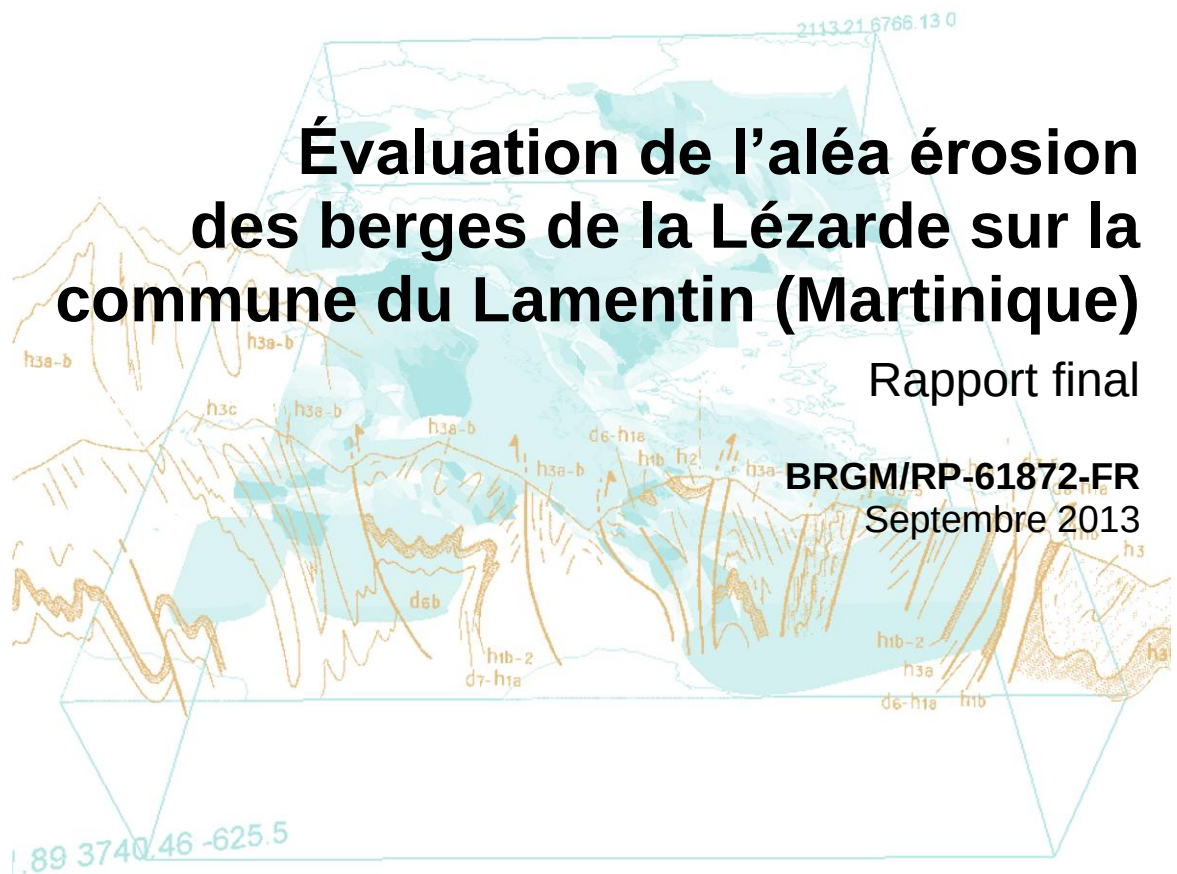




LE LAMENTIN



Géosciences pour une Terre durable



Évaluation de l'aléa érosion des berges de la Lézarde sur la commune du Lamentin (Martinique)

Rapport final

BRGM/RP-61872-FR

Septembre 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 11RISE34

A. Nachbaur, B. Lemoigne, M. Garcin, C. Mathon

Vérificateur :

Nom : C. Mathon

Date : 20/12/2012



Approbateur :

Nom : J.C Audru

Date : 05/09/2013


Signature électronique

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008



LE LAMENTIN



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : érosion de berges, mouvement de terrain, transport solide, recul de berge, Le Lamentin, Martinique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Nachbaur A., Lemoigne B., Garcin M., Mathon C. (2013) – Évaluation de l'aléa érosion des berges de la Lézarde sur la commune du Lamentin (Martinique) - Rapport final - BRGM-RP-61872-FR, 113 p, 73 illustrations, 2 annexes

© BRGM, 2013, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Les berges de la rivière Lézarde sont soumises à des instabilités qui menacent des habitations, des parcelles agricoles et des infrastructures. Le raccourcissement de la longueur du lit pour des besoins d'irrigation en 1932 est souvent cité comme ayant accéléré ces phénomènes d'érosion (Huygues-Belrose, 2003).

Face à cette problématique, la Ville du Lamentin a demandé au BRGM de réaliser une étude pour préciser l'aléa érosion de berges, entre le pont Soudon et le pont Ressource. Actuellement, ce phénomène est pris en compte dans le Plan de Prévention des Risques naturels (2004), par une zone classée en aléa fort mouvement de terrain sur l'intégralité de l'emprise des berges mais sans analyse spécifique des processus d'érosion responsables du recul des berges.

Pour préciser l'aléa érosion de berge, plusieurs approches complémentaires ont été mise en œuvre :

- l'ensemble des acteurs intervenant sur la rivière ont été consultés, dont ceux chargés de la Police de l'Eau ainsi que les gestionnaires des ouvrages de franchissements (Conseil Général, Conseil Régional). Ceci a permis de faire le point sur les problèmes induits par l'érosion des berges et les connaissances et données existantes sur cette problématique.
- des reconnaissances de terrain ont été menées en avril et juin 2012 en parcourant la rivière en canoës afin d'étudier les caractéristiques des berges et des instabilités. Une carte informative, associée à des photographies, synthétise ces observations.
- une analyse de l'évolution morphologique de la rivière a été faite à l'aide des photos aériennes et du MNT Lidar en comparant la position des berges de 1951 et celles de 2010 ainsi que celle de la position du lit mineur de 1951, de 2004 et de 2010.

Ces analyses ont fait ressortir deux types de secteurs :

- Des secteurs à fort recul de berges depuis 1951. Le recul y est en moyenne de 30 m sur 60 ans et peut atteindre localement 60 m. Il s'agit de berges constituées d'alluvions anciennes, essentiellement limono-sableuses, subverticales dont la hauteur est comprise entre 5 et 7 m. Associé à ce recul de berge, le lit de la rivière est mobile et divague ;
- Des secteurs peu mobiles depuis 1951, où le recul des berges existe mais reste limité (< 15 m dans tous les cas) et où le tracé du lit est stable.

Il a été mis en évidence que la rectification du lit réalisée dans les années 1930 associée à d'autres évolutions de l'usage et de l'occupation du sol sur le bassin versant (urbanisation, modification des pratiques agricoles..) a modifié l'équilibre de la rivière induisant des modifications de son comportement :

- en incisant son propre lit dans les secteurs où la rivière s'écoule sur des conglomérats altérés, en aval de la bifurcation de 1932 ;
- en divaguant latéralement dans les secteurs où la rivière s'écoule dans les alluvions.

Ces modifications entraînent inévitablement le recul des berges, à des vitesses qui dépendent également de leur lithologie :

- les berges constituées par des laves ou des hyaloclastites, sont relativement stables ;
- les berges formées par des alluvions très meubles et peu consolidées sont affectées par une vitesse d'érosion maximale ;
- les berges formées par les conglomérats altérés évoluent lentement mais peuvent être le siège d'effondrements localisés d'ampleur significative.

Une carte d'aléa au 1/10 000 a été produite. La détermination des niveaux d'aléa intègre plusieurs critères dont la lithologie et les vitesses de recul observées ces 60 dernières années. Cette nouvelle carte d'aléa érosion des berges permet de préciser la carte d'aléa mouvement de terrain préexistante, en nuanciant l'emprise et les niveaux d'aléa.

Cette analyse globale de la rivière permet d'envisager désormais des recommandations qui soient cohérentes avec le dynamisme hydro-morphologique observé. Si cette étude n'a pas pour vocation à proposer des solutions techniques de réduction et de parades à l'érosion, elle reste une étape préalable et nécessaire à toute intervention sur le cours d'eau. En effet, elle permet d'identifier, par tronçon, les principales causes responsables de l'érosion des berges guidant ainsi les bureaux d'études dans le choix des mesures de protection efficaces.

Sur le secteur compris entre le pont de Soudon et le pont de la RN1, compte tenu de la forte dynamique fluviale, il n'existe pas d'aménagements qui puissent s'avérer économiquement pertinents pour freiner l'érosion des berges. Ailleurs, a contrario, des mesures de réduction de l'érosion et du recul des berges sont nécessaires et envisageables (gestion des eaux de surface, entretien du cours d'eau..).

La commune du Lamentin dispose désormais d'un outil supplémentaire pour prendre des mesures de prévention et des mesures de réduction de l'aléa érosion de berge en accord avec le fonctionnement et la dynamique de la rivière.

Sommaire

1. Introduction	13
2. Méthode suivie	15
3. Présentation du contexte	17
3.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE	17
3.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	17
3.2.1. Description de l'histoire géologique	17
3.2.2. Description des quatre lithologies principales	22
3.2.3. Synthèse géologique	27
3.3. ZONE D'OCCUPATION DES SOLS.....	29
4. Synthèse des éléments hydrologiques	31
4.1. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE	31
4.2. DESCRIPTION HYDROMORPHOLOGIQUE DU COURS D'EAU.....	35
4.2.1. Présentation générale actuelle (source : BCEOM, 2003).....	35
4.2.2. Rectification du lit (Source : Huygues Belrose, 2003)	35
4.3. CARACTÉRISATION HYDROLOGIQUE.....	38
4.3.1. Régime actuel	38
4.3.2. Évolution du régime de crue depuis 1951.....	39
4.4. CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES.....	43
4.5. PROBLÉMATIQUE DU TRANSPORT SOLIDE SUR LE BASSIN DE LA LÉZARDE.....	44
5. Caractérisation des berges	47
5.1. LA HAUTEUR DES BERGES DE LA LÉZARDE	47
5.2. TYPOLOGIE DES BERGES.....	49

5.3. LE COUVERT VÉGÉTAL DES BERGES	63
5.4. DESCRIPTION DES INSTABILITÉS OBSERVÉES SELON LE TYPE DE BERGE	64
5.4.1. Instabilité affectant les berges de conglomérats reposant sur des hyaloclastites (Type A)	65
5.4.2. Instabilités affectant les laves massives (type B)	66
Aucune instabilité particulière ne menace ce type de berge, massive et résistante.	66
5.4.3. Instabilité affectant les berges de conglomérats altérés (type C)	66
5.4.4. Instabilités affectant les berges alluvionnaires (type D).....	69
5.4.5. Synthèse des types d'instabilités	73
6. Analyse de l'évolution historique de la Lézarde	75
6.1. DONNÉES DISPONIBLES	75
6.1.1. Photographies aériennes.....	75
6.1.2. Le Modèle Numérique de Terrain (produit Litto3D de l'IGN)	75
6.2. MÉTHODE RETENUE	76
6.2.1. Caractérisation du recul des berges (1951-2010)	76
6.2.2. Caractérisation de la mobilité du lit mineur (2004-2010)	80
6.3. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	80
6.4. INTERPRÉTATION	83
6.4.1. Les secteurs à berges stables ou quasi-stables.....	83
6.4.2. Les secteurs à recul de berges marqué.....	83
6.4.3. Les secteurs dont l'évolution est liée à l'activité anthropique	86
7. Aléa érosion des berges	89
7.1. DYNAMISME D'ÉROSION DES BERGES	89
7.1.1. Forçages externes (à l'échelle de l'hydrosystème)	89

7.1.2.	La lithologie	90
7.2.	ÉVALUATION DE L'ALÉA ÉROSION DE BERGES	94
7.2.1.	L'érosion de berges, un mouvement de terrain particulier ?.....	94
7.2.2.	Définition générale de l'aléa.....	94
7.2.3.	Calage de l'emprise des aléas, sur les secteurs les plus mobiles	95
7.2.4.	Grille d'aléa proposée, sur l'ensemble des secteurs	96
7.2.5.	Les facteurs locaux aggravants	97
7.3.	LIMITES DE LA MÉTHODE ET DU ZONAGE PROPOSÉ.....	101
8.	Exploitation des résultats et recommandations	103
8.1.	EXPLOITATION CARTOGRAPHIQUE DES RÉSULTATS.....	103
8.1.1.	Comparaison avec le zonage actuel de l'aléa mouvement de terrain du Lamentin.....	103
8.1.2.	Mise en évidence de zones sensibles.....	104
8.2.	RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES APPLICABLES SUR TOUTES LES BERGES	106
8.2.1.	Prendre en compte l'aléa érosion de berge dans les projets.....	106
8.2.2.	Suivi régulier des zones sensibles	106
8.2.3.	Végétation	106
8.2.4.	Entretien du cours d'eau.....	106
8.3.	RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES SUR LES SECTEURS MOINS MOBILES (SECTEUR A ET B DE L'ILLUSTRATION 50)	107
8.4.	DIAGNOSTIC RAPIDE DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENTS PAR RAPPORT AU REcul DES BERGES	108
9.	Conclusion	113
10.	Bibliographie	115

Liste des illustrations

Illustration 1 : Organisation de l'étude.....	16
Illustration 2 : Synthèse géologique et interprétation d'après la carte géologique et les observations de terrain. Fond : carte géologique vectorisée (Westercamp et al., 1989).	19
Illustration 3 : Hyaloclastites, recoupés par un jeu de failles (Point 291)	23
Illustration 4 : Laves massives (Point 296)	24
Illustration 5 : Conglomérat du Morne Jacob (Point 290)	25
Illustration 6 : Profil d'altération des conglomérats des Pitons du Carbet, avec structure en pelure d'oignon (Point 281).....	26
Illustration 7 : Alluvions (Point 230).....	27
Illustration 8 : Caractéristiques des formations lithologiques rencontrées sur la zone d'étude.....	28
Illustration 9 : Zone d'occupation des sols, hors tissu urbain (Source : BD Topo 2004)	29
Illustration 10 : Bassin versant de la Lézarde	31
Illustration 11 : Profil en long de la rivière Lézarde, depuis sa source jusqu'à son embouchure (Source BCEOM, 2003)	32
Illustration 12 : Profil en long de la rivière Lézarde, sur le tronçon étudié (issu des données Litto3D)	33
Illustration 13 : Delta de la Lézarde actuelle et lits mineurs initiaux	37
Illustration 14 : Débit de crue estimée à partir des hauteurs d'eau mesurées aux stations limnigraphiques (Source : BCEOM, 2003)	38
Illustration 15 : Coefficient de ruissellement estimé dans le SDAH (Source : Annexe 4 SDAH (BCEOM, 2003).....	39
Illustration 16 : Synthèse des informations hydrologiques disponibles sur la rivière Lézarde	41
Illustration 17 : Évolution des débits centennaux et décennaux depuis 1950, d'après les modèles pluie-débit du (BCEOM, 2003))	43
Illustration 18 : Zonage de l'aléa inondation, sur la ZAE Mangot Vulcin. Source : PPR 2004	44
Illustration 19 : Schéma des effets possibles de la rectification du lit de la Lézarde (échelle non respectée).....	46
Illustration 20 : Hauteur des berges le long du linéaire étudié	48
Illustration 21 : Typologie des berges sur la zone d'études	50
Illustration 22 : Schéma type des berges de conglomérat reposant sur des hyaloclastites (type A). Photo Point 291	53
Illustration 23 : Schéma type des berges en laves massives. Photo Point 296	55
Illustration 24 : Conglomérat sain, à la base des berges, constitué d'éléments de 10 à 20 cm de diamètre (Point 282).....	56
Illustration 25 : Incision dans les profils altérés (Point 281)	57

Illustration 26 : Schéma type des berges de conglomérats altérés	58
Illustration 27 : Schéma des deux types de berges alluvionnaires	61
Illustration 28 : Berges d'alluvions colonisées par les cannes sauvages (Point 238)	63
Illustration 29 : Sous-cavage des alluvions provoqué par le système racinaire des bambous (Point 273)	64
Illustration 30 : Recul des berges conglomératiques, le long du du toit des hyaloclastites (Point 292)	65
Illustration 31 : Déchaussement de blocs dans les conglomérats anciens (Point 290)	65
Illustration 32 : Exemple de berges hautes, constituées de conglomérats altérés (Point 283)	66
Illustration 33 : Érosion de la rive droite des berges près du pont Ressource (Point 434)	67
Illustration 34 : À gauche, érosion différentielle des horizons grisés (lessivés) (Point 435 en aval de Ressource). À droite, conséquence pour les berges : création de surface d'érosion plane	68
Illustration 35 : Schéma d'interprétation possible des berges, en amont du Pont Ressource (Photo point 432 en rive gauche)	69
Illustration 36 : Érosion plus ou moins prononcée suivant les phases de dépôts, provoquant ensuite le sous-cavage des horizons supérieurs (Point 325)	70
Illustration 37 : Écaillage depuis la base (Point 230)	70
Illustration 38 : Écaillage depuis la base, sur le niveau conglomératique (Point 221)	71
Illustration 39 : Loupe de glissement entraînée par déstabilisation hydraulique en pied (Point 221)	71
Illustration 40 : Loupe de glissement dans les alluvions récentes (Point 263)	72
Illustration 41 : Seul indice de glissement. Épaisseur 3 à 4 m (Point 331, rive gauche)	72
Illustration 42 : Types d'instabilités constatés	73
Illustration 43 : Synthèse des caractéristiques des photos aériennes exploitées	75
Illustration 44 : Organisation emboîtée	76
<i>Illustration 45 : La limite de végétation, seul critère possible pour repérer les berges de 1951</i>	<i>77</i>
Illustration 46 : La végétation comme indicateur possible mais peu précis, des crêtes des berges en 2010	78
Illustration 47 : Le choix du MNT comme indicateur des berges en 2010	78
Illustration 48 : Localisation des zones d'érosion et d'accrétion des berges de la Lézarde, d'après la comparaison des photographies aériennes de 1951 et de 2010	79
Illustration 49 : Synthèse des constats obtenus à partir de l'analyse des photographies aériennes (1951, 2004 et 2010)	81
Illustration 50 : Identification de deux types de secteurs, en termes de mobilité des berges de la Lézarde	82
Illustration 51 : Secteur de divagation entre Grand Case et le pont de la RN1	84

Illustration 52 : Exemple de recul progressif des berges qui conduira bientôt au recoupage du méandre (secteur du Rocher) ou à la déstabilisation d'une des culées du pont de Soudon	85
Illustration 53 : Comparaison morphologique sur le secteur d'Habitation Rivière Lézarde Fonds topographique (à gauche) et BD Ortho de 2004 (à droite)	86
Illustration 54 : Comparaison morphologique en aval du Pont de Soudon, quartier Durocher BD Ortho de 2004	87
Illustration 55 : Recul des berges rive gauche, en direction de l'autoroute	88
Illustration 56 : Enfoncement du lit (sans déviation latérale), au niveau du pont de Ressource (Point 434)	91
Illustration 57 : Déviation latérale du lit et indice de l'ancien lit	91
Illustration 58 : Érosion de la berge en rive gauche, au niveau du méandre (Point 252). A cet endroit la rivière a fortement évolué depuis 1951	92
Illustration 59 : Recul au-dessus d'un plan de dépôts conglomératiques (Point 230)	92
Illustration 60 : Synthèse des modes de recul de berge observé	93
Illustration 61 : Proposition d'une échelle de niveau d'aléa « érosion de berge »	95
Illustration 62 : Principe de cartographie de l'aléa érosion de berge, dans les secteurs les plus mobiles	96
Illustration 63 : Synthèse des niveaux et enveloppe d'aléa	97
Illustration 64 : Érosion de la berge rive gauche, accentuée par l'embâcle provoqué par les bambous (Point 250)	98
Illustration 65 : Érosion de la berge rive gauche probablement accentuée par les remous provoqués par les enrochements (Point 253)	99
Illustration 66 : Écart entre la position de la berge réelle et la position calculée avec la vitesse moyenne de recul	101
Illustration 67 : Comparaison des niveaux d'aléas obtenus en 2013 et du zonage PPR existant	104
Illustration 68 : Secteur le plus sensible, soit la partie la plus mobile. Localisation des secteurs habitées en zone d'aléa fort	105
Illustration 69 : Amont immédiat du pont de Ressource	108
Illustration 70 : Évolution du cours de la rivière de part et d'autre du pont de Soudon d'après les observations sur photos aériennes	109
Illustration 71 : Érosion de la berge rive droite, modifiant l'angle d'attaque de la rivière sur la culée du pont de Soudon (Point 221)	110
Illustration 72 : Érosion des appuis des travées de rives du pont de Ressource.	111
Illustration 73 : Deux types de berges avec des recommandations différentes	114

Liste des annexes

Annexe 1 Carte informative au 1/10 000	117
Annexe 2 Carte d'aléa érosion de berge au 1/10 000	119

1. Introduction

La Lézarde, principale rivière de la Martinique, s'écoule depuis les contreforts des Pitons du Carbet jusqu'à son embouchure dans la baie de Fort-de-France. La majeure partie de son tracé concerne la commune du Lamentin.

Ses berges sont soumises à des phénomènes d'érosion qui prennent la forme d'éboulements ou de glissements de terrain. Au niveau du quartier Place d'Armes, plusieurs habitations qui bordent la rivière sont menacées. Le raccourcissement de la longueur du lit aval pour des besoins d'irrigation est souvent cité comme ayant accéléré ces phénomènes d'érosion (Huygues-Belrose, 2003).

Face à cette problématique, la Ville du Lamentin et le BRGM ont décidé ensemble de réaliser une étude des berges comprises entre le pont Soudon et le pont Ressource, afin de préciser l'aléa érosion pour donner à la commune les moyens, dans un second temps, de concevoir des solutions pérennes de réduction du risque.

Actuellement, ce phénomène est pris en compte dans le Plan de Prévention des Risques naturels (2004), par une zone classée en aléa fort mouvement de terrain sur l'intégralité de l'emprise des berges.

Pour atteindre ces objectifs, des reconnaissances de terrain ont été menées depuis le lit de la rivière en avril et juin 2012. Ces conditions ont notamment permis d'étudier plus précisément la nature lithologique des berges et d'apprécier les facteurs d'instabilités. En parallèle, l'ensemble des acteurs intervenant sur la rivière ont été consultés, dont ceux chargés de la Police de l'Eau ainsi que les gestionnaires des ouvrages de franchissement (Conseil Général, Conseil Régional).

2. Méthode suivie

La carte informative reportée en Annexe 1 synthétise les observations de terrain et notamment les instabilités repérées. Tous les points d'observations cités ensuite dans le corps du rapport et la légende des photos, se réfèrent à cette carte.

L'Illustration 1 synthétise la démarche mise en place, pour évaluer l'aléa d'érosion des berges dans le cadre de cette étude. En résumé, plusieurs démarches successives ont été nécessaires :

- l'ensemble des acteurs intervenant sur la rivière ont été consultés, dont ceux chargés de la Police de l'Eau ainsi que les gestionnaires des ouvrages de franchissements (Conseil Général, Conseil Régional). Ceci a permis de faire le point sur les problèmes induits par l'érosion des berges et les connaissances et données existantes sur cette problématique ;
- une recherche des données et études existantes sur la rivière Lézarde a été conduite, permettant de mieux apprécier le contexte de l'étude. Le chapitre 3 présente le contexte géographique et géologique tandis que le chapitre 4 traite du contexte hydrologique ;
- des reconnaissances de terrain ont été menées en avril et juin 2012 en parcourant la rivière en canoës. Le BRGM était systématiquement accompagné par un agent de la mairie du Lamentin. Des agents de l'ONF ont également été sollicités pour apporter leur expertise quant au rôle de la végétation. Ces investigations de terrain ont permis d'observer l'intégralité des berges inaccessibles autrement. Une carte informative, disponible en Annexe 1 synthétise ces observations associée à un dossier photographique ;
- Ces constats de terrain associés aux données existantes ont permis de décrire précisément les berges sur le secteur étudié. Cette caractérisation des berges fait l'objet du chapitre 5 ;
- En parallèle, une analyse de l'évolution morphologique de la rivière a été faite à l'aide des photos aériennes et du LIDAR en comparant la position des berges de 1951 et celles de 2010 ainsi que celle de la position du lit mineur de 1951, de 2004 et de 2010. Cette analyse fait l'objet du chapitre 6 ;
- A partir de la compréhension des processus d'érosion, l'aléa érosion de berge a pu être apprécié et cartographié. L'évaluation de l'aléa fait l'objet du chapitre 7 ;
- L'exploitation possible des résultats et les recommandations associées sont détaillés au chapitre 8.

Plusieurs réunions ont permis de tenir régulièrement informée la mairie et les élus de l'avancée de l'étude et de valider les étapes intermédiaires et les choix techniques importants.

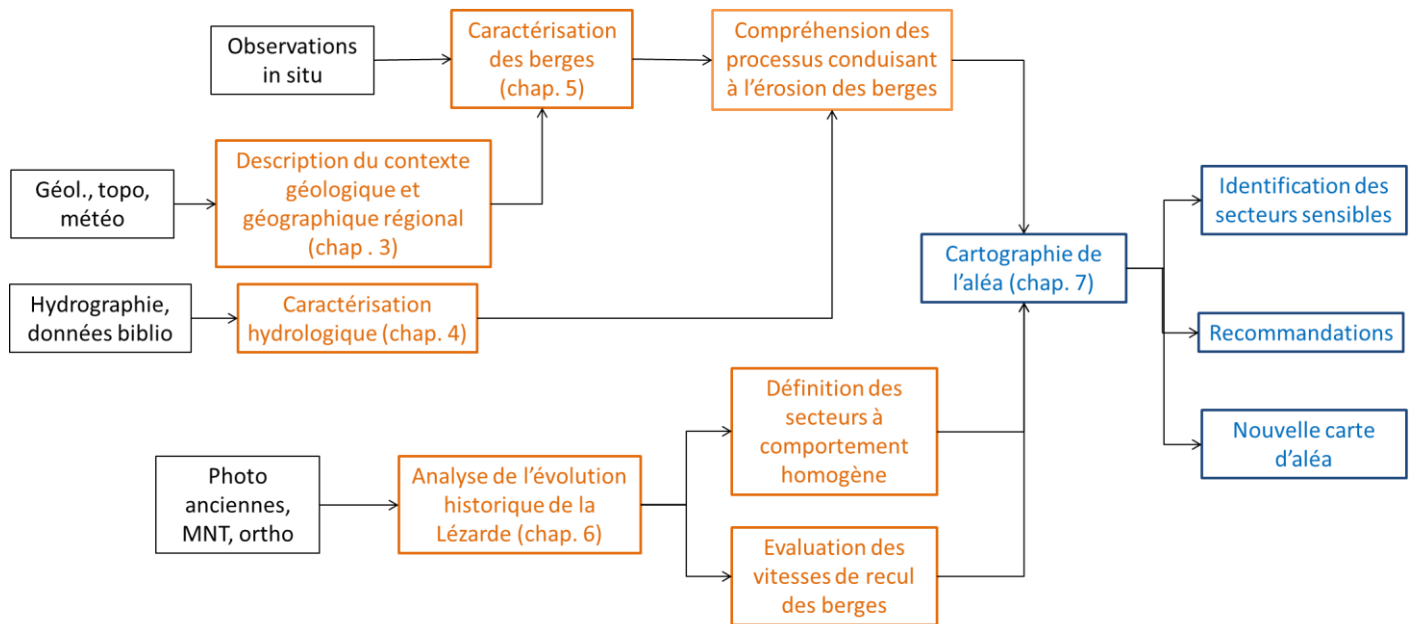


Illustration 1 : Organisation de l'étude

3. Présentation du contexte

3.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Située au centre de la Martinique, la commune du Lamentin s'étend sur un territoire vaste de 6232 ha composé en grande partie par une large plaine alluviale où s'écoulent les rivières la Lézarde, Longvilliers et Gondeau. Le bourg de la ville, l'aéroport international Aimé Césaire et ses zones commerciales de premier plan au niveau de l'île (ZI la Lézarde, ZI de la Jambette, ZI de Places d'Armes, Zone commerciale Les Mangles, ZA de Californie) sont installés sur cette plaine, en pourtour de la baie de Fort-de-France.

La plaine alluviale est bordée en rive droite de mornes d'altitudes moyennes, et au nord et en rive gauche par le massif montagneux du Morne Pitault qui s'étend de part et d'autre de la limite communale entre le Lamentin et le François. Ce massif constitue la première barrière terrestre aux alizés venant l'Atlantique. Le point culminant du Lamentin atteint 337 m NGM (Niveau Général des Mers) d'altitude, à l'est du territoire ; il s'agit du Morne Balata situé sur les hauteurs du quartier Roches Carrées.

3.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

3.2.1. Description de l'histoire géologique

Le contexte géologique général est défini par la carte géologique à 1/50 000 et sa notice (Westercamp et al., 1989). Le long de la rivière Lézarde, les formations volcaniques affleurantes appartiennent à 3 épisodes volcaniques distincts, soit, du plus ancien au plus récent :

- la chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault, en activité de 17,0 à 9,5 Ma B.P¹. Sur la zone d'étude, les formations issues de l'édification de la chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault sont des **hyaloclastites** et des **laves massives**.
- le volcan bouclier du Morne Jacob, en activité de 5,5 à 2,25 Ma B.P. Sur la zone d'étude, les formations issues de l'activité du Morne Jacob sont des **conglomérats** ;
- les Pitons du Carbet, en activité de 1,0 à 0,9 Ma B.P. Sur la zone d'étude, les formations issues de l'activité des Pitons du Carbet sont également des **conglomérats**.

Ces formations géologiques sont recouvertes de dépôts alluvionnaires fluviaux dont l'épaisseur a tendance à augmenter à l'approche de l'embouchure.

¹ B.P. : Before Present

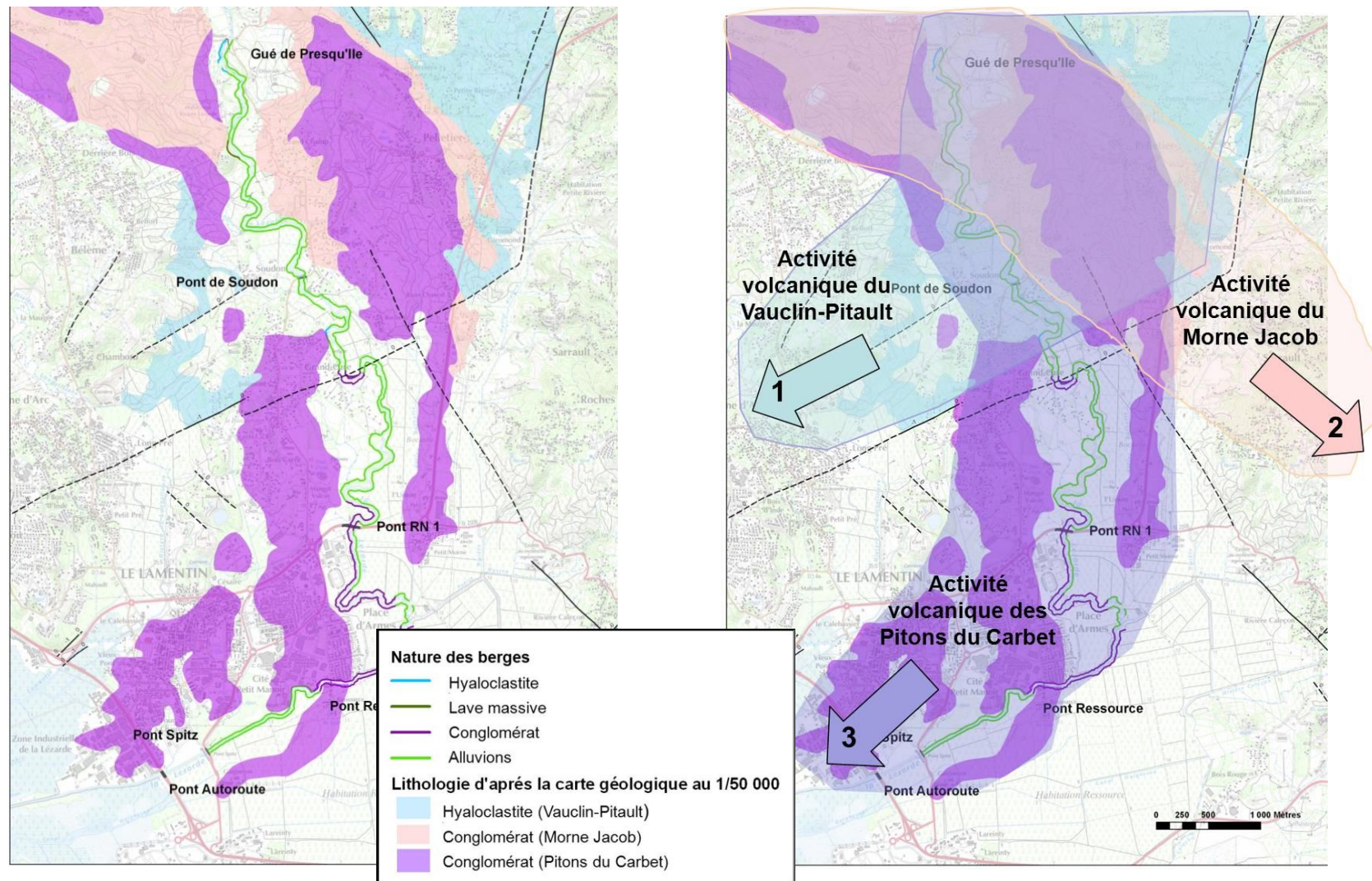


Illustration 2 : Synthèse géologique et interprétation d'après la carte géologique et les observations de terrain.
Fond : carte géologique vectorisée (Westercamp et al., 1989).

L'histoire de la mise en place géologique est schématisée en Illustration 2 et peut être résumée ainsi ;

- De 18,6 à 15,5 Millions d'années, se mettent en place des **hyaloclastites** (en bleu clair sur la carte géologique de l'Illustration 2), correspondant à une brèche d'explosions volcaniques sous une faible tranche d'eau. À l'échelle de l'île, elle présente un pendage général vers l'ouest-sud-ouest, indiquant un centre d'émission à l'est. Ces hyaloclastites se présentent sous la forme d'une brèche indurée de fragments centimétriques (lapilli) de lave vitrifiée. Ces niveaux sont ici localement palagonitisés (altération du verre magmatique donnant des teintes orangées à la roche). Des débris vitreux noirâtres (plus oxydés au contact de l'air) en provenance de bombes en « chou-fleur » plus ou moins éclatées y sont disséminés. Ces niveaux sont dits primaires car non-remaniés. Des investigations géophysiques réalisées dans le cadre de recherche d'eau souterraine (Cottez, 1974) indiquent que l'épaisseur de cette formation est *a minima* de 40 m. Dans la zone d'étude, ces hyaloclastites affleurent au pied de la rive droite de la rivière Lézarde, sur 400 m, en aval du « radier » et au niveau de l'extrados rive droite d'un méandre entre le pont de Soudon et le lieu-dit Grand-Case.
- De 14,8 à 14,0 Millions d'années, des coulées de **laves massives** recouvrent ces hyaloclastites. Elles sont, à l'échelle de l'île, altérées en profondeur, la roche saine n'apparaissant que dans les boules « en pelure d'oignons » résiduelles de l'altération. Sur le plan pétrographique, cette roche est porphyrique, parfois cumulative en phénocristaux de plagioclase. Dans la zone d'étude, la lave est massive saine et fracturée et forme sur un linéaire de 200 m, l'extrados rive droite d'un méandre de la rivière au sud de l'« Habitation Rivière Lézarde ». Cette roche peu altérée constitue aussi probablement le petit morne qui se dresse à l'est. Cette formation géologique est supposée appartenir à la formation des Basaltes de Vert-Pré, bien que cette lave ne présente pas le faciès argilisé généralement observé en Martinique.
- Près de 10 Millions d'années plus tard, l'activité effusive du volcan bouclier du Morne Jacob met en place des coulées massives de basalte et d'andésite. Ces laves ne parviennent pas directement jusqu'à la zone d'étude, mais plus tard, vers 2,0 Ma B.P., l'érosion de ces reliefs produira d'épais niveaux de **conglomérats polygénique** (en rose sur la carte géologique de l'Illustration 2). Ils sont constitués des produits du démantèlement et de remaniement d'éléments laviques originaires des dernières phases d'activité du Morne Jacob : des andésites aphyriques sombres et des andésites porphyriques à hyperstène et à augite. Ce conglomérat est présent, d'après la carte géologique, le long des berges de la Rivière Lézarde, principalement en rive gauche, du « radier » au Pont de Soudon.
- Enfin, se mettent en place au nord-est de la zone d'étude, les Pitons du Carbet, un complexe de dômes et de coulées de dacite. De 900 000 à 700 000 ans B.P., les produits de démantèlement de ces reliefs nappent sous forme de **conglomérat**, une large superficie au centre-est de la Martinique. Ils remplissent les talwegs creusés dans les conglomérats du Morne Jacob, notamment le cours de la Rivière Blanche. Les formations conglomératique des Pitons du Carbet observés au niveau des

berges de la Lézarde (en violet sur la carte géologique de l'illustration 2) se distinguent par leurs éléments andésitiques porphyriques à quartz et biotite. L'épaisseur de cette formation, à partir des observations de surface, est estimée à une dizaine de mètres. Ces formations sont localisées en rive droite de la Lézarde, du «radier» au pont de Soudon, au-dessus des hyaloclastites, puis de part et d'autre de la rivière en aval du pont de Soudon.

Sous le climat tropical humide des Petites Antilles, l'érosion est intense et le transport de sédiments par les cours d'eau l'est également. Il y a 6000 ans, la transgression² flandrienne³ a donné une côte à rias très découpée. Depuis, les apports des rivières ont comblé ces rias et ont formé des plaines qui se raccordent au niveau marin actuel.

La rivière Lézarde serpente ainsi dans une large plaine résultant de l'accommodation progressive du niveau marin. Les formations alluvionnaires atteignent jusqu'à 20 m d'épaisseur d'après les études hydrogéologiques (Cottez, 1974). On observe donc au niveau des berges de la rivière Lézarde un nappage alluvionnaire des formations précédemment explicitées. L'épaisseur de ces niveaux tend à augmenter d'amont en aval. Ainsi, du Pont de Ressource jusqu'à l'embouchure, les berges sont formées sur toute leur hauteur de dépôts alluvionnaires.

3.2.2. Description des quatre lithologies principales

Dans la suite du rapport, on distinguera seulement quatre types de lithologies :

- les hyaloclastites
- les laves massives
- les conglomérats anciens
- les alluvions récentes.

Les hyaloclastites

Les hyaloclastites se présentent sous la forme d'une brèche de clastes millimétriques à centimétriques dans une matrice cendreuse indurée. Cette formation présente un litage centimétrique, parfois bien marqué par la différence d'oxydation des niveaux. Dans le secteur étudiée, ces formations sont affectées par un réseau de failles de composante normale que l'on rattache à la tectonique distensive ayant affecté la région (graben Lamentin-Robert) (cf. Illustration 3). Les rejets sont métriques.

² Transgression : Avancée de la mer au-delà de ses limites antérieures avec submersion des parties basses des continents

³ Transgression flandrienne : Avancée de la mer provoquée par la remontée du niveau de la mer lors de la fonte des inlandsis, lors à la fin de la dernière glaciation de Würm, c'est-à-dire il y a environ de 17 000 à 10 000 ans.



Illustration 3 : Hyaloclastites, recoupés par un jeu de failles (Point 291)

La lave massive

La lave est saine, massive et fracturée. Cette formation géologique est supposée appartenir à la formation des Basaltes de Vert-Pré.



Illustration 4 : Laves massives (Point 296)

Les conglomérats anciens

Deux types de conglomérats sont présents sur la zone d'étude :

- Les conglomérats du Morne Jacob, formés de blocs sains pluri-décimétriques arrondis d'andésite ou de basalte sombre dans une matrice friable. La cohésion de cette formation semble faible. Les éléments libérés par le démantèlement du conglomérat sont *a priori* trop lourds pour être ensuite charriés par la rivière. Il en résulte alors un pavage de blocs d'andésite sombre. Cette formation est très localisée à l'amont de la zone d'étude, à proximité du gué de Presqu'île (cf. Illustration 5).



Illustration 5 : Conglomérat du Morne Jacob (Point 290)

- Les conglomérats des Pitons du Carbets, plus récents, sont formés de blocs de dacite (clairement identifiable par la présence de quartz), arrondis, de taille centimétrique à décimétrique, localement jusqu'à 30 cm, dans une matrice indurée peu abondante. D'après les observations réalisées, les bancs de ce conglomérat pourraient avoir une épaisseur supérieure à une dizaine de mètres.

Le long du cours de la rivière, on observe une altération de ces conglomérats. Ce processus débute par l'altération des blocs du conglomérat donnant des structures dites en « pelures d'oignons » (boules de dacite altérée) où la structure de la roche mère est encore reconnaissable (cf. Illustration 6) pour aboutir *in fine*, à la formation d'une allotérite où la structure de la roche mère ne l'est plus. La dacite est progressivement transformée en smectite (ocre). Puis, ces horizons sont lessivés (partie grisée) (cf. Illustration 6). Vers le sommet du profil, la structure s'apparente à une argile bariolée légèrement litée. La fraction sableuse observée dans ces argiles correspond aux quartz résiduels de l'altération de la dacite. La fraction quartzeuse est donc directement liée à la proportion des blocs de dacite dans le conglomérat. L'aspect anguleux de ces minéraux nous indique qu'il n'y a pas eu de transport. Cela permet de véritablement distinguer ces niveaux argileux des formations alluviales.



Illustration 6 : Profil d'altération des conglomérats des Pitons du Carbet, avec structure en pelure d'oignon (Point 281)

Les alluvions

Les dépôts fluviaux fins, de type argiles et sables, présentent de nombreuses variations de faciès traduisant leurs phases de dépôts successives.

Ces dépôts sont de nature sablo-silteuse à silto-limoneuse, riches en quartz du fait du démantèlement du conglomérat dacitique (cf. Illustration 7).



Illustration 7 : Alluvions (Point 230)

3.2.3. Synthèse géologique

L'illustration 8 synthétise les caractéristiques des formations lithologiques rencontrées sur la zone d'étude.

	Définition	Période géologique de mise en place	Age de mise en place	Affleurement sur la zone d'étude
HYALOCLASTITE	Brèche d'explosions volcaniques sous une faible tranche d'eau (dépôts sous-marins)	chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault	de 18,6 à 15,5 Ma B.P	Au pied de la rive droite de la rivière Lézarde, sur 400 m, en aval du « radier » et au niveau de l'extrados rive droite d'un méandre entre le pont de Soudon et le lieu-dit Grand-Case.
LAVES SAINES	Coulées de laves massives	chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault	De 14,8 à 14,0 Ma B.P.	En rive droite d'un méandre de la rivière, au sud de l'« Habitation Rivière Lézarde ».
CONGLOMÉRAT du Morne Jacob	Produits du démantèlement et de remaniement d'éléments laviques originaires des dernières phases d'activité du Morne Jacob	volcan bouclier du Morne Jacob	2 Ma B.P.	Principalement en rive gauche, du « radier » au Pont de Soudon.
CONGLOMÉRAT des Pitons du Carbet	Produits du démantèlement et de remaniement des coulées de dacite du Pitons du Carbet	Pitons du Carbet	De 900 000 à 700 000 ans B.P.	En rive droite de la lézarde, du «radier» au pont de Soudon, au-dessus des hyaloclastites, puis de part et d'autre de la rivière en aval du pont de Soudon.
ALLUVIONS	Sédiments de nature sablo-silteuse à silto-limoneuse, issu du transport par les cours d'eau	Quaternaire	Récent	Recouvre l'ensemble des formations géologiques

Illustration 8 : Caractéristiques des formations lithologiques rencontrées sur la zone d'étude

3.3. ZONE D'OCCUPATION DES SOLS

En bordure de la rivière, la BD Topo (2004) indique essentiellement des bananeraies, notamment à l'amont du pont de la RN1 (cf. Illustration 9). Un changement de pratique agricole se serait probablement opéré, les cannes à sucres étaient largement plus présentes le long de la Lézarde en 1986 (ORSTOM, 1986).

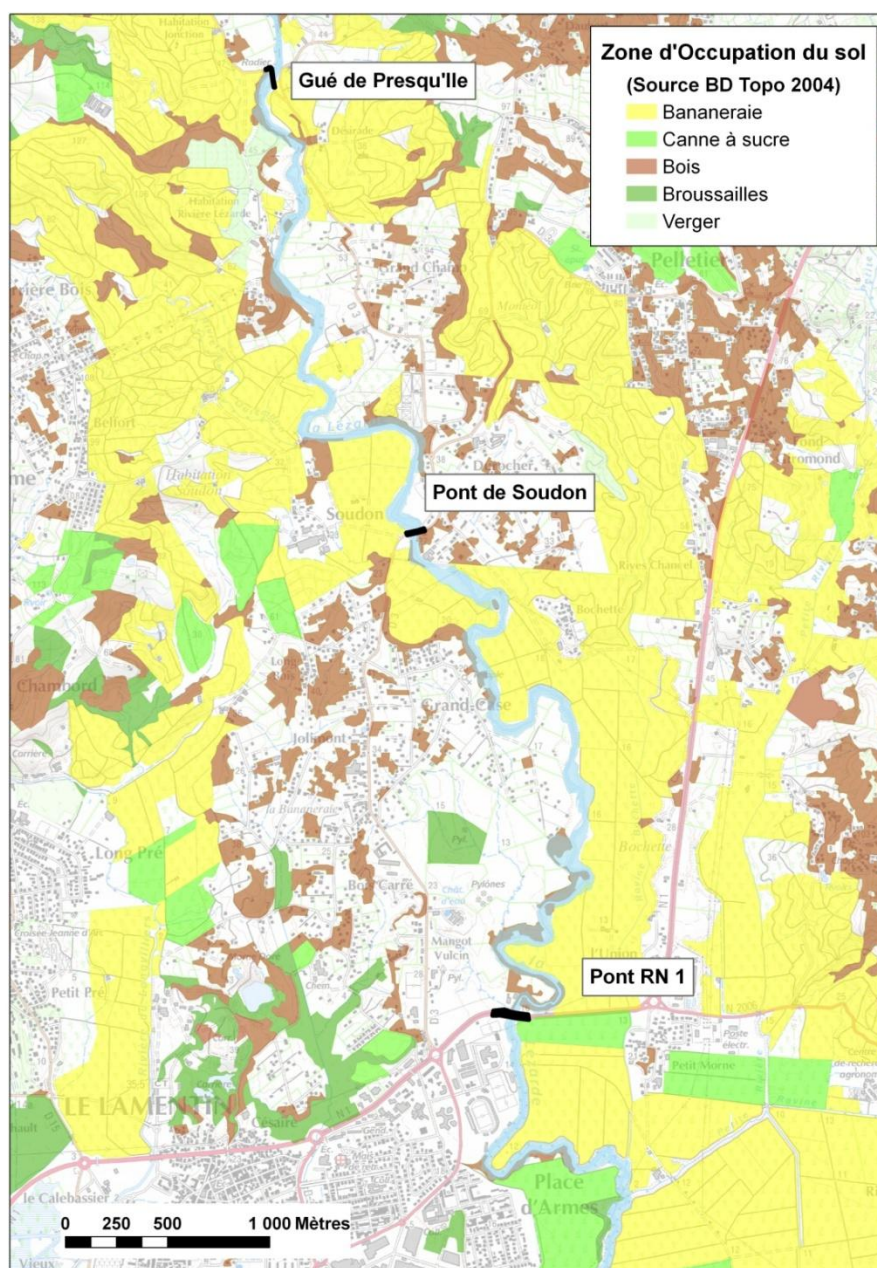


Illustration 9 : Zone d'occupation des sols, hors tissu urbain (Source : BD Topo 2004)

4. Synthèse des éléments hydrologiques

4.1. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE DE LA RIVIÈRE

La Lézarde draine le plus important bassin versant de la Martinique (131 km²), correspondant à 10 % de la surface de l'île (cf. Illustration 10).

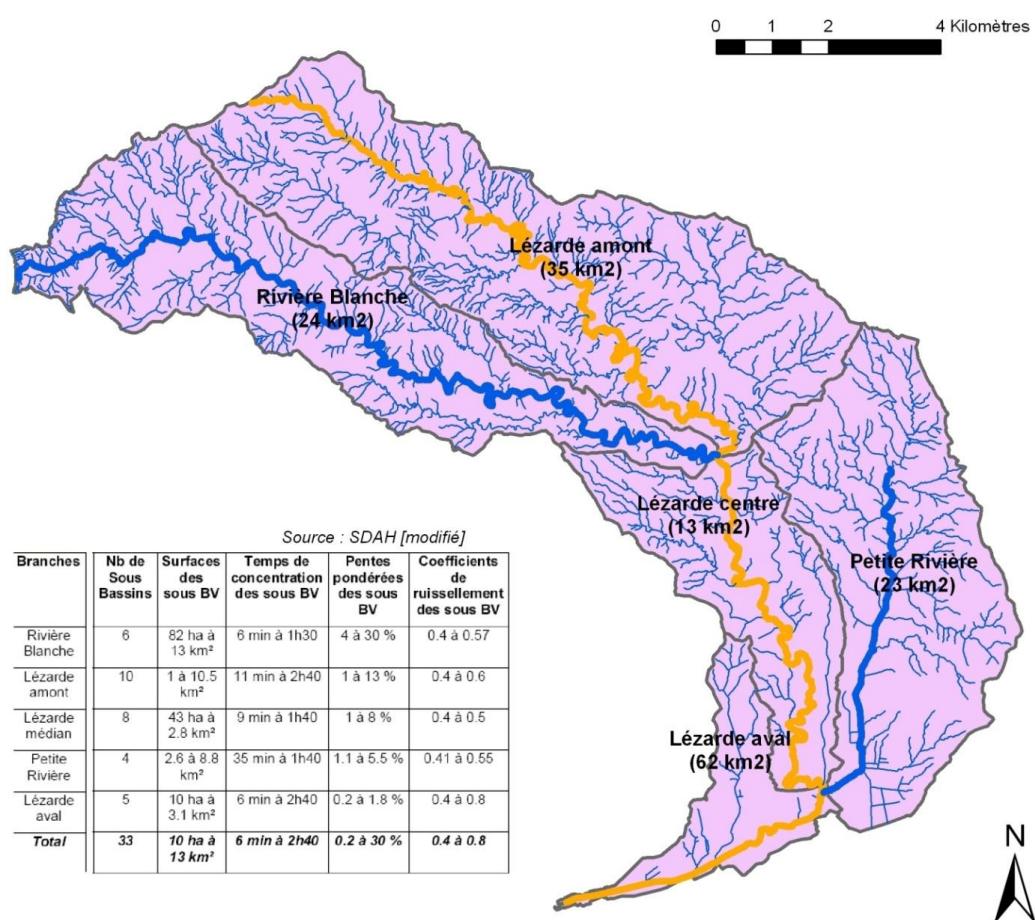
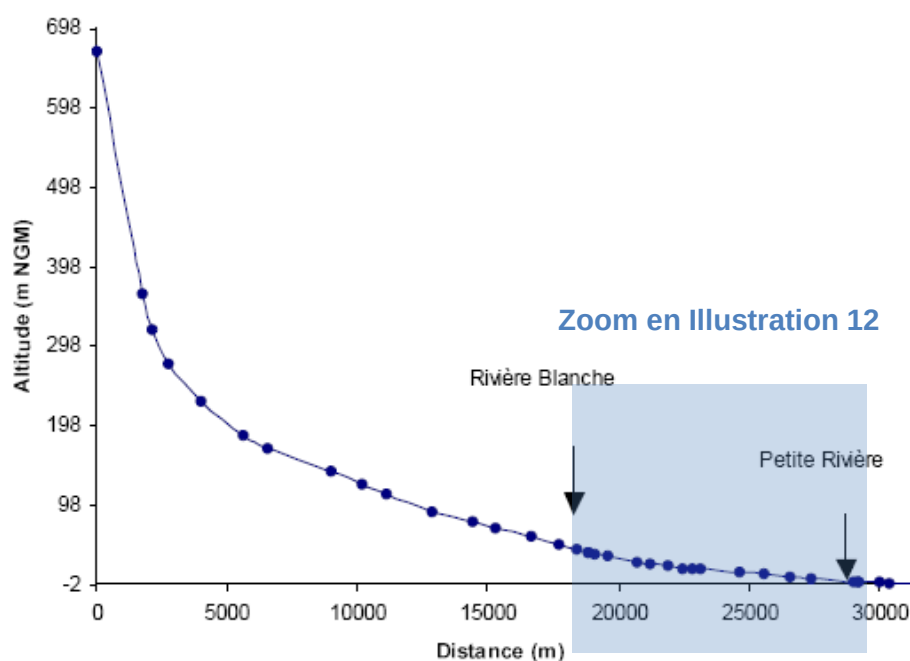


Illustration 10 : Bassin versant de la Lézarde

La Lézarde est qualifiée de « rivière de type mixte » par Saffache (1999), soit un régime amont de type torrentiel (forte pente) et un écoulement de « plaine » en aval. Quand la pente diminue, le canal s'élargit, proportionnellement à l'exhaussement du fond de son lit, du fait de l'accumulation qui s'y produit.

La rivière parcourt 28,5 km aujourd'hui (contre 33,25 avant 1932). Sa pente passe de 15% en amont, pour devenir quasi-nulle sur les derniers kilomètres (BRGM, 1984) (Illustration 11).

Sur le tronçon étudié, la pente reste donc limitée, inférieure à 1 % (cf. Illustration 12) mais présente néanmoins une rupture au niveau du Pont de Soudon, qui suggère un changement de contexte géologique (Illustration 12).



*Illustration 11 : Profil en long de la rivière Lézarde, depuis sa source jusqu'à son embouchure
(Source BCEOM, 2003)*

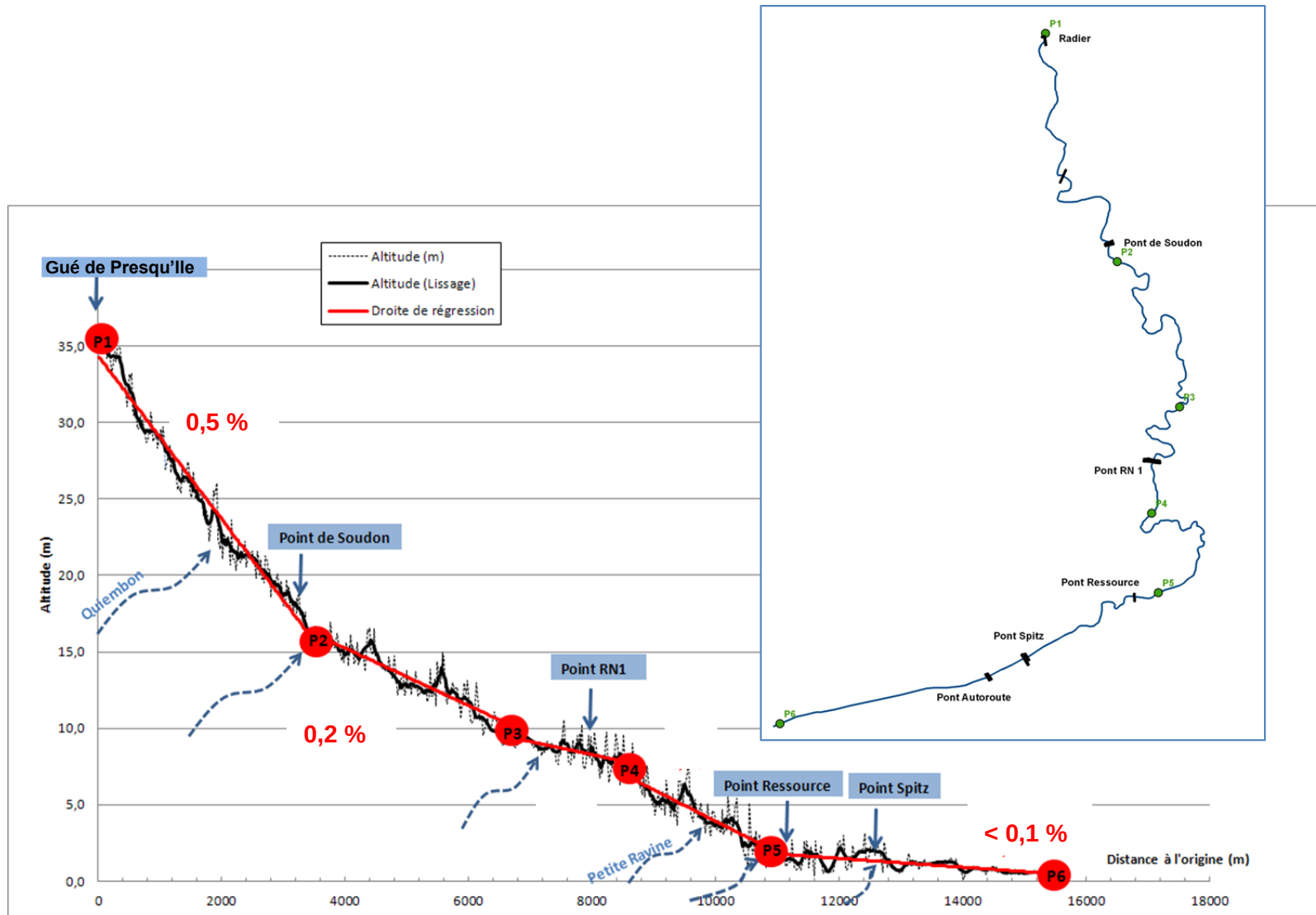


Illustration 12 : Profil en long de la rivière Lézarde, sur le tronçon étudié (issu des données Litto3D)

4.2. DESCRIPTION HYDROMORPHOLOGIQUE DU COURS D'EAU

4.2.1. Présentation générale actuelle (source : BCEOM, 2003)

La rivière Lézarde prend sa source à 650 m NGM, sur les contreforts des Pitons du Carbet, sur la commune de Gros Morne, au pied des Mornes du Lorrain et Bellevue, et rejoint la mer des Caraïbes au niveau du Cohé du Lamentin, entre la Z.I. de la Lézarde et l'aéroport.

Au niveau de la limite de commune de Saint Joseph, elle a déjà parcouru 21 km, essentiellement en zone naturelle, dans un lit très encaissé. Elle reçoit les apports de la petite Lézarde en rive gauche et de la rivière Rouge (ou Pierre Denis), de la rivière Claire et de la rivière Blanche en rive droite.

La rivière Blanche rejoint la Lézarde en limite nord de la commune du Lamentin. Si ces deux rivières sont de véritables torrents en amont, elles deviennent rapidement des rivières torrentielles puis des rivières à méandres en aval.

En aval de la confluence avec la rivière Blanche, en amont du pont de Soudon, la Lézarde reçoit les apports de la rivière Quiembon en rive droite, qui draine un petit bassin de 2,8 km² majoritairement naturel. Ensuite, elle reçoit en rive gauche les apports de la ravine Bochette et de la Petite Rivière, deuxième affluent très important qui récolte les eaux d'un bassin de 23 km², qui s'étend de Vert Pré à Roches Carrées en passant par Duchêne.

En aval du pont de Soudon, le lit de la rivière s'encaisse fortement dans les alluvions.

Du méandre de Place d'Armes à la mer, le lit de la Lézarde est artificiel, la rivière ayant été détournée de son lit initial au siècle dernier (cf. § 4.2.2). Il est quasi rectiligne, ses berges sont abruptes, localement endiguées en rive gauche en amont de l'autoroute et en rive droite en aval. La Lézarde reçoit dans ce tronçon les apports de deux affluents en rive droite : le canal Mamin et le canal Petit Manoir, qui drainent des bassins fortement urbanisés. Sur ce secteur où la pente de la Lézarde est très faible et la largeur du lit peu importante, l'écoulement de ces canaux est fortement perturbé voire freiné en cas de crue de la Lézarde.

En aval de l'autoroute, les berges de la Lézarde perdent de leur hauteur tandis que la pente du lit diminue. Son embouchure progresse en mer et est le plus souvent obstruée par un bouchon sableux.

4.2.2. Rectification du lit (Source : Huygues Belrose, 2003)

Initialement, la plaine du Lamentin était drainée par trois lits mineurs principaux, qui recevaient non seulement les apports de la Lézarde mais également de la rivière Bochette (qui était autrefois un bras de la Lézarde, transformé en affluent du fait de l'envasement), la Petite Rivière, la Rivière Caleçon et les affluents de Ducos.

Le lit mineur principal était identique au lit actuel jusqu'au niveau de Place d'Armes, puis bifurquait vers le Sud Est pour reprendre le tracé actuel de la rivière Caleçon puis de «

l'ancien lit de la Lézarde ». L'illustration 13 indique cet ancien tracé, qui se termine par trois lits mineurs principaux.

Le propriétaire de l'usine du Lareinty et de l'habitation Rivail (M. Aubéry) eut l'idée, en 1928, de détourner le bras principal pour éviter les dégâts causés périodiquement à ses champs de cannes par les inondations. Après 4 ans de travaux, son parcours a ainsi été raccourci de 5 km (soit presque 17 % de son cours initial). Le détournement a entraîné le creusement rapide d'une gorge en gradins par érosion régressive entre le pont de Ressource et le pont de Soudon sur la Lézarde, mais aussi sur la ravine de Roches Carrées (source BCEOM, 2003). Dès 1932, à chaque débordement les berges s'affaissaient par paquets et les ouvrages d'art devaient être fréquemment réparés (source BCEOM, 2003).

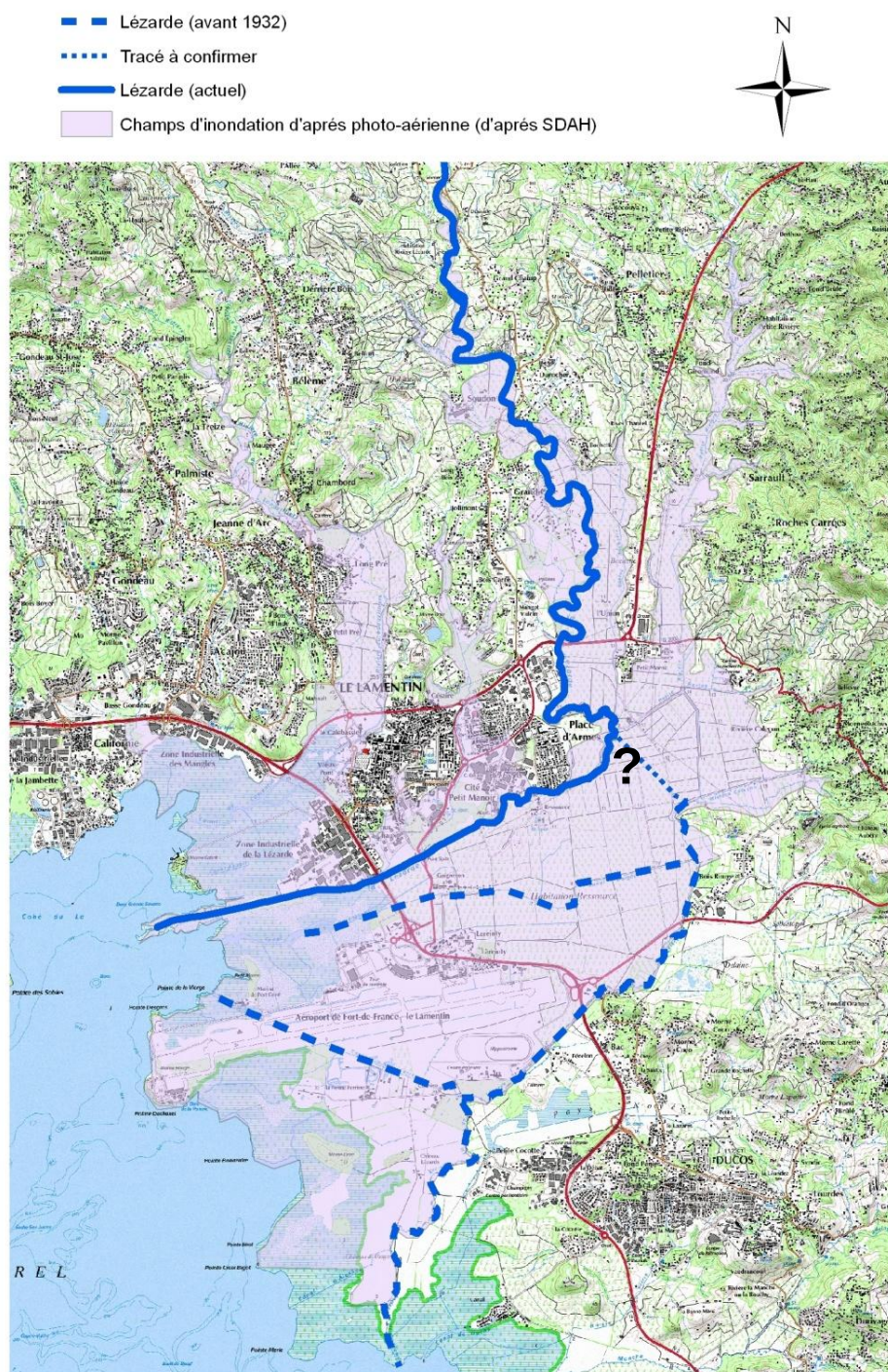


Illustration 13 : Delta de la Lézarde actuelle et lits mineurs initiaux

4.3. CARACTÉRISATION HYDROLOGIQUE

Cette rivière a fait l'objet d'une étude en 2003, visant l'élaboration d'un Schéma Directeur d'Aménagement Hydraulique (SDAH). Son objectif était notamment de définir des modalités d'intervention dans le domaine des inondations à l'échelle de la commune. Il a été pris comme référence en termes d'information sur les débits de la Lézarde.

4.3.1. Régime actuel

Les informations quantitatives issues des stations hydrométriques du réseau de mesure de la DEAL (débit de crues, débit d'étiage mensuel quinquennal (QMNa5, module inter-annuel)) le long du cours d'eau, sont synthétisées sur l'illustration 16. Les débits de crue sont repris en Illustration 14. Il est précisé que les valeurs obtenues au pont de Soudon, différent des informations disponibles dans la littérature, « *du fait d'un échantillon de mesures incomplet* » et sont donc à moduler à cet endroit.

À partir des mesures aux stations limnigraphiques et pluviométriques, un modèle hydrologique « pluie / débit » a été calé permettant de déterminer des hydrogrammes de crues en différents points du bassin versant, sachant que le coefficient de ruissellement actuel a été déterminé à partir des photos aériennes de 2002 et du POS. L'hydrogramme modélisé permet d'accéder aux débits de pointe aux différents nœuds du modèle. Les valeurs obtenues sont reportées cartographiquement en Illustration 16.

Rivière	Station	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Lézarde	Lézarde 2	80	162	262
Lézarde	Pont de Soudon	177	322	503
Blanche	Alma	22	55	100

Illustration 14 : Débit de crue estimée à partir des hauteurs d'eau mesurées aux stations limnigraphiques (Source : BCEOM, 2003)

Le coefficient de ruissellement du régime actuel a été déterminé à partir de l'occupation des sols détectée sur les photographies aériennes. L'illustration 15 synthétise les coefficients de ruissellement qui ont été attribués par secteur.

Catégorie	Zone	Coefficient de ruissellement
Actuel Commune du Lamentin	UA, UB, UEb, UEi,	0,9
	Ubc	0,6
	Ubdj et Ubi, UF	0,8
	UC, UCbn UCc, UEa	0,7
	UCa, UD, UFi,UM, UX, Uxa	0,6
	UE	0,7 à 0,9
	UL	0,5
	NA, 1NAi, NA UC	0,4
	2NAi, NB, NBa	0,6
	NA UCa	0,85
	NA UD	0,4 à 0,6
	NA Uda, NBb	0,5
	NA UE	0,4 à 0,7
	NA UEi	0,5 à 0,6
	NA UF	0,4
	NA UG	0,4 à 0,6
Actuel Autres Communes	Naturelle	0,4
	Habitat diffus	0,6
	Dense	0,9
1950	Surface habitées	0,7
	Autres surfaces	0,4

*Illustration 15 : Coefficient de ruissellement estimé dans le SDAH
(Source : Annexe 4 SDAH (BCEOM, 2003))*

4.3.2. Évolution du régime de crue depuis 1951

Le régime de crue de 1951 a été évalué en déterminant le coefficient de ruissellement à partir des photographies aériennes de l'époque.

L'étude a mis en évidence une nette augmentation des débits (entre 11 et 25 %, cf. Illustration 17) et donc des vitesses d'écoulement et du transport solide, depuis 1951.

Cette augmentation correspond probablement à une accentuation du ruissellement, qui peut avoir plusieurs causes : le déboisement des zones rurales entraînant la mise à nu des sols, l'urbanisation qui augmente l'imperméabilisation. Les augmentations seraient, en proportion, plus élevées sur la partie aval du bassin versant et sur la Petite Rivière.

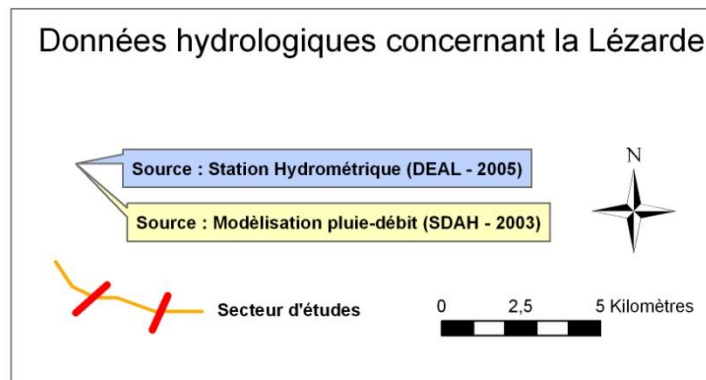
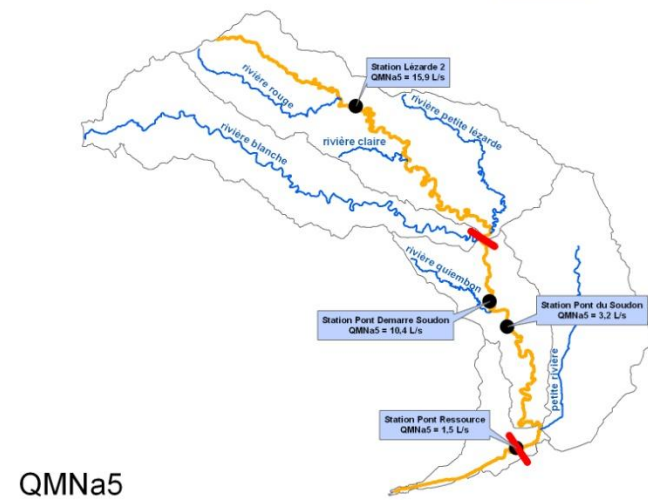
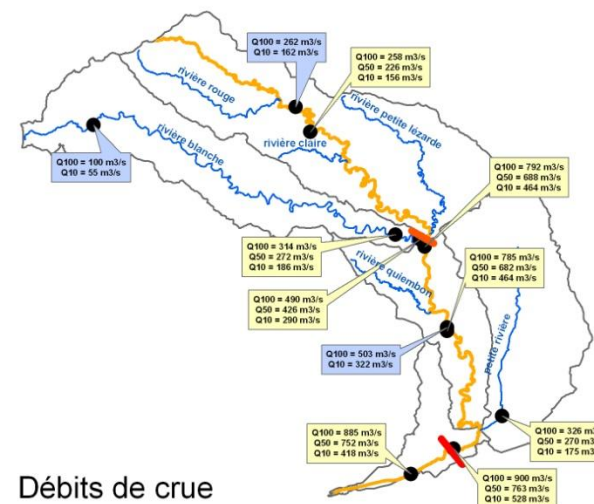
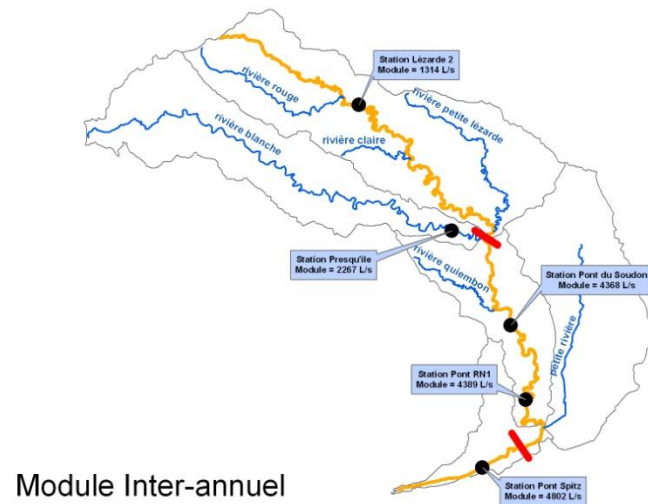


Illustration 16 : Synthèse des informations hydrologiques disponibles sur la rivière Lézarde

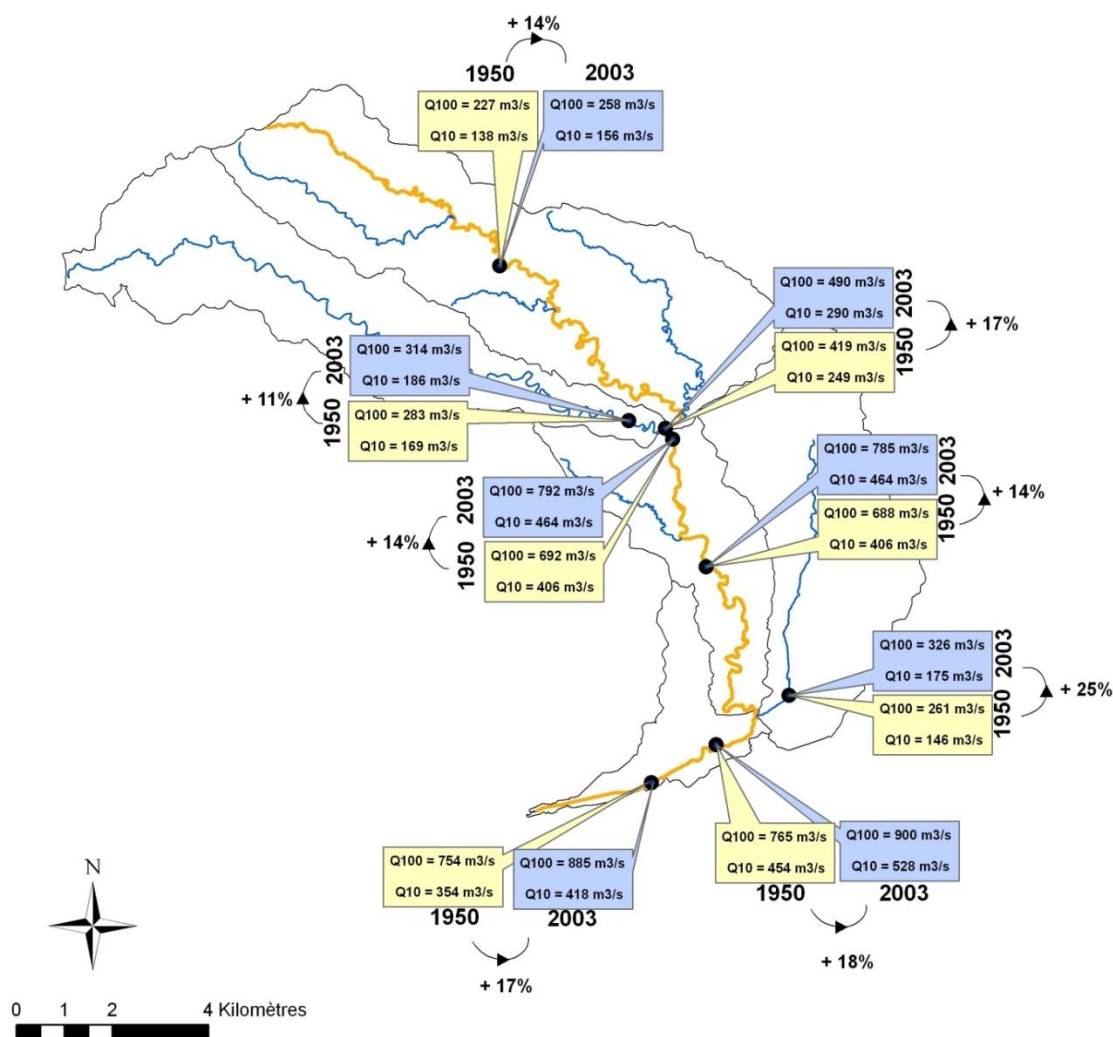


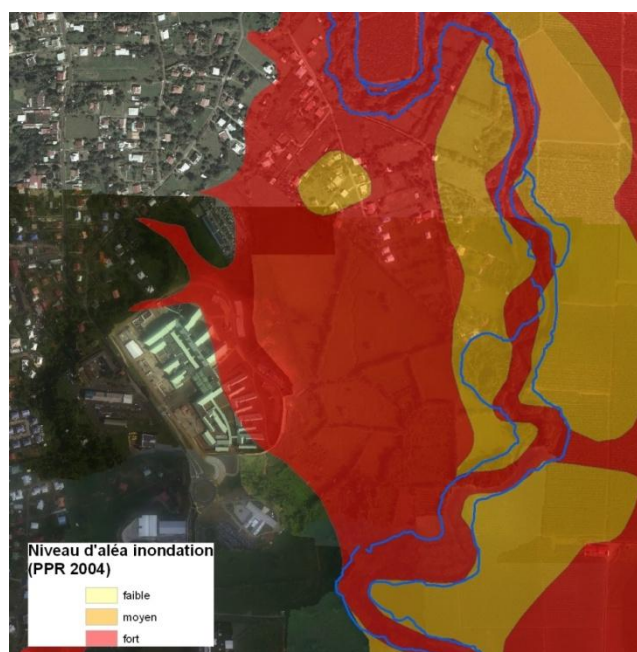
Illustration 17 : Évolution des débits centennaux et décennaux depuis 1950, d'après les modèles pluie-débit du (BCEOM, 2003)

4.4. CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

Les précipitations annuelles moyennes sur la plaine du Lamentin varient entre 2 000 et 2 500 mm (Safege, 2009). La Lézarde inonde régulièrement d'importantes zones à enjeux sur sa partie aval (habitations, entreprises commerciales et industrielles, routes et autoroute, piste de l'aéroport).

Dans le PPR de 2004, la cartographie des zones inondables a été fondée sur une démarche hydrogéomorphologique. Cette approche permet notamment de délimiter, au sein des plaines alluviales, les zones qui ne sont jamais submergées. L'analyse hydro-

géomorphologique a été effectuée à partir de l'analyse de photographies aériennes, d'observations de terrain et d'une enquête de terrain systématique. L'illustration 18 en présente un extrait.



*Illustration 18 : Zonage de l'aléa inondation, sur la ZAE Mangot Vulcin.
Source : PPR 2004*

4.5. PROBLÉMATIQUE DU TRANSPORT SOLIDE SUR LE BASSIN DE LA LÉZARDE

Généralité sur le transport solide

Un cours d'eau dispose d'une capacité de transport solide liée à son débit liquide et sa pente. Il se produit un équilibre entre le transport solide (matériaux déposés à certains endroits et matériaux arrachés à d'autres endroits) et les apports liquides, par le biais de la pente et de la géométrie du cours d'eau.

Un cours d'eau naturel ajuste continuellement sa pente globale d'équilibre afin de pouvoir évacuer, avec son régime hydrologique, sa charge alluviale. Il y parvient en érodant ses berges, en déposant ses sédiments à d'autres endroits, en réduisant sa pente par méandrage ou en l'augmentant par recoupement de méandres. C'est la dynamique fluviale. Si l'une des trois composantes (charge alluviale, débit liquide, géométrie) est modifiée, les autres peuvent l'être aussi, et il peut s'ensuivre un déséquilibre total au-delà d'un certain seuil.

Le transport solide dans la Lézarde

Ainsi, le transport solide, notamment régi par la pente, se présente sous la forme de charge grossière en amont et de particules fines en aval :

- Le cours amont de la Lézarde est encombré de blocs de lave saine, auxquels s'ajoutent des fragments de roches argilisées (BRGM, 1984). Les premiers sont débités en graviers (visibles au pont de Soudon). Les seconds sont très rapidement délités en particules argileuses ;
- Sur le bassin versant de la rivière Lézarde, le flux de matières en suspension (MES) mobilisées chaque année a été estimé à 50 tonnes par km² (BRGM, 1984). D'après les calculs réalisés, la charge sédimentaire évacuée par la Lézarde varierait annuellement de 158 000 à 315 000 m³ (SOGREAH, 2000). Cette charge annuelle entraîne un envasement et un exhaussement du fond de la rivière. Ce flux de sédiments très fins (silts et argiles) correspond au lessivage des particules les plus fines présentes sur les sols du bassin versant.

La capacité de transport solide de la Lézarde, peut donc être modifiée par :

- Une augmentation exceptionnelle de la charge solide, provoquée par exemple par des mouvements de terrain en amont, et donc exacerbée lors de fortes pluies et qui plus est lors d'événements cycloniques ;
- Une augmentation diffuse de la charge solide, liée à l'augmentation des surfaces imperméabilisées, et donc du ruissellement, ou liée à des pratiques culturales inadaptées. L'érosion est maximale pour les zones agricoles productrices essentiellement de bananes et de canne à sucre, par rapport au couvert par la végétation (forêt ou pâturage). En effet, après les récoltes, la mise à nu des sols augmente leur sensibilité à l'érosion (Saffache, 1999). L'érodibilité est d'autant plus grande que les sillons de cultures sont tracés parallèlement à la pente (Saffache, 1999).
- Une modification de la pente d'écoulement, comme ce qui a été induit par la rectification du lit, ou plus précisément le raccourcissement du cours de la rivière (cf. § 4.2.2). La rivière acquiert ainsi une énergie plus importante, qui va l'amener à inciser son lit (cf. Illustration 19).
- Une modification de la géométrie par l'édification d'infrastructures comme des ponts ou des «radiers», qui constituent des obstacles à son écoulement, favorisant ainsi non seulement le rehaussement de la ligne d'eau en amont, mais également le ralentissement des eaux et donc l'accumulation des matériaux transportés lors des crues. Sur notre tronçon, il s'agit surtout du Gué de Presqu'île en amont de la zone d'étude et de plusieurs seuils répartis sur le linéaire (non cartographié).

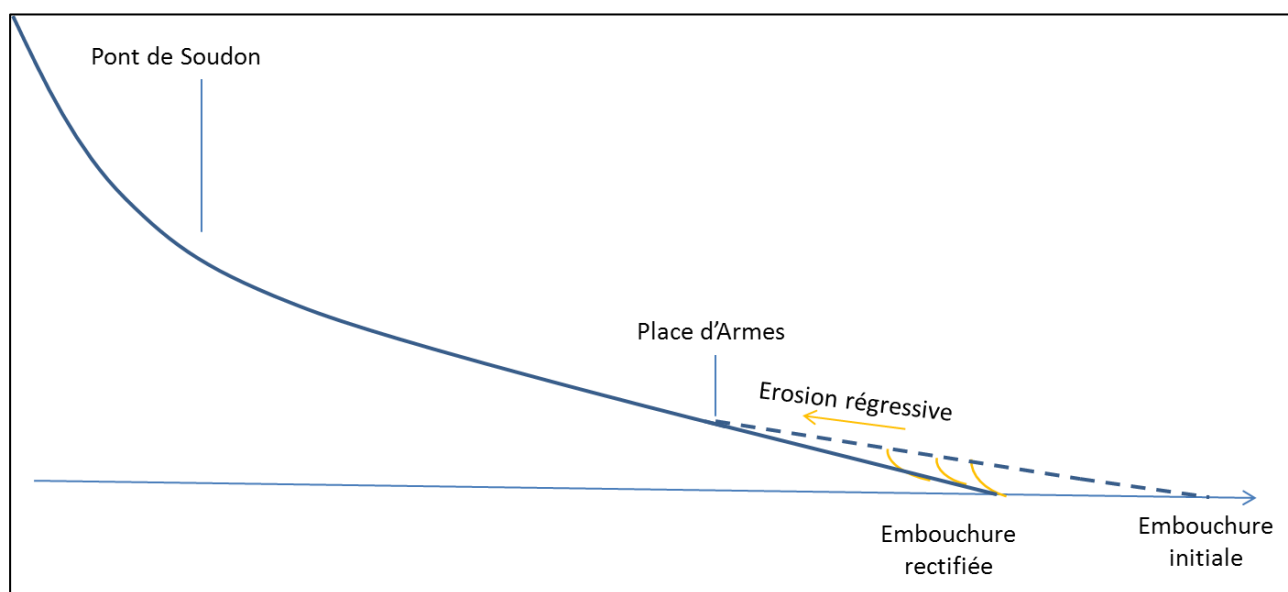


Illustration 19 : Schéma des effets possibles de la rectification du lit de la Lézarde (échelle non respectée)

5. Caractérisation des berges

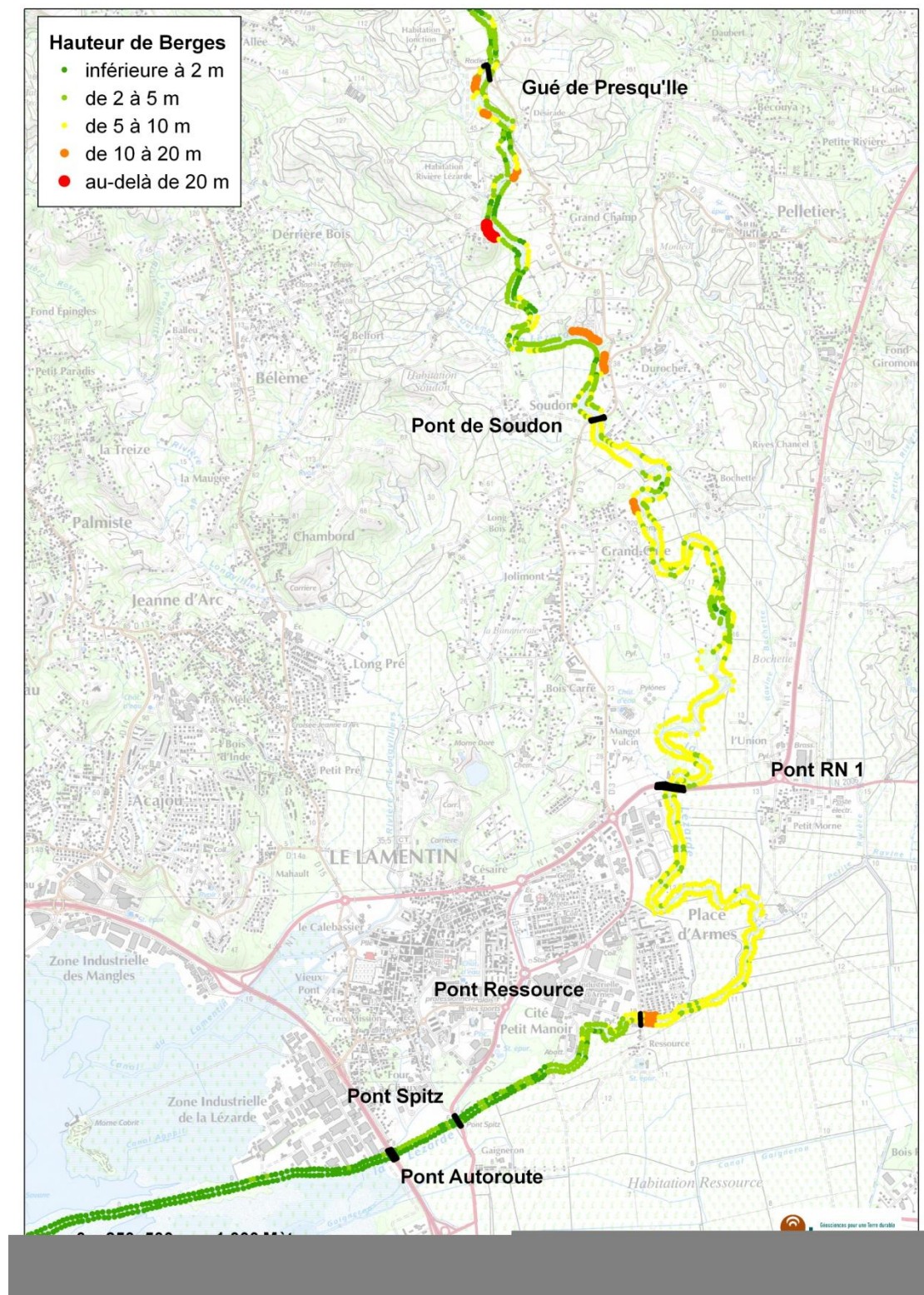
5.1. LA HAUTEUR DES BERGES DE LA LÉZARDE

La hauteur des berges de la rivière a été déterminée à partir des données du Litto3D (cf. Illustration 20).

Sur le linéaire étudié, la hauteur de berges est en majorité inférieure à 10 m bien que localement cette hauteur puisse atteindre plus d'une vingtaine de mètres. Le Pont de Soudon marque un changement : les berges sont moins hautes en amont (5 m maximum) puis s'élèvent ensuite vers l'aval (entre 5 et 10 m de hauteur).

Ce constat est à relier d'une part au profil en long de la rivière, qui présente une rupture de pente marquée au niveau du pont de Soudon (cf. Illustration 12) et d'autre part, à la nature des berges. En effet, la hauteur des berges est plus limitée sur les secteurs à forte pente, où l'incision du lit est réduite. Par ailleurs, les secteurs localisés où les berges sont nettement plus hautes (en orange, rouge sur l'illustration ci-dessous) correspondent le plus souvent à des affleurements géologiques massifs (laves massives ou hyaloclastites).

Notons également que sur certaines portions, il existe une grande différence de hauteur la rive droite et la rive gauche, notamment en aval du gué de Presqu'île (plus de 10 m en rive droite et moins de 5 m en rive gauche).



5.2. TYPOLOGIE DES BERGES

Les reconnaissances de terrain nous ont permis d'identifier la nature lithologique des berges sur le linéaire étudié. Décrites au § 3.2, les formations lithologiques rencontrées le long du linéaire étudiées sont :

- les hyaloclastites (épisode volcanique du Vauclin-Pitault)
- les laves massives (épisode volcanique du Vauclin-Pitault)
- les conglomérats (épisodes volcaniques du Morne Jacob et des Pitons du Carbet)
- les alluvions récentes.

A partir de cela, 4 types de berges ont été distingués sur le terrain et localisées en Illustration 21. Il s'agit :

- De berges de **conglomérats**, reposant sur des **hyaloclastites** (type A) ;
- De berges constituées entièrement de **laves massives** (Type B) ;
- De berges constituées de **conglomérats altérés** (Type C) ;
- De berges constituées d'**alluvions récentes** (Type D).

Chacune est décrite dans les paragraphes suivants.

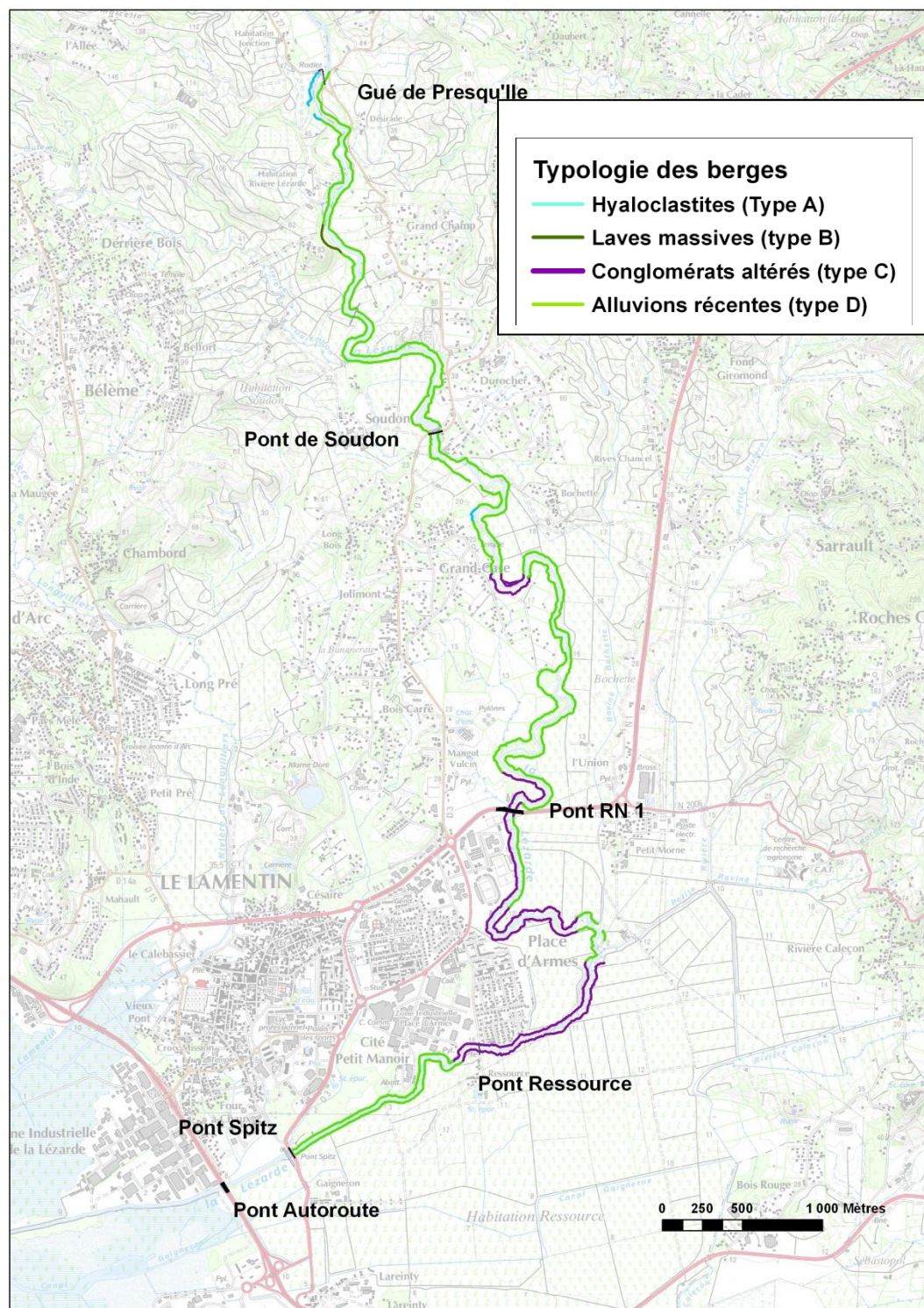


Illustration 21 : Typologie des berges sur la zone d'études

Berges de conglomérats reposant sur des hyaloclastites (Type A)

Ces types de berges affleurent en amont de la zone d'étude, vers le gué de Presqu'île d'une part, puis localement, au milieu du linéaire, vers Grand Case. Pour ces berges, les hyaloclastites constituent la base des berges et le lit de la rivière. Elles sont surmontées de conglomérats souvent hors d'eau. Ainsi, lors des investigations de terrain, les hyaloclastites affleuraient généralement au niveau de l'eau ou étaient exondées de 3 à 5 m maximum, au niveau du Gué de Presqu'île.

Ces berges sont relativement hautes (environ 15 m). Elles correspondent systématiquement à des reliefs se démarquant topographiquement.

Par ailleurs, ce secteur est très peu mobile d'après la comparaison photo-aérienne (cf. chapitre suivant). À Grand Case, la végétation ligneuse témoigne d'une évolution très lente.

L'illustration 22 schématise ce type de berges.

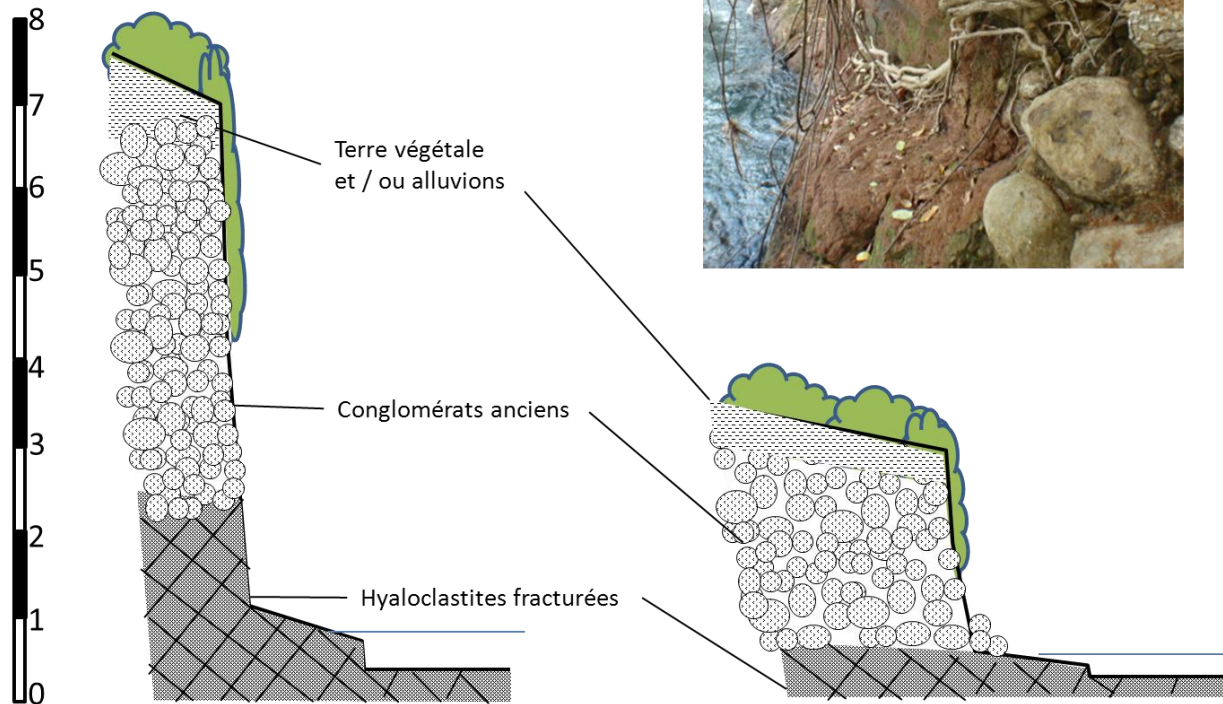


Illustration 22 : Schéma type des berges de conglomérat reposant sur des hyaloclastites (type A). Photo Point 291

Berges constituées de laves massives (type B)

Ce type de berge massive ne constitue que 200 m de linéaire, dans le secteur d'Habitation Rivière Lézarde. La lave saine massive et très fracturée constitue un contrefort raide en rive droite, alors que la rive gauche est douce.

Cette portion de berge correspondant au secteur où les berges sont les plus hautes (35 m environ).

L'illustration 23 schématise ce type de berges, très localisées.

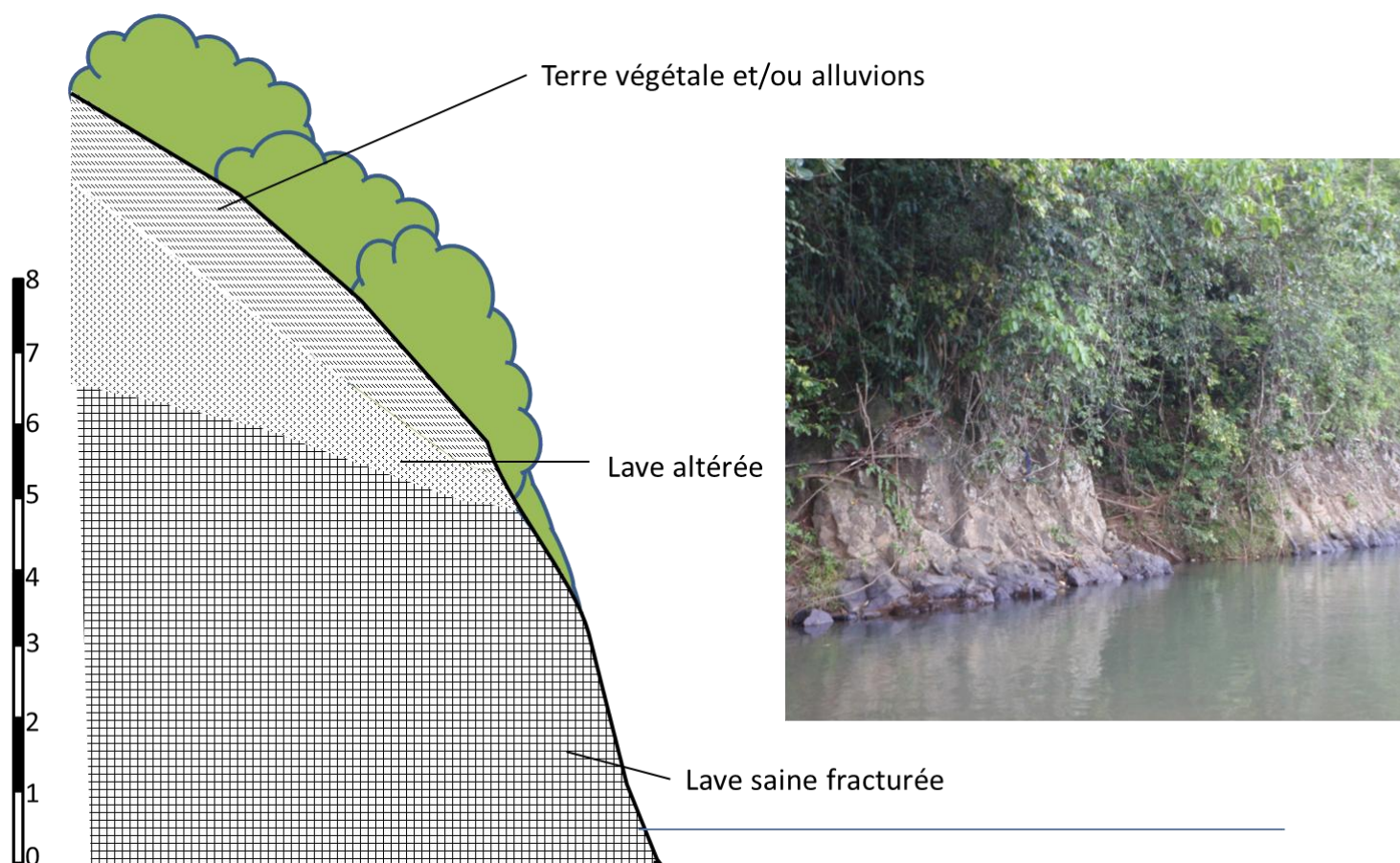


Illustration 23 : Schéma type des berges en laves massives. Photo Point 296

Berges constituées de conglomérats altérés (type C)

Ce type de berge constitue la majorité des berges (surtout en rive droite), entre le pont de la RN1 et le pont de Ressource. Plus précisément, on observe une altération croissante des conglomérats depuis le pont RN1 jusqu'au pont Ressource.

Les processus d'altération de ces conglomérats sont discutés dans le § 3.2.2.

Lorsque le conglomérat est peu altéré, il constitue un point dur qui arme les berges, résistant à l'érosion hydraulique. Les caractéristiques mécaniques (cohésion, coefficient de frottement) sont fortes (cf. Illustration 24). Ces conglomérats sains à la base des berges affleurent notamment à l'amont du pont de Soudon et vers Place d'Armes.



Illustration 24 : Conglomérat sain, à la base des berges, constitué d'éléments de 10 à 20 cm de diamètre (Point 282)

Après la confluence avec Petite Rivière, on observe un enfoncement du lit de la rivière dans ces profils altérés (cf. Illustration 25 et Illustration 56). Ceci expliquerait que la hauteur des berges augmente si nettement, notamment sur les 100 m en amont du Pont de Ressource (10 m de hauteur moyenne). Ces constats de terrain confirment les effets d'incision provoqués par la rectification du lit (cf. Illustration 19). Sur les berges les plus hautes à proximité du Pont de Ressource, la paroi est subverticale sur une dizaine de mètres de hauteur.



Illustration 25 : Incision dans les profils altérés (Point 281)

Notons également le pendage apparent dans ses profils altérés conforme à la topographie des berges en rive gauche et pouvant justifier la topographie relativement plus douce de ces berges (cf. § 5.4.3).

L'illustration 26 schématise ce type de berges.

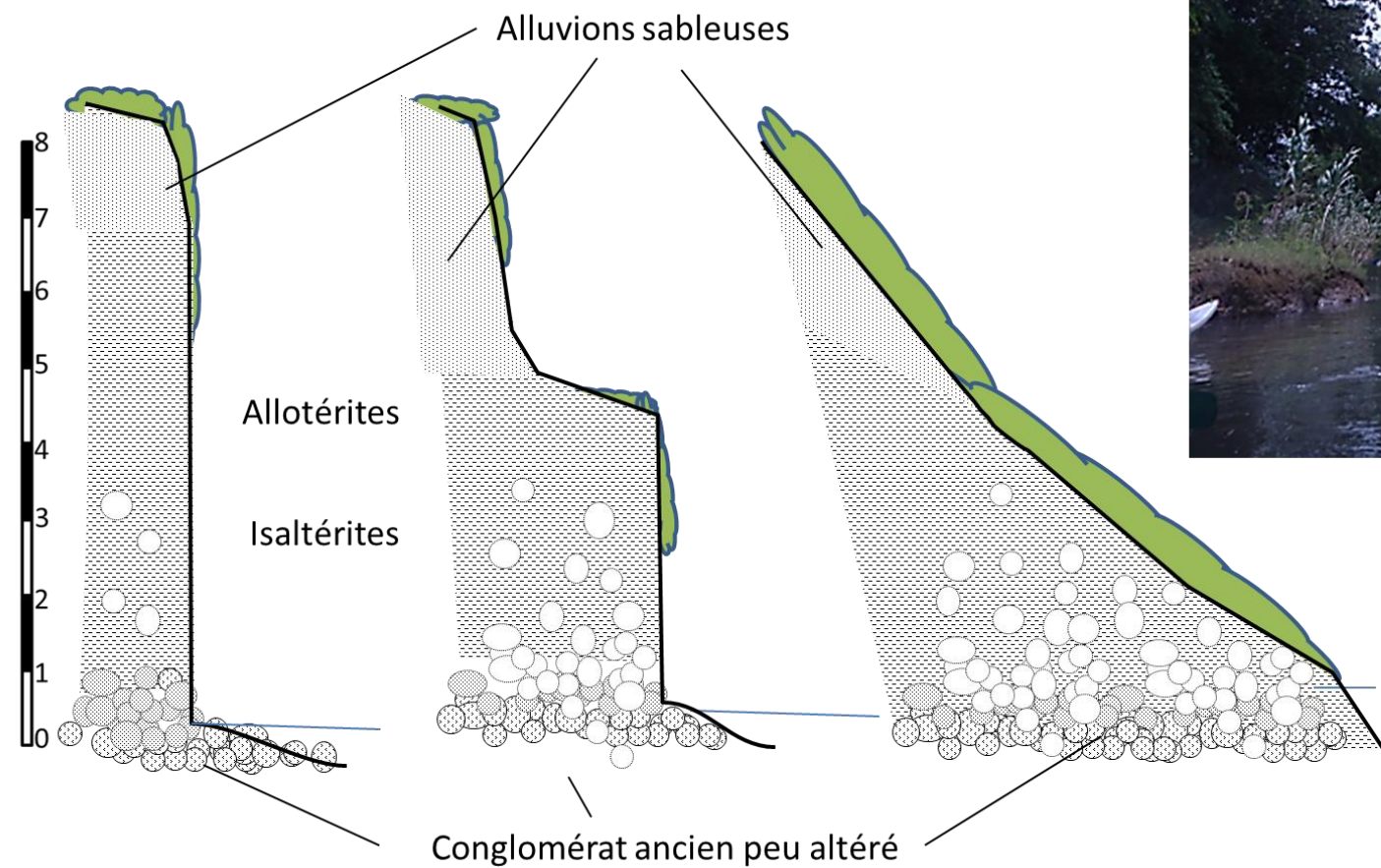


Illustration 26 : Schéma type des berges de conglomérats altérés

Berges constituées d'alluvions récentes (type D)

Les alluvions recouvrent quasi-systématiquement les berges, mais sur une partie importante du linéaire, elles constituent la quasi-intégralité des berges exondées. Le substratum de ces berges alluvionnaires n'est que rarement apparent, et quand il est visible, il s'agit des conglomérats anciens des Pitons du Carbet, au niveau du stade de Place d'Armes par exemple.

Les dépôts fluviaux fins, de type argiles et sables, présentent de nombreuses variations de faciès traduisant leurs phases de dépôts successives. Cependant, deux types de berges alluvionnaires se distinguent (cf. Illustration 27) :

- Des berges moyennement pentées et de hauteur limitée, constituées d'alluvions sablo-limoneuses ; ce sont typiquement les berges colonisées par les cannes sauvages (appelées roseau, localement) d'une part et par les bambous d'autre part (au sud du Pont RN1, près du stade par exemple..). Ces secteurs correspondent la plupart du temps à l'affleurement d'un substratum raide (essentiellement des conglomérats anciens) ;
- Des berges fortement pentées et plus hautes (atteignant un maximum de 8 m) constituées d'alluvions limono-sableuses.

L'Illustration 26 schématise ces deux types de berges alluvionnaires.

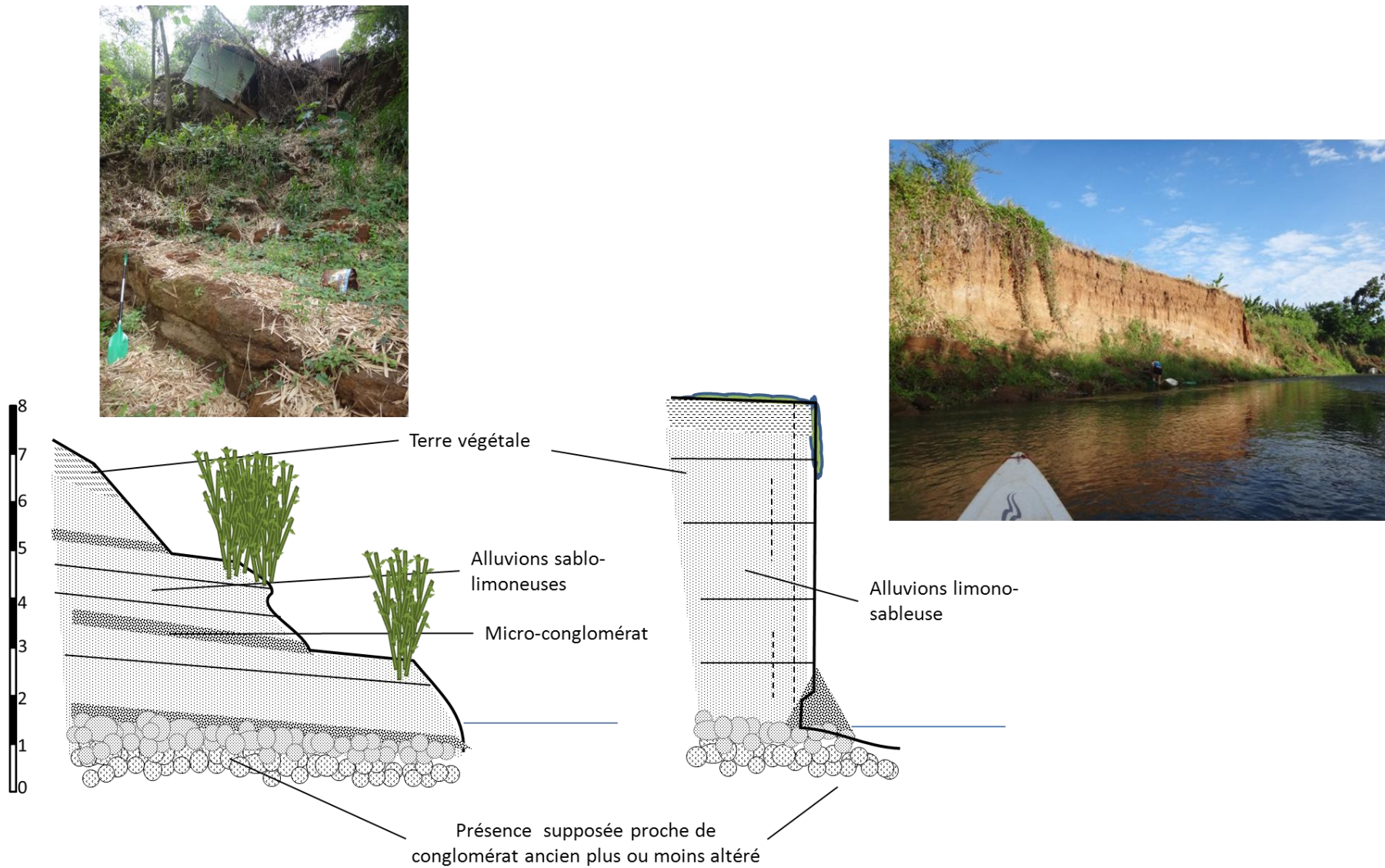


Illustration 27 : Schéma des deux types de berges alluvionnaires

5.3. LE COUVERT VÉGÉTAL DES BERGES

Sur les berges subverticales, il n'y a pas de végétation liée notamment à leur rapide évolution.

Sur les berges moins raides et peu hautes, on trouve :

- Des cannes sauvages (appelées localement roseaux) (cf. Illustration 28). Cette plante à colonisation rapide efface les cicatrices éventuelles de mouvements de terrains ;



Illustration 28 : Berges d'alluvions colonisées par les cannes sauvages (Point 238)

- Des touffes de bambous (cf. Illustration 29), dont le rôle néfaste est très souvent souligné (Géode Caraïbe, 1999) (BRGM, 1984). Ces espèces demandent un entretien et une vigilance particulière évoquée au § 8.2.3.



Illustration 29 : Sous-cavage des alluvions provoqué par le système racinaire des bambous (Point 273)

Les berges hautes et à pente moyenne sont colonisées par de la végétation pérenne, comme en témoigne la grande taille de certains arbres (sabliers, fromagers), ce qui indique la relative stabilité de ces berges (bien que les très grands sabliers soient qualifiés de peu stables car très lourds par l'ONF). Le long du linéaire ces secteurs sont limités au tronçon de laves massives (berge de type B) ou aux secteurs de berges caractérisés par un substratum dur, comme les hyaloclastites (berge de type A). Ils correspondent également aux secteurs classés comme boisés dans la BD Topo (cf. Illustration 9).

D'après les constats de terrain et des échanges techniques avec l'ONF présent également sur le terrain, l'influence du couvert végétal (excepté bambous localement) n'apparaît pas être un facteur particulièrement déterminant dans l'évolution des berges, au regard d'autres critères (lithologiques notamment).

5.4. DESCRIPTION DES INSTABILITÉS OBSERVÉES SELON LE TYPE DE BERGE

Le paramètre principal contrôlant le recul des berges est leur nature lithologique. Nous décrirons ci-dessous les types d'instabilité observés pour chaque type de berges.

5.4.1. Instabilité affectant les berges de conglomérats reposant sur des hyaloclastites (Type A)

Dans le secteur du Gué de Presqu'île, on observe un net recul des berges conglomératiques, le long du toit des hyaloclastites (point dur), quand celui-ci est situé au niveau du lit de la rivière (cf. Illustration 30).



Illustration 30 : Recul des berges conglomératiques, le long du du toit des hyaloclastites (Point 292)

Le recul est plus limité quand le toit des hyaloclastites surplombe nettement le lit de la rivière et donc quand ces formations conglomératiques sont hors d'eau. Dans cette configuration, on observe préférentiellement des dislocations et déchaussements de blocs par disparition de la matrice, sous cavage de blocs et actions des racines (Illustration 31).



Illustration 31 : Déchaussement de blocs dans les conglomérats anciens (Point 290)

5.4.2. Instabilités affectant les laves massives (type B)

Aucune instabilité particulière ne menace ce type de berge, massive et résistante.

5.4.3. Instabilité affectant les berges de conglomérats altérés (type C)

Il y a peu d'indices d'instabilité dans les conglomérats des Pitons du Carbet très consolidés qui arment ces berges (cf. Illustration 24). La rivière est d'ailleurs souvent encaissée à ces endroits, cette armature constituant un point dur. Le profil d'équilibre des berges y atteint environ 60°.

Sur les berges les plus hautes, constituées des profils les plus altérés, à proximité du Pont de Ressource, la paroi est subverticale sur une dizaine de mètres de hauteur, attestant d'une forte cohésion à court terme (condition non drainée). Ces secteurs sont cependant localement sujets à des événements d'ampleur s'expliquant probablement par la réduction de cette cohésion en condition drainée (long terme) (exemple de l'événement au Point de Ressource, cf. Illustration 33 et Illustration 32).

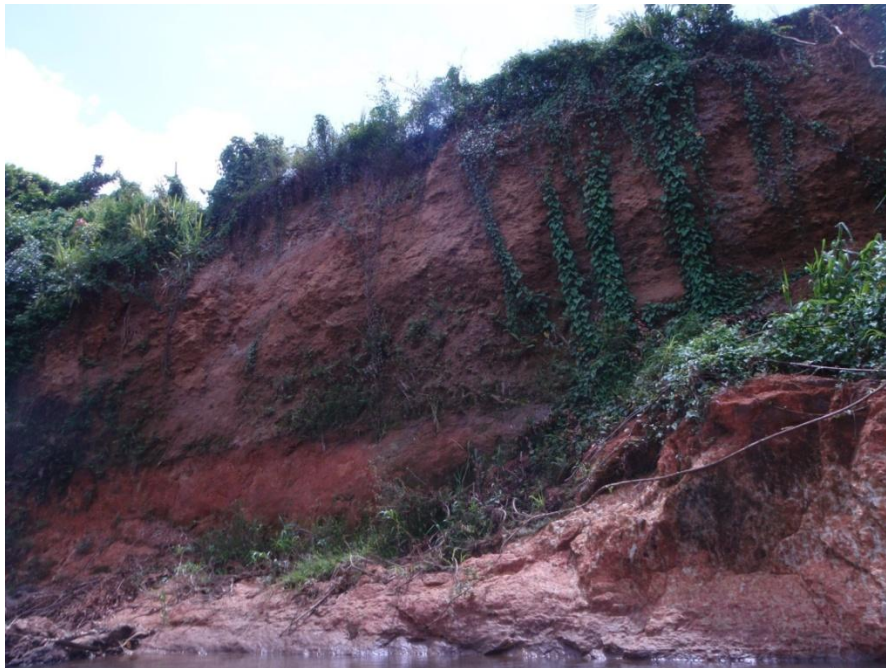


Illustration 32 : Exemple de berges hautes, constituées de conglomérats altérés (Point 283)



*Illustration 33 : Érosion de la rive droite des berges près du pont Ressource
(Point 434)*

Ces horizons altérés ne sont pas sensibles au sous-cavage, mais localement, les parties lessivées (grisées) se révèlent plus sensibles à l'érosion, pouvant ensuite conduire à la création de surfaces d'érosion, pratiquement planes (cf. Illustration 34).

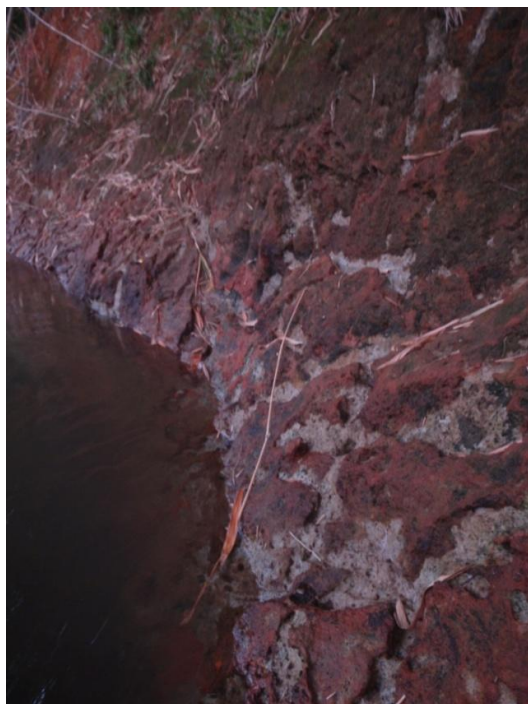


Illustration 34 : À gauche, érosion différentielle des horizons grisés (lessivés) (Point 435 en aval de Ressource). À droite, conséquence pour les berges : création de surface d'érosion plane

Ces processus d'érosion différentiel pourraient expliquer les pseudo-plans « stratigraphiques » pentés vers le sud (20° environ) observés dans le secteur de Place d'Armes. Ces plans pourraient ensuite favoriser le détachement d'écailles sur la berge rive gauche, dont la topographie est synchrone avec le pendage, au détriment de la rive droite (cf. Illustration 35).

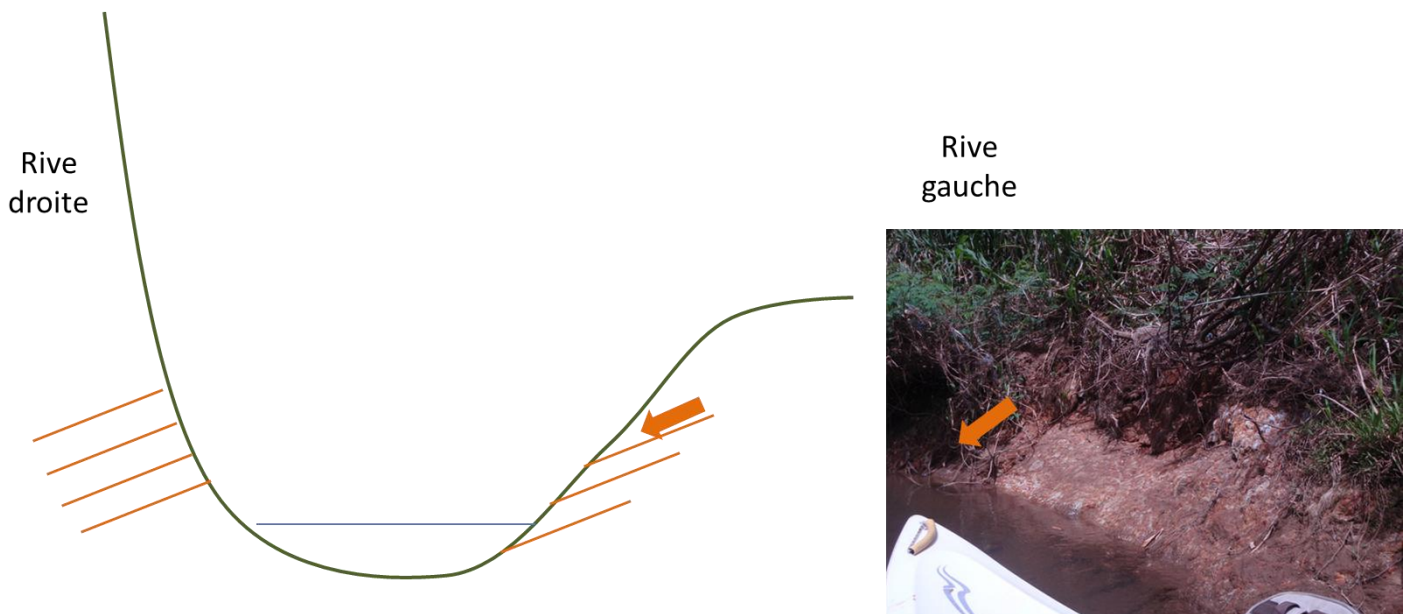


Illustration 35 : Schéma d'interprétation possible des berges, en amont du Pont Ressource (Photo point 432 en rive gauche)

5.4.4. Instabilités affectant les berges alluvionnaires (type D)

Parmi les berges alluvionnaires se distinguent deux catégories présentées dans le § 5.2 et sur l'illustration 27 :

- Des berges constituées d'alluvions sablo-limoneuses, moyennement pentées et d'une hauteur limitée ;
- Des berges constituées d'alluvions limono-sableuses, subverticales et d'une hauteur pouvant atteindre 8 m.

D'après les observations, les alluvions sont principalement déstabilisées par sollicitation hydraulique en pied. Excepté un indice de glissement plus volumineux (cf. Illustration 41), il s'agit d'événements d'ampleur limitée (quelques mètres cubes).

En résumé, les principaux mécanismes d'instabilité affectant les berges alluvionnaires sont :

- L'érosion différentielle (le recul) des horizons les plus tendres, provoquant ensuite le sous-cavage puis l'éboulement des horizons supérieurs (cf. Illustration 36). L'érosion différentielle pouvant être provoquée par le système racinaire de la végétation (cf. Illustration 29) ;



Illustration 36 : Érosion plus ou moins prononcée suivant les phases de dépôts, provoquant ensuite le sous-cavage des horizons supérieurs (Point 325)

- L'écaillage par sollicitation hydraulique en pied (Illustration 37, Illustration 38) ;



Illustration 37 : Écaillage depuis la base (Point 230)



Illustration 38 : Écaillage depuis la base, sur le niveau conglomératique (Point 221)

- Des petits glissements le long des surfaces de dépôts, dans les alluvions sablo-argileuses peu pentées (cf. Illustration 40, Illustration 39) ;



Illustration 39 : Loupe de glissement entraînée par déstabilisation hydraulique en pied (Point 221)



Illustration 40 : Loupe de glissement dans les alluvions récentes (Point 263)

- Des glissements rotationnels potentiellement plus volumineux (un seul repéré cf. Illustration 41).



Illustration 41 : Seul indice de glissement. Épaisseur 3 à 4 m (Point 331, rive gauche)

5.4.5. Synthèse des types d'instabilités

L'illustration 42 synthétise les observations de terrain, décrites plus précisément dans les paragraphes précédents.

		Pente des berges	Type d'instabilité
Berges de conglomérats, reposant sur des hyaloclastites (Type A)		Subverticale	Déchaussement de blocs, chutes de pierres
Berges de conglomérats altérés (Type C)		60° (conglomérat sain), Subverticale (conglomérat altéré hors eau)	Éboulement
Berges Alluvionnaires (Type D)	Alluvions limono-sableuses	Subverticale	Glissement circulaire potentiellement volumineux, écaillage, éboulement par sous-cavage
	Alluvions sablo-argileuses	Pente faible à moyenne	Glissement circulaire de faible volume, érosion régressive

Illustration 42 : Types d'instabilités constatés

6. Analyse de l'évolution historique de la Lézarde

6.1. DONNÉES DISPONIBLES

6.1.1. Photographies aériennes

Plusieurs campagnes de photographies aériennes ont été effectuées ces 50 dernières années au-dessus de la Martinique. Leur analyse chrono séquentielle peut révéler des mouvements et caractériser leur cinétique d'évolution.

Trois campagnes de photographies aériennes dont les caractéristiques sont synthétisées ci-dessous, ont été exploitées : 1951, 2004 et 2010. La campagne de 1988 n'est pas géoréférencée.

	Précision	Colorimétrie	Particularité
Photographies aériennes de 1951	2 m	Noir et Blanc	
Orthophotographie 2004	50 cm	Couleur	Homogénéité colorimétrique
Orthophotographie de 2010	30 cm	Couleur	Hétérogénéité colorimétrique. (Certaines dalles sont manquantes)

Illustration 43 : Synthèse des caractéristiques des photos aériennes exploitées

6.1.2. Le Modèle Numérique de Terrain (produit Litto3D de l'IGN)

Le Modèle Numérique de Terrain terrestre (MNT) d'une résolution altimétrique de 20 cm et planimétrique de 50 cm, provient d'un relevé laser réalisé en 2010 (produit Litto3D de l'IGN). Le MNT a été particulièrement utile pour la digitalisation des berges.

Dans le cadre de cette étude ciblée sur les berges de la Lézarde, il faut noter deux limites à la précision du MNT :

- le rayon laser ne pénètre que partiellement la végétation. Si le MNT a demandé un traitement manuel de l'information pour accéder aux altitudes « vraies » du sol, les zones à fort couvert végétal (notamment certaines portions de berges) restent moins bien résolues ;

- Les fonds de rivière, comme celle de la Lézarde, ne renvoient pas les signaux émis (« no data »). Les altitudes y ont été interpolées à partir des points cotés à proximité mais restent, de ce fait, sujettes à une forte incertitude.

6.2. MÉTHODE RETENUE

Le déroulement méthodologique de l'analyse photographique, est décrit dans l'illustration 44, ci-dessous. La première étape a consisté à comparer la position des berges entre 1951 et 2010 (cf. § 6.2.1), alors que la seconde étape ne s'intéresse qu'à l'évolution du lit mineur entre 2004 et 2010 (cf. § 6.2.2).

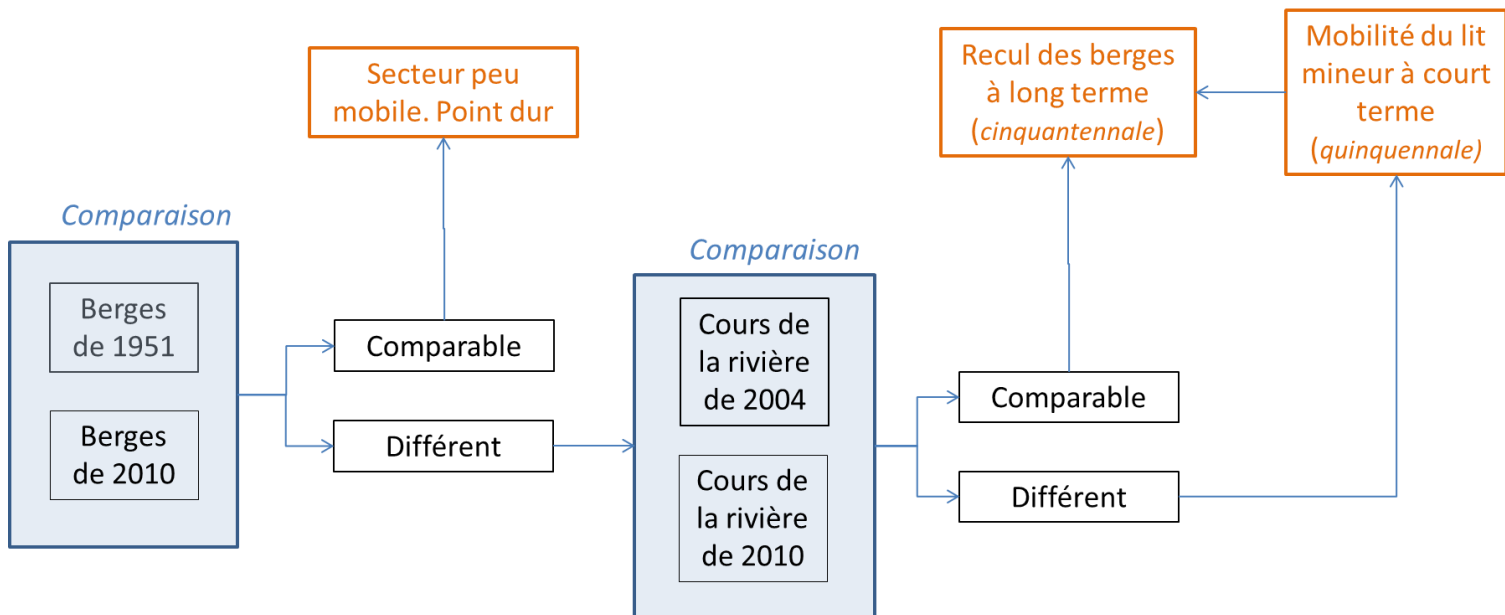


Illustration 44 : Organisation emboîtée

6.2.1. Caractérisation du recul des berges (1951-2010)

Sur la photo de 1951, aucune autre information topographique n'était disponible pour aider l'interprétation de la photographie aérienne. Les berges ont donc été identifiées à partir de la limite visuelle de la ripisylve (cf. Illustration 45). Ainsi, l'identification des limites de berges de 1951 est entachée d'une incertitude plus forte puisqu'aucune indication topographique n'était disponible.

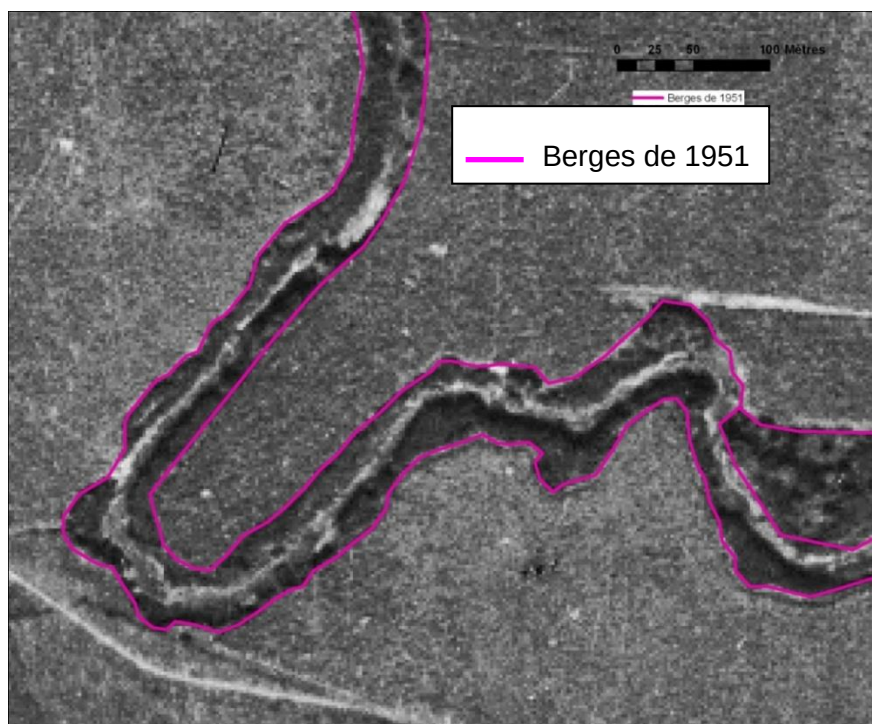


Illustration 45 : La limite de végétation, seul critère possible pour repérer les berges de 1951

Le parti a été pris d'optimiser les chances d'identifier le plus correctement possible les secteurs qui ont évolué. Pour ne pas fausser le diagnostic, certaines portions de berges n'ont pas été digitalisées quand l'interprétation était jugée trop subjective. Il s'agit notamment de tronçons de la photographie aérienne de 1951 entachée d'une difficulté de visualisation liée au couvert nuageux ou à une mauvaise identification de la limite de la végétation. Là où l'incertitude était la plus grande sur la photographie de 1951, aucune berge n'a été délimitée pour ne pas fausser l'interprétation. Dans les secteurs amonts de l'étude, au niveau de l'habitation St Etienne (Gros Morne) et au niveau de l'habitation Jonction (St Joseph), les berges ne sont pas discernables du fait du couvert nuageux.

Pour la campagne de 2010, le MNT facilite l'interprétation des photographies aériennes. Ainsi, la tête des berges a été positionnée au niveau de la rupture de pente plus que par la limite de végétation (cf. Illustration 46 et Illustration 47). En effet, l'emprise spatiale de la canopée masque la position de la rupture de pente sur la photographie aérienne. La position de la rupture de pente reste entachée d'une incertitude non négligeable liée au couvert végétal, systématiquement présent sur la ripisylve ; le MNT ayant une résolution bien inférieure dans ces secteurs végétalisés (cf. § 6.1.2).

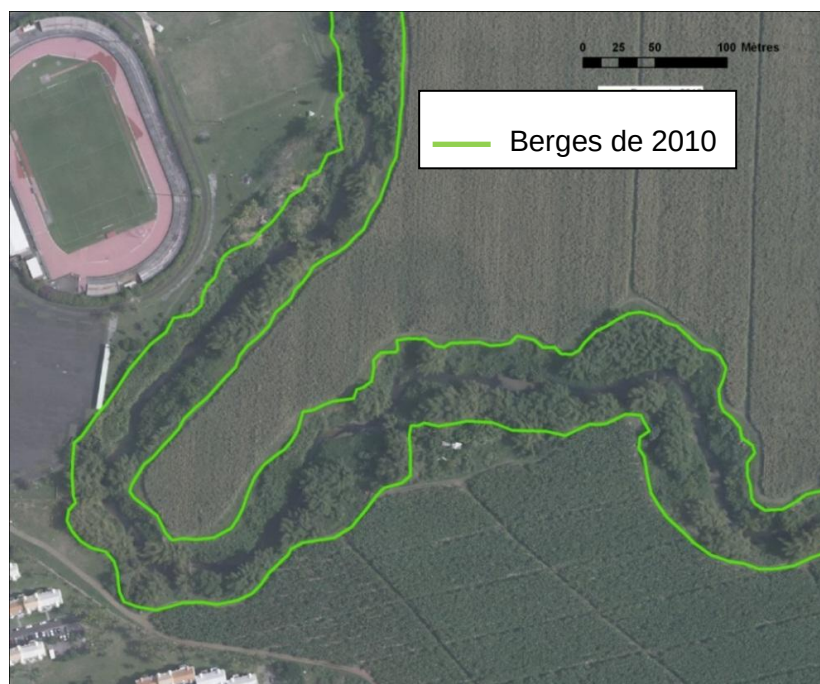


Illustration 46 : La végétation comme indicateur possible mais peu précis, des crêtes des berges en 2010

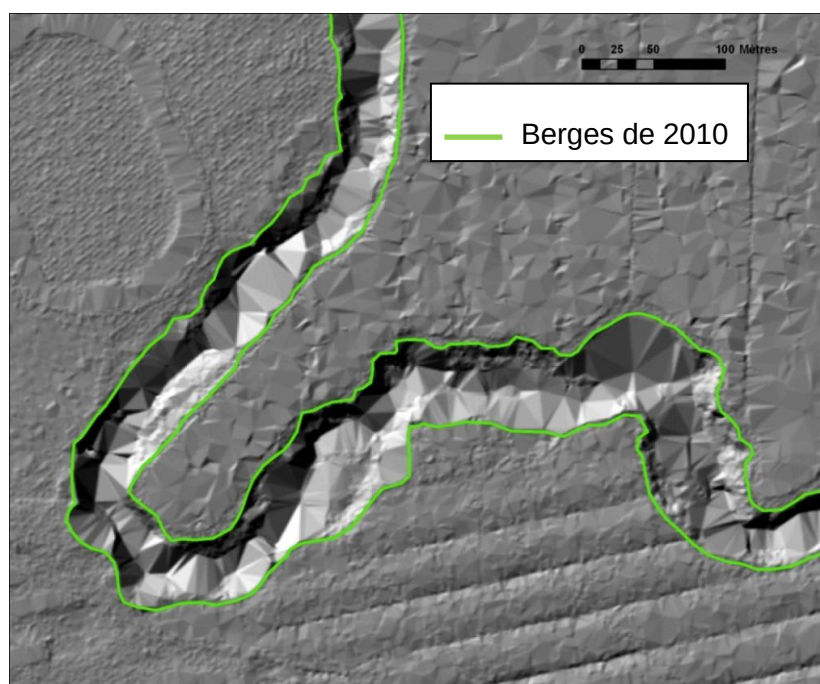


Illustration 47 : Le choix du MNT comme indicateur des berges en 2010

La précision de position des berges est globalement estimée à 10 m. Elle est principalement entachée par :

- La résolution de la photographie aérienne ;
- La qualité de l'image et le contraste des couleurs entre végétation – ripisylves et entre végétation et rivière ;
- L'étendue de la canopée ;
- La précision du géoréférencement.

L'illustration 48 illustre les résultats de la comparaison des deux têtes de berges.

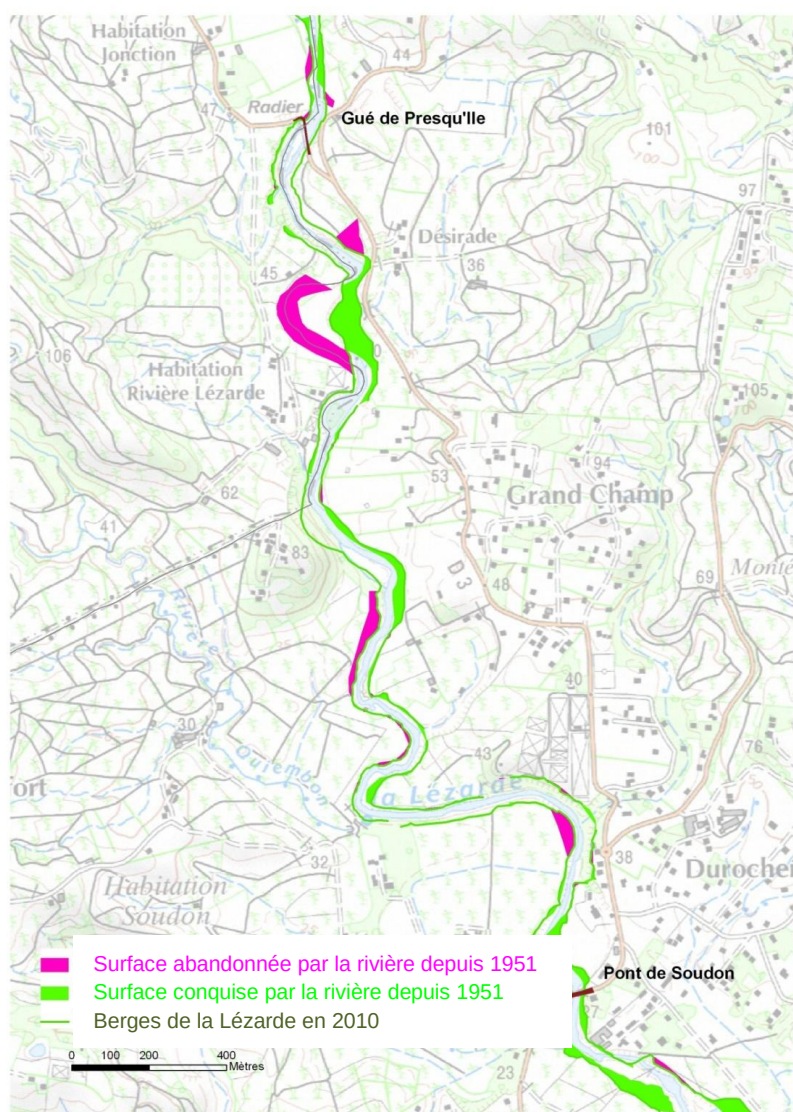


Illustration 48 : Localisation des zones d'érosion et d'accrétion des berges de la Lézarde, d'après la comparaison des photographies aériennes de 1951 et de 2010

6.2.2. Caractérisation de la mobilité du lit mineur (2004-2010)

Le lit mineur de la rivière a l'avantage d'être facilement repérable sur photographie aérienne, vu le fort contraste photographique entre la rivière et les berges. Ce lit a donc été localisé avec précision sur la photo aérienne de 2004 et celle de 2010, dont les qualités photographiques sont comparables. Dans le produit BD OrthoHR de l'IGN, certaines photographies aériennes de 2010 manquent (elles ont été remplacées par celles de 2004). Sur ces secteurs, l'analyse comparative a été complétée par les photographies aériennes prises lors de la campagne Litto3D.

La précision de positionnement du lit mineur, estimée à 5 m, est plus grande que celle des berges.

Cette analyse a permis de mettre en évidence des déplacements du cours d'eau localement forts, atteignant par exemple 50 m dans le secteur de Bochette ou de Soudon. Cependant, ce déplacement peut s'être produit au cours d'une seule année ; cette mobilité intra-annuelle peut fausser les constats effectués à deux dates fixées 2004 et 2010.

6.3. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

La comparaison des tracés diachrones permet de distinguer des secteurs en érosion à long terme (soit des surfaces conquises par la rivière depuis 1951), des surfaces abandonnées par la rivière depuis 1951 et des secteurs mobiles à court terme (entre 2004 et 2010). Ces constats sont localisés sur l'illustration 49..

In fine, cette analyse historique de l'évolution de la rivière permet d'identifier deux types de secteurs en termes de mobilité de berges (cf. Illustration 50) :

- Des secteurs à recul de berges marqué depuis 1951 (encadré vert) : élargissement significatif des berges provoqué (ou pas) par la divagation latérale du lit mineur ;
- Des secteurs quasi-stables depuis 1951 (encadré bleu).

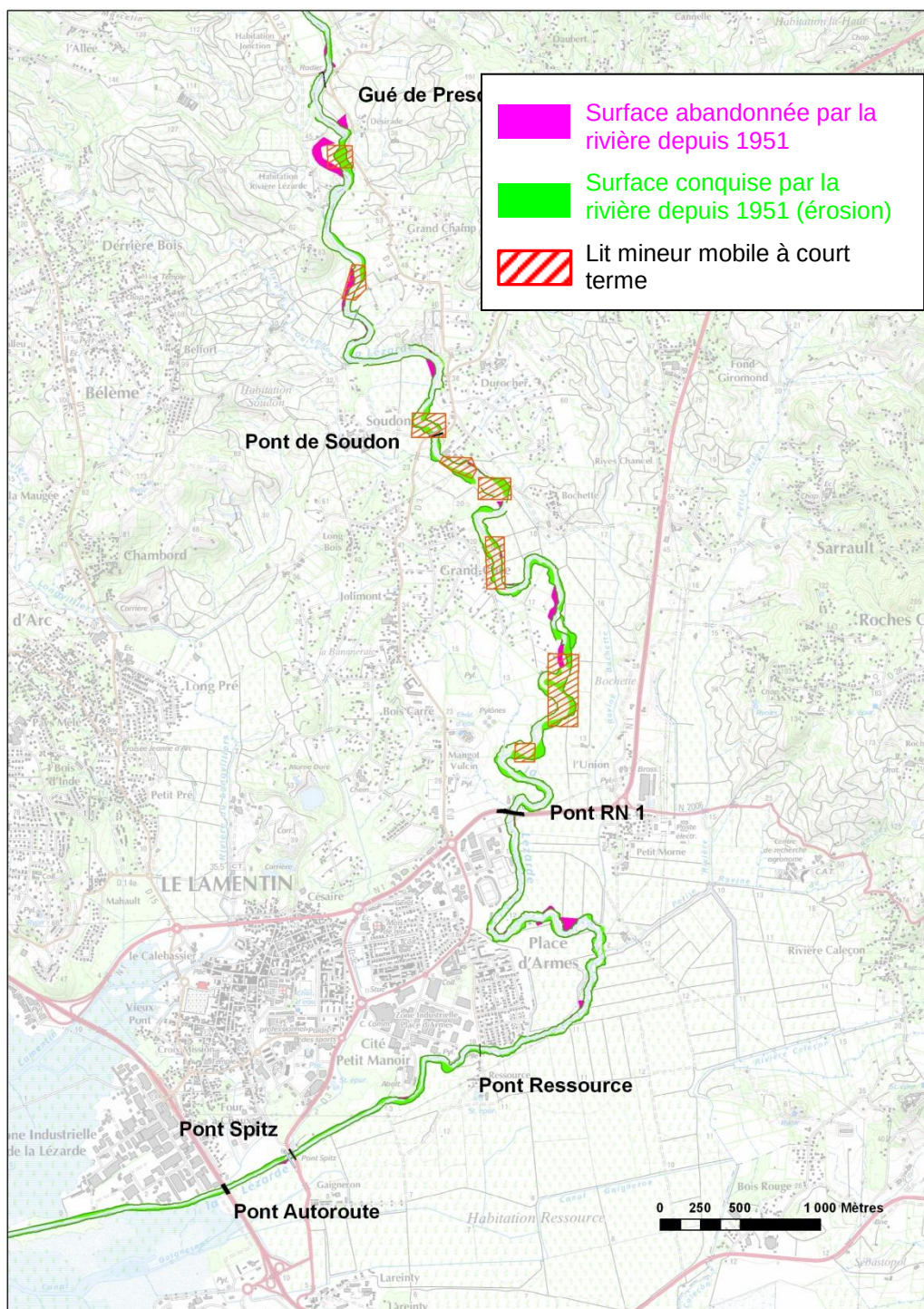


Illustration 49 : Synthèse des constats obtenus à partir de l'analyse des photographies aériennes (1951, 2004 et 2010)

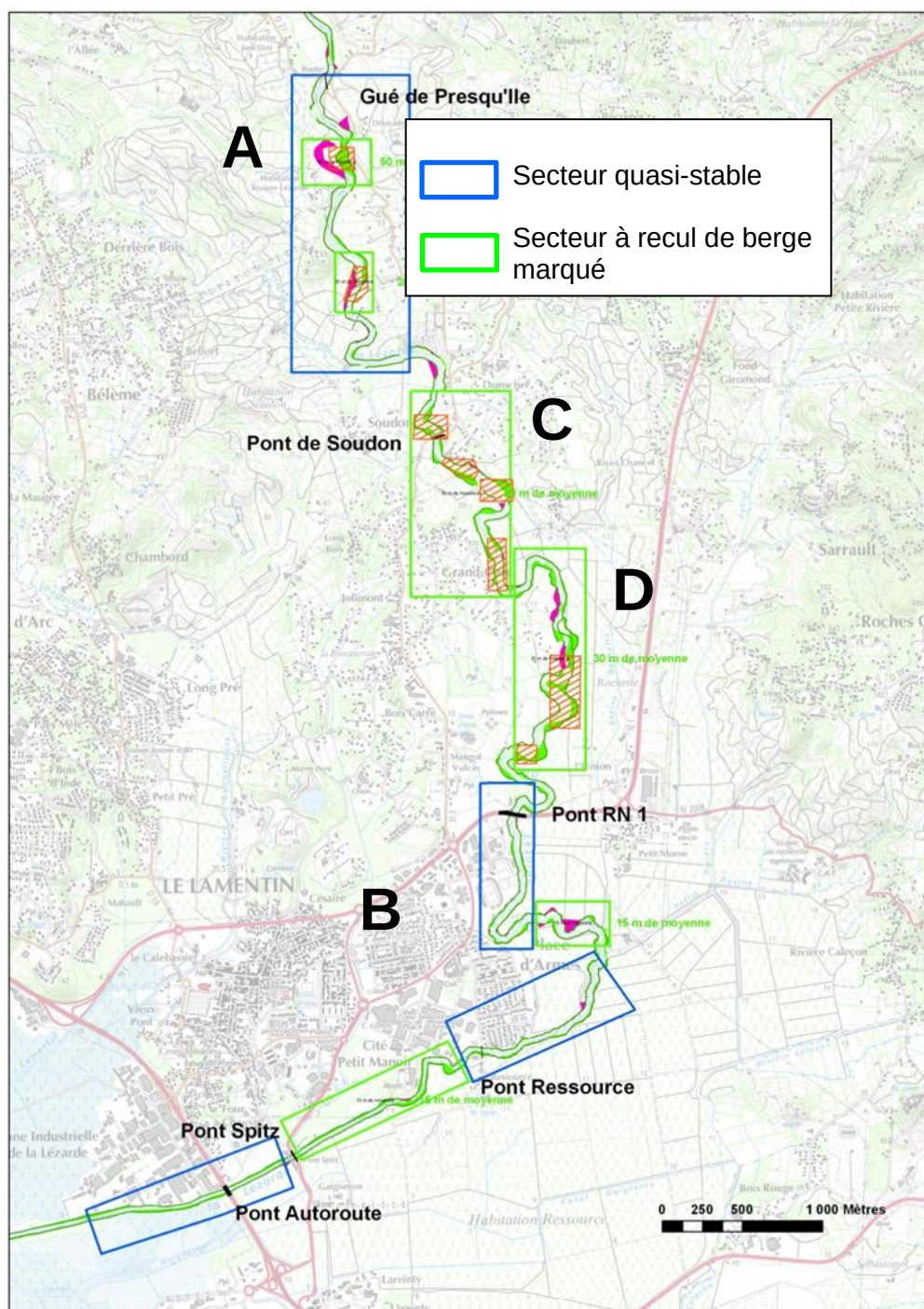


Illustration 50 : Identification de deux types de secteurs, en termes de mobilité des berges de la Lézarde

6.4. INTERPRÉTATION

6.4.1. Les secteurs à berges stables ou quasi-stables

Dans ces secteurs, le recul des berges depuis 1951 est inférieur ou de l'ordre de 10 m, la plage d'incertitude du protocole de mesures. Il n'y a pas d'évolution du lit mineur entre 2004 et 2010.

Deux types de berges sont concernés :

- **Secteur A de l'illustration 50** : Les berges situées entre le Gué de Presqu'île et le Pont de Soudon, armées par les hyaloclastites (berges de type A) ou constituée de laves massives (berges de type B). Dans ces secteurs, il n'y a pas de signes flagrants d'incision du lit et la hauteur des berges est limitée (< 5 m). Ce secteur correspond exactement au tronçon de plus forte pente (cf. Illustration 12) ;
- **Secteur B de l'illustration 50** : Les berges comprises entre la RN1 et le pont de Ressource, constituées de conglomérats altérés (berges de type C). D'après les observations de terrain, la rivière a la particularité de s'inciser dans son lit, ce que confirme la hauteur de ces berges (> 5 m et atteignant jusqu'à 10 m).

Il n'y a pas de divagation du lit à ces endroits ; la rivière est relativement fixée dans son lit. Le recul des berges existe mais il est limité (< 15 m dans tous les cas).

6.4.2. Les secteurs à recul de berges marqué

Deux secteurs ont été identifiés comme particulièrement mobiles, entre le pont de Soudon et le pont de la RN1. Il s'agit exclusivement de berges alluvionnaires (berges de type D)

Dans ces secteurs, le recul des berges depuis 1951 est très significatif puisqu'il atteint en moyenne 30 m sur 60 ans, soit 0,50 m par an, voire localement 60 m. En plus de ces évolutions marquées depuis 1951, la rivière n'est pas stabilisée dans son lit puisqu'une divagation du lit mineur est également observée depuis 2004.

Les deux secteurs de berges alluvionnaires concernés sont :

- **Secteur C de l'illustration 50** : les berges comprises entre le pont de Soudon et Grand Case. Le recul y est marqué, mais on n'observe pas de divagation latérale du lit depuis 1951. Un niveau de conglomérat ancien était subaffleurant en pied des berges lors de l'investigation de terrain ;
- **Secteur D de l'illustration 50** : les berges comprises entre Grand Case et la RN1, où la divagation du lit mineur et des berges est marquée (cf. Illustration 51). À Bochette, le méandre présent en 1951 a été recoupé depuis (cf. Illustration 51). À la différence du secteur précédent, sur ce tronçon, le substratum ne s'observait pas aisément lors de l'investigation de terrain (peu d'affleurements).

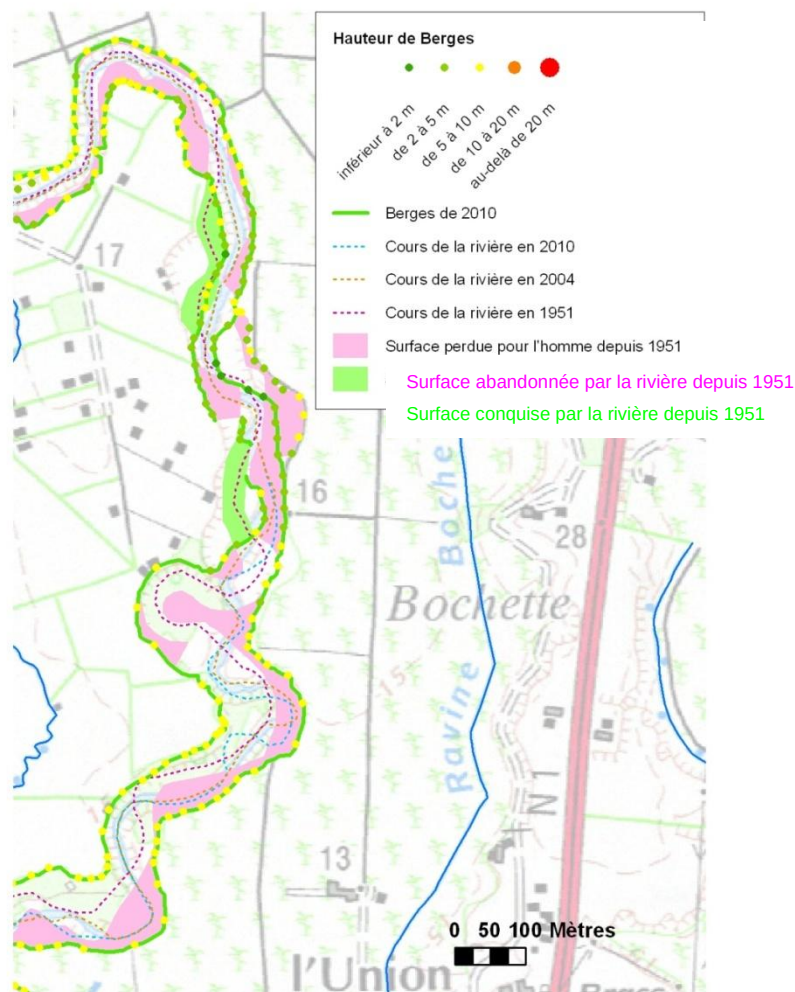


Illustration 51 : Secteur de divagation entre Grand Case et le pont de la RN1

L'illustration 52 présente deux exemples de secteurs soumis à des reculs de berges marqués dans le secteur Durocher et du Pont de Soudon.

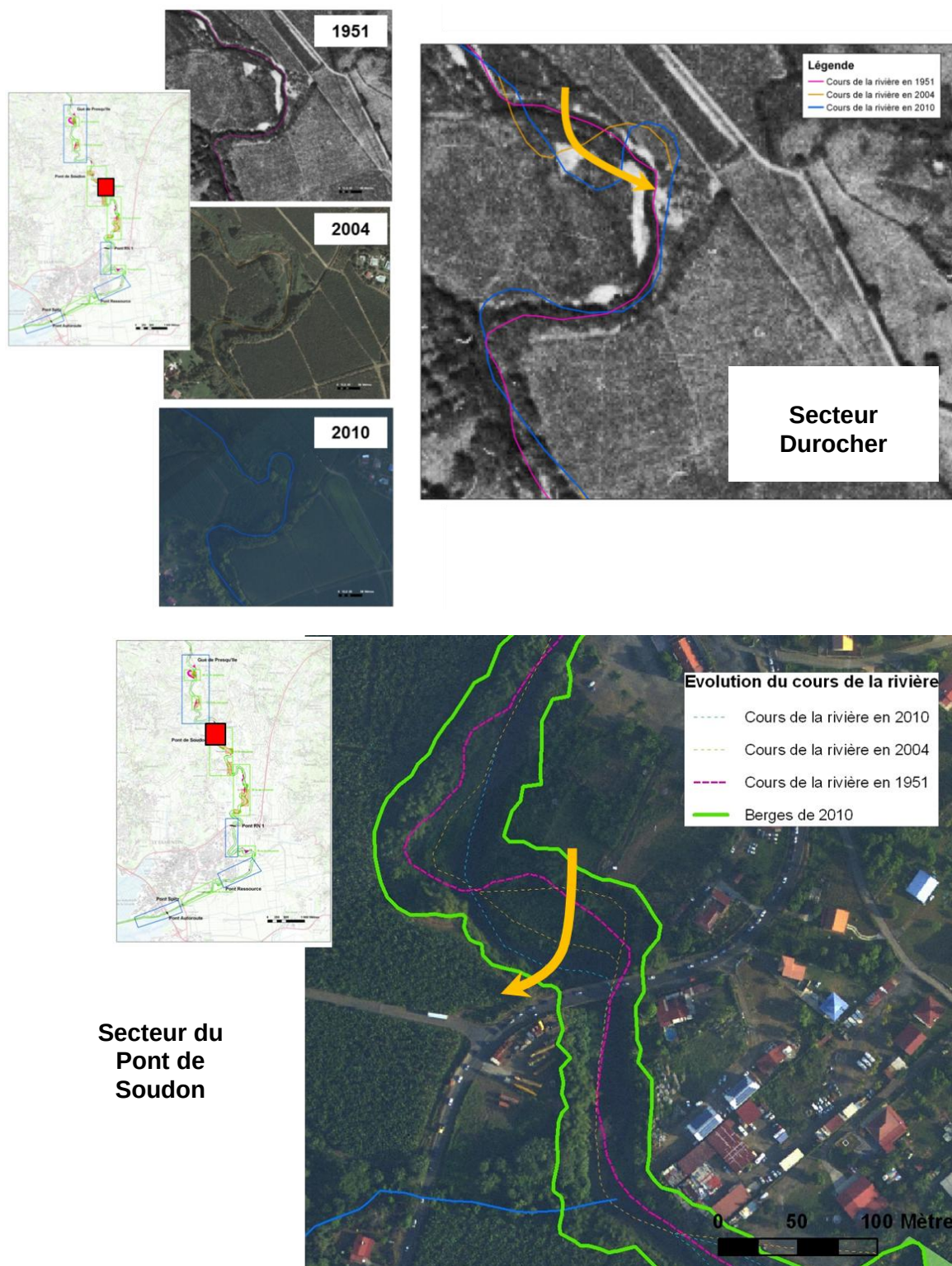


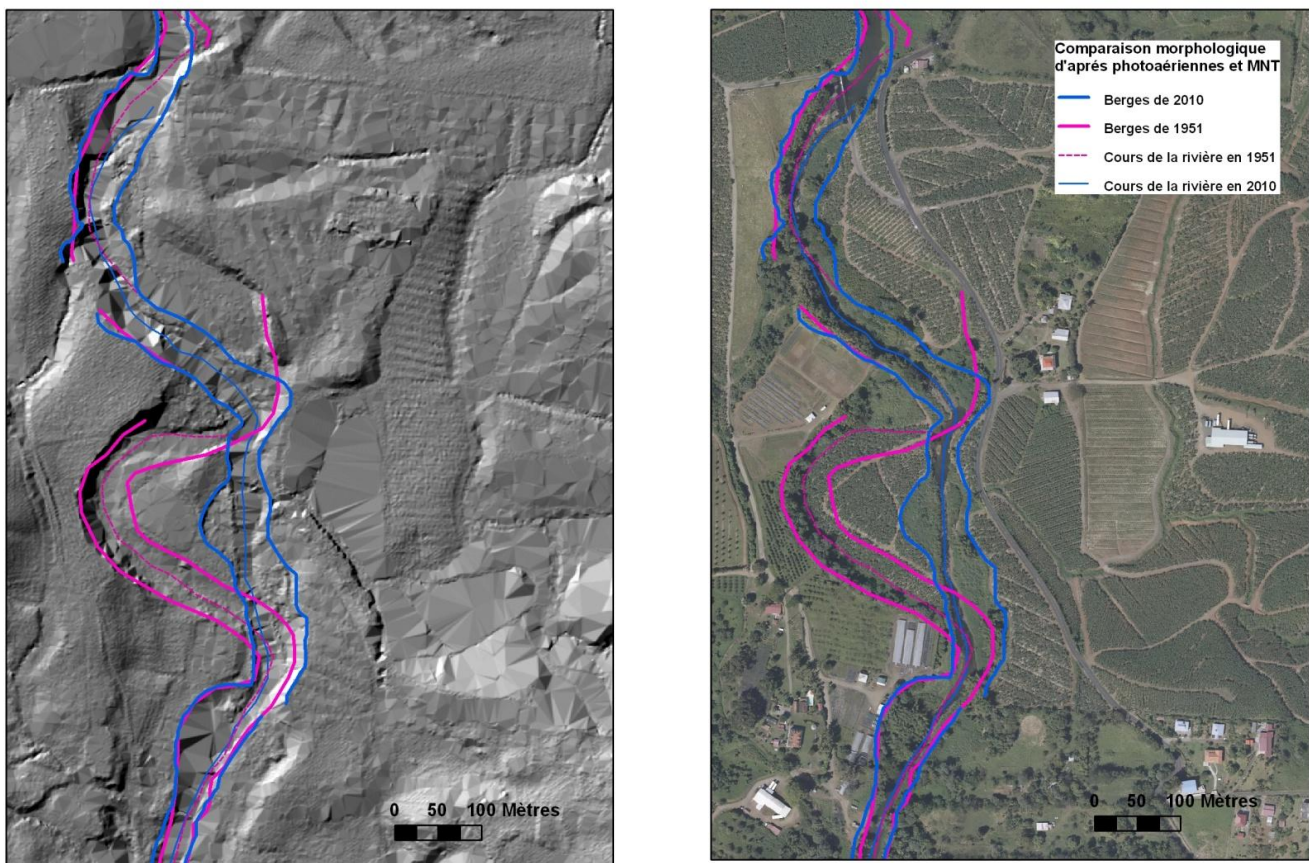
Illustration 52 : Exemple de recul progressif des berges qui conduira bientôt au recoupement du méandre (secteur du Rocher) ou à la déstabilisation d'une des culées du pont de Soudon

6.4.3. Les secteurs dont l'évolution est liée à l'activité anthropique

Secteur Habitation Rivière Lézarde

Sans le secteur de l'Habitation Rivière Lézarde, la rivière a recoupé un méandre, les écoulements s'opérant désormais en ligne droite (cf. Illustration 53). D'après plusieurs témoignages de riverains, il s'agirait d'une capture de la rivière par le canal d'alimentation de l'usine, qui se serait produite après la fermeture de l'usine vers 1960. La crue induite par les pluies lors du cyclone Edith de 1963 aurait emprunté ce canal et favorisé la fixation du lit dans ce nouveau tracé. Cette capture aurait donc été complètement provoquée par une action anthropique. La fermeture de l'usine aurait également participé à augmenter les débits rejetés à la rivière (communication orale de la DEAL).

Ainsi, cette importante évolution du tracé de la rivière a été induite par une action anthropique, sur un tronçon considéré comme globalement assez stable (secteur A de l'illustration 50).

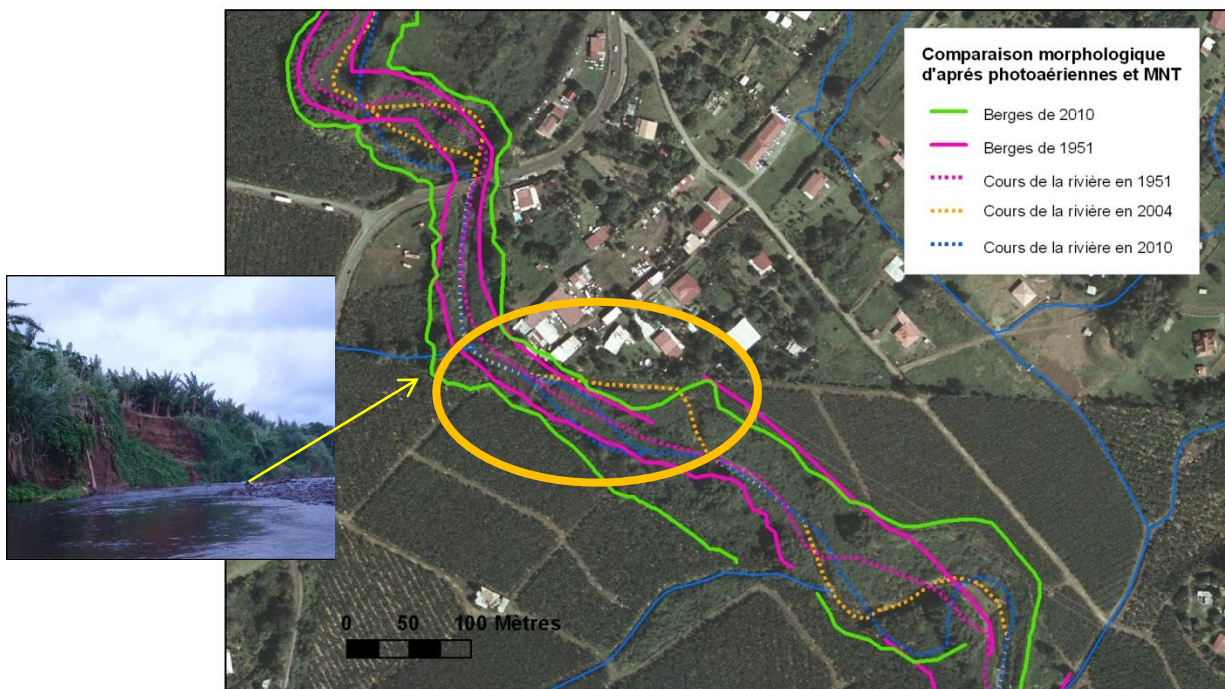


*Illustration 53 : Comparaison morphologique sur le secteur d'Habitation Rivière Lézarde
Fonds topographique (à gauche) et BD Ortho de 2004 (à droite)*

Quartier Durocher, en aval du Pont de Soudon

Le déplacement marqué du lit mineur entre 2004 et 2010 s'expliquerait par le remblayage effectué par les riverains dans la rivière pour se protéger de l'érosion (information orale) et qui aurait repoussé le lit vers son lit de 1951 (cf. Illustration 54).

Ce secteur s'intègre dans le secteur C (de l'illustration 50), considéré globalement comme recul de berges marqué.



*Illustration 54 : Comparaison morphologique en aval du Pont de Soudon, quartier Durocher
BD Ortho de 2004*

Secteur Pont RN1

À cet endroit, les berges alluvionnaires en rive gauche reculent en direction de la RN1 (cf. Illustration 55). Il est fort probable que le fossé qui canalise les eaux de ruissellement, le long la RN1, serve de drain privilégié à la Lézarde lors des fortes crues et accentue l'érosion des berges en alluvions à cet endroit (cf. Illustration 55).



Illustration 55 : Recul des berges rive gauche, en direction de l'autoroute

7. Aléa érosion des berges

7.1. DYNAMISME D'ÉROSION DES BERGES

L'étude historique présentée au chapitre précédent a mis en évidence une évolution, parfois rapide, du lit de la rivière et de ses berges. Cette évolution s'explique par les forçages externes d'une part (à l'échelle de l'hydrosystème) et par la nature lithologique des berges d'autre part (facteur intrinsèque).

7.1.1. Forçages externes (à l'échelle de l'hydrosystème)

L'érosion des berges de rivière résulte de plusieurs processus qui sont dépendants de la dynamique de la rivière et de son évolution temporelle et spatiale. Cette évolution est en grande partie d'origine naturelle mais peut aussi être influencée par l'homme.

Les facteurs influençant l'évolution morphologique de la rivière s'inscrivent dans des échelles temporelles variables. Cette conjonction de facteurs, qui agissent à plusieurs échelles de temps, rend parfois difficile l'attribution de telle ou telle évolution à une cause unique. Il peut s'agir d'une tendance évolutive :

- à long terme : liée à l'histoire géologique, volcanique et climatique du secteur ainsi qu'à la morphologie du bassin versant ;
- à moyen terme : en lien avec des modifications parfois anciennes qui ont pu affecter le bassin versant
 - Modification de l'occupation du sol liée à l'évolution des pratiques agricoles par exemple. L'augmentation du ruissellement lié à l'urbanisation, a nettement été mis en évidence (cf. § 4.3 et Illustration 17) ;
 - Modification du tracé d'origine naturelle (recoupement de méandre) ou anthropique (telle que la modification du tracé aval de la Lézarde dans les années 1930). Le détournement de la Lézarde a ainsi provoqué un raccourcissement du lit, une augmentation de sa pente et donc des vitesses d'écoulement entraînant une augmentation de la capacité de transport de la rivière dans ce secteur (cf. § 4.2.2).
- à court terme : en lien avec les épisodes de crues plus ou moins intenses et répétitifs qui accompagnent les dépressions tropicales ou les cyclones. La forte variabilité interannuelle de la séquence cyclonique est de ce fait responsable d'une évolution très irrégulière de la rivière et de ses morphologies, et donc des aléas qu'elles induisent.

- Depuis 1951, la Martinique a été soumise à 6 ouragans de classe 2, dont le cyclone DEAN (avril 2007), qui peut expliquer les modifications du lit mineur observées entre 2004 et 2010 ;
- Au-delà des épisodes cycloniques proprement dit, le bassin de la Lézarde est fréquemment soumis à de fortes inondations (pluies de mai 2009, d'avril 2011 et 2013..) ;
- La variation du niveau d'eau dans la rivière, notamment entre la période sèche et la saison des pluies. Ces fluctuations peuvent atteindre plusieurs mètres et jouent un rôle probablement déterminant dans la déstabilisation des berges.

Dans tous les cas, ces forçages s'appliquent globalement à tout le linéaire.

7.1.2. La lithologie

C'est l'autre facteur conditionnant le dynamisme d'évolution des berges.

Sous l'effet des facteurs de forçage externes (cf. § 7.1.1), la rivière va adopter une dynamique qui tendra à s'y adapter. Toutefois, la nature géologique des berges et celle de l'encaissant géologique dans laquelle chaque segment de rivière s'écoule, conditionnera les modalités de la répercussion de ces dynamiques et donc les processus régissant l'érosion des berges.

En effet, chaque formation lithologique a des propriétés mécaniques spécifiques lui conférant une résistance particulière à l'érosion. Ainsi, certaines formations très meubles sont très mobiles, à contrario d'autres ensembles résistants constituent des points durs peu sensibles à l'action de l'eau.

Sur l'emprise étudiée, la rivière a été scindée en grands secteurs homogènes vis-à-vis de sa dynamique d'évolution (cf. Illustration 50). Ces ensembles cohérents correspondent à une même nature de berges et d'encaissant, leur conférant un comportement identique ou très proche à facteurs de forçage identique.

En résumé, on observe trois principaux modes d'évolution de la rivière, chacun entraînant à terme le recul des berges :

- Une incision du lit mineur à un endroit donné, dans des secteurs où l'encaissant du lit est probablement plus meuble que les berges. Cette incision s'observe facilement sur le terrain, comme dans le secteur du Pont de Ressource où les piles de l'ouvrage sont exondées de quelques mètres (cf. Illustration 56) ;



*Illustration 56 : Enfoncement du lit (sans déviation latérale),
au niveau du pont de Ressource (Point 434)*

- Une divagation latérale du lit mineur, dans des secteurs de berges peu consolidées. Ces secteurs se repèrent, sur le terrain, par la présence d'anciens bras (plus hauts que le lit actuel), le long du lit actuel et des tracés en méandres qui évoluent donc au gré de ces divagations (cf. Illustration 57). Dans ces secteurs de divagation, la partie concave d'un méandre est une zone particulièrement vulnérable. Ce mécanisme d'évolution des berges dans un régime de méandre est attesté par le dépôt en fond de lit à l'intérieur du virage en érosion (cf. Illustration 58).



Illustration 57 : Déviation latérale du lit et indice de l'ancien lit



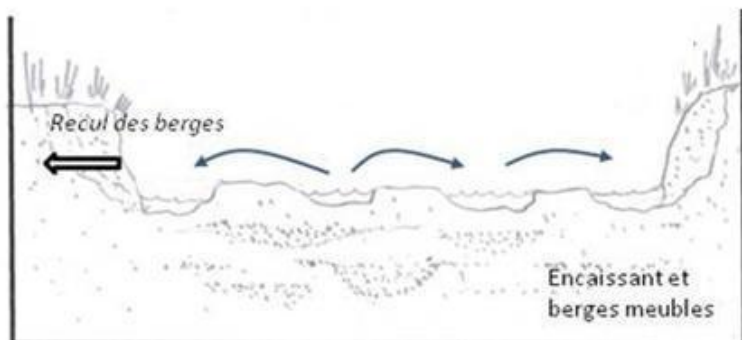
*Illustration 58 : Érosion de la berge en rive gauche, au niveau du méandre (Point 252).
A cet endroit la rivière a fortement évolué depuis 1951*

- Un élargissement des berges, sans évolution marquée du lit mineur, dans des secteurs où le fond du lit est plus résistant que les berges. Dans ces secteurs où le lit est fixé dans le substratum, le recul des berges se fait préférentiellement le long de « points durs », comme les surfaces stratigraphiques (cf. Illustration 59, Illustration 30).



Illustration 59 : Recul au-dessus d'un plan de dépôts conglomératiques (Point 230)

L'illustration 60 synthétise ces trois modes de recul de berges.

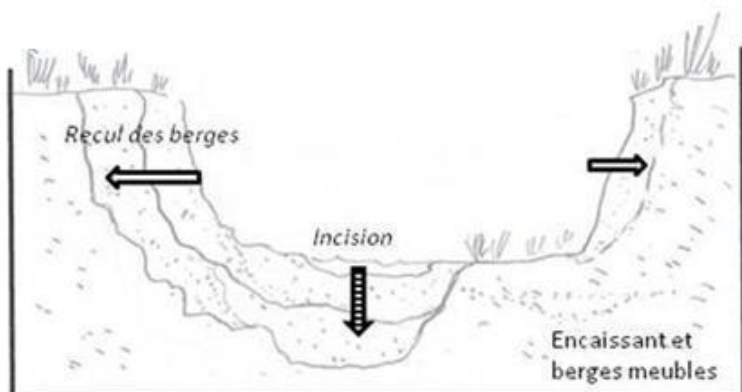


DIVAGATION LATÉRALE DU LIT MINEUR

Encaissant (fond de lit) plus compétent que les berges

Large lit majeur

→ Typiquement, le secteur D (cf. Illustration 57)



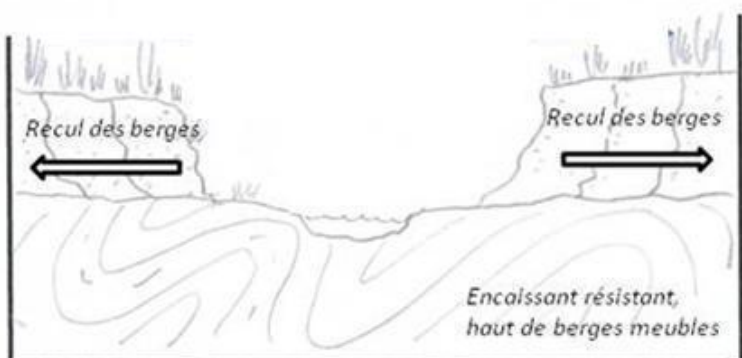
INCISION DU LIT MINEUR

Encaissant (fond de lit) plus meuble que les berges

Transport solide important

Forte hauteur des berges

→ Typiquement, le secteur B (cf. Illustration 56)



ÉLARGISSEMENT DES BERGES

Encaissant (fond de lit) plus compétent que les berges

Hauteur des berges limitées

→ Typiquement, le secteur A (cf. Illustration 59, Illustration 30)

Illustration 60 : Synthèse des modes de recul de berge observé

7.2. ÉVALUATION DE L'ALÉA ÉROSION DE BERGES

7.2.1. L'érosion de berges, un mouvement de terrain particulier ?

Le terme générique de mouvements de terrain englobe plusieurs types de phénomènes naturels : glissements de terrain, chutes de blocs, éboulements... Les critères d'appréciation invoqués, notamment dans les Plans de Prévention des Risques naturels, concernent plus spécifiquement l'aléa « glissements de terrain et coulées boueuses » et l'aléa « chutes de blocs et éboulements ».

Il est difficile d'intégrer « l'érosion de berge » comme un mouvement de terrain comme les autres. En effet, l'érosion des berges de rivière résulte de plusieurs processus qui sont différents de ceux des mouvements de terrain au sens strict, du fait de leur dépendance vis-à-vis de la dynamique de la rivière et de son évolution temporelle et spatiale. Il paraît donc nécessaire de traiter cet aléa de façon spécifique.

7.2.2. Définition générale de l'aléa

Un aléa est défini comme la probabilité d'apparition d'un phénomène d'intensité donnée, sur une période de référence donnée et un territoire donné (CFGI, 2010). Pour certains aléas comme les séismes et les inondations, il est possible d'estimer une intensité du phénomène redouté en fonction d'une période de retour caractéristique.

Dans le cas de l'érosion de berge, ces approches probabilistes ne sont pas possible ; la notion de période de retour à un endroit donné n'ayant aucun sens, vu l'évolution temporelle des berges.

Cependant, l'ampleur de l'aléa peut être mesurée par la distance de recul des berges par rapport à un état initial. Cette distance de recul est associée, non pas à une période de retour, qui sous-entend la répétitivité du phénomène, mais à une vitesse moyenne de recul associée à la probabilité que cette partie de berge ait disparue à une échéance donnée (60 ans par exemple). Nous retenons cette échéance de 60 ans pour être cohérent avec les analyses réalisées dans le cadre de ce projet tout en restant en accord avec la définition des aléas décrite dans le guide PPR : « *le délai conventionnel retenu, le siècle ou davantage, doit être compatible avec les décisions pouvant être prises en termes d'occupation des sols* ».

Nous proposons donc de traiter l'aléa érosion de berge à partir du concept « *d'espérance de vie* » (comme mis en œuvre par Garcin et al. (2011) pour traiter l'aléa érosion côtière) c'est-à-dire par des enveloppes spatiales représentant les secteurs de berges susceptibles d'avoir disparu (d'avoir été érodé) à une échéance donnée (prise ici à 60 ans). Cette proposition a été validée par le Comité de pilotage du projet (cf. CR03_03-2013).

Niveau d'aléa	Signification
Aléa fort	Probabilité forte d'érosion des terrains par recul de berge, à une échéance de 60 ans
Aléa moyen	Probabilité moyenne d'érosion des terrains par recul de berge, à une échéance de 60 ans
Aléa faible	Probabilité faible d'érosion des terrains par recul de berge, à une échéance de 60 ans
Aléa négligeable	Probabilité nulle à négligeable d'érosion des terrains par recul de berge, à une échéance de 60 ans

Illustration 61 : Proposition d'une échelle de niveau d'aléa « érosion de berge »

7.2.3. Calage de l'emprise des aléas, sur les secteurs les plus mobiles

Le zonage de l'aléa érosion de berge proposé se base sur le recul constaté sur les soixante dernières années et extrapolé sur les soixante prochaines années, sous l'hypothèse que la vitesse de recul soit identique. La valeur de ce recul est évaluée par segment de berges ayant des caractéristiques lithologiques homogènes puis extrapolés à l'ensemble de ces berges, selon différentes probabilités de réalisation.

Sur les secteurs les plus mobiles (Secteur C et D de Illustration 50), pour une typologie de berge donnée, nous proposons de définir les niveaux d'aléa comme suit :

- **La zone d'aléa fort** (« *probabilité forte de disparition à une échéance de 60 ans* ») est l'espace compris entre les berges actuelles et les berges futures dont la position est évaluée à partir **du recul moyen constaté sur les soixante dernières années, moyenne évalué sur l'ensemble des berges dans la même configuration**. Cette « probabilité forte » est justifiée en considérant que la dynamique de la rivière qui a conduit aux érosions passées ne sera pas modifiée de manière significative dans le futur et donc que cette dynamique passée sera conservée pendant la durée de l'échéance suivante. Le principe de ce zonage d'aléa est synthétisé en Illustration 62 ;
- **La zone d'aléa moyen** (« *probabilité moyenne d'avoir disparu à une échéance de 60 ans* ») est l'espace compris entre les berges actuelles et les berges futures dont la position est évaluée à partir du **recul maximal constaté sur les soixante dernières années sur l'ensemble des berges dans la même configuration** ;
- **La zone d'aléa faible** (« *probabilité faible d'avoir disparu à une échéance de 60 ans* ») correspond au secteur susceptible d'être menacé à terme, dans les secteurs de divagation marquée, notamment l'intérieur des méandres.

Dans les secteurs moins mobiles, le principe est le même, mais le niveau d'aléa sera inférieur.

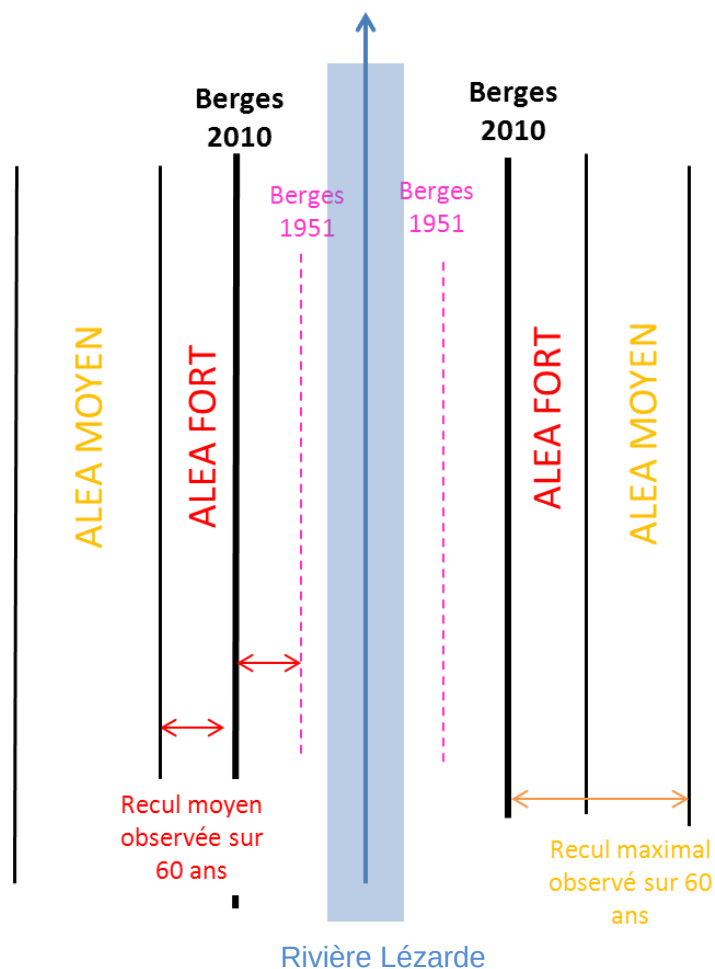


Illustration 62 : Principe de cartographie de l'aléa érosion de berge, dans les secteurs les plus mobiles

7.2.4. Grille d'aléa proposée, sur l'ensemble des secteurs

La grille d'aléa de l'illustration 63 présente les niveaux d'aléas proposés, par secteur et par typologie de berges. L'emprise utilisée pour cartographier chaque niveau d'aléa est indiquée par la valeur du recul constaté durant les soixante dernières années. Logiquement, les secteurs où la nature lithologique des berges et de l'encaissant est plus résistante à l'érosion voient les vitesses de recul des berges diminuer pour un même niveau d'aléa.

La restitution cartographique réalisée à partir de cette grille d'évaluation de l'aléa est disponible en Annexe 2 au 1/10 000.

	Typologie de berges	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
Secteur A (cf. Illustration 50)	Berges constituées d'alluvions récentes (type D)	-	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 10 m]	Recul max observé sur 60 ans [10 ; 20 m]
	Berges constituées de laves massives (type B)	-	-	Recul max observé sur 60 ans [0 ; 15 m]
	Berges de conglomérats reposant sur des hyaloclastites (Type A)	-	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 5 m]	Recul max observé sur 60 ans [5 ; 15 m]
Secteur C et D (cf. Illustration 50)	Berges constituées d'alluvions récentes (type D)	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 30 m]	Recul max observé sur 60 ans [30 ; 50 m]	-
	Point dur (laves massives, hyaloclastites)	-	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 5 m]	Recul max observé sur 60 ans [5 ; 15 m]
Secteur B (cf. Illustration 50)	Berges constituées d'alluvions récentes (type D)	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 20 m]	Recul max observé sur 60 ans [20 ; 30 m]	-
	Berges constituées de conglomérats altérés (type C)	Recul moyen observé sur 60 ans [0 ; 10 m]	Recul max observé sur 60 ans [10 ; 20 - 25 m]	-

Illustration 63 : Synthèse des niveaux et enveloppe d'aléa

7.2.5. Les facteurs locaux aggravants

Des particularités locales qui ne sont pas prises en compte dans l'évaluation des aléas « érosion des berges », constituent cependant des facteurs aggravants pouvant potentiellement augmenter la vitesse de recul effectif des berges. S'ils ne peuvent être pris en compte à l'échelle de cette étude dans l'évaluation de l'aléa, ils guident dans tous les cas certaines des recommandations émises dans le chapitre suivant.

Les rejets d'eau en tête

L'écoulement des eaux le long des berges est un vecteur de déstabilisation par diminution des caractéristiques mécanique des berges.

Les confluences

L'arrivée d'un affluent augmente localement la charge hydraulique, notamment sur la berge opposée (cf. Point 323 et Point 430).

La création d'embâcle

Comme l'a montré à plusieurs reprises les observations de terrain, des embâcles dans le lit de la rivière accentuent l'instabilité des berges en amont. Ces embâcles sont provoqués, par exemple, par la chute d'arbres et très fréquemment, par celle de touffes de bambous (cf. Point 250, cf. Illustration 64).



Illustration 64 : Érosion de la berge rive gauche, accentuée par l'embâcle provoqué par les bambous (Point 250)

L'édification d'un aménagement hydraulique dans le lit de la rivière

Les turbulences liées à un barrage anthropique ou autre aménagement, dans le lit de la rivière accentuent l'instabilité des berges en amont (cf. Illustration 65).



Illustration 65 : Érosion de la berge rive gauche probablement accentuée par les remous provoqués par les enrochements (Point 253)

Etc.

7.3. LIMITES DE LA MÉTHODE ET DU ZONAGE PROPOSÉ

La principale limite de la méthode utilisée pour définir la cartographie de l'aléa est que l'on considère que la dynamique de la rivière qui a conduit aux érosions passées, sera identique dans les soixante années à venir. En effet, que ce soit en termes d'occupation du sol future sur le bassin versant ou de l'évolution des précipitations liées au changement climatique (qui conditionneront l'hydrologie de la rivière et indirectement les dynamiques du transport solide et des érosions), les incertitudes sur la dynamique érosive à terme sont très importantes et justifient ce choix. De surcroît, nous ne sommes pas en mesure de savoir si les effets induits par la rectification du lit dans la zone aval vont se poursuivre, s'atténuer ou au contraire s'amplifier.

Rappelons par ailleurs que l'évolution des berges n'est pas homogène dans l'espace. La divagation latérale peut conduire à affecter des zones actuellement totalement ou partiellement épargnées. Par ailleurs, si l'érosion de berge se produit actuellement dans des sédiments meubles, mais que très vite cette érosion fait apparaître un substratum plus compétent, le recul de la berge sera atténué voir arrêté.

L'évolution des berges n'est pas non plus homogène dans le temps. Les enveloppes sont évaluées à partir d'une vitesse moyenne estimée sur plusieurs décennies, or le fonctionnement réel du recul/érosion des berges est discontinu. L'occurrence d'un ou de plusieurs événements exceptionnels (crues très intenses supérieures à celles qui se sont produites sur les derniers 60 ans) pourrait aboutir à des reculs de berges nettement supérieurs (crise érosive) à ceux évalués à partir des vitesses moyennes sur les 60 dernières années (cf. Illustration 66). Dans ce cas, les enveloppes d'espérance de vie pourraient être largement sous évaluées.

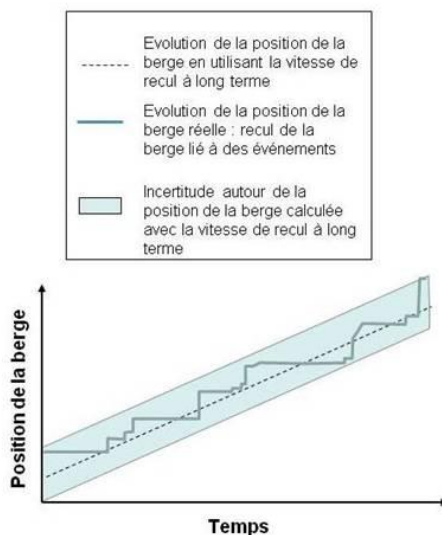


Illustration 66 : Écart entre la position de la berge réelle et la position calculée avec la vitesse moyenne de recul

8. Exploitation des résultats et recommandations

Cette étude n'a pas pour vocation de proposer des parades à l'érosion mais constitue l'étape préalable à toute intervention sur le cours d'eau. Elle permet en effet d'identifier, par tronçon, les facteurs et les processus responsables de l'érosion des berges et sont dans ce sens, un guide pour les bureaux d'études qui auront à réaliser des propositions de mesures de protection efficaces.

Ainsi, cette étude a mis en évidence deux types de berges :

- des berges qui s'avèrent trop mobiles à court terme, pour que des aménagements puissent y être économiquement pertinents. Ces tronçons, situés entre le pont de Soudon et le pont de la RN1, concernent essentiellement des parcelles agricoles, mais également quelques habitations ;
- des berges de recul plus limité et sur lesquelles des préconisations limitant le ruissellement sont proposées. Il s'agit notamment, de zones urbaines entre la RN1 et le pont de Ressource.

8.1. EXPLOITATION CARTOGRAPHIQUE DES RÉSULTATS

8.1.1. Comparaison avec le zonage actuel de l'aléa mouvement de terrain du Lamentin

Sur la commune du Lamentin, le zonage de l'aléa mouvements de terrain est issu du microzonage, réalisé en 1996, actualisé pour la réalisation du PPR en 2004 puis en 2011. Cette carte d'aléa mouvements de terrain classe les berges de la Lézarde en un unique niveau, fort, depuis le pont de Soudon jusqu'à Place d'Armes. Ce zonage se superpose globalement à l'emprise du lit mineur de 2010.

L'illustration 67 présente les deux zonages superposés et permet de voir la précision apportée par la présente étude, en termes d'emprise et de niveau d'aléa. On notera notamment qu'avant le pont de la RN1, l'emprise de l'aléa obtenu lors de cette étude est plus étendue que l'emprise du PPR, tenant compte des fortes divagations observées dans ce secteur alors qu'après le pont, elle devient plus étroite et nuancée que celle du PPR.

Lors de la prochaine révision du PPR, ce zonage sera substituable au précédent, étant donné qu'il intègre le même événement de référence selon une approche méthodologique identique (approche naturaliste). Les niveaux d'aléa définis ici tiennent fortement compte d'une durée de vie, qui conditionne différemment l'aménagement du territoire. Ainsi, le niveau d'aléa faible correspond à une zone de menace possible à long terme seulement alors que le niveau fort à court terme.

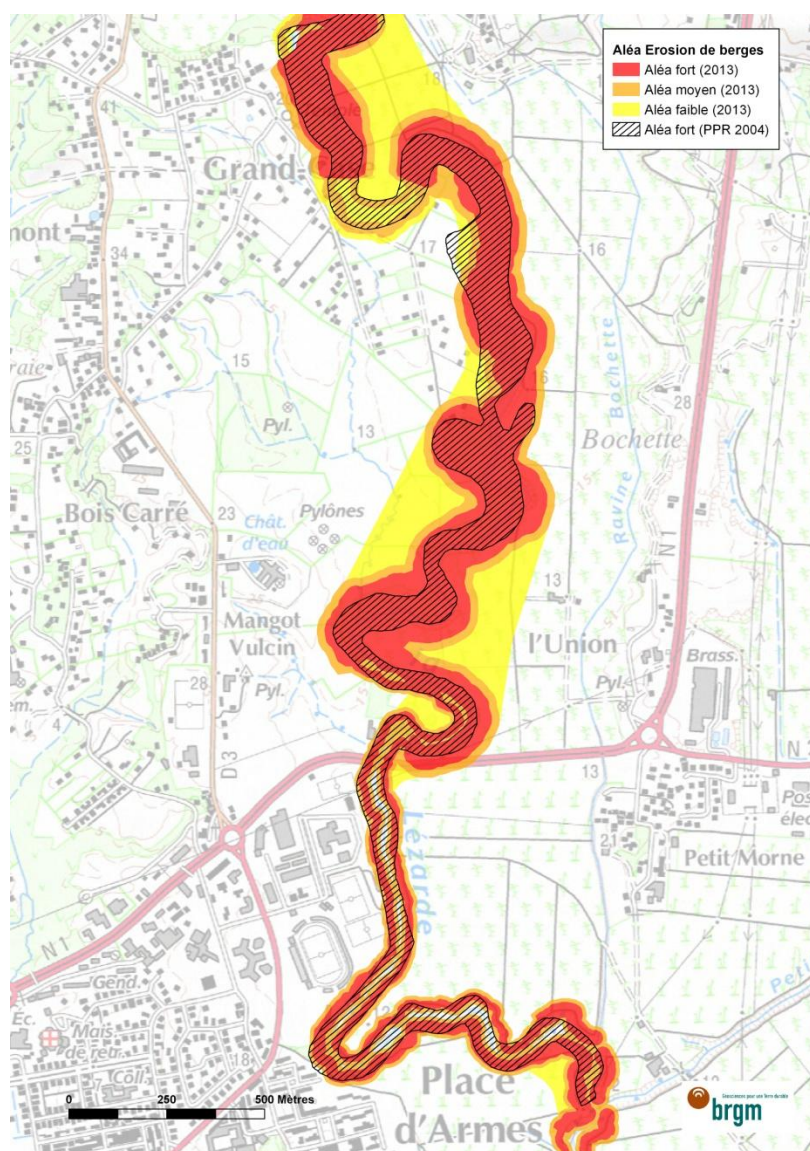
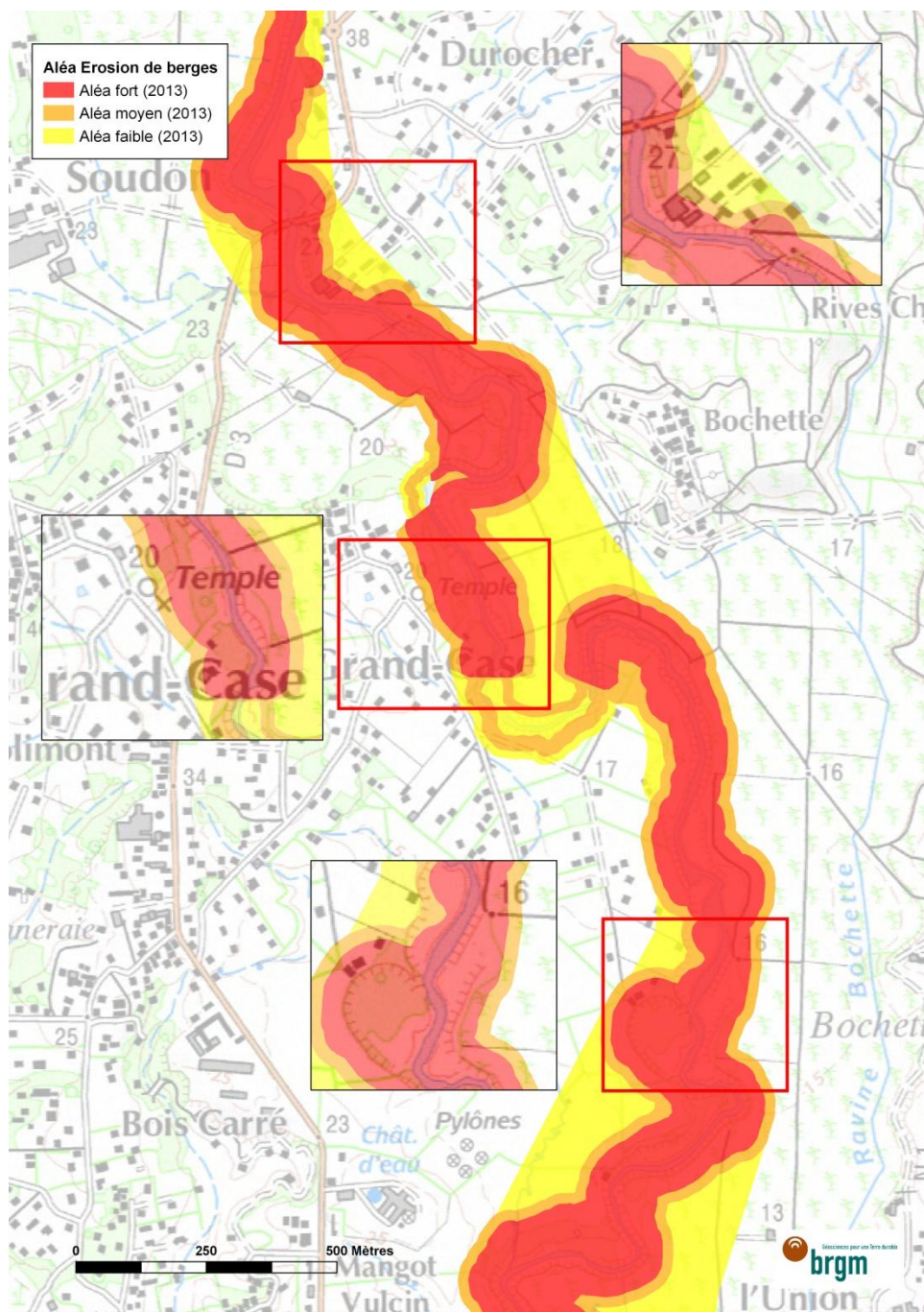


Illustration 67 : Comparaison des niveaux d'aléas obtenus en 2013 et du zonage PPR existant

8.1.2. Mise en évidence de zones sensibles

Cette carte d'aléa fait ressortir des zones particulièrement sensibles, dont on ne peut garantir qu'elles disparaîtront à terme et où il n'existe pas de solution technique suffisamment économique pour s'en protéger à moyen terme. Il s'agit surtout des secteurs en aléa fort situé dans la partie la plus mobile, entre le pont de la RN1 et le pont de Soudon, soit :

- essentiellement des parcelles agricoles ;
- mais également quelques habitations, dans le quartier Durocher, Bochette et Grand Case (cf. Illustration 68).



*Illustration 68 : Secteur le plus sensible, soit la partie la plus mobile.
Localisation des secteurs habités en zone d'aléa fort*

8.2. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES APPLICABLES SUR TOUTES LES BERGES

8.2.1. Prendre en compte l'aléa érosion de berge dans les projets

La cartographie proposée permet de définir spatialement un niveau d'aléa à l'échéance de 60 ans. Elle permet de connaître (dans l'état actuel de nos connaissances) les zones qui risqueront d'être mise en danger par le recul des berges à courte échéance. La prise en compte de cet aléa dans tous les projets d'aménagement et de construction que ce soit celle d'ouvrages, de bâtiments publics ou privés... nous paraît nécessaire et indispensable pour éviter de se retrouver à plus ou moins long terme à gérer une forte exposition au risque des enjeux.

8.2.2. Suivi régulier des zones sensibles

Certaines zones ont été identifiées comme particulièrement vulnérables à court terme, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de solutions techniques économiquement acceptables qui puissent empêcher cette évolution naturelle. Il s'agit notamment du secteur C et D, entre le pont de Soudon et le pont de la RN1, particulièrement dynamique. Les enjeux concernés sont décrits succinctement dans le § 8.1.2.

Il est proposé un suivi régulier de ces zones. Ce peut être un suivi annuel après chaque saison des pluies et/ou événementiel après chaque cyclone ou dépression tropicale importante. Cela permettra d'analyser l'impact d'événements exceptionnels sur son évolution morphologique.

Cela peut être fait par des prises de vues photographiques (*in situ* et/ou aériennes) commentées, et des relevés GPS. Un protocole simple serait d'implanter des repères à une certaine distance de la berge et de mesurer l'évolution de cette distance.

8.2.3. Végétation

Lors de l'investigation de terrain, il n'y a pas de type de végétation qui ait particulièrement été mise en évidence comme déstabilisateur, excepté les bambous, localement.

Il est préconisé d'entretenir les berges de manière à limiter notamment le développement des bambous, susceptibles ensuite de créer des embâcles. Il est préconisé d'élaguer les arbres penchés, partiellement déracinés et, concernant les bambous, de ne pas les déraciner mais de les couper à la base, car leur réseau racinaire stabiliserait les berges (GEODE Caraïbe, 1999).

8.2.4. Entretien du cours d'eau

L'Etat pour les cours d'eau domaniaux ou les riverains des cours d'eau non domaniaux, ont une obligation légale d'entretien (art. L215-14 du Code de l'environnement), qui consiste à

maintenir l'écoulement naturel des eaux, assurer la bonne tenue des berges et préserver la faune et la flore dans le respect du fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

Plus particulièrement ici, les obstacles à l'écoulement naturel de la rivière, ont été identifiés comme un facteur aggravant l'érosion des berges (cf. § 7.2.5). Il s'agit notamment des obstacles créés par l'accumulation de débris végétaux, souvent initiée par la chute d'arbres ou de bambous. Ces obstacles augmentent les remous et la contrainte hydraulique sur les berges en amont.

Ainsi, il est fortement recommandé de procéder à la surveillance visuelle régulière de la rivière, pour ne pas laisser se constituer des obstacles à l'écoulement (débris végétaux, déchets d'origine anthropique..), notamment après les fortes pluies et évidemment après des événements climatiques exceptionnels.

8.3. RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES SUR LES SECTEURS MOINS MOBILES (SECTEUR A ET B DE L'ILLUSTRATION 50)

Les seuls secteurs où des mesures de protection des berges sont envisageables sont ceux où le recul des berges reste d'ampleur limité (secteur A et B de l'illustration 50).

P. Saffache (rapport d'expertise non daté) avait suggéré la mise en place de palplanches (non mise en place), pour protéger les habitations en rive droite, juste en amont du pont de Ressource (cf. illustration 65).

Des solutions de confortement de ce type doivent être considérées sur une portion de berges cohérente, pour ne pas aggraver le risque en amont. Le dimensionnement de ce type de solutions et l'emprise sur laquelle elles doivent être envisagées, relève d'une étude spécifique à confier à un bureau d'études spécialisé.

En parallèle de ces mesures de confortement lourdes, sur ces secteurs de berges à protéger, la vitesse du recul peut être limitée par :

- impérativement, une meilleure gestion des eaux de surface pour limiter au maximum le ruissellement dans la pente et l'interdiction de rejets incontrôlés en tête de berges ou dans la pente, favorisant l'érosion. Les effluents doivent être guidés jusque dans le lit de la rivière ;
- la mise en place de protection « légère » installée à partir de la crête de berge, limitant l'effet de l'érosion (géotextile éventuellement biodégradable avec par-dessus une nappe de grillage plaquée..) ;
- le maintien d'un couvert végétalisé en tête de berge pour limiter le ruissellement. Cependant, il s'agit de se limiter aux strates herbacées ; il est proscrit d'implanter des arbres dont le système racinaire et le poids, pourraient déstabiliser la tête de berge.

Sur les berges peu mobiles, il existe des mesures pour limiter la vitesse de recul, dont la gestion des écoulements de surface et le maintien d'un couvert végétal en tête de berge,

sachant que le choix des arbres doit se faire en fonction du système racinaire et du port de l'arbre.



Illustration 69 : Amont immédiat du pont de Ressource

8.4. DIAGNOSTIC RAPIDE DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENTS PAR RAPPORT AU REcul DES BERGES

Pont de la RN1 (Source : Conseil Régional)

Ce pont qui date de 1865 – 1868, est constitué de deux travées de 24 m de longueur. Il remplace un ancien pont, dont les vestiges de palplanches au milieu du lit (batardeau de la pile centrale) ont été récemment démontés. Les culées du pont sont fondées sur semelles superficielles.

Le Conseil Régional ne dispose pas des études géotechniques ou de faisabilité de construction de cet ouvrage.

Ces ouvrages sont inspectés visuellement régulièrement (tous les 4 ans environ) par le Conseil Régional. Aucune des inspections consultées par le BRGM (1981, 1996, 2005 et 2011) ne signale d'instabilités particulières. Seule la dernière évoque une déstabilisation de l'enrochement, correspondant à un affouillement.

L'ouvrage est dans son ensemble dans un état correct. Il est classé « *niveau 2 : dégradations non structurelles* », dans les résultats d'inspection.

Pont de Soudon (Source : Conseil Général)

Ce pont est constitué d'un tablier en béton léger précontraint. Les vestiges de l'ancienne culée de pont sont encore observables dans le lit de la rivière, en amont de l'ouvrage actuel.

Les inspections sont sous-traitées. D'après la dernière qui date de 2008 (comm. Conseil Général), aucun risque spécifique n'a été identifié. Il est noté seulement quelques dégradations superficielles sur le structure : « *dalettes en superstructure détériorées côté AV* », « *éclats de béton et AAO sur les culées et les murs en retour* ».

D'après l'évolution observée du lit mineur de la rivière, la direction de son cours tend à devenir parallèle à l'ouvrage (cf. Illustration 70 et Illustration 71). Ceci pourrait à terme menacer la stabilité de la culée rive droite. Il a été montré que ce secteur est très mobile à court terme, on peut donc s'attendre à une accentuation de ces dégradations (surcreusement à l'arrière de la culée).

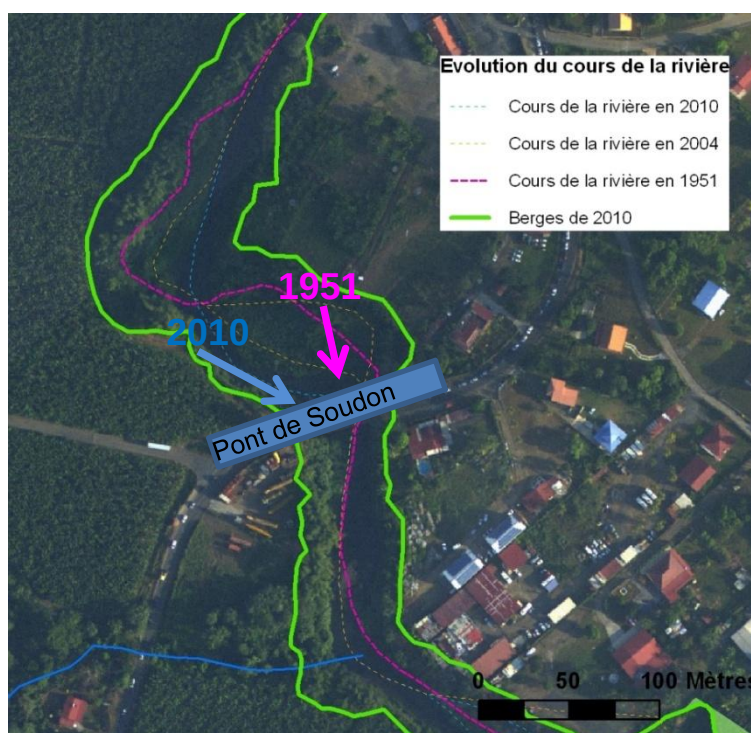


Illustration 70 : Évolution du cours de la rivière de part et d'autre du pont de Soudon d'après les observations sur photos aériennes



Illustration 71 : Érosion de la berge rive droite, modifiant l'angle d'attaque de la rivière sur la culée du pont de Soudon (Point 221)

Pont de ressource (Communal)

Aucune information particulière ne nous a été fournie par la mairie. Les travées métalliques apparaissent en mauvais état (cf. Illustration 72).

Les appuis ne sont pas menacés dans l'immédiat, mais des affouillements sont possibles. Par ailleurs, le recul des berges en rive gauche (faciès altérés des conglomérats) affecte la pérennité du pont. Les travées de rives, ancrées dans les terrains, ont tendance à se déchausser.



Illustration 72 : Érosion des appuis des travées de rives du pont de Ressource.

9. Conclusion

La Lézarde présente une forte dynamique liée à sa jeunesse et accentuée par des aménagements anthropiques en aval. Ses berges sont actuellement soumises à une érosion intense pouvant atteindre 1 m de recul par an, par endroits.

Il a été mis en évidence que la rectification du lit associée à d'autres forçages externes (urbanisation, modification des pratiques agricoles..) a modifié l'équilibre du transport solide et a forcé la rivière à le compenser :

- en incisant son propre lit dans les secteurs de conglomérat altéré en aval de la bifurcation de 1932 ;
- en divaguant latéralement dans les secteurs d'alluvions.

Ces dynamismes entraînent inévitablement le recul des berges, à des vitesses qui dépendent également de leur lithologie :

- les berges reposant sur des laves ou des hyaloclastites, sont relativement stables ;
- les berges d'alluvions très meubles et peu consolidées, présentent une vitesse d'érosion maximale ;
- les berges de conglomérats altérés évoluent lentement mais peuvent être le siège d'événements localisés d'ampleur significative.

À partir de ces analyses de terrain, une carte d'aléa au 1/5 000 a ainsi été produite. La qualification de l'aléa intègre la lithologie d'une part et les vitesses de recul observées ces 60 dernières années d'autre part.

Si cette étude n'a pas pour vocation à proposer des parades à l'érosion, elle reste l'étape préalable à toute intervention sur le cours d'eau, puisqu'elle a permis d'identifier, par tronçon, les facteurs érosifs principaux guidant ainsi les bureaux d'études dans le choix des mesures de protection efficaces.

Concernant le type de recommandations envisageables, deux types de berges se distinguent alors :

- des berges qui s'avèrent trop mobiles à court terme, pour que des aménagements puissent s'y avérer économiquement pertinents. Ces tronçons, situés entre le pont de Soudon et le pont de la RN1, concernent essentiellement des parcelles agricoles (secteur C et D de l'illustration 73) ;

- des berges de recul plus limité et sur lesquelles des préconisations limitant notamment le ruissellement sont proposées (secteur A et B de l'illustration 73). Il s'agit notamment, de zones urbanisées entre la RN1 et le pont de Ressource.

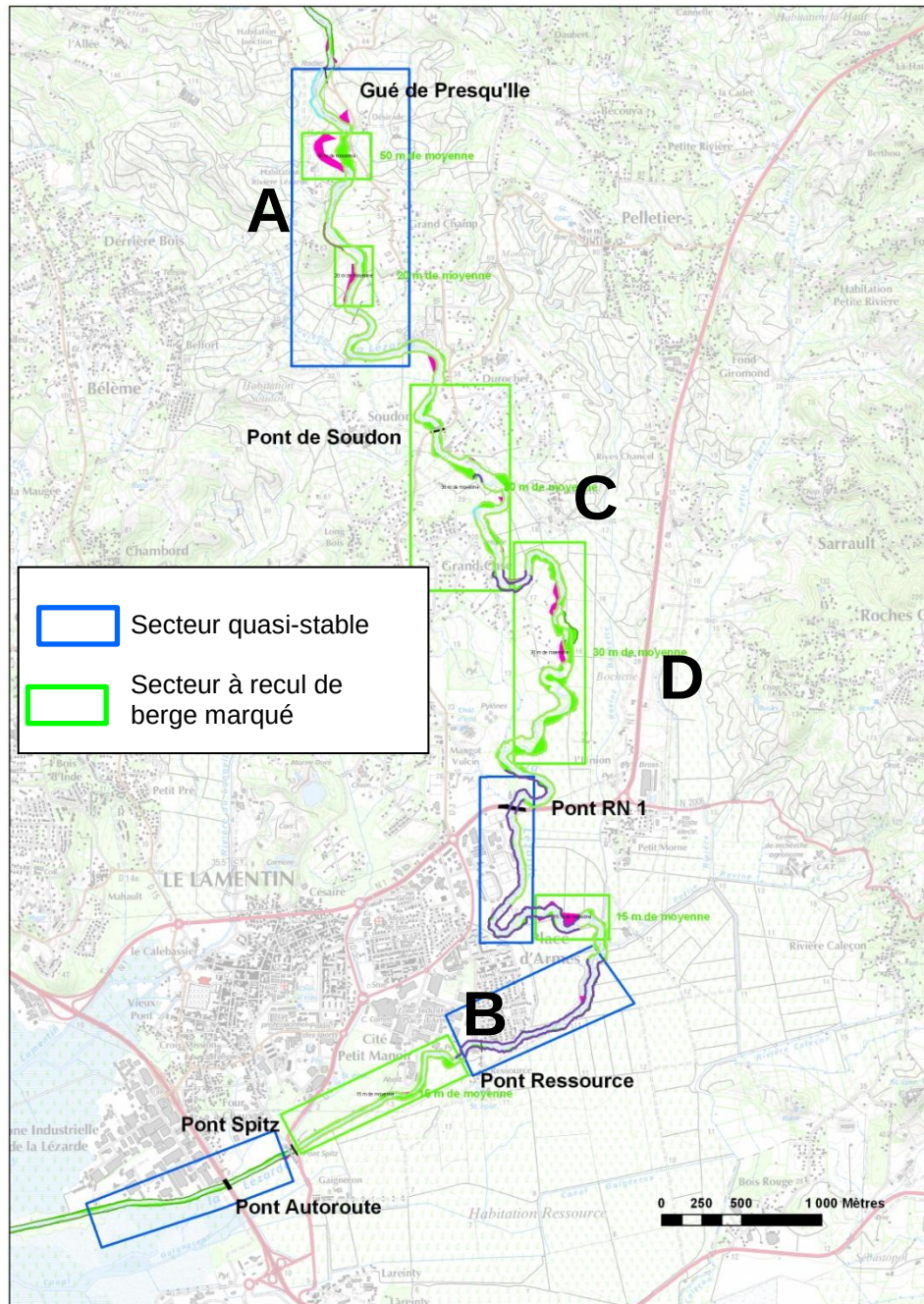


Illustration 73 : Deux types de berges avec des recommandations différentes

10. Bibliographie

BCEOM, 2003. Schéma directeur d'aménagement hydraulique et de protection durable des rivières du Lamentin

BRGM, 2013. Comité de Pilotage – Réunion de restitution. Du 15 janvier 2013. CR03_03-2013

Cottez, 1974, Recherches d'eaux souterraines pour la ville de Fort-de-France résultats de la campagne 1974. 74 ANT 20.

Deshons P., Garrabe F., Quelennex R.E., 1984. Problèmes posés par les apports solides fluviaux de 3 rivières dans leurs plaines d'inondation et la baie de fort de France. Etude préliminaire. Direction Départementale de l'Équipement de Martinique. Rapport BRGM. 84 ANT 28.

Garcin M., Tedim F., Desramaut N., Rohmer J. (2011) – MOVE project : The coastal erosion case study (NW Portugal). MOVE Workshop Salzburg 2011.

Géode Caraïbe (1999). Travaux d'expertise de 20 rivières (Martinique). Présentation hydrographique, proposition d'aménagement et caractéristiques faunistiques. Etude réalisée pour le Conseil Régional de la Martinique.

Huygues Belrose V. 2003. Historique des inondations de la plaine du Lamentin. GEODE Caraïbes.

LCPC, 2010. Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain. Collection Environnement. Les risques naturels. CFGI.

Préfecture de la Martinique, 2004. Plan de prévention des Risques, Préfecture de la Martinique. Rapport de présentation PPR Lamentin.

Safège, 2009. Aménagement de la zone d'activité économique de Mangot Vulcin. Commune du Lamentin. Etude hydraulique. Safège. QB027 – PMA PEV – Rapport final.

Saffache P. Non daté. Rapport d'expertise relatif à l'érosion des berges des rivières (communes du Lamentin).

Saffache P., Blanchart E., Hartmann C., Albrecht A., 1999a. L'avancée du trait de côte de la baie du Marin (Martinique) : conséquence de l'activité anthropique sur les bassins versants alentours. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série II-a. Tome 328, 11, 739-744.

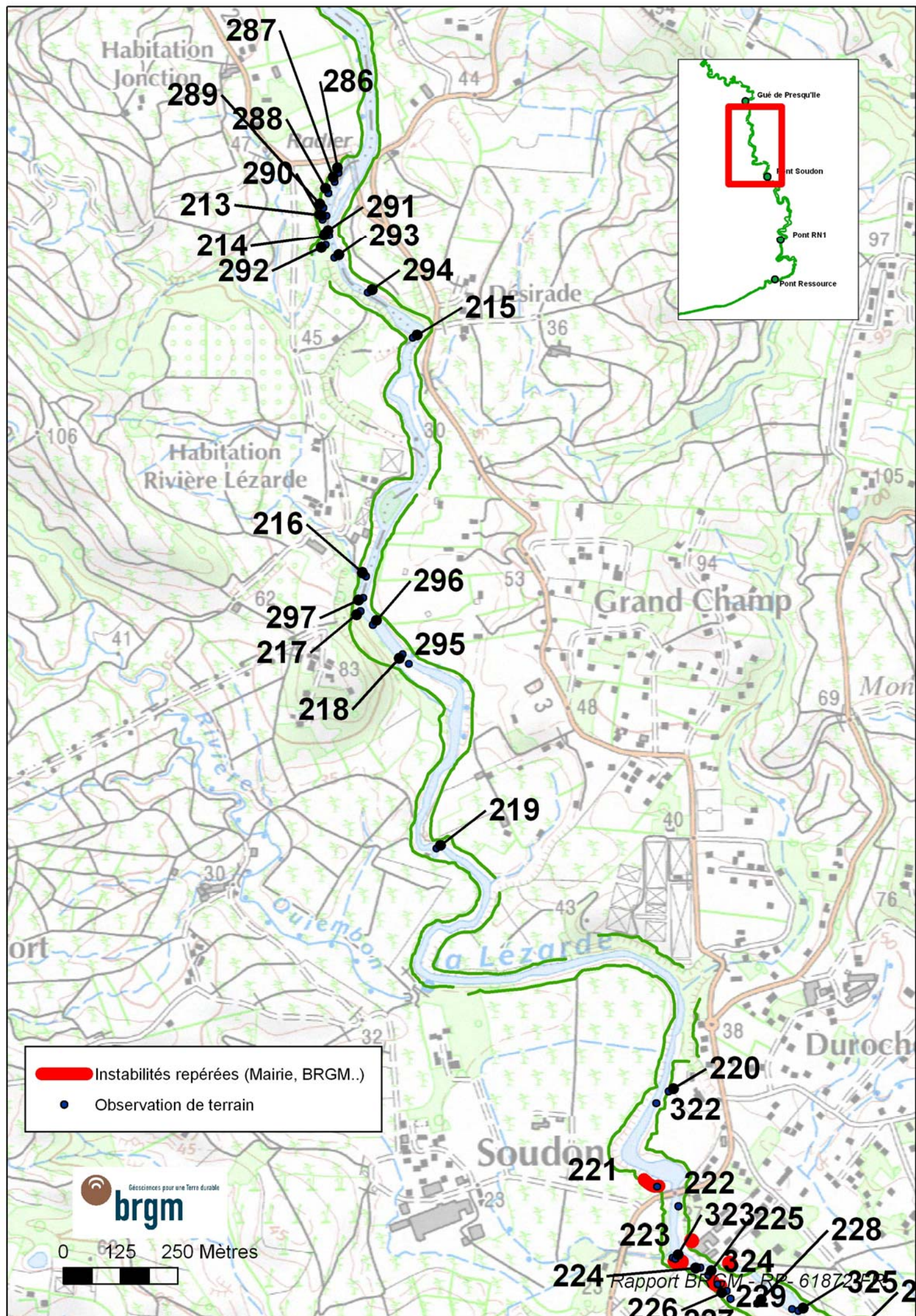
Saffache P., Deknuydt F., Travaux d'expertise de 20 rivières (Martinique). Présentation hydrographique. Proposition d'aménagement et caractéristiques faunistiques. Conseil Régional de la Martinique. 1999. GEODE Caraïbe.

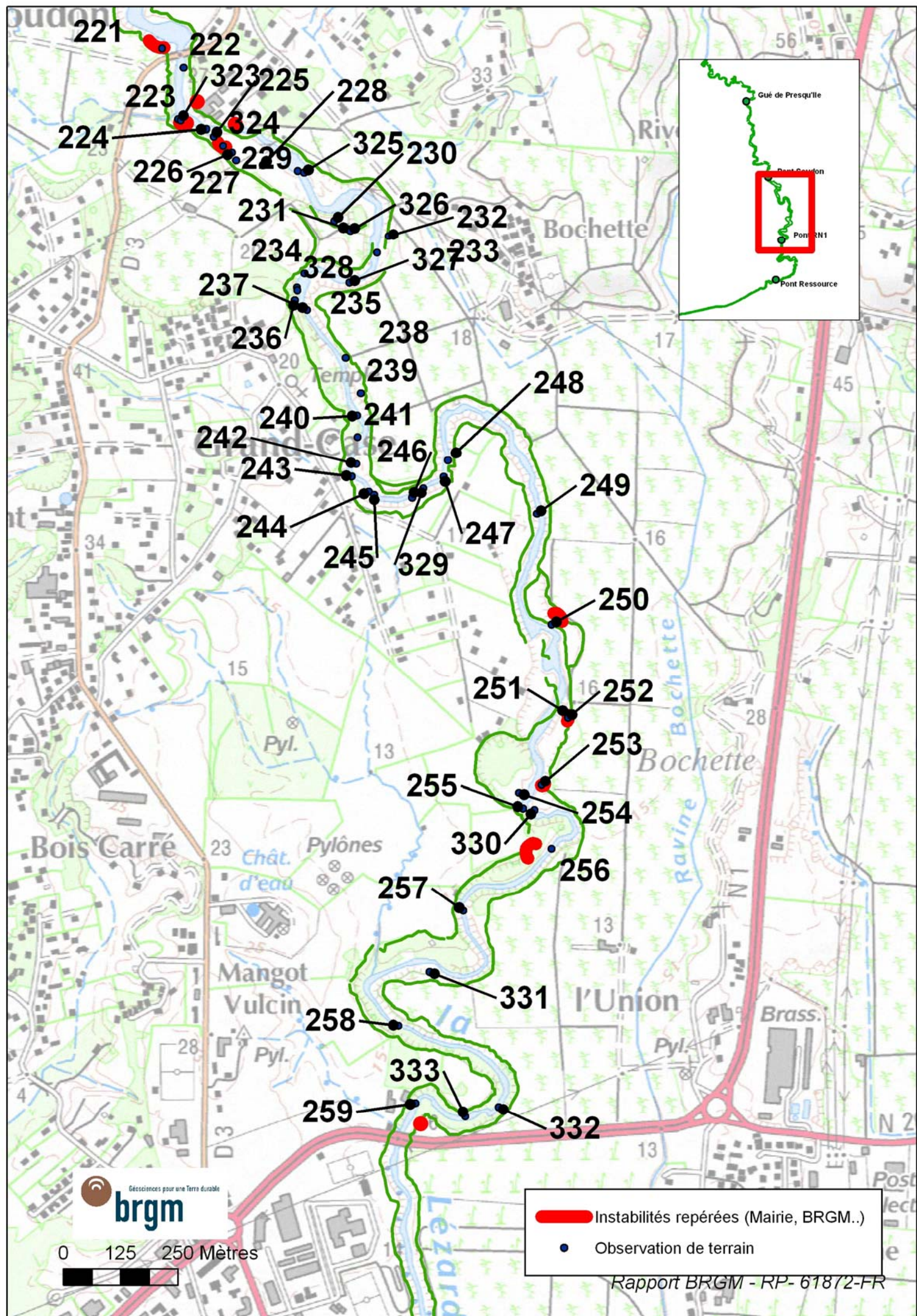
Sogreah, Aquafich Technology, 2000 : Curage des exutoires des rivières dans la baie de Fort de France. S.L. S.N. (Rapport commandé par la DIREN et la DDE de la Martinique), 83 p.

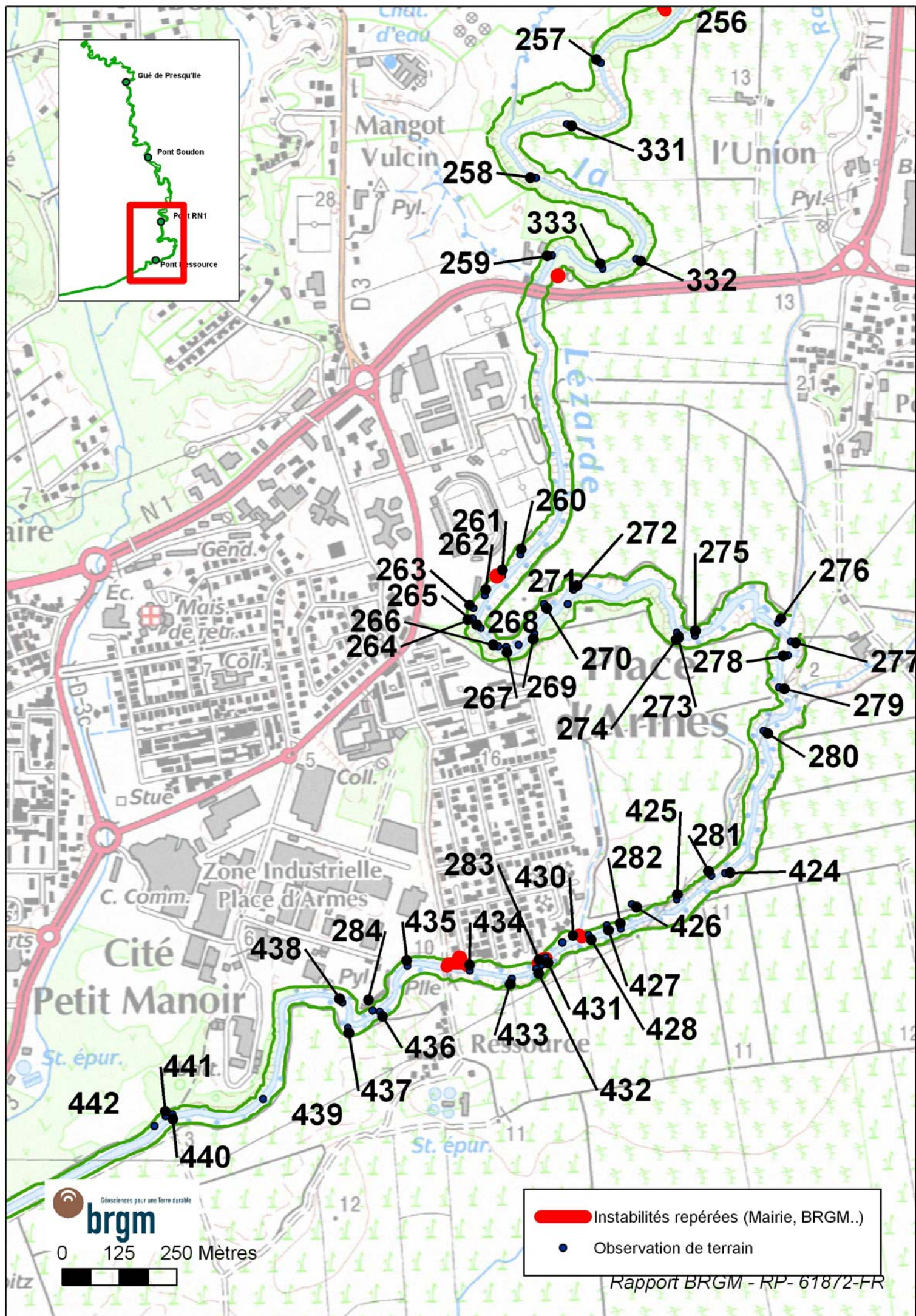
Westercamp D., Andreieff P., Bouysse P., Cottez S. et Battistini R., 1989. Notice explicative de la carte géologique à 1/50000 de la Martinique, éditions BRGM.

Annexe 1

Carte informative au 1/10 000

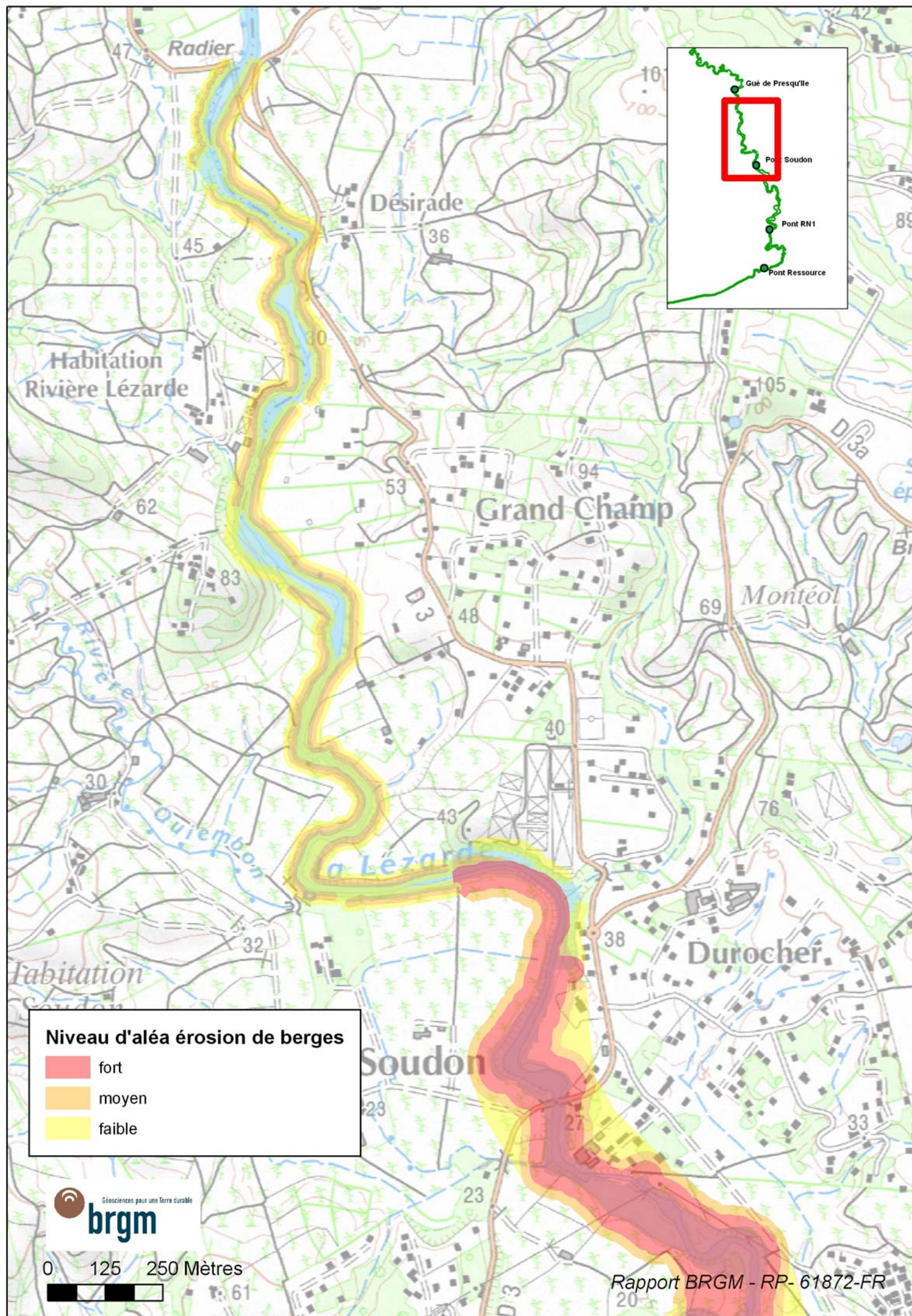


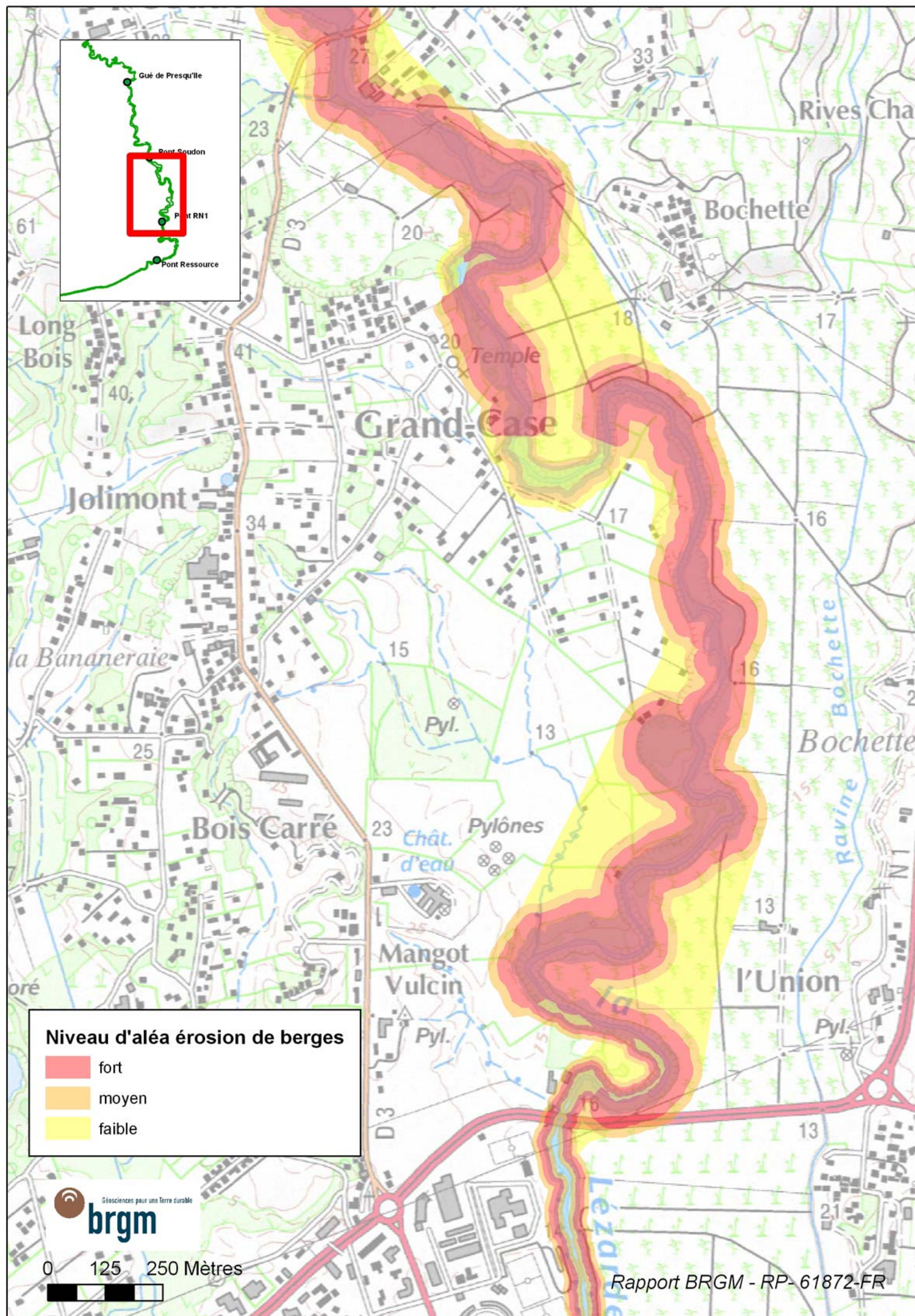


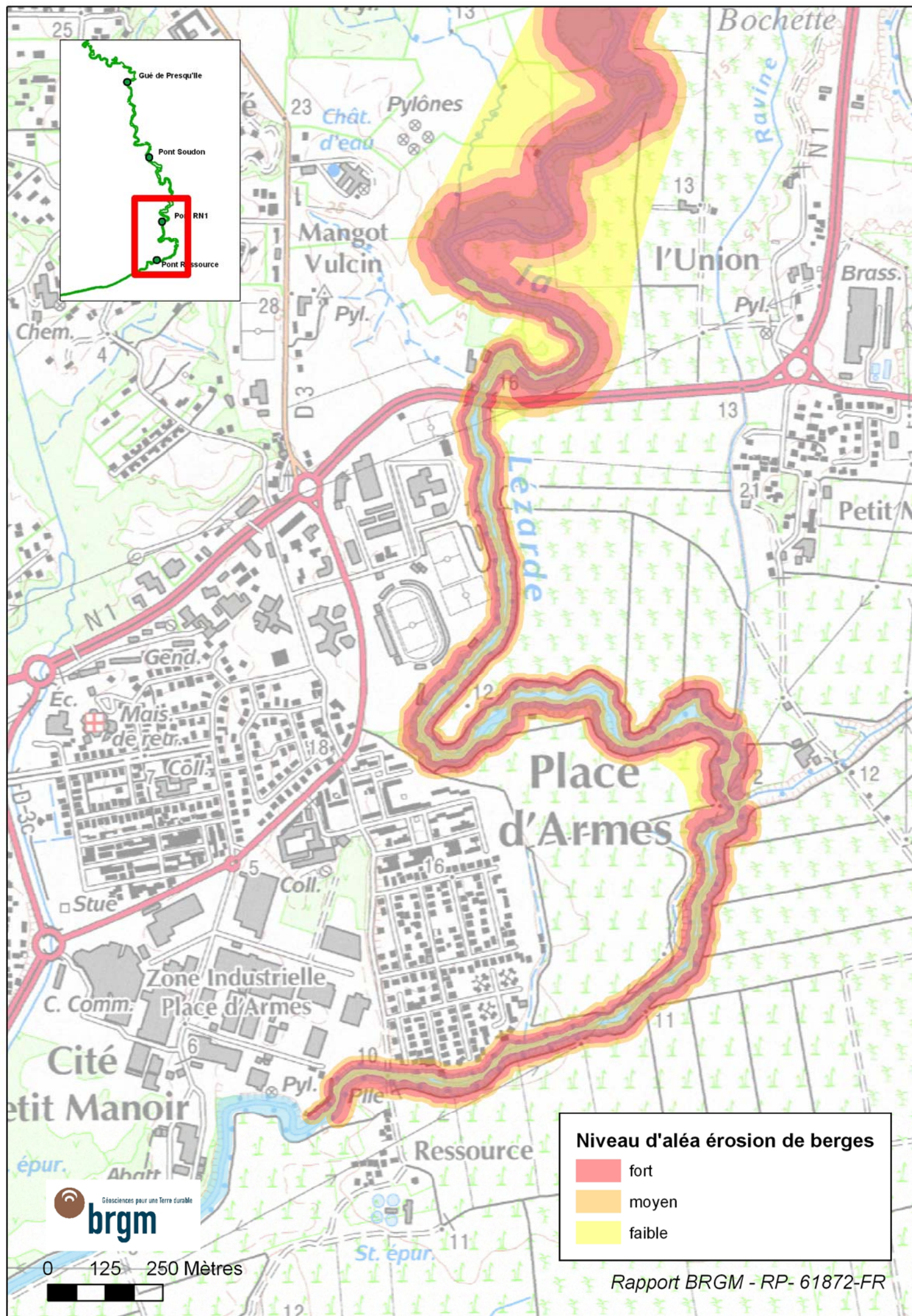


Annexe 2

Carte d'aléa érosion de berge au 1/10 000









Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale de Martinique
4 lot. Miramar
Route Pointe des Nègres
97200 – Fort de France
Tél. : 05 96 71 17 70