SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 1

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIF 1
1.2. INTERVENANTS 1
1.3. DONNEES DE BASE 1
1.4. LIMITES DE LA MISSION 2

2. DIAGNOSTIC 4

2.1. VISITE DE TERRAIN 4
2.2. OBSERVATIONS 4
2.2.1. Amont Ilet Quinquina 4
2.2.2. Secteur Ilet Quinquina 8
2.2.3. Ilet la Pluie les bas – Ravine Bachelier 12
2.2.4. Ravine Bachelier – Pont métallique 14
2.3. NATURE DES BERGES 18
2.3.1. Les berges rocheuses 18
2.3.2. Les berges constituées de dépôts « cimentés » 20
2.3.3. Les berges meubles 20
2.4. BILAN SOMMAIRE DE L'EVOLUTION DU LIT EN ALTITUDE 21
2.5. IDENTIFICATION DES ZONES MENACEES 21

3. PROPOSITIONS 23

3.1. TYPE DE PROTECTION ET CARACTERISTIQUES GENERALES 23
3.1.1. Type de protection 23
3.1.2. Affouillements 24
3.1.3. Schéma type 24
3.2. PRIX UNITAIRES 24
3.3. TRAVAUX PROPOSES ET ESTIMATION DES COUTS 25

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 – Plan de situation 3
Figure n°2 – Plan de repérage 5
Figure n°3 – Nature des berges - observations effectuées le 12 avril 2006 19
Figure n°4 - Propositions 29

LISTE DES PHOTOS

Photo n°1 – le verrou vu depuis l'amont 6
Photo n°2 – Matériaux fins déposés à l'aval du verrou 7
Photo n°3 – Au droit de la confluence Ravine Montauban – Rivière des Pluies (septembre 2004) 7
Photo n°4 – Le même secteur le 12 avril 2006 8
Photo n°5 – Protection en enrochements libres en cours d'achèvement (amont d'Ilet Quinquina) 10
Photo n°6 –Confluence avec la Ravine Kiwi (septembre 2004) 11
Photo n°7 –Confluence avec la Ravine Kiwi (23 février 2006) 11
Photo n°8 – Confluence avec la Ravine Kiwi (12 avril 2006) 12
Photo n°9 – Lotissement Sindrama – Endiguement dans son état originel (septembre 2004) 13
Photo n°10 – Lotissement Sindrama – Etat de la protection après les crues de 2006 13
Photo n°11 – Culée rive gauche du pont de Domenjod le 22 février 2006 15
Photo n°12 – Culée rive gauche du pont de Domenjod le 12 avril 2006 15
Photo n°13 – Lotissement en aval rive gauche du pont de Domenjod 16
Photo n°14 – Accès parcelle côté rivière nécessitant d'être dégagé après la crue du 5-6 mars 2006 16
Photo n°15 – Lit actif en amont de la rue Lorion, de forme convexe 17

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIF

Des érosions importantes et berges, avec destruction de maisons d'habitations, ont été enregistrées sur la Rivière des Pluies au cours des évènements pluvieux du 18 février et du 5 et 6 mars 2006 (tempête tropicale modérée Diwa).

Des travaux d'urgence doivent être entrepris sur certains secteurs rives droite et gauche en vue de la sécurisation des terrains bâtis riverains. Le secteur concerné *(voir Figure n°1 page 3*) s'étend entre l'Ilet Quinquina (compris) à l'amont au pont métallique de la RN102 (non compris). La problématique de la berge rive droite en amont immédiat du pont métallique (RD45) ne fait pas l'objet de la présente expertise.

La mission d'expertise proposée a pour objectif de proposer des principes généraux et des recommandations pour les travaux de confortement à réaliser.

1.2. INTERVENANTS

Cette mission d'expertise associe les entités suivantes :

- SOGREAH et BCEOM dans les domaines de l'hydraulique et de la dynamique torrentielle ;
- BRGM dans les domaines de la géologie, de la stabilité des berges et des caractéristiques des matériaux.

1.3. DONNEES DE BASE

Les données suivantes ont été exploitées pour la réalisation de l'étude :

- Cartes IGN et fonds topographiques de différentes dates, profils en long comparatifs ;
- Photographies aériennes verticales de 1950 à 2003 ;
- Photographies terrestres issues d'études précédentes ;
- Photographies aériennes obliques prises près les crues de février et de mars 2006 ;
- Rapports d'études en cours, récents et anciens (étude BCEOM 2004-2005 sur Ilet Quinquina, Etude BRGM 2003, STPC SOGREAH 1989, Monographie LCHF 1980,…) sur le secteur d'étude.

1.4. LIMITES DE LA MISSION

Cette mission, d'une durée souhaitée limitée par le Maître d'Ouvrage pour un engagement rapide des travaux d'urgence, constitue une approche sommaire du fonctionnement torrentiel de la rivière pendant les récentes crues et des caractéristiques des ouvrages projetés.

Il subsiste un certain nombre d'interrogations sur l'évolution du lit (exhaussement), la présence prédominante d'éléments fins dans certains secteurs et les perspectives futures de modifications.

Aucune topographie après crues n'était disponible pour cette analyse.

Il n'a pas été mis en œuvre de calculs spécifiques pour le dimensionnement des protections. Les propositions sont faites « à dire d'experts », en se basant sur les ordres de grandeur précédemment admis pour cette rivière ou pour d'autres rivières similaires de l'île, tout en étant limitées par l'objectif d'urgence des travaux.

Figure n°1 – PLAN DE SITUATION

2. DIAGNOSTIC

2.1. VISITE DE TERRAIN

Une visite de terrain conjointe a été réalisée le 12 avril 2006, depuis la cote 210 m NGR (Cap Soldat) jusqu'à l'amont du Pont Métallique. Elle a permis :

- La reconnaissance du lit, de ses matériaux (en comparaison avec les données granulométriques précédemment admises), de son évolution au cours des crues de février et mars (évolution en plan, évolution en altitude) ;
- La visualisation des désordres produits (érosions de berge menaçant des habitations ou ayant entraîné la destruction de certaines, endommagement d'ouvrages de protection, etc.) ;
- Une analyse rapide de la nature des berges et de leur résistance à l'érosion ;
- Une analyse rapide des travaux déjà entrepris sur l'Ilet Quinquina.

2.2. OBSERVATIONS

Les points de repère géographiques sont portés sur la *Figure n°2* page suivante.

2.2.1. AMONT ILET QUINQUINA

2.2.1.1. CAP SOLDAT

Il a été constaté de nombreux changements de lit et érosions de berges dans la zone de méandres située à proximité du lieu repéré « cap Soldat », environ 1 km en amont de la confluence avec la ravine Montauban.

Dans ce secteur la rivière s'écoule entre des gorges rocheuses assez étroites, le fond du lit est entièrement alluvionnaire.

Des évolutions dans le niveau du lit n'apparaissent pas de manière flagrante. Les attaques de berges constatées ont pu mobiliser des matériaux dans des volumes restreints.

Figure n°2 – PLAN DE REPERAGE

2.2.1.2. PLAGE DE DEPOT EN AMONT DU VERROU

Il existe peu avant la ravine Montauban un verrou rocheux ou assimilé comme tel (lahar peu érodables). Le passage de l'écoulement dans le verrou lui-même est large d'environ un dizaine de mètres, ce qui est relativement étroit comparé au lit normal. C'est dans ce verrou qu'est installée la station limnimétrique de l'OLE. Ce verrou a vraisemblablement été contourné en rive gauche, lors d'anciennes configurations de la rivière.

Photo n°1 – LE VERROU VU DEPUIS L'AMONT

En amont du verrou le lit est large (largeurs supérieures à 50 m). Il peut s'assimiler à une plage de dépôt naturelle. Les observations visuelles indiqueraient que le lit s'est sensiblement rechargé après les 2 crues, sans que l'on puisse quantifier le phénomène. L'exhaussement est estimé à environ 1 m.

2.2.1.3. TRONÇON VERROU – RAVINE MONTAUBAN

On note, en aval du verrou, la présence de nombreux matériaux fins et sables (type zéolites) aux caractéristiques similaires aux matériaux issus du Grand Ebouli en 2002.

Photo n°2 – MATERIAUX FINS DEPOSES A L'AVAL DU VERROU

Il existait en rive gauche une piste d'accès à une habitation protégée par un cordon d'enrochement. Ce cordon a été détruit mais la terrasse rive gauche n'a pas subit d'attaque (intrados d'écoulement). Les variations du lit en niveau ne sont pas évidentes en sortie de verrou.

Par contre, à l'approche de la ravine Montauban, en comparant avec des photos prises en 2004 par BCEOM, on peut évaluer une remontée du lit d'environ 1,5m.

Photo n°3 – AU DROIT DE LA CONFLUENCE
RAVINE MONTAUBAN – RIVIERE DES PLUIES (SEPTEMBRE 2004)

Photo n°4 – LE MEME SECTEUR LE 12 AVRIL 2006

Le remplissage alluvionnaire du lit de la Rivière des Pluies atteint pratiquement le mur de soutènement de la case, soit une surélévation du lit de 1,5 m environ.

On peut noter également la présence de blocs de taille importante dans la ravine Montauban (apports amonts et / ou destruction partielle de l'enrochement).

2.2.2. SECTEUR ILET QUINQUINA

2.2.2.1. DE LA RAVINE MONTAUBAN A ILET QUINQUINA AMONT

Lors des crues, le lit a coulé sur toute la largeur du lit. Les terrasses alluviales très hautes (6m) en rive droite ont été attaquées et ont entraîné la destruction d'une habitation.

On constate un fort rechargement du lit qui semble plutôt consécutif à la crue de Mars. Le fait marquant est la présence majoritaire d'éléments fins et très fins (sables et graviers, d_{90} visiblement inférieur à 200 mm).

L'exhaussement atteindrait environ 2 m.

2.2.2.2. ILET QUINQUINA JUSQU'AU ROGNON RD

C'est un des secteurs ayant subit les plus forts dégâts. Le recul de la terrasse alluvionnaire très haute (6 m) a pu dépasser 10 m par endroits. La terrasse a subit des attaques frontales ou avec une incidence suffisante pour éroder la berge. La majeure partie des attaques eu lieu lors de la crue du 18 février. La crue des 5 et 6 mars a provoqué l'essentiel de l'exhaussement du lit.

Entre les 2 crues, des travaux de confortement (merlon et enrochements) avaient été réalisés, ils ont en partie été emporté lors de la crue de mars.

Les éléments fins sont toujours présents, mais leur proportion tend à diminuer vers l'aval.

2.2.2.3. CONFORTEMENT EN COURS

Des travaux de confortement sont en cours d'achèvement. Il s'agit d'une carapace en enrochements libres de caractéristiques suivantes :

- Hauteur de 3 à 4 m ;
- Blocs de tailles comprises entre 0,4 et 1,2 m ;
- Pose en 1 ou 2 couches selon la taille des blocs ;
- Pas de filtre géotextile ;
- Semelle d'une épaisseur maximale de 2 m, le dessus étant au niveau du lit en pied de berge ; le fil d'eau du lit se situe lui-même environ 2 m plus profond que le pied de berge.

On peut émettre les remarques suivantes :

- La hauteur serait théoriquement suffisante pour une forte crue (Q_{10} à Q_{100}) ;
- La base de la semelle se situe au mieux au niveau du fil d'eau du lit. Pour assurer une stabilité de l'enrochement, elle devrait être plus volumineuse et sa base enfouie de 2 m au moins par rapport au niveau du fil d'eau, une profondeur de 4 m étant la plus recommandable. L'évolution du niveau du lit doit également être pris en compte. Un retour au niveau antérieur aux crues de 2006, lors des prochaines crues est possible, ce qui pourrait nécessiter un sur-approfondissement du sabot de 2 m supplémentaire ;
- La blocométrie est globalement correcte, malgré son hétérogénéité mais sur un secteur, on constate une densité élevée de blocs plus petits (< 600 mm) inaptes à soutenir les contraintes hydrauliques (4 à 6 m/s) ;
- L'absence de filtre (géotextile ou alluvions) diminue la stabilité de l'ouvrage (érosion du terrain sous-jacent de l'enrochement par courants interstitiels) ;
- Au niveau du rognon rocheux RD, la section du lit a été fortement réduite par la réfection de la piste d'accès à l'Ilet et la mise en place de l'enrochement. En conséquence, la contraction de l'écoulement pourrait engendrer une augmentation non négligeable des contraintes hydrauliques (vitesses, affouillements, hauteurs d'eau). Le rétrécissement est accentué par l'implantation en léger remblai de la piste d'accès au chantier du basculement des eaux.

En conclusion, l'ouvrage ne présente pas les caractéristiques suffisantes pour assurer une protection pérenne de l'îlet. Il peut cependant réduire les incidences d'une crue par une certaine capacité de résistance des plus fortes contraintes. Enfin, l'ouvrage peut être conforté (voir chapitre 3).

Il ne présente pas de risque aggravant pour le fonctionnement hydraulique et sédimentaire du secteur d'étude, notamment pas son caractère fusible.

En de maintien de l'aménagement, le rétrécissement peut favoriser les dépôts de matériaux en amont, dans une faible mesure toutefois, avec en corollaire une hausse des niveaux de crue.

Photo n°5 – PROTECTION EN ENROCHEMENTS LIBRES EN COURS D'ACHEVEMENT (AMONT D'ILET QUINQUINA)

2.2.2.4. ILET QUINQUINA, DU ROGNON A L'AVAL DE L'ILET

Sur ce secteur, le lit a attaqué la route goudronnée en rive gauche sur 5 à 10 m lors de la crue de février et emporté le merlon composé de terre et blocs.

A l'issue de la crue de février puis celle de mars, des travaux ont été entrepris : curage rive droite et réfection de la piste rive gauche.

Lors de la visite du 12 avril 2006, on ne note pas de différence de niveau de lit avec les photos BCEOM 2004. L'incidence des curages ne permet pas de statuer clairement sur une évolution notable du niveau du lit.

Les travaux de confortement (endiguement) s'étendent pratiquement jusqu'au parking de l'Ilet. A delà, la zone de travaux est perceptible (zones de dépôts et extraction de blocs pour l'endiguement).

Notons que l'espace libre de construction en rive gauche, à l'aval du rognon rocheux (parking, espaces verts) était occupé par le bras actif au début des années 1980, la route d'accès étant plus éloignée du lit. Les travaux récents maintiennent une faible largeur du lit, comparée à la mobilité naturelle de la rivière.

Photo n°6 –CONFLUENCE AVEC LA RAVINE KIWI (SEPTEMBRE 2004)

Photo n°7 –CONFLUENCE AVEC LA RAVINE KIWI (23 FEVRIER 2006)

Pas d'évolution notable du lit (à nuancer : travaux de curage en cours à proximité).

Photo n°8 – CONFLUENCE AVEC LA RAVINE KIWI (12 AVRIL 2006)

Pas d'évolution notable du lit (à nuancer : travaux de curage en partie réalisés et piste en fond de lit refaite).

Le dépôt présent contre le rognon rocheux en RD est resté sensiblement le même entre les 2 crues.

2.2.3. ILET LA PLUIE LES BAS – RAVINE BACHELIER

2.2.3.1. ILET LA PLUIE LES BAS

En aval de l'llet Quinquina, la morphologie change et on retrouve des matériaux de plus grande taille, visiblement plus conformes à la granulométrie connue par des mesures passées (d_{90} de l'ordre de 200 à 500 mm). L'implantation des bras n'a pas globalement changé : un bras rive droite contre le rempart, un bras rive gauche contournant un dépôt végétalisé (bras d'implantation de la prise du Canal la Mare). Le lit présente un aspect chaotique avec présence de nombreux flottants (troncs d'arbres).

L'îlet la Pluie les Bas a subi des attaques de berges modérées mais rendant la situation de quelques habitations menaçante.

2.2.3.2. LOTISSEMENT SINDRAMA

En aval du dépôt végétalisé, il existait en pied de terrasse du lotissement Sindrama (hauteur de la terrasse 10m au moins) un enrochement bétonné. Cet enrochement a été emporté dans sa quasi-totalité. L'ouvrage était fondé au niveau de la piste de transfert des eaux, elle-même surplombant le lit de 1 à 2m.

La protection a donc péri probablement par absence de sabot parafouille. La terrasse du lotissement Sindrama a donc été attaqué sur un linéaire d'environ 150 m, avec un recul

maximale de l'ordre de 10 m (disparition d'une ancienne avancée), pouvant rendre la situation menaçante pour quelques habitations.

En aval, il subsiste deux portions de protection non dégradées. En cas de conception similaire, elle ne peuvent être considérées comme pérennes.

Photo n°9 – LOTISSEMENT SINDRAMA – ENDIGUEMENT DANS SON ETAT ORIGINEL (SEPTEMBRE 2004)

Photo n°10 – LOTISSEMENT SINDRAMA – ETAT DE LA PROTECTION APRES LES CRUES DE 2006

On distingue bien le fort affouillement de l'ouvrage et l'absence de disposition visant à le prévenir.

On ne distingue pas sur ce secteur de signe d'évolution importante du lit.

2.2.3.3. CONFLUENCE AVEC LA RAVINE BACHELIER

En amont de la confluence, la terrasse rive droite a été faiblement attaquée. Sur cette terrasse (niveau 1,5 à 3 m au dessus du lit) se trouvent un forage pour l'AEP et une habitation.

A l'amont immédiat de la confluence début un nouveau secteur de dépôt de matériaux fins.

2.2.4. RAVINE BACHELIER – PONT METALLIQUE

2.2.4.1. RAVINE BACHELIER – PONT DOMENJOD

On ne note pas, sur ce tronçon, d'érosion de berge majeure. Les observations sont les suivantes :

- Disparition du dépôt végétalisé en rive droite en amont de la passerelle du Canal la Mare ;
- Bonne tenue visiblement de l'épi Moka et de la protection en enrochements liés à l'aval ;
- Forte présence, sur l'ensemble de ce tronçon, de matériaux fins similaires à ceux déposés en amont de l'Ilet Quinquina ;
- L'exhaussement serait de l'ordre de 1 m contre la protection en enrochements liés ;
- Remblais importants en rive gauche, face aux kiosque de la rive droite, sur une ancienne zone de mobilité de la rivière.

2.2.4.2. PONT DOMENJOD

Les affleurements de lahar (voir paragraphe 2.3 ci-après) servent de fondations aux appuis du pont. La configuration de ce site est certainement similaire à celle du verrou situé en amont de la confluence avec la ravine Montauban. La morphologie et la nature des terrains en rive droite au niveau du pont (terrasse alluviale du village de la Rivière des Pluies) rend très probable un passage ancien de l'écoulement sur cette terrasse.

Ce verrou du pont de Domenjod, par le rétrécissement qu'il provoque sur l'écoulement, est favorable à une forte variation du lit en altitude. Si la crue du 18 février 2006 a montré un creusement et un dégagement des alluvions sous le pont, celle du 5-6 mars 2006 s'est au contraire accompagné d'un exhaussement important, principalement composé d'éléments fins. L'exhaussement est estimé à 1,50 m.

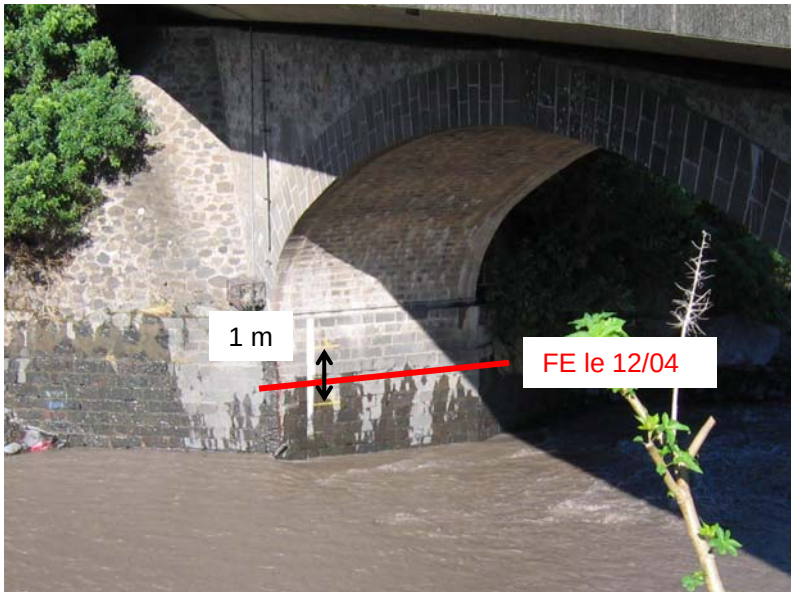


Photo n°11 – CULEE RIVE GAUCHE DU PONT DE DOMENJOD LE 22 FEVRIER 2006

Photo n°12 – CULEE RIVE GAUCHE DU PONT DE DOMENJOD LE 12 AVRIL 2006

2.2.4.3. DU PONT DOMENJOD AU STADE EN RIVE DROITE

En rive gauche, la présence de lahar s'interrompt localement au droit de la première maison en aval du pont pour faire place à des alluvions érodables, situation présentant un risque pour cette habitation.

150 m à l'aval du pont, la berge, devient de nature alluvionnaire, sous forme de terrasse basse, elle-même habitée (une dizaine de maisons). Cette berge est protégée par un cordons de gros blocs, dont la partie amont est endommagée.

Photo n°13 – LOTISSEMENT EN AVAL RIVE GAUCHE DU PONT DE DOMENJOD

Il s'agit d'une situation à risque pour les prochaines crues (érosion et submersion).

En face, en rive droite, on trouve également une terrasse basse, non ou peu bâti (un bâti non habité a priori recensé visuellement), en contre-bas de l'école. Des signes évidents d'exhaussement du lit sont visibles, là encore avec une forte présence d'éléments fins.

Photo n°14 – ACCES PARCELLE COTE RIVIERE NECESSITANT D'ETRE DEGAGE APRES LA CRUE DU 5-6 MARS 2006

Cette situation représente un risque pour les secteurs occupés au-delà de cette basse terrasse en y facilitant l'implantation d'un bras actif.

Le secteur du lotissement Lorion a subit une forte érosion de berge sur un linéaire d'environ 450 m, avec un recul maximal de l'ordre de 40 m, ayant entraîné la destruction de 3 habitations et mis en risque de péril imminent une autre (habitation en suspens dans la berge, voir photo de couverture du rapport). Le recul de la berge est cependant à modérer en prenant en compte sa position au début des années 1980 : nous aurions alors un recul maximal de 20 m et un linéaire concerné d'environ 150 m.

Dans la partie amont de la zone en recul, des protections ponctuelles ont été sollicités (mur béton – resté en place, murs parpaings – en partie ruinés). Ces ouvrages se situent sur la limite « ancienne » de la berge.

La berge actuelle présente une faible hauteur, de l'ordre de 2 m. Le lit actif présente un profil en travers convexe. La granulométrie présente encore une proportion importante d'éléments fins, mais qui tend à s'amenuiser vers l'aval.

Photo n°15 – LIT ACTIF EN AMONT DE LA RUE LORION, DE FORME CONVEXE

2.2.4.4. DU STADE EN RIVE DROITE AU PONT METALLIQUE

Au niveau du stade, on note l'arrêt des dépôts des matériaux fins. La granulométrie devient plus grossière, le lit d'aspect plus chaotique. Le stade et le parcours de santé ont été submergés et ensablés. Des chenaux de retour des écoulements vers la rivière se sont creusés. Ce fonctionnement n'apparaît pas anormal, compte tenu de la position de ce site par rapport à la rivière. Toutefois, le stade a été submergé pour la crue de mars, et non pour la crue de février, pourtant plus forte en pointe. Cet élément est un indice supplémentaire de l'exhaussement du lit à l'amont pour la crue de mars.

En aval, en rive gauche, le bras principal est venu éroder les remblais mis en place au niveau du dépôt de bus Moutoussamy. La berge a retrouvé sa position ancienne, marquée par les affleurements rocheux sous-jacents.

En poursuivant l'implantation du bras actif, on note l'érosion en rive droite en amont du pont métallique, qui a été limitée par le point dur constitué par les alluvions cimentés du virage de la RD45.

En amont de ce virage, une ou deux habitations (ou tout du moins leur accès) peuvent subir une érosion lors d'une prochaine crue. A cet endroit subsiste une partie de la protection d'urgence mise en place par le Conseil Général pour la RD45.

Au niveau du pont métallique, il semble que le lit n'a pas connu de variations significatives en altitude lors des deux dernières crues.

2.3. NATURE DES BERGES

Les berges de la rivière des Pluies sur son cours aval présentent une grande diversité lithologique et sont plus ou moins sensibles à l'érosion. Les berges ont été classées en 3 types selon leur comportement vis-à-vis de l'érosion :

- Les berges rocheuses à comportement rocheux ;
- Les berges constituées de matériaux cimentés ;
- Les berges constituées de matériaux meubles.

Les observations effectuées lors de la visite du 12 avril 2006 sont reportées sur la carte en figure.

2.3.1. LES BERGES ROCHEUSES

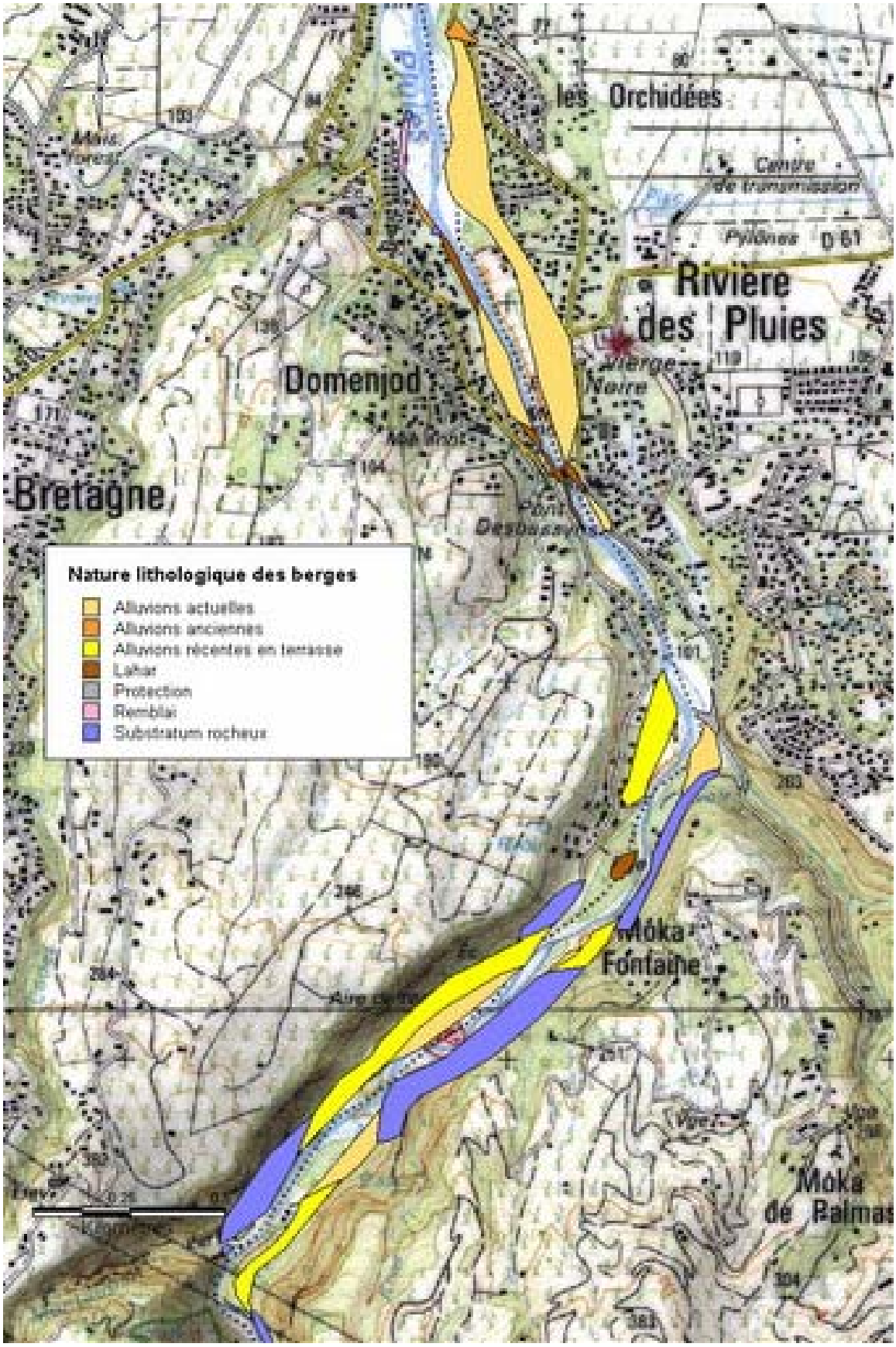
Ces berges sont constituées de coulées de lave et de couches scoriacées. Elles sont largement représentées à l'amont de la confluence de la rivière des Pluies avec la ravine Montauban, sur les deux rives. La vallée étroite est encaissée dans les formations volcanique du massif du Piton des Neiges.

Entre les confluences de la ravine Montauban et la ravine Bachelier, les berges sont de nature rocheuse sur une grande partie du linéaire. Au moins une des 2 berges est de nature rocheuse. On les retrouve :

- En face et au droit du village d'Ilet Quinquina où le lit se resserre. Le substratum rocheux forme un point dur et résistant en rive droite ;
- En rive droite, à l'aval de la ravine Kiwi, de part et d'autre de Ilet La pluie les Bas jusqu'à la ravine Bachelier ;
- En rive gauche, à l'aval du village d'Ilet Quinquina, à l'amont de la prise d'eau.

A l'aval de la ravine Bachelier, le substratum volcanique disparaît sous les formations alluvionnaires. Il réapparaît sous forme de 4 pointements rocheux au droit du parking Moutoussamy, en rive gauche, 800 m à l'aval du pont Domenjod.

Figure n°3 – NATURE DES BERGES - OBSERVATIONS EFFECTUEES LE 12 AVRIL 2006



2.3.2. LES BERGES CONSTITUEES DE DEPOTS « CIMENTES »

D'un point de vue géologique, ces matériaux correspondent à des dépôts de type lahar (dépôts de coulée de débris) ou à des alluvions anciennes cimentées. L'âge des dépôts est de plusieurs milliers d'années.

Le lahar affleure dans le lit de la rivière en rive gauche, à l'aval d'Ilet Quinquina, en face d'Ilet La Pluie Les Bas et dans les berges au droit du pont Domenjod. A l'aval de ce pont, la berge rive gauche est également constituée par ce lahar qui recouvre localement les alluvions anciennes cimentées. D'ailleurs, la berge présente un tracé rectiligne sur sa rive gauche sur une grande partie de ce tronçon.

Les alluvions anciennes cimentées sont visibles dans la berge en rive droite, 120 m à l'amont du pont métallique. La route départementale 45 est fondée dans cette formation. On les retrouve en rive gauche, entre le pont Domenjod et le parking Moutoussamy, où elles sont associées aux dépôts de coulées de débris (lahar)

Lors des dernières crues de février et mars 2006, ces formations ont bien résisté aux affouillements par la rivière. Cette résistance doit cependant être nuancée. Leur comportement mécanique peut être assimilé à celui d'un béton maigre. Le recul de la berge est significatif sur le moyen et le long terme. Des sous-cavages anciens ont été observés en rive gauche à l'aval du pont Domenjod.

2.3.3. LES BERGES MEUBLES

Elles sont constituées de matériaux facilement affouillables, de nature alluvionnaire. On peut distinguer :

- Les berges entaillant les terrasses hautes. La hauteur des berges est comprise entre 4 et 10 m. Les alluvions sont soit litées (gravelo-sableuses) soit grossières avec des blocs de taille métrique et une matrice sablo-limoneuse, faiblement cimentée. C'est sur ces zones que se sont installées les populations à l'amont de la ravine Bachelier : Ilet Quinquina, Ilet La Pluie les Bas, lotissement Sindrama. Pendant les crues de février et mars 2006, toutes les berges ont été attaquées et ont reculé ;

- Les berges alluvionnaires des basses terrasses. La hauteur de la berge est comprise entre 0 à 3 m au-dessus du lit actuel de la rivière. Parfois, ces terrasses se retrouvent pratiquement sous le niveau du lit actuel. Elles sont constituées d'alluvions récentes de même composition que celle du lit actuel. A l'amont de la ravine Bachelier, ces terrasses sont peu représentées et de faible extension (parking d'Ilet Quinquina, terrasse basse en face d'Ilet Quinquina avec une habitation, basse terrasse du forage de Sainte Marie). A l'aval de la ravine Bachelier, cette basse terrasse est très étendue en rive droite. Elle est pratiquement toute urbanisée : village de la rivière des Pluies, lotissement Lorion, terrain de foot, parcours de santé, ….. En rive gauche, les basses terrasses sont peu représentées. Un ancien bras de la rivière est occupé par le lotissement de Domenjod en aval du pont. Lors des dernières crues, ces berges ont été largement érodées avec un recul de plus de 35 m au droit du lotissement Lorion.

2.4. BILAN SOMMAIRE DE L'EVOLUTION DU LIT EN ALTITUDE

En prenant en compte l'estimation « visuel » de l'évolution du lit en altitude selon les secteurs, nous pouvons comptabiliser un exhaussement de 150 000 à 200 000 m³ entre l'amont du verrou et le pont métallique.

Ces valeurs sont considérables, en comparaison de l'estimation des apports lors du cyclone Hyacinthe (240 000 à 300 000 m³).

Le secteur du pont de la RN2 a apparemment connu un exhaussement, mais dont l'origine se situe plutôt dans la poursuite du retour à un profil d'équilibre depuis l'arrêt des extractions de matériaux dans le lit. Cette remarque peut expliquer l'absence d'évolution au niveau du pont métallique (les apports amont sont compensés par la fourniture des matériaux pour comblement du déficit en aval).

L'origine de l'exhaussement n'est pas ici étudié, ni celle des grandes quantités d'éléments fins déposés lors de la crue de mars.

2.5. IDENTIFICATION DES ZONES MENACEES

On entend par risques à court terme celui lié à une ou plusieurs crues se produisant pendant la prochaine saison cyclonique, soit 2006-2007.

Deux risques doivent être pris en compte :

- Exhaussement (et en corollaire la submersion) ;
- Erosion.

DECLINAISON PAR SECTEUR

- **Exhaussement** :
  - Ilets à l'amont de Quinquina (Montauban, rive droite) ;
  - Aval de Quinquina ;
  - Terrasses basses en rive droite et rive gauche à l'aval du pont Domenjod ;
  - Lorion et aval Lorion par augmentation de la divagation en rive droite.
- **Erosion** :
  - Ilet Quinquina ;
  - Ilet la Pluie les Bas(*) ;
  - Forage de la Rivière des Pluies(*) ;
  - Lotissement Sindrama ;
  - Lotissement aval pont Domenjod rive gauche(*) ;
  - Rue Lorion ;
  - Rive droite amont virage RD45(*) ;

(*) : Ne fait pas a priori parti des secteurs précédemment identifiés par la DDE / SEECL

3. PROPOSITIONS

3.1. TYPE DE PROTECTION ET CARACTERISTIQUES GENERALES

3.1.1. TYPE DE PROTECTION

Dans le cadre des travaux d'urgence, plusieurs types de protections peuvent être mise en œuvre :

- Protections par épi ;
- Protections longitudinales (enrochements libres ou liés, blocs en pied,…).

Les protections par épis pourrait permettre de limiter le linéaire à protéger et d'optimiser le montant des travaux affectés. Cependant plusieurs inconvénients doivent être pris en compte :

- Leur implantation, en forte avancée dans le lit, génère des affouillements qui impose une fondation profonde et une carapace liaisonnée, même dans un contexte d'urgence ;
- La faible largeur du lit dans le secteur d'étude ne permet pas une avancée suffisante dans le lit pour protéger un linéaire important en arrière ;
- Les impacts de ce type d'ouvrage sur l'implantation des chenaux et la localisation des zones d'érosion ne peut être appréhendés dans la présente mission.

Les protections longitudinales pérennes, sur ce type de rivière, et compte tenu de la taille des blocs d'enrochements disponibles doivent être rigides (enrochements liés au béton, perré maçonné,…) pour résister aux fortes vitesses et aux sollicitations lors d'attaques de biais des chenaux.

Le budget envisagé pour ces travaux d'urgence ne permet pas de réaliser l'ensemble du linéaire en enrochements liés.

Les protections en enrochements libres, constitués des plus gros blocs du lit (600 à 800 mm en moyenne) ne peuvent être considérés comme pérennes. Elles sont constitués de blocs que la rivière a eu la capacité de déplacer.

Elles peuvent néanmoins offrir une protection provisoire, pouvant résister à des crues importantes si les chenaux sont dans une configuration favorable. Elles présentent enfin l'avantage de pouvoir être reprises en cas de travaux ultérieurs.

3.1.2. AFFOUILLEMENTS

La rivière développe, lorsqu'un chenal se trouve contre une rive non érodable (rocher, protection) un affouillement (baisse locale du niveau du lit) qui peut prendre des valeurs considérables (supérieur à 4 m) selon la configuration d'attaque des chenaux.

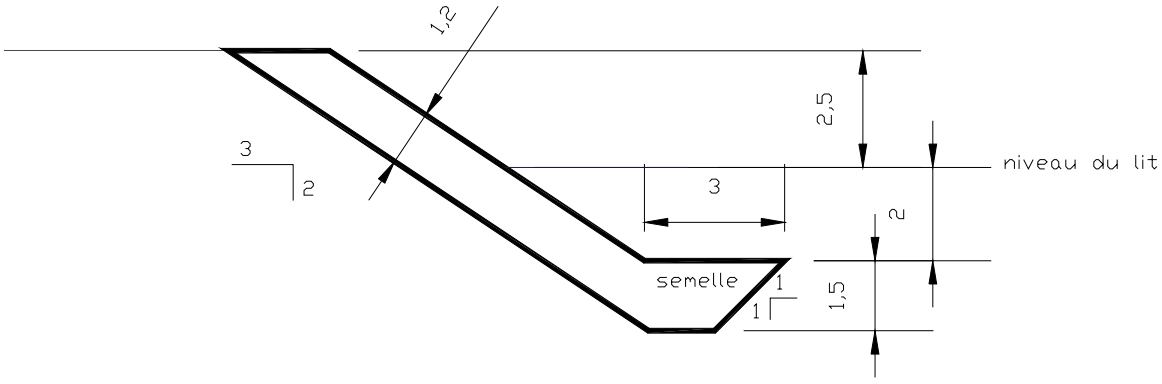
Une protection en enrochements, même liaisonnés, n'est pas pérenne si elle ne dispose pas d'une fondation (sabot, semelle) suffisamment profonde (exemple de la protection du lotissement Sindrama).

Dans le cas d'une protection en enrochements libres non suffisamment fondée, une réserve suffisante de blocs en pied de protection peut permettre de ralentir la destruction de la protection en cas d'affouillement.

3.1.3. SCHEMA TYPE

Ce schéma représente un compromis, dans le cadre des travaux d'urgence, entre une protection légère qui consiste en une réserve de blocs en pied, et une protection fondée plus profondément. Le compromis s'applique également sur la hauteur de la protection. Ce schéma peut s'appliquer à une protection en enrochements libres ou en enrochements liés.

Dans le cas d'une protection en enrochements libres, s'il est nécessaire de diminuer les volumes de blocs et de terrassements, on pourra diminuer l'ensouillement de la protection, tout en gardant une semelle dont le dessus est situé sous le niveau du fil d'eau du lit après curage.



Dans le cas où la fondation de la protection en enrochements libres se situe sur un niveau d'alluvions cimentés, on prévoiera la partie basse de la protection en enrochements liaisonnés avec ancrage dans le sol en place par une bêche.

3.2. PRIX UNITAIRES

- Enrochements libres (en choisissant les blocs les plus gros du lit, soit 600 à 800 mm), y compris terrassements, fourniture et mise en place dispositif de transition (grave ou

géotextile), fourniture et mise en place de blocs appareillés, remblaiement avec matériaux du lit de la partie sous le niveau du lit.

Le mètre cube : 60 euros HT (40 à 50 euros dans le cas d'une reprise d'une protection existante)

- Enrochements liés, y compris fourniture et mise en place blocs appareillés de diamètre moyen 600 mm, disposés en deux couches (soit une épaisseur de carapace de 1,20 m), liaison par béton C25/30 sur une épaisseur de 1 m, drainage de la carapace (barbacanes, transition éventuelles), terrassements, remblaiement avec matériaux du lit de la partie sous le niveau du lit

  Le mètre cube : 150 euros HT

- Terrassements avec matériaux du lit pour constitution de talus d'épaulement, y compris compactage et arrosage.

  Le mètre cube : 10 euros HT

3.3. TRAVAUX PROPOSES ET ESTIMATION DES COUTS

Ces travaux sont situés sur *la Figure n°4 page 29*.

3.3.1.1. ILET QUINQUINA

Sur ce secteur, des travaux d'urgence ont été récemment réalisés, sur un linéaire d'environ 550 m, suite aux crues de février et mars 2006. Ils étaient en cours d'achèvement lors de la visite de terrain, le 12 avril 2006.

Un curage du lit n'est pas proposé, bien que plusieurs indices montrent un exhaussement de 1,50 m à 2 m, plutôt en amont de l'Ilet. En effet, l'absence d'ensouillement des semelles des protections récemment réalisées rend celles-ci très sensibles à tout abaissement du lit, soit par curage, soit par un retour naturel à un niveau inférieur.

Si un curage devait néanmoins être effectué, il devra remonter jusqu'à l'aval du verrou rocheux en amont de la confluence avec la ravine Montauban. Il s'agit ainsi d'agir sur un tronçon homogène et d'éviter un dépôt rapide dans la zone curée, par érosion régressive à la limite amont de l'intervention.

Compte tenu des constats faits sur les travaux récents, les propositions sont les suivantes :

- Reprise sur 100 ml de la protection existante (zone de blocs 300-500 mm jugés trop petits) et constitution d'une réserve en pied.

  Coût : 15 m³/ml à 40 € sur 100 ml, soit 60 000 euros HT.

- Reprise sur 100 ml de la protection existante pour remplacement par une protection en enrochements liés (zone jugée la plus critique : étroite et positionnée face à l'avancée rocheuse). L'implantation de la protection doit être conçue afin de favoriser la plus grande largeur au lit. Le bétonnage des enrochements doit aussi permettre de raidir le talus pour rétablir une largeur d'écoulement plus conséquente. Enfin, une position la plus basse possible de la piste d'accès au chantier du basculement des eaux est recommandée pour atténuer son effet sur la largeur du lit.

Coût : 15 m³/ml à 150 € sur 100 ml, soit 225 000 euros HT.

- Constitution d'une réserve en pied sur 200 ml de protection existante, pour réduire les conséquence d'un affouillement des bêches trop peu ensouillées.

  Coût : 5 m³/ml à 60 € sur 250 ml, soit 60 000 euros HT.

Soit un montant global de 345 000 euros HT.

3.3.1.2. ILET LA PLUIE LES BAS

- Constitution d'un épaulement de 2 m de hauteur, de 5 m de largeur en tête, protégé sommairement côté rivière par un volume d'enrochements libres de 5 m³/ml, sur 70 ml.

  Coût : 14 m³/ml de terrassements à 10 € plus 5 m³/ml d'enrochements libres à 60 € sur 70 ml, soit 31 000 euros HT.

3.3.1.3. LOTISSEMENT SINDRAMA

- Reprise de la protection en enrochements liés restante à l'amont, par création d'une bèche sur 50 ml.

  Coût : 6 m³/ml à 150 € sur 50 ml, soit 45 000 euros.

- Constitution d'un épaulement de 4 m de large et 2,50 m de hauteur sur 150 ml.

  Coût : 15 m³/ml à 10 € sur 150 ml, soit 22 500 euros.

- Protection en enrochements libres sur 150 ml.

  Coût : 15 m³/ml à 60 € sur 150 ml, soit 135 000 euros.

Soit un montant global de 203 000 euros.

3.3.1.4. FORAGE RIVIERE DES PLUIES

- Constitution d'une protection en enrochements libres sur les 80 ml amont de la terrasse du captage.

  Coût : 10 m³/ml à 60 € sur 80 ml, soit 48 000 euros HT.

3.3.1.5. SECTEUR DU PONT DOMENJOD AU PARCOURS DE SANTE (STADE)

Ce secteur a connu, notamment lors de la crue liée au passage de Diwa, un exhaussement significatif du lit, estimé à 1,50 m au niveau du pont Domenjod. Le risque de submersion et de passage d'un chenal s'est accru pour certains secteurs habités en aval du pont. Les matériaux déposés sur un tronçon allant de l'épi Moka au droit du stade rive droite sont visiblement de faible taille (D_{90} de l'ordre 10 cm), comparée à la granulométrie précédemment admise (D_{90} de 20 à 50 cm).

Nous proposons un curage modéré des bancs hors chenaux d'étiage dans ce secteur :

- De 1 m entre la passerelle du Canal la Mare et le Pont Domenjod, avec raccordement progressif entre l'épi Moka et la passerelle ;

- De 1,50 m maximum entre le Pont Domenjod et le stade rive droite, avec raccordement progressif vers l'aval.

Le volume a évacuer est estimé entre 50 000 et 100 000 m³. Les matériaux les plus fins seront exportés, les autres matériaux seront utilisés dans les travaux de protection ou déposés dans le secteur du Pont métallique, secteur n'ayant visiblement pas bénéficié de la recharge occasionnée par les crues de février et mars.

Le coût de ce curage reste à préciser, en fonction des volumes valorisés et déplacés.

3.3.1.6. LOTISSEMENT DOMENJOD RIVE GAUCHE

(y compris la première maison à l'aval rive gauche du pont)

- Protection en enrochements libres sur 2 m de hauteur et 150 ml, avec réutilisation des blocs déjà présents.

  Coût : 14 m³/ml à 50 € sur 150 ml, soit 105 000 euros HT

3.3.1.7. SECTEUR DE LA RUE LORION

- Constitution d'un épaulement de 4 m de large et 2,50 m de hauteur sur 350 ml.

  Coût : 15 m³/ml à 10 € sur 350 ml, soit 52 500 euros.

- Protection en enrochements libres sur 350 ml.

  Coût : 15 m³/ml à 60 € sur 350 ml, soit 315 000 euros.

Soit un montant global de 368 000 euros.

3.3.1.8. RIVE DROITE AMONT VIRAGE RD45

Renforcement de la protection restante réalisée entre les crues de février et mars, pour protection des accès et des habitations en retrait, sur un linéaire de 60 ml.

- Protection en enrochements libres sur 600 ml.

  Coût : 15 m³/ml à 60 € sur 60 ml, soit 54 000 euros.

3.3.1.9. RECAPITULATIF

Secteur	Coût estimatif (euros HT)
Ilet Quinquina	345 000
Ilet la Pluie les bas	31 000
Lotissement Sindrama	203 000
Forage Rivière des Pluies	48 000
Curage secteur Domenjod	PM
Lotissement rive gauche aval Domenjod	105 000

Rue Lorion	368 000
Rive droite amont RD45	54 000
Totalité	**1 154 000**
Dont secteurs précédemment identifiés	***916 000***

Figure n°4 - PROPOSITIONS