

Changement Climatique et Conséquences sur les Antilles Françaises



**WP5 –Synthèse et vulgarisation : géo-indicateurs du CC et des risques,
Communication et valorisation des résultats**

Indicateurs de vulnérabilité

Stéphanie Defossez, Monique Gherardi, Lucy Cargnelutti, Samuel Battut, Victoria Bigot, Tony Rey, Matthieu Péroche, Frédéric Leone.

Relevés de terrain effectués sur la période juillet 2017 à mars 2018

Sommaire :

Contexte de l'étude.....	3
Les îles de Guadeloupe : un contexte géographique vulnérable ?.....	4
Un territoire exposé aux risques hydro-climatiques	6
Identification des communes les plus exposées.....	6
Diagnostiquer la vulnérabilité.....	10
Analyse par critère.....	13
Résistance de la structure.....	18
Résistance de la toiture.....	19
Résistance du bâti (structure et toiture)	20
Hauteur du bâtiment.....	21
Niveau de l'aire du plancher	22
Gabarit du bâtiment (hauteur et niveau plancher).....	23
Issue	24
Accessibilité.....	25
Analyse par commune	26
Morne à l'Eau	28
Terre-de-Haut	29
Saint-Louis (Marie-Galante)	30
La Désirade	31
Grand-Bourg (Marie-Galante).....	32
Saint-François	33
Port-Louis.....	34
Le Moule.....	35
Bouillante.....	36
Deshaies.....	37
Le Lamentin.....	38
Sainte-Anne.....	39
Conclusions :.....	41
Références citées dans le texte.....	42
Table des figures et tableaux.....	43

Contexte de l'étude

Dans le cadre du WP5 et notamment l'aspect socio-économique et stratégies d'atténuation, l'UMR GRED a engagé l'analyse et la cartographie de la vulnérabilité dans les communes identifiées les plus exposées aux conséquences du changement climatiques (événements cycloniques et élévation du niveau marin). En effet, la vulnérabilité figure parmi les géo-indicateurs du changement climatique et des risques. Sans s'attarder sur la définition de cette notion, la vulnérabilité se caractérise comme une composante du risque et renvoie aux enjeux « éléments exposés [qui] se caractérisent par différentes formes de vulnérabilités qui les rendent plus ou moins sensibles à l'endommagement ou au dysfonctionnement » (Leone et *al.*, 2010 : 31). Dans le cadre de cette étude la vulnérabilité s'inscrit dans une démarche d'évaluation sur la base de critères prédéfinis adaptés au contexte local. Le changement d'échelles spatiales offre une vision de la vulnérabilité du territoire guadeloupéen à échelle communale et inter communale ainsi qu'à échelle infra-communale (celle du bâti). La vulnérabilité intrinsèque est étudiée mais elle est mise en perspective par rapport à un type de risques, les risques hydro-climatiques. L'étude fine à échelle du bâti donne l'opportunité d'évaluer la vulnérabilité humaine liée à la dangerosité du bâti et implicitement, en partie la vulnérabilité matérielle (niveau d'adaptation du bâti ?). Cette démarche permet non seulement d'identifier la vulnérabilité mais aussi d'envisager des stratégies de réduction de la vulnérabilité (adaptation du bâti, anticipation des évacuations).

Les zones étudiées en Guadeloupe ont été définies en fonction de l'exposition aux risques d'enjeux matériels et humains. Le projet s'inscrit dans la perspective du changement climatique, dont les effets induits concernent l'élévation du niveau marin et une potentielle influence sur l'intensité et/ou la fréquence des événements cycloniques notamment, dont l'inondation est une des conséquences. Aussi, la zone d'exposition au risque considérée dans cette étude concerne la zone d'intersection entre la zone d'aléa cyclonique (submersion marine) et la zone d'inondation (débordements de cours d'eau) et pour deux communes n'étant pas soumise à l'inondation par débordement de cours d'eau (Le Moule et Saint-François), la zone d'aléa cyclonique uniquement. Les enjeux correspondent à des zones fortement urbanisées comprenant des bâtiments d'habitation et des commerces. L'analyse des zones d'enjeux a fait émerger 13 sites d'étude. L'objectif est de diagnostiquer la vulnérabilité humaine liée à la dangerosité du bâti mais induit la vulnérabilité physique des bâtiments.

Les îles de Guadeloupe : un contexte géographique vulnérable ?

Les îles de Guadeloupe (Grande-Terre, Basse-Terre, les Saintes, la Désirade et Marie Galante) se caractérisent par une topographie accidentée (mornes) et une bordure littorale composée de côtes rocheuses (ex : Anse Bertrand) et de côtes basses meubles (ex : Sainte Anne, Saint François). Les populations (3970990 habitants au RP 2015 de l'INSEE) ont favorisé leur implantation dans les zones plus accessibles (même si l'intérieur est occupé) en bordure littorale. Cette configuration géographique entre des zones basses littorales et des escarpements marqués à l'intérieur des terres induit un réseau de communication principal (routes nationales) dans la bande côtière. Comme dans de nombreux espaces insulaires une route nationale unique donne accès à toute l'île Cette configuration d'accès unique présente de fait une vulnérabilité forte. Tout événement naturel (ou anthropique) coupant l'accès à cette route condamne les zones concernées à l'isolement. Les ressources économiques proviennent du secteur primaire avec les cultures de bananes, canne à sucre/rhum, fragiles face aux phénomènes hydro-climatiques, ainsi que du secteur tertiaire avec les services et le tourisme notamment. L'implantation des sociétés représentent des enjeux matériels et humains au cœur de cette étude réalisée à échelle individuelle (du bâti).

En Guadeloupe, parmi les 223 722 logements recensés, 77% sont des résidences principales, le reste étant réparti entre les résidences secondaires et logements occasionnels (8%) et les logements vacants (15%) (Source INSEE, Dossier complet Guadeloupe). Comparé au territoire métropolitain, les îles de Guadeloupe comptent double de logements vacants, phénomène qui s'explique en partie par le décès des propriétaires et les problématiques de successions qui s'ensuivent. Concernant les types de logements, la répartition ne reflète pas les territoires français, en effet la majorité des habitations sont des maisons individuelles (74,9%) et 23,7% des appartements. La proportion de maisons individuelles est plus élevée (10 points environ) que dans les autres territoires d'outre-mer antillais (63% de maisons individuelles en moyenne) alors que la répartition est plus égale sur le territoire métropolitain avec respectivement 56,2% et 42,6%. La typologie des logements présente par conséquent une vulnérabilité individuelle plus importante. Les données statistiques affichent a priori une vulnérabilité de ces logements assez faible (fig. 1) puisque la majorité du bâti (92,5%) maisons ou immeubles sont construits en dur, une part très basse des constructions en bois (5,1) et moins encore de cases traditionnelles (1,8%) (INSEE, 2015). Cette répartition est comparable aux autres territoires d'outre-mer antillais. Cependant, dans le détail, ce constat sera nuancé (cf infra).

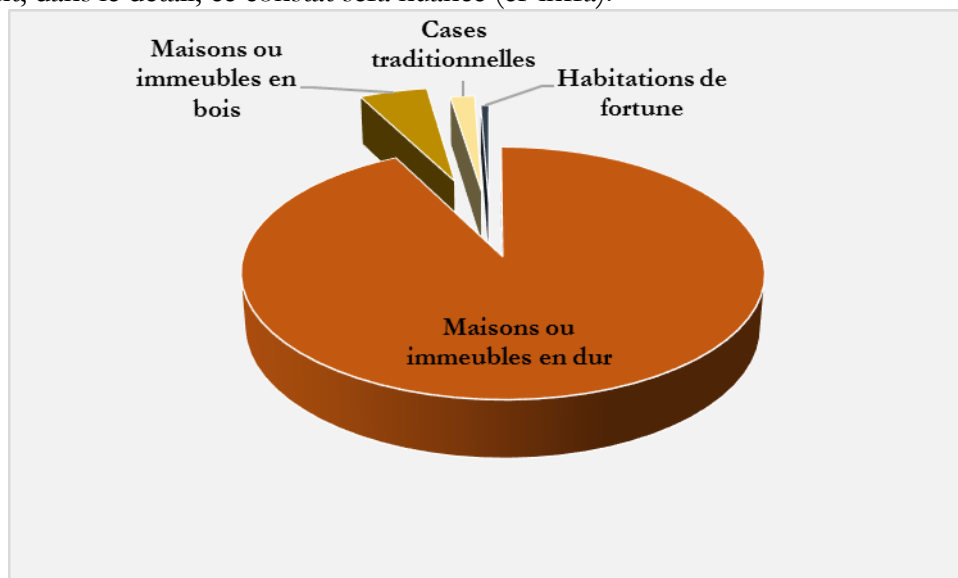


Figure 1 : Répartition du type de bâti selon l'INSEE (2015).

L'urbanisation croissante dans les îles de Guadeloupe participe au développement de cet espace insulaire mais participe à un accroissement des enjeux exposés aux risques naturels.

Les enjeux urbains et humains croissent depuis une cinquantaine d'années à grande vitesse, le taux de croissance de la tâche urbaine en Guadeloupe de 1955 à 2010 atteint plus de 300% (passant d'environ 3,7 km² à 16 km²). De nombreuses communes passent de quelques habitants à plusieurs milliers, cette croissance démographique s'accompagnant de constructions (fig. 2, exemple de Port-Louis).



Figure 2 : Evolution de la zone urbanisée à Port-Louis entre 1950 et 2013.

Les données INSEE (RP 2015) des périodes de 1971 à 1990 et 1991 à 2005 affichent des records de constructions de nouveaux logements : plus de trois quarts des logements construits en Guadeloupe datent de ces périodes alors que la croissance a débuté déjà dans la période 1945-1970 (Fig. 3).

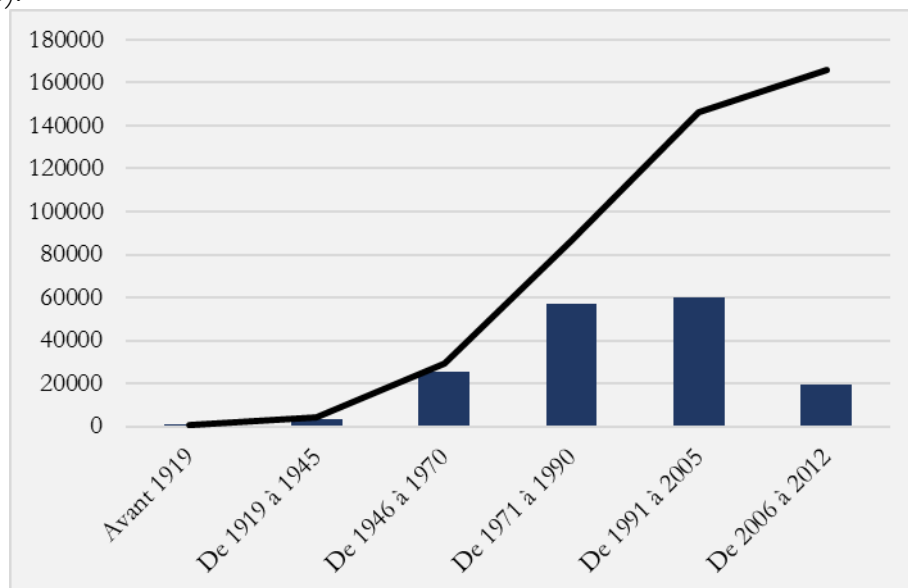


Fig.3 : Répartition des résidences principales en 2015 selon la période d'achèvement (avant 2013) en nombre par période (histogramme) et en nombre cumulé (courbe) (source : INSEE, RP 2015).

L'occupation humaine du territoire guadeloupéen doit être mise en parallèle, dans le cadre de cette étude, avec des caractéristiques physiques et particulièrement les phénomènes naturels d'origine hydro-climatiques.

Un territoire exposé aux risques hydro-climatiques

Baigné par la mer des Caraïbes et l'Océan Atlantique, cet espace insulaire s'expose, entre autres, aux aléas littoraux (érosion et submersion). Son climat tropical marqué par une saison sèche de décembre à mai laisse place de juin à novembre à une saison humide pendant laquelle les îles peuvent être soumises aux cyclones. Les phénomènes cycloniques se caractérisent par la force des vents pouvant atteindre l'ensemble des enjeux de l'île mais également par les fortes précipitations responsables d'inondations, de ravinement ou encore de glissements de terrain ainsi que par des effets sur le littoral combinant une augmentation du plan d'eau liée à la baisse de la pression atmosphérique et aux fortes houles cycloniques. Fréquemment des cyclones touchent la Guadeloupe, plus d'une trentaine d'événements sont recensés depuis le 17^e siècle (Desarthe, 2014) dont le plus récent Maria (2017) a marqué les esprits et dont l'endommagement a concerné une partie du territoire seulement (surtout la Basse-Terre, les Saintes et Marie-Galante).

Identification des communes les plus exposées

L'implantation dans les bandes côtières expose les populations aux risques littoraux à différents pas de temps -ponctuels avec les cyclones et leurs effets induits, graduels avec l'érosion des côtes et sur le long terme si l'on tient compte de l'élévation du niveau marin (ayant des effets induits (encore incertains) sur l'érosion et la récurrence et l'intensité des cyclones). Ainsi dans les zones exposées aux risques littoraux en Guadeloupe, plusieurs milliers d'habitations mais aussi d'ERP (établissement recevant du public) doivent faire face aux houles cycloniques (environ 15000 bâtis) et inondations par débordement de cours d'eau (environ 30000 bâtis). Ce constat établi, la présente étude s'est recentrée sur les communes comptant les enjeux les plus exposés afin de ressortir des tendances. La zone d'exposition maximale a été définie comme étant la zone de superposition aux deux aléas concernés par le changement climatique cyclones et inondations. 13 communes de Guadeloupe ont fait l'objet d'un diagnostic de vulnérabilité soit plus de 2000 bâtis de la bande côtière (fig. 4), environ 20% des 8000 bâtis situés dans ces zones exposées à la fois par les inondations et les houles cycloniques.



Figure 4 : Communes guadeloupéennes concernées par le diagnostic de vulnérabilité.

Les communes étudiées présentent des caractéristiques géographiques différentes notamment dans leur formation géologique avec trois ensembles calcaires (Désirade, Grande-Terre, Marie-Galante) et deux ensembles volcaniques (Basse-Terre et les Saintes).

-La Désirade à l'est, dont l'altitude maximale s'élève à 250 m est un plateau calcaire présentant un réseau hydrographique de ravines pouvant donner lieu à des inondations. Les côtes sont soumises aux houles cycloniques et souffrent également d'érosion exposant la côte sud urbanisée aux risques hydro-climatiques. Sur cette île le diagnostic concerne Grande-Anse.

-La Grande-Terre, aile est du « papillon » guadeloupéen présente des caractéristiques similaires puisqu'il s'agit également d'un plateau calcaire sur lequel s'écoule un faible réseau de cours d'eau permanents mais parcouru par une forte densité de ravines facteurs d'inondations. Le même constat peut être établi pour les zones littorales soumises aux risques mais dont l'urbanisation s'étale en plusieurs points avec une exposition des enjeux plus élevée pour Morne-À-L'eau, le Moule, Port-Louis sur la côte nord et est ainsi que deux communes touristiques de la Riviera du Levant, Saint François et Sainte Anne dans lesquelles se situent une importante part de logements secondaires (cf infra).

-Face à elle, Marie-Galante, de même nature géologique présente les mêmes caractéristiques hydrographiques de ravines en plus de deux cours d'eau majeurs. La côte ouest dont Saint-Louis et Grand-Bourg est particulièrement exposée.

-A l'ouest, la Basse-Terre est une construction volcanique dont la Soufrière emblématique culmine à 1467 m d'altitude. Le réseau hydrographique dense cause des inondations. La bande côtière basse, sous le vent, est investie par des communes touristiques (différentes des communes de la Grande-Terre), exposée aux risques littoraux particulièrement les communes de Bouillante et Deshaies à l'ouest, Le Lamentin au nord et Capesterre-Belle-Eau à l'est sont également concernés par cette étude.

-Au sud l'archipel des Saintes, terre volcanique se caractérise par un très faible réseau hydrographique mais les dimensions de l'île lui confèrent une exposition aux aléas météorologiques élevée notamment la côte nord urbanisée.

Grâce aux données existantes, notamment les données statistiques de l'INSEE, il est possible de dresser un portrait sommaire de la vulnérabilité structurelle à échelle communale. L'échelle fine, infra communale à échelle du bâti permettra d'affiner cette évaluation et de la compléter par une estimation de la vulnérabilité humaine. Globalement, sur l'ensemble des communes étudiées, la structure du bâti résistante domine avec une majorité de maisons ou immeubles en dur (de 77 à 94%). Dans le détail la Désirade mais aussi Deshaies présentent *a priori* un nombre de bâtis moins résistants (fig. 5). Le reste des communes affiche un taux élevé des maisons et immeubles en dur *a priori* moins vulnérables.

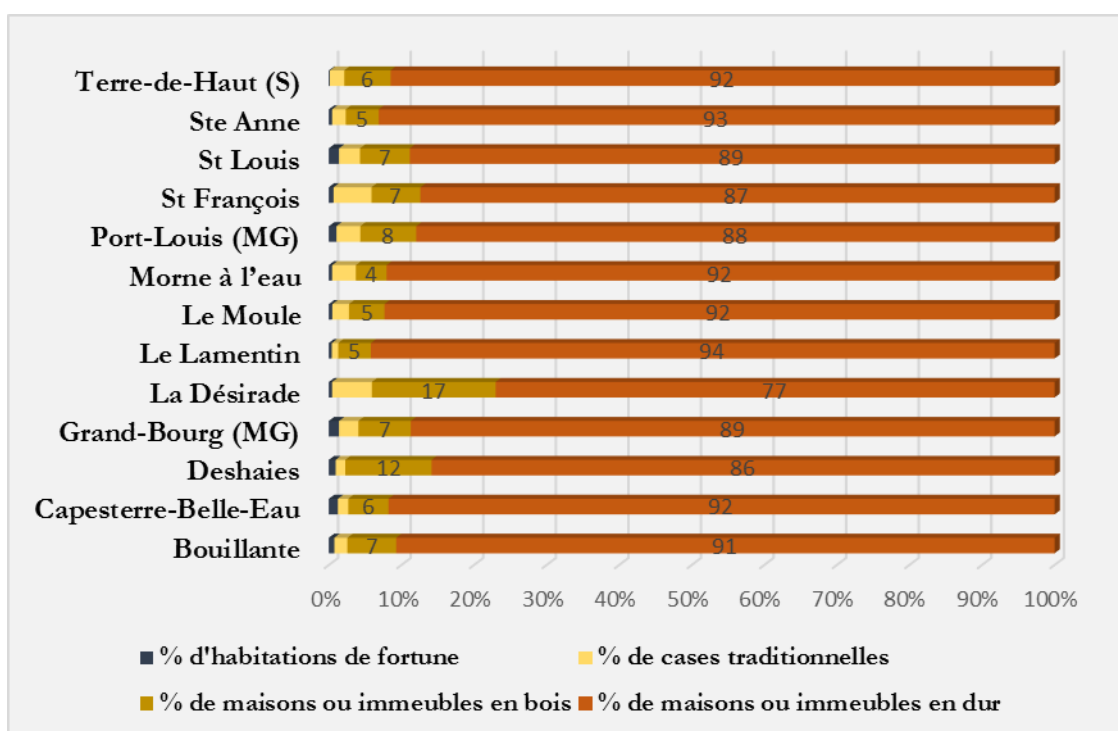


Figure 5 : Répartition du type de bâti pour les résidences principales à échelle communale (Source : Insee, Dossier complet communal édité en 2018)

Afin d'affiner ce portrait dressé grâce aux données statistiques existantes, une évaluation poussée reposant sur des critères de vulnérabilité a été menée dans les zones urbanisées des 13 communes sélectionnées. Mais il est précédé par une analyse des enjeux en fonction d'une typologie de la fonction du bâti, soit à caractère habitable, soit ERP (classé selon la nomenclature APE). La cartographie a été réalisée pour chaque commune (voir atlas) et permet de définir, délimiter les types d'enjeux (fig. 6). Selon les activités économiques de la commune, certains territoires présentent une majorité d'habitations (comme Capesterre-Belle-Eau, Le Lamentin) tandis que d'autres affichent une part très importante d'ERP (Saint-François, Sainte-Anne, Le Moule, Deshaies, etc.). La connaissance de cette répartition est indispensable pour adapter au moins la réduction des vulnérabilités et identifier la fréquentation des territoires. Elle renseigne aussi une vulnérabilité fonctionnelle et territoriale. A Bouillante par exemple des enjeux majeurs sont exposés et présentent une forte vulnérabilité comme l'usine hydro-électrique, les services de police et de secours.

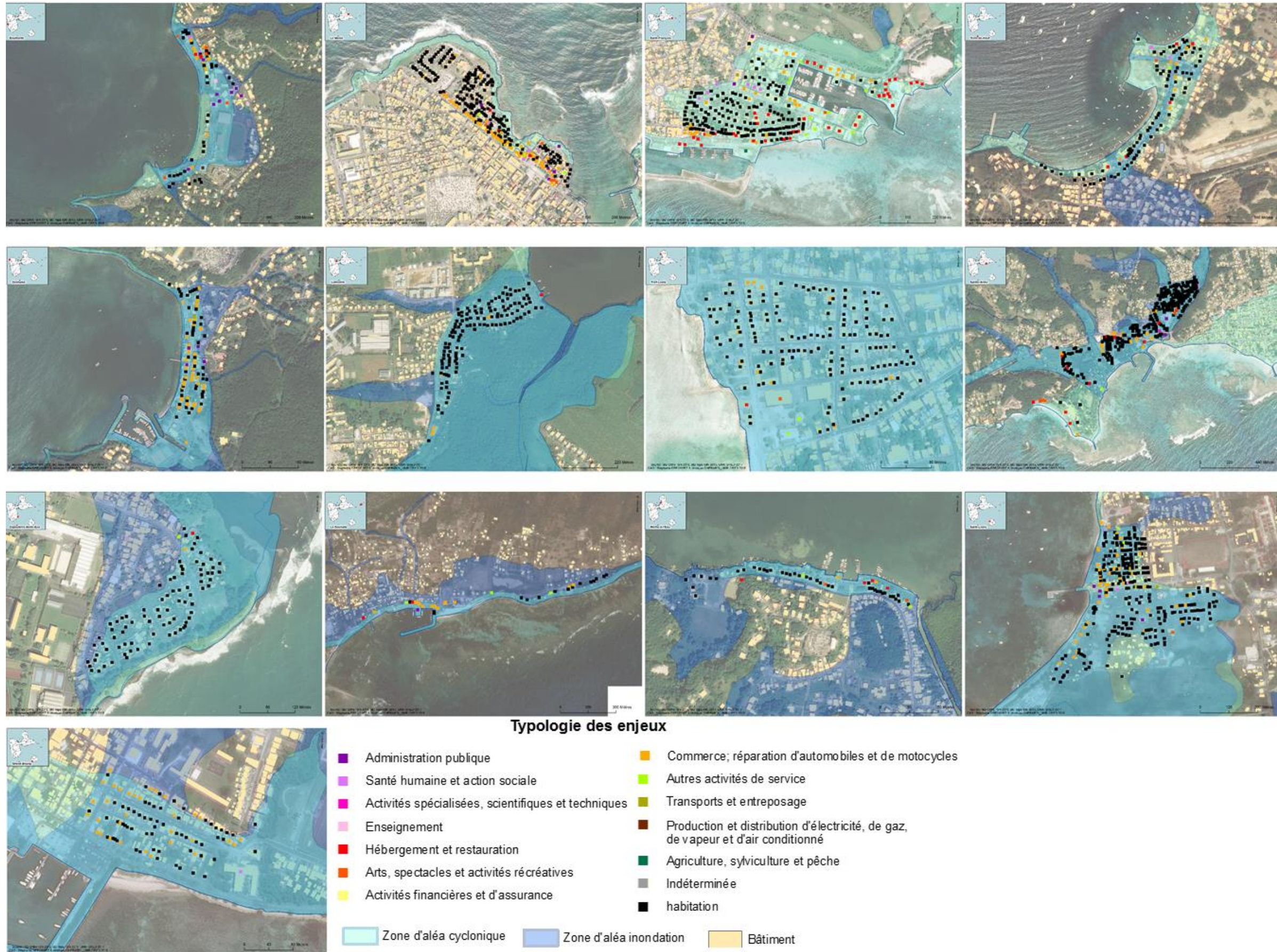


Figure 6 : Typologie des enjeux

Diagnostiquer la vulnérabilité

Les recherches scientifiques antérieures menées par le GRED sur l'évaluation des vulnérabilités ont servi de base à la création de critères de vulnérabilité adaptés au contexte local antillais. Les critères qualifient la vulnérabilité physique des bâtis mais révèlent également la vulnérabilité humaine liée à la dangerosité du bâti. A partir de ces critères pré définis, l'évaluation repose sur des relevés de terrains réalisés lors de plusieurs campagnes qui se sont succédé de juillet 2017 à mai 2018. L'analyse de la vulnérabilité passe par la spatialisation et par conséquent la mise en carte des résultats. La spatialisation de la vulnérabilité permet de l'identifier et de l'estimer à échelle communale et/ou infra communale. Chaque critère individuel et/ou couplé a pu être spatialisé, puis afin de renseigner une vulnérabilité plus synthétique, une agglomération des critères a permis de définir un indice de vulnérabilité. L'objectif de l'évaluation repose *in fine* sur une estimation synthétique de la vulnérabilité à différentes échelles spatiales. Le recours à la création d'un indice synthétique donne une vision plus large de la vulnérabilité. Les méthodes de création d'indice de vulnérabilité existent sans toutefois faire encore consensus. Plusieurs approches sont pertinentes notamment de pondération des critères (intra et inter) ou encore (celle choisie dans cette étude) sur le cumul du nombre de critères attribué à un bâti. La pondération ou l'attribution de points pour chaque critère permet la hiérarchie intra et inter critère. Ainsi chaque critère possède une importance, un poids par rapport à l'autre. Le fait d'avoir une toiture en matériau résistant est par exemple plus importante qu'avoir une habitation à étages. La hiérarchie intéresse mais elle interroge également sur la part de subjectivité et la pertinence de la comparaison des critères. La seconde méthode met sur le même plan tous les critères excluant de fait la part de subjectivité mais enlève également la hiérarchie, le niveau de vulnérabilité correspond alors à un nombre de critères concernant chaque bâti. Toutefois l'absence de hiérarchie est palliée par la possibilité d'identifier et de spatialiser chaque critère individuellement permettant ainsi une adaptation par commune ou par bâti des stratégies de réduction de la vulnérabilité. La vulnérabilité est évaluée en fonction de son exposition à l'inondation (par débordements de cours d'eau et invasion marine).

L'analyse du bâti amène deux niveaux de diagnostic. Le premier niveau concerne l'identification d'une typologie du bâti, pour laquelle six types de bâti ont été définies pour la Guadeloupe (fig. 7)



Figure 7 : Typologie de la vulnérabilité du bâti

La typologie propose une identification plus directe de la vulnérabilité d'une construction (et donc de la vulnérabilité des occupants). Toutefois, en fonction des critères, une construction oscille entre plusieurs types d'où l'approche en détail par critère.

Le second niveau implique une évaluation plus en détail sur la base de critères retenus. Puis pour chaque bâti diagnostiqué, le nombre de critères le concernant est calculé permettant ainsi d'afficher une cartographie du nombre de critère et la définition d'une classe de vulnérabilité (faible, modérée, forte). Les études portant sur l'évaluation des vulnérabilités s'articulent autour de critères, indicateurs, marqueurs communs mais le territoire d'étude ainsi que les objectifs d'évaluation nécessitent une adaptation de ces critères. Ces critères révélateurs de la mise en sécurité des personnes renseignent la vulnérabilité humaine liée à la dangerosité du bâti, objectif de notre étude. Ils peuvent par ailleurs refléter la vulnérabilité matérielle. Six critères de vulnérabilité sont déterminants dans le cadre de cette étude (tab. 1) :

-la résistance de la structure du bâti : les matériaux en dur moins vulnérables permettent d'assurer la sécurité des personnes et de limiter les dégâts matériels, les matériaux légers rendent plus vulnérables les biens et les personnes.

-**la résistance de la toiture** : les types de matériaux contribuent à limiter (matériaux en dur) ou au contraire peuvent accroître les conséquences matérielles et humaines. Concernant ce critère nous sommes partis d'une évaluation *a priori* fondée sur des critères visuels (les habitations n'ont pas été visitées). Ainsi, les toitures en tôle déclarées de fait comme vulnérables le sont dans une démarche pessimiste¹.

-**la hauteur du bâtiment soit le nombre d'étages** (sous-entend une sortie verticale potentielle) : les bâtiments à demi-étage et à étages sont considérés moins vulnérables puisqu'ils assurent la possibilité d'une sortie verticale.

-**le niveau d'aire du plancher** (surélévation par rapport à la chaussée) contribue à mettre hors d'eau ou limiter l'envolement de l'aire du plancher.

-**l'issue** (absence d'obstruction des ouvertures) : l'obstruction permanente des fenêtres par des barreaux piègent les populations dans leur habitation.

-**l'accessibilité** (type de voie de communication) participe à l'organisation des évacuations, des voies de communications larges et carrossables vont assurer une bonne évacuation tandis que les ruelles ou impasses peuvent ralentir le processus.

Tableau 1 : Critères de vulnérabilité

Critères	Vulnérabilité faible =====> Vulnérabilité forte	
	Résistance de la structure	Matériaux en dur (parpaing, pierre)
Résistance de la toiture	Matériaux en dur (béton)	Matériaux léger (tôle, bois)
Hauteur du bâtiment	Demi étage et étages	Plain-pied
Niveau de l'aire du plancher	Au-dessus du niveau de la route	Même niveau ou sous le niveau de la route
Issue	Pas de barreaux aux fenêtres	Barreaux aux fenêtres
Accessibilité	Avenue, route, rue	Ruelle, impasse, piétonnier, plage/mer

Le niveau de vulnérabilité de certains critères mériterait d'être approfondi et doit par conséquent être ici relativisé, par exemple les matériaux de toiture en tôle sont considérés vulnérables dans le sens où ils sont plus vulnérables que le béton. Par contre sur l'ensemble des bâtiments dont les toitures sont en tôle certains sont plus vulnérables et d'autres moins en fonction du respect des normes de construction para cycloniques. De même ce mode de construction est adapté au climat chaud et au risque sismique, aussi sa vulnérabilité tient principalement à la mise en relation avec le risque cyclonique.

Les relevés de terrain sont géo référencés et permettent la mise en carte et l'interprétation. L'analyse montre des disparités entre les communes mais aussi à l'intérieur du territoire communal. La lecture et l'interprétation des cartes de vulnérabilité doit se comprendre comme une comparaison. En effet le parti pris d'enlever la part de subjectivité en ne hiérarchisant pas les critères rend l'évaluation par critère binaire.

Sur le terrain les relevés ont concerné une part plus importante mais des bâtis existants n'ont pas été diagnostiqués (ils figurent comme tel sur les cartes) en raison de plusieurs facteurs. Les bâtis en construction, vacants (inhabités) ou inaccessibles pour le diagnostic de tous les critères ont été

¹ En effet l'architecture guadeloupéenne repose en partie sur une dalle de toit en béton surmontée de tôle, mais la méthode employée ici n'en fait pas état et ne permet pas de distinguer les habitations ayant cette dalle béton, aussi dans un scénario pessimiste, il est considéré l'absence de dalle béton.

exclus de l'évaluation. Pour certaines communes la part des logements vacants représente une proportion non négligeable comme le révèle les données statistiques de l'INSEE (fig. 8) confirmés par les relevés de terrain.

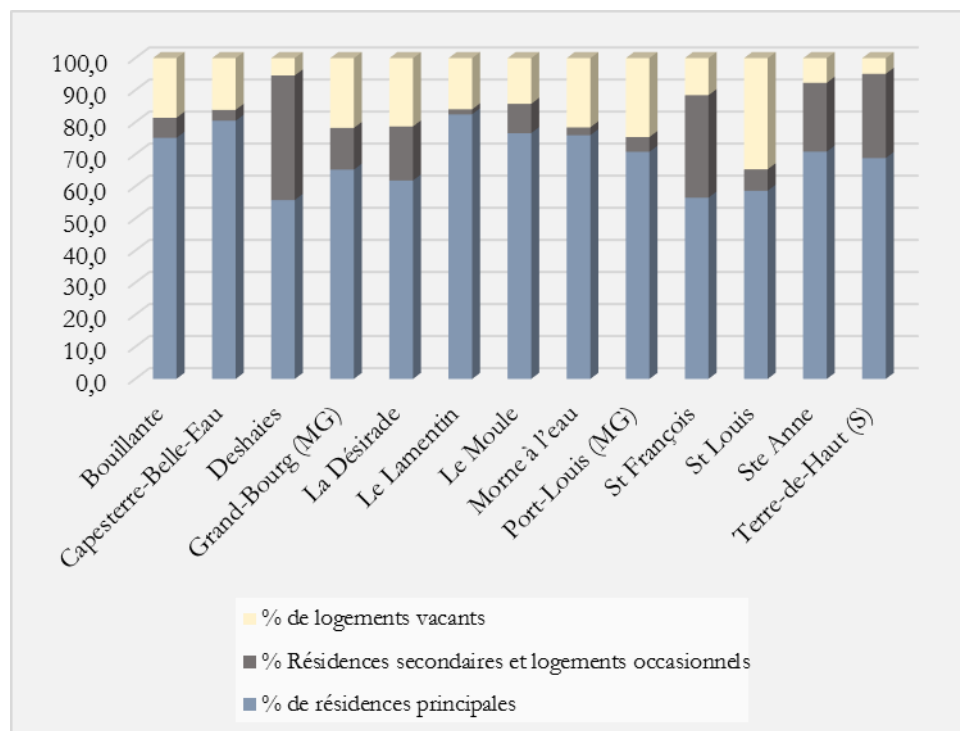


Figure 8 : Répartition du type de logement dans les 13 communes étudiées (source : INSEE)

Ces bâtis se situent dans la zone exposée mais ne concerne pas la vulnérabilité humaine, par contre ils sont révélateurs de vulnérabilité structurelle, d'autant que pour les logements vacants notamment, il s'agit de bâtiments dont la structure est parfois dans un mauvais état voire parfois délabrée.

Analyse par critère

L'analyse par critère permet une comparaison entre les communes. Sur l'ensemble des bâtiments diagnostiqués sur le territoire guadeloupéen, une large proportion de bâtiments est concernée par 2 ou 3 critères de vulnérabilité² alors que seulement 2% des bâtis cumulent 5 critères.

Tableau 2 : Répartition des nombre et pourcentage de bâtis en fonction du nombre de critères sur l'échantillon global

Nombre de critères	Nombre de bâtis concernés	%	% Cumulés
0	36	2	100
1	362	17	98
2	750	36	81
3	632	30	46
4	286	14	16
5	40	2	2
6	1	0	0
Total bâti	2107	100	

²L'analyse globale décrite ici ne permet pas de nommer les critères concernés puisqu'il s'agit d'un nombre de critères quel que soit la nature du critère.

Le nombre de critères moyen pour l'ensemble des communes correspond à 3 critères de vulnérabilité sauf pour les communes du Lamentin, de Port Louis et Saint Louis qui cumulent pour la majorité du bâti deux critères (fig. 9). Dans une dimension globale, les communes étudiées se caractérisent par une vulnérabilité modérée.

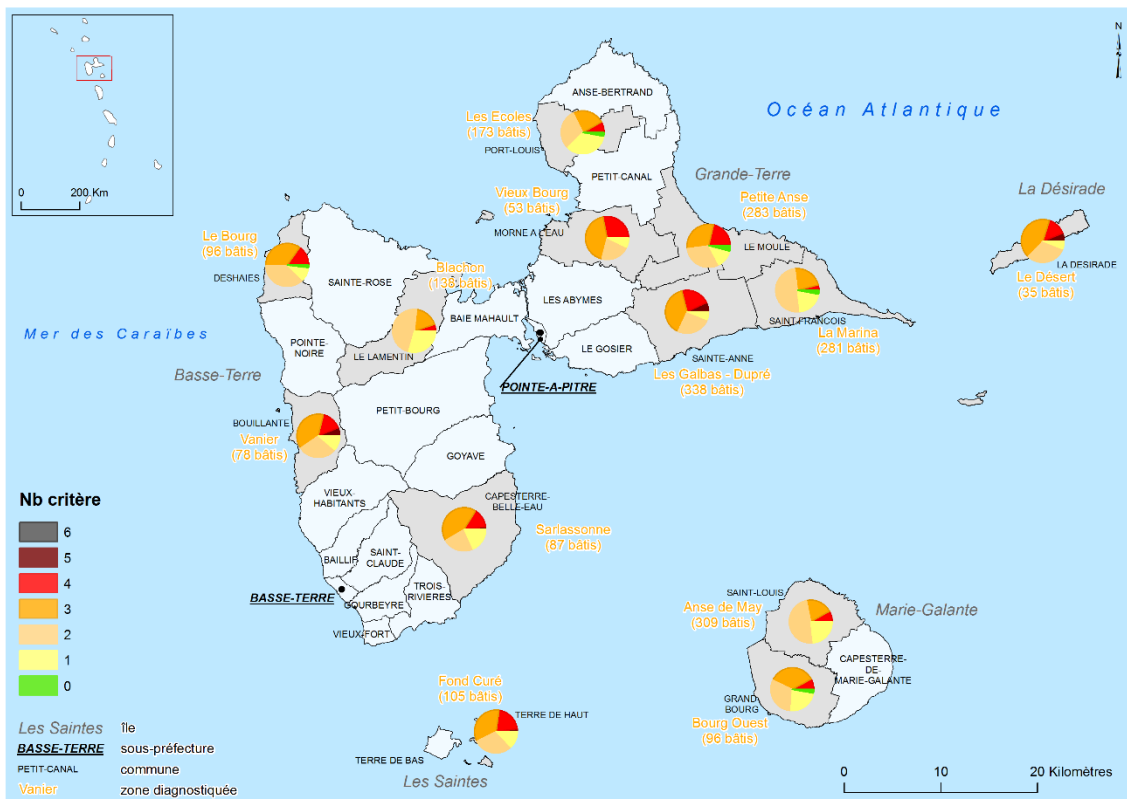


Figure 9 : Répartition du nombre de critères par commune

Dans un même temps Sainte-Anne, Le Moule et Terre-de-Haut affichent des pourcentages élevés (20%) de bâti cumulant 4 critères de vulnérabilité. Quelques bâtis cumulent 5 ou 6 critères dans les communes de Bouillante (5 bâtis), Capesterre-Belle-Eau (2), La Désirade (2) Port Louis (2), le Moule (4) et Sainte-Anne (23). L'échelle fine d'analyse montre des zones plus vulnérables ou du moins certains bâtis ponctuels plus vulnérables (fig. 10).

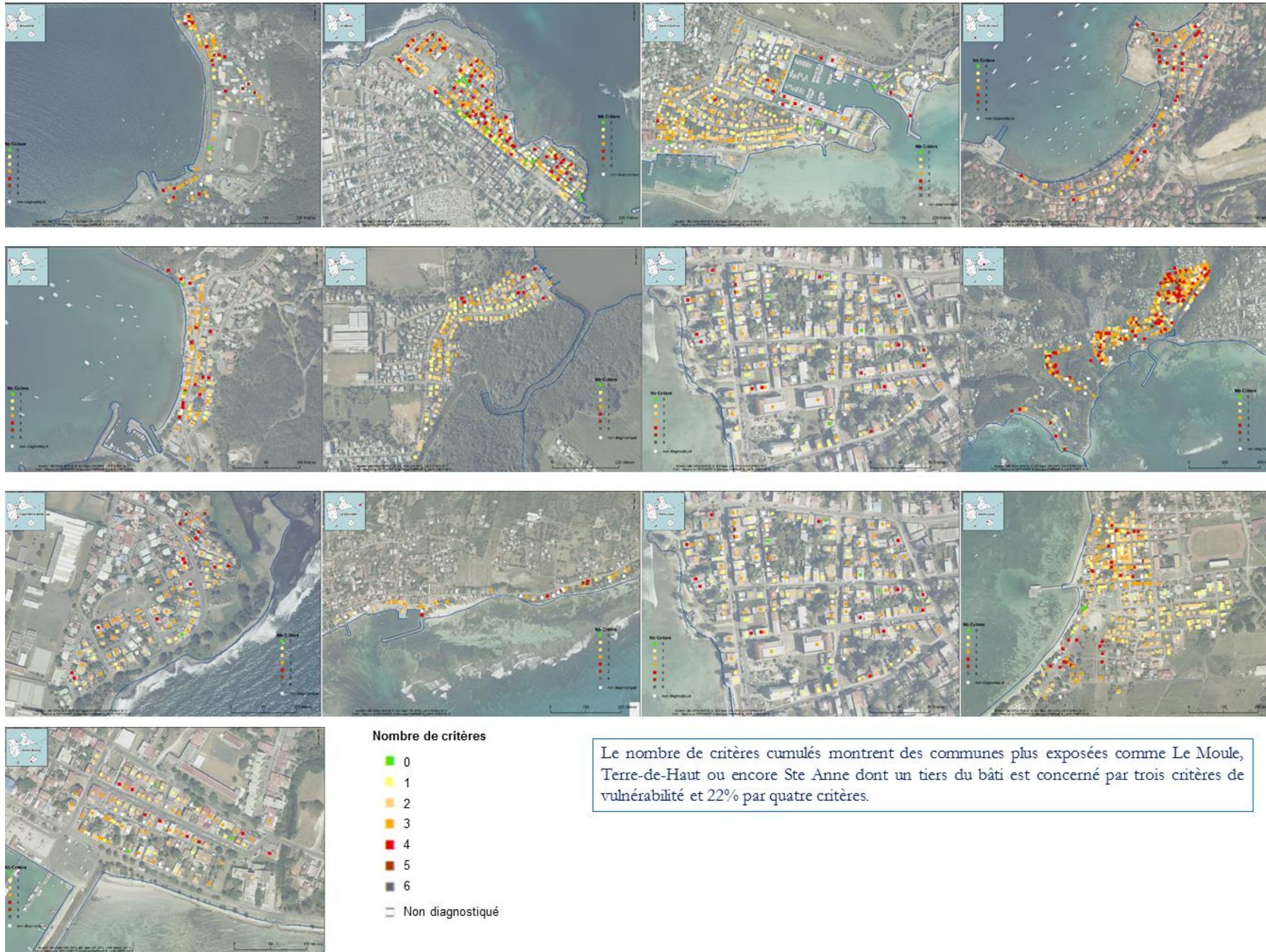


Figure 10 : Nombre de critères par bâtiment

L'analyse de la nature du critère montre une prépondérance de deux critères dépendant de normes architecturales répondant à des modes d'habitats et de vie. Les constructions traditionnelles aux Antilles se composent de toit en tôle, critère qui apparaît prépondérant dans l'analyse de la vulnérabilité ainsi que le nombre d'étages, de nombreuses habitations étant construites de plain-pied (tab. 3). Les logiques de construction ne répondent pas en premier lieu à des adaptations au risque mais surtout à des normes architecturales inhérentes au territoire mais encore aux matériaux disponibles ou au coût des matériaux. Ainsi les territoires antillais dont les habitations traditionnelles sont des cases basses au toit de tôle sont particulièrement vulnérables aux effets des aléas naturels même si des normes para cycloniques existent et concernent une partie du bâti (Moulet et al., 2007 ; Terral et Sélise, 2018).

Tableau 3 : Répartition de la part du bâti par critère pour l'ensemble des communes étudiées

Critères	Nombre de bâtis	% du bâti
Résistance de la structure	417	20
Résistance de la toiture	1841	87
Hauteur du bâtiment	1458	69
Niveau d'aire du plancher	663	31
Issue	89	4
Accessibilité	640	30
Total = 2107		

L'analyse des critères considérés individuellement affiche des disparités quantitatives et spatiales inter communales (fig. 11). Certains critères se démarquent dans leur répartition hétérogène. Le critère de niveau d'aire du plancher est notable dans les communes de Morne-à-l'Eau, Deshaies, Bouillante. L'accessibilité concerne particulièrement le Moule et Sainte-Anne. Le critère d'issue c'est-à-dire l'absence d'obstruction des ouvertures concerne peu de communes et peu de bâtis.

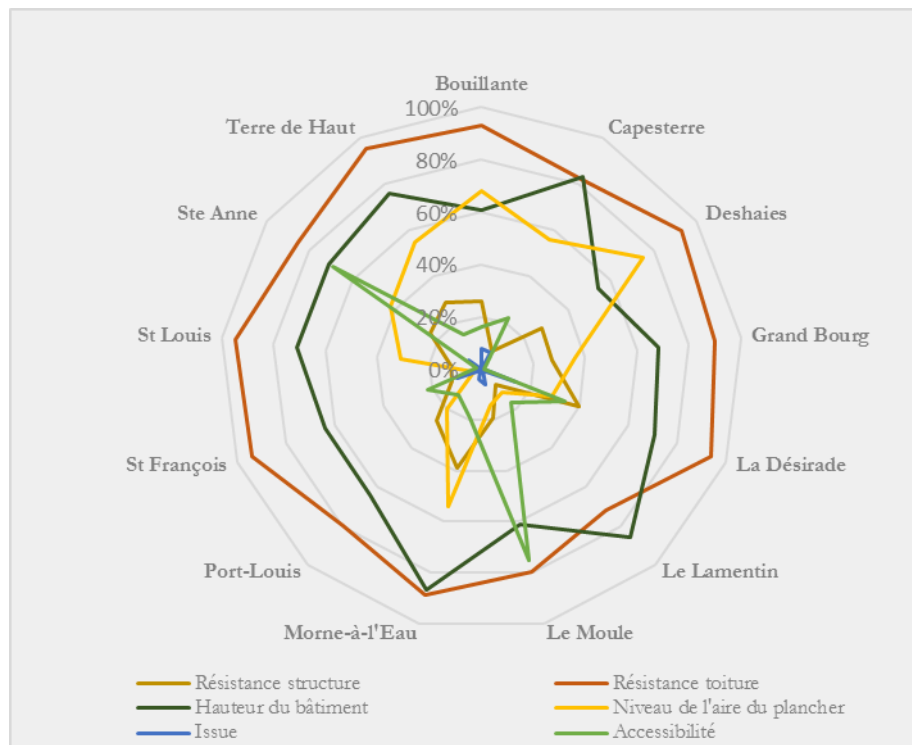


Figure 11 : Comparaison de la répartition des critères par commune

La résistance du bâti qualifiée grâce au critère du type de matériau de la structure varie de 8% (Capesterre-Belle-Eau, Le Lamentin) à 39% et 40% (Morne à l'Eau, La Désirade). Comme déjà vu plus haut, le critère de matériau de la toiture est le plus important pour l'ensemble de l'archipel avec toutefois une légère variation de 72% (Le Lamentin) à 93/95% (Bouillante, Deshaies, La Désirade, Saint-François, Saint-Louis, Terre-de-Haut). Ces deux critères de résistance révèlent une vulnérabilité élevée dans les communes étudiées. Cette identification peut conduire à une adaptation de l'habitat corrigeant la faible résistance de certains bâtis ou encore la mise en conformité des toitures pour faire face aux phénomènes météorologiques (notamment les vents induits par les cyclones). Le nombre d'étages et la surélévation indiquent un niveau de vulnérabilité structurelle (endommagement potentiel du bâti ainsi que des biens mobiliers) mais qualifie aussi en partie la vulnérabilité humaine (liée à la dangerosité du bâti). Les bâtis les plus vulnérables de ce point de vue sont les habitations de plain-pied qui représentent au minimum 54% à (Deshaies) jusqu'à 83% (Capesterre-Belle-Eau), 86% (le Lamentin), et 87% à Morne à l'Eau et dont le plancher se situe au même niveau ou sous le niveau de la route. Face à cette vulnérabilité et pour les habitations de bordure littorale, une évacuation anticipée en lieu sûr doit être envisagée. Ce critère est assez faible dans certaines communes comme à Saint-François (3%), Le Lamentin (12%) et Le Moule (14%) tandis qu'il représente une forte proportion dans d'autres : 68% du bâti à Bouillante et 75% à Deshaies. La vulnérabilité humaine est estimée grâce aux critères d'accessibilité directe et indirecte à échelle du bâti et à échelle des voies de communications. Le libre accès des ouvertures contribue à estimer le niveau de vulnérabilité, de nombreuses communes ne présentant pas de bâti vulnérable puisque les habitations et/ou les commerces ne possèdent pas d'obstruction aux ouvertures (Terre-de-Haut, Saint-Louis, Deshaies). Dans d'autres communes l'identification de ces bâtis apporte une localisation des personnes les plus vulnérables de ce point de vue. Concernant l'accessibilité au logement (par les voies d'accès) les communes se distinguent comme à Grand Bourg ou à Deshaies dont l'accessibilité est aisée tandis que Sainte-Anne et Le Moule présentent une accessibilité vulnérable (respectivement 69% et 75%).

Tous ces critères sont spatialisables individuellement, cependant il nous a semblé pertinent de regrouper les deux critères de résistance ainsi que les deux critères de gabarit pour rendre compte d'une vulnérabilité plus englobante du bâti. La répartition par critère comparant l'ensemble des communes entre fait ressortir certaines vulnérabilités (fig. 12 à 19).

NB : Toutes les cartes sont disponibles par commune à haute résolution dans l'atlas en annexe.

Résistance de la structure



Figure 12 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère de résistance de la structure.

Résistance de la toiture



Figure 13 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère de résistance de la toiture.

Résistance du bâti (structure et toiture)

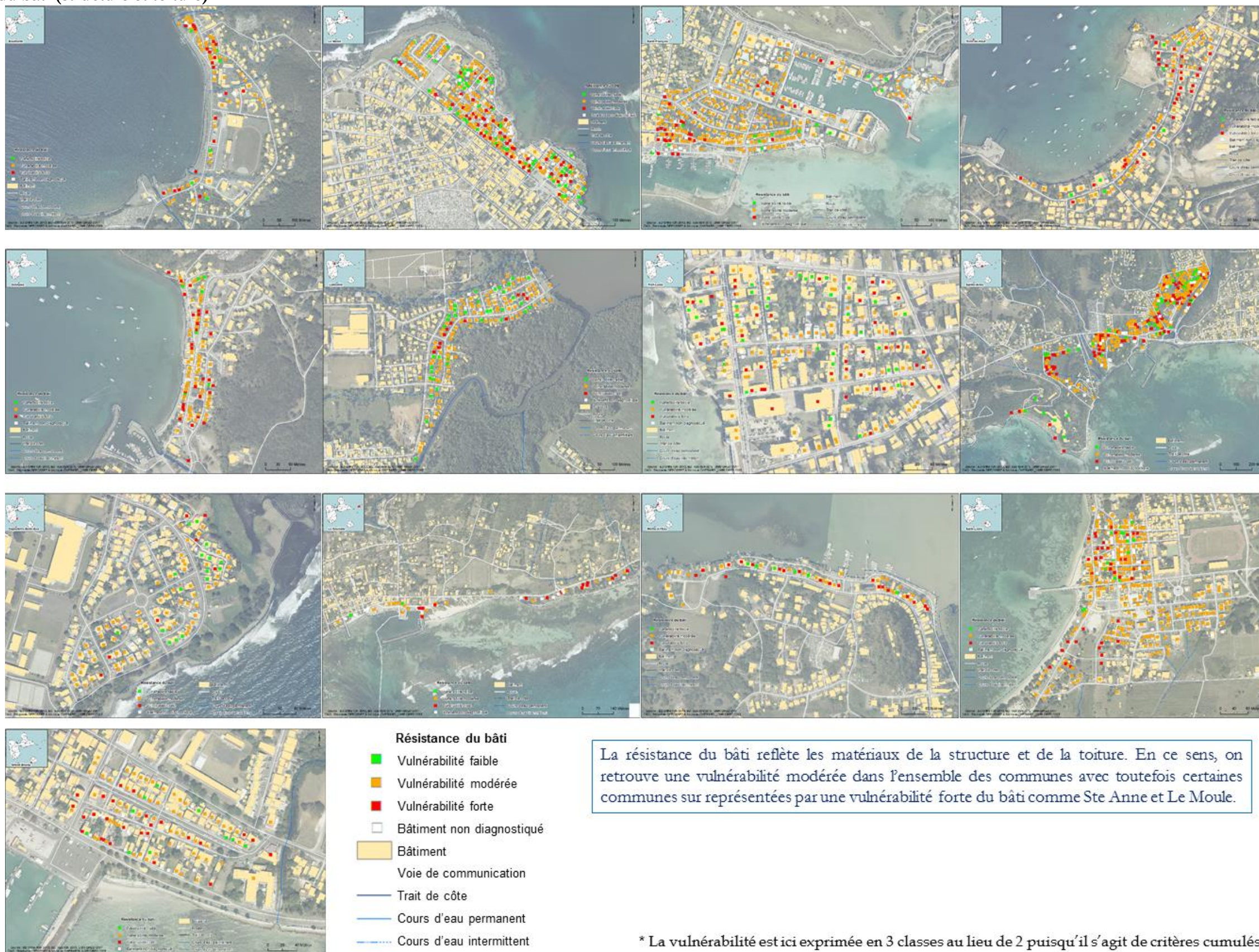


Figure 14 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction de la résistance bâti.

Hauteur du bâtiment

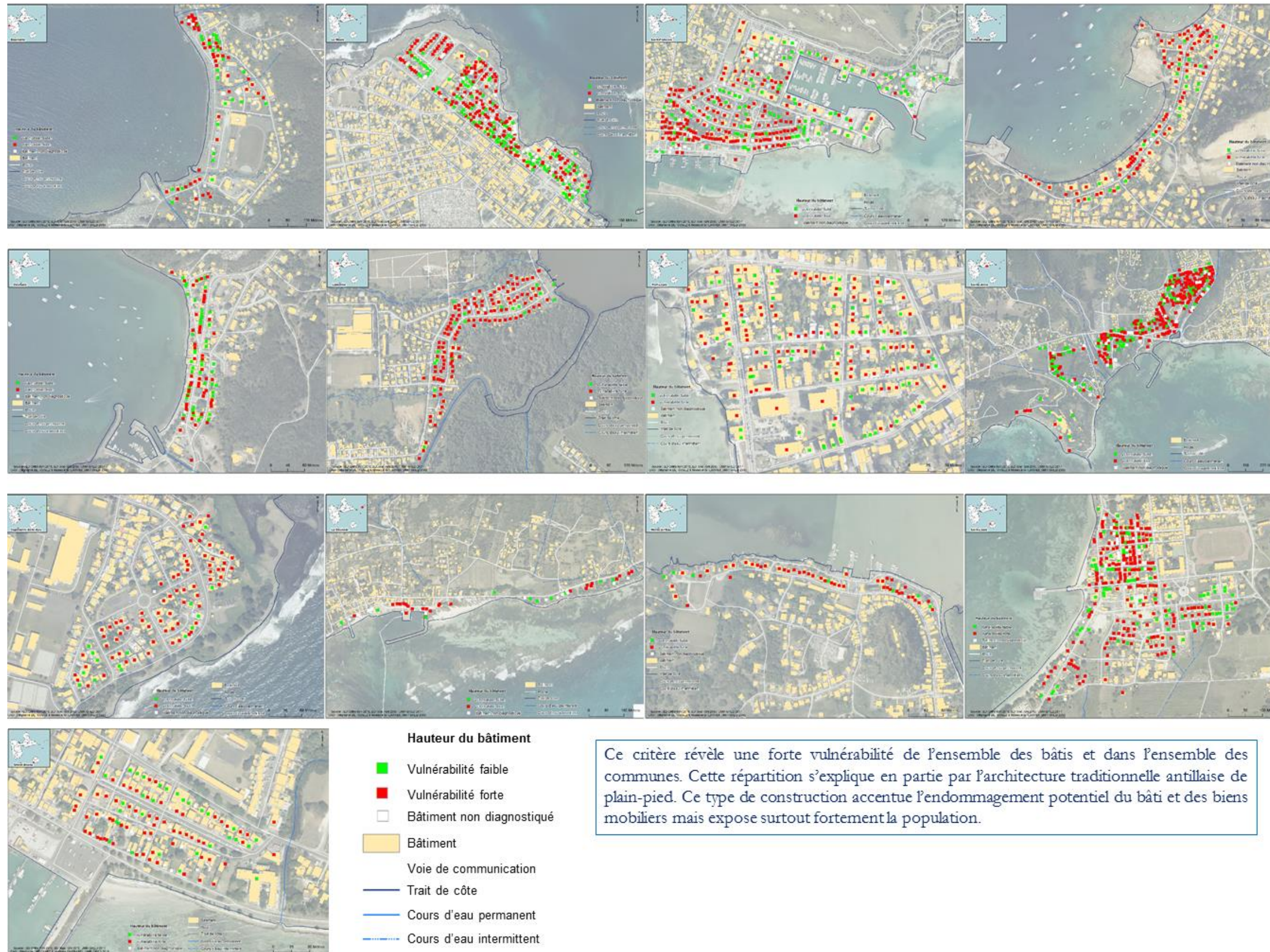


Figure 15 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère hauteur du bâti.

Niveau de l'aire du plancher

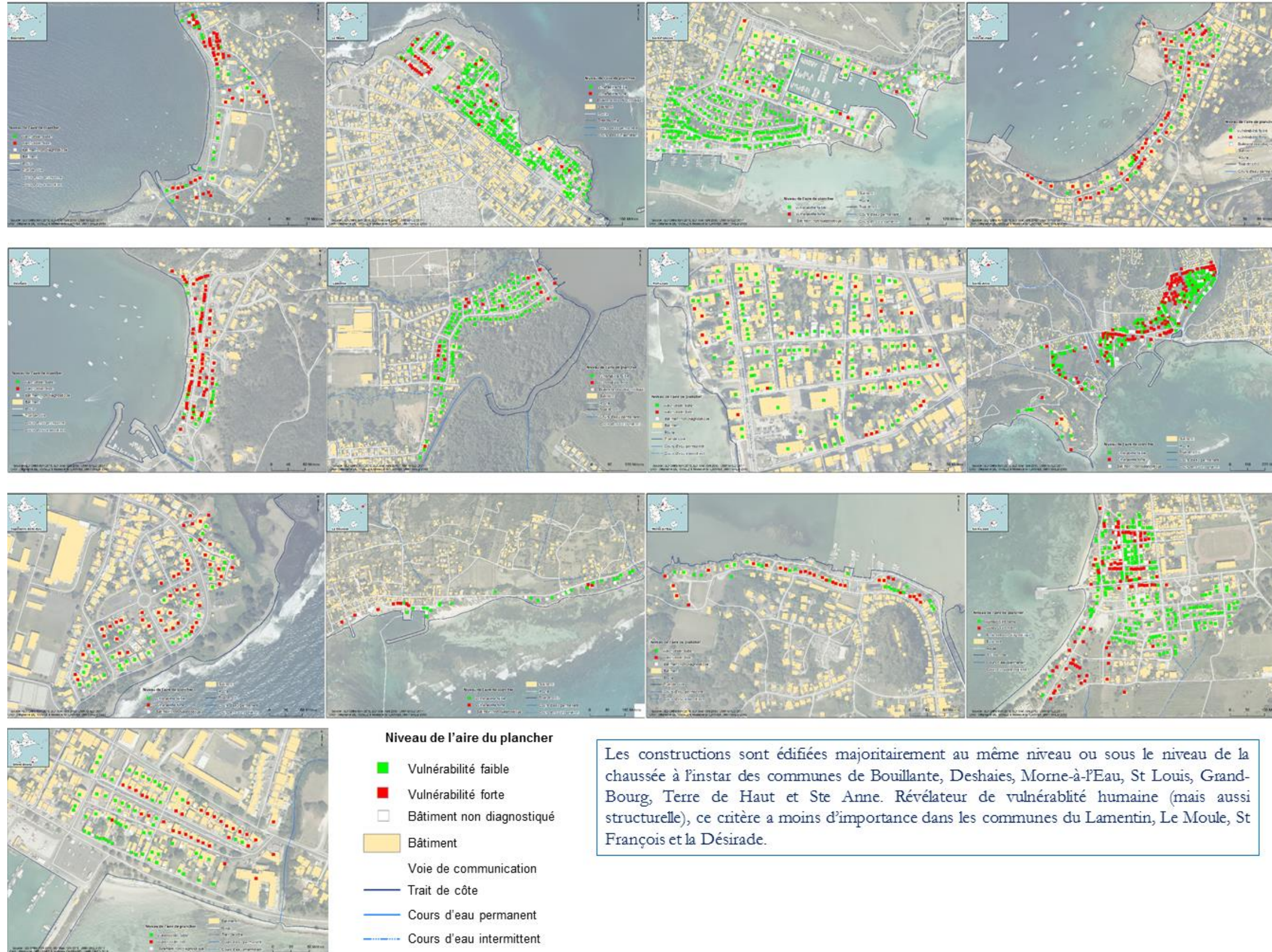


Figure 16 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère niveau de l'aire du plancher

Gabarit du bâtiment (hauteur et niveau plancher)

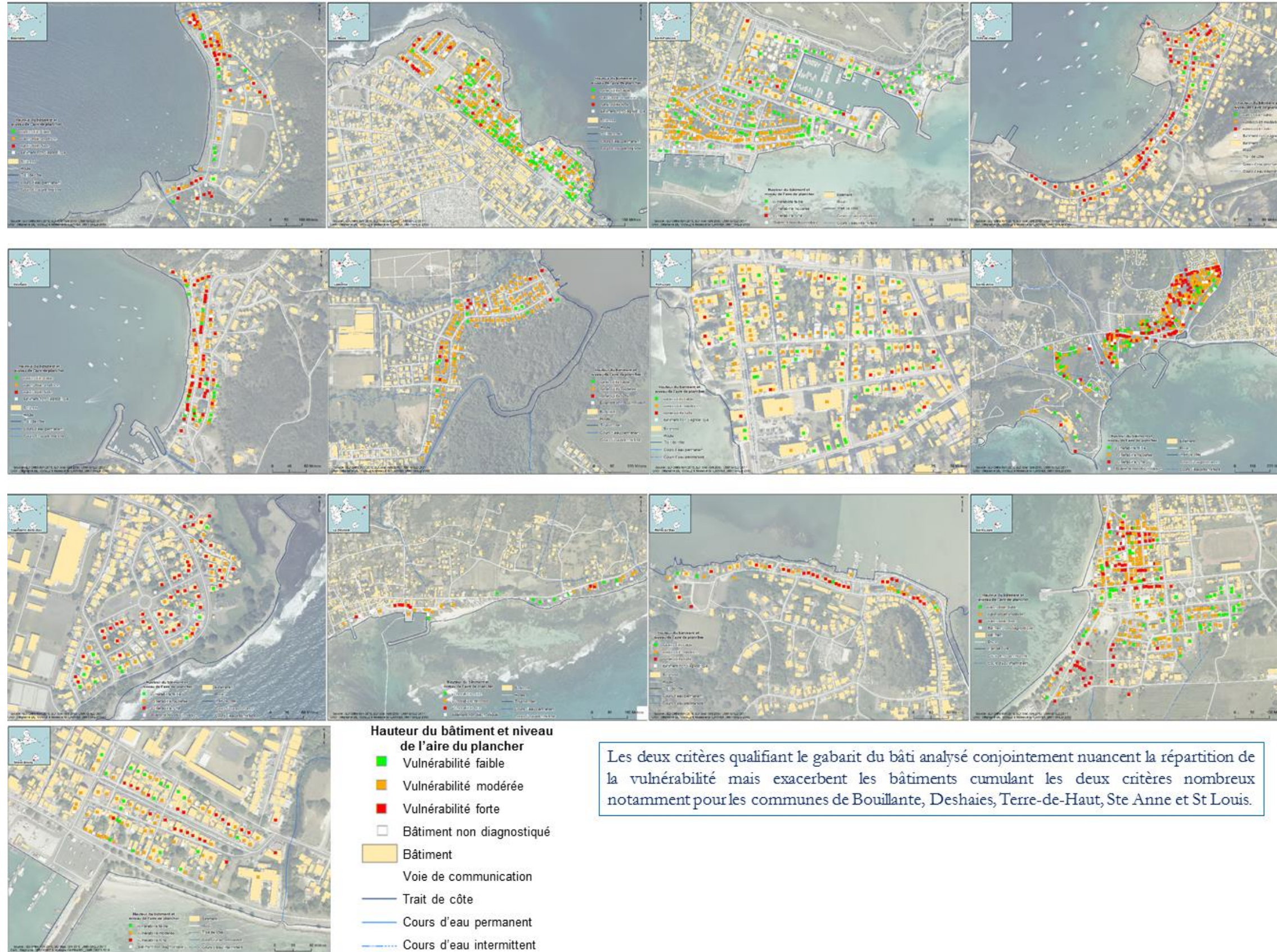


Figure 17 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du gabarit du bâti.

Issue

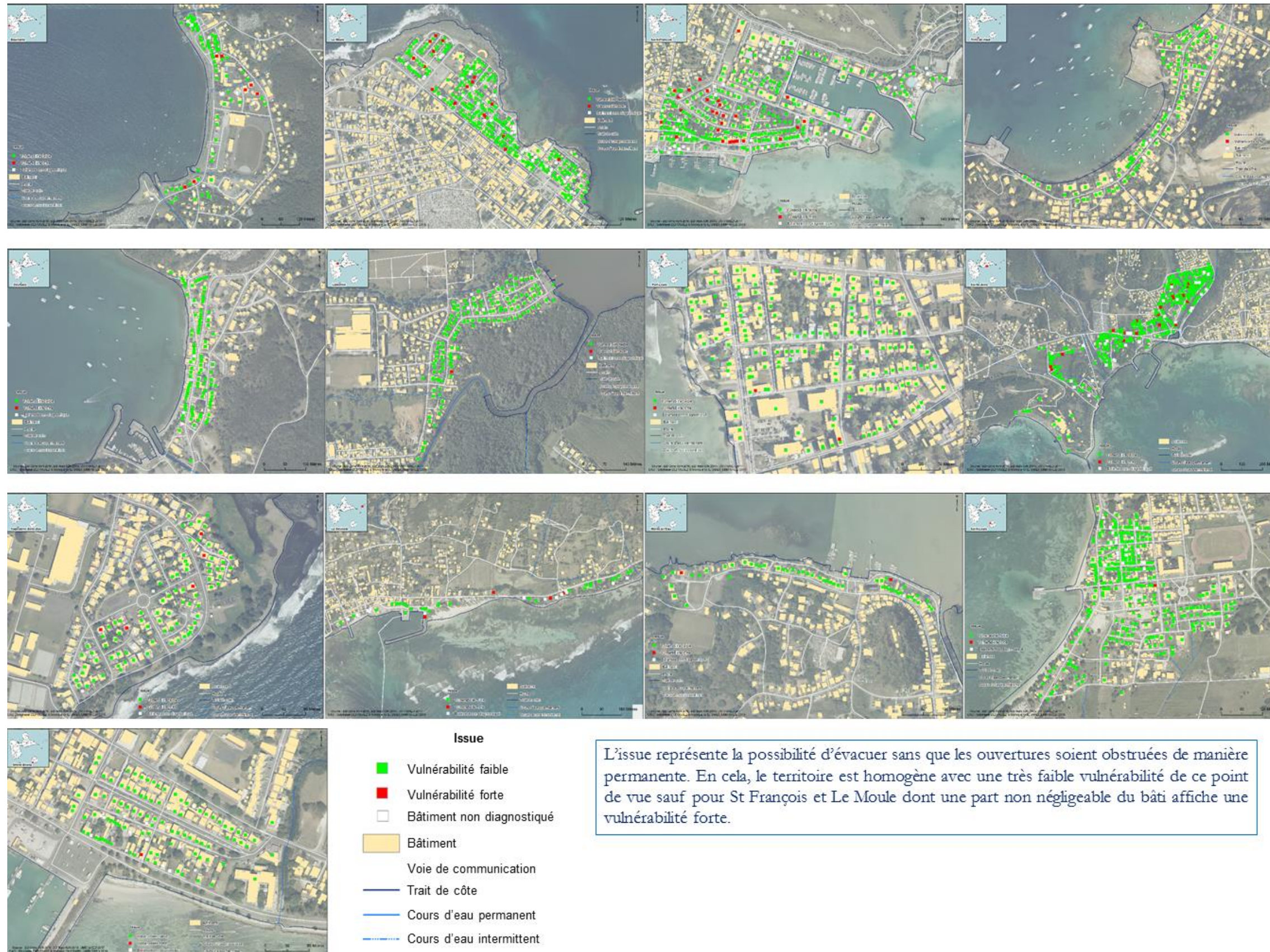


Figure 18 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère d'issue.

Accessibilité



Figure 19 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère d'accessibilité.

Analyse par commune

L'analyse par commune laisse apparaître des distinctions en fonction des critères prépondérants mais aussi concernant les critères moins prégnants. Pour cette représentation cartographique les auteurs ont fait le choix de montrer la vulnérabilité intrinsèque des bâtis mais aussi l'exposition au risque avec la représentation de la zone d'aléa (pour rappel zone d'intersection entre la zone d'aléa inondation et houle cyclonique, et zone d'aléa cyclonique uniquement pour Le Moule et Saint-François³)

-La majorité des communes diagnostiquées (9/12) cumulent la vulnérabilité liée aux critères du type de matériaux de la toiture ainsi que la hauteur du bâtiment.

-La seconde catégorie de critères prédominants concerne deux communes Bouillante et Deshaies avec le critère de résistance de la toiture et un habitat dont l'aire du plancher se situe au niveau ou sous le niveau de la route.

-Enfin Sainte-Anne présente des particularités de répartition dans les critères.

³ Ces deux communes ne sont pas concernées par le risque d'inondation (débordement de cours d'eau) mais Saint-François représente une zone d'enjeux importants et une zone d'aléa fort. L'élargissement de la zone d'étude pour Le Moule correspond à une attente institutionnelle.

Capesterre-Belle-Eau

-Capesterre-Belle-Eau (fig. 20) affiche des proportions très élevées de bâtiments dont la structure du **toit** est vulnérable (82%). La même proportion (83%) présente une **hauteur de bâtiment** vulnérable puisqu'il s'agit de plain-pied, bâti qui plus est, construit **au même niveau ou sous le niveau** de la route. Par contre la commune présente des habitations aux matériaux résistants dont les ouvertures ne présentent pas d'obstruction et avec une bonne accessibilité (vulnérabilité faible).

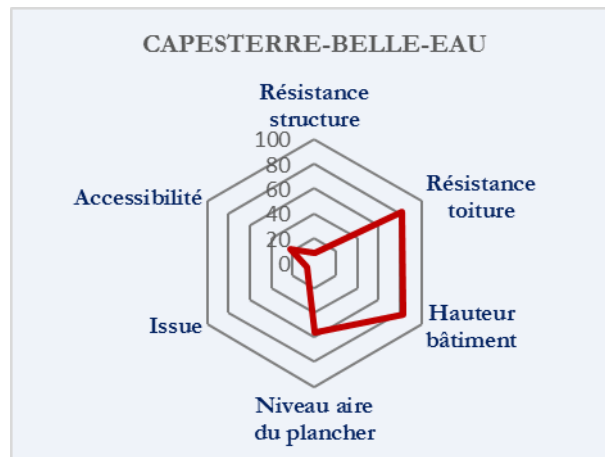


Figure 20 : Part du bâti concerné par critère à Capesterre-Belle-Eau

Le nombre de critères cumulés par bâtiment se répartit (fig. 21) de manière assez inégale sur la commune, avec malgré tout, des bâtis vulnérables se situant plutôt en seconde voire troisième ligne. Ces bâtis les plus vulnérables sont moins exposés (en termes de hauteur d'eau notamment).



Figure 21 : Indice de vulnérabilité à Capesterre-belle-Eau

Morne à l'Eau

-Morne-à-l'Eau (fig.22) présente des caractéristiques et des proportions similaires, 89% du bâti possèdent des matériaux de **toiture** vulnérable et 87% des constructions sont de **plain-pied** avec une proportion importante d'habitation dont le niveau d'aire de plancher est au **même niveau ou sous la chaussée**. Les habitations possèdent globalement une structure résistante avec des ouvertures dégagées et des voies de communication accessibles.

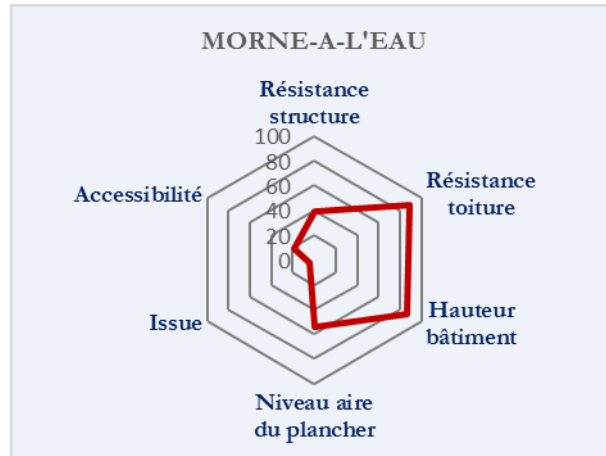


Figure 22 : Part du bâti concerné par critère à Morne-à-l'Eau

Le nombre de critères cumulés par bâtiment (fig. 23) présente des bâtiments vulnérables tout au long de la côte sans répartition bien définie.

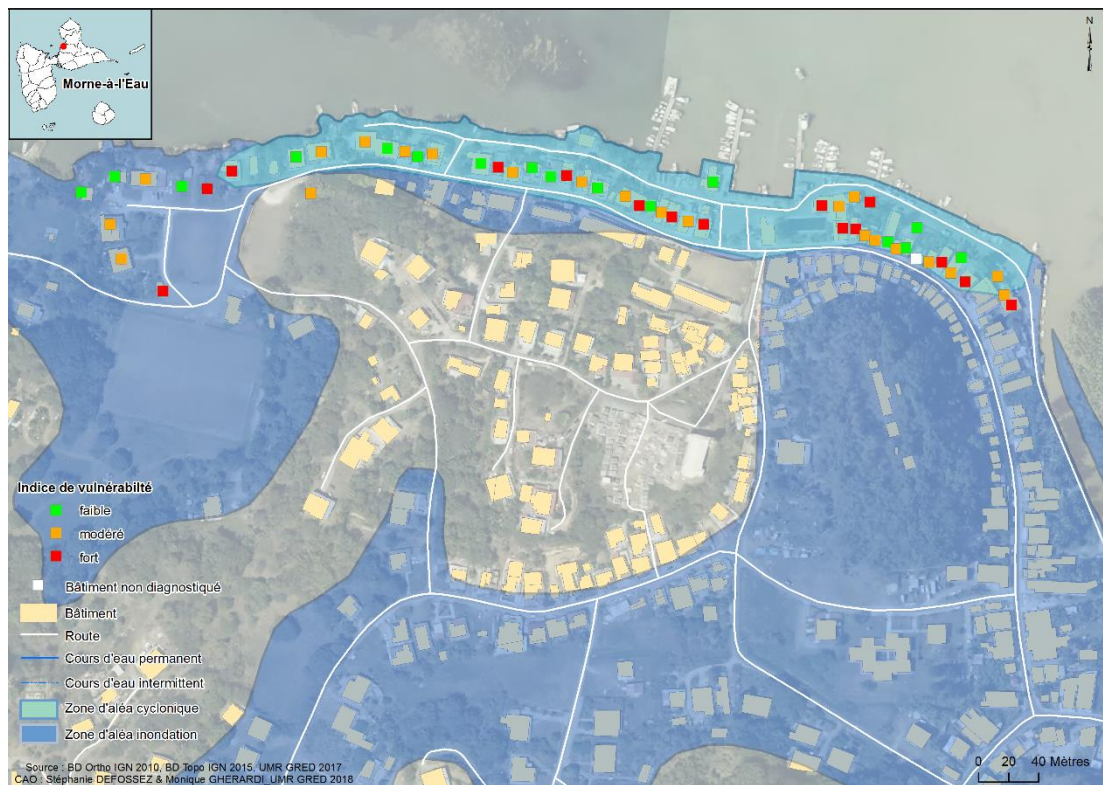


Figure 23 : Indice de vulnérabilité à Morne-à-l'Eau

Terre-de-Haut

Les mêmes caractéristiques qualifient Terre-de-Haut (fig. 24) dont 95% du bâti sont construits avec une **toiture en tôle** et 76% des constructions sont de **plain-pied** dont l'aire du plancher se situe pour une bonne partie au **même niveau ou sous le niveau de la route**.

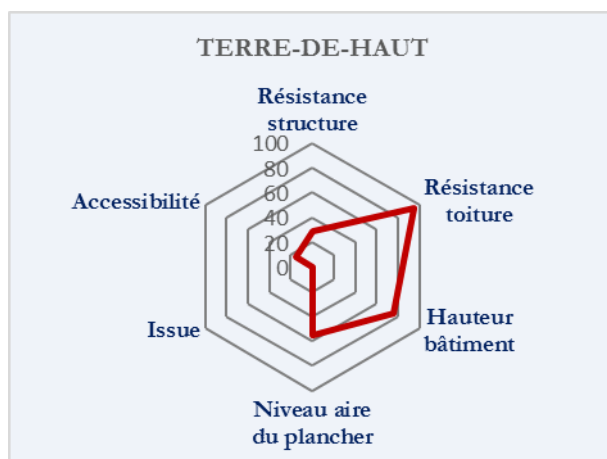


Figure 24 : Part du bâti concerné par critère à Terre-de-Haut

La répartition du nombre de critères cumulés par bâtiment (fig. 25) révèle de nombreuses constructions modérément ou fortement vulnérables. La zone nord paraît plus vulnérable encore.

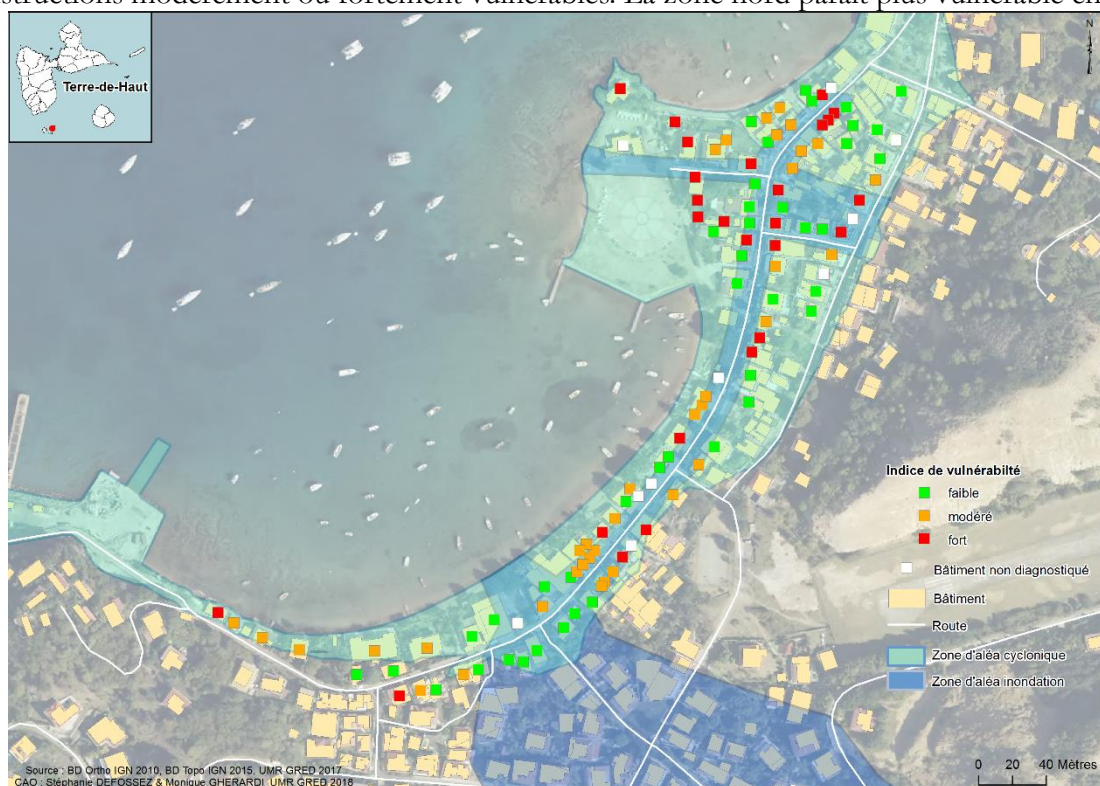


Figure 25 : Indice de vulnérabilité à Terre-de-Haut

Saint-Louis (Marie-Galante)

Les constructions de Saint-Louis de Marie-Galante (fig. 26) se composent également en forte proportion de **toiture en tôle** (95%) et une **hauteur de bâtiments** correspondant à des plain-pieds à 76%. Les autres critères représentent des % assez faibles.

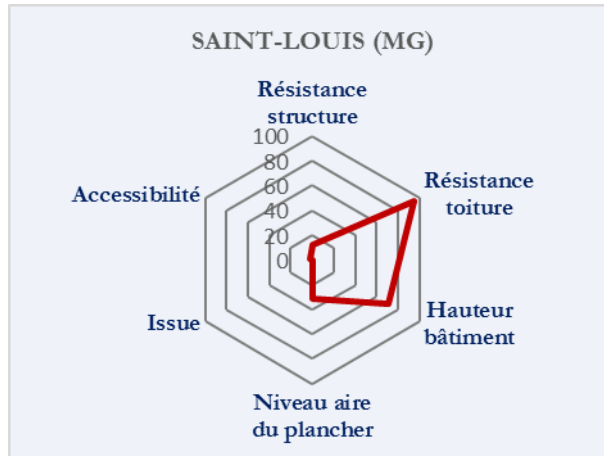


Figure 26 : Part du bâti concerné par critère à Saint-Louis

La vulnérabilité de Saint-Louis (fig. 27) reste majoritairement faible mais se concentre au nord de la jetée au centre du bourg.

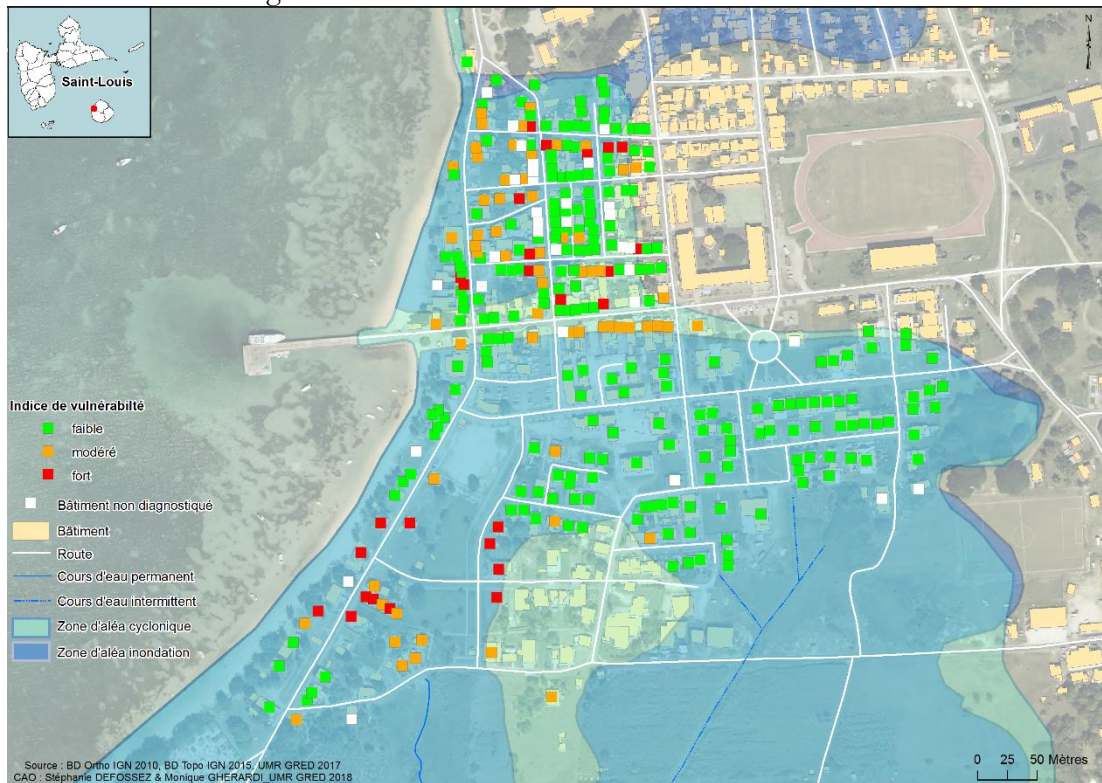


Figure 27 : Indice de vulnérabilité à Saint-Louis (Marie-Galante)

La Désirade

A la Désirade⁴, les mêmes critères prédominent (94% de **toitures en tôle** et 71% de constructions de **plain-pied**). Les caractéristiques des autres critères concourent à une faible vulnérabilité (fig. 28).

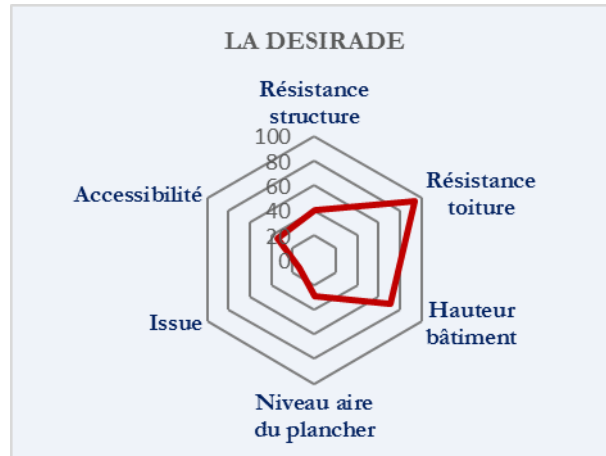


Figure 28 : Part du bâti concerné par critère à la Désirade

L'indice de vulnérabilité lui confère une vulnérabilité majoritairement modérée et réparti de manière égale le long du trait de côte (fig. 29).

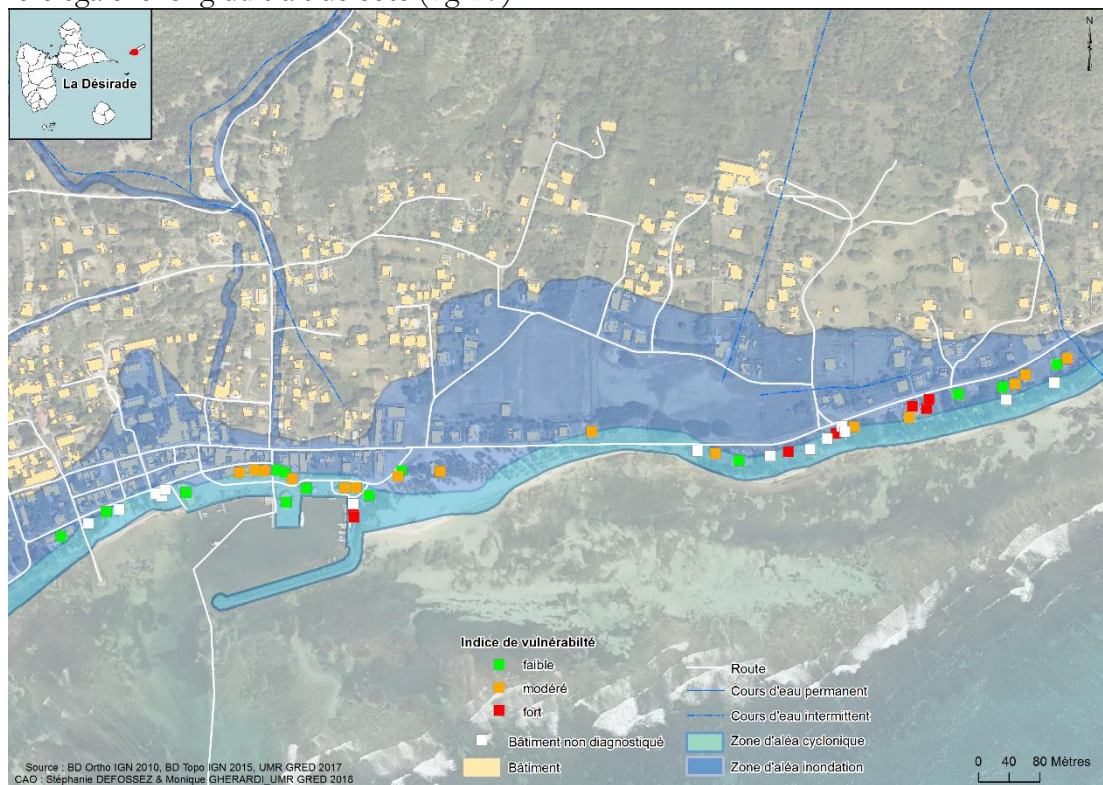


Figure 29 : Indice de vulnérabilité à la Désirade (lieu-dit le Désert)

⁴ Nous rappelons que les bâtiments non diagnostiqués concernent des habitations soient inaccessibles, soient en cours de constructions ou encore inhabitées.

Grand-Bourg (Marie-Galante)

Les constructions de Grand-Bourg (fig. 30) sont majoritairement composées de toit en **tôle** (90%) et pour grande partie sont des **plain-pied** (58%). Le critère de niveau d'aire de plancher concerne un faible pourcentage. Peu d'habitations présente une vulnérabilité inhérente à l'issue et l'accessibilité.

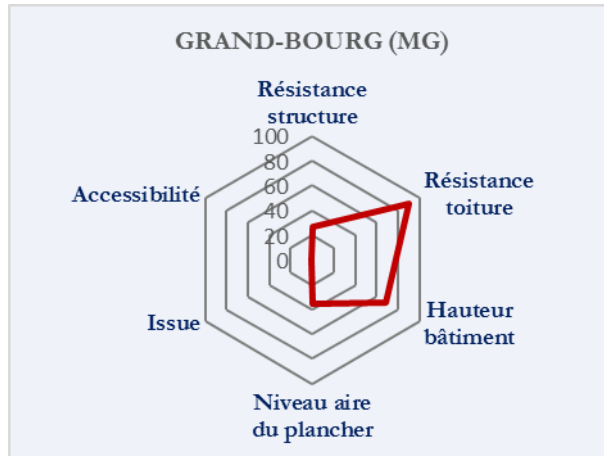


Figure 30 : Part du bâti concerné par critère à Grand-Bourg

Globalement, les bâtiments de la commune sont faiblement vulnérables nuancés par les habitations de 3^è ligne (fig. 31).

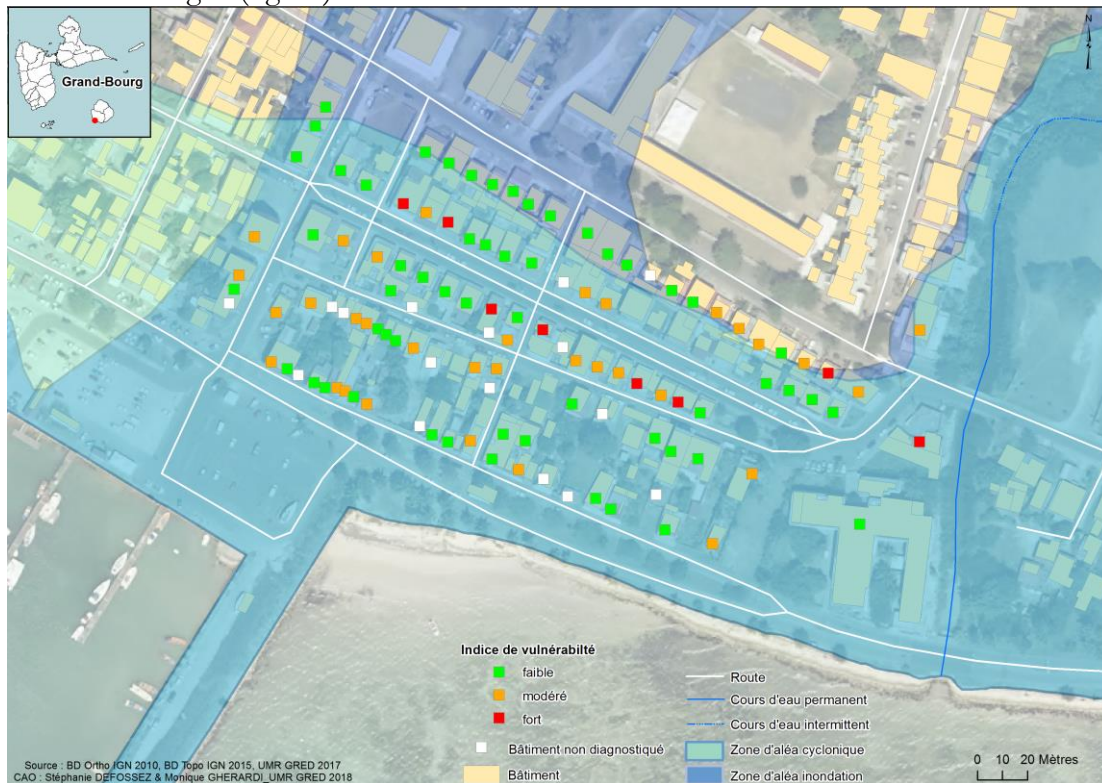


Figure 31 : Indice de vulnérabilité à Grand-Bourg

Saint-François

Une part toujours élevée (94%) concerne les toitures en **tôle** à Saint-François (fig. 32) avec une part importante des constructions de **plain-pied** (64%) mais qui se réduit par rapport aux premières communes évoquées (cf supra). Pour le reste les critères affichent peu de bâtiments concernés par une forte vulnérabilité.

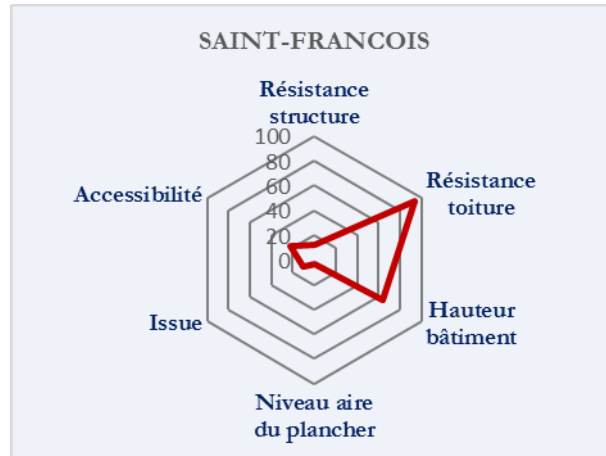


Figure 32 : Part du bâti concerné par critère à Saint-François

La vulnérabilité des bâtis est faible à modérée avec des constructions fortement vulnérables autour de la marina mais aussi une vulnérabilité modérée vers le port (gare maritime et commerciale (fig. 33).

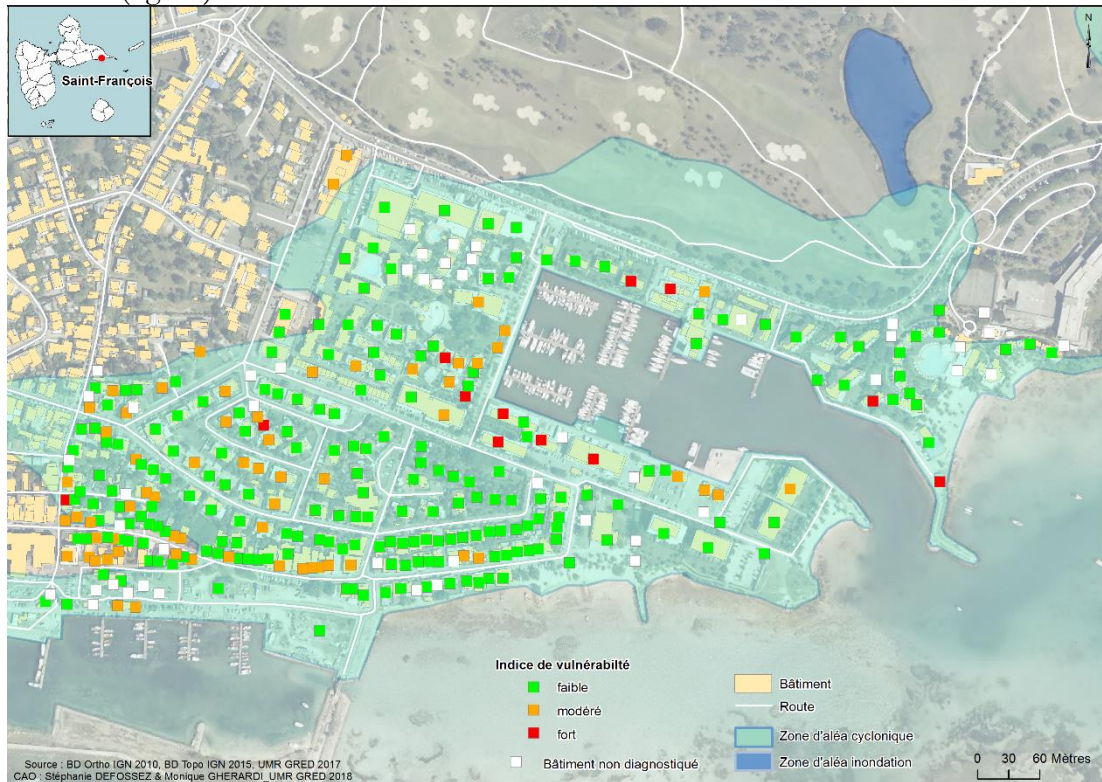


Figure 33 : Indice de vulnérabilité à Saint-François

Port-Louis

A Port-Louis, ces deux critères prépondérants conservent une part majoritaire mais se réduisent (fig. 34). Ainsi 80% des bâtis concernés par des matériaux de toiture en **tôle** et 64% des habitations sont de **plain-pied** dont les planchers sont majoritairement **au-dessus du niveau de la chaussée**.

L'évacuation et l'accessibilité sont peu vulnérables.

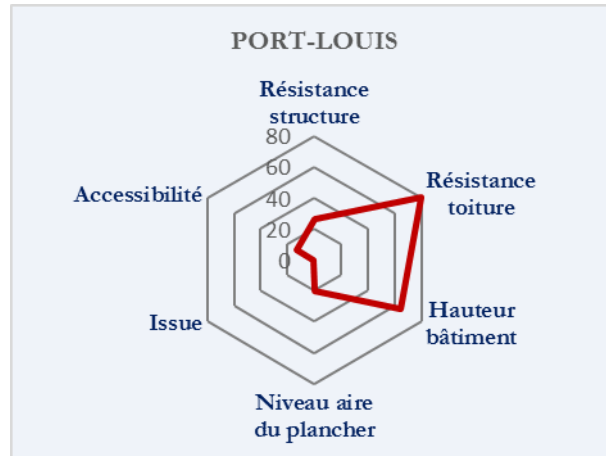


Figure 34 : Part du bâti concerné par critère à Port-Louis

L'analyse de la vulnérabilité de cette commune est qualifiée de faible pour la majorité des constructions, mais laisse apparaître ponctuellement des bâtis fortement vulnérables (fig. 35).

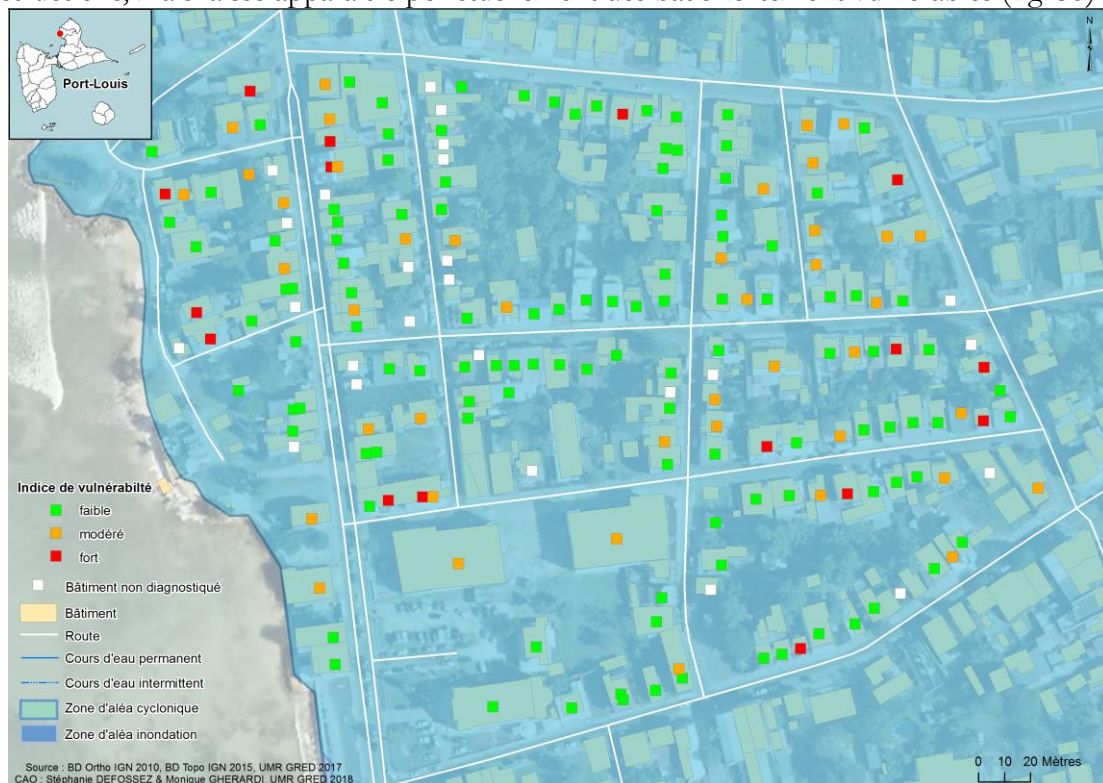


Figure 35 : Indice de vulnérabilité à Port-Louis

Le Moule

Le Moule (fig. 36) dont les deux critères prédominants sont les matériaux de la toiture en **tôle** (80%) et la hauteur des bâtiments, de **plain-pied** pour plus de la moitié (61%), laisse apparaître une vulnérabilité modérée et forte. L'**accessibilité** présente également une vulnérabilité élevée tandis que les ouvertures des habitations sont dégagées. Les matériaux de la structure sont résistants.

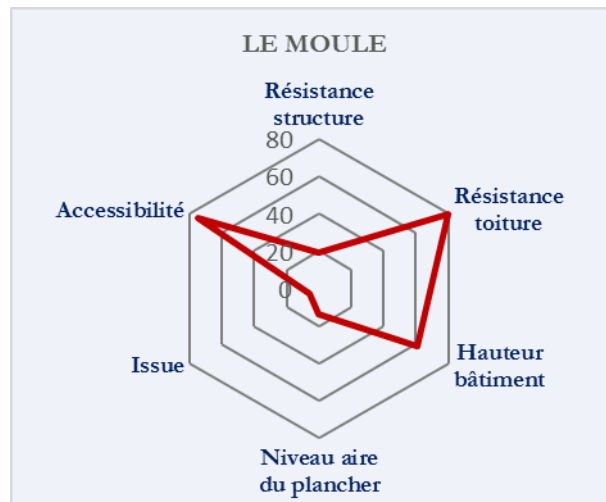


Figure 36 : Part du bâti concerné par critère à Le Moule

Une zone fortement vulnérable se situe à l'ouest de la zone étudiée puis largement sur les premières lignes de la zone côtière (fig. 37).

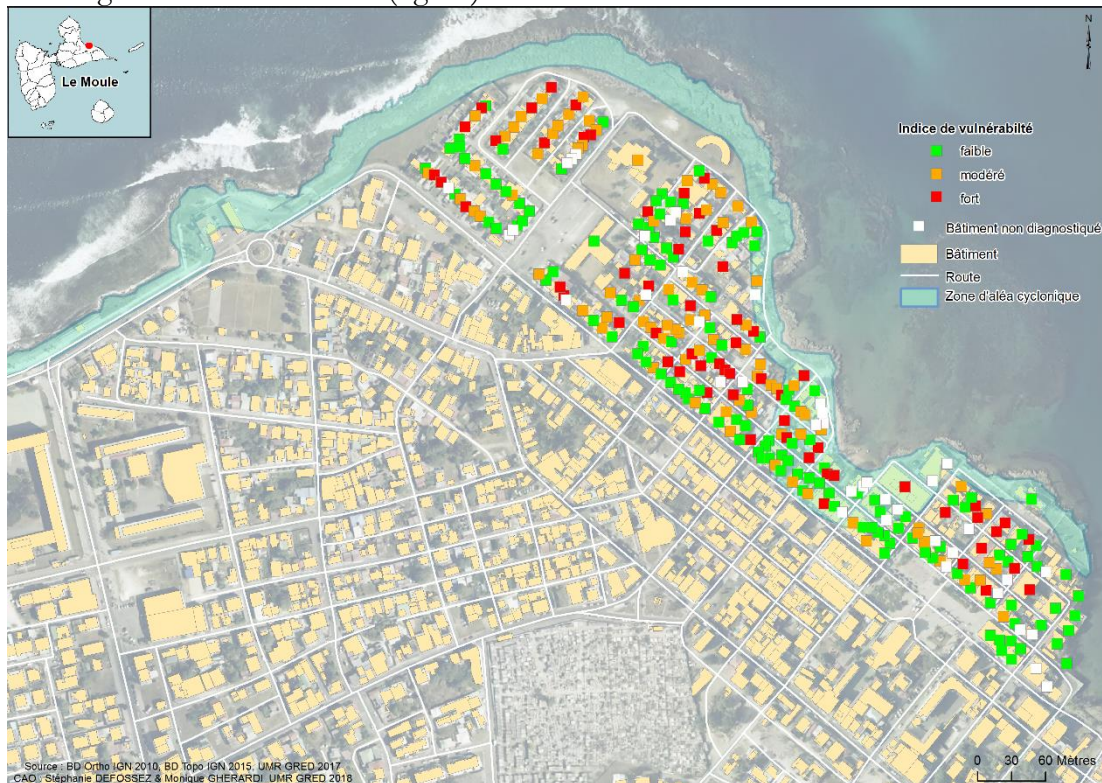


Figure 37 : Indice de vulnérabilité à Le Moule

Bouillante

-Bouillante cumule 93% du bâti possédant un toit en **tôle** (fig. 38). Les constructions se situent pour 68% **au niveau ou sous le niveau de la route** (ce qui dénote avec le % des autres communes). Les constructions basses sont relativement moins nombreuses avec des ouvertures dégagées et en matériaux résistants. Les voies de communication reflètent une bonne accessibilité.

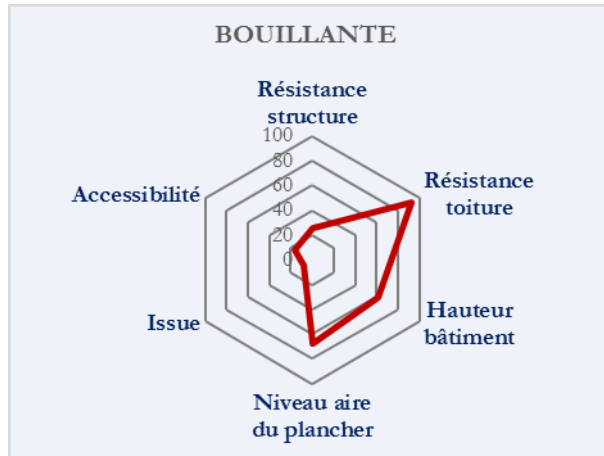


Figure 38 : Part du bâti concerné par critère à Bouillante

Les constructions diagnostiquées présentant une vulnérabilité modérée à forte se situent au nord et au sud de la commune (fig. 39).

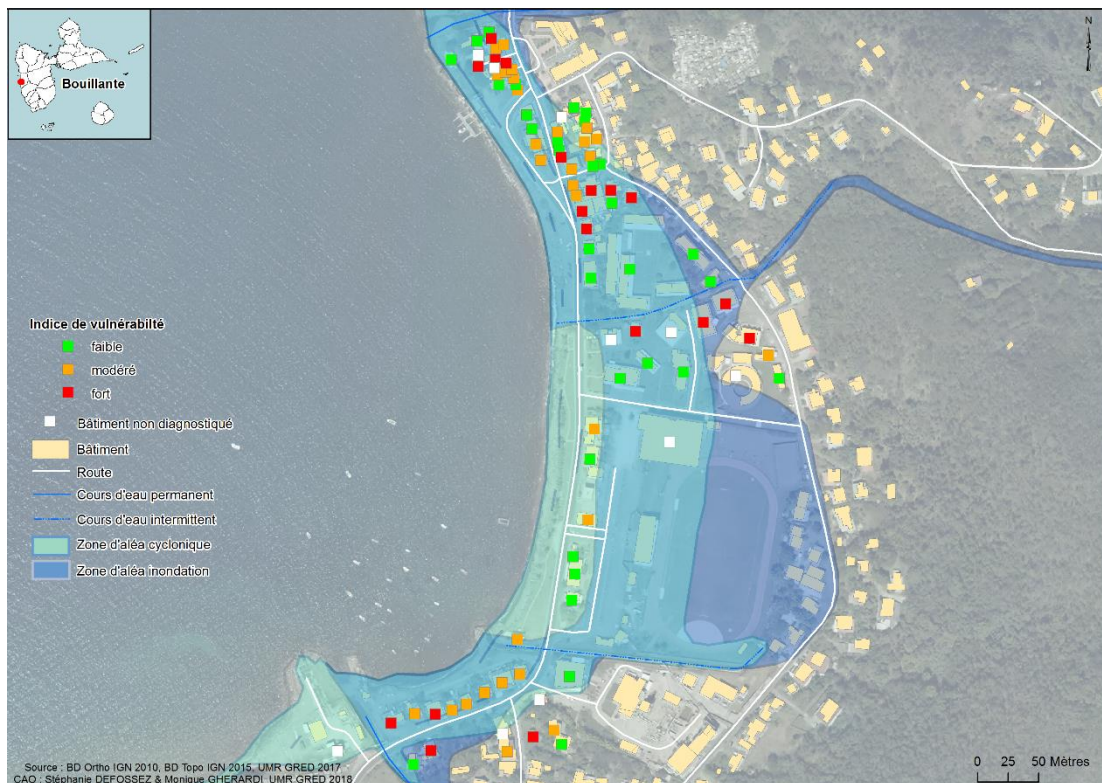


Figure 39 : Indice de vulnérabilité à Bouillante

Deshaies

A Deshaies (fig. 40), les mêmes caractéristiques prévalent avec 93% des toitures en **tôle** et 75% des constructions dont le plancher est **au niveau ou sous le niveau de la route**. Les caractéristiques de résistance et de hauteur du bâti ainsi que des issues non entravées affichent des bâtis peu vulnérables de ce point de vue, tout comme l'accessibilité.

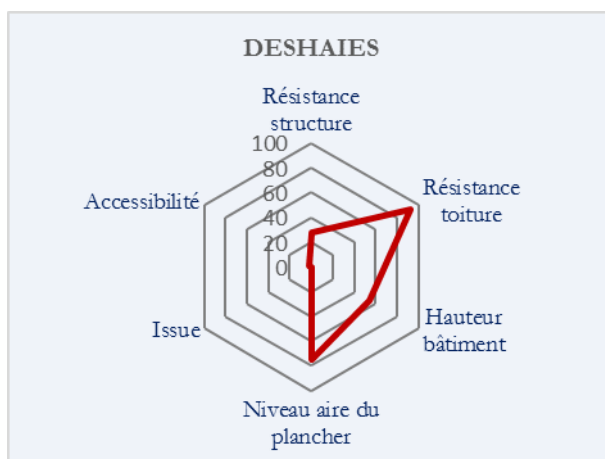


Figure 40 : Part du bâti concerné par critère à Deshaies

La vulnérabilité se répartit entre les 3 niveaux (faible à fort), elle a tendance à se concentrer dans la partie sud de la commune (fig. 41).

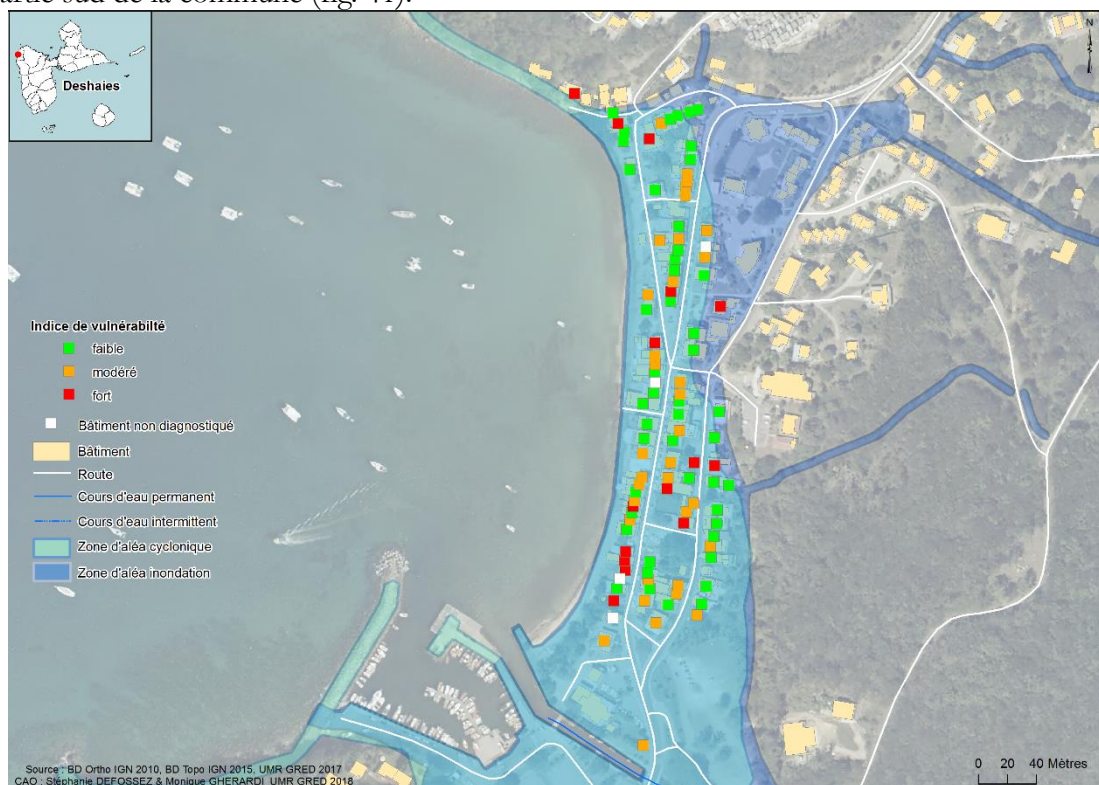


Figure 41 : Indice de vulnérabilité à Deshaies

Le Lamentin

-La commune du Lamentin affiche deux critères majoritaires, les matériaux de la **toiture** et la **hauteur** du bâtiment (fig. 42). Cependant, les valeurs ne vont pas dans le même sens que pour les autres communes concernées par ces critères. Le critère de hauteur du bâtiment est ici le plus important, en effet, 86% des constructions sont de plain-pied. La faible résistance des **toitures** reste élevée puisque 72% du bâti possèdent un toit de tôle. A part ces deux critères, les autres reflètent des niveaux faibles de vulnérabilité.

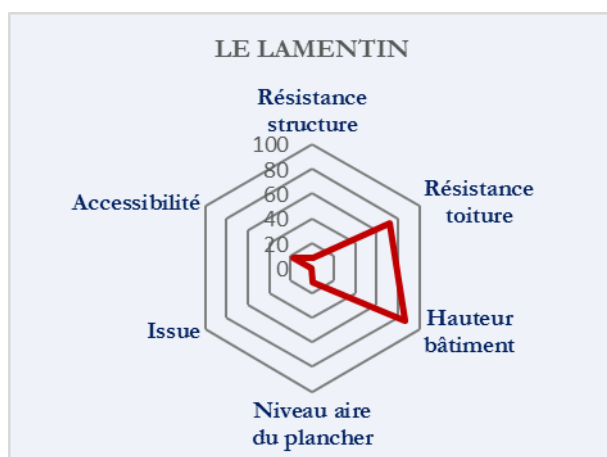


Figure 42 : Part du bâti concerné par critère à Le Lamentin

Le Lamentin présente une vulnérabilité faible avec quelques bâtis fortement vulnérables situés notamment au nord proche du trait de côte (fig. 43).

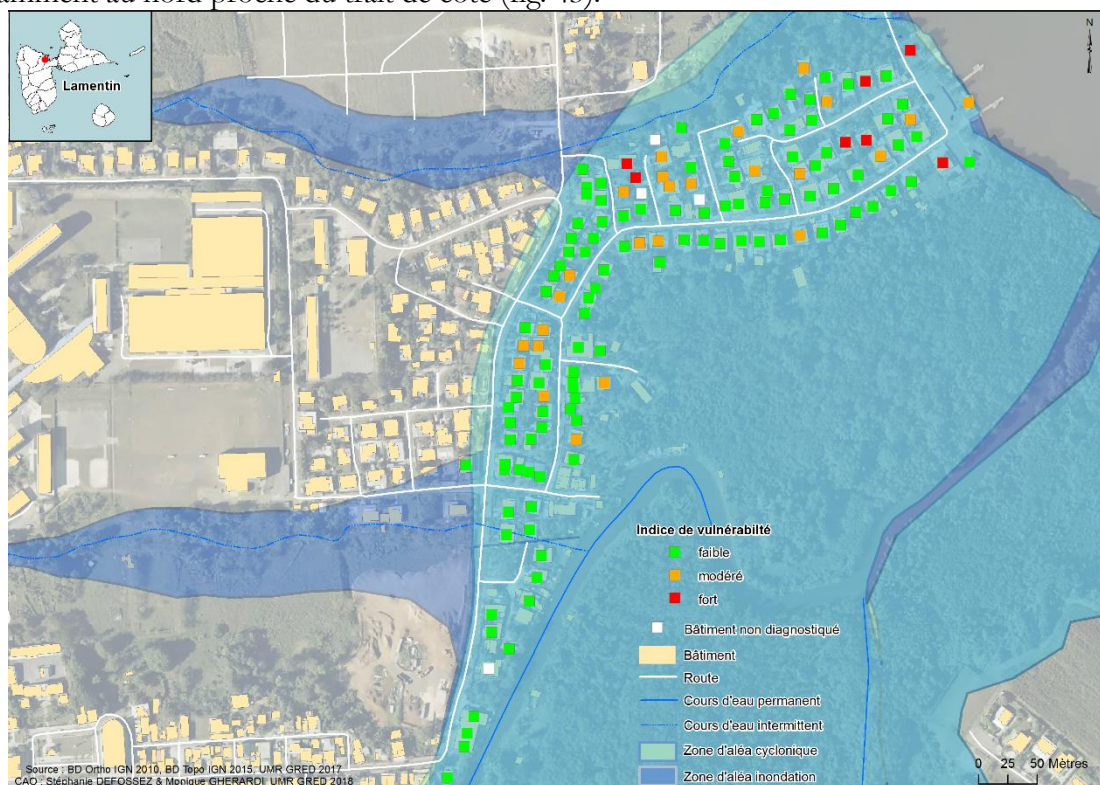


Figure 43 : Indice de vulnérabilité au Lamentin

Sainte-Anne

-Sainte-Anne cumule quant à elle trois critères de vulnérabilité prédominants (fig. 44). En plus des critères définissant l'ensemble des communes (**toiture et hauteur** du bâtiment), la commune est largement concernée par le critère d'**accessibilité** engageant non seulement les conditions d'évacuation pour les habitants mais également les conditions d'accès des secours. 85% des constructions sont composés de toit en tôle, 71% sont des habitations de plain-pied et 69% du bâti sont rendus vulnérables par des voies d'accès inadaptées (ruelle, piéton...).

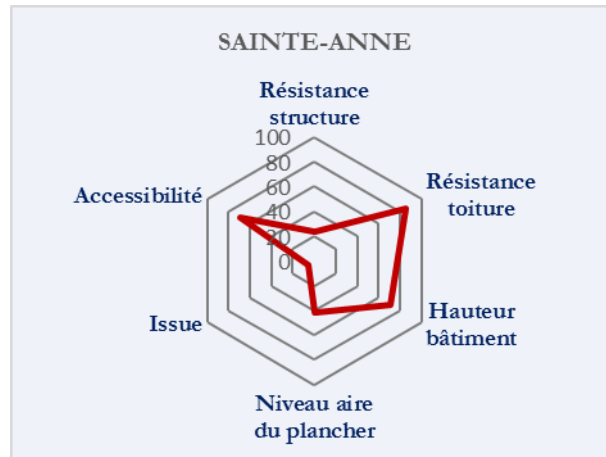


Figure 44 : Part du bâti concerné par chaque critère à Sainte-Anne

Sainte-Anne présente une forte vulnérabilité notamment au nord-est de la commune même si la répartition entre les niveaux de vulnérabilité est assez égale sur tout le territoire étudié (fig. 45)

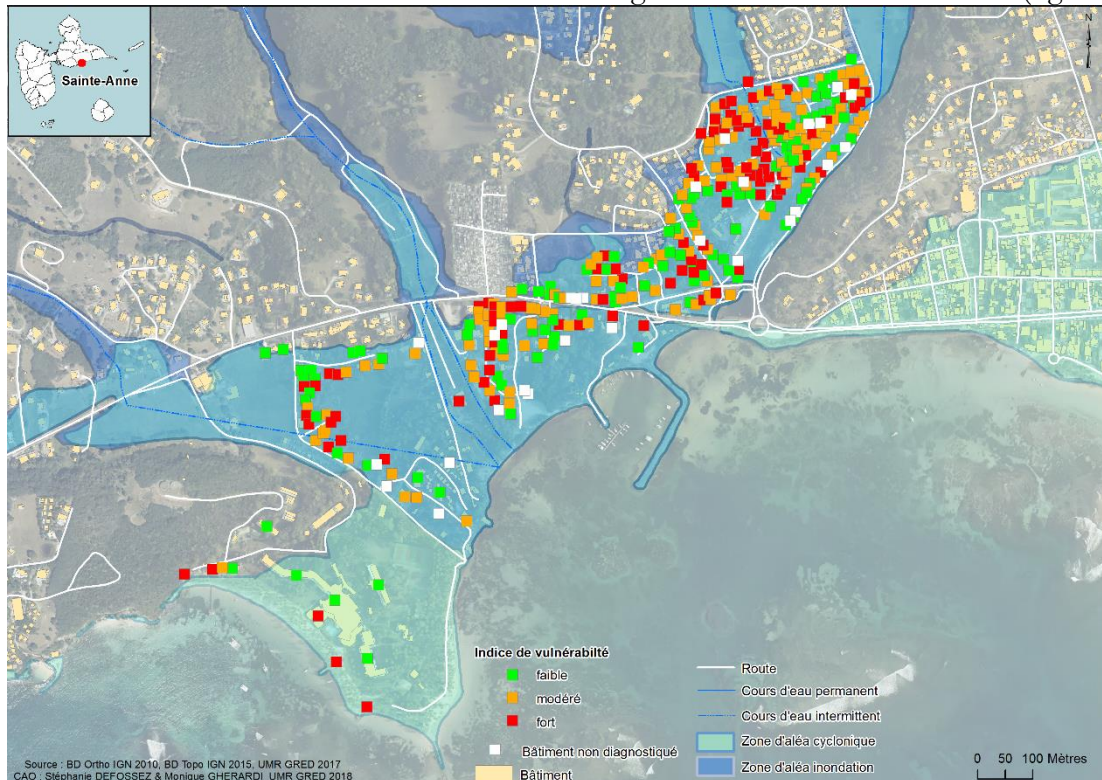


Figure 45 : Indice de vulnérabilité à Sainte-Anne

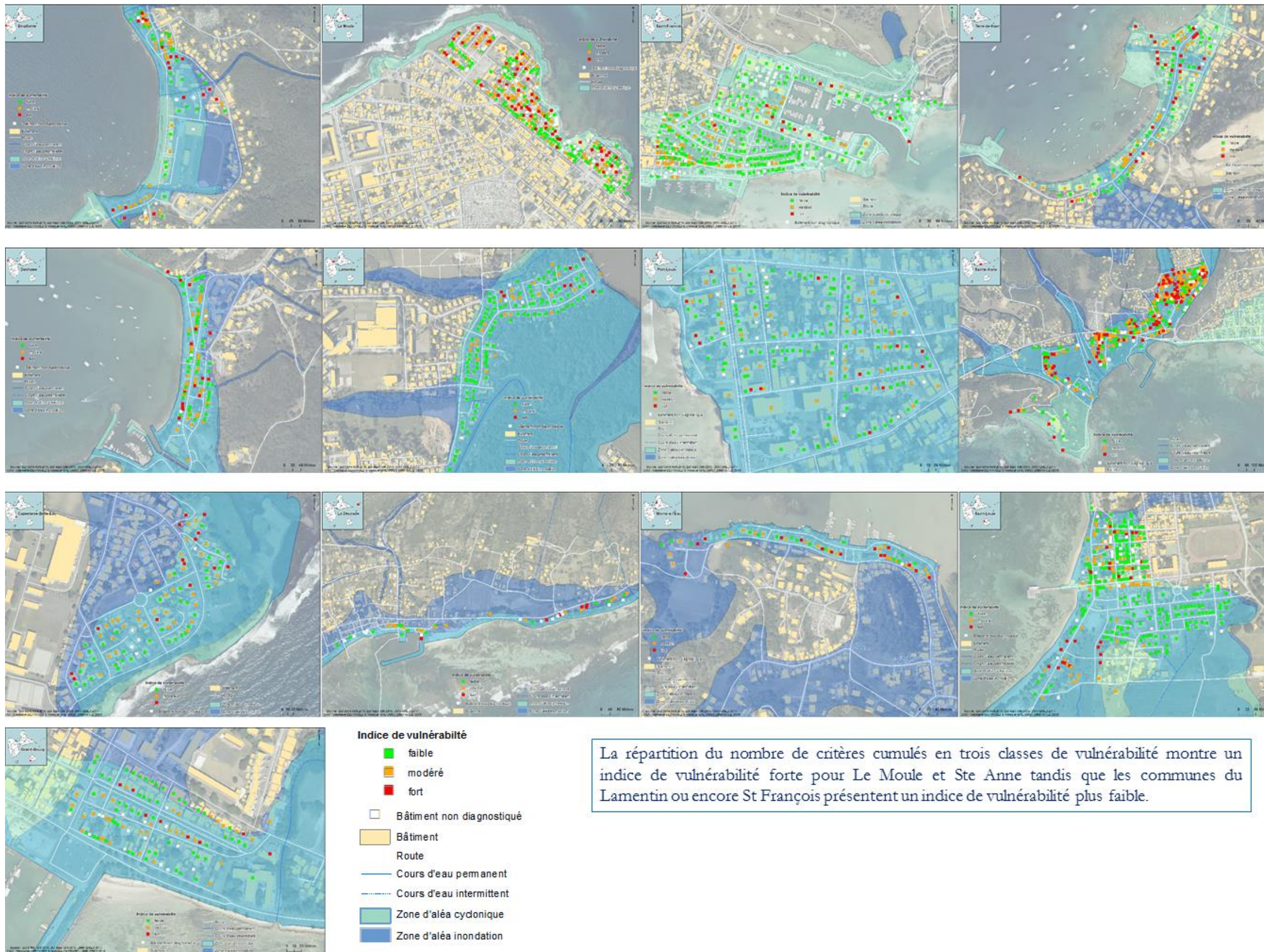


Figure 46 : Répartition spatiale du niveau de vulnérabilité dans les 13 sites étudiés

Conclusions :

La Guadeloupe est exposée aux risques naturels d'origine hydro-climatiques et des questionnements s'imposent sur des conséquences futures potentielles liées au changement climatique. Même si les incertitudes persistent, la nécessité de traiter ces problématiques s'affirment. La notion de risque se définit comme un système englobant l'aléa, l'exposition et les enjeux, les vulnérabilités et les capacités de résilience exprimé par le modèle AEVC (Leone in Defosse et *al.*, 2018). L'approche par les vulnérabilités est essentielle puisqu'elle participe à les évaluer et proposer des stratégies de réduction. Si toute la Guadeloupe est concernée, le changement d'échelle et l'étude à échelle communale et infra-communale permet d'identifier les zones / les bâtis et les personnes les plus vulnérables. Elle permet également de définir les critères de vulnérabilité les plus redondants et importants, dont l'identification permet des moyens d'actions.

L'objectif de cette action sur la définition de géo-indicateurs de vulnérabilité est double : évaluer et cartographier. Les informations visuelles sur les supports cartographiques (dans le corps du texte et dans l'atlas) sont construites de manière à être accessibles à tout public, initié et non-initiés. L'évaluation à échelle infra-communale, rendant compte d'un niveau de vulnérabilité (comparaison entre les bâtis), et la formulation des critères amènent une identification sur le bâti des critères vulnérables. Des stratégies de mitigation apparaissent et si elles n'étaient pas réalisables alors l'évaluation permet tout de même d'estimer sa vulnérabilité et d'anticiper une mise en sécurité et faire face aux événements extrêmes. En effet, il s'agit ici d'évaluer et de proposer des actions de réduction de la vulnérabilité humaine principalement.

-**Les matériaux de la structure du bâti** sont apparus globalement peu vulnérables puisque constitués de matériaux résistants. Pour les matériaux précaires les mesures de prévention doivent se transférer sur l'anticipation du phénomène et l'évacuation préventive des individus ou la consolidation du bâti.

-**Les matériaux de la toiture** s'ils sont en tôle doivent faire l'objet d'une vérification et le cas échéant d'une mise en conformité des normes para cycloniques.

-**La hauteur du bâtiment, le niveau de l'aire du plancher et l'issue** doivent alerter les populations situées sur la frange littorale qui se mettent en danger en se confinant au RDC (attention cependant l'étage n'est pas ici gage de sécurité puisqu'exposé au vent). Une évacuation préventive en lieu sûr (abri sûr officiel ou habitat moins exposé/moins vulnérable) est préconisée pour les populations dont l'habitation est soumise aux houles cycloniques/inondations.

-**L'accessibilité** est difficilement adaptable et/ou modifiable. Par conséquent les populations concernées doivent anticiper leurs déplacements potentiels dans un lieu de refuge.

L'étude tente d'évaluer la vulnérabilité humaine liée à la structure du bâti s'inscrivant dans la gestion des risques en visant une réduction de la vulnérabilité humaine voire des pertes humaines liées aux événements hydro-climatiques. Cet angle d'approche répond à des interrogations menées sur la relation entre structure de bâti et vulnérabilité humaine, en effet des récentes recherches montrent une corrélation entre un bâti vulnérable et la mortalité en cas de crise (Vinet et al., 2011). Les incertitudes sur les conséquences du changement climatique persistent (intensité ou fréquence des phénomènes ? hauteur de l'élévation du niveau marin ?) mais l'on sait que des modifications se produisent. Face à ces phénomènes extrêmes qui touchent l'archipel guadeloupéen (Battut, 2018) la réduction des vulnérabilités (notamment humaine) passe par une anticipation et une préparation à la crise adaptées notamment pour les populations de la bordure littorale.

Références citées dans le texte

Battut S., 2018, *La mortalité liée aux évènements climatiques extrêmes en Guadeloupe entre 1950 et 2018 comme approche de la vulnérabilité humaine*, Mémoire de Master 1 GCRN, Université Paul-Valéry Montpellier 3, 78 p.

Desarthe J., 2014, Ouragans et submersions dans les Antilles françaises (XVII^e - XX^e siècle), *Études caribéennes* [En ligne], 29 | Décembre 2014, mis en ligne le 15 décembre 2014, consulté le 20 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/7176> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.7176

INSEE, dossier complet, département de la Guadeloupe, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-971>, consulté le 15 octobre 2018.

Leone F., Meschinet de Richemond N., Vinet F., 2010, *Aléas naturels et gestion des risques*, PUF, 288 p.

Defossez S., Vinet F., Leone F., 2018, *Diagnostiquer la vulnérabilité face aux inondations : progrès et limites*, pp. 263-282, In Vinet F. (dir.), *Inondations 1 : la connaissance du risque*. Elsevier/ISTE éditions, Londres, 388 p.

Moulet D., Saffache P. Transler A-L, L'urbanisation caribéenne : effets et contrastes, *Études caribéennes* [En ligne], 7 | Août 2007, mis en ligne le 15 août 2007, consulté le 17 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/342> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.342

Terral R. et Sélise M., Dynamiques urbaines communes et spécificités des villes des Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique) des origines de la colonisation (1635) à nos jours, *Études caribéennes* [En ligne], 39-40 | Avril-Août 2018, mis en ligne le 15 juillet 2018, consulté le 17 décembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/12811> ; DOI : 10.4000/etudescaribeennes.12811

Vinet F., Lumbroso D., Defossez S. and Boissier L. (2011) A comparative analysis of the loss of life during two recent floods in France: the sea surge caused by the storm Xynthia and the flash flood in Var. *Natural Hazards* . DOI: 10.1007/s11069-011-9975-5

Table des figures et tableaux

Figure 1 : Répartition du type de bâti selon l'INSEE (2015).....	4
Figure 2 : Evolution de la zone urbanisée à Port-Louis entre 1950 et 2013.....	5
Fig.3 : Répartition des résidences principales en 2015 selon la période d'achèvement (avant 2013) en nombre par période (histogramme) et en nombre cumulé (courbe)	5
Figure 4 : Communes guadeloupéennes concernées par le diagnostic de vulnérabilité.....	7
Figure 5 : Répartition du type de bâti pour les résidences principales à échelle communale (Source : Insee, Dossier complet communal édité en 2018).....	8
Figure 6 : Typologie des enjeux.....	9
Figure 7 : Typologie de la vulnérabilité du bâti.....	11
Tableau 1 : Critères de vulnérabilité.....	12
Figure 8 : Répartition du type de logement dans les 13 communes étudiées (source : INSEE)....	13
Tableau 2 : Répartition des nombre et pourcentage de bâtis en fonction du nombre de critères sur l'échantillon global.....	13
Figure 9 : Répartition du nombre de critères par commune.....	14
Figure 10 : Nombre de critères par bâtiment.....	15
Tableau 3 : Répartition de la part du bâti par critère pour l'ensemble des communes étudiées.....	16
Figure 11 : Comparaison de la répartition des critères par commune.....	16
Figure 12 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère de résistance de la structure.....	18
Figure 13 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère de résistance de la toiture.....	19
Figure 14 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction de la résistance bâti.....	20
Figure 15 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère hauteur du bâti.....	21
Figure 16 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère niveau de l'aire du plancher.....	22
Figure 17 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du gabarit du bâti.....	23
Figure 18 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère d'issue.....	24
Figure 19 : Répartition de la vulnérabilité du bâti en fonction du critère d'accessibilité.....	25
Figure 20 : Part du bâti concerné par critère à Capesterre-Belle-Eau.....	27
Figure 21 : Indice de vulnérabilité à Capesterre-belle-Eau.....	27
Figure 22 : Part du bâti concerné par critère à Morne-à-l'Eau.....	28
Figure 23 : Indice de vulnérabilité à Morne-à-l'Eau.....	28
Figure 24 : Part du bâti concerné par critère à Terre-de-Haut.....	29
Figure 25 : Indice de vulnérabilité à Terre-de-Haut.....	29

Figure 26 : Part du bâti concerné par critère à Saint-Louis.....	30
Figure 27 : Indice de vulnérabilité à Saint-Louis (Marie-Galante).....	30
Figure 28 : Part du bâti concerné par critère à la Désirade	31
Figure 29 : Indice de vulnérabilité à la Désirade (lieu-dit le Désert).....	31
Figure 30 : Part du bâti concerné par critère à Grand-Bourg.....	32
Figure 31 : Indice de vulnérabilité à Grand-Bourg.....	32
Figure 32 : Part du bâti concerné par critère à Saint-François.....	33
Figure 33 : Indice de vulnérabilité à Saint-François	33
Figure 34 : Part du bâti concerné par critère à Port-Louis.....	34
Figure 35 : Indice de vulnérabilité à Port-Louis.....	34
Figure 36 : Part du bâti concerné par critère à Le Moule.....	35
Figure 37 : Indice de vulnérabilité à Le Moule.....	35
Figure 38 : Part du bâti concerné par critère à Bouillante	36
Figure 39 : Indice de vulnérabilité à Bouillante.....	36
Figure 40 : Part du bâti concerné par critère à Deshaies	37
Figure 41 : Indice de vulnérabilité à Deshaies.....	37
Figure 42 : Part du bâti concerné par critère à Le Lamentin	38
Figure 43 : Indice de vulnérabilité au Lamentin	38
Figure 44 : Part du bâti concerné par chaque critère à Sainte-Anne.....	39
Figure 45 : Indice de vulnérabilité à Sainte-Anne.....	39
Figure 46 : Répartition spatiale du niveau de vulnérabilité dans les 13 sites étudiés	40