



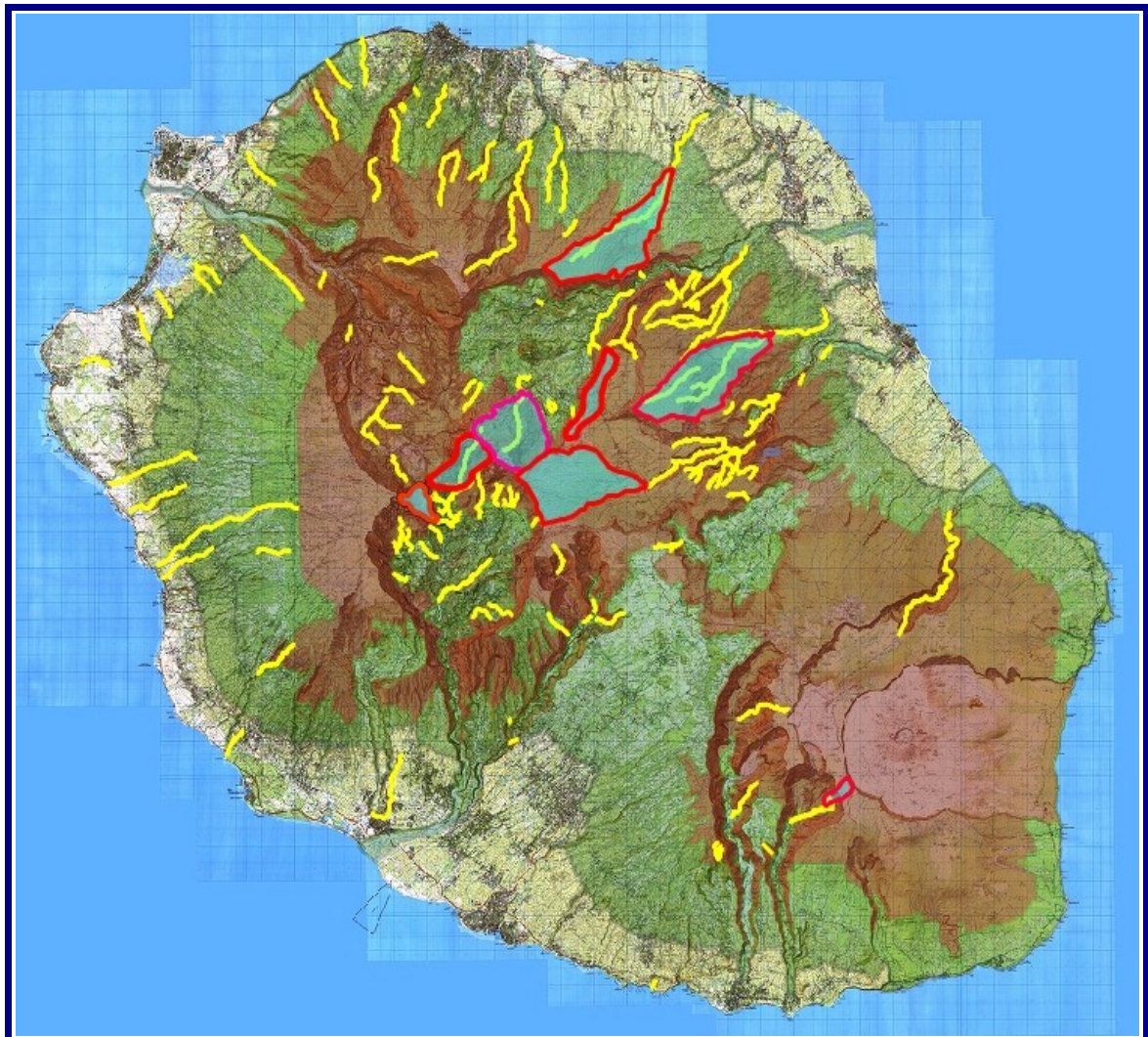
La Réunion
Parc National

Le Patrimoine hydrologique des hauts de La Réunion Application au coeur de Parc national



CRUES ET CANYONING

Les facteurs hydrologiques du canyoning régional Approche par étude de cas



Principaux canyons (jaune) en coeur de Parc (violet), en future aire d'adhésion (vert)
et bassins témoin étudiés

Préambule

Le 22 mars 2010, à l'invitation de M. le Préfet de La Réunion, s'est tenue en présence des services et des professionnels du canyoning local, une réunion de cadrage des réflexions et actions à mener comme suite au drame du 8 mars 2010 à Trou-Blanc (Salazie) où 4 sportifs ont trouvé la mort.

Au cours de cette réunion, considérant que de nombreux sites de canyoning nationalement et internationalement connus constituent une richesse patrimoniale forte de notre île et notamment de son coeur de Parc national ou de sa proximité; les représentants du PNRun ont proposé d'intégrer en annexe aux travaux en cours sur le patrimoine hydrologique du coeur de Parc, un complément d'information sur les caractéristiques hydrologiques de ces milieux et les risques associés pour les adeptes toujours plus nombreux...et leurs sauveteurs !

C'est l'objet du présent document, avant tout pragmatique car s'appuyant sur des événements récents, qui a fait l'objet d'un tiré à part largement diffusé.

Le lecteur y trouvera successivement :

- 1) **La crue du 6 mars 1999 du bras Ste Suzanne**
- 2) **Le Trou Blanc : Typologie hydrologique et bases de calcul**
- 3) **Autres canyons : Synthèse par bassins témoins**
- 4) **Conclusion et recommandations**



Une excellente initiative de la CIREST et du GTC : panneau d'information de danger dans la riv. des Roches (photo Stéphane Totalmy)

Sport d'eau vive spectaculaire, le canyoning en milieu parfois extrême (Trou de Fer, Trou blanc, Bras rouge...) fait l'objet à La Réunion d'un encadrement par des professionnels de renom.

Cette activité dont les modalités concertées et réglementées sont présentées en divers lieux publics (aéroports, organismes de tourisme, associations...) et sites internet appelle cependant à la vigilance. Pourquoi ?

▣ **l'intensité et la variabilité spatiale des averses est considérable sur toute l'île, notamment en période d'instabilité barométrique non nécessairement associée aux cyclones et dépressions,**

▣ **le contexte hydrologique de nos ravines et rivières est favorable :**

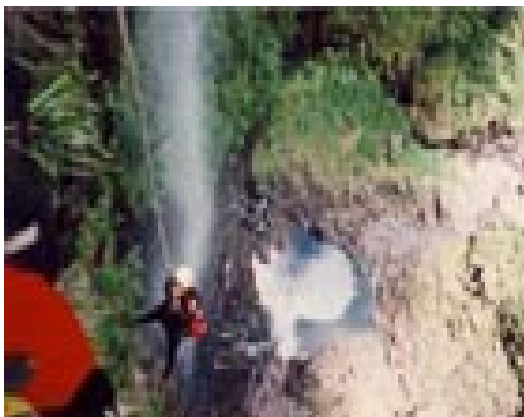
*** à des crues soudaines avec variation brutale de niveaux d'eau,**

*** à des effets d'embâcle / débâcle,**

*** au transport de corps flottants et de matériaux érosifs.**

Cette note présente de façon analytique un cas type observé en 1999 dans le Nord-Est qui s'est hélas traduit par mort d'homme. Elle se complète, de par l'actualité dramatique de mars 2010 (le même jour !), d'une approche du contexte hydrologique du canyon du Trou Blanc et plus généralement de celui de divers parcours locaux renommés.

Un(e) pratiquant(e) averti(e) en vaut deux...



1) La crue du 6 mars 1999 du bras Ste Suzanne

1.1 Présentation

Dans l'après midi du samedi 6 mars, le bassin versant de la Rivière Ste-Suzanne et plus particulièrement sa partie haute (Bras Laurent, Bras Citron...) a fait l'objet d'une crue soudaine au débit de pointe élevé.

Cette note présente la crue relevée à la station hydrométrique ORE du Bras Laurent, l'un des principaux affluents, et extrapole le résultat obtenu

- ▣ à l'aval du bassin,
- ▣ en termes statistiques (fréquence).

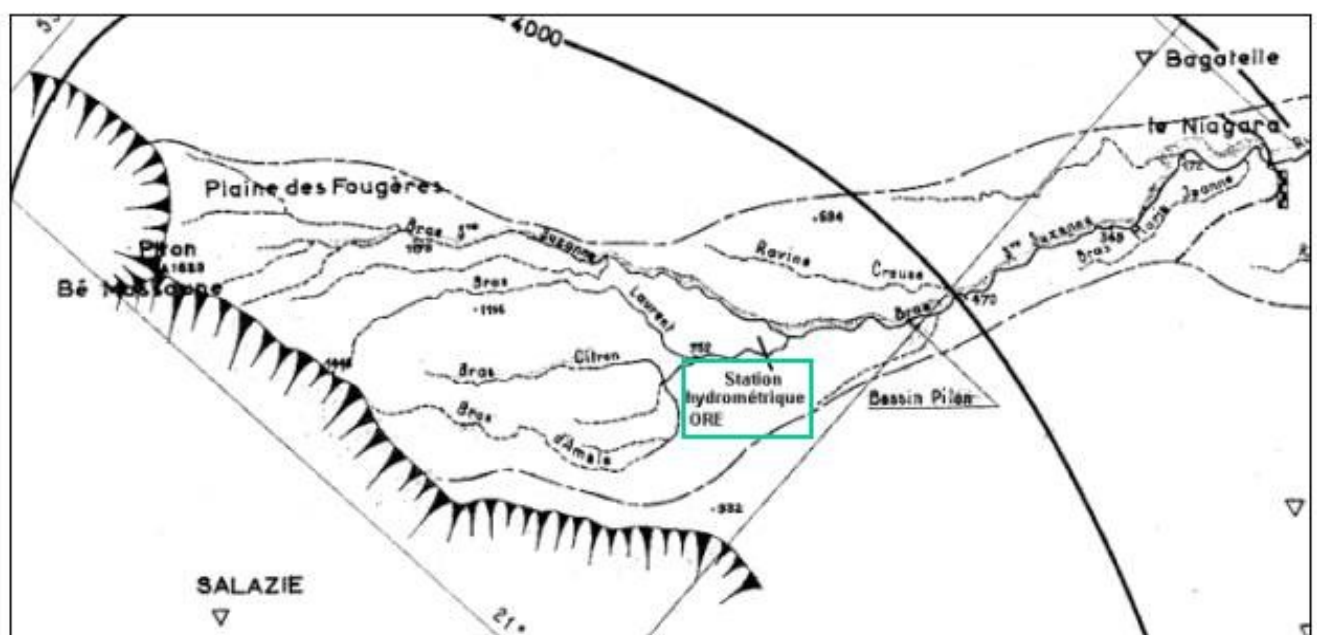
1.2 Le Bras Laurent et la crue du 6 mars 1999

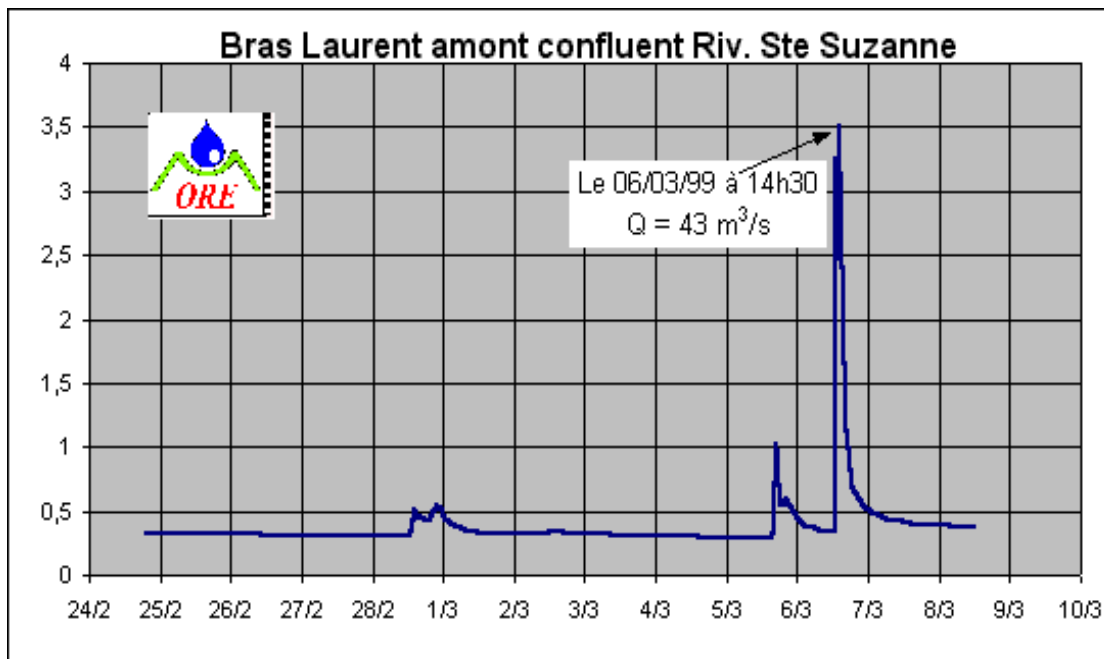


La station hydrométrique située 500 m à l'amont de la confluence avec le cours principal de la Rivière Ste-Suzanne, soit à la côte 660 m (cf. schéma cartographique ci-dessus), contrôle le ruissellement d'un bassin hydrographique de 8 km².

L'équipement de mesure est opérationnel depuis la fin 1992. Celui-ci dispose d'une centrale d'acquisition associée à un capteur du niveau de l'eau à dominante d'études des moyennes et basses eaux, d'amplitude 1,25 m.

La crue observée, qui a atteint la côte 3,5 m n'a donc pu être mesurée dans son intégralité. Toutefois, le relevé des laisses de crues et l'enregistrement simultané (en totalité) sur le grand Bras St-Jean, très proche, permet de la reconstituer dans de bonnes conditions de fiabilité.





1.3 Les paramètres explicatifs

- α Niveau et débit maxi : **3,5 m et 43 m³/s (Vitesse moyenne # 5 m/s)**
- α Pointes différenciées : 2 (35 et 43 m³/s),
- α Temps de montée (gradient maximum) : **2 m en 10 minutes**,
- α Précipitations associées (METEO-FRANCE) : inconnues.

1.4 Interprétation

La violence de l'épisode (temps de montée) est remarquable mais typique de la nature du complexe hydrométéorologique de ce bassin.

Disposant d'un couvert végétal arbustif dans un sol peu profond et sur un substratum fait de laves basaltiques épaisses peu perméables ; ce bassin de forme ovoïde très ramifié présente par ailleurs un faible temps de concentration ; tous éléments qui ne peuvent que favoriser des crues soudaines et fortes sous l'effet de singularités climatiques saisonnières.

Précédée la veille d'une petite crue culminant à 1 m (cf. diagramme) qui a probablement saturé les sols, les conditions sont donc réunies pour que sous l'effet d'un épisode pluvieux important, la crue du 6 présente les caractéristiques observées.

1.5 Les apports complémentaires

Le bief Bassin Pilon – Bassin Bœuf reçoit, outre la crue du bras Laurent, celle de la Rivière Ste-Suzanne (# 25 m³/s à l'amont de la confluence avec le Bras Laurent) et les crues moins conséquentes de la partie intermédiaire.

Dans l'hypothèse :

- α de l'application du même type d'événement pluvieux sur la Rivière Ste-Suzanne (amont),
- α d'un tassement probable de ces pluies sur les bassins intermédiaires,
- α de la désynchronisation des pointes de crue des bassins versants intermédiaires sur le débit principal des cours d'eau amont

il en résulte en première approche (apports simplement cumulés et non légèrement décalés des pointes de crue), un débit global maximum dans le bief de Bassin Pilon – Bassin Bœuf de : $43 + 25 + 10 = \mathbf{78\ m^3/s}$. La précision de cette estimation est de +/- 20 %.

1.6 La crue résultante : forme présumée du limnigramme

Elle est évidemment variable en fonction des caractéristiques hydrauliques du site. Une certitude cependant. L'arrivée des eaux s'est traduite par un effet de vague très violent avec un débit qui, de son plancher d'avant crue (de l'ordre de 0,4 m³/s à son premier maximum de l'ordre de 65 m³/s n'a duré qu'une quinzaine de minutes !

1.7 Approche statistique du renouvellement d'une telle crue

Les débits journaliers de crue du Bras Laurent, du 3 au 8/03/99, sont présentés ci dessous (en l/s). Notez l'impact de l'épisode principal du 6/03 (# 350000 m³ ruisselés) sur le débit journalier (# 420000 m³) en comparaison des valeurs immédiatement antérieures et suivantes. Par ailleurs, l'analyse des 6 années et quelques mois d'observations et d'enregistrements continus permet de retenir les épisodes suivants qui présentent la même typologie (hauteur et débit élevé, temps de montée très court).

156,00
130,00
465,00
4857,00
410,00
279,00

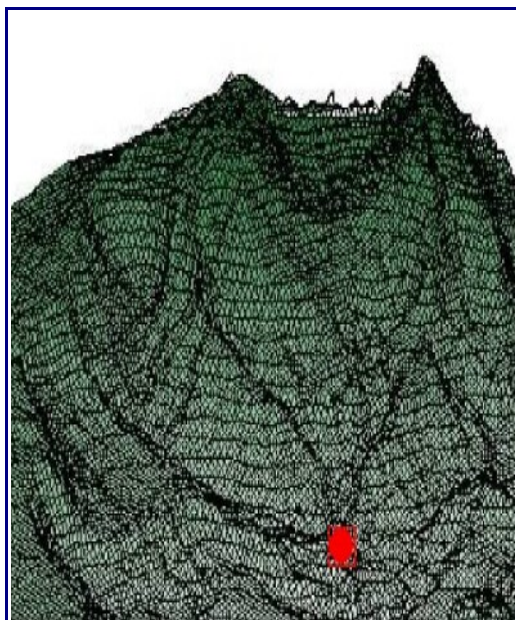
7/02/93	4,60 m
14/02/94	2,50 m
08/12/95	5,80 m
19/01/96	2,78 m
05/03/97	2,43 m
maxi de février 98	6 m (+)

On en déduit qu'un épisode de # 2,50 m ou plus se produit annuellement pendant la période cyclonique et sans qu'il soit forcément rattaché à la manifestation cyclonique proprement dite. La crue du 6 mars 99 n'apparaît donc pas en valeur comme exceptionnelle en termes statistiques car sa probabilité de renouvellement est d'un événement similaire tous les 3 à 5 ans. Les pentes des planèzes intermédiaires (de 400 à 800 m d'altitude) de St Denis à St André sont propices à ce type de crue éclair.

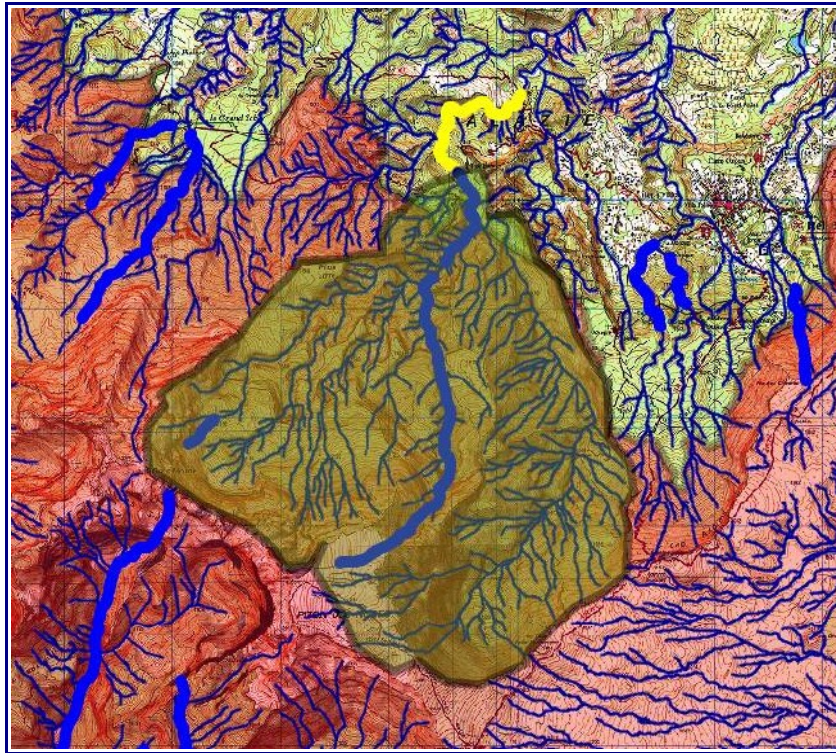
2) Le Trou Blanc : Typologie hydrologique et bases de calcul

Le drame survenu le samedi 6 mars 2010 (3 morts et 1 disparu) dans ce canyon d'intérêt régional (bief amont au GR R1) et international (bief aval), procède de considérations diverses.

Seule les composantes hydrologiques de ce canyon sont abordées ci après.



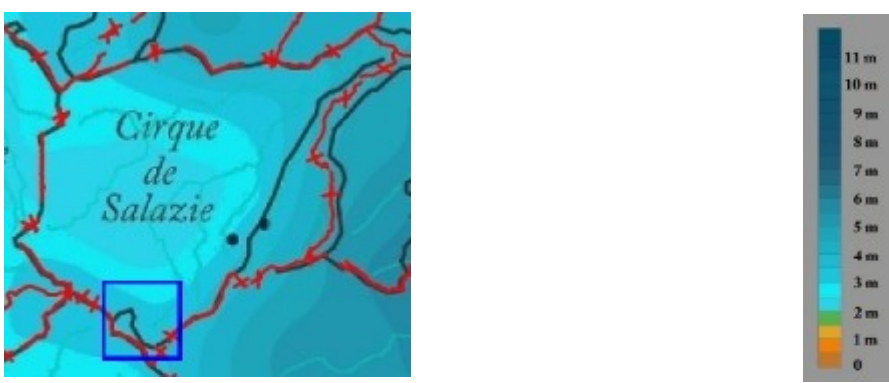
Esquisse 3D du bassin versant (amont sentier GR – vu depuis l'aval). Notez les fortes pentes relatives



Le bassin versant du Trou Blanc au droit du GR, le réseau hydrographique local et les parcours de canyoning en coeur de Parc et en aire d'adhésion

Le complexe hydrographique des pentes nord du Piton des Neiges est particulièrement ramifié et repose sur des laves apparentes et des niveaux bréchiques primitifs zéolités relativement imperméables, ce qui lui accorde une forte aptitude au ruissellement.

Son orientation géographique le prédispose par opposition à ses homologues des façades des cirques de Cilaos et de Mafate à des précipitations annuelles élevées (> 3500 mm - cf. carte Météo-France ci dessous), mais surtout à des averses sur courtes durées parmi les plus élevées de l'île (événement quinquennal # 75 mm en 1 heure et centennal > à 200 mm en 1 heure selon MF / CEMAGREF).



2.1 Modélisation

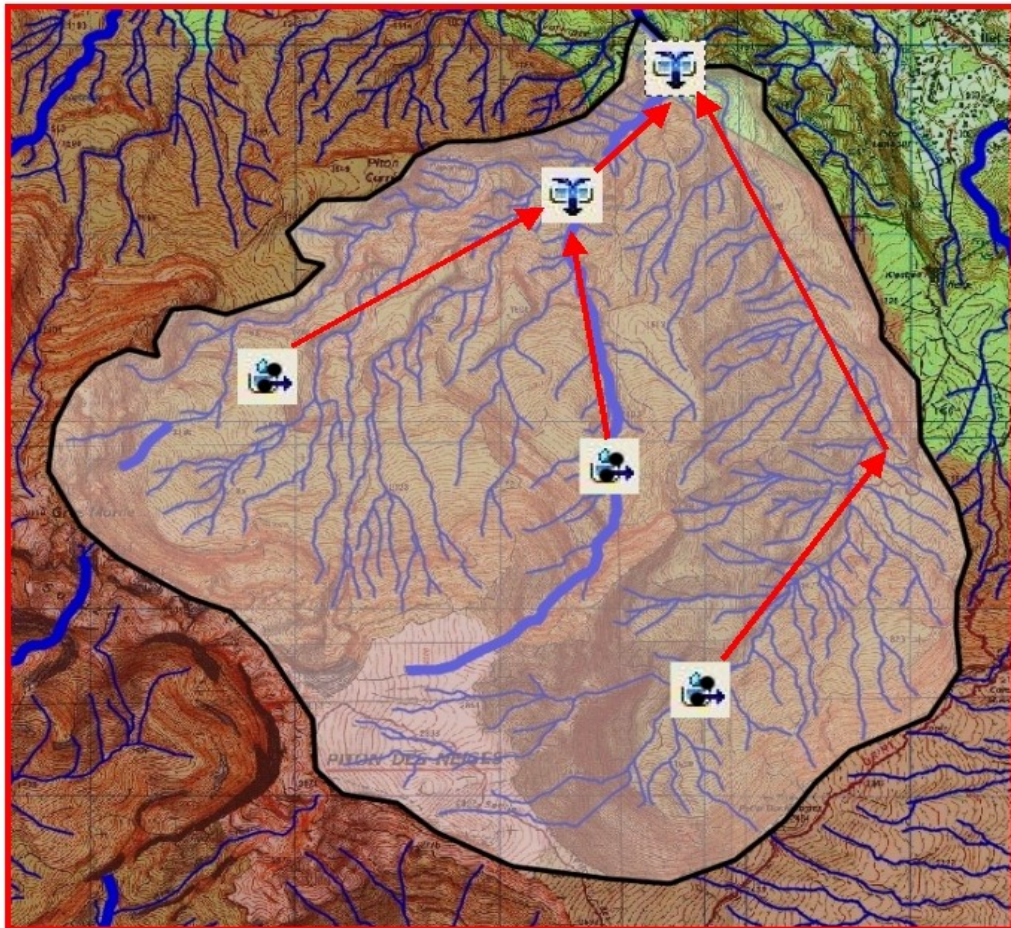
Dans ce qui suit, il sera fait état d'estimations par modèles hydrologiques classiques des crues de projet (courbe enveloppe des intensités de même période de retour; ici quinquennale). Cette fréquence présente une valeur sensiblement identique à celle résultant des observations effectuées sur le bras Laurent.

La fréquence quinquennale apparaît adaptée à l'analyse des risques associés à la pratique du canyoning sur ces sites. En effet, de par la typologie des averses en montagne et notamment de leur hétérogénéité spatiale, cette fréquence traduit en première approche la

contribution progressive et globale de l'ensemble du bassin au ruissellement et ce alors que le contexte climatique local n'appelle que peu à la vigilance (exemple : site de pratique ensoleillé alors que des averses intenses se produisent en amont !).

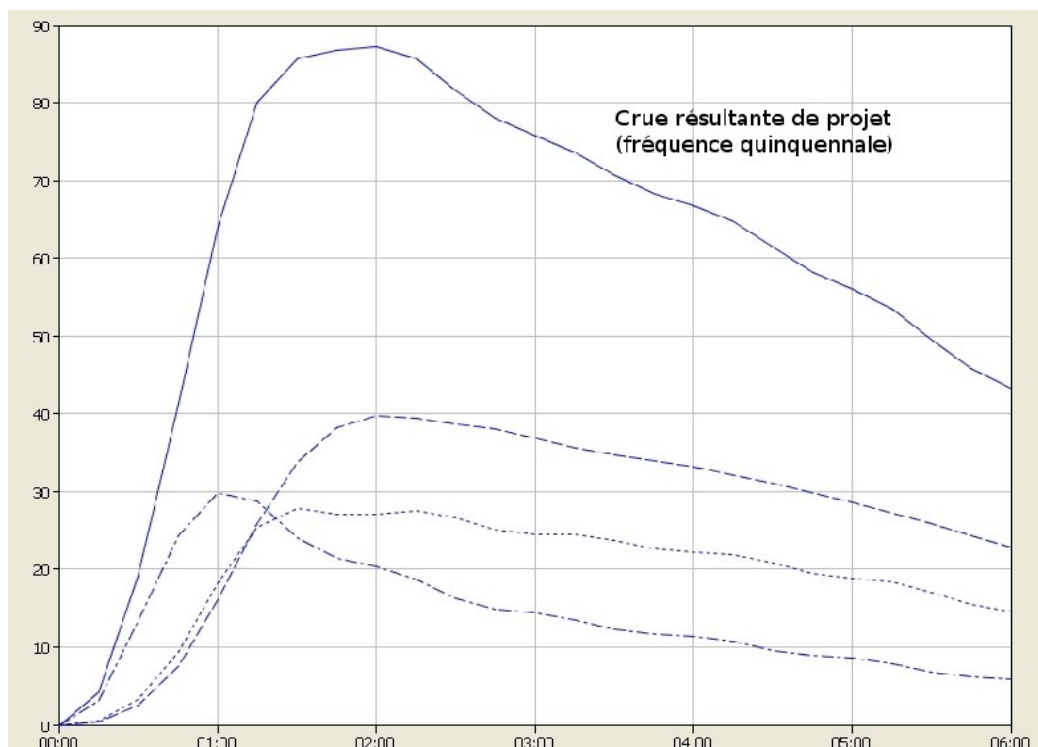
α Superficie générale du bassin versant au droit du franchissement par le GR : 13 km²

α Sous bassins constitutifs pour la modélisation : cf schéma topologique et synoptique ci dessous (3 icônes de « production » pour 3 sous-bassins et 2 icônes de jonction). Le plus petit d'entre eux en axe médian de forme linéaire peu ramifiée, contribue notamment à la crue résultante avec un délai de réactivité de moins d'1 heure (cf. diagramme). Pour mémoire, la crue de projet est calculée selon les valeurs cumulées des pluies quinquennales sur 1h, 2h....6h avec une précision relative de + / - 20 %



2.2 Résultats

- . Superficies respectives des sous bassins élémentaires : 2,7 ; 4 et 6,3 km²
- . Linéaire du drain principal : 5,7 km
- . Temps de concentration moyen de 20 à 45 minutes
- . Débit de pointe quinquennal des sous bassins : 27 ; 30 et 40 m³/s
- . Débit spécifique moyen : 7 m³/s/km²
- . Débit de pointe résultant : 87 m³/s au bout de 2 heures
- . **Élévation du niveau d'eau de la crue résultante en zone critique (en bief sans repli possible, soit dans le chenal aval et selon les singularités hydrauliques) : # 2,5 m à 4,5 m**
- . **Vitesses associées (crue résultante): > 6 m/s**



Ces crues sont soudaines, violentes et fugaces. Toutefois et de par l'étendue des bassins versants constituants et de leur grande ramification, elles « s'annoncent » presque toujours par une turbidité accrue (eau brunâtre), signe du développement graduel dans les minutes qui suivent d'une crue plus importante.

Celle-ci, de par le caractère ovoïde du bassin du Trou Blanc, peut se traduire selon la densité du hyétogramme (intensités des pluies en fonction du temps), par un effet de vague direct ou lié à un phénomène d'embâcle / débâcle qui se superpose au ruissellement diffus. A contrario et en cas d'averses modérées (< # 10 mm/h), la présence ponctuelle d'un couvert végétal dense atténue par effet de ressuyage la pointe de crue, ce qui tend à différer le ruissellement pur. Rappelons toutefois que la forêt n'a pas à très peu d'effet modérateur lors des intensités élevées (source : CEMAGREF).

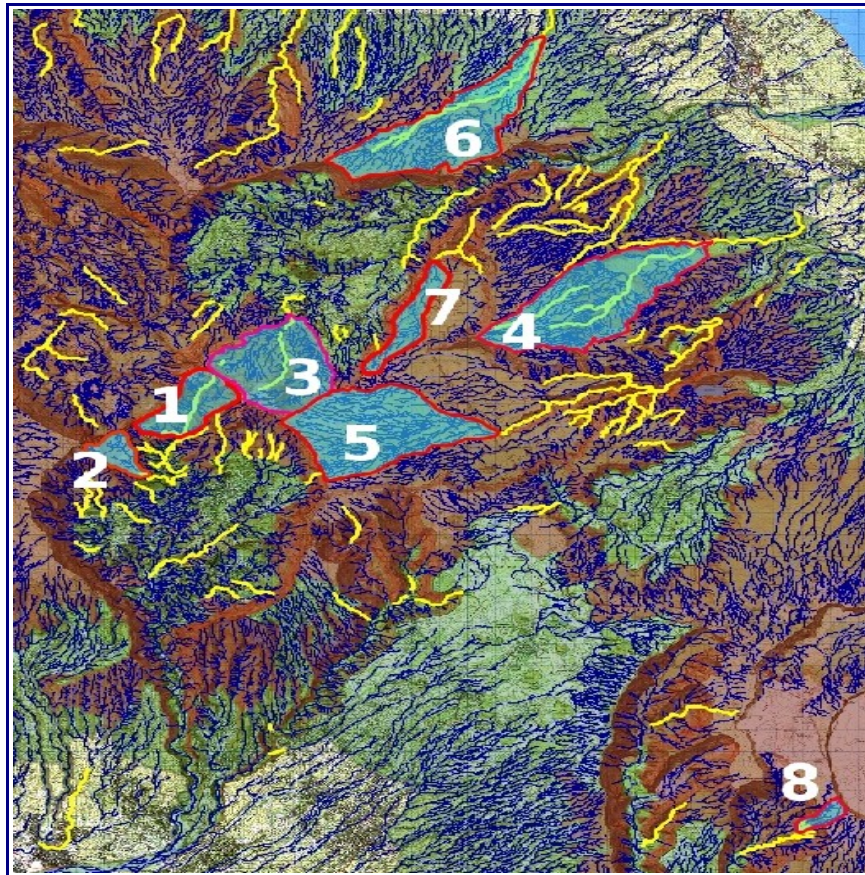
3) Autres canyons : Synthèse par bassins témoins

Les tableaux ci après précisent à partir de 8 sites témoin parmi les plus emblématiques des parcours d'intérêt régional, national et international quelques caractéristiques d'ordre hydrologique ainsi que les crues qui y surviennent, en tête donc des parcours référencés.

Les résultats sont établis selon la méthodologie présentée au préalable et complétés selon disponibilité d'observations de terrain.

Site n°	Dénomination	Parcours et identification	Longueur (m)	Dénivelée (m)	Superficie du BV témoin en amont immédiat (km²)	Intérêt	Remarques
1	Bras Rouge Cilaos	BR inférieur (ID 62)	2000	276	5,8	national	
2	Fleurs jaunes Cilaos	Fleurs jaunes (ID 7)	1900	510	2,3	international	
3	Trou Blanc Salazie	Trou blanc (ID 20)	1710	220	13	international	
4	Rivière des Roches	RdR 2 et 1 (ID 31 et 30)	1300	> 70	19,9	national	amont confl. br Pauline
5	Takamaka riv. Marsouins	Tak 1 (ID 34)	3000	465	18,5	international	
6	Riv. Ste Suzanne	Ste Suzanne inférieur (ID 128)	1200	120	17,5	régional	< bassin Nicole
7	Trou de Fer bras Cavernes	Trou de Fer (ID 21)	3300	870	4,3	international	
8	cap Blanc riv. Langevin	Rav. 7 bras (ID 109 / partiel)	# 2300	275	1,2	national	au confl. rav. coup sabre

L'extrait cartographique ci après permet de les localiser.



Ces sites présentent de nombreuses particularités notamment dans leur technique sportive. Le lecteur se reportera aux excellents guides locaux spécialisés. On se limitera ci après aux seules problématiques liées aux crues et en particulier à l'existence de bassins versants élémentaires de taille suffisamment conséquente ($\geq 1 \text{ km}^2$), à même d'engendrer des crues plus modestes mais rapides et donc signalisatrices du danger à venir (ruissellement général) !

Par ailleurs sont approchées selon quelques visuels in-situ, l'élévation de l'eau et les vitesses correspondantes généralement calculées selon des méthodes d'hydraulique à surface libre. Celles ci peuvent localement être aggravées par les particularités du régime torrentiel en milieu extrême, engendré par l'accroissement même modéré du débit sur des biefs à singularités (rapides, vasques, retours d'eau...). Divers accidents peuvent en découler, comme sur la rivière des Roches ces dernières années.

3.1 Quelques aspects d'ordre quantitatifs (débits maxi, hauteurs d'eau et vitesses)

Réf	Dénomination	Nombre sous-bassins significatifs	BV élémentaire : délai d'arrivée de la 1ère pointe de crue	BV élémentaire : Q max (m ³ /s)	débit global quinquennal (m ³ /s) du bassin témoin	sites critiques	élévation plan d'eau (m) en zone critique	vitesse (m/s)
1	Bras Rouge Cilaos	2	<30 min	# 19	44	chenal étroit sur # 600 m	> 2	> 4
2	Fleurs jaunes Cilaos	2	< 20 minutes	# 8	16	verticales (piton de sucre...)	cascade	
3	Trou Blanc Salazie	3	< 30 min	# 27	87	chenal en aval GRR1	> 3	> 4
4	Rivière des Roches	4	< 45 min	# 20	140	grotte submergée + rapides	> 3	> 5
5	Takamaka riv. Mars.	4	< 30 min	# 10	150	nombreux encaissements	> 4	?
6	Riv. Ste Suzanne	3	< 1 heure	# 7	100	contexte à « crues-flash »	cf. texte	cf. texte
7	Trou de Fer bras Cav.	2	< 20 min	# 11	45	chenaux étroits en sortie	> 6 m	?
8	Cap Blanc riv. Lang.	2	< 30 min	# 12	12	bassins à retour d'eau	?	?

3.2 Aperçu de la fréquence des épisodes de crue

La fréquence des crues susceptibles de porter atteinte à la sécurité des pratiquants est, hors saison cyclonique et malgré des débits de pointe généralement atténués, un facteur à connaître.

Divers enregistrements des débits journaliers sur des sites de typologie homologue sur 5 des 8 sites recensés sont présentés ci après sous forme de diagrammes (hauteurs d'eau ou débits) ou reportés en annexe. Les correspondances et réserves sont les suivantes :

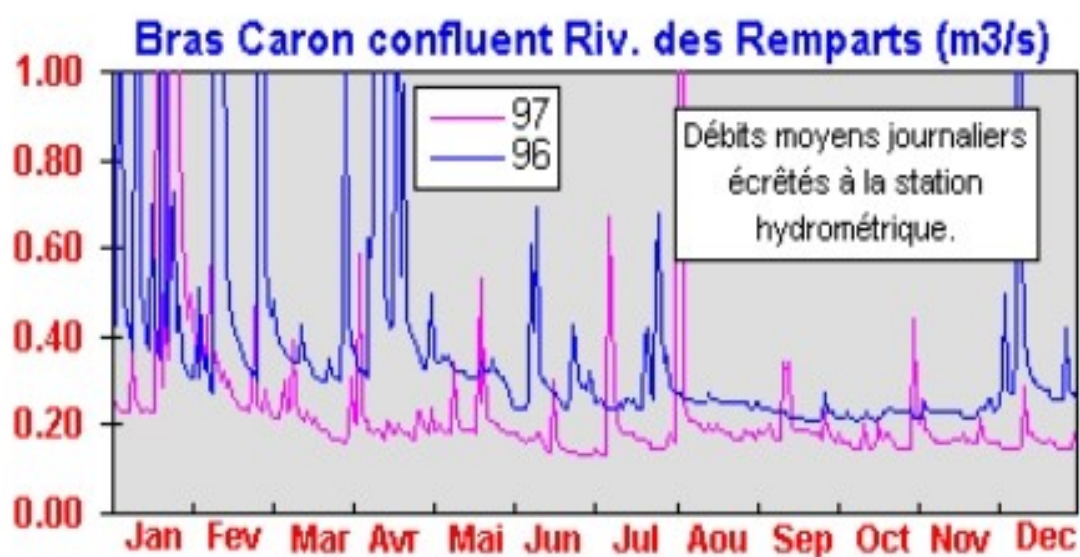
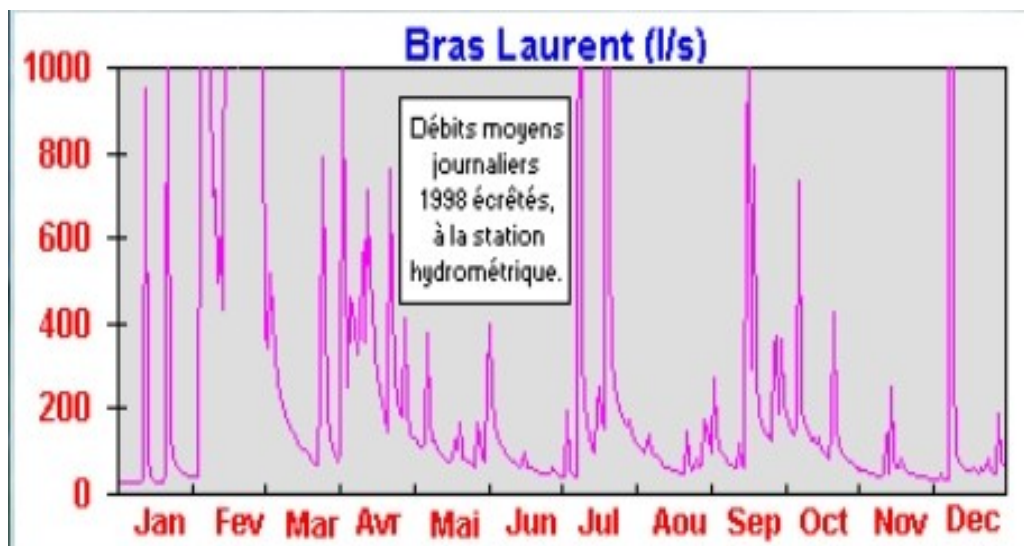
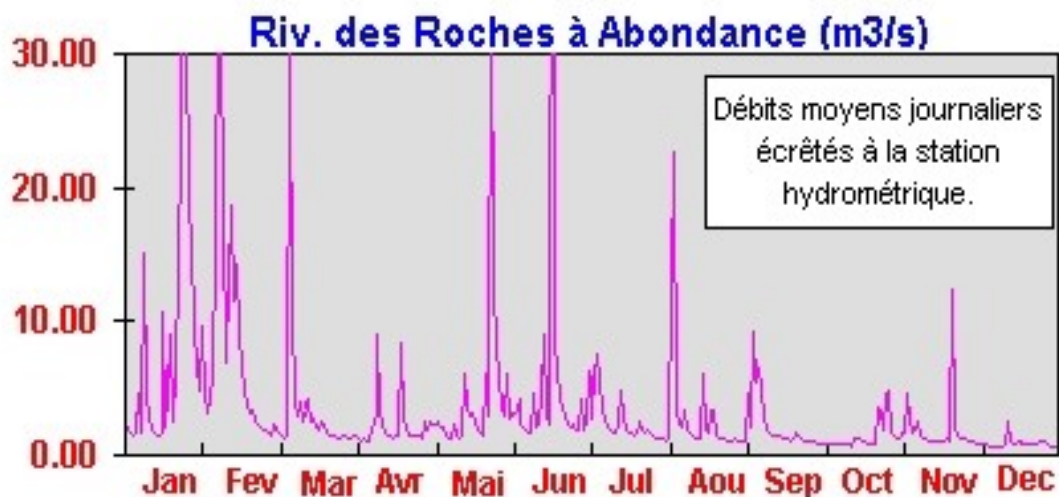
- α Parcours de la riv. des Roches : station hydrométrique ex ORE au lieu dit Abondance, # 800 m en amont du bassin La Mer
- α Parcours de Takamaka : station hydrométrique ex ORE de Bethléem. Les données sont légèrement perturbées par le fonctionnement des centrales EDF en amont
- α Parcours Ste Suzanne : Diagramme 1998 des crues (écrêtées) du bras Laurent et étude de cas préalable (crue du 6/03/99). Un tableau détaillé des occurrences de crue pour l'année 2000 est disponible en annexe.
- α Parcours de la ravine des 7 bras (Langevin) : approche par les hydrogrammes 96 et 97 du bras Caron, à proximité immédiate.
- α Trou de Fer : station hydrométrique ex ORE du Bras des Lianes en milieu à ruissellement toutefois plus intense (cf. tableau en annexe).

Exemple (ci après): A la station hydrométrique d'Abondance pendant l'année 1997, dont la pluviométrie du haut-bassin est moyenne, 6 épisodes de crue hors saison cyclonique (de mai à octobre) sont observés, dont 3 dépassent les 20 m³/s.

Sur les tableaux en annexe, les épisodes où les valeurs de débit à J+1 et J+2 sont significativement supérieures à celles de J, sont recensés. Bien évidemment, l'échelle journalière conduit à « tasser » la pointe de crue instantanée, significativement plus élevée.



La riv. des Roches en crue au droit de la station hydrométrique d'Abondance

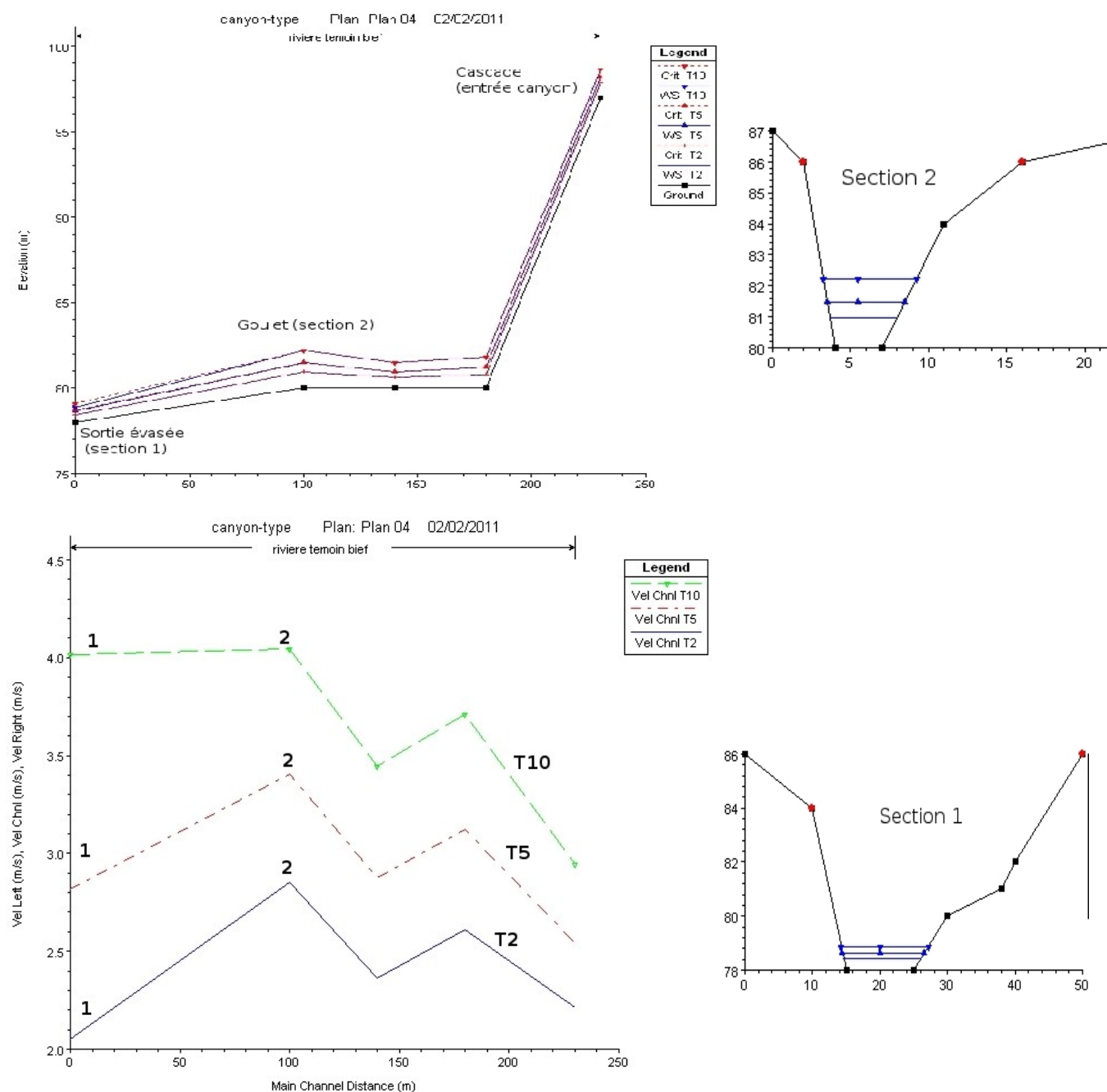


3.3 Les singularités hydrauliques: Des éléments à prendre en compte...

Les « pièges » naturels tendus aux canyonneurs réunionnais sont nombreux et connus. Cascades et rapides, goulets étroits, retours d'eau... sont autant de dangers liés à la morphologie des lits de nos torrents et des régimes d'écoulement, notamment lors du passage du fluvial au torrentiel.

Ainsi et comme le montrent les diagrammes ci dessous issus de la modélisation hydraulique d'un bief type soumis à des crues provenant d'un petit bassin versant de 3 km²; outre la crue médiane (10 m³/s) qui engendre des vitesses moyennes « raisonnables » dans les sections 2 (goulet) et 1 (élargissement avec pente du bief de 1%) (cf profil des vitesses); le régime torrentiel s'installe dès T5 (20 m³/s) ou T10 (40 m³/s) avec des vitesses moyennes de 3 à 4 m/s.

L'évolution du régime d'écoulement est très nette en T10 entre ces 2 sections. L'abaissement du niveau d'eau de S2 (2,4 m) à S1 (1,1 m) est compensé par une vitesse élevée (# 4 m/s) quasi infranchissable, hors présence d'une « ligne de vie » ancrée en paroi rocheuse saine, quand bien même on ferait abstraction du charriage déjà élevé à cette vitesse !



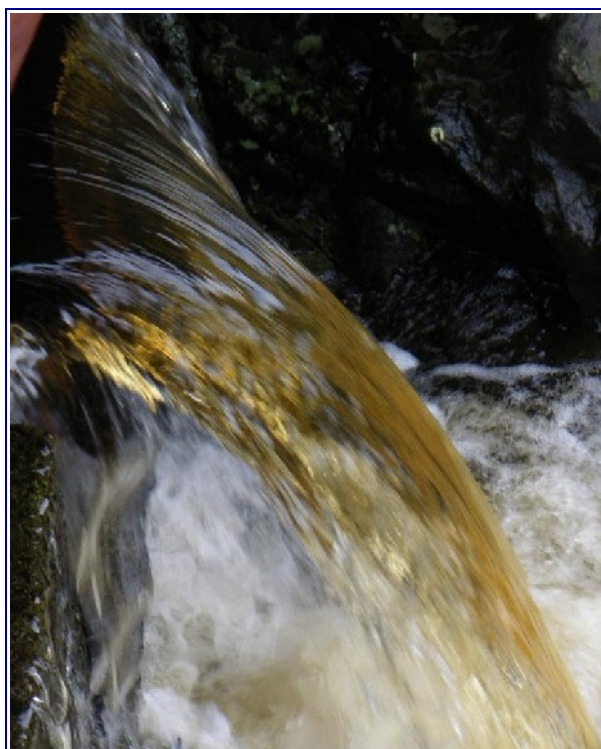
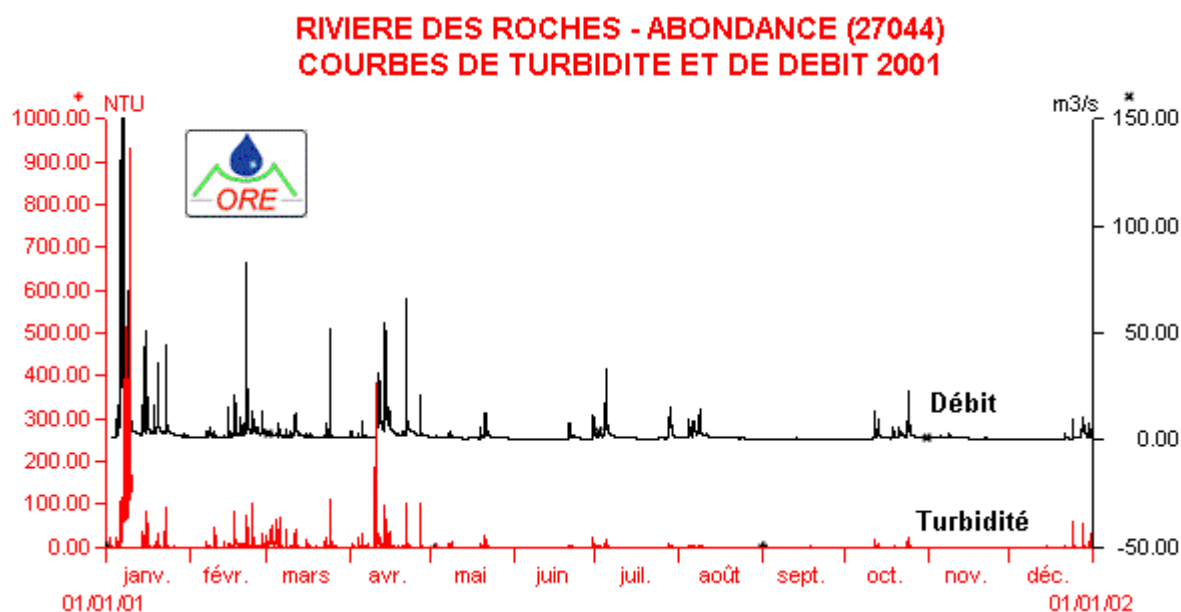
3.4 La turbidité de l'eau, facteur révélateur des crues

Divers paramètres physico-chimiques sont corrélés à la dégradation minérale de l'eau, comme le PH, la conductivité ou le taux d'oxygène dissous. Toutefois et dans le cas présent (sans équipement d'analyses in-situ...), la turbidité apparente, détectable par l'oeil à des valeurs très faibles (5 NTU), reste le paramètre le plus naturellement facile à mettre en évidence.

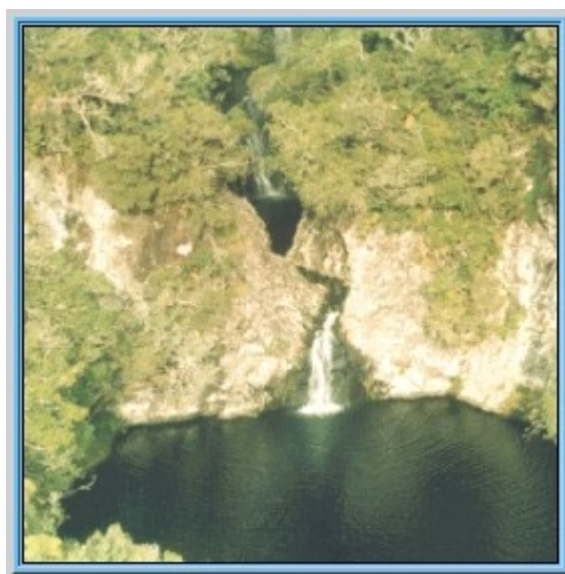
Alors qu'une eau clarifiée pour consommation présente un taux de 0,5 NTU, la présence d'eaux opalescentes voire boueuses sur site constitue ainsi une alerte de premier ordre de l'arrivée prochaine des crues.

La preuve en est donnée par le diagramme suivant où sont reportés en continu et simultanément le débit de la rivière des Roches (station d'Abondance déjà citée) et la turbidité.

Les pics sont synchrones, quand bien même la faible valeur occasionnelle de la turbidité (cf. échelle en ordonnée) reste largement supérieure aux 5 NTU détectables visuellement.



Opalescence caractéristique des eaux du Bras Noir (PI Palmistes)
Photo ph.. Larose et FB)



4) Conclusion et recommandations

Au terme de cette analyse, il convient de se rappeler que quand bien même le canyoning à La Réunion reste souvent pratiqué par des adeptes encadrés par des professionnels de haut niveau, et ce en milieux extrêmes aux fortes valeurs patrimoniales du coeur de Parc national (ou de ses environs); passion n'est toutefois pas incompatible avec...raison !

Aussi, conviendrait t' il :

- α de retenir les caractéristiques particulières de l'hydrologie de montagne dans notre île,
- α de les décliner autant que possible en termes de singularités hydrauliques dangereuses parfois présentes sur les biefs pratiqués,
- α de rester vigilant aux signaux annonciateurs de crue...et aux bulletins de Météo-France !



Canyoning à Trou Blanc

Francois BOCQUEE
PNRun / SAADD
Avril 2010

Bases documentaires : Ex- Observatoire Réunionnais de l'Eau (ORE), notes de calcul préalables de l'auteur et photos diverses (pratiquants et FB)

Mini Glossaire

α EMBÂCLE : Obstruction d'un cours d'eau par constitution d'une digue généralement naturelle formant une retenue d'eau plus ou moins importante selon le site concerné (en vallée, en amont d'une gorge etc). La digue est faite d'éléments solides de taille variée charriés depuis l'amont ou provenant de l'effondrement de paroi rocheuse (glissement de terrain etc)

α DEBÂCLE : Rupture brutale de la digue constituée par embâcle avec propagation d'une onde hydraulique de débit extrême, mélangeant eau et matériaux. Celle ci est souvent destructrice et d'autant plus dangereuse que le volume d'eau de la retenue et sa hauteur sont élevés (cf en mars 2002 le « lac » de la rivière des Pluies et sa rupture brutale ayant entraîné la mort de 3 personnes dont un journaliste du JIR : www.clicanoo.com du 9/03/02)

α BIEF : A l'origine, petit canal chargé d'amener l'eau du cours d'eau aux roues à aubes du moulin. Le bief est aujourd'hui assimilé à une partie du cours d'eau entre 2 points singuliers tels que chutes, bassins, prises d'eau, sites de restitution...)

ααα

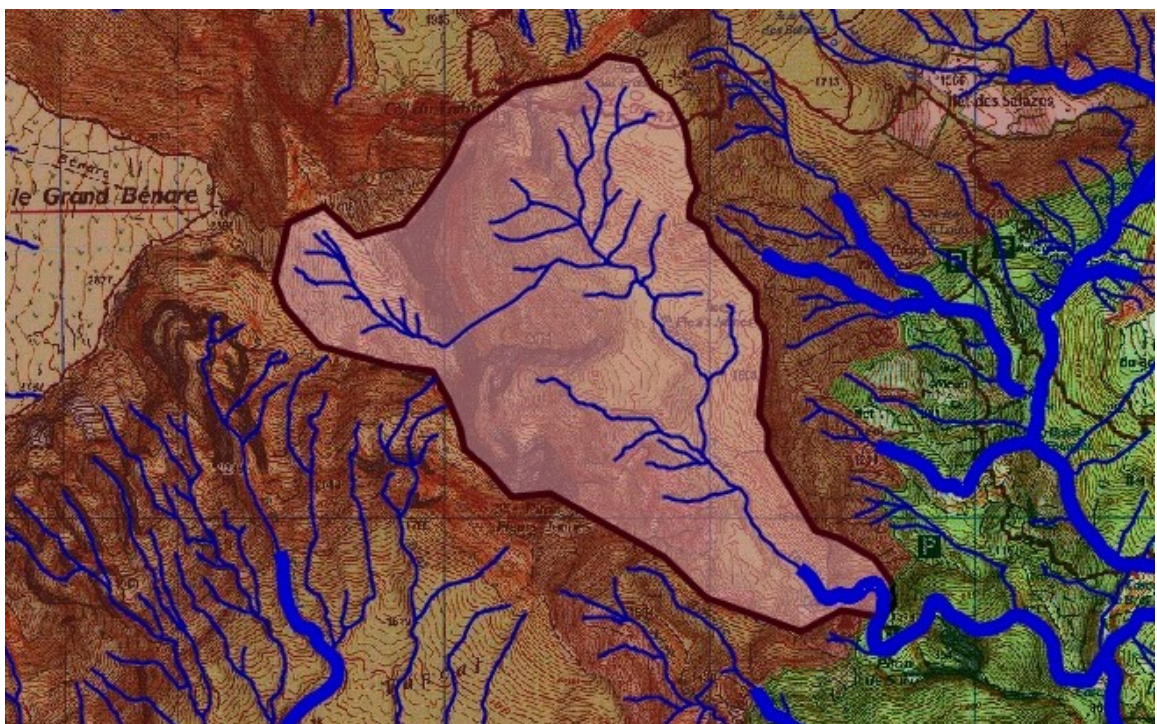
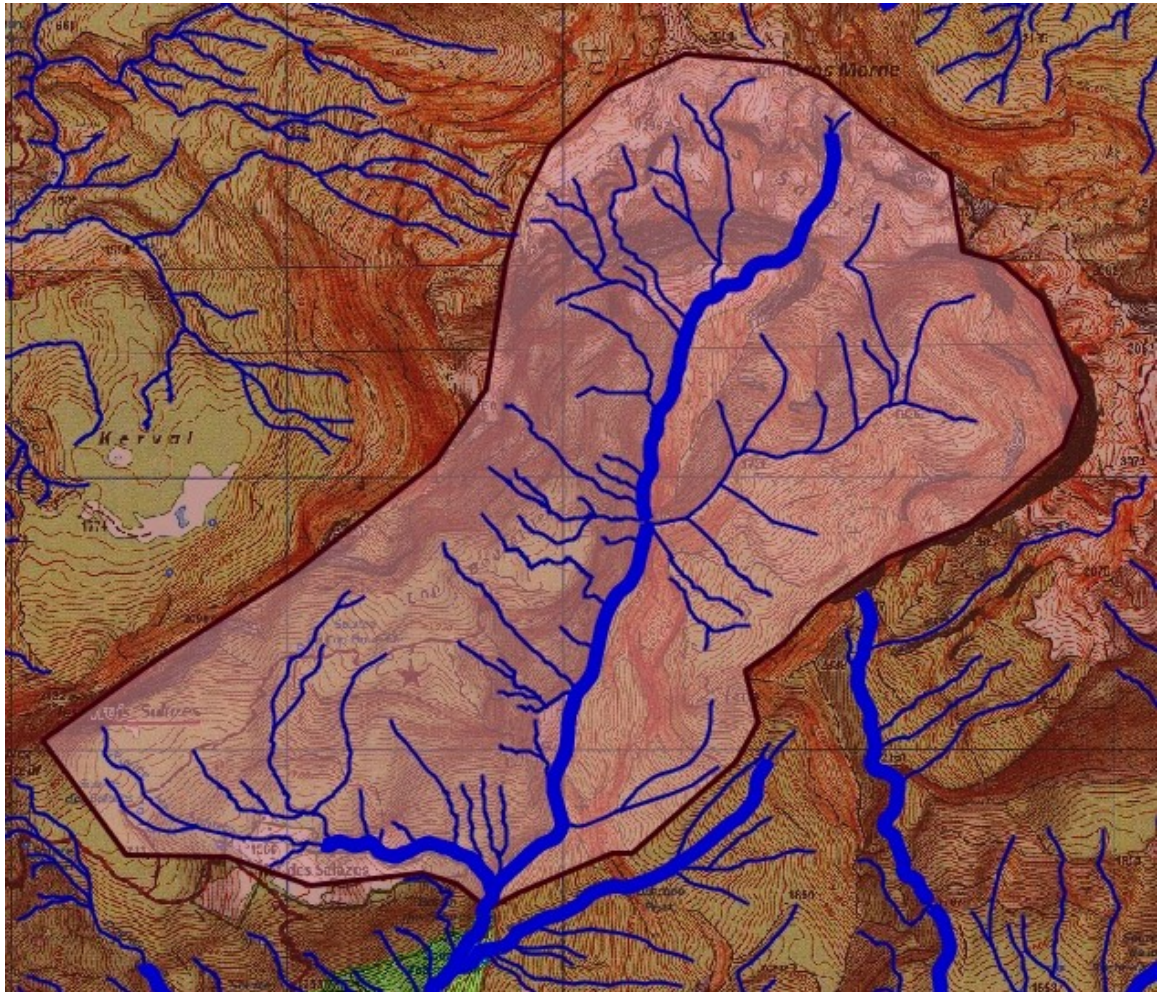


Canyon du bras Noir (photo ph. Larose)

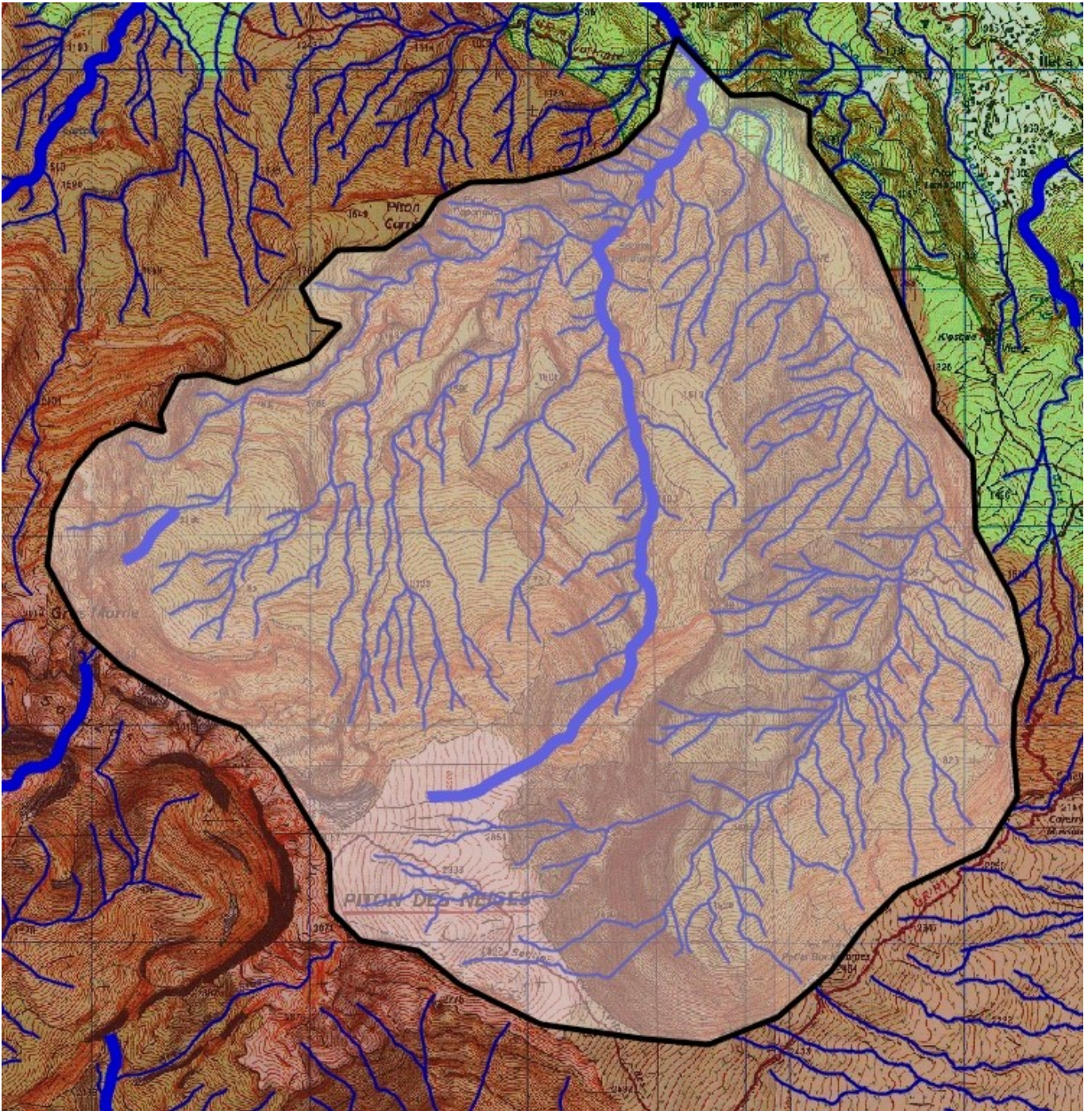
ANNEXES (1)

Cartographie à échelle variable des bassins versants en tête de parcours, de leur hydrographie (notez les ramifications...) et des biefs de canyoning (trait bleu ou jaune épais)

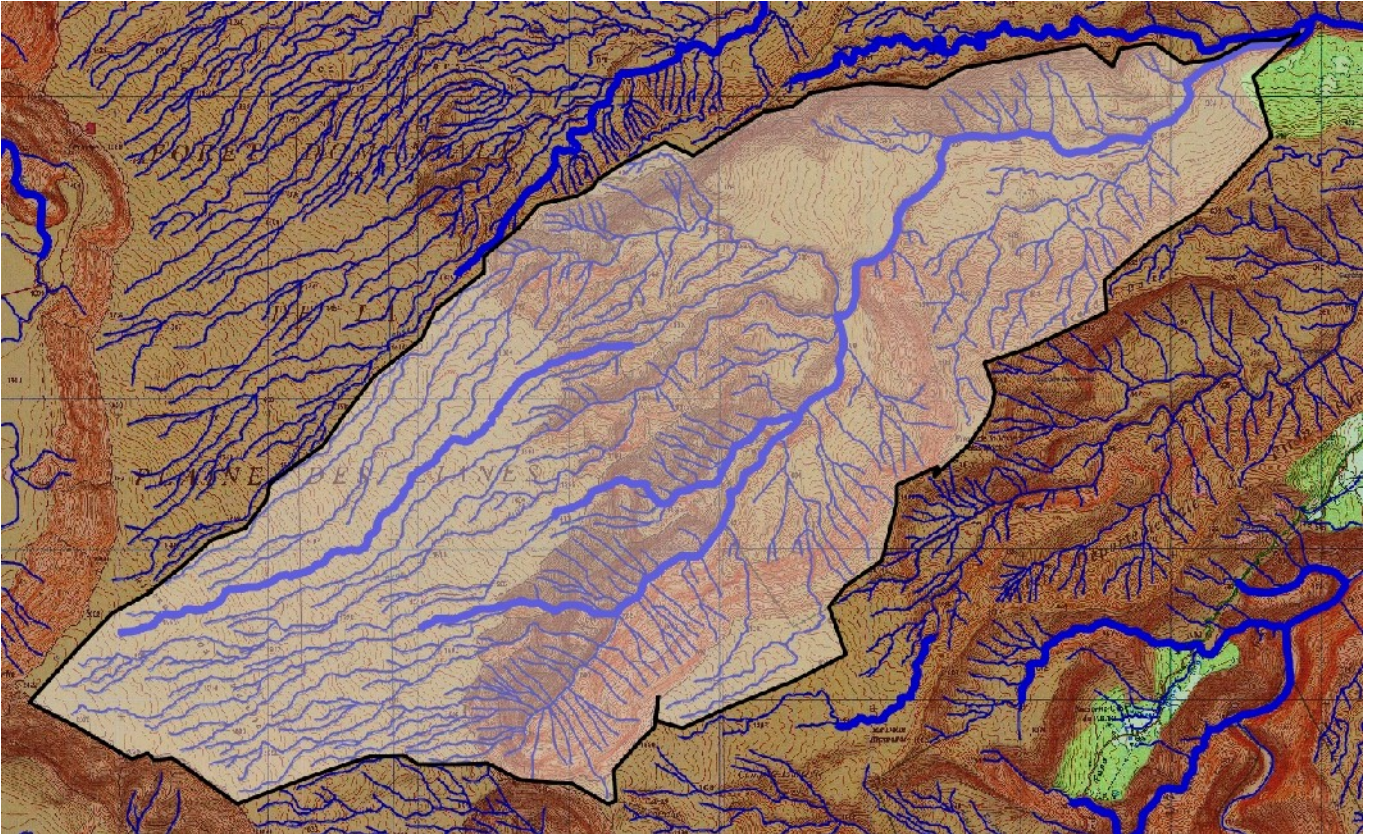
α Le Bras Rouge et les Fleurs Jaunes



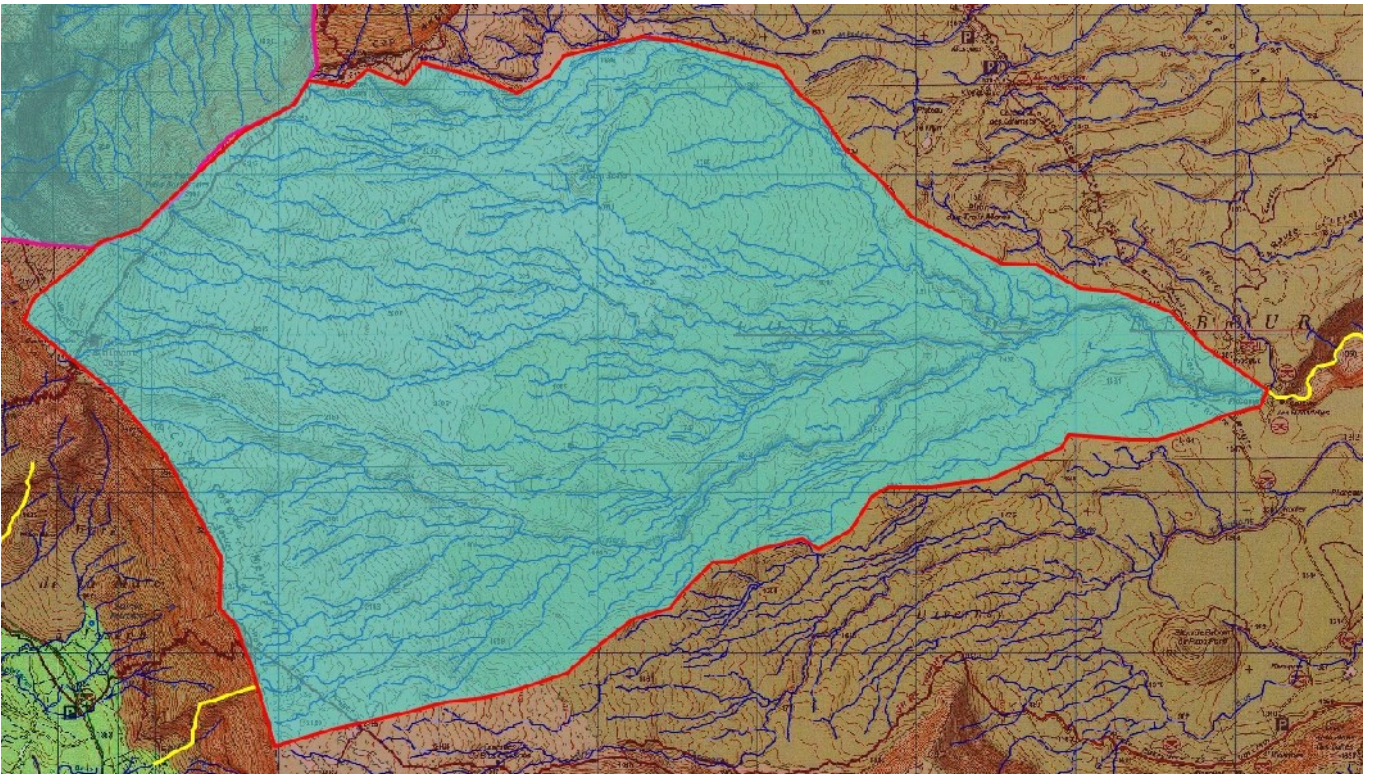
Le Trou Blanc



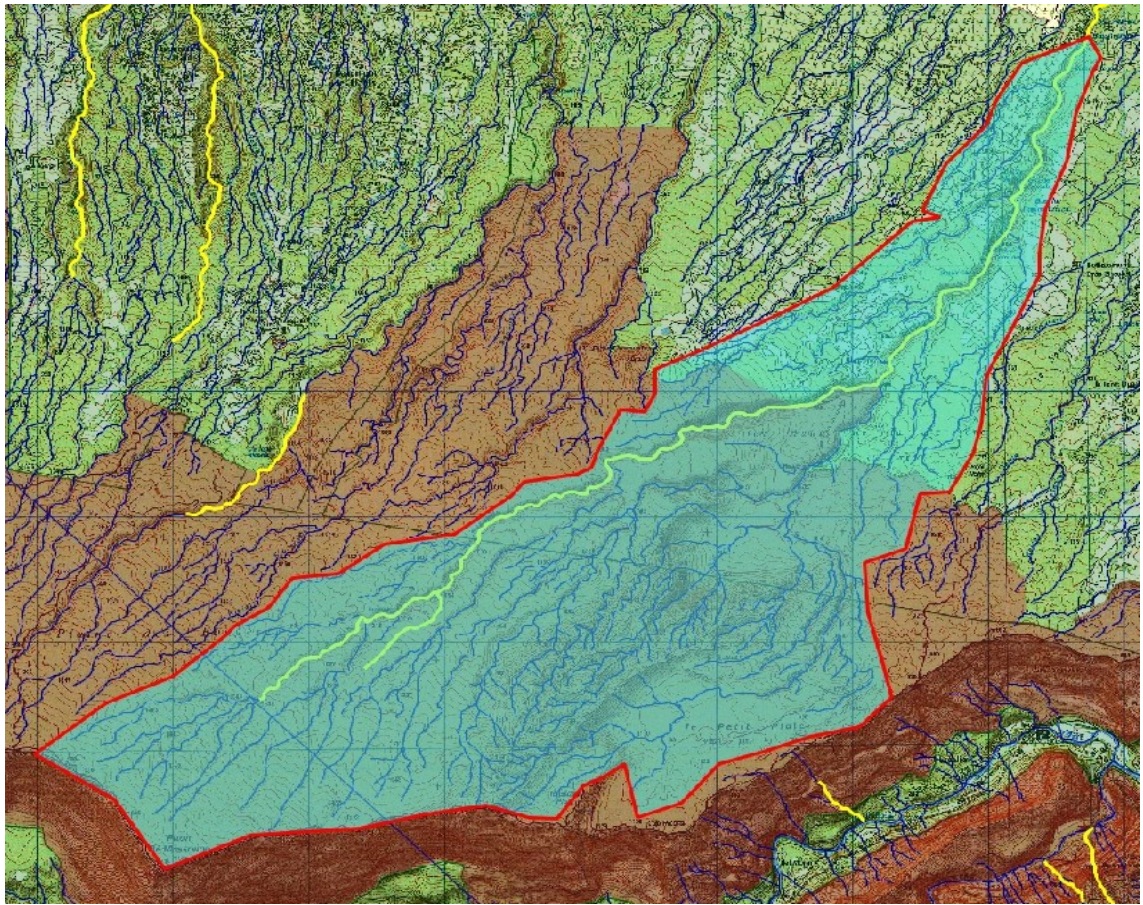
▣ La rivière des Roches



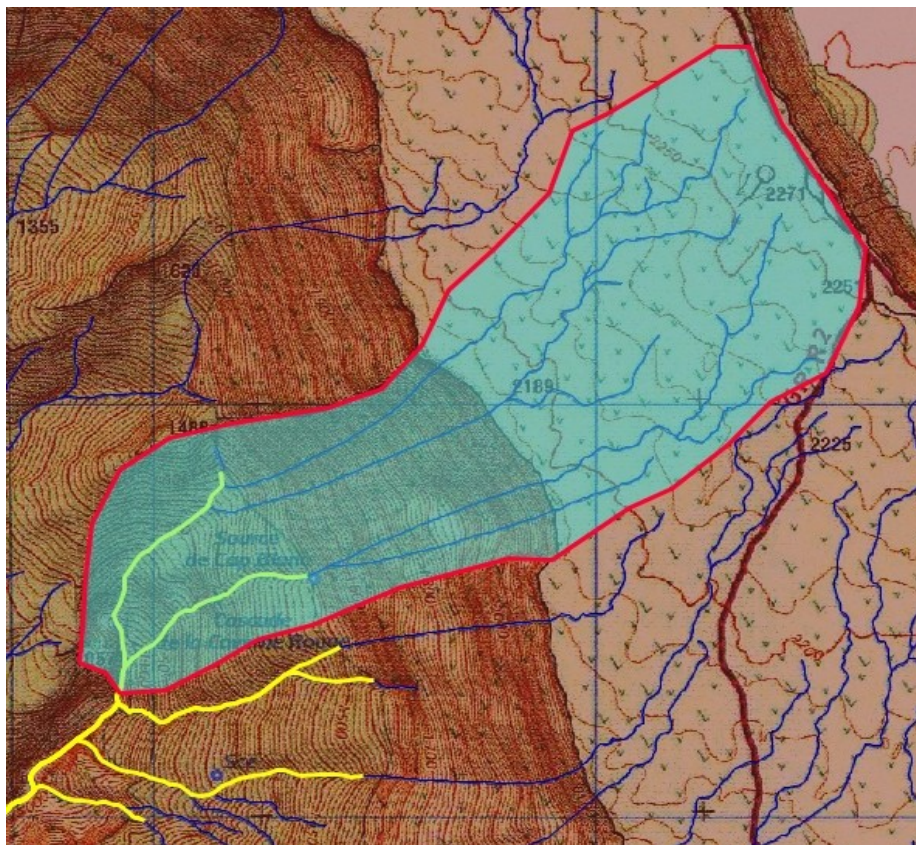
▣ Takamaka



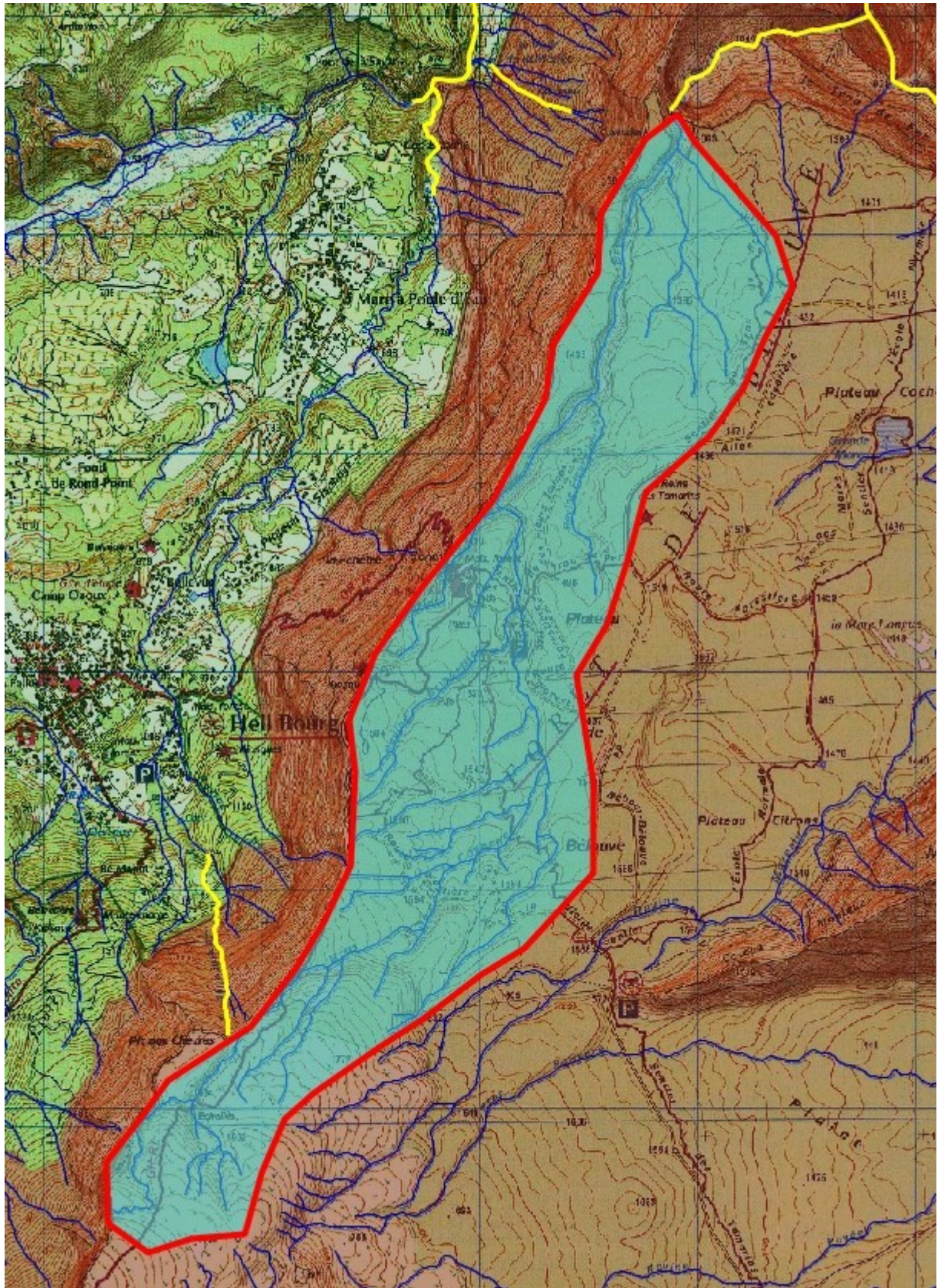
▣ Riv. Ste Suzanne



▣ Cap Blanc



α Le Trou de Fer



ANNEXES (2)

Tableaux des débit journaliers de quelques stations hydrométriques témoin avec référencement d'épisodes de crue hors saison cyclonique.

DEBITS MOYENS JOURNALIERS (l/s)												
ANNÉE 2000												
Station n°	Coordonnées Gauss-Laborde-Réunion (m) X=164286 Y=67044											
Designation	Bris Laurent, 100 m amont conf. Riv. Ste											
Altitude (m)	Suzanne											
	680,0											
Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
1	91,00	1982,00	4161,00	293,00	53,00	32,00	27,00	46,00	3284,00	31,00	75,00	128,00
2	83,00	1444,00	2313,00	267,00	53,00	29,00	25,00	40,00	424,00	31,00	237,00	106,00
3	80,00	717,00	1543,00	278,00	50,00	27,00	24,00	309,00	309,00	34,00	95,00	96,00
4	76,00	547,00	714,00	231,00	46,00	31,00	22,00	7020,00	254,00	382,00	78,00	100,00
5	71,00	407,00	539,00	200,00	47,00	26,00	21,00	457,00	217,00	64,00	63,00	123,00
6	66,00	354,00	477,00	171,00	47,00	24,00	21,00	290,00	194,00	49,00	58,00	105,00
7	61,00	331,00	584,00	239,00	72,00	22,00	25,00	213,00	187,00	38,00	54,00	100,00
8	60,00	395,00	510,00	160,00	51,00	19,50	22,00	162,00	179,00	31,00	54,00	95,00
9	59,00	397,00	396,00	136,00	71,00	18,00	29,00	138,00	162,00	33,00	53,00	91,00
10	59,00	621,00	940,00	121,00	56,00	17,00	34,00	121,00	146,00	29,00	59,00	87,00
11	69,00	594,00	578,00	108,00	57,00	16,00	51,00	108,00	139,00	1462,00	50,00	83,00
12	161,00	375,00	494,00	99,00	47,00	15,00	84,00	98,00	134,00	101,00	43,00	75,00
13	277,00	740,00	410,00	90,00	44,00	19,00	313,00	100,00	129,00	61,00	39,00	71,00
14	109,00	1724,00	372,00	82,00	43,50	16,50	405,00	574,00	124,00	56,00	37,00	67,00
15	73,00	12803,00	362,00	77,00	40,00	12,00	117,00	172,00	120,00	53,00	63,00	64,00
16	66,00	5047,00	343,00	73,00	38,00	14,00	73,00	124,00	116,00	50,00	52,00	60,00
17	61,00	11730,00	4471,00	69,00	37,00	12,00	60,00	110,00	110,00	46,00	47,00	59,00
18	57,00	6630,00	6275,00	68,00	36,00	11,00	95,00	97,00	105,00	43,00	44,00	59,00
19	57,00	4212,00	1115,00	68,00	35,00	11,00	66,00	85,00	102,00	59,00	44,00	58,00
20	56,00	1538,00	770,00	66,00	37,00	10,00	68,00	78,00	98,00	2530,00	76,00	55,00
21	52,00	1270,00	630,00	63,00	34,00	19,00	72,00	73,00	80,00	281,00	78,00	51,00
22	49,00	874,00	599,00	60,00	34,00	22,00	65,00	158,00	57,00	233,00	81,00	47,00
23	46,00	734,00	1623,00	58,00	31,00	378,00	76,00	110,00	51,00	284,00	59,00	45,00
24	42,00	636,00	621,00	93,00	30,00	451,00	82,00	93,00	46,00	193,00	637,00	333,00
25	39,00	543,00	1521,00	68,00	55,00	60,00	60,00	92,00	45,00	146,00	710,00	99,00
26	40,00	472,00	608,00	145,00	44,00	47,00	46,00	90,00	41,00	116,00	3045,00	56,00
27	40,00	429,00	508,00	99,00	43,00	41,00	41,00	157,00	38,00	100,00	386,00	46,00
28	96,00	396,00	444,00	65,00	42,00	34,00	52,00	590,00	37,00	92,00	261,00	1237,00
29	19959,00	442,00	425,00	60,00	41,00	30,00	42,00	231,00	35,00	81,00	209,00	190,00
30	11954,00		369,00	57,00	41,00	28,00	47,00	164,00	33,00	69,00	163,00	76,00
31	6471,00		329,00		37,00		77,00	571,00		89,00		60,00

DEBITS MOYENS JOURNALIERS (m³/s)

Station n°		ANNÉE 1998											
26008		Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Bras des Lianes amont captage AEP													
Altitude (m)		Coordonnées Gauss-Laborde-Réunion (m) X=168736 Y=61412											
666.0													
Jour		Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1	0.17	0.52	1.12	0.86	0.87	0.51	0.35	0.36	1.48	0.45	2.16	0.27	0.26
2	0.52	0.42	0.89	0.60	1.77	2.89	0.32	0.32	0.46	0.44	7.80	0.27	0.26
3	0.20	1.25	0.75	0.52	1.00	0.30	0.28	0.30	0.38	0.37	0.70	0.26	4.32
4	0.18	88.30	1.39	0.46	1.79	0.36	0.25	8.10	0.51	0.34	0.36	0.26	0.79
5	0.17	34.70	1.03	0.40	2.67	0.37	0.25	1.80	0.41	0.31	0.30	0.25	0.40
6	0.16	4.96	0.86	0.38	3.24	0.31	0.24	1.05	0.36	0.30	0.45	0.43	0.33
7	0.15	4.48	0.60	0.34	3.78	0.29	0.24	0.74	0.32	0.39	0.40	2.04	0.30
8	0.14	1.24	0.52	0.31	4.45	0.27	0.23	0.55	0.31	0.33	0.30	0.33	0.28
9	0.22	4.76	0.46	0.29	2.41	0.25	0.23	0.48	0.30	0.30	0.40	1.30	0.27
10	0.67	1.29	0.40	0.27	1.00	0.24	0.53	0.50	0.28	8.57	0.53	0.47	0.27
11	1.80	2.27	0.38	0.26	0.70	0.22	0.65	2.62	0.27	7.95	0.42	0.30	0.31
12	0.65	1.32	0.34	0.25	0.57	1.68	0.36	2.00	0.26	1.80	0.39	0.55	0.32
13	0.42	2.20	0.31	0.24	0.49	0.91	0.31	0.77	0.25	3.00	0.36	0.73	0.35
14	0.41	4.70	0.29	0.24	0.42	1.45	0.29	1.34	0.24	0.70	0.37	0.53	0.30
15	0.36	4.90	0.27	0.23	0.36	1.00	0.27	20.40	0.23	0.58	1.40	0.42	0.27
16	0.32	18.30	0.26	0.23	0.70	0.60	0.26	1.94	0.23	0.51	3.48	0.37	0.30
17	0.28	2.15	0.22	0.22	5.47	0.41	0.25	0.74	2.27	0.44	0.89	0.34	0.40
18	2.20	1.25	0.22	0.22	1.00	0.36	0.24	0.63	0.43	0.48	0.65	0.33	0.94
19	1.40	9.70	0.91	0.56	0.56	0.32	0.27	0.55	0.35	0.45	0.56	0.29	0.65
20	4.40	1.80	0.23	0.52	0.52	0.29	0.25	0.49	0.95	0.48	0.48	0.26	0.40
21	3.50	45.50	0.23	0.23	0.33	0.60	0.26	1.94	0.23	0.51	3.48	0.37	0.30
22	0.70	40.40	0.22	0.22	5.47	0.41	0.25	0.74	2.27	0.44	0.89	0.34	0.40
23	0.52	13.70	0.22	0.22	1.00	0.36	0.24	0.63	0.43	0.48	0.65	0.33	0.94
24	0.44	61.70	0.91	0.56	0.56	0.32	0.27	0.55	0.35	0.45	0.56	0.29	0.65
25	0.39	55.30	0.52	0.52	0.52	0.29	0.25	0.49	0.95	0.48	0.48	0.26	0.40
26	0.36	3.37	2.02	0.20	0.47	0.26	0.23	0.44	0.79	0.54	0.43	0.27	0.34
27	0.32	12.70	1.29	0.29	0.55	0.24	0.64	0.39	0.41	1.90	0.39	0.31	0.32
28	0.30	2.10	0.62	0.62	0.96	1.15	0.56	0.36	0.54	2.40	0.55	0.64	1.62
29	0.28	0.47	0.53	0.47	0.47	0.48	0.30	0.39	2.00	0.67	0.34	0.44	0.46
30	0.30	0.39	0.50	0.39	0.39	0.34	0.27	0.35	1.46	1.75	0.32	0.31	0.48
31	0.27	0.35	0.35	0.41	0.41	0.41	0.31	0.31	0.70	0.30	0.30	0.30	0.49