

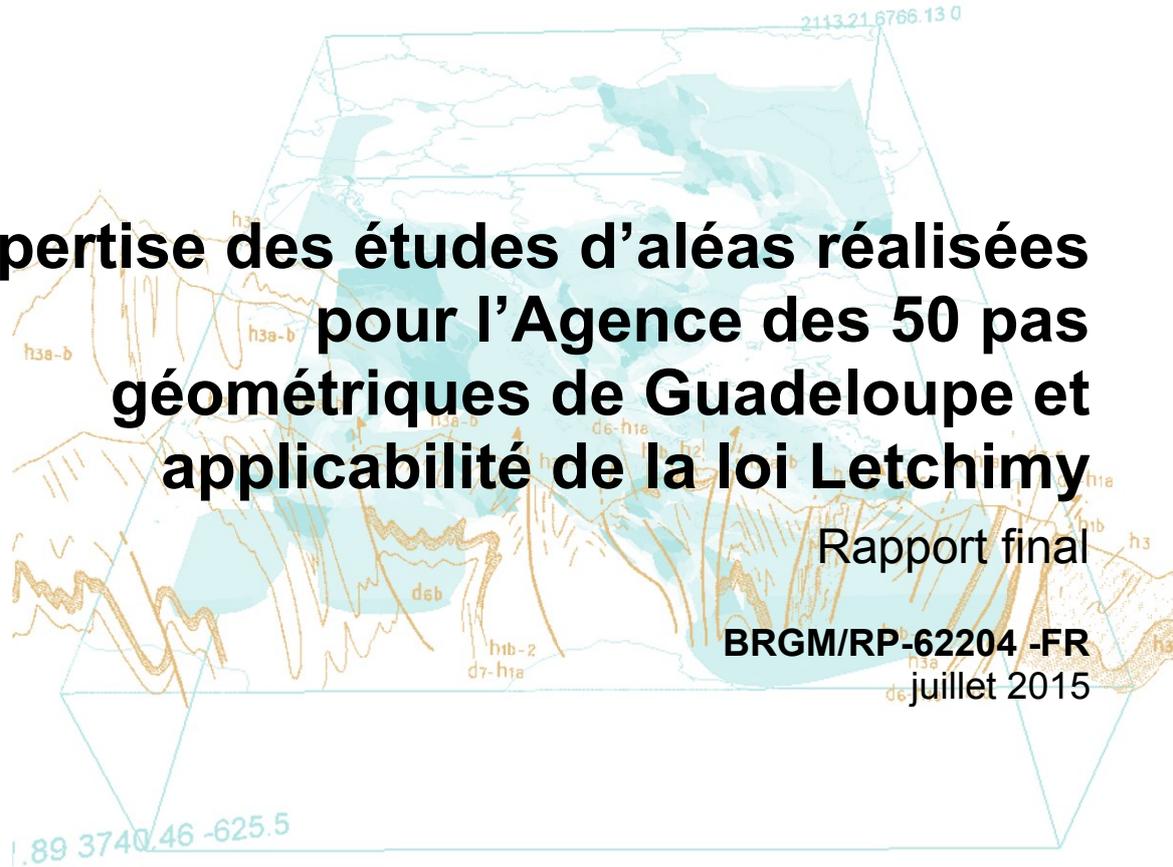
Document à accès différé



# Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 pas géométriques de Guadeloupe et applicabilité de la loi Letchimy

Rapport final

BRGM/RP-62204 -FR  
juillet 2015





Document à accès différé

# Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 pas géométriques de Guadeloupe et applicabilité de la loi Letchimy

Rapport final

BRGM/RP-62204- FR  
juillet 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 12RISE36

Nachbaur A., Lecacheux S., Fontaine M., Le Roy M., Garcin M

**Vérificateur :**

Nom : Mompelat J.M.

Date : 20/07/2015

Signature :



**Approbateur :**

Nom : Audru J.C.

Date : 30/07/2015

Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

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



**Mots-clés** : aléa, mouvement de terrain, submersion, inondation, gravité, loi Letchimy, Agence des 50 pas géométriques, Guadeloupe

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

Nachbaur A., Lecacheux S., Fontaine M., Le Roy M., Garcin M. (2015). Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 pas géométriques de Guadeloupe et applicabilité de la loi Letchimy Rapport final. BRGM/RP- 62204-FR, p 119, 63 illustrations, 1 annexe

## Synthèse

En Guadeloupe, l'Agence des 50 pas géométriques (appelée par la suite l'Agence ou AG50) est chargée de régulariser et de pérenniser les occupations situées dans la zone des 50 pas géométriques. Cependant, dans l'emprise de la zone rouge du PPR (qui correspond, en Guadeloupe, exactement à l'emprise de l'aléa fort), la cession des terrains aux occupants n'est pas autorisée.

L'Agence des 50 pas géométriques a commandité des études spécifiques pour préciser le zonage PPR.

Deux demandes distinctes sont donc adressées au BRGM par la DEAL de Guadeloupe :

- évaluer la fiabilité et la qualité des études de risques réalisées pour l'Agence des 50 pas (appelée par la suite 'étude AG50') et cerner les différences existantes avec la méthodologie générale du zonage PPR existant ;
- établir des propositions de définition de zones « qui menacent gravement les vies humaines » à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort, permettant de circonscrire les zones qui relèveraient de la loi Letchimy et qui, à ce titre, bénéficieraient d'indemnisation et de relogement.

### Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence

L'expertise des études d'aléas commandées par l'Agence, s'est avérée délicate par manque de précision sur la méthodologie et les données d'entrée considérées. D'un point de vue réglementaire, il apparaît difficile de remplacer le zonage PPR par les études AG50, qui bénéficient pourtant la plupart du temps, de meilleures données topographiques. Ces études ne sont pas exactement comparables à plusieurs titres décrits ci-dessous, mais peuvent apporter des précisions sur certains points. En effet, elles laissent souvent plus de liberté et de souplesse à l'expert que les études PPR, régies par un formalisme réglementaire mais garantissant ainsi la comparaison entre les études.

- Concernant l'aléa mouvements de terrain, les études AG50 sont basées sur la même expertise naturaliste que les études PPR. Elles ont l'avantage d'avoir donné lieu à une expertise de terrain plus fine, associée à une meilleure information topographique : elles bénéficient d'une meilleure précision quant aux limites cartographiques. Cependant, les événements de référence considérés ne sont souvent pas les mêmes, vu la différence d'emprise considérée. Ainsi, les niveaux d'aléas PPR, en accord avec les guides nationaux, représentent mieux et de façon plus homogène, le niveau de risque général, cohérent avec l'appréciation du danger pour les vies humaines. Avec une méthodologie identique, il est cependant possible, de préciser le zonage PPR avec les études AG50 réalisées par Géoter et Antéa.  
→ *Le lecteur pourra se reporter à la page 19 pour l'expertise détaillée des études d'aléa mouvement de terrain de l'AG50 et à la page 43, pour leur comparaison avec les études d'aléas PPR.*
- Concernant l'aléa submersion, il ressort que les études AG50 et PPR ont été réalisées sur un canevas méthodologique relativement similaire consistant à définir (1) une zone d'aléa fort lié à l'impact direct des vagues et (2) des zones d'aléa faible à fort liés à la submersion marine. Mais, il existe une grande variabilité dans la mise en œuvre, même pour des études réalisées par un même bureau d'études. Par ailleurs, les informations fournies ne sont pas suffisamment détaillées, en particulier au sujet des données

topographiques utilisées et des critères de qualification de l'aléa, pour tirer des conclusions générales sur les études les plus appropriées. Ainsi, pour choisir l'étude la plus précise, il est préconisé une analyse systématique du SIG et des couches fournies avec les résultats des études.

→ *Le lecteur pourra se reporter à la page 29 pour l'expertise détaillée des études d'aléa submersion de l'AG50 et à la page 51, pour leur comparaison avec les études d'aléas PPR.*

- Concernant l'aléa inondation, les PPR auront tendance à mieux prendre en compte les phénomènes d'inondation fluviale. En effet, les études AG50 ne se basent pas sur un événement de référence précis, contrairement aux principes édictés par le guide méthodologique et respectés dans les PPR. Plus précises en termes de retour d'expérience et de remontée d'information de terrain, les études AG50 considèrent des crues de périodes de retour différentes et assurent donc un niveau de protection variable au sein d'une même commune. Le manque de traçabilité ne permet pas ensuite de remonter localement au niveau de protection. De plus, les études AG50 dont l'emprise de la zone d'étude est limitée à l'aval des bassins versant, ne considèrent pas systématiquement l'intégralité du bassin versant, contrairement aux études du PPR. Avant 2008, les études AG50 prenaient mieux en compte les phénomènes d'inondation pluviale que les PPR.

→ *Le lecteur pourra se reporter à la page 21 pour l'expertise détaillée des études d'aléa inondation de l'AG50 et à la page 47 pour leur comparaison avec les études d'aléas PPR.*

En résumé, pour les aléas mouvements de terrain et les aléas submersion, les études AG50 et PPR ont des méthodologies plutôt homogènes qu'il reste important de comparer ensuite plus en détail ; pour les inondations, les PPR restent en général à privilégier.

#### Applicabilité de la loi Letchimy

La loi Letchimy (n° 2011-725 du 23 juin 2011) porte sur les dispositions pour lutter contre l'habitat indigne dans les départements et régions d'outre-mer. Elle stipule que dans « *une zone exposée à un risque naturel prévisible menaçant gravement des vies humaines* », l'expropriation donne droit à des indemnisations. Reste à définir cette zone.

Dans un premier temps, l'étude s'est attachée à définir la notion même de « menace grave pour les vies humaines », à partir de concepts théoriques. → *Cette étude bibliographique théorique fait l'objet du chapitre 4.*

Par la suite, l'application à deux sites pilotes (centre-bourg de Deshaies et quartier Bel Air à Pointe à Bacchus à Petit-Bourg) a permis de proposer des critères d'applicabilité pratiques de la loi Letchimy à l'intérieur de la zone d'aléa fort.

- Concernant les aléas météorologiques, l'étude s'est donc concentrée sur les critères relevant des possibilités de mise en sécurité des personnes pour identifier les bâtiments menaçant gravement les vies humaines. Il ressort que les bâtiments à vocation commerciale peuvent être considérés comme ne menaçant pas gravement les vies humaines. Pour les bâtiments d'habitation, le diagnostic est beaucoup plus délicat et nécessite une expertise fine de terrain. Un premier tri a permis d'identifier un certain nombre de bâtiments qui menacent clairement les vies humaines : ceux situés en zone de déferlement ainsi que les maisons de plain-pied.

→ Cette application fait l'objet du chapitre 5.

- Concernant l'aléas mouvements de terrain, la démarche a consisté à préciser l'aléa et les facteurs de réduction de la vulnérabilité. Il ressort que beaucoup de bâtiments sont considérés comme menaçant gravement les vies humaines, notamment tous les bâtiments menacés par un éboulement de falaise. Cette étude a permis d'identifier certaines configurations spécifiques, pour lesquels il est possible de s'interroger sur la « menace grave sur la vie humaine », notamment certaines habitations menacées par des glissements de terrain, sous condition d'existence de dispositif de gestion de crise adéquate. Considérer certaines habitations comme ne menaçant pas gravement la vie humaine dans la zone d'aléa fort glissement de terrain, est donc envisageable mais reste une décision délicate, à entériner collégialement avec les services de l'Etat.  
→ Cette application fait l'objet du chapitre 6.

En résumé, pour les aléas météorologiques, il ressort qu'il existe des critères, exigeants, permettant de considérer que la vie des personnes ne soit pas menacée gravement. Pour les aléas mouvements de terrains, ces critères existent mais s'avèrent plus subjectifs et donc délicats à réellement prendre en compte.

Pour répondre à la préoccupation de la DEAL, l'applicabilité de la loi Letchimy a été testée à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort. Il faut cependant noter que, pour les aléas météorologiques, l'emprise de l'aléa fort ne suffit pas à circonscrire les zones qui menacent gravement la vie humaine. Les niveaux de risque pour les PPR (mesure statistique du risque) ne sont pas les mêmes que ceux fixés pour l'applicabilité de la loi Letchimy. La notion de menace grave pour les vies humaines doit nécessairement être fondée sur des critères beaucoup plus restrictifs que ceux sur lesquels se base le zonage PPR.

Enfin, cette étude soulève l'existence de zones d'aléa fort qui menacent gravement les vies humaines et qui, situées en dehors de la bordure littorale gérée par l'Agence, ne font l'objet d'aucune mesure d'expropriation.



# Sommaire

<b>1. Contexte</b> .....	<b>13</b>
1.1. DEMANDE INITIALE DES SERVICES DE L'ÉTAT .....	13
1.2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE .....	14
<b>2. Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 pas Géométriques</b> .....	<b>15</b>
2.1. PRESENTATION GENERALE DES ÉTUDES D'ALÉAS RÉALISÉES POUR L'AGENCE DES 50 PAS GEOMETRIQUES .....	15
2.1.1. Caractéristiques principales .....	15
2.1.2. Objectifs des études commandées par l'Agence.....	17
2.1.3. Données disponibles.....	18
2.1.4. Fond topographique.....	18
2.2. ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN .....	19
2.2.1. Approche commune à toutes les études .....	19
2.2.2. Caractéristiques des études par bureaux d'études .....	19
2.3. ALÉA INONDATION .....	21
2.3.1. Précision terminologique.....	21
2.3.2. Documents existant aux Antilles ayant pu être utilisés .....	23
2.3.3. Présentation générale des études d'aléa inondation commandées par l'Agence des 50 pas géométriques.....	23
2.3.4. Caractéristiques de chaque étude.....	25
2.4. ALÉA HOULE CYCLONIQUE .....	29
2.4.1. Données et documents utilisés dans les différentes études .....	29
2.4.2. Aspects généraux .....	34
2.4.3. Comparaison des études .....	35
2.4.4. Synthèse.....	39
<b>3. Pertinence des études AG50 par rapport aux études PPR</b> .....	<b>41</b>
3.1. PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DES PPR DE GUADELOUPE .....	41
3.1.1. Introduction historique.....	41
3.1.2. Évolution méthodologique.....	41
3.2. DIFFERENCE ALEA PPR / ALEA AG50 .....	44
3.2.1. FONDS TOPOGRAPHIQUE .....	44
3.2.2. MOUVEMENT DE TERRAIN .....	44
3.2.3. INONDATION .....	48
3.2.4. HOULE CYCLONIQUE .....	52

3.2.5. Conclusion sur la pertinence des études d'aléa AG50 par rapport à la méthodologie PPR.....	55
<b>4. Définition théorique d'une menace grave pour la vie humaine pour l'application de la loi Letchimy .....</b>	<b>57</b>
4.1. CONTENU DE LA LOI LETCHIMY ET RAPPEL DES OBJECTIFS .....	57
4.1.1. Rappel de la Loi Letchimy .....	57
4.1.2. Rappel des objectifs de l'étude .....	57
4.2. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CONCEPT DE GRAVITE .....	57
4.2.1. Précision terminologique générale de « menace gravement » (cf. Illustration 25)	57
4.2.2. La gravité, comme échelon de danger.....	58
4.2.3. Définition du concept de gravité, au travers de plusieurs exemples.....	59
4.3. CRITERE DE DÉFINITION CHOISI POUR UNE « <i>MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE</i> » .....	61
4.3.1. Proposition d'une définition théorique .....	61
4.3.2. Définition de chaque facteur de menace sur la vie humaine .....	62
4.3.3. En résumé .....	65
<b>5. Applicabilité de la loi Letchimy aux aléas météorologiques (submersion et inondation) .....</b>	<b>67</b>
5.1. CRITÈRES DE DÉFINITION D'UNE MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE POUR LES ALÉAS MÉTÉOROLOGIQUES.....	67
5.1.1. Similitude entre l'aléa submersion et inondation .....	67
5.1.2. Exemple de la tempête Xynthia et de la définition des zones noires.....	67
5.1.3. Limites et applicabilité de la « procédure Xynthia » au contexte de la loi Letchimy en Guadeloupe.....	71
5.1.4. Proposition de critères de définition d'une menace grave pour la vie humaine pour l'aléa inondation et submersion marine.....	72
5.1.5. Le logigramme proposé pour classer les bâtiments .....	73
5.2. APPLICATION.....	77
5.2.1. Présentation du site pilote .....	77
5.2.2. Description du bâti.....	77
5.2.3. Présentation des aléas auxquels est soumis le centre-bourg .....	79
5.2.4. Déclinaison des critères de décision (cf. logigramme en Illustration 30) .	84
5.3. RÉSULTATS .....	87
5.3.1. Comptage des bâtiments.....	87
5.3.2. Distribution cartographique des bâtiments.....	89
5.4. CONCLUSION ET LIMITE DE L'APPROCHE .....	91
5.4.1. Préconisation sur l'utilisation des résultats .....	91
5.4.2. Limite de l'approche .....	91

<b>6. Applicabilité de la loi Letchimy à l'aléa mouvement de terrain.....</b>	<b>95</b>
6.1. CRITÈRES DE DÉFINITION D'UNE MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE POUR L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN .....	95
6.1.1. Différents types de mouvement de terrain redoutés .....	95
6.1.2. Spécificité de l'aléa mouvement de terrain par rapport aux aléas météorologiques .....	96
6.1.3. Proposition de critères de sélection des bâtiments « menaçant gravement les vies humaines », dans les zones d'aléa mouvement de terrain .....	98
6.1.4. Le logigramme proposé pour classer les bâtiments .....	98
6.2. APPLICATION .....	99
6.2.1. Présentation du site pilote .....	99
6.2.2. Présentation du bâti .....	100
6.2.3. Présentation de l'aléa mouvement de terrain auquel est soumis le site pilote .....	101
6.2.4. Déclinaison des critères de décision (cf. logigramme en Illustration 49) .....	107
6.3. COMPTAGE DES BÂTIMENTS .....	110
6.4. CONCLUSION ET LIMITE DE L'APPROCHE .....	112
6.4.1. Préconisation sur l'utilisation des résultats .....	112
6.4.2. Limite de l'approche .....	112
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>113</b>
<b>8. Bibliographie .....</b>	<b>115</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Liste des études de l'Agence. Source : AG 50 .....	16
Illustration 2 : Caractéristiques des études de l'Agence (bureaux d'étude et date des rendus) .	17
Illustration 3 : Matrice d'estimation de l'intensité suivant le volume mobilisé LCPC (2000).....	20
Illustration 4 : Etape d'évaluation de l'aléa inondation Extrait du Guide méthodologique Risques d'inondation (La Documentation française, 1999) .....	22
Illustration 5 : Matrice d'aléa principalement utilisée dans les études de GÉOTER ((considéré plus précisément dans les études de Capesterre Belle-Eau (Moulin à Eau), Deshaies (Ferry), la Désirade, le Lamentin, Pointe-Noire (Baille-Argent), Sainte-Rose (Viard) et Saint-Louis (Vieux-Fort et Belle-Hôtesse), Terre-de-Bas et Vieux-Habitants	28
Illustration 6 : Matrice d'aléa utilisée pour les études de Baillif et de Sainte-Rose (Vinty) .....	29
Illustration 7 : Matrice d'aléa utilisée pour l'étude de Deshaies (Bourg) .....	29
Illustration 8 « Risque de surcote » le long des côtes guadeloupéennes et correspondance avec l'intensité des surcotes (en cm) en fonction de l'intensité des vents (en noeuds) (Perret G., L. Feuillatre et P. Frayssinet, 1996).....	31
Illustration 9. Extrait de l'étude de Météo-France de 2002.....	32

Illustration 10. Extrait de l'étude de Météo-France de 2002. La zone de non validité a été retracée en rouge. ....	33
Illustration 11 : Sélection des 11 études. ....	36
Illustration 12 : Guides méthodologiques nationaux. ....	41
Illustration 13 : Caractéristiques des PPR des communes de Guadeloupe. Source DEAL 971	42
Illustration 14 : Synthèse du nombre d'études par bureaux d'étude, associé à la date de remise de l'étude. Source : DEAL 971. ....	43
Illustration 15 : Bureaux d'études en charge des études PPR associé à la date de remise de l'étude Source DEAL 971. ....	43
Illustration 16 : Comparaison des études d'aléa mouvements de terrain AG50 et PPR. ....	44
Illustration 17 : Aléa mouvement de terrain issu des PPR de Guadeloupe. ....	45
Illustration 18 : Comparaison des zonages d'aléas PPR (à droite) et AG50 (à gauche). Quartier de Ferry, commune de Deshaies. ....	47
Illustration 19 : Comparaison des zonages d'aléas PPR (à gauche) et AG50 (à droite). Quartier Rifflet, commune de Deshaies. ....	47
Illustration 20 : Comparaison des études d'aléa inondation AG50 et PPR. ....	48
Illustration 21 : Evènement de référence pour les PPR de Guadeloupe. ....	50
Illustration 22 : Aléa Cyclonique issu des PPR de Guadeloupe. Source : DEAL Guadeloupe ...	52
Illustration 23. Exemple de classes d'aléa utilisées par les bureaux d'étude. ....	53
Illustration 24. Extrait des rapports méthodologiques de GÉOTER sur la méthode de cartographie de l'aléa. ....	55
Illustration 25 : Précision terminologique générale. ....	58
Illustration 26 : Schéma explicatif de la notion de gravité (source MEDDAD). ....	61
Illustration 27 : Facteurs décrivant une zone qui menace gravement les vies humaines (en vert ce qui concerne les enjeux, en orange, ce qui concerne le phénomène naturel) ..	65
Illustration 28. Evolution sémantique du concept de « zone d'extrême danger». Extrait de Mercier et Chadenas (2012). ....	68
Illustration 29 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines par submersion/inondation. ....	73
Illustration 30 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menaces graves pour les vies humaines (version complète). ....	75
Illustration 31 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menaces graves pour les vies humaines (version partielle). ....	76
Illustration 32 : Site pilote : le centre-bourg de Deshaies. Fonds : Scan 25 de l'IGN. ....	77
Illustration 33 : Exemple de bâtiment mixte ayant à la fois une fonction commerciale et résidentielle. ....	78
Illustration 34 : Exemple de en béton (à gauche) et bâtiment en bois (à droite). Bourg de Deshaies. ....	78
Illustration 35 : Exemple de bâtiment à niveau refuge (à gauche) et de bâtiment de plein pied (à droite). Bourg de Deshaies. ....	79
Illustration 36 : Exemple de bâtiment à usage commercial unique. Bourg de Deshaies. ....	79
Illustration 37 : Matrice des aléas inondation. ....	80
Illustration 38 : Comparaison des zonages d'aléa inondation. ....	81

Illustration 39 : Comparaison des zonages d'aléa houle cyclonique .....	83
Illustration 40 : Proposition de localisation des bâtiments situés dans la zone de déferlement .	86
Illustration 41 : Nombre des bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine » .	88
Illustration 42 : Répartition du bâti pour la carte d'aléa du PPR.....	88
Illustration 43 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 31 pour estimer la menace grave pour la vie humaine, à partir de la cartographie d'aléa de l'AG50 (Fusion inondation / cyclonique) .....	89
Illustration 44 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 31 pour estimer la menace grave pour la vie humaine, à partir de la cartographie d'aléa du PPR (Fusion des aléas inondation et cyclonique) .....	90
Illustration 45 : Exemple de courbe de vulnérabilité des personnes, vis à vis de l'aléa submersion .....	93
Illustration 46 : Exemple d'échelle conventionnelle d'intensité issue du Guide Méthodologique sur les mouvements de terrain. Ed. La Documentation française. ....	97
Illustration 47 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines lié à un glissement de terrain .....	98
Illustration 48 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines lié à l'éboulement d'une falaise .....	98
Illustration 49 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menace grave pour les vies humaines concernant l'aléa mouvement de terrain .....	99
Illustration 50 : Localisation du site d'étude de « Bel air-Pointe à Bacchus » .....	100
Illustration 51 : Tableau illustrant la méthode choisie pour la classification des bâtiments, d'après l'étude Bâti (Caraïbes Environnement, 2009).....	101
Illustration 52 : Quartier Bel-Air – L'exemple d'une maison menacée par l'écroulement de la falaise .....	102
Illustration 53 : Quartier Bel-Air - Plusieurs habitations endommagées et abandonnées suite à l'éboulement de la falaise littorale.....	103
Illustration 54 : Quartier Bel-Air - Recul de la tête de falaise .....	103
Illustration 55 : Quartier Point à Bacchus - Cicatrice d'arrachement en tête du versant .....	104
Illustration 56 : Quartier Point à Bacchus – Loupe de glissement en aval de la route.....	104
Illustration 57: Nombre de bâtiments situés dans la zone d'aléa fort du zonage AG50.....	105
Illustration 58 : Carte des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort de l'étude AG50 .....	106
Illustration 59: Nombre de bâtiments situés dans la zone d'aléa fort du zonage PPR .....	106
Illustration 60 : Carte des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort du PPR de 2012.....	107
Illustration 61 : Nombre de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine » .....	110
Illustration 62 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 49 pour estimer la menace grave pour la vie humaine pour les mouvements de terrain, à partir de la cartographie d'aléa AG50 .....	111
Illustration 63 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 49 pour estimer la menace grave pour la vie humaine pour les mouvements de terrain, à partir de la cartographie PPR 2012 .....	111

## Liste des annexes

Annexe 1 Expertise de 11 études AG50 en aléa submersion..... 117

# 1. Contexte

## 1.1. DEMANDE INITIALE DES SERVICES DE L'ÉTAT

La demande initiale émane du service RED (Risques Environnement et Déchets) de la DEAL de Guadeloupe.

Le Domaine Public Maritime, dont fait partie la zone des 50 pas géométriques<sup>1</sup> est « inaliénable et imprescriptible » (loi littorale de 1966). Cependant, pour régulariser et pérenniser les nombreuses occupations situées dans la zone des 50 pas géométriques, il est possible, en Guadeloupe (et en Martinique), de céder ces terrains aux occupants, sous certaines conditions (installation antérieure à 1995, secteurs urbanisés...). L'Agence des 50 pas géométriques (appelée par la suite l'Agence ou AG50) a été mise en place en 1996 à cet effet.

Cependant, sur les secteurs situés en zone rouge du PPR (correspondant à l'aléa fort en Guadeloupe), les autorités de l'Etat n'autorisent pas la cession pour des raisons de sécurité des populations notamment. Ainsi, actuellement, l'Etat, via la DEAL, rejette systématiquement toute demande de cession sur ces secteurs. Cette disposition concerne une grande partie de la zone des 50 pas géométriques, et environ ¼ des demandes de cessions en Guadeloupe, soit 2000 habitations, qui restent donc sans titre, dans un secteur d'aléa fort. Cela reste une préoccupation pour l'Etat et la DEAL. On rappelle qu'en Guadeloupe, l'aléa fort se confond exactement à la zone rouge du PPR, c'est pourquoi, on peut se permettre de ne parler par la suite, plus que d'« aléa fort ».

Le zonage PPR couvre toutes les communes de Guadeloupe : ce sont ces études d'aléas qui font actuellement foi (d'un point de vue réglementaire). Or, l'Agence des 50 pas géométriques a commandé des études spécifiques pour préciser le zonage réglementaire, sans que ces études aient valeur réglementaire.

Deux demandes distinctes sont donc adressées au BRGM :

1. évaluer la fiabilité et la qualité des études de risques réalisées pour l'Agence des 50 pas et cerner les différences avec la méthodologie générale du zonage PPR existant, de manière à circonscrire au mieux les zones qui ne peuvent être cédées ;
2. établir (dans la mesure du possible) des propositions de définition de zones « qui menacent gravement les vies humaines » à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort, permettant de circonscrire les zones qui relèveraient de la loi Letchimy et qui, à ce titre, bénéficieraient d'indemnisation et de relogement.

Les aléas considérés<sup>2</sup> sont les aléas mouvements de terrain, submersion et inondation.

En réponse aux interrogations de la DEAL, le Ministère de l'Egalité des Territoires et du Logement a récemment fait part de sa vision des choses : ne pas céder les terrains en zone

---

<sup>1</sup> Emprise de 81,20 m délimitée à partir d'une limite de trait de côte fixé et immuable

<sup>2</sup> Décision du Comité de pilotage du 25/09/2012. Sont éliminés les aléas sismique et les aléas induits liquéfaction et tsunamis

rouge d'une part et assimiler les zones de « menace grave pour la vie humaine » aux zones rouges d'autre part (cf. lettre du 17 septembre 2012 adressée à la Préfecture de Guadeloupe). Cette prise de position répond à une partie des questions soulevées par la DEAL Guadeloupe. Les résultats de la présente étude peut cependant proposer une alternative argumentée qui, le cas échéant, pourra être entendue par le ministère.

Le zonage PPR intervient dans cette étude car il est le seul zonage qui fait foi réglementairement, pour l'Etat (et la DEAL) et sur lequel se base actuellement le refus de cession.

## **1.2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE**

L'étude doit répondre à deux objectifs indépendants :

- Objectif 1 : évaluer la fiabilité et la qualité des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 Pas (méthodologie, données d'entrées, précision..). Cette analyse fera l'objet du chapitre 2. Ces études seront comparées à celles des PPR Guadeloupéen pour évaluer la pertinence de les substituer au zonage PPR (chapitre 3). Il est important de noter que l'objectif n'est pas d'expertiser chaque étude une à une mais de donner une vue d'ensemble du contenu de ces études, de manière à pouvoir juger de leur pertinence globalement ;
- Objectif 2 : établir des propositions d'applicabilité de la Loi Letchimy à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort. La signification théorique de zones « qui menacent gravement les vies humaines » sera approfondie dans le chapitre 4. A partir de ces concepts théoriques, l'applicabilité sera testée sur deux sites pilotes et affinée selon la nature des aléas météorologiques dans le chapitre 5 et mouvement de terrain dans le chapitre 6.

## **2. Expertise des études d'aléas réalisées pour l'Agence des 50 pas Géométriques**

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer la fiabilité et la qualité des études d'aléas réalisées pour l'Agence de manière à donner une vue d'ensemble de leur contenu afin de pouvoir conclure sur leur pertinence par rapport au zonage PPR existant.

Dans le présent chapitre, l'expertise des études d'aléas a été déclinée pour chacun des aléas, par des spécialistes de chaque thématique. Puis, elles seront comparées à la méthodologie générale des PPR Guadeloupéen dans le chapitre suivant.

Il est important de noter que l'objectif n'est pas d'expertiser chaque étude une à une mais de donner les moyens de juger de leur pertinence.

### **2.1. PRESENTATION GENERALE DES ÉTUDES D'ALÉAS RÉALISÉES POUR L'AGENCE DES 50 PAS GEOMETRIQUES**

#### **2.1.1. Caractéristiques principales**

39 études de risques ont ainsi été commandées par l'Agence des 50 pas, entre 2002 et 2008 pour la dernière (Baillif- Bourg, Basse-Terre - Rivière des Pères). Les rendus s'échelonnent entre 2003 et 2009.

La réalisation de ces études s'est répartie de façon équilibrée entre 3 bureaux d'études : ANTÉA (13 études), Caraibes Environnement (11 études) et GÉOTER (15 études).

Les Illustration 1 et Illustration 2 synthétisent les caractéristiques de ces 39 études.

L'étendue de chaque étude est généralement kilométrique, calée sur les zones à enjeux de la bordure littorale. Ces études sont à grande échelle (1/1 000 à 1/2 000).

Commune	Secteur	Attributaires	lance	Rendu de l'étude
ANSE BERTRAND	Boulevard Mortenol	ANTEA	2003	2004
BAIE-MAHAULT	Bourg	Caraïbes environnement	2003	2006
BAILLIF	Bourg	GEOTER	2008	2008
BASSE TERRE	Gouverneur du Lion	GEOTER	2004	2007
	Rivières des Pères	ANTEA	2008	2009
BOUILLANTE	Fromager	Caraïbes environnement	2003	2004
	Bourg - Descoudes	ANTEA	2002	2004
CAPESTERRE BELLE EAU	Sainte Marie	Caraïbes environnement	2003	2004
	Catherine Doyon	ANTEA	2003	2004
	Poudrière, Roseau	Caraïbes environnement	2003	2004
	Saint Sauveur	ANTEA	2002	2003
	Bananier	ANTEA	2004	2007
	Moulin à Eau	GEOTER	2004	2005
CAPESTERRE DE MARIE-GALANTE	Les Cayes	Caraïbes environnement	2003	2005
DESHAIES	Bourg	GEOTER	2003	2004
	Ferry	GEOTER	2004	2005
	Riflet	ANTEA	2003	2004
DESIRADE	Bourg	GEOTER	2004	2005
GRAND BOURG DE MARIE-GALANTE	Murat - les Basses	ANTEA	2002	2003
LAMENTIN	Blachon	GEOTER	2004	2005
PETIT-BOURG	Bourg	Caraïbes environnement	2003	2007
	Bel Air Pte à Bacchus	ANTEA	2004	2005
	Bovis	ANTEA	2002	2003
POINTE NOIRE	Baille-argent	GEOTER	2004	2005
	Bourg	Caraïbes environnement	2003	2004
PORT-LOUIS	Zéphyr (uniquement cyclonique)	ANTEA	2006	2006
SAINT FRANCOIS	Bourg	GEOTER	2003	2004
SAINTE-ANNE	Bourg	Caraïbes environnement	2003	2004
SAINTE-ROSE	Lohéac	Caraïbes environnement	2003	2005
	Viard	GEOTER	2004	2005
	Vinty	GEOTER	2007	2009
	Cité Charles Gabriel	ANTEA	2002	2003
SAINT-LOUIS	Vieux Fort	GEOTER	2004	2005
	Belle Hotesse	GEOTER	2004	2005
TERRE DE BAS	Grand Anse	GEOTER	2004	2007
TERRE DE HAUT	Bourg	Caraïbes environnement	2003	2004
TROIS RIVIERES	Bord de Mer	Caraïbes environnement	2002	2003
	Gd Anse	ANTEA	2003	2004
VIEUX HABITANTS	Marigot	GEOTER	2004	2006

Illustration 1 : Liste des études de l'Agence. Source : AG 50

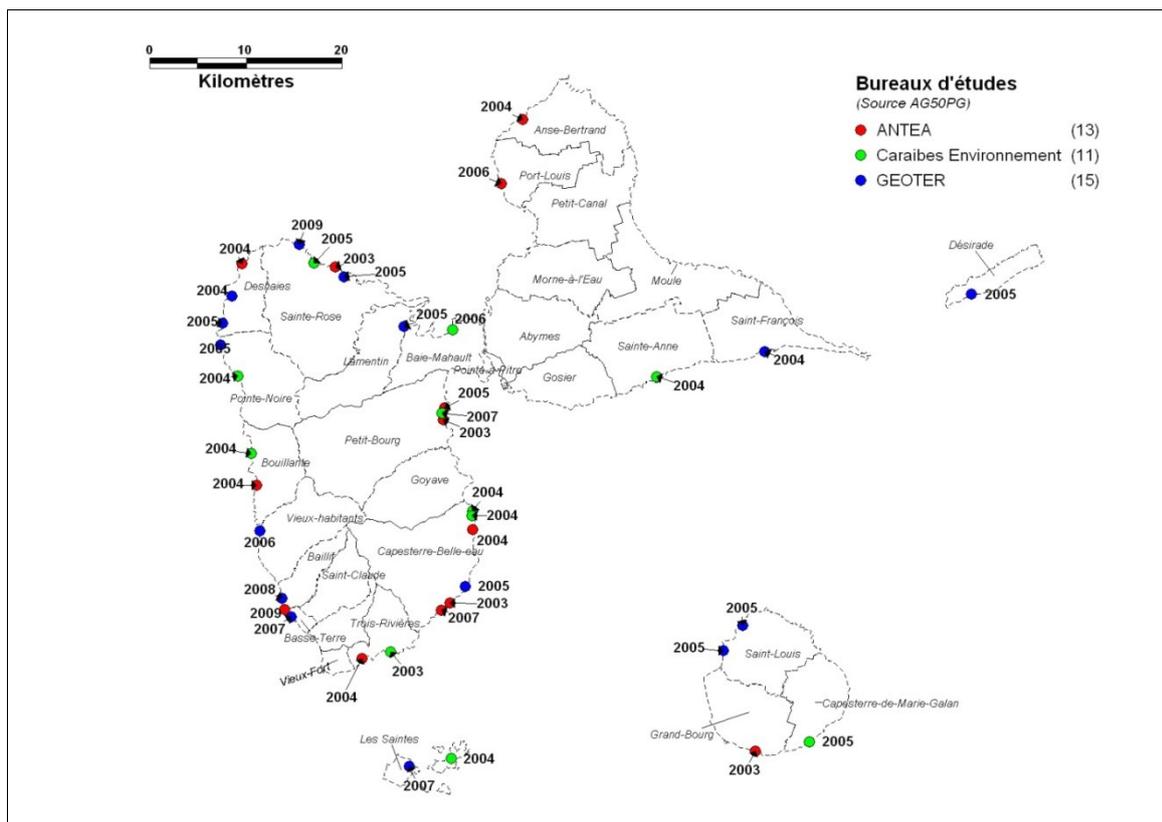


Illustration 2 : Caractéristiques des études de l'Agence (bureaux d'étude et date des rendus)

### 2.1.2. Objectifs des études commandées par l'Agence

L'objectif des études commandées par l'Agence était de préciser les risques encourus par les habitations de la zone littorale, soit l'évaluation du niveau d'aléa sur ce secteur mais également la préconisation de recommandations pour réduire ces risques.

L'Agence a élaboré deux cahiers des charges successifs :

- un cahier des charges de 2002 (applicable pour 2002 et 2003) ;
- un cahier des charges de 2004 (applicable aux années suivantes).

Concernant l'évaluation des aléas, la seule modification est l'introduction de l'aléa sismique en 2004. La modification méthodologique importante est l'introduction d'une préconisation sur l'échelle de restitution (au 1/1000) ainsi que l'élaboration d'une classification de l'exposition aux risques de chaque bâtiment.

Il n'existe pas d'étude de synthèse sur les études de l'Agence, ni de comparaison systématiques avec le zonage des Plans de Prévention des Risques.

#### ***Aléa Mouvement de terrain***

*« Les risques de glissement de terrain, d'éboulements et de chutes de blocs, seront examinés. Un zonage des secteurs exposés à ces risques sera réalisés ; la nature des travaux à réaliser pour réduire l'aléa sera indiqué »*

### **Aléa Inondations pluviales et fluviales**

*« Des investigations seront réalisées par un hydraulicien qui déterminera les risques d'inondation, liés à la présence de ravines, à l'absence ou au mauvais fonctionnement du réseau d'eau pluvial ; un zonage des secteurs inondés sera réalisé ; les zones exposées à un aléa élevé seront signalées. La nature des travaux à réaliser pour réduire l'aléa sera indiquée »*

### **Aléa Inondations martines**

*« Des investigations seront effectuées en vue de déterminer :*

- *Une estimation des surcotes marines (marée + houle) en fonction de l'intensité des cyclones ;*
- *Une représentation, sur le plan du bâti, de la bande de terrain vulnérable aux effets de la surcote ;*
- *Des recommandations quant à l'aménagement des zones exposées (ouvrages de protection, dispositions constructives, ...) »*

### **2.1.3. Données disponibles**

L'Agence a transmis au BRGM l'ensemble des données qui leur a été transmises par les bureaux d'études.

Les rapports méthodologiques sont disponibles pour 35 des 39 études. La méthodologie retenue sera décrite à partir de ces documents. Les études pour lesquelles aucune note méthodologique n'a pu être consultée sont :

- quartier Blachon, commune du Lamentin ;
- quartier Baille Argent, commune de Pointe Noire ;
- quartier Viard, commune de Sainte Rose ;
- quartier du Bourg, commune de Baie-Mahault.

Les données SIG n'existent pas systématiquement, certains livrables étant limités à des pdf (information confirmée par l'Agence).

Pour les études qui disposent des données SIG, les fichiers sont dans des systèmes de projections variés et sous des formats hétérogènes (dxf, tab..).

### **2.1.4. Fond topographique**

Les données topographiques en entrée, sont à des échelles comprises entre 1/1000 et 1/2000, issues soit de levés de géomètre, soit de restitution photogrammétrique. Deux communes bénéficient d'une précision moindre : il s'agit de l'étude sur Belle-Hôtesse, commune de Saint Louis (1/5 000) et de celle de la Désirade (1/2500, sources diverses).

Rappelons que les PPR sont réalisés au 1/25 000 avec des zooms au 1/10 000 voire 1/5 000 maximum.

## 2.2. ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN

### 2.2.1. Approche commune à toutes les études

L'approche est systématiquement une démarche naturaliste de type expertise.

L'investigation de terrain est systématique pour les études AG50 et prend une part importante dans l'évaluation des aléas. Cette appréciation du terrain complète les données topographiques d'entrées fine déjà disponibles (échelle entre 1/1000 et 1/2000).

Aucun de ces études n'évoque de modélisation (trajectographie, étude de stabilité..) ou d'acquisition de données géotechniques.

Il n'y a pas d'utilisation de grille de critère formalisé, même à l'intérieur d'un même bureau d'étude. Le poids de l'expertise est maximal. Les niveaux d'aléa sont donc définis qualitativement par expertise. Les facteurs de déclenchement le plus souvent pris en compte sont la lithologie, la pente des terrains et la géologie.

### 2.2.2. Caractéristiques des études par bureaux d'études

#### **ANTÉA**

A partir d'une investigation de terrain systématique, le zonage est défini de manière naturaliste, avec des valeurs tampon basées sur des considérations d'expert. Une des études se sert explicitement d'évènements passés pour caler les distances de propagation (Saint Sauveur, commune de Capesterre Belle Eau). La plupart tiennent compte d'un croisement qualitatif des notions d'intensité (volume) et des facteurs de prédisposition (nombre d'indices d'instabilité, pente,...).

Il n'y a pas de grille de critères formalisée (l'étude du quartier Pointe à Bacchus (commune de Petit-Bourg) évoque une matrice théorique), impliquant une absence d'homogénéité. Ainsi, sur le quartier Bourg-Descoudes (commune de Bouillante), l'étude précise « *...bien que le phénomène ne soit pas de grande intensité (altitude moyenne : 4 mètres, frange mobilisée d'ordre métrique, mouvements relativement limités dans l'espace), l'aléa est estimé comme fort compte tenu du caractère avéré de l'instabilité...* ». Cet aléa devrait être classé en moyen, voire en faible, faussant donc la comparaison des études.

Les études évoquent systématiquement la consultation de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), des Atlas communaux des risques naturels<sup>3</sup> et les études géotechniques déjà réalisés sur le secteur par ANTÉA.

L'inspection visuelle permet de préciser les instabilités recensées : glissement de berges, glissement de talus côtier, de talus routier, chute de bloc. La cartographie de l'aléa mouvement de terrain ne distingue pas le type de phénomènes redoutés, mais l'évaluation a été réalisée par type de phénomène. Cependant, les phénomènes redoutés sur la commune sont rappelés en tête de chaque carte et localisés géographiquement, donc il est facile de s'y retrouver.

---

<sup>3</sup> Etudes communales multi aléas réalisées dans les années 90 par le BRGM

L'inspection de terrain paraît fine, permettant de tenir compte de critères comme la végétation ou le rejet d'eau pluvial (explicitement pris en compte dans l'étude Rivière des Pères, commune de Basse-Terre).

Cartographiquement, deux niveaux d'aléa sont le plus souvent représentés : élevé ou fort et moyen. Une étude évoque du « très élevé » (Bovis, commune de Petite Bourg). Les études ne distinguent généralement pas les aléas faible et négligeable, perdant ainsi une information précieuse réglementairement. L'étude de Rifflet (commune de Deshaies) a la particularité d'évoquer du « moyen devenant élevé sous sollicitation sismique ».

## **GÉOTER**

Les études s'attachent à décrire avec précision les instabilités rapportées ou rencontrées sur le terrain. Elles analysent la typologie et l'ampleur des phénomènes en distinguant les facteurs de prédisposition (topographie, lithologie, etc.) et les facteurs déclencheurs (séisme et eau). Elles formulent explicitement les critères caractérisant les conditions d'instabilité des aléas de référence (topographie, géométrie de la surface de rupture, lithologie, niveau de saturation ou accélération sismique, etc.).

L'appréciation par jugement d'expert est peu détaillée dans les rapports. Cependant, méthodologiquement, ces études font une distinction nette entre les facteurs d'intensité et de prédisposition. Le niveau d'aléa est donc fixé à partir de critère qualitatif simple, par l'appréciation d'un niveau d'intensité (basé sur l'inventaire) et de facteurs de prédisposition (hauteur, lithologie, pente principalement).

Cartographiquement, trois niveaux d'aléa sont représentés, appelés, fort, moyen, faible. Comme dans les atlas, le texte et la carte distinguent généralement la typologie des phénomènes redoutés (P, G et PG), en plus du niveau d'aléa. P : chute de blocs, éboulement. G : glissement ou coulée de boue. PG : mouvement mixte.

Certaines études évoquent explicitement une matrice pour apprécier ensuite l'intensité des phénomènes (cf. Illustration 3).

<b>Volume mobilité (V)</b>	<b>Gravité</b>
$V < 1 \text{ dm}^3$	très faible à moyenne
$1 \text{ dm}^3 < V < 100 \text{ dm}^3$	Moyenne
$0,1 \text{ m}^3 < V < 1 \text{ m}^3$	moyenne à forte
$1 \text{ m}^3 < V < 1000 \text{ m}^3$	forte à majeure
$V > 1000 \text{ m}^3$	Majeure

*Illustration 3 : Matrice d'estimation de l'intensité suivant le volume mobilisé LCPC (2000).*

## ***Caraïbes Environnement***

Les rapports sont très peu détaillés, l'argumentation est peu étayée.

Les cartes sont rarement disponibles. Les documents existants, comme les atlas, ne sont pas évoqués. Plus généralement, il y a très peu de précision sur les sources et les données topographiques.

Il n'y a, la plupart du temps, qu'un niveau d'aléa cartographié associé au type de phénomène redouté. Il semblerait que ces études se soient attachées à donner une appréciation générale, sans inspection systématique, essentiellement ciblée sur les recommandations pour réduire le risque et circonscrire les zones à risques plus que pour préciser l'aléa. Les recommandations et la description du bâti menacé est souvent précise.

La sémantique de la carte d'aléa est donc très hétérogène : « carte de l'intensité de l'aléa », « carte de risque d'instabilité de terrain ».

Les terminologies employées suggèrent une confusion importante entre l'aléa et le risque ainsi qu'entre les concepts d'intensité et de prédisposition :

- « *Ces glissements de terrain sont aussi accentués par l'absence de fondations sur certaines habitations anciennes, et par le lessivage des terrains, notamment par le ruissellement des eaux pluviales.* »
- « *L'intensité des risques de mouvements de terrain est principalement due à l'action érosive provoquée par le ruissellement des eaux pluviales superficielles* »
- « *Compte tenu de l'habitat particulièrement concentré sur les zones à pente forte sensibles au risque de glissement de terrain, nous les avons inscrites en aléa moyen* ».

## **2.3. ALÉA INONDATION**

### **2.3.1. Précision terminologique préliminaire**

#### ***Différents phénomènes en jeu***

Dans les secteurs étudiés, on distingue les inondations dites « pluviales », qui sont liées aux fortes pluies et à la stagnation d'eaux pluviales des inondations dites « fluviales », liées au débordement de cours d'eau *stricto sensu* (crues de rivières, ravines, torrents ou talwegs). A cela s'ajoute, qu'au droit des zones littorales de plaine côtière, il peut aussi y avoir conjonction des inondations fluviales avec les inondations marines. Ce phénomène n'est généralement pas pris en compte autrement que de manière qualitative dans l'évaluation de l'aléa inondation.

Ces inondations sont produites par des phénomènes météorologiques pouvant être localisés ou généralisés. En Guadeloupe, les précipitations exceptionnelles, génératrices de crues importantes, peuvent être dues à des perturbations stationnaires intenses, des orages localisés ou des cyclones.

#### ***Rappel des principales étapes d'évaluation de l'aléa inondation***

Le Guide méthodologique Risques d'inondation (La Documentation française, 1999) précise les étapes d'évaluation de l'aléa inondation (cf. extrait en

Illustration 4). Cette démarche générale a la particularité de tenir compte à la fois d'une analyse statistique et d'une analyse hydro-géomorphologique qualitative.

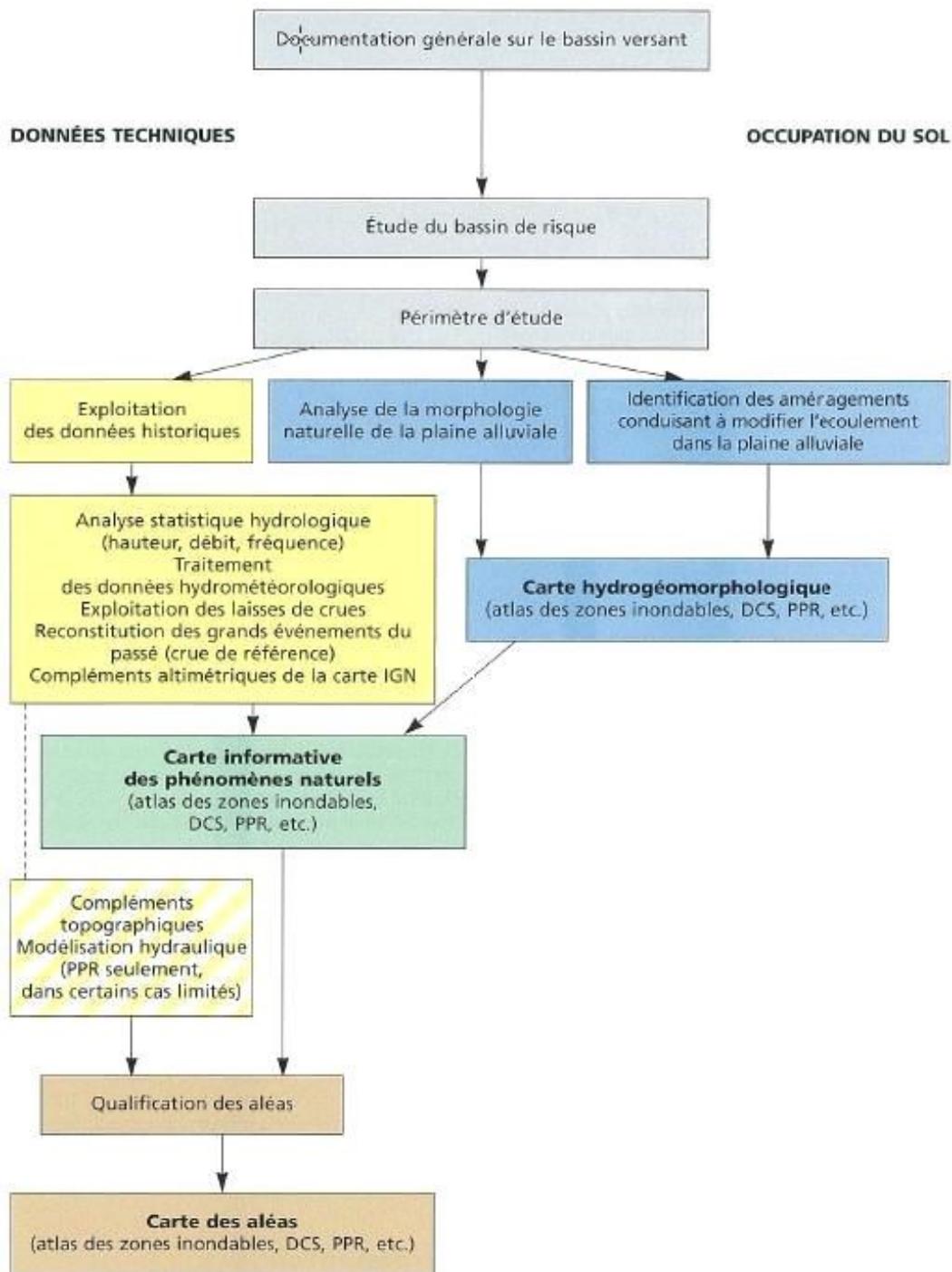


Illustration 4 : Etape d'évaluation de l'aléa inondation  
Extrait du Guide méthodologique Risques d'inondation (La Documentation française, 1999)

### 2.3.2. Documents existant aux Antilles ayant pu être utilisés

Les monographies utilisées par les différentes études sont :

- Atlas communaux des risques naturels de la Martinique et de la Guadeloupe (1995-1999), BRGM ;
- Monographie Météo France n°9 « Le régime pluviométrique de la Guadeloupe » (1996)
- « Monographie hydrologique de la Guadeloupe – Basse-Terre » ;
- Les ressources en eaux de surface de la Guadeloupe Tome 1 – Edition de l'Orstom, Collection les monographies hydrologiques n°7 ;
- Ouragans, crues et inondations en Guadeloupe, ORSTOM, mai 1990 ;
- Les crues du 16 novembre 1986 sur la côte au vent de la Basse Terre, ORSTOM, novembre 1986 ;
- Etude hydrologique d'ORSTOM (1985) ;
- Données et statistiques pluviométriques de la Station de RAIZET.

### 2.3.3. Présentation générale des études d'aléa inondation commandées par l'Agence des 50 pas géométriques

#### ***Méthodologie d'évaluation de l'aléa inondation (fluviale) : une approche hydrogéomorphologique***

Toutes les études d'aléa ont adopté une approche hydrogéomorphologique (par nature qualitative), ayant pu être complétée par quelques calculs hydrologiques (estimation des débits de crue rare (données pluviométriques régionales ou débit spécifique régionalisé), des hauteurs d'eau et des vitesses à partir du débit de référence calculé, de la pente hydraulique et d'un coefficient de rugosité évalué sur le terrain). Aucune modélisation numérique n'a été réalisée dans le cadre de ces études.

L'approche hydrogéomorphologique est fondée sur une démarche naturaliste, destinée à mettre en évidence les différentes unités du relief, à reconstituer leur évolution morphologique et à examiner leur mode de fonctionnement vis-à-vis des écoulements superficiels et souterrains. L'approche hydrogéomorphologique permet notamment de délimiter, au sein des plaines alluviales, les zones qui sont exposées à des crues fréquentes, rares ou exceptionnelles, délimitant ainsi les lits mineur, moyen, et majeur et celles qui ne sont jamais submergées, comme les terrasses anciennes. Cette approche tient compte à la fois des spécificités topographiques, géologiques, morphologiques et des modifications apportées par les implantations humaines.

Les hauteurs et vitesses dans chaque zone inondée sont estimées sur la base de témoignages, éventuellement confortées par des calculs hydrologiques ponctuels. Cependant, les niveaux d'aléa sont rarement basés sur l'utilisation d'une matrice quantitative Hauteur/Vitesse de ce type (exception faite des études GÉOTER où l'usage de cette matrice est clairement précisé). Pour la délimitation des niveaux d'aléas, il s'agit donc la plupart du temps, d'appréciations qualitatives telles que :

- Aléa fort pour le lit mineur des rivières, ravines et talwegs principaux ;
- Aléa moyen pour les zones de débordement et d'extension de crues.

La définition du « lit mineur » (partie du lit comprise entre des berges franches ou bien marquées dans laquelle l'intégralité de l'écoulement s'effectue en temps normal) et du « lit majeur » (zone d'expansion des crues) ou « zone de débordement et d'extension de crue » fait intégralement partie de l'analyse hydrogéomorphologique, donc de l'expertise de terrain notamment. La végétation peut toutefois rendre difficile cette "lecture" du terrain. Il s'agit d'une difficulté très présente dans le cas de Guadeloupe, mais qui reste commune à toutes les études.

### ***Aléa inondation pluviale***

Les inondations dites pluviales sont liées au ruissellement des eaux. Elles se manifestent par le débordement du réseau d'évacuation des eaux pluviales (mauvais entretien, mauvais dimensionnement...) ou la stagnation d'eau de ruissellement dans des dépressions

Ces problématiques ont systématiquement été abordées dans ces études d'aléas, voire ont été étudiées en détail.

Cependant, les aléas « inondation pluviale » et « inondation fluviale » ont finalement été représentés globalement, sur une même carte. Seul le bureau d'études Caraïbes Environnement a systématiquement distingué cartographiquement ces deux phénomènes.

Le niveau d'aléa lié à l'inondation pluviale est systématiquement estimé de manière qualitative. Seul le bureau d'étude Caraïbes Environnement a pu prendre en compte la capacité des sections du réseau d'évacuation des eaux pluviales (Bouillante - Fromager et Galets, par exemple). Les autres études ne sont pas entrées dans ce détail et, lorsqu'elles ont pris en compte les réseaux d'eaux pluviales, cela reste de manière descriptive par rapport aux écoulements.

### ***Interaction multi-aléas***

Aucune étude ne prend spécifiquement en compte l'interaction avec d'autres aléas, comme l'effet pénalisant sur l'extension géographique d'une crue continentale de la surélévation du niveau de la mer à l'embouchure (en cas de tempêtes ou de cyclones par exemple), mais la plupart d'entre elles évoquent ce phénomène.

### ***Évènement de référence***

Les événements pluviométriques de référence sont des données d'entrées essentielles à toute évaluation de l'aléa inondation puisqu'ils permettent d'apprécier ensuite les débits de références, mais ils ne sont pas mentionnés dans les études AG50.

D'après le guide méthodologique de la Documentation française (1999), l'évènement de référence à retenir pour le zonage est, conventionnellement, « *la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière* ».

Cependant, pour les études AG50, l'aléa inondation des zones étudiées semble avoir été déterminé non pas pour un unique évènement de référence, mais sur la base de tous les éléments (connus ou calculés) dont l'inventaire des différents évènements historiques complétés. Cette approche permet d'avoir une vision plus complète des phénomènes et des comportements en jeu lors de l'inondation des zones étudiées, mais rend difficile la corrélation

avec un niveau de protection et donc la comparaison avec les zones inondables définies dans les PPR, qui sont reliées à un événement de référence.

### ***Données topographiques d'entrées***

Les données topographiques en entrée, sont à des échelles comprises entre 1/1 000 et 1/2 000, issues soit de levés de géomètre, soit de restitution photogrammétrique. Deux communes bénéficient d'une précision moindre : il s'agit de l'étude sur Belle-Hôtesse, commune de Saint-Louis (1/5 000) et de celle de la Désirade (1/2 500, sources diverses).

Ces études sont donc potentiellement plus précises que les PPR (réalisés au 1/25 000 avec des zooms au 1/10 000 voire 1/5 000 maximum).

### **2.3.4. Caractéristiques de chaque étude**

#### ***Études ANTEA***

Les études réalisées par ANTEA suivent toutes une démarche hydrogéomorphologique qualitative, basée sur :

- Une reconnaissance de terrain ;
- L'analyse bibliographique des documents disponibles ;
- Une enquête auprès des administrations et des riverains.

Ici, la cartographie de l'aléa consiste principalement en une délimitation de l'enveloppe des zones inondées (limite des plus hautes eaux), sur la base de l'événement historique le plus impactant pour lequel les informations sont en quantité suffisante. Il n'est réalisé aucun calcul numérique ni calcul hydrologique. Les hauteurs et vitesses peuvent être estimées qualitativement sur la base des informations recueillies localement, sachant que la définition du niveau d'aléa est définie ensuite de la manière suivante :

- Aléa fort pour le lit mineur des rivières, ravines et talwegs principaux ;
- Aléa moyen pour les zones de débordement et d'extension de crues de ces cours d'eau.

Seule l'étude réalisée sur le secteur de Bel-Air / Pointe à Bacchus dans la commune de Petit-Bourg mentionne l'utilisation d'une « matrice d'aléa » précise, avec les correspondances suivantes :

- Aléa fort : vitesse d'écoulement pouvant être élevée ( $V > 1$  m/s) et/ou hauteur d'eau importante ( $H > 1$  m) ;
- Aléa faible : vitesse d'écoulement faible ( $V < 1$  m/s) et hauteur d'eau faible ( $H < 1$  m).

Les phénomènes d'inondation pluviale sont abordés pour la totalité des études concernées (sauf le quartier de Bel-Air / Pointe à Bacchus dans la commune de Petit-Bourg, où une étude spécifique du réseau pluvial est recommandée). Il est affecté un niveau d'aléa moyen pour les problématiques d'inondation pluviale liée aux réseaux d'évacuation des eaux pluviales.

#### ***Études Caraïbes Environnement***

Les études réalisées par Caraïbes Environnement suivent une démarche hydrogéomorphologique qualitative, basée sur :

- Une reconnaissance de terrain ;
- Le recueil de données auprès des habitants et de différents organismes ;
- La prise en compte des calculs hydrologiques de débit de référence disponibles.

Pour les calculs hydrologiques utilisés pour l'aléa inondation fluviale, le bureau d'étude s'est basé sur la « Monographie hydrologique de la Guadeloupe – Basse-Terre » et sur l'utilisation de couples pluie-débit pour définir les débits de crue des principaux cours d'eau. Cependant, la période de retour du débit considéré, et donc celle de l'aléa cartographié, n'est pas systématiquement indiquée.

Pour l'étude sur le bourg de Petit-Bourg, les statistiques (coefficients de Montana) réalisées sur la station pluviométrique de Raizet ont également été utilisées pour caractériser le comportement du bassin versant de la Ravine de Onze heures. De même, dans l'étude sur le bourg de Pointe-Noire, les caractéristiques des bassins versants de la Rivière Cailloux et de la Ravine ont été définies à l'aide des coefficients de Montana (coefficients permettant de calculer l'intensité d'une pluie en fonction de sa durée, calculés sur la base d'une analyse statistique des données pluviométriques) de la zone. Dans l'étude du secteur de Lohéac dans la commune de Sainte-Rose, il a été fait usage de la méthode SOCOSE<sup>4</sup> pour calculer les débits de référence des principaux cours d'eau.

La cartographie de l'aléa consiste en une délimitation de l'enveloppe des plus hautes eaux, sur la base de l'événement historique le plus impactant pour lequel les informations sont en quantité suffisante. A cela, s'ajoute une évaluation des capacités des sections du réseau d'évacuation des eaux pluviales et du lit mineur des principaux cours d'eau à recueillir les débits de référence calculés lors de l'analyse hydrologique. Les hauteurs et vitesses dans chaque zone inondée sont donc estimées sur la base des informations recueillies par témoignages et confortées par les calculs hydrologiques. Il n'est réalisé aucun calcul numérique dans ces études.

La définition du niveau d'aléa est définie de la forme suivante :

- Aléa fort pour le lit mineur des rivières, ravines et talwegs principaux, sauf encaissement particulier de ces éléments, parce qu'elles présentent généralement des vitesses élevées en condition de crues torrentielles) ;
- Aléa moyen pour les zones de débordement et d'extension de crues de ces cours d'eau.

L'aléa inondation pluviale est caractérisé en aléa fort voire en aléa moyen selon les conditions d'écoulement (vitesses importantes ou moindres). La méthode rationnelle<sup>5</sup> et les caractéristiques hydrologiques des sous-bassins versants (en se basant sur la monographie n°9 « Le régime pluviométrique de la Guadeloupe » (1996) ont été utilisés pour définir les pluies décennale et centennale à utiliser dans les calculs des débits de référence qui transitent dans le réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Il est important de noter que Caraïbes Environnement a produit, sur toutes les zones étudiées, des cartographies distinctes pour l'aléa inondation fluviale et l'aléa inondation pluviale, ce qui n'est pas le cas des deux autres bureaux d'étude.

---

<sup>4</sup> méthode de calcul du débit à partir du volume ruisselé, qui repose sur un modèle classique de transformation pluie-débit)

<sup>5</sup> méthode simplifiée d'hydrologie déterministe surtout utilisée pour le calcul des débits de pointe de petits bassins versants dont la surface est inférieure à 1 km<sup>2</sup>

## Études GÉOTER

Les études réalisées par GÉOTER suivent toutes une démarche hydrogéomorphologique qualitative, basée sur :

- Une reconnaissance de terrain ;
- L'expérience de terrain des services municipaux et des riverains ;
- Ponctuellement, des calculs hydrologiques, réalisés ou tirés d'études existantes.

Notons que l'étude du quartier Gouverneur du Lion dans la commune de Basse-Terre ne comporte pas de cours d'eau et n'est donc, d'après l'étude de GÉOTER, pas concernée par l'aléa inondation. Pour autant, cette étude mentionne que l'aléa est limité à des phénomènes de ruissellement urbain, qui ne sont pas traités.

Les calculs hydrologiques effectués dans le cadre de cette étude, ou tirés d'études existantes sont :

- Sur la commune de Deshaies, les débits des bassins versants calculés dans l'étude d'assainissement réalisée par SAFEGE en 2000 ont été exploités sur le secteur du bourg et les caractéristiques hydrologiques des rivières et de leurs bassins versants ont été estimés pour le quartier de Ferry, à l'aide de l'étude d'inondabilité de la Plain de l'Anse Ferry réalisée par le BRGM en 1997 ;
- A la Désirade, les caractéristiques hydrologiques (superficie, périmètre, altitudes) des bassins versants du site étudié (liés à trois talwegs: Fort Marmouset, Grande Ravine et Saline du Désert) ont été définies ;
- Sur la commune du Lamentin, une description hydrologique du bassin versant de la Rivière de Blachon a été réalisée et les résultats des modélisations de la Rivière du Lamentin (étude ANTÉA) ont été pris en compte ;
- Sur le quartier Baille-Argent de la commune de Pointe-Noire, la tempête Jeanne de 2004 a été utilisée comme crue de référence (événement centennal) pour l'estimation de l'aléa inondation de la rivière Baille-Argent ;
- Sur la commune de Sainte-Rose, pour le secteur de Viard les caractéristiques hydrologiques (superficie, périmètre, altitudes, longueur du plus long chemin hydraulique, pente pour calcul du temps de concentration) de la Rivière Viard ont été prises en compte et pour le secteur de Vinty, la méthode rationnelle a été utilisée pour estimer les débits de référence de la Rivière Vinty à partir des caractéristiques de son bassin versant ;
- Sur la commune de Saint-Louis, les caractéristiques hydrologiques (superficie, périmètre, altitudes, longueur du plus long chemin hydraulique, pente moyenne pour calcul du temps de concentration) de la Rivière Vieux-Fort ont été prises en compte pour le secteur de Vieux-Fort ainsi que celles de la Ravine Varin et du talweg de Belle-Hôtesse pour l'étude du secteur de Belle-Hôtesse ;
- Sur la commune de Terre-de-Bas, les caractéristiques hydrologiques (superficie, périmètre, altitudes, longueur du drain principal et pente moyenne pour calcul du temps de concentration) des 3 bassins versants (Ravine Morne Sec, Rivière Grande-Anse et Canal de l'Ecole) de la zone d'étude ont été prises en compte et une estimation empirique des débits de crue a été réalisée ;
- Sur la commune de Vieux-Habitants, les caractéristiques hydrologiques (superficie, périmètre, altitudes, longueur du plus long chemin hydraulique et pente moyenne pour calcul du temps de concentration) des bassins versants de la zone d'étude (Rivière Beaugendre, Sud Marigot, Nord Marigot) ont été prises en compte.

Les bassins versants pris en compte pour ces calculs hydrologiques ne sont pas définis de manière claire dans les études Géoter. Certaines semblent prendre en compte des bassins versants globaux au-delà de la zone d'étude (Saint-Louis, Terre-de-Bas) tandis que d'autres semblent ne faire référence qu'à de petits bassins versants exclusivement compris dans la zone d'étude (La Désirade, Sainte-Rose). Il est rarement possible de connaître précisément le bassin versant considéré, soit parce que des pièces, notamment cartographiques, ne sont pas disponibles soit par manque de précision dans les études elle-même. Or, le choix du bassin versant considéré est primordial dans les calculs hydrologiques, puisque ses caractéristiques (majoritairement urbain si l'on considère seulement la zone d'étude, ce qui n'est plus le cas si on considère un bassin versant intégrant les secteurs à l'amont de la zone d'étude) vont influencer directement sur les calculs de débits mais également sur l'approche hydrogéomorphologique, qui permet d'évaluer l'aléa inondation. En effet, la connaissance du système hydraulique passe par la prise en considération du système dans sa globalité, puisque des aménagements ou caractéristiques morphologiques à l'amont de la zone d'étude (endiguement, ouvrage hydraulique, occupation du sol, zone érosive, ...) peuvent influencer radicalement le comportement hydraulique à l'aval.

Pour l'inondation fluviale, toutes les études mentionnent l'utilisation d'une « matrice d'aléa » quantitative pour caler les niveaux d'aléa. Dans tous les cas, les calculs hydrologiques sont rarement suffisants, l'appréciation reste souvent in fine qualitative. Si cette matrice est homogène concernant les hauteurs d'eau (seuil de 0,5 et 1 conforme au guide PPR), elle varie concernant les seuils de vitesses. La matrice la plus utilisée est celle de l'illustration 5. D'autres sont évoquées ponctuellement (Illustration 6 et Illustration 7).

Hauteur de submersion	Type d'inondation		
	<a href="#">Crue lente [1]</a>	Crue semi rapide	Crue torrentielle
		(vitesse d'écoulement $\leq 0,5$ m/s)	(vitesse d'écoulement $\geq 0,5$ m/s)
$H \leq 0,5$ m	Faible (I1)	Moyen (I2)	Moyen (I2) ou Fort (I3)
$0,5 \text{ m} < H \leq 1$ m	Moyen (I2)	Moyen (I2)	Fort (I3)
$H \geq 1$ m	Fort (I3)	Fort (I3)	Fort (I3)

*Illustration 5 : Matrice d'aléa principalement utilisée dans les études de GÉOTER ((considéré plus précisément dans les études de Capesterre Belle-Eau (Moulin à Eau), Deshaies (Ferry), la Désirade, le Lamentin, Pointe-Noire (Baille-Argent), Sainte-Rose (Viard) et Saint-Louis (Vieux-Fort et Belle-Hôtesse), Terre-de-Bas et Vieux-Habitants*

Hauteur de submersion	Vitesse d'écoulement		
	Nul à Faible (vitesse d'écoulement < 0,5 m/s)	Moyenne (0,5 m/s < vitesse d'écoulement < 1 m/s)	Forte (vitesse d'écoulement > 1 m/s)
$H \leq 0,5$ m	Faible (I1)	Moyen (I2)	Moyen (I2)
$0,5 \text{ m} < H \leq 1$ m	Moyen (I2)	Moyen (I2)	Fort (I3)
$H \geq 1$ m	Fort (I3)	Fort (I3)	Fort (I3)

Illustration 6 : Matrice d'aléa utilisée pour les études de Baillif et de Sainte-Rose (Vinty)

Hauteur de submersion	Type de crue		
	Lente	Semi rapide	Torrentielle
$H < 0,50$ m	Moyen (I2)	Moyen (I2)	Moyen (I2) à Fort (I3)
$0,50 \text{ m} < H < 1$ m	Moyen (I2)	Fort (I3)	Fort (I3)
$H > 1$ m	Fort (I3)	Fort (I3)	Fort (I3)

Illustration 7 : Matrice d'aléa utilisée pour l'étude de Deshaies (Bourg)

Les phénomènes d'inondation pluviale sont pris en compte sans donner lieu à des calculs spécifiques. Ces phénomènes sont considérés le plus souvent en aléa faible voire moyen, de par les faibles vitesses et hauteurs d'eau en jeu.

Pour la commune de Saint-François, concernée principalement par de l'inondation pluviale dans les zones basses, il est précisé que son extension a été estimée à partir des micro-reliefs du terrain (la topographique n'étant pas assez précise) et que l'aléa est faible.

## 2.4. ALÉA HOULE CYCLONIQUE

### 2.4.1. Données et documents utilisés dans les différentes études

Les données utilisées pour les études de l'aléa submersion lié aux cyclones concernent :

- Les données sur les surcotes et les houles cycloniques :
  - o **MF97** : Rapport METEO-France DIRAG (1997). Cartographie des zones menacées par les risques de marées de tempête. Volume II : Guadeloupe. 20 pages. 2 annexes.
  - o **MF02** : Rapport METEO-FRANCE DIRAG (2002). Evaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles Françaises. Rapport DIRAG, 72p.
  - o **MF02** : Rapport METEO-FRANCE DIRAG (2002). Evaluation du risque lié aux surcotes cycloniques sur les Antilles Françaises. 61p, 10 annexes. 79p, 8 annexes.
- Les atlas communaux des risques naturels de la Guadeloupe réalisés par le BRGM (1995-1999) : ALEA CYCLONIQUE : Déferlement des houles cycloniques et marée de tempête.
- Les formules empiriques du Shore Protection Manual. CERC – US Army Corps of Engineers.

## **Commentaires sur les données de surcotes atmosphériques et leur exploitation**

- **Étude de Météo-France (1997)**

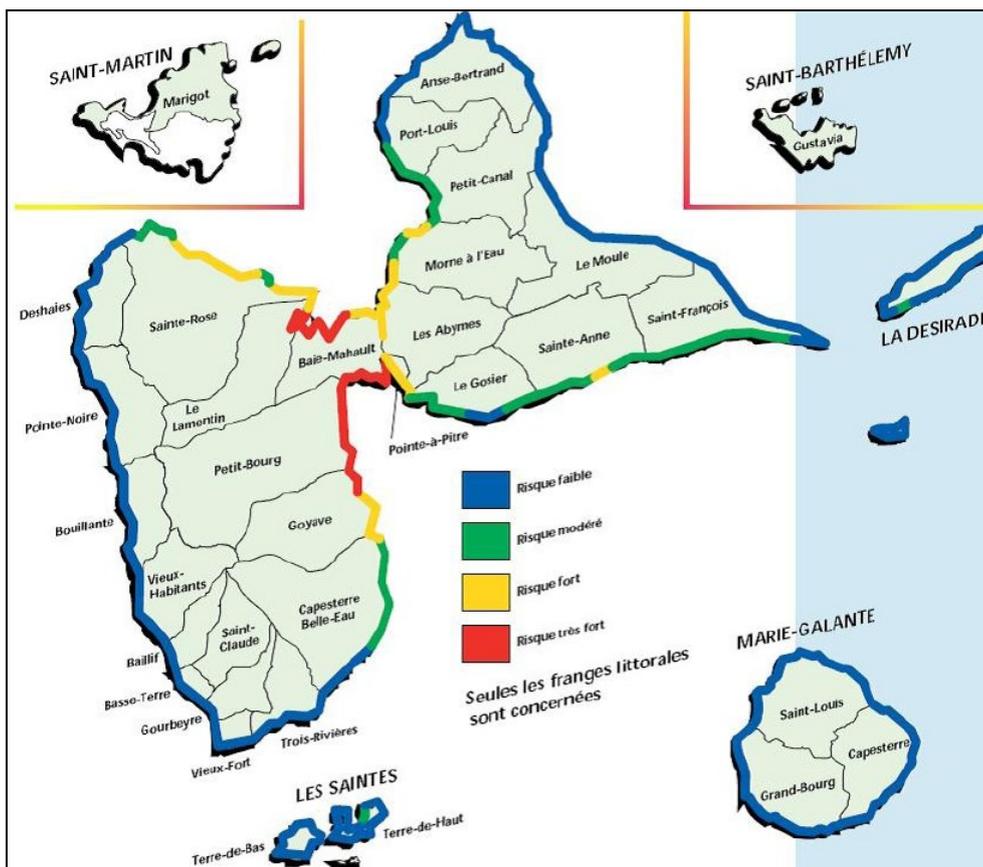
La première étude de Météo-France (1997) est basée sur les modélisations des surcotes (liées au vent et au baromètre inverse) de 1332 cyclones fictifs plausibles (mais non historiques) sur une grille de résolution 1.8 km et un pas de temps horaire. Les 1332 cyclones ont été construits en faisant varier les paramètres descriptifs des cyclones sur une gamme représentative de valeurs :

- Point d'impact (défini par la distance entre l'intersection de la trajectoire du cyclone avec le méridien 61°32'W et le centre de la Guadeloupe) : treize points d'impact répartis entre 100MN au sud et 100MN au nord.
- Intensité : Tempête tropicale forte (Vm~50kt), ouragan C1 (Vm~64kt), ouragan C3 (Vm~96kt) et ouragan C5 (Vm~135kt)
- Taille : rayon des vents à 34kt : entre 25 MN et 200 MN (selon l'intensité).
- Vitesse et direction de déplacement : entre 12kt et 18kt et entre 270° et 310°.

Pour chaque cyclone, les champs de vent et de pression ont été reproduits avec un modèle paramétrique (Holland, 1980) et la modélisation des surcotes a été effectuée avec le modèle de Météo-France développé par Pierre Daniel en 1993. Ce modèle de surcotes est basé sur les équations de Saint Venant et a été implanté à une résolution horizontale d'environ 1 minute sur la Guadeloupe.

À partir des résultats de la modélisation, deux types de cartes ont été construits : (1) la carte des surcotes maximales simulées tous cyclones confondus et (2) les cartes des surcotes maximales simulées par catégorie de cyclone (de tempête tropicale forte à ouragan de catégorie 5). L'illustration 8 synthétise les résultats de l'étude le long du littoral de la Guadeloupe.

Il est montré dans l'étude que l'exposition relative des secteurs de l'île reste la même selon la catégorie de cyclone. Le rapport de Météo-France (1997) rappelle que les limites inhérentes à la méthode utilisée sont (1) la faible probabilité de certains cyclones dont ceux de catégorie 5 (2) la résolution de la bathymétrie utilisée qui ne permet pas une représentation fine des petites baies particulièrement sensibles au phénomène de surcote (3) les caractéristiques du modèle de surcotes dont les conditions aux limites qui sont celles d'un mur infiniment haut, ce qui a tendance à rehausser la surcote calculée à la côte (le débordement sur les terres émergées n'étant pas pris en compte) .



Risque/intensité	50	60	70	80	90	100	110	120	130	135
Risque faible	5 à 15	10 à 20	15 à 30	20 à 40	25 à 45	30 à 55	35 à 65	40 à 80	50 à 90	55 à 100
Risque modéré	15 à 30	20 à 45	30 à 60	40 à 80	45 à 90	55 à 110	65 à 130	80 à 150	90 à 170	100 à 200
Risque fort	30 à 50	45 à 70	60 à 100	80 à 120	90 à 150	110 à 180	130 à 220	150 à 250	170 à 270	200 à 300
Risque très fort	50 à 100	70 à 130	100 à 160	120 à 200	150 à 230	180 à 270	220 à 320	250 à 380	270 à 420	> 300

Illustration 8 « Risque de surcote » le long des côtes guadeloupéennes et correspondance avec l'intensité des surcotes (en cm) en fonction de l'intensité du vents (en noeuds) (Perret G., L. Feuillatre et P. Frayssinet, 1996).

Ouragan	Vents moyens soutenus	Rafales	Pression au centre	Durée de retour <sup>6</sup>
Classe 1	120 / 150 km/h (64 à 83 noeuds)	140 / 175 km/h	>980 hPa	8 à 9 ans
Classe 2	150 / 175 km/h (84 à 95 noeuds)	170 / 200 km/h	965 / 980 hPa	19 à 23 ans
Classe 3	180 / 210 km/h (96 à 113 noeuds)	200 / 230 km/h	945 / 964 hPa	31 à 47 ans
Classe 4	210 / 250 km/h (114 à 134 noeuds)	230 / 290 km/h	920 / 944 hPa	66 à 97 ans
Classe 5	>250 km/h (>135 noeuds)	>300 km/h	<920 hPa	160 à 264 ans

Tableau 1 : Classification des cyclones et durée de retour théorique des vents cycloniques en Guadeloupe d'après Météo-France.

De manière générale, les bureaux d'étude ayant utilisé ces données font l'analogie entre la période de retour du passage d'un cyclone de catégorie X sur la Guadeloupe avec la période de retour de la surcote engendrée. D'après Météo-France, la période de retour centennale (classiquement utilisée pour réaliser les cartes d'aléa) correspond à un cyclone de catégorie 4 (cf. Tableau 1) mais cette carte n'est pas disponible dans l'étude. Les valeurs utilisées par les bureaux d'étude correspondent donc à une interpolation des cartes de surcote pour les catégories C3 et C5.

- **Étude de Météo-France (2002)**

La seconde étude de Météo-France (2002) est basée sur une approche probabiliste. Elle consiste à sélectionner les cyclones impactants en termes de surcote sur les 100 dernières années (1900/2000). Le critère de sélection est de 200MN et un vent supérieur à 35 noeuds. Au total, 128 cyclones ont été sélectionnés sur la Guadeloupe et l'échantillon a été augmenté en appliquant la technique du bootstrap avec déplacement des trajectoires sur 30MN. Cette technique a permis de générer 10 nouveaux siècles et de modéliser  $11 \times 128 = 1408$  cyclones.

Pour chaque cyclone, les champs de vent et de pression sont réalisés avec un modèle paramétrique (Holland, 1980). La modélisation des surcotes a été effectuée avec le même modèle que celui de l'étude de 1997 et le calcul statistique a été réalisé avec la méthode du renouvellement (cf. Illustration 9).

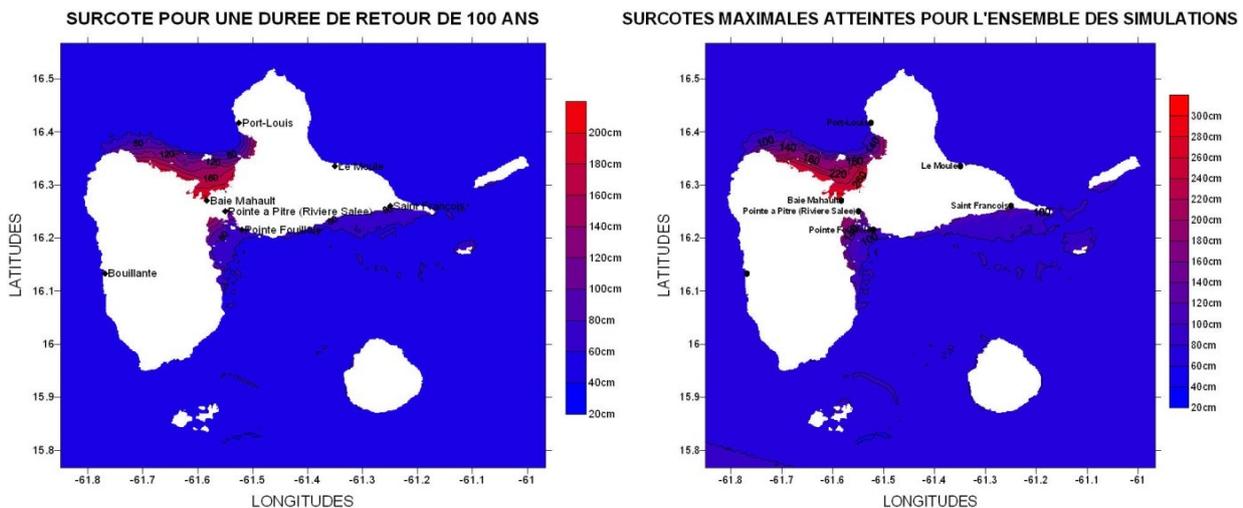


Illustration 9. Extrait de l'étude de Météo-France de 2002.

La comparaison des deux études de Météo-France n'est pas aisée car la symbologie utilisée dans les rapports pour représenter les surcotes est très différente et les résultats ne sont pas disponibles sous format numérique. On propose ici de comparer les ordres de grandeur des surcotes des deux études sur 4 sites répartis autour de l'île (reportés dans le Tableau 2). De manière générale, les valeurs de surcote pour un C4<sup>7</sup> dans l'étude MF97 et les valeurs de surcote centennales dans l'étude MF02 sont du même ordre de grandeur sauf dans le Petit-Cul-de-Sac-Marin où l'étude MF97 calcule des surcotes bien plus importantes que l'étude MF02.

<sup>7</sup> Interpolation des surcotes max. pour un C3 et un C5

Tableau 2. Comparaison des ordres de grandeur de surcote calculées dans les études de Météo-France de 1997 et 2002.

SITE / TYPE DE SURCOTE	Surcote max. pour un C3 (MF1997)	Surcote max. pour un C5 (MF97)	Surcote max. pour un C4 (MF97) <sup>2</sup>	Surcote centennale (MF02)
Petit-Cul-de-Sac-Marin	~2m	~4m	~3m	~1.5m
Grand-Cul-de-Sac-Marin	~1.5m	~2.5m	~2m	~2m
Saint-François	~0.6m	~1.4m	~1m	~0.8m
Bouillante	~0.35m	~0.75m	~0.5m	~0.4m
Anse-Bertrand	~0.35m	~0.75m	~0.5m	~0.4m

### Commentaires sur les données de houle et leur exploitation

L'analyse des houles cycloniques n'a pas été effectuée dans l'étude de 1995. Dans celle de 2002, le principe est le même que pour les surcotes mais le critère de sélection des cyclones historiques est plus large que pour les surcotes (au sud du 30<sup>ième</sup> parallèle) car les vagues se propagent très loin de la trajectoire du cyclone. Au total, 139 cyclones historiques ont été utilisés.

La modélisation des vagues se fait à une résolution de 1 minute d'arc maximum. Cette résolution ne permet pas de modéliser le déferlement et les résultats en zone côtière ne sont pas directement exploitables. Même si les statistiques ont été effectuées sur tous les points de grille, la zone côtière « non valide » est précisée dans les résultats de l'étude (cf. Illustration 10).

L'étude de Météo-France ne prenant pas en compte le set-up lié aux vagues, les différents bureaux d'étude ont utilisé des formules empiriques pour calculer des ordres de grandeur de set-up à partir des caractéristiques des houles au large.

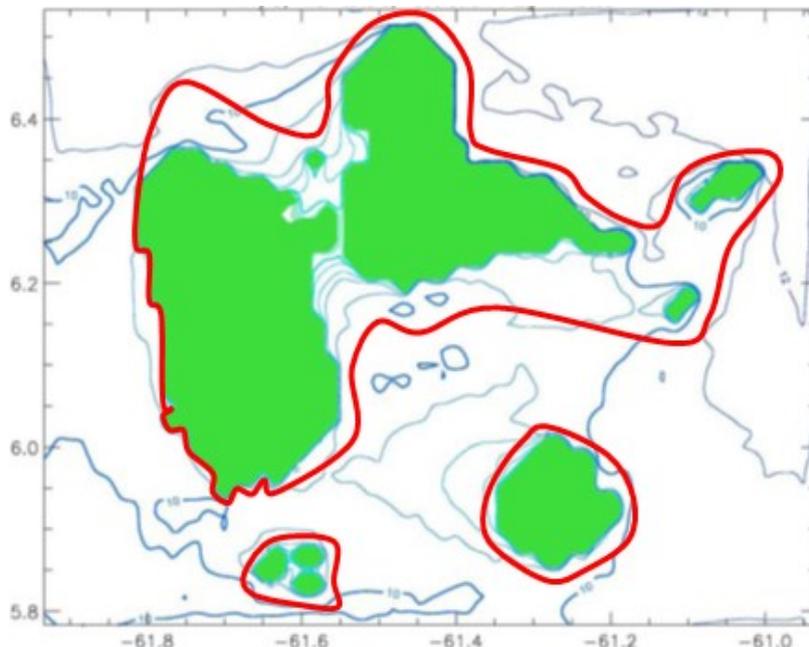


Illustration 10. Extrait de l'étude de Météo-France de 2002. La zone de non validité a été retracée en rouge.

## **Commentaires sur les méthodes de calcul du setup et du runup dans le Shore Protection Manual**

De manière générale, les bureaux d'étude ont utilisé des formules empiriques pour calculer le set-up et le run-up associés aux conditions de vagues et aux différents types de côte rencontrés. Les abaques du Shore Protection Manual ont été largement exploités. Ils permettent de calculer des valeurs approximatives de set-up et de run-up à partir des caractéristiques des vagues au déferlement (hauteur et longueur d'onde) et de la pente de la plage :

- Pour le set-up, le Shore Protection Manual utilise les formules de Dean and Dalrymple (1985). Ces formules ont été calibrées en laboratoire, pour des cas idéalisés de plages à pentes linéaires et relativement douces, et pour des gammes de hauteurs de vagues restreintes. Elles ont tendance à surestimer le setup pour les grandes hauteurs de vagues (comme les vagues cycloniques) et les pentes les plus fortes. De plus, ces formules ne sont pas adaptées dans le cas de côtes complexes, notamment en présence de récifs barrières ou frangeants.
- Pour le runup, le Shore Protection Manual propose des formules correctement calibrées dans le cas d'ouvrages mais pas dans le cas de plages ou côtes naturelles. Il est précisé que dans le cas de côtes naturelles (et non d'ouvrages) les formules présentées ne sont pas valides pour les études d'ingénierie côtière.

## **Commentaires sur les données topographiques**

Les données topographiques utilisées pour les PPR sont issues des courbes de niveau de la carte IGN au 1/25000 et présentent de fortes incertitudes jusqu'à 50 m -100 m de précision horizontale. Les données au 1/10000 citées dans certains rapports des BE sont en fait issues d'une interpolation linéaire des courbes au 1/25000 (communication personnelle d'ingénieur ayant réalisé certaines de ces études).

Les données topographiques utilisées dans les études AG50 sont souvent issues de levés spécifiques au 1/1000. Le degré de précision et les informations données dans les rapports parcourus ne permettent pas de juger de la qualité de ses données. On supposera a priori que leur résolution les rend plus pertinentes que les courbes de niveau de la carte IGN au 1/25000.

### **2.4.2. Aspects généraux**

#### **Approches communes à toutes ces études**

L'ensemble des études (PPR et AG50) appliquent la même démarche qui consiste à définir (1) un zonage pour l'aléa « submersion marine » et (2) un zonage pour l'aléa « impact des vagues » afin de prendre en compte les problématiques d'affouillement, de transport solide et de destruction des aménagements.

L'aléa submersion est déterminé en croisant les données topographiques disponibles avec une cote de référence. Celle-ci prend en compte :

- la marée aux plus hautes mers de vives eaux (PMVE)
- une surcote atmosphérique de référence tirée des études de Météo-France (1997 ou 2002)

- le setup et parfois le runup liés aux vagues calculés avec des formules analytiques à partir d'un scénario de houle historique ou de valeurs maximales ou centennales tirées de l'étude de Météo-France 2002.

Pour la zone d'impact de la houle, la largeur de la bande est généralement déterminée par retour d'expérience (ouragans Luis, Marylin ou Lenny) et en fonction de l'exposition, du type de côte et de la topographie. Cette zone varie généralement entre 10 m et 50 m de large depuis le rivage.

### **Différence entre les études**

Les principales différences entre les études sont :

- Les valeurs de référence retenues pour les houles et les surcotes ;
- Les données topographiques utilisées ;
- La méthode de détermination/délimitation des niveaux d'aléa.

### **2.4.3. Comparaison des études**

La comparaison des études pour l'aléa submersion marine lié aux cyclones est basée sur une sélection de 11 études réparties sur différents secteurs de l'île. Les secteurs ont été définis afin de représenter différents types de côtes présentes en Guadeloupe, et pour chacun, un site par bureau d'étude a été sélectionné. L'illustration 10 représente la répartition des études analysées :

- Le secteur S1 concerne la zone du Grand-Cul-de-Sac-Marin qui présente un récif barrière important à l'entrée de la baie (qui a tendance à protéger de l'impact direct des vagues mais peut engendrer un set-up important) ainsi que des zones de mangrove ;
- Le secteur S2 concerne la côte ouest de Basse-Terre qui est caractéristique des côtes sans plateau continental et sans récif ;
- Le secteur S3 est situé sur la commune de Capesterre-Belle-Eau qui présente un certain nombre de récifs épars.

Dans la suite du paragraphe, les études sont analysées bureau d'étude par bureau d'étude. Les critères utilisés pour l'analyse concernent **(1)** le type de **site et les données topographiques** utilisées **(2)** la caractérisation du **scénario de référence** et **(3)** la méthode de **cartographie et de qualification de l'aléa** utilisée. Le tableau en Annexe 1 synthétise les différents critères renseignés pour les 11 sites sélectionnés avec les informations disponibles dans les rapports. Les informations manquantes sont indiquées par une croix rouge et les informations non trouvées dans les rapports mais supposées ou trouvées dans d'autres documents sont indiquées en bleu.

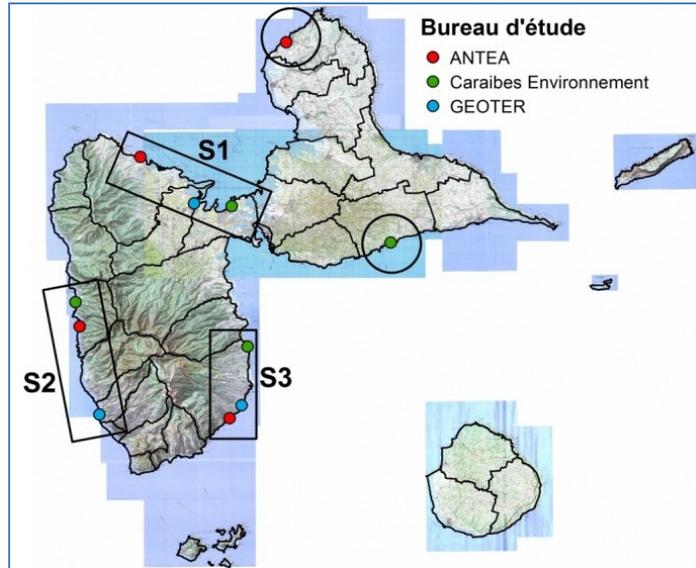


Illustration 11 : Sélection des 11 études.

## ***Caraïbes environnement***

### (1) Données topographiques

Les **données topographiques utilisées ne sont jamais précisées**

### (2) Détermination des scénarios et de la cote de référence

Les scénarios de référence ne prennent pas en compte la marée (qui est de l'ordre de 40 cm à PMVE et donc non négligeable).

Les scénarios de surcotes et de vagues sont tirés des études Météo-France (de 2002) et les valeurs centennales sont retenues systématiquement.

Le calcul de la cote de référence prend en compte la surcote atmosphérique mais pas la surcote due aux vagues, quel que soit le type de côte étudié (avec ou sans récif). A titre d'exemple, sur la commune de Bouillante, les sites du Bourg et de Fromager ont été étudiés respectivement par GÉOTER et Caraïbes Environnement. Ces sites ont des caractéristiques similaires (pas de récif ni de mangrove) et sont géographiquement très proches. Alors que GÉOTER calcule un setup (pour une houle centennale) de 1.5 m à 2.5 m selon le profil de pente, Caraïbes Environnement ne le prend pas en compte.

**A priori, le scénario de référence paraît donc systématiquement sous-estimé.**

### (3) Méthode de cartographie et classes d'aléa

Il n'y a **pas assez de précision dans les rapports pour bien cerner la méthode de cartographie** employée. On peut supposer qu'il s'agit d'un croisement cote de référence / topographie.

## **ANTÉA**

### (1) Données topographiques

Dans les rapports parcourus, les **données OPSIA Caraïbes (1/1000)** sont systématiquement utilisées et les **rendus sont au 1/2000**.

### (2) Détermination des scénarios et de la cote de référence

La marée est prise aux PMVE (environ 40 cm).

Le calcul de la surcote liée au cyclone prend à la fois en compte la surcote atmosphérique et le set-up (et parfois le runup) lié aux vagues. Ces derniers sont calculés avec des formules empiriques (issues du « shore protection manual ») et des profils de pente types.

En ce qui concerne les scénarios de référence de surcote atmosphérique et de vagues:

- Pour les études les plus anciennes, les scénarios de surcote sont issus de l'étude de Météo-France (1997) pour un cyclone de catégorie 4 (dit centennal) en interpolant les surcotes des cyclones de catégorie 3 et 5. Les valeurs centennales de hauteur et direction des vagues sont estimées en fonction de récits/mesures sur des cyclones historiques (un cyclone centennal étant considéré comme un cyclone de catégorie 4).
- Pour les études les plus récentes, les scénarios de surcote et de vague sont issus des calculs statistiques complets de Météo-France (2002). La valeur centennale est systématiquement retenue. Il arrive cependant parfois que les données de l'étude MF95 soient utilisées (ex : Petit-Bourg Bel-Air).

Les calculs de setup et de runup sont effectués avec les formules du Shore Protection Manual (voir commentaires au paragraphe 2.4.1) :

- Pour le calcul des valeurs de setup :
  - o Sur les côtes sans récif, l'utilisation des abaques du Shore Protection Manual tend à surestimer les valeurs de setup jusqu'à près d'un mètre (ex : Anse-Bertrand)
  - o Sur les côtes avec récif : l'utilisation des formules du Shore Protection Manual n'est pas adaptée (ex : Petit Bourg). La non prise en compte du récif tend à sous-estimer le setup lié au déferlement sur le récif.
- Pour le calcul des valeurs de runup :
  - o Dans le cas de sites avec ouvrages, les formules proposées dans le Shore Protection Manual sont adaptées (ex : Anse-Bertrand)
  - o Dans le cas de sites sans ouvrages, les formules du Shore Protection Manual ne sont pas correctement calibrées (ex : Petit Bourg - Bacchus)

**L'ensemble des phénomènes est pris en compte** dans le calcul de la cote de référence qui correspond systématiquement à un scénario centennal. Cependant, **les formules empiriques utilisées pour calculer la surcote liée aux vagues ne sont pas forcément adaptées**, en particulier pour les côtes avec récif.

### (3) Méthode de cartographie et classes d'aléa

La méthode de cartographie n'est pas systématiquement explicitée dans les rapports (dans la majorité des cas, les illustrations et les annexes ne figurent pas et les couches SIG sont peu explicites). Il semble que la méthode employée dépende des sites :

- Pour la submersion, 2 ou 3 niveaux d'aléa sont déterminés. Quand 2 classes sont distinguées (ex : Petit-Bourg-Bacchus), la classe d'aléa fort correspond aux zones submergées de plus de 1 m et la classe d'aléa moyen correspond aux zones submergées entre 0 m et 1 m.
- Pour l'impact dynamique des vagues, une bande forfaitaire est déterminée par expertise en fonction du type de côte et de son exposition. Elle est comprise entre 10 m et 50 m.

## **GÉOTER**

### (1) Données topographiques

Il est précisé dans les rapports si des **relevés de géomètre ont été effectués avec des points cotés**, à défaut on considère que les données sont les courbes de niveau IGN. **Les rendus sont effectués au 1/1000 ou au 1/2000 selon la résolution des données topographiques utilisées.**

### (2) Détermination des scénarios de référence

La marée est prise aux PMVE (environ 40 cm).

La cote de référence prend à la fois en compte la surcote et le set-up (et parfois le runup) lié aux vagues avec des formules empiriques du Shore Protection Manual ou du logiciel CHAMP de la FEMA. Contrairement aux études d'ANTÉA qui cherchent à estimer un scénario centennal (quelle que soit la source : MF 97 ou 02), il n'y a pas de stratégie commune dans les rapports GÉOTER. Les valeurs de houle et de surcote correspondent tantôt à un scénario centennal, tantôt à une catégorie de cyclone particulière (3 ou 5).

Les calculs de setup et de runup sont effectués avec les formules du Shore Protection Manual (voir commentaires au paragraphe 2.4.1) après l'application de formules analytiques pour passer des conditions de houle du large à la côte:

- o Sur les côtes sans récif (ex : Baillif), l'utilisation des abaques du Shore Protection Manual tend à surestimer les valeurs de setup jusqu'à près d'un mètre
- o Sur les côtes avec récif (ex : Sainte-Rose Vinty), l'utilisation des formules du Shore Protection Manual n'est pas adaptée. Le setup lié au déferlement des vagues sur le récif n'est pas pris en compte.
- o Cas particulier du Grand-Cul-de-Sac-marin : sur ce secteur le setup et le runup sont négligés (ex : Lamentin) car l'effet des vagues (atténuées sur le récif et la mangrove) est considéré comme négligeable. Or, dans ce type de configuration, le setup lié au déferlement sur le récif peut être très important.

**L'ensemble des phénomènes est pris en compte** dans le calcul de la cote de référence qui correspond systématiquement soit à un scénario centennal soit à un cyclone de catégorie X. Cependant, **les formules empiriques utilisées pour calculer la surcote liée aux vagues ne sont pas forcément adaptées**, en particulier pour les côtes avec récif.

### (3) Méthode de cartographie et classes d'aléa

D'après les rapports parcourus, la méthode de cartographie de l'aléa correspond à :

- Aléa fort : bande forfaitaire d'impact de la houle + zones inondées de plus de 1 m ;
- Aléa moyen : zones inondées entre 0.5 m et 1 m ;
- Aléa faible : zones inondées de moins de 0.5 m.

#### 2.4.4. Synthèse

D'après l'analyse des études citées dans le tableau en Annexe 1, on peut conclure que :

Les études de Caraïbes Environnement sont très peu documentées et il est difficile d'en apprécier la qualité. Cependant, il ressort à la lecture des rapports que tous les phénomènes ne sont pas pris en compte (dont la marée et la surcote liée aux vagues) et que l'aléa paraît sous-estimé.

Les études d'ANTÉA et GÉOTER sont mieux documentées. Les scénarios de référence considèrent l'ensemble des phénomènes (marée, surcote atmosphérique, surcote liée aux vagues et parfois run-up) mais :

- ✓ On note une certaine hétérogénéité dans les scénarios de vagues et de surcotes retenus selon la source utilisée (historique, MF97 ou MF02) et le scénario considéré (maximal, centennal, cyclone de catégorie 3 ou 5, etc.).
- ✓ Le calcul de la surcote liée aux vagues est plus ou moins pertinent selon les types de site :
  - Dans le Grand-Cul-de-Sac-Marin, les études ne prennent pas en compte l'impact des vagues en considérant que celle-ci sont atténuées par le récif. Or, le déferlement sur le récif peut engendrer une surcote importante qui est systématiquement négligée
  - Sur les côtes avec récif, les formules utilisées ne sont pas adaptées : d'une part, elles ne permettent pas de calculer la surcote liée au déferlement sur le récif barrière, et d'autre part elles sont calibrées sur des cas de pentes linéaires et non sur des cas de récifs frangeants.
  - Sur les côtes sans récif, les formules utilisées tendent à surestimer les valeurs de setup et de run-up.

Quoi qu'il en soit, un des éléments déterminants pour apprécier la qualité de la cartographie de l'aléa est la topographie utilisée mais le peu d'informations fournies dans les différents rapports ne permet pas de trancher sur la qualité des données.



### 3. Pertinence des études AG50 par rapport aux études PPR

#### 3.1. PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DES PPR DE GUADELOUPE

##### 3.1.1. Introduction historique

Entre 1991 et 1998, l'ensemble du territoire guadeloupéen a été couvert par les Atlas communaux des risques naturels réalisés par le BRGM. Ces documents cartographiques multi-aléas, à but informatif, ont constitué la base de la réalisation des PPR multi-aléa, lancée dans la foulée dès 1997. Les premiers PPR (notamment celui de la commune de Petit-Bourg) ont ainsi été essentiellement réalisés à partir de ces atlas.

L'

Illustration 13 synthétise les caractéristiques des différents PPR et donc des études d'aléa des communes de Guadeloupe. Le lancement de ces études s'est étendu sur plusieurs années, puisque les rendus s'échelonnent entre 1999 et 2009 pour les dernières. Cet étalage dans le temps explique la variabilité des méthodologies adoptées.

Le BRGM a réalisé quelques PPR pilotes. Puis des bureaux d'études ont été sélectionnés (principalement ANTÉA et GÉOTER), éventuellement sous forme de consortium, comme le comptabilise l'illustration 14. L'illustration 15 précise le bureau d'études (ou le consortium de bureau d'études) en charge de l'étude PPR sur chaque commune.

##### 3.1.2. Évolution méthodologique

Les notes techniques de chaque PPR n'existent pas sur toutes les communes. La DEAL indique que la méthodologie PPR est conforme aux guides méthodologiques nationaux, dont les dates sont détaillées en Illustration 12. Nous nous référons donc à ces guides généraux pour apprécier le contenu des PPR.

L'échelle de rendu est au 1/25 000 avec des zooms au 1/10 000.

<b>Date</b>	<b>Thèmes</b>	<b>Auteurs</b>	<b>Edition</b>
<b>1997</b>	Risques Littoraux	Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement	Documentation française
<b>1999</b>	Risques Inondation		
<b>1999</b>	Risques Mouvement de terrain		

Illustration 12 : Guides méthodologiques nationaux

Commune	Bureau d'études	Lancement Etude	Transmission étude	Approbation PPR
Petit-Bourg	ANTEA	1997?	1999?	2002
Baie-Mahault	BRGM	2000?	2004	2005
Basse-Terre	GEOTER / BCEOM	2002	2004	2005
Gourbeyre	GEOTER / BCEOM	2002	2004	2005
Saint-Claude	BRGM	2000?	2004	2005
Pointe-à-Pitre	BRGM	2001?	2004	2005
Sainte-Rose	ANTEA	2002	2005	2007
Vieux-Fort	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
La Désirade	URBATER	2004	2005	2007
Lamentin	ANTEA	2002	2005	2007
Baillif	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
Bouillante	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
Deshaies	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
Pointe-Noire	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
Vieux-Habitants	GEOTER / ACSES	2004	2005	2007
Capesterre-Belle-Eau	IMS / BCEOM	2005	2006	2008
Goyave	IMS / BCEOM	2005	2006	2008
Trois-Rivières	IMS / BCEOM	2005	2006	2008
Le Gosier	BRGM, puis ANTEA pour les Grands Fonds, et mise à jour GEOTER/ACSES	2000?	2006	2008
Sainte-Anne	ANTEA	2002	2006	2008
Les Abymes	BRGM, puis ANTEA pour les Grands Fonds, et mise à jour GEOTER/ACSES	2000?	2006	2008
Morne-à-l'Eau	IMS	2002	2007	2008
Anse-Bertrand	GIPEA / URBATER / SOGREAH	2007	2008	2010
Petit-Canal	GIPEA / URBATER / SOGREAH	2007	2008	2010
Port-Louis	GIPEA / URBATER / SOGREAH	2007	2008	2010
Capesterre-de-Marie-Galante	GEOTER / ACSES	2006	2008	2012
Grand-Bourg	GEOTER / ACSES	2006	2008	2012
Saint-Louis	GEOTER / ACSES	2006	2008	2012
Le Moule	ANTEA	2007	2009	2010
Saint-François	ANTEA	2007	2009	2010
Terre-de-Bas	GEOTER-URBATER-ACSES	2007	2008	
Terre-de-Haut	GEOTER-URBATER-ACSES	2007	2008	

Illustration 13 : Caractéristiques des PPR des communes de Guadeloupe.  
Source DEAL 971

Bureau d'étude	Nombre d'étude	Date de remise de l'étude						
		1999?	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ANTEA	6	1		2	1			2
BRGM	3		3					
BRGM, puis ANTEA (Grands Fonds), et mise à jour GEOTER/ACSES	2				2			
GEOTER / ACSES	9			6			3	
GEOTER / BCEOM	2		2					
GEOTER-URBATER-ACSES	2						2	
GIPEA / URBATER / SOGREAH	3						3	
IMS	1					1		
IMS / BCEOM	3				3			
URBATER	1			1				
<i>Total</i>	32	1	5	9	6	1	8	2

Illustration 14 : Synthèse du nombre d'études par bureaux d'étude, associé à la date de remise de l'étude. Source : DEAL 971

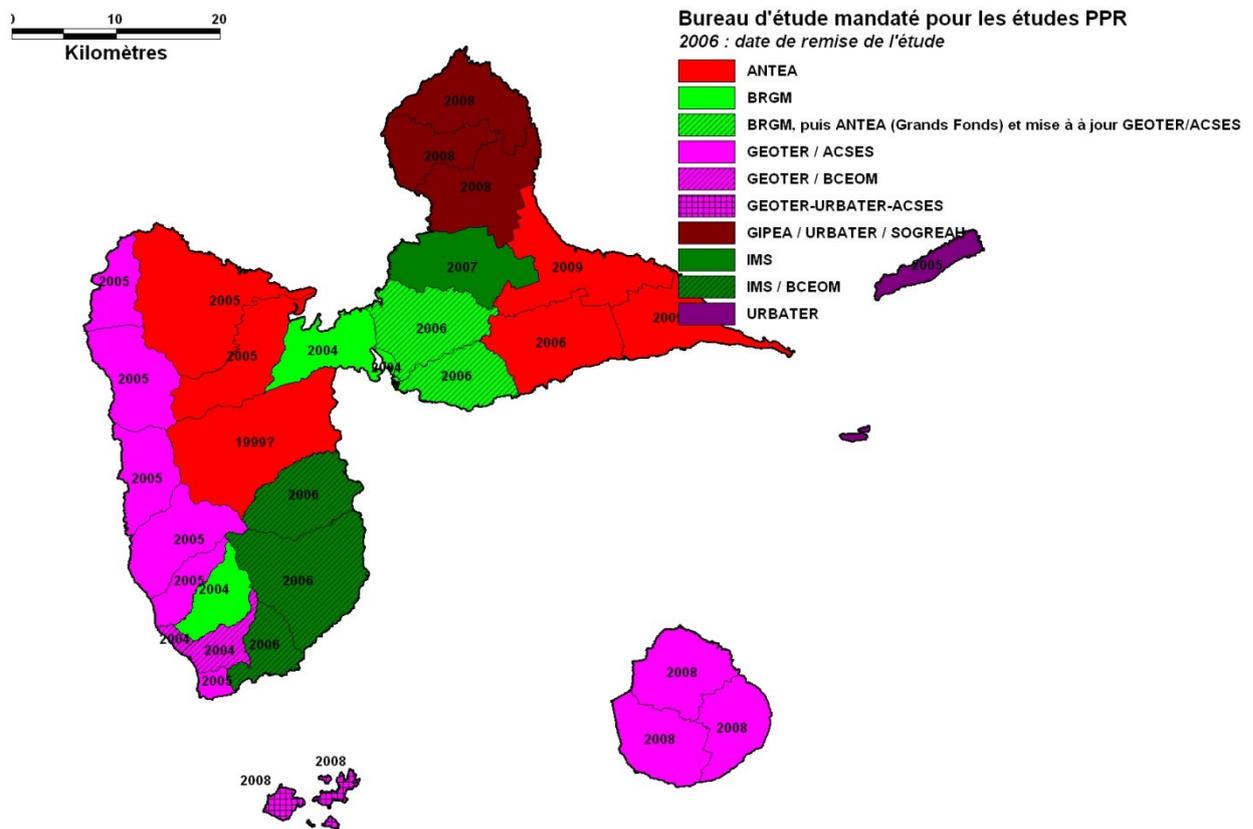


Illustration 15 : Bureaux d'études en charge des études PPR associé à la date de remise de l'étude Source DEAL 971

## 3.2. DIFFÉRENCE ALÉA PPR / ALÉA AG50

### 3.2.1. FONDS TOPOGRAPHIQUE

La principale différence réside dans la précision de la topographie utilisée, beaucoup plus fine pour les études AG50 (levé du 1/500 au 1/2000). La donnée topographique disponible pour les PPR est généralement moins précise, excepté certains secteurs qui ont bénéficié de levés OPSIAS, dont la précision est comparable à celle des études de risques de l'AG50.

### 3.2.2. MOUVEMENT DE TERRAIN

#### **Comparaison des études AG50 et PPR**

L'illustration 15 récapitule les caractéristiques des deux types d'études, de manière à pouvoir rapidement saisir les points essentiels.

Les méthodologies PPR et AG50 sont basées sur la même expertise naturaliste. Aucun de ces études n'évoque de modèle ou de simulation numérique. L'évaluation de l'aléa mouvement de terrain repose essentiellement sur l'expertise, rendant difficile par nature, l'appréciation objective des résultats.

L'aléa mouvement de terrain issu du PPR est représenté en Illustration 17.

	PPR	AG50
Echelle des données topographiques	1/10 000	1/2000 à 1/1000
Evènement de référence	Evènement majeur historique sur la commune	Evènement majeur historique sur la zone d'étude ☺
Niveau d'aléa	Fort, moyen, faible, faible nul	Fort, moyen, faible, faible nul
Méthodologie	Approche naturaliste du type expertise, excluant le recours à des études particulières	Approche naturaliste du type expertise, excluant le recours à des études particulières
Retour d'expérience	A partir de l'inventaire à la commune	Peu fourni, car se limite aux événements recensés sur l'emprise considérée.
Matrice d'aléa	Qualitative, par expertise	Qualitative, par expertise. Pas de matrice formelle explicitée
Aléa considéré	Chute de bloc, éboulement (P) Glissement (G)	Pris en compte de nouveaux phénomènes (érosion de berges, Instabilité de talus routier.)

*Illustration 16 : Comparaison des études d'aléa mouvements de terrain AG50 et PPR*

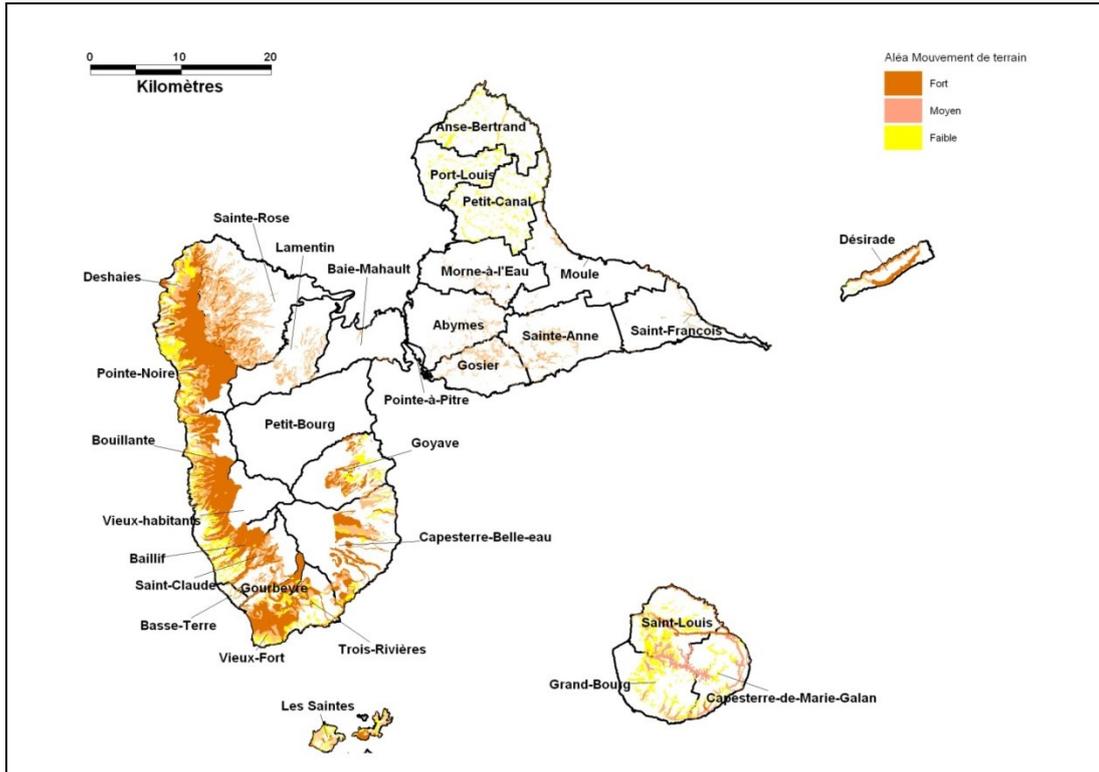


Illustration 17 : Aléa mouvement de terrain issu des PPR de Guadeloupe

### Apport des études AG50

Il est clair, que les études AG50 ont l'avantage d'avoir donné lieu à une expertise de terrain forcément plus fine que les études PPR (échelle communale), précision déterminante dans l'évaluation de l'aléa mouvement de terrain. Associées à une meilleure information topographique, les études auront une meilleure précision quant aux limites cartographiques. Ces précisions permettent de prendre en compte des subtilités topographiques mais également des facteurs de prédisposition plus précis.

Vu l'échelle de l'étude et la précision des informations topographiques disponibles, les études AG50 ont une meilleure résolution topographique et de ce fait, peuvent prendre en compte des phénomènes nouveaux : instabilité de talus routier, érosion de berges (cf. exemple en Illustration 18), non détaillés dans les études PPR.

Pour illustrer la précision apportée par la topographie, l'aléa fort P3 attribué à la falaise côtière dans le quartier Ferry (commune de Deshaies) dans le PPR, est modulé et affiné en aléa fort, moyen à faible dans l'étude AG50 (Illustration 18). Dans ces cas-là, l'étude AG50 apporte une précieuse précision de l'emprise et du niveau. Il en est de même, dans le quartier Bovis (commune de Petite Bourg), où l'étude AG50 affine le niveau d'aléa très fort du PPR, en deux niveaux très fort et fort.

## **Diagnostic**

Si les méthodologies basées sur de l'expertise sont similaires, les critères de classe sont très variables et souvent non formalisées pour les études AG50. Les notes méthodologiques du PPR évoquent souvent les critères de classes des atlas (cf. PPR de Petit-Bourg de 2012). La comparabilité des niveaux d'aléa est donc délicate. Cependant, sur ce point, on peut s'en remettre à l'expertise de chaque intervenant.

La différence la plus importante entre ces deux types d'étude est le choix de l'événement de référence. En effet, vu la différence d'emprise de ces études, les événements de référence considérés (bien que rarement explicitement définis) ne sont pas les mêmes. De ce fait, les résultats des études AG50 augmentent la plupart du temps l'emprise de la zone d'aléa fort.

Ainsi, dans le quartier Rifflet, un aléa glissement de niveau faible est attribué sur le versant entier dans le PPR (cf. Illustration 19, gauche), alors que sur l'étude AG50, ce phénomène de versant, hors zone d'étude, n'a pas été pris en compte (cf. Illustration 19, droite), bien qu'il puisse avoir des conséquences sur la zone. A l'inverse, l'aléa lié au talus routier n'est pas spécifiquement pris en compte dans le PPR alors qu'il est cartographié dans l'étude AG50 (cf. Illustration 19, droite). Ainsi, l'aléa de référence et l'emprise étudiée, peut modifier largement la pertinence de la cartographie. En l'occurrence, vis-à-vis de la protection des risques les plus dommageables, le PPR reste plus légitime, même si le niveau est plus faible.

Sur ce point, on peut rappeler également, sur le quartier Bourg-Descoudes (commune de Bouillante), l'étude AG50 précise « *bien que le phénomène ne soit pas de grande intensité (altitude moyenne : 4 mètres, frange mobilisée d'ordre métrique, mouvements relativement limités dans l'espace), l'aléa est estimé comme fort compte tenu du caractère avéré de l'instabilité* », alors que cet aléa devrait être classé en moyen, voire faible. De la même manière, l'étude AG50 sur Saint Sauveur (commune de Capesterre-Belle-Eau) indique « *l'évaluation de l'aléa au sein de la zone étudiée ne prend pas en compte la possibilité des mouvements de terrain de très grande ampleur (plusieurs centaines de mètres de large et de long, mobilisant plusieurs centaines de milliers de m<sup>3</sup>), qui ne sont pas produits pour le moment* ».

## **Conclusion sur la comparaison des études d'aléa AG50 et PPR**

On peut conclure que les niveaux d'aléas PPR, en accord avec les guides nationaux, représentent mieux et de façon plus homogène, le niveau de risque général et sont cohérents également avec l'appréciation du danger pour les vies humaines.

Cependant, comme les deux types d'études suivent la même méthodologie, il est possible, de compléter et préciser le zonage PPR avec les études AG50 de GÉOTER ou d'ANTÉA (on ne peut pas considérer que les études d'aléa de Caraïbes Environnement apportent de précision sur l'aléa). Dans les études de l'AG50, il faudra distinguer les précisions apportées par une meilleure connaissance de la topographie (meilleure précision du trait, subtilité topographique,...) qui permettent de préciser le zonage PPR, des niveaux d'aléas à ne pas prendre en compte systématiquement vu la différence d'aléa de référence.

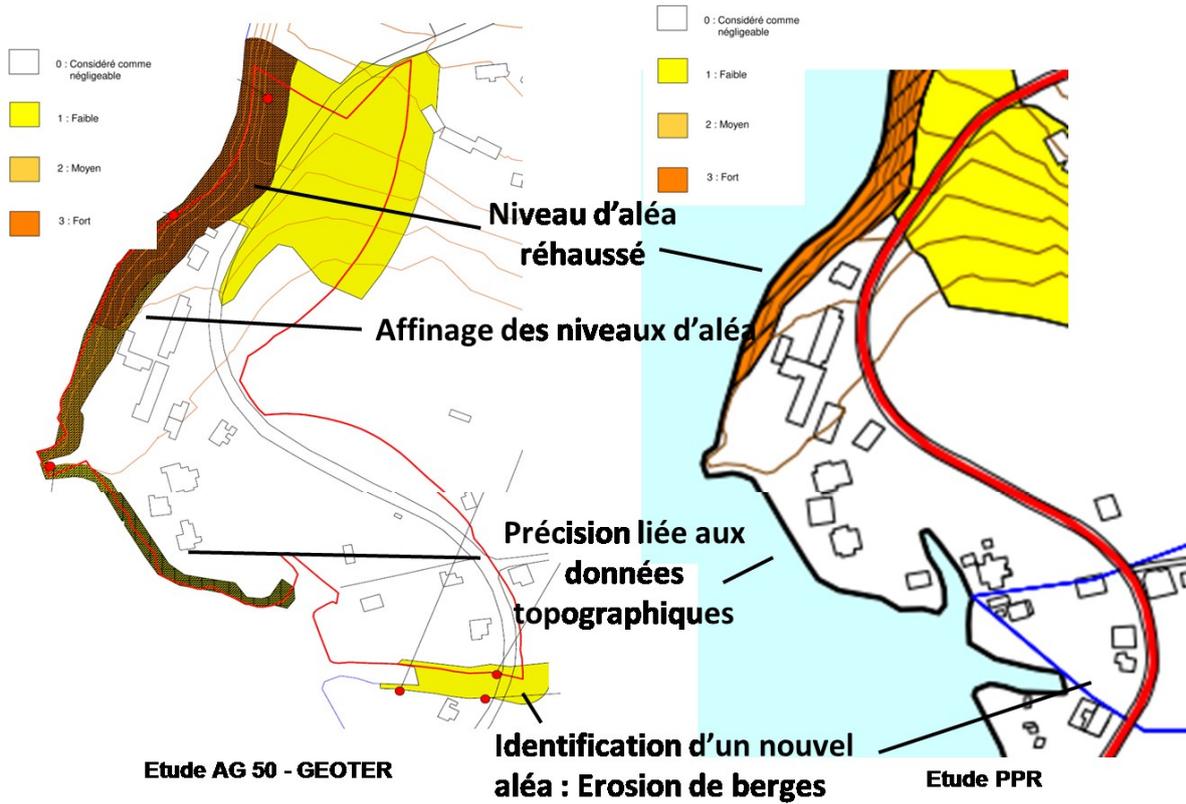


Illustration 18 : Comparaison des zonages d'aléas PPR (à droite) et AG50 (à gauche). Quartier de Ferry, commune de Deshaies

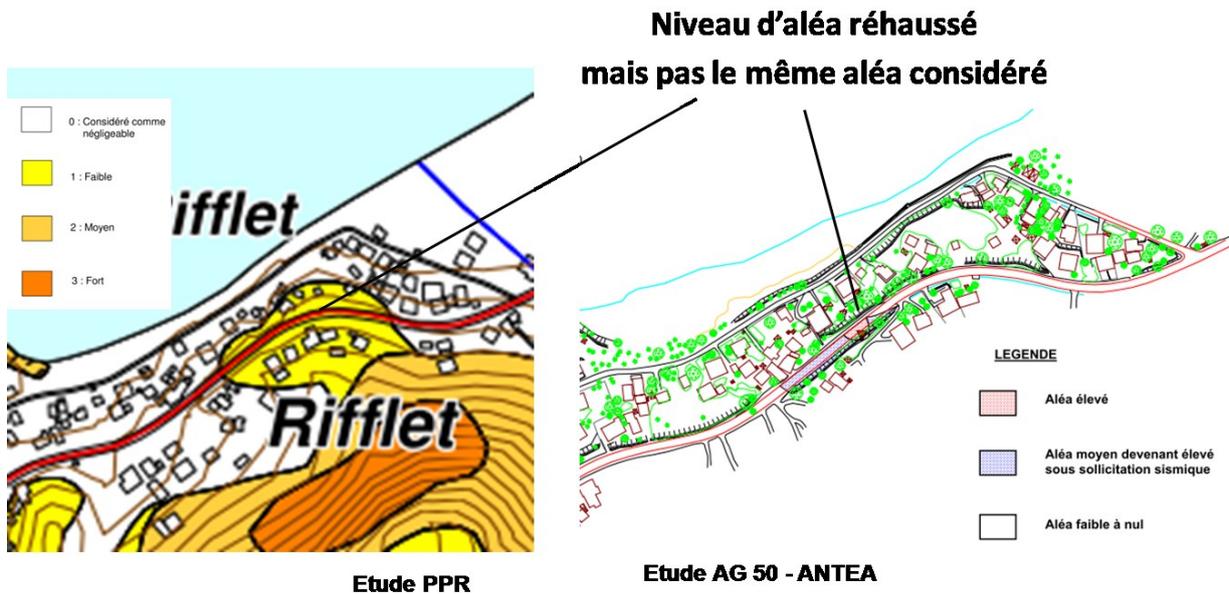


Illustration 19 : Comparaison des zonages d'aléas PPR (à gauche) et AG50 (à droite). Quartier Rifflet, commune de Deshaies

### 3.2.3. INONDATION

#### **Comparaison des études AG50 et PPR**

L'illustration 20 récapitule les caractéristiques des deux types d'études, de manière à pouvoir rapidement saisir les principaux points communs et différences.

	PPR	AG50
Echelle des données d'entrées	1/25 000 sur la commune + 1/10 000 sur secteurs à enjeux + 1/5 000 sur les centre-villes	Globalement : 1/1 000 ou 1/2 000 ☺
Emprise de l'étude	Bassin versant ☺	< Sous-bassin versant ☹
Evènement de référence	Débit centennal ou la crue de référence historique si elle est plus dimensionnante (donc >100)	Crue historique d'après les témoignages de terrain
Méthodologie	Approche géomorphologique, avec calculs hydrologiques systématique ☺	Approche géomorphologique, avec quelques calculs hydrologiques ☹
Matrice d'aléa	Quantitative (H, V) mais appréciation souvent qualitative	Qualitative et souvent qu'à partir de la hauteur
Aléa considéré	Aléa fluvial. Aléa pluvial non détaillé spécifiquement ☹	Aléa pluvial souvent précisé et distingué de l'aléa fluvial ☺
Interaction multi-aléa	Pas pris en compte	Evoqué mais pas pris en compte (sauf quelques études)

*Illustration 20 : Comparaison des études d'aléa inondation AG50 et PPR*

#### **a) Méthodologie**

Les méthodes d'évaluation de l'aléa (PPR et AG50) sont comparables puisqu'il s'agit dans tous les cas d'analyse hydrogéomorphologique, confortée ou non par des calculs hydrologiques ou des modélisations numériques.

Aucune modélisation numérique n'a été réalisée dans les études AG50, alors que dans les études PPR, des modélisations numériques ont été réalisées (ou réutilisées lorsque des études avaient déjà eu lieu) sur certains cours d'eau principaux des communes d'Anse-Bertrand, Basse-Terre, Capesterre Belle-Eau, Port-Louis et Trois-Rivières.

Le zonage de l'aléa reste qualitatif pour les études AG50, seules les études GÉOTER évoquent une matrice hauteur / vitesse. A l'inverse, hormis pour deux communes (Pointe-Noire et le Lamentin), les matrices d'aléa sont définies précisément dans les PPR, ou à défaut les limites entre chaque classe d'aléa et sont plus ainsi en cohérence avec le guide méthodologique.

#### **b) Données topographiques**

Les données topographiques utilisées dans les études AG50 (1/1 000 au 1/5 000), sont plus précises que celles utilisées dans les PPR (1/25 000 avec des zooms au 1/10 000 voire 1/5 000 maximum).

Cette différence d'échelle permet en théorie de mieux identifier :

- Les zones de dépression qui sont des zones de stagnation d'eaux pluviales potentielles ;
- Les limites des zones inondables des plus hautes eaux ;
- Le fonctionnement du réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Cette différence d'échelle permet de mieux prendre en compte l'inondation pluviale.

### **c) Évènements de référence**

Les événements pluviométriques de référence sont des données d'entrées essentielles à toute évaluation de l'aléa inondation puisqu'ils permettent d'apprécier ensuite les débits de références. Or, ils ne sont pas systématiquement mentionnés dans les études PPR et jamais, dans les études AG50.

Pour les études PPR, l'évènement de référence est clairement identifié pour la moitié des communes environ. On rappelle que dans le guide méthodologique (ou dans les bonnes pratiques), c'est le débit centennal ou la crue de référence historique si elle est plus dimensionnante. Sur les études PPR consultées, il est le plus souvent fait référence à un évènement de type cyclonique (cf. Illustration 21) :

<b>Commune</b>	<b>Crue de référence PPR</b>
ANSE BERTRAND	Méthode hydrogéomorphologique pour déterminer la zone inondable, pas de crue centennale
BAIE-MAHAULT	?
BAILLIF	JEANNE (2004)
BASSE TERRE	MARILYN (1995)
BOUILLANTE	JEANNE (2004)
CAPESTERRE BELLE EAU	?
CAPESTERRE DE MARIE-GALANTE	JEANNE (2004)
DESHAIES	JEANNE (2004)
DESIRADE	?
GRAND BOURG DE MARIE-GALANTE	JEANNE (2004)
LAMENTIN	?
PETIT-BOURG	?
POINTENOIRE	JEANNE (2004)

PORT LOUIS	Méthode hydrogéomorphologique pour déterminer la zone inondable, pas de crue centennale
SAINT FRANCOIS	?
SAINTE-ANNE	?
SAINTE-ROSE	?
SAINT-LOUIS	JEANNE (2004)
TERRE DE BAS	MARILYN (1995)
TERRE DE HAUT	MARILYN (1995)
TROIS RIVIERES	?
VIEUX HABITANTS	JEANNE (2004)

*Illustration 21 : Evènement de référence pour les PPR de Guadeloupe*

Dans les études AG50, très peu d'événements de référence sont identifiés précisément. Souvent, l'aléa inondation semble avoir été déterminé non pas pour un unique événement de référence, mais sur la base de tous les éléments (connus ou calculés) permettant de décrire les phénomènes d'inondation, dont l'inventaire des différents événements historiques. Cette approche permet d'avoir une vision plus complète des phénomènes et des comportements en jeu lors de l'inondation des zones étudiées, mais rend difficile la corrélation avec un niveau de protection et donc la comparaison avec les zones inondables définies dans les PPR, qui elles, sont reliées à un événement de référence fixe.

#### **d) Emprise du bassin versant considéré**

Les PPR auront tendance à mieux prendre en compte les phénomènes d'inondation fluviale (lié aux débordements des cours d'eau et ravines), puisque l'analyse est systématiquement faite à l'échelle du bassin versant tout en prenant généralement en compte les spécificités des zones urbaines. Les études AG50 dont l'emprise de la zone d'étude est limitée à l'aval des bassins versant, ne considèrent pas systématiquement l'intégralité du bassin versant. Or, le choix du bassin versant considéré est primordial dans les calculs hydrologiques, mais également sur l'approche hydrogéomorphologique, qui permet d'évaluer l'aléa inondation. En effet, la connaissance du système hydraulique passe par la prise en considération du système dans sa globalité, puisque des aménagements ou caractéristiques morphologiques à l'amont de la zone d'étude (endiguement, ouvrage hydraulique, occupation du sol, zone érosive, ...) peuvent influencer radicalement le comportement hydraulique à l'aval. Les bassins versants (ou sous bassin versant) pris en compte, ne sont que rarement définis de manière claire.

#### **e) Inondation pluviale**

Les études AG50 apportent, quant à elle, plus de précision sur l'inondation pluviale, généralement non abordée dans les PPR. En réalité, ces problématiques ont seulement été

prises en compte dans les PPR les plus récents (à partir de 2008) et sur les centres-bourg uniquement. L'échelle de travail et le relevé de terrain plus systématique notamment, expliquent que cette problématique soit abordée en détail dans les études AG50.

Seulement un tiers des études AG50 environ, fait la distinction cartographique entre l'aléa inondation pluviale et inondation fluviale. Dans les études PPR, les phénomènes liés à l'inondation pluviale ne sont pas pris en compte dans la cartographie de l'aléa (parfois par manque d'éléments), sauf après 2008 dans les centres-bourg. Dans tous les cas, il n'est fait mention de l'inondation dans les documents cartographiques des PPR que de manière globale, mis à part quelques exceptions, comme à Baie-Mahault par exemple, qui distinguent inondation pluviale et inondation par débordement ou torrentielle.

### ***Conclusion sur la pertinence des études d'aléa AG50 par rapport à la méthodologie PPR***

Les données topographiques pourtant plus précises dans les études AG50 que dans les PPR ne justifient pas, à elles seules, une meilleure précision des résultats.

La présente expertise conclut que les études PPR restent la référence en termes d'inondation fluviale ; les études AG50 ne peuvent pas remplacer tel quel le zonage PPR. En effet, les études AG50 présentent l'inconvénient principal de ne pas se baser sur un événement de référence précis et identifié (crue centennale ou événement historique majeur), contrairement aux principes édictés par le guide méthodologique et respecté dans les PPR. Plus précis en termes de retour d'expérience et de remontée d'information de terrain, les études AG50 considèrent des crues de périodes de retour différentes et assurent donc un niveau de protection différent, au sein d'une même commune. Le manque de tracabilité ne permet pas ensuite de remonter localement au niveau de protection et pouvoir le comparer à celui des PPR.

Toutefois, les études AG50 apportent certaines précisions sur lesquelles s'appuyer pour préciser les cartes d'aléa PPR :

- Les études AG50 peuvent prendre en compte des aménagements réalisés ultérieurement (amélioration du réseau d'évacuation des eaux pluviales, entretien de ce réseau, entretien des ouvrages hydrauliques sur les cours d'eau majeurs,...). Tenir compte de ces résultats, permettrait de diminuer l'emprise des zones inondables ou du niveau de l'aléa défini dans les PPR ;
- Avant 2008, les études AG50 prennent mieux en compte les phénomènes d'inondation pluviale que les PPR. Ponctuellement et après analyse détaillée, il est donc possible de compléter le zonage d'aléa des PPR actuels, en restant vigilant sur la définition de l'intensité pour rester homogène avec la méthodologie employée dans le PPR et ne pas générer de disparités au sein d'une même commune.

### 3.2.4. HOULE CYCLONIQUE

#### *Présentation générale des études PPR*

La cartographie de l'aléa houle cyclonique du PPR est représentée en Illustration 22.

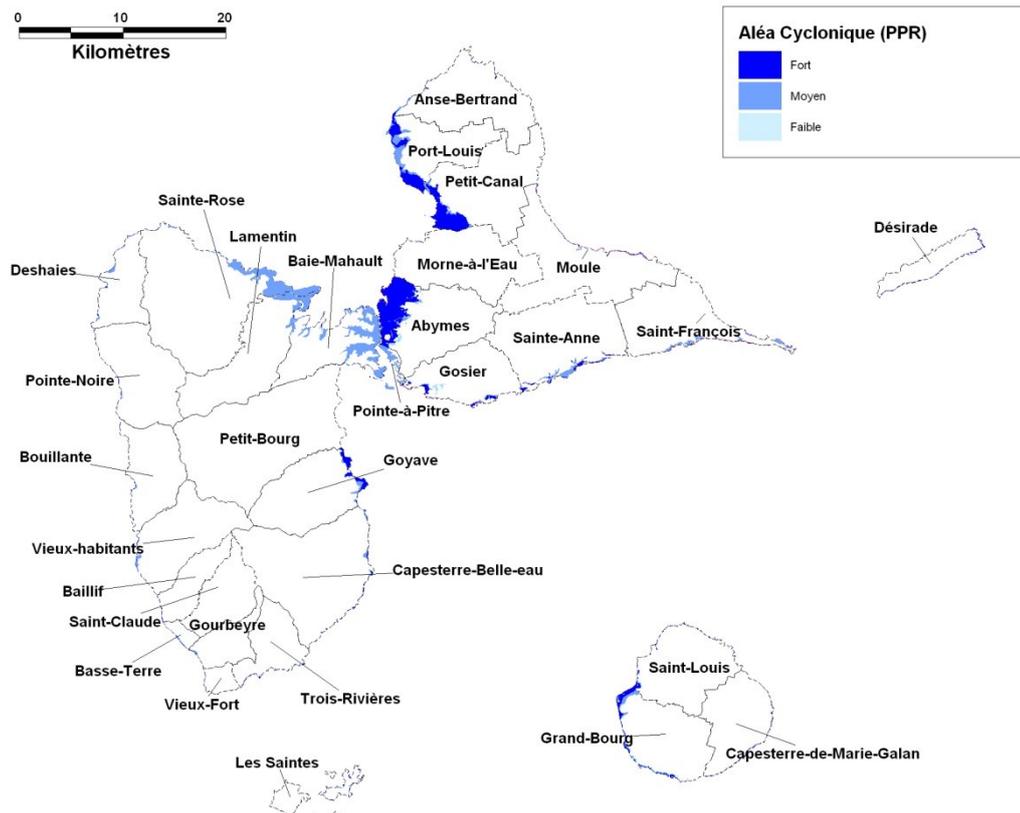


Illustration 22 : Aléa Cyclonique issu des PPR de Guadeloupe. Source : DEAL Guadeloupe

Remarques générales :

- Dans beaucoup d'études, il est précisé que des données topographiques supplémentaires aux cartes IGN ont été utilisées dans les secteurs urbains à enjeux (notamment des données utilisées dans les études AG50 comme OPSIA). La résolution des données topographiques utilisées n'est donc pas systématiquement meilleure dans les études AG50 que dans les PPR sur les secteurs urbains.
- Si les critères de zonage se retrouvent entre les différentes études (distance par rapport au trait de côte, altitude par rapport à une cote de référence), les méthodes de zonage et les seuils utilisés pour déterminer les niveaux d'aléa sont assez variables selon les études (Illustration 23).

Aléa	Submersion			Houle/déferlement (aléa fort)
	Fort	Moyen	Faible	
SOGREAH: ex : Anse Bertrand, Port Louis, Petit Canal	$H_{sub} > 1m$	$0m < H_{sub} < 1m$		Bande de largeur variable fonction de la remontée du fond et de la nature du rivage, aléa nul si mangrove ou zone après la première rangée de constructions
ANTEA: ex: Saint-François, Le Moule	Zone de déferlement (entre 10m et 40m selon le type de côte)	$H_{sub} > 0m$ ,		Intégré dans zonage submersion
ACSES: ex : Capesterre de MG, Terre de Bas, Terre de Haut	$H_{sub} > 1m$  OU $H_{Vagues} > 1m$	$H_{sub} < 0.5m$ OU $H_{Vague} > 0.5m$	$0.5m > H_{sub} > 0m$	Bande de 10m par rapport au trait de côte
BCEOM: Ex : Capesterre BE, Goyave	$H_{sub} > 1m$	$0m < H_{sub} < 1m$		Bande de largeur variable en fonction du type de côte (profil de pente + nature des matériaux)

Illustration 23. Exemple de classes d'aléa utilisées par les bureaux d'étude

## Présentation des études PPR par bureaux d'études

### a) ANTÉA et BRGM

Les PPRL fournis par le BRGM et ANTÉA ont été réalisés à partir des atlas communaux des risques naturels :

- Avant 1995 (première étude Météo-France sur les surcotes cycloniques et saison des ouragans Marylin et Luis), l'aléa cyclonique était considéré avec 2 niveaux : fort, du rivage à la courbe +4 m (marée de tempête + déferlement des houles), et moyen de la courbe +4 m à la courbe +/-8 m selon le type de côte (déferlement des houles). Ces valeurs ont été inspirées d'évènements historiques dans le Mississipi. Les courbes des 4 m et 8 m d'altitude sont issues d'une interpolation manuelle de la carte IGN à 1/10000 et présentent des imprécisions pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres dans les zones les plus basses. En tout, 21 atlas ont été réalisés de la sorte soit l'ensemble des communes de Grande-Terre sauf Pointe-à-Pitre et Abymes et l'ensemble des communes de Basse-Terre sauf Trois-Rivières, Vieux Habitant, Vieux Fort et Courbeyre. L'étude de Météo-France de 1995 a montré que ces valeurs étaient fortement surestimées dans la majorité des cas. Par ailleurs, le niveau d'aléa de chaque zone n'est pas précisé.
- Après 1995, l'aléa cyclonique était considéré de manière différente avec également 2 niveaux. La zone d'aléa fort correspond à la zone d'impact des vagues située dans une bande littorale de 10 m à 50 m (10 m : littoral rocheux surélevé d'au moins 1 à 2 m / 20 m : littoral protégé par des enrochements ou mur en béton / 50 m : plage susceptible d'être érodée). Ces valeurs ont été déterminées par retour d'expérience suite aux ouragans Luis et Marylin et les 2 dernières valeurs sont pondérées en présence de récif. La zone d'aléa moyen correspond à la zone située sous la surcote de référence (ne prenant en compte que la surcote atmosphérique maximum de l'étude de Météo-France 1995).

La première méthode tend à surestimer le niveau de l'aléa et la deuxième méthode tendrait plutôt à le sous-estimer par rapport aux préconisations faites dans le guide d'élaboration des PPRL. Parmi les études réalisées, on distingue :

- la commune de Petit-Bourg, (dans les rapports, il n'a pas été trouvé d'informations permettant de dire que les cartes ont été affinées par rapport à l'atlas BRGM) ;
- les communes de Pointe-à-Pitre, Sainte-Rose, Lamentin, Baie-Mahault (dans les rapports, il est précisé que les cartes d'aléa de l'atlas ont été remaniées dans les zones à enjeux c.a.d. les zones urbaines sans pour autant préciser la méthode employée) ;
- les communes de Saint-François, Saint-Anne, Le Moule (dans les rapports, il est précisé que les cartes d'aléa de l'atlas ont été remaniées dans les zones à enjeux et la méthode est détaillée dans une note méthodologique assez précise). La méthode employée est similaire à celle des études AG50 (avec les mêmes limites concernant le calcul de la surcote liée aux vagues).

À noter que dans les PPR réalisés par ANTÉA, des données topographiques supplémentaires ont parfois été intégrées dans les zones urbaines, notamment des données OPSIA Caraïbes utilisées dans les études AG50 (communication personnelle de J.F. Bellon).

### **b) BCEOM**

La méthode employée par BCEOM est similaire à celle des études AG50 : détermination d'une bande d'impact de la houle et croisement entre la topographie et une cote de référence. Cependant, contrairement aux études AG50 de GÉOTER et ANTÉA, l'ensachage lié au déferlement sur le récif barrière est pris en compte à l'aide de formules empiriques. De plus, l'élévation du niveau de la mer et le phénomène d'érosion sont considérés dans la cartographie selon les instructions du guide des PPRL. Dans les rapports, il n'est pas apporté de précision sur les données topographiques utilisées.

### **c) GÉOTER**

Pour les études antérieures à 2006, les rapports ne fournissent pas d'information sur la méthode employée.

Pour les études postérieures à 2006, la méthode est mieux explicitée. Comme pour les études AG50 réalisées par GÉOTER, elle repose sur le calcul d'une cote de référence (prenant en compte la marée, la surcote atmosphérique et la surcote liée aux vagues) mais la méthode de cartographie des différents niveaux d'aléa semble très différente (cf. Illustration 24). En effet, le niveau de l'aléa est rehaussé sur les secteurs à enjeux qui bénéficient également de données topographiques spécifiques sans que l'origine et la précision de celles-ci soient bien spécifiées. De la même manière que pour les études AG50 réalisées par GÉOTER, les formules employées pour calculer la surcote liée aux vagues ne sont pas adaptées aux côtes présentant des récifs frangeant et barrière.

Secteurs	Critères	Aléa cyclonique (houle et submersion)
Ensemble du territoire	Situé à moins de 10 m du rivage OU Exposé à des vagues supérieures à 1 m OU Submersion « permanente » supérieure 1 m ; OU Vitesse d'eau importante ( $\geq 0,5$ m/s)	Fort (C3)
Hors des secteurs à enjeux (MNT IGN)	Submergé ET pas d'aléa fort	Moyen (C2)
Secteurs à enjeux (topographie spécifique)	Exposé à des vagues supérieures à 50 cm OU Submersion « permanente » supérieure à 50 cm ET pas d'aléa fort	Moyen (C2)
Secteurs à enjeux (topographie spécifique)	Submergé ET pas d'aléa fort ni moyen	Faible (C1)
Ensemble du territoire	Non submergé	Nul ou considéré comme négligeable

*Illustration 24. Extrait des rapports méthodologiques de GÉOTER sur la méthode de cartographie de l'aléa.*

#### **d) SOGREAH**

La méthode employée par SOGREAH est similaire à celle des études AG50 : détermination d'une bande d'impact de la houle et croisement entre la topographie et une cote de référence. Comme dans les études BCEOM, l'ensachage lié au déferlement sur le récif barrière est pris en compte à l'aide de formules empiriques. Les rapports ne précisent pas si des données topographiques supplémentaires ont été utilisées dans les zones urbaines.

### **3.2.5. Conclusion sur la pertinence des études d'aléa AG50 par rapport à la méthodologie PPR**

Le choix entre les cartographies de l'aléa submersion marine des PPR ou des études AG50 n'est pas aisé. Ces cartographies ont été réalisées sur des canevas relativement similaires consistant à définir (1) une zone d'aléa fort lié à l'impact direct des vagues et (2) des zones d'aléa faible à fort liés à la submersion marine. Cependant, il existe une grande variabilité dans la mise en œuvre, même pour des études réalisées par un même bureau d'études. Dans les rapports méthodologiques parcourus (PPR et AG50), les informations fournies ne sont pas suffisamment détaillées, en particulier au sujet des données topographiques utilisées et des critères de qualification de l'aléa, pour tirer des conclusions générales sur les études les plus appropriées.

Pour les études AG50 menées par Caraïbes Environnement, les rapports n'apportent pas suffisamment d'information pour estimer la qualité des zonages et le niveau de la côte de référence semble systématiquement sous-estimé. Les études PPR restent, a priori, à conserver.

Pour les études AG50 menées par ANTÉA et GÉOTER, le choix doit être étudié au cas par cas avec une analyse systématique du SIG et des couches fournis avec les résultats des études.

A noter que les PPR de SOGREAH et BCEOM semblent mieux prendre en compte la surcote liée aux vagues dans le cas de récifs bien que les méthodes qui restent assez « rustiques ». Elles sont a priori à conserver, sous réserve de même donnée topographique.



## 4. Définition théorique d'une menace grave pour la vie humaine pour l'application de la loi Letchimy

### 4.1. CONTENU DE LA LOI LETCHIMY ET RAPPEL DES OBJECTIFS

#### 4.1.1. Rappel de la Loi Letchimy

La loi Letchimy (n° 2011-725 du 23 juin 2011) est définie comme une loi « *portant dispositions particulières relatives aux quartiers d'habitat informel et à la lutte contre l'habitat indigne dans les départements et régions d'outre-mer* ».

Dans ce texte, l'article 6 stipule que « *l'autorité administrative ayant ordonné la démolition de locaux à usage d'habitation édifiés sans droit ni titre dans une zone exposée à un risque naturel prévisible menaçant gravement des vies humaines peut verser une aide financière visant à compenser la perte de domicile aux occupants de bonne foi à l'origine de l'édification de ces locaux si les conditions suivantes sont remplies* »

En d'autres termes, si la démolition concerne une habitation édifée dans « *une zone exposée à un risque naturel prévisible menaçant gravement des vies humaines* », les occupants peuvent bénéficier d'indemnisation.

#### 4.1.2. Rappel des objectifs de l'étude

Dans l'emprise de l'aléa fort à l'intérieur de la bordure littorale que gère l'Agence des 50 pas géométriques, les habitations ne peuvent être cédées aux particuliers et donc régularisées (décision préfectorale). Seule l'expropriation est envisageable.

La Loi Letchimy s'appliquerait donc alors. L'objectif est donc de circonscrire au mieux les zones susceptibles d'être concernées par cette loi, dans l'emprise de l'aléa fort de la bordure littorale que gère l'Agence des 50 pas géométriques.

### 4.2. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CONCEPT DE GRAVITE

#### 4.2.1. Précision terminologique générale de « menace gravement » (cf. Illustration 25)

La notion de **menace** est tout d'abord définie, en dehors de tout contexte spécifique, comme un indice qui laisse prévoir quelque chose de **dangereux** (dictionnaire Larousse). La notion de « **danger** » présente dans la définition de « menace » est elle-même définie comme quelque chose qui compromet l'existence ou le bon état de quelque chose, de quelqu'un.

Ensuite, le terme « **grave** » définit un caractère **dangereux** de quelque chose, qui **menace** la vie ou laisse des séquelles permanentes, et qui peut avoir des conséquences fâcheuses. L'adjectif grave qualifie la menace (ou le danger) en précisant qu'il touche à la vie de manière permanente. En effet, un danger peut se diviser en plusieurs degrés d'intensité plus ou moins

acceptable pour quelqu'un ou pour quelque chose. Il apparait nettement que « **grave** » correspond, dans cette phrase, à un niveau d'intensité à l'intérieur même du **danger**.

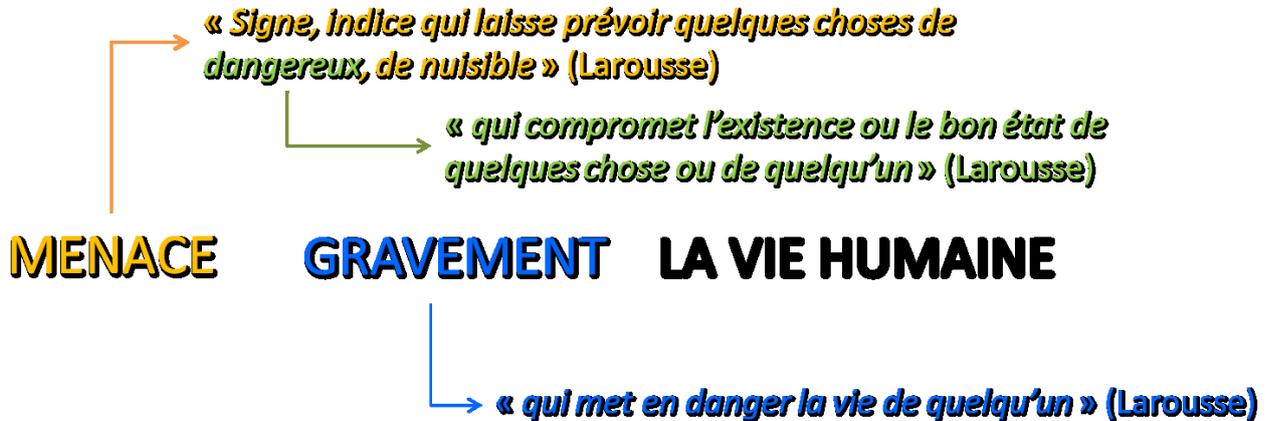


Illustration 25 : Précision terminologique générale

### **En résumé, la menace grave versus l'aléa fort**

D'après les définitions précédentes,

- l'existence d'une « *menace pour l'homme* » évoque d'abord le caractère dangereux d'un événement, soit dans notre cas, l'existence d'un phénomène naturel menaçant l'homme ;
- l'existence d'une « *menace* » signifie également qu'il existe des « *indices qui laissent prévoir quelque chose de dangereux* », soit que la probabilité d'occurrence de l'événement est non nulle et donc, dès lors, que l'aléa est non nul ;
- l'existence d'une « *menace pour l'homme* » évoque par ailleurs, l'exposition de l'homme à cette menace, soit un risque non nul ;
- le fait que la menace soit « *grave* » qualifie donc le niveau de la menace pour l'homme, et donc l'intensité des effets de l'événement redouté.

#### **4.2.2. La gravité, comme échelon de danger**

A titre d'illustration, dans le cadre du droit du travail, les accidents sont hiérarchisés en 4 niveaux :

- faible, pour un accident sans arrêt de travail ;
- légère, pour un accident avec arrêt mais sans séquelles ;
- **grave**, pour un accident avec arrêt et séquelles ;
- **très grave**, pour un accident invalidant ou mortel.

La loi du 23 décembre 1982 a institué au profit des salariés, le droit de se retirer d'une situation de travail dont ils ont un motif raisonnable de penser qu'elle présente un « *danger grave et imminent* » pour leur vie et leur santé. La circulaire du 25 mars 1993 définit comme « **danger grave** », « *un danger susceptible de produire un accident ou une maladie entraînant la mort ou paraissant devoir entraîner une incapacité permanente ou temporaire prolongée* ».

**Ainsi, une « menace grave » correspond à une menace ayant des conséquences irréversibles sur la vie humaine.**

Pour citer un autre exemple où « grave » qualifie un niveau de danger, une échelle de gravité des dommages a été produite par le Ministère de l'Écologie de l'Aménagement et du Développement Durables. Cette échelle, présentée dans le Tableau 3 permet de classer les événements naturels en six classes, depuis l'incident jusqu'à la catastrophe majeure.

Notons ici la gravité des conséquences est différente de l'intensité des effets.

Classe		Préjudices humains	Dommages matériels
0	Incident	Aucun blessé	Moins de 0,3 M€
1	Accident	1 ou plusieurs blessés	Entre 0,3 M€ et 3 M€
2	Accident grave	1 à 9 morts	Entre 3 M€ et 30 M€
3	Accident très grave	10 à 99 morts	Entre 30 M€ et 300 M€
4	Catastrophe	100 à 999 morts	Entre 300 M€ et 3 000 M€
5	Catastrophe majeure	1 000 morts ou plus	3 000 M€ ou plus

Tableau 3 : Echelle de gravité établie par le MEDADD

Citons également les études de danger dans lesquelles les exploitants définissent quatre zones autour d'un établissement à risque :

- zone de dangers très graves pour la vie humaine (effets létaux significatifs) (zone ELS) ;
- zone de dangers graves pour la vie humaine (premiers effets létaux) (zone PEL) ;
- zone de dangers significatifs pour la vie humaine (effets irréversibles) (zone EI) ;
- zone de dangers indirects (par bris de vitres) pour la vie humaine (zone BV).

#### 4.2.3. Définition du concept de gravité, au travers de plusieurs exemples

##### **Installations classées soumises à autorisation**

Sont soumises à autorisation préfectorale les installations qui présentent de **graves dangers** ou inconvénients pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 (Code de l'environnement - Article L512-1).

L'Arrêté du 29 Septembre 2005 s'applique à l'élaboration des études de dangers des installations classées soumises à autorisation, en application de l'article L. 512-1 du code de l'environnement.

L'Arrêté du 29 Septembre 2005<sup>8</sup> (Article 10) définit la notion de **gravité des conséquences d'un accident sur des personnes physiques** comme le résultat de la combinaison en un

---

<sup>8</sup> Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation

point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux,[...] et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet. L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident (à l'extérieur des installations), figure en annexe 3 de cet arrêté. Le niveau de gravité y est défini comme désastreux, catastrophiques, important, sérieux ou modéré selon le nombre de personnes exposées à des effets létaux (différents seuils considérés).

### ***L'expropriation pour cause d'utilité publique (Article L561-1 du Code de l'Environnement<sup>9</sup>)***

*« Lorsqu'un risque prévisible de mouvements de terrain ou d'affaissements de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, d'avalanches ou de crues torrentielles **menace gravement** des vies humaines, l'Etat peut déclarer d'utilité publique l'expropriation par lui-même, les communes ou leurs groupements, des biens exposés à ce risque, dans les conditions prévues par le code de l'expropriation pour cause d'utilité publique et sous réserve que les moyens de sauvegarde et de protection des populations s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation »* (Code de l'environnement, chapitre 1er : Mesures de sauvegarde des populations menacées par certains risques naturels majeurs. Article L561-1).

Dans cette procédure, une analyse des risques doit figurer au dossier soumis à l'enquête publique, pour permettre notamment d'évaluer l'importance et la gravité de cette menace. La gravité du danger sur les vies humaines doit être appréciée. L'article R. 561-2 du code de l'environnement donne une énumération non exhaustive de critères permettant de l'apprécier :

- circonstances de temps et de lieu dans lesquelles le phénomène naturel est susceptible de se produire (probabilité d'occurrence et délai de survenue du phénomène) ;
- évaluation des délais nécessaires à l'alerte et l'évacuation des personnes exposées (analyse de la soudaineté du phénomène, de la possibilité ou non de surveiller son évolution et de donner l'alerte).

Le juge administratif vérifie notamment que le préfet n'a pas commis d'erreur dans l'appréciation de la gravité du danger qui conditionne la mise en œuvre de cette procédure.

### ***Mesure de péril imminent en risques naturels***

En cas de **danger grave ou imminent**, l'évacuation d'un site peut être imposée par le maire en application de l'article L. 2212-4 du code général des collectivités territoriales ou par le préfet, en application de l'article L. 2215-1 du même code, lorsque le site menacé s'étend sur plusieurs communes ou en cas de carence du maire, après mise en demeure non suivie.

---

<sup>9</sup> Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VI : Prévention des risques naturels, Chapitre 1er : Mesures de sauvegarde des populations menacées par certains risques naturels majeurs-----

## Gravité en cyndinique

En cyndinique, comme le synthétise l'illustration 26, la gravité d'un évènement est usuellement déterminée par la combinaison de trois des quatre paramètres qui caractérisent le risque :

- l'intensité du phénomène, sachant que l'intensité est fonction de l'ampleur du phénomène (faibles conséquences pour la vie humaine, dégâts importants au bâti, mise en péril de la sécurité des personnes, destruction quasi-totale au bâti, fatal aux personnes présentes sur le lieu).
- la valeur des enjeux exposés au phénomène ;
- la vulnérabilité des enjeux face à l'intensité du phénomène, sachant que la vulnérabilité (ou fragilité) concerne la capacité de résistance d'un élément matériel (constructions, ouvrages, etc.) ou non (comportement humain, organisation des secours, etc.) vis-à-vis d'une agression donnée.

Notons la probabilité d'occurrence (ou la fréquence) n'intervient pas (ou très peu) dans la notion de gravité.

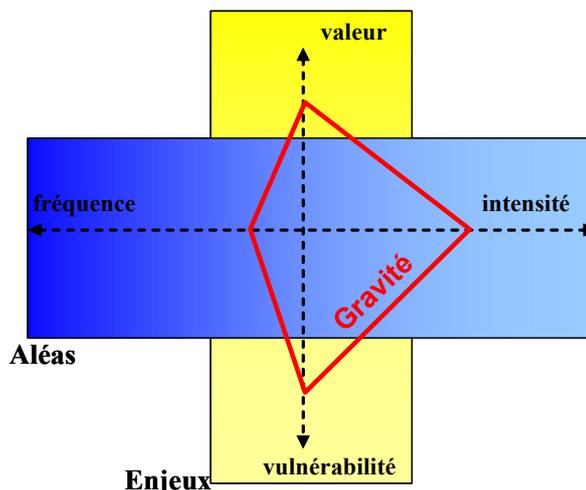


Illustration 26 : Schéma explicatif de la notion de gravité (source MEDDAD)

### 4.3. CRITERE DE DÉFINITION CHOISI POUR UNE « MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE »

#### 4.3.1. Proposition d'une définition théorique

Cette recherche bibliographique a abouti à une proposition de définition théorique d'une « menace grave pour la vie humaine », décomposée en plusieurs concepts. Ainsi, pour qu'une zone soit considérée comme présentant une menace grave les vies humaines, il faut que les 4 conditions suivantes soient réunies :

- L'évènement redouté soit **dangereux** ;
- Les personnes soient **exposées** ;
- **L'intensité** de l'évènement redouté soit suffisante pour menacer la vie humaine ;
- Ce dernier point dépendant de la **vulnérabilité** des personnes.

Dès que l'une ou l'autre de ces conditions n'est pas vérifiée, la zone ne peut pas être considérée comme menaçant gravement les vies humaines.

Cette proposition de définition théorique, soumise et acceptée par le Comité de pilotage<sup>10</sup>, a été testé sur deux sites tests (cf. chapitre 5 et 6), afin de préciser comment, dans la réalité, chaque concept peut ou pas, être pris en compte.

Les deux secteurs choisis (le comité de pilotage a décidé de choisir deux sites contrastés plutôt qu'une commune entière, comme prévu dans la convention) sont :

- Le centre-ville de la commune de Deshaies, pour l'aléa inondation et submersion, étant donné le nombre d'habitations concernées (cf. chapitre 5) ;
- Le secteur Pointe à Bacchus de la commune de Petit-Bourg, concerné par l'aléa mouvement de terrain (cf. chapitre 6).

#### **4.3.2. Définition de chaque facteur de menace sur la vie humaine**

Les différents facteurs identifiés sont définis ici théoriquement et seront déclinés plus spécifiquement, pour chaque phénomène dans les chapitres suivants.

##### ***Notion de danger***

Dans le cadre de l'étude, le danger correspond ici au phénomène naturel redouté.

##### ***Notion d'intensité des effets***

L'intensité correspond au pouvoir destructeur intrinsèque d'un phénomène, indépendamment des éléments exposés. L'intensité des effets est une des composantes de l'aléa.

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils [...], pour les hommes et les structures (Arrêté du 29 septembre 2005 ; Article 9).

Pour les phénomènes d'inondation et de submersion marine, l'intensité d'un phénomène peut, par exemple, être appréciée par une hauteur et une vitesse d'eau. Pour les mouvements de terrain, ce « pouvoir destructeur » peut être estimé par un volume de matériaux, une vitesse de déplacement ou une énergie.

L'aléa représente le phénomène redouté. Ainsi, la question cruciale dans les chapitres suivants, sera de faire le lien entre zone d'aléa fort et zone à intensité des effets qui menacent la vie humaine. Est-ce systématiquement la même chose ?

##### ***Notion de cinétique***

La cinétique d'un phénomène naturel est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, depuis l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

---

<sup>10</sup> Cf. Compte rendu CR02Letchimy\_13122012 du 15/01/2013

La cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux (Arrêté du 29 septembre 2005, Article 8).

A partir de cette définition, se distingue alors les mouvements de terrain, des phénomènes climatiques (inondation, submersion marine) généralement prévisibles, permettant le déploiement des mesures de sécurité. En effet, pour les aléas climatiques, les bulletins de prévisions météorologiques donnent généralement le temps aux autorités de mettre en œuvre des plans de secours et aux individus de se mettre en sécurité voire de protéger une partie de leurs biens quand cela est possible. Notons cependant que certains événements extrêmes, peuvent ne donner lieu à aucune alerte, à l'image de Xynthia et de certains événements en Guadeloupe (janvier 2010).

### ***Notion d'exposition des personnes***

L'exposition menant à une menace grave pour la vie humaine est liée à la présence d'individus sur la zone considérée, soit ici, la zone soumise à un événement d'intensité portant atteinte à la vie humaine.

Si la cinétique du phénomène naturel le permet (cf. § précédent), les personnes ont le temps de se mettre à l'abri (hors de chez eux ou dans leur propre habitation). Dans ces cas-là, et donc pour tous les phénomènes climatiques, l'exposition des personnes correspond à celle des bâtiments.

Pour les mouvements de terrain, l'exposition des personnes peut être assimilée à celle des bâtiments en termes de temps passé dans sa maison. Gardons cependant en mémoire qu'il reste un scénario de menace pour la vie humaine, pour les personnes qui seraient en dehors de leur bâtiment pendant l'éboulement.

### ***Notion de vulnérabilité des personnes***

La vulnérabilité des personnes exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les personnes. Elle peut être perçue comme la prédisposition de celles-ci à souffrir d'un choc ou d'un stress. Dans cette définition, il est donc important de prendre en compte plusieurs facteurs, comme la capacité des individus à se mettre à l'abri, la préparation à la gestion de crise des communes concernées en fonction de la cinétique des effets, de la vulnérabilité des secours...

#### ***a) Capacité des individus à se mettre à l'abri***

La capacité des individus à se mettre à l'abri est d'une part, fonction de l'existence d'une solution de mise à l'abri ou possibilité de se mettre à l'abri rapidement dans un autre bâtiment et des caractéristiques suivantes :

- Forme physique/Santé des individus (capacité à se mettre à l'abri, possibilité de monter des étages, personne souffrant de problèmes de santé sérieux pouvant nécessiter une hospitalisation en cas de déclenchement de crises aiguës : crises d'épilepsie, ...) ;
- Résistance (capacité d'adaptation des individus au moment du choc) ;
- Possibilité des secours à intervenir auprès des personnes vulnérables.

Bien que primordiale, la capacité des individus à se mettre à l'abri dépend de considérations sur la santé de chaque individu, donnée rarement disponible ou au mieux, confidentielle. Cette information ne pourra être prise en compte ici, alors qu'elle reste essentielle.

### **b) Vulnérabilité constructive**

La vulnérabilité constructive des bâtiments est définie comme la capacité de ceux-ci à protéger des individus, soit à résister à l'aléa.

Cette résistance est à la fois liée au type de construction et à la nature des matériaux employés.

Par ailleurs, la vulnérabilité des bâtiments peut être réduite dans le cas où un ouvrage de protection correctement dimensionné protège la parcelle de l'aléa concerné. Généralement, le niveau d'aléa tient compte de la présence de ces ouvrages. Dans le cas où un ouvrage de protection possède un niveau d'efficacité inférieur à l'initial (mauvais entretien, vétusté), ou bien si l'ouvrage est mal dimensionné, l'intensité et la cinétique du danger sont alors amplifiées, en laissant peu de chance à la mise en sécurité des individus (Exemple des ruptures de digues lors de la tempête Xynthia).

### **c) Préparation à la gestion de la crise et vulnérabilité des secours**

La diffusion de l'alerte et la gestion des opérations de secours relève de la responsabilité du maire et /ou le préfet, si les moyens communaux ne s'avèrent pas suffisants.

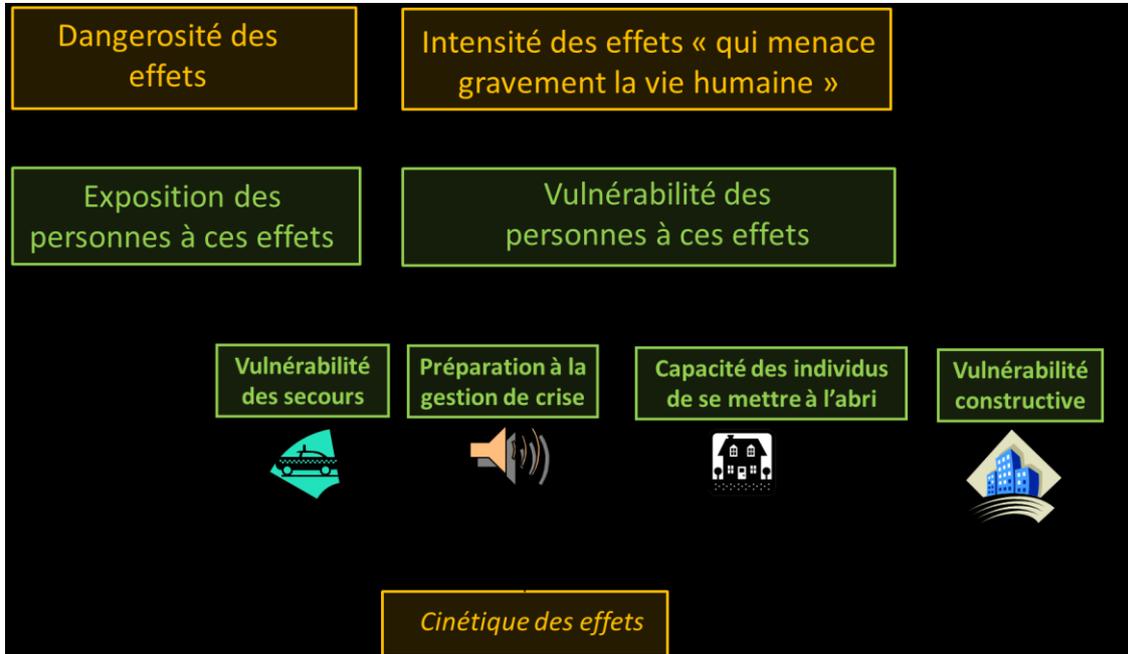
Toutes les communes disposant d'un PPR sont tenues de réaliser un Plan Communal de Sauvegarde (loi n°2004-811 du 13 août 2004), ce qui concerne donc toutes les communes de Guadeloupe. Un PCS planifie l'organisation des opérations de secours. Il comprend :

- Formation de secourisme pour les riverains volontaires ;
- Stockage en lieu sûr de matériels utiles aux premiers secours (trousse médicale, lampes, cordes, moyens de levage, radio, etc.) ;
- Rappel de la nécessité de stockage de vivres et d'eau, chez chaque habitant ;
- Identification de zones de regroupement et de bâtiments sûrs vis-à-vis des différents phénomènes naturels.

La faisabilité de déployer un dispositif d'alerte et éventuellement d'évacuation, de manière à mettre en sécurité les personnes, dépend de la cinétique de l'événement. Se distingue alors les mouvements de terrain, des phénomènes météorologiques, généralement prévisibles, permettant le déploiement de ces mesures.

### 4.3.3. En résumé

L'illustration 27 ci-dessous synthétise cette réflexion théorique.



*Illustration 27 : Facteurs décrivant une zone qui menace gravement les vies humaines (en vert ce qui concerne les enjeux, en orange, ce qui concerne le phénomène naturel)*



## 5. Applicabilité de la loi Letchimy aux aléas météorologiques (submersion et inondation)

### 5.1. CRITÈRES DE DÉFINITION D'UNE MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE POUR LES ALÉAS MÉTÉOROLOGIQUES

#### 5.1.1. Similitude entre l'aléa submersion et inondation

Dans le cadre d'un risque cyclonique, le danger (phénomène redouté) se présente sous deux menaces : la submersion et le déferlement (impact direct des vagues).

Dans le cadre d'un risque inondation, le danger (phénomène redouté) est seulement lié à l'inondation *stricto sensu*. On se retrouve donc dans la même situation que la submersion marine du risque cyclonique et on se reportera à cette analyse. Il n'y a pas de problématique de déferlement pour l'aléa inondation.

#### 5.1.2. Exemple de la tempête Xynthia et de la définition des zones noires

Les « zones noires » définies suite à la tempête Xynthia se rapprochent du concept de menace grave pour la vie humaine, pour l'aléa submersion marine. La démarche de définition des « zones noires » est donc détaillée ici pour décliner la proposition théorique du chapitre précédent et aider à identifier des critères réalistes, spécifique à l'aléa submersion marine.

La tempête Xynthia du 28 février 2010 a provoqué l'inondation massive de zones basses sur le littoral Atlantique (en Vendée et en Charente-Maritime) qui a entraîné le décès de 47 personnes dont 41 directement liés à la submersion marine. Cette catastrophe a initié de la part de l'Etat une nouvelle approche de réduction du risque de submersion marine par la définition de « zones noires » dont la dénomination et le statut juridique ont évolué au cours des mois qui ont suivi l'évènement. Mercier et Chadenas (2010) ont retracé l'évolution sémantique de ces zones qui est synthétisée dans l'illustration 28.

Dans la **circulaire du 18 mars 2010**, les « zones d'extrême danger » sont qualifiées de zones qui « apparaissent immédiatement comme soumises à un risque élevé et ne pourront pas être protégées efficacement ..... ces zones auront vocation d'être affichées très rapidement par le gouvernement comme des zones non reconstruites sans que ce soient les seules.... ». Dans la même circulaire, il est précisé que « la méthodologie (et les textes fondant l'intervention de l'Etat) est de considérer que ne doivent pas perdurer les zones soumises à un risque dont on ne peut se protéger physiquement et/ou à un coût raisonnable ».

Dans la **circulaire du 7 avril 2010**, les « zones d'extrême danger » sont définies comme « ...zones ou une délocalisation devrait être envisagée car présentant un risque d'extrême danger pour la vie humaine sans possibilité de réduire la vulnérabilité des bâtiments .....ce recensement servira ensuite de base à une étude approfondie, en lien étroit avec les préfets concernés et le ministère, pour statuer sur la décision de délocalisation ou pas et sur l'organisation du relogement des habitants concernés, processus qui s'inscrirait alors dans les dispositifs prévus à cet effet, en particulier l'acquisition amiable ou l'expropriation financées par le fond de prévention des risques naturels majeurs ».

Dans les différents **rapports de l'Etat** qui ont suivi (les rapports d'information du Sénat : Anziani, 2010a et 2010b ; les rapports d'expertise sur la délimitation des zones de solidarité de Pitié et Puech, 2010 ainsi que Pitié et al., 2011), les termes de zone « *de solidarité* », « *d'acquisition amiable* » ou « *d'expropriation* » sont préférés afin de souligner l'objectif de cette délimitation qui est de proposer des solutions pour la relocalisation et la mise en sécurité des personnes.

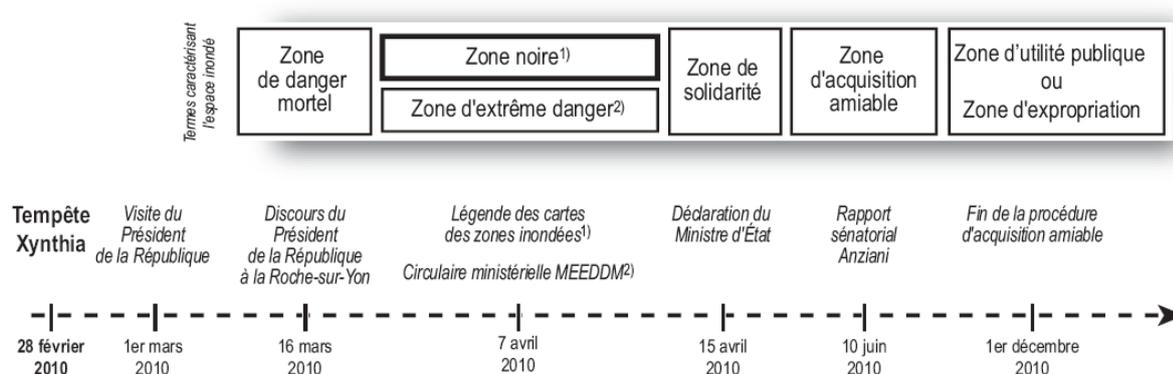


Illustration 28. Evolution sémantique du concept de « zone d'extrême danger ». Extrait de Mercier et Chadenas (2012)

Il existe un flou certain dans le processus de délimitation des zones noires, les études sur lesquelles les experts se sont appuyés n'ayant pas été communiquées au public. Néanmoins, des critères dits de dangerosité, prenant à la fois en compte le niveau de l'aléa et les possibilités de s'en protéger, ont été définis dans les divers documents officiels cités ci-dessus. Tout d'abord, la circulaire du 18 mars 2010 a cadré les hypothèses techniques et les critères de base de délimitation des zones « d'extrême danger ». Puis, dans le cadre de leur mission d'expertise, Pitié et Puech (2010) et Pitié et al. (2011) ont procédé à un examen complémentaire au cas par cas des zones dites « de solidarité devant être mises à l'enquête publique à des fins d'expropriation », à partir des études techniques réalisées dans le cadre de la circulaire du 18 mars 2010. Deux types de zones ont ainsi été identifiés :

- **Les zones noires** : zones trop dangereuses pour permettre l'habitat. En revanche, les activités économiques diurnes et sans hébergement peuvent y être tolérées (restaurants, boutiques, ostréiculture, etc.)
- **Les zones jaunes** : zones de prescription où le risque de submersion marine, bien que réel et fort, peut-être maîtrisé au moyen de travaux prescrits aux propriétaires (aménagement d'étages refuges, etc.) ou réalisés par les collectivités territoriales (rehaussement/renforcement d'ouvrages de protection, etc.).

Les différents critères permettant de délimiter ces zones traités dans les rapports de Pitié et al. (2010) et Pitié et Puech (2011) sont listés ci-dessous. Afin de rapprocher ces critères de la définition des zones de menace grave pour la vie humaine visées par la loi Letchimy (§ 4.3), ces derniers ont été répartis en quatre catégories :

- le choix des constructions concernées,
- le choix de l'aléa de référence,
- les critères permettant d'évaluer l'intensité et la dangerosité de la menace,
- les critères permettant d'évaluer l'exposition ou la vulnérabilité des personnes face à cette menace. Cette dernière catégorie concerne plus particulièrement les possibilités de

protection individuelle ou collective permettant de distinguer les zones noires des zones jaunes (ou zones de prescription).

### **Constructions concernées**

Le rapport de Pitié et Puech (2011) rappelle que seuls sont expropriables au titre du L561-1 du code de l'environnement les immeubles qui comportent des locaux à sommeil (habitations, hôtels et leurs annexes). Cette décision résulte du constat que les situations les plus dangereuses ont lieu si l'évènement survient pendant le sommeil des personnes si celles-ci ne sont pas dans des locaux sécurisés. En effet, il est considéré que les personnes ne peuvent rejoindre les refuges en cours d'évènement car l'obscurité et l'affolement entravent les déplacements.

### **Aléa de référence**

Dans le cadre de l'expertise Xynthia, l'aléa de référence est défini comme « le maximum des plus hautes eaux connues et de la submersion de fréquence centennale » par la circulaire du 18 mars 2010. Le rapport de Pitié et Puech (2011) précise que l'estimation exacte de la période de retour de l'évènement Xynthia étant rendue difficile par le manque d'observations historiques, le niveau de référence retenu pour l'expertise est le niveau observé lors de Xynthia sans surélévation liée au changement climatique. Celui-ci correspond à un niveau généralement supérieur à celui pris en compte dans les Plans de prévention des risques littoraux (PPRL) et les projets d'endiguement antérieurs à la tempête.

### **Critères de dangerosité pouvant justifier une acquisition amiable**

- **La submersion**

La doctrine du « mètre de submersion » considère comme trop dangereux pour être habité, un logement dont les occupants peuvent se trouver dans des pièces envahies par plus d'un mètre d'eau. Elle suppose également que les niveaux d'eau à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments s'équilibrent en quelques minutes.

Sont considérés comme éligibles à une acquisition à l'amiable ou une expropriation, les logements dont l'altitude du seuil, telle que visible de l'extérieur, est inférieure de plus de 1 m à l'altitude du plan d'eau pendant l'évènement de référence. Dans la mission d'expertise, seul a été pris en compte « le niveau principal » tel qu'apparent de l'extérieur. La capacité des étages à servir de niveau refuge et les possibilités d'évacuation n'ont été prises en considération qu'après consultation de la commune par le préfet et ses services et de l'enquête publique.

- **La vitesse de montée des eaux**

Est considérée comme très dangereuse une montée des eaux de plus de 1 m en moins d'une demi-heure. Les chargés de la mission d'expertise Xynthia considèrent que cette vitesse est systématiquement atteinte : en cas de remplissage d'une cuvette, en cas de rupture de digue ou de cordon dunaire, pour les constructions situées en front de mer.

- **L'effet des ouvrages**

Ce critère s'applique si l'habitat est situé à moins de 110 m derrière un ouvrage de protection qui constitue une zone de survitesse en cas de rupture de l'ouvrage.

- **L'effet des paquets de mer et des projections**

Ce critère concerne les constructions très proches du littoral exposées au déferlement des vagues. La largeur de la zone concernée est variable en fonction de l'évènement mais se compte en dizaines de mètres. L'approche des experts est restée qualitative, principalement par expertise de terrain.

- **La solidité des ouvrages existant**

Pour ce critère, les modalités de mise en œuvre ne sont pas explicitées clairement dans les rapports. Le rapport de Pitié et Puech (2011) précise seulement que « la solidité des ouvrages a été estimée au vu des observations de terrain et des études récentes réalisées à la demande du conseil général ».

- **L'effet des écoulements (non pris en compte)**

Les écoulements d'eau peuvent avoir deux effets distincts : (1) ils constituent un entrave à la circulation des piétons et (2) ils sont également facteurs d'érosion en arrière du rivage (hors érosion liée à l'effet des vagues en front de mer). Dans les deux cas, les écoulements ne sont pas pris en compte comme critère. En effet, l'expertise considère que, pendant un évènement de tempête, les habitants sont supposés rester chez eux dans un emplacement sécurisé (si l'habitation ne dispose pas d'emplacement sécurisé, elle aurait été expropriée à un autre titre) et que le coût de la protection contre l'érosion liée aux écoulements en arrière du rivage est inférieur à celui de l'expropriation.

- **Le vent (non pris en compte)**

Ce critère n'a pas été retenu car il a été considéré qu'il est toujours possible de consolider les constructions ou d'éliminer les menaces extérieures (comme les arbres) à un coup inférieur à celui de l'expropriation.

### ***Critères de prise en compte des possibilités de protection***

Ces critères concernent les possibilités individuelles ou collectives de protection et d'évacuation avec un coût et une fiabilité acceptables. Dans la procédure de délimitation des zones noires, ils interviennent lors de la consultation de la commune par le préfet et ses services et de l'enquête publique. Dans les différents rapports d'expertise (Pitié et Puech, 2010 et 2011), la circulaire ministérielle du 18 mars 2010 et les rapports d'information du Sénat (Anziani 2010a et 2010b), les critères suivant sont évoqués :

- La **possibilité d'accès à des niveaux « refuge »** ou de reconstruire avec un niveau refuge en considérant l'état d'endommagement du bâtiment (Pitié et Puech, 2011 ; circulaire du 18 mars 2010). Dans le rapport de Pitié et Puech (2011), il est précisé que « Pour les immeubles dont une partie peut être considérée comme dangereuse (constructions à plusieurs étages), un changement d'affectation des parties à risque pourra être recherché, notamment dans les centres urbains où les logements situés en rez-de-chaussée peuvent être affectés à des activités commerciales ou de restauration. »
- La considération de la forme et de l'impact des zones délimitées en termes d'urbanisme notamment afin d'**éviter la création de mitage urbain**. En effet, il est considéré que le maintien d'habitations éparses augmente leur vulnérabilité en raison de leur isolement

qui rend notamment l'accès aux secours et l'évacuation plus difficiles (circulaire du 18 mars 2010).

- La **solidité des bâtiments**. Ce critère est évoqué dans le rapport de Pitié et Puech (2010) sur la Vendée mais n'est pas retenu dans le cadre de l'expertise Xynthia.
- Les possibilités d'**évacuation** par les secours (distance par rapport au poste de secours) et de protection dans des zones refuge collectives (sur pilotis) accessibles par des cheminements hors d'eau (circulaire du 18 mars 2010).
- La prise en compte des **aménagements et travaux** prévus par la commune pour mettre en sécurité des constructions et renforcer et/ou rehausser les ouvrages.

Il est précisé dans la circulaire du 18 mars 2010 que le travail de détermination des zones d'acquisition amiable doit être itératif entre les services de l'Etat, les acteurs locaux et les sinistrés afin d'aboutir à des propositions de zonage cohérentes. Le rapport de Pitié et Puech (2011) insiste également sur les nombreuses visites de terrain réalisées avec les élus, les associations de sinistrés et certains particuliers.

### 5.1.3. Limites et applicabilité de la « procédure Xynthia » au contexte de la loi Letchimy en Guadeloupe

La traduction des critères cités précédemment en termes de cartographie n'est pas évidente :

Pour les critères « *physiques* » :

- ✓ Le critère sur la hauteur de submersion est relativement facile à mettre en œuvre avec un SIG mais le modèle numérique de terrain utilisé doit être à haute résolution (de l'ordre de 1 m à 2 m) pour tenir compte de la microtopographie et précis (pour obtenir une évaluation de la hauteur d'eau réaliste).
- ✓ Le critère sur la distance aux ouvrages est déjà plus subjectif car il dépend de la définition que l'on donne au terme « ouvrage » et ce que l'on considère comme un ouvrage efficace et en bon état.
- ✓ Le critère sur la cinétique de la submersion est difficile à prendre en compte car cette information ne peut pas être tirée des observations de terrain. Son application nécessiterait l'utilisation de modèles numériques permettant de simuler le processus d'inondation de manière réaliste.
- ✓ Quant au critère sur les paquets de mer, son application ne peut-être que qualitative en définissant soit une largeur de bande exposée à l'impact direct des vagues soit en considérant que seule la première ligne de bâtiments est affectée.

Pour les critères « *possibilités de protection* » :

- ✓ La définition d'un accès satisfaisant aux zones de refuge est complexe. Elle nécessiterait une analyse de la praticabilité des accès durant toute la durée de la submersion et de la tempête. Une simulation numérique permettrait de donner des éléments de réponse mais nécessite la mise en œuvre de modèles numériques à haute résolution et des données très précises sur la voirie, les accès, les ouvrages etc.
- ✓ L'évaluation de la solidité des bâtiments doit être réalisée par des experts habilités. Elle doit prendre en compte à la fois les types de matériaux, la qualité de leur fabrication et leur mise en œuvre.
- ✓ La prise en compte des aménagements futurs (prévus par la commune ou les collectivités) est délicate. En effet, il est dangereux de considérer ces constructions car leurs délais d'exécution sont conditionnés par les ressources budgétaires disponibles.

Ces aménagements pourraient très bien ne jamais voir le jour et ainsi laisser la population fortement exposée au danger. L'évaluation de l'efficacité des plans de sauvegarde et d'alerte est un critère fondamental. Toutefois, l'existence d'un PCS ne garantit pas que dans le cas de l'occurrence d'un événement extrême, les secours ne soient pas saturés et ne soient dans l'impossibilité d'intervenir sur certains secteurs.

#### **5.1.4. Proposition de critères de définition d'une menace grave pour la vie humaine pour l'aléa inondation et submersion marine**

A partir de l'exemple de Xynthia, les concepts théoriques du chapitre précédent, ont d'une part été déclinés spécifiquement à l'aléa submersion et inondation (cf. Illustration 29), puis ont donné lieu à l'établissement d'un logigramme de décision (cf § 5.1.5).

La définition des zones noires Xynthia est principalement basée sur des observations de terrain suite à la tempête (laises de mer etc.), alors que dans le cadre de la loi Letchimy, la définition de « zones menaçant gravement la vie humaine » n'est pas réalisée dans un contexte de post-crise mais à titre préventif. Les seules cartographies sur l'aléa submersion marine et inondation, aujourd'hui disponibles en Guadeloupe sont les études PPRN et AG50. Malgré leurs différences méthodologiques (cf. chapitres précédents), ces cartographies ont été réalisées en suivant la doctrine des PPRL. Que cela soit dans les PPR ou dans les études AG50, les zones d'aléa fort reposent donc sur la définition :

- d'une zone liée au déferlement des vagues ;
- des secteurs submergés par plus d'1 m d'eau pour l'évènement de référence (centennal ou historique si majorant). Il est difficile d'envisager d'autres cartographies, sans autre événement exceptionnel historique auquel se référer.

En cela, les zones d'aléa fort délimitées dans ces deux études (AG50 et PPR) correspondent aux critères « physiques » de dangerosité utilisés dans l'expertise Xynthia (mais sans prise en compte des ouvrages et de la cinétique de la submersion). A ce titre, la zone d'aléa fort est incluse dans la zone d'intensité des effets « qui menace gravement la vie humaine », qui s'étend cependant au-delà (ce qui sera rediscuté ci-après, cf. § 5.4.2).

On considère donc **pour la suite de l'exercice, que la zone d'aléa fort submersion ou inondation est une zone où l'intensité des effets « menace gravement la vie humaine ».**

Afin de définir les zones menaçant gravement les vies humaines, concernant les aléas météorologiques, il est donc proposé de se concentrer sur les critères relevant des possibilités de mise en sécurité et de protection pour distinguer les bâtiments menaçant gravement les vies humaines à l'intérieur des zones d'aléa.

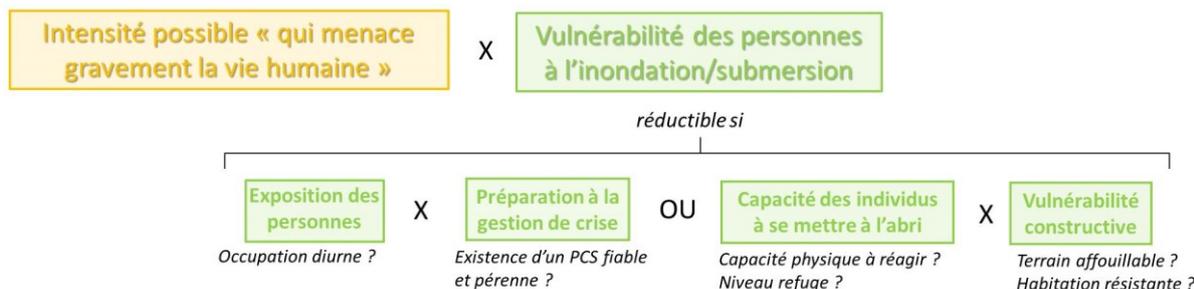


Illustration 29 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines par submersion/inondation

### 5.1.5. Le logigramme proposé pour classer les bâtiments

Le logigramme ci-dessous (Illustration 30) explicite la procédure proposée pour identifier les bâtiments menaçant gravement les vies humaines dans les zones d'aléa submersion marine. Les rectangles bleus correspondent aux données d'entrée. Les critères (losanges blancs) s'enchaînent séquentiellement et in fine, aboutissent à un rectangle rouge pour indiquer une situation de menace grave pour les vies humaines ou à un rectangle vert pour indiquer l'absence de menace grave.

L'enchaînement séquentiel est le suivant :

- 1) Si le bâtiment n'est pas en zone d'aléa fort, alors il n'y a pas de menace grave.  
Sinon...
- 2) Si le bâtiment n'a pas vocation à un hébergement nocturne et que les dispositifs de gestion de crise ont été anticipés, alors il n'y a pas de menace grave. En effet, comme dans la procédure Xynthia, on considère que dans les bâtiments d'activités diurnes (principalement commerciales), les personnes auront évacuées avant l'arrivée d'un cyclone.  
Sinon...
- 3) Si le bâtiment est situé dans la zone de déferlement, on considère qu'il existe une menace grave pour les vies humaines. En effet, l'énergie dégagée par le déferlement des vagues dans cette zone est trop forte pour que les constructions résistent. La présence d'un étage n'est donc pas suffisante pour protéger efficacement les personnes.  
Sinon...
- 4) S'il n'y a pas d'étage refuge (habitats de plein pied), on considère qu'il existe une menace grave pour les vies humaines car les habitants n'ont pas la possibilité de se mettre en sécurité en cas de montée des eaux.  
Sinon...
- 5) Si le bâtiment n'est pas résistant à la submersion marine, on considère qu'il existe une menace grave pour les vies humaines. L'appréciation de la résistance des constructions à la submersion marine doit être réalisée par des spécialistes. Cette expertise concerne à la fois les matériaux utilisés, la qualité de fabrication et les spécificités de la submersion marine.  
Sinon...
- 6) Si les caractéristiques du terrain naturel peuvent être modifiées lors d'une submersion (terrain facilement affouillable ou érodable par exemple), il existe une menace grave pour les vies humaines. En effet, les affouillements au voisinage immédiat ou sous le bâtiment sont susceptibles de le déstabiliser voire de provoquer son effondrement.

Sinon...

- 7) Si le bâtiment est occupé par des personnes à mobilité réduite (personnes âgées, personnes handicapés...), il existe une menace grave pour les vies humaines. En effet, ces personnes seront dans l'impossibilité de se mettre en sécurité de façon autonome même si le logement possède un niveau refuge.
- 8) Dans tous les autres cas, on considère qu'il n'existe pas de menace grave pour les vies humaines.

Les critères 6 et 7 sont, à l'heure actuelle, difficilement applicables du fait de l'indisponibilité des données nécessaires à leur évaluation.

Le test d'application sur la commune de Deshaies sera donc effectué à l'aide du logigramme de l'illustration 31 c'est-à-dire en n'utilisant que les 5 premiers critères.

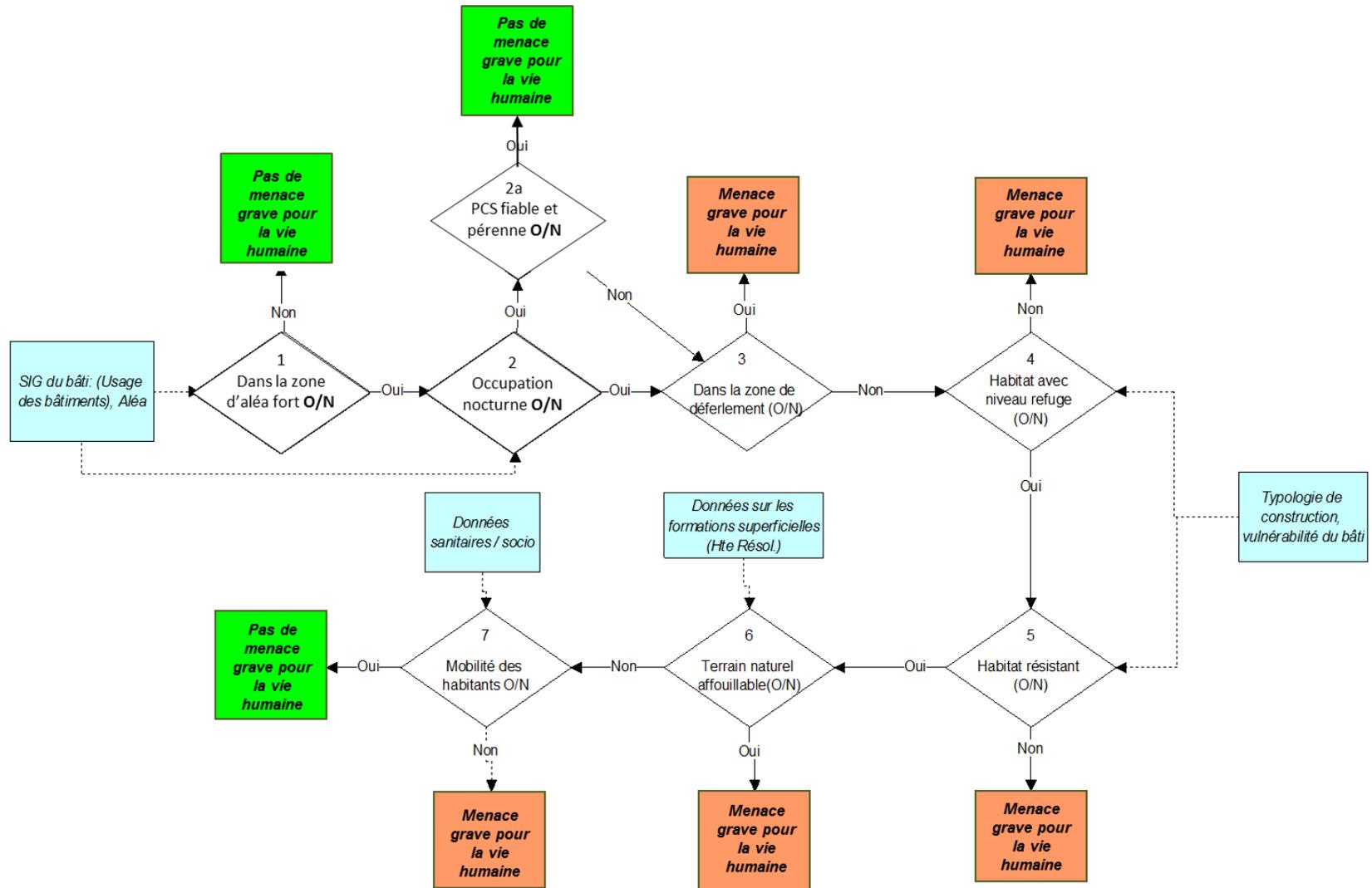


Illustration 30 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menaces graves pour les vies humaines (version complète)

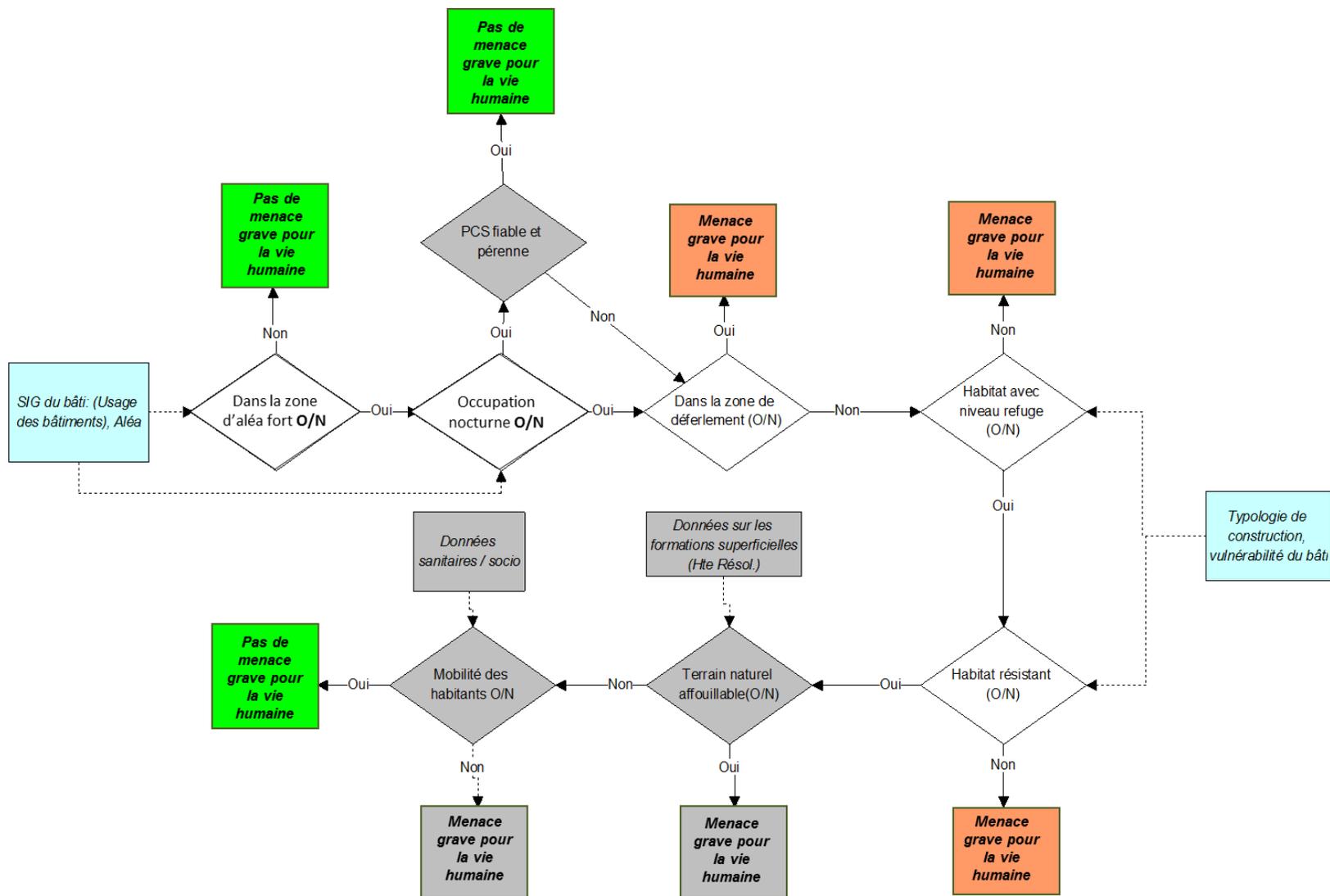


Illustration 31 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menaces graves pour les vies humaines (version partielle)

## 5.2. APPLICATION

### 5.2.1. Présentation du site pilote

Le bourg de Deshaies est situé au fond d'une baie, au nord-ouest de l'île de Basse-Terre, face à mer des Caraïbes (cf. Illustration 32). Ce centre-bourg est soumis à l'aléa inondation et l'aléa cyclonique.

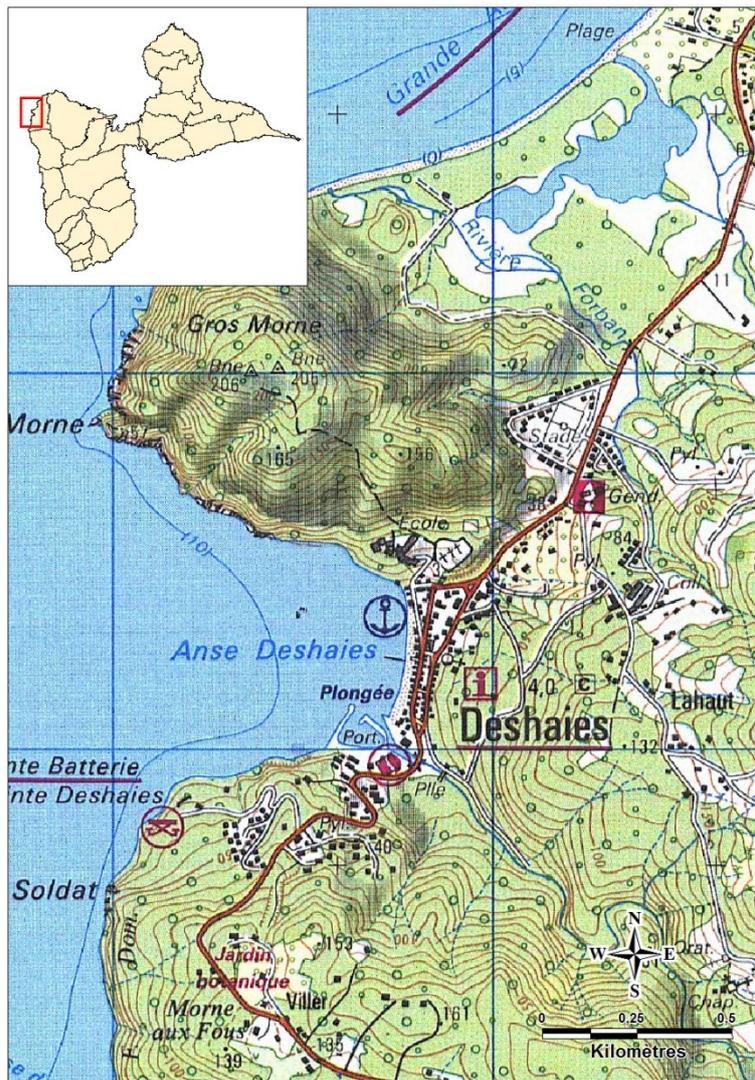


Illustration 32 : Site pilote : le centre-bourg de Deshaies. Fonds : Scan 25 de l'IGN

### 5.2.2. Description du bâti

Une visite terrain du BRGM en décembre 2012, a consisté à observer et décrire les bâtiments du centre-bourg de Deshaies.

On recense plus de 180 bâtiments, dont 21 sont des commerces et 9 sont des bâtiments mixtes c'est-à-dire qu'ils abritent à la fois des commerces et des résidences (cf. exemple en Illustration

33). Sur les 5 hôtels répertoriés sur la commune de Deshaies, aucun n'est situé dans la zone d'étude.

Les critères suivant ont été renseignés, à partir d'observations visuelles :

- nature des matériaux de construction (cf. exemple en Illustration 34)
- nombre d'étage (cf. exemple en Illustration 35)
- fonction de l'habitation (occupation permanente ou seulement diurne (commerces, écoles...), (cf. exemple en Illustration 36).

Ces données ont ensuite été digitalisées dans un SIG, sachant qu'une information sur la fiabilité du diagnostic a été conservée pour les bâtiments pour lesquels la donnée renseignée est moins fiable (bâtiment non repéré sur le terrain par exemple..).



*Illustration 33 : Exemple de bâtiment mixte ayant à la fois une fonction commerciale et résidentielle*



*Illustration 34 : Exemple de en béton (à gauche) et bâtiment en bois (à droite). Bourg de Deshaies*



*Illustration 35 : Exemple de bâtiment à niveau refuge (à gauche) et de bâtiment de plein pied (à droite).  
Bourg de Deshaies*



*Illustration 36 : Exemple de bâtiment à usage commercial unique. Bourg de Deshaies*

### **5.2.3. Présentation des aléas auxquels est soumis le centre-bourg**

Deux cartographies existent : celle de l'Agence des 50 pas géométriques (GÉOTER, 2004) et celle du PPR (GÉOTER / ACSES, 2005). Il ne s'agit pas ici de choisir l'une ou l'autre de ces études, dont les données d'entrées, notamment topographiques, ne sont pas suffisamment explicitées pour pouvoir le faire. Il est important de noter que les deux cartes apparaissent significativement différentes, alors qu'il s'agit du même bureau d'étude à 1 an d'intervalle.

**a) Aléa Inondation**

L'aléa inondation du PPR sur la commune est cartographié à l'échelle du 1/25 000 et 1/10 000 pour les zones à enjeux (Atlas cartographique), alors que la précision des cartes AG50 est de l'ordre du 1/5 000 (cf. Illustration 38).

Dans le cadre de l'étude AG50, l'aléa inondation est considéré comme fort (I3) pour les zones de crue torrentielle ou semi-rapide, avec des hauteurs d'eau supérieure à 0,5 m (lit mineur et embouchure de la rivière de Deshaies) et moyen (I2) pour les zones inondables avec des hauteurs d'eau inférieure à 0,5 m (zone plane du bourg de Deshaies).

Dans le cadre du PPR, la méthodologie n'est pas détaillée mais une matrice de croisement est représentée sur la carte d'aléa (cf. Illustration 37). Dans les descriptions du rapport, les informations quantitatives seraient issues de retour d'expérience, notamment de la tempête Jeanne.

Hauteur	Vitesse d'écoulement	
	Faible à moyenne	Forte
H < 0,50 m	I2	I3
0,50 m < H < 1 m	I2	I3
H > 1 m	I3	I3

Illustration 37 : Matrice des aléas inondation

Les deux méthodes se basent sur des critères de hauteur, notamment de 0,5 m. La limite de 1 m ne semble avoir été pris en compte que par l'étude PPR. Les critères de vitesse sont pris en compte soit par le type de crue (AG50) soit pas une estimation de la vitesse d'écoulement (PPR).

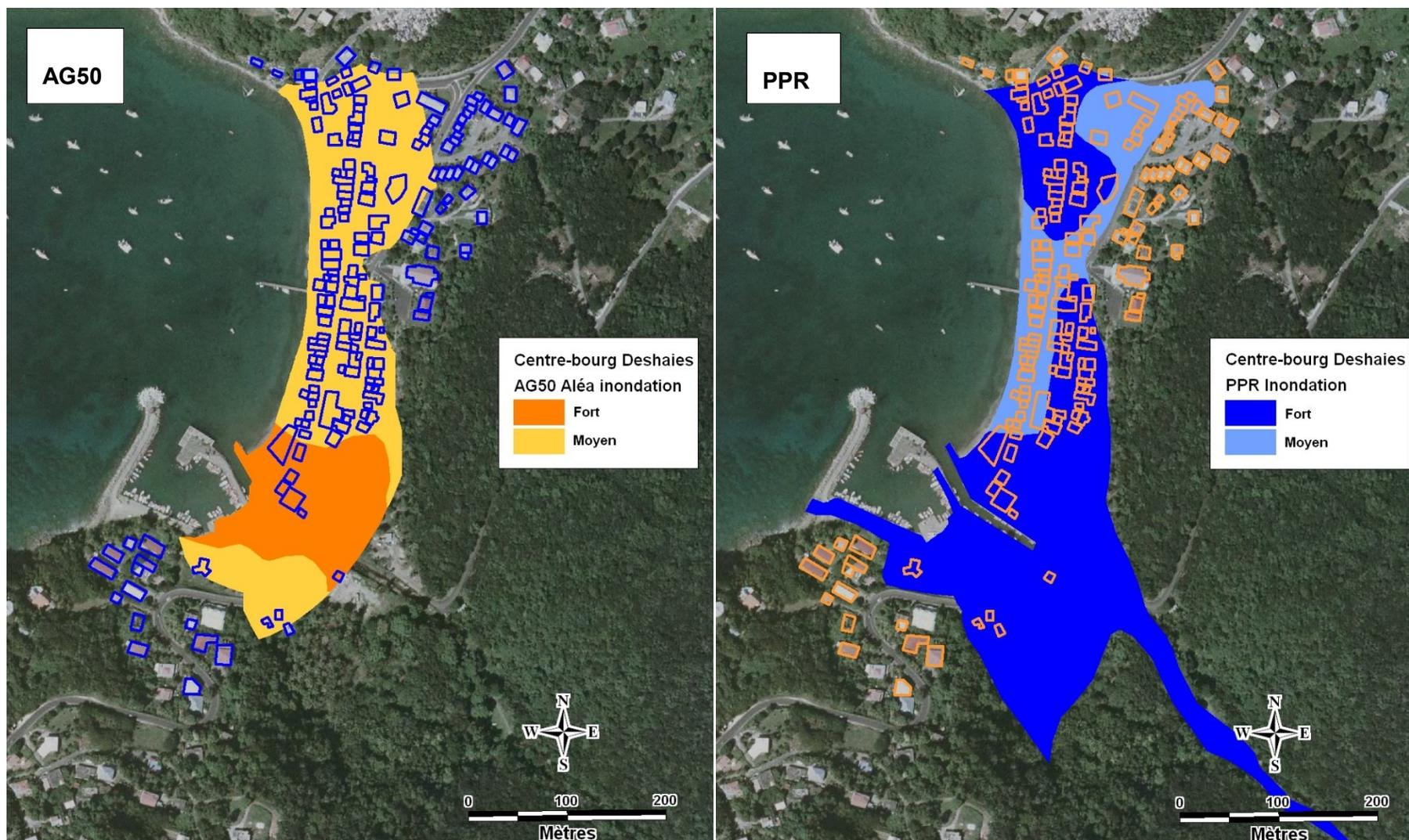


Illustration 38 : Comparaison des zonages d'aléa inondation

### **b) Aléa Submersion marine**

L'aléa houle cyclonique du PPR sur la commune est cartographié à l'échelle du 1/10 000 alors que la précision des cartes AG50 est de l'ordre du 1/5 000 (cf. Illustration 39).

L'aléa submersion de l'étude AG50 est basé sur des retours d'expérience des principaux événements. Deux niveaux ont *in fine* été distingués : l'aléa cyclonique (houle et submersion) a été considéré fort (C3) pour les zones littorales situées à une altitude inférieure à 2 m NGG, exposées à l'impact de la houle et à la submersion et moyen (C2) pour les zones situées à une altitude inférieure à 3,5 m NGG jugées submersibles.

La méthodologie du zonage d'aléa submersion de l'étude PPR est peu détaillée dans le rapport. La cartographie ne distingue pas spécifiquement la zone de déferlement.

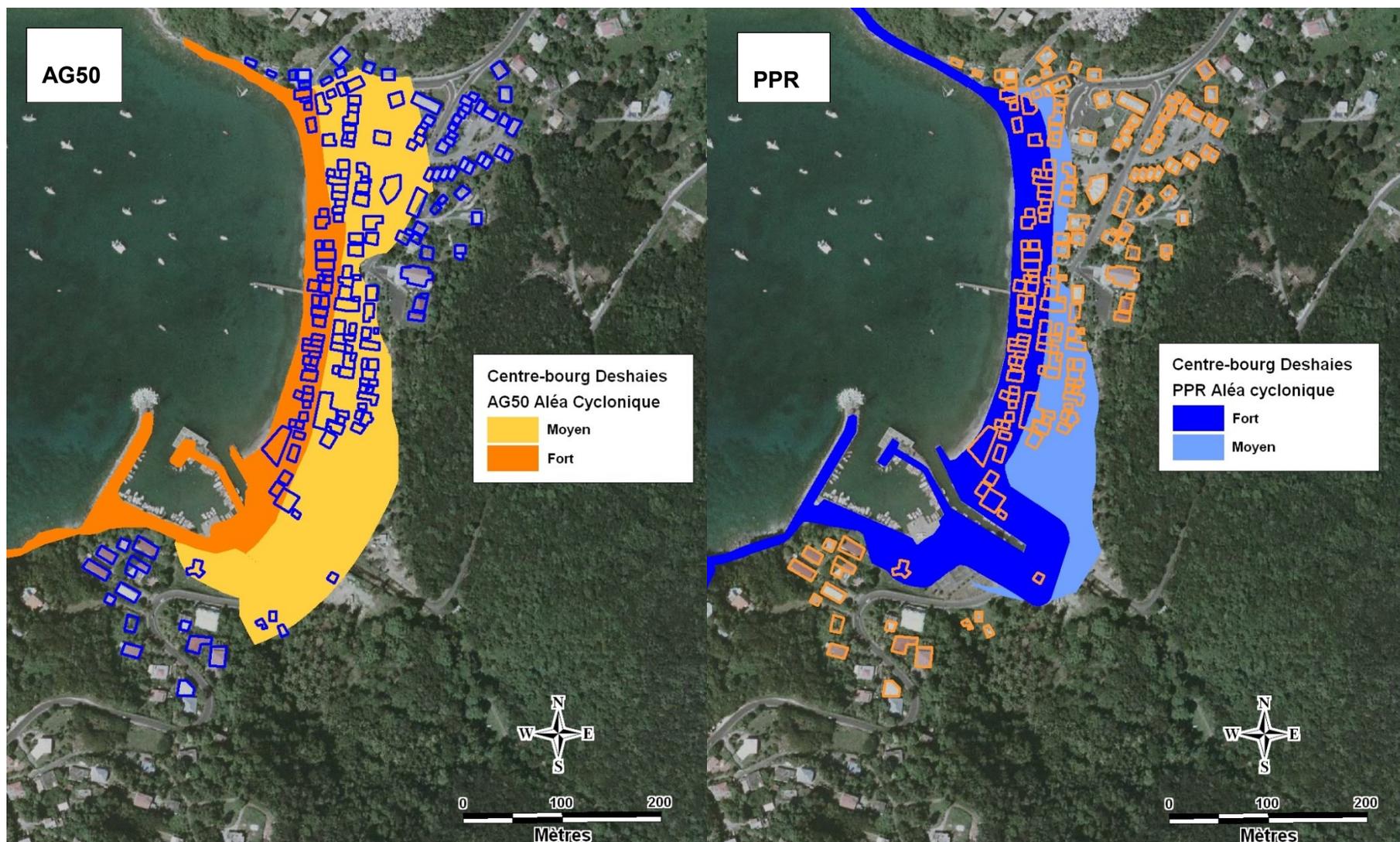


Illustration 39 : Comparaison des zonages d'aléa houle cyclonique

#### **5.2.4. Déclinaison des critères de décision (cf. logigramme en Illustration 30)**

Les numéros se réfèrent aux critères identifiés dans le logigramme de l'illustration 30.

##### ***Critère 1 : Dans la zone d'aléa fort***

L'exercice sera fait avec chacune des deux cartes d'aléas existantes (AG50 et PPR).

Dans le cadre d'un événement cyclonique, selon la trajectoire du cyclone, un événement de houle cyclonique peut être associé à de fortes pluies. Dès lors, la concomitance des deux phénomènes inondation/cyclones doit également être envisagée.

##### ***Critère 2 : Occupation nocturne O/N***

L'exposition à ce risque et la possibilité de mise à l'abri qui en découle, est différente de nuit et de jour. La nuit, les enjeux se concentrent dans le bâti à usage d'habitation et les hôtels alors que le jour, les enjeux sont répartis dans le bâti à usage d'habitation et commercial.

La fonction des bâtiments (hôtel, commerce, habitation) a été déterminée à partir des observations de terrain.

Dans le centre-bourg de Deshaies ont ainsi été recensés 21 bâtiments spécifiquement commerciaux et 9 bâtiments commerciaux avec habitation. Or, un bâtiment de nature commerciale (hors hôtel) sera fréquenté seulement la journée. Il est considéré que les individus présents auront le temps de voir le phénomène arriver et se mettre à l'abri. Les secours ont aussi une meilleure visibilité pour intervenir.

Concernant les bâtiments d'habitation, les individus peuvent être surpris dans leur sommeil ; leur temps de réaction est donc plus long. Les secours n'auront pas le temps d'intervenir sur l'ensemble de la zone concernée : les populations ne peuvent compter que sur leur propre moyen pour se mettre à l'abri. Cette configuration, bien que catastrophique, reste réaliste (cf. des événements extrêmes comme Xynthia non anticipés par les services de prévention).

##### ***Critère 3a : PCS fiable et pérenne O/N***

Même si l'existence d'un PCS ne garantit pas que dans le cas de l'occurrence d'un événement extrême, les secours ne soient pas saturés et ne soient dans l'impossibilité d'intervenir sur certains secteurs, la mise en sécurité des populations de jour ne peut se faire que si la situation a été anticipée à minima par la commune (dispositif d'alerte, secours non vulnérable, réseau routier fonctionnel..).

La commune de Deshaies bénéficie depuis peu de temps (2012) d'un Plan communal de sauvegarde (PCS). A ce titre, on peut considérer que la gestion de la crise a été anticipée ; les secours et les autorités seront opérationnels rapidement ; les moyens des secours (humains, matériels) ont été ajustés. Sur tout le territoire Guadeloupéen, notons que le seul dispositif d'alerte consiste au porte-voix et mégaphone. Dans le cas général, les critères d'efficacité des plans de sauvegarde et d'alerte doivent être définis par les autorités compétentes (rappelé en conclusion).

La vulnérabilité des secours, soit leur exposition aux aléas redoutés, est notamment un point important à vérifier. La position de l'ensemble des bâtiments stratégiques pour la gestion de crise (soit les Postes Communaux de Commandement (PCC), la Police, la Gendarmerie et les Pompiers...) a été localisée (information transmise par la DEAL) et superposée à la carte des aléas. Sur la commune de Deshaies, les 3 bâtiments stratégiques sont la Mairie, la brigade et le Centre de Première Intervention (CPI). La Brigade est située en dehors de tout risque inondation et cyclonique. La Mairie est située en aléa inondation et cyclonique moyen. Le poste de contrôle pour la gestion de crise est situé au premier étage, il n'est donc pas vulnérable. Enfin pour le CPI, l'absence de coordonnées géographiques, ne nous permet pas de connaître son emplacement vis à vis des risques et donc sa vulnérabilité.

### ***Critère 3b : Dans la zone de déferlement O/N***

Ce critère concerne les constructions très proches du littoral exposées au déferlement des vagues (effets des paquets de mer).

Les deux études évoquent la zone de déferlement, sans que l'on sache si l'emprise de l'aléa fort représente exclusivement cette zone.

Pour ce critère, l'approche des experts lors la définition des zones noires de Xynthia est restée qualitative. La largeur de la zone se comptait en dizaines de mètres.

A défaut d'une cartographie spécifique, cette zone a donc été matérialisée, dans le cadre de cette étude, par les maisons qui se situent en première ligne du littoral (cf. Illustration 40). L'objectif est de matérialiser la zone dans laquelle les bâtiments seraient susceptibles d'être endommagés par les vagues et de rester réaliste et non excessif. L'hypothèse de protection des bâtiments a été faite, c'est à dire qu'un bâtiment situé en première ligne, protège les bâtiments situés juste derrière (sous réserve que le bâtiment en première ligne ait une structure *a minima* résistante et ne soit pas en tôle, par exemple). La distance maximale d'impact du déferlement entre le littoral et la première maison a été définie, pour l'exercice, à 30 mètres.



Illustration 40 : Proposition de localisation des bâtiments situés dans la zone de déferlement

#### **Critère 4 : Habitat avec un niveau refuge O/N**

Dans le cas d'une inondation, l'existence d'un niveau « refuge », est un facteur déterminant pour que des personnes puissent se mettre à l'abri elles même à l'intérieur d'un bâtiment et donc, pour réduire leur vulnérabilité.

L'existence d'un niveau refuge a été pour l'instant assimilée à l'existence d'un étage supérieur, à partir de l'investigation de terrain. Seulement, il ne peut réellement être considéré comme refuge que s'il vérifie à d'autres critères (topographiques, résistance..), qu'il restera à examiner dans un second temps (cf. avertissement en conclusion).

#### **Critère 5 : Habitat résistant O/N**

Sur le site pilote, les habitats précaires, type tôle, ont été jugés trop vulnérables. Concernant la résistance des autres bâtiments à la submersion, l'évaluation de leur solidité doit être réalisée

par des experts habilités. Elle doit prendre en compte à la fois les types de matériaux, la qualité de leur fabrication et leur mise en œuvre. Ceci sera donc rappelé en conclusion.

### **Critère 6 : Terrain naturel affouillable O/N**

Cette information n'est pas disponible à l'échelle de l'étude. Les bâtiments concernés sont ceux menacés par un affouillement des terrains d'assise, menaçant ensuite le déchaussement de leur fondation ou le tassement de la semelle.

### **Critère 7 : Mobilité des habitants (ou capacité des habitants à se mettre à l'abri) O/N**

La mobilité des habitants (ou la capacité des habitants à se mettre à l'abri) dépend de leur santé physique (cf. les courbes de vulnérabilité de l'illustration 45) : une personne handicapée ou âgée est-elle capable de se mettre à l'abri toute seule en pleine nuit ? Bien que primordiale, cette considération, non disponible ou confidentielle, ne peut être prise en compte dans le cadre de cette étude.

Renseignement pris auprès de la DEAL, les services sociaux guadeloupéens disposent d'une liste de personnes considérées comme vulnérables. Les secours se basent sur cette liste confidentielle pour intervenir en cas de coupure du réseau électrique (dialyses, assistance respiratoire, ...). Cette information est probablement utilisée lors de la gestion de crise sans que cela ne soit précisé explicitement dans les procédures.

## **5.3. RÉSULTATS**

### **5.3.1. Comptage des bâtiments**

En déclinant le logigramme précédent, plusieurs bâtiments du bourg de Deshaies ont été identifiés comme ne « *menaçant pas gravement la vie humaine* ». Il s'agit :

- de bâtiments à usage d'habitation jugés suffisamment résistants à l'inondation, avec un niveau refuge adapté et situé hors de la zone de déferlement et hors terrain affouillable ;
- de bâtiments à usage commercial, sous réserve qu'il existe un PCS fiable et pérenne.

Ceci reste une première sélection de bâtiment pour lesquels il est nécessaire d'aller plus loin dans l'expertise, sur un certain nombre de points rappelés en conclusion (cf. § 5.4.1).

A l'inverse, un certain nombre de bâtiments ont été identifiés comme menaçant gravement la vie humaine (cf. Illustration 41).

Ce nombre diffère selon la cartographie d'aléa considérée. Concernant l'aléa cyclonique où l'approche méthodologique reste globalement identique, le PPR semble pouvoir faire foi puisqu'il est plus récent et établi par le même bureau d'étude bien que l'expertise du BRGM mette en garde sur la variabilité méthodologique même au sein d'un même bureau d'étude (cf. § 3.2.5). Pour l'aléa inondation, la méthodologie et notamment l'événement de référence, ne sont généralement pas comparables (cf. § 3.2.4), donc il est difficile de trancher sans consulter en détail les différentes approches.

Le choix de la cartographie d'aléa qui fait foi n'est pas l'objet de cette étude, les deux zonages seront testés.

Cartographie	Risques	Nombre de bâtiment dans la zone d'aléa fort	Nombre de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine »	Pourcentage de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine »
AG50	Cyclonique	41	27	65,8 %
	Inondation	8	4	50,0 %
	Fusion Cyclonique/inondation	44	27	61,4 %
PPR	Cyclonique	60	35 dont 8 liés à l'incertitude	58,3%
	Inondation	80	53 dont 41 lié à l'incertitude	66,2 %
	Fusion Cyclonique/inondation	111	75 dont 45 lié à l'incertitude	67,6 %

Illustration 41 : Nombre des bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine ».

Sur les 111 bâtiments concernés par l'emprise de l'aléa fort (fusion inondation et cyclonique), délimitée par le PPR, l'application du logigramme proposé pour envisager l'applicabilité de la loi Letchimy donne la répartition suivante (cf. Illustration 42) :

- 30 représentent une menace grave pour la vie humaine, soit 27 % des bâtiments concernés. A ceux-là, s'en ajoute 45 autres pour lesquels l'absence de données ne nous permet pas de savoir ;
- 2 bâtiments ont une fonction à la fois commerciale et résidentielle. Pour ces bâtiments, le local commercial, ayant une fonction uniquement diurne, ne présente pas de menace pour la vie humaine, sous condition de maintenir cette fonction. En revanche la partie résidentielle du bâtiment est classée en zone de menace grave pour la vie humaine.
- 34 bâtiments ne menaceraient pas les vies humaines sous réserve d'aller plus loin dans l'expertise sur les points rappelés en conclusion. Il s'agit des habitations à vocation commerciale ou celles à usage d'habitation bénéficiant a minima, d'un niveau refuge.

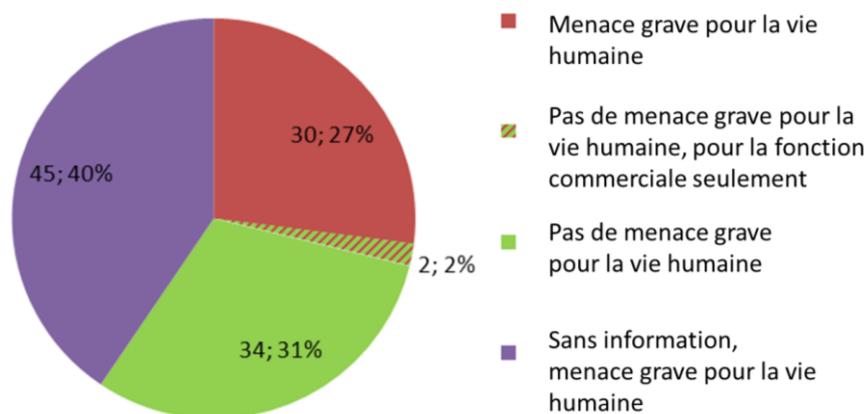


Illustration 42 : Répartition du bâti pour la carte d'aléa du PPR

### 5.3.2. Distribution cartographique des bâtiments

Le logigramme de l'illustration 31 a été appliqué à l'ensemble des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort de l'étude AG50. L'illustration 43 représente les résultats de l'exercice pour la fusion des aléas inondation et cyclonique : pour chaque bâtiment, le niveau d'aléa le plus fort a été retenu.

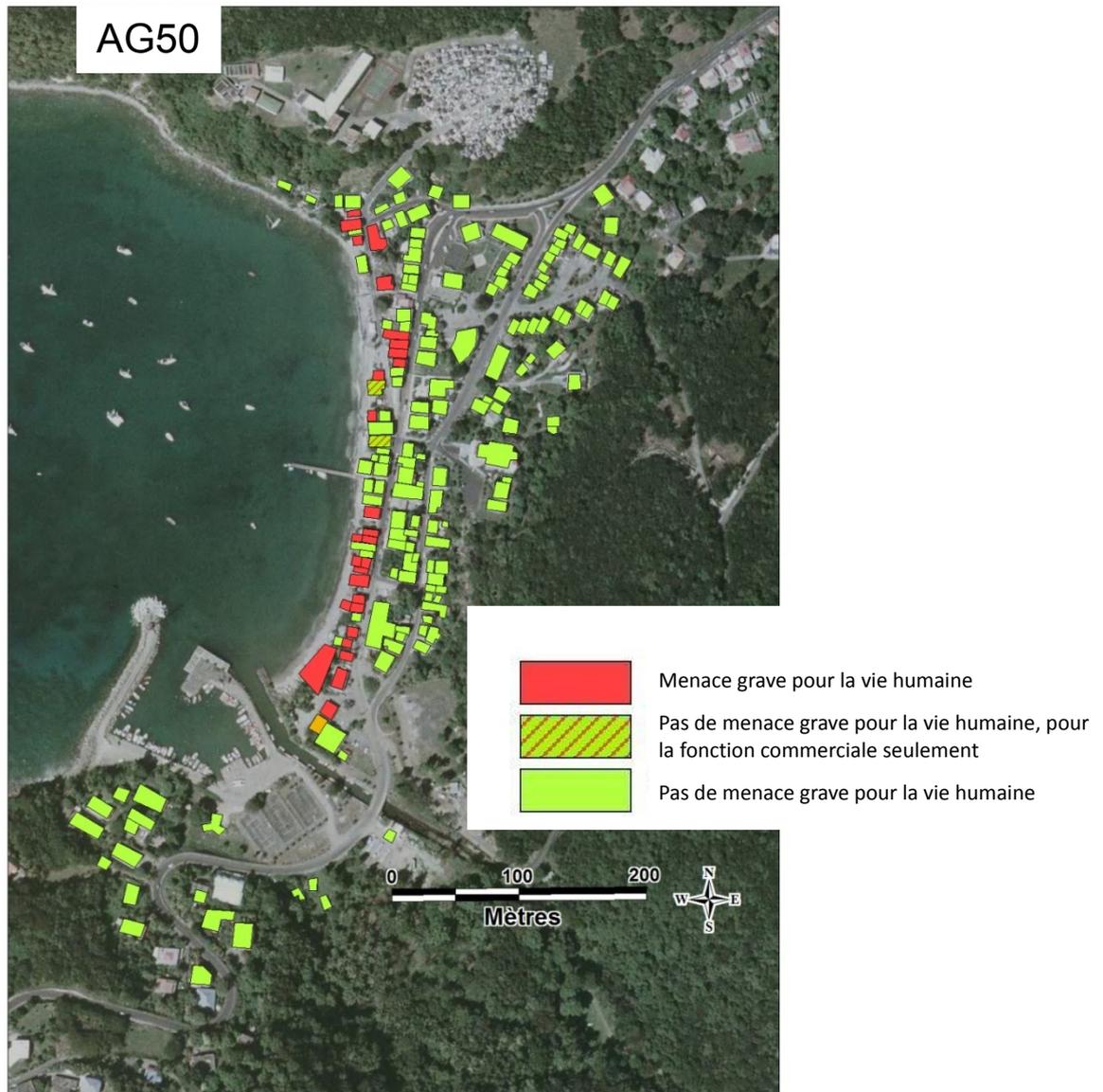


Illustration 43 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 31 pour estimer la menace grave pour la vie humaine, à partir de la cartographie d'aléa de l'AG50 (Fusion inondation / cyclonique)

Le logigramme de l'illustration 31 a été appliqué à l'ensemble des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort du PPR. L'illustration 43 représente les résultats de l'exercice pour la fusion des aléas inondation et cyclonique : pour chaque bâtiment, le niveau d'aléa le plus fort a été retenu.

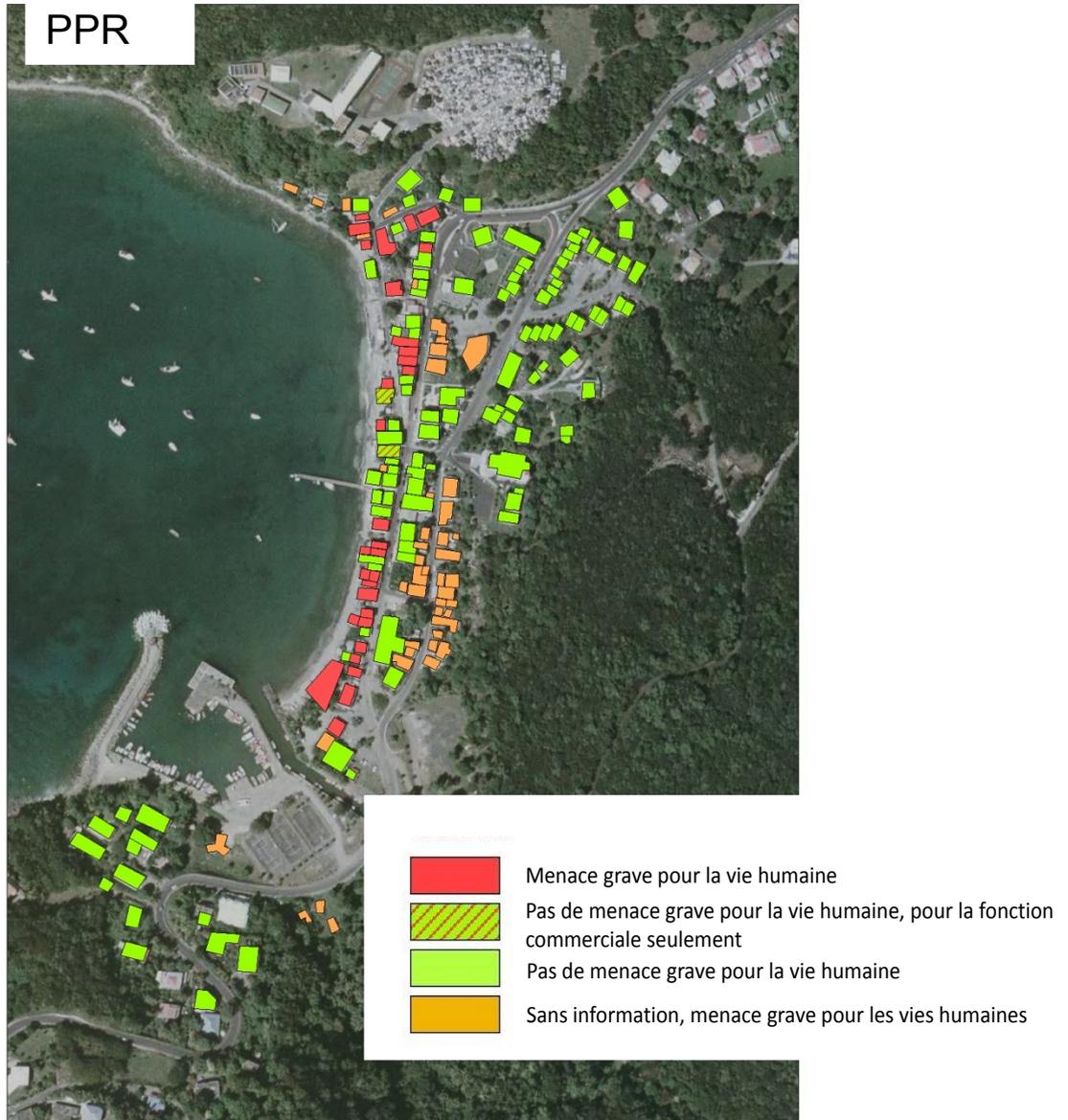


Illustration 44 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 31 pour estimer la menace grave pour la vie humaine, à partir de la cartographie d'aléa du PPR (Fusion des aléas inondation et cyclonique)

## 5.4. CONCLUSION ET LIMITE DE L'APPROCHE

### 5.4.1. Préconisation sur l'utilisation des résultats

Rappelons que la déclinaison au site pilote de Deshaies a été fait à partir d'une investigation rapide de terrain, dont l'objectif est de tester l'applicabilité de la loi Letchimy et non de servir de résultats tel quel.

La pertinence et la fiabilité de la cartographie de l'aléa reste le point important qui conditionne directement les bâtiments concernés.

A partir de cet exercice, plusieurs bâtiments ont été identifiés comme ne « *menaçant pas gravement la vie humaine* ». Ceci reste une première liste de bâtiment. Un certain nombre de points doivent être vérifiés au cas par cas :

- l'efficacité du niveau refuge et de la résistance à l'inondation, par une expertise spécifique à chaque bâtiment ;
- la fiabilité et la pérennité du PCS à l'échelle de la commune ;
- la susceptibilité des terrains d'assises à l'affouillement ou à l'érosion ;
- la capacité des individus à se mettre à l'abri.

Il a ainsi été mis en évidence plusieurs points :

1) La fonction des bâtiments (commercial/habitation) reste le critère le plus discriminant pour identifier une menace grave sur les personnes.

2) Les critères d'efficacité des plans de sauvegarde et d'alerte doivent être définis par les autorités compétentes.

3) Pour les bâtiments à vocation d'habitation, la zone de déferlement joue un rôle clé : peut-elle être précisée ? Peut-on envisager que certains bâtiments puissent être considérés comme suffisamment résistants au déferlement des vagues ?

4) Pour les bâtiments à vocation d'habitation, l'existence d'un niveau refuge reste la condition principale pour qu'un bâtiment soit considéré comme ne menaçant pas gravement la vie humaine. Cette condition n'est pas suffisante. Le diagnostic final relève d'un jugement d'expert, puisque d'autres critères doivent également être considérés (altitude topographique, solidité de la structure..). Il en est de même sur la résistance de l'habitation à une submersion.

5) La capacité des personnes à se mettre à l'abri reste un facteur primordiale pour juger d'une menace grave sur les vies humaines. Cependant, cette donnée, généralement confidentielle, est particulièrement variable dans le temps. A ce titre, il n'est pas possible de la prendre en compte comme critère de sélection.

### 5.4.2. Limite de l'approche

#### ***Pérennité des critères***

La pérennité dans le temps de la satisfaction de ces critères reste une des limites principales des propositions de cette étude. La vocation des bâtiments (commerciale / habitation) qui reste le principal critère, doit pouvoir être maintenue dans le temps.

### ***La capacité des personnes à se mettre à l'abri***

La principale faiblesse du raisonnement, reste la non prise en compte actuellement du facteur de vulnérabilité des personnes.

Vu l'importance de ce critère, il peut être proposé que la liste des personnes vulnérables soit explicitement mise à jour et communiquées aux autorités et fasse ainsi, explicitement partie de la gestion de la crise. Ceci pourrait être un critère, parmi d'autres, d'efficacité des plans de sauvegarde et d'alerte et de la gestion de crise, de jour. De nuit, si on reste, sur le scénario catastrophique de Xynthia, sans alerte préalable, il ne semble pas y avoir d'issue possible pour que les personnes les plus vulnérables puissent se mettre à l'abri toutes seules, sauf à considérer le principe de solidarité en évitant l'isolement et le mitage urbain.

### ***Une emprise de la zone de menace grave sur la vie humaine, au-delà de l'emprise de l'aléa fort météorologique***

L'exercice a été fait ici sur la zone d'aléa fort des PPR et/ou AG50, considéré comme une zone d'intensité « qui menace la vie humaine ». Au moment d'évaluer la faisabilité d'applicabilité de la loi Letchimy, il est très important de rappeler que la zone d'intensité des effets « qui menace gravement la vie humaine » s'étend cependant au-delà.

En effet, les Plans de Prévention des Risques et les aléas associés, se basent sur une mesure statistique du risque permettant de mesurer l'importance des phénomènes dans une optique de gestion du territoire. Or, la définition des zones menaçant gravement les vies humaines, dans le contexte de la loi Letchimy, ne vise pas une connaissance statistique mais une considération précise des menaces graves pour les vies humaines. Il est normal que la notion de menace grave pour les vies humaines soit fondée sur des critères beaucoup plus restrictifs que ceux qui président à la délimitation du zonage PPR.

La zone d'aléa fort (PPR ou AG50), considérée ici est caractérisée par :

- une période de retour fixée pour un évènement de référence centennal (ou historique si majorant) et ne prend donc pas en considération un horsain type Xynthia (évènement atypique dont les caractéristiques s'éloignent des courbes statistiques classiques). En considérant un évènement type Xynthia comme aléa de référence, l'emprise de l'aléa fort aurait été plus étendue que les zones d'aléa fort actuelles. Cependant, il reste difficile d'imaginer cet évènement maximalisant tant qu'il n'est pas arrivé ;
- des seuils quantitatifs de hauteur d'eau (et de vitesse) fixés comme constituant une menace mortelle pour le maximum de personne. Il n'est pas dit, par contre, qu'ailleurs, dans des zones d'aléa plus faible, d'autres personnes plus vulnérables (enfants, personnes âgées..) soient menacées mortellement pour une hauteur d'eau moindre. Cela reviendrait à inclure dans la zone d'intensité « menaçant gravement les vies humaines », les zones actuelles d'aléa moyen voire faible, si on s'en réfère par exemple à l'illustration 45.

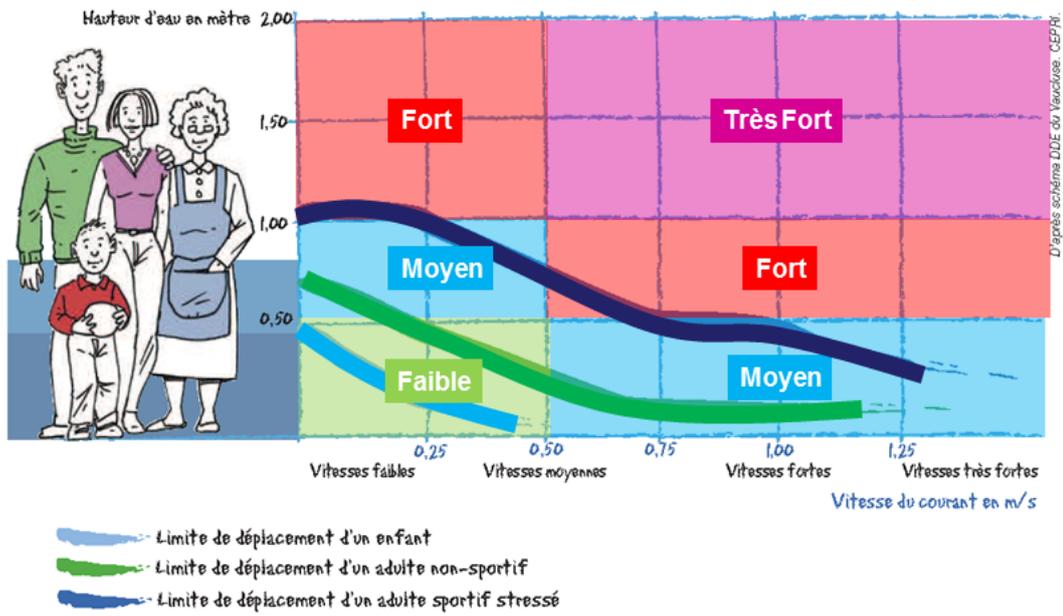


Illustration 45 : Exemple de courbe de vulnérabilité des personnes, vis à vis de l'aléa submersion



## **6. Applicabilité de la loi Letchimy à l'aléa mouvement de terrain**

### **6.1. CRITÈRES DE DÉFINITION D'UNE MENACE GRAVE POUR LA VIE HUMAINE POUR L'ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN**

#### **6.1.1. Différents types de mouvement de terrain redoutés**

Le terme générique de mouvement de terrain englobe, en réalité, plusieurs phénomènes naturels, qui n'ont pas les mêmes effets et pas la même cinétique. On distingue, en Guadeloupe :

- Les glissements : déplacement généralement lent sur une pente, le long d'une surface de rupture. Ils sont souvent déterminés par des indices : fissuration des bâtiments, arbres basculés, zones de rétention d'eau, déformation des routes.
- Les chutes de blocs et éboulement rocheux : mouvements rapides, discontinus et brutaux affectant des matériaux rigides et fracturés. Une chute de blocs est définie par la chute d'éléments ne dépassant pas quelques dizaines à quelques centaines de mètres cubes. Alors que pour des volumes de plusieurs centaines jusqu'à millions de mètres cubes, on parle d'éboulement ou d'écroulement.
- Les coulées boueuses : phénomène très rapide affectant des masses de matériaux remaniés soumis à des fortes concentrations en eau, sur une faible épaisseur. Une coulée de boue est la plus rapide (jusqu'à 90 km/h) et la plus fluide des mouvements de terrain.

Chacun de ces phénomènes a des caractéristiques et des cinétiques spécifiques distinguant leur dangerosité et la possibilité de mise en sécurité des populations.

Pour l'aléa chute de blocs, éboulement rocheux ainsi que coulée boueuse, la cinétique d'apparition du phénomène est brutale ; elle ne permet ni la mise en œuvre de mesures de sécurité pour protéger les personnes exposées, ni aux personnes menacées de se mettre à l'abri. Des accidents mortels impliquant des éboulements sont souvent à déplorer (exemple dans le département de l'Ain en 2012, en Polynésie en 2011). Dans tous les cas, quand des personnes sont exposées, ce qui reste rare, elles sont souvent condamnées.

Pour l'aléa glissement de terrain, le mouvement est généralement lent. Des indices précurseurs (déformation des structures, fissuration, moutonnement des terrains) permettent généralement de l'identifier. La cinétique laisse généralement le temps aux personnes de se mettre en sécurité. Le glissement de Morne Calebasse en Martinique est l'exemple d'un événement massif que l'on peut considérer à cinétique rapide, ayant entraîné la destruction d'une vingtaine de maison sans donner lieu à aucun dommage corporel. En général, il y a donc beaucoup moins d'accidents mortels que pour les éboulements ou chutes de blocs. Cependant, des exceptions à cinétique beaucoup plus rapides et donc plus destructrices ont déjà été observées (Citons l'évènement de Cabassou en Guyane..).

### **6.1.2. Spécificité de l'aléa mouvement de terrain par rapport aux aléas météorologiques**

#### ***Un phénomène difficilement prévisible***

Contrairement aux aléas météorologiques, l'aléa mouvement de terrain n'est pas ou très peu, « prévisible », dans le sens où souvent, aucun indice ne peut présager de l'imminence du déclenchement de l'instabilité. Les personnes ne peuvent pas compter sur des bulletins d'alerte laissant le temps au déploiement de dispositif de mise en sécurité des personnes, comme c'est le cas pour le risque inondation et cyclonique.

Cependant, des dispositifs d'alerte existent ; ils préviennent que le processus s'est déclenché. Ils nécessitent que l'objet surveillé soit identifié et localisé, ce qui n'est pas toujours le cas pour des glissements de terrain.

#### ***Un aléa non probabilisable***

De façon général, l'aléa naturel est la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel dangereux d'intensité donnée.

Contrairement à certains phénomènes naturels pour lesquels on peut estimer des périodes de retour, tels que les aléas météorologiques détaillés dans le chapitre précédent, les mouvements de terrains sont peu ou non « probabilisables ». On a donc recourt, pour estimer l'aléa, à deux paramètres relativement indépendants, la prédisposition et l'intensité.

Dans les faits, un niveau d'aléa est donc la combinaison d'un facteur appréciant la prédisposition au déclenchement du phénomène et d'un autre, relativement indépendant, évaluant son intensité. L'intensité est donc seulement l'une des deux composantes de l'aléa mouvement de terrain. Dès lors, deux types d'aléa fort existent :

- Un aléa fort d'intensité forte ;
- Un aléa fort où les facteurs de prédispositions sont nombreux mais où l'intensité est moyenne.

L'aléa tel qu'il a été évalué dans les PPR ou dans les études AG50, est défini par rapport à un aléa de référence qui dépend d'un événement historique de référence ou d'un événement plausible d'après l'expertise. Notons que l'expertise du BRGM (cf. § 0) a montré que l'aléa de référence pouvait différer selon les études AG50 et PPR.

#### ***L'intensité de l'aléa mouvement de terrain, indépendante de la vulnérabilité des individus***

L'intensité des effets d'un mouvement de terrain correspond au pouvoir destructeur intrinsèque du phénomène, indépendamment de la nature des éléments exposés. Il reste généralement, difficile à apprécier. Le Guide méthodologique sur les mouvements de terrain<sup>11</sup> propose une échelle conventionnelle pour évaluer ce niveau d'intensité selon le coût des mesures à mettre en œuvre pour s'en prémunir (Illustration 46). D'après ce tableau, un événement d'intensité

---

<sup>11</sup> Guide Méthodologique sur les mouvements de terrain. Ed. La Documentation française

majeur est défini comme ne pouvant donner lieu à des parades techniques. Dès que le niveau d'intensité est moindre, les parades deviennent techniquement envisageables. Un niveau d'intensité fort est caractérisé par « *des parades intéressant une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important et/ou techniquement difficile* ».

Niveau d'intensité	Niveau d'importance des parades
Faible	Supportable financièrement par un propriétaire individuel
Moyen	Supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petits propriétaires)
Forte	Intéressant une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important
Majeur	Pas de parade technique

*Illustration 46 : Exemple d'échelle conventionnelle d'intensité issue du Guide Méthodologique sur les mouvements de terrain. Ed. La Documentation française.*

Dans la pratique, l'intensité d'un mouvement de terrain est souvent approchée par le volume de terrain mobilisé, que cela soit pour un glissement ou un éboulement. L'illustration 3 donne des exemples de classes de volume. Pour les éboulements et chutes de blocs, l'intensité du phénomène est également souvent mesurée par l'« énergie » atteinte par les blocs en mouvement (dépendant de leur taille notamment).

Vu la définition de l'intensité, les personnes ont globalement toute la même capacité de résister à un mouvement de terrain.

Ainsi, de par les spécificités de l'aléa mouvement de terrain par rapport aux aléas météorologiques, **la zone où l'intensité des effets « menace gravement la vie humaine » est incluse dans la zone d'aléa fort, c'est-à-dire qu'elle peut être plus restreinte mais qu'en aucun cas, elle dépasse l'emprise de l'aléa fort.** Ceci est notamment dû au fait que l'intensité est indépendante de la vulnérabilité des personnes et que l'aléa de référence est indépendant ou presque d'une probabilité de retour.

### 6.1.3. Proposition de critères de sélection des bâtiments « menaçant gravement les vies humaines », dans les zones d'aléa mouvement de terrain

A partir des précisions sur la signification de l'aléa mouvement de terrain, les concepts théoriques du chapitre 4, ont d'une part été déclinés spécifiquement aux aléas mouvements de terrain (cf. Illustration 47), puis ont donné lieu à l'établissement d'un logigramme de décision (cf. § 6.1.4).



Illustration 47 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines lié à un glissement de terrain



Illustration 48 : Conditions à vérifier pour évaluer l'existence de menaces graves pour les vies humaines lié à l'éboulement d'une falaise

### 6.1.4. Le logigramme proposé pour classer les bâtiments

Le logigramme ci-dessous (Illustration 49) explicite la procédure proposée pour définir les bâtiments menaçant gravement les vies humaines dans les zones d'aléa mouvements de terrain. Les rectangles bleus correspondent aux données d'entrée. Les critères (losanges blancs) s'enchaînent séquentiellement et in fine, aboutissent à un rectangle rouge pour indiquer une situation de menace grave pour les vies humaines ou à un rectangle vert pour indiquer l'absence de menace grave.

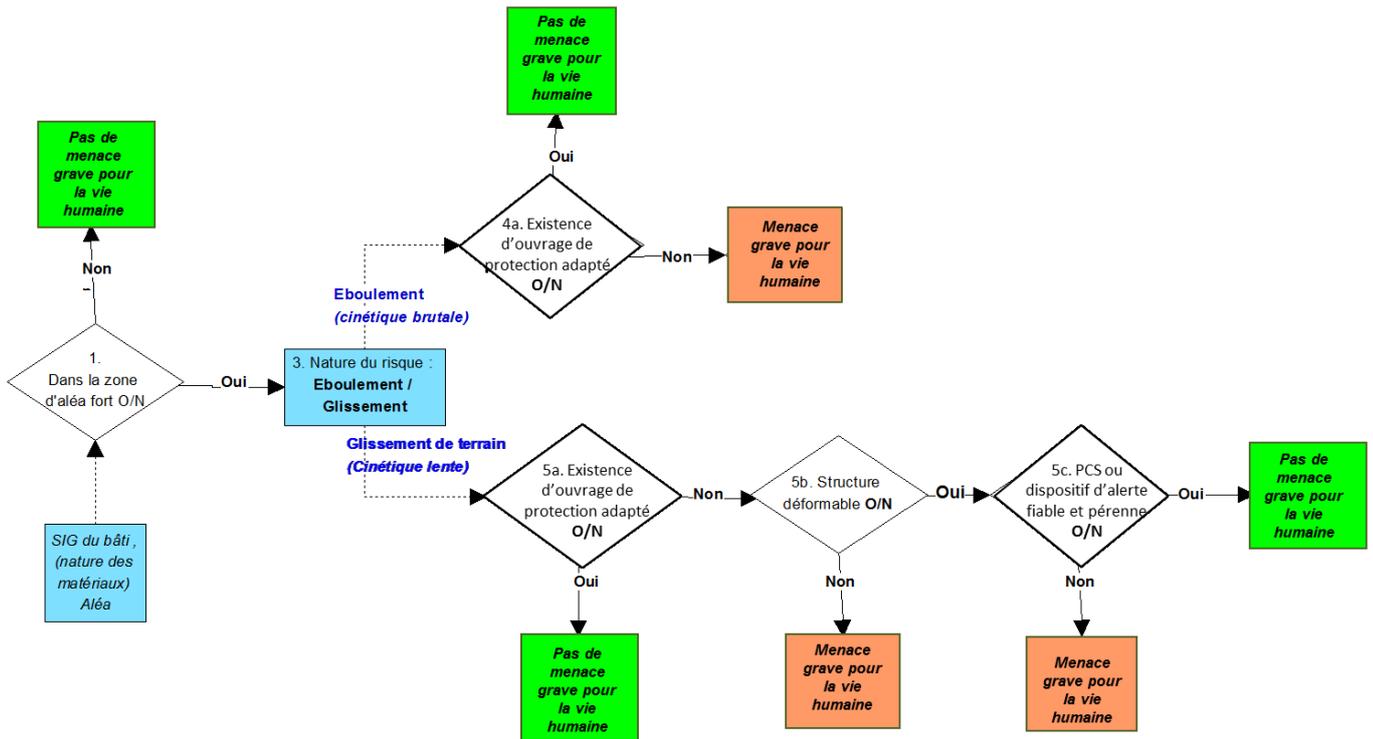


Illustration 49 : Logigramme permettant d'identifier les conditions de menace grave pour les vies humaines concernant l'aléa mouvement de terrain

## 6.2. APPLICATION

### 6.2.1. Présentation du site pilote

La commune de Petit-Bourg est située sur l'île de Basse-Terre, sur la côte au vent, face à l'océan Atlantique. Le site pilote choisi par le COPIL est la bande littorale de Bel Air à Pointe à Bacchus (cf. Illustration 50) et s'est calé plus précisément sur la zone couverte par l'étude de l'Agence des 50 pas géométriques.

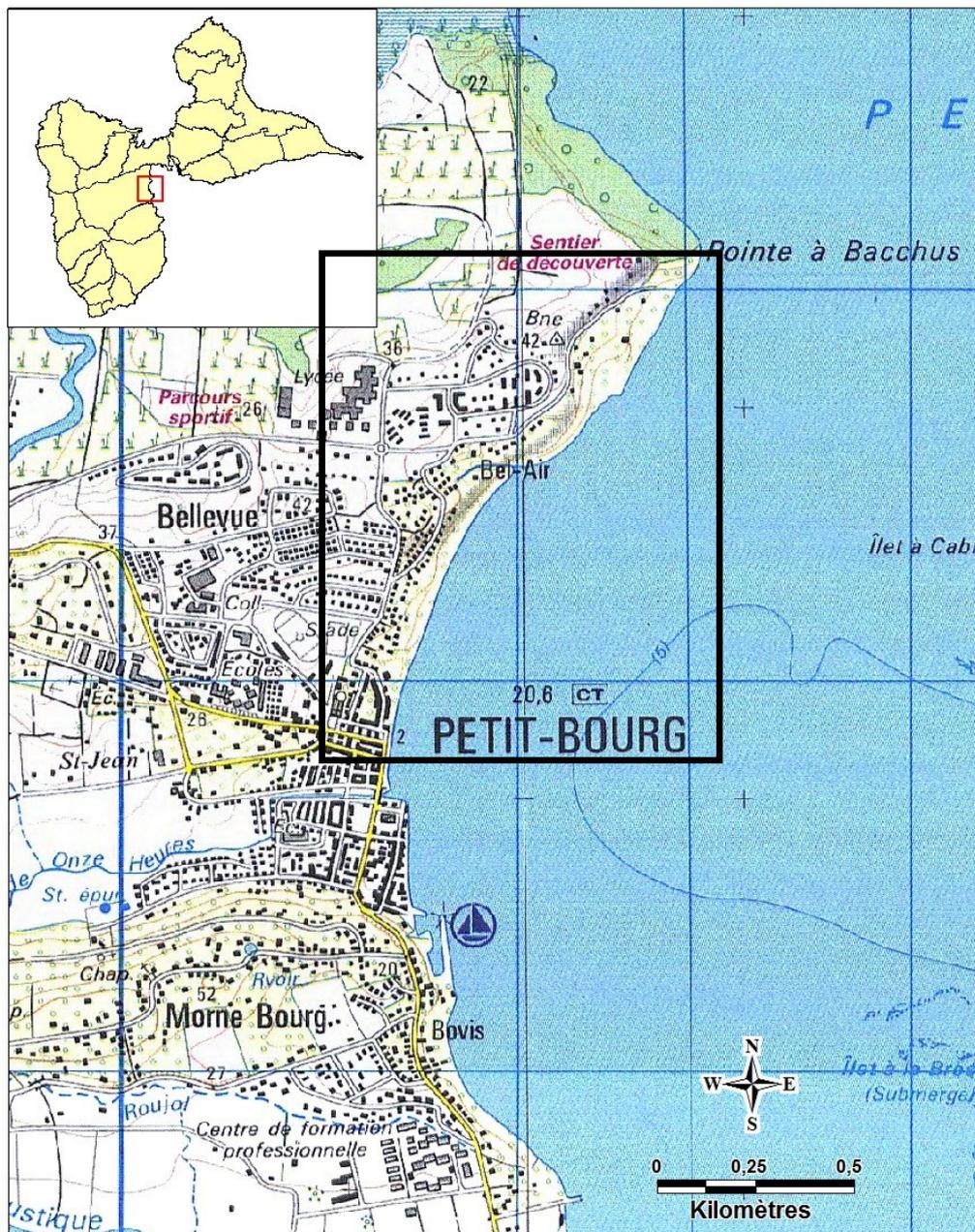


Illustration 50 : Localisation du site d'étude de « Bel air-Pointe à Bacchus »

## 6.2.2. Présentation du bâti

Sur le secteur de Bel-Air à Pointe à Bacchus, une étude descriptive du bâti a été réalisée par le bureau d'études Environnement Caraïbes, pour l'Agence des 50 Pas Géométriques (Caraïbes Environnement, 2009). Cette étude concerne 267 bâtiments (seulement 189 ayant pu être enquêtés).

Cette étude apporte un grand nombre d'information quant à la vocation du bâti, sa hauteur, son âge, la nature des matériaux employés, l'état général de la structure, des fondations, l'état des réseaux (eaux potables et usées, ...).

Trois catégories de bâtiments ont été établies en fonction du niveau de salubrité global et de la remédiation possible du bâtiment : « en bon état », « rénovation facile » ou « à détruire » (Illustration 51). On entend par « remédiation possible », la possibilité ou non de rénover un bâtiment, sachant qu'il est classé comme « irrémédiable » quand l'endommagement concerne la structure porteuse ou les fondations. 25 % de habitations enquêtées apparaissent « A détruire ».

Salubrité	Remédiabilité	Classement
Très mauvaise	Irrémédiable	A détruire
Mauvaise	Irrémédiable	
Médiocre	Irrémédiable	
Bonne	L'unité n'a pas besoin d'être remédiée	En bon état
Médiocre	Remédiable	Rénovation facile
Bonne	Remédiable	

Illustration 51 : Tableau illustrant la méthode choisie pour la classification des bâtiments, d'après l'étude Bâti (Caraïbes Environnement, 2009)

### 6.2.3. Présentation de l'aléa mouvement de terrain auquel est soumis le site pilote

Sur la commune de Petit-Bourg, deux types de mouvement de terrains sont redoutés : les glissements de terrain et l'écroulement de la falaise littorale.

Deux cartographies existent : celle de l'Agence des 50 Pas Géométriques (ANTÉA, 2005) et celle du PPR (IMSRN, 2012).

Les deux études ont été menées par expertise naturaliste, par des spécialistes géotechniciens. La méthodologie de l'étude PPR, menée à l'échelle de la commune n'est pas spécifiquement détaillée sur la zone étudiée. L'étude AG50 distingue deux phénomènes bien distincts :

- La moitié sud de la zone d'étude, quartier Bel-Air, est menacée par un sapement en pied de falaise, par l'action de la mer. Cette falaise subverticale, qui peut atteindre 15 m de hauteur, présente un faciès argileux sur toute sa hauteur. Cette érosion se traduit par la déstabilisation d'une épaisse couverture argileuse, provoquant le recul de la tête de falaise (cf. Illustration 54). Ces mouvements, majoritairement brutaux, sont considérés comme des éboulements. Plusieurs habitations ont déjà été endommagées par ce recul ; certaines sont abandonnées (Illustration 52 et Illustration 53)
- La partie nord de la zone d'étude, près de la pointe à Bacchus, plus en retrait par rapport au littoral, est menacée par des glissements de terrain. La pente du versant varie entre 30° et 45° et présente un dénivelé qui atteint une vingtaine de mètres à l'extrémité est de la zone d'étude (ANTÉA, 2005). De nombreux indices de glissement (poteau électrique penché, loupe de glissement comme celle présentée dans l'illustration 56) ont été évoqués par ANTÉA en 2005 et confirmés par l'investigation de terrain du BRGM en décembre 2012. Ces indices paraissent superficiels ; ils peuvent suggérer un mouvement d'ensemble du versant ou plus probablement d'ailleurs,

l'existence d'un ancien glissement de versant, comme pourrait en témoigner l'escarpement de plusieurs mètres en tête du versant (cf. Illustration 55). ANTÉA (2005) justifiait clairement le niveau d'aléa fort sur ce secteur par « la forte probabilité d'apparition d'un phénomène naturel d'ampleur plus faible » et reconnaissait donc, que l'intensité de l'aléa était vraisemblablement moins élevée que pour la zone précédente.

Les formations superficielles en place sont de type argile rouge bariolée provenant de l'altération des formations volcaniques. Une étude géotechnique de type G11 (ISMRN, 2009) a confirmé la présence, sur les premiers mètres, de limons et d'argiles limoneuses peu plastiques sur le secteur de Bel-Air à Pointe à Bacchus. Concernant, l'altération et la fracturation des formations en place, elles sont le plus souvent indurées au pied du talus (au niveau de la plage) et de plus en plus altérées au fur et à mesure que l'on progresse vers le haut du talus (ANTÉA, 2005).



*Illustration 52 : Quartier Bel-Air – L'exemple d'une maison menacée par l'écroulement de la falaise*



*Illustration 53 : Quartier Bel-Air - Plusieurs habitations endommagées et abandonnées suite à l'éboulement de la falaise littorale*



*Illustration 54 : Quartier Bel-Air - Recul de la tête de falaise*



*Illustration 55 : Quartier Point à Bacchus - Cicatrice d'arrachement en tête du versant*



*Illustration 56 : Quartier Point à Bacchus – Loupe de glissement en aval de la route*

### a) Cartographie de l'Agence des 50 Pas Géométriques

La cartographie d'aléa réalisée pour l'Agence le long de la bordure côtière entre les secteurs de Bel-Air et Pointe à Bachus a été réalisée à l'échelle du 1/2000 par ANTÉA en 2005 (Illustration 58). 32 bâtiments sont concernés par l'emprise de l'aléa fort.

Aléa Fort :	Nombre de bâtiments
<b>Eboulement</b>	15
<b>Glissement</b>	17
<b>Total</b>	<b>32</b>

*Illustration 57: Nombre de bâtiments situés dans la zone d'aléa fort du zonage AG50*

A l'issue de cette étude, des recommandations ont été émises par ANTÉA. Pour les bâtiments situés en aléa écoulement fort, l'évacuation a été recommandée. Pour les bâtiments situés en aléa fort et moyen glissement de terrain, une étude géotechnique spécifique (mission G11 selon la norme NF P94 500) a été recommandée pour statuer sur la stabilité globale du talus et pour définir, le cas échéant, le dispositif de confortement requis.



Illustration 58 : Carte des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort de l'étude AG50

**b) Cartographie PPR risques naturels**

La commune de Petit-bourg a bénéficié d'une réévaluation récente (2012) de la cartographie d'aléa, par le bureau d'étude IMSRN (extrait en Illustration 60). 51 bâtiments sont concernés par l'emprise de l'aléa fort mouvement de terrain. Leur répartition est donnée en Illustration 59.

Aléa Fort :	Nombre de bâtiments
<b>Eboulement</b>	32
<b>Glissement</b>	19
<b>Total</b>	<b>51</b>

Illustration 59: Nombre de bâtiments situés dans la zone d'aléa fort du zonage PPR

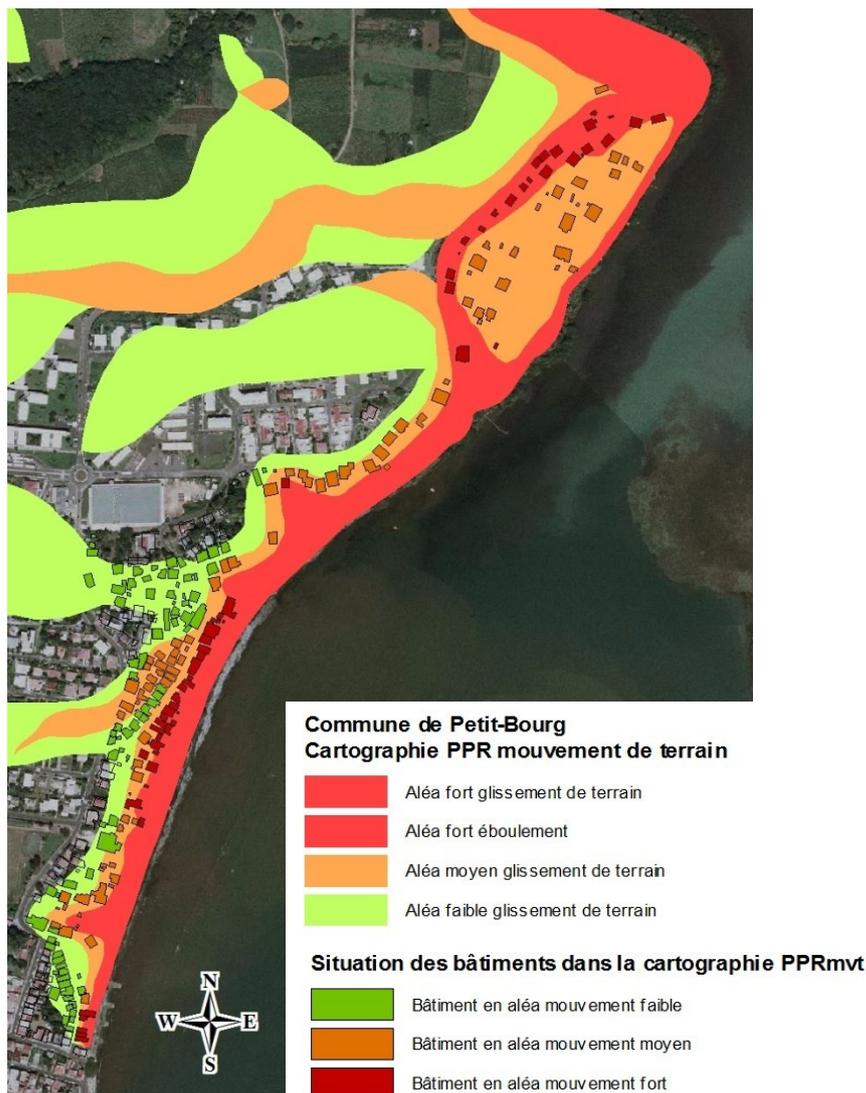


Illustration 60 : Carte des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort du PPR de 2012

#### 6.2.4. Déclinaison des critères de décision (cf. logigramme en Illustration 49)

##### **Critère 1 : Situé dans la zone d'aléa fort O/N**

L'exercice sera fait séparément, avec chacune des deux cartes d'aléa existantes (AG50 et PPR). Sur ces cartes, l'emprise de l'aléa fort ne distingue pas le type de phénomène redouté.

##### **Critère 2 : Bâtiment classé « à détruire » d'après l'étude « bâti » de Caraïbes Environnement O/N**

D'après l'étude Bâti réalisée par Caraïbes Environnement pour le compte de l'Agence sur ce quartier en 2009, un diagnostic a été établi selon le niveau de salubrité et de remédiation de chaque bâtiment quant à leur devenir.

Un certain nombre de bâtiments ont ainsi été classés « A détruire ». Sur les 380 constructions situées sur la zone d'étude, 44 (soit 24 %) sont classées « A détruire ». Ces bâtiments ne garantissent pas la sûreté pour la vie des résidents et constitue donc, par définition, une menace grave pour la vie humaine en prendre en compte au même titre que l'aléa.

### ***Critère 3 : Nature du risque Éboulement/Glissement E/G***

Sur la commune de Petit-Bourg, deux types de mouvement de terrain, qui se distinguent par leur cinétique, sont redoutés : les glissements de terrain et l'éroulement de la falaise littorale.

Dans le cas d'un éboulement de terrain, la rupture se fait brutalement souvent sans indice préalable, ne permettant à personne de se mettre en sécurité ; il n'existe pas de dispositif d'alerte compatible avec la mise en sécurité des personnes, en tête de falaise notamment. Pour les glissements de terrain, la cinétique est souvent plus lente.

Cartographiquement, le niveau d'aléa fort regroupe sans distinction, ces deux types de phénomène. Cependant, l'étude AG50 les a explicitement distingués (cf. Illustration 58) : au nord, glissement, au sud, éboulement de la falaise. Pour la cartographie de l'aléa PPR, la nature du risque redouté sur chaque parcelle, sera précisée à partir de l'investigation de terrain du BRGM.

### ***Critère 4a/5a : Existence d'ouvrage de protection O/N***

D'après les définitions conventionnelles de l'aléa fort, les parades restent soit « intéressants une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important » (intensité forte), soit éventuellement « supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires » (intensité moyenne) (cf. Illustration 46), ceci dépendant du niveau respectif de l'intensité et de la prédisposition.

Il n'existe actuellement aucun ouvrage de protection sur les secteurs étudiés. Pour les sites étudiés :

- L'aléa fort dans le quartier Bel-Air correspond à l'éboulement d'une falaise de maximum 15 m de hauteur, soit un éboulement possible de plusieurs milliers de mètres cubes, contre lequel il reste difficile de se protéger ;
- L'aléa glissement dans le quartier Point à Bacchus correspondrait, d'après l'étude AG50, à un niveau d'intensité modéré avec des facteurs de prédispositions importants. Dans ce cas-là, les parades peuvent devenir « supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires ». Cependant, d'après l'investigation de terrain, les instabilités superficielles pourraient également suggérer un mouvement d'ensemble du versant ou la réactivation d'anciennes masses glissées. Dans cette hypothèse, il est nécessaire de connaître l'emprise et la profondeur de la semelle de glissement, avant d'envisager un dispositif de protection efficace.

Cependant, dans l'absolu, certains ouvrages de protection pourraient être considérés comme suffisants pour protéger de menace grave les vies humaines, sous réserve de satisfaire un certains nombres de critères strictes et exigeants. On pourra se référer pour cela aux

recommandations émises par le COTECH 2<sup>12</sup>, qui précisent les conditions dans lesquelles un niveau d'aléa fort serait réductible derrière un ouvrage de protection.

### ***Critère 5b : Structure déformable O/N***

Le comportement d'un bâtiment soumis à une déformation dépend de la nature de sa structure.

Une structure rigide (béton par exemple) se déformera essentiellement, de façon cassante. Des indices de déformations de la structure ainsi que leur évolution seront donc observables (fissures principalement..).

A l'inverse, une structure plus « souple », par exemple en bois, aura un comportement plutôt élastique, c'est-à-dire que l'accumulation des déformations se fera sans manifestation visible, jusqu'au dépassement d'un seuil qui entrainera des déformations irréversibles. Dans ce cas, il y a une menace grave sur la vie humaine.

Les informations sur la nature de la structure, ont été tirées de l'étude Caraïbes Environnement (2009), quand ils étaient disponibles. Les habitations classées « A détruire » sont considérées comme non rigides.

### ***Critère 5c : PCS ou dispositif d'alerte fiable et pérenne O/N***

Une gestion de crise adaptée permet d'éviter des menaces graves sur la vie humaine, pour des événements de masse à cinétique lente, comme la plupart des glissements de terrain.

Citons de nouveau le récent glissement de Morne Calebasse (Fort-de-France), de plusieurs millions de mètres cubes, qui s'est étalé sur plusieurs jours en avril 2011. Les déplacements étaient de l'ordre de la dizaine de centimètres par jour, avec une aggravation quotidienne des crevasses et déformations au bâti. La gestion de crise quotidienne par un ensemble d'acteurs a permis d'éviter toute victime malgré la vingtaine de maisons détruites emportés par la masse en mouvement. Ainsi, la ville de Fort-de-France a ajusté quotidiennement le plan d'évacuation des habitations menacées à l'évolution du phénomène.

La commune de Petit-Bourg ne bénéficie pas de Plan Communal de Sauvegarde. A ce titre, on ne peut pas considérer que la gestion de la crise soit optimale. D'après la cartographie des aléas cyclonique, inondation, et mouvements de terrain, nous pouvons simplement conclure de la non vulnérabilité fonctionnelle des secours (Marie, Gendarmerie, Police ainsi que Service Départementale de l'Incendie et de Secours (SDIS) sans préjuger ensuite de la vulnérabilité du réseau routier, par exemple. Il est important de considérer ces 3 aléas puisqu'un mouvement de terrain est souvent déclenché par un événement météorologique.

Techniquement, un dispositif d'alerte serait envisageable pour des phénomènes de grande ampleur mais reste onéreux et exigeant. Plusieurs exemples existent (suivi tachéomètre permanent, DGPS permanent, station sismique..) mais essentiellement opérationnelles pour surveiller des enjeux de type routes. Les retours d'expérience ont tendance à montrer que ces dispositifs d'alerte sont à réserver à des périodes limitées dans le temps mais sont difficilement envisageables de manière pérenne.

---

<sup>12</sup> Révision des guides PPRN de montagne. Cotech 2 : constructibilité à l'aval d'un ouvrage de protection en montagne. Document du COTECH 2, rédigé le 23 juin 2014.

### 6.3. COMPTAGE DES BÂTIMENTS

Le logigramme de l'illustration 49 a été appliqué à l'ensemble des bâtiments situés dans l'emprise de l'aléa fort mouvement de terrain. L'illustration 62 représente les résultats de l'exercice pour la carte d'aléas de l'étude AG50 et l'illustration 63, pour la carte d'aléa du PPR.

L'illustration 61 synthétise le nombre de bâtiment identifiés comme menaçant gravement la vie humaine.

Ce nombre diffère selon la cartographie d'aléa considérée. Le choix de la cartographie d'aléa qui fait foi n'est pas l'objet de cette étude. L'expertise du BRGM (cf § 3.2.2) a montré combien il était délicat de juger la pertinence d'études largement basées sur de l'expertise.

Cartographie	Risques	Nombre de bâtiment dans la zone d'aléa fort	Nombre de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine »	Pourcentage de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine »
AG50	Mouvement de terrain	32	24 (dont 5 sans donnée disponible)	75 %
PPR	Mouvement de terrain	51	42 (dont 5 sans donnée disponible)	82%

Illustration 61 : Nombre de bâtiments « qui menacent gravement la vie humaine »

Ainsi, la plupart des bâtiments soumis à un aléa mouvement de terrain de niveau fort sont considérés « *menacer gravement la vie humaine* » (entre 75 et 82 % des bâtiments). Cependant, cette étude a permis d'identifier certaines configurations spécifiques, pour lesquels, il peut être intéressant de s'interroger sur la « *menace grave sur la vie humaine* ». Sur notre site pilote, il s'agit seulement des bâtiments du quartier Pointe à Bacchus (donc seulement concernés par un glissement en terrain), ayant une structure cassante (« dure »), sous condition d'existence de dispositif de gestion de crise adéquate.

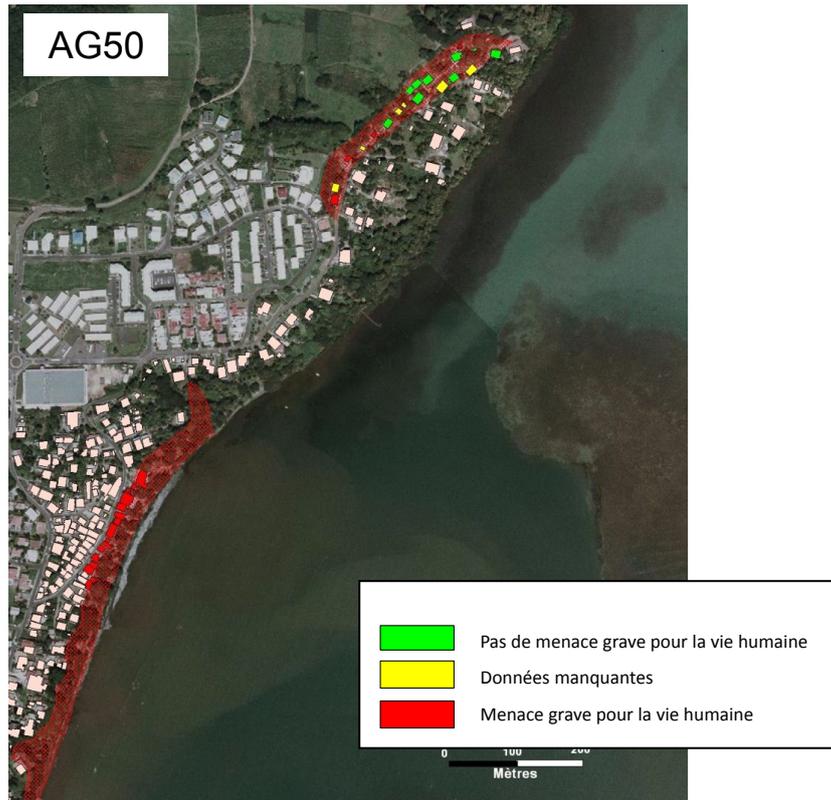


Illustration 62 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 49 pour estimer la menace grave pour la vie humaine pour les mouvements de terrain, à partir de la cartographie d'aléa AG50

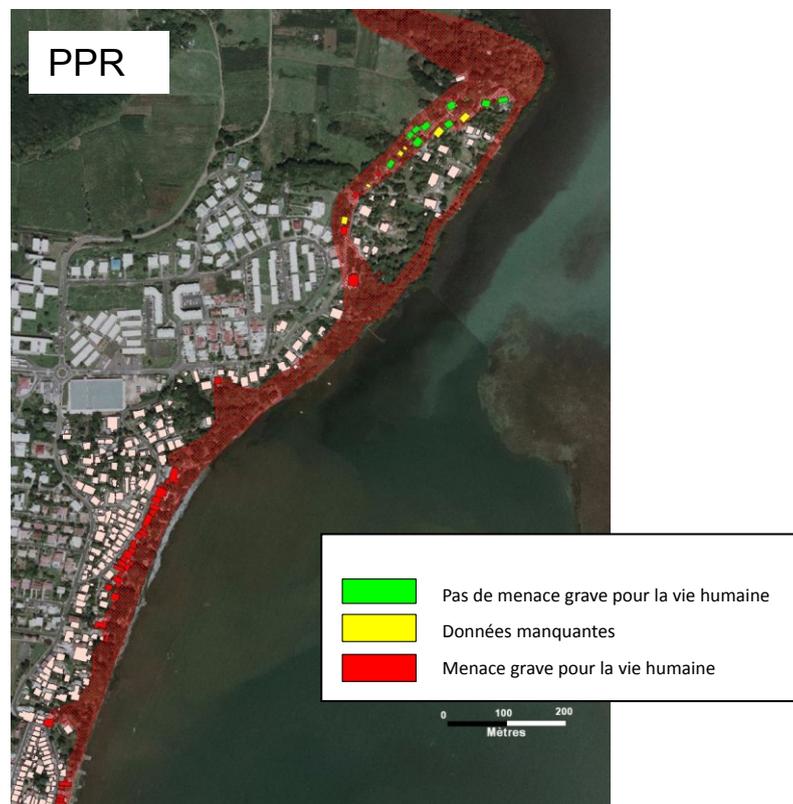


Illustration 63 : Résultats de l'application du logigramme de l'illustration 49 pour estimer la menace grave pour la vie humaine pour les mouvements de terrain, à partir de la cartographie PPR 2012

## 6.4. CONCLUSION ET LIMITE DE L'APPROCHE

### 6.4.1. Préconisation sur l'utilisation des résultats

Rappelons que la déclinaison au site pilote de Petit Bourg a été faite à partir d'une investigation rapide de terrain, dont l'objectif est de tester l'applicabilité de la loi Letchimy et non de servir de résultats tel quel.

La pertinence et la fiabilité de la cartographie de l'aléa reste le point important qui conditionne directement les bâtiments concernés. L'aléa tel qu'il a été évalué dans les PPR ou par l'AG50, est défini par rapport à un aléa de référence qui dépend peu d'une probabilité de retour mais plutôt d'un événement historique de référence ou plausible d'après l'expertise. Le BRGM a montré que l'aléa de référence pouvait parfois différer selon les études AG50 et PPR (cf. § 3.2.2). Dans le site pilote, ce n'est pas le cas.

A partir de cet exercice, plusieurs bâtiments ont été identifiés comme ne « *menaçant pas gravement la vie humaine* ». Ceci reste une première liste de bâtiment ; le principe de sélection reste à valider.

Il a ainsi été mis en évidence :

- 1) L'éboulement de falaise est un phénomène qui menace quasiment systématiquement la vie humaine ;
- 2) Contrairement aux aléas météorologiques, la capacité des personnes à se mettre à l'abri et donc la vulnérabilité des personnes, n'intervient pas ou très peu pour les mouvements de terrain ;
- 3) Considérer certaines habitations comme ne menaçant pas gravement la vie humaine serait donc envisageable pour un glissement de terrain lent mais reste une décision délicate à entériner collégialement avec les services de l'Etat.

### 6.4.2. Limite de l'approche

#### ***Pérennité des critères***

La pérennité dans le temps de la satisfaction des critères reste une des limites principales des propositions de cette étude.

Concernant les glissements de terrain, le logigramme permet d'identifier des habitations qui ne menacent pas les vies humaines à un instant donné, basé notamment sur la capacité des structures à se déformer et ainsi à donner l'alerte. Si des déformations irréversibles venaient à se déclencher, le diagnostic serait amené à évoluer.

#### ***Evolution assurée de l'emprise de l'aléa éboulement fort à moyen terme***

A un instant donné, les secteurs concernés par une menace grave pour les vies humaines sont nécessairement situés à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort mouvement de terrain, d'après la définition de celui-ci. Cependant, l'emprise de l'aléa éboulement falaise est amenée à évoluer avec le recul de la falaise. Les bâtiments situés en seconde ligne et localisés actuellement en aléa de niveau moyen, pourraient être menacés par une menace grave à moyen terme.

## 7. Conclusion

L'expertise des études d'aléas commandées par l'Agence, s'est avérée délicate par le manque de précision sur la méthodologie et les données d'entrée considérées. La transposition (dans une logique PPR) des études de l'Agence qui bénéficient pourtant la plupart du temps de meilleures données topographiques, n'est, dans la plupart des cas, pas conseillée. Des nuances concernant les différents aléas (inondation, submersion marine et mouvement de terrain) sont apportées dans le corps du texte.

Un des objectifs de l'étude est de circonscrire, si cela se justifie, à l'intérieur des zones d'aléa fort, les zones qui relèveraient de la loi Letchimy et qui, à ce titre, bénéficieraient d'indemnisation et de relogement.

L'application à deux sites pilotes (centre-bourg de Deshaies et quartier Bel Air et Pointe à Bacchus à Petit-Bourg) a permis, à partir de concepts théoriques, de proposer des critères d'applicabilité pratiques de la loi Letchimy à l'intérieur de la zone d'aléa fort.

En approfondissant les concepts théoriques, les phénomènes mouvement de terrain et météorologique se sont avérés très différents, par plusieurs aspects :

- La cinétique des phénomènes météorologiques permet le déploiement d'un dispositif de mise en sécurité des personnes alors que c'est rarement le cas pour un mouvement de terrain ;
- L'intensité de l'évènement redouté est indépendante de la vulnérabilité des personnes pour un mouvement de terrain, alors que ces deux variables sont largement dépendantes pour les aléas météorologiques.

Concernant les aléas météorologiques, l'étude s'est donc concentrée sur les critères relevant des possibilités de mise en sécurité des personnes pour identifier les bâtiments menaçant gravement les vies humaines. Il ressort que les bâtiments à vocation commerciale ne menacent pas gravement les vies humaines. Pour les bâtiments d'habitation, le diagnostic est beaucoup plus délicat et demande une expertise fine de terrain. Un premier tri a permis d'identifier un certain nombre de bâtiments qui menacent clairement les vies humaines : ceux situés en zone de déferlement ainsi que les maisons de plain-pied.

Concernant l'aléa mouvements de terrain, la démarche a consisté à préciser l'aléa et les facteurs de réduction de la vulnérabilité. Il ressort que tous les bâtiments menacés par un éboulement de falaise, menacent gravement les vies humaines. Cependant, cette étude a permis d'identifier certaines configurations spécifiques, pour lesquels il est possible de s'interroger sur la « *menace grave sur la vie humaine* », notamment certaines habitations menacées par des glissements de terrain, sous condition d'existence de dispositif de gestion de crise adéquate. Considérer certaines habitations comme ne menaçant pas gravement la vie humaine dans la zone d'aléa fort glissement, est donc envisageable mais reste une décision délicate, à entériner collégalement avec les services de l'Etat.

Pour répondre à la préoccupation de la DEAL, l'applicabilité de la loi Letchimy a été testée à l'intérieur de l'emprise de l'aléa fort. Il faut cependant noter que, pour les aléas météorologiques, l'emprise de l'aléa fort ne suffit pas à circonscrire les zones qui menacent également gravement la vie humaine. Les niveaux de risque acceptables pour les PPR (mesure statistique du risque) ne sont pas les mêmes que ceux fixés pour l'applicabilité de la loi

Letchimy. Il est normal que la notion de menace grave pour les vies humaines soit donc fondée sur des critères beaucoup plus restrictifs que ceux qui président à la délimitation du zonage PPR.

Enfin, cette étude soulève l'existence de zones d'aléa fort qui menacent gravement les vies humaines et qui, situées en dehors de la bordure littorale gérée par l'Agence, ne font l'objet d'aucune mesure d'expropriation.

## 8. Bibliographie

- **Études d'aléas et plan de prévention des risques**

Le PPR : un outil pour une stratégie globale de prévention. MEDDE

Plan de prévention des risques littoraux (PPRL). Guide méthodologique. La documentation française.

Plan de prévention des mouvements de terrain (PPR). Guide méthodologique. La documentation française.

Plans de prévention des risques naturels (PPR) – Risques d'inondation ». Guide méthodologique. La Documentation française, 1999

Atlas communaux des risques naturels de la Martinique et de la Guadeloupe (1995-1999), BRGM

LCPC (2000). Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain – Collection Environnement. Les risques Naturels, LCPC, Paris, 131 p.

COTECH2 (2014). Révision des guides PPRN de montagne. Cotech 2 : constructibilité à l'aval d'un ouvrage de protection en montagne. Document rédigé le 23 juin 2014.

- **Site pilote**

GÉOTER (2005). Plan de prévention des Risques Météorologiques et géologiques. Côte-sous-le-Vent de la Guadeloupe. Commune de Deshaies. Rapport de présentation. Rapport GTR/DDEG/0305-226/2. Avril 2005

GÉOTER (2005). Plan de prévention des Risques Météorologiques et géologiques. Côte-sous-le-Vent de la Guadeloupe. Commune de Deshaies. Atlas cartographiques. Rapport GTR/DDEG/0405-226/2. Avril 2005

GÉOTER (2004). Etude de risque sur la zone dite des 50 pas géométriques. Commune de Deshaies (secteur du bourg). Rapport GTI/AG50/0104-40. Janvier 2004. 3 annexes. 5 cartes.

Caraiïbes Environnement (2009). Etude de Bâti. Bel Air/ Pointe à Bacchus, Commune de Petit Bourg, Rapport de Synthèse Rapport n°47F5-R1037/09/IJ/CRA VF du 25 novembre 2009. 3 annexes.

ANTÉA (2005). Opération d'aménagement dans la zone des 50 pas géométriques – Quartier Bel-Air – Pointe à Bacchus. Commune de Petit Bourg – Guadeloupe. Etude de risques naturels. A 37 406 – version 1. 8 annexes.

IMSRN (2009). Etude des sols. Rapport de présentation. Commune de Petit-Bourg, Guadeloupe. Zone de Bel-Air à Pointe à Bacchus.

IMSRN (2011). Plan de prévention des Risques Cyclonique – Inondation – Mouvement de terrain – Sismique. Commune de Petit-Bourg. Rapport préliminaire. Grands principe de la cartographie de l'aléa. Septembre 2011.

- **Xynthia**

Circulaire ministérielle du MEEDDM du 7 avril 2010 relative aux mesures à prendre suite à la tempête Xynthia

Circulaire ministérielle du 18 mars 2010 relative à la méthode de définition des zones d'extrême danger

Pitié, C. et Puech, P., 2010 : Expertise complémentaire des zones de solidarité délimitées en Vendée suite à la tempête Xynthia survenue dans la nuit du 27 au 28 février 2010 : Rapport de la mission n°007336-01 du 16 septembre 2010, conseil général de l'environnement et du développement durable, 58p. + annexes cartographiques.

Pitié C., Bellec P., Maillot H., Nadeau J., Puech P., 2011 : Expertise des zones de solidarité Xynthia en Charente-Maritime, Rapport principal : Rapport de la mission n°007336-02 du 15 janvier 2011, conseil général de l'environnement et du développement durable, 66p. + annexes cartographiques.

Anziani A., 2010a : Rapport d'information sur les conséquences de la tempête Xynthia (rapport d'étape), n°554, SENAT, 100p.

Anziani A., 2010b : Xynthia, une culture du risque pour éviter de nouveaux drames (rapport d'informations), n°647, SENAT, 100p.

- **Dangerosité**

Circulaire du ministre du travail français en date du 25 mars 1993

Code de l'environnement, art. L512-1, art. L125-2

Code de l'environnement, arrêté du 29 septembre 2005, art. 9 et art. 10

Code de l'environnement, arrêté du 29 septembre 2005, annexe 2 et annexe 3

Code pénal, art 322-12 et art. 222-17

Loi n°2003 du 30 juillet 2003

NICOLAÏ JP, Le concept de vulnérabilité, lettre n°37, septembre 2007, OTC Groupe

TISSOT.S, Détermination des Seuils d'Effets Létaux 5% dans le cadre des réflexions en cours sur les PPRT, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 3 Août 2004.

WINOGRAD.M, Concepts, cadres et méthodologies pour évaluer la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation, Climate Change, Capacity Development

## **Annexe 1**

### **Expertise de 11 études AG50 en aléa submersion**



Zone d'aléa fort dans l'emprise des 50 pas géométriques de Guadeloupe

			SITE	Caractérisation de l'aléa															CARTOGRAPHIE		
Commune	Secteur	Attributaire	Topo disponible / Echelle de travail		Scénario marée		Scénario surcote			Scénario vagues			Set-up		Run-up		Cote totale considérée		Méthode pour limiter les classes d'aléa		
			source	rendu	type	valeur (m)	source	type	valeur (m)	source	type	valeur (Hs(m)/TP(s))	méthode	valeur (m)	méthode	valeur (m)	valeur "statique" (m)	valeur "dynamique" (m)	Fort	Moyen	Faible
ANSE BERTRAND	Boulevard Mortenol	ANTEA	carte IGN pour la bathymétrie et plan topographique d'OPSA CARAIBES (1/1000)	1/2000	PMVE	0,4	MF97	C4 (dit centennal)	0,52	récits historiques	C4 (dit centennal)	10m/10s	"shore protection manual"	1,64	"shore protection manual"	2,46	2,56	3,36	bande d'impact de la houle de 25m	X	
SAINTE-ROSE	Cité Charles Gabriel	ANTEA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
LAMENTIN	Blachon	GEOTER	Points cotés de l'AG50	1/2000	PMVE	0,4	LENNY + MF97	LENNY + C3	3	négligé	non	non	non	non	non	non	3	3	bande de 10m à 50m (zone d'impact de la houle) + zones submergées de plus de 1m	tous les secteurs mouillés ne relevant pas de l'aléa fort	zones situées entre 2.5m et 3m d'altitude
BAIE-MAHAULT	Bourg	Carabes environnement	X	X	non	non	MF02	maximal (entre 1900 et 2000)	2.6 à 3	temoignages	Hugo 1989	1,5	non	non	non	non	X	non	X	X	X
BAILLIF	Bourg	GEOTER	Relevé de géomètre demandé par AG50 au 1/1000 avec semi de points cotés	X	PMVE	0,4	MF02	centennal	0,6	X	centennal	10m/10s	"shore protection manual"	1.3 à 2.4	non	non	2.3 à 3.4	non	bande de 30m (zone d'impact de la houle) + zones submergées de plus de 1m par la surcote statique	zones submergées entre 1m et 50cm par la surcote statique	zones submergées de moins de 50cm par la surcote statique
BOUILLANTE	Fromager	Carabes environnement	X	X	non	non	MF02	centennal	0,5	MF02	centennal	10m/10s	non	non	non	non	1,5	non	zone de déferlement des vagues	X	X
	Bourg - Descoudes	ANTEA	carte IGN pour la bathymétrie et du plan topographique d'OPSA CARAIBES au 1/1000	1/2000	PMVE	0,4	MF97	C4 (dit centennal)	0,55	récits historiques	C4	10m/10s	"Shore protection manual"	1.31 à 1.56	"Shore protection manual"	négligeable	2.26 à 2.51	2.26 à 2.51	bande d'impact de la houle de 25m à 30m	X	X
CAPESTERRE BELLE EAU AG50	Sainte Marie	Carabes environnement	X	X	non	non	MF02	centennal	0,6	négligé	non	non	négligé	non	non	non	0,6	0,6	X	X	X
	Saint Sauveur	ANTEA	carte IGN pour la bathymétrie et du plan topographique d'OPSA CARAIBES au 1/1000	1/2000	PMVE	0,4	MF97	C4 (dit centennal)	0,75	récits historiques	C4	10m/10s	"shore protection manual"	1.4 /à 1.51	"shore protection manual"	négligé	2.55 à 2.66	2.55 à 2.66	bande d'impact de la houle de 25m )	X	X
	Moulin àEau	GEOTER	semi de points cotés au 1/5000	1/2000	PMVE	0,4	MF97 et MF02	C5 (dit maximal)	1	MF02	maximal	10m/8s	"shore protection manual"	0,5	logiciel CHAMP de la FEMA (pas clair du tout, pas détaillé)	0,5	1,9	2,4	bande de 10m à 50m (zone d'impact de la houle) + zones submergées de plus de 1m	tous les secteurs mouillés ne relevant pas de l'aléa fort	X





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Service géologique régional de Martinique**

Adresse : 4 lot. Miramar

Route Pointe des Nègres

97200 – Fort de France - France

Tél. : 05 96 71 17 70