

**Atlas régional des zones humides
de Guadeloupe- Inventaire de
zones humides potentielles à partir
de l'analyse du MNT**

Rapport final
BRGM/RP-55101-FR
Janvier 2007

Janvier 2007

Atlas régional des zones humides de Guadeloupe- Inventaire de zones humides potentielles à partir de l'analyse du MNT

Rapport final

BRGM/RP-55101-FR

Janvier 2007

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2005 07EAU159

S. Bézèlques-Courtade

Vérificateur :

Nom : V. Mardhel

Date : 24 janvier 2007

Signature :

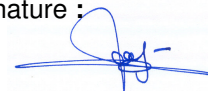


Approbateur :

Nom : JM. Mompelat

Date : 29 janvier 2007

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : MNT, zone humide, réseau hydrographique réel, réseau hydrographique théorique, dépressions topographiques

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : Atlas régional des zones humides de Guadeloupe – Inventaire de zones humides potentielles à partir de l'analyse du MNT. BRGM/RP-55101-FR. Janvier 2007. S. Bézègues-Courtade. 27 pages, 19 illustrations.

Synthèse

Dans le cadre de sa mission de service public (Fiche 07EAUI59), et pour répondre en collaboration avec l'ONF à un appel d'offre de la MISE (Mission Inter-Services de l'Eau) pour la réalisation d'un Atlas des zones humides de Guadeloupe, le BRGM a sélectionné, à partir d'analyses des Modèles Numériques de Terrain (MNT) disponibles, environ un millier de dépressions topographiques susceptibles de correspondre à des zones humides de taille supérieure à 1000 m². Ce résultat est purement analytique et entièrement dépendant de la qualité des données d'entrée et il est probable que les dépressions sélectionnées ne correspondent pas toutes à des zones humides et que certaines zones humides n'ait pas été repérées.

Les fichiers de localisation de ces zones ont été fournis à l'ONF au format MapInfo. Elles doivent maintenant être validées par des agents ONF sur la base de leur connaissance du terrain et de visites de sites.

Il est rappelé que les résultats obtenus sont très dépendant de la qualité des données d'entrée utilisées pour réaliser les traitements numériques.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Données d'entrée	9
2.1. MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN	9
2.2. BD CARTHAGE	10
2.3. ORTHOPHOTOS	12
2.4. CARTE PEDOLOGIQUE.....	12
3. Traitements des données et résultats	15
3.1. RECHERCHE DE DEPRESSIONS TOPOGRAPHIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE DES ZONES D'ACCUMULATION D'EAU DE RUISSELLEMENT	15
3.1.1. Délimitation des dépressions à partir du traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT).....	15
3.1.2. Localisation de dépressions topographiques de Guadeloupe.....	18
3.1.3. Calcul du réseau hydrographique théorique de Guadeloupe	20
3.1.4. Identification des dépressions susceptibles de correspondre à des zones humides alimentées par du ruissellement d'eau de surface.....	21
3.1.5. Sélection des zones humides potentielles situées sur des sols non perméables, hors du réseau routier et ne correspondant pas à des « zones humides » connues.....	22
3.2. AGREGATION DES DEPRESSIONS ET SELECTION DES ENTITES SUPERIEURES A 1000 M ²	24
3.3. VALIDATION PAR COMPARAISON AVEC LES ORTHOPHOTO.....	25
4. Conclusion	29

Liste des illustrations

Figure 1 : MNT disponibles en Guadeloupe	9
Figure 2 : Réseau hydrographique de Guadeloupe (d'après BD Carthage)	10
Figure 3 : Cours d'eau répertoriés comme pérennes dans la BD Carthage	11
Figure 4 : Orthophoto Guadeloupe 2004.....	12
Figure 5 : Classification des sols de Guadeloupe	13
Figure 6 : Identification de dépressions à partir d'un Modèle Numérique de Terrain.....	15
Figure 7 : Comblement de la dépression par la méthode du « bouche-trous »	16
Figure 8 : Individualisation des dépressions.....	16
Figure 9 : Comparaison des résultats obtenus à partir du MNT10 et du MNT50.....	18
Figure 10 : Localisation de dépressions par traitement des MNT10 et 50	19
Figure 11 : Réseaux hydrographiques théoriques calculés à partir des MNT 10 et 50	20
Figure 12 : Détermination des dépressions susceptibles de correspondre à des zones d'accumulation d'eau de ruissellement.....	21
Figure 13 : Dépressions susceptibles de correspondre à des zones d'accumulation d'eau de ruissellement.....	22
Figure 14 : Exemple de sélection de dépressions.....	23
Figure 15 : Dépressions situées sur des sols non perméables, hors du réseau routier, hors du réseau hydrographique et ne correspondant pas à des zones humides connues.....	24
Figure 16 : Zones humides potentielles supérieures à 1000 m ²	25
Figure 17: Exemple d'ambiguïté rencontrée lors de la validation avec les Orthophotos.....	26
Figure 18 : Zones humides potentielles.....	27

1. Introduction

Suite à une consultation de la MISE, l'ONF Guadeloupe est chargé de réaliser un atlas régional des zones humides de Guadeloupe selon un cahier des charges comportant 2 phases :

- Phase 1 : Synthèse bibliographique et inventaire ;
- Phase 2 : Typologie des zones humides et réglementation.

Dans le cadre de première phase, l'ONF a demandé au BRGM de mettre en œuvre une méthode de traitement informatique du Modèle Numérique de Terrain (MNT) pour sélectionner des dépressions topographiques de taille supérieure à 1000 m² et susceptibles de correspondre à des zones d'accumulations d'eau de ruissellement, donc à des zones humides. Une validation des résultats du traitement SIG sera ensuite effectuée par l'ONF, lors de visites des sites sélectionnés.

Le présent rapport a pour but de présenter les méthodes de traitement des données disponibles et leurs résultats en terme d'inventaire de zones humides potentielles. Il comprend deux parties :

- Présentation des données disponibles ;
- Présentation des traitements numériques et des résultats.

Les résultats sont fournis sous format numérique (CD-Rom ci-joint) à l'ONF.

Il est rappelé que les résultats obtenus sont très dépendant de la qualité des données d'entrée utilisées pour réaliser les traitements numériques. Il est probable que les dépressions sélectionnées ne correspondent pas toutes à des zones humides et que certaines zones humides n'aient pas été repérées (les MNT présentent quelques imprécisions, notamment sur les zones forestières, les MNT ne sont pas disponibles au même format sur tout le territoire, les données issues de la BD Carthage sont incomplètes).

2. Données d'entrée

2.1. DEFINITION

La loi sur l'eau de 1992 donne la définition suivante des zones humides : « On entend par zone humide des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. »

2.2. MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN

Deux modèles numériques de terrain sont disponibles en Guadeloupe :

- l'un, réalisé par l'IGN et défini selon une maille de 50 mètres de côté (précision altimétrique : 2,5 à 4 m avec une erreur maximum de 12 m). Son extension correspond à la totalité du territoire guadeloupéen ;
- le second réalisé à la demande de la DAF par le cabinet de géomètre OPSIA, selon une maille de 10 mètres de côté (précision altimétrique : ± 0.5 m). Il est limité en extension à la partie périphérique de l'île de Basse-Terre et à l'île de Grande-Terre.

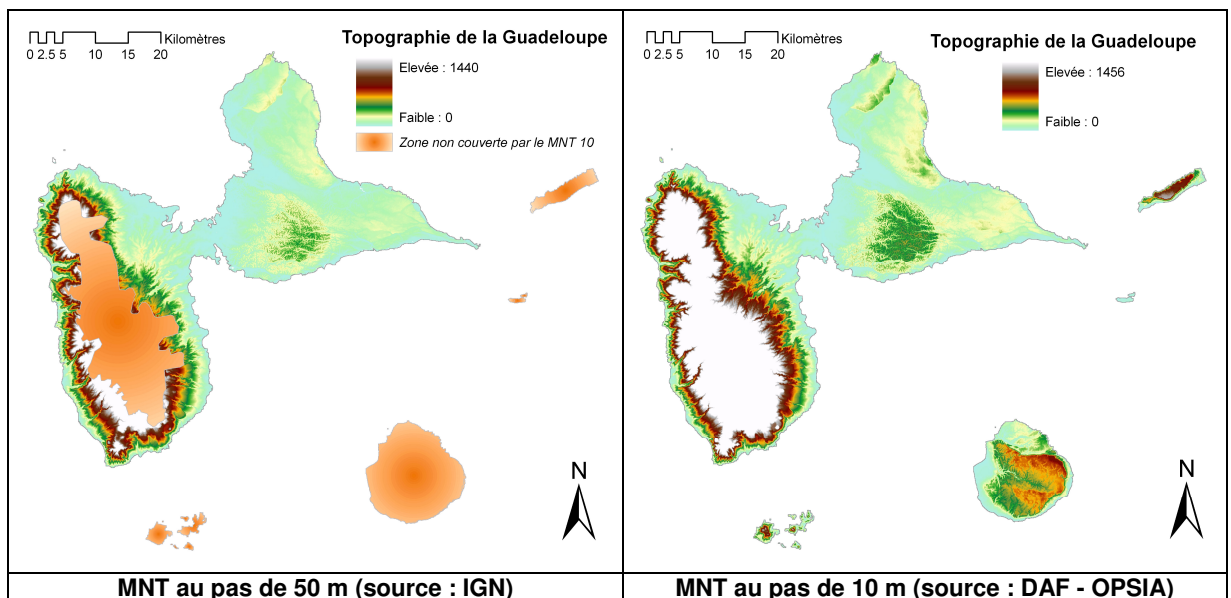


Figure 1 : MNT disponibles en Guadeloupe

2.3. BD CARTHAGE

Le réseau hydrographique de Guadeloupe est désormais disponible dans la BD Carthage (Base de Données sur la CARtographie Thématique des Agences de l'eau et le ministère de l'Environnement). Cette base décrit les milieux aquatiques superficiels de la France à travers 11 couches géographiques calées sur le Scan25[®] (Cf. Figure 2).

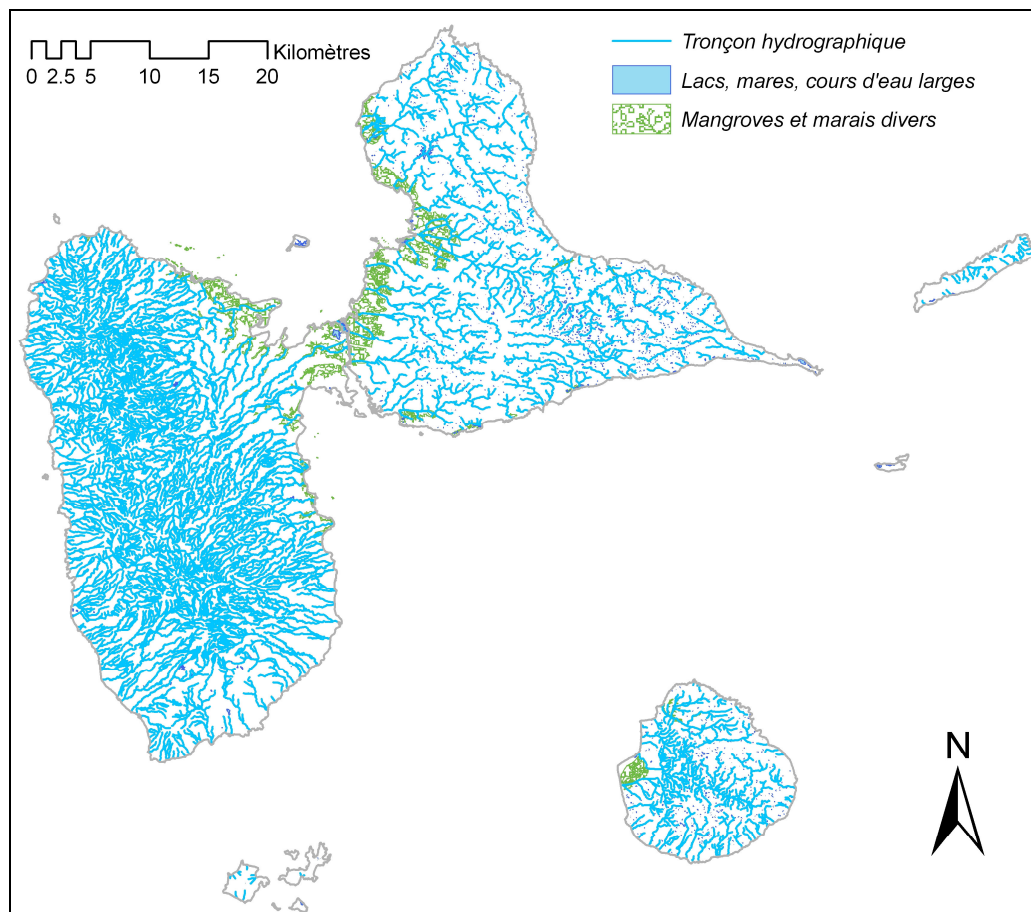


Figure 2 : Réseau hydrographique de Guadeloupe (d'après BD Carthage)

Elle comprend la localisation d'entités hydrographiques surfaciques (cours d'eau larges, mares, lacs, retenues d'eau), des zones de mangroves et de marais (qui correspondent à l'état actuel de la connaissance des zones humides de Guadeloupe) et des cours d'eau de faible largeur, permanents et temporaires. Par contre, la description de l'état¹ des cours d'eau n'est pas encore complète : seuls les cours d'eau

¹ Etat des tronçons hydrographiques du réseau : champ décrivant la nature permanente ou intermittente de l'écoulement.

présentés en Figure 3 sont répertoriés comme pérennes, les cours d'eau temporaires ne sont pas identifiés comme tels. Une mise à jour de la BD doit être réalisée en 2007.

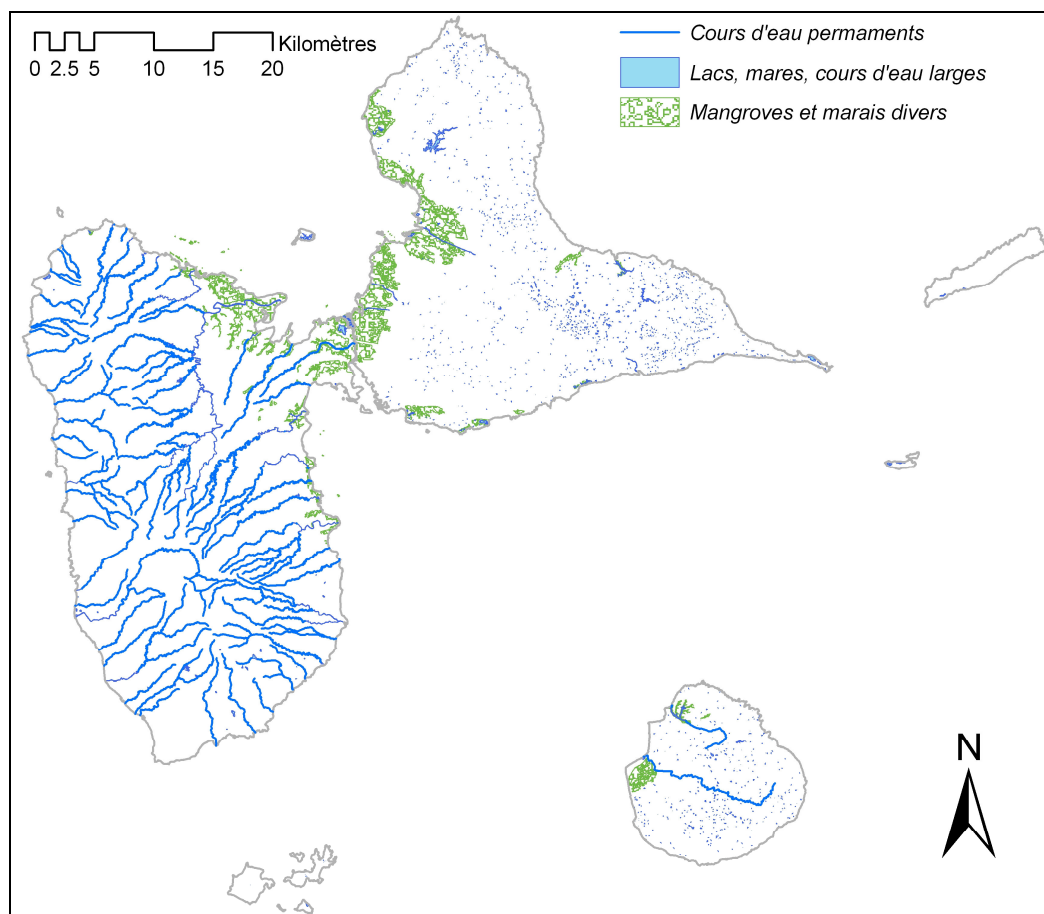


Figure 3 : Cours d'eau répertoriés comme pérennes dans la BD Carthage

Les couches de la BD Carthage utilisées dans l'étude sont présentées dans le Tableau 1.

Désignation	Nature
COURS_D_EAU_971.TAB	Ensemble des cours d'eau de Guadeloupe
HYDROGRAPHIE_SURFACIQUE_971.TAB	Cours d'eau larges, canaux, lacs, retenues d'eau
HYDROGRAPHIE_TEXTURE_971.TAB	Mangrove et marécages
POINT_EAU_ISOLE_971.TAB	Mares
TRONCON_HYDROGRAPHIQUE_971.TAB	Cours d'eau de Guadeloupe avec indication de l'état

Tableau 1 : Couches de la BD Carthage utilisées dans l'étude

2.4. BD ORTHO[®]

La BD Ortho[®] est une collection d'orthophotographies numériques sur les départements de métropole et d'outre-mer produites par l'IGN (Cf. Figure 4). La résolution des photos est de 50 cm.

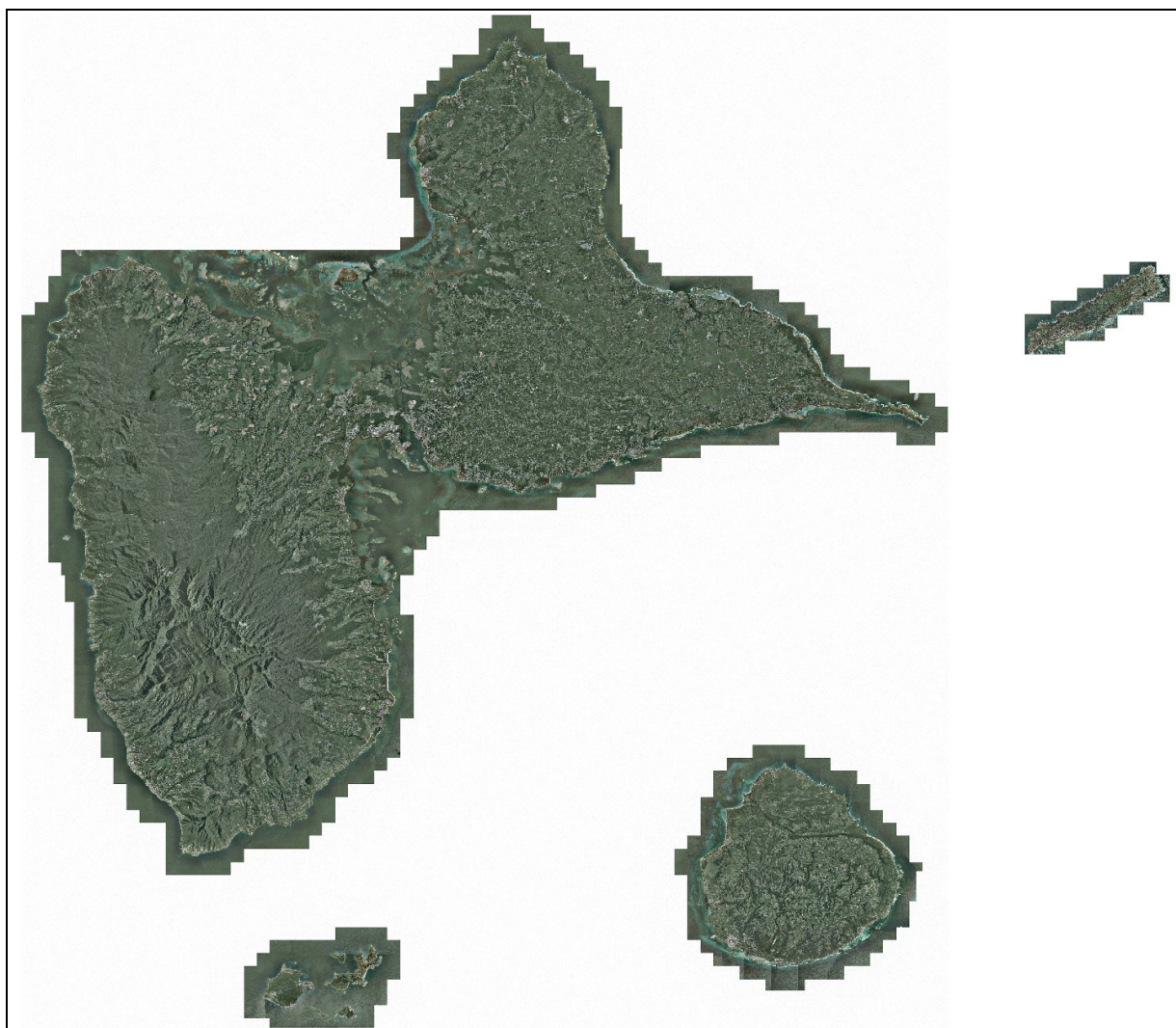


Figure 4 : BD Ortho[®] - Guadeloupe 2004 (© IGN – Paris 2005).

2.5. CARTE PEDOLOGIQUE

La carte pédologique de Guadeloupe numérisée par l'INRA en 2005 (carte ORSTOM 1979), ainsi que la carte de répartition des sols montmorillonitiques épais en Grande-Terre (réalisée par le BRGM et l'INRA en 2005, Rapport BRGM/RP-52677-FR), que la carte pédologique de Marie-Galante au 1/20000 (carte ORSTOM, 1960) et que les

cartes géologiques de la Désirade et des Saintes (Crates BRGM 1979 et 1988) ont été utilisées pour établir une classification des sols de Guadeloupe selon deux classes :

- Sols peu perméables, susceptibles de favoriser des stagnations d'eau de surface : sols à montmorillonites, vertisols, sols ferralitiques compacts, alluvions continentales argileuses, alluvions marines ;
- Sols perméables, favorables à l'infiltration des eaux de ruissellement : sols à Allophanes, sols ferralitiques friables, alluvions continentales légères, colluvions, sols à allohysite.

La répartition de ces deux ensembles de sols est présentée en Figure 5.

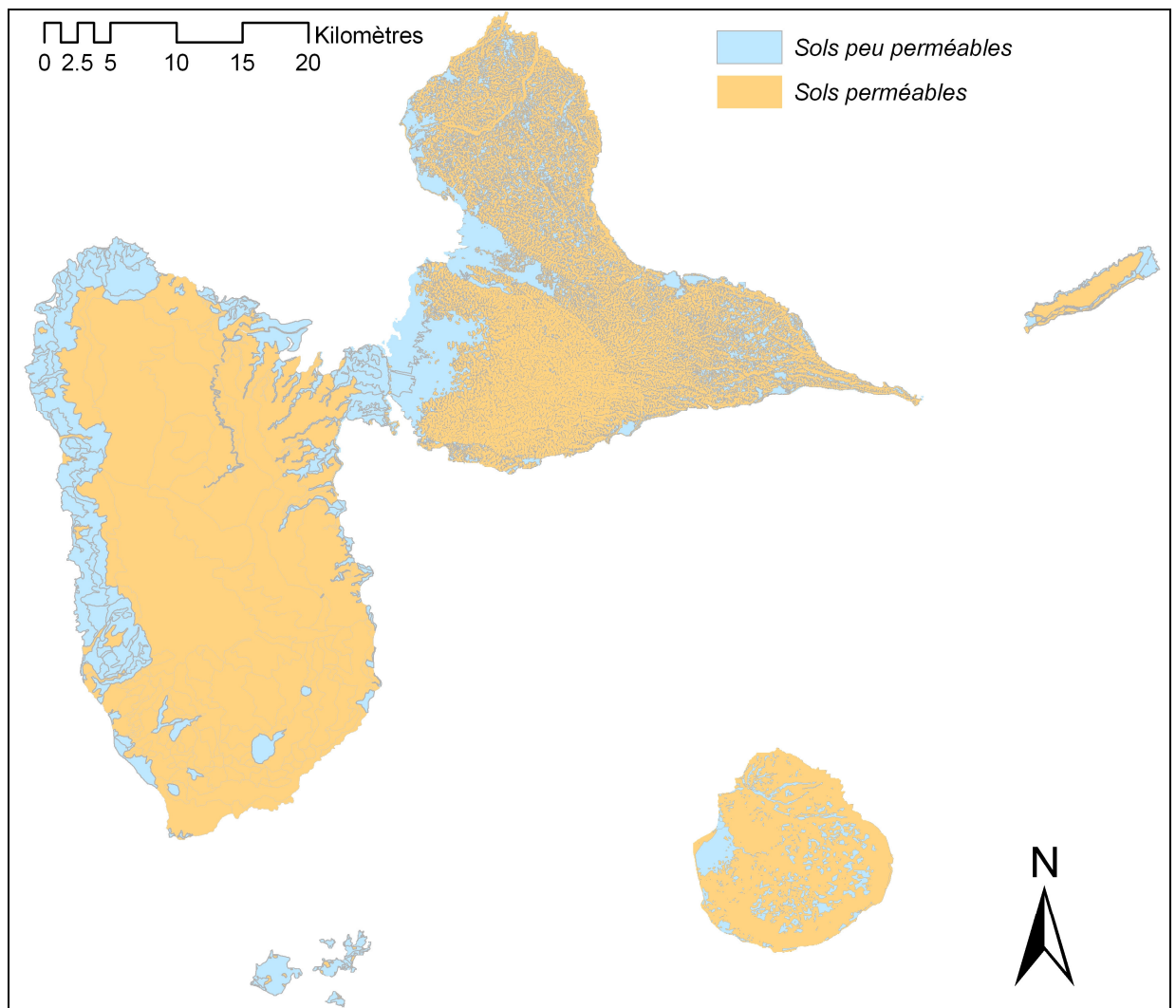


Figure 5 : Classification des sols de Guadeloupe

3. Traitements des données et résultats

3.1. RECHERCHE DE DEPRESSIONS TOPOGRAPHIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE DES ZONES D'ACCUMULATION D'EAU DE RUISSELLEMENT

Sont considérées comme zones humides potentielles toutes les dépressions topographiques calculées à partir du MNT coïncidant avec les axes d'écoulement des eaux de surface calculés à partir du MNT (réseau hydrographique théorique).

3.1.1. Délimitation des dépressions à partir du traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Postulat de départ : « si l'eau s'écoule en surface et s'il y a une dépression naturelle, l'eau remplit préalablement celle-ci avant de continuer sa route vers l'aval » [Charleux-Demargne, 2001].

a) Fonction « MNT Fill »

La méthode d'identification des dépressions mise en œuvre est basée sur l'utilisation de la fonction « MNT Fill » de Arcview qui permet :

- D'identifier les dépressions définies comme une ou plusieurs mailles du MNT entourées de mailles d'altitudes plus élevées.

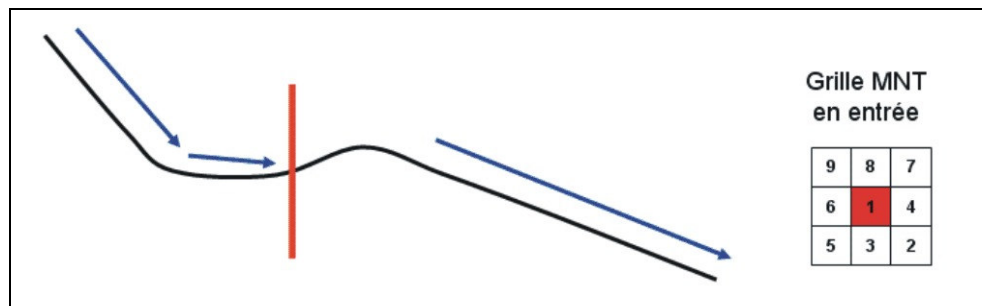


Figure 6 : Identification de dépressions à partir d'un Modèle Numérique de Terrain

- De procéder au comblement des dépressions après avoir déterminé leurs exutoires : c'est la technique dite du « bouche-trous ». On détermine la cellule exutoire (qui correspond à la cellule la plus proche de la dépression possédant une altitude inférieure au bord de la dépression) et on affecte à toutes les cellules de la dépression une altitude (définie par itérations successives) qui permet un écoulement vers cet exutoire.

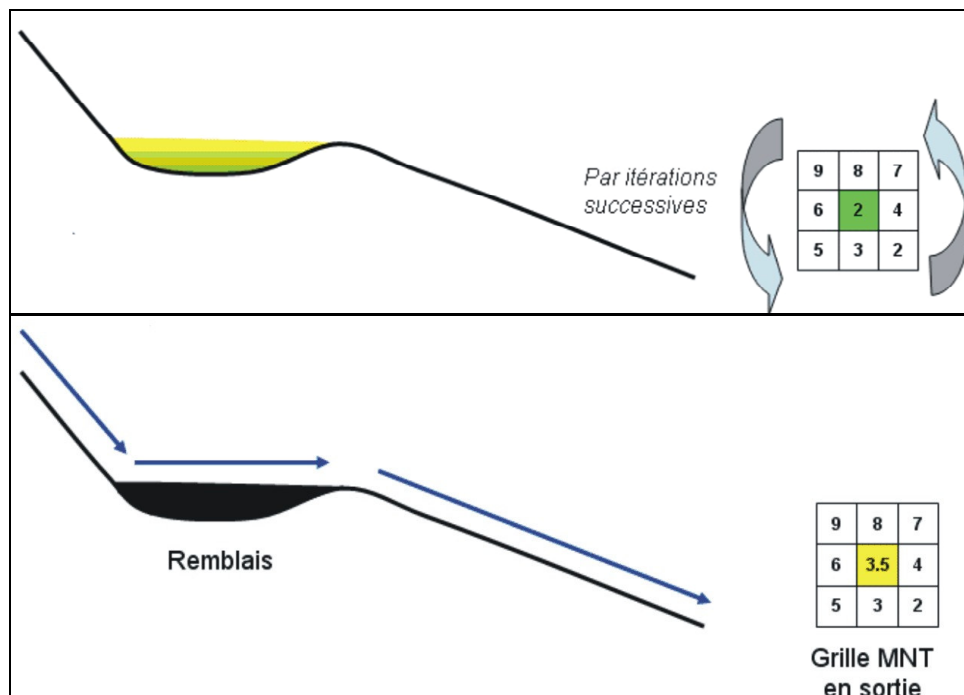


Figure 7 : Comblement de la dépression par la méthode du « bouche-trous »

Le résultat est un MNT corrigé dont toutes les dépressions sont comblées.

b) Individualisation des dépressions

La comparaison du MNT initial et du MNT corrigé permet ensuite d'individualiser les dépressions et de les extraire en format vecteur (polygones).

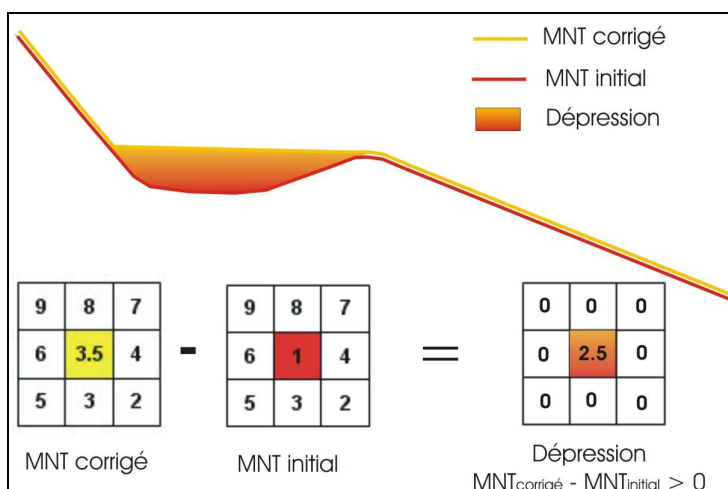


Figure 8 : Individualisation des dépressions

c) Limites de la méthode

La qualité, c'est-à-dire le réalisme, des résultats obtenus par la méthode d'identification de dépressions décrite ci-dessus est directement liée à la qualité du MNT utilisé :

- Certaines des dépressions identifiées sont susceptibles d'être dues à des erreurs du MNT ;
- Plus le MNT est fin, plus la délimitation des dépressions est précise. Comme le montre la Figure 9, dans le cas de la Guadeloupe, le MNT au pas de 10 m permet d'identifier plus de dépressions que le MNT 50, cela est dû aux faits que :
 - les données d'altitudes sont plus lissées dans le MNT 50, ce qui implique que des dépressions de faible profondeur et de faible taille passent inaperçues ;
 - la maille du MNT 10 correspond à une surface de 1000 m² tandis que celle du MNT 50 correspond à une surface de 2500 m². Il est donc possible d'identifier plus de petites entités à partir du MNT 10 que du MNT 50.

Dans le cas d'un usage de cette méthode pour identifier des dépressions de petite taille (à partir de 1000 m²), les MNT les plus fins doivent être privilégiés.

Pour la Guadeloupe, le MNT 10 a donc été utilisé préférentiellement et le MNT 50 n'a été utilisé que hors du domaine couvert par le MNT10, c'est-à-dire sur la partie centrale de Basse-Terre, sur les Saintes, La Désirade et Marie-Galante. Il ne permet d'identifier que des dépressions de taille supérieure ou égale à la taille de sa maille, soit 2500 m².

La validation de terrain des résultats est indispensable. Elle est la seule susceptible de lever les erreurs liées à d'éventuels défauts des MNT.

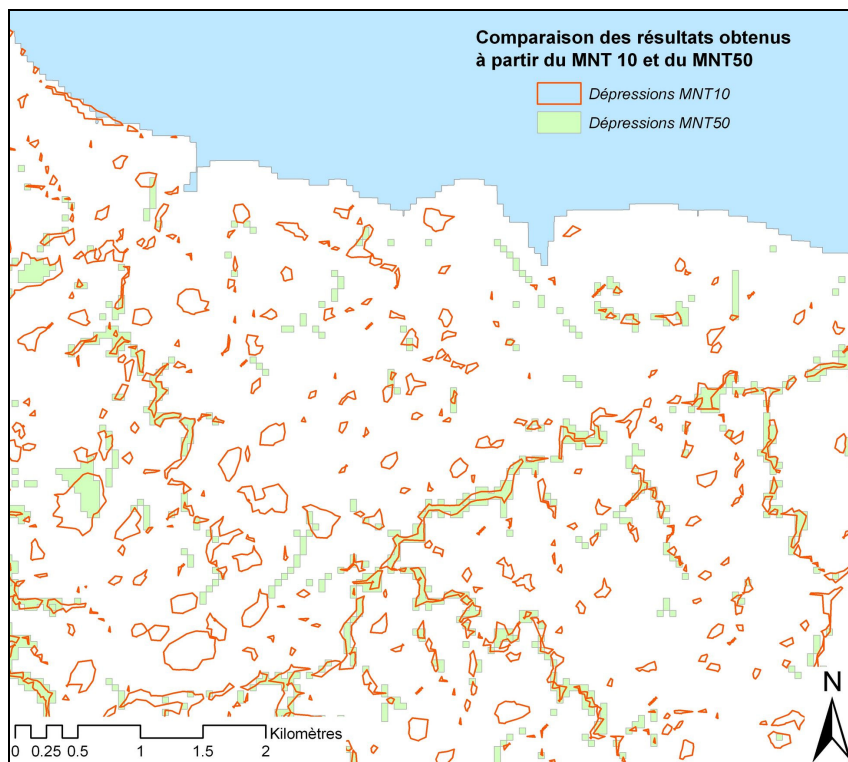


Figure 9 : Comparaison des résultats obtenus à partir du MNT10 et du MNT50

3.1.2. Localisation de dépressions topographiques de Guadeloupe

Les résultats de la localisation des dépressions topographiques pour la Guadeloupe sont présentés en Figure 10. Ils ont été fournis à l'ONF au format MapInfo : fichiers « DepressionsMNT10.TAB » et « DepressionsMNT50.TAB ».

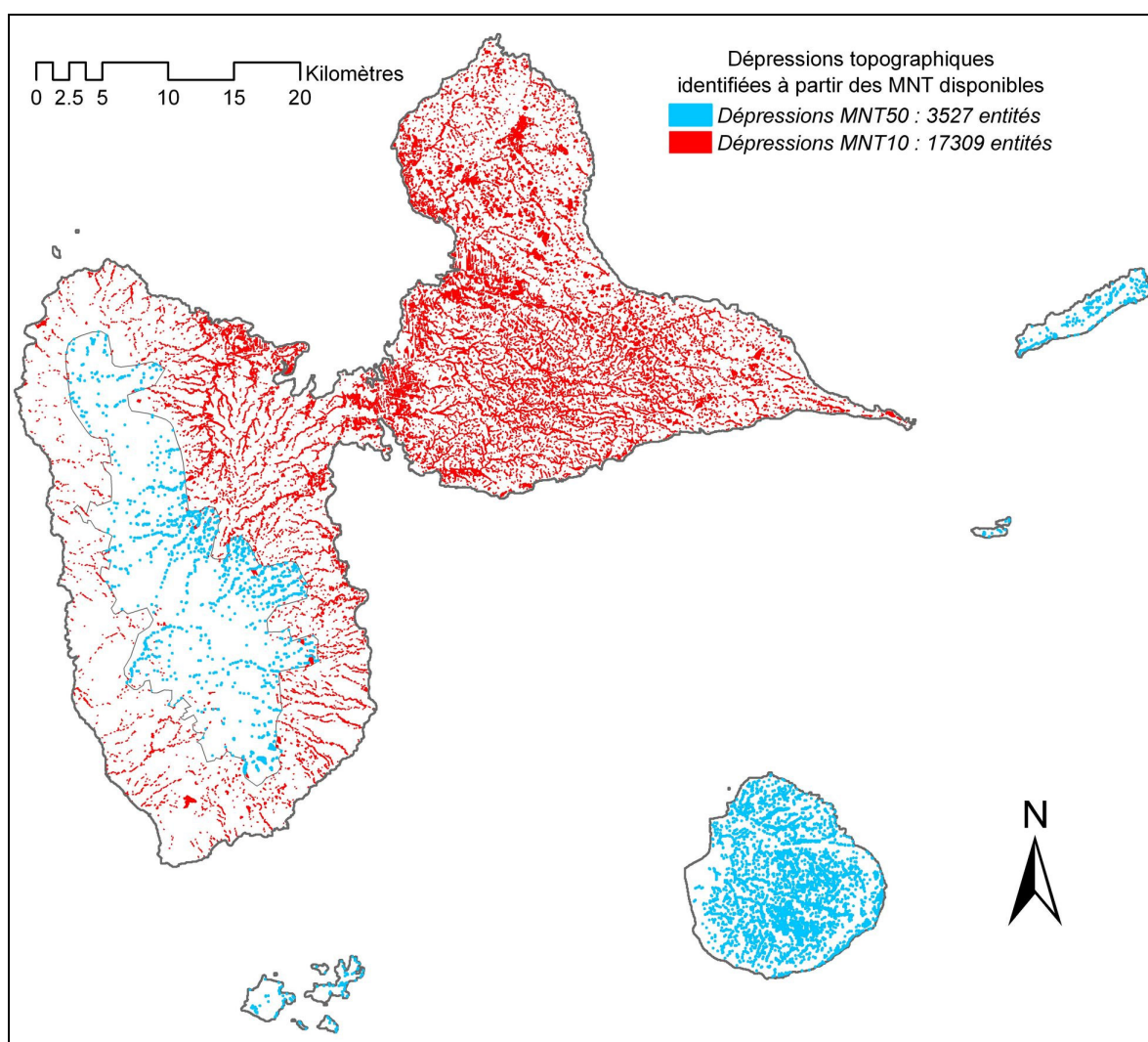


Figure 10 : Localisation de dépressions par traitement des MNT10 et 50

3.1.3. Calcul du réseau hydrographique théorique de Guadeloupe

Le réseau hydrographique théorique calculé à partir des données topographiques des MNT 10 et 50 est présenté en Figure 11.

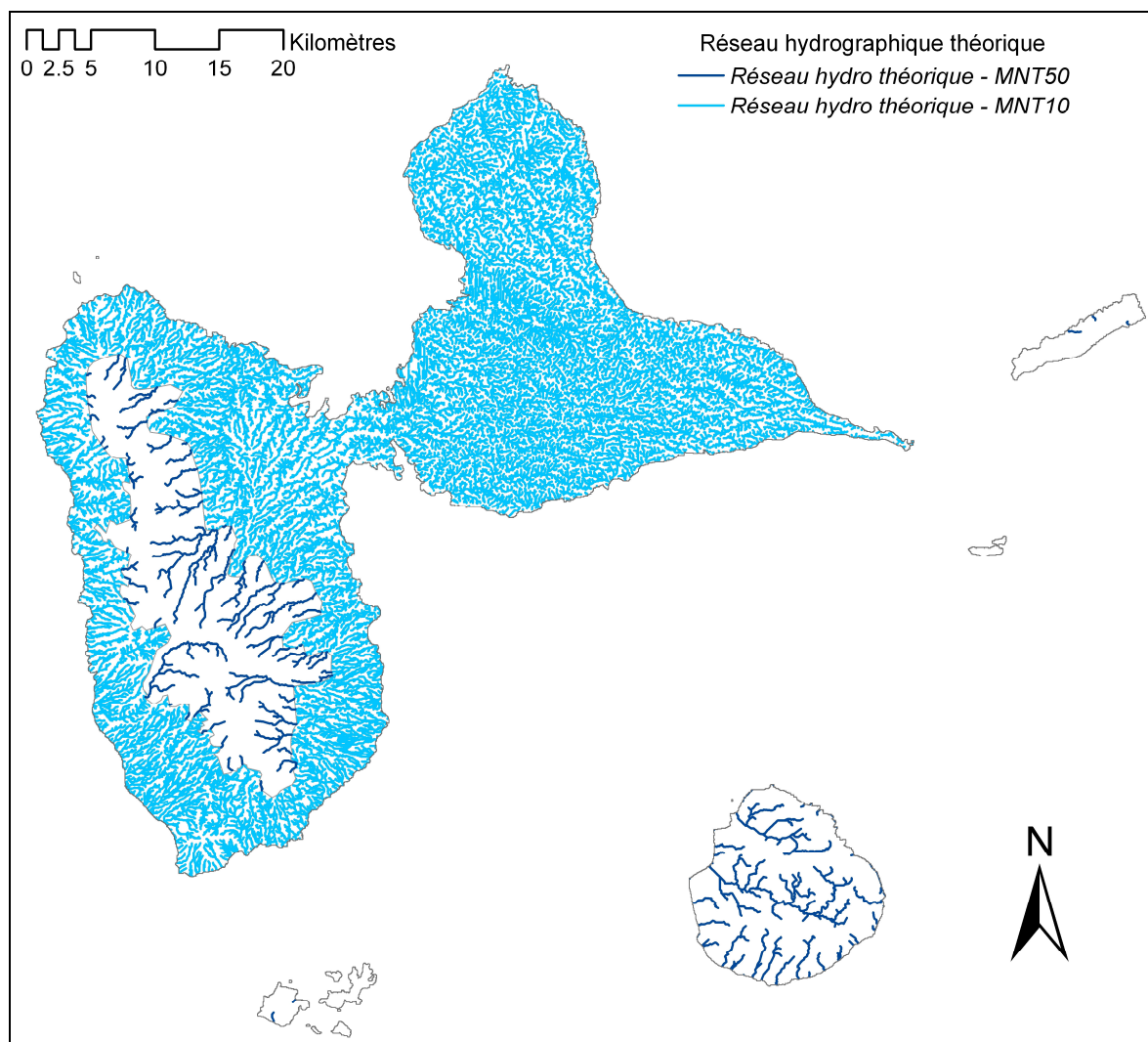


Figure 11 : Réseaux hydrographiques théoriques calculés à partir des MNT 10 et 50

3.1.4. Identification des dépressions susceptibles de correspondre à des zones humides alimentées par du ruissellement d'eau de surface

Le croisement du réseau hydrographique théorique et des dépressions calculés à partir des MNT (Cf. Figure 12) a permis de sélectionner les dépressions susceptibles d'être traversées par un écoulement permanent ou temporaire. Les dépressions sélectionnées sont présentées en Figure 13.

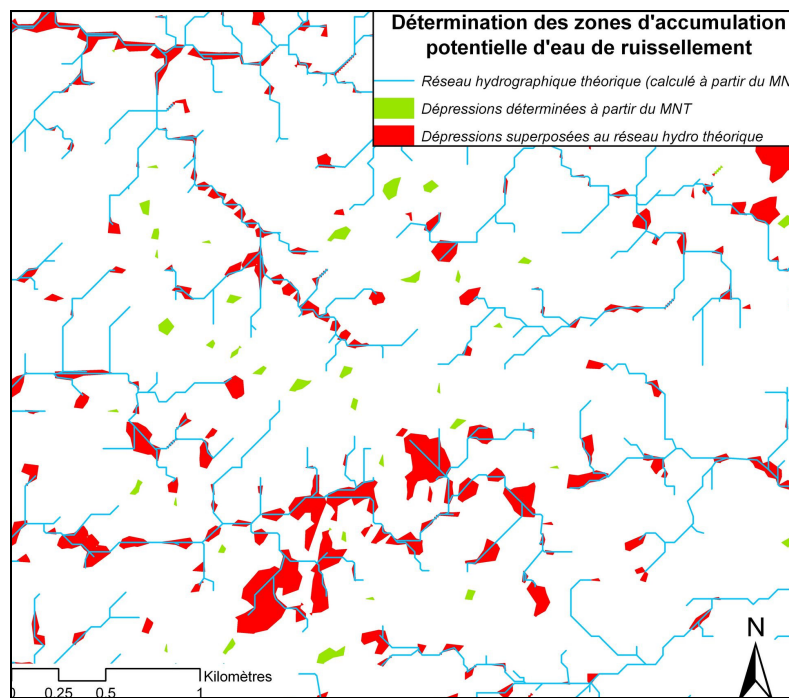


Figure 12 : Détermination des dépressions susceptibles de correspondre à des zones d'accumulation d'eau de ruissellement

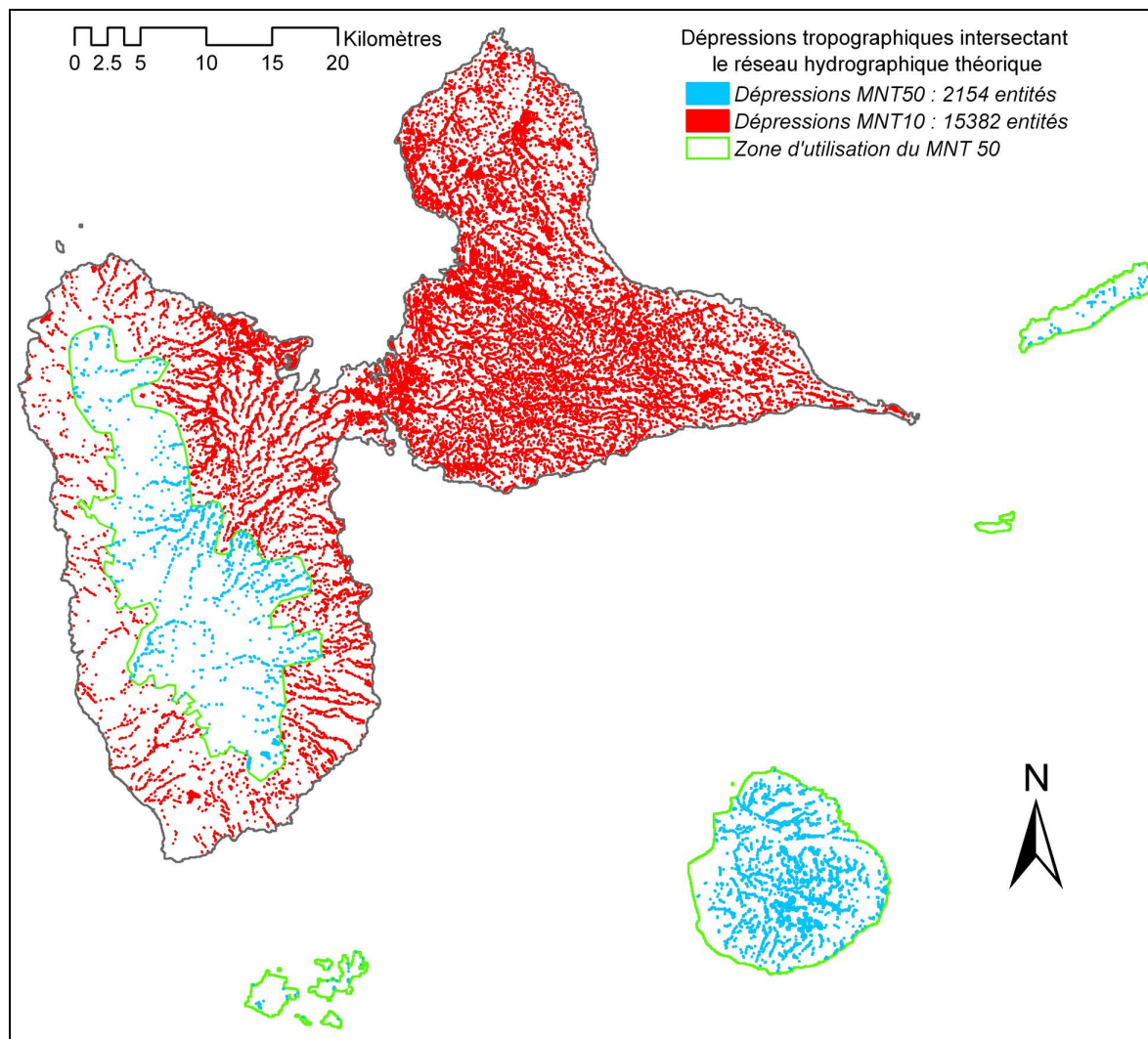


Figure 13 : Dépressions susceptibles de correspondre à des zones d'accumulation d'eau de ruissellement

3.1.5. Sélection des zones humides potentielles situées sur des sols non perméables, hors du réseau routier et ne correspondant pas à des « zones humides » connues

- Parmi les dépressions susceptibles de recevoir des écoulements de surface, certaines sont déjà identifiées dans la BD Carthage comme entités hydrographiques permanentes (Rivières permanentes et entités hydrographiques surfaciques), et comme zones humides (mangroves et marais divers de la BD Carthage). Elles ont été retirées de notre sélection.

- La présence de sols perméables au droit des dépressions fermées identifiées précédemment est défavorable à la rétention d'eau de ruissellement, donc à l'existence de zone humide. Seules les dépressions fermées situées hors sols perméables sont retenues dans notre sélection.
- Les dépressions situées sur les réseaux routiers ne correspondent pas à des zones humides et sont systématiquement éliminées de l'inventaire.

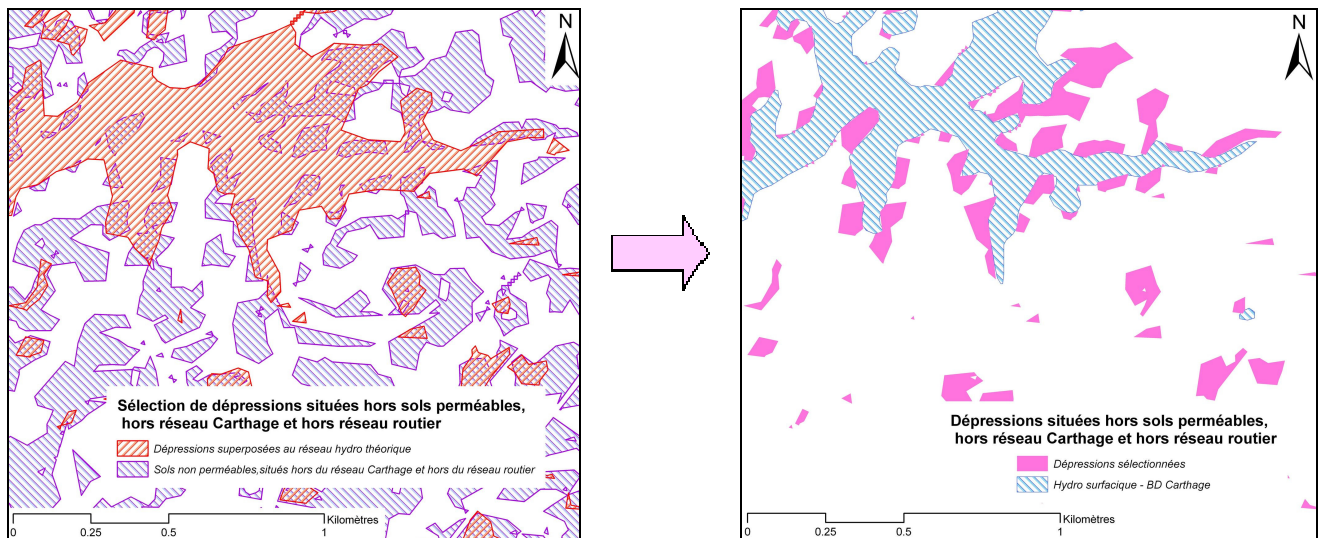


Figure 14 : Exemple de sélection de dépressions

Les dépressions sélectionnées sur l'ensemble de la Guadeloupe sont présentées en Figure 15. Elles ont été fournies à l'ONF au format MapInfo : fichiers « DepressionsNonConnuesMNT10.TAB » et « DepressionsNonConnuesMNT50.TAB ».

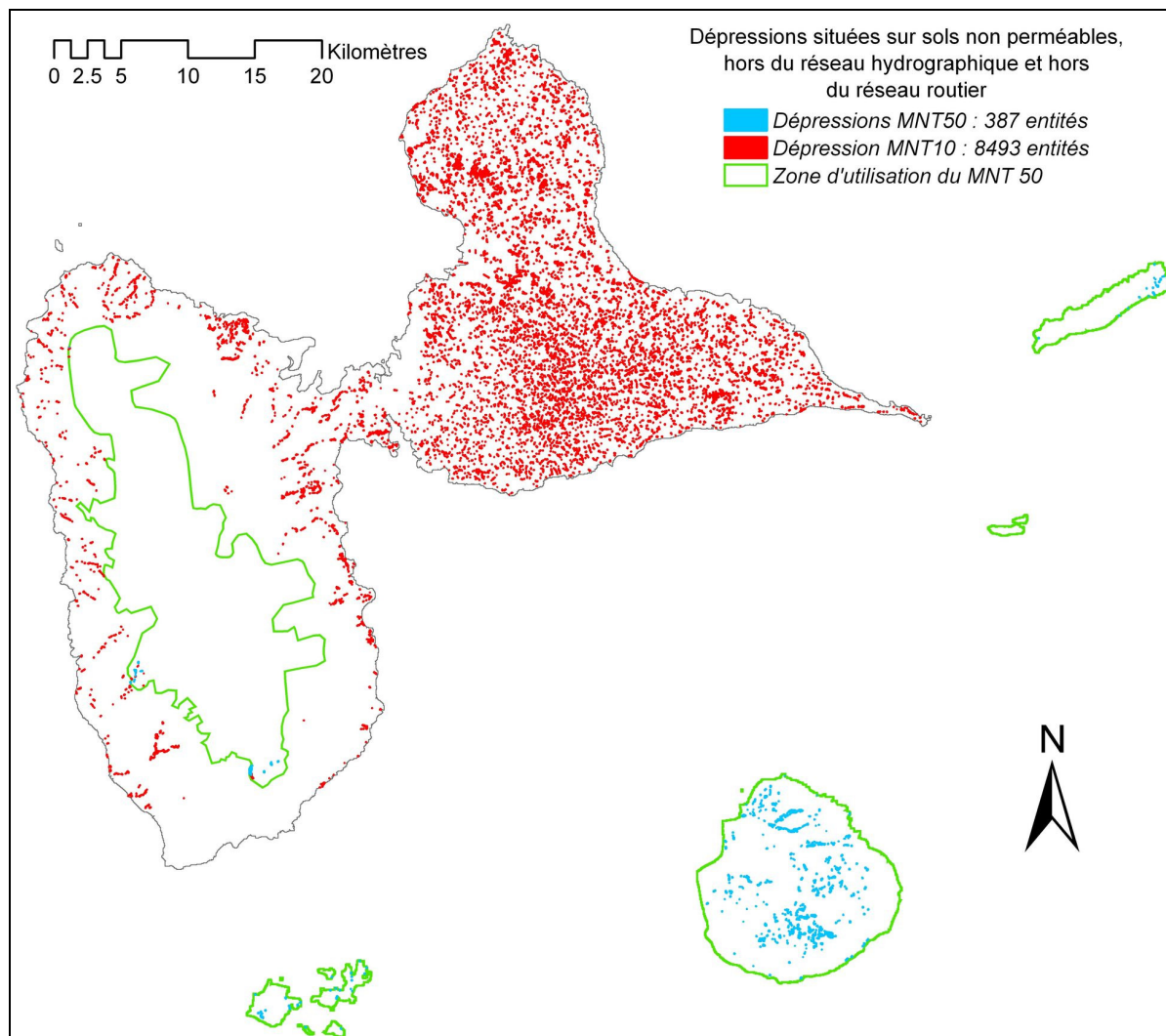


Figure 15 : Dépressions situées sur des sols non perméables, hors du réseau routier, hors du réseau hydrographique et ne correspondant pas à des zones humides connues

3.2. AGREGATION DES DEPRESSIONS ET SELECTION DES ENTITES SUPERIEURES A 1000 M²

Après les sélections successives décrites ci-dessus, un nombre important de dépressions de petites tailles subsistent. Certaines, proches les unes des autres peuvent être associées et considérées comme constituant une seule zone humide potentielle. C'est ce que nous avons fait en agrégeant les dépressions distantes de moins de 100 m.

Les dépressions finalement sélectionnées correspondent à des zones humides potentielles, elles sont présentées en Figure 16. Elles ont été fournies à l'ONF au format MapInfo : fichiers « DepressionsNonConnuesMNT10_1000.TAB » et « DepressionsNonConnuesMNT50_1000.TAB ».

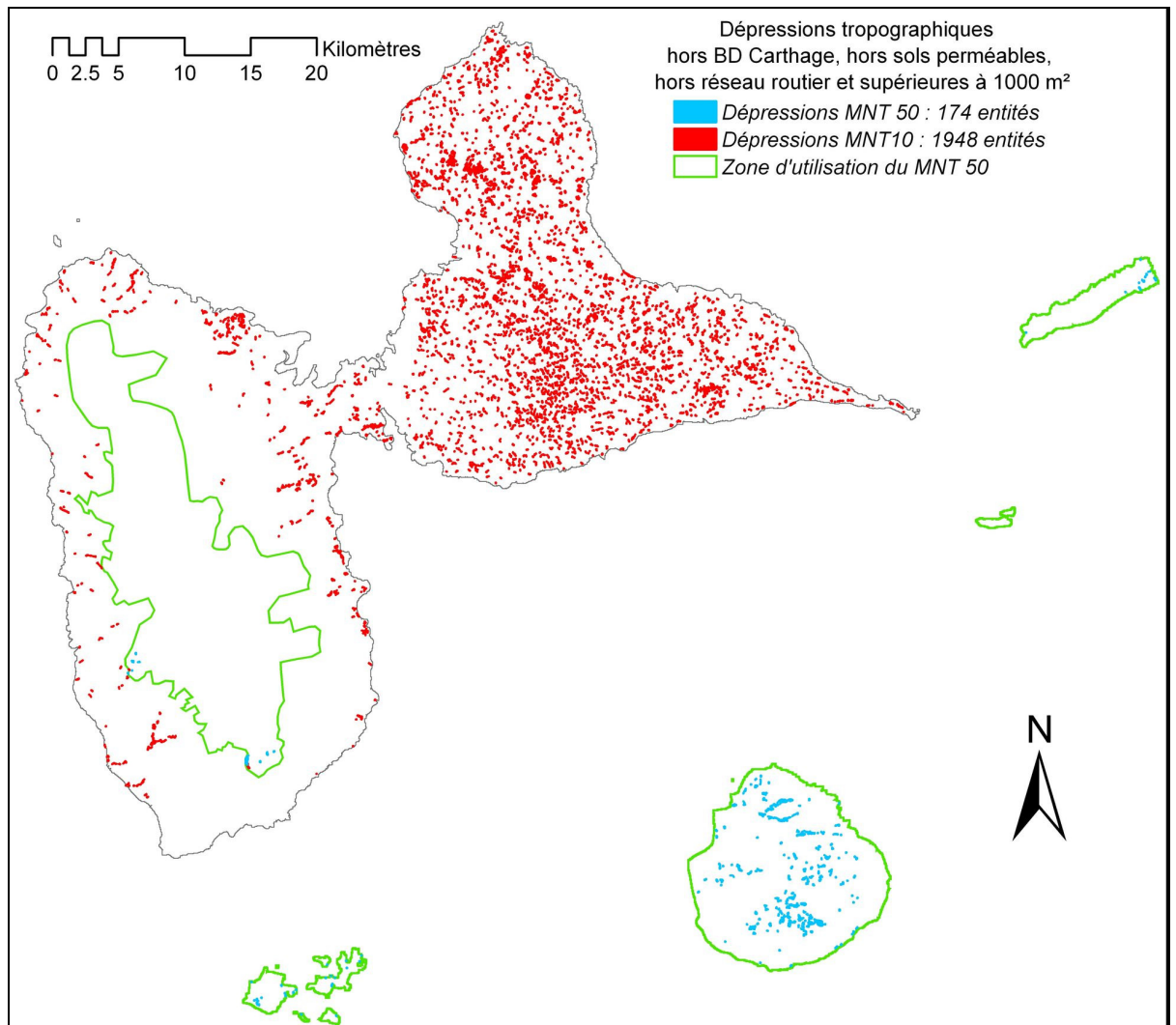


Figure 16 : Zones humides potentielles supérieures à 1000 m²

3.3. VALIDATION PAR COMPARAISON AVEC LES ORTHOPHOTOS

En dernier lieu, les dépressions sélectionnées selon la méthode décrite précédemment, ont été comparées au fond Orthophoto afin d'éliminer celles qui visiblement, ne correspondent pas à des zones humides.

Cette phase de la sélection des zones humides potentielles s'est avérée relativement délicate car :

- des traces d'écoulement ou d'accumulation d'eau ne sont pas toujours visibles sur les orthophotos, mais cela ne signifie pas que les dépressions identifiées dans ces secteurs ne puissent pas être des zones humides temporaires hors d'eau à la date de prise de vue ;

- dans les secteurs forestiers, il est difficile de savoir si les dépressions identifiées correspondent à des percées dans le couvert végétal ou correspondent à des dépressions topographiques réelles.

Les zones humides potentielles finalement sélectionnées sont présentées en Figure 18. Elles ont été fournies à l'ONF au format MapInfo : fichiers ZHPotentielles_MNT10.TAB» et « ZHPotentielles_MNT50.TAB ».

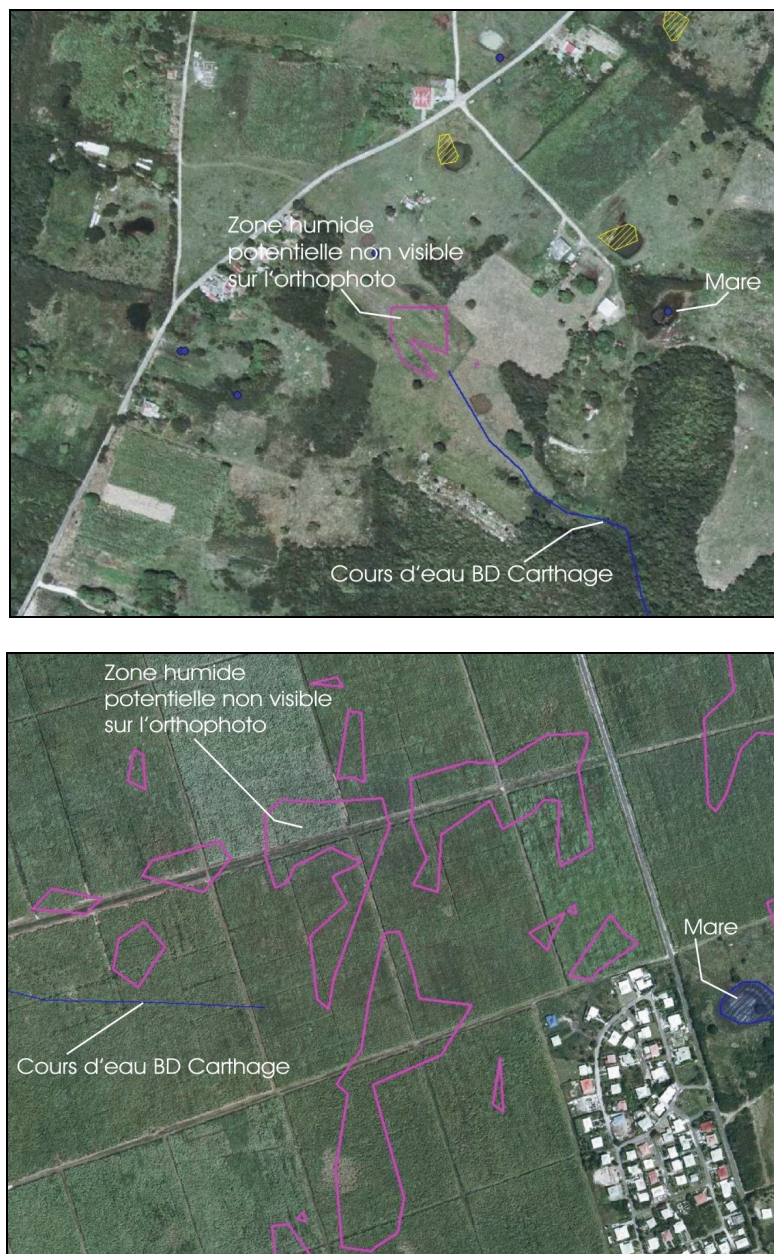


Figure 17: Exemples d'ambiguïtés rencontrées lors de la validation avec les Orthophotos

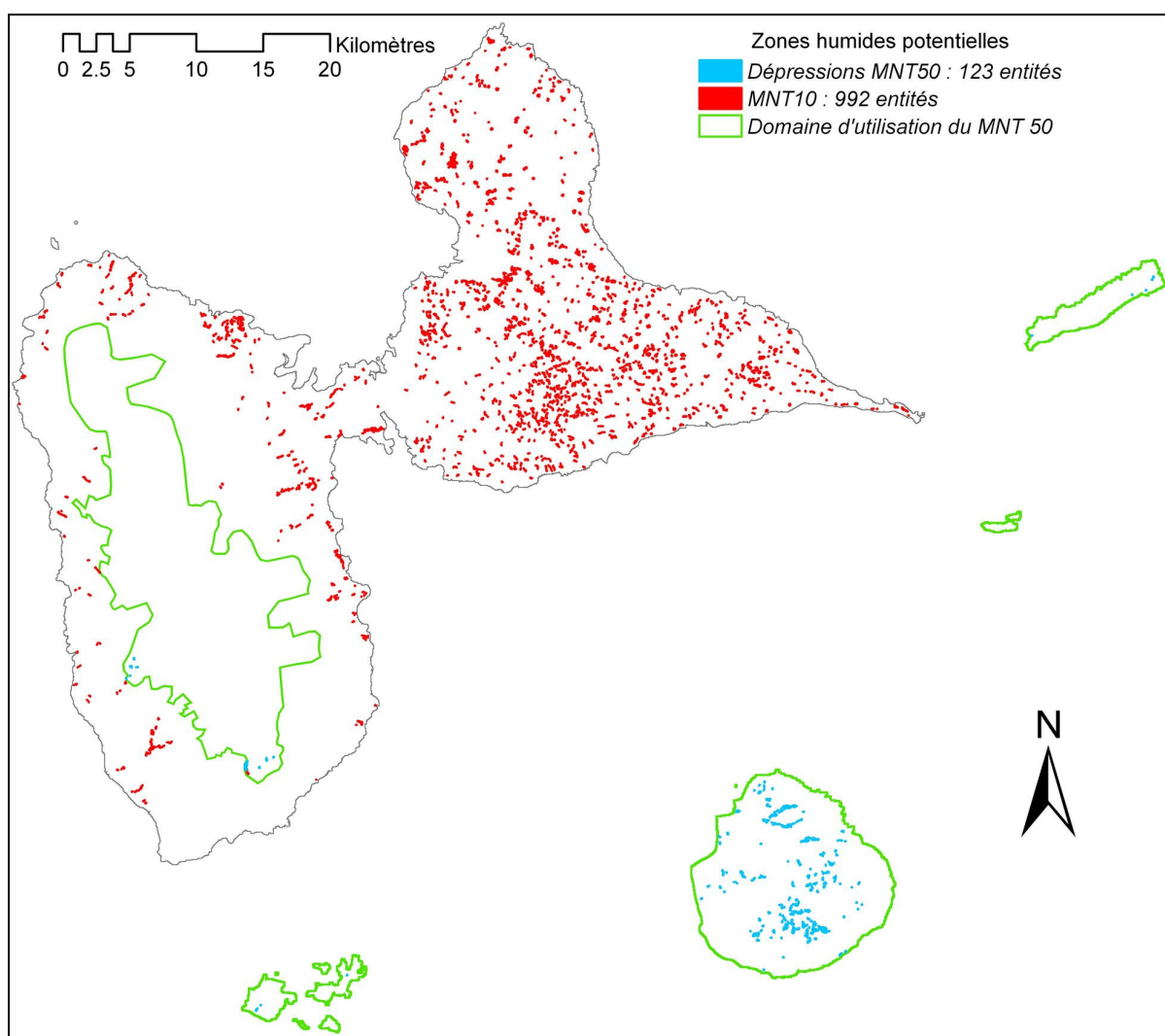


Figure 18 : Zones humides potentielles

4. Conclusion

L'analyse des MNT disponibles en Guadeloupe, associée à différentes procédures de sélection de dépressions susceptibles de correspondre à des zones humides a permis d'identifier un nombre élevé de zones humides potentielles : 1 115.

Ce résultat, fruit de calculs à partir de données numériques, présente une validité contrainte par la qualité des données d'entrée (précision des MNT, description des cours d'eau de la BD Carthage) et à l'objectivité relative de la sélection effectuée à partir des Orthophotos. Il nécessite une validation basée sur des observations de terrain. L'ONF propose que ses agents contrôlent les résultats et les valide en fonction de leur connaissance du terrain et de visites des sites sur lesquels des doutes subsisteraient.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemain
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional de guadeloupe
Morne Houëlmont
Route de l'Observatoire
97 113 – Gourbeyre - France
Tél. : 05.90.41.35.48