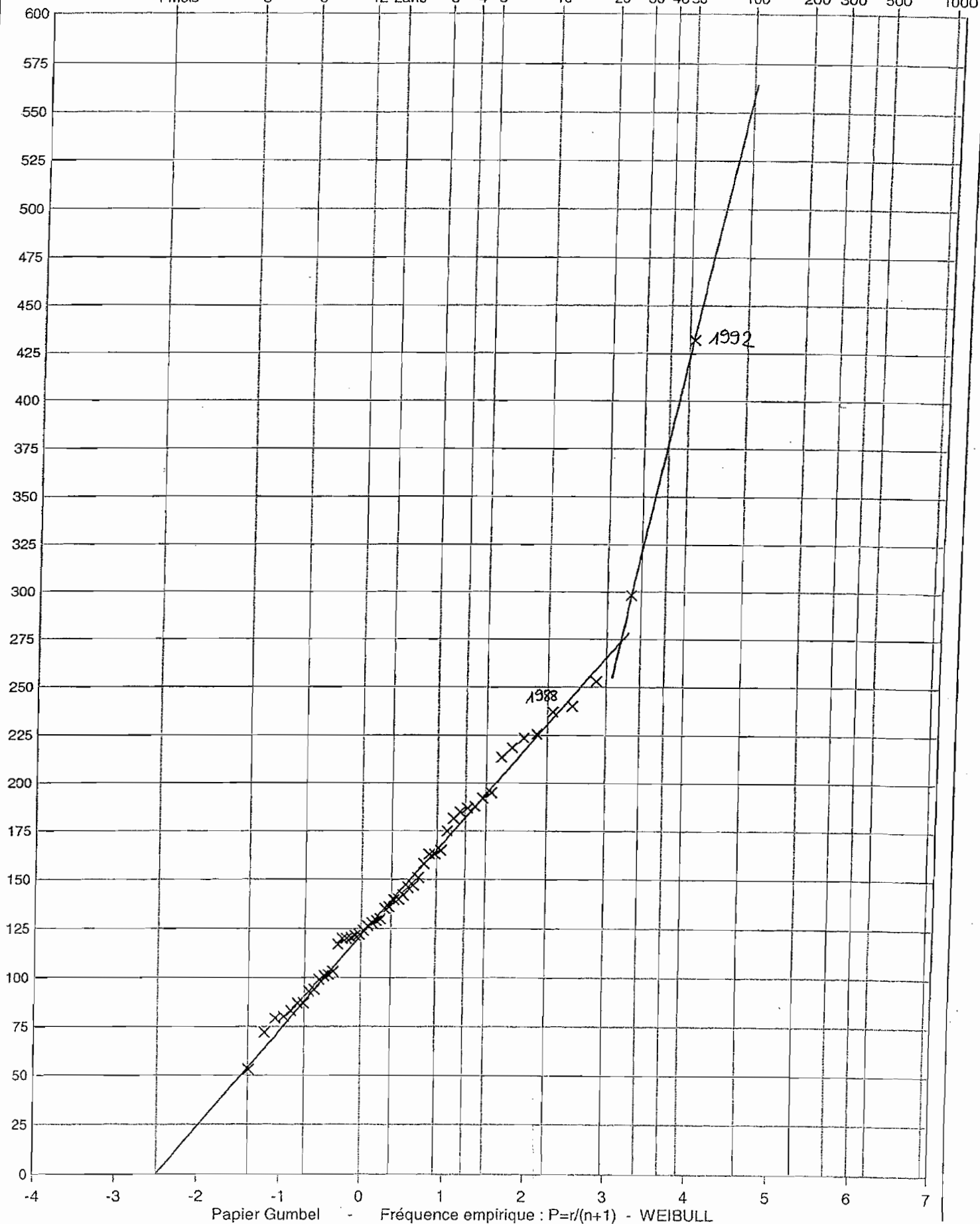


Figure 8

SOGREAH 17-12-2004 / 12:37

POSTE DE LA COULEE - 1979/2003

Traitement de 24 valeurs sur 24 années

PLUIE JOURNALIERE (mm)

PERIODE DE RETOUR (ANNEES)

1 mois

3

6

12

2ans

3

4

5

10

20

30

40

50

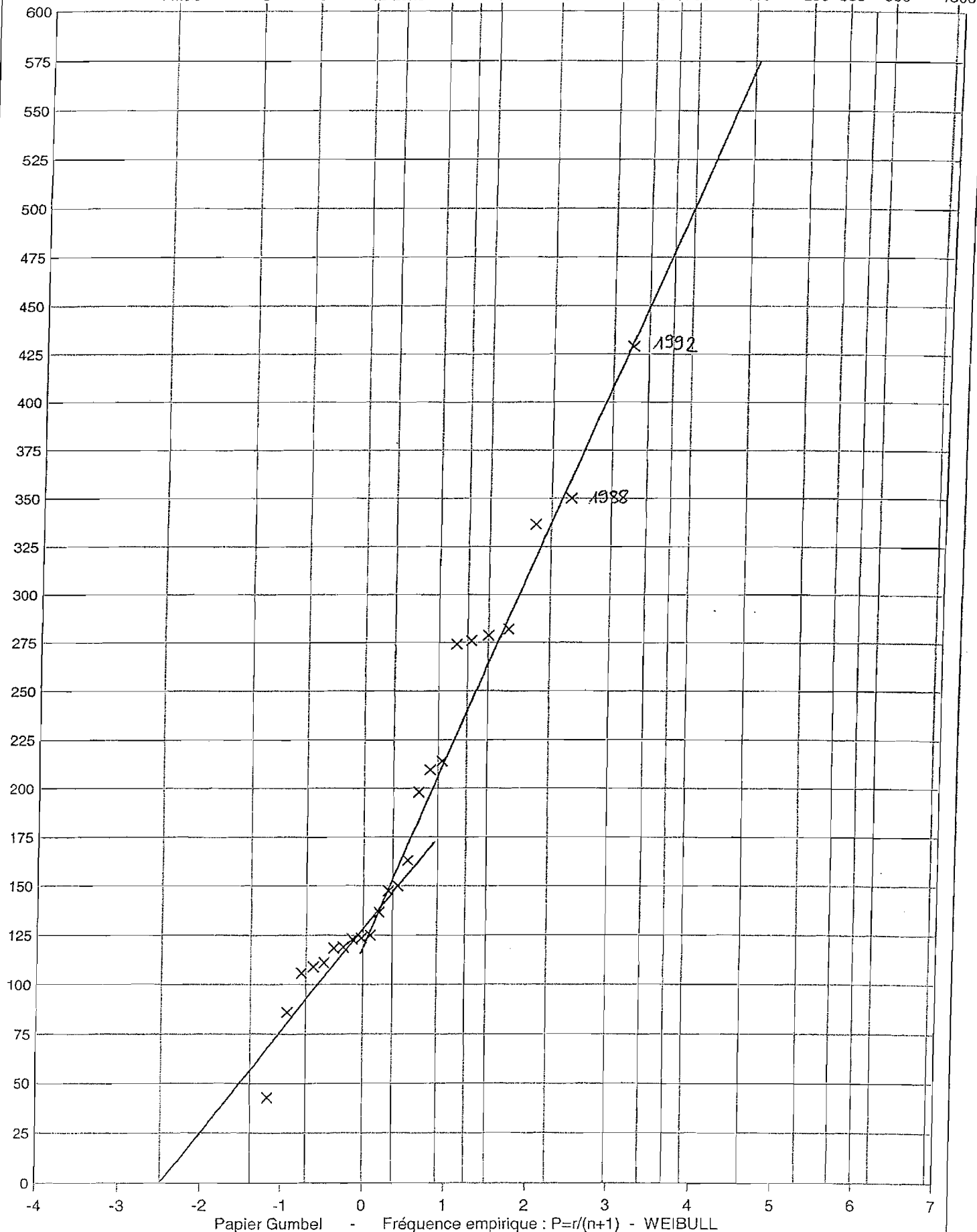
100

200

300

500

1000

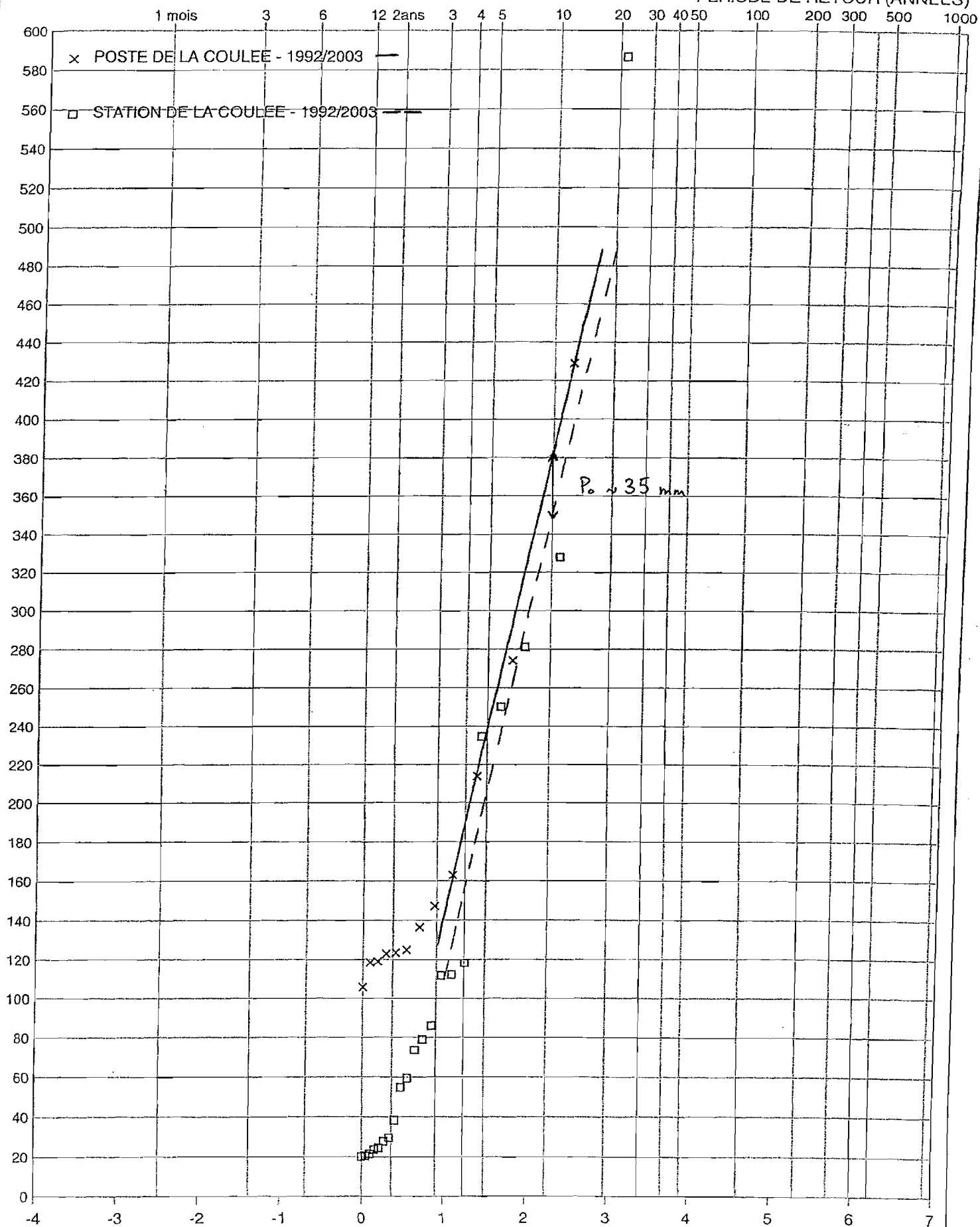


SOGREAH 20-12-2004 / 13:37

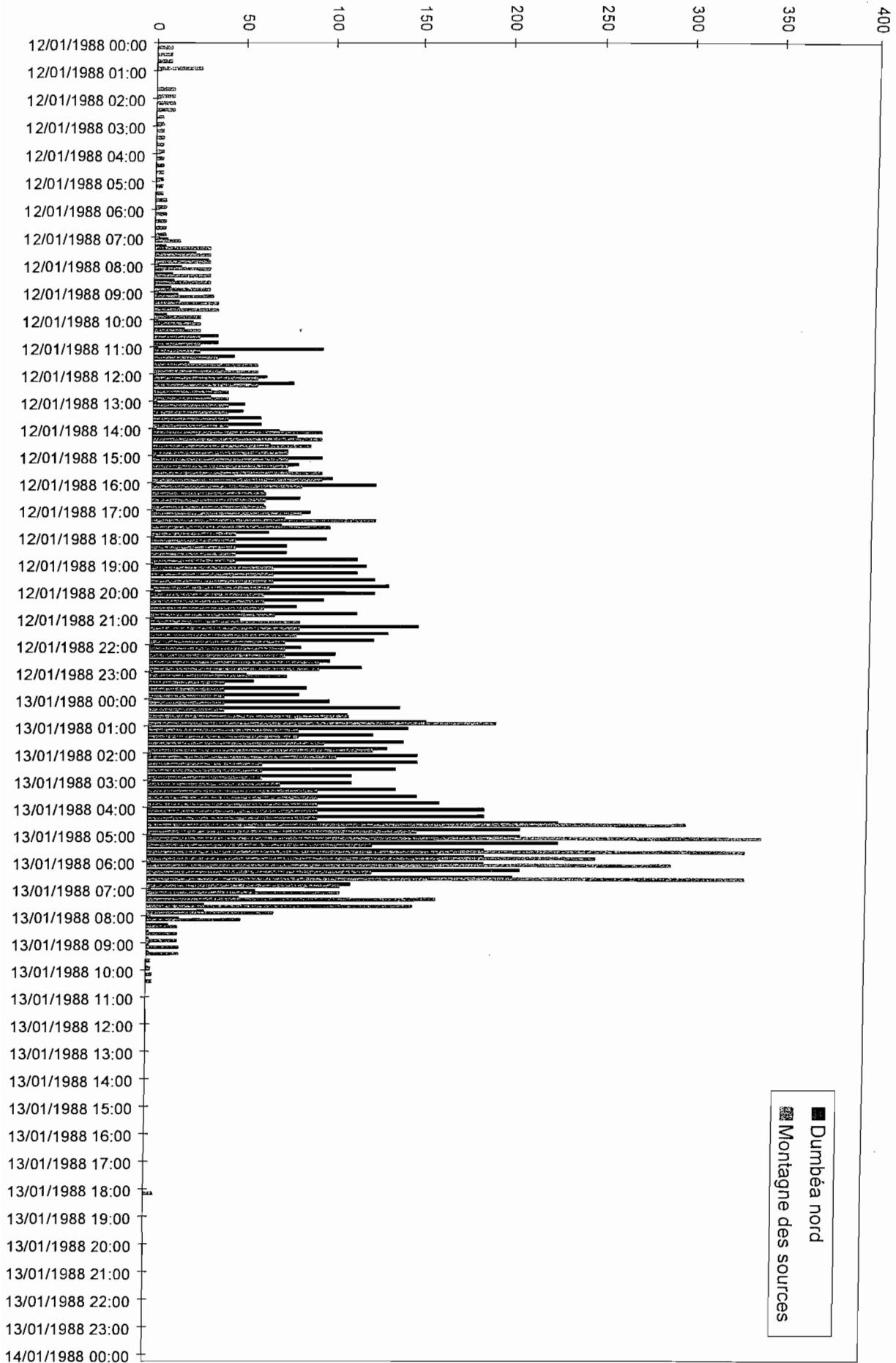
AJUSTEMENT PLUIE JOURNALIERE - DEBIT REDUIT

PLUIE-DEBIT REDUIT (mm)

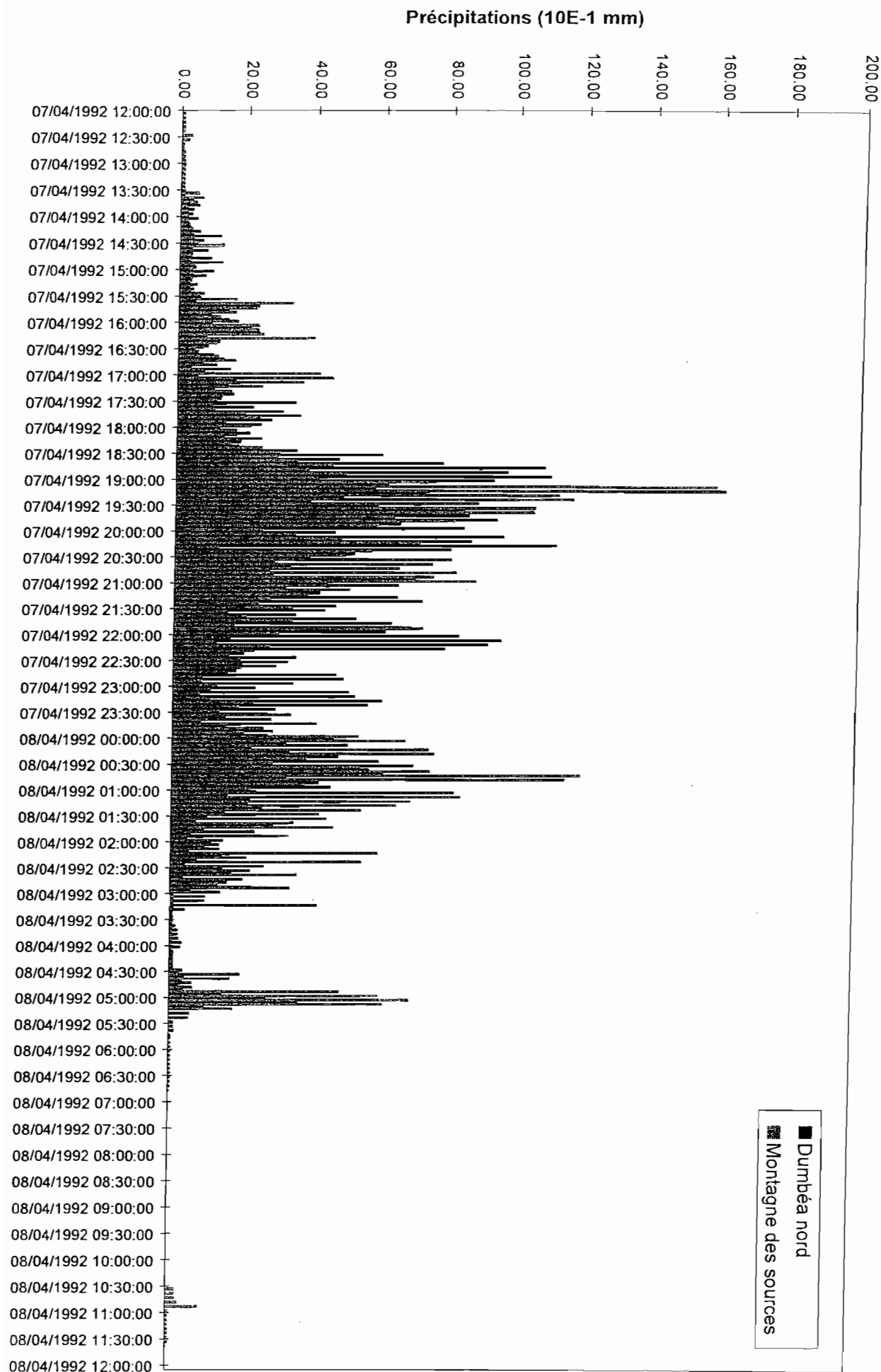
PERIODE DE RETOUR (ANNEES)



Précipitations (10E-1 mm)



HYETOGRAMME DE L'EPISODE DU 13 JANVIER 1988 (CYCLONE ANNE)
POSTES PLUVIOMETRIQUES DE LA DAVAR



**HYETOGRAMME DE L'EPISODE DU 7 AVRIL 1992
POSTES PLUVIOMETRIQUES DE LA DAVAR**

FIGURE 12 : EPISODE DU 2 OCTOBRE 2001

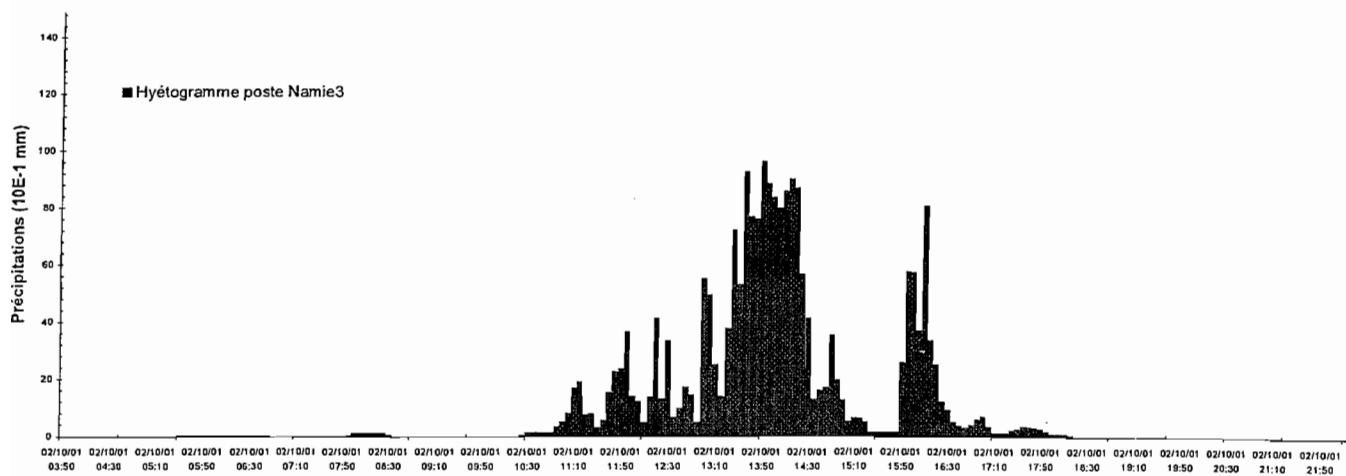
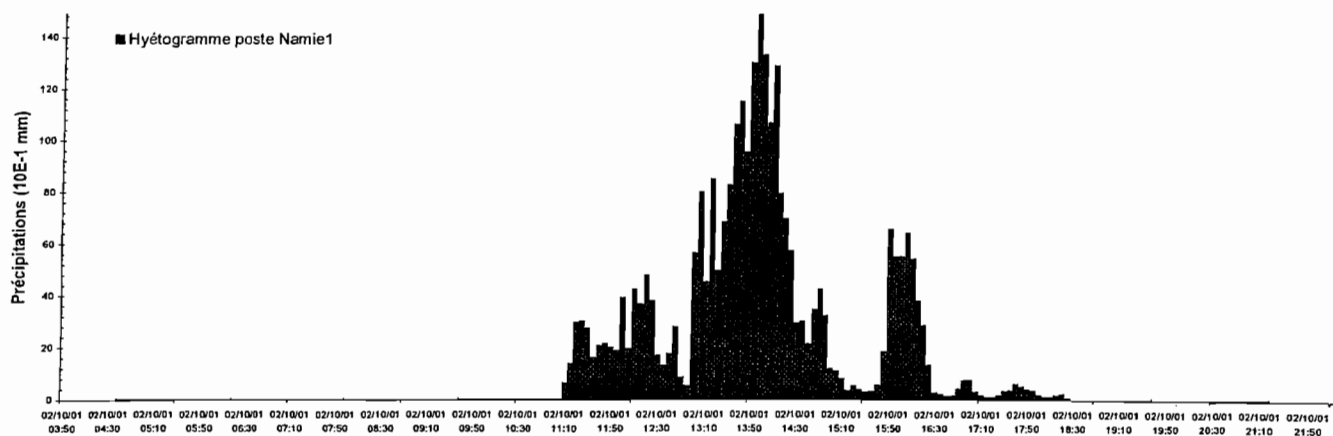
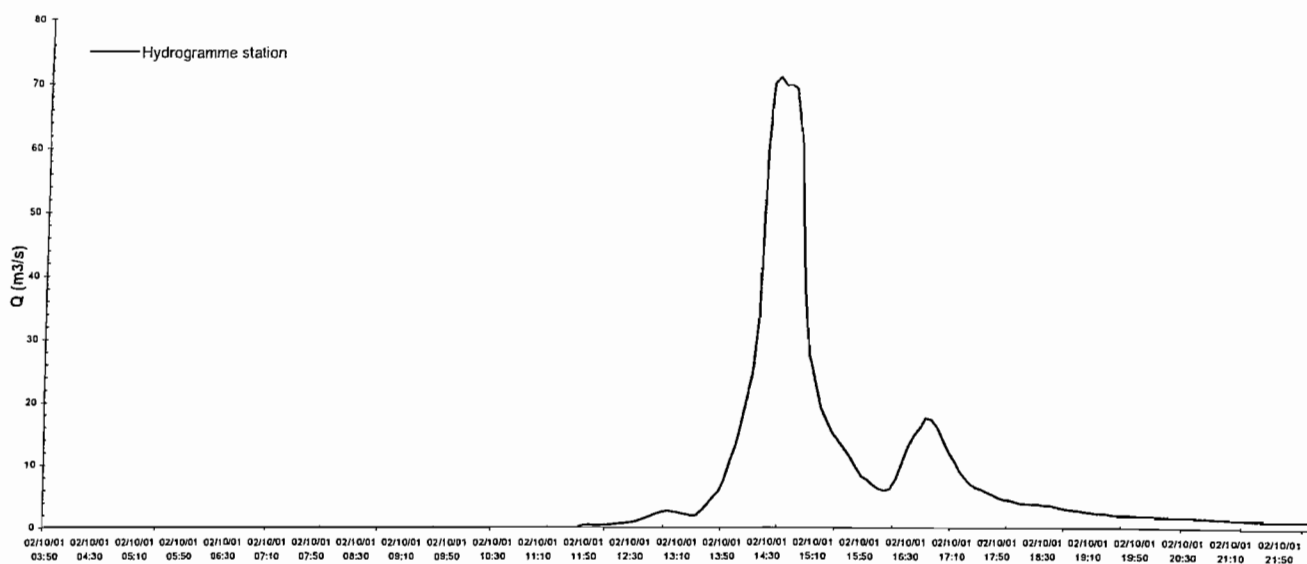


Figure 13 a : Profil en long Namié

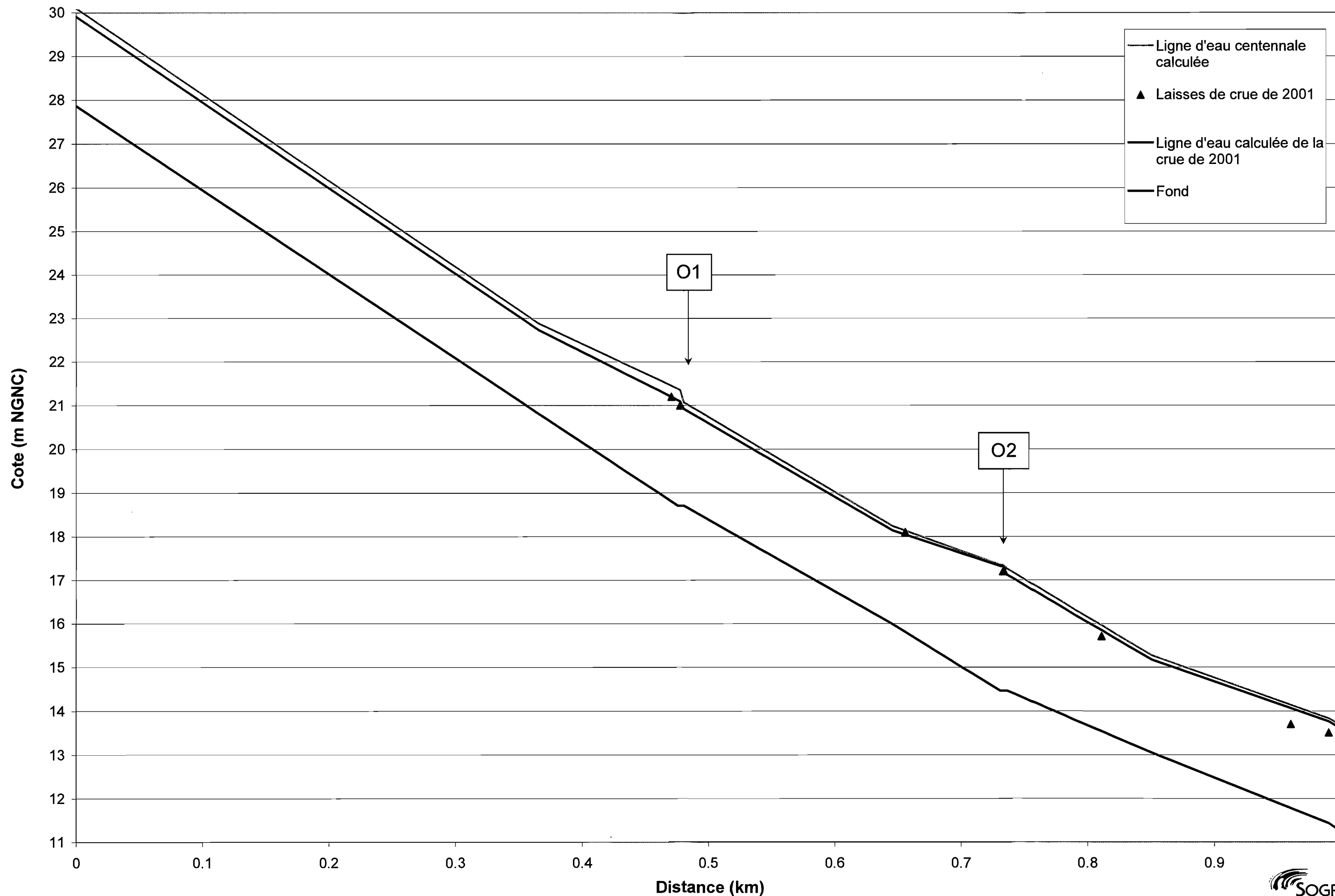


Figure 13 b : Profil en long Namié

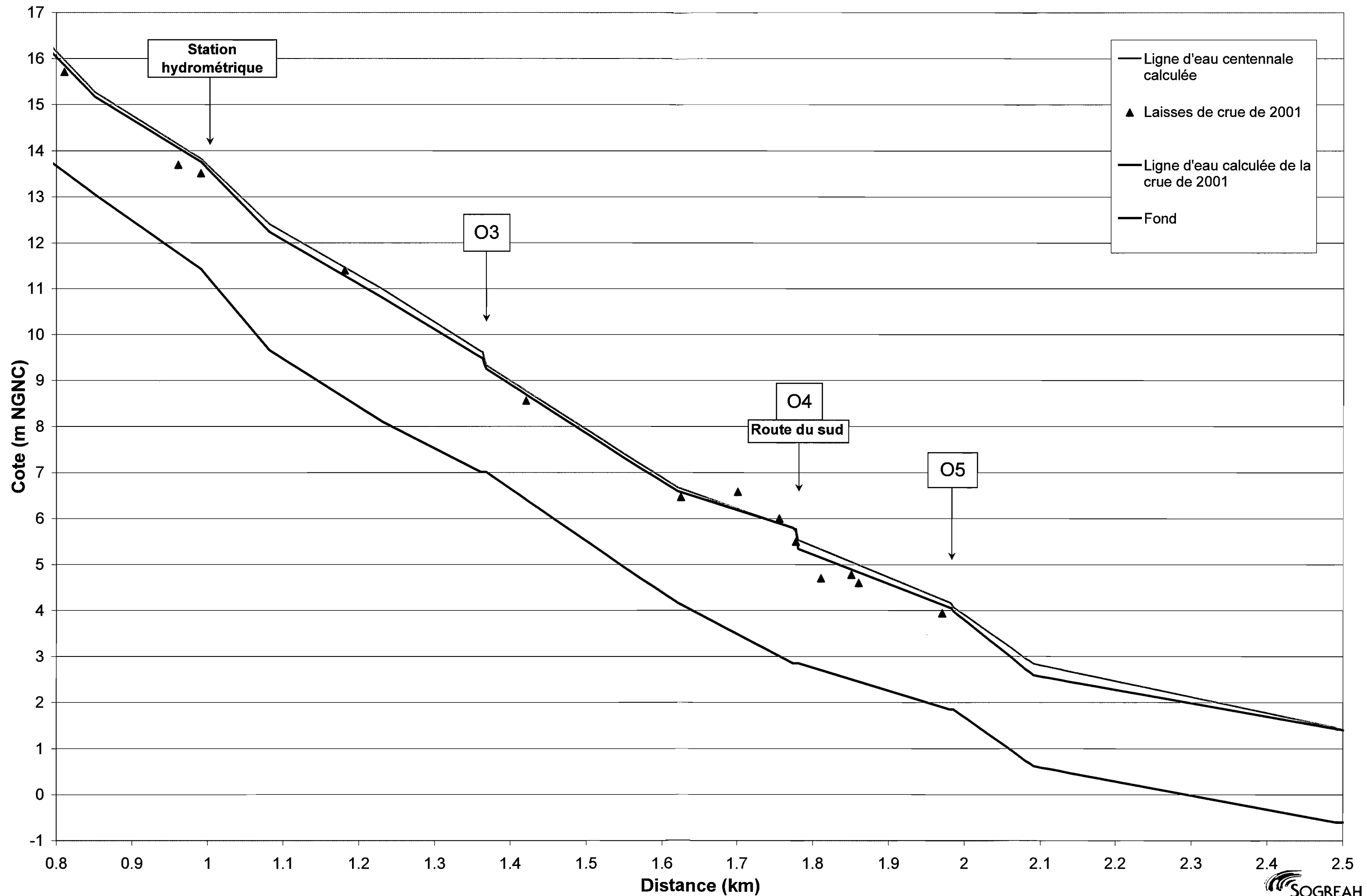


Figure 14 : Profil en long rivière de Plum

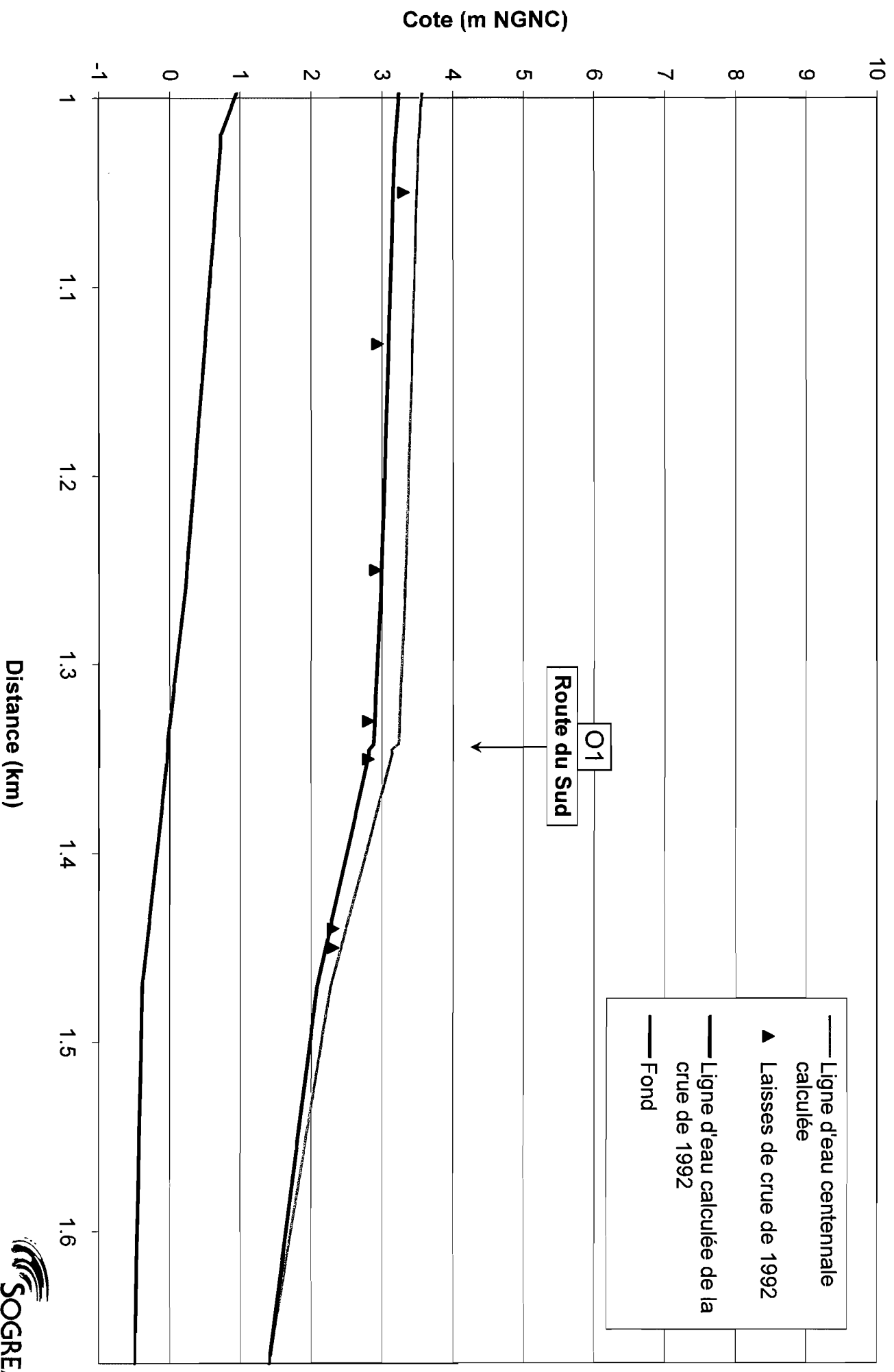


Figure 15 a : Profil en long Vallon Dore - zone nord

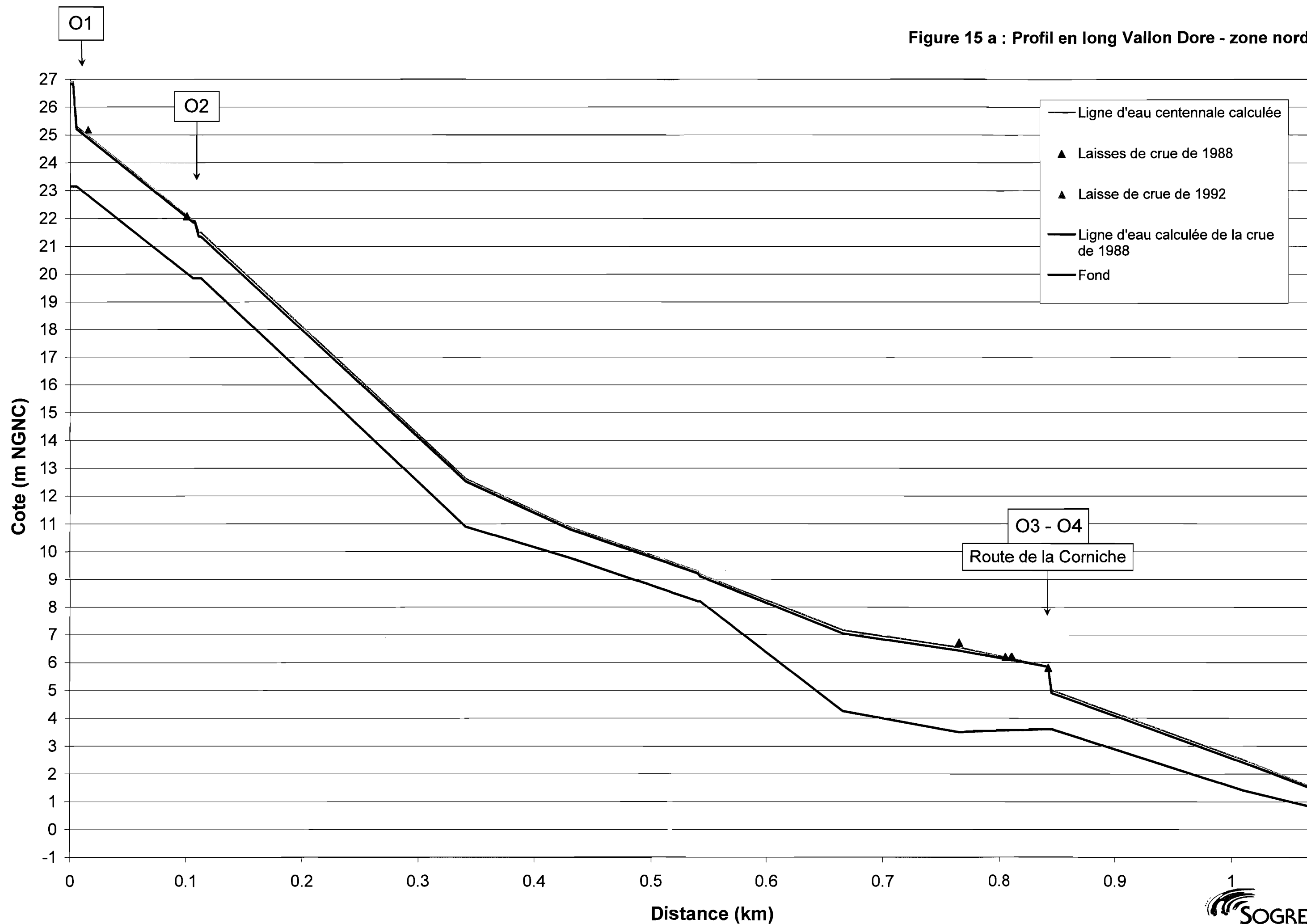
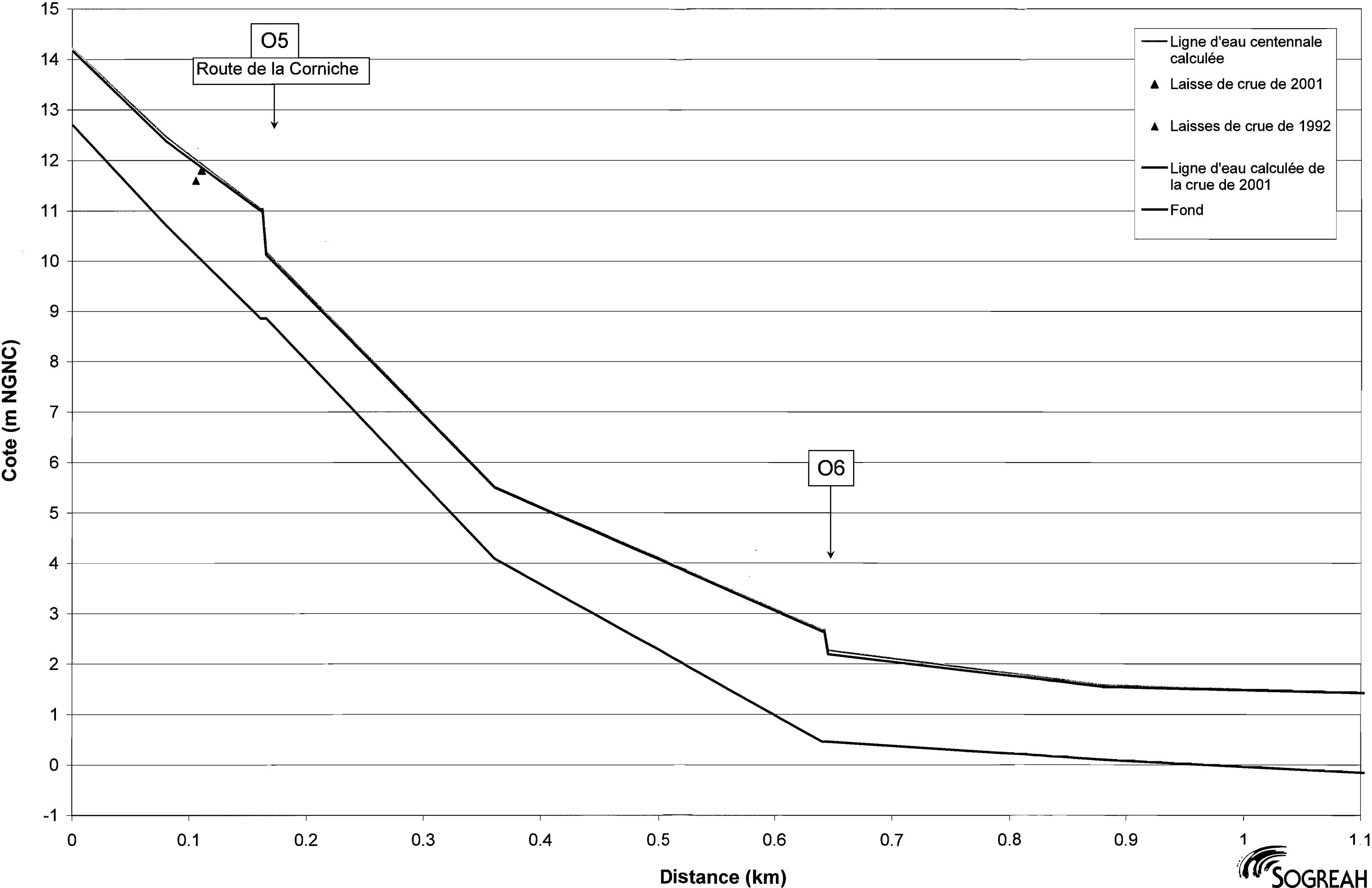
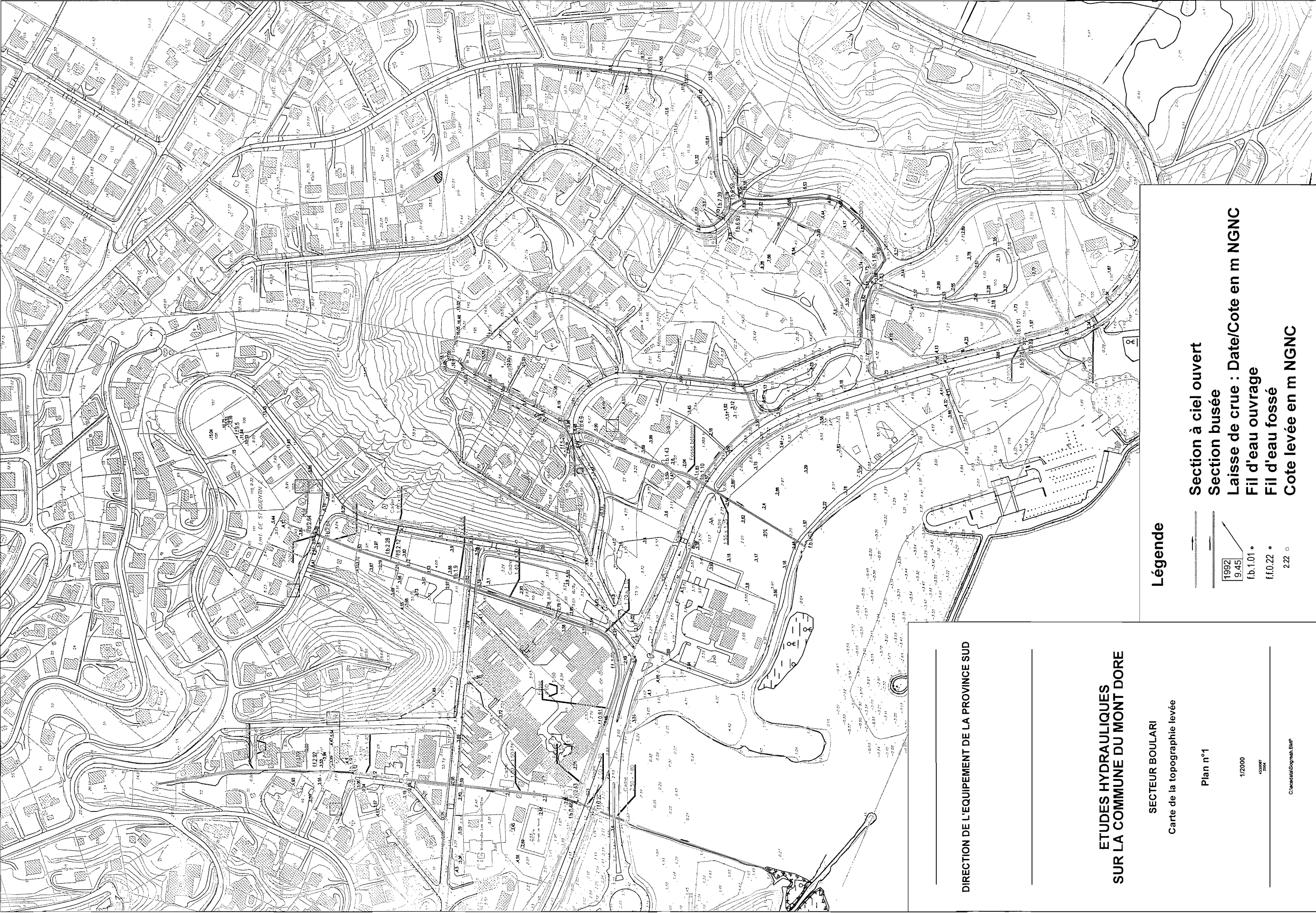


Figure 15 b : Profil en long Vallon Dore - zone sud



PLANS



Légende

1992
9.45

f.b.1.01 •

f.f.0.22 •

222 ◯

Section à ciel ouvert

Section busée

Laisse de crue : Date/Cote en m NGNC

Fil d'eau ouvrage

Fil d'eau fossé

Cote levée en m NGNC

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR BOULARI
Carte de la topographie levée

Plan n°1

1/2000

03/07
2004

C:\uedat\Boula\BMP



**ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE**

SECTEUR BOULARI
Carte des zones inondables

Plan n°2

1/2000

430007
2006

C:\cadatla\Sogneah.BMP

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD



Légende

Limite de la zone inondable en crue centennale

Zone de hauteur d'eau inférieure à 0.5 m

Zone de hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m

Zone de hauteur d'eau comprise entre 1 et 1.5 m

Zone de hauteur d'eau supérieure à 1.5 m

Limite de la zone de vitesse forte et de la zone de vitesse faible ou modérée

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

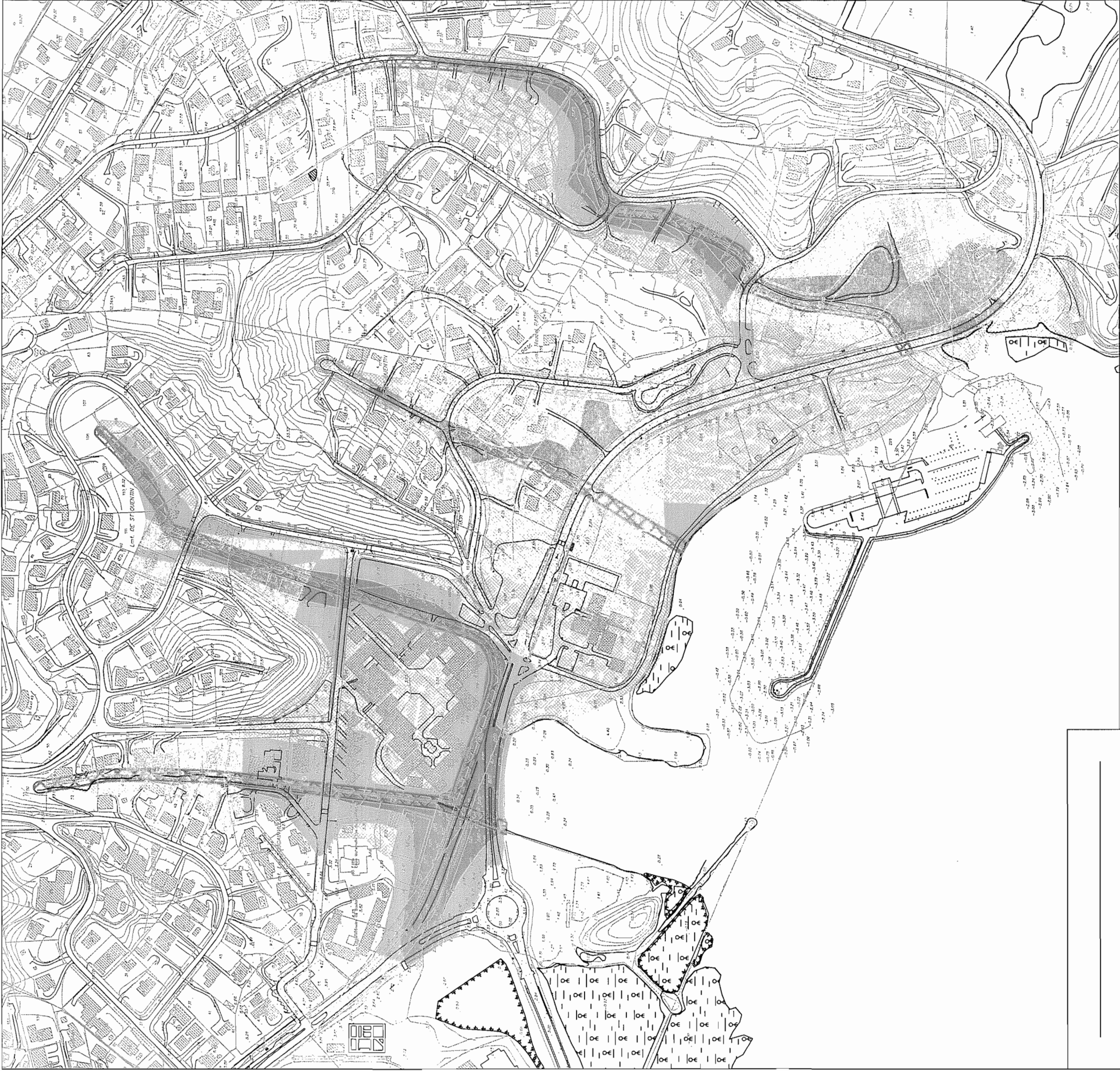
ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR BOULARI
Carte des hauteurs d'eau
Crue centennale
Plan n°3

1/2000

4330097
2004

C:\accedata\Sognault.BMP



DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR BOULARI
Carte des aléas

Plan n°4

1/2000

4330067
2006

C:\cadata\log\graph.BMP

Hauteur	Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
$H \leq 0.5 \text{ m}$			
$0.5 \text{ m} < H \leq 1 \text{ m}$			
$1 \text{ m} < H \leq 1.5 \text{ m}$			
$H \geq 1.5 \text{ m}$			

Légende



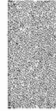
Zone de protection des thalwegs et cours d'eau



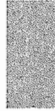
Aléa faible : zone située entre la limite de la crue centennale et l'enveloppe hydrogéomorphologique



Aléa moyen



Aléa fort



Aléa très fort

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

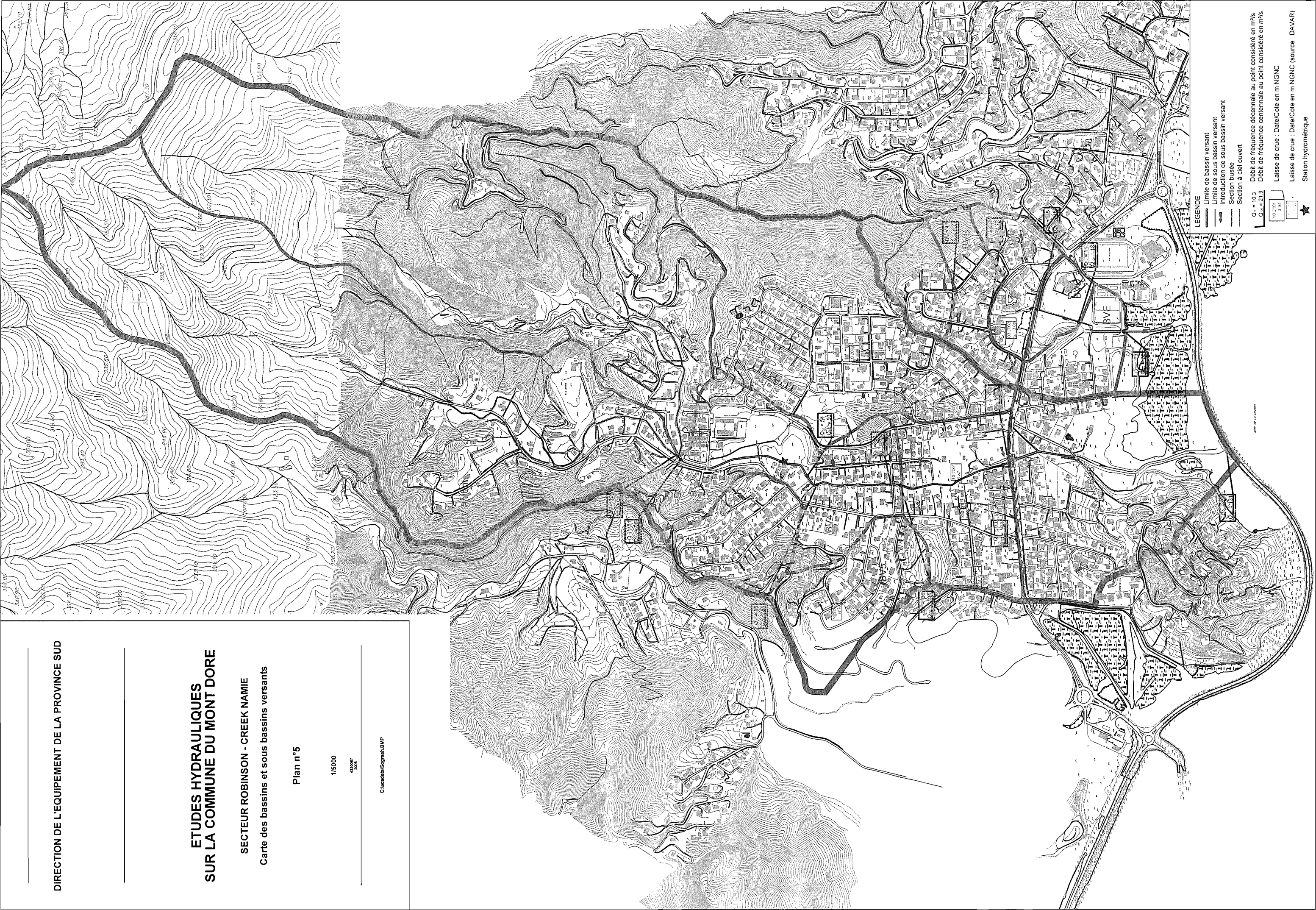
ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR ROBINSON - CREEK NAMIE
Carte des bassins et sous bassins versants

Plan n°5

1/5000
4330067
2008

C:\caddral\Gogneth.BMP



ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR ROBISON - CREEK NAME
Carte des zones inondables

Plan n°6

1/2000

430007
2005

C:\mediala\Gognias.BMP



Légende

Emprise inondable
pour une crue de fréquence centennale

Limite de l'emprise inondable hydrogéomorphologique
(source DAVAR)

Isocote crue centennale

3.10

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR ROBINSON - CREEK NAMIE

Carte des hauteurs d'eau

Crue centennale

Plan n°7

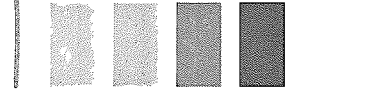
1/2000

ASSURÉ

2005

C:\projet\la\Bogmat.BMP

Légende



Limite de la zone inondable en crue centennale

Zone de hauteur d'eau inférieure à 0.5 m

Zone de hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m

Zone de hauteur d'eau comprise entre 1 et 1.5 m

Zone de hauteur d'eau supérieure à 1.5 m

Limite de la zone de vitesse forte et de la zone de
vitesse faible à modérée

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR ROBINSON - CREEK NAME

Carte des aléas

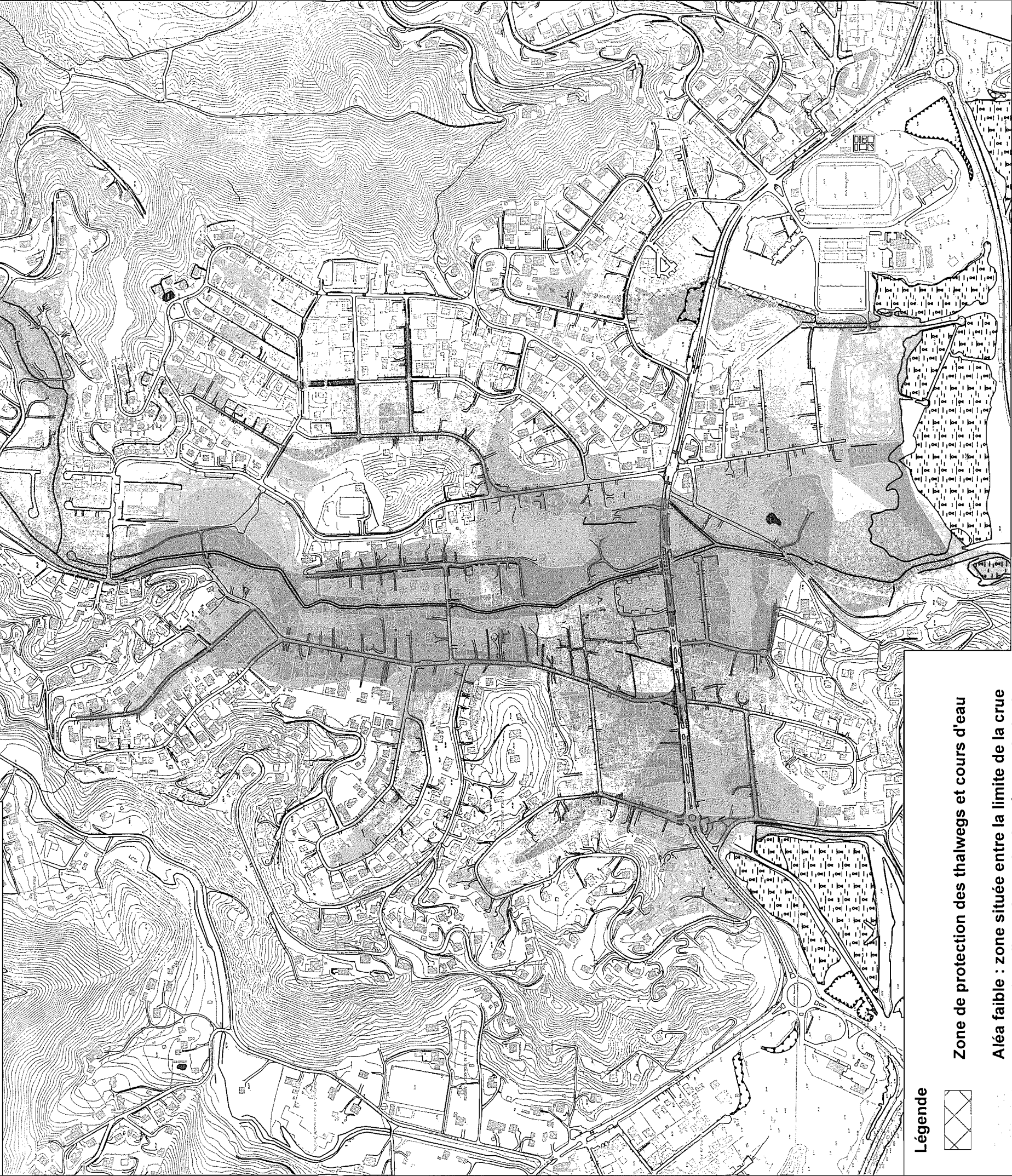
Plan n°8

1/2000

4/2006/7

2006

C:\acadiana\Sopreah\BMP



Légende



Zone de protection des thalwegs et cours d'eau

Aléa faible : zone située entre la limite de la crue centennale et l'enveloppe hydrogéomorphologique

Aléa moyen

Aléa fort

Aléa très fort

Vitesse		Faible à modérée	Forte à très forte
Hauteur			
H ≤ 0.5 m			
0.5 m < H ≤ 1 m			
1 m < H ≤ 1.5 m			
H ≥ 1.5 m			

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR PLUM
Carte des bassins et sous bassins versants

Plan n°9

1/5000

430001
2001

C:\cadres\graph\BMP

LEGENDE

- Limite de bassin versant
- Limite de sous bassin versant
- ➔ Introduction de sous bassin versant
- Section busée
- Section à ciel ouvert

Q : 178
Q : 706

Débit de fréquence décennale au point considéré en m³/s
Débit de fréquence centennale au point considéré en m³/s

Q : 1000
250

Laisse de crue : Date/Cote en m NGNC

Q : 1000
250

Laisse de crue : Date/Cote en m NGNC (source : DAVAR)

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR PLUM

Carte des zones inondables

Plan n° 10

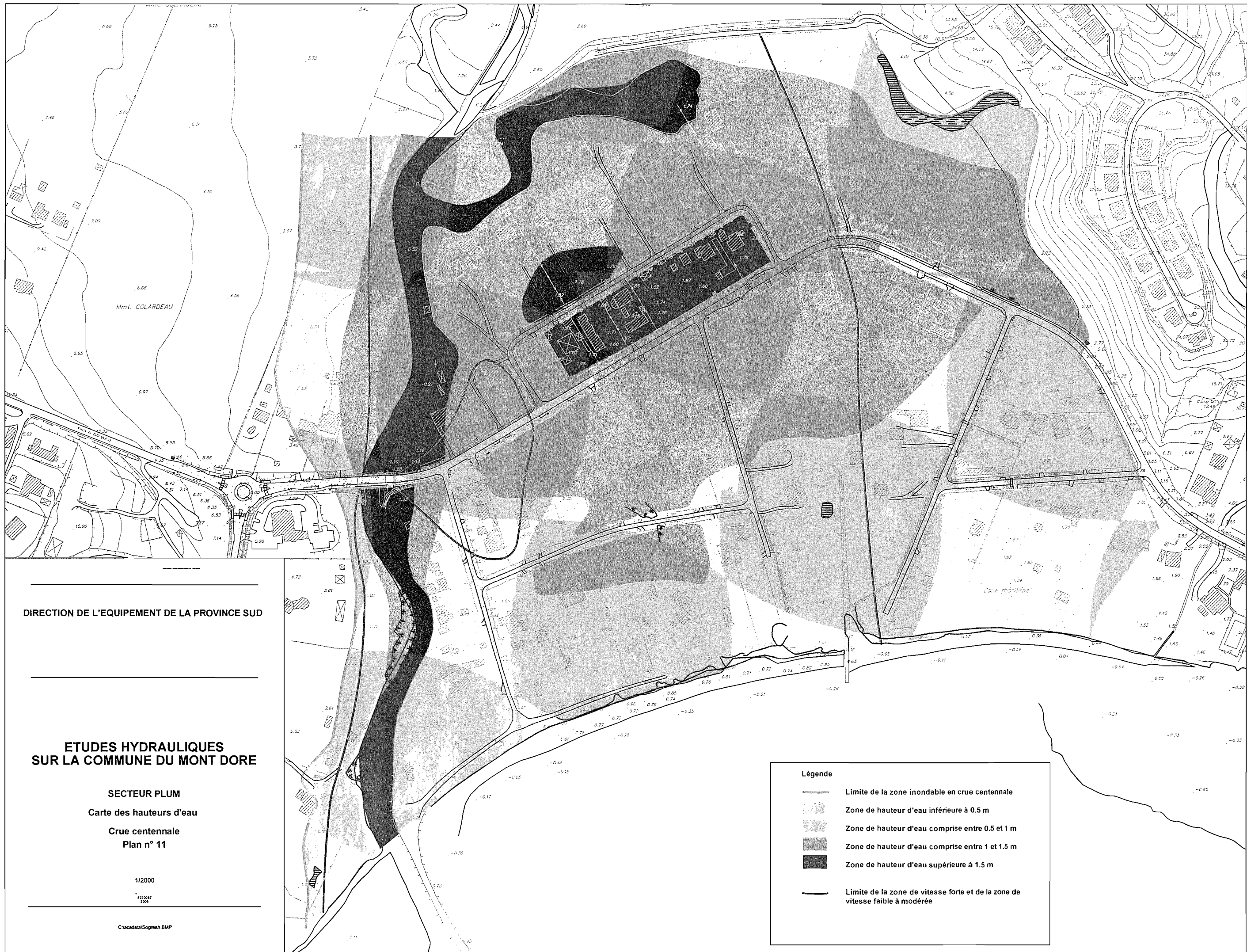
1/2000

4330067
2009

C:\acadata\Sogreah.BMP

Légende

-  Emprise inondable pour une crue de fréquence centennale
-  Limite de l'emprise inondable hydrogéomorphologique (source DAVAR)
-  3.00 Isocote crue centennale (m NGNC)



DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

**ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE**

SECTEUR PLUM
Carte des hauteurs d'eau
Crue centennale
Plan n° 11

1/2000

4220667
2005

C:\acade\sl\sgnesh BMP

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR PLUM

Carte des aléas

Plan n°12

1/2000

4330087
2008

D:\acadata\Sogreah.BMP

Légende



Zone de protection des thalwegs et cours d'eau



Aléa faible : zone située entre la limite de la crue centennale et l'enveloppe hydrogéomorphologique



Aléa moyen

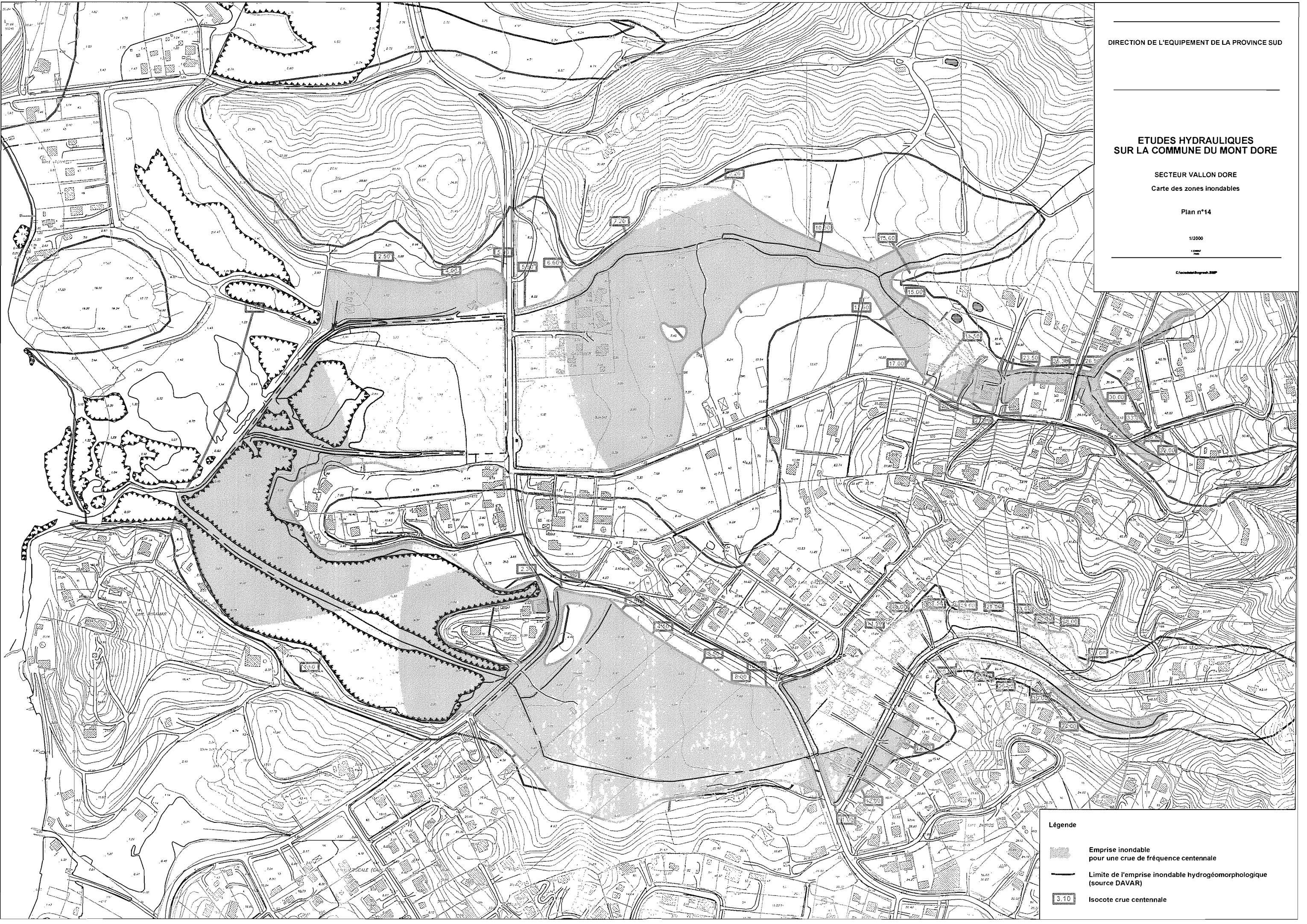


Aléa fort



Aléa très fort

Hauteur	Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
$H \leq 0.5 \text{ m}$			
$0.5 \text{ m} < H \leq 1 \text{ m}$			
$1 \text{ m} < H \leq 1.5 \text{ m}$			
$H \geq 1.5 \text{ m}$			



DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR VALLON DORE
Carte des zones inondables

Plan n°14

1/2000

C:\arcgis\Bouquet_2007

Légende

-  Emprise inondable pour une crue de fréquence centennale
-  Limite de l'emprise inondable hydrogéomorphologique (source DAVAR)
-  Isocote crue centennale

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR VALLON DORE
Carte des hauteurs d'eau
Crue centennale
Plan n°15

1/2000

4/2009/7
2005

C:\cadet\Sogreah\BMP

Légende

- Limite de la zone inondable en crue centennale
- Zone de hauteur d'eau inférieure à 0.5 m
- Zone de hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 1 m
- Zone de hauteur d'eau comprise entre 1 et 1.5 m
- Zone de hauteur d'eau supérieure à 1.5 m
- Limite de la zone de vitesse forte et de la zone de vitesse faible à modérée

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR CORNICHE

Carte des bassins et sous bassins versants

Plan n°17

1/5000

C:\cote\la\logres\la01

LEGENDE

Limite de bassin versant

Limite de sous bassin versant

Introduction de sous bassin versant

Section busée

Section à ciel ouvert

Q₁₀ = 10.3

Q₁₀₀ = 21.9

Débit de fréquence décennale au point considéré en m³/s

Débit de fréquence centennale au point considéré en m³/s

10/2001

3.94

Laisse de crue : Date/Cote en m NGNC

10/2001

3.94

Laisse de crue : Date/Cote en m NGNC (source : DAVAR)

★

Station hydrométrique

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR CORNICHE
Carte des zones inondables

Plan n°18b

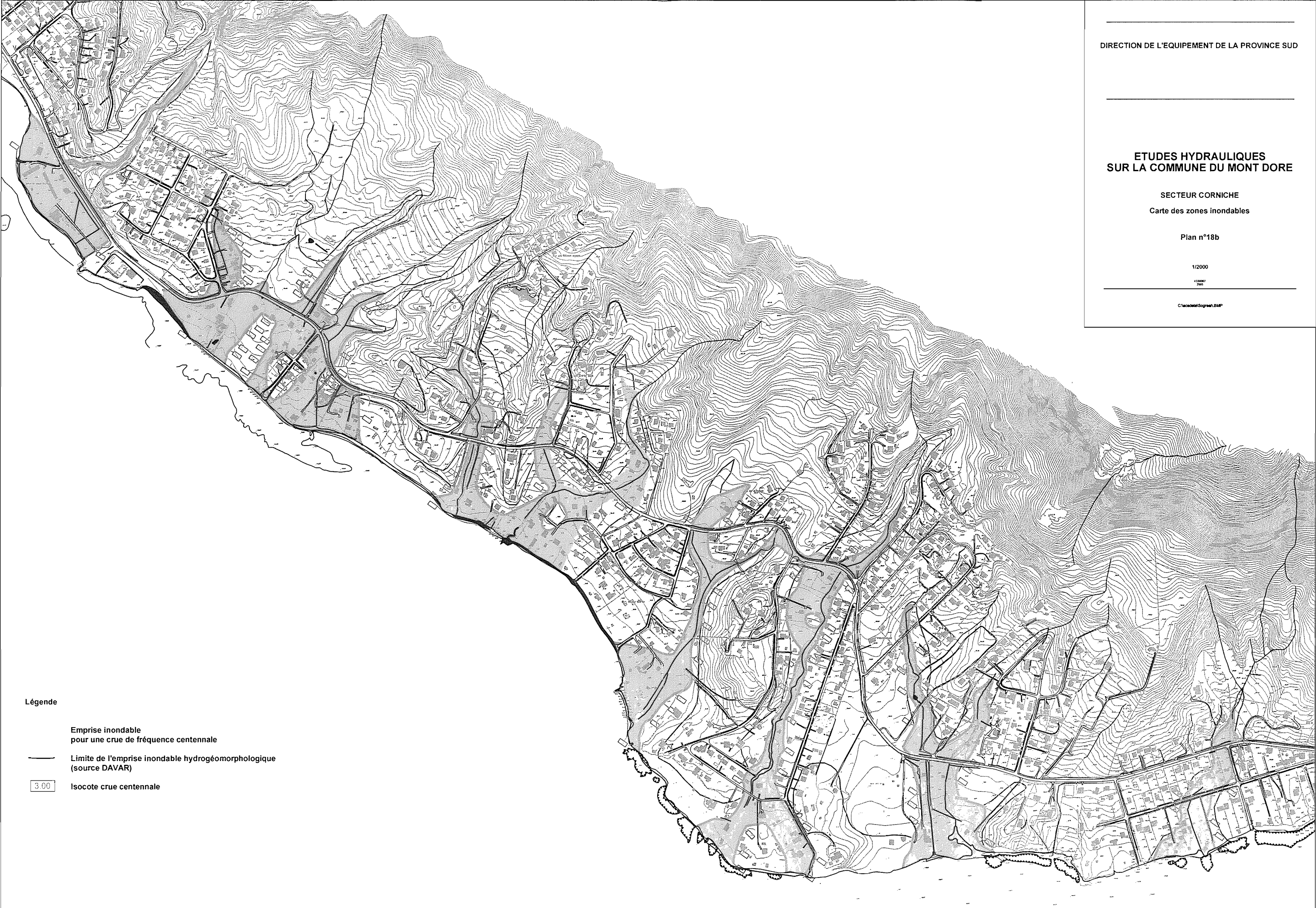
1/2000

A 1300017
7901

C:\ecadeta\Sogreah\BMP

Légende

- Emprise inondable pour une crue de fréquence centennale
- Limite de l'emprise inondable hydrogéomorphologique (source DAVAR)
- 3.00 Isocote crue centennale



ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR CORNICHE

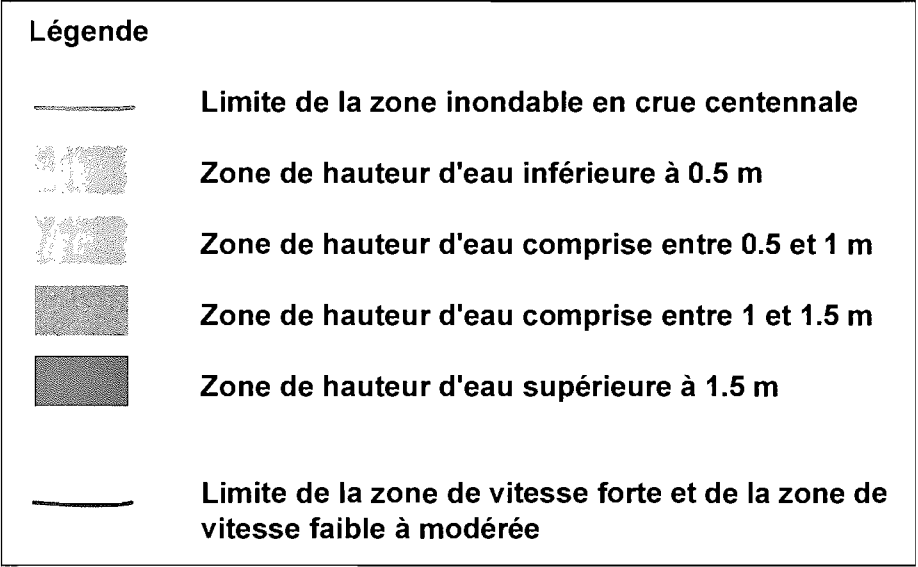
Carte des hauteurs d'eau

Crue centennale
Plan n°19a

1/2000

4330067
2005

C:\acadeta\Sogrosh.BMP



DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

SECTEUR CORNICHE

Carte des aléas

Plan n°20a

1/2000

4330047
2005

C:\acadata\Sogroah.BMP

Hauteur	Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
$H \leq 0.5 \text{ m}$			
$0.5 \text{ m} < H \leq 1 \text{ m}$			
$1 \text{ m} < H \leq 1.5 \text{ m}$			
$H \geq 1.5 \text{ m}$			

Légende



Zone de protection des thalwegs et cours d'eau



Aléa faible : zone située entre la limite de la crue centennale et l'enveloppe hydrogéomorphologique



Aléa moyen



Aléa fort



Aléa très fort

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD
NOUVELLE CALEDONIE

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

Plan de situation des
levés topographiques

SECTEUR ROBINSON / CREEK NAMIE

1/2000

4/2007

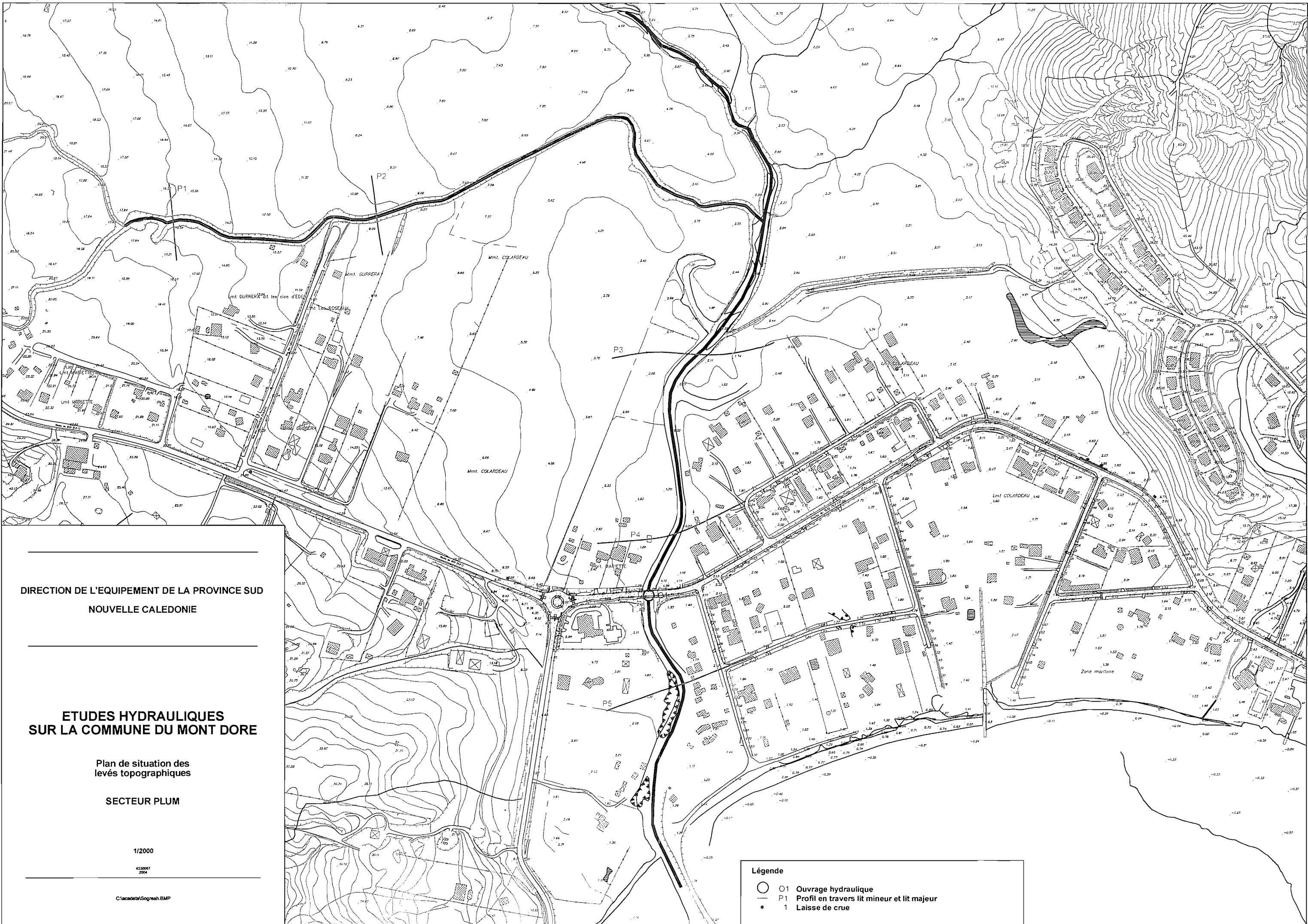
2004

C:\usd\data\Sopgraph\TIF

Légende

- O1 Ouvrage hydraulique
- P1 Profil en travers lit mineur et lit majeur
- 1 Laisse de crue

ANSE DE 1.8 KM



DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD
NOUVELLE CALEDONIE

**ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE**

Plan de situation des
levés topographiques

SECTEUR PLUM

1/2000

4330067
2004

C:\acadeta\Sogreah.BMP

- Légende**
- O1 Ouvrage hydraulique
 - P1 Profil en travers lit mineur et lit majeur
 - 1 Laisse de crue

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD
NOUVELLE CALEDONIE

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

Plan de situation des
levés topographiques

SECTEUR VALLON DORE

1/2000

4330067

2004

C:\acadata\Sogreah.TIF

Légende



O1 Ouvrage hydraulique



P1 Profil en travers lit mineur et lit majeur



1 Laisse de crue

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT DE LA PROVINCE SUD
NOUVELLE CALEDONIE

ETUDES HYDRAULIQUES
SUR LA COMMUNE DU MONT DORE

Plan de situation des
levés topographiques

SECTEUR CORNICHE

1/2000

4330087
2004

C:\acadata\Sogreah.TIF

Légende

- | | | |
|---|----|--|
| ○ | D1 | Ouvrage hydraulique |
| — | P1 | Profil en travers lit mineur et lit majeur |
| ● | 1 | Laisse de crue |

TABLEAUX

TABLEAU 1 CALAGE DU MODELE DU SECTEUR DE ROBINSON SUR LA CRUE DE 2001

Distance (km)	Laisses de crue de 2001 (m NGNC)	Niveau calculé par le modèle pour la crue de 2001 (m NGNC)	Ecart Niveau calculé-Laisse de crue (m)
0.47	21.20	21.19	-0.01
0.477	21.00	21.09	0.09
0.655	18.10	18.04	-0.06
0.732	17.20	17.32	0.12
0.81	15.71	15.85	0.14
0.96	13.70	14.06	0.36
0.99	13.51	13.76	0.25
1.18	11.40	11.28	-0.12
1.42	8.56	8.69	0.13
1.625	6.47	6.57	0.10
1.7	6.58	6.18	-0.40
1.755	6.00	5.89	-0.11
1.777	5.50	5.34	-0.16
1.81	4.70	5.15	0.45
1.85	4.78	4.89	0.11
1.86	4.60	4.83	0.23
1.97	3.94	4.12	0.18

Tableau 2a

MODELE NAMIE
CRUE DECENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P1c	-0.545	19.00	47.38	2.49	47.69
P1b	-0.375	24.00	40.03	2.79	40.43
P1a	-0.200	24.00	34.96	2.12	35.19
P1	0.000	30.00	29.77	2.22	30.02
P2	0.365	30.00	22.56	2.55	22.89
O1am	0.475	30.00	20.80	2.41	21.10
O1	0.477	30.00	20.68	2.80	21.08
O1av	0.480	30.00	20.46	3.35	21.04
Inj1	0.645	51.00	17.78	3.02	18.24
P5	0.730	51.00	17.32	1.11	17.39
O2	0.732	51.00	17.32	1.11	17.39
O2av	0.735	51.00	16.98	2.24	17.23
Inj2	0.850	54.00	15.09	1.99	15.29
P8	0.990	54.00	13.71	1.67	13.85
Inj3	1.080	56.00	12.09	2.71	12.46
Inj4	1.230	58.00	10.63	2.84	11.05
P11	1.360	58.00	9.35	1.19	9.42
O3	1.362	58.00	9.34	1.20	9.41
O3av	1.365	58.00	9.24	1.52	9.36
Inj6	1.570	63.00	7.02	1.98	7.22
P14	1.620	63.00	6.52	1.91	6.70
O4am	1.775	70.00	5.66	0.99	5.71
O4	1.777	70.00	5.66	0.99	5.71
P15	1.780	70.00	5.18	2.43	5.49
O5am	1.980	70.00	3.97	1.61	4.10
O5	1.982	70.00	3.96	1.66	4.10
O5av	1.985	70.00	3.90	1.91	4.09
P16	2.090	76.00	2.40	0.88	2.44
O6am	2.490	76.00	1.42	0.69	1.44
O6	2.492	76.00	1.41	0.70	1.44
O6av	2.495	76.00	1.41	0.69	1.43
P17	2.500	76.00	1.40	0.70	1.43

Tableau 26

MODELE NAMIE
CRUE CENTENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P1c	-0.545	33.00	47.71	2.59	48.05
P1b	-0.375	41.00	40.43	2.95	40.88
P1a	-0.200	41.00	35.16	2.53	35.49
P1	0.000	52.00	30.09	2.28	30.36
P2	0.365	52.00	22.88	2.84	23.29
O1am	0.475	52.00	21.38	2.31	21.65
O1	0.477	52.00	21.35	2.36	21.63
O1av	0.480	52.00	21.07	3.06	21.55
Inj1	0.645	88.00	18.24	2.16	18.48
P5	0.730	88.00	17.69	1.10	17.76
O2	0.732	88.00	17.69	1.10	17.75
O2av	0.735	88.00	17.26	2.21	17.51
Inj2	0.850	93.00	15.27	2.36	15.55
P8	0.990	93.00	13.83	1.94	14.02
Inj3	1.080	96.00	12.41	3.23	12.94
Inj4	1.230	99.00	10.99	3.39	11.57
P11	1.360	99.00	9.63	1.28	9.71
O3	1.362	99.00	9.62	1.29	9.71
O3av	1.365	99.00	9.44	1.70	9.59
Inj6	1.570	109.00	7.19	2.32	7.47
P14	1.620	109.00	6.68	2.22	6.93
O4am	1.775	122.00	5.74	1.53	5.86
O4	1.777	122.00	5.73	1.54	5.85
P15	1.780	122.00	5.53	2.38	5.82
O5am	1.980	122.00	4.17	1.90	4.35
O5	1.982	122.00	4.15	1.96	4.34
O5av	1.985	122.00	4.07	2.26	4.33
P16	2.090	131.00	2.84	0.97	2.89
O6am	2.490	131.00	1.46	1.14	1.52
O6	2.492	131.00	1.44	1.18	1.51
O6av	2.495	131.00	1.43	1.17	1.50
P17	2.500	131.00	1.40	1.21	1.47

TABLEAU 3 CALAGE DU MODELE DU SECTEUR DE PLUM SUR LA CRUE DE 1992

Distance (km)	Laisses de crue de 1992 (m NGNC)	Niveau calculé par le modèle pour la crue de 1992 (m NGNC)	Ecart Niveau calculé-Laisse de crue (m)
1.05	3.3	3.16	-0.14
1.13	2.93	3.09	0.16
1.25	2.9	2.99	0.09
1.33	2.8	2.89	0.09
1.35	2.8	2.79	-0.01
1.44	2.3	2.26	-0.04
1.45	2.3	2.20	-0.10

Trajet 4

MODELE PLUM
CRUE DECENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
Inj2	0.840	162.00	3.41	1.96	3.61
P3	1.020	162.00	3.05	0.51	3.07
Inj3	1.025	167.00	3.05	0.53	3.06
P4	1.260	167.00	2.85	0.64	2.87
O1am	1.340	167.00	2.75	0.74	2.78
O1	1.342	167.00	2.75	0.74	2.78
O1av	1.345	167.00	2.68	0.80	2.71
Inj4	1.347	178.00	2.68	0.65	2.70
P5	1.470	178.00	1.97	0.75	2.00
Aval	1.670	178.00	1.40	0.19	1.40

CRUE CENTENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
Inj2	0.840	280.00	3.88	1.83	4.05
P3	1.020	280.00	3.52	0.59	3.53
Inj3	1.025	288.00	3.51	0.60	3.53
P4	1.260	288.00	3.32	0.70	3.35
O1am	1.340	288.00	3.23	0.80	3.26
O1	1.342	288.00	3.23	0.80	3.26
O1av	1.345	288.00	3.13	0.86	3.17
Inj4	1.347	308.00	3.14	0.71	3.16
P5	1.470	308.00	2.27	0.92	2.31
Aval	1.670	308.00	1.40	0.32	1.41

**TABLEAU 5 CALAGE DES MODELES DU SECTEUR DE VALLON DORE
SUR LES CRUES DE 1988 ET 2001**

Vallon Dore Nord

Distance (km)	Laisses de crue de 1988 (m NGNC)	Niveau calculé par le modèle pour la crue de 1988 (m NGNC)	Ecart Niveau calculé-Laisse de crue (m)
0.1	22.08	22.03	-0.05
0.765	6.72	6.43	-0.29
0.805	6.2	6.12	-0.08
0.81	6.2	6.08	-0.12
0.842	5.8	5.83	0.03

Vallon Dore Sud

Distance (km)	Laisses de crue de 2001 (m NGNC)	Niveau calculé par le modèle pour la crue de 2001 (m NGNC)	Ecart Niveau calculé-Laisse de crue (m)
0.11	11.8	11.86	0.06

Tableau 6

MODELE VALLON DORE NORD CRUE DECENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P1b	-0.240	8.00	48.73	1.20	48.80
P1a	-0.120	8.00	35.26	1.67	35.40
O1am	0.000	17.00	26.61	0.31	26.62
O1	0.002	17.00	26.61	0.31	26.62
P1	0.005	17.00	24.90	2.66	25.26
P2	0.105	17.00	21.69	0.84	21.72
O2	0.107	17.00	21.66	0.88	21.70
O2av	0.110	17.00	21.66	0.88	21.70
Inj1	0.112	24.00	21.48	1.88	21.66
P3	0.340	24.00	12.28	1.88	12.46
4	0.430	24.00	10.62	1.65	10.76
3	0.540	24.00	9.03	0.91	9.07
Inj2	0.542	30.00	8.93	1.51	9.04
2	0.665	30.00	6.77	1.20	6.84
1	0.765	30.00	6.19	0.67	6.22
P4	0.840	30.00	5.87	0.73	5.89
O3	0.842	30.00	5.86	0.74	5.88
O3av	0.845	30.00	4.80	1.60	4.93
Inj3	1.070	36.00	2.40	0.38	2.41
Aval	1.370	36.00	1.40	0.17	1.40

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P1b	-0.240	14.00	48.90	1.38	49.00
P1a	-0.120	14.00	35.44	1.91	35.62
O1am	0.000	30.00	26.89	0.46	26.90
O1	0.002	30.00	26.89	0.46	26.90
P1	0.005	30.00	25.29	2.73	25.67
P2	0.105	30.00	21.93	1.00	21.98
O2	0.107	30.00	21.90	1.04	21.96
O2av	0.110	41.00	21.50	2.25	21.76
P3	0.340	41.00	12.62	2.00	12.83
4	0.430	41.00	10.87	1.95	11.06
3	0.540	52.00	9.20	1.63	9.34
2	0.665	52.00	7.17	1.32	7.26
1	0.765	52.00	6.55	0.76	6.58
P4	0.840	52.00	5.86	1.27	5.94
O3	0.842	52.00	5.83	1.31	5.92
O3av	0.845	52.00	5.01	1.30	5.10
Inj3	1.070	63.00	2.50	0.48	3.41
Aval	1.370	63.00	1.40	0.30	1.40

Tableau 1

MODELE VALLON DORE SUD CRUE DECENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P5d	-0.395	14.00	41.39	2.10	41.62
P5c	-0.285	19.00	33.64	2.84	34.05
P5b	-0.180	19.00	25.78	1.22	25.86
P5a	-0.095	19.00	20.16	1.69	20.31
P5	0.000	19.00	14.20	0.93	14.24
Inj1	0.080	20.00	12.22	0.96	12.26
P6	0.160	20.00	10.70	0.39	10.71
O5	0.162	20.00	10.70	0.39	10.71
O5av	0.165	20.00	9.99	1.65	10.13
P7	0.360	20.00	5.35	0.95	5.40
Inj2	0.362	25.00	5.28	1.40	5.38
P8	0.640	25.00	2.52	0.39	2.53
O6	0.642	25.00	2.52	0.39	2.52
O6av	0.645	25.00	2.04	0.81	2.07
Inj3	0.880	29.00	1.48	0.27	1.48
Aval	1.140	29.00	1.40	0.15	1.40

CRUE CENTENNALE

POINT	PK (Km)	DEBIT (m3/s)	NIVEAU (m)	VITESSE (m/s)	CHARGE (m)
P5d	-0.395	24.00	41.61	2.34	41.89
P5c	-0.285	32.00	34.02	3.14	34.52
P5b	-0.180	32.00	25.96	1.47	26.07
P5a	-0.095	32.00	20.30	1.98	20.50
P5	0.000	32.00	14.50	1.00	14.55
Inj1	0.080	35.00	12.46	1.16	12.53
P6	0.160	35.00	11.00	0.51	11.01
O5	0.162	35.00	11.00	0.51	11.01
O5av	0.165	35.00	10.18	1.64	10.32
P7	0.360	35.00	5.52	1.25	5.60
P8	0.640	42.00	2.68	0.55	2.70
O6	0.642	42.00	2.68	0.55	2.70
O6av	0.645	42.00	2.27	0.90	2.31
Inj3	0.880	49.00	1.58	0.41	1.58
Aval	1.140	49.00	1.40	0.25	1.40

TABEAU 8 RESULTATS DES CALCULS SUR LE SECTEUR DE LA CORNICHE

Profil	Cote décennale (m NGNC)	Cote centennale (m NGNC)
P1	6.95	7.20
Aval O1	5.90	6.20
P2	4.65	4.90
P3	20.00	20.15
P4	9.35	9.50
Aval O2	8.20	8.30
P5	8.95	9.20
P6	13.05	13.20
Aval O3	11.05	11.25
P7	7.25	7.40
P8	13.65	13.90
Amont O4	12.65	12.90
Aval O4	9.55	9.80
P9	8.00	8.25
P10	15.90	16.10
Amont O4'	15.40	15.70
Aval O4'	14.70	14.90
P11	11.30	11.50
Aval O5	8.10	8.40
P12	4.50	4.70
P13	14.25	14.35
Aval O6	11.90	12.05
P14	13.20	13.55
Aval O7	10.40	10.60
P15	3.70	3.90
P16	9.75	10.20
P17	5.55	6.00
P18	2.35	2.75
Amont O8	29.50	29.80
Aval O8	25.25	28.50
P19	24.55	24.80
P20	13.45	13.80
P21	7.35	7.70
Aval O9	6.70	7.00
P22	8.25	8.40
Aval O10-O11	7.20	7.35
P23	2.45	2.80
Amont O12	14.70	15.00
Aval O12	11.70	12.00
P24	6.20	6.40
P25	3.25	3.50

ANNEXES

ANNEXE 1

METHODE SPEED

La méthode SPEED (Système Probabiliste d'Etude par Evénements Discrets), développée par SOGREAH, est fondée d'une part sur une analyse particulière et régionale des pluies et, d'autre part, sur la relation mise en évidence par SOGREAH entre pluie et débit de crue.

La relation pluie-débit à l'échelle d'une crue de période de retour T fait intervenir les variables suivantes :

- le débit de pointe Q_T (en m^3/s) de la crue,
- le volume de la crue V_T (en millions de m^3),
- le temps de base de la crue T_b (en heures),
- la pluie journalière P_{JT} (en mm) telle que mesurée au pluviomètre,
- la pluie de durée t_e , $P_T(t_e)$ (en mm), mesurée au pluviographe,
- le temps de concentration t_c du bassin (qui est une constante, en heures),
- la superficie S du bassin versant (en km^2),
- la lame ruissellée en crue R_T (en mm) : $R_T = 1000 V_T/S$.

Physiquement, une pluie $P(t_e)$ provoque une crue de volume V et de débit de pointe Q : t_e est le temps de pluie efficace, c'est à dire qu'il y a ruissellement sur le bassin pendant la durée t_e .

Les relations ci-dessous sont toutes très classiques :

Théorie de l'hydrogramme unitaire :

- Il existe un temps caractéristique du bassin versant, le temps de concentration t_c .
- $T_B = 1000 V/1,8Q$ est le temps de base de la crue triangulaire équivalente.

ce qui signifie qu'à un accroissement de la pluie de durée efficace t_e , le bassin répond par un accroissement proportionnel des débits de la crue, sans changement du temps de base T_B .

- $T_B = t_e + t_c$ ne dépend pas de la quantité de pluie efficace $P(t_e)$.
- $T_B = 2 t_c$ pour les phénomènes exceptionnels ($t_e = t_c$).

Il existe donc un hydrogramme type des crues exceptionnelles.

Théorie du Gradex :

Elle relie les forts volumes de crue aux fortes pluies par :

$$R_T = P_T(t_c) - P_0(t_c) \text{ si } T > T_0$$

la loi probabiliste des lames d'eau ruisselées est parallèle à celle des pluies dès que le temps de retour est supérieur à T_0 (alors $t_e = t_c$).

Loi intensité-durée-fréquence :

Pour des pluies cycloniques pures (dépressions océaniques ou cyclones tropicaux) on observe :

$$P_T(t) = a. P_{jT}.t^{0.4} \quad (a \text{ vaut souvent } 1/3).$$

où

$P_T(t)$ = pluie de durée t et de période de retour T .

P_{jT} = pluie journalière de même période de retour.

Remarques :

- Le dépouillement des pluviogrammes pour l'étude des relations intensité-durée-fréquence est une tâche particulièrement délicate. Beaucoup d'études basées sur des dépouillements faux donnent des résultats erronés.
- D'autre part, il convient dans certaines régions de séparer les pluviogrammes de pluies cycloniques des enregistrements de pluies d'origine convective. Quand un régime de pluies cycloniques existe dans une région (c'est le cas de la France), c'est ce régime qui provoque les crues de forts temps de retour, quelle que soit la taille du bassin versant, sauf en cas de bassin imperméabilisé (hydrologie urbaine).

Formule de temps de base :

$$T_B = k.S^{0.417}$$

Cette dernière formule n'est pas classique, mais peut être rapprochée de la formule de Kirpich donnant le temps de concentration $t_c = K.(L/\sqrt{S})^{0.77}$, avec L = longueur du thalweg principal en km. Le calcul de T_B par les deux formules (avec $T_B = 2 t_c$) fournit des résultats extrêmement proches.

La combinaison de ces différentes formules conduit à :

$$Q_T = \frac{S^{0.75}}{12} (P_T - P_0) \quad \text{si } T > T_0$$

Cette formule est extrêmement stable d'un bassin à l'autre bien que les paramètres d'ajustement des quatre formules soient très variables suivant les régions.

Quand on dispose de données concomitantes de pluies journalières sur le bassin et de débits de pointe de crue à l'exutoire, on compare graphiquement les quantités P et $12.Q/S^{0.75}$: on trouve systématiquement (dès que T dépasse une certaine valeur T_0) une droite des crues parallèle à celle des pluies (ce qui justifie le coefficient $1/12$) et décalée de P_0 . Cette relation probabiliste permet de déterminer P_0 bassin par bassin.

On a vérifié expérimentalement que cette formule est valable pour des bassins

versants tout petits et jusqu'à des bassins de 500 à 1000 km², voire plus (comme pour la méthode du Gradex).

Il faut remarquer que, dans cette formule, P_r est la pluie journalière afférente à un pluviomètre particulier, dit pluviomètre caractéristique du bassin.

Enfin, pour $T < T_0$, on effectue l'ajustement direct à partir des observations (après correction des erreurs d'échantillonnage). En effet, pour ces épisodes de période de retour relativement faible, une partie de la pluie tombée sert à remplir la nappe et les flaques de surface (théorie des "aires contributives").

On a pu déterminer que le paramètre P_0 prend, en France, une valeur souvent proche de 60 mm, hors bassins karstiques. P_0 dépend de la nature du sols, de son degré d'altération et de l'épaisseur de la couche altérée.

On voit que l'on obtient une formulation probabiliste du débit de pointe Q_T en fonction de la superficie qui :

- est très proche de l'ancienne formulation SOGREAH ($Q = A.S^\alpha$ avec α compris entre 0,75 et 0,8),
- fait intervenir directement la pluie journalière P_{jr} ,
- est compatible avec les deux théories les plus vraisemblables en hydrologie, Gradex et hydrogramme unitaire.

ANNEXE 2

DUREE DE RETOUR DES PRECIPITATIONS AUX POSTES DE LA MONTAGNE DES SOURCES (SOURCE METEO FRANCE)

3 ANALYSE DES INTENSITÉS DE PRÉCIPITATIONS A LA MONTAGNE DES SOURCES

3.1 Description du poste de la Montagne des Sources

Le poste de la Montagne des Sources existe depuis 1990. C'est une station automatique située à 780 mètres d'altitude, au sommet d'une montagne bien exposée aux vents, aux confluent des bassins versants de la Rivière Blanche (à l'est), de la Coulée (au sud) et de la Dumbéa (à l'ouest). Son climat est bien représentatif des massifs montagneux de cette région avec des quantités de pluie annuelles comprises entre 2500 mm et 4000 mm selon les années et une moyenne annuelle qui peut être estimée aux alentours de 3000 mm sur la période 1990-2003. Dans le même temps, la DAVAR a entretenu une station automatique à 600 mètres de distance de notre poste et une centaine de mètres d'altitude en moins, de mai 1988 à novembre 1993. On notera que ce poste, mieux abrité, a enregistré des précipitations plus fortes que le poste de Météo-France pendant la période de mesure commune.

Pour l'analyse des intensités de précipitations, nous avons utilisé les deux échantillons en utilisant le poste de la DAVAR de janvier 1989 à décembre 1992 et notre poste de janvier 1993 à décembre 2003, soit 15 ans de données, mais avec 10% de données manquantes.

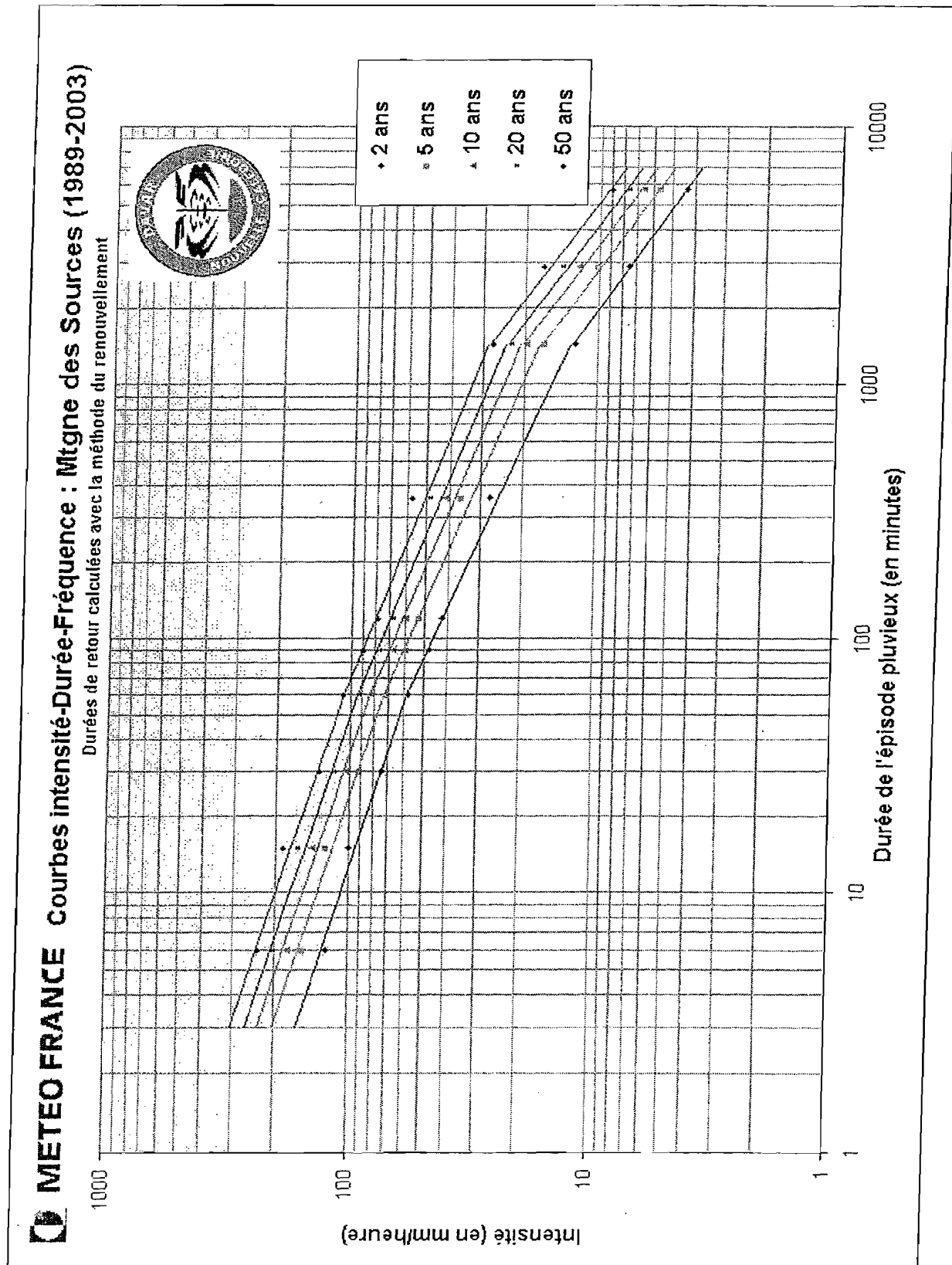
3.2 Les résultats

Quantités maximales de précipitations (en mm) à Mgne des Sources											
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement									Période 1989-2003		
	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		
Durée (en min)		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	Max
6	13,5	10,0	12,4	15,4	17,8	20,1	23,2	25,5	3,35	10,0	21,1
15	13,5	20,5	25,1	31,1	35,6	40,2	46,2	50,8	6,58	20,5	43,3
30	13,5	30,6	37,0	45,5	51,9	58,3	66,7	73,1	9,23	30,6	74,6
60	13,5	47,4	57,8	71,6	82,0	92,5	106,3	116,7	15,06	47,4	116,9
90	13,5	58,4	71,5	89,0	102,1	115,3	132,7	145,9	19,01	58,4	144,0
120	13,5	70,0	85,3	105,5	120,8	136,1	156,4	171,6	22,07	70,0	189,9
180											
360	13,5	124,9	163,2	213,8	252,1	290,3	340,9	379,2	55,22	124,9	361,3
720											
1440	13,5	226,0	299,7	397,0	470,7	544,4	641,8	715,4	106,28	226,0	604,0
2880	13,5	264,4	361,1	488,9	585,6	682,3	810,2	906,9	139,51	264,4	625,5
4320											
5760	13,5	323,0	416,3	539,7	633,0	726,3	849,7	943,1	134,65	323,0	721,9

Tableau 3.1 : Durées de retour à la Montagne des Sources (toutes les valeurs utilisées)

Nous avons utilisé la méthode du Renouvellement, mais nous avons rencontré des difficultés avec les ajustements, car l'épisode du 7 avril 1992 s'écarte de façon remarquable des autres valeurs de l'échantillon. C'est pourquoi deux tableaux de résultats seront

Annexe 1 : IDF de la Montagne des Sources (avec toutes les valeurs)



ANNEXE 3

DUREE DE RETOUR DES PRECIPITATIONS A NOUMEA (SOURCE METEO FRANCE)

Quantités maximales de précipitations (en mm) à NOUMEA											
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement									Période 1961-2003		
Durée (en min)	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		Max
		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	
6	43,0	8,7	10,9	13,7	15,9	18,0	20,9	23,0	3,11	8,7	18,7
15	43,0	15,9	19,0	23,2	26,4	29,6	33,8	36,9	4,58	15,9	31,6
30	43,0	22,4	28,1	35,6	41,2	46,9	54,4	60,0	8,17	22,4	56,8
60	43,0	30,5	39,0	50,1	58,6	67,0	78,2	86,6	12,18	30,5	83,0
90	43,0	35,5	45,9	59,6	70,0	80,4	94,1	104,5	14,98	35,5	98,0
120	43,0	42,0	53,7	69,1	80,7	92,4	107,8	119,5	16,82	42,0	111,5
180	43,0	46,0	59,8	78,2	92,1	106,0	124,3	138,2	20,03	46,0	118,0
360	43,0	62,2	83,6	111,9	133,3	154,7	183,0	204,4	30,88	62,2	191,5
720	43,0	82,0	110,9	149,0	177,9	206,8	244,9	273,8	41,65	82,0	260,0
1440	43,0	98,3	134,2	181,8	217,8	253,8	301,4	337,4	51,92	98,3	268,0
2880	43,0	114,1	154,0	206,6	246,5	286,3	339,0	378,8	57,48	114,1	270,4
4320	43,0	121,5	163,5	219,0	261,0	303,0	358,5	400,5	60,57	121,5	279,6
5760	43,0	126,1	167,8	223,0	264,7	306,4	361,6	403,3	60,21	126,1	289,7

Tableau 3.2 : Durées de retour à Nouméa

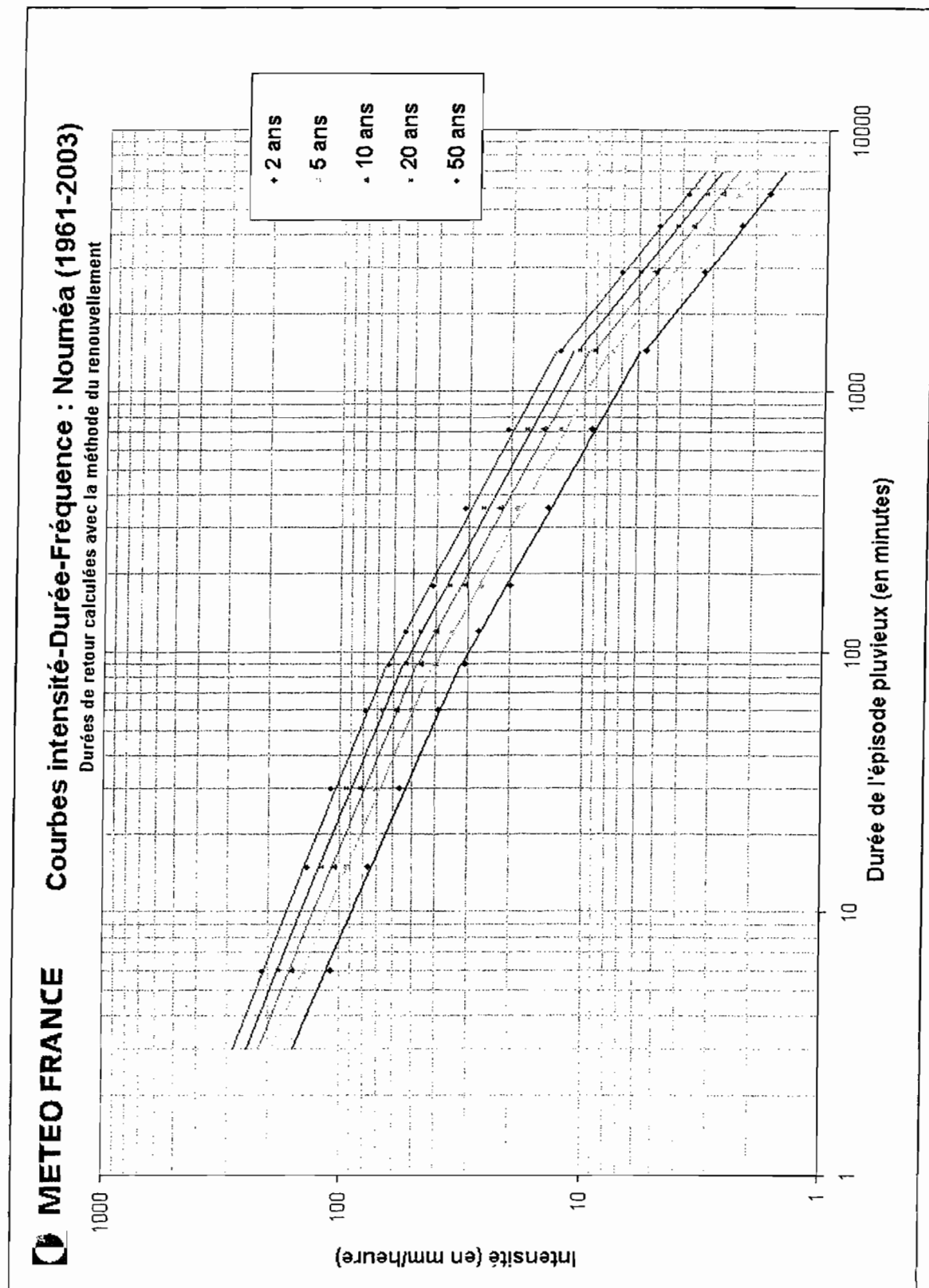
Notons que les maximums observés n'augmentent que très faiblement à partir de 12 heures (720 minutes) : de 260 mm pour 12 heures à 290 mm pour 4 jours.

Les IDF réalisées à partir des durées de retour (par exemple le **Tableau 3.2**) sont en annexe à la fin du document, de même que les graphiques des paramètres d'ajustement sur lesquels figurent les paramètres GD(d) et Po(d) (**Tableau 3.2**) ainsi que les droites d'ajustements qui se trouvent synthétisés dans le **Tableau 3.3**.

Paramètres d'ajustement à NOUMEA						
tels que $GD(d)=Ad^B$ et $Po(d)=Ad^B$						
	6 min =< d =< 90 min		90 min =< d =< 1440 min		1440 min =< d =< 5760 min	
	A	B	A	B	A	B
GD(d)	0,998	0,604	1,819	0,469	22,797	0,115
Po(d)	3,685	0,516	6,917	0,370	26,431	0,182
tels que $l(d,T)=Ad^B$ avec $l(d,T)$ en mm/heure						
	6 min =< d =< 90 min		90 min =< d =< 1440 min		1440 min =< d =< 5760 min	
T	A	B	A	B	A	B
2 ans	261,2	-0,466	478,0	-0,606	2459,6	-0,836
5 ans	315,0	-0,452	569,2	-0,588	3654,3	-0,848
10 ans	355,9	-0,444	640,9	-0,579	4573,3	-0,854
20 ans	397,0	-0,438	713,7	-0,572	5499,8	-0,859
50 ans	451,5	-0,432	810,9	-0,566	6732,0	-0,863
100 ans	492,8	-0,429	885,1	-0,563	7667,7	-0,865

Tableau 3.3 : Paramètres d'ajustement à Nouméa (1961-2003)

Annexe 1 : IDF de Nouméa



ANNEXE 4

DUREE DE RETOUR DES PRECIPITATIONS AUX POSTES DE NAMIE (SOURCE DAVAR)

5705605100_NAMIE_1 (Cumul en 1/10mm)

Durée (mn)	Période de Retour T (année)						Paramètres de Gumbel		Observations		
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0	Max	Durée (ans)
6	102	111	139	158	175	198	216	25	102	179	6.59
15	198	219	284	327	368	422	462	57	198	414	6.59
30	304	340	450	522	592	682	750	97	304	745	6.59
60	444	501	675	791	902	1045	1153	154	444	1271	6.59
90	549	623	849	1000	1144	1330	1470	200	549	1657	6.59
120	618	701	957	1126	1289	1499	1657	226	618	1843	6.59
360	960	1096	1516	1794	2061	2406	2665	371	960	2861	6.59
1440	1283	1444	1941	2271	2587	2995	3302	439	1283	3019	6.59
2880	1424	1593	2117	2464	2797	3228	3551	462	1424	3040	6.59
5760	1557	1736	2291	2658	3010	3466	3807	489	1557	3085	6.59

5705605300_NAMIE_3 (Cumul en 1/10mm)

Durée (mn)	Période de Retour T (année)						Paramètres de Gumbel			Observations	
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0	Max	Durée (ans)
6	105	114	141	160	177	200	217	24	105	185	7.26
15	212	234	302	347	390	445	487	60	212	385	7.26
30	325	361	473	546	617	708	777	98	325	623	7.26
60	472	528	700	814	924	1065	1172	152	472	984	7.26
90	567	634	841	978	1109	1279	1407	183	567	1230	7.26
120	626	696	915	1060	1199	1379	1514	193	626	1367	7.26
360	951	1054	1372	1583	1785	2047	2243	281	951	2142	7.26
1440	1425	1571	2021	2319	2604	2974	3252	397	1425	2351	7.26
2880	1685	1860	2400	2758	3102	3546	3879	477	1685	2508	7.26
5760	1967	2178	2830	3262	3676	4212	4614	575	1967	3030	7.26

Le cumul pluviométrique (en 1/10^{ème} mm) sur la durée d correspondant à la période de retour T, se détermine suivant l'expression :

$$P(d,T) = - Gd(d) \ln [-\ln(1-1/T)] + Po(d)$$

$$P(d,T) / Gd(d) \ln [T] + Po(d)$$

P(d,T) = Cumul pluviométrique sur d mn correspondant à la période de retour T (1/10 mm)

Gd(d) = Gradex des précipitations sur la durée d (1/10 mm)

Po (d) = Paramètre de position sur la durée d (1/10 mm)

T = Période de retour (ans)

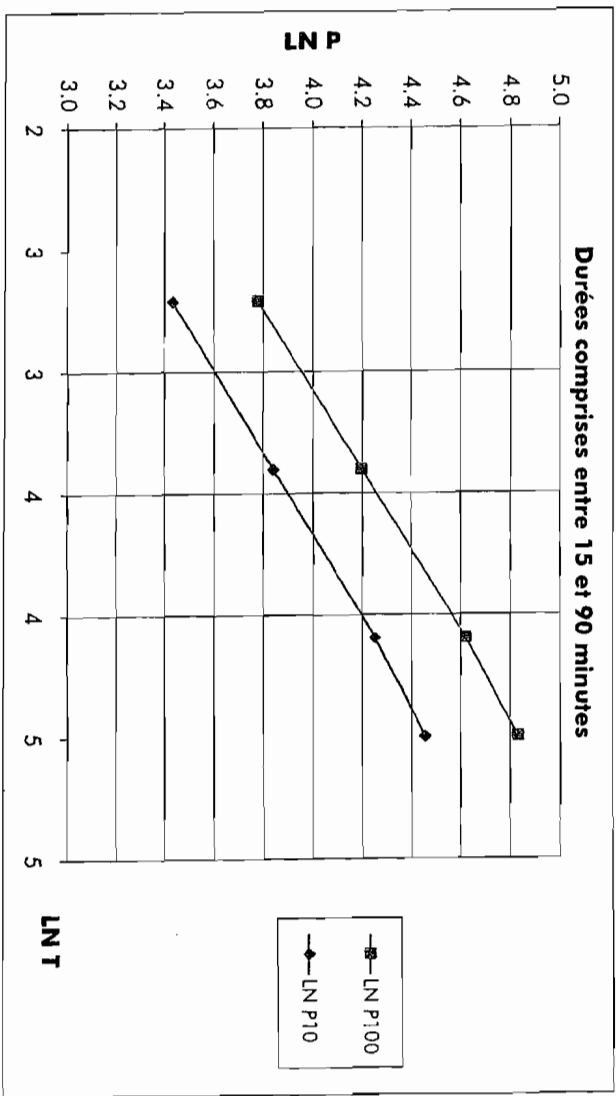
ANNEXE 5

DETERMINATION DES COEFFICIENTS a ET b DE MONTANA AU DROIT DE LA ZONE D'ETUDE

Durée T(min)	ln T	T=10 ans P10 (mm)	LN P10	T=100 ans P100 (mm)	LN P100
15	2.71	31.00	3.43	43.85	3.78
30	3.40	46.55	3.84	66.55	4.20
60	4.09	70.30	4.25	101.65	4.62
90	4.50	86.05	4.45	125.20	4.83
120	4.79	100.75	4.61	145.55	4.98
360	5.89	192.70	5.26	291.80	5.68
1440	7.27	344.25	5.84	526.40	6.27

DUREE 15 MIN - 90 MIN

$\alpha_{100} = 6.577$
 $\alpha_{100} = 8.912$
 $b_{10} = 0.425$
 $b_{100} = 0.410$



ANNEXE 6

DESCRIPTIF DE LA METHODE DE BRADLEY

**Note concernant la
méthode du Bridge Waterways,
ou méthode de Bradley ⁽¹⁾**

(1) : Hydraulics of Bridge Waterways
US Department of Transportation (1978)

1 - OBJECTIF DE LA METHODE

La mise en place d'un remblai insubmersible en travers du champ d'inondation d'une rivière se traduit par une interception des débits empruntant le lit majeur, qui de ce fait se trouvent détournés vers le lit mineur. Cette interception se traduit par une concentration des écoulements engendrant une perte de charge matérialisée par un exhaussement de la ligne d'eau.

De même, un ouvrage de franchissement présentant des appuis en lit mineur crée une perte de charge supplémentaire à la fois par réduction de la section d'écoulement et par effet des piles.

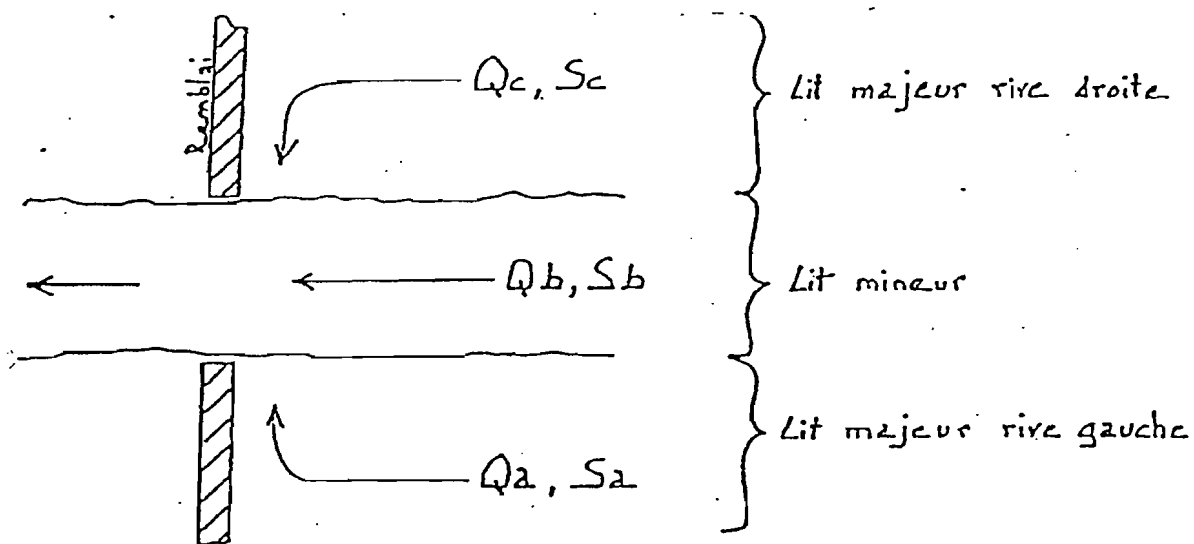
La méthode de Bradley permet d'estimer la perte de charge totale d'un ouvrage de franchissement lors de crues débordantes, ou non en intégrant toutes les caractéristiques éventuelles de l'ouvrage :

- dimensions du pont,
- géométrie, forme et position des appuis,
- excentricité dans le lit majeur,
- biais par rapport à la direction d'écoulement de la rivière,
- forme des entonnements,
- présence de zones de surverse par dessus les voies d'accès,
- caractéristiques géométriques, d'état de surface et d'enfoncement d'ouvrages de décharge.

La perte de charge totale est calculée comme la somme des pertes de charge associées à ces différents éléments.

2 - PRINCIPE DE LA METHODE

L'un des éléments déterminants dans le calcul de cet exhaussement est le rapport (Q_b/Q) du débit Q_b passant sous le pont avant construction du remblai au débit Q total de l'écoulement de la vallée : il est un indicateur de l'importance des courants "détournés" par le remblai du lit majeur vers le lit mineur, détournement à l'origine de la surélévation de niveau.



Cet exhaussement est d'autant plus important que le rapport $M = Q_b/Q$ entre le débit passant par le lit mineur dans la situation naturelle au débit total de la rivière (lit mineur + lit majeur) est faible. Cette valeur de l'exhaussement H_1 est fonction de la répartition des débits dans la section de la vallée, comme nous venons de l'exposer, mais également de l'effet des piles du pont (nombre, épaisseur, forme), de l'excentricité du lit mineur et de l'angle du remblai avec la vallée.

La démarche utilisée pour le calcul de H_1 est fondée sur l'application d'une méthode expérimentale qui exprime la valeur de la surélévation H sous la forme suivante :

$$H = \underbrace{K \cdot \alpha_2 \cdot \frac{V_{n2}^2}{2g}}_{H_1} + \underbrace{\alpha_1 \left[\left(\frac{A_{n2}^2}{A_4} \right)^2 - \left(\frac{A_{n2}^2}{A_1} \right)^2 \right] \frac{V_{n2}^2}{2g}}_{H_2}$$

où :

K : Coefficient de surélévation dépendant de la répartition de débit dans la section d'écoulement, de l'effet des piles, de l'excentricité des courants du lit mineur dans la vallée, de l'angulation du remblai.

Ce coefficient K est donc la somme de 3 coefficients : K_b représentatif de la répartition des débits donc fonction de M , K_p représentatif de l'effet des piles et K_e représentatif de l'effet de l'excentricité, l'effet de l'angulation étant négligeable. Donc :

$$K = K_b + K_p + K_e$$

α_1 et α_2 : Coefficients d'énergie cinétique

V_{n2} : Vitesse sous le pont (Q_{total}/A_{n2})

A_{n2} : Section sous le pont

A_4 : Section en amont du pont avant surélévation de la ligne d'eau

A_1 : Section en amont du pont incluant la surélévation amont

Dans cette formulation, le second terme est un terme correctif qui traduit la différence d'énergie cinétique entre l'amont et l'aval, le terme H_1 étant le terme principal de l'évaluation. Les valeurs de K , α_1 et α_2 sont obtenues à partir d'abaques.

L'effet de contraction ne sera pas le même d'une crue à l'autre puisque le rapport M varie.

SOGREAH a complété cette méthode en intégrant les pertes de charge liées aux surverses (loi de déversement par seuil en régime noyé ou dénoyé) et aux ouvrages de décharge (réduction de section mouillée, avec reconcentration de débit, perte de charge par frottement à l'entonnement et sous l'ouvrage, et perte de charge par divergence au débouché de l'ouvrage).

3 - VALIDATION DE LA METHODE

La méthode de Bradley a évolué au cours des années 1970 à 1978, en fonction des résultats d'essais de validation. Cette validation a été effectuée à la fois à partir d'essais

sur modèles réduits physiques et de mesures en vraie grandeur sur des ouvrages existants.

SOGREAH a également contribué à cette validation sur modèles réduits.