

**Système d'information sur les eaux
souterraines de Martinique :
synthèse cartographique**

Rapport final

BRGM/RP-56242-FR
Août 2008

Août 2008

Système d'information sur les eaux souterraines de Martinique : synthèse cartographique

Rapport final

BRGM/RP-56242-FR
Aout 2008

S. Pinson, B. Vittecoq, D. Allier, V. Mardhel

Vérificateur :

Nom : A. Brugeron

Date : 18/08/2008

Signature :

Approbateur :

Nom : JP. Comte

Date : 18/08/2008

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 9001:2000.

Mots clés : Martinique, eaux souterraines, SIGES, SIG, synthèse cartographique.

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

Pinson S, Vittecoq B, Allier D, Mardhel V, (2008) Système d'information sur les eaux souterraines de Martinique : synthèse cartographique. BRGM/RP-56242-FR.

© BRGM, 2008, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Dans le but d'élaborer un système d'information sur les eaux souterraines de la Martinique, incluant l'étude de la qualité et de la vulnérabilité de la ressource, la région Martinique et le BRGM se sont associés dans le cadre d'un projet de recherche.

Le présent rapport correspond à la **synthèse cartographique des données acquises dans les précédents volets d'élaboration du Système d'Information Régional** : identification, caractérisations quantitatives, qualitatives et évaluation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de Martinique.

La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines a été croisée avec les principales pressions diffuses identifiées en concertation avec la Région, à savoir :

- ✓ les intrants agricoles :
 - Nitrates & produits phytosanitaires d'une part
 - Chlordécone d'autre part
- ✓ l'urbanisation
- ✓ le réseau routier

Des mises à jour sont bien évidemment envisageables, notamment pour la prise en compte d'autres pressions, la modification des pondérations, ou la réalisation d'autres croisements. Ce rapport permet néanmoins d'illustrer les possibilités offertes par le SIRESMAR, adaptables selon les préoccupations et les objectifs (politiques sectorielles, aide à la programmation, aide à la mise en œuvre...).

L'objectif de ce projet était de mettre à disposition de la Région les outils d'aide à la décision nécessaires pour une bonne gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau. L'ensemble des éléments cartographique présentés ici sont ainsi disponibles en version ©Arcview afin de pouvoir réaliser « à la demande » les cartes thématiques spécifiques permettant de répondre à des questions précises.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Cartographie des zones à risque	13
2.1. RAPPELS	13
2.1.1. Vulnérabilité intrinsèque	13
2.1.2. Vulnérabilité et risque	14
2.1.3. Méthodologie générale	15
2.2. LE RISQUE LIE AUX INTRANTS AGRICOLES	16
2.2.1. Données nécessaires	17
a) - La carte de la sole agricole (CNASEA)	17
b) - La carte de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines	19
2.2.2. Préparation des données	20
2.2.3. Première méthode et résultats	22
2.2.4. Deuxième méthode et résultats	26
2.3. LE RISQUE SPECIFIQUE DE POLLUTION AU CHLORDECONE.....	30
2.3.1. Données nécessaires	30
2.3.2. Méthodologie et résultats	32
2.4. LES RISQUES LIES A L'URBANISATION	34
2.4.1. Données nécessaires	34
2.4.2. Préparation des données	36
2.4.3. Méthodologie et résultats	36
2.5. LES RISQUES LIES AUX RESEAUX ROUTIERS	41
2.5.1. Données nécessaires	41
2.5.2. Méthodologie	43
c) Calcul de la pression simple	43
d) Calcul de l'indice de « dangerosité »	44
e) Calcul de la pression totale liée au réseau routier	47
2.5.3. Résultat : la carte de risque	47
2.6. CARTES DE SYNTHESES.....	47
3. Caractérisation de la ressource potentielle	53
3.1. RAPPELS	53

3.1.1. Le concept d'« Unité Constitutive d'Aquifère » (UCA).....	53
3.1.2. Estimation du débit potentiel instantané par forage au sein d'une UCA..	53
3.1.3. Représentation cartographique des UCA	54
3.2. VULNERABILITE DES FORMATIONS POTENTIELLEMENT AQUIFERES....	55
3.2.1. Données nécessaires.....	55
3.3. CARACTERISATION DES FORMATIONS POTENTIELLEMENT AQUIFERES SELON LES RISQUES DE POLLUTION	65
3.3.1. Données nécessaires.....	65
3.3.2. Méthodologie et résultats	65
4. Conclusion.....	69
5. Bibliographie	71

Liste des illustrations

Illustration 1: Schéma simplifié du fonctionnement d'un hydrosystème	14
Illustration 2 – Carte de la sole agricole de la Martinique	18
Illustration 3 : Carte de vulnérabilité des eaux souterraines	19
Illustration 4 : Préparations des données de la sole agricole (la légende est celle de l'illustration 2)	21
Illustration 5 : carte de pression « intrants agricoles »	23
Illustration 6 – Les différentes étapes du croisement entre vulnérabilité et pression afin d'aboutir à une carte de risque	24
Illustration 7 : carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles (selon 2 classes de pression)	25
Illustration 8 : Quantités de produits bruts utilisés par type de culture en 1996 (données CIRAD, publiées dans Brugneaux et al., 2004)	26
Illustration 9 : Hiérarchisation des pressions associées à chaque type de culture	26
Illustration 10 : Carte de pression « intrants agricoles » hiérarchisée en fonction du type de culture	27
Illustration 11 : carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles (hiérarchisés en fonction du type de culture)	29
Illustration 12 – cartographie statistique du risque de pollution des sols par le chlordécone – septembre 2007 (Source DIREN – DAF-SPV)	31
Illustration 13 : Carte des risques de pollution des eaux souterraines par le chlordécone	33
Illustration 14 – Cartographie du bâti d'après la ©BDTOPO	35
Illustration 15 : Calculs réalisés sur les données du bâti	37
Illustration 16 : Cartographie de la pression liée à l'urbanisation	38
Illustration 17 – Les différentes étapes du croisement entre la pression urbaine et la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines	39
Illustration 18 : cartographie du risque de pollution des eaux souterraines liés à la densité de l'urbanisation	40
Illustration 19 – Cartographie du linéaire routier sur le territoire de la Martinique	42
Illustration 20 – AB= Distance « vraie » – Distance euclidienne	44
Illustration 21 – Exemples de calculs de pente, de sinuosité et de l'indice de dangerosité	45
Illustration 22 – Calcul de la pression totale liée au réseau routier	48
Illustration 23 : Cartographie de la pression liée aux réseaux routiers	49
Illustration 24 – Les différentes étapes du croisement entre la pression liée aux réseaux routiers et la vulnérabilité des eaux souterraines	50

Illustration 25 : cartographie du risque de pollution des eaux souterraines liés aux réseaux routiers	51
Illustration 26 – Principe de découpage en niveau des unités hydrogéologiques	55
Illustration 27	56
Illustration 28 – carte des débits de niveau 1	57
Illustration 29 – Exemples de croisement entre débits et vulnérabilité	58
Illustration 30 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 30 à 60 m ³ /h	59
Illustration 31 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 10 à 30 m ³ /h	60
Illustration 32 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 5 à 10 m ³ /h	61
Illustration 33 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 2 à 5 m ³ /h	62
Illustration 34 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage < 2 m ³ /h	63
Illustration 35 : Cartographie des zones à risques de pollutions et des unités d'ordre 1	66
Illustration 36 : Cartographie des unités d'ordre 1 et des zones à risques de pollutions classées en 2 catégories (zones à risque élevé en rouge et zones à risque faible en transparence).....	67

1. Introduction

Ce projet s'inscrit dans le cadre général de l'élaboration du Système d'Information Régional sur les ressources en eau souterraine de la Martinique dont les objectifs sont :

- de contribuer à améliorer significativement la **connaissance régionale patrimoniale des ressources en eau souterraine**, nécessaire pour leur protection, leur valorisation et leur suivi dans le cadre d'une gestion durable et respectueuse de l'environnement, conformément aux orientations du SDAGE,
- de s'inscrire dans le cadre du plan d'action pour répondre à la Directive Cadre Européenne en matière de **caractérisation des ressources en eau souterraine**,
- de **porter à connaissance** les résultats synthétisés au niveau régional, de façon à ce qu'ils puissent être utilisés dans les projets spécifiques de **mise en valeur ou de protection des eaux souterraines**

En effet, des situations de crises saisonnières apparaissent de plus en plus fréquemment en Martinique du fait du manque de ressource en eau destinée à l'Alimentation en Eau Potable (AEP), notamment en période de carême sec. Du fait de l'augmentation prévisible de la demande (démographie, développement social et économique), ces situations risquent de s'amplifier dans les années à venir. Actuellement 92% de l'eau utilisée proviennent d'eau de surface (le reste provenant de sources). Pourtant, du fait de leurs caractéristiques qualitatives, de leur généralement bonne protection naturelle et de leur proximité des zones de consommation, les eaux souterraines constituent un complément intéressant aux eaux de surface. Ces ressources en eau souterraine pourraient être exploitées sous réserve d'une bonne appréciation des disponibilités quantitatives, qualitatives et des impacts de cette exploitation.

Néanmoins, il n'existait pas de documents d'informations et d'orientations sur ces ressources, aussi bien cartographiques que méthodologiques, ni d'éléments devant permettre d'organiser leur gestion durable (quantités et qualité) à l'échelle régionale.

La Région, la DIREN et le BRGM ont ainsi engagé un programme d'évaluation au niveau régional des ressources en eau souterraine de la Martinique. Par délibération n° 04-1964 en date du 09 novembre 2004, la Région Martinique a convenu de se porter maître d'ouvrage d'un programme d'étude portant sur l'évaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine de la Martinique, mis en œuvre par le BRGM.

La quantification de la ressource en eau souterraine potentiellement exploitable, évaluée dans le rapport BRGM/RP-55099-FR ne prenait pas en compte les aspects qualitatifs. Elle définissait, pour chacune des 24 unités régionales (correspondant aux grands bassins hydrologiques) un volume potentiellement exploitable ainsi que le nombre de forages a priori nécessaires pour capter cette ressource, compte tenu des productivités escomptées.

Pour compléter l'évaluation de la ressource, il est nécessaire d'évaluer la qualité des eaux souterraines, afin de cibler, au sein de ces unités, les zones à risques et de les hiérarchiser.

Selon la politique retenue, les volumes potentiellement exploitables présentés dans le rapport BRGM/RP-55099-FR pourront ainsi être ajustés.

Par exemple, si la demande en eau est très importante, et que l'on considère que toute ressource supplémentaire est la bienvenue, un traitement pourra être mis en place sur les points d'eau présentant des problèmes de pollutions.

Par contre, si l'on souhaite n'exploiter que des ressources de bonne qualité, il sera nécessaire d'identifier, au sein de chaque unité régionale, les secteurs dans lesquels des prospections pourraient être menées (qui dépendent entre autre des conditions d'accès et des limites fixées à ce niveau). Une fois ces secteurs identifiés, une estimation de leur potentialité pourra être donnée sur la base des éléments disponibles présentés dans le rapport BRGM/RP-55099-FR. La confrontation du nombre de sites retenus sur chaque unité avec le nombre de forages associés au volume potentiellement exploitable permettra d'affiner le volume potentiellement exploitable de ces secteurs.

Ainsi, si pour une unité donnée, seuls 2 sites sont identifiés (problèmes d'accès par exemple) alors que le potentiel est de 10 forages, le volume potentiellement exploitable sur l'unité ne correspondra qu'à 20% du volume annoncé.

Les 2 points clés suivants sont ainsi bien mis en évidence : d'une part le choix d'une politique quant à l'exploitation de la ressource en eau, qui pourra être adaptée à chaque unité, d'autre part les moyens mis à disposition pour mener les prospections dans les zones où la ressource est présente en bonne quantité et est de bonne qualité (notamment les conditions d'accès).

Afin de prendre en compte la qualité des eaux souterraines, plusieurs démarches sont possibles.

La première est une approche directe ; elle consiste à prélever et analyser de l'eau dans les sources et forages existants : c'est la démarche utilisée dans le cadre des réseaux de surveillance (Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines au titre de la DCE, financé par l'ODE et le BRGM). Cette méthode est néanmoins dépendante du nombre de forages existants et de leur localisation, et n'a donc qu'une représentativité limitée.

La seconde est une approche prédictive, elle consiste à déterminer d'une part la qualité naturelle des eaux souterraines et d'autre part de déterminer les différentes pressions auxquelles elles sont soumises, puis de réaliser des cartes de zones à risques en fonction de la vulnérabilité intrinsèque des formations potentiellement aquifères. L'avantage de cette méthode est de couvrir l'ensemble du territoire.

Ces deux méthodes peuvent également être couplées, en réalisant à la suite de l'approche prédictive de nouveaux forages permettant notamment soit de suivre les secteurs à risque élevé de pollution, soit de valider la bonne qualité des eaux des secteurs situés hors des zones à risques.

La démarche prédictive a été adoptée en concertation avec la Région et la DIREN pour aborder les aspects qualitatifs du Système d'Information Régional sur les eaux souterraines.

La première partie du travail (présentée dans le rapport BRGM/56266-FR), a consisté à faire une caractérisation et une différenciation géochimique des eaux souterraines de la Martinique, sur la base d'analyses réalisées sur les sources et forages existants suivis dans le cadre des réseaux de suivi de la qualité des eaux souterraines.

La seconde partie du travail (présentée dans le rapport BRGM/56283-FR), a consisté à évaluer la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de la Martinique.

Enfin, le présent rapport correspond à la **synthèse cartographique des données acquises dans les précédents volets d'élaboration du Système d'Information Régional** : identification, caractérisation quantitatives, qualitative et évaluation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de Martinique.

La méthodologie est la suivante : la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est croisée avec les principales pressions diffuses identifiées en concertation avec la Région, à savoir :

- ✓ les intrants agricoles :
 - Nitrates & produits phytosanitaires d'un part
 - et chlordécone d'autre part
- ✓ l'urbanisation
- ✓ le réseau routier

Des cartes de zones à risques de pollutions des eaux souterraines sont alors établies (pour chacun des risques identifiés).

Ces cartes de risques sont alors superposées aux cartes des potentialités quantitatives des unités constitutives d'aquifères afin de constituer des documents d'aide à la décision pour une bonne gestion à la fois quantitative et qualitative des eaux souterraines.

2. Cartographie des zones à risque

2.1. RAPPELS

2.1.1. Vulnérabilité intrinsèque

La définition retenue par le Comité National Français des Sciences Hydrologiques pour expliquer la notion de **vulnérabilité** est la suivante : « il s'agit du défaut de protection ou de défense naturelle de l'eau souterraine contre des menaces de pollution, en fonction des conditions hydrogéologiques locales ».

Autrement dit, la vulnérabilité est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques du milieu naturel qui déterminent *la sensibilité des eaux souterraines à la pollution*. Elle décrit la vitesse de propagation d'un polluant vers et dans la nappe d'eau souterraine et caractérise la capacité de «protection» d'une nappe vis-à-vis d'une pollution.

La pollution de l'eau souterraine est en effet une altération qui la rend impropre à une de ses utilisations ou perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut être provoquée par différentes sources comme l'utilisation de produits phytosanitaires (insecticide, herbicide, fongicide), les engrais (azotés, etc.), les accidents industriels (fuite de cuve, incendie, etc.) ou routiers (accident, vidanges sauvages), les fuites des réseaux d'assainissement, les décharges sauvages de déchets domestiques ou industriels, etc....

Les polluants susceptibles d'atteindre la nappe sont ainsi de natures très diverses et ont des comportements très différents lors de leur migration dans le sol et le sous-sol. La mobilité et la persistance des substances dans le sous-sol sont très variées selon leur solubilité, leur facilité à être biodégradées, etc.

Ces mécanismes très complexes dépendent non seulement de la nature des polluants mais aussi des conditions de pH, de l'activité microbologique, de l'humidité et de la teneur en matière organique des sols,...

La prise en compte de la nature des polluants dans la cartographie de la vulnérabilité supposerait donc de dresser de nombreuses cartes, prenant en compte les spécificités liées à chaque type de polluant. De fait, nous utiliserons la notion de **vulnérabilité intrinsèque** qui contrairement à la vulnérabilité spécifique, est indépendante du polluant. En outre, la vulnérabilité intrinsèque peut être considérée comme invariante dans le temps (à notre échelle de travail) alors que la vulnérabilité spécifique (directement liée aux polluants éventuels) est évolutive et ne caractérise qu'un instant précis.

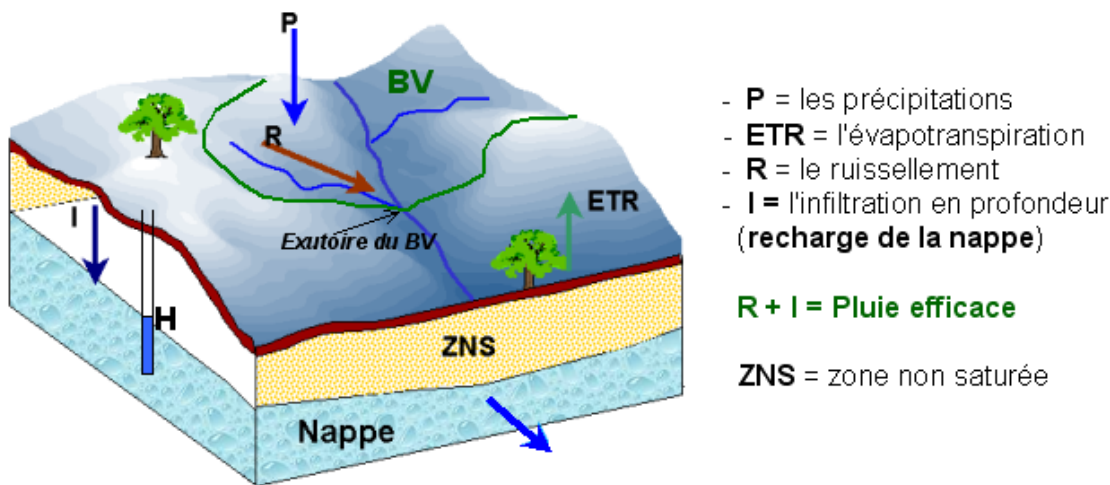


Illustration 1: Schéma simplifié du fonctionnement d'un hydrosystème

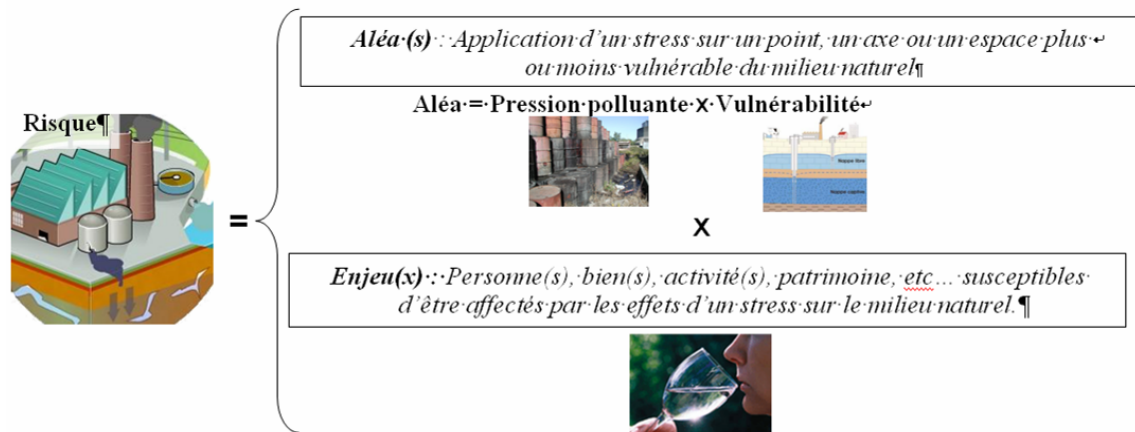
La vulnérabilité intrinsèque traduit en fait **la capacité du premier réservoir souterrain à recevoir les eaux issues de la surface**. Le transfert de ces eaux issues de la surface dans le sol s'effectue d'abord à travers la zone non saturée (ZNS) avant d'atteindre la zone saturée. La ZNS est la zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre. Elle représente la zone d'infiltration de l'aquifère (cf. Illustration 1).

2.1.2. Vulnérabilité et risque

La notion de vulnérabilité est différente de la notion de risque. Un aquifère peut être vulnérable mais, en l'absence de pressions industrielles ou agricoles, ne pas être atteint par une pollution. Autrement dit, la notion de vulnérabilité ne dépend que des seules conditions physiographiques et hydrogéologiques du milieu, elle n'inclut pas le degré d'exposition aux risques de pollution.

On rappelle que **le risque est la probabilité qu'un effet indésirable se réalise dans des conditions d'exposition données**. Ce n'est pas tant la présence de polluants (exemple : fuite d'hydrocarbures provenant de cuves) qui pose problème mais le fait que cette pollution soit mobilisable (exemple : propagation rapide du polluant vers la nappe libre non protégée) et donc qu'elle risque de porter préjudice à des enjeux (exemple : captage pour l'alimentation en eau potable).

Ainsi dans l'exemple donné ci-dessus, le risque est : l'altération du captage pour l'alimentation en eau potable voire son arrêt (eau rendue impropre à la consommation) par l'arrivée d'un polluant au sein de l'aquifère.



La cartographie d'un risque, pour un polluant ou une famille de polluants, nécessite le croisement :

- d'une carte de vulnérabilité,
- d'une carte des enjeux,
- d'une carte des pressions.

Les enjeux représentent la cible qui ne doit pas être atteinte par les effets du stress sur le milieu naturel.

La notion de risque est donc étroitement liée à la définition des enjeux. Par défaut, dans le cadre de cette étude, l'enjeu est représenté par l'eau souterraine mobilisable dans les nappes d'eau souterraine quel qu'en soit leur usage sur l'ensemble du territoire de la Martinique.

2.1.3. Méthodologie générale

L'ensemble des analyses cartographiques ont été réalisées à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) piloté sous ArcGis®. Le SIG permet ainsi d'intégrer des données de sources différentes en une base d'information cohérente, de les traiter, de les analyser et de les représenter.

Les résultats de ces traitements ont été stockés dans un réservoir unique de données appelé « géodatabase ». L'ensemble des couches d'information produites dans cette étude sont ainsi sous forme de shapes, de rasters ou de classes d'entités utilisables sous ArcGis®.

2.2. LE RISQUE LIE AUX INTRANTS AGRICOLES

Les phytosanitaires, appelés également *pesticides*, *produits phytopharmaceutiques*, ou également *produits de protection des plantes* sont des substances chimiques utilisées en agriculture et dans les jardins pour protéger les plantes cultivées contre les organismes nuisibles et les accidents physiologiques.

On distingue selon leurs usages les herbicides, les fongicides, les insecticides. Ils sont également classés en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques (organo-chlorés, organo-phosphorés, organo-azotés...).

Les substances actives, ou molécules, constituent le principe actif des produits. Actuellement en France, quelques 500 molécules sont autorisées. Elles entrent dans la composition de plus de 8 000 produits qui ont obtenu des autorisations de mise sur le marché délivrées par le Ministère de l'Agriculture.

La pollution des eaux par ces produits est liée à leur entraînement par ruissellement ou érosion (contamination des eaux de surface) ou par infiltration (contamination des eaux souterraines). Ces pollutions peuvent être aggravées par :

- le lessivage par les pluies entraînant les produits phytosanitaires vers les eaux superficielles et souterraines ;
- l'usage incorrect des substances et des techniques : mauvais réglage des pulvérisateurs, périodes d'épandage inadaptées, choix inapproprié des produits, doses excessives ...
- les déversements « accidentels » : vidange de fonds de cuve, rinçage ou abandon d'emballages de produits phytosanitaires.

Le transfert de ces produits dans les rivières et les nappes est également influencé par leur solubilité dans l'eau, leur stabilité chimique, la nature du sol, du sous-sol et la pluviométrie.

Pour plus de détail sur les processus de transfert, on se réfèrera au rapport intermédiaire BRGM/RP-55955-FR (2007) du projet « *Processus de transfert des produits phytosanitaires du sol vers les eaux souterraines en Martinique* ».

D'autre part, en complément des produits phytosanitaires, des engrais sont souvent utilisés, ces associations permettant de garantir une bonne productivité. L'utilisation de ces produits n'est toutefois pas réservée aux agriculteurs : jardiniers amateurs, collectivités, golfs,... les utilisent communément.

L'objectif ici est de réaliser une carte des risques de pollutions des eaux souterraines par les intrants agricoles (engrais et produits phytosanitaires). Les données nécessaires ainsi que les 2 méthodes utilisées sont présentées ci-dessous.

2.2.1. Données nécessaires

Deux ensembles de données cartographiques sont nécessaires afin de réaliser la carte des risques de pollutions par les intrants agricoles :

- ✓ La carte de la sole agricole
- ✓ La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines

a) - La carte de la sole agricole (CNASEA)

La carte de la sole agricole a été fournie par la CNASEA, qui réalise chaque année un atlas. Celui-ci a pour objectifs de fournir un outil de connaissance du territoire, mis à jour annuellement et d'accompagner la mise en place de la politique foncière notamment dans le cadre de la préservation des espaces naturels et agricoles. L'atlas est ainsi disponible dans une version numérique interactive, sur les 34 communes de la Martinique. Il se décline sous deux formes :

- une cartographie de synthèse présentant des informations diverses sur l'agriculture de chaque commune ;
- une cartographie détaillée sur la base des photos aériennes de 2004 auxquelles se superposent des informations à l'échelle des parcelles agricoles :
 - les cultures en place,
 - les surfaces,
 - les limites des exploitations,
 - l'évolution entre 2003 et 2004, et deux zonages complémentaires :
 - les périmètres irrigués,
 - les zones agricoles protégées

L'information cartographiée est issue des déclarations annuelles de surfaces agricoles faites auprès de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt et de vérifications sur le terrain (surfaces exploitées ou en friche non déclarées). Les sources de ces informations sont les suivantes : La Direction de l'Agriculture et de la Forêt de la Martinique pour le recensement agricole et les déclarations de surfaces, l'INSEE pour les données statistiques, l'IGN – BD ORTHO 2004 / BD TOPO 2000 pour les photos aériennes et les toponymes, le Conseil Général de la Martinique avec l'Etude Prospective de l'Irrigation en Martinique : périmètres irrigués existants (PISE : périmètre irrigué du sud-est...) et projets de périmètres irrigués et la SAFER Martinique : Zones Agricoles Protégées (ZAP) et projets de ZAP. L'échelle de réalisation de ce travail est très précise (à la parcelle). L'Illustration 2 présente ainsi la carte de la sole agricole.

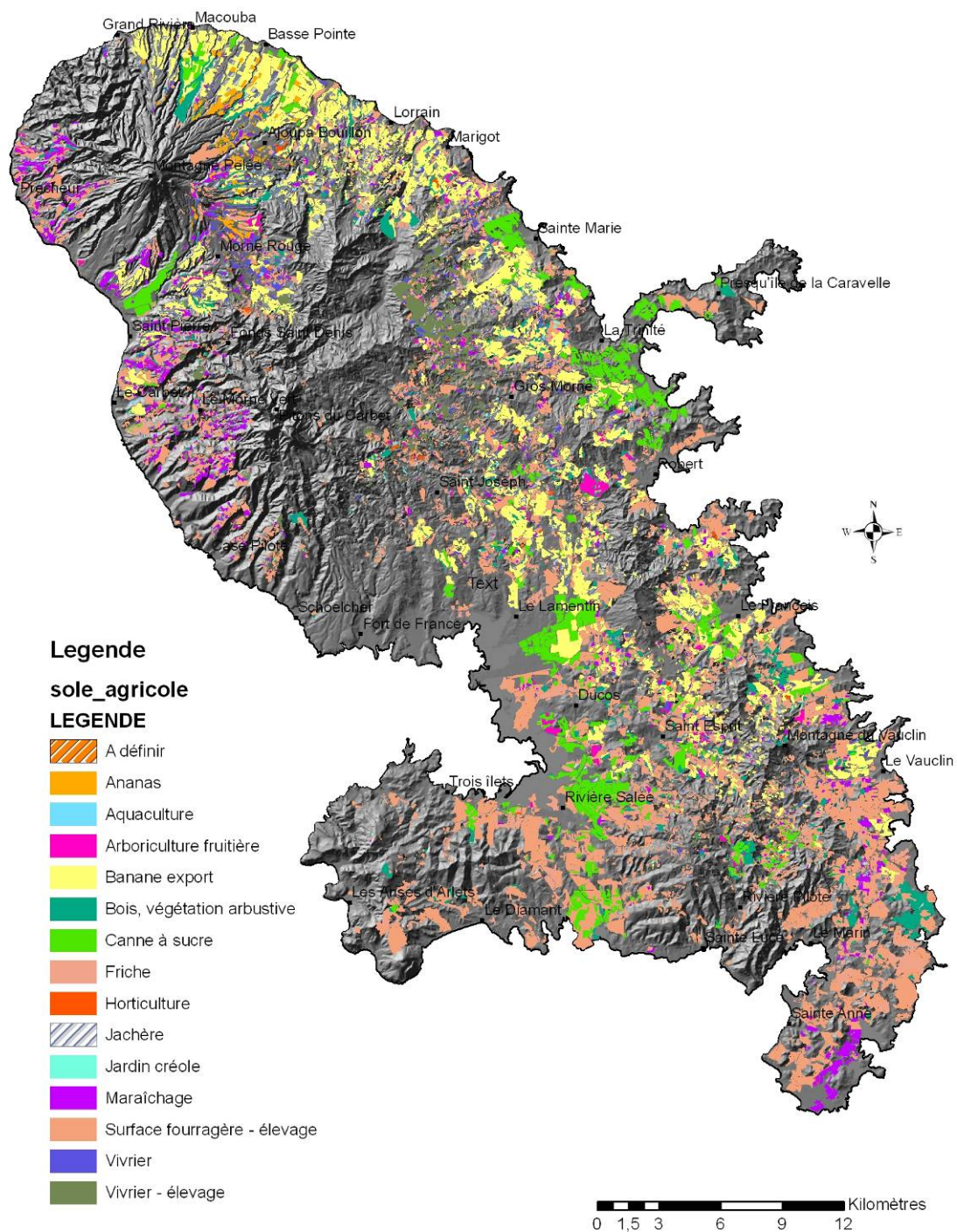


Illustration 2 – Carte de la sole agricole de la Martinique

b) - La carte de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines

La carte de vulnérabilité intrinsèque (cf. Illustration 3) a été réalisée dans le cadre du SIESMAR (rapport BRGM/RP-26283-Fr, 2008). Elle caractérise et hiérarchise la vulnérabilité des premières nappes d'eau rencontrées, à l'échelle du 50 000^{ème}.

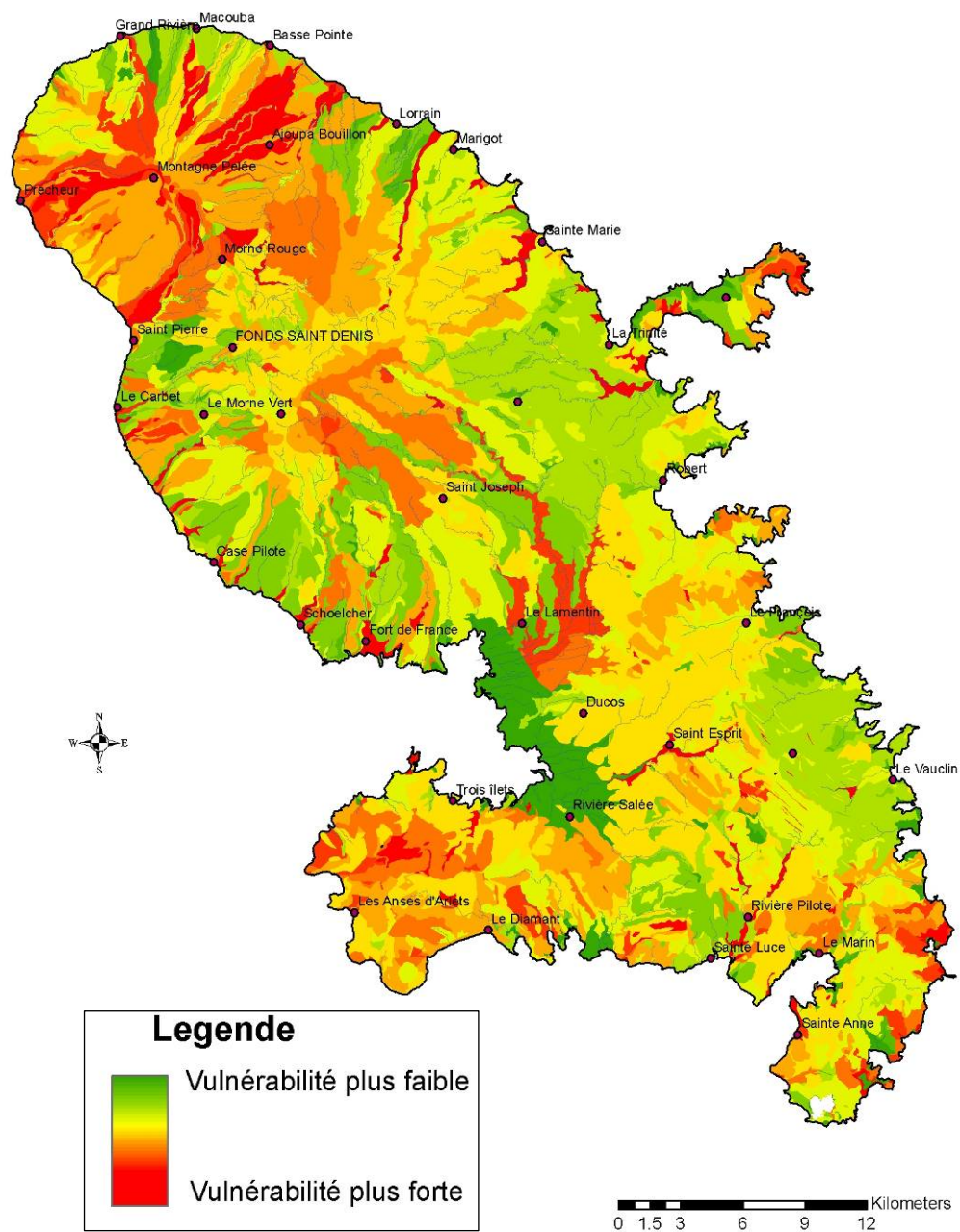
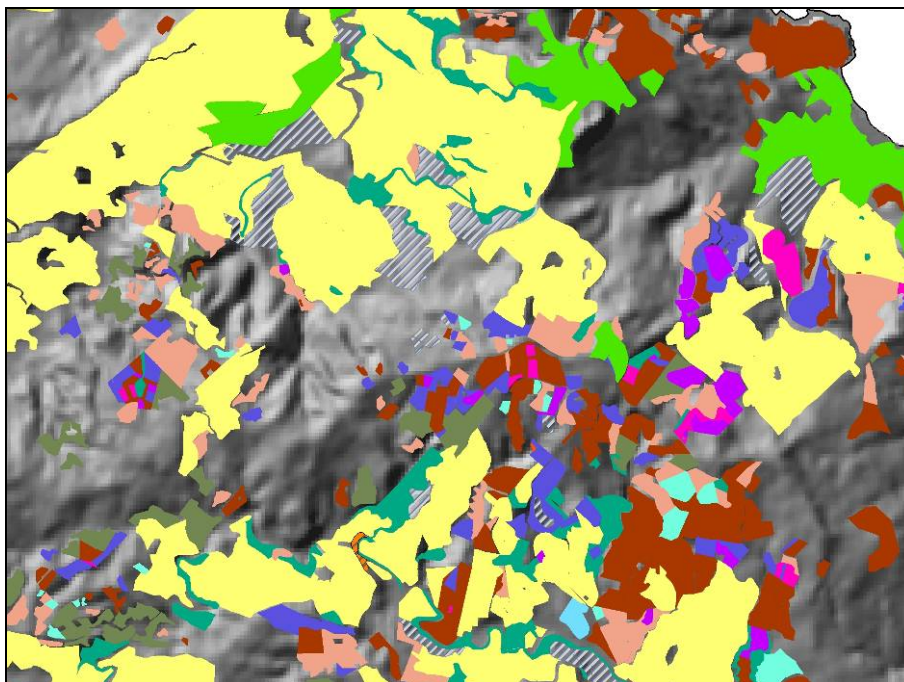


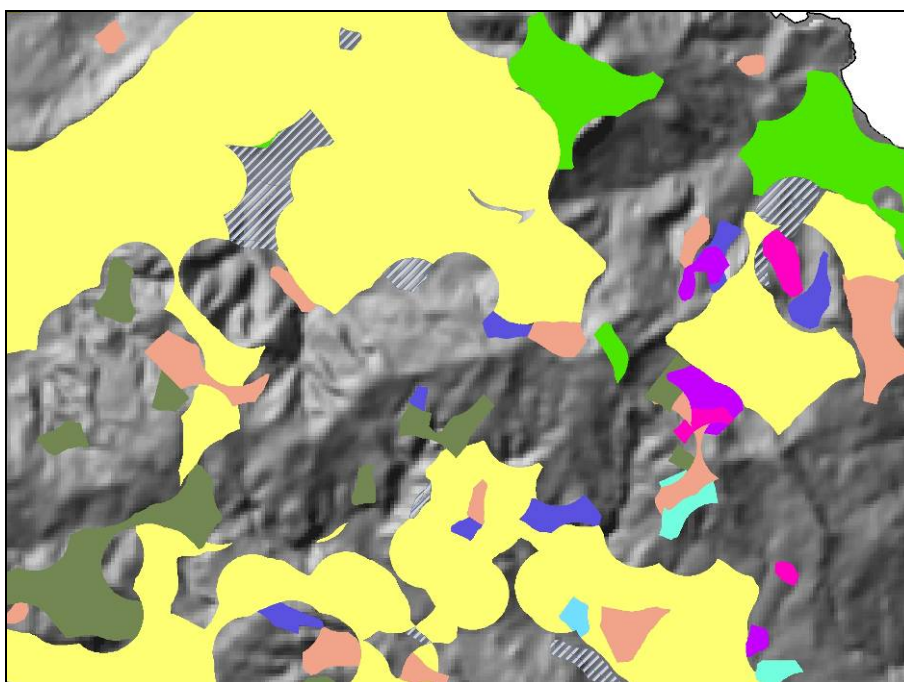
Illustration 3 : Carte de vulnérabilité des eaux souterraines

2.2.2. Préparation des données

Avant de pouvoir réaliser les croisements cartographiques, il est nécessaire de préparer les données de la sole agricole. En effet, la carte de la sole agricole a été élaborée sur la base d'un recensement à l'échelle de la parcelle, tandis que la carte de vulnérabilité a été réalisée à l'échelle du 50 000^{ème}. Les 2 échelles de travail n'étant pas les mêmes, et afin de garder une cohérence et une représentativité des résultats, des regroupements de parcelles identiques ont été réalisés. Les polygones ayant la même typologie (type de cultures) situés à une distance inférieure à 200 m les uns des autres ont ensuite été regroupés. Les parcelles isolées de moins d'un hectare ont ensuite été supprimées. De même, les parcelles déclarées en bois, aquaculture, zones d'élevage, végétation arbustive et surfaces fourragères ont également été supprimées car ces zones ne sont pas susceptibles de recevoir des traitements phytosanitaires. Après ces différents traitements successifs, on obtient le résultat cartographique présenté dans l'illustration 4 ci-dessous, volontairement « zoomé » pour illustrer les effets des traitements réalisés.



Avant traitements



Après traitements

Illustration 4 : Préparations des données de la sole agricole (la légende est celle de l'illustration 2)

2.2.3. Première méthode et résultats

La première méthode est basée sur le principe de précaution : il est possible, mais pas obligatoire, que des intrants soient utilisés sur l'ensemble des parcelles agricoles.

Ainsi, on considérera l'ensemble de la sole agricole (cf. chapitre 2.2.2) comme une surface de pression homogène vis-à-vis des intrants agricoles (notamment engrais et produits phytosanitaires).

La carte de pression comportera donc 2 classes :

- ✓ Une classe (1) pour la présence de parcelles agricoles, assimilées ici à une zone de pression vis-à-vis des intrants agricoles.
- ✓ Une classe (0) en l'absence de parcelles agricoles.

Cette carte de pression obtenue (cf. Illustration 5) sera croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3) afin d'aboutir à une carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles. Le principe de ce croisement est présenté dans l'Illustration 6 et les résultats pour l'ensemble du territoire de la Martinique sont présentés dans l'Illustration 7 ainsi qu'en A3 dans l'illustration 1 de l'annexe cartographique A3.

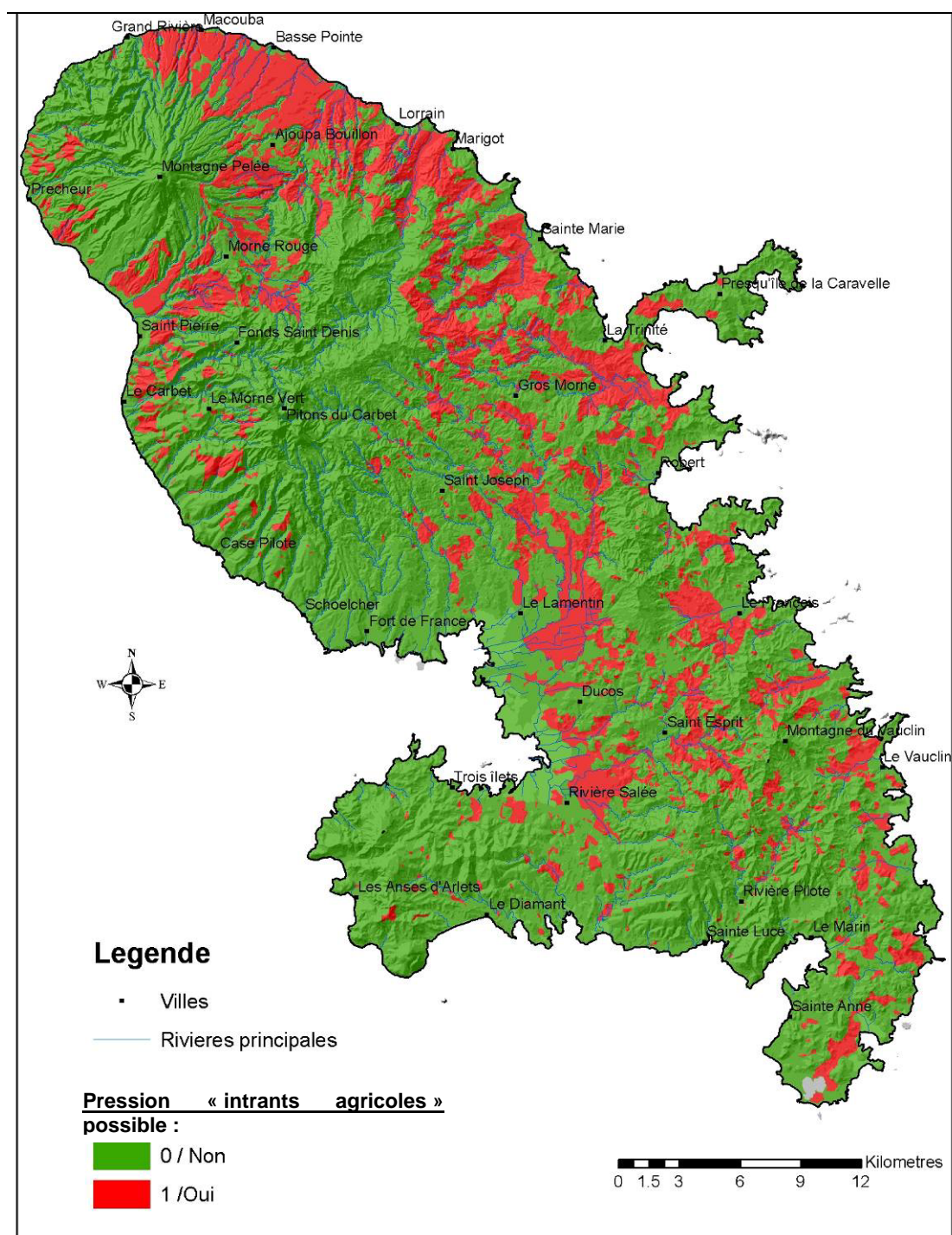


Illustration 5 : carte de pression « intrants agricoles »

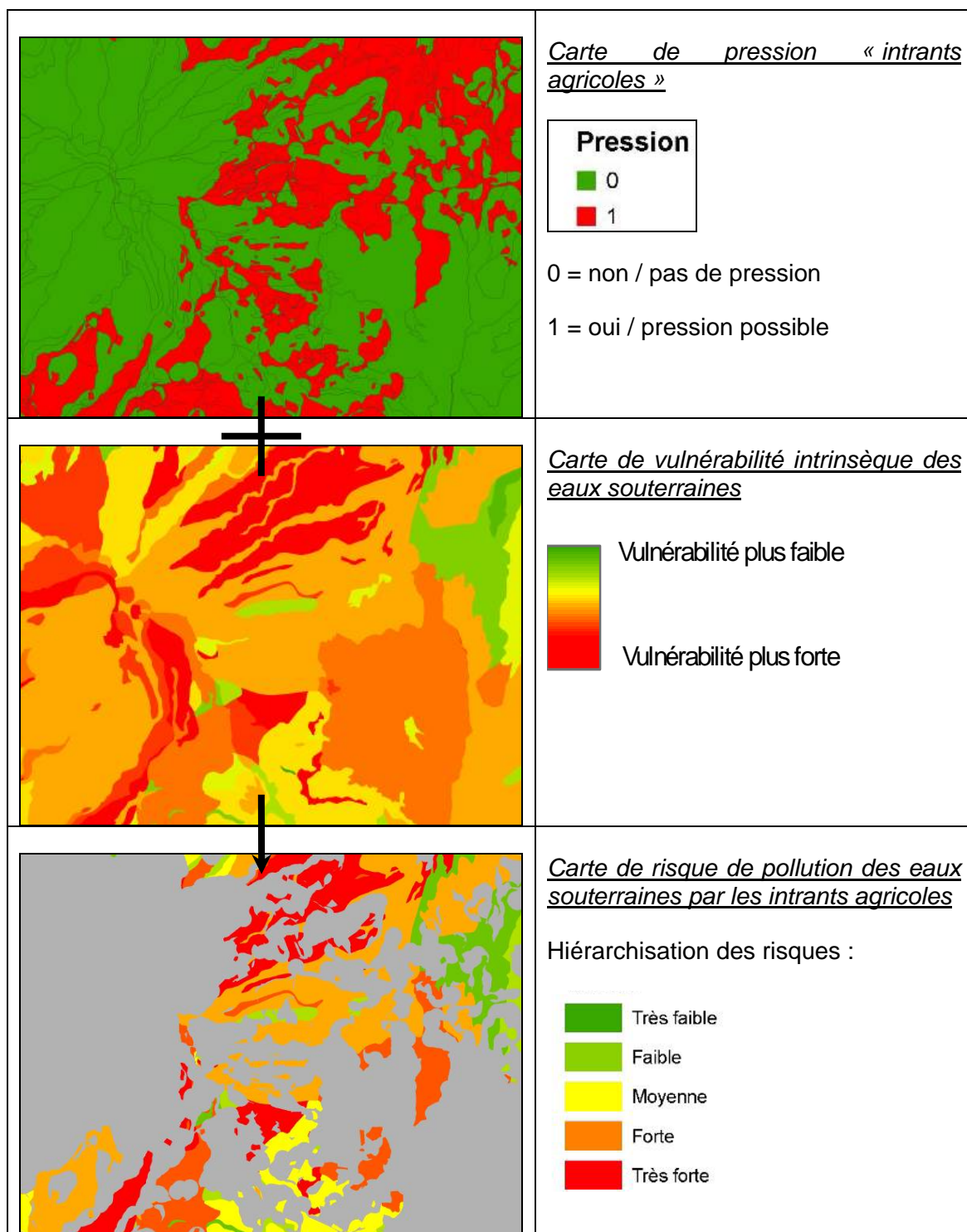


Illustration 6 – Les différentes étapes du croisement entre vulnérabilité et pression afin d'aboutir à une carte de risque

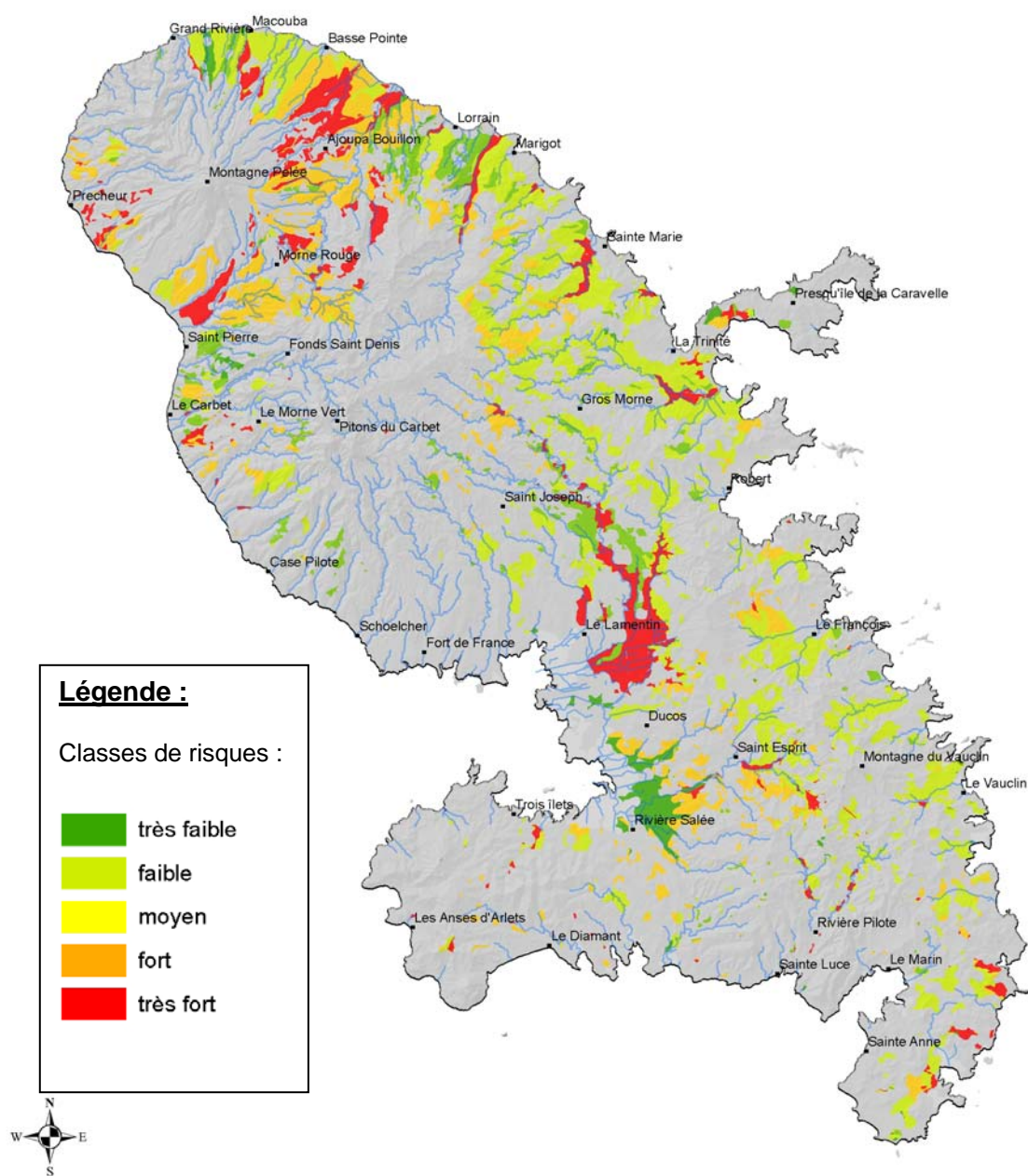


Illustration 7 : carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles (selon 2 classes de pression)

2.2.4. Deuxième méthode et résultats

La seconde méthode propose une hiérarchisation de la pression « intrants agricoles » en fonction du type de culture. Chaque type de culture sera classé selon la quantité de produits utilisés.

Les données utilisées sont issues du rapport intermédiaire BRGM/RP-55955-FR (2007) du projet « *Processus de transfert des produits phytosanitaires du sol vers les eaux souterraines en Martinique* ». et sont présentées dans l'illustration 8 ci-dessous et ont permis de hiérarchiser (entre 0 et 10) la pression associée à chaque type de culture (cf. Illustration 9). On constate notamment que la banane nécessite d'importantes quantités de produits par rapport aux autres cultures.

	Quantités de produits bruts en 1996 (tonnes)			
Cultures	Insecticides/nématicides	Fongicides	Herbicides	Total
Ananas	98	négligeable	4	102
Banane	948	45 (+25 post récolte)	213	1206 (+25)
Canne à sucre	négligeable	négligeable	6.5	6.5
Maraîchage	4.1	3.1	45	52.2
Cultures fruitières	6	1.2	3.5	10.7
Total	1056	49.3 (+ 25)	272	1402

Illustration 8 : Quantités de produits bruts utilisés par type de culture en 1996 (données CIRAD, publiées dans Brugneaux et al., 2004)

Type de cultures	Pression
Bananes	10
Ananas, Maraîchage	7
Canne à sucre, Arboriculture, Jardin créole	5
Vivrier	3
Friche, Jachère...	1
Parcelles non agricoles (reste du territoire)	0

Illustration 9 : Hiérarchisation des pressions associées à chaque type de culture

La carte de pression ainsi obtenue est présentée dans l'illustration 10.

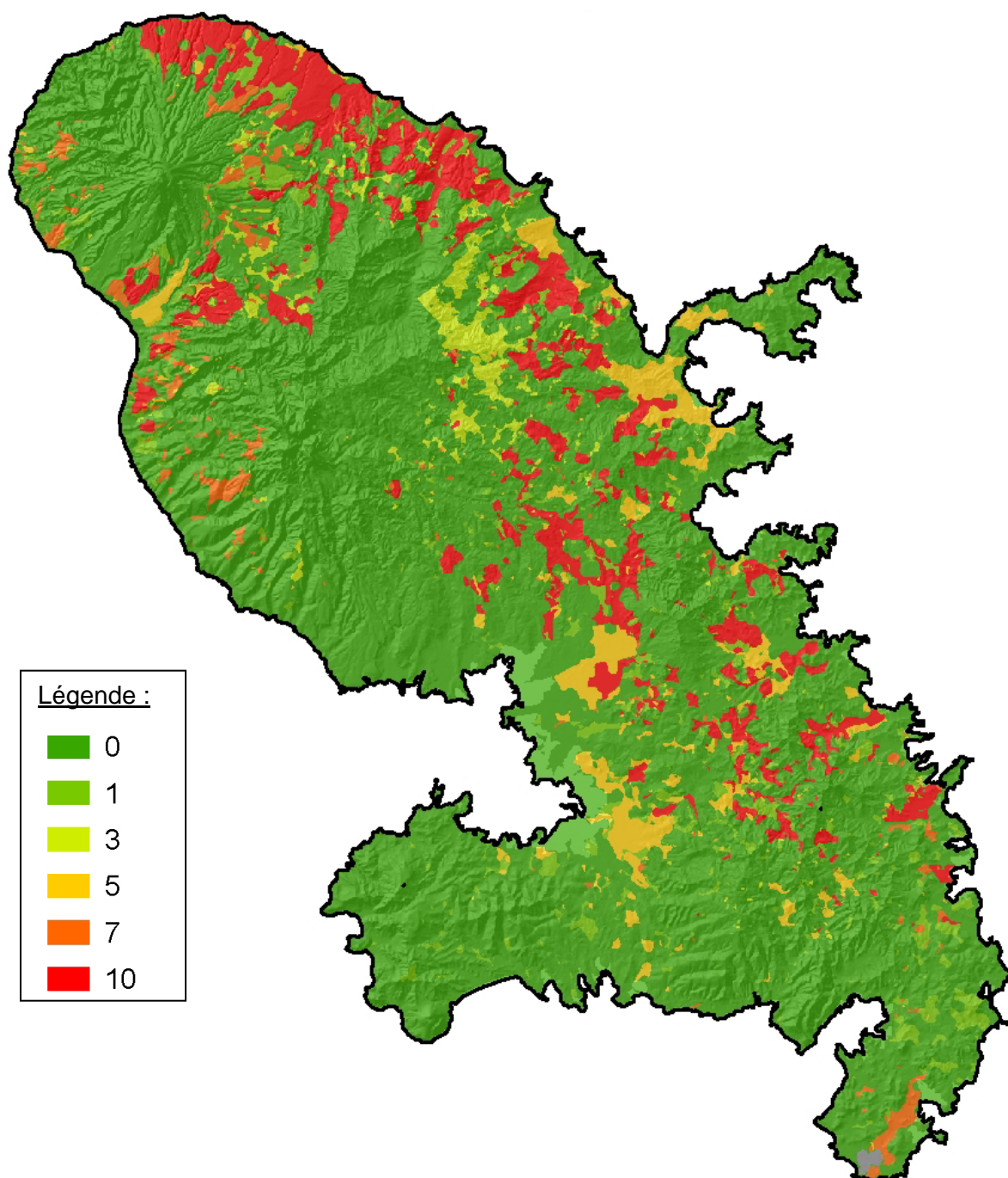


Illustration 10 : Carte de pression « intrants agricoles » hiérarchisée en fonction du type de culture

La carte de pression obtenue (cf. Illustration 10) sera croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3) afin d'aboutir à une carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles, hiérarchisée en fonction du type de culture. Le principe de ce croisement est identique à celui présenté dans l'Illustration 6 et les résultats pour l'ensemble du territoire de la Martinique sont présentés dans l'Illustration 11 ainsi qu'en A3 dans l'illustration 2 de l'annexe cartographique A3.

D'autres méthodes sont également envisageables pour apprécier la pression des intrants agricoles par type. Par exemple la connaissance du nombre moyen de traitements par type de cultures ainsi que les quantités utilisées par parcelles permettraient certainement d'aboutir à une carte plus précise. Néanmoins, ces données n'étaient pas disponibles au moment de la réalisation de la présente étude.

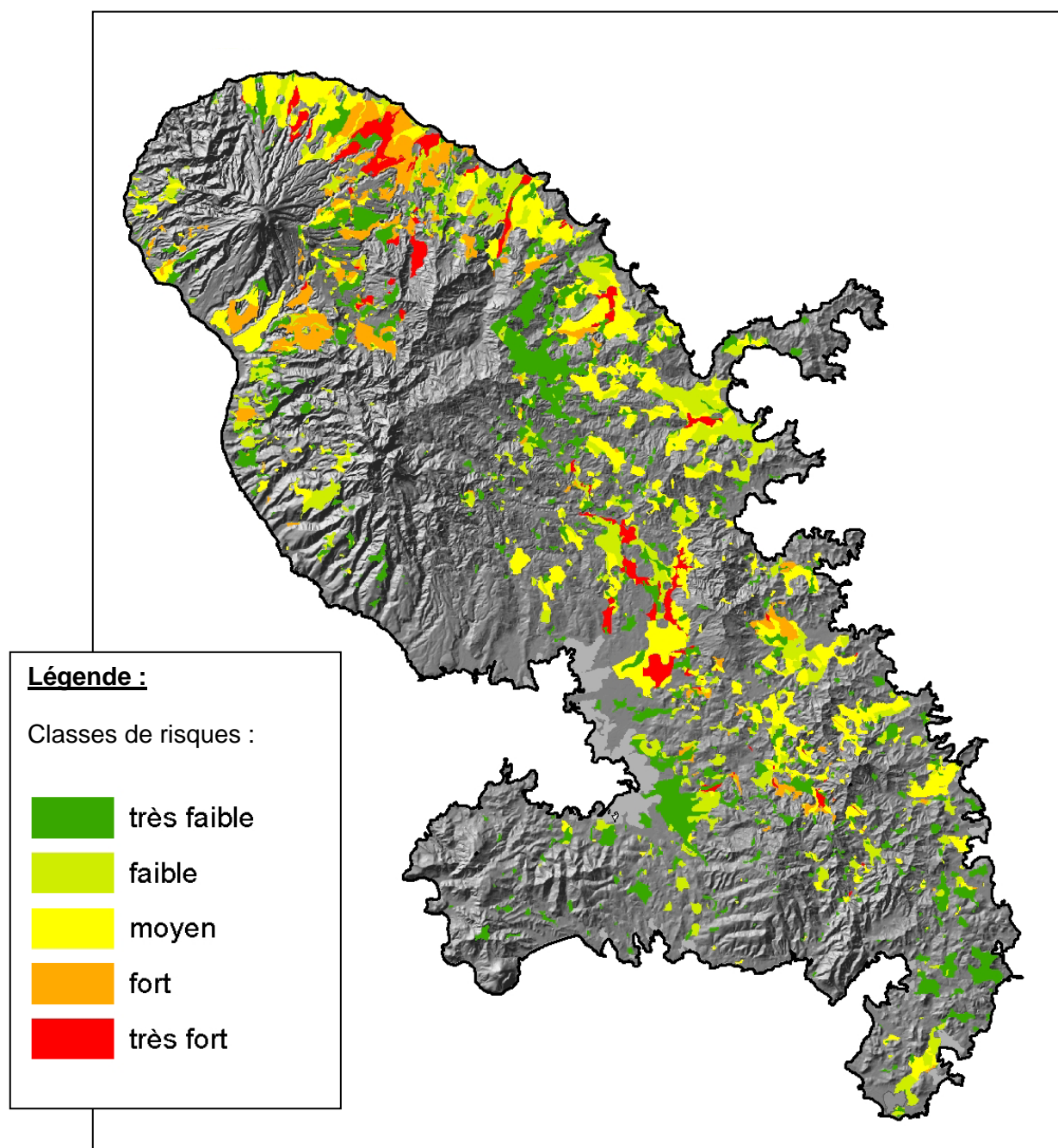


Illustration 11 : carte de risque de pollution des eaux souterraines par les intrants agricoles (hiérarchisés en fonction du type de culture).

2.3. LE RISQUE SPECIFIQUE DE POLLUTION AU CHLORDECONE

Le chlordécone est un pesticide organochloré utilisé entre 1981 et 1993 pour le traitement des bananiers notamment pour lutter contre le charançon. C'est un polluant organique persistant, extrêmement rémanent dans l'environnement et qui peut s'avérer très toxique. Il appartient à la même famille que le DDT, le lindane et le mirex.

Une cartographie statistique du risque de pollution des sols de Martinique par le chlordécone a été réalisée en 2004 par le BRGM pour la DIREN (Desprats et al, Rapport BRGM/RP-53262.FR).

Entre 2005 et 2007, la DIREN et le SPV ont actualisé cette carte grâce à l'acquisition de 1030 résultats d'analyses complémentaires dans le cadre de l'application de l'arrêté préfectoral du 20 mars 2003 (analyse préventive des sols pour la culture de certaines denrées supposées à risque).

L'objectif de ce chapitre est d'**évaluer les zones à risque de pollution des eaux souterraines par le chlordécone.**

2.3.1. Données nécessaires

Deux cartes sont nécessaires afin de réaliser la carte des risques de pollutions des eaux souterraines le chlordécone :

- ✓ La carte du risque de pollution des sols par le Chlordécone : elle a été transmise par la DIREN dans le cadre de cette étude et est présentée dans l'illustration 12.
- ✓ La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. 2.2.1.b)

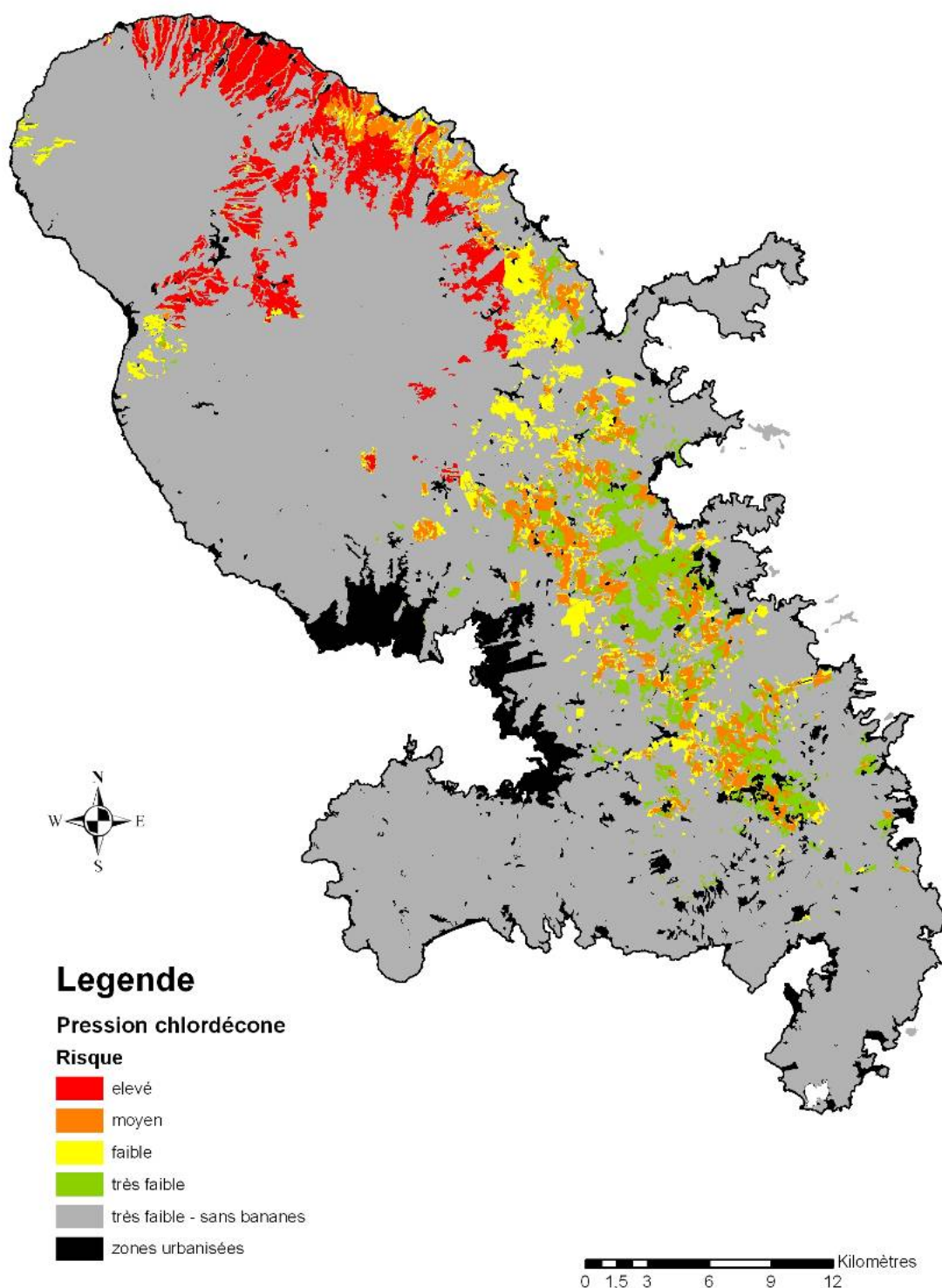


Illustration 12 – cartographie statistique du risque de pollution des sols par le chlordécone – septembre 2007 (Source DIREN – DAF-SPV).

2.3.2. Méthodologie et résultats

La carte du risque de pollution des sols par le chlordécone sera utilisée comme une carte de pression vis-à-vis de la ressource en eau souterraine.

En effet, les nappes d'eau souterraine situées sous des zones de pollution des sols sont susceptibles d'être contaminées via les mécanismes de transferts des produits phytosanitaires du sol vers les nappes (infiltration notamment).

La carte de pression comprendra les 4 classes identifiées par la DIREN, un risque élevé de pollution des sols correspondant à une pression élevée et ainsi de suite.

La carte de pression ainsi définie a ensuite été croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3), selon le principe présenté dans l'Illustration 6 afin d'aboutir à une carte de risque spécifique de pollution des eaux souterraines par le chlordécone présentée dans l'Illustration 13 ainsi qu'en A3 dans l'illustration 3 de l'annexe cartographique A3.

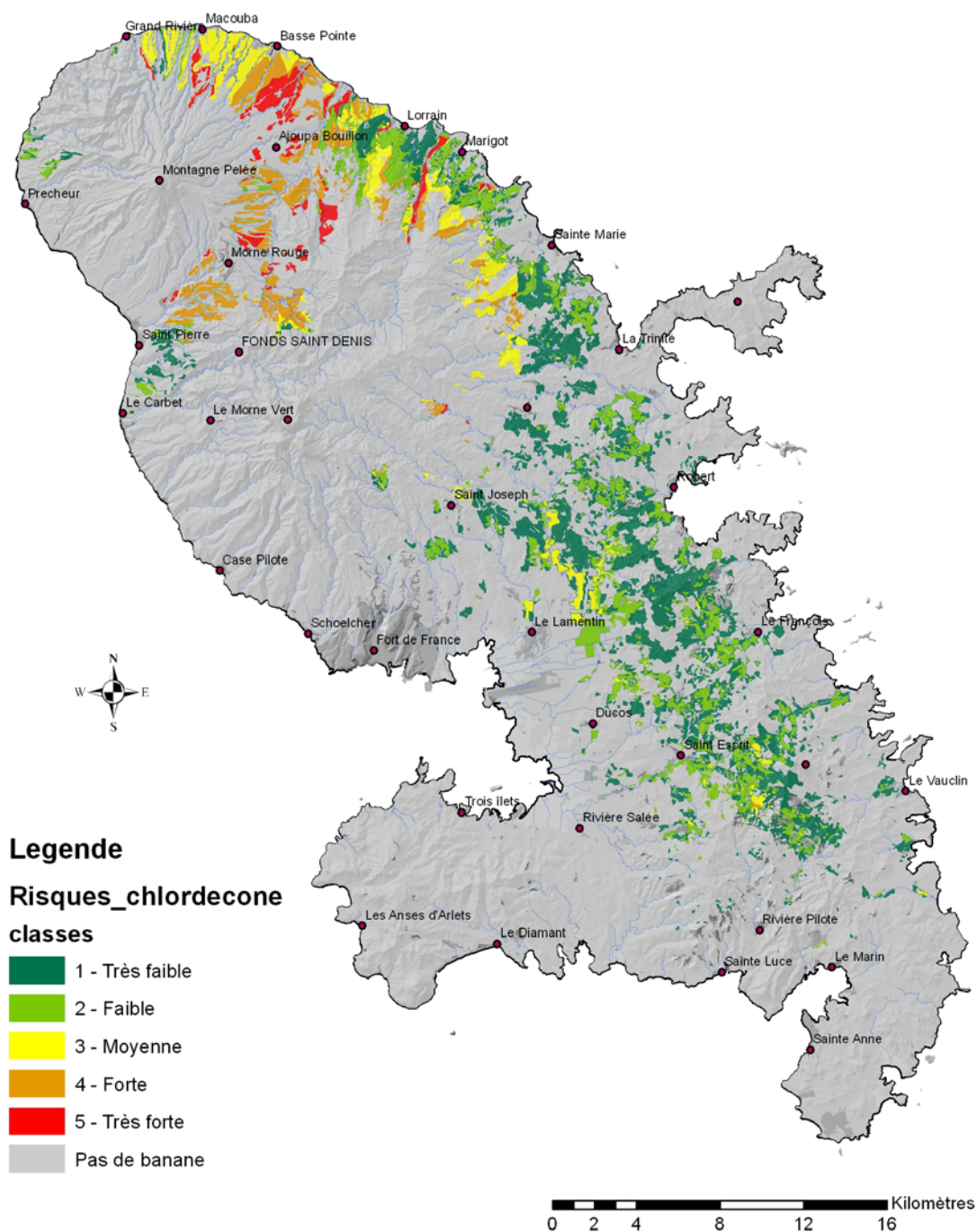


Illustration 13 : Carte des risques de pollution des eaux souterraines par le chlordécone

2.4. LES RISQUES LIES A L'URBANISATION

Qu'elle soit d'origine domestique, industrielle, ou liée à l'urbanisation en général, la pollution des villes est théoriquement interceptée via des réseaux de collecte et acheminée vers des systèmes d'épuration théoriquement aux normes et efficaces. Lorsque les réseaux de collecte ou d'épuration ne fonctionnent pas correctement, la pollution, non traitée, se retrouve directement dans le milieu naturel provoquant des dégradations de la qualité de l'environnement.

La pollution des eaux liée à l'urbanisme se sépare en deux catégories : celle d'origine dite « urbaine » et celle d'origine dite « rurale ».

- La pollution urbaine : le lessivage des surfaces imperméables (routes, parking...) entraîne toutes sortes de polluants dans les réseaux de collecte et parfois même directement dans le milieu naturel : hydrocarbures provenant des routes ou parkings, produits phytosanitaires (traitements des routes et des espaces verts), détergents, ainsi que rejets industriels, commerciaux et artisanaux ...
- La pollution rurale : les rejets d'un assainissement autonome défaillant (ou inexistant) d'un habitat très dispersé, constituent des milliers de petits foyers de pollution ponctuelle, qui présentent dans le temps et l'espace un effet comparable à une pollution diffuse. L'utilisation de produits phytosanitaires dans les jardins constitue également une part de la pollution rurale.

La densité de population étant très élevée en Martinique (près de 400 habitants au kilomètre carré), les risques liés à l'urbanisation sont donc à prendre en compte dans le cadre de l'évaluation de la ressource en eau souterraine.

2.4.1. Données nécessaires

Deux ensembles de données cartographiques sont nécessaires afin de réaliser la carte des risques de pollutions des eaux souterraines liés à l'urbanisation :

- ✓ La carte du bâti extraite de la ©BDTOPO transmise par la Région, et composée de 139 500 polygones (cf. Illustration 14).
- ✓ La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines

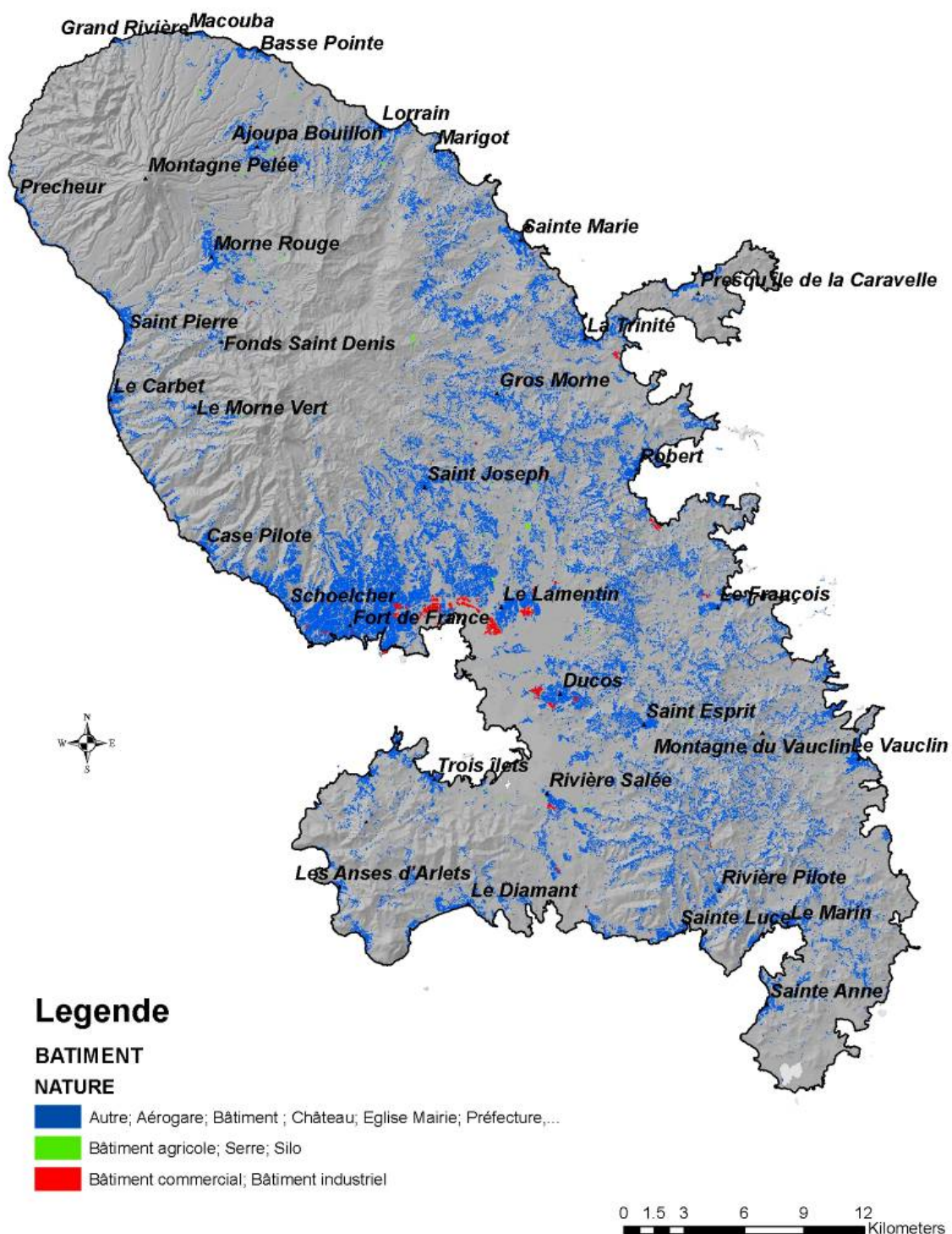


Illustration 14 – Cartographie du bâti d'après la ©BDTOPO

2.4.2. Préparation des données

Un premier zonage des zones urbanisées (cf. Illustration 15 B) a été réalisé en agrégeant les polygones (correspondant au bâti, cf. Illustration 15 A) situés à moins de 50 m les uns des autres. Ces deux couches ont ensuite été intersectées afin de calculer la densité de bâtiments au sein de chaque polygone (cf. Illustration 15 C).

2.4.3. Méthodologie et résultats

La carte de pression se base sur la densité du bâti. Plus une zone est dense, plus le risque de pollution sera important. La pression urbaine a ainsi été évaluée à partir des densités de bâti calculées dans le chapitre précédent :

- ✓ Une pression urbaine égale à 10 a été affectée aux polygones dont la valeur de densité est inférieure ou égale à 1000 bâtiments par polygone;
- ✓ une pression urbaine égale à 100 a été affectée aux polygones dont la valeur de densité est supérieure à 1000 bâtiments par polygone

La carte de pression ainsi obtenue (cf. Illustration 16) a ensuite été croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3) afin d'aboutir à une carte de risque de pollution des eaux souterraines liée à l'urbanisation (cf. Illustration 18). Le principe de ce croisement est présenté dans l'Illustration 17.

La nature des bâtiments n'a pas été prise en compte pour évaluer la pression urbaine car cette information (comme on a pu le voir sur l'Illustration 14) ne semble pas pertinente pour les discrétiser.

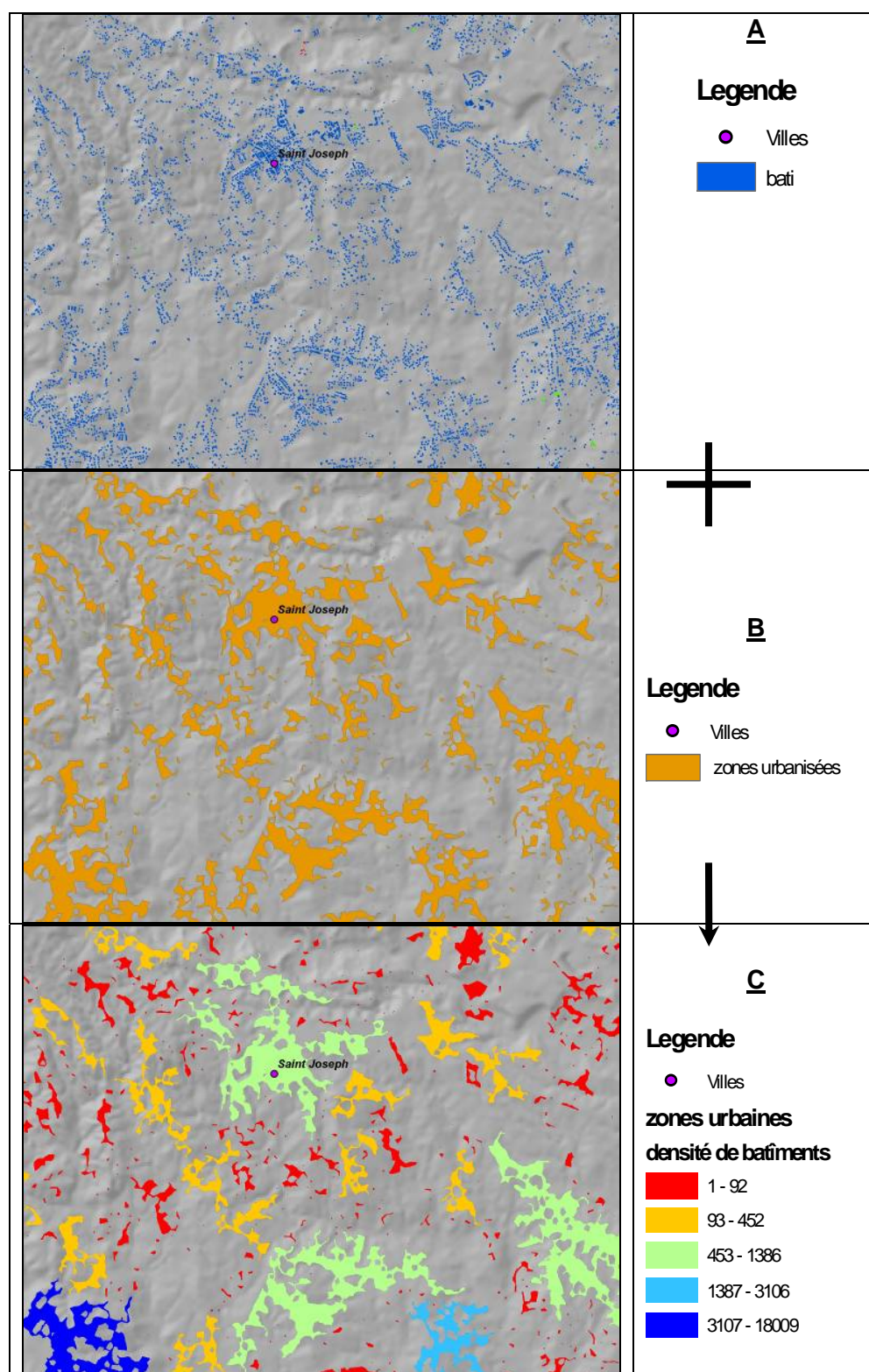


Illustration 15 : Calculs réalisés sur les données du bâti

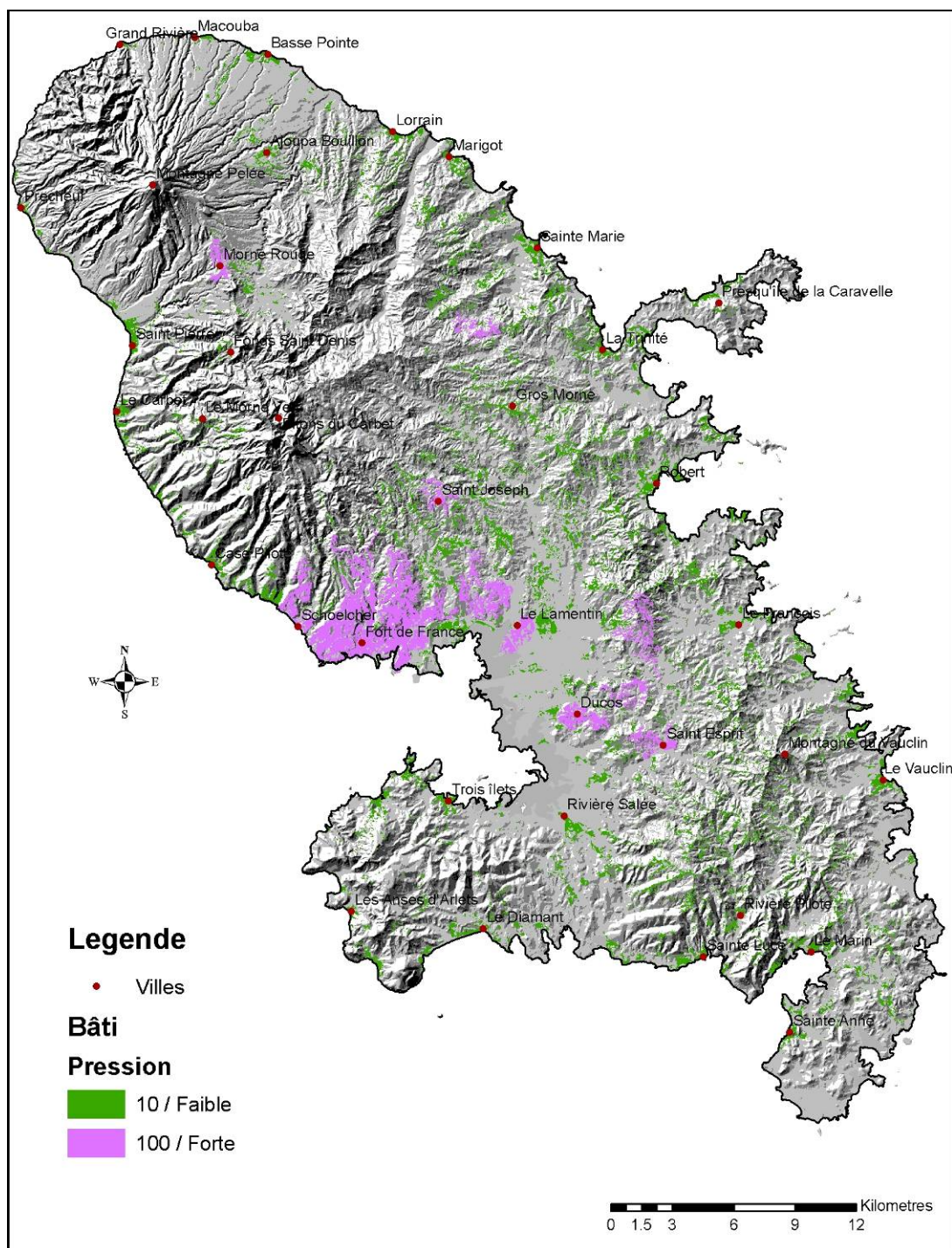


Illustration 16 : Cartographie de la pression liée à l'urbanisation

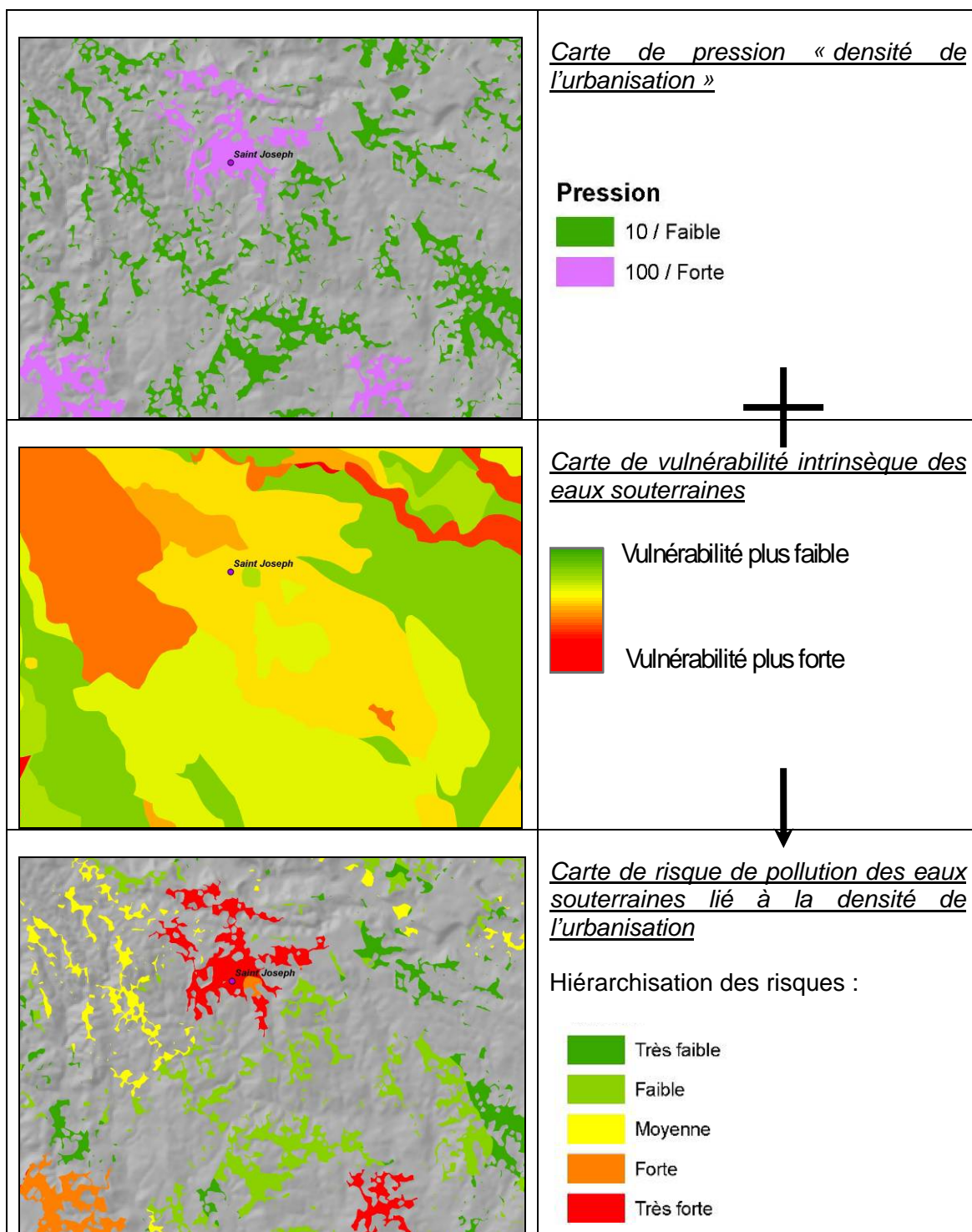


Illustration 17 – Les différentes étapes du croisement entre la pression urbaine et la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines

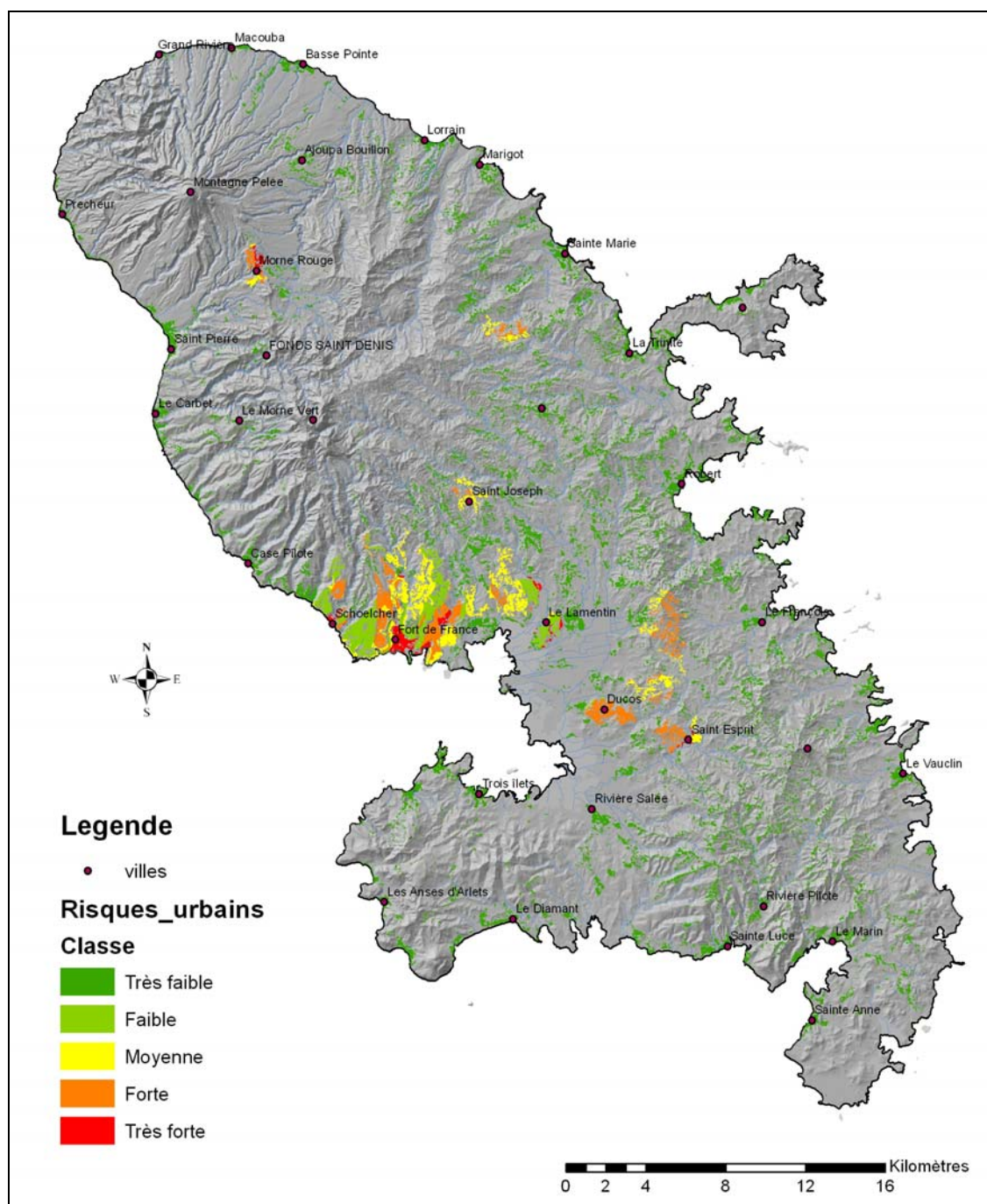


Illustration 18 : cartographie du risque de pollution des eaux souterraines liés à la densité de l'urbanisation

2.5. LES RISQUES LIES AUX RESEAUX ROUTIERS

Les trois principales formes de pollution liée à la présence de réseaux routiers sont :

- ✓ la pollution saisonnière : pour l'essentiel, il s'agit de l'utilisation de produits phytosanitaires pour l'entretien du bord des routes (à noter que cet usage n'est pas systématique).
- ✓ la pollution chronique : elle est provoquée par la circulation des véhicules (émission particules, fuites d'huile et/ou d'essence, usure des pneumatiques) d'une part et par les multiples usages qui sont fait des bords de routes (dépôt de carcasses de voitures, batteries, déchets divers et variés).
- ✓ la pollution accidentelle : elle est consécutive à un accident de circulation au cours duquel sont déversées des matières dangereuses (huile, essence, plomb, produits chimiques...).

2.5.1. Données nécessaires

Deux ensembles de données cartographiques sont nécessaires afin de réaliser la carte des risques de pollutions des eaux souterraines liés aux réseaux routiers :

- ✓ La carte du réseau routier extraite de la ©BDTOPO transmise par la Région (cf. Illustration 19). A noter que le réseau routier national est désormais de la compétence de la Région.
- ✓ La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines

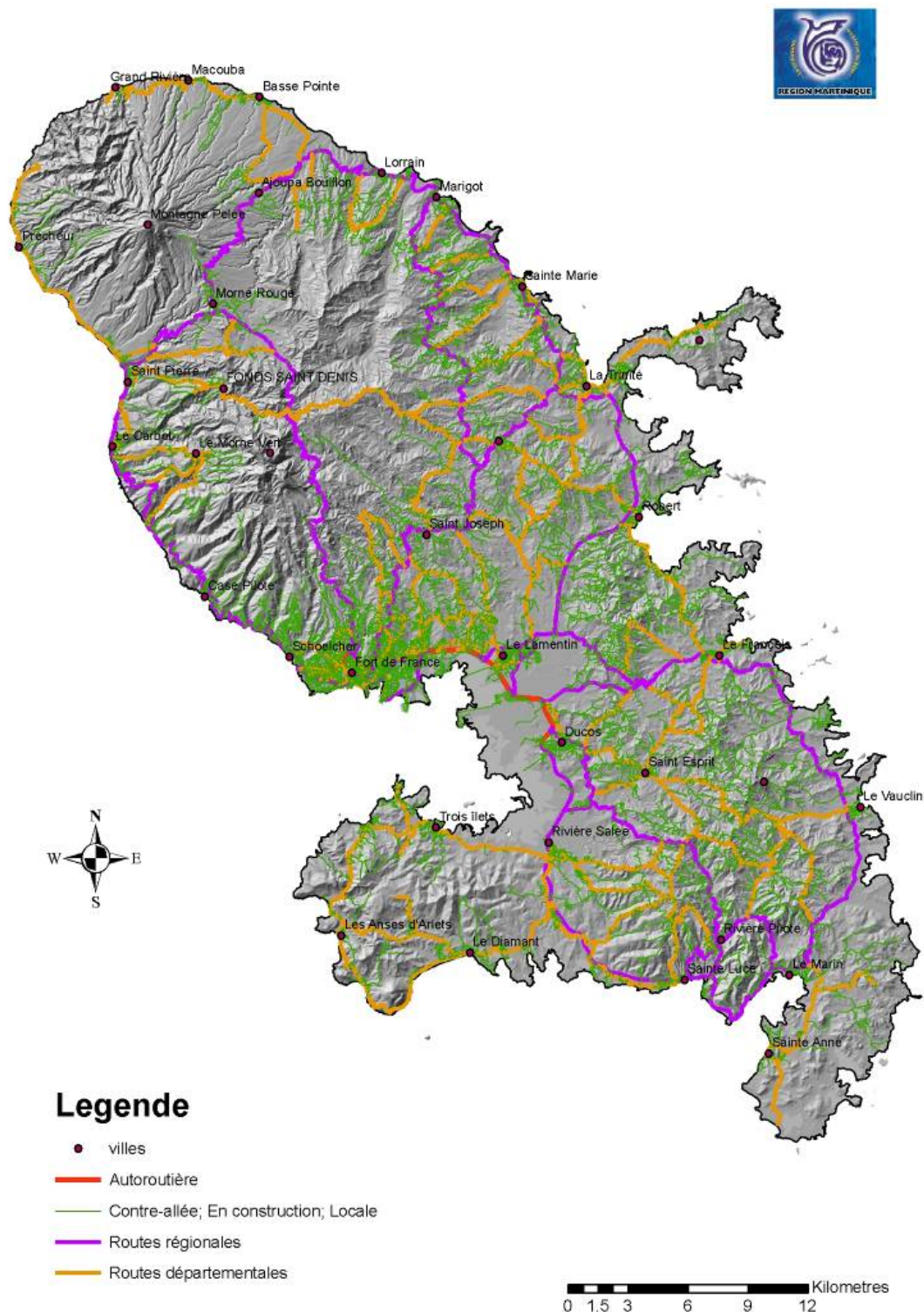


Illustration 19 – Cartographie du linéaire routier sur le territoire de la Martinique

2.5.2. Méthodologie

Deux indices ont été définis afin d'évaluer la pression liée aux réseaux routiers :

- ✓ Un indice de pression « simple » défini en fonction de la typologie (nature et classement) des routes définis dans la BDTOPO
- ✓ Un indice de dangerosité calculé à partir de la pente et de la sinuosité des routes

D'autres croisements pourraient également être réalisés, notamment en considérant uniquement la densité de trafic.

c) Calcul de la pression simple

Chaque route est caractérisée dans la BDTOPO par son classement et sa nature. A partir de ces éléments, une hiérarchisation du réseau routier a été établie, en attribuant différents poids aux typologies renseignées :

Classement de la route

Classement	poids
Autoroute	10
Nationale	8
Départementale	5
Autre classement	1

Nature de la route

Nature	poids
Autoroutière	10
Principale	8
Régionale	5
Locale	1
En construction	0

La pression « simple » routière résulte de la combinaison des poids des deux critères :
 Pression simple = [Classement] X [Nature]

d) Calcul de l'indice de « dangerosité »

Le profil en long d'une route est constitué d'une succession de segments de droites (ou pentes) et d'arcs de cercles (sinuosité) permettant de raccorder entre eux les segments de droites.

L'indice de dangerosité a été calculé de la façon suivante :

$$\text{Indice de dangerosité} = ([\text{pente maximum}] / [\text{sinuosité}])$$

Le réseau routier a ainsi été découpé en segment homogène selon leur dangerosité : tout d'abord en tronçon de 100 m (pour le calcul de la pente maximale) et ensuite en vertex pour le calcul de la sinuosité.

La sinuosité est égale au rapport entre la distance euclidienne et la distance « vraie » (cf. Illustration 20), chaque tronçon étant définis par un ou plusieurs sommets (Vertex), chaque sommet étant localisé en X, Y et Z.

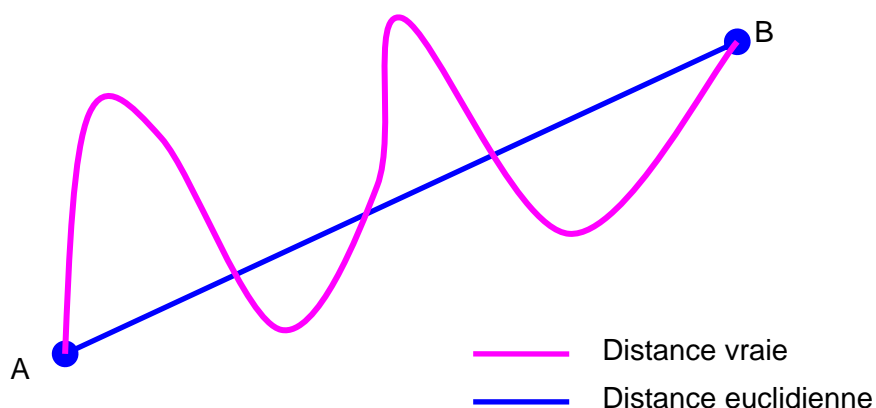


Illustration 20 – $AB = \text{Distance « vraie »} - \text{Distance euclidienne}$

Les résultats de cette approche sont présentés dans l'illustration 21.

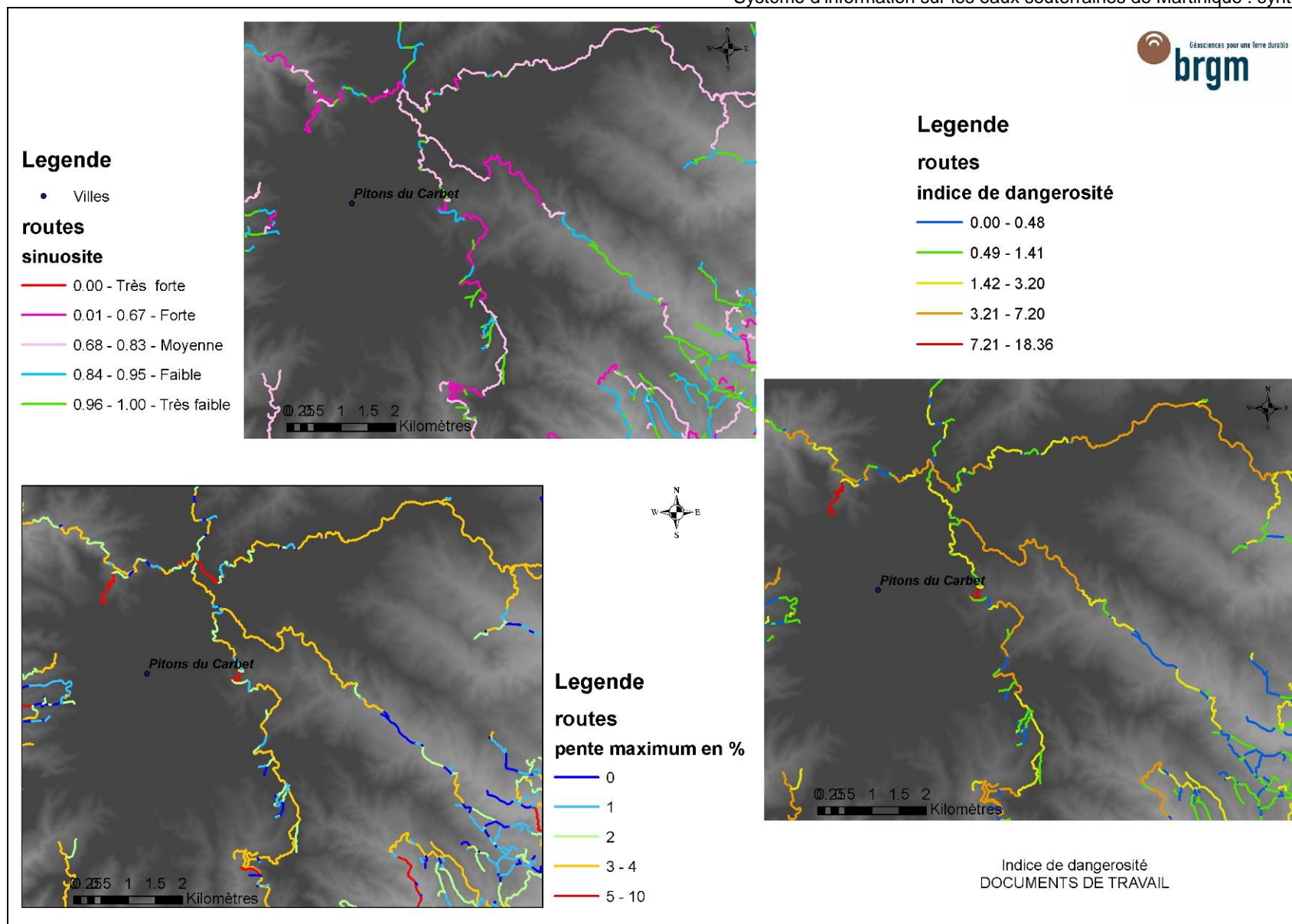


Illustration 21 – Exemples de calculs de pente, de sinuosité et de l'indice de dangerosité

e) Calcul de la pression totale liée au réseau routier

La pression totale liée au réseau routier a été considérée comme étant la moyenne arithmétique de la pression simple et de l'indice de dangerosité (calculés précédemment), selon la formule suivante :

$$\text{Pression totale} = 0,5 \times [\text{pression simple}] + 0,5 \times [\text{indice de dangerosité}]$$

Des exemples de résultats sont présentés dans l'illustration 22 et la carte de pression est présentée dans l'illustration 23.

2.5.3. Résultat : la carte de risque

La carte de risque de pollution des eaux souterraines par les réseaux routiers est obtenue en croisant la carte de pression (cf. Illustration 23) avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3). Le principe de ce croisement est présenté dans l'illustration 24 et les résultats pour l'ensemble de la Martinique sont présentés dans l'illustration 25.

2.6. CARTES DE SYNTHES

Des cartes de synthèse par masse d'eau sont présentées dans l'annexe cartographique A3. Elles compilent, pour chaque masse d'eau, les différentes cartes de risques réalisées dans ce chapitre.

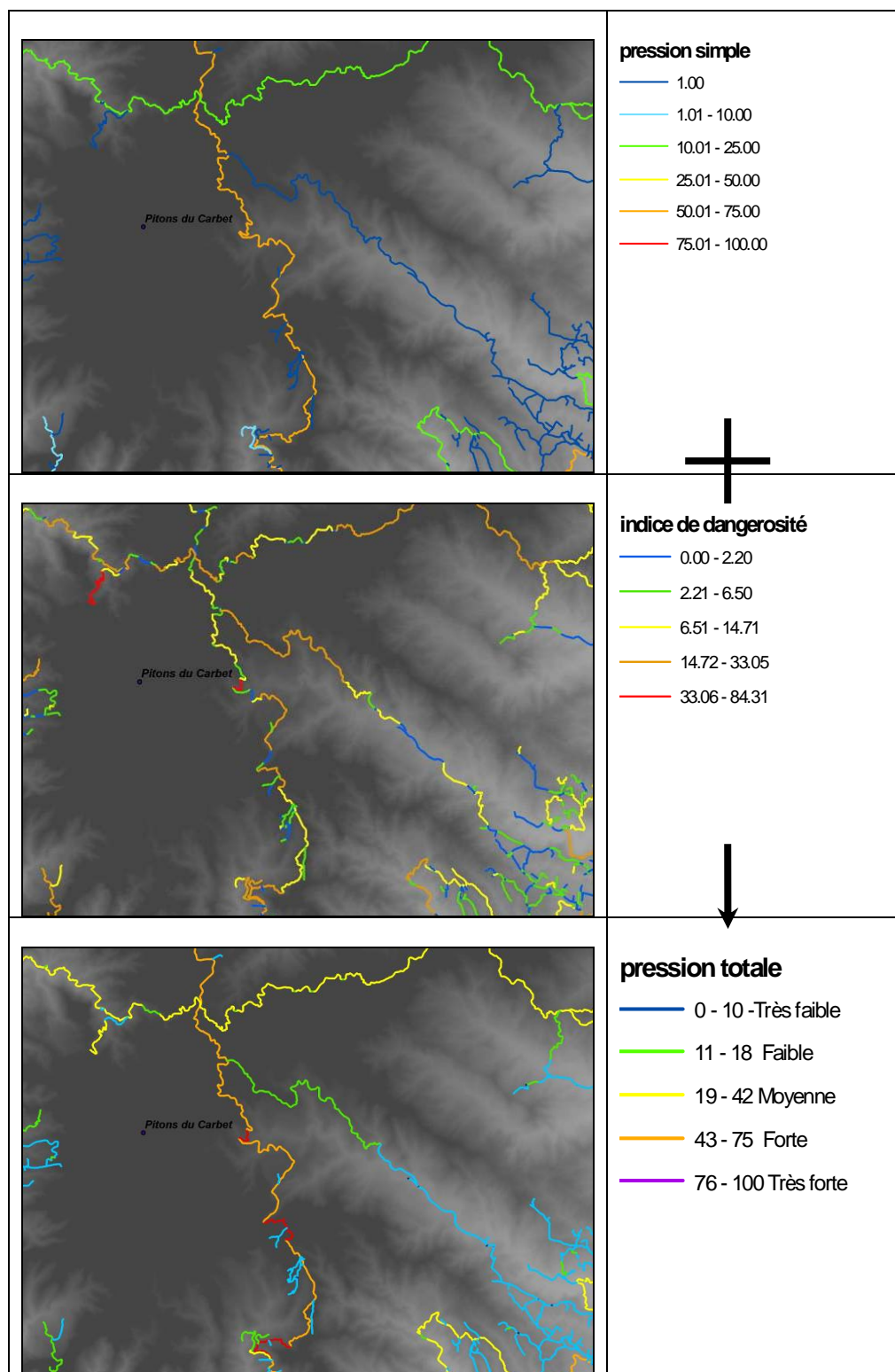


Illustration 22 – Calcul de la pression totale liée au réseau routier

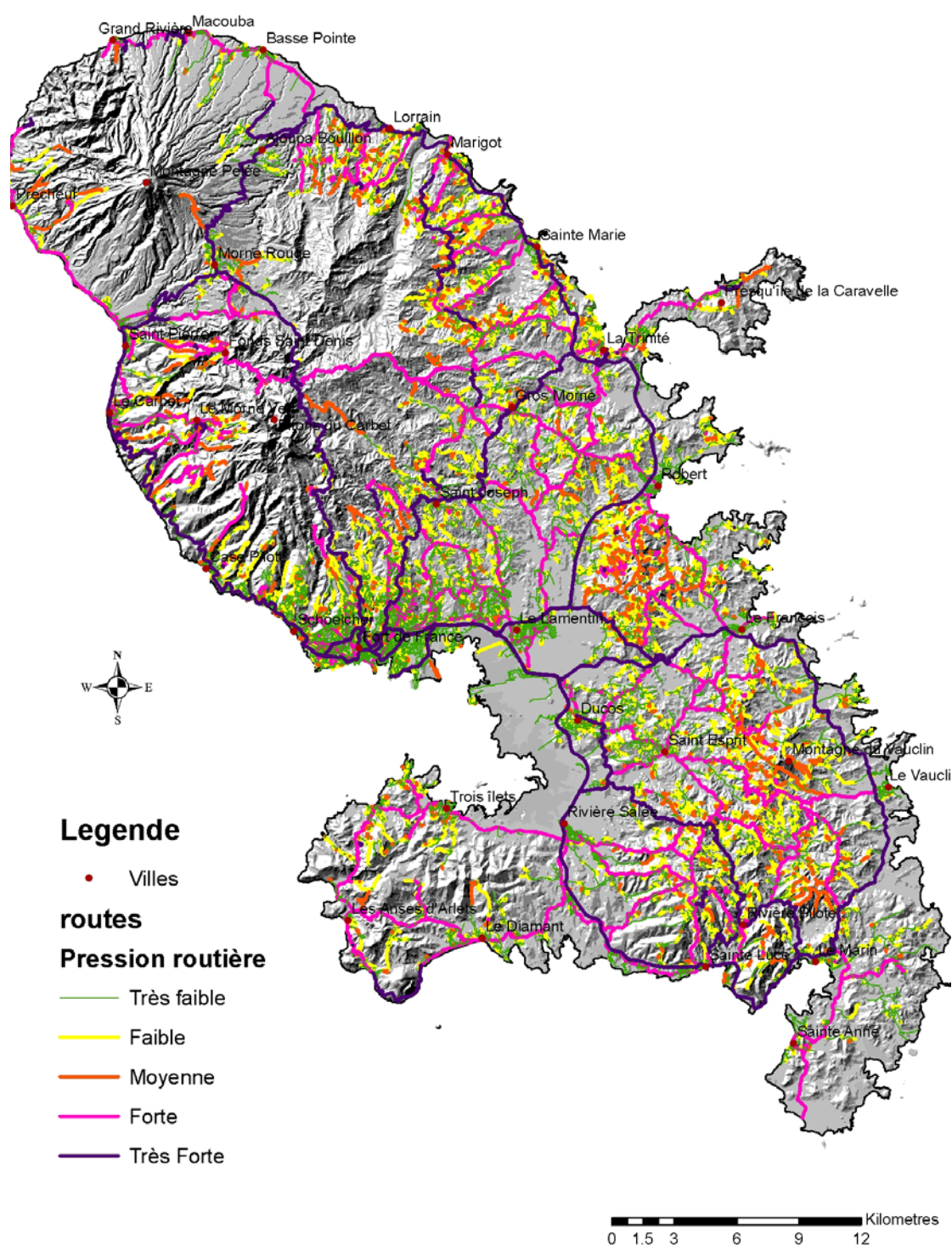


Illustration 23 : Cartographie de la pression liée aux réseaux routiers

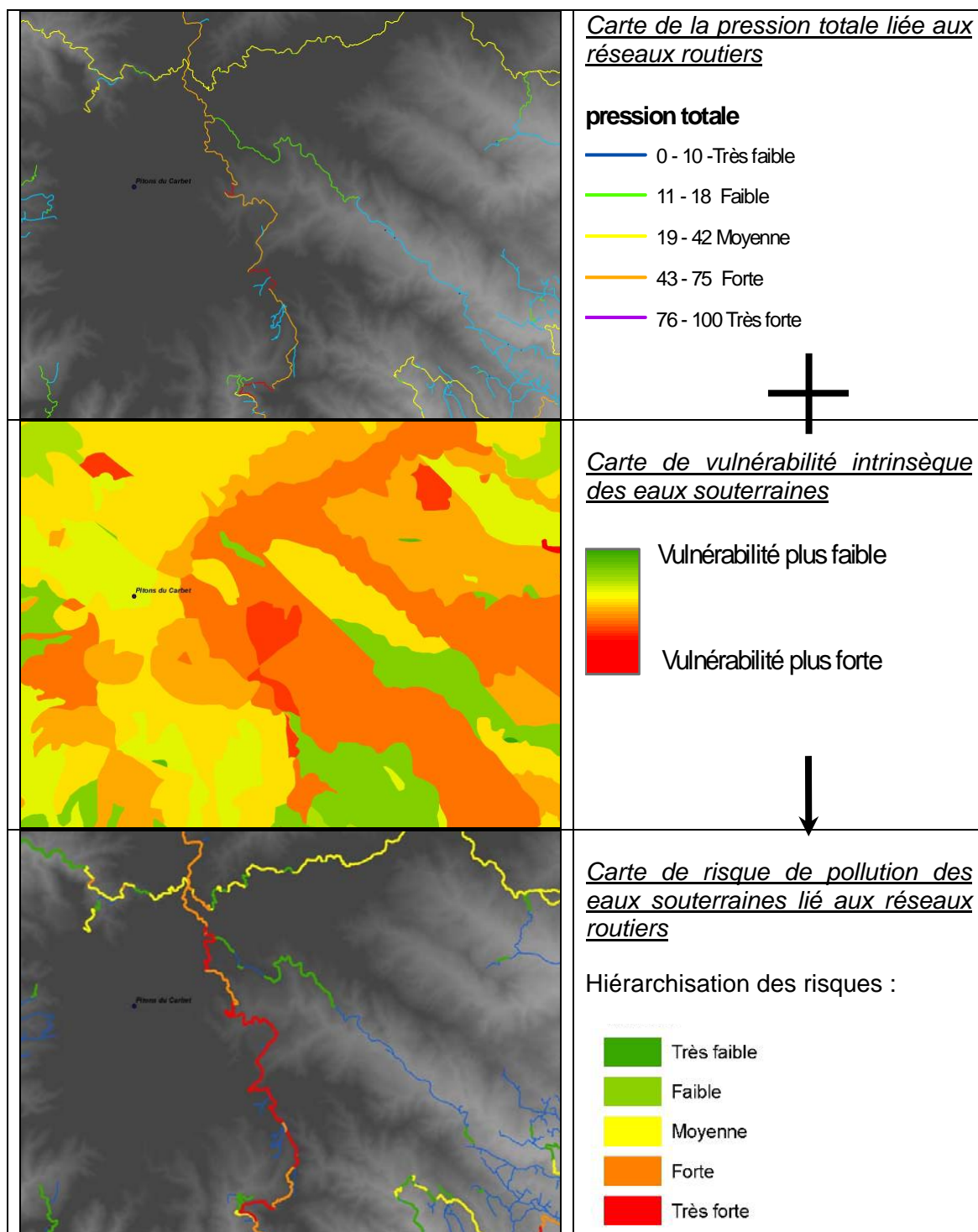


Illustration 24 – Les différentes étapes du croisement entre la pression liée aux réseaux routiers et la vulnérabilité des eaux souterraines

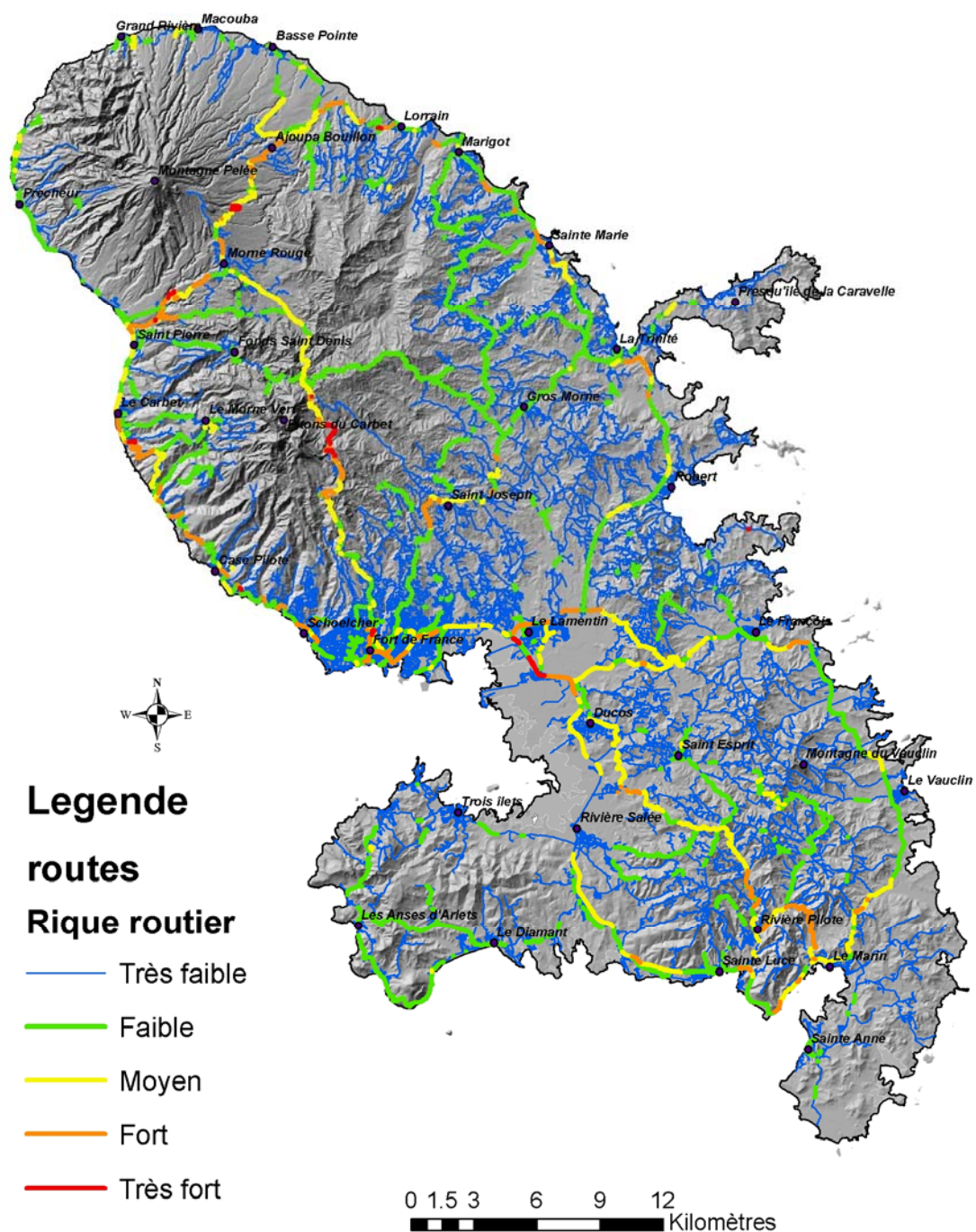


Illustration 25 : cartographie du risque de pollution des eaux souterraines liés aux réseaux routiers

3. Caractérisation de la ressource potentielle

Pour caractériser la ressource potentielle des eaux souterraines sur le territoire de la Martinique, deux approches ont été suivies. La carte des formations potentiellement aquifères classées selon leur productivité (débit potentiel instantané) des unités d'ordre 1 à été croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque puis avec les cartes des différents risques présentés dans le chapitre précédent.

3.1. RAPPELS

L'ensemble des éléments présentés dans ce chapitre sont issus du rapport : Elaboration du système d'information sur les eaux souterraines de la Martinique : identification et caractérisations quantitatives – BRGM/RP-55099-FR (2007).

3.1.1. Le concept d'« Unité Constitutive d'Aquifère » (UCA)

L'UCA est une unité potentiellement aquifère, homogène sur les plans géologique et hydrogéologique définie à partir des unités géologiques identifiées sur la carte géologique au 50000^{ème} de la Martinique. Ses limites correspondent donc aux limites affleurantes des formations géologiques de la carte au 50000^{ème} et, sous couverture de formations géologiques plus récentes, à une extrapolation à partir des données de la carte géologique et des forages.

Ce concept a conduit à découper la Martinique en 123 UCA, chacune ayant ses propres caractéristiques. Les formations géologiques présentant des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques similaires et étant directement superposées ont été regroupées au sein d'une même UCA. D'autre part, les unités non aquifères ont été identifiées comme des UCAs n'ayant pas de débit potentiel instantané par forage. Elles sont caractérisées par la notation « Sans objet ».

3.1.2. Estimation du débit potentiel instantané par forage au sein d'une UCA

A chaque UCA a été attribuée une fourchette de « débit potentiel instantané » selon l'échelle suivante :

- 30 à 60 m³/h, avec un débit moyen par ouvrage de 45 m³/h,
- 10 à 30 m³/h, avec un débit moyen par ouvrage de 20 m³/h,
- 5 à 10 m³/h, avec un débit moyen par ouvrage de 7.5 m³/h,
- 2 à 5 m³/h, avec un débit moyen par ouvrage de 3.5 m³/h,
- < 2 m³/h,
- Sans Objet

Ce débit correspond au débit que pourrait fournir ponctuellement la formation aquifère considérée au cours d'un pompage de quelques heures, réalisé au sein d'un forage productif, c'est-à-dire

- implanté au sein d'un secteur perméable de la formation aquifère (en milieu volcanique, une même formation géologique, considérée globalement comme aquifère, peut en effet comprendre des faciès perméables et d'autres peu ou très peu perméables),
- recoupant celle-ci sur une hauteur mouillée significative (plusieurs mètres au moins) et
- ayant été réalisé selon les règles de l'art.

Il ne s'agit pas d'un débit d'exploitation à long terme qui ne pourra être défini que d'une part en fonction des caractéristiques hydrodynamique du couple nappe/forage et, d'autre part, des conditions de réalimentation de l'aquifère (aptitude de la nappe à la gestion active notamment).

Ces débits ont été définis « à dire d'expert » principalement en fonction des études et pompages d'essai ayant été réalisés sur une centaine de forages existants (ou ayant existé) en Martinique. Des extrapolations ont été réalisées en fonction des connaissances disponibles sur la lithologie et la structure de la formation géologique constitutive de l'UCA.

3.1.3. Représentation cartographique des UCA

Les UCA ont ensuite été regroupées par niveaux, en fonction de leurs positions relatives : elles se répartissent sur 5 niveaux « superposés », le niveau 1 correspond aux formations affleurantes, le niveau 2 correspond aux formations situées sous les formations de niveau 1, et ainsi de suite comme le montre l'illustration 26. Chaque unité est ainsi redécoupée selon son niveau de superposition (niveau « stratigraphique »). Pour chacun des 5 niveaux, les UCA ayant les mêmes caractéristiques hydrogéologiques (lithologie, débit potentiel instantané, probabilité de réussite et type de réservoir) on été regroupées au sein d'un même ensemble. Le résultat est rappelé dans l'illustration 27.

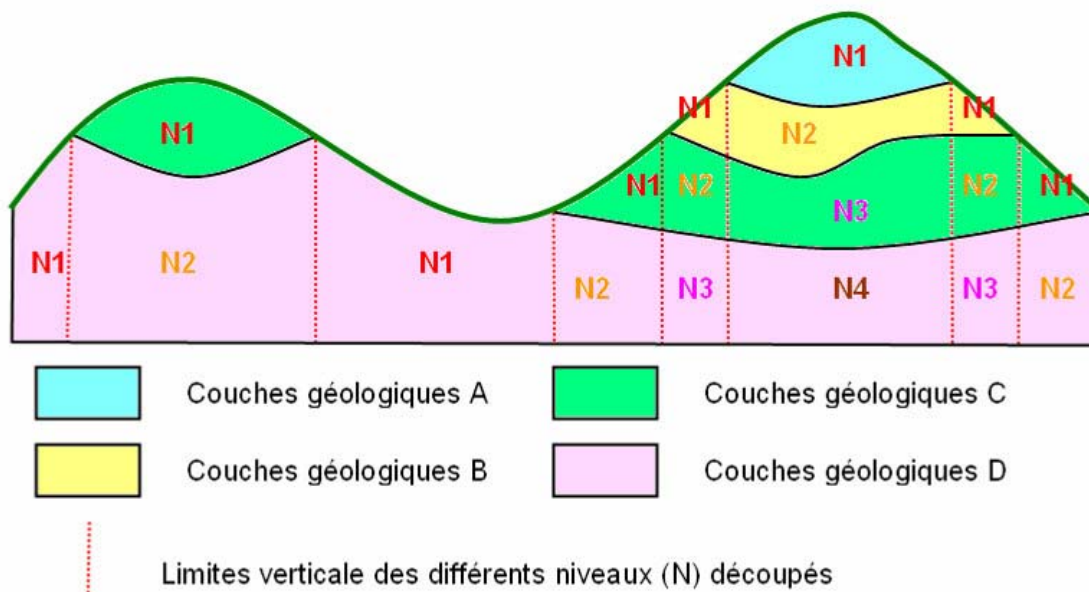


Illustration 26 – Principe de découpage en niveau des unités hydrogéologiques

3.2. VULNERABILITE DES FORMATIONS POTENTIELLEMENT AQUIFERES

L'objectif de ce croisement est de pouvoir hiérarchiser les différentes formations potentiellement aquifères en fonction de leur vulnérabilité.

3.2.1. Données nécessaires

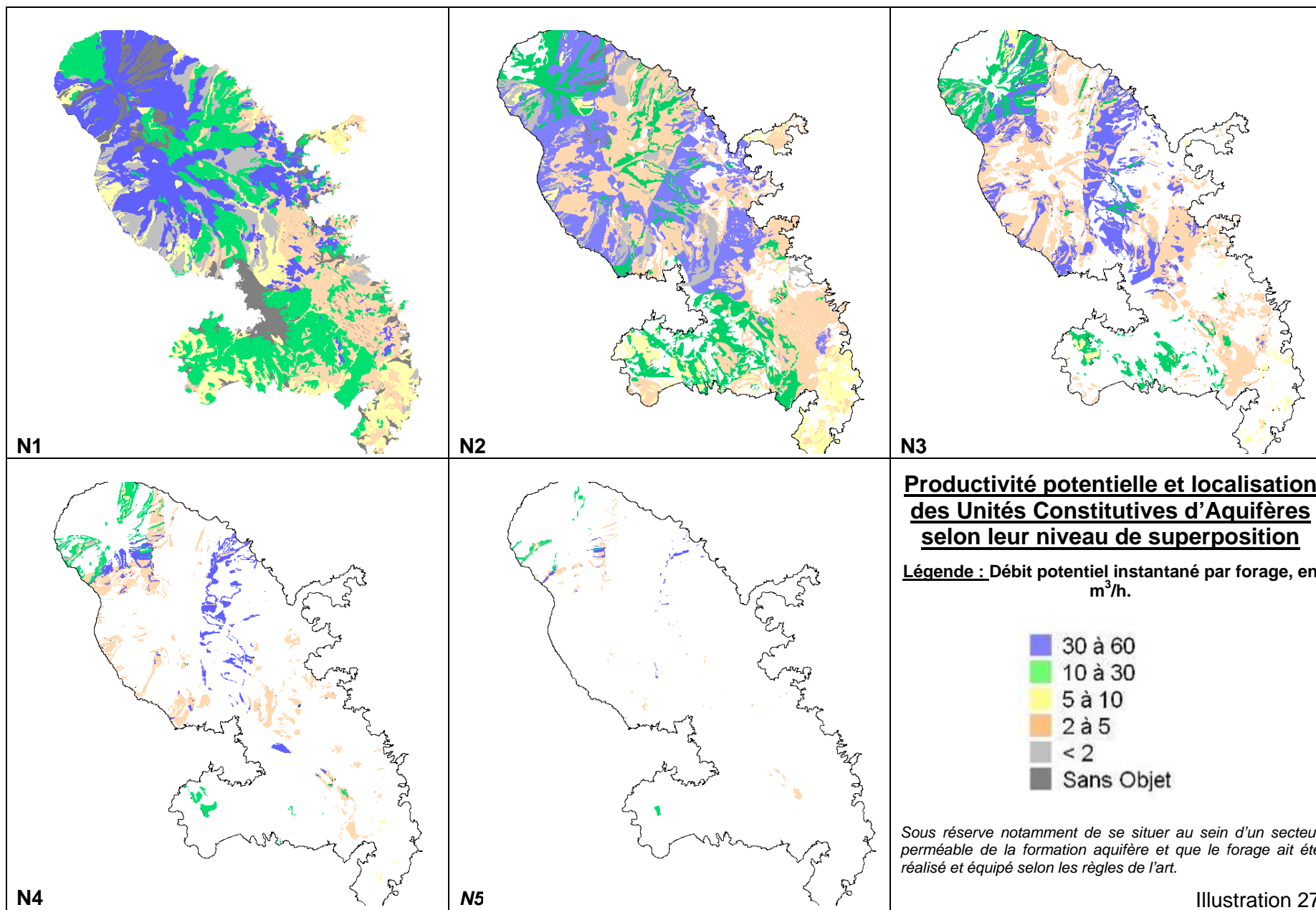
Deux ensembles de données cartographiques sont nécessaires afin de réaliser ce croisement :

- ✓ La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cf. Illustration 3)
- ✓ La carte des unités d'ordres 1 (cf. Illustration 28) correspondant aux premières formations potentiellement aquifères

3.2.2. Méthodologie et résultats

Chaque classe de débits a été croisée avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines selon le principe présenté dans l'illustration 29.

Les résultats de ces croisements sont présentés dans les illustrations 30 à 34. Les unités ont été hiérarchisées en trois classes de vulnérabilité (faible, moyenne et forte), afin de faciliter leur lecture et compréhension.



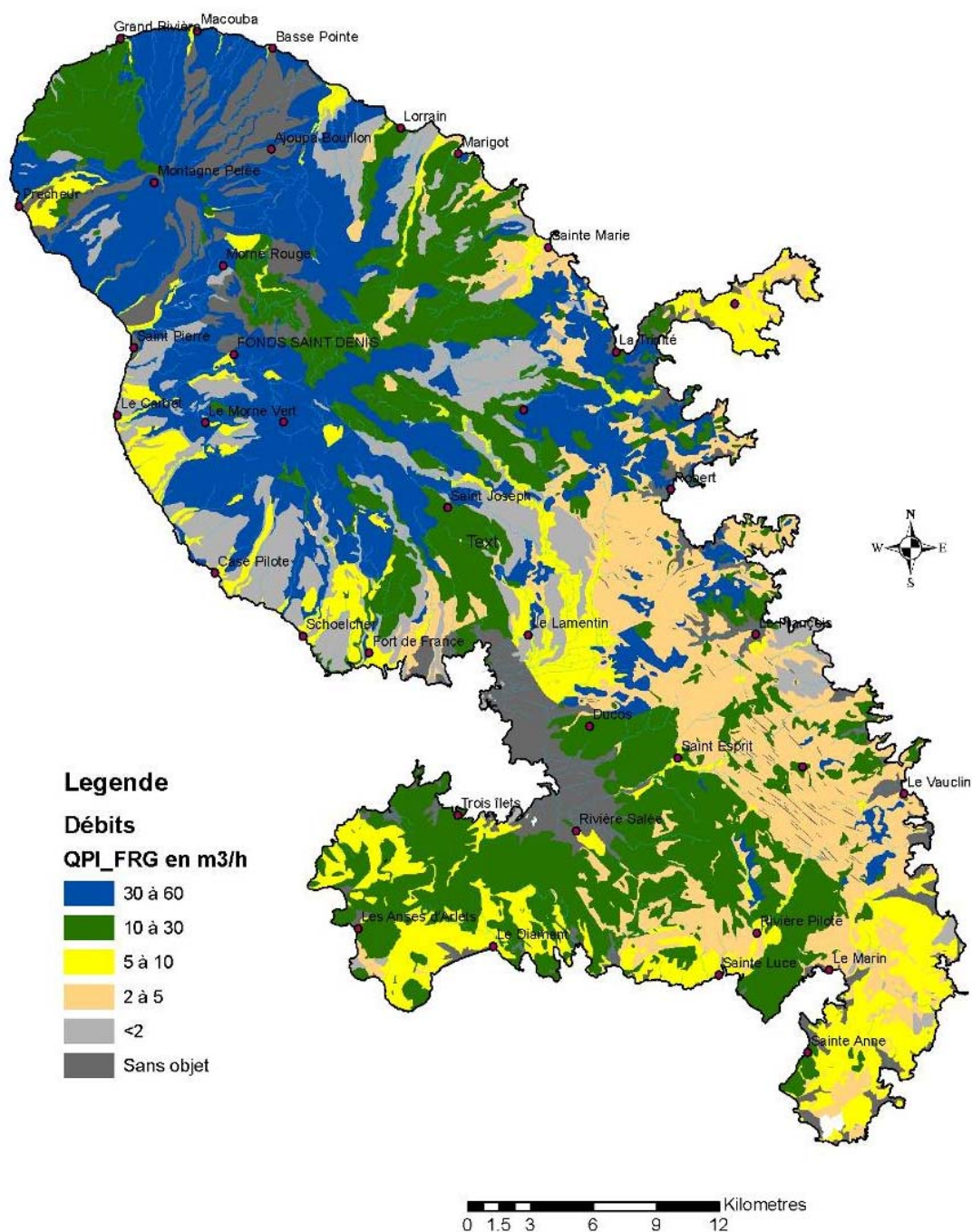


Illustration 28 – carte des débits de niveau 1

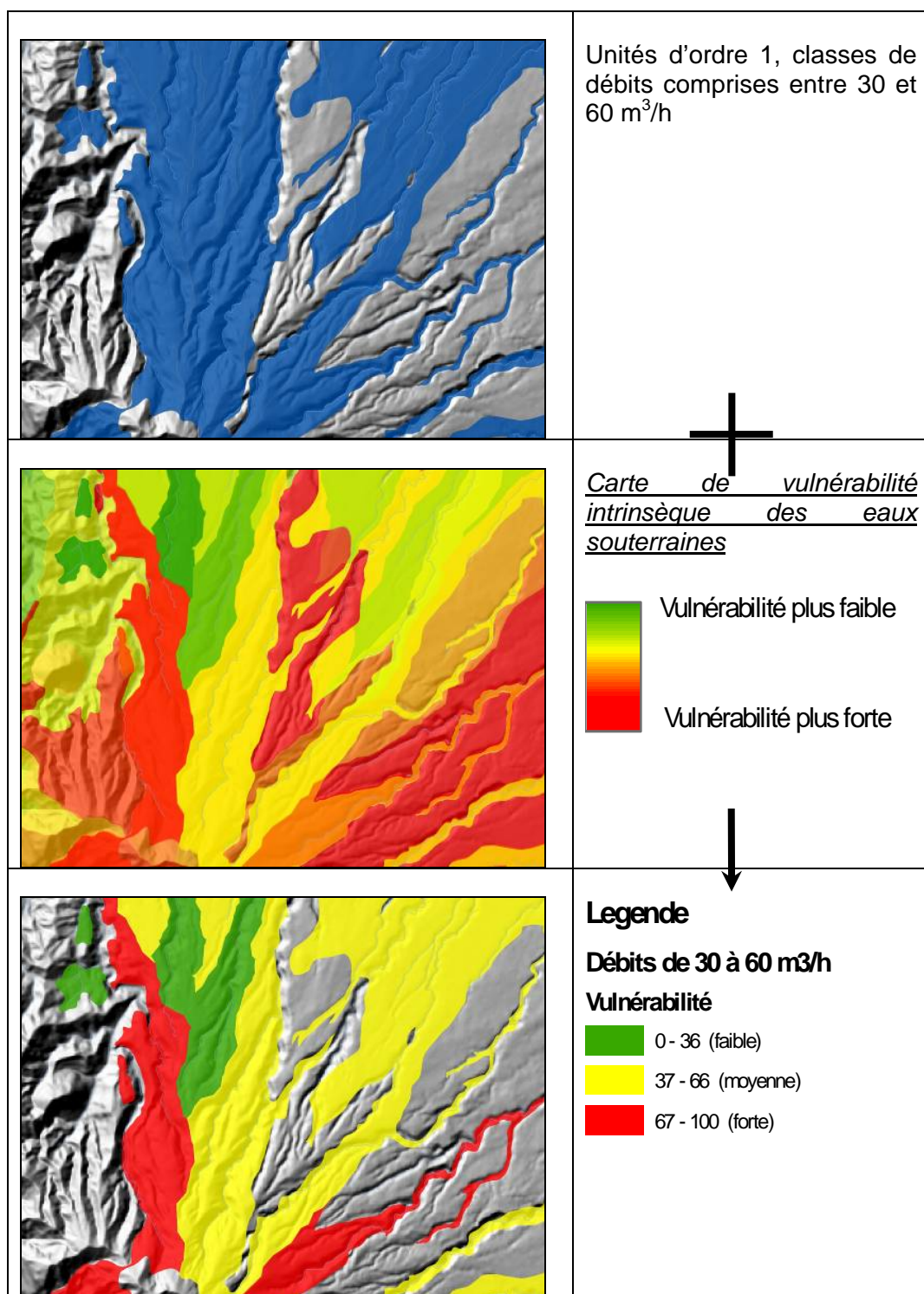


Illustration 29 – Exemples de croisement entre débits et vulnérabilité

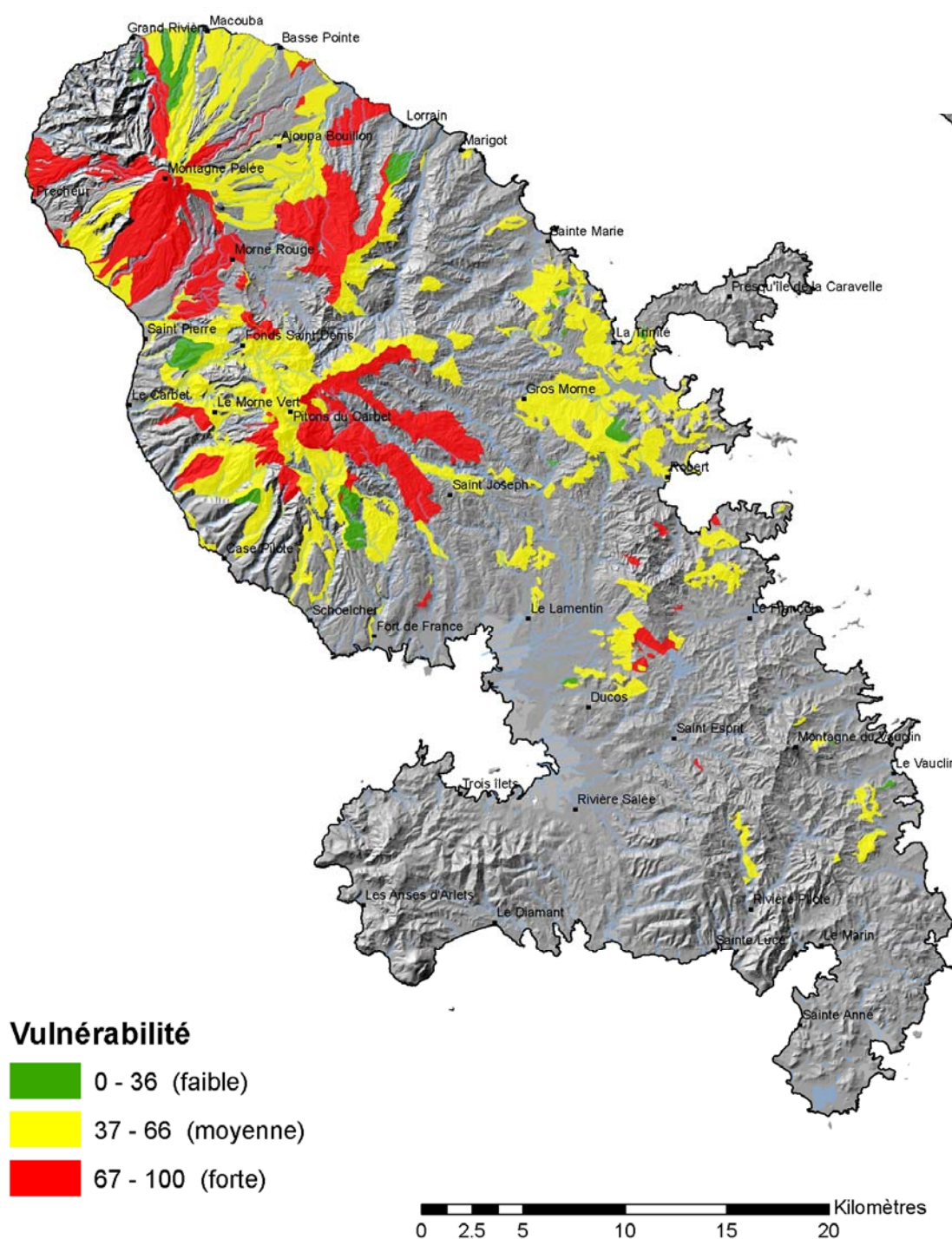


Illustration 30 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 30 à 60 m³/h

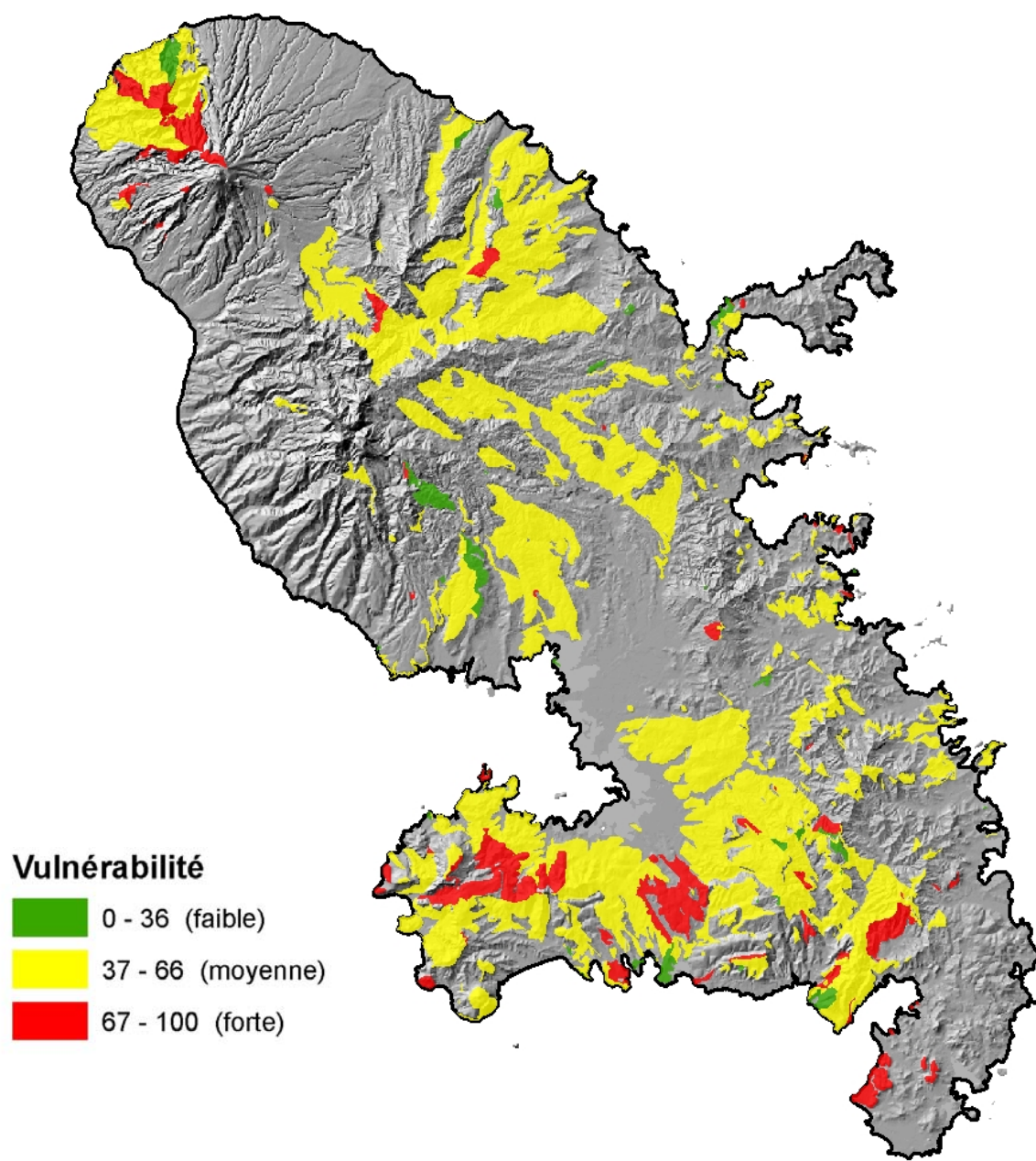


Illustration 31 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 10 à 30 m³/h

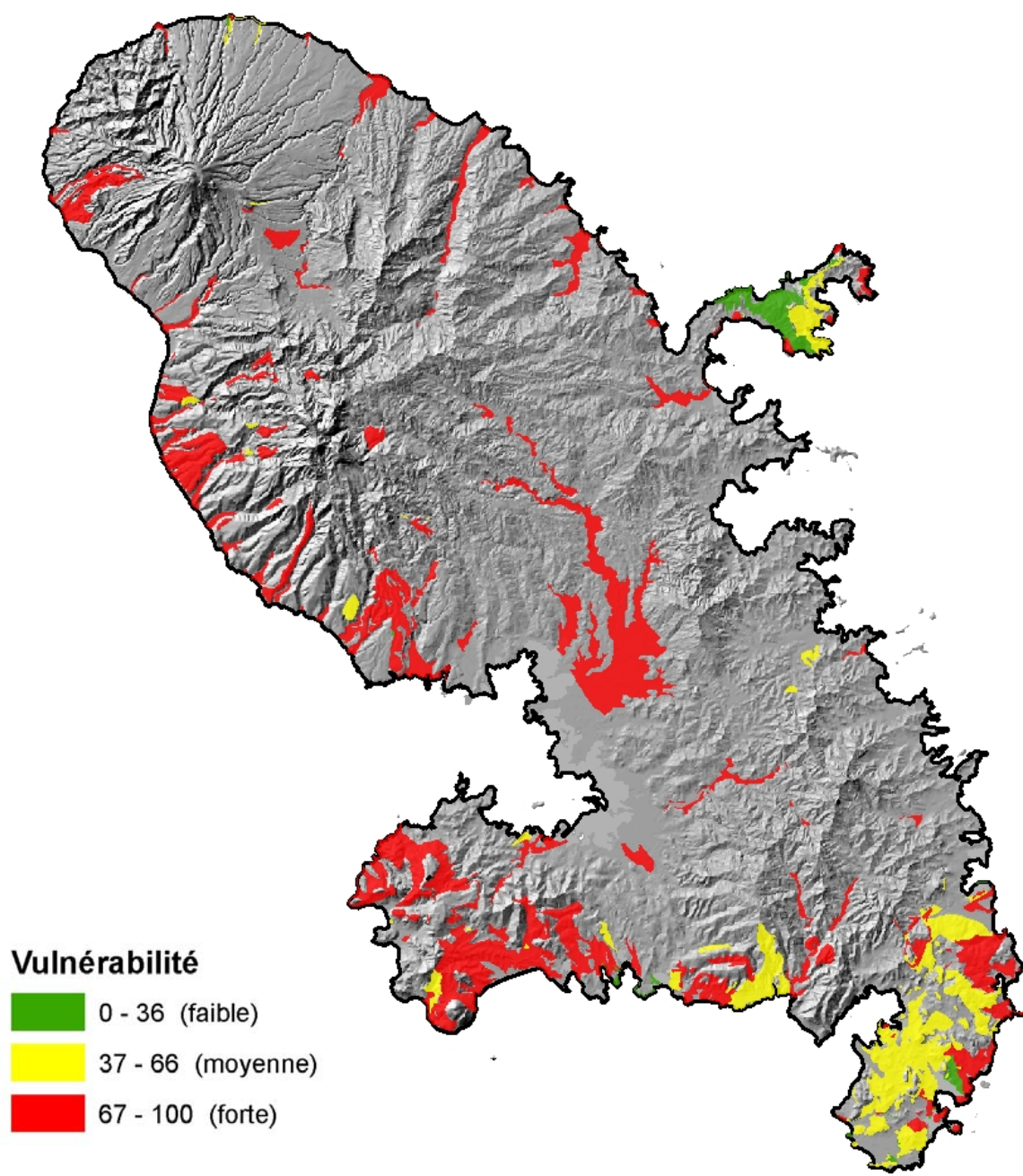


Illustration 32 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 5 à 10 m³/h

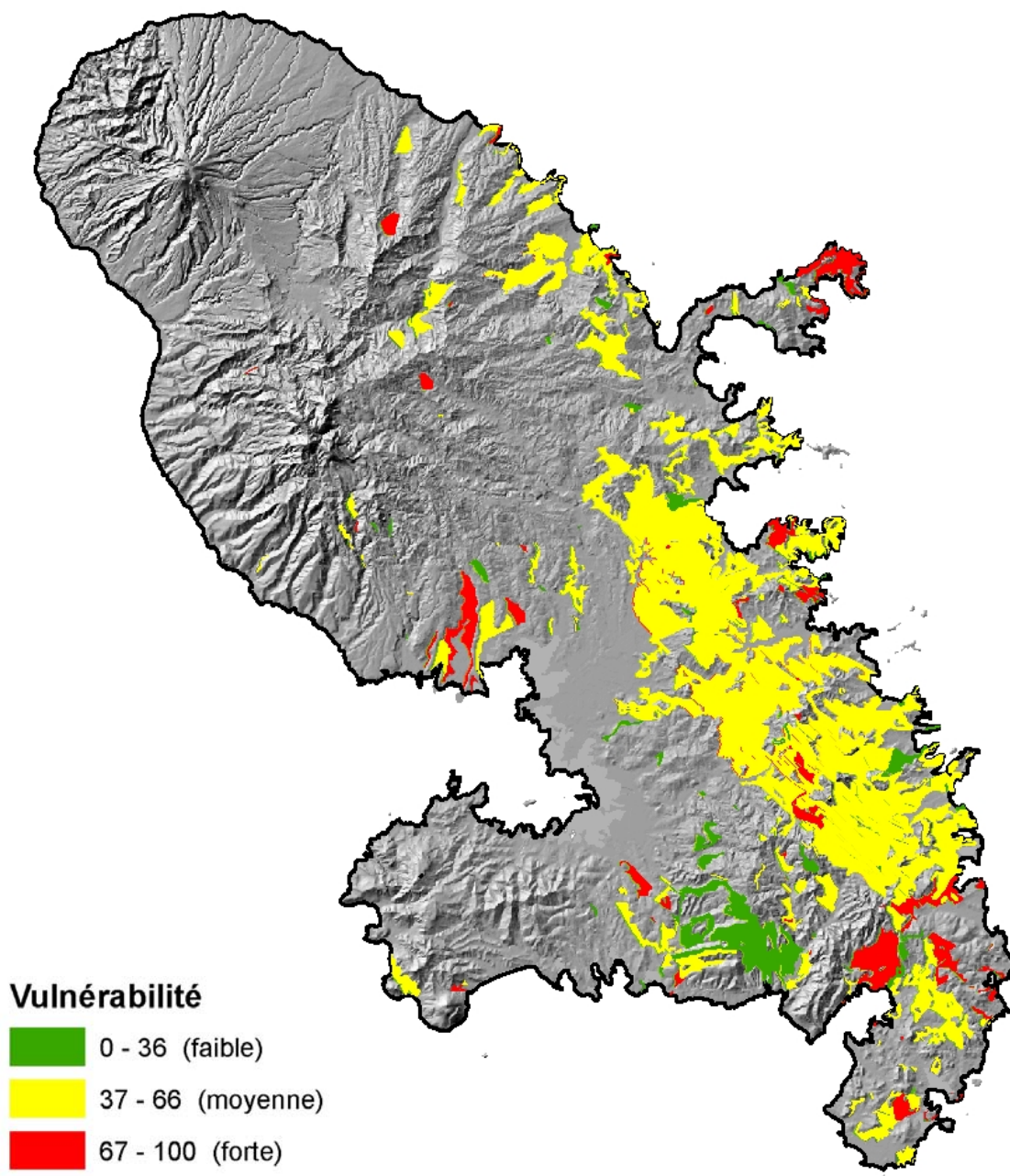


Illustration 33 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage de 2 à 5 m³/h

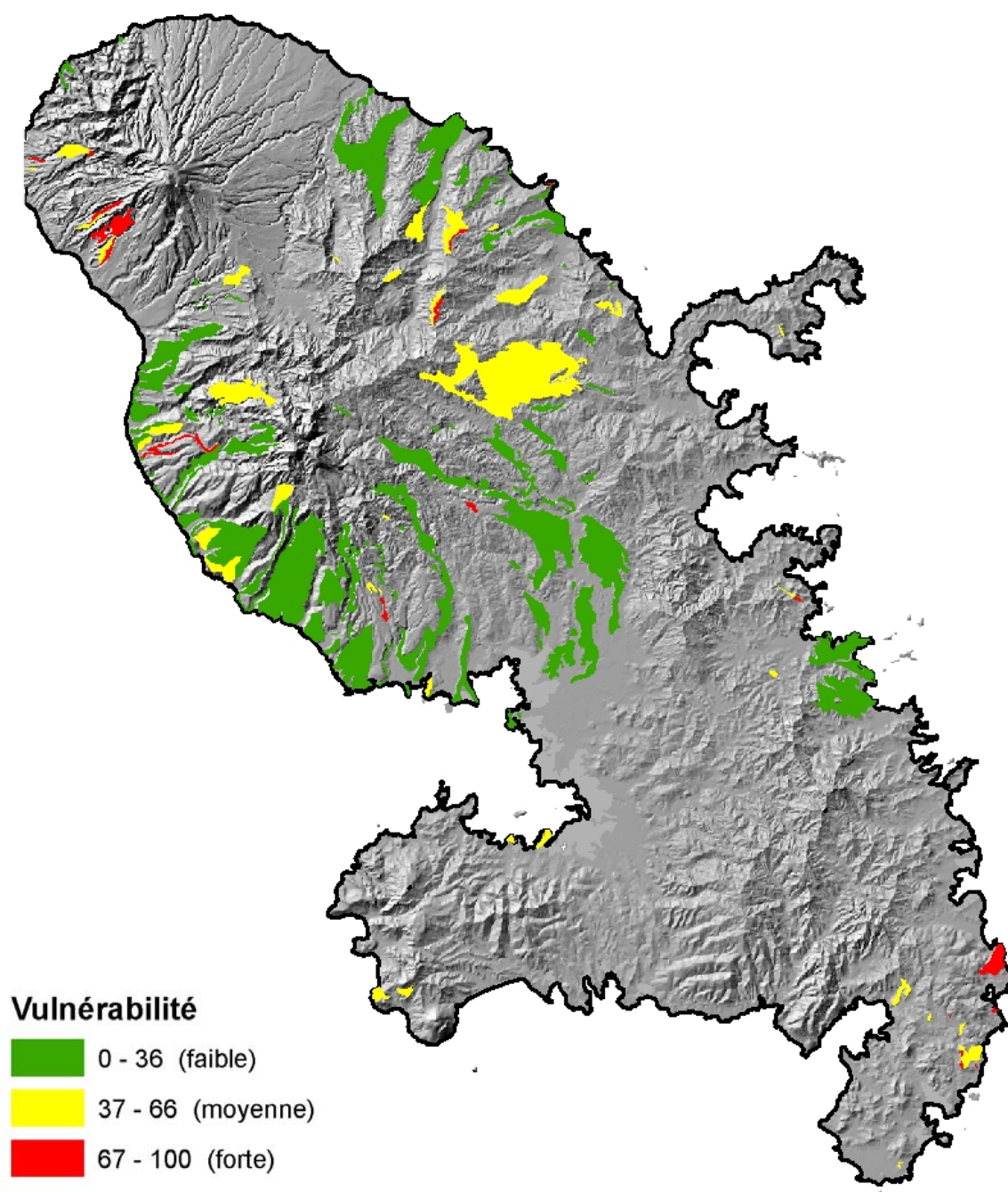




Illustration 34 : vulnérabilité des unités d'ordre 1 ayant un potentiel instantané par ouvrage < 2 m³/h

3.3. CARACTERISATION DES FORMATIONS POTENTIELLEMENT AQUIFERES SELON LES RISQUES DE POLLUTION

La carte réalisée dans ce chapitre peut avoir de multiples usages et déclinaisons, selon l'information que l'on souhaite faire ressortir. En effet, elle permet de superposer d'une part les formations potentiellement aquifères (classées selon le débit potentiel instantané par forage) et les différents risques auxquels ces formations sont soumises.

L'objectif du SIRESMAR est de mettre à disposition de la Région les outils d'aide à décision nécessaire pour une bonne gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau. Les éléments cartographiques disponibles peuvent en effet permettre de répondre par exemple aux questions suivantes :

-  Quels sont les secteurs où la ressource en eau souterraine est de bonne quantité et où le risque de pollution est le plus faible ?
-  Quels sont les secteurs, notamment productifs ou stratégiques, les plus à risques sur lesquels il serait urgent de mettre en place une politique adaptée de réduction d'impacts des activités anthropiques sur le milieu.

3.3.1. Données nécessaires

Cinq ensembles de données cartographiques sont nécessaires afin de réaliser ce croisement : la carte des unités d'ordre 1 (cf. Illustration 28) correspondant aux premières formations potentiellement aquifères, ainsi que les quatre cartes de risques présentées dans le chapitre 2.

3.3.2. Méthodologie et résultats

La méthodologie est simple, il s'agit d'une superposition des différentes cartes de risques et de la carte des unités d'ordre 1.

L'Illustration 35 est basée sur le principe de précaution maximum : sont identifiés en blanc les secteurs où un risque existe, quel que soit son niveau (de très faible à très fort). (Cette illustration est également en A3 en annexe).

L'Illustration 36 quant à elle hiérarchise, en deux catégories, les zones à risques, avec d'une part les secteurs où le risque est élevé (en rouge) et d'autre part des secteurs où le risque est plutôt faible (en transparent) et pour lesquels on peut alors distinguer le potentiel des unités concernées. (Cette illustration est également en A3 en annexe).

Avec ce système d'information numérique, la Région pourra réaliser toutes les cartes thématiques nécessaires à l'identification géographique des actions de gestion et de protection de la ressource en eau souterraine, dans le cadre de la programmation de ses politiques environnementales et d'aménagement du territoire.

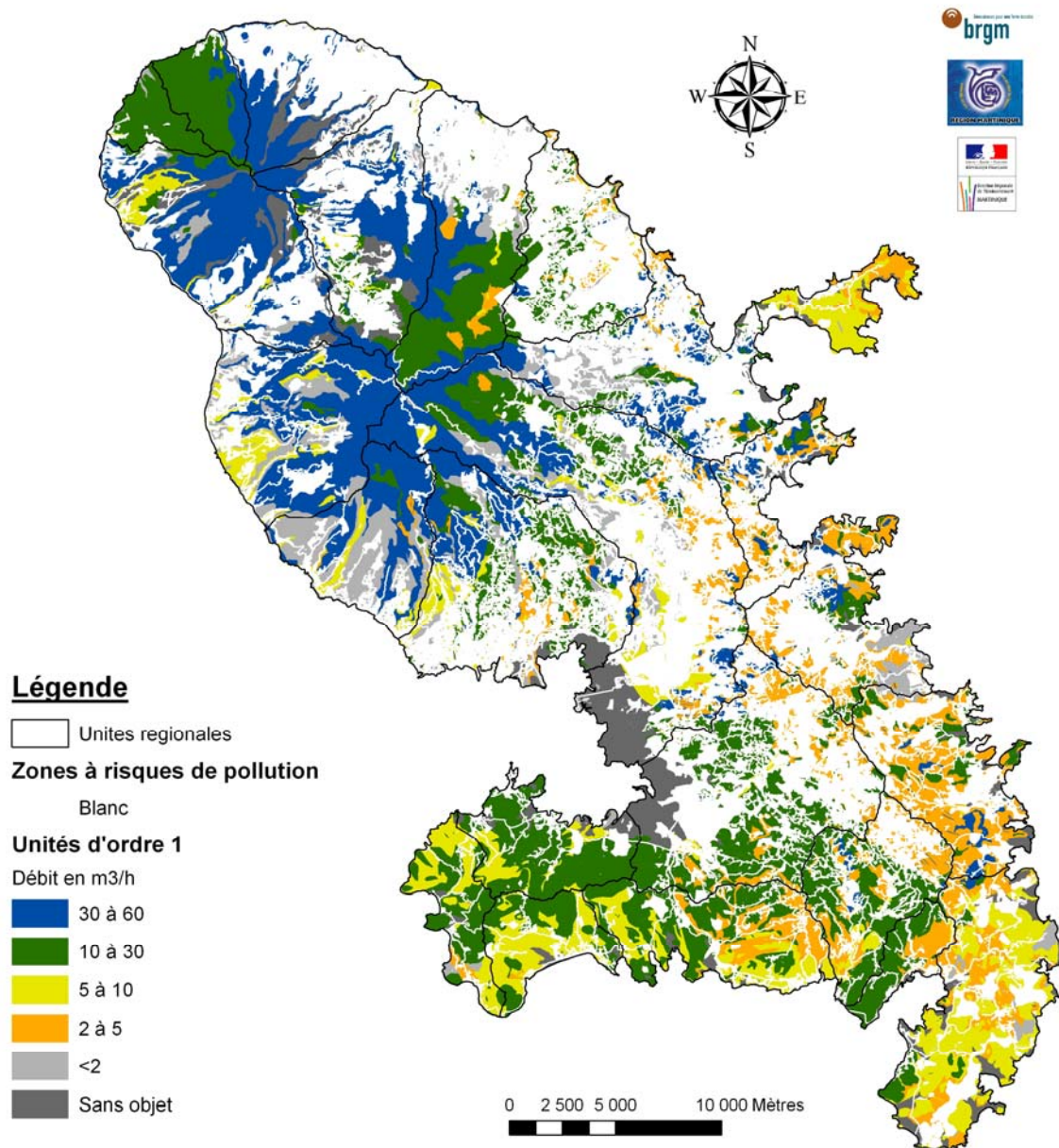


Illustration 35 : Cartographie des zones à risques de pollutions et des unités d'ordre 1

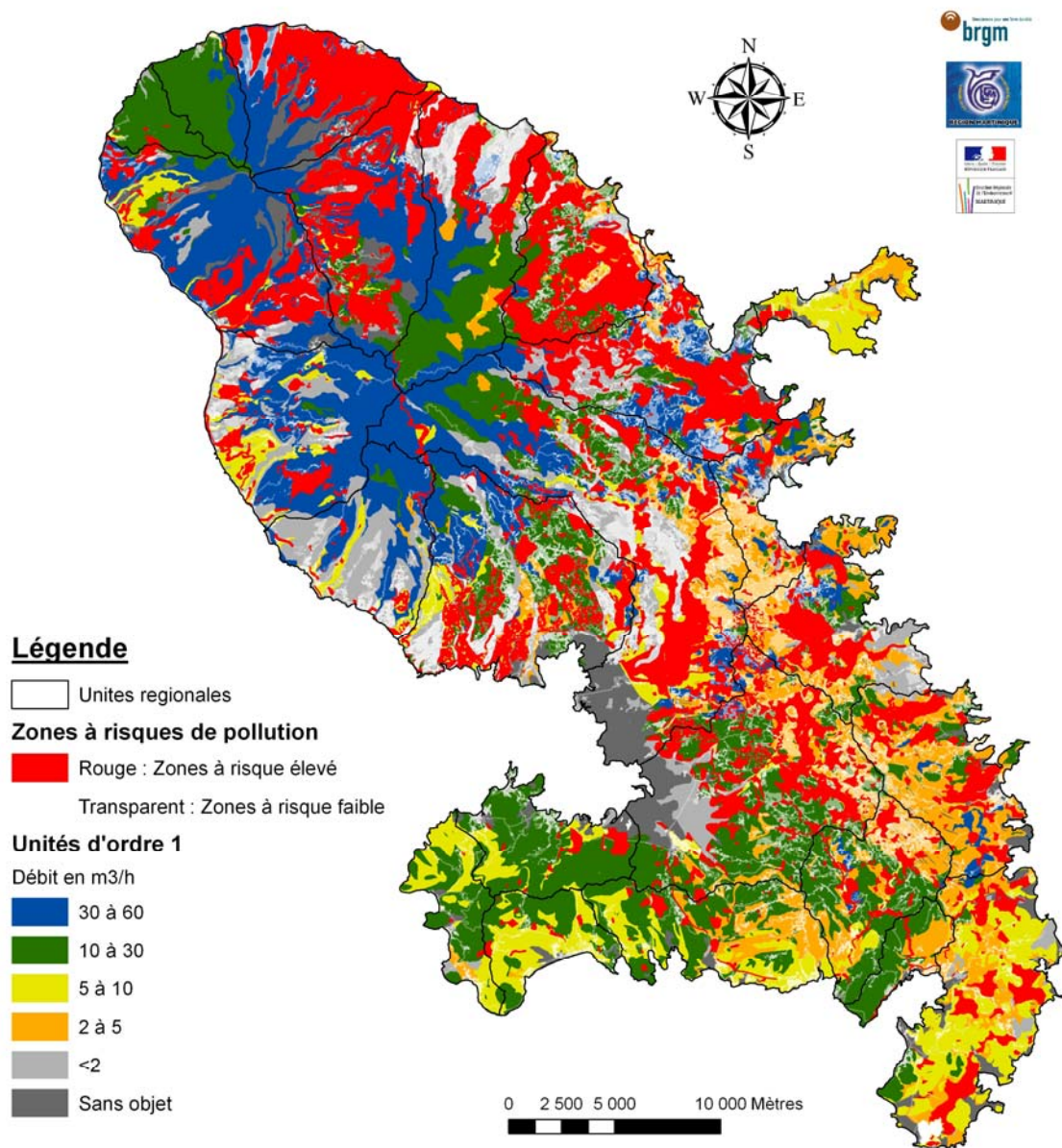


Illustration 36 : Cartographie des unités d'ordre 1 et des zones à risques de pollutions classées en 2 catégories (zones à risque élevé en rouge et zones à risque faible en transparence)

4. Conclusion

Le présent rapport correspond à la **synthèse cartographique des données acquises dans les précédents volets d'élaboration du Système d'Information Régional** : identification, caractérisation quantitatives, qualitative et évaluation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de Martinique.

La carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines a été croisée avec les principales pressions diffuses identifiées en concertation avec la Région, à savoir :

- ✓ les intrants agricoles :
 - Nitrates & produits phytosanitaires d'un part
 - Chlordécone d'autre part
- ✓ l'urbanisation
- ✓ le réseau routier

Des cartes de zones à risques de pollution des eaux souterraines ont alors été établies (pour chacun des risques identifiés).

Ces cartes de risques ont alors été superposées aux cartes des potentialités des unités constitutives d'aquifères afin de constituer des documents d'aide à la décision pour une bonne gestion à la fois quantitative et qualitative des eaux souterraines.

Des mises à jour sont bien évidemment envisageables, notamment pour la prise en compte d'autres pressions, la modification des pondérations, ou la réalisation d'autres croisements. Ce rapport permet néanmoins d'illustrer les possibilités offertes par le SIRESMAR, adaptable selon les préoccupations et les objectifs (politiques sectorielles, aide à la programmation, aide à la mise en œuvre...).

L'objectif de ce projet était de mettre à disposition de la région les outils d'aide à décision nécessaire pour une bonne gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau. L'ensemble des éléments cartographique présentés ici sont ainsi disponibles en version ©Arcview afin de pouvoir réaliser « à la demande » les cartes thématiques spécifiques permettant de répondre à des questions précises.

5. Bibliographie

Allier D, Vittecoq B., Mardhel V. (2008) Evaluation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de la Martinique. BRGM/RP-56283-FR.

Brenot A., Vittecoq B., Négrel P., Mardhel V., (2008). Caractérisation et différenciation géochimique des eaux souterraines de la Martinique. BRGM/RP-56266-FR.

Desprats JF., Comte JP., Chabier Ch., (2004). Cartographie du risque de pollution des sols de Martinique par les organochlorés. Rapport de phase 3. Rapport BRGM/RP-53262-Fr.

Vittecoq B., Lachassagne P., Lanini S., Ladouche B., Marechal J.C., Petit V. (2007) Elaboration d'un système d'information sur les eaux souterraines de la Martinique : identification et caractérisations quantitatives. Rapport BRGM/RP-55099-FR.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Martinique

Villa Bel Azur, 4 Lot. Miramar
Route Pointe des Nègres
97200 - FORT DE FRANCE - France
Tél. : 05 96 71 17 70