



CONTEXTE

Depuis le 1er janvier 2008 la Région Réunion assure la gestion des routes et notamment d'un patrimoine important d'ouvrages d'art varié .

ENJEUX

- respecter les textes et règlements en vigueur.
- définir une politique de gestion des ouvrages pour la collectivité.
- faire face en terme de gestion au nombre croissant d'ouvrages.



PATRIMOINE RÉGION

Nombre de franchissement :
750 (dont 121 liste 2 , 4 OA exceptionnels)
Nombre de murs de soutènement : 620
Nombre de Tunnels : 6
PPHM :160
DIGUES : 2



LA SURVEILLANCE DES OUVRAGES D 'ART

1 cadre réglementaire :

- Instruction Technique de 1979, modifiée le 26/12/95
- Manuel Qualité (Région)



CARTOGRAPHIE DES PROCESSUS - DEMARCHE QUALITE

pour Gestion et Suivi des Ouvrages d'Art

COMMANDE (ou OBJET)

- Ex :
- Routes,
 - Ouvrages d'art,
 - Signalisation,
 - Dépendances,
 - Objets routiers...

PRODUCTION

CONNAISSANCE :

- Reconnaissance, repérage
- Description minimale
- Description complète
- Pérennisation des données de connaissance
- Bases de données,
- Exploitation des données
- Mise à jour

SURVEILLANCE ET INTERPRETATION :

- Surveillance continue du réseau
- Contrôle annuel (Entretien courant)
- Surveillance périodique :
 - **PV IQOA** (Image Qualité des Ouvrages d'Art)
 - **IDP** (Inspection Détaillée Périodique)
 - **Visite sub aquatique**
 - **IDI**
- Surveillance renforcée (Auscultation, contrôle évolution fissures, contrôle des points topographiques de l'ouvrage)
- Exploitation des données

Ig, Igg

PROGRAMMATION :

- Application de la méthode (pré-programme)
- Arbitrage selon contraintes
- Validation du Maître de l'Ouvrage

Ip, Rang

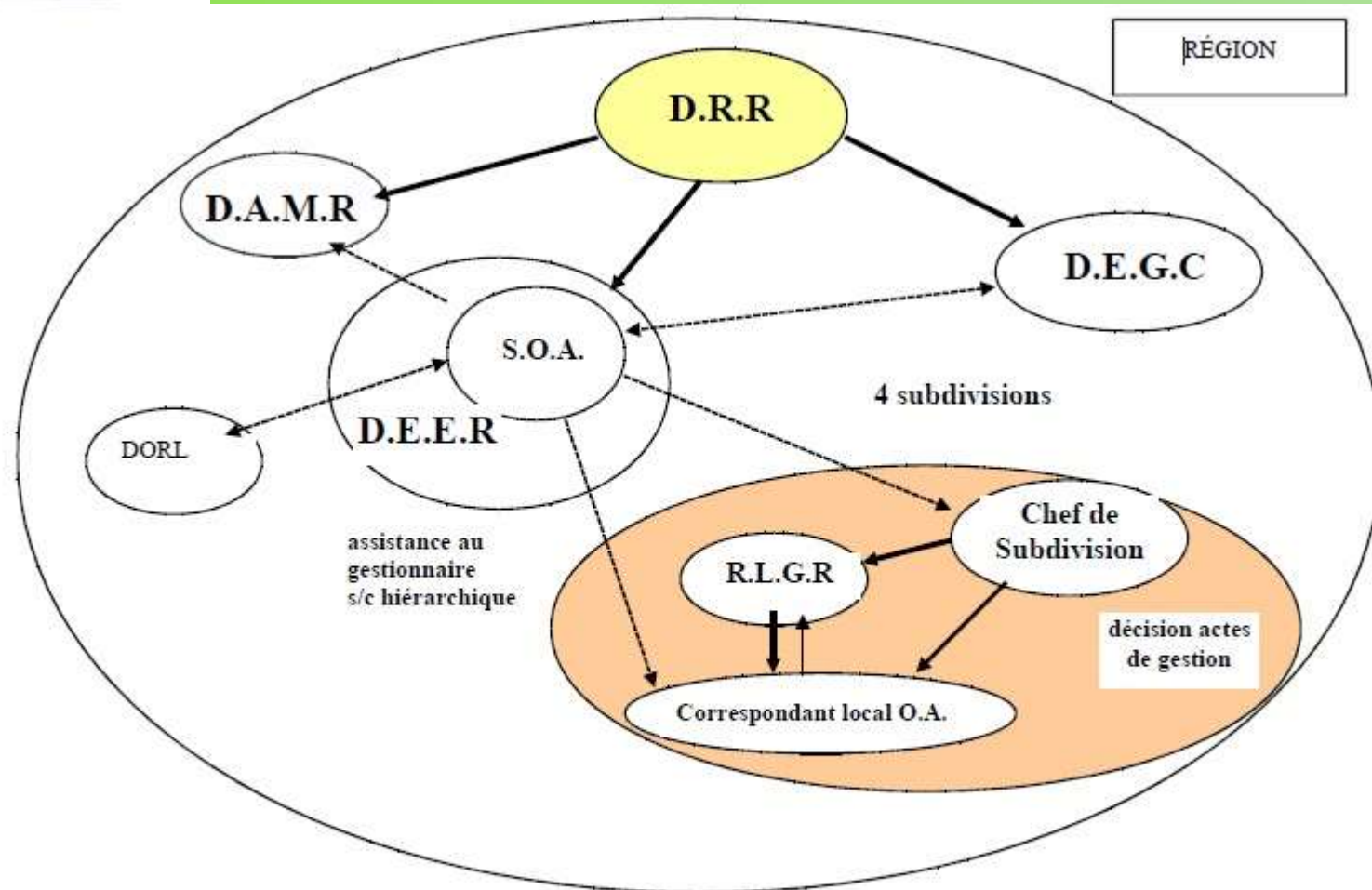
TRAVAUX :

- Etudes
- Travaux d'entretien spécialisé
- Réparation, modernisation
- Pilotage des opérations
- Archivage des recouvrements

VERIFICATION SATISFACTION DES BENEFICIAIRES

- Ex :
- réduction taux d'accident
 - absence de limitation de charges sur ouvrages
 - gain du temps de parcours...

ORGANISATION



légende :
 ———→ lien contrôle hiérarchique
 - - - - -→ lien contrôle fonctionnel



CONNAISSANCE

DÉFINITION D'UN OUVRAGE

MURS > 2m de hauteur

PONTS > 2m d'ouverture

Tunnels -tranchées couvertes

Digues (selon code de l'environnement)

PPHM



LES DIFFÉRENTS ASPECTS DE LA CONNAISSANCE

- CONNAISSANCE DES DIFFÉRENTS TYPE D'OUVRAGE
- INVENTAIRE EXHAUSTIF
- DESCRIPTION DES OUVRAGES
- MISE A JOUR RÉGULIÈRE DE LA CONNAISSANCE



SURVEILLANCE

- LA SURVEILLANCE CONTINUE
 - LE CONTRÔLE ANNUEL
 - LES VISITES TRIENNALES
 - L'INSPECTION DÉTAILLÉE
-
- LES VISITES SUBAQUATIQUES
 - VISITES POST CYCLONE
 - VISITES POST SAISON CYCLONIQUE



Type d'ouvrage	Type de visite	Fréquence
Ponts	courant	PV du correspondant
	Non courant	PV de visite du SOA
	<i>Inspection détaillée</i>	<i>Tous les 6 ans</i>
Murs	Hauteur >2 mètres	PV du correspondant
Tunnels	PV de visite de la CDOA	Tous les trois ans
	<i>Inspection détaillée</i>	<i>Tous les 6 ans</i>
Routes digues	PV de visite du SOA	Tous les ans
Portiques, Potences, Haut mât	PV de visite	Tous les cinq ans
Visite subaquatique	PV de visite	Avant et après chaque cyclone pour les ouvrages dit affouillables Tous les 5 ans si il n'y pas de cyclone
Visite post saison cyclonique	PV de visite	Après chaque cyclone pour les ouvrages dit affouillables



PROGRAMMATION TRAVAUX ACTUELLE

Note IQO A	Explication
1	Ouvrage en bon état nécessitant un entretien courant.
2	Ouvrage dont la structure porteuse est en bon état mais nécessitant un entretien spécialisé.
2E	Ouvrage dont la structure porteuse est faiblement altérée, sans mise en cause de la sécurité des usagers à court terme, nécessitant des travaux de réparation importants à plus ou moins long terme.
3	Ouvrage dont la structure porteuse est altérée, sans mise en cause de la sécurité de l'utilisateur à court terme, mais qui nécessite une réparation rapide.
3U	Ouvrage dont la structure porteuse est gravement altérée mettant en cause la sécurité de l'utilisateur à court terme ; mesures de prévention urgentes.



PROGRAMMATION TRAVAUX SOUHAITÉE

Partie d'ouvrage	Domaine de valeur D :	Explication
La structure d'origine	D_1 : 1 à 5	voûtes, culées et poutres, tablier, piles, ...
Les fondations	D_2 : 1 à 5	fondations superficielles et/ou profondes, radier et seuil à proximité d'ouvrage
La superstructure	D_3 : 1 à 3	dispositif de retenus, trottoirs, éclairage
Abords	D_4 : 1 à 3	tous les abords de l'ouvrage : assainissement, ¼ de cône , berge

INDICE FONCTIONNEL

Importance fonctionnelle de la voie portée :

IF1	Supérieur à 50 000 véhicules/jour et / ou Tram train	5
	Entre 30 000 et 50 000 véhicules/jour	4
	Entre 20 000 et 30 000 véhicules/jour	3
	Inférieur à 10 000 véhicules/jour	2
	Délaissés	1

Exploitation routière :

IF2	Déviation impossible (ou impossible pour les transports scolaires).	5
	Déviation de plus de 20 km	4
	Déviation de plus de 10km ou de moins de 10km avec contraintes.	3
	Déviation inférieure à 10km sans contraintes.	2
	Déviation inférieure à 1 km ou remise en circulation provisoire possible	1

Circulation piétonne :

IF3	Flux piétonnier et / ou cycliste important.	2
	Peu de piétons.	1
	Pas de piétons	0

Risques autres pour les usagers en cas de rupture :

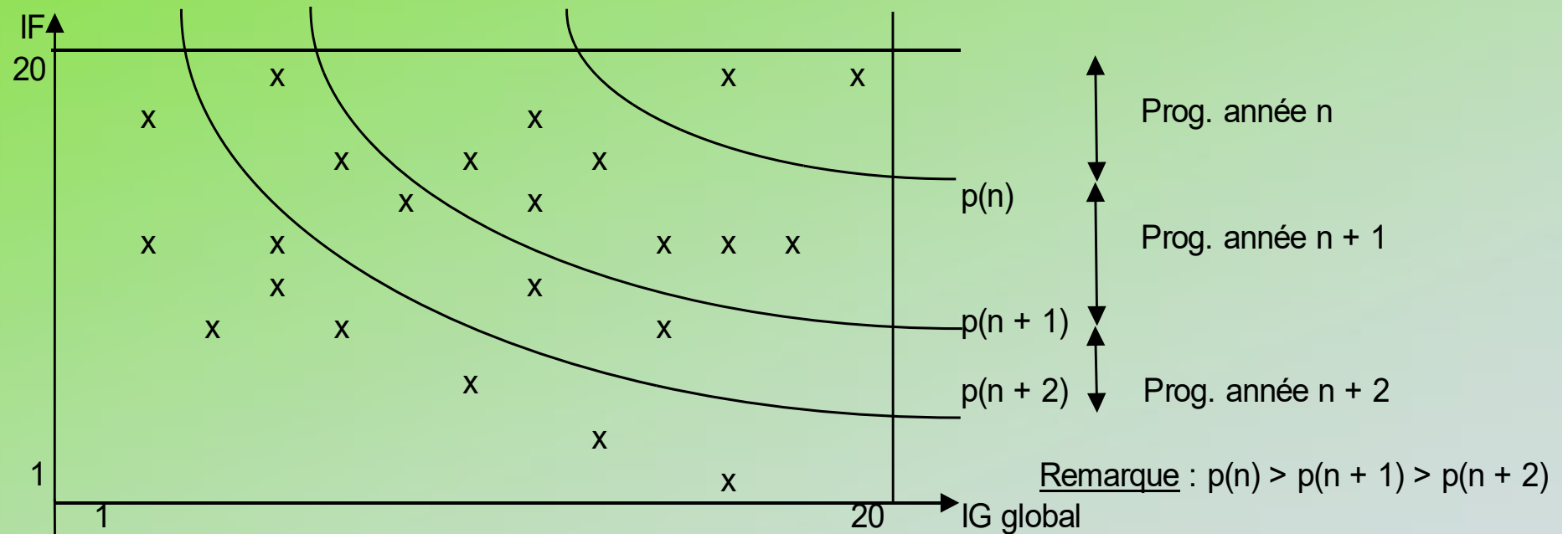
IF4	Risque important (habitation, conduites, voies de circulation ou passages fréquents à l'aval).	3 par défaut
	Risque moyen (réseaux suspendus à l'ouvrages).	-1
	Risque faible	-1
	Risque nul (pas de probabilité de présence vivante ou de biens à l'aval).	-1

Importance de l'ouvrage :

IF5	Ouvrage exceptionnel.	5
	Ouvrage non courant > 100 ml	4
	Ouvrage non courant.	3
	Ouvrage courant (portée > 10ml ou buse d'ouverture >5ml).	2
	Ouvrage d'une portée <10ml ou buse d'ouverture <5ml. > 2 ml	1
	Ouvrage d'ouverture < 2 ml et gabarit hydraulique > 2 m ²	0

L'indice fonctionnel total est donc obtenu par le cumul des points: IF1+IF2+IF3+IF4+IF5<=20

PROGRAMMATION TRAVAUX





ARCHIVAGE

ARCHIVES DE SURVEILLANCE
ARCHIVES DE CONSTRUCTION

ARCHIVAGE INFORMATIQUE
=> logiciel de gestion OASIS



MISE EN PLACE DE LA QUALITÉ

- ⇒ Manuel qualité
- ⇒ Reconditionnement des archives passives
- ⇒ Achat logiciel de gestion des Ouvrages d'art
OASIS
- ⇒ Communication (visite post saison cyclonique ,
bilan annuel, etc...)
- ⇒ Journées CLOA.
- ⇒ Mise en place d'un marché à bons de commande
pour les travaux



PROCÉDURES POST CYCLONE ET POST SAISON CYCLONIQUE



Origine de la procédure post-cyclonique

- Le cyclone Gamède a montré l'extrême sensibilité du patrimoine OA réunionnais aux épisodes cycloniques



ruine de l'ouvrage aval sur la Rivière Saint-Etienne

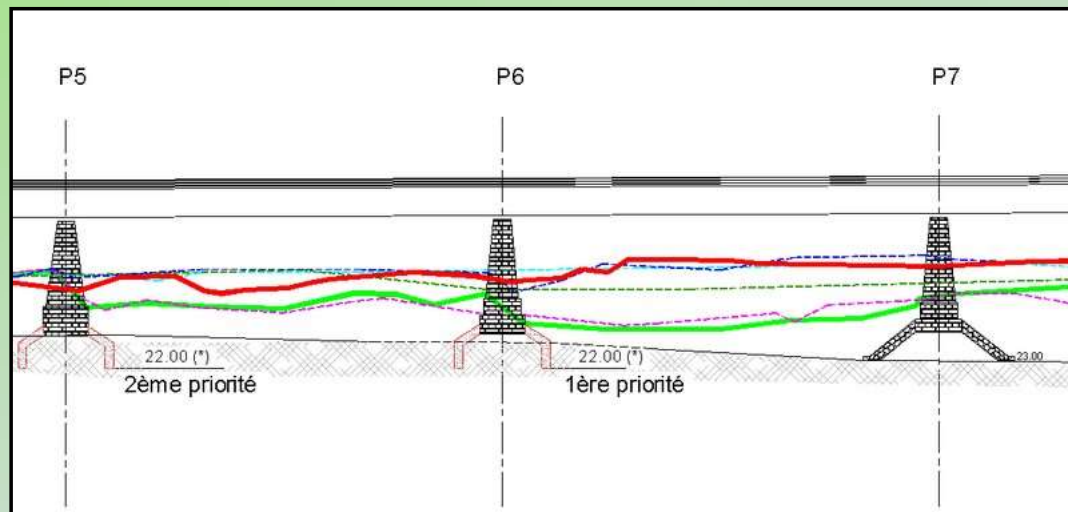
Origine de la procédure post-cyclonique

- 27 février 2007 : effondrement de l'OA aval sur la Rivière St Etienne
- P7 est ruinée par affouillement (fondation superficielle sur alluvions) suite à une attaque braise d'un bras vif
- Abaissement plurimétrique (4-5m) du lit à la suite d'un épisode de crue cyclonique.
- Contexte : extractions et déstabilisation du lit + réduction largeur du lit.



Nature de la procédure post-cyclonique

- Identification des ouvrages vulnérables : fondations reposant sur des alluvions affouillables (<> massif de fondations érodables-coulées boueuses).
- Analyser, après chaque crue importante, la configuration du lit, des bras vifs et des appuis





Nature de la procédure post-cyclonique

Post cyclone :

- Visite de tous les OA hydrauliques par les exploitants
- Visite des OA stratégiques ou affouillables immédiatement après le cyclone et la décrue (exploitant)

Post saison cyclonique :

- Visite des OA post saison cyclonique avec rédaction d'un rapport avec une photographie de chaque appui (SOA)
- Suivi topo de l'évolution du lit (100 m amont, au droit de l'ouvrage, 100 m aval) et mise à jour du dossier géotechnique (SOA)
- Visites subaquatiques sur les OA avec des fondations immergées (SOA)
- Mission conjointe géotechnicien-hydraulicien : évaluation vulnérabilité des OA (CEREMA)

Rivière Saint Étienne amont

- Fondation de l'ouvrage : fondations superficielles sur alluvions affouillables ou coulées boueuses érodables



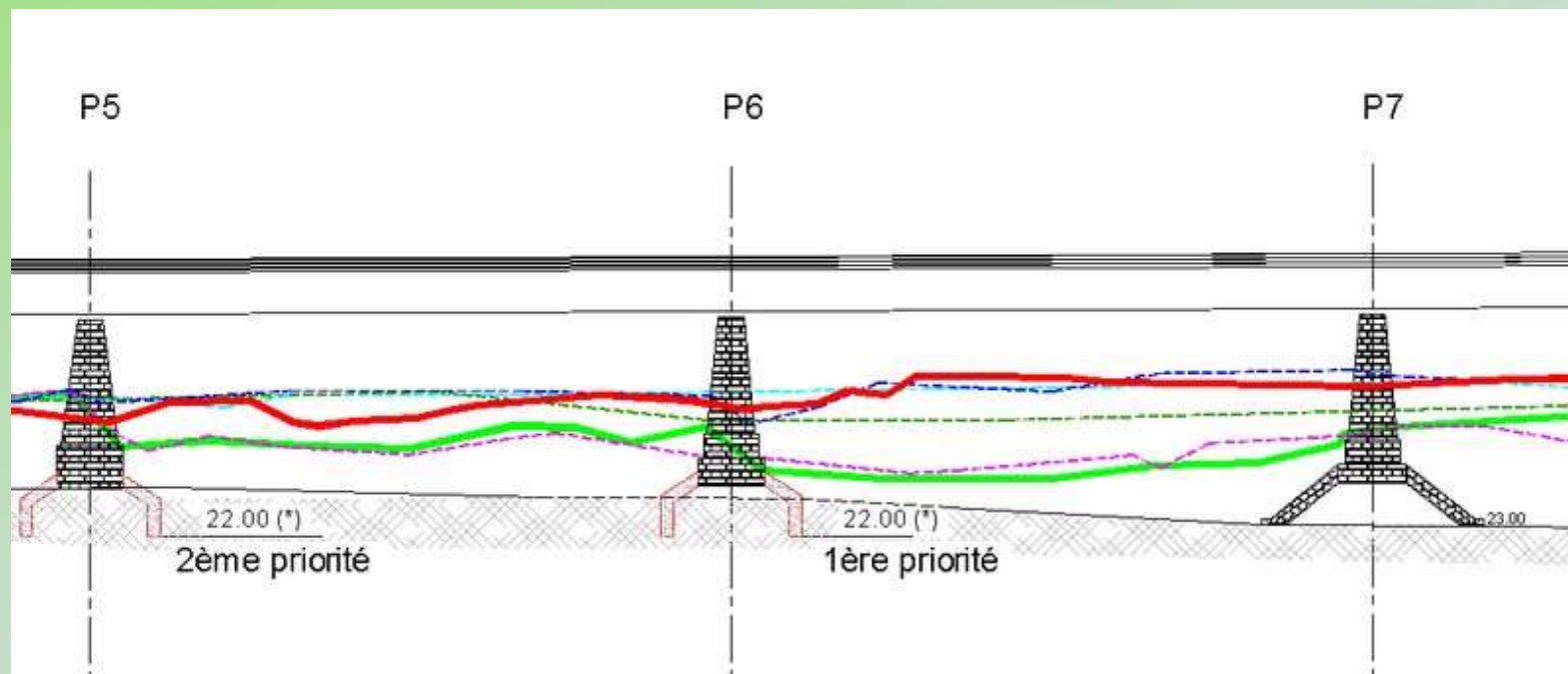
alluvions : évolutions
brusques des
affouillements



Coulées érodables
dégradations
progressives

Rivière Saint Étienne amont

- Vulnérabilité de chaque appui évaluée en fonction de la :
 - Nature des sols porteurs
 - Marge de sécurité toit du lit et les cotes de fondations/protection
 - Proximité d'un bras vif, vitesse d'abaissement du lit
 - Granulométrie du lit et débits attendus



Rivière Saint Étienne amont

- Priorisation des confortements :
 - Sécurisation provisoire immédiate : tapis anti affouillement constitué de 2 épais. de blocs de champs
 - Confortements « définitifs » : confortement par jet grouting ou mise en œuvre d'une carapace en enrochements liaisonnés et ancrée

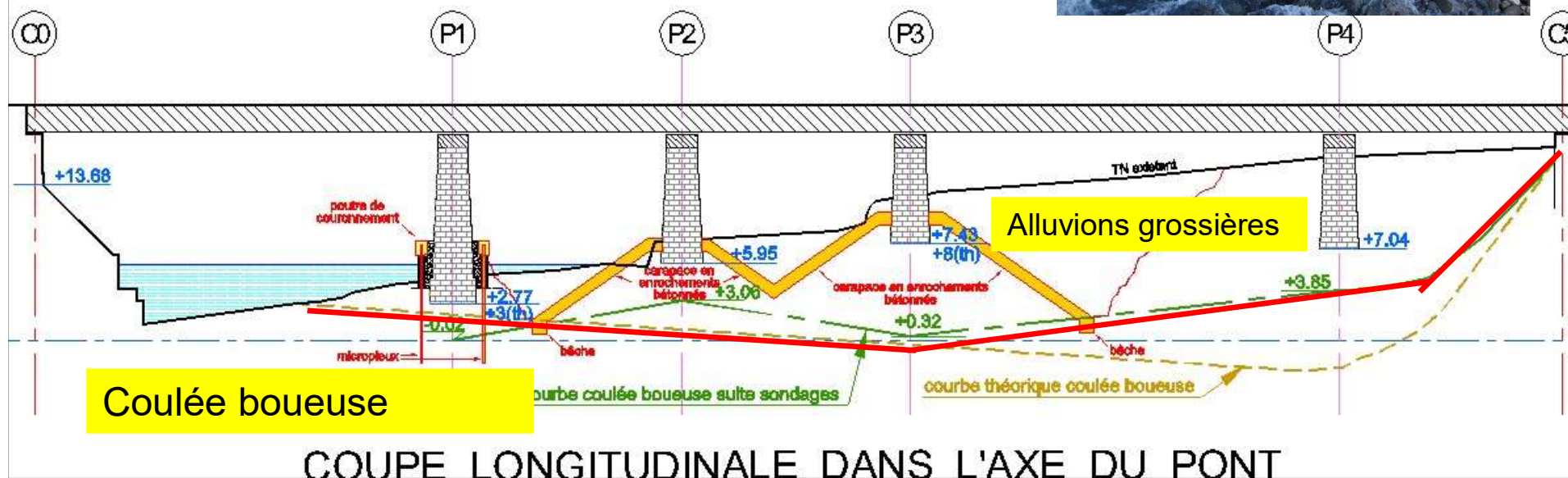


Reprise / enceintes jet
constituées de
colonnes de 2m de Φ



Rivière des Marsouins

- Contexte géotechnique : P1, P2, P3 et P4 fondées sur des formations alluvionnaires grossières. Culées fondées sur une coulée boueuse cimentée
- P1 et P2 extrêmement vulnérables (attaque/lit vif)





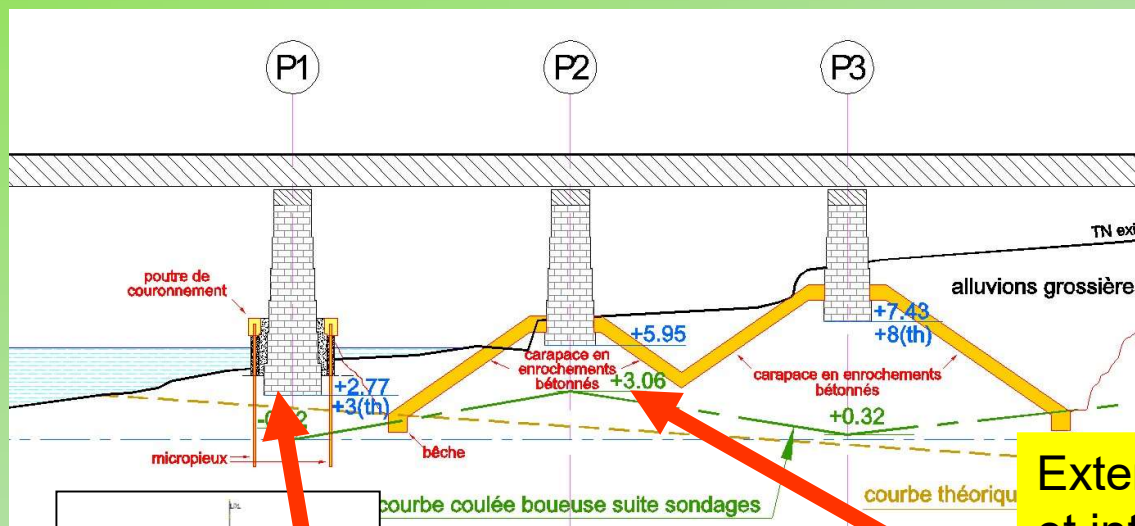
Rivière des Marsouins

- Mise en sécurité provisoire de P1 et P2 :
 - tapis anti affouillement constitués de 2 épaisseurs de blocs de champs
- Recherche d'un confortement dans un contexte difficile
 - Proximité du lit vif et circulations hydrauliques dans le sol
 - Alluvions crues constituées de blocs de basalte métriques, de graviers et de sables faisant craindre des problèmes de stabilité de forage ...

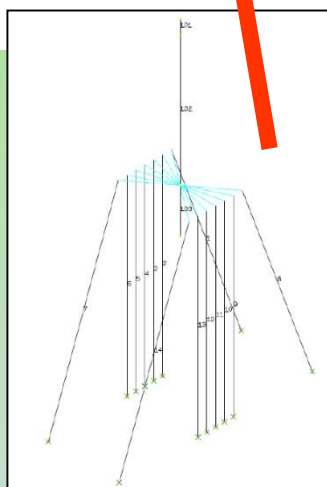


Rivière des marsouins

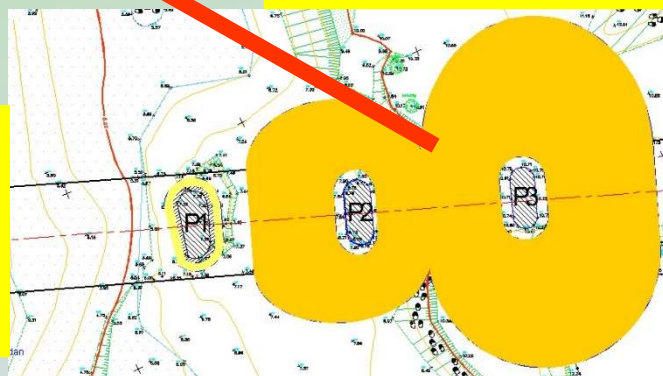
- Solution jet grouting inadaptée (circulations souterraines et coût 1M€)
- Solution par carapace en enrochements bétonnés (P2/P3), reprise en sous œuvre par réseau de micropieux (P1)



Extension considérable
et interaction avec P1



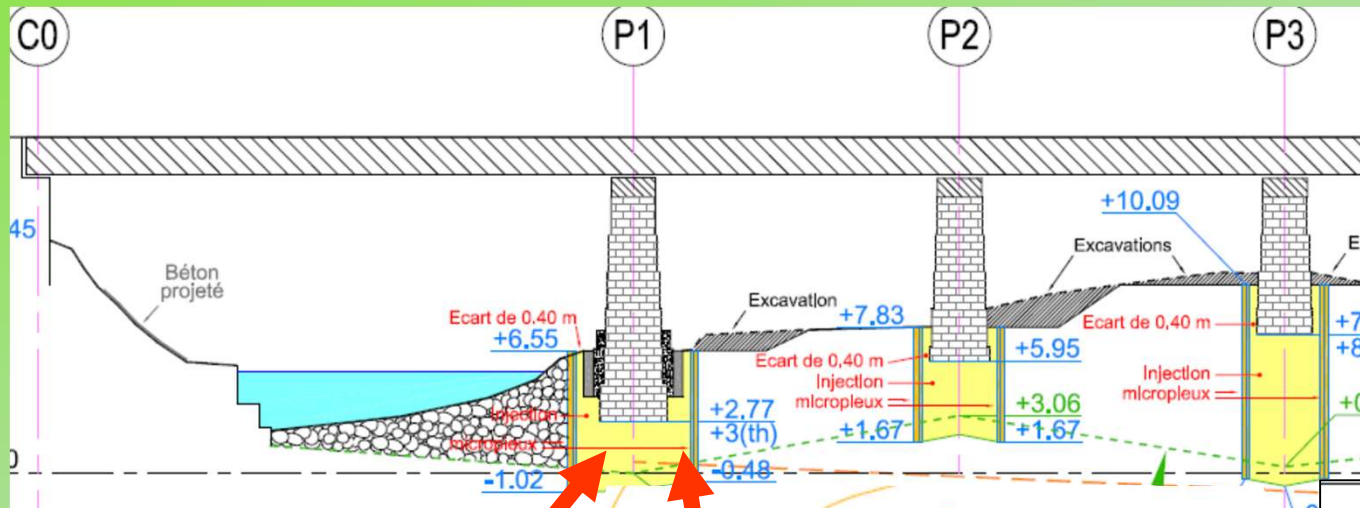
Vulnérabilité
des micropieux
après
affouillement





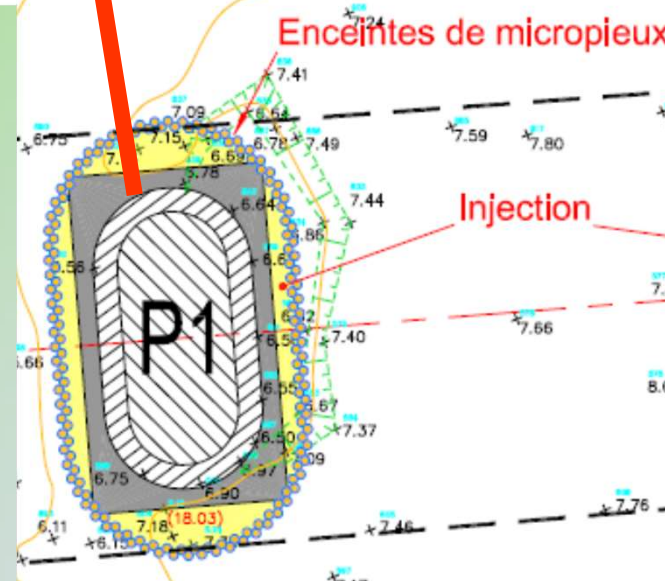
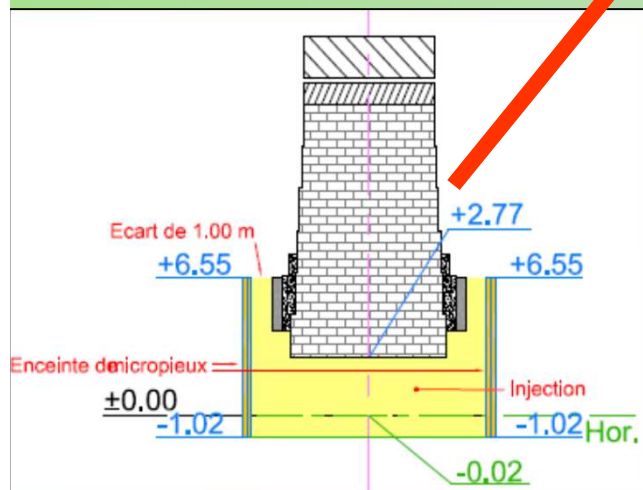
Rivière des marsouins

- Solution par batardeau de micropieux « jointifs » injecté



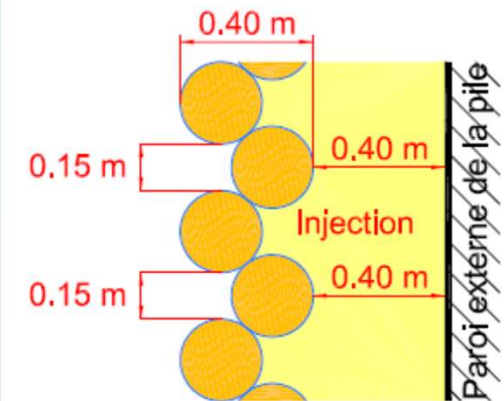
μ primaires
à l'abri d'un
tube PVC

puis μ
secondaires



PRINCIPE DE L'ENCEINTE DE MICROPIEUX JOINTIFS

Micropieux : $\varnothing$ 0.25 m





galets

- disparition de la couche alluvionnaire et percement d'un canyon dans la coulée boueuse

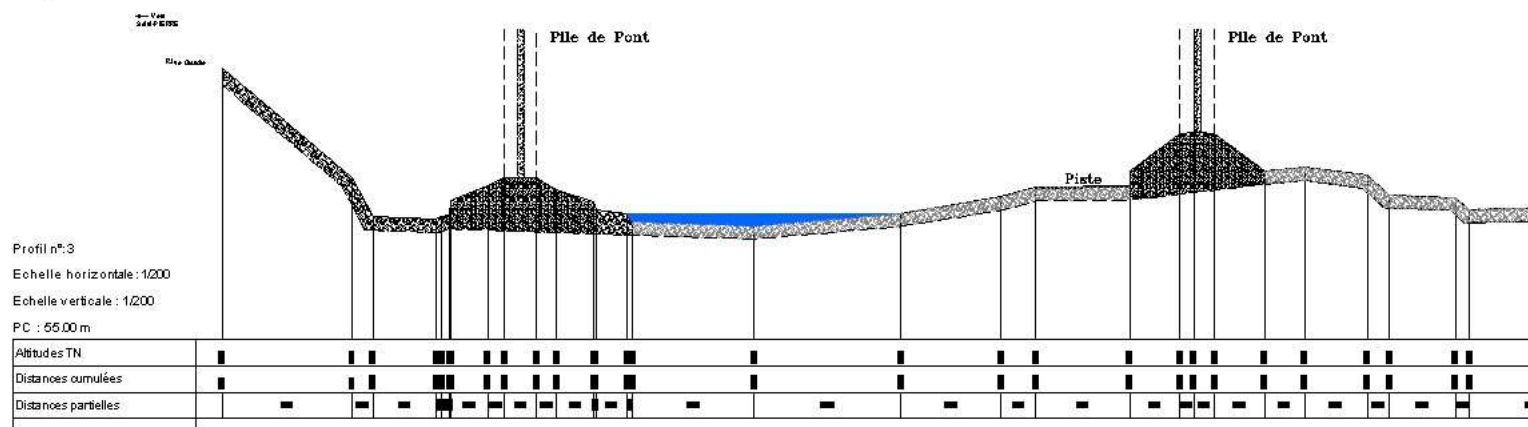


Rivière des galets

Profil en travers à l'axe de l'ouvrage



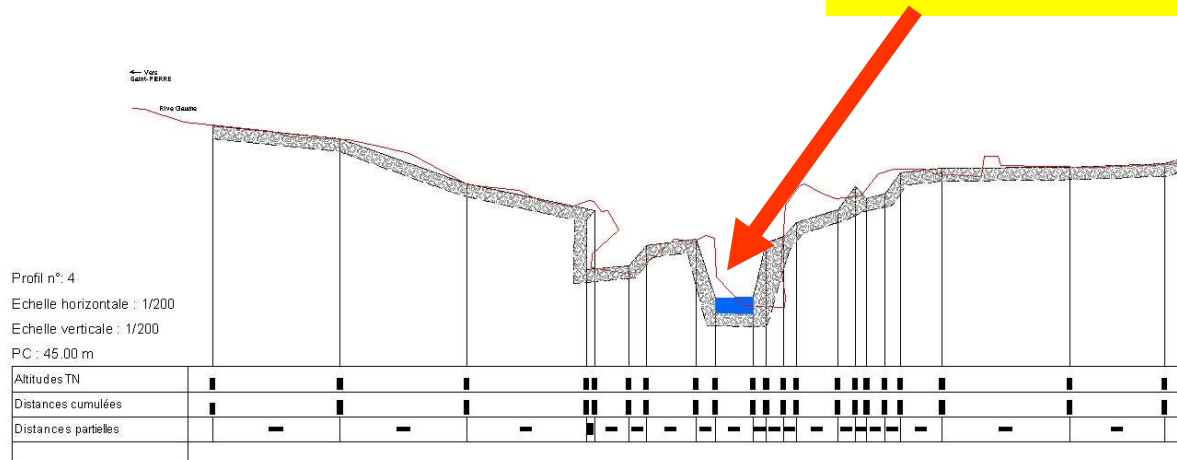
Profil dessiné par Covadis



Profil dessiné par Cova

Profil en travers 200 m à l'aval

Canyon de 11m dans la
coulée boueuse



Rivière des galets

- Mise en sécurité via la constitution d'un seuil constitué d'une carapace en enrochements liaisonnés avec bêche amont

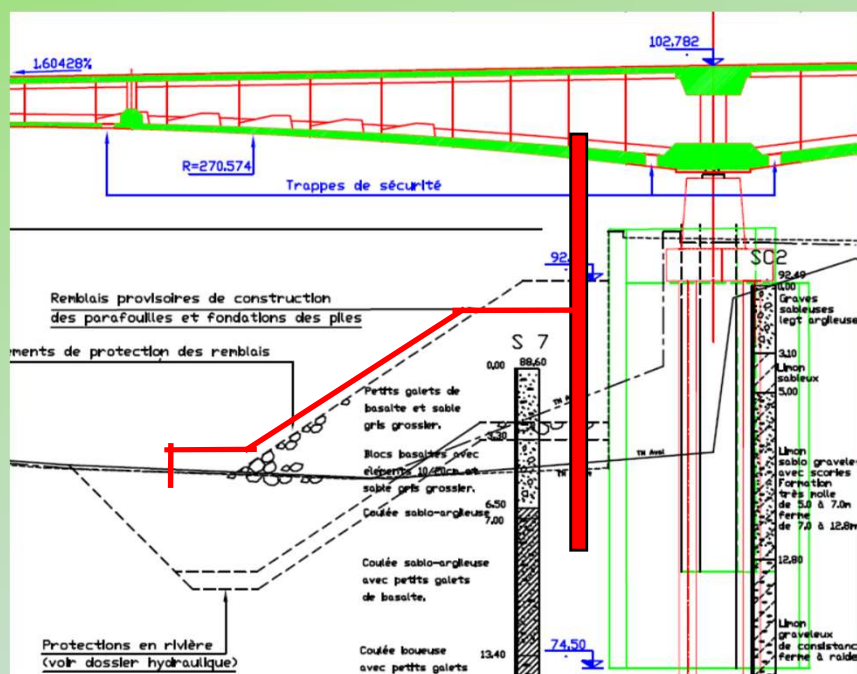


Usure du béton entre les blocs constituant la carapace du seuil



Rivière du Mat

- la pile P2 fondée à 70,5NGR et protégée par une paroi moulée fondée à 74,5NGR à l'amont et 79NGR à l'aval.
- paroi dimensionnée pour un affouillement de 82NGR et protégée par un para fouille en enrochements bétonnés lui même affouillé !
- para fouille très vulnérable dont la rupture dans le lit mineur entraînerait la création d'un obstacle induisant un risque de déchaussement de la paroi moulée perchée.



Para fouille de protection de la paroi moulée affouillé



Rivière du Mat

- Étranglement du bras vif provoqué par
 - L'avancée des enrochements bétonnés du parafeuille
 - la présence en rive droite d'une coulée plus rocheuse : Le comblement de la cavité sous les enrochements
- Décapage de la couche alluvionnaire et surcreusement de la coulée boueuse (effet canyon)
- Enfouissement du lit de près de 10m





Rivière du Mat

Confortement définitif de la paroi moulée nécessaire : 2ème paroi moulée en protection





Conclusion

- Une déstabilisation des lits de rivière :
 - des prélèvements de matériaux
 - aménagements anthropiques dans les lits réduisant les sections hydrauliques
- Un aléa généralisé à l'ensemble des appuis reposant sur des formations alluvionnaires
- Pathologies assez inhabituelles nécessitant les compétences d'un hydraulicien et d'un géotechnicien
- Développement de solutions de confortement originales adaptées au contexte réunionnais



Nouvelle Route du Littoral

Intégration dans la procédure post saison cyclonique

Procédure spécifique de surveillance

- Bathymétrie 3D multifaisceaux
- surveillance topo des piles du viaduc
- visites subaquatiques

=> Marché à bons de commande

