

L'eau dans les hauts de l'île de La Réunion



Application dans le coeur
du Parc national

Contexte, patrimoine et enjeux

N.B: version pdf à adressage manuel des aller-retour diapo

en 44 diapos



HYDRO-formation

L'eau dans les hauts et dans le coeur du Parc national

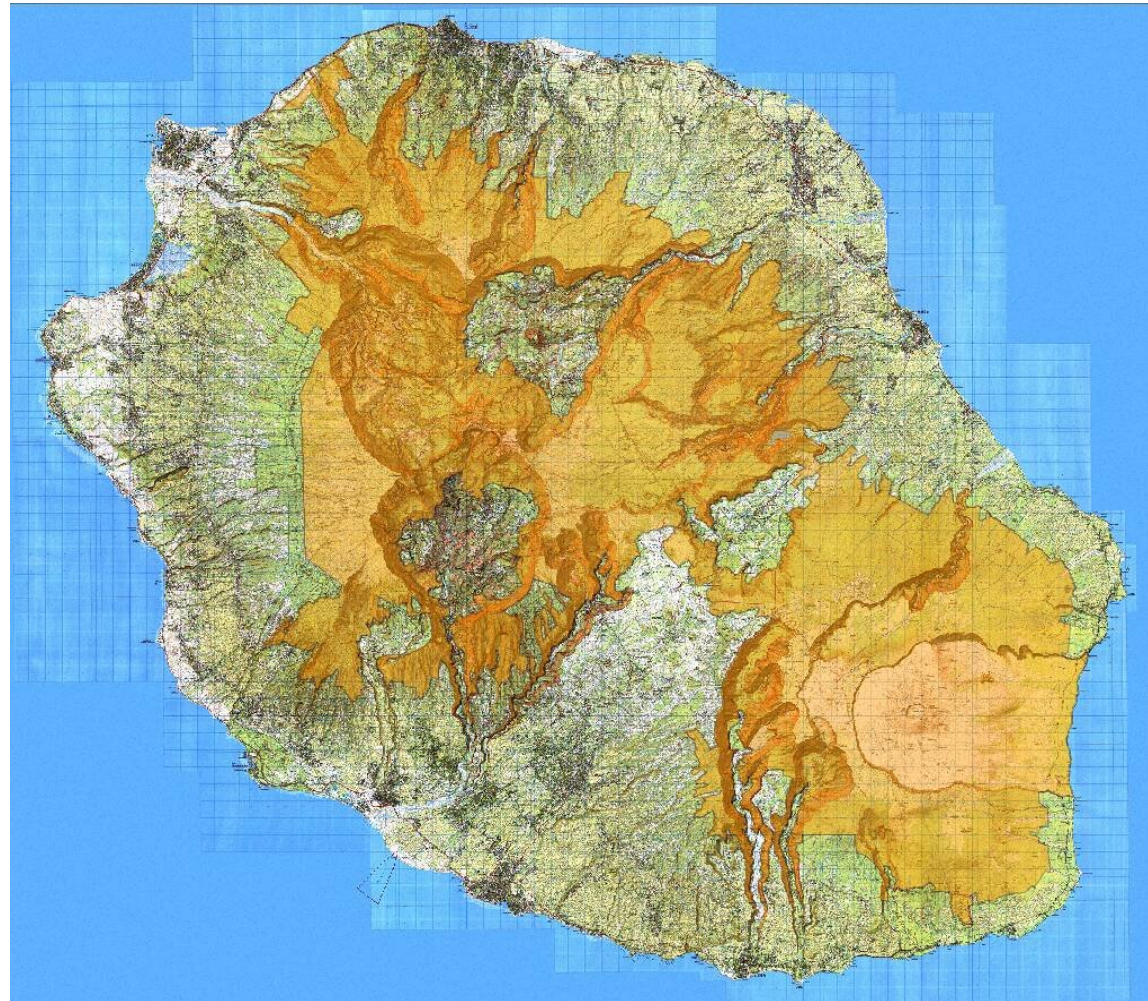
Le territoire du coeur de Parc national, qui se confond essentiellement avec les hauts de la Réunion, recouvre **quelques 42 % de la superficie de l'île** et notamment la quasi-totalité du milieu où naissent les principaux bassins versants qui contribuent par leurs ressources à la satisfaction des besoins croissants en eau potable, agricole, énergétique, industrielle ou encore de loisirs des Réunionnais.

Ce « **château d'eau** » est une **réelle richesse en milieu insulaire tropical**. Elle doit s'inscrire en termes durables de conservation générale, de restauration occasionnelle et de valorisation eu égard aux besoins consuméristes mais également environnementaux des générations futures (1 million d'habitants en 2030).

Le présent état des lieux de ce patrimoine naturel et des enjeux associés en fait synthèse. Le volet quantitatif précisera notamment les termes usuels du bilan hydrologique. Les enjeux en cœur de Parc et en aire future d'adhésion feront intrinsèquement ou via la charte en cours de validation, état des usages, des pressions et des perspectives, voire des défis en contexte de développement durable.

□□□

Ce diaporama est établi à partir des connaissances acquises depuis une trentaine d'années. Il intègre par ailleurs divers travaux de l'auteur dans le cadre de ses activités antérieures du domaine public (BD, études hydrologiques, modélisation...)



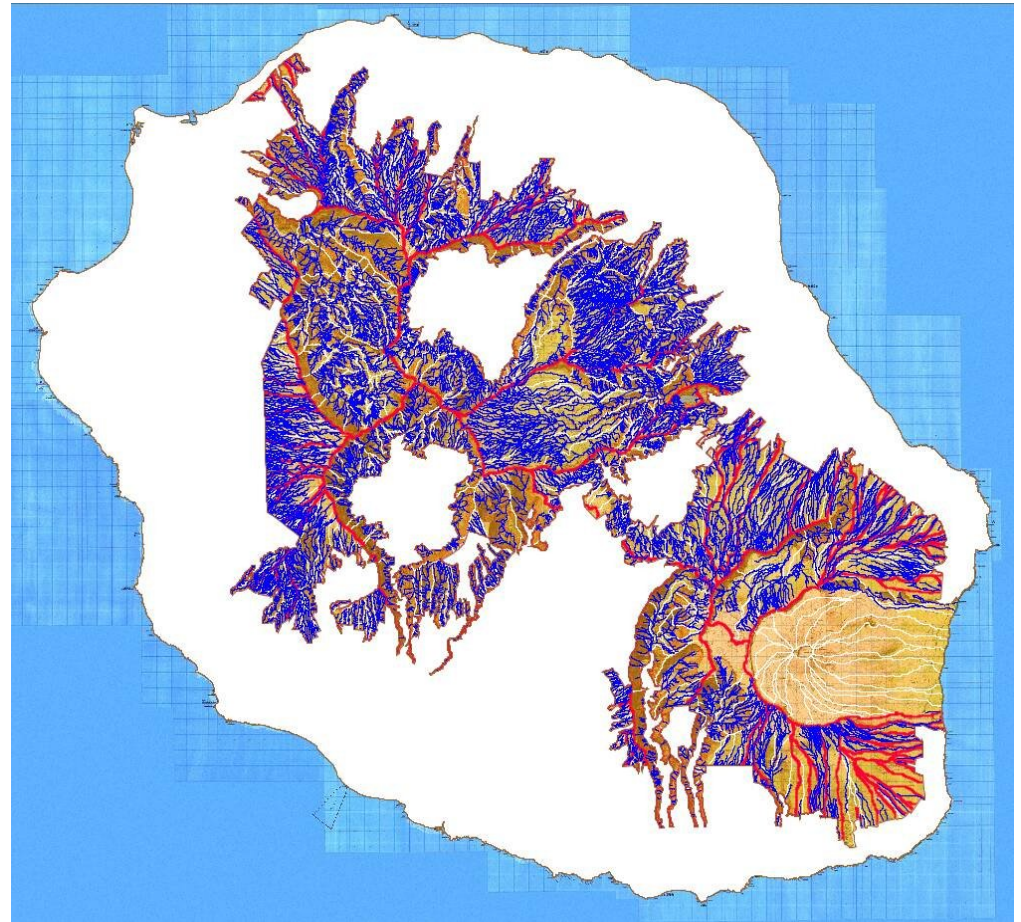
Le concept de château d'eau

Les 83 bassins versants principaux du cœur de Parc sont le réceptacle de précipitations dont la partie efficace ruisselle, s'écoule ou s'infiltré en harmonie avec le complexe biophysique local dont l'analyse des facteurs principaux sera traitée en 1ère partie de l'étude. Les drains principaux que constituent rivières et ravines issus du « domaine » de cœur de Parc vont alors « irriguer » par voie d'écoulements pérennes ou fugaces, superficiels et souterrains, la zone périphérique (planète de la future aire d'adhésion) jusqu'au cœur des bourgs et des agglomérations littorales.

Le concept de chateau d'eau de transition plutôt que d'accumulation repose sur une approche typologique des pluies, de l'évaporation, du ruissellement direct et hypodermique, de l'infiltration profonde.

En fonction des données disponibles, essentiellement du domaine public, les ressources en eau du cœur de Parc seront établies ou extrapolées à partir de bassins témoins dont certains paramètres seront modélisés (débits spécifiques de crue...). Les points d'eau régionaux, les usages, les activités de loisir, les spots hydriques, les enjeux et risques seront examinés.

Retenons que les 42% du territoire du cœur de Parc sont à l'origine de 65% des ressources en eau de notre île !



L'échelle de travail est le territoire communal en cœur de Parc afin de sensibiliser chaque collectivité à sa contribution au patrimoine hydrologique réunionnais

A) Le patrimoine hydrologique des hauts



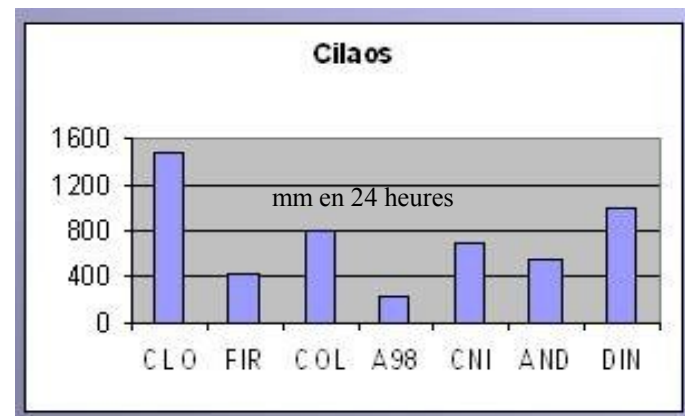
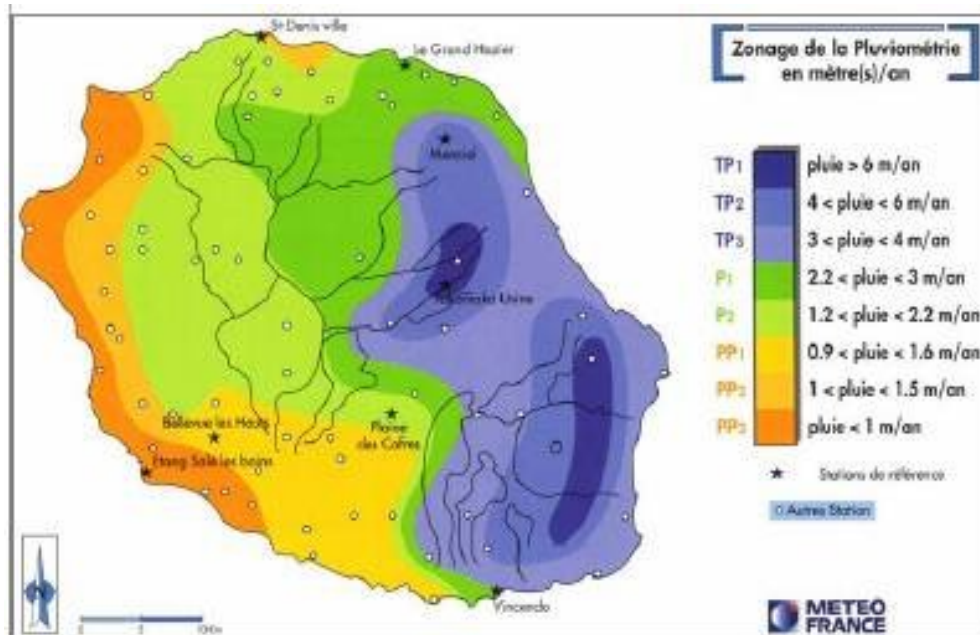
Synthèse des facteurs explicatifs, de la ressource en eau et des principaux usages



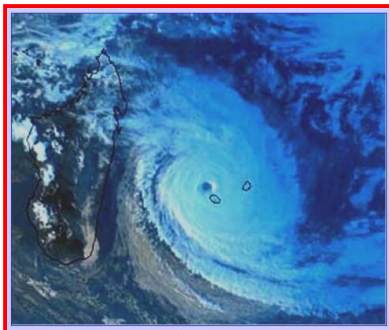
Le complexe hydrologique : les facteurs explicatifs : 1) la pluie

Une grande variabilité interannuelle dans l'espace et dans le temps

et une pluviométrie extrême souvent associée aux cyclones (CLOTILDA 87, FIRINGA 89, DINA 2002, GAMEDE 2007...)

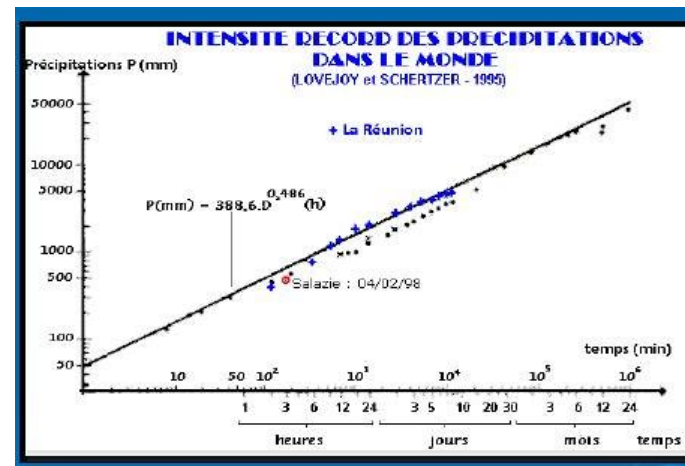


ainsi qu'une dichotomie marquée entre été austral et saison fraîche : Les pluies de l'été sont en moyenne 6 fois supérieures à celles de l'hiver.

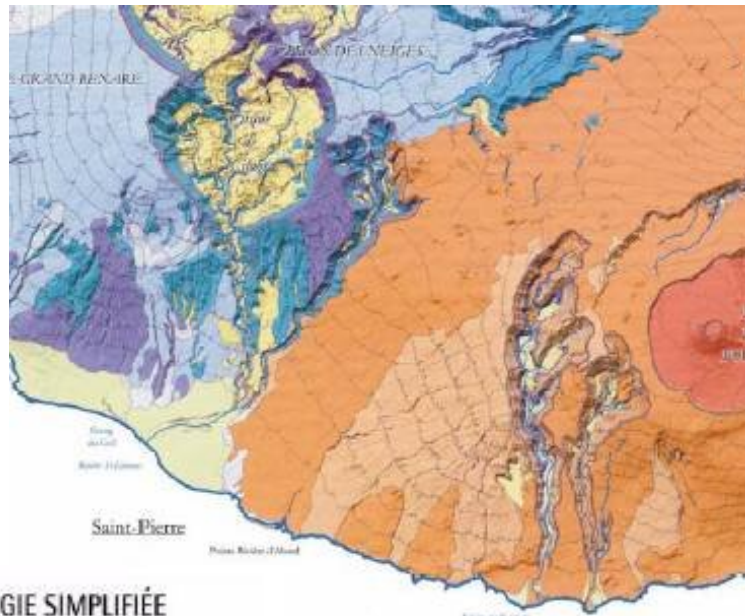


DINA

HYDRO-formation



Le complexe hydrologique: 2) géologie et végétation

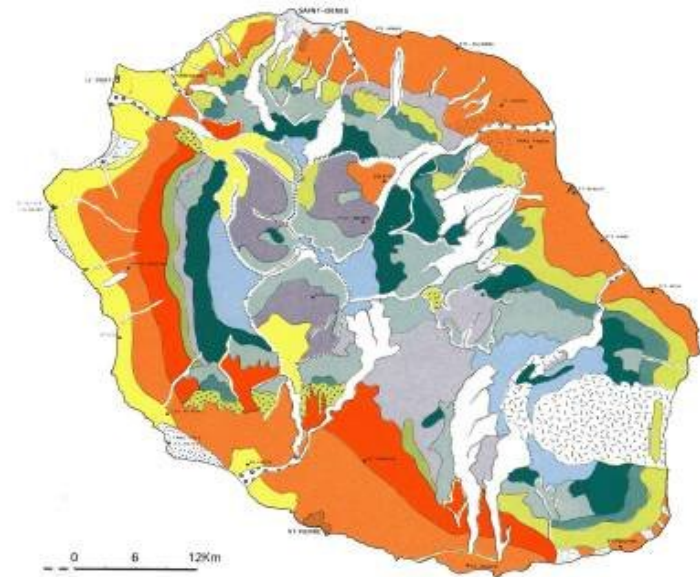


GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE

- Alluvions
 - Dépôts lacustres de Grand Étang
 - Éboulis et autres formations gravitaires
 - Tufs et pyroclastites (produits d'éruptions explosives)
- FORMATIONS DU PITON DE LA FOURNAISE**
- Phase V - Couâles de lave récentes
 - Phase IV
 - Phase III
- FORMATIONS DU PITON DES NEIGES**
- Phase 4
 - Phase 3
 - Phase 2
 - Phase 1

De genèse complexe par suite de son recouvrement partiel par les laves récentes du piton de la Fournaise, la géologie régionale accorde à l'Ouest du secteur partagé par la planèze tamponnaise, une place prépondérante au **ruissellement** superficiel ou hypodermique. A l'Est, c'est l'**infiltration** profonde qui domine.

FIG. 4.2 – Végétation naturelle primaire et secondaire et activités agricoles (d'après Th. Cadet)



VEGETATION NATURELLE

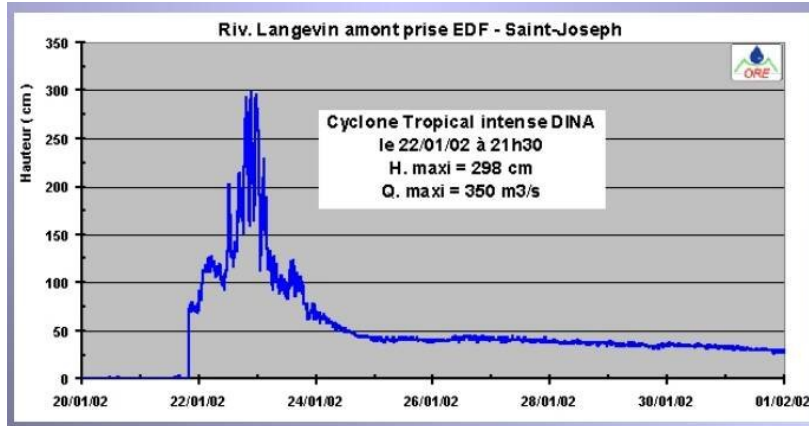
- Absence de végétation (ou lichens, fougères) (volcanisme actuel)
- Végétation éricolde d'altitude
- Forêt mesotherme
- Forêt megatherme hygrophile
- Fourré très hygrophile à Pandanus
- Forêt à Acacia heterophylla (Tamarins)
- Forêt secondaire à Goyaviers et Jamrose
- Forêt secondaire à Goyaviers dominants
- Savane semi-aride herbueuse ou arbustive à Leucaena (végétation secondaire)
- Végétation marécageuse
- Végétation indifférenciée des escarpements
- Lits actuels des cônes de déjection

ACTIVITES AGRICOLES ET BOISEMENTS

- Canne à sucre
- Céréalum et cultures diverses (légumes, maïs, tabac, fruitiers, fleurs, vâtyver...)
- Boissements d'Acacia decurrens
- Paturages d'altitude dominants
- Cultures des "cirques" (sur "flets") et végétation des zones ravinées
- Vanille
- Boissements de Filaos sur sables littoraux

Le complexe hydrologique : 3) Crues et transport solide, glissements de terrain...

→ Des crues emblématiques génératrices de risques et de dégâts majeurs...

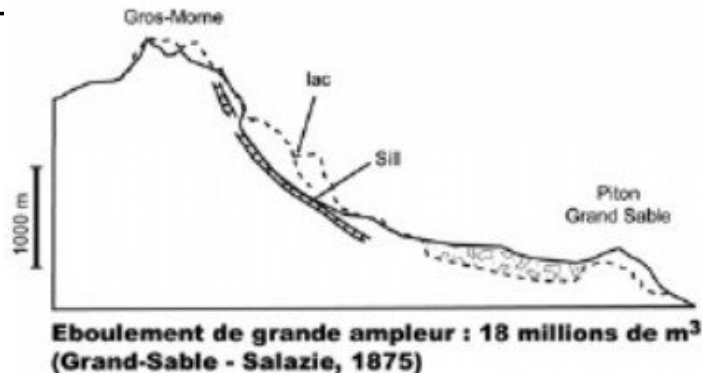


aux infrastructures (radier du Ouaki)
à l'exemple de ci dessous

FIG. A.55 - photo 55 : Nord de l'île - Rivière des Pluies : radier emporté par la crue lors du cyclone Hyacinthe (janvier 1980).



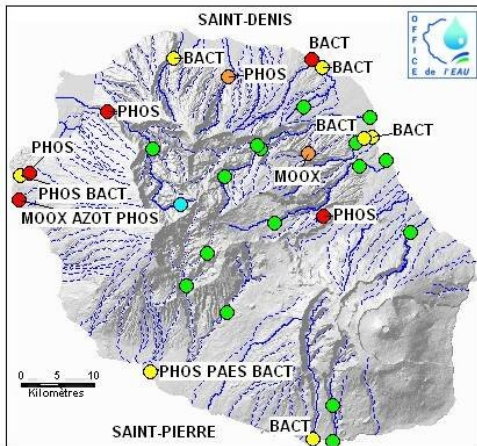
→ Des glissements de terrain : Mahavel St Joseph (1962),
Bras noir (affluent du bras de la Plaine (2006) selon la typologie ci-dessous et provoquant un ravinement extrême



HYDRO-formation

Le complexe hydrologique : 4) La qualité de l'eau

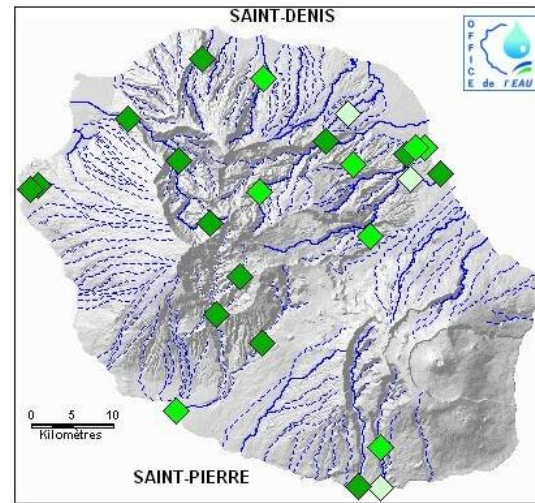
QUALITE PHYSICO-CHEMIQUE DES RIVIERES



Cliquez sur une station pour + d'informations



QUALITÉ BIOLOGIQUE DES RIVIERES



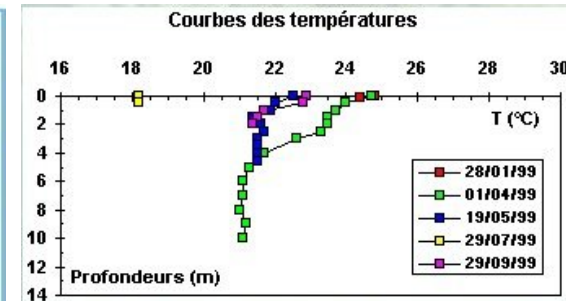
Pointez sur une station pour + d'informations



Lorsque la nature fait bien les choses face aux espèces envahissantes...



HYDRO-formation



Le Grand-étang et la stratification des températures selon la profondeur

La ressource en eau : 1) les masses d'eau (au sens de la DCE *) : cas du secteur sud

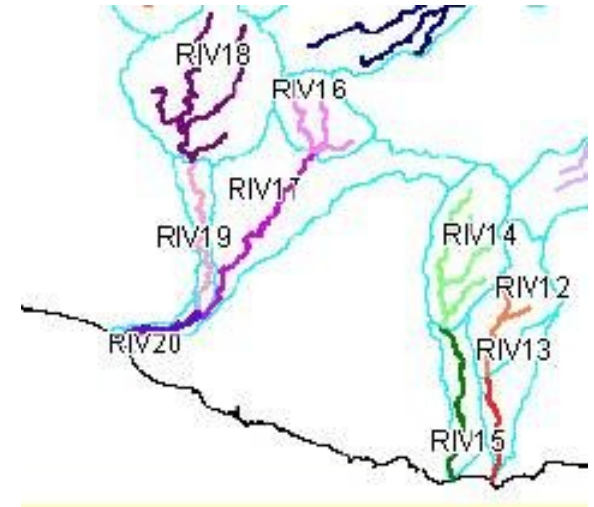
(*) Directive Cadre Européenne

La région sud se caractérise par un bon équilibre typologique des masses d'eau.

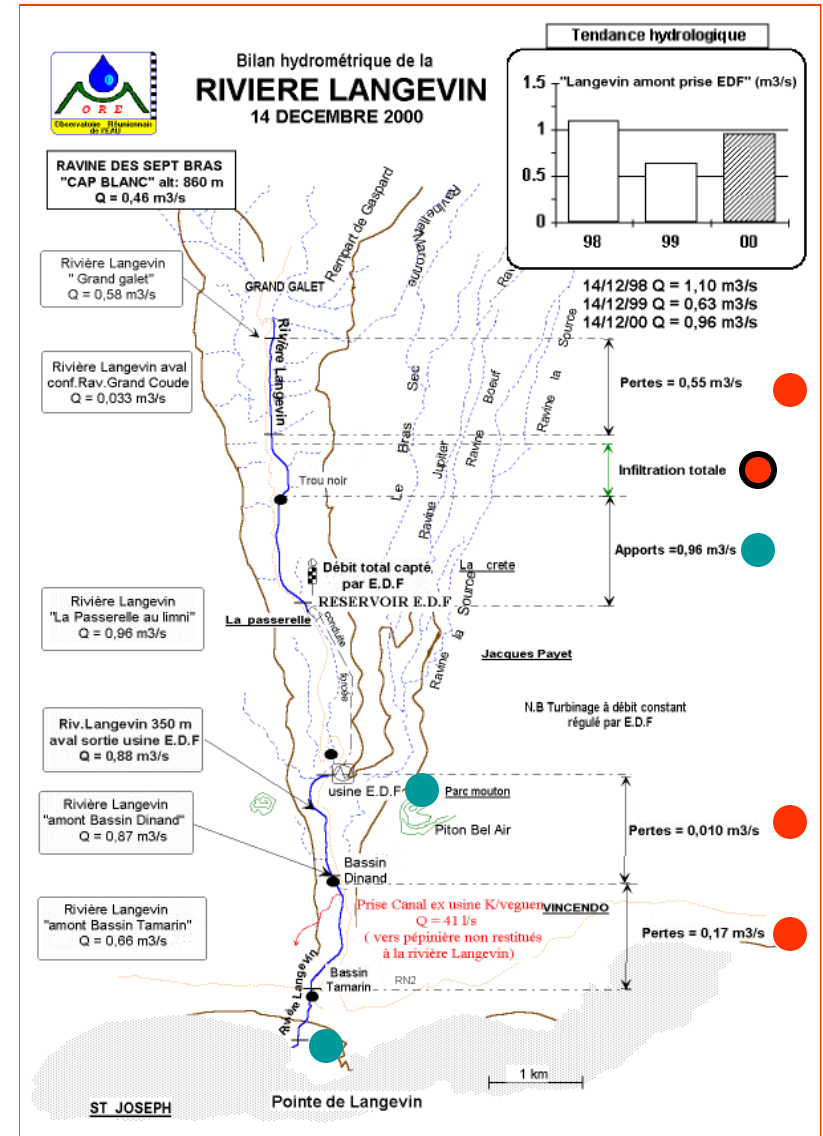
On distingue en effet 3 bassins conséquents formant château d'eau de transition superficielle pour les usages mixtes en eau potable, en irrigation et en hydroélectricité : le cirque de Cilaos, les hauts du bras de la Plaine et le combiné rivière Langevin-rivière des Remparts, contribuent globalement à l'étiage pour quelques 150 millions de m³ aux besoins du « grand sud » !

L'étang du Gol (11 ha) est la seule zone humide régionale d'importance. Le bassin d'alimentation du plan d'eau recouvre les hauts des communes de St Louis et de l'Etang-Salé.

Enfin, le secteur dispose d'aquifères littoraux denses et productifs (nombreux puits et forages) concentrés dans les milieux alluvionnaires de la rivière St Etienne.



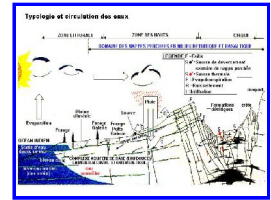
La ressource en eau : 2) une typologie variée et complexe à dominante d'infiltration et de résurgences profondes



La ressource en eau : 3) En guise de synthèse comportementale

Au fil de l'histoire géologique de notre île, l'hydrologie réunionnaise a contribué notamment à modeler nos « pitons, cirques et remparts » par son association à des phénomènes de grande ampleur lors des premières phases cataclysmiques du massif du Piton des Neiges, suivie par l'érosion intense des sols superficiels tant détritiques (présents notamment dans les cirques) que de recouvrement par les coulées ou cendres volcaniques (Brûlé de St Paul, La Roche Ecrite, la rivière des Roches...). Ainsi, le régime climatologique tropical insulaire en relief jeune impacte par ses extrêmes les hydrosystèmes superficiels et souterrains de nos bassins versants et se traduit par :

- ▣ le déclenchement des crues fugaces en rivières et ravines associées à d'importants transports de matériaux,
- ▣ l'infiltration superficielle ou profonde des eaux modulée selon la nature du couvert végétal et la géo-morphologie,
- ▣ leur stockage ou drainance associée aux intrusions basaltiques (dykes et sills...),
- ▣ diverses résurgences de contact ou de rempart (sources visibles en en rempart des cirques par exemple),
- ▣ l' accumulation des eaux dans des aquifères littoraux soumis ponctuellement aux intrusions salines,
- ▣ et enfin par des « pertes » en mer (littoral de l'Enclos...).



Vers diapo D44

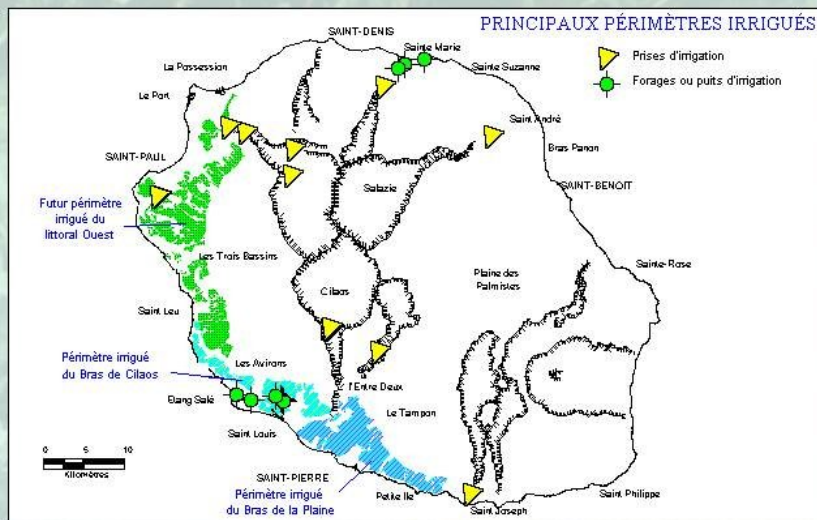
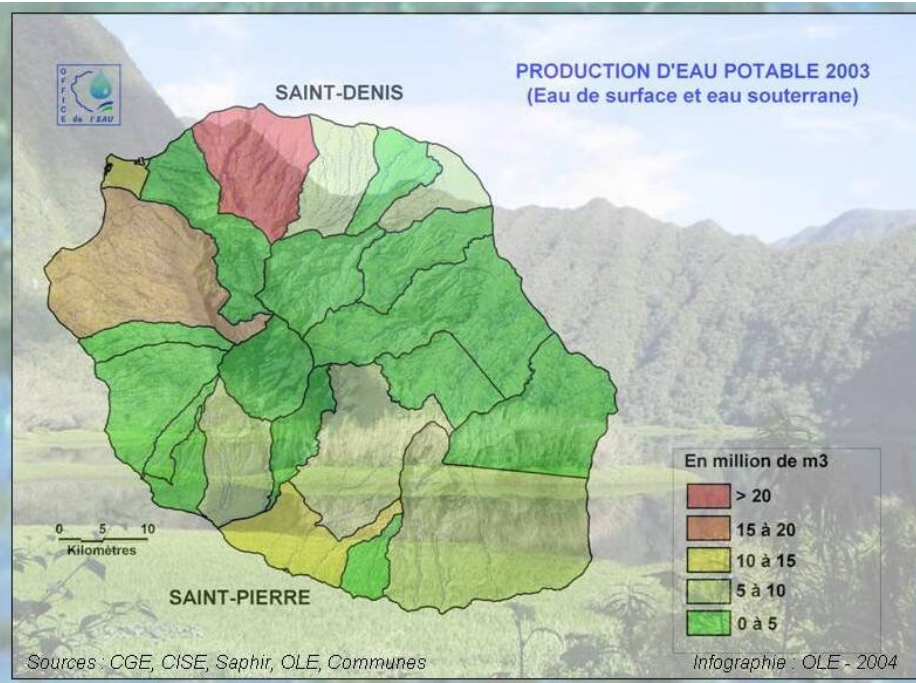
Source: BRGM

Certaines des phases ci-dessus impactent occasionnellement les milieux récepteurs par les charges polluantes minérales (naturelles) ou chimiques (d'origine anthropique) associées. A ce complexe hydrologique s'ajoute une variabilité spatiale et temporelle à forts contrastes tels qu'entre l'Est et l'Ouest; en altitude et sur le littoral ainsi qu'au fil des saisons avec notamment un tarissement de la ressource en eau qui peut s'avérer sévère et nuisible à la biodiversité des milieux hydriques..

Les usages de l'eau : 1) l'eau potable et l'irrigation

L'EAU POTABLE

En 2003, la production d'eau potable atteint 140 millions de m³. L'exploitation des eaux souterraines représente 50% de ce total.



Aménagement
du bras de la Plaine
(millions de m³/an)

Débits dérivés	82,6
Restitution après turbiné EDF	22,4
Restitution réservoir de Dassy	4,0
Distribution eau brute pour AEP	6,6
Solde prélèvement pour irrigation	49,6

Aménagement
du bras de Cilaos

Débits dérivés	26,5
Restitution réservoir	4,9
Forages	6,0
Distribution eau brute pour AEP	5,4
Solde prélèvement pour irrigation	22,2

Les usages de l'eau : 2) l'eau potable dans les hauts (illustration en secteur sud)

Retenons que les captages d'eau potable situés dans le cœur de Parc ou à proximité ainsi que les adductions souvent acrobatiques qui les complètent, sont peu protégés et soumis :

- à colmatage ou destruction sous l'effet de crues torrentielles (source Cazala / St Joseph)
- à pollution minérale ou anthropique (source Charrié / Petite-Ile).
- au tarissement parfois total compte tenu de leur contexte géomorphologique (source Gabriel / St Joseph)
- à des usages mixtes conflictuels (retenue des Herbes Blanches / Le Tampon)

...et à quelques « légèretés » dans le respect de la législation en matière de débit réservé, ce qui nuit à la permanence des écoulements en aval et à la continuité de la vie aquatique.



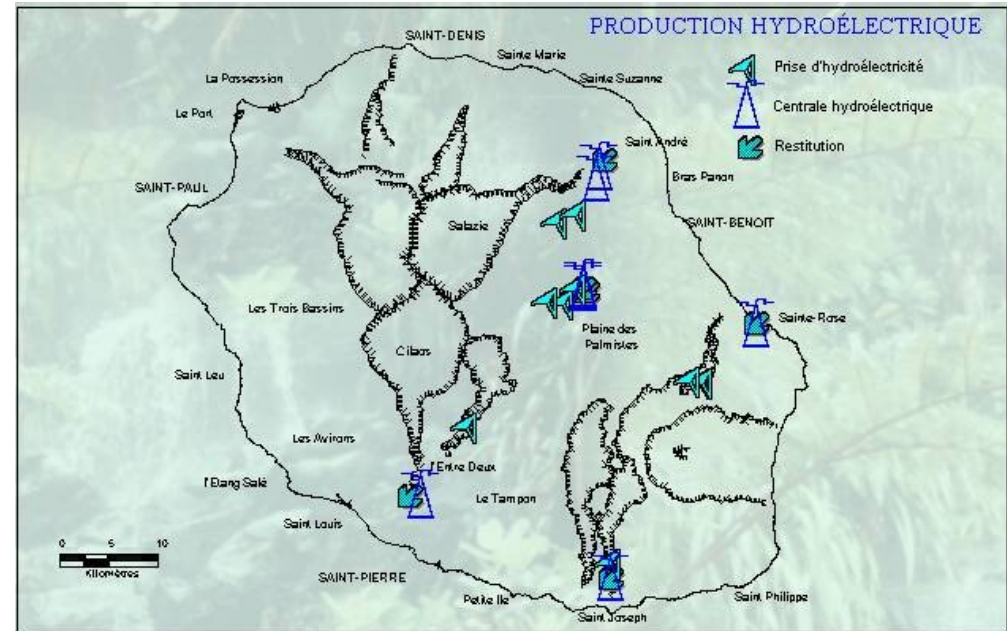
HYDRO-formation

Les usages de l'eau : 3) l'hydroélectricité

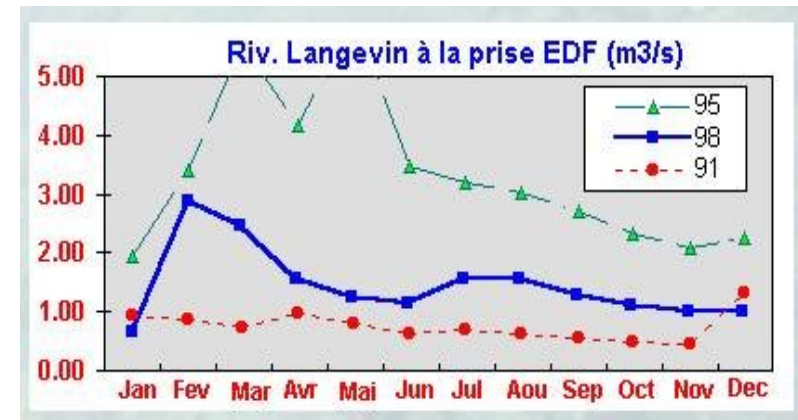
2 micro-centrales hydroélectriques sont implantées 1) en dérivation du bras de la Plaine (turbinée des eaux de l'antenne d'irrigation basse) et 2) en rivière Langevin.

Leur production reste modeste (< à 5 % de l'hydroélectricité réunionnaise) mais le rejet des eaux turbinées en ou au-delà biefs très perméables contribue à assurer respectivement :

- la recharge des aquifères de la rivière St Etienne
- le maintien d'un écoulement pérenne jusqu'à l'océan.



La bonne résistance de l'écoulement de ces 2 cours d'eau, post saison cyclonique, est ainsi mise à profit.



L'eau administrative : généralités

Les lois sur l'eau successives (1964, 2003, 2008) ont encadré par la réglementation des concepts fondamentaux tels que « pollueur-payeur » ou de bien patrimonial citoyen.

Les eaux domaniales réunionnaises font l'objet de divers outils de planification tels que le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). A l'échelle des 4 régions de l'île, ont été déclinés les SAGE(secteur Nord en attente) selon le cadre institutionnel.

Leurs dispositions sont opposables à l'administration et aux collectivités locales et sont prises en compte par les SAR et PLU.

L'Europe via diverses directives communautaires sur l'eau et l'assainissement contribue à renforcer la gestion intégrée par bassin versant en fixant pour les diverses masses d'eau recensées, **l'objectif 2015 de respecter ou de rechercher leur bon état écologique.**

La DCE (Directive Cadre Européenne) introduit le concept d'état des lieux et de zone protégée qui serviront de support à l'information et à la consultation du public.

A l'échelon régional, départemental et communal, divers schémas directeurs et chartes de bon usage ou de prévention des risques naturels (via les PPR) sont établis ou programmés avec la contribution des services de l'Etat (réglementation, police...) et des collectivités locales (financement, taxation...).

Le service public de captage et de distribution de l'eau est généralement affermé par les communes maîtres d'ouvrages auprès de grands groupes spécialisés (VEOLIA, CISE). A la Réunion s'y joignent plus localement la SAPHIR (concession des ouvrages et des usages mixtes du bras de la Plaine), La Créole et 3 petites régies communales.

Une fédération des associations de pêche en eau douce, via un PDPG, veille à la gestion des rivières piscicoles. Son siège se trouve à Langevin.



B) Le Patrimoine Hydrologique des Hauts de La Réunion (PHHR) décliné à l'échelle régionale et communale



Quelques éléments multi-critères intégrés et les particularités de Mafate



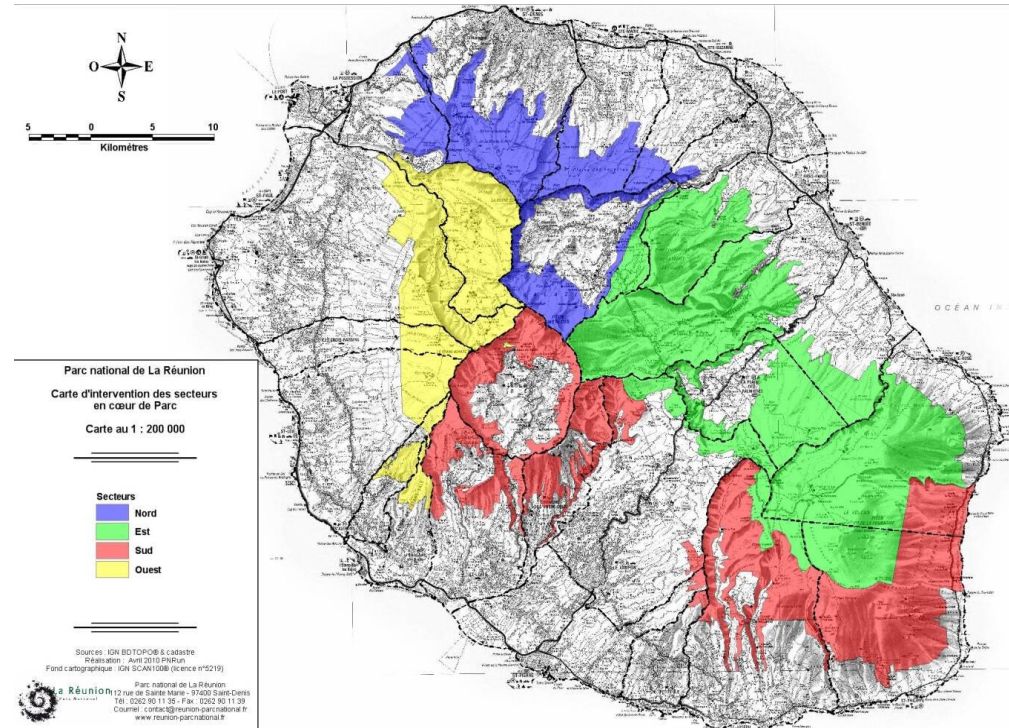
1: les facteurs régionaux de l'eau: Dominantes

> **Le NORD: Des besoins en eau importants face à une ressource qui s'essoufle.** Deux grandes rivières pérennes dont l'une est exploitée intensivement pour la desserte du chef-lieu, des aquifères littoraux au potentiel prometteur et toujours plus sollicités (cône alluvial de la rivière des Pluies) ; mais une planèze hydrologiquement démunie (le Brûlé, hauts de Ste-Marie) où la ressource et sa qualité sont aujourd'hui inadaptées aux besoins ; telle est la problématique régionale de la ressource en eau dans ce secteur le plus urbanisé de l'île.

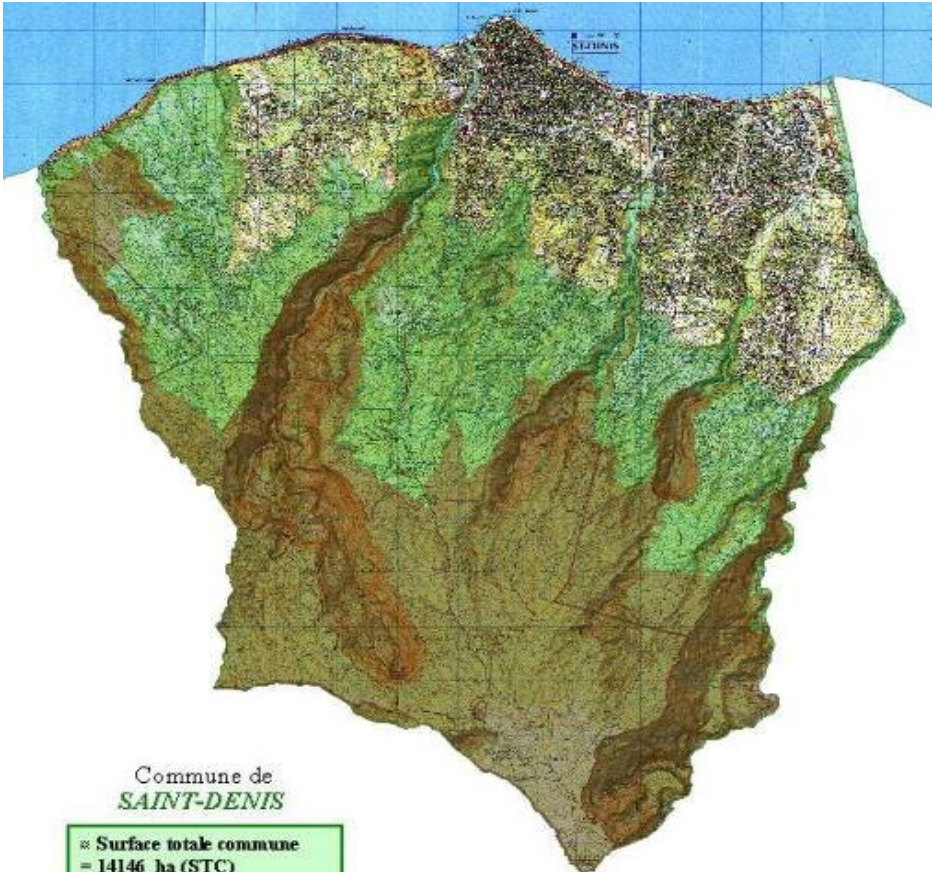
> **L'OUEST: Une région hydrologiquement défavorisée.** Région sous le vent naturellement protégée des plus désastreux effets cycloniques de l'été mais également des précipitations d'hiver souvent régulatrices de la ressource en eau endogène, l'Ouest s'avère être la seule région de l'île où la sécheresse tant "hydrologique" "qu'agricole" revêt un caractère quasi chronique.

> **Le SUD: Assez riche en eau mais coûteuse à mobiliser.** Trois rivières pérennes au débit conséquent (les Bras de Cilaos, de la Plaine et la Rivière Langevin), des aquifères littoraux de fort potentiels (Le Gol, Pierrefonds) adjacents au cône alluvial de la Rivière St-Etienne, mais une planèze hydrologiquement démunie (pentes du Tampon et de la Plaine des Cafres), font du Sud une région à contrastes ou l'excentricité des principales ressources impose des aménagements coûteux de transfert gravitaire (Bras de Cilaos, Bras de la Plaine, Pont du Diable, Source des Hirondelles, Source Cazala...) et de pompage/refoulement (Etang-Salé, le Tampon, St-Joseph).

> **L'EST: Le château d'eau de l'île pour les générations futures.** Traversé par 4 grandes rivières pérennes, dont 2, la Rivière de l'Est et la Rivière des Marsouins sont les plus abondantes de l'île; et par ailleurs hôte d'un complexe aquifère des plus prometteurs (le cône alluvial de la Rivière du Mât), tel se présente le secteur Est où, du Cirque de Salazie à la commune de Ste-Rose, l'hydrologie fait le plus souvent la part aux excès nuisibles des précipitations et crues, qu'aux difficultés ponctuelles d'approvisionnement en eau.



2: les facteurs de l'eau : St Denis

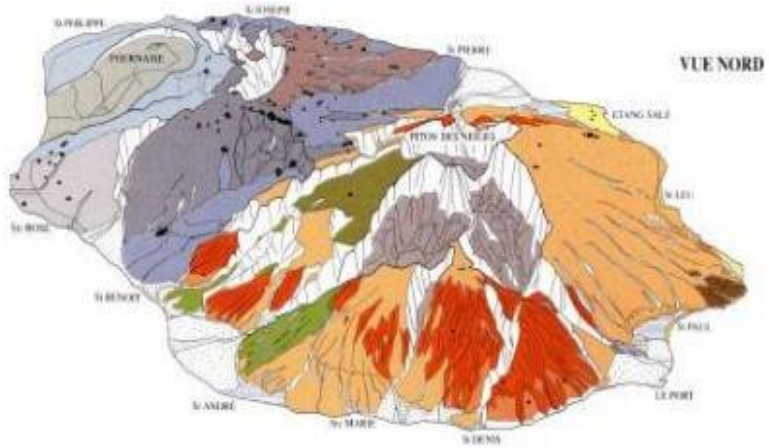


Commune de **SAINT-DENIS**

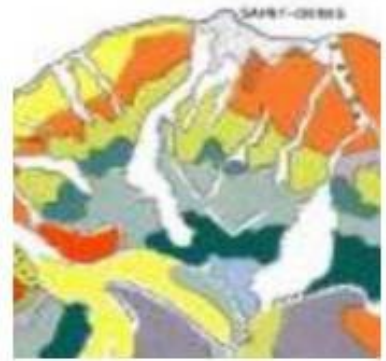
- ⊗ Surface totale commune = 14146 ha (STC)
- ⊗ Surf. du cœur = 6050 ha 42,77 % STC = 11^{ème} rang du classement communal par ordre décroissant
- ⊗ Surf. Zone d'adhésion = 4241 ha (30 % STC)
- ⊗ % cœur de Parc + ZA / commune = 72,7 %

A) Le milieu naturel et les facteurs du complexe hydrologique (extrait du PHHR)

⊗ Le territoire communal et la contribution de l'eau dans sa genèse



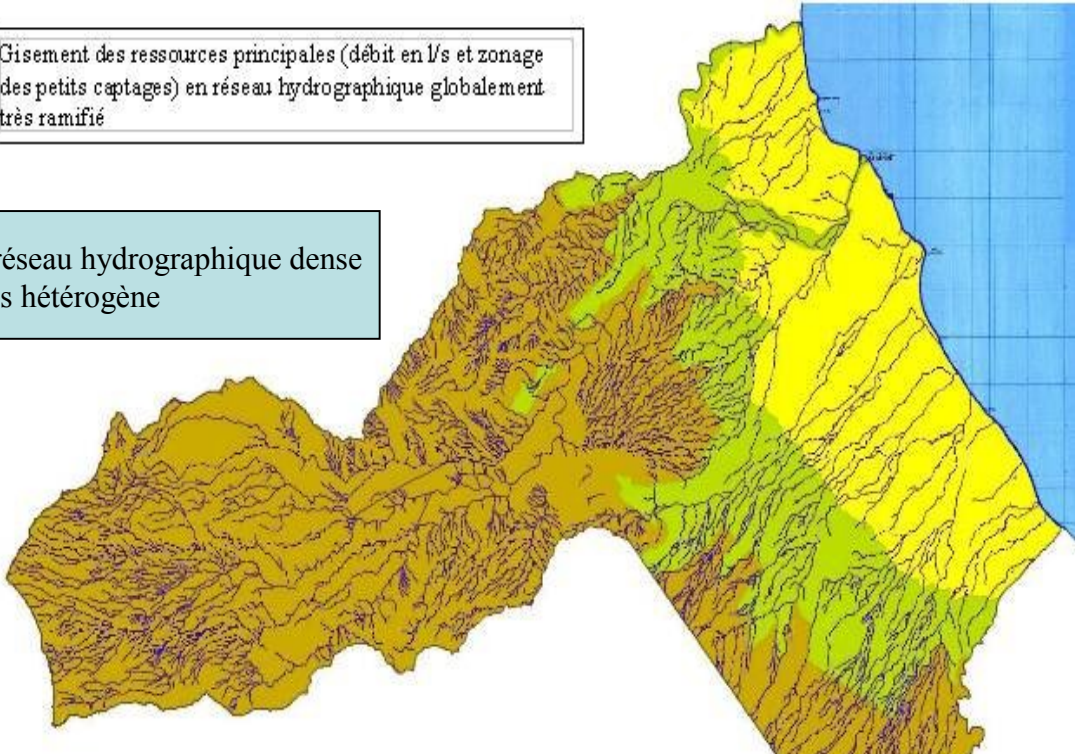
⊗ Végétation et cultures



3: Les facteurs de l'eau : St Benoît

Gisement des ressources principales (débit en l/s et zonage des petits captages) en réseau hydrographique globalement très ramifié

Un réseau hydrographique dense mais hétérogène



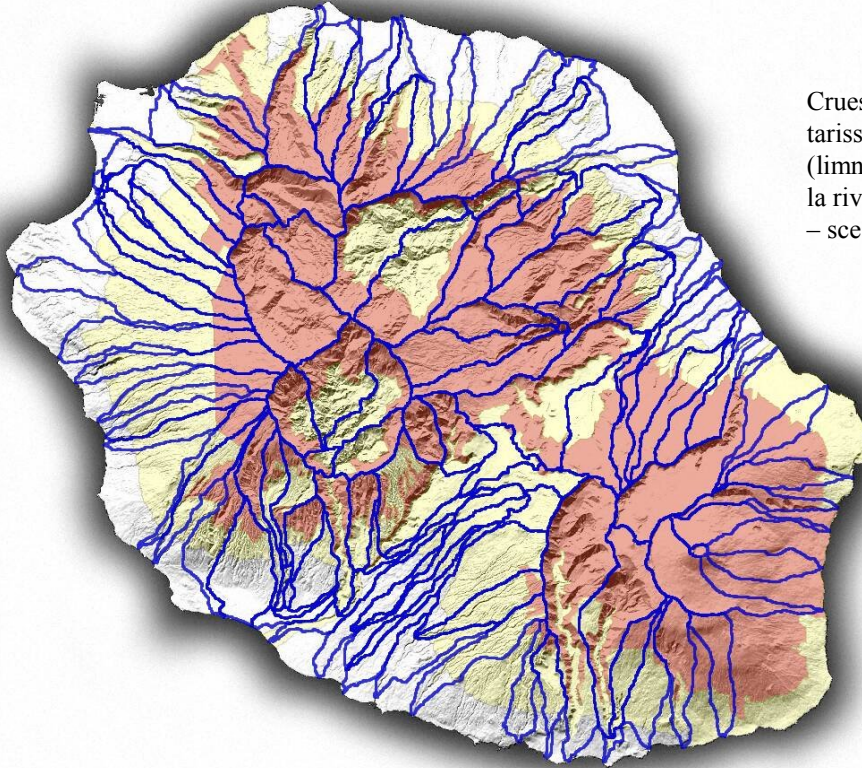
Un pôle de précipitations annuelles parmi les plus élevés de l'île et des intensités horaires extrêmes

Pt SHYPRE n° 1112		T2	T10	T20	T50	T100
Takamaka téléphérique	1h	67	120	157	213	250
Alt. # 1180 m - (mm)	3h	137	247	320	425	498
Pt SHYPRE n° 1467						
Hauts Cambourg	1h	62	106	141	191	227
Alt # 960 m - (mm)	3h	126	213	284	378	443

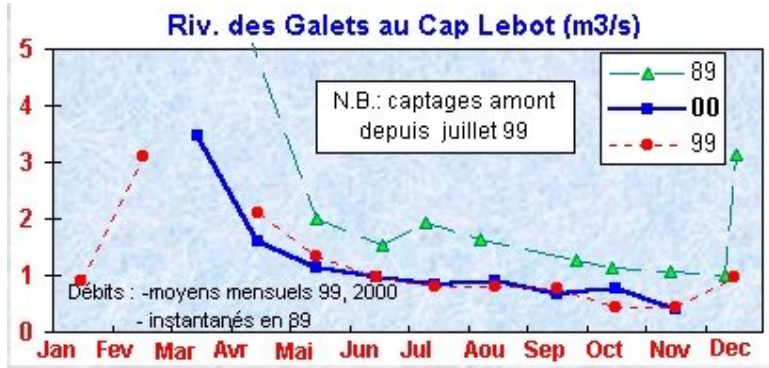
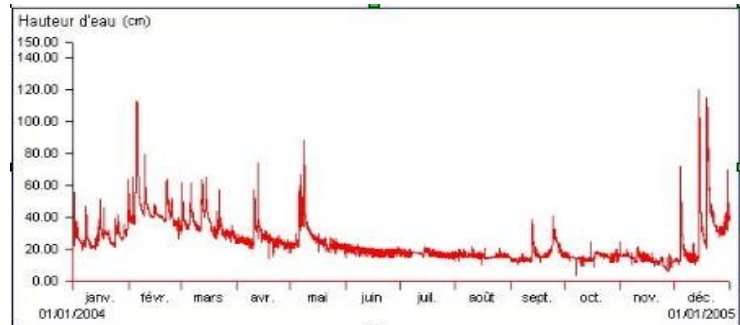


4: Une typologie de château d'eau de transition: Saint Paul

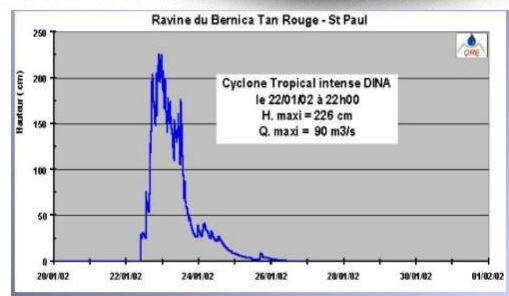
Les principaux bassins versants



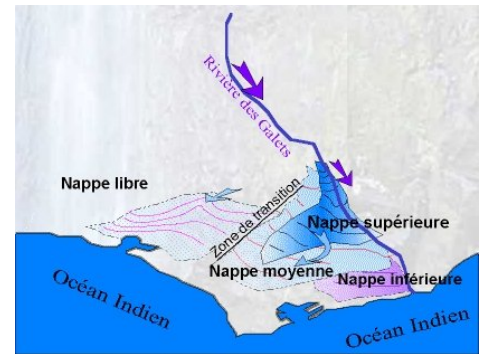
Crues et tarissement (limnigramme de la riv. des Galets – sce ORE)



Des crues violentes en ravine, fugaces, à typologie de « chasse d'eau »

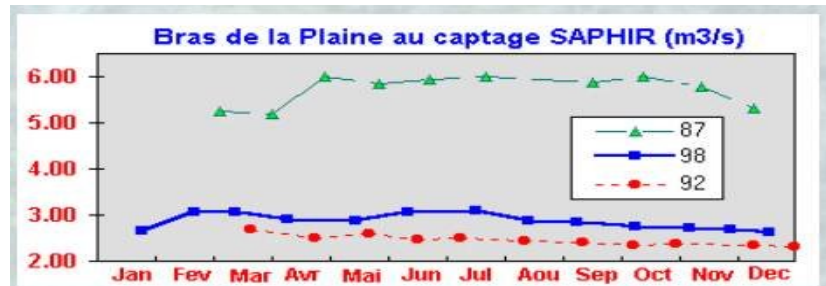
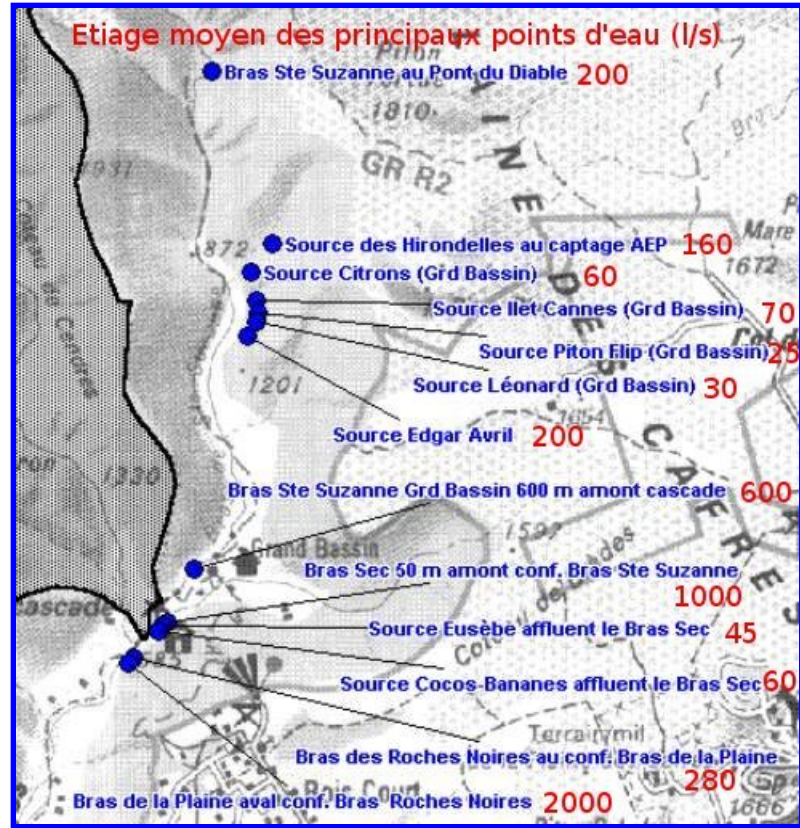
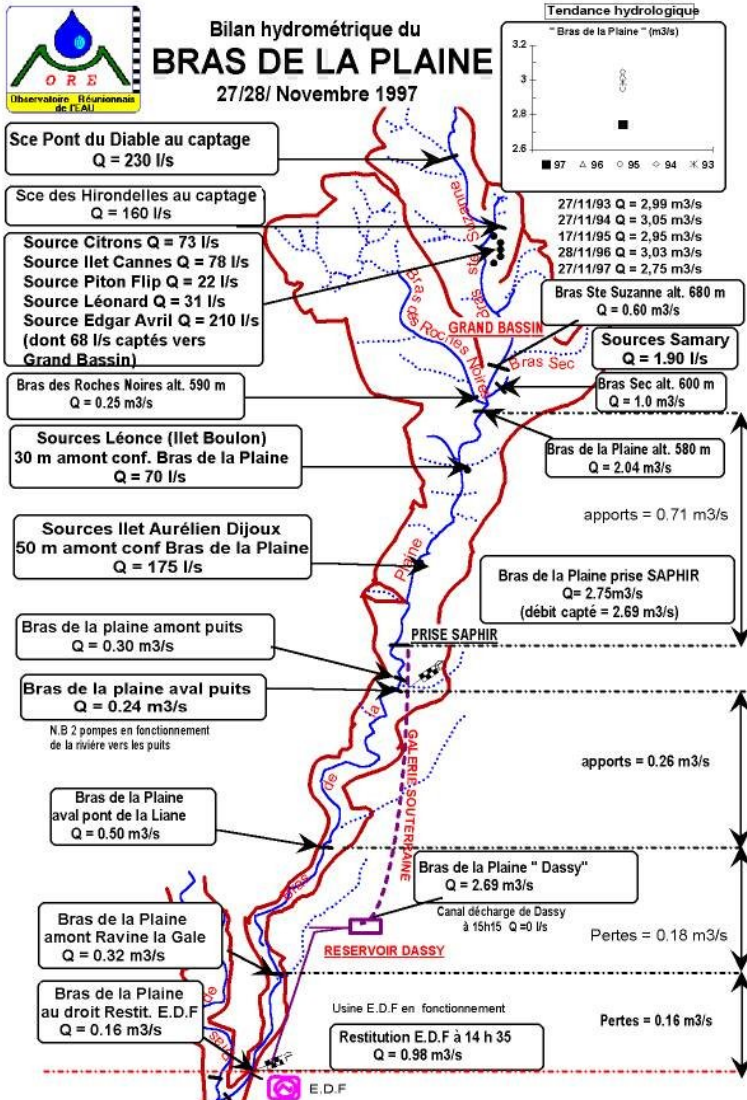


HYDRO-formation



Le réceptacle terminal: Les aquifères littoraux de la Plaine des Galets

5: les ressources et leur répartition : Le Tampon

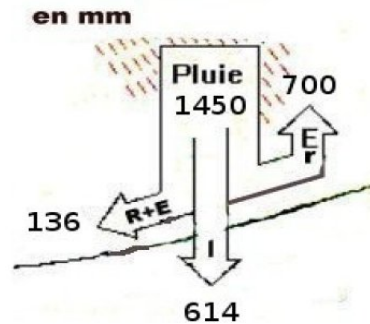
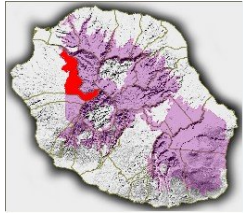


Les bilans hydrologiques : Quelques exemples

Vers diapo D43

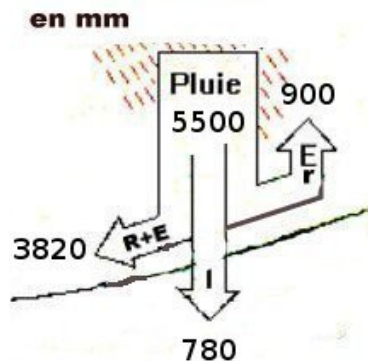
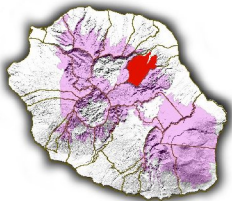


Cœur de Parc: Planèze de St Paul (hors Mafate)



En année moyenne, la pluie efficace s'élève à 750 mm ou 15,5 Mm³, ce qui correspond au patrimoine hydrologique communal « potentiel » du cœur de Parc (partie externe des remparts, hors Mafate), valeur à titre d'exemple de l'ordre des 3/4 des consommations annuelles d'eau potable de la commune (# 22 Mm³).

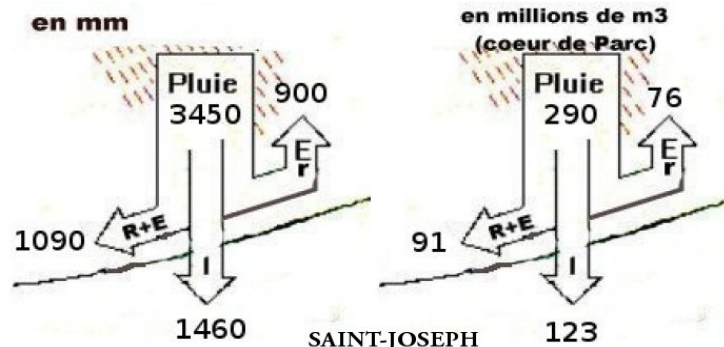
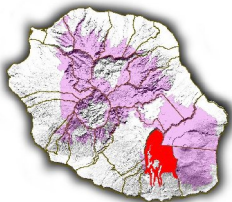
Cœur de Parc : Bras-Panon



En année moyenne, la pluie efficace s'élève à 4600 mm ou 284 Mm³. Le potentiel d'infiltration (écoulement de base + infiltration profonde) représenterait 107 Mm³, ce qui correspond au patrimoine hydrologique communal « réel » (*) du cœur de Parc; valeur de l'ordre de 50 fois supérieure aux consommations annuelles d'eau potable de la commune, ou encore sensiblement équivalente à l'ensemble des consommations en eau potable de l'île !

(*) les eaux de ruissellement sont exclues

Cœur de Parc : St Joseph



En année moyenne, la pluie efficace s'élève à 2550 mm ou 214 Mm³ soit 2,55 Mm³/km². La part correspondant à la seule infiltration profonde (123 Mm³) est ainsi équivalente aux consommations en eau potable de toute l'île !

HYDRO-formation

Le PHHR, c'est aussi des valeurs ajoutées pour l'ingénierie hydrologique régionale, les loisirs hydriques etc...



Le Patrimoine hydrologique de l'île de La Réunion
 Contribution à l'observation et à l'analyse des
 crues torrentielles

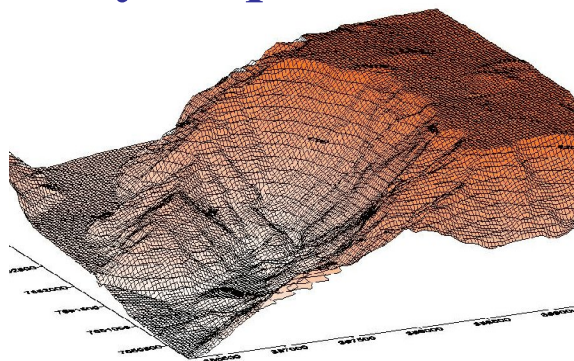


Laines de la crue de février 1998 sur la tour de la captage d'irrigation de la rivière du Mât (+ 6m)

un document
annexe

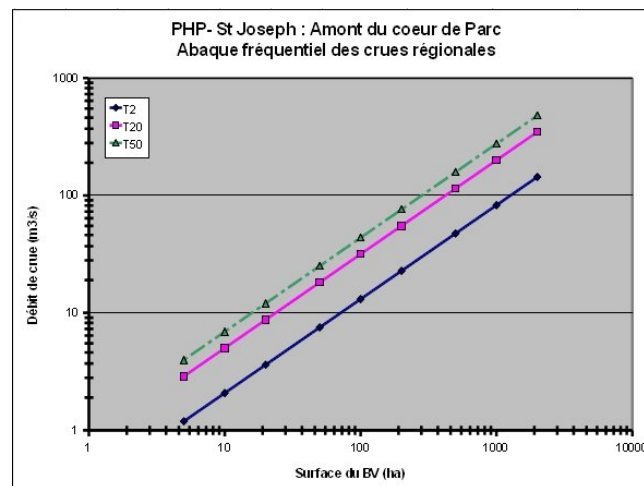
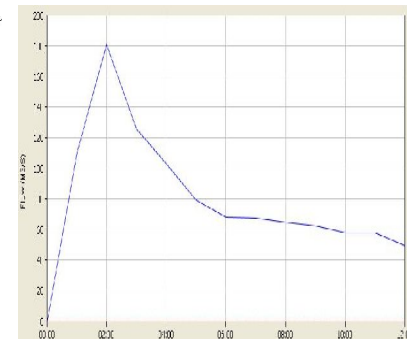
François BOCQUEE
 PNR Réunion
 SAADD

Septembre 2009



Du bassin versant...

...à la modélisation de la
 crue de projet pour des
 statistiques régionales



...dont un document spécifique à Mafate, coeur habité

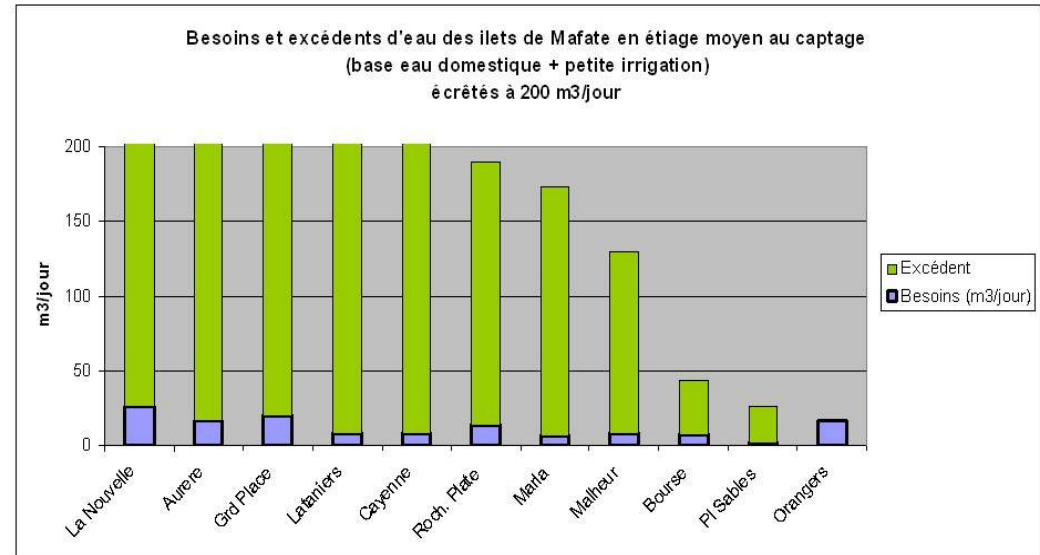
Reprise des éléments précédents adaptés au coeur naturel et habité :
(cours d'eau principaux, sources captées, usages...) avec additif
relatif aux aménagements hydrauliques (réseaux...) et aux
problématiques de type gouvernance...



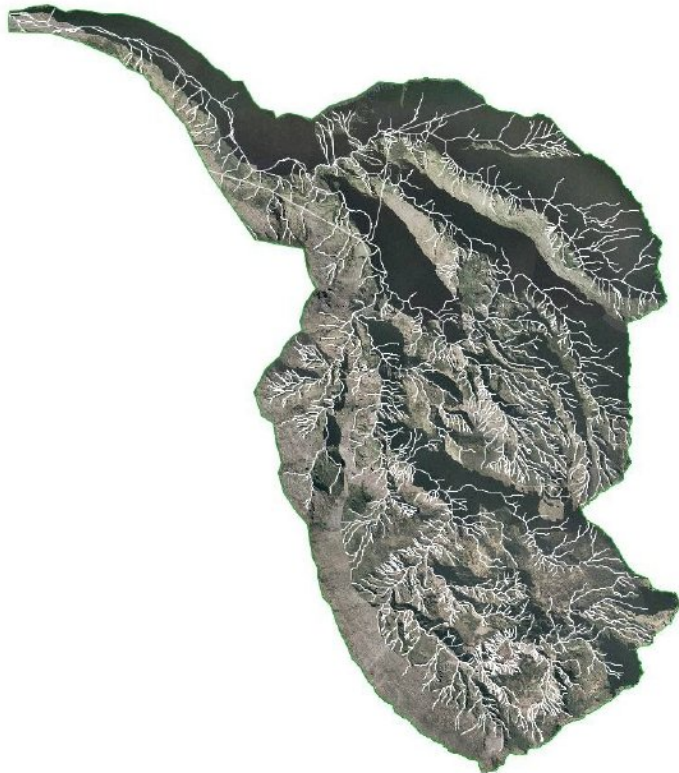
Mafate: Un besoin de connaissances...



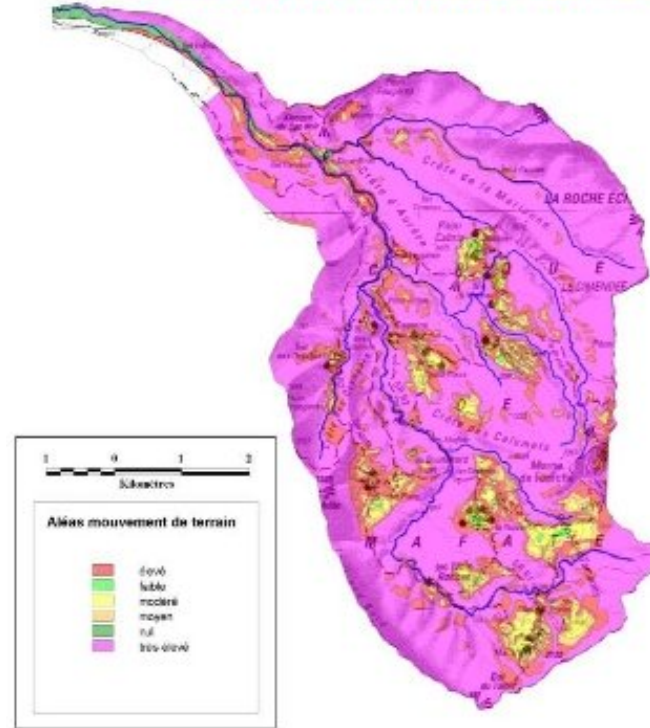
Jaugeage de la ravine des Orangers (Mafate) par les agents du Parc national



**dans un milieu de genèse extrême (tectonique, érosion, mouvements de terrain...)
avec des habitats soumis aux risques naturels majeurs (glissements de terrain,
inondation...)**



Mafate : Un territoire soumis aux risques naturels ...



Affouillement de 4 m du lit de la rivière des Gyalets suite à Gamède

Un diagnostic par ilet et des perspectives pour le renouveau de l'aménagement hydraulique ou hydro-énergétique en relai du photo-voltaïque...

Le Patrimoine Hydrologique et les problématiques de l'eau dans Mafate Contexte, Ressources, Equipement et Développement

0) Introduction

1) Le territoire Mafatais et le contexte explicatif des problématiques de l'eau

1.1 Genèse et contribution de l'eau

- ☒ Géomorphologie et couverture végétale

1.2 La physico-chimie et l'hydrobiologie des grands cours d'eau

1.3 les facteurs de l'eau (typologie) et les risques naturels

- Les précipitations
- Crues et facteurs associés (transport solide)
- L'écoulement de base et la sécheresse (tarissement)
- Le module
- Le bilan hydrologique
- La qualité de l'eau

2) L'eau dans Mafate : Bilan hydrométrique général et spécifique

2.1 Les débits instantanés, les apports et pertes

2.2 Les prélèvements pour l'irrigation du littoral Ouest

3) L'eau dans les ilet

3.1 Les ilet et l'aménagement hydraulique : Des difficultés pas seulement techniques...

3.2 Etude de cas par ilet (11 fiches)

- population
- débit mesuré ou estimé
- rapport ressources / besoins à l'étiage
- contexte et géologie du captage
- stockage de l'eau
- traitement
- adduction et sécurisation
- réseau / remarques et perspectives

4) Les enjeux techniques et priorités de l'aménagement hydraulique

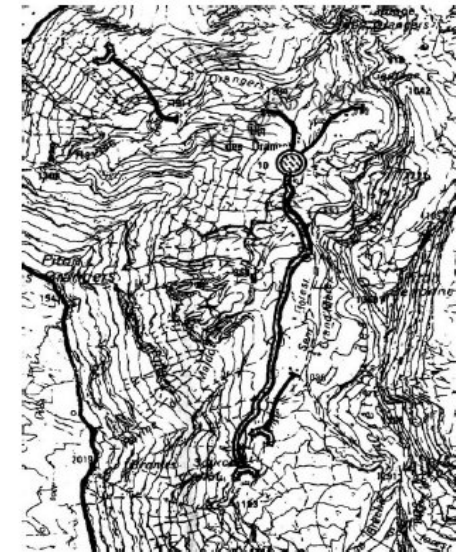
- ☒ Sécuriser l'adduction et la distribution domestique dans chaque ilet
- ☒ Permettre sectoriellement la pratique d'une irrigation d'appoint
- ☒ Améliorer la qualité de l'eau
- ☒ Assainir les eaux usées
- ☒ Conserver et valoriser les principaux spots hydriques

5) Perspectives pour l'eau dans Mafate

- ☒ Connaître, innover, s'approprier et gérer

LES ORANGERS

Ilet	Population	Débit mesuré ou estimé	Rapport Ressources / besoins à l'étiage (de --- à +++)	Contexte et Géologie du captage
Les Orangers	# 80	Captage principal en ravine (pentes du Maïdo: source Affouche). Etiage 0, 35 l/s (30 m3/j) mais assèchement total constaté (Tr # 5 ans) ! Petits suintements captés en paroi nord-ouest.	" - - ". Le déficit est chronique pendant l'étiage selon besoins domestiques et de petite irrigation. Aggravé par grand linéaire adduction.	Suitements de contacts sur altérations bréchiennes en ravine sèche tout au long de son cours. Eau croupissante et invasion d'algues. Anaérobiose
Stockage de l'eau	Traitement	Adduction et sécurisation	Réseau	Remarques et perspectives
Gros réservoir plastique + 2 bâches (# 1 m3 unitaires)	Néant. Présence de colliformes et streptocoques fécaux. Gîte d'eaux dormantes dégradées favorable à la leptospirose (cf. photo)!	Adduction principale acrobatique (nombreux points hauts)	Primaire principal = 2,5 km et secondaire = 0, 9 km. 2 petites adductions et distributions directes vers écarts.	Secteur à problématique de eau parmi les plus critiques du cirque. Perspectives d'adduction photovoltaïque par pompage depuis captage des orangers à l'aval (dénivelée # 200 m)



...bien nécessaire car fragile, obsolète et source de pollution des milieux



Adduction « volante » de la source
Affouche vers Les Orangers



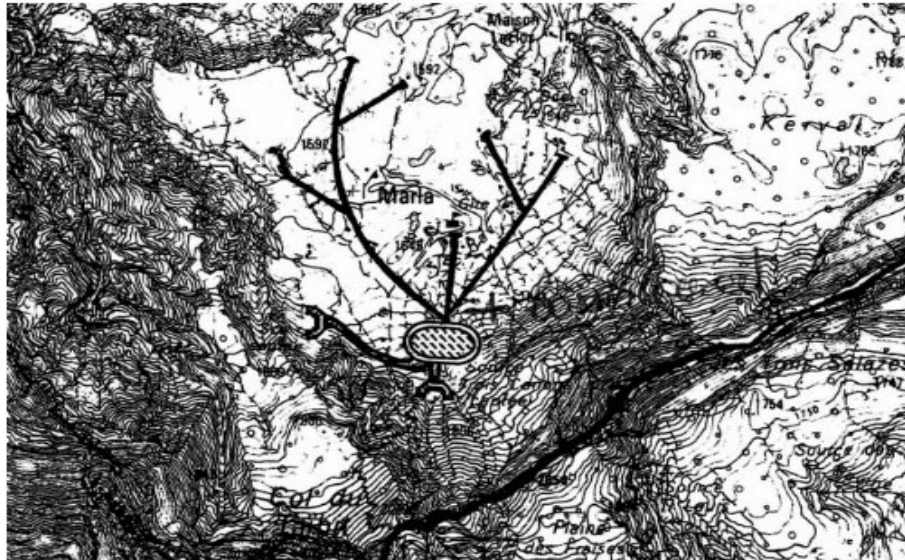
Photo Szymandera



Petit réservoir d'eau pour
consommation domestique
(source Affouches - Orangers)

L'exemple de MARLA ou le présent PHHR contribue à l'étude d'un projet de modernisation des réseaux par la commune...

Illet	Population	Débit mesuré ou estimé	Rapport Ressources / besoins à l'étiage (de --- à +++)	Contexte et Géologie du captage
Marla	# 32	Sources du Taïbit et 3 canons. Etiage global = 2 l/s (170 m ³ /jour). Présence de petits "captages individuels" sommaires. La source Kerval (étiage >) est captée pour l'irrigation (via réservoir)	Rapport = "+++ " pour eau domestique (besoins globaux 80 m ³ /j) mais vigilance car nombreuses pertes. Demande saisonnière et individuelle croissante. Rapport inconnu mais satisfait pour eau d'irrigation	Front de résurgences et suintement de contacts et d'altération bréchique. A noter l'abondance des ressources non gravitaires qq centaines de m en aval (rav. Kerval et riv. des Galets)
Stockage de l'eau	Traitement	Adduction et sécurisation	Réseau	Remarques et prospectives
bassin + retenue collinaire à usage mixte en service. Branchements individuels directs des suintements du rempart sud-est.	Néant. Présence de coliformes et streptocoques fécaux	Polyéthylène posé à même le sol. Usage et sécurisation dégradée depuis travaux publics réalisés par l'ONF dans les années 80.	Primaire = 0,45 km. Secondaire (distribution) = 3,5 km. A noter le branchement direct sur réservoir de tête pour l'alimentation de l'élevage de cerfs sur plateau Kerval, dont pâturages.	Sous dimensionnement de l'adduction. Pression localement insuffisante. Gestion erratique et conjoncturelle des captages individuels. Secteur nord-ouest à risques naturels majeurs.

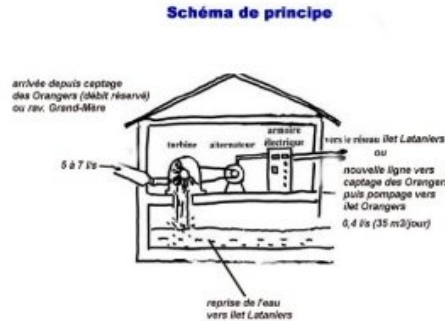


qui n'interdit pas l'innovation (potentialités de pico-hydraulique...) et une gouvernance particulière (cf. îlet des Orangers)

❖ **Innovater** : On oublie trop souvent que l'eau est présente en abondance dans Mafate... mais disponible en fond de vallée, soit parfois à plusieurs centaines de m en deça des îlets. 2 techniques permettent aujourd'hui de mobiliser ces eaux :

- le pompage photovoltaïque est adapté (en première approche) à l'ensoleillement du cirque. La gamme commerciale de « pompes solaires » fournit aisément 30 m³/jour avec une hauteur de refoulement de 200 m (puissance 5,5 kW). Une seule de ces pompes serait ainsi à même de satisfaire aux besoins domestiques de l'îlet des Orangers, depuis le captage de la source du même nom vers les hauts de St Paul.

- Le pompage électrique classique : Il serait réalisable à partir de l'énergie produite localement par une pico-centrale hydroélectrique avec turbine de type Pelton. A titre d'exemple, l'îlet des Orangers pourrait ainsi bénéficier de l'énergie produite par la turbine des eaux actuellement captées pour l'alimentation de l'îlet des Lataniers (puissance approximative : 7 kW). D'autres sites seraient susceptibles d'examen approprié (cf. tableau PNRun ci après)



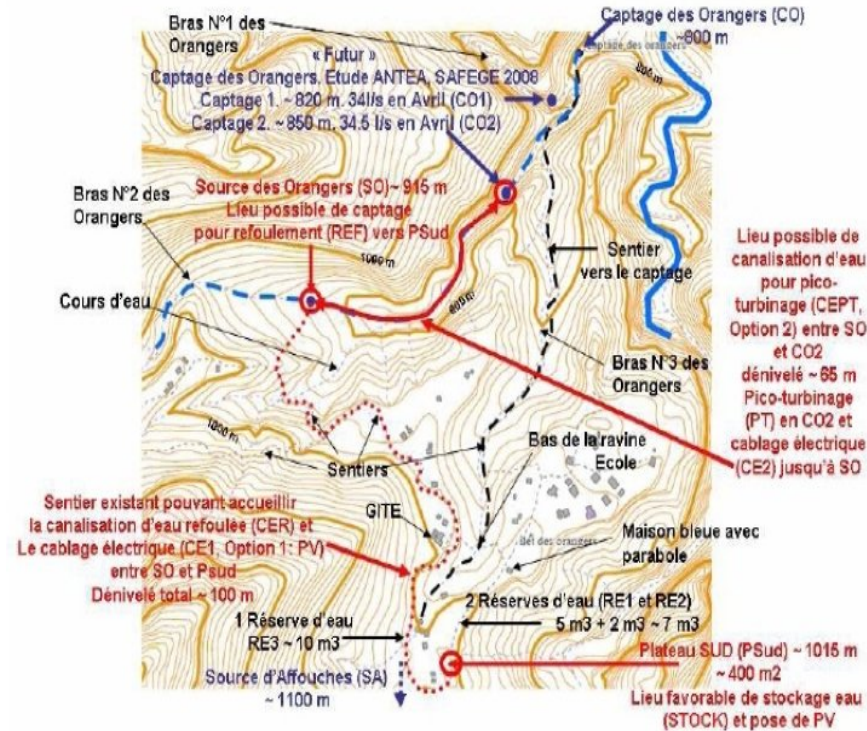
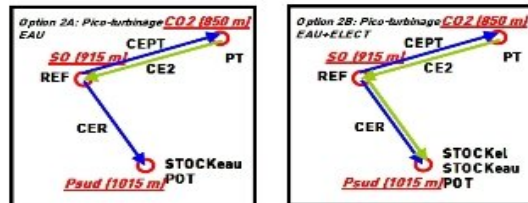
Equipe de principale potentialité micro-hydraulique de site de Mafate (rendement des turbines @ 60%)

Intéressaire	Cours d'eau	Fourniture	Débit (l/s)	Hauteur de chute (m)	Puissance (kW)	Production (an kWh)
Surin	Ruisseau de la Gade	eau + énergie	7	20	8,4	70000
Orangers	bras des Orangers	eau	8	60	3	25000
Orangers + la Gade	ruisseau Grand-mère au captage	eau + énergie	8	150	7	60000
Mafate	ruisseau de la Gade	énergie	20	20	24	200000
La Bouville	ruisseau de la Gade	eau + énergie	20	120	14	110000

- L'étude de l'ARER co-financée par PNRun en précise quelques points (cf. ci après).

6. Scénario N°2 d'approvisionnement en eau via énergie pico-hydraulique

6.1. Schéma de principe



Un scénario de faisabilité esquissé par l'ARER (étude financée par le PNRun)

C) Les enjeux de la connaissance du patrimoine hydrique : des thématiques recensées par le PHHR



Résurgences de la source Flaman
(sentier de la plateforme des
Orangers-Mafate). Notez l'écaille
d'éboulis

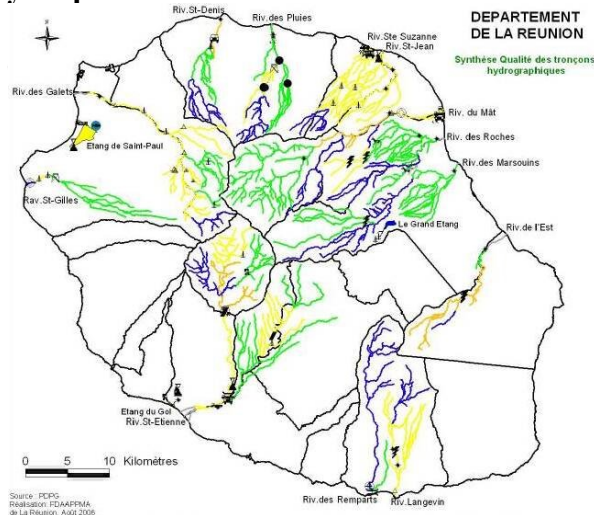
Le PHHR, c'est aussi un support d'initiatives intrinsèques ou pour la future charte afin de :

☐ Faire un état des principaux usages :

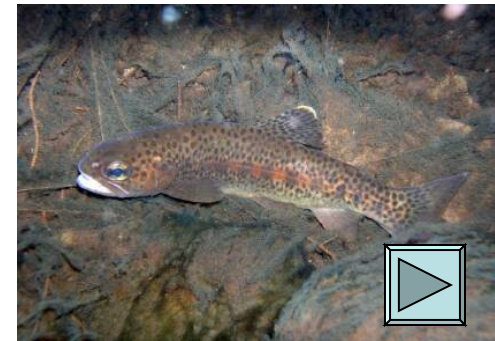
- ✓ La fréquentation ou la protection du milieu hydrique
- ✓ Les prélèvements d'eau et la petite irrigation
- ✓ Les loisirs en eaux vives (canyoning...)
- ✓ La pêche

Un milieu naturel globalement de bonne qualité →

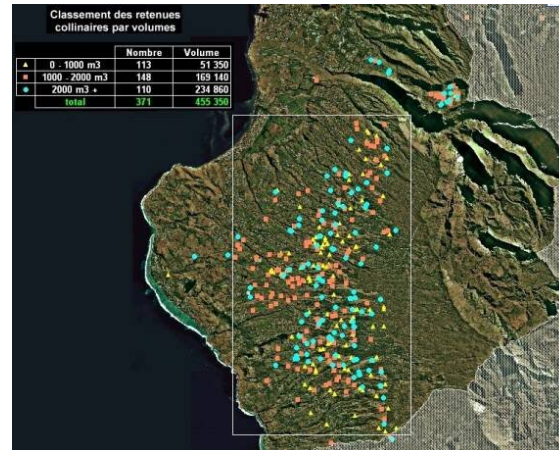
NB : Ces éléments, périodiquement actualisés, sont susceptibles d'être intégrés dans divers documents de planification



Vers diapo D42



Vers diapo D41



HYDRO-formation

☐ Développer un souci légitime et réglementaire de connaissance et de conservation en milieu extrême

- ✓ Le décret du 5 mars 2007 et notamment son titre 2 : Règles générales de protection dans le cœur du Parc
 - ☐ Règles de protection du milieu naturel
 - ☐ Règles relatives aux travaux
- ✓ La prévention des risques naturels (Mafate, cœur habité)
 - ☐ micro-réseaux d'observation (GPS mouvements de terrain)
- ✓ La sensibilisation au milieu par la présence sur le terrain : gardes moniteurs et médiateurs



Alexina, « manon apprentie sourcière »

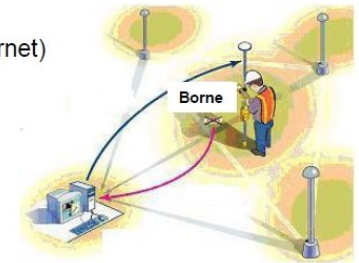
Mesure d'un point en temps réel

> Conditions

- Réseau SFR (pour connexion internet)
- Précision centimétrique

> Etapes

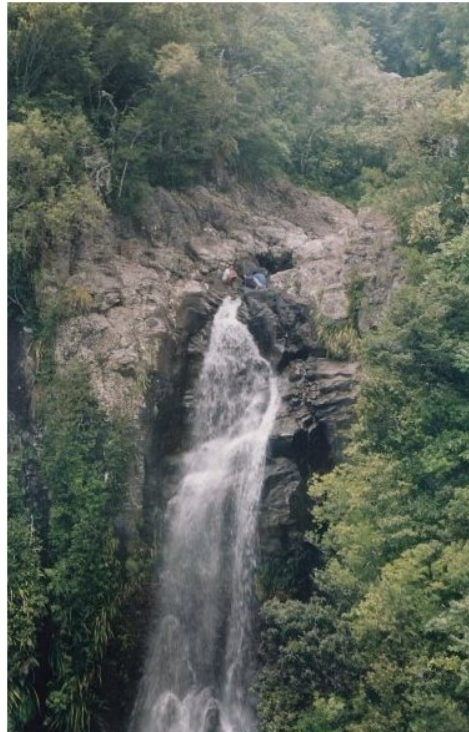
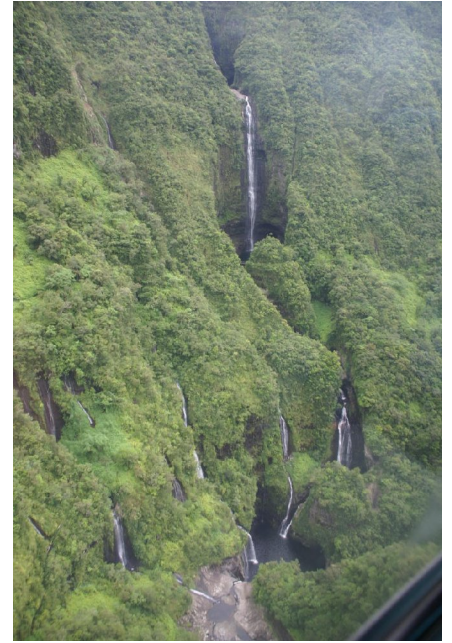
1. Création d'un job de données
2. Choix du jeu de configuration (mobile réseau Lél@)
3. Se connecter au serveur du réseau
4. Rentrer le numéro du point
5. Attendre d'avoir une précision centimétrique
6. Stationner une minute sur le point (avec un tripode)



SGR Réunion

☐ Valoriser l'eau en tant que valeur patrimoniale...

- ✓ La recensement et la découverte des paysages hydriques (cascades, étangs, zones humides...), composantes du patrimoine mondial de l'Unesco (« *pitons, cirques et remparts* »)
- ✓ La restauration des débits réservés...
- ✓ Les attentes du complexe eau-énergie (AEP + pico-centrales en cœur habité de Mafate)



HYDRO-formation

...clé de l'aménagement des hauts...rêvé ou partiellement entrepris par nos prédécesseurs !

Pourtant ils ont travaillé dans des conditions très spéciales :

- Éloignés toute la semaine de leur famille
- Logés dans des baraquements inconfortables
- Peinant sur une étroite plate forme surplombant le vide

Ils se trouvaient placés au milieu d'un paysage grandiose, certes, mais, pour eux, pauvrement vêtus, avec pour compagnon le froid l'hiver, la chaleur concentrée par la réverbération sur les roches en été, le brouillard en toute saison, parfois un vent glacial, ou bien encore de grosses pluies faisant rouler les roches dans les pentes, la nature était parfois hostile.

Ils avaient à marcher, le plus souvent pieds nus, parmi des éclats de roches coupants comme des lames de rasoir, avec des charges de 30 à 35 kg sur la tête, sur des sentiers en pente et parfois glissants.

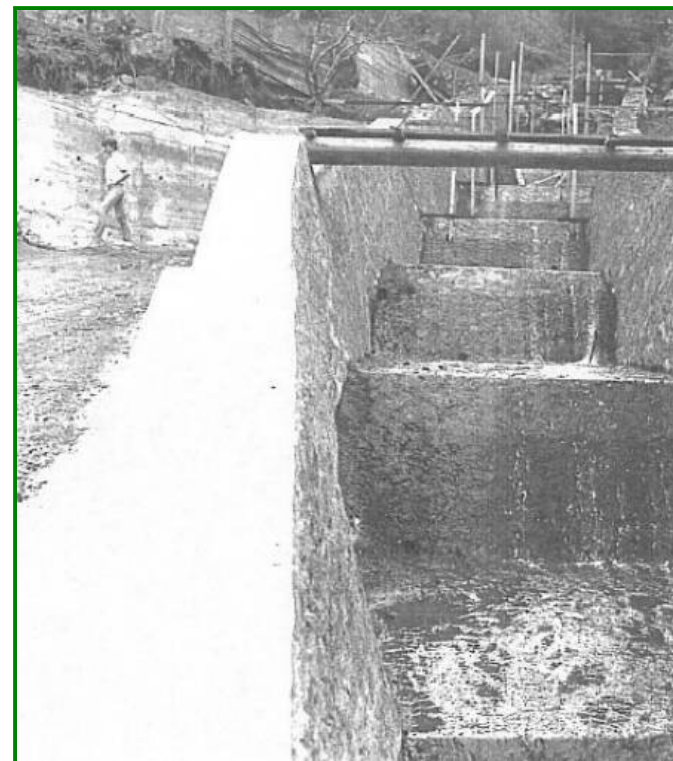
Dans les parties les plus abruptes, ils travaillaient suspendus à des cordes.

C'est ainsi que patiemment, ils ont entaillé la montagne sur des kilomètres, accomplissant une besogne de fourmis travailleuses.

C'est à eux que nous devons la réalisation des travaux. »

Cette canalisation servit une trentaine d'année, avant que les captages du Bras de la Plaine réalisés avec des moyens modernes, règlent globalement le problème de l'alimentation en eau potable de l'ensemble de la Planète du Tampon.

La source du Nez de Boeuf
(riv. des Remparts) pour les hauts
du Tampon



MAFATE et la
source des Orangers

LA RECONNAISSANCE

En conclusion je formulerais ici un vœu : qu'une plaque commémorative soit dressée au captage des Orangers, ancrée dans la paroi au-dessus de la cabine de béton. Voilà plus d'un siècle que les Saint-Paulois des Hauts rêvaient de cette eau, comme les Juifs de la terre de Chanaan où coulaient le lait et le miel ! Que de misère endurée depuis lors ! — Et puis ce fut ce merveilleux cadeau de la Communauté Européenne. Certes un immense panneau se dresse sur la Nationale 1, à l'entrée de la route ; mais il est en bois et un peu loin... Seuls le marbre gravé ou la fonte éternelle conviendraient pour perpétuer la reconnaissance de toute une population envers les généreux donateurs et les courageux ouvriers créoles.

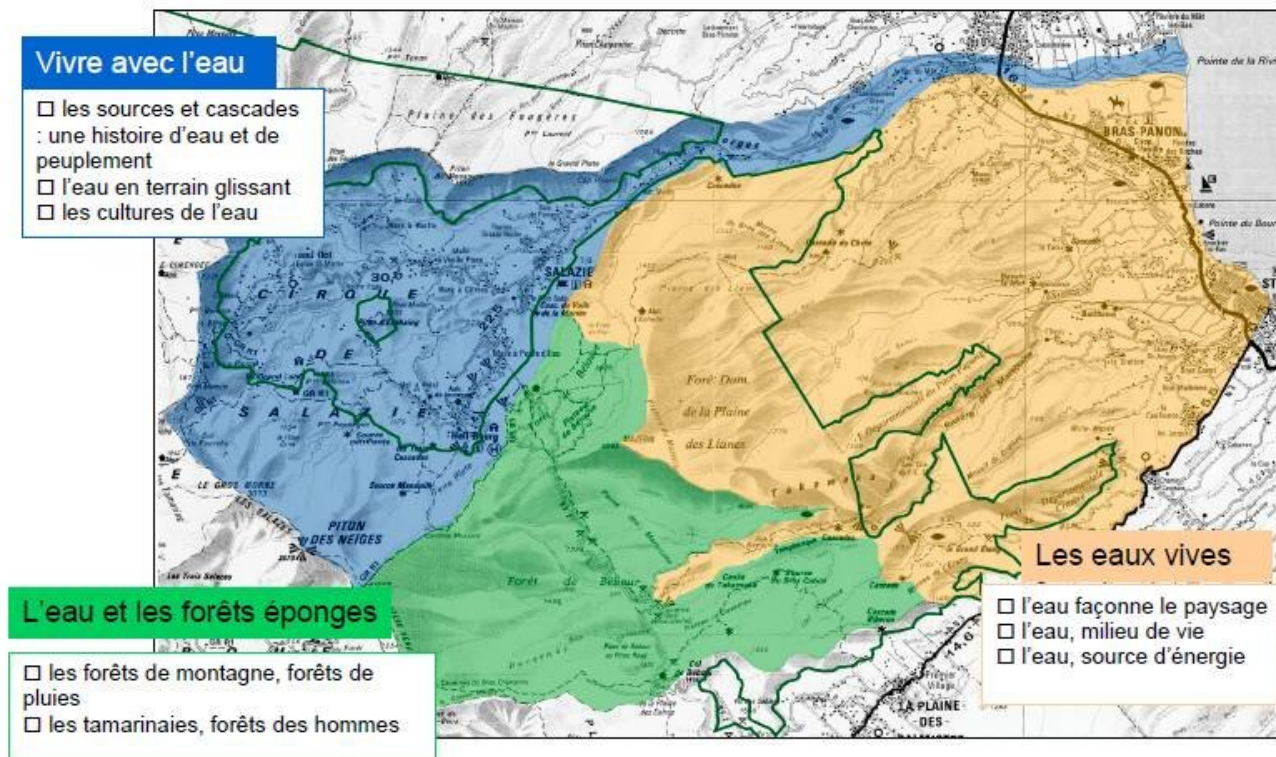
Jacques LOUGNON

Cilaos : travaux de correction
torrentielle de 1980 à 86 par l'ONF

Le PHHR, c'est aussi des bases pour l'interprétation de milieux particuliers

- ✓ L'intégration de la thématique eau dans les schémas et plans d'interprétation et de valorisation éco-touristique (cf. travaux de M. Sicres du PNRUn)

LES UNITES D'INTERPRETATION



L'eau, thème majeur du schéma d'interprétation de la région Est

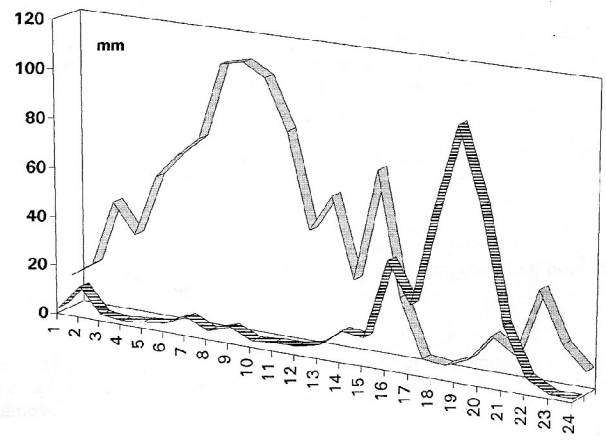
et pour anticiper de nouveaux défis : PENser le CHANgement plutôt que ...? (X)

Le cœur de Parc face au changement climatique : Réalisme et vigilance (cf. annexes du PHP) !

Les séries temporelles ne sont pas à l'abri de variations brutales qui mettent à mal l'hypothèse souvent implicite de stationnarité et des ajustement statistiques qui en découlent.

L'exemple de l'événement pluvieux observé à Beaufonds – St Benoît en 1993 le démontre : En effet, une série de 41 années d'observations de pluies journalières maximales annuelles, bien ajustées à une loi de Gumbel (moyenne de 211 mm et maximum de 373 mm en 24 heures), s'est vue complétée par un nouvel épisode de... 893 mm observés le 14/02/93 ! →

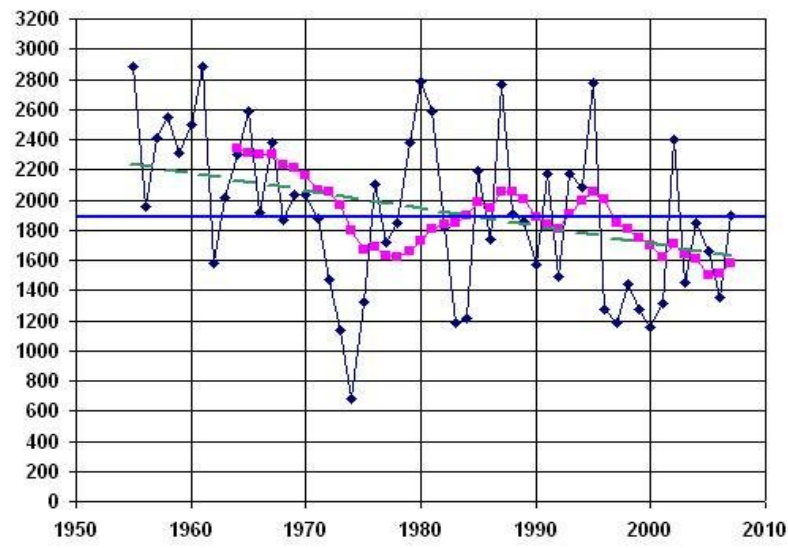
Episodes horaires comparés à BEAUFONDS (14/02/93) et LA PROVIDENCE (20/12/93)



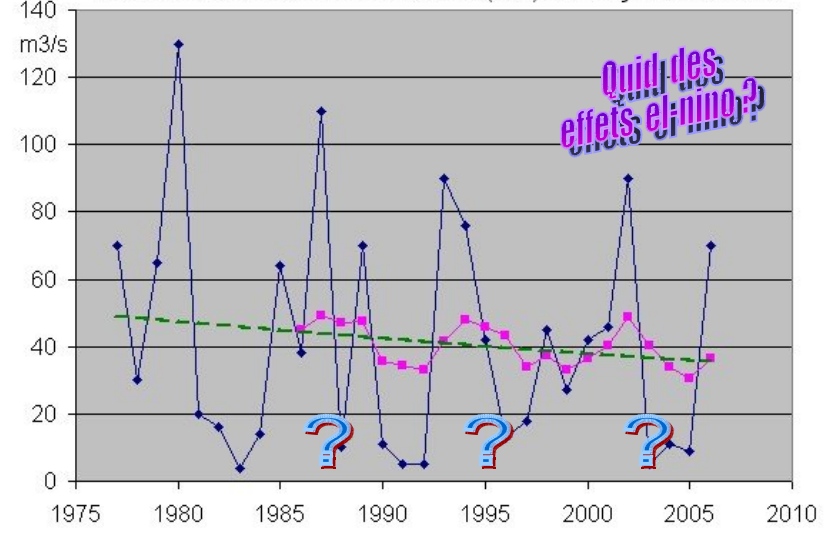
Quid de ce gradient pluviométrique NEGATIF ?

Le Tevelave MF (mm)

série + médiane (1898 mm) + moyenne mobile 10 ans + lissage linéaire



Les crues maximales annuelles du Bernica (CD 3) avec moy. mobile / 10 ans



Et si c'était une CHAnce pour un CHAllenge du CHAngement ? (concept CHA-CHA-CHA Montpellier IWRA 2008)

□

A nous de "jouer" !

(X)...CHANGER le PANsement !!!

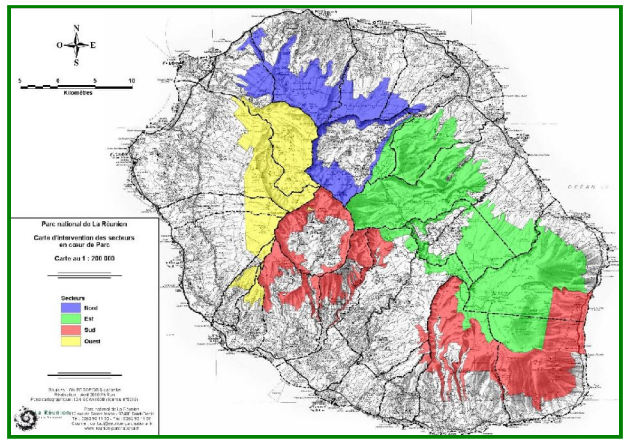


Le métier d'agent technique de l'environnement

Les agents techniques de l'environnement sont un corps de catégorie C. Les agents techniques de l'environnement interviennent dans l'une des trois spécialités suivantes : Espaces protégés ; Milieux et faune sauvage ; Milieux aquatiques.

Ils participent, sous l'autorité de leur supérieur hiérarchique, aux missions techniques et de police de l'environnement dévolues aux établissements et aux services dans lesquels ils sont affectés, dans le domaine de la protection de la faune et de la flore, de la chasse, de la pêche en eau douce et de la protection des espaces naturels. Ils exercent notamment les missions qui leur sont prescrites par la loi en matière de police de l'eau, de la pêche, de la nature et de la chasse. A cet effet, ils recherchent et constatent les infractions aux réglementations pour lesquelles ils sont commissionnés et assermentés.

Ils mènent des actions de surveillance, de gestion, d'aménagement et de mise en valeur du patrimoine naturel. Ils sont chargés de collecter des données et de suivre ou de réaliser des études sur l'état des espèces et des milieux naturels. Ils participent à des actions d'accueil, de pédagogie et d'information auprès du public. Ils peuvent être appelés à participer à des plans ou à des opérations de secours.



et peut être travailler au PNRun...



F. BOCQUEE

*adapté depuis la version originale:
mai 2009*

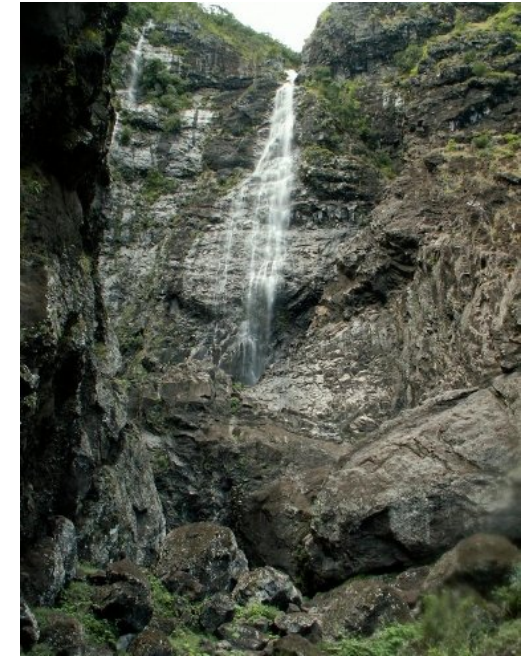
Crédit photos / illustrations : Météo_France / DIREN / DAF /
ORE-OLE / Raunet / BRGM / EDF / FDP-ARDA/ BET :
BCEOM, SAFEGE / PNRun / wikipedia / F.Bocquée

Annexes

L'eau patrimoniale et les loisirs

Les paysages, la pêche, le canyoning...

[Retour diapo D32](#)



Canyon du bras Detour (Mafate)

Les nombreux pitons, cirques et remparts de notre île se distinguent, entre autres originalités, par leur support d'eaux vives exubérantes liées à leur origine tropicale. Ce patrimoine naturel composé de sites extrêmes confère à « l'île aux cascades » une reconnaissance internationale.

Les hauts du sud (Cilaos, Langevin...) en sont naturellement le siège. Aussi, l'établissement public Parc national de la Réunion a légitimement vocation de conserver et de valoriser ces espaces naturels remarquables.

Ceux-ci intègrent, outre les paysages associés qui font le bonheur des yeux, de nombreuses ravines, des canyons et cascades qui sont autant de gîtes d'une diversité minérale et biologique exceptionnelle. Cela attire bien légitimement de nombreux amoureux de la nature et en particulier toujours plus d'amateurs de sports dérivés, tels que le canyoning ou le rafting.

Une autre activité de loisir, souvent limitrophe de ces lieux, consiste en la pêche en eau douce d'une dizaine d'espèces telles que : chevrettes, camarons, anguilles, cabot noir, mullet, truite, loche, chevaquine... Encore faut-il que les débits des cours d'eau et notamment le débit laissé en aval des prises d'eau soit conforme à la vie voire à la survie de ce biotope. La rivière Langevin avec ses nombreux bassins de baignade et ses parcours de pêche connaissent un succès croissant.

On retiendra que dans le secteur, la pêche est interdite dans le bras Dimitile (en totalité) et partiellement sur le bras Caron (affluent de la rivière des Remparts).



HYDRO-formation



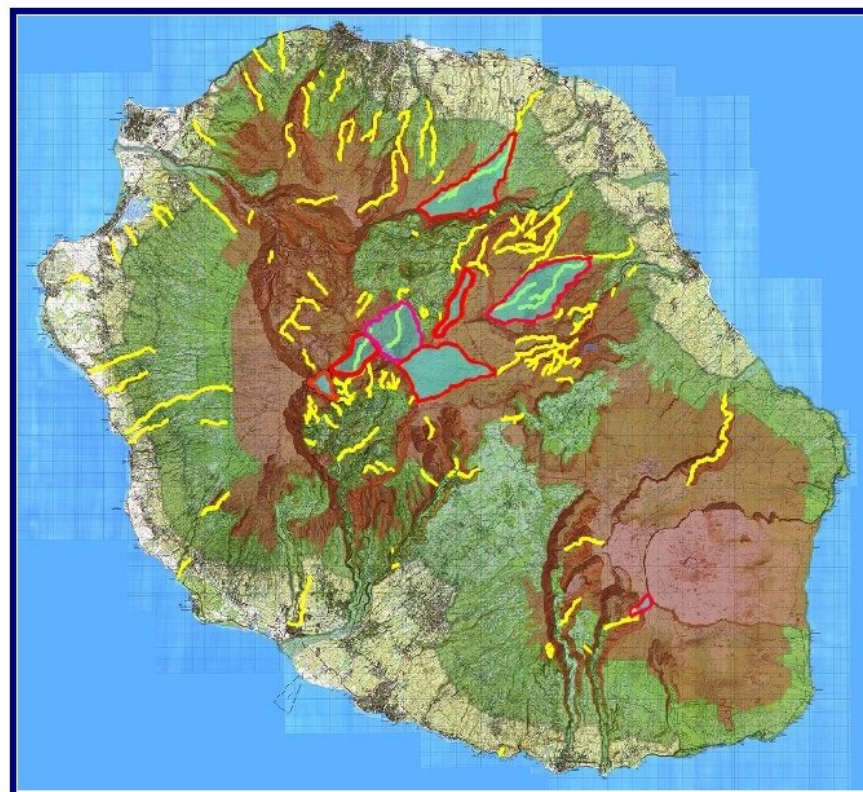


CRUES ET CANYONING

Les facteurs hydrologiques du canyoning régional

Approche par étude de cas

un autre
document
annexe

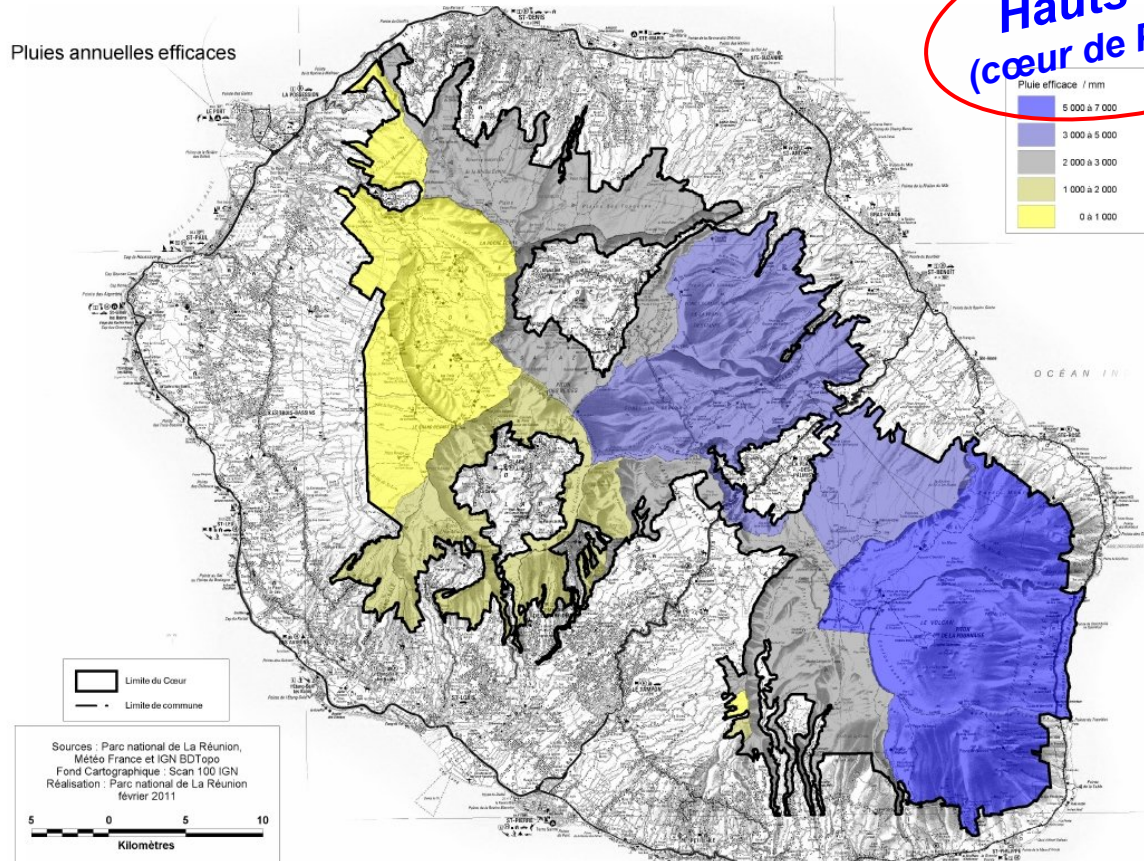


Principaux canyons (jaune) en cœur de Parc (violet), en future aire d'adhésion (vert)
et bassins témoin étudiés



Les facteurs naturels / La pluie efficace en cœur de Parc

**Hauts de l'île
(cœur de Parc national)**



Retenons que la **pluie efficace moyenne annuelle** s'élève à **3300 mm en territoire de cœur de Parc** et à **2200 mm pour toute l'île** (à +/- 20 %), ce qui correspond respectivement à 3,5 et à 5,5 milliards de m³. **Le cœur de Parc (42% du territoire) contribue pour 65 % à la genèse du patrimoine hydrologique quantitatif Réunionnais !**

