Hydrex

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

Nouméa, le 30 Juin 1997

TERRITOIRE DE NOUVELLE CALEDONIE

DIRECTION DE L'AVIATION CIVILE

AEROPORT DE LA TONTOUTA

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE DANS L'ENCEINTE DE L'AEROPORT DE LA TONTOUTA

HYDREX
Etudes et travaux d'hydraulique

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'ETUDE 1

2. HYDROLOGIE 2

2.1 Introduction 2

2.2 Régime hydrologique de la Tontouta 5

2.3 Régimes hydrologiques de la Kouembélia et de la Pébo 11

3. MODELISATIONS 19

3.1 Introduction 19

3.2 Observations sur les crues 20

3.3 Influence de la marée 23

3.4 Modèle Tambéo 23

3.5 Modèle Kouembélia 27

3.6 Modèle Pébo 28

4. DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE 29

4.1 Calcul des hauteurs d'eau 29

4.2 Délimitation de la zone inondable 35

4.3 Vitesses d'écoulement 36

4.4 Remarque 36

5. AMENAGEMENTS ENVISAGEABLES 37

Equipement hydrométrique 37

Déversement de la Tontouta dans la Tambéo 38

Déversement de la Tambéo vers la piste 39

Déversoir et clapet sur la Tambéo 40

Clôtures 40

Protection de la piste contre les déversements 40

Petits aménagements dans la zone inondable 41

1. OBJET DE L'ETUDE

L'aéroport de la Tontouta est régulièrement soumis à des inondations lors du passage de dépressions ou de cyclones tropicaux.

La Direction de l'Aviation Civile (D.A.C.) nous a chargés de dresser la carte de la zone inondable dans l'enceinte de l'aéroport.

La présente étude délimite cette zone inondable avec la précision que permettent les données hydro-pluviométriques et topographiques actuellement disponibles.

Les hauteurs d'eau engendrées par des crues de périodes de retour 2, 5, 10, 20 et 50 ans sont fournies ainsi que des indications sur les vitesses d'écoulement. Les données hydrométriques se sont avérées insuffisantes pour déterminer la crue centennale.

La zone inondable ne concerne que les rivières, plus ou moins importantes, qui traversent l'aéroport, c'est à dire la Tambéo, la Kouembélia et la Pébo. Les débordements de réseaux qui drainent des bassins versants de très petite taille relèvent de l'assainissement, ces débordements ne sont pas quantifiés.

2. HYDROLOGIE

2.1 Introduction

L'aéroport de La Tontouta est dans la zone d'influence de trois creeks principaux. Le réseau hydrographique de ces rivières est indiqué sur le plan au 1/25000ème joint page suivante. Ce même plan expose les limites des bassins versants, approximativement au droit de la RT1.

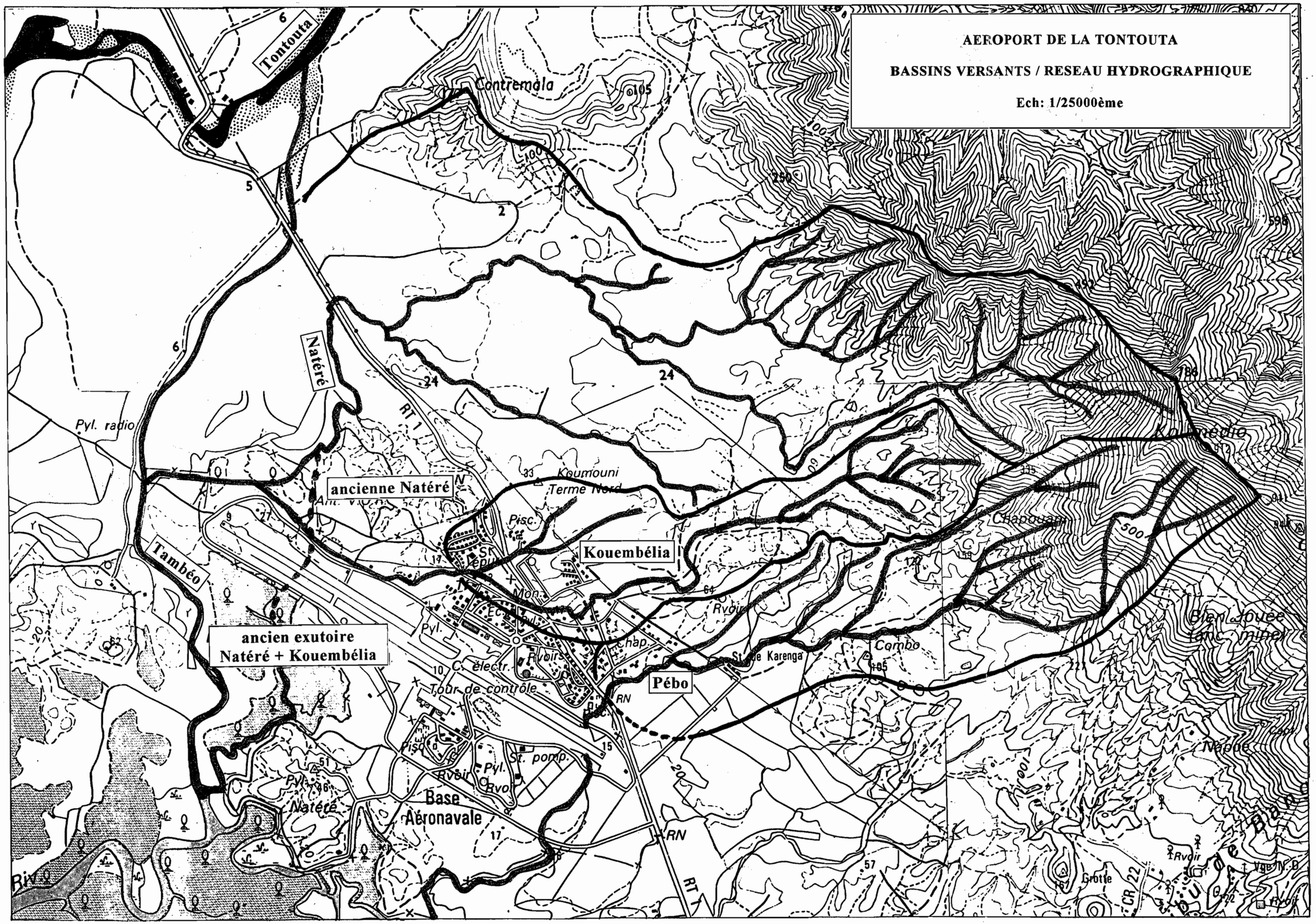
Le creek Pébo, le plus sud, traverse la piste d'atterrissage par un ouvrage cadre.

Le creek Kouembélia, intermédiaire, a été dévié de son lit d'origine, qui passait sous la piste d'envol, pour être renvoyé vers le creek Tambéo.

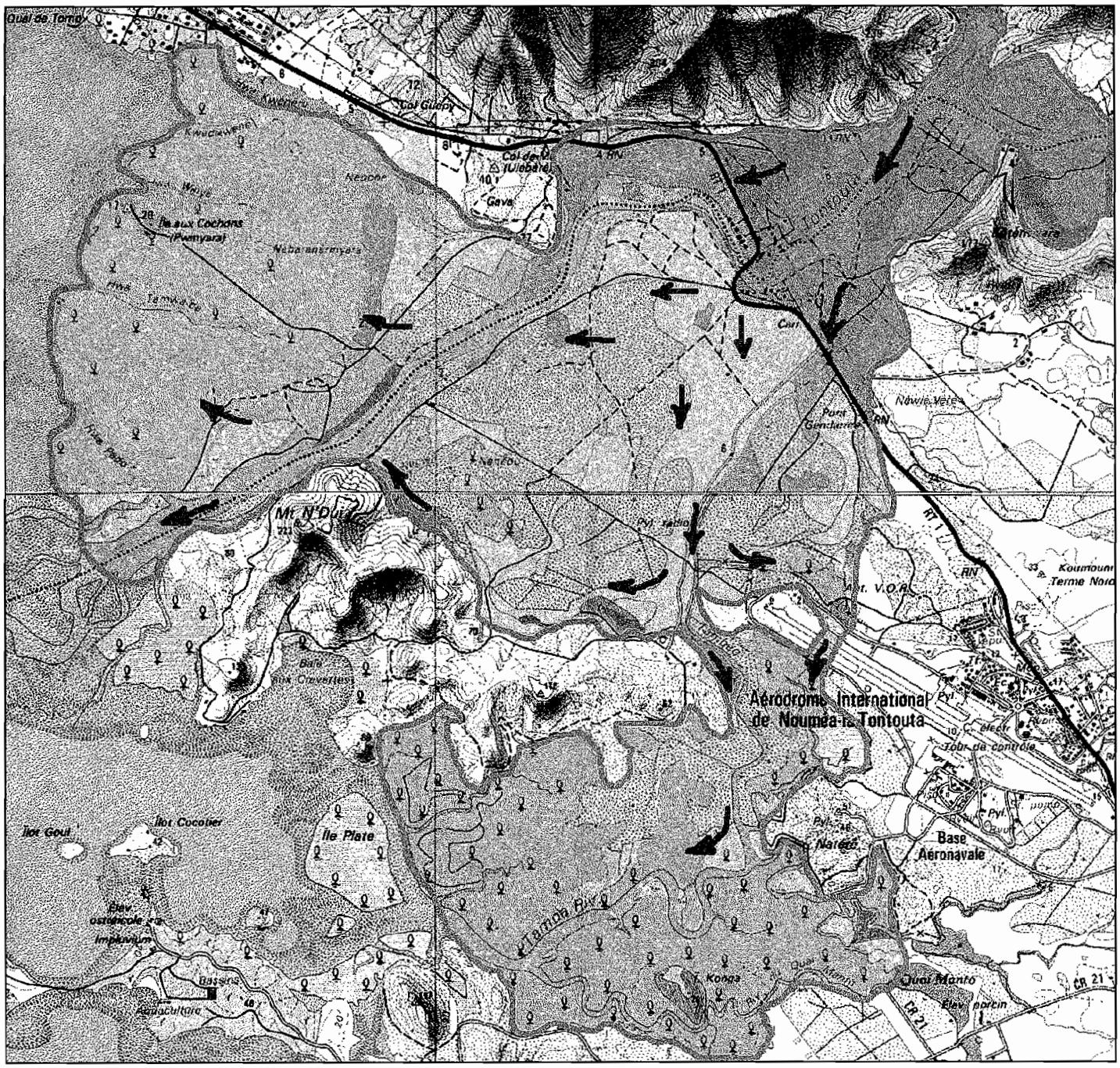
Le creek Tambéo, le plus nord, a également récupéré, artificiellement, par le « chenal Natéré », les eaux du creek Natéré. Il semble qu'à l'origine, le creek Natéré rejoignait le creek Kouembélia, dont il partageait l'exutoire mais il est malgré tout probable qu'en crue, le Natéré débordait déjà dans le Tambéo.

Ces travaux de dérivations datent de l'extension de la piste de l'aéroport. La D.A.C. dispose de l'étude SOLFOR (dossier 1256-Sept.65 « allongement de la piste de Tontouta à 3000m ») qui décrit en détail ces aménagements.

On peut signaler que, pour éviter les remontées d'eaux salées dans le nouvel exutoire de la Kouembélia et du Natéré, il avait été réalisé, à la même époque, sur la Tambéo, un seuil déversoir et un ouvrage à clapet. Ces ouvrages sont actuellement détruits.


AEROPORT DE LA TONTOUTA
BASSINS VERSANTS / RESEAU HYDROGRAPHIQUE
Ech: 1/25000ème
Tontouta
Contremala
Natéré
Pyl. radio
ancienne Natéré
Koumouni
Terme Nord
Kouembélia
Tambéo
ancien exutoire
Natéré + Kouembélia
Pébo
Chapouani
Combo
Bien Jouée
Base
Aéronavale
Grotte
RN
RT 1
CR 22

La rivière Tambéo constitue un cas très particulier dans ce réseau hydrographique. Les commentaires qui suivent sont illustrés par l'extrait de plan au 1/50000ème ci-dessous.



Le bassin versant de la Tambéo est de taille insignifiante par rapport à la section d'écoulement de son lit mineur. Il est évident que cette rivière est alimentée par la Tontouta elle-même, dont le bassin versant est beaucoup plus important, tout au moins en crue. Actuellement, elle reçoit en permanence un débit prélevé dans la Tontouta.

Cela n'a pas toujours été le cas, notamment du fait de l'évolution du lit de la Tontouta au fur et à mesure de l'exploitation de la carrière d'agrégats qui se situe à l'endroit où la Tontouta alimente la Tambéo. Lors des crues cependant, il importe peu que l'alimentation de basses eaux de la Tambéo soit ou non opérationnelle: dans tous les cas la Tontouta déverse alors dans la Tambéo, qui lui sert d'exutoire secondaire, ce qui explique l'importance de son lit mineur.

La plaine de la Tontouta ayant été équipée d'échelles de crues depuis 1990 (et des laisses de crues ayant pu être relevées lors de la crue liée au cyclone Anne, en 1988), il est possible de décrire plus en détail les circulations d'eau dans le champ d'inondation de la Tontouta en crue.

Le plan de la page précédente indique d'une part la « zone inondée » lors des plus fortes crues de la Tontouta et d'autre part les principales directions des écoulements (Il importe de préciser que la « zone inondée » n'est qu'une grossière délimitation dont le seul but est d'exposer les directions d'écoulements. Il ne s'agit en aucun cas d'une délimitation de zone inondable).

On peut constater qu'une part importante du débit de la Tontouta est dirigée vers la Tambéo, que ce soit directement, au droit du lit mineur et de ses environs immédiats, ou indirectement, du fait de l'écoulement transversal depuis le milieu du lit majeur vers la Tambéo, en aval de la RT1. Cette reprise de l'écoulement du lit majeur est d'autant plus importante que la crue est plus forte, car dans ces conditions, la Tontouta franchit la RT1 sur toute sa longueur alors que dans le cas des crues plus modestes, la surélévation de la RT1 aux abords du pont de la Tontouta limite, voire empêche, les déversements dans cette zone.

On constate également qu'après avoir récupéré une partie du débit du lit majeur, la Tambéo, qui vient buter contre un resserrement naturel de son lit majeur, en restitue une partie à la Tontouta par l'intermédiaire du creek Négwé. Par contre, pour les crues les plus importantes, l'exutoire de la Tambéo est renforcé par un nouvel exutoire constitué du déversement sur la piste elle-même.

Il est donc clair que la rivière Tontouta joue un rôle prépondérant dans le régime des inondations de l'aéroport puisqu'elle inonde directement la piste et impose également un niveau aval élevé aux écoulements de la Kouembélia, ceux de la Pébo demeurant, par contre, indépendants.

Par conséquent, nous allons en premier lieu étudier le régime hydrologique de la Tontouta et tenter de déterminer ensuite la part de débit déversé par la Tontouta dans la Tambéo en fonction de l'importance des crues avant de nous intéresser aux deux petits bassins de la Pébo et de la Kouembélia.

2.2 Régime hydrologique de la Tontouta

La rivière Tontouta à été équipée successivement de deux stations de mesure de hauteurs d'eau. La première, limnimétrique (lecture directe de la hauteur d'eau par un

opérateur, cinq fois par semaine) a fonctionné du 01/06/1954 au 28/02/1963. La seconde, limnigraphique (appareil enregistrant automatiquement les hauteurs d'eau en permanence) a été installée le 08/11/1968 et fonctionne encore aujourd'hui. Elle est dénommée « Tontouta à la mine Liliane » et elle est gérée par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'Aménagement - Section Hydrologie.

Ces deux stations ont été implantées à quelques dizaines de mètres l'une de l'autre, à 900 m environ en aval de la confluence de la Tontouta avec la Koéalagoguamba. Leur proximité permet de leur affecter une même superficie de bassin versant, et par conséquent de réunir directement les deux séries d'observations en une seule, de durée ainsi suffisamment importante pour permettre des traitements statistiques.

Les chroniques de hauteurs d'eau accumulées sur la station doivent être converties en débits pour pouvoir être exploitées. La station a fait l'objet d'un étalonnage très satisfaisant, notamment en raison de l'installation, pendant quelques mois, d'un « téléphérique » qui a permis de mesurer correctement les débits associés à certaines hauteurs d'eau.

Le bassin versant délimité par la station limnigraphique est de 380 km2, ce qui en fait l'un des plus importants de Nouvelle Calédonie.

La Tontouta prend sa source au Mont Humbold, qui culmine à 1618 mètres. Son bassin versant apparaît comme relativement compact. L'orientation et l'allongement du cours des affluents conduit à supposer une forte concomitance des crues de chaque sous-bassin au droit de la station de mesure.

Ce bassin versant présente une faible capacité d'interception (capacité à neutraliser une partie de la pluviométrie par stockage provisoire et évaporation). Cette interception peut provenir soit d'une morphologie particulière (dolines, marécages, etc.), soit du couvert végétal qui retient une partie de la pluie dans son feuillage. Sur le bassin versant de la Tontouta, cette capacité d'interception est faible en raison d'une morphologie non favorable et d'une végétation peu dense. En effet, la quasi-totalité du bassin est recouverte de « maquis minier », ou plus précisément maquis serpentineux.

Les capacités d'infiltration (à travers le sol superficiel) et d'emmagasinement (c'est à dire de stockage au sein du massif) sont bonnes. Le bassin versant est en effet constitué en totalité de péridotites (harzburgites) plus ou moins altérées. Ces roches présentent la particularité d'être très fracturées. Leur altération de surface et/ou les latérites sont très perméables, ce qui facilite l'alimentation des nappes.

Ce bassin versant a fait et fait encore l'objet d'exploitations minières à ciel ouvert, qui influencent son régime de transports solides.

Le tableau qui suit indique les maxima instantanés annuels extraits des années hydrologiques exprimées en termes de crues (qui courent du 31/10 de l'année N au 01/11 de l'année N+1 afin d'utiliser une période sèche comme charnière). Il contient également

également les cotes, exprimées dans des référentiels différents en fonction des changements de 0 sonde au cours de l'existence de la station. Les « notes » justifient certaines valeurs lorsqu'elles ont dû faire l'objet d'une recherche particulière.

Année hydro du 1/11/N au 31/10/N+1	Date	Heure	Cyclone	Hauteur m	Débit max. m3/s	Note
1954-55	04/03/55	12H00		6.48	2670	1
1955-56	28/12/55	08H00		4.40	1165	2
1956-57				lacune		
1957-58				lacune		
1958-59	18/01/59	12H00	Béatrice	6.20	2425	3
1959-60	15/07/60	15H00		1.61	124	4
1960-61				lacune		
1961-62	10/01/62	15H00		2.42	307	5
1962-63				lacune		
1963-64				lacune		
1964-65				lacune		
1965-66				lacune		
1966-67				lacune		
1967-68			Brenda	lacune		
1968-69	02/02/69	04H30	Colleen	4.26	1079	6
1969-70	03/01/70	10H00		1.07	60.4	
1970-71	02/01/71	11H30		4.82	1420	
1971-72	06/02/72	23H40		4.74	1370	
1972-73	08/07/73	04H20		2.06	216	
1973-74	04/02/74	08H45	Pam	6.70	2860	7
1974-75	08/03/75	04H00	Alison	8.10	4230	8
1975-76	17/01/76	13H20	David	5.40	1810	
1976-77	25/01/77	06H00		1.89	185	
1977-78	06/01/78	23H00	Bob	4.16	1020	
1978-79	05/02/79	16H30		2.12	235	
1979-80	13/03/80	12H45		3.44	660	
1980-81	12/02/81	23H45	Cliff	6.34	2545	
1981-82	24/12/81	22H00	Gyan	7.81	3940	9
1982-83	16/03/83	19H43		1.16	65.6	10
1983-84	31/10/84	20H54		3.50	685	11
1984-85	01/11/84	00H33		2.82	425	
1985-86	20/05/86	22H28		2.42	312.5	
1986-87	17/12/86	11H39		3.44	660	

Année hydro du 1/11/N au 31/10/N+1	Date	Heure	Cyclone	Hauteur m	Débit max. m3/s	Note
1987-88	13/01/88	??H??	Anne	10.06	6300	12
1988-89	21/01/89	16H30		5.08	940	
1989-90	23/01/90	09H50	Dépr.	5.44	1150	
1990-91	08/11/90	14H35		3.24	248	13
1991-92	08/04/92	01H57	Esau	6.77	2020	
1992-93	14/03/93	14H19		2.95	182	14
1993-94	27/02/94	13H10		5.31	1065	15
1994-95					lacune	
1995-96	27/03/96	19H36	Beti	9.14	4210	

(1) à (5) : Cotes maximales relevées, vraisemblablement sur le terrain par enquête : dans le fichier des cotes, ces valeurs sont entourées de lacunes qui correspondent manifestement à des crues. Les débits (1), (2) et (3) sont élevés en comparaison avec les autres maximums de la station, ils sont certainement les maximums de l'année correspondante. (3) est le maximum atteint pendant le cyclone BEATRICE. En revanche, les débits (4) et (5) sont plus faibles. Il n'est pas certain qu'ils soient les maximums absolus de l'année et il est possible qu'une crue plus importante soit en lacune dans le fichier.

(6) : Lacune du 09 au 18-03-1969 levée : l'événement hydrologique majeur de l'année 1968/69 est le passage du cyclone COLLEEN en février 1969, qui n'est pas en lacune sur cette station. Le maximum n'a donc sans doute pas eu lieu pendant la période en lacune, ce qui est confirmé sur les stations voisines (LaFoa et Dumbéa).

(7) : Le cyclone PAM (4 et 5 février 1974) est en lacune à partir du 5 février à 09h11 sur la station. Mais un maximum a été atteint avant la lacune : le 4 février à 8h45. Sachant qu'à la station voisine LaFoa, le maximum a lui aussi été atteint avant la lacune (le 4 février à 14h45), on retiendra ce maximum comme maximum absolu.

(8) : Le cyclone ALISON (mars 1975) est en lacune sur la station. Une cote maximale (810cm) a cependant été relevée au droit du limni, à partir de délaissés de crue peu visibles. Cette cote qualifiée de "peu précise" permet cependant le calcul du débit maxi par la courbe d'étalonnage.

(9) : Idem : le cyclone GYAN (décembre 1981) est en lacune sur la station, mais on dispose de la cote maximale atteinte lors de la crue (781cm) au limni (et 845 cm 190ml en amont)

(10) et (11) : Lacune du 28-10 au 02-11-1983 levée : L'examen des débits de la station voisine LaFoa montre qu'il n'y a pas eu de débits extrêmes pendant ces quatre jours de lacune. La station voisine Dumbéa Nord est en lacune à partir du 24-10, et présente une augmentation des débits juste avant la lacune. L'observation des cotes à Liliane montre que le niveau de l'eau a augmenté du 20 au 25-10, puis a amorcé une diminution avant la lacune. L'examen des pluies montre qu'il n'y a pas plu à Liliane du 27 au 31-10, les pluies étant ensuite en lacune. A la Mine Canon, il a plu 34,3 et 66,5 mm les 24 et 25-10, puis 0 mm du 27-10 au 03-11. A LaFoa, il a plu 24,2, 22,7 et 1 mm les 24, 25 et 26-10, puis 0 mm du 27-10 au 03-11. On peut en conclure que les maximums des années hydrologiques 1982/83 et 1983/84 n'ont donc certainement pas eu lieu dans la période de lacune à Liliane (28-10 au 02-11-1983).

(12) : Cote maximale et débit récupérés dans le dossier station: relevé de délaissés de crue à la station (1006cm=27,354NGNC). les 10 et 11/03/88. A l'échelle TP, amont puisque seule réinstallée, cote 1165cm (=28,94NGNC).

(13) : Les débits sont en lacune du 01 au 14-12-1990 : l'examen de la station voisine LaFoa montre que les 4 débits les plus importants de l'année hydrologique 90/91 n'ont pas eu lieu pendant

cette période de lacune : 57,8 m3/s le 08-11-1990, 148 m3/s le 14-02-1991, 269 m3/s le 07-03-1991, 98,3 m3/s le 17-05-1991. Il est donc raisonnable de penser qu'il en est de même à Liliane (la station voisine Dumbéa est en lacune, les cotes et les pluies également).

(14) : L'année hydrologique 1992-93 est en lacune à partir du 03-09-1993 (et jusqu'au 31-10-1993). Or, sur les stations voisines (LaFoa et Dumbéa), les 3 maximums de l'année ont eu lieu en dehors de cette période de lacune : 42,6 m3/s le 27-02-1993, 145 m3/s le 22-03-1993 et 10,7 m3/s le 29-07-1993 à LaFoa ; 76 m3/s le 14-03-1993, 18,5 m3/s le 01-04-1993 et 75 m3/s le 29-07-1993 à Dumbéa Nord. On peut donc raisonnablement penser qu'il en est de même pour Liliane et lever la lacune.

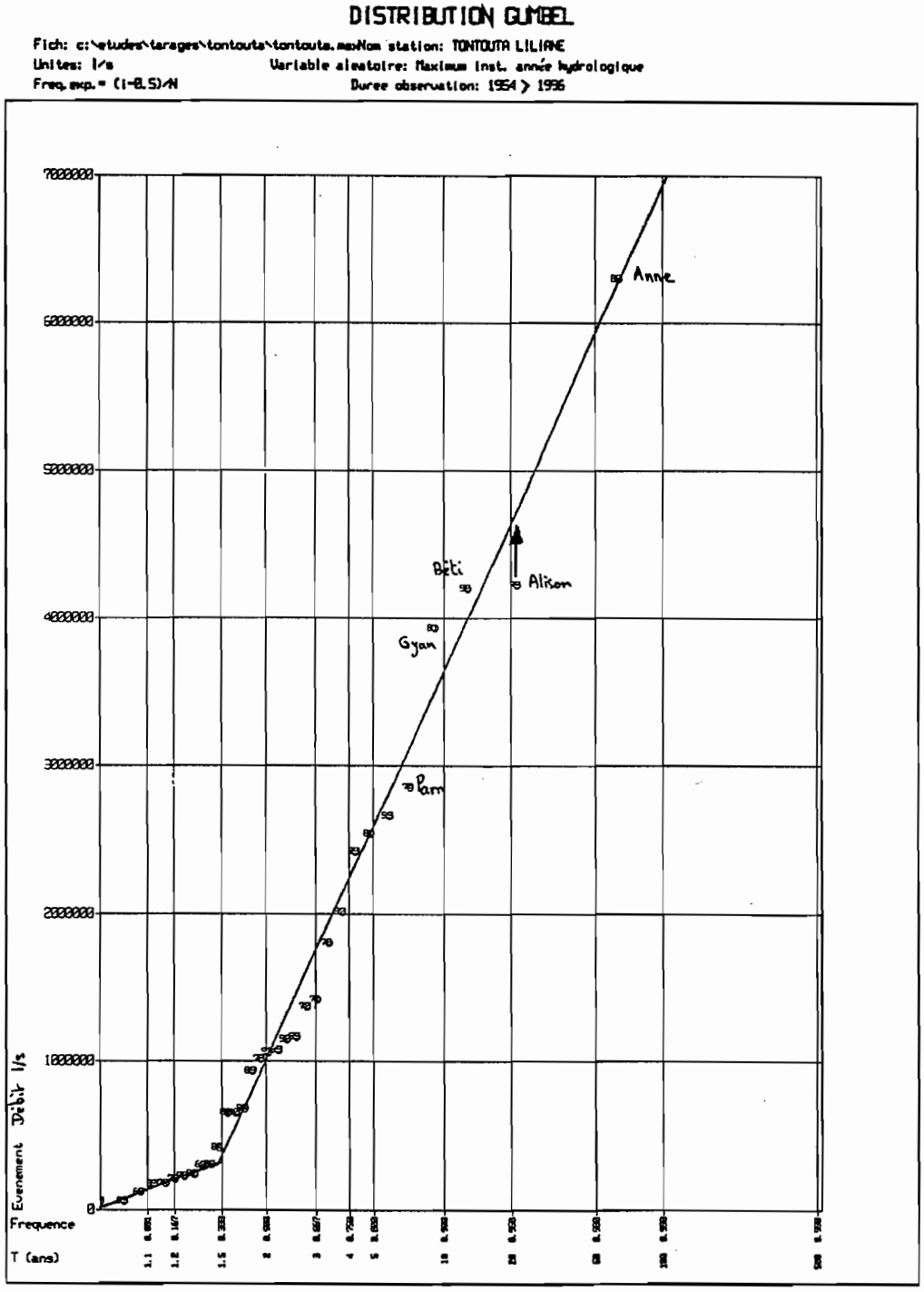
(15) : Idem : l'année hydrologique 1993-94 est en lacune à partir du 20-07-1994 (et jusqu'au 31-10-1994). Sur la station voisine LaFoa, les 3 maximums de l'année n'ont pas eu lieu dans cette période : 163 m3/s le 06-01-1994, 291 m3/s le 27-02-1994, et 49,6 m3/s le 12-03-1994. A la station Dumbéa Nord, les débits sont en lacune à partir du 12-03-1994. On y retrouve néanmoins les deux mêmes premiers maximums qu'à LaFoa : le 27-02-1994 (414 m3/s) et le 06-01-1994 (199 m3/s). On peut donc raisonnablement lever la lacune.

L'échantillon des débits maxima instantanés annuels obtenu précédemment a pu être étudié en termes de distribution statistique. Il a été confronté à plusieurs « lois » qui toutes s'avèrent inadéquates pour le représenter (persistance d'une courbure de l'échantillon). Toutefois, pour certaines d'entre elles, il est manifeste que cette courbure peut se rapporter à plusieurs droites et l'on parlera alors de loi multiple. De cette façon, la meilleure adéquation a été obtenue avec un double distribution de Gumbel.

Le graphe de cette distribution est donné page suivante. Il permet de dresser le tableau suivant exprimant les débits en fonction des périodes de retour:

Tontouta Liliane - Crues - Distribution Gumbel						
période de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Débit (m3/s)	1000	2600	3660	4670	5920	6900
Débit spéc.(m3/s/km2)	2.6	6.8	9.6	12.3	15.6	18.2

La période de retour, définie comme l'inverse de la probabilité annuelle de dépassement, est une notion délicate à interpréter. La façon la plus simple de l'expliciter (en prenant comme exemple la crue décennale) est de dire que l'on observera une crue décennale (ou supérieure) <u>en moyenne</u> une fois tous les 10 ans. Il faut insister sur le terme « en moyenne »: en effet, sur une période <u>donnée</u> de 10 années, rien n'empêche d'observer plusieurs fois la crue décennale, ni même de ne pas l'observer (les statistiques affectent à ces événements des probabilités non nulles). Mais sur un grand nombre de périodes contiguës de 10 années (sur un siècle donné par exemple), on n'observera en moyenne la crue décennale que tous les 10 ans (c'est à dire 10 fois en 1 siècle pour reprendre notre exemple).



Cette distribution s'applique au droit de la station de mesure limnigraphique. Nous avons plutôt besoin, pour la suite de l'étude, du débit de la Tontouta au niveau de la RT1 par exemple. Il nous faut donc transposer la distribution obtenue à la station de mesure (bassin versant de 380 km2) vers la Tontouta à la RT1 (bassin versant de 458 km2). Comme l'augmentation de la superficie est modérée (+20% environ) et que les affluents supplémentaires possèdent les mêmes caractéristiques que la rivière principale, nous nous contenterons de procéder à une transposition au prorata des superficies respectives des bassins, ce qui aboutit à:

Tontouta RT1 - Crues						
période de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Débit (m3/s)	1200	3100	4400	5600	7100	8300
Débit spéc.(m3/s/km2)	2.6	6.8	9.6	12.3	15.6	18.2

Il reste à déterminer la part du débit de la Tontouta qui aboutit à l'exutoire de la Tambéo. Cependant, comme ce problème nécessite l'utilisation de modèles d'écoulement et de cotes de crues observées, nous ne l'aborderons qu'au prochain chapitre.

2.3 Régimes hydrologiques de la Kouembélia et de la Pébo

La Kouembélia a un bassin versant de 3,6 km2 au pont de la cité Martinet. La Pébo a un bassin versant de 5,5 km2 au pont de la RT1. Les fiches présentant les caractéristiques physiques de ces bassins sont données ci-après:

BASSIN VERSANT: KOUEMBELIA PONT CITE MARTINET

Superficie bassin versant.....: 3.60 km2
Perimetre bassin versant.....: 10.40 km
Indice de compacite de Gravélius: 1.55

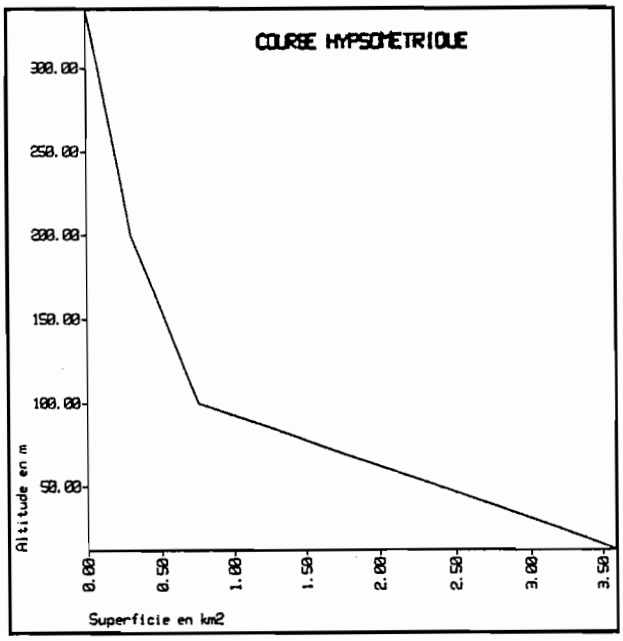
Altitude maximum.....: 335.00 m
Altitude minimum.....: 12.00 m
Altit. laissant 5% superf. dessus.: 252.37 m
Altit. laissant 5% superf. dessous: 17.56 m
Altit. moyenne 50% superf. dessous: 67.76 m

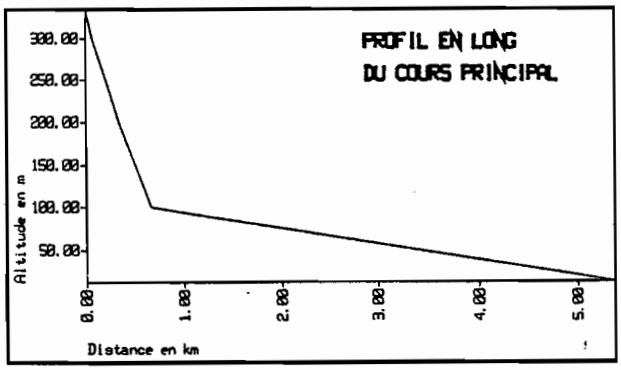
Indice global de pente.....: 0.053
Indice de pente de Roche.....: 0.230

RECTANGLE EQUIVALENT
Longueur: 4.40 km
Largeur : 0.80 km

Longueur du cours principal.....: 5.40 km
tc Ventura-Passini .....: alpha x 1075 mn
(alpha = 0.100) ==> : 116 mn
tc Giandotti .....: 107 mn

Capacite d'interception .....: faible
Capacite d'infiltration .....: faible
Capacite d'emmagasinement .....: bonne





Cote(m)	Superf(km2)	Dist(km)
12.00	3.60	5.40
100.00	0.76	0.65
200.00	0.29	0.32
300.00	0.00	0.07
335.00	0.00	0.00

BASSIN VERSANT: PEBO RT1

Superficie bassin versant.....: 5.50 km2
Perimetre bassin versant.....: 12.90 km
Indice de compacite de Gravelius: 1.55

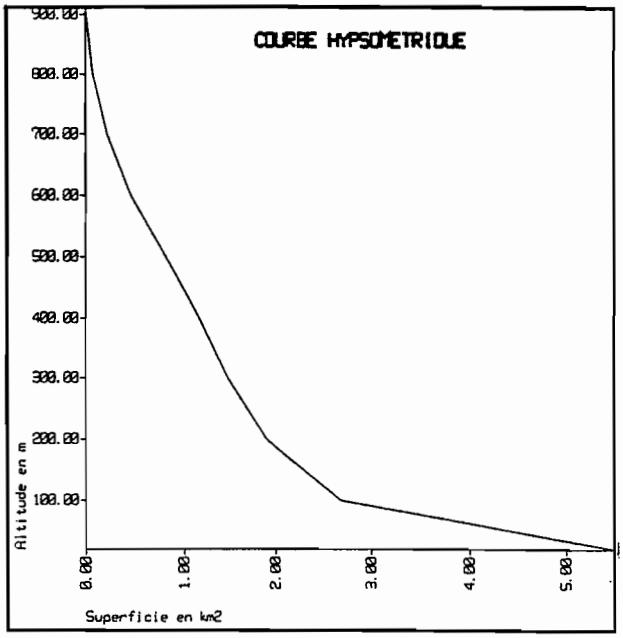
Altitude maximum.....: 911.00 m
Altitude minimum.....: 19.00 m
Altit. laissant 5% superf. dessus.: 679.16 m
Altit. laissant 5% superf. dessous: 27.01 m
Altit. moyenne 50% superf. dessous: 97.70 m

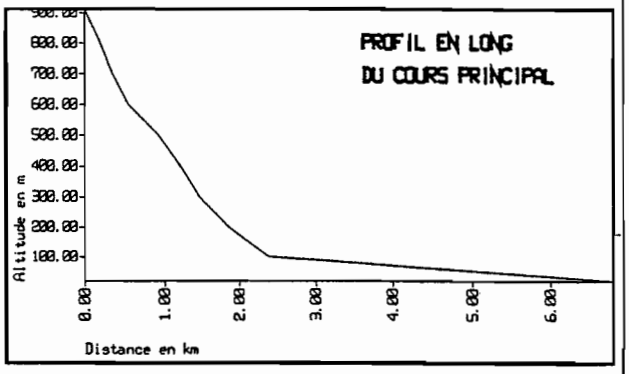
Indice global de pente.....: 0.100
Indice de pente de Roche.....: 0.344

RECTANGLE EQUIVALENT
Longueur: 5.43 km
Largeur : 1.02 km

Longueur du cours principal.....: 6.00 km
tc Ventura-Passini .....: alpha x 1006 mn
(alpha = 0.100) ==> : 117 mn
tc Giandotti .....: 96 mn

Capacite d'interception .....: faible
Capacite d'infiltration .....: faible
Capacite d'emmagasinement .....: bonne





Cote(m)	Superf(km2)	Dist(km)
19.00	5.50	6.00
100.00	2.67	2.40
200.00	1.90	1.85
300.00	1.47	1.45
400.00	1.16	1.00
500.00	0.81	0.92
600.00	0.45	0.55
700.00	0.22	0.35
800.00	0.00	0.00
911.00	0.00	0.00

Ces deux bassins sont très allongés et la partie la plus pentue est limitée à une superficie proportionnellement faible. Ces deux facteurs devraient minimiser l'importance des crues de ces deux creeks.

Du point de vue géologique, le bassin de la Kouembélia est implanté dans la « formation des basaltes » à pratiquement 100%. Celui de la Pébo est constitué de « formation des basaltes » en rive droite, d'alluvions en rive gauche (probablement

déposées sur la même formation) et de péridotites dans sa partie haute. Cela confère à ces deux bassins de bonnes capacités d'emmagasinement mais leurs capacités d'infiltration et d'interception sont plutôt limitées, surtout sur la Kouembélia qui ne bénéficie pas de péridotites en altitude.

La partie urbanisée est négligeable sur chaque bassin versant.

Nous allons utiliser plusieurs approches pour évaluer une distribution de débits de crues sur ces deux bassins.

En premier lieu, le document SOLFOR donne une estimation du débit de la Kouembélia, mais il semble que la superficie du bassin versant ait été mal évaluée (il est effectivement très facile de se tromper si l'on utilise le 1/25000ème; seul le 1/10000ème permet de constater que la partie de bassin située en amont de la Kouembélia, dans son prolongement, se jette en fait dans la Natéré; ce 1/10000ème n'était peut être pas disponible à l'époque; en outre, on ne connaît pas exactement l'endroit où la superficie du bassin a été estimée, mais il semble qu'il s'agisse du pont de la RT1). Par ailleurs, aucune période de retour n'est affectée au débit calculé, dont on sait seulement qu'il correspond à un niveau d'eau arrivant à 50 cm du sommet de l'ouvrage en demi-lune sous la RT1, niveau réputé non dépassé pendant une quinzaine d'années (on était alors en 1965). Or il s'avère que depuis ce jour, il existe au moins une crue où l'ouvrage (qui est encore actuellement le même) a été mis en charge (la crue du cyclone Anne, le 13/01/88, où la Kouembélia a même déversé par dessus la RT1). L'estimation de débit du rapport SOLFOR semble donc inutilisable.

Une deuxième approche consiste à utiliser la méthode rationnelle. Cette méthode revient à déterminer un volume d'eau ruisselé et à calculer la valeur du débit de pointe correspondant en supposant un hydrogramme de crue (courbe du débit en fonction du temps) triangulaire dont le temps de base est constitué d'un temps de montée et d'un temps de descente de même durée, supposée égale au temps de concentration du bassin (temps mis par une goutte d'eau tombée sur le point le plus reculé du bassin pour atteindre l'exutoire). Le volume d'eau ruisselé est, quant à lui, déduit du volume d'eau tombé pendant une durée égale au temps de base de l'hydrogramme, transformé en volume effectivement écoulé par l'emploi d'un coefficient d'écoulement.

Ainsi décrite, il est clair que cette méthode est un modèle de transformation de pluies en débits extrêmement primitif mais elle a le mérite de permettre l'utilisation de données pluviométriques généralement disponibles.

Dans le cas de la Tontouta, le Service de la Météorologie Nationale exploite une station synoptique (c'est à dire complète et de première qualité) depuis 1949. Cela a permis, mais sur la période 1956/1995 seulement, l'établissement de courbes Intensité/Durée/Fréquence à proximité immédiate des creeks à étudier. Les temps de

concentration étant grossièrement évalués à 90 mn sur la Pébo et 100 mn sur la Kouembélia, nous retiendrons les résultats relatifs à la pluie de même durée:

Pour 90 mn :

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Intensité mm/h	24	33	38	44	51
Pluie en 90mn	36	50	57	66	77

Pour 100 mn :

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Intensité mm/h	22	29	34	39	45
Pluie en 100mn	37	48	57	65	75

En ce qui concerne le coefficient d'écoulement, nous utilisons habituellement la distribution suivante, basée sur quelques observations mais qui demeure très subjective:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Coeff. d'écoulement (%)	50	60	70	80	90

Le volume écoulé peut donc s'exprimer de la façon suivante:

V (m3) = P (mm) * 10 * S (ha) * Coeff.écoult

ce qui permet de dresser le tableau suivant:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Vécoulé Kouembélia (m3)	66600	103680	143640	187200	243000
V écoulé Pébo (m3)	99000	165000	219450	290400	381150

dont on peut déduire les débits de pointe sachant que l'hydrogramme est un triangle isocèle de base 2 fois le temps de concentration, c'est à dire que l'on a la relation:

V (m3) = (Qp (m3/s) * 2tc (s))/2:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Débit Kouembélia (m3/s)	11	17	24	31	41
Débit Pébo (m3/s)	18	31	41	54	71

Remarque: ce tableau résulte d'un choix de temps de concentration, et, dans une moindre mesure, de coefficients d'écoulement, fait à la suite du test de différentes valeurs possibles.

Une troisième approche consiste à utiliser la méthode du « Soil Conservation Service » des U.S.A. basée sur l'hydrogramme unitaire. Nous nous contenterons en fait d'une méthode simplifiée qui ne permet d'estimer que le débit de pointe et non l'hydrogramme complet, qui ne nous intéresse pas vraiment dans le cadre de cette étude.

Cette méthode, basée sur la composition de plusieurs hydrogrammes homothétiques, résultant chacun d'un épisode pluvieux simple, nécessite également les courbes Intensité/Durée/Fréquence du lieu, mais exprimées sous la forme de Montana:

$I = a\,t^{-b}$.

Si I est en mm/h et t en h, les coefficients de cette formule, pour la station pluviographique de Tontouta, sont les suivants:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
coefficient a	29.94	40.60	47.67	54.41	63.15
coefficient b	0.537	0.530	0.527	0.525	0.523

Elle nécessite également la connaissance d'un coefficient d'«infiltration», noté Si, dont la détermination est basée sur des tables. Nous avons retenu, pour les deux bassins, une fourchette de 20 à 30 mm. Dans cette fourchette, le débit résultant demeure peu variable, nous avons donc retenu la valeur 20, légèrement plus défavorable.

Tous calculs, faits, on obtient:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Débit Kouembélia (m3/s)	12	23	26.4	30	33.6
Débit Pébo (m3/s)	18.3	35.1	40.3	45.8	51.3

Une quatrième méthode consisterait à transposer sur les bassins à étudier les résultats des observations effectuées par la D.A.F. sur des petits bassins versants représentatifs de la Côte Ouest.

Six bassins ont ainsi été suivis entre 1983 et 1986, il s'agit de:

BVR	Superficie (km2)	Pente
Koumac	3.44	0.08
Népou	4.43	0.07
La Foa	1.93	0.20
Moindah	1.35	0.07
Ouaco	1.32	0.03
Tamoa	2.02	0.21

La durée d'observation utile sur les BVR couvre les années 1983 à 1986 incluses. Ces années, pour la plupart à déficit pluviométrique, n'ont en outre pas connu d'événements météorologiques très exceptionnels. Il n'est donc pas possible d'établir une distribution de crues sur ces bassins et de la transposer aux bassins étudiés, après sélection d'un BVR représentatif d'après un maximum de caractéristiques physiques communes.

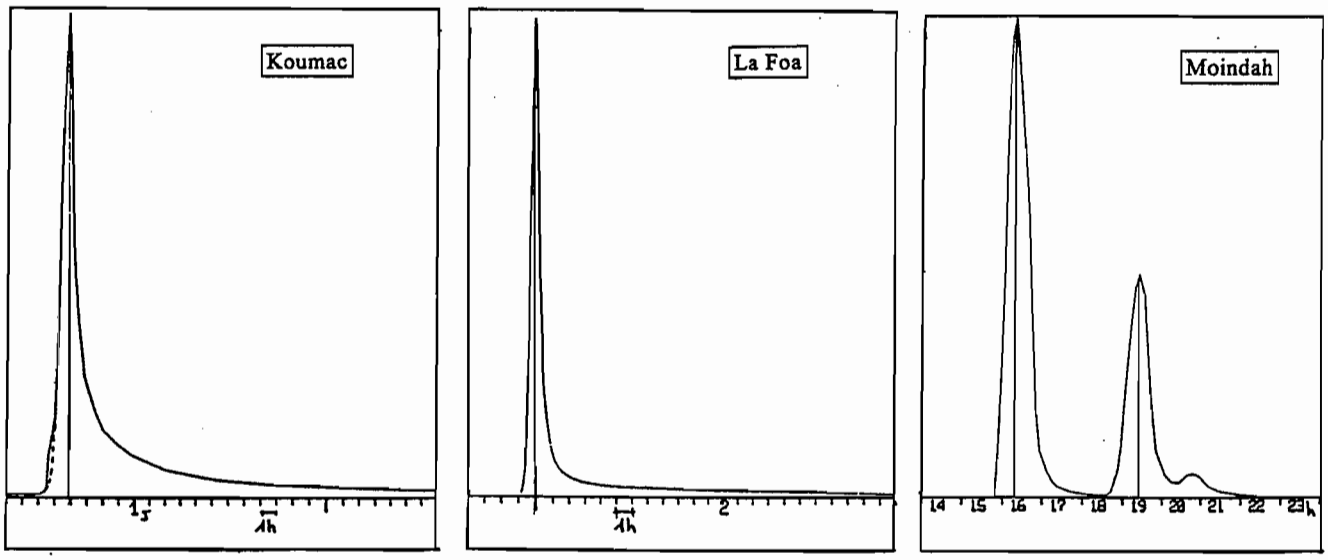
Par contre, un certain nombre d'hydrogrammes de crues ont pu être relevés. Certains des plus simples d'entre eux peuvent être assimilés à des hydrogrammes unitaires. La sélection d'un BVR de caractéristiques proches de celles des bassins étudiés permet ainsi d'avoir une idée de la forme de leurs hydrogrammes.

Du point de vue de la géologie, qui influe notamment sur la capacité d'infiltration et par conséquent sur le régime des crues, les bassins versants de Moindah, Ouaco et Tamoa sont, comme ceux qui nous intéressent, situés dans la « formation des basaltes » (à 100 % en ce qui concerne Moindah et Ouaco et à 50% en ce qui concerne Tamoa, mais la deuxième moitié du bassin de Tamoa présente la même capacité d'infiltration).

Les indices de pente retenus pour les comparaisons, sommairement calculés, sont les rapports de la dénivelée du bassin au plus long cours d'eau. Ouaco paraît moins apte à représenter les bassins de l'aéroport, du fait d'une très faible pente, mais aussi d'une couverture végétale très réduite.

Les bassins les plus ressemblants à ceux étudiés sont donc Tamoa et Moindah, avec une préférence pour ce dernier dont la pente est plus proche et qui dispose de davantage d'hydrogrammes simples.

Les figures suivantes présentent des hydrogrammes « types » de Koumac, La Foa et Moindah. Des différences sensibles de régimes de crue peuvent être décelées, notamment sur la phase de décrue. On notera que sur Moindah (et par conséquent, probablement, sur Pébo et Kouembélia), la décrue est très rapide et le temps de montée dure approximativement un tiers du temps de base.



Par conséquent, même si cette méthode n'est pas directement utilisable en raison de l'insuffisance des observations, elle permet au moins de confirmer l'allure de l'hydrogramme unitaire utilisé dans la méthode précédente, dont le temps de montée est d'environ le tiers du temps de base.

Enfin, les résultats obtenus avec toutes ces différentes méthodes peuvent être modifiés en fonction des résultats d'observations directes sur les deux creeks. Comme dans le cas de la Tambéo, il s'agit, après modélisation des deux creeks, d'estimer leurs débits à l'aide de cotes d'inondations qui ont pu être relevées le long de leurs lits, lors de différentes crues dont on connaît approximativement la période de retour grâce aux longues séries d'observations hydro-pluviométriques dont on dispose.

Les modèles d'écoulements et les laisses de crues qui ont été utilisés pour ce travail sont présentés dans le chapitre suivant, mais les résultats obtenus sont donnés ici afin de permettre sans attendre une synthèse des différentes approches:

Sur la Kouembélia:
- crue Dréna: débit estimé à 3,8 m3/s, période de retour 3 ans.
- crue Béti: débit estimé à 16 m3/s, période de retour 12 à 15 ans.
- crue Anne: débit estimé à 34 m3/s, période de retour 50 à 60 ans.

Sur la Pébo:
- crue Anne: débit estimé à 60 à 70 m3/s, période de retour 50 à 60 ans.

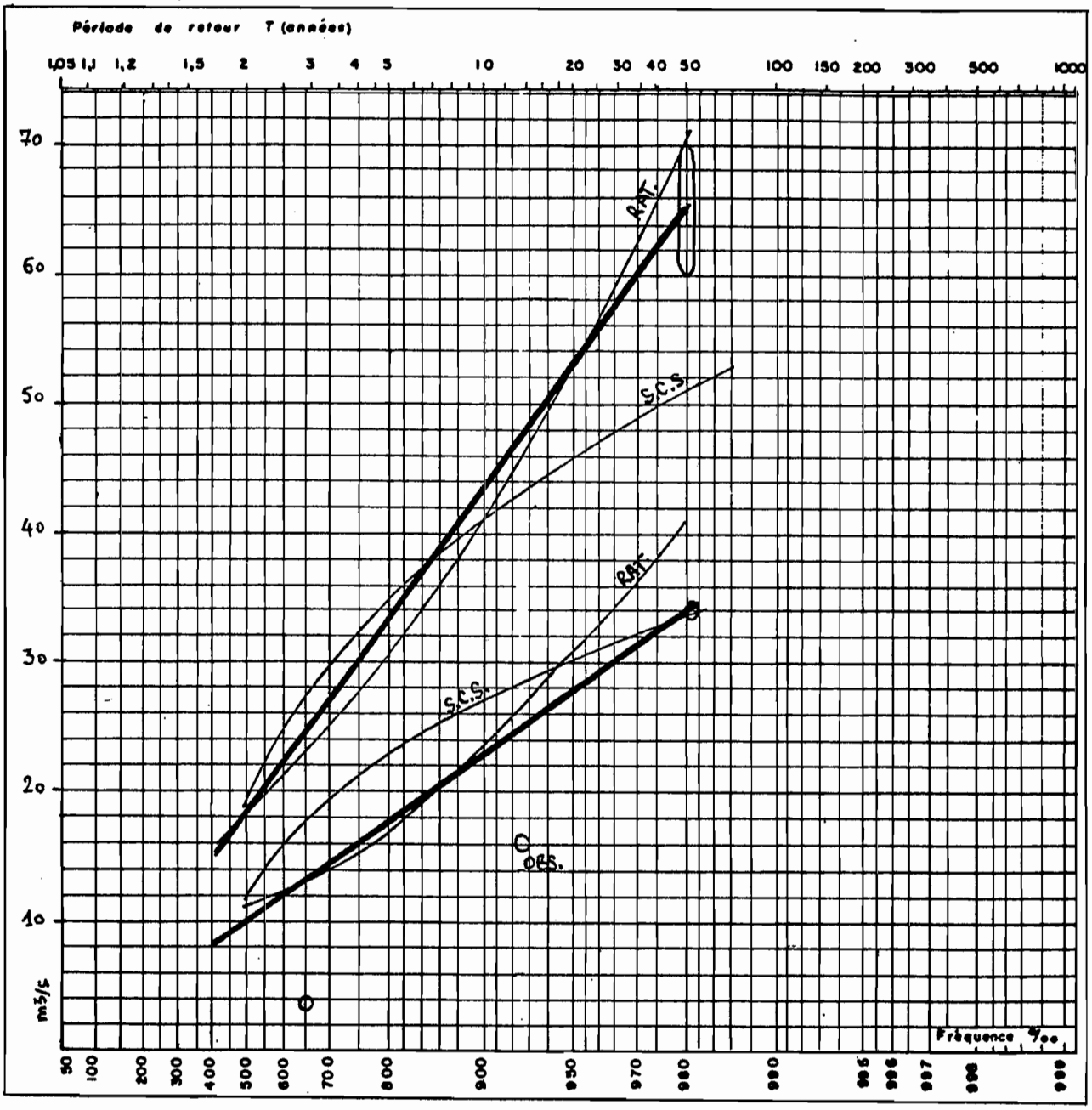
Remarque: les périodes de retour affectées aux crues observées sont celles de ces mêmes crues au droit de la station limnigraphique. Il va de soi que la pluviométrie sur les petits bassins que sont la Pébo et la Kouembélia, peut être sensiblement différente de celle qui affecte un bassin de 380 km2. Nous avons tenté d'utiliser la pluviométrie au droit de l'aéroport de la Tontouta pour affecter une période de retour à ces événements. Ne disposant que de pluviométries journalières, nous avons classé les pluies maximales annuelles tombées en 1, 2 et 3 jours (durées des épisodes pluvieux rares). Cette classification ne donne pas de résultats satisfaisants et il s'agit là d'un résultat que nous avons déjà obtenu en d'autres circonstances : les pluviométries journalières ne permettent pas de déterminer les périodes de retour des crues qui leur sont associées. En effet la pointe d'une crue dépend davantage de la forme du hyétogramme (pluie en fonction du temps) qui l'engendre que du total de pluie tombée. Par conséquent, affecter aux crues de la Pébo et de Kouembélia des périodes de retour de crues de la Tontouta nous paraît moins critiquable. Cette démarche est probablement davantage justifiée pour les crues les plus rares, comme Anne, qui correspondent à des perturbations intéressant de grandes étendues.

Il reste à faire la synthèse de toutes les informations obtenues ci-dessus.

Etant donné que toutes les distributions de débits de crues que nous avons pu établir en Nouvelle Calédonie sur la base d'informations suffisantes (comme, par exemple celle de la Tontouta au limnigraphe), suivent une loi de Gumbel, nous partirons de l'hypothèse que la distribution à déterminer suivra cette même loi.

Les différents résultats sont donc reportés sur un graphique de Gumbel et la distribution résultante est tracée. Dans le cas de la Kouembélia, les points correspondant aux observations directes ont un effet minorateur sur les crues de faibles périodes de

retour. Nous en tenons compte, sans exagération afin de rester du côté de la sécurité, pour le tracé de la distribution résultante. Dans le cas de la Pébo, les résultats concernant Anne étant en phase avec ceux de la Kouembélia, et bien que l'on ne dispose pas d'autres observations, nous procédons de la même manière.



On obtient donc finalement:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Débit Kouembélia (m3/s)	10	17	23	28	34
Débit Pébo (m3/s)	18	33	43	53	65

Remarque: aucune estimation des crues centennales n'est fournie, les données disponibles ne permettent que de donner une estimation sommaire de la crue cinquantennale.

3. MODELISATIONS

3.1 Introduction

Afin de déterminer les hauteurs d'eau engendrées par un débit donné, nous avons utilisé, sur chaque creek, un modèle mathématique d'écoulement. Schématiquement, un tel modèle permet de représenter une rivière à partir du relevé topographique de coupes successives le long de son lit (lit mineur + lit majeur). Le modèle permet alors de calculer en chaque coupe (ou section) les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour un débit donné.

Les sections utilisées sur la Tambéo (série « T »), sur la Kouembélia (série « K ») et sur la Pébo (série « P »), sont indiquées sur l'annexe 1 constituée de deux extraits du plan au 1/10000ème.

En toute rigueur, les modèles nécessitent une phase de calage qui permet de régler certains paramètres, notamment les coefficients de frottement (coefficients de Strickler) afin de lui faire représenter au mieux un écoulement donné, connu à la fois par son débit et par sa ligne d'eau (c'est à dire les niveaux d'eau que ce débit a engendré le long du cours d'eau).

En pratique, dans le cas des creeks qui nous intéressent, les débits ne sont pas connus (ils n'ont fait l'objet d'aucune mesure de débit, *a fortiori* en crue). Seules quelques lignes d'eau ont pu être évaluées soit à l'aide d'observations directes (délimitations de zones inondées, échelles de crues) soit à l'aide d'enquêtes. Cependant, l'expérience du calage d'autres rivières de mêmes caractéristiques en Nouvelle Calédonie permet d'estimer les paramètres de calage avec une précision suffisante pour considérer le modèle comme représentatif des écoulements. Lorsque cela était possible (sur la Tambéo en particulier) la connaissance de plusieurs lignes d'eau correspondant à des crues de différentes périodes de retour a également permis de préciser certains paramètres, donc de procéder à un véritable calage.

Lors de la phase de construction des modèles, nous avons privilégié les conditions d'écoulement relatives aux crues débordantes puisqu'elles sont l'objet principal de l'étude.

Pour en terminer avec le calage, on peut signaler que les coefficients de Strickler retenus varient entre 16 (Pébo et Kouembélia) et 20 (Tambéo) en ce qui concerne les lits mineurs. En ce qui concerne les lits majeurs, on a retenu 10 à 12 (herbes avec plus ou moins d'arbres) et jusqu'à 7 (mangrove).

Le modèle utilisé est « ECOPERM », créé par la SOGREAH (Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques), et concédé au Territoire (D.A.F.) qui l'a mis à notre disposition dans le cadre de cette étude. Il s'agit d'un modèle d'écoulement permanent. Sur la Kouembélia et la Pébo, qui peuvent passer en régime torrentiel dans certaines conditions de crues et par endroits, ce modèle permet malgré tout d'estimer les hauteurs d'eau en étudiant le régime critique.

3.2 Observations sur les crues

Un certain nombre de documents ont permis des observations sur les crues qui se sont produites sur l'aéroport. En premier lieu, la D.A.C. a fait établir par ses agents des limites d'inondations lors des crues les plus importantes, en particulier celles liées aux cyclones Alison et Anne. Par ailleurs des cotes d'inondations ont pu être relevées par nos soins et ceux de la D.A.F. (levés topographiques) relatives aux crues de Béti et Dréna. Ces documents et/ou informations sont résumés ci-après:

Document D.A.C. sur la crue du cyclone Pam (04/02/1974)

Ce document succinct indique clairement que la piste d'envol a été submergée sur une longueur de 332 mètres (« du pk 2,397 au pk 2,729 »). La précision des données laisse penser qu'il s'agit de laisses de crues, dont de valeurs maximales.

La submersion de la piste a entraîné des dégradations sur la bande latérale en aval de la piste.

Document D.A.C. sur la crue du cyclone Alison (07/03/1975)

Selon ce document la piste aurait été submergée sur une longueur de 440 mètres (« du pk 2,340 au pk 2,780 »). Il n'est donné aucune autre indication comme, par exemple, une épaisseur d'eau sur la piste qui aurait permis de confirmer la longueur de submersion.

Par ailleurs, ce document a été établi au vu de la situation le 08/07/1975 entre 9h et 10h, c'est à dire aux alentours du maximum de la crue puisque ce maximum est survenu vers 4 heures du matin le même jour à la station limnigraphique de la Tontouta. Compte tenu du temps de transfert de l'hydrogramme de crue depuis la station jusqu'à l'aéroport, le document représente donc probablement bien les hauteurs d'eau maximales.

Des photographies jointes à ce document montrent également les dégradations importantes subies par la bande latérale aval de la piste. Elle a été creusée sur une profondeur atteignant 1 mètre au droit du collecteur en béton (« satujo ») délimitant la partie aval de la piste. De telles dégradations ne peuvent s'expliquer que par des vitesses élevées, dues à une dénivelée importante entre le niveau d'eau sur la piste et le niveau d'eau en aval, et par conséquent dues à un niveau aval bas.

On peut remarquer que ce document, relativement précis, ne fait pas référence à d'éventuelles submersions de la piste au droit de la Pébo ou de l'aérogare.

Document D.A.C. sur la crue de la dépression tropicale Judith (05/02/1979)

Deux documents (lettres de références 79.135/ST du 14 mai 1979 et 79.038/ST du 09/02/1979) donnent des indications contradictoires sur une éventuelle submersion de la piste. Il semble toutefois que le premier, qui parle d'un nettoyage de piste consécutif à

produit, au droit de la station limnigraphique, à 19h36, il est certain que le maximum de crue au droit de la piste s'est produit en pleine nuit, donc sans témoin oculaire. Dans le doute, nous considérerons que la crue du cyclone Béti correspond à la limite de déversement sur la piste.

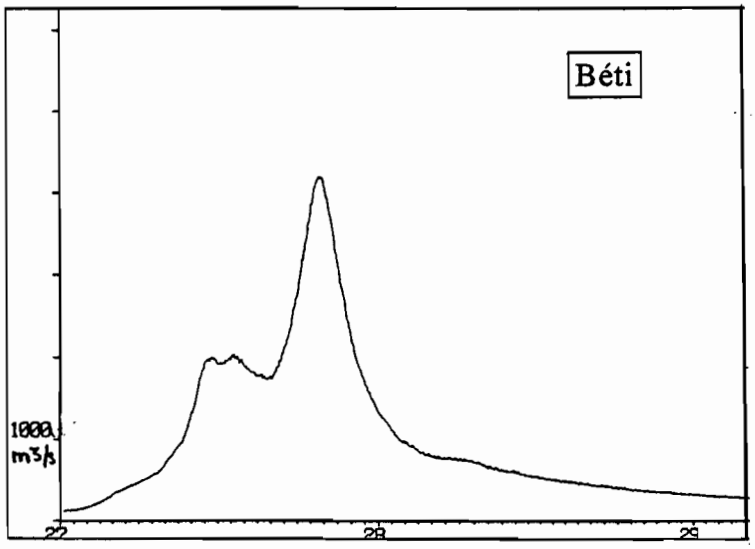
Laisses de crue du cyclone Dréna (08/01/1997)

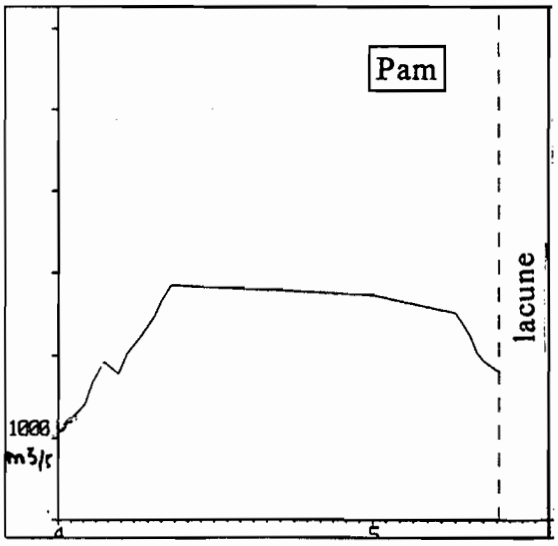
Il s'agit d'un cyclone modeste, qui n'a pas entraîné de déversement par dessus la piste, et dont la ligne d'eau a pu être correctement relevée dans le creek Tambéo.

Submersions de la piste d'atterrissage

Le nombre de fois où la piste d'atterrissage a été submergée est une information capitale.

Il ne fait aucun doute, d'après les documents disponibles, que la piste a été nettement submergée lors des cyclones Alison, Anne et Pam. On considérera par ailleurs que Béti a très légèrement débordé (ou plutôt a constitué une limite de débordement). Il est intéressant de constater que, dans la distribution des débits de la Tontouta à la station limnigraphique, ces événements font partie des 5 plus forts observés sur la station qui sont, dans l'ordre de sévérité croissante: Pam, Gyan, Béti, Alison et Anne. Aucune documentation sur les inondations liées au cyclone Gyan n'est disponible. Il est très possible que, bien que supérieur à Pam en termes de débit de pointe, il n'ait pas généré d'inondations conséquentes en raison de la forme de son hydrogramme, qui n'est pas connue à Tontouta mais dont on sait par les stations voisines qu'il était très pointu. De même, on peut comparer ci-dessous les hydrogrammes des crues Pam et Béti. La durée très importante de la crue Pam à un niveau de débit de 2700 à 3000 m3/s suffit à expliquer qu'elle ait pu provoquer un déversement sur la piste plus important que ne l'a fait Béti. Enfin, la forme de l'hydrogramme de Pam est suspecte. Elle pourrait être due à un blocage de flotteur (à cette époque, la station était équipée d'un limnigraphe à flotteur) et la pointe aurait ainsi pu être plus élevée.





La limite de déversement sur la piste se situe ainsi, selon la forme des hydrogrammes, à une crue de débit compris entre 3000 et 4000 m3/s à la station limnigraphique. On pourra donc dire avec quasi-certitude que la piste d'envol est

submergée pour des crues de périodes de retour comprises entre 6 à 12 ans. Si l'on accepte moins de certitude, on peut resserrer cette fourchette à 8 à 10 ans. Si on est prudent, on préférera dire que **la période de retour de submersion de la piste d'envol est de 6 à 10 ans**.

3.3 Influence de la marée

Les observations qui précèdent nous apprennent deux choses. La première c'est que les crues les plus importantes présentent des durées telles qu'il est à peu près certain d'intercepter une marée haute au cours de leur déroulement (une crue s'étale sur 24 à 36 heures, dont 3 à 9 heures de pointe, et le marnage dure 12 heures). La seconde c'est que le niveau aval à la piste est toujours beaucoup plus bas que celle-ci dont le point bas est, rappelons le, à la cote 4,08 NGNC actuellement (c'est à dire trois mètres au dessus des plus hautes mers).

Bien qu'il ne nous soit pas possible de calculer effectivement l'incidence des marées (il aurait fallu disposer pour cela de sections le long de la Tambéo et de la Tamoa jusqu'en mer), tout laisse penser que la marée n'a pas d'influence sur les inondations de l'aéroport.

En premier lieu, on vient de voir que, même si l'on doit compter sur la concomitance d'une pleine mer avec un maximum de crue, la chute disponible en aval de la piste nous prémunit contre toute influence aval. Par ailleurs, à l'aval immédiat de la piste, nous sommes encore à plus de 4 km de l'embouchure de cet exutoire (qui rejoint la rivière Tamoa). Sur une telle distance, et pour des débits importants, ce sont les caractéristiques des lits qui prévalent sur les conditions aux limites en aval pour établir les niveaux; ceux-ci sont indépendants du niveau de la marée. Par contre, pour les faibles débits, cette influence peut persister. A la limite, en dehors de toute crue, la marée peut remonter jusqu'à la cote 1,10 NGNC dans les exutoires et perturber les réseaux d'assainissement qui doivent fonctionner avec des débits faibles.

Dans le cadre de la délimitation de la zone inondable de l'aéroport, nous ne nous intéressons qu'aux débits élevés et nous pourrons négliger l'incidence de la marée.

D'ailleurs, au cours de l'utilisation des modèles, et lorsque les niveaux avals n'ont pu être déduits d'observations, ils ont été estimés par tâtonnements de manière à assurer une certaine continuité de la pente de la ligne d'eau et des vitesses. Les niveaux ainsi obtenus sont tous très élevés par rapport aux marées hautes.

3.4 Modèle Tambéo

Les niveaux d'eau dans la Tambéo conditionnant en grande partie les inondations de l'aéroport, il est indispensable d'en produire une évaluation. On devine que la part de débit de la Tontouta qui parvient à l'exutoire de la Tambéo doit dépendre de

l'importance de la crue. Nous allons maintenant nous efforcer de déterminer cette répartition des débits.

Pour cela, nous disposons essentiellement de cotes d'inondations mesurées lors de différentes crues. Le débit est ajusté de façon à ce que la ligne d'eau calculée se superpose à la ligne d'eau relevée (lorsque les laisses de crues relevées ne sont pas exactement sur les sections, leur valeur est interpolée ou extrapolée au droit de ces sections à l'aide des pentes d'écoulement déduites des résultats du modèle). Le cas échéant, le débit déversé par dessus la piste d'envol est évalué par une formule de déversoir dénoyé (puisque les observations montrent une chute suffisante).

Les résultats relatifs à toutes les crues observées sont donnés ci-après:

<u>Cyclone Drena:</u>
Cotes relevées pour Dréna:
120m en amont de T3: 3,23 NGNC
en T6: 1,55 à 1,62 NGNC
Niveau aval: 1,55 NGNC
Débit exutoire Tambéo évalué dans la fourchette 100 à 120 m3/s
Aucun déversement sur la piste.
Débit de la Tontouta à la RT1 : 1830 * 458 / 380 = 2200 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo:
(110+0)/2200 = 5%

<u>Cyclone Béti:</u>
Cotes relevées après cyclone Béti (d'après laisses de crues fiables)
en T3: de 4,00 (rive droite) à 4,30 NGNC (rive gauche)
50m en amont de T4: 4,00 NGNC
en T6: 2,26 NGNC
en rive gauche de T6: 2,70 NGNC (laisse sur grille basculante)
Niveau aval: 2,30 NGNC
Débit exutoire Tambéo évalué dans la fourchette 360 à 400 m3/s.
On est en limite de déversement sur la piste (débit déversé évalué à 10 m3/s).
Débit de la Tontouta à la RT1 : 4200 * 458 / 380 = 5060 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo:
(380+10)/5060 = 7,7%

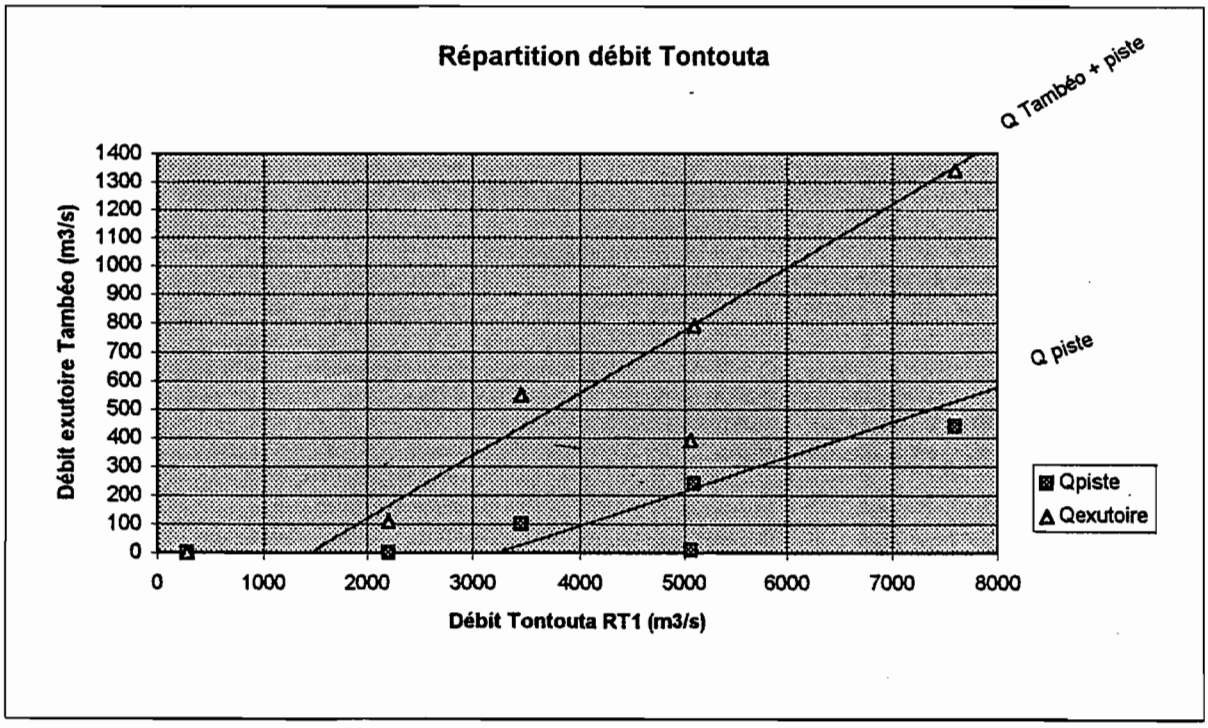
<u>Cyclone Anne:</u>
Cotes relevées pour Anne:
50m en amont de T4: 7,35 NGNC (enquête *a posteriori*) cette cote s'est révélée beaucoup trop haute.
amont piste 5,00 à 5,10 NGNC (document D.A.C.)
Niveau aval: 3 NGNC
Débit exutoire Tambéo évalué dans la fourchette 800 à 1000 m3/s.
Débit déversé par dessus la piste évalué à 440 m3/s.
Débit de la Tontouta à la RT1 : 6300 * 458 / 380 = 7600 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo, y compris piste:
(900+440)/7600 = 17,6%

Cyclone Judith:
On sait que la Tontouta n'a pas déversé dans la Tambéo.
Débit exutoire Tambéo évalué à 0 m3/s.
Pas de déversement par dessus la digue.
Débit de la Tontouta à la RT1 : 235 * 458 / 380 = 280 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo, y compris piste: 0%

Cyclone Alison:
Cotes relevées pour Alison:
amont piste 4,70 à 4.90 NGNC (document D.A.C.)
Niveau aval: 2,9 NGNC
Débit exutoire Tambéo évalué dans la fourchette 500 à 600 m3/s.
Débit déversé par dessus la piste évalué à 240 m3/s.
Débit de la Tontouta à la RT1 : 4230 * 458 / 380 = 5100 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo, y compris piste: (550+240)/5100 = 15,5%

Cyclone Pam:
Cotes relevées pour Pam:
amont piste 4,50 à 4,60 NGNC (document D.A.C.)
Niveau aval: 2,6 NGNC
Débit exutoire Tambéo évalué dans la fourchette 400à 500 m3/s.
Débit déversé par dessus la piste évalué à 100 m3/s.
Débit de la Tontouta à la RT1 : 2860 * 458 / 380 = 3450 m3/s.
Pourcentage de débit de la Tontouta évacué par la Tambéo, y compris piste: (450+100)/3450 = 15,9%

Ce nombre relativement important d'observations nous permet de tracer une courbe enveloppe de l'évolution du pourcentage de débit évacué par la Tambéo (Tambéo + piste: triangles sur le graphe ci-dessous) et par le seul déversement par dessus la piste (carrés), en fonction du débit de la Tontouta.



L'alignement des points n'est pas parfait mais il met néanmoins en évidence une enveloppe réelle. Les écarts sont dus à l'impact de formes d'hydrogrammes et de conditions de déversement de la Tontouta vers la Tambéo légèrement différentes selon les crues. Nous avons supposé, pour tracer les enveloppes, que les débits de pointe des crues Alison et Pam avaient pu être sous-estimés (légèrement). En effet, la mesure de hauteur d'eau de Alison au limnigraphe correspond à une laisse de crue « peu précise » car le limnigraphe était en dysfonctionnement lors de cette crue. Elle a donc pu être sous-estimée, ce que suggère également la position du point « Alison » dans le graphe de la distribution Gumbel établie sur la station. Dans le cas de Pam, cela nous paraît justifié par la forme suspecte de l'hydrogramme. Enfin, la courbe est tracée de façon à demeurer compatible avec le résultat précédemment obtenu qui affecte une période de retour de 6 à 10 ans à la submersion de la piste.

Ces deux enveloppes, appliquées aux crues correspondant précisément aux périodes de retour établies sur la station de mesure limnigraphique, permettent de construire le tableau de répartition des crues de périodes de retour données entre Tambéo et piste d'envol.

Tontouta - répartition Tontouta / Tambéo / Piste					
Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Débit Tontouta RT1 (m3/s)	1200	3100	4400	5600	7100
Débit Tambéo (m3/s)	0	340	520	630	780
Débit Piste (m3/s)	0	0	150	290	470
Débit Tambéo + piste (m3/s)	0	340	670	920	1250

Pour chacun de ces débits, une ligne d'eau en amont de la piste a été déterminée à l'aide du modèle d'écoulement.

Lorsqu'il n'y a pas déversement sur la piste, le niveau peut être considéré comme constant entre l'amont de la piste et la confluence Tambéo / chenal Natéré. Le niveau en ce point est calculé à l'aide du modèle Tambéo, en choisissant un niveau aval à partir des laisses de crues connues et de considérations sur la continuité des vitesses et des pentes lorsqu'il est nécessaire d'interpoler à partir des valeurs observées. On peut remarquer que les observations directes de niveau aval concernent les crues Anne, Béti et Dréna, qui couvrent tout le domaine de variation des débits.

Lorsqu'il y a déversement au dessus de la piste, on détermine la cote de déversement sur la piste à l'aide du débit déversé et on l'utilise comme condition aval de la partie de modèle Kouembélia (entre K15 et K11) qui fonctionne donc à l'envers. Le modèle Tambéo est quant à lui toujours utilisé pour calculer l'écoulement dans cette branche. Ces deux calculs aboutissent approximativement à la même cote à la confluence Tambéo / chenal Natéré, ce qui résulte d'un certain nombre d'itérations, et confirme la validité de la répartition des débits.

On donne ici les principaux résultats, qui seront détaillés dans le chapitre « zone inondable »:

Période de retour (ans)	2	5	10	20	50
Hauteur déverst piste (m)	0	0	0.57	0.79	1.00
Cote amont piste (NGNC)	2.60	4.00	4.65	4.87	5.08
Cote aval piste (NGNC)	1.50	2.25	2.90	3.10	3.25
Cote confluent Tambéo / chenal Natéré (NGNC)	2.40	4.00	4.85	5.35	5.95

Ces cotes d'inondation sont directement utilisables pour la délimitation de la zone inondable dans le secteur concerné mais elles serviront également de conditions aux limites en aval pour le modèle de la Kouembélia.

3.5 Modèle Kouembélia

Comme nous venons de le voir, la Kouembélia se jette dans le « lac » formé par le débordement de la Tontouta vers la Tambéo, et le niveau ainsi généré est le niveau aval du modèle Kouembélia (sauf dans le cas de la crue biennale, où la Tambéo ne reçoit aucun débit de la Tontouta et où la Kouembélia se jette dans la Tambéo au même endroit que le chenal Natéré).

Les débits sont ceux établis dans le chapitre « hydrologie ».

Entre K11 et K3, le modèle fournit des cotes pour chaque débit, qui seront données plus loin.

La partie amont du modèle, qui est en dehors de la zone à étudier, a été utilisée pour évaluer les débits de certaines crues pour lesquelles nous disposions de laisses de crues. Il s'avère cependant qu'en amont de la RT1, les coupes du modèle sont trop espacées pour représenter correctement les écoulements, le lit de la rivière étant là beaucoup plus sinueux et irrégulier en section.

Les débits de 3 crues correctement observées ont pu être estimés:

- la crue Dréna, au débit estimé à 3,8 m3/s (ou 3,5 à 4), pour laquelle on a observé la cote 3,23 à la confluence avec la Tambéo et 10,23 sous le pont de la cité Martinet.
- la crue Béti, au débit estimé à 16 m3/s (ou 14 à 18), pour laquelle on a observé la cote 4,08 en K11, 11,42 au pont de la cité Martinet et 19,11 en K100.
- et la crue Anne, au débit estimé à 34 m3/s (ou 32 à 36), pour laquelle on a observé la cote 5,10 en K11, 12,56 au pont de la cité Martinet (ce qui correspond à un début de mise en charge, la sous-poutre étant à la cote 12,33) et 20,47 au tiers amont du tronçon K99/K100.

3.6 Modèle Pébo

L'écoulement de la ~~Kouembélia~~ Pébo est, quant à lui, complètement indépendant des niveaux qui pourraient être observés très en aval dans la zone de mangrove où se rejoignent la Tambéo et la Tamoa. Il suffit de constater que le fond du lit au droit de la coupe la plus en aval, P16a, est à la cote 6,36, donc très au-dessus des niveaux observés dans la mangrove côté Tambéo. Dans ces conditions, et en l'absence de toute observation en ce point, il nous a fallu déterminer un niveau aval pour chaque débit, ce que nous avons fait, là encore, en préservant la continuité des pentes et vitesses. Même s'il subsiste une possibilité d'erreur d'estimation du niveau aval, cette erreur est rapidement gommée au fur et à mesure que l'on remonte en amont. Il est quasiment certain qu'une telle erreur ne pourrait se répercuter au delà de P14.

Comme pour la Kouembélia, les débits sont ceux établis dans le chapitre « hydrologie ».

De façon similaire, on peut dire que la partie du modèle en amont de la RT1 est insuffisamment précise mais qu'elle se situe en dehors de la zone d'étude. Par contre la partie située entre le passage sous la piste et la RT1 est également insuffisamment précise mais elle concerne la zone étudiée.

Enfin, les observations de crues sont très sommaires du côté de la Pébo, sans doute plus récemment habitée. Les seules informations concernent la crue Anne dont on sait:

- qu'elle a atteint la cote 20,06 en P11.
- qu'elle est passée par dessus la RT1 (cote 18,70 NGNC ?).
- qu'elle a débordé au dessus de la piste sur une épaisseur d'eau d'environ 20 cm (cote 15,70 NGNC ?).

Ces indications rares et peu précises, alliées à un calcul des écoulements plus complexe (long passage bétonné sous la piste avec mise en charge pour les crues importantes), ne permet d'estimer le débit de Anne que dans une fourchette assez large, de 55 à 80 m3/s, que l'on peut éventuellement resserrer à 60 à 70 m3/s.

D'une façon générale, les résultats obtenus sur la Pébo seront moins sûrs et précis que ceux obtenus sur les autres rivières. Les conséquence de ces imprécisions demeurent cependant modérées puisque la Pébo inonde relativement peu.

4. DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE

4.1 Calcul des hauteurs d'eau

Sur la base des données explicitées plus haut, le modèle a pu être utilisé pour calculer les lignes d'eau relatives aux crues de périodes de retour T=2 à 50 ans. Les cotes atteintes en chaque section, arrondies et éventuellement corrigées manuellement, sont données dans les tableaux des pages suivantes qui indiquent également les vitesses moyennes dans le lit majeur en rive gauche, le lit mineur, et le lit majeur en rive droite.

Crue T=2 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
KT	0.850	50-10	**2.40**			
T3	1.000	50	**2.30**	0.10	0.85	0.15
T4	1.460	50	**1.80**	0.05	0.70	-
T5	1.860	50	**1.60**	0.05	0.45	0.15
T6	2.300	50	**1.50**	0.05	0.25	0.05
K2P	0.490	10	**16.00**	-	2.15	-
K3	0.520	10	**15.55**	-	1.15	-
K4	0.890	10	**12.55**	-	1.50	-
K5	1.170	10	**10.95**	0.05	0.45	0.05
K6P	1.200	10	**10.80**	-	1.30	-
K7	1.390	10	**9.30**	0.20	1.40	0.45
K8	1.610	10	**7.20**	-	1.50	0.25
K9	1.850	10	**5.65**	-	0.90	-
K10P	2.080	10	**4.20**	-	1.50	-
K11	2.400	10	**2.60**	0.15	0.30	0.10
K12	2.640	10	**2.55**	0.05	0.15	0.05
K13	3.170	10	**2.50**	0.05	0.15	0.05
K14	3.420	10	**2.45**	0.05	0.15	0.05
KT	3.910	50-10	**2.40**			
P12a	0.720	18	**17.40**	-	2.15	-
P13	0.950	18	**14.40**	-	1.20	-
P13a	1.050	18	**13.50**	-	3.10	-
P13b	1.270	18	**12.50**	-	2.40	-
P14	1.340	18	**12.20**	-	1.50	-
P15	1.680	18	**9.50**	-	1.50	-
P16	1.950	18	**8.45**	0.10	0.80	0.20
P16a	1.980	18	**8.00**			

Pour T=2 ans, la Kouembélia se jette dans la Tambéo au droit du chenal Natéré et contourne ainsi toute la piste d'envol. La Tontouta ne déverse pas (ou très peu) dans la Tambéo. Le débit de cette dernière a été choisi à 50 m3/s arbitrairement.

Crue T=5 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
KT	0.850	340-17	**4.00**			
T3	1.000	340	**3.95**	0.50	1.60	0.35
T4	1.460	340	**3.70**	0.30	2.35	0.10
T5	1.860	340	**2.70**	0.30	1.30	0.50
T6	2.300	340	**2.25**	0.20	0.85	0.20
K2P	0.490	17	**16.50**	-	2.60	-
K3	0.520	17	**16.00**	-	1.40	-
K4	0.890	17	**12.95**	0.05	1.65	0.05
K5	1.170	17	**11.50**	0.10	0.50	0.15
K6P	1.200	17	**11.30**	-	1.80	-
K7	1.390	17	**9.50**	0.30	1.45	0.50
K8	1.610	17	**7.60**	-	1.70	0.45
K9	1.850	17	**5.95**	-	1.25	-
K10P	2.080	17	**4.80**	0.15	1.20	0.25
K11	2.400	17	**4.00**	0.10	0.15	0.05
K12	2.640	17	**4.00**	0.05	0.05	0.05
K13	3.170	17	**4.00**	0.05	0.05	0.05
K14	3.420	17	**4.00**	0.05	0.05	0.05
KT	3.910	340-17	**4.00**			
P12a	0.720	33	**17.60**	0.30	2.80	-
P13	0.950	33	**15.00**	0.10	1.15	0.10
P13a	1.050	33	**14.00**	-	3.70	-
P13b	1.270	33	**12.90**	-	3.40	-
P14	1.340	33	**12.70**	0.25	1.75	0.20
P15	1.680	33	**10.00**	-	1.80	-
P16	1.950	33	**9.25**	0.10	0.40	0.20
P16a	1.980	33	**8.50**			

Pour T=5 ans, la Tontouta déverse dans la Tambéo et impose un niveau assez élevé à la confluence Tambéo / chenal Natéré. Ce niveau se répercute jusqu'en amont de la piste qui n'est cependant pas encore submergée. La Kouembélia se jette dans ce « lac » et contourne encore toute la piste en rejoignant la Tambéo.

Crue T=10 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
KT	0.850	520+150-23	**4.85**			
T3	1.000	520	**4.80**	0.55	1.70	0.45
T4	1.460	520	**4.40**	0.50	2.75	0.30
T5	1.860	520	**3.35**	0.35	1.45	0.60
T6	2.300	520	**2.90**	0.25	0.90	0.20
K2P	0.490	23	**16.80**	-	3.05	-
K3	0.520	23	**16.20**	-	1.60	-
K4	0.890	23	**13.30**	0.30	1.65	0.20
K5	1.170	23	**11.95**	0.15	0.55	0.15
K6P	1.200	23	**11.70**	-	2.10	-
K7	1.390	23	**9.60**	0.30	1.50	0.55
K8	1.610	23	**7.85**	-	1.70	0.50
K9	1.850	23	**6.00**	0.15	1.60	-
K10P	2.080	23	**5.00**	0.20	0.80	0.20
K11	2.400	150-23	**4.65**	0.40	0.70	0.25
K12	2.640	150-23	**4.75**	0.20	0.60	0.25
K13	3.170	150-23	**4.80**	0.15	0.30	0.15
K14	3.420	150-23	**4.85**	0.15	0.30	0.10
KT	3.910	520+150-23	**4.85**			
P12a	0.720	43	**17.60**	0.45	2.95	-
P13	0.950	43	**15.30**	0.20	1.10	0.25
P13a	1.050	43	**14.30**	-	4.00	-
P13b	1.270	43	**13.00**	-	4.15	-
P14	1.340	43	**12.75**	0.35	1.90	0.25
P15	1.680	43	**10.30**	0.30	1.80	0.25
P16	1.950	43	**9.65**	0.15	0.50	0.20
P16a	1.980	43	**9.30**			0.35

Pour T=10 ans, la Tontouta déverse dans la Tambéo qui remonte la Kouembélia jusqu'au droit du point bas de la piste et provoque un déversement par dessus la piste d'envol. Le débit de la Kouembélia s'ajoute à ce débit déversé. Il en est de même, quoique dans des proportions différentes, pour les crues supérieures.

Crue T=20 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
KT	0.850	630+290-28	**5.35**			
T3	1.000	630	**5.25**	0.60	1.75	0.55
T4	1.460	630	**4.70**	0.60	2.95	0.40
T5	1.860	630	**3.55**	0.40	1.60	0.65
T6	2.300	630	**3.10**	0.30	1.00	0.20
K2P	0.490	28	**17.10**	-	3.40	-
K3	0.520	28	**16.40**	-	1.80	-
K4	0.890	28	**13.40**	0.35	1.65	0.25
K5	1.170	28	**12.30**	0.15	0.55	0.15
K6P	1.200	28	**11.90**	-	2.35	-
K7	1.390	28	**9.65**	0.35	1.55	0.60
K8	1.610	28	**8.05**	0.05	1.70	0.60
K9	1.850	28	**6.20**	0.15	1.75	-
K10P	2.080	28	**5.10**	0.20	0.60	0.20
K11	2.400	290-28	**4.90**	0.65	1.20	0.45
K12	2.640	290-28	**5.15**	0.30	0.95	0.40
K13	3.170	290-28	**5.30**	0.25	0.50	0.20
K14	3.420	290-28	**5.35**	0.20	0.40	0.15
KT	3.910	630+290-28	**5.35**			
P12a	0.720	53	**18.50**	0.50	2.10	0.15
P13	0.950	53	**15.70**	0.20	1.00	0.25
P13a	1.050	53	**14.30**	-	4.30	-
P13b	1.270	53	**13.00**	-	4.40	-
P14	1.340	53	**12.85**	0.40	1.95	0.30
P15	1.680	53	**10.40**	0.40	1.90	0.35
P16	1.950	53	**9.75**	0.20	0.50	0.20
P16a	1.980	53	**9.40**	-	2.20	0.45

Remarque: pour la crue T=20 ans et sur la Pébo, le cadre qui passe sous la piste est en tout début de mise en charge.

Crue T=50 ans

Section	PK (km)	Débit (m3/s)	Cote NGNC (m)	Vitesse moyenne (m/s)		
				R.G.	mineur	R.D.
KT	0.850	780+470-34	**5.95**			
T3	1.000	780	**5.80**	0.70	1.90	0.60
T4	1.460	780	**5.00**	0.70	3.20	0.50
T5	1.860	780	**3.85**	0.50	1.75	0.75
T6	2.300	780	**3.25**	0.35	1.15	0.25
K2P	0.490	34	**18.00**	-	3.80	0.35
K3	0.520	34	**16.70**	-	2.00	0.15
K4	0.890	34	**13.60**	0.40	1.60	0.25
K5	1.170	34	**12.70**	0.20	0.55	0.15
K6P	1.200	34	**12.25**	-	2.60	-
K7	1.390	34	**9.70**	0.40	1.55	0.60
K8	1.610	34	**8.20**	0.20	1.75	0.65
K9	1.850	34	**6.30**	0.20	1.90	-
K10P	2.080	34	**5.25**	0.20	0.50	0.15
K11	2.400	470-34	**5.10**	1.00	1.75	0.65
K12	2.640	470-34	**5.60**	0.45	1.35	0.55
K13	3.170	470-34	**5.90**	0.35	0.75	0.30
K14	3.420	470-34	**5.95**	0.30	0.55	0.25
KT	3.910	470-34	**5.95**			
P12a	0.720	65	**18.70**	0.55	2.20	0.20
P13	0.950	65	**16.10**	0.20	1.10	0.25
P13a	1.050	65	**15.40**	-	4.60	-
P13b	1.270	65	**14.80**	-	4.70	-
P14	1.340	65	**13.00**	0.40	2.10	0.35
P15	1.680	65	**10.50**	0.50	2.00	0.40
P16	1.950	65	**9.80**	0.20	0.55	0.25
P16a	1.980	65	**9.50**	-	2.20	0.50

Remarque:

- pour la crue T=50 ans et sur la Kouembélia, le pont de la cité Martinet est à la limite de la mise en charge (sous-poutre = 12,33 NGNC) et celui de la RT1 est submergé.

- pour la crue T=50 ans et sur la Pébo, le cadre qui passe sous la piste est en charge et les ponts de la RT1 et en aval de la piste sont submergés.

4.2 Délimitation de la zone inondable

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

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

Le fond de plan disponible sur l'enceinte de l'aéroport, à l'échelle du 1/2000ème a, d'une façon générale, présenté une précision suffisante pour procéder à un report correct. La représentation au 1/5000ème de la zone inondable, donnée en annexe 2, n'est qu'une édition à une échelle différente du document de base établi au 1/2000ème et remis sous la forme d'un fichier AUTOCAD.

Aussi précis que soit ce fond de plan, il comporte néanmoins une erreur par construction (il s'agit d'un relevé photogramétrique). Les limites de zones inondables, qui se réfèrent aux cotes du fond de plan topographique, peuvent donc s'avérer fausses sur le terrain.

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

Entre deux coupes successives, la cote d'inondation d'une crue de période de retour donnée peut être interpolée linéairement. Le niveau calculé en P6 (aval Tambéo) est un cas particulier: il peut être considéré comme régnant partout en aval de la piste.

On peut ajouter que les cotes données dans les tableaux sont des valeurs intermédiaires entre niveaux et charges. Dans un écoulement, la charge s'ajoute, dans certaine conditions, au niveau d'eau. La charge étant proportionnelle au carré de la vitesse, elle demeure négligeable lorsque celle-ci demeure limitée (elle vaut 5 cm lorsque la vitesse vaut 1m/s) mais peut devenir importante (elle vaut 20 cm pour 2 m/s et 45 cm pour 3 m/s). Pour que la charge puisse apparaître, il faut qu'un obstacle annule la vitesse. Par exemple, une partie de la charge peut être observée à l'intérieur d'une maison placée dans un courant: l'eau sera plus haute à l'intérieur qu'à l'extérieur. Toutefois, en pratique, il est exceptionnel que la charge puisse être entièrement mobilisée. C'est pourquoi nous nous sommes limités à majorer certains des niveaux calculés pour tenir compte d'une éventuelle mobilisation partielle de la charge, au droit des sections soumises aux plus fortes vitesses.

Par ailleurs, ces cotes ont une précision absolue d'environ plus ou moins 15 cm. Par contre les dénivelées entre deux crues de périodes de retour différentes sont précises puisque les imperfections des modèles sont sensiblement les mêmes pour chaque calcul.

Enfin, on rappelera ici que les résultats obtenus sur la Pébo sont moins fiables que sur les autres rivières.

4.3 Vitesses d'écoulement

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

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

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

La vitesse maximale observée sur la zone s'élève à 3,20 m/s, pour la crue cinquantennale, dans le lit mineur de la section T4, au droit d'un resserrement naturel de la Tambéo. Les ouvrages d'art sont eux aussi soumis à des vitesses importantes, notamment le cadre de la Pébo passant sous la piste.

En dehors de ces cas particuliers, les vitesses en lit majeur ne sont pas susceptibles de provoquer des dégradations très importantes en dehors des points bas où elles peuvent augmenter localement. En lit mineur, elle peuvent entraîner des érosions de berges mais demeurent toutefois assez modérées.

4.4 Remarque

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

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

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

Enfin, l'acquisition de données hydrologiques supplémentaires permettrait ultérieurement de préciser les distributions de débits retenues.

5. AMENAGEMENTS ENVISAGEABLES

Nous exposons ci-après quelques réflexions sur les aménagements existants ou qui pourraient être créés. Certaines concernent des points de détail. D'autres proposent des améliorations possibles de la situation actuelle vis à vis des inondations.

Il est toutefois essentiel, avant d'envisager de tels aménagements, que la D.A.C. détermine si elle considère la situation actuelle comme acceptable ou non.

Le premier critère à examiner est probablement celui de la disponibilité de la piste. On rappelle à ce sujet que la piste est actuellement submergée tous les 6 à 10 ans (voire 8 à 10 ans si l'on se veut moins pessimiste). La durée de submersion, qui dépend de l'importance de la crue, ne doit pas pouvoir excéder 24 heures. Compte tenu des conditions météorologiques qui règnent pendant de telles crues, la piste doit elle impérativement être rendue utilisable ? On rappellera également que lors du récent cyclone Béti, personne ne savait, pendant la nuit, si la piste était submergée ou pas. Dans ces conditions, comment autoriser ou pas un avion à atterrir ? Enfin, les observations montrent également qu'après un cyclone, la piste, même sans avoir été inondée, est jonchée de débris végétaux. Est-elle alors utilisable ?

Le second critère, économique, doit mettre en balance la fréquence de submersion de la piste et les dégâts occasionnés sur les bandes latérales d'une part, et le coût des aménagements qui pourraient les réduire d'autre part.

En dehors des considérations concernant la navigation aéronautique, notre avis, sur le plan hydraulique, est que la situation actuelle paraît très supportable. Toute amélioration de la fréquence de submersion de la piste nécessitera des études et des travaux d'ampleur probablement démesurée avec le gain que l'on peut en attendre. Il est par contre possible de procéder à quelques aménagements mineurs qui limiteraient les conséquences de ces submersions et débordements.

Equipement hydrométrique

Si la D.A.C. envisage de réaliser des aménagements destinés à améliorer la couverture du risque inondation, il est certain que des données hydrologiques complémentaires permettraient d'affiner leur dimensionnement.

Les deux principales inconnues sont la répartition des débits entre la Tontouta et la Tambéo d'une part et la distribution des crues de la Kouembélia et de la Pébo d'autre part.

En ce qui concerne le premier point, seul un réseau dense d'échelles de crues (échelles dont le marqueur reste en position de crue maximale), organisé en sections hydrauliques successives, entre la Tontouta et l'aval de la Tambéo et en passant par la

piste, permettrait de comprendre parfaitement les écoulements qui, on l'a vu, ne dépendent pas seulement de la période de retour de la crue mais également de la forme de son hydrogramme. Ces échelles doivent naturellement être visitées et remises à zéro après chaque crue. Elles doivent éventuellement être remplacées lorsqu'elles sont détruites.

En ce qui concerne la distribution des crues de la Kouembélia et de la Pébo, on a vu qu'il s'agit de petits bassins versants mal connus sur le plan hydrologique. Une observation complète et de longue durée d'un de ces bassins (limnigraphe + pluviographe + pluviomètres totalisateurs) permettrait sans doute d'établir à terme une distribution beaucoup plus fiable. Toutefois, compte tenu des difficultés que présentent un tel suivi (jaugeages en vue de l'étalonnage de la station, entretien, remplacement de matériel défectueux ou détruit, etc.) et de la forme inhabituelle de ces bassins (qui ne sont pas de bons candidats pour devenir « représentatifs » et par conséquent intéresser la D.A.F. qui, sinon, aurait pu participer à ces mesures), il est peut être suffisant de se limiter au relevé de laisses de crues après les événements les plus intéressants.

Dans les deux cas, les événements intéressants ne sont pas seulement les plus rares. Il est indispensable de disposer d'observations sur l'ensemble de la gamme des crues.

Déversement de la Tontouta dans la Tambéo

Comme cela a été expliqué en détail, une part du débit de crue de la Tontouta déverse dans la Tambéo au droit de la RT1. Il faut signaler que l'étude est basée sur l'ancien pont de la RT1 sur la Tambéo. Or cet ouvrage a été reconstruit récemment (1997) avec deux objectifs: l'élargir en premier lieu mais également éviter l'abaissement de la RT1 au droit du franchissement (qui créait des problèmes de visibilité). En d'autres termes, la RT1 a été rehaussée au droit du franchissement, ce qui signifie que le déversement est donc plus limité qu'auparavant. Il existe probablement une gamme de débits où cette modification diminuera le pourcentage de débit passé de la Tontouta à la Tambéo.

Ces faits étant constatés, on peut se demander s'il n'est pas possible de poursuivre dans ce sens, et d'essayer de limiter davantage l'alimentation de la Tambéo en crue. Cela nous paraît peu intéressant, pour une raison simple: un tel aménagement risque de n'avoir plus aucune incidence lors des crues les plus importantes puisque le déversement est alors généralisé sur l'ensemble de la RT1 et que la Tambéo est alors alimentée par le lit majeur lui-même. Tout effort pour limiter l'alimentation de la Tambéo deviendrait vain alors même que la crue en question passerait par dessus la piste, c'est à dire serait particulièrement préjudiciable.

Un tel aménagement ne présenterait d'intérêt que s'il s'avérait souhaitable de réduire la fréquence de submersion de la piste. On pourrait peut-être passer d'une période de retour de submersion de « 6 à 10 ans » à une période de retour de « 8 à 10 ans » par exemple, en ne permettant plus aux crues de période de retour 6 à 8 ans

d'alimenter la Tambéo. Il reste à savoir si un gain, que l'on peut prédire modeste, sur cette période de retour justifie des travaux certainement importants.

Du point de vue des calculs hydrauliques, le dimensionnement d'un tel aménagement nécessiterait la modélisation de la rivière Tontouta depuis son embouchure jusqu'en amont du point de déversement vers la Tambéo. Il s'agit d'un travail d'envergure. Par ailleurs, toute l'information historique ayant été utilisée au cours de la présente étude, il n'est pas certain qu'une meilleure loi de répartition du débit entre la Tontouta et la Tambéo puisse être trouvée.

Déversement de la Tambéo vers la piste

Lorsque la Tambéo, alimentée par la Tontouta, déverse vers la piste d'envol, elle emprunte un passage relativement étroit, entre la bute d'extrémité de piste, la bute de la caserne de gendarmerie, et une bute intermédiaire. Cela réserve deux chenaux, que nous nommerons Ouest et Est. Le point le plus bas du chenal Est est à la cote 5 NGNC environ, le point le plus bas du chenal Ouest (hormis le lit mineur de la Kouembélia), est à la cote 2 environ. La cote atteinte par la crue de période de retour 50 ans dans ce secteur est de 5,50 NGNC. Il ne semble pas irréaliste d'envisager de fermer ces deux passages par des digues afin d'interdire le passage de la Tambéo par dessus la piste. Un tel projet présente cependant deux difficultés:

La première est de reconstituer un exutoire à la Kouembélia. Il s'agit obligatoirement de la faire passer sous la piste, par un ouvrage à créer, qui soit dimensionné pour évacuer au moins la crue décennale et probablement davantage (afin d'obtenir un gain par rapport à la fréquence actuelle de submersion de la piste). Un tel ouvrage, dont la section devrait approcher celle de l'ouvrage sous piste de la Pébo, peut-il être réalisé sans interrompre le trafic ?

La deuxième difficulté est de pouvoir garantir que la digue ne sera jamais submergée (la période de retour acceptable pour la rupture d'une telle digue est certainement très élevée puisque les dégâts seraient considérables, à cause de l'onde de rupture). Or, la présence de la digue, en supprimant la part de débit qui était évacuée par dessus la piste, impose à ce débit de réemprunter l'exutoire de la Tambéo elle-même et/ou à rejoindre de nouveau la Tontouta, par la dépression Négwé, ce qui aura une incidence importante sur le nouveau niveau qui régnera au droit de la digue. Bien que l'on puisse espérer trouver des solutions, comme par exemple le recalibrage de la Tambéo en T4 où elle connaît un resserrement naturel, le dimensionnement de cet ouvrage est certainement délicat. Il nécessite une compréhension des écoulements dans le lit majeur de la Tontouta bien meilleure que celle que l'on en a actuellement et risque d'aboutir à une digue exagérément haute.

Déversoir et clapet sur la Tambéo

Nous avons vu dans le texte que des aménagements destinés à empêcher les eaux salées de remonter dans l'exutoire actuel de la Kouembélia et du Natéré (seuil déversant et clapet de la Tambéo) avaient été détruits par les crues successives. On peut se demander s'il est utile de les reconstruire. Nous ne le pensons pas. Les seules justifications trouvées à ce souhait d'empêcher la remontée des eaux salées étaient d'une part de limiter la repousse des palétuviers qui diminuent les capacités d'écoulement des chenaux et d'autre part de limiter des dépôts de sédiments qui seraient « apportés par les marées ». En ce qui concerne le premier point, un entretien régulier des chenaux aux engins mécaniques permet de se prémunir d'une repousse trop rapide. En ce qui concerne le deuxième point il est plus probable, au contraire, que le jeu des marées dans le réseau hydrographique entraîne un auto-curage favorable. Nous ajouterons que ce type d'ouvrage (déversoir et clapet) nécessite un entretien régulier et coûteux.

Clôtures

La clôture ceinturant l'aéroport est aménagée en portail à bascule au droit des creeks Kouembélia et Pébo. Ce système théoriquement automatique (le vantail posé sur axes horizontaux s'ouvrant par la simple poussée de l'eau) est en fait bloqué en position fermée pour des raisons de sécurité de l'aéroport. Une consigne prévoit de les débloquer à l'annonce de phénomènes climatologiques majeurs. Il est vrai que le système des alertes cyclonique permet de procéder à ces interventions en temps utile. Mais il est relativement fréquent qu'une crue importante soit générée par un système dépressionnaire ne faisant l'objet d'aucune alerte (on citera la crue du 24/01/1990 qui s'est avérée cinquantennale à Bourail ou la crue du 07/04/1992 dont la période de retour a dû osciller entre 15 et 20 ans aux alentours de Nouméa).

Dans de telles situations, il est probable que les portails ne seront pas débloqués. Il serait souhaitable qu'une solution à ce problème de sécurité soit trouvée.

Protection de la piste contre les déversements

Si la D.A.C. estime que la fréquence de submersion de la piste est supportable, il demeure malgré tout intéressant de prévoir des aménagements mineurs qui limiteraient les dégâts lors de ces submersions: aménagement d'une chute en aval, bourrelets limiteurs de pente (donc de vitesses) parallèlement à la bande latérale, renforcement des capacités de résistance de la bande latérale (par exemple: enherbement soigné et/ou poutres en béton armé affleurant la surface du sol et limitant les amorces d'érosion), etc., à condition bien sûr que ces éléments demeurent compatibles avec l'exploitation de la piste.

Côté Pébo, la submersion de la piste lors des crues les plus rares pourrait être limitée en aménageant un déversoir, en rive gauche, qui permettrait à l'excédent de débit de contourner l'extrémité de piste en passant dans la zone des balises disposées en arc de cercle. Il suffirait pour cela de caler la cote de la berge rive gauche à un niveau un peu inférieur en P13 et P13a. Il convient toutefois de rappeler qu'actuellement, la période de retour de submersion de la piste est déjà plus élevée côté Pébo que côté Tambéo, cette intervention côté Pébo est donc peu justifiée.

Côté Pébo également, il pourrait être utile de s'assurer que la Pébo ne peut déverser, en rive droite, dans le caniveau de drainage parallèle à la piste et en amont de celle-ci. Ce déversement a pu être, par le passé, une cause partielle des débordements par dessus la piste au droit de l'aérogare.

Petits aménagements dans la zone inondable

Les limites de zones inondables définies pour chaque période de retour (ou plutôt les cotes données dans les tableaux) permettent directement d'implanter des ouvrages en fonction des risques qu'ils peuvent supporter (par exemple, on n'implantera des habitations qu'en dehors de l'emprise de la zone inondable de période de retour 20 ans, mais on pourra implanter un lagunage dans la zone inondable de la crue décennale, voire quinquennale, etc.)

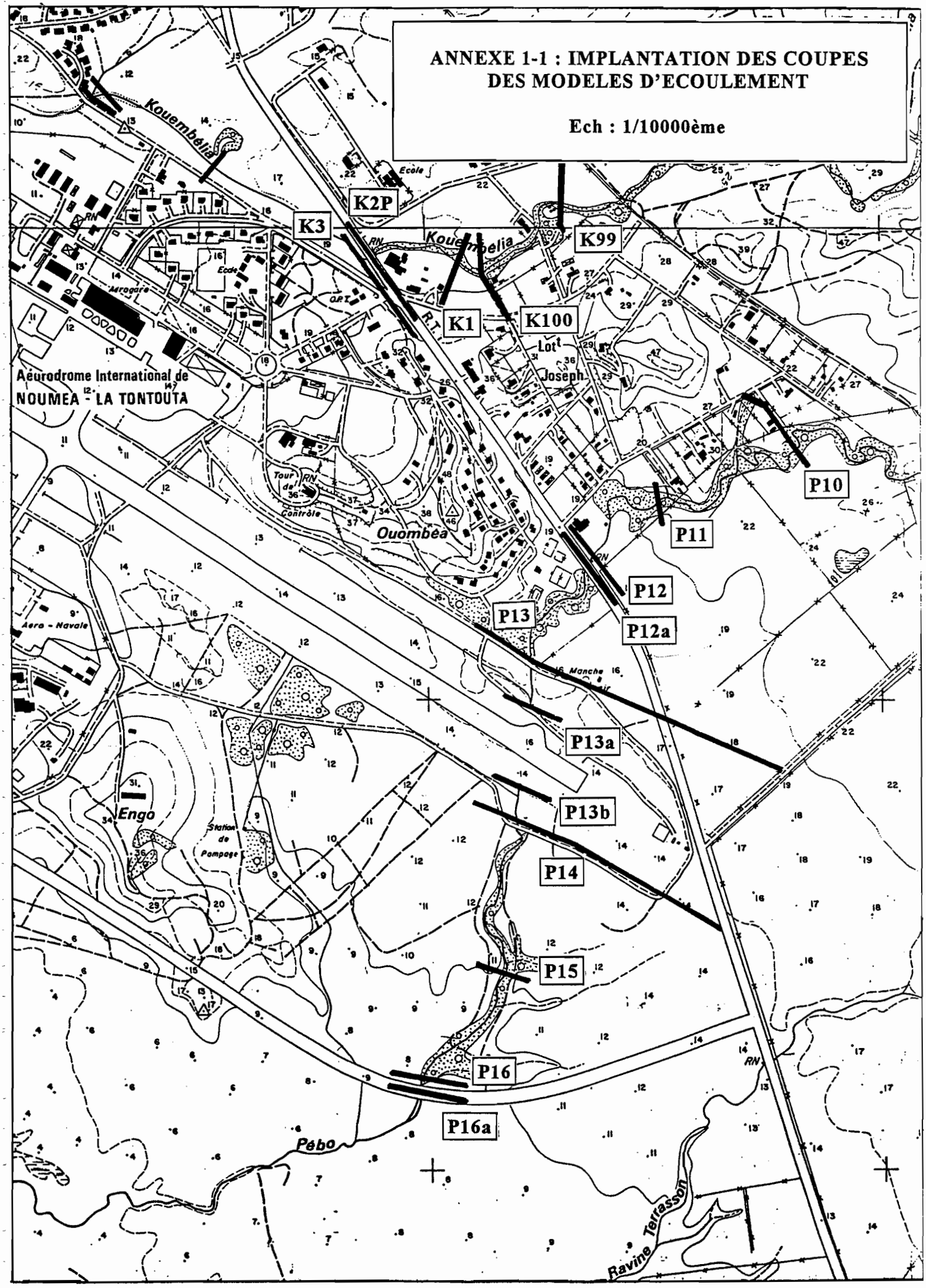
Certains aménagements, apparemment anodins, comme des clôtures insuffisamment perméables, peuvent modifier considérablement les conditions d'écoulement.

D'autres peuvent au contraire les améliorer, comme par exemple l'augmentation de section du lit mineur des creeks modestes, comme la Kouembélia et la Pébo. Afin de préserver les capacités d'autocurage, un tel recalibrage peut être fait en constituant deux lits trapézoïdaux imbriqués l'un dans l'autre, le plus profond ayant la plus petite largeur au plafond.

De petits aménagements très localisés peuvent permettre de récupérer des parties de la zone inondable. Par exemple, un dock de stockage pourra être implanté dans la zone inondable de période de retour T=20 ans tout en demeurant à l'abri de cette crue parce qu'il aura été construit sur un remblai localisé à la cote de cette crue.

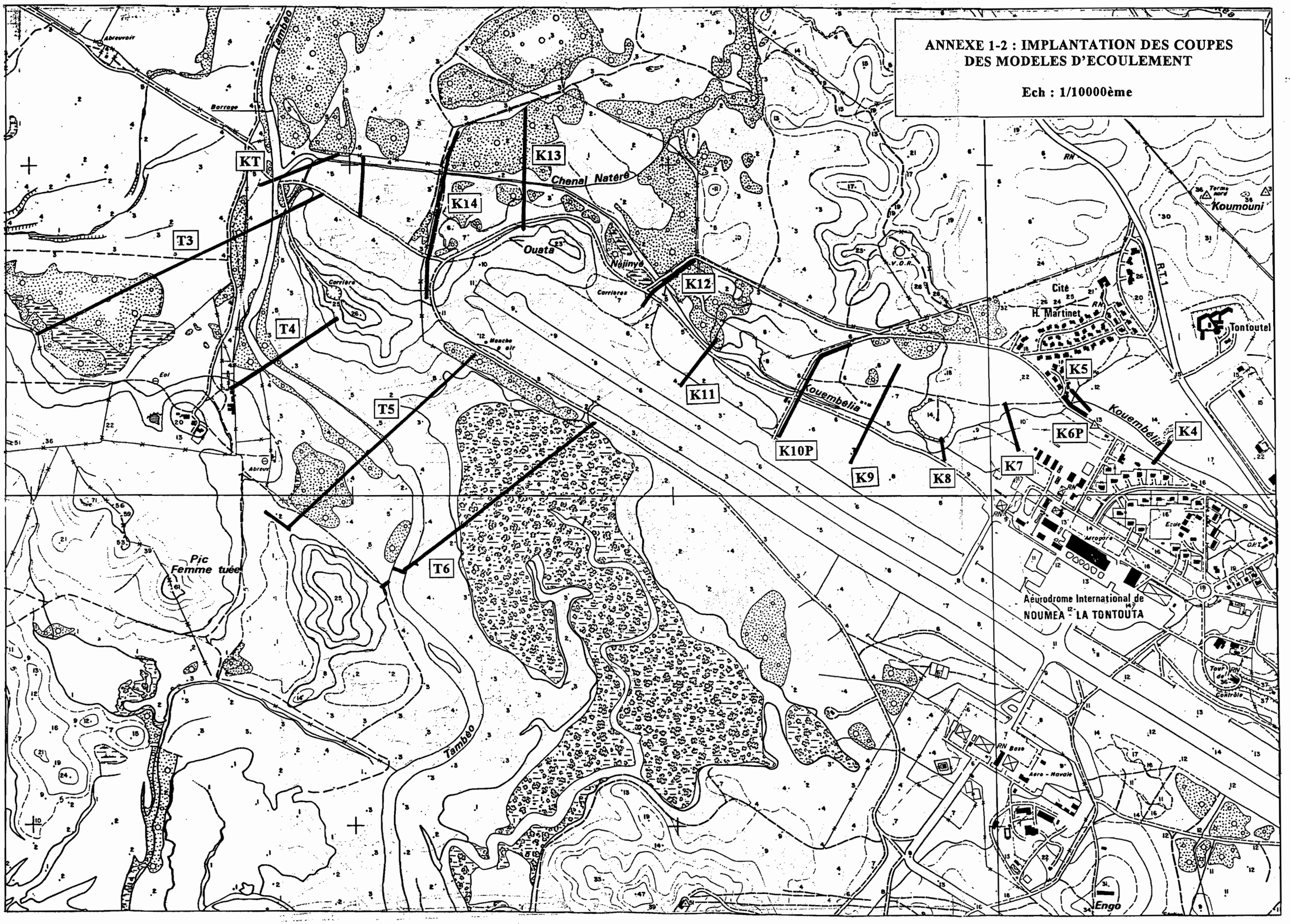
Il importe cependant de ne pas abuser et de veiller à ce que de tels aménagements ne modifient pas sensiblement la zone inondable (si, par exemple, la superficie du dock projeté équivaut à la moitié du lit majeur relatif à la crue T=20 ans, cette crue ne pourra certainement plus passer sans que les cotes d'écoulement ne soient augmentées. Dans ce cas, non seulement on aura augmenté les cotes d'inondations de la crue T=20 ans mais encore le dock projeté ne sera plus protégé contre la dite crue).

* *
*


ANNEXE 1-1 : IMPLANTATION DES COUPES
DES MODELES D'ECOULEMENT
Ech : 1/10000ème
K2P
K3
K99
K1
K100
P10
P11
P12
P12a
P13
P13a
P13b
P14
P15
P16
P16a
Kouembelia
Kouembelia
Aérodrome International de
NOUMEA - LA TONTOUTA
Ouombéa
Lot
Joseph
Tour de Contrôle
Aéro - Navale
Engo
Station de Pompage
Pébo
Ravine Terrasson
Ecole
Ecole
Arrogare
Manche

ANNEXE 1-2 : IMPLANTATION DES COUPES DES MODELES D'ECOULEMENT

Ech : 1/10000ème



TERRITOIRE DE NOUVELLE CALEDONIE

DIRECTION DE L'AVIATION CIVILE

DELIMITATION DE LA ZONE INONDABLE DANS L'ENCEINTE DE L'AEROPORT DE LA TONTOUTA

ECHELLE : 1/5000ème

DATE : 30/06/1997

CLASSEMENT :

Légende :

- limite de la zone inondable de la crue approximativement cinquantennale (T = 50 ans)
- limite de la zone inondable de la crue approximativement quinquennale (T = 5 ans)
- coupes
- fins de délimitations

Niveaux d'eau au droit de chaque section, pour des crues de différentes périodes de retour, en NGNC

Tambéo

SECTION	T=2 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans
KT	2.40	4.00	4.85	5.35	5.95
T3	2.30	3.95	4.80	5.25	5.80
T4	1.80	3.70	4.40	4.70	5.00
T5	1.60	2.70	3.35	3.55	3.85
T6	1.50	2.25	2.90	3.10	3.25

Kouembélia

SECTION	T=2 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans
K2P	16.00	16.50	16.80	17.10	18.00
K3	15.55	16.00	16.20	16.40	16.70
K4	12.55	12.95	13.30	13.40	13.60
K5	10.95	11.50	11.95	12.30	12.70
K6P	10.80	11.30	11.70	11.90	12.25
K7	9.30	9.50	9.60	9.65	9.70
K8	7.20	7.60	7.85	8.05	8.20
K9	5.65	5.95	6.00	6.20	6.30
K10P	4.20	4.80	5.00	5.10	5.25
K11	2.60	4.00	4.65	4.90	5.10
K12	2.55	4.00	4.75	5.15	5.60
K13	2.50	4.00	4.80	5.30	5.90
K14	2.45	4.00	4.85	5.35	5.95
KT	2.40	4.00	4.85	5.35	5.95

Pébo

SECTION	T=2 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans
P12a	17.40	17.60	17.60	18.50	18.70
P13	14.40	15.00	15.30	15.70	16.10
P13a	13.50	14.00	14.30	14.30	15.40
P13b	12.50	12.90	13.00	13.00	14.80
P14	12.20	12.70	12.75	12.85	13.00
P15	9.50	10.00	10.30	10.40	10.50
P16	8.45	9.25	9.65	9.75	9.80
P16a	8.00	8.50	9.30	9.40	9.50

Note : certaines zones, non représentées, sont inondées par suite d'une déficience du réseau d'assainissement pluvial, et non par les rivières du site (par exemple, la piste d'envol au droit de l'aérogare).

Note : côté Pébo, les cotes et les limites de zones inondables sont peu précises.