



Suivi et mise à jour 2016 du SIG sur la contamination des sols de Martinique par la chlordécone

Rapport final

BRGM/RP - 66297-FR

octobre 2016



MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Suivi et mise à jour 2016 du SIG sur la contamination des sols de Martinique par la chlordécone

Rapport final

BRGM/RP 66297-FR

octobre 2016

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2016

JF. Desprats

Avec la collaboration de

C.Pierre-Léandre et T. Symphor (SAFER)

Vérificateur :

Nom : A. Nachbaur

Fonction : Chef de Projet BRGM

Date : 21 octobre 2016

Signature :



Approbateur :

Nom : B. Vittecoq

Fonction : Directeur DAT/MAR

Date : 30 novembre 2016

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



MINISTÈRE
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA PÊCHE



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Avertissement

« Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur (DAAF/SALIM de Martinique), en 3 exemplaires conformément aux termes de la convention ».

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait, et, des éventuelles conséquences pouvant en résulter ».

Mots-clés : Chlordécone, Plan d'Actions Chlordécone (PAC), Cartographie, Sol, SIG, Martinique

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

Desprats J-F, Pierre-Léandre C., Ovarbury T. (2016). Suivi et mise à jour 2016 du SIG sur la contamination des sols de Martinique par la chlordécone. Rapport final BRGM RP- 66297-FR

Synthèse

Le SIG Chlordécone a été mis en place en 2009 à l'initiative de la DAAF-SALIM 972 (ex DAF-SPV) dans la cadre de l'Action 1 du premier Plan d'Actions interministérielles Chlordécone (PAC). Le BRGM et la SAFER Martinique ont ainsi mis en place en 2009-2010 un Système d'Information Géographique (SIG) sur la contamination des sols de Guadeloupe et de Martinique (Rapport BRGM/RP-59110-FR) par la chlordécone. Cette étude a conduit à la création d'une base de données et d'un SIG pour les deux îles rassemblant les données collectées depuis 2003 concernant les prélèvements sur les sols d'une part et sur les végétaux d'autre part. La base de données initiale comptait 6920 analyses de sols, dont 6445 bénéficiant d'un lien avec une parcelle. Des campagnes de mises à jour ont régulièrement été menées depuis :

1. Une première mise à jour début 2012 à partir des données collectées en 2011 a permis d'intégrer pour la Martinique 615 nouvelles analyses de sol et 1129 parcelles analysées¹. (Rapport BRGM RP-60420). Concernant la Guadeloupe, 206 nouvelles analyses de sol dont 176 associées à une parcelle avaient été intégrées.
2. Une seconde mise à jour en 2014 a permis d'intégrer les analyses acquises en Martinique et Guadeloupe en 2012 et 2013 et de mettre à jour les cartographies locales et régionales associées. 1 372 nouvelles analyses ont été intégrées pour la Martinique, réparties sur 794 parcelles, aucune pour la Guadeloupe (aucune donnée fournie).
3. La troisième mise à jour réalisée en 2015 uniquement pour la Martinique a permis l'intégration de 1157 analyses faites en 2014 (1113 étant associées à une parcelle). Lors de cette mise à jour, des préconisations concernant le mode opératoire ont été faites, afin d'optimiser le repérage géographique des prélèvements futurs.

L'actuel projet réalisé dans le cadre du nouveau Plan National d'Action Chlordécone (PNAC III), vise à prendre en compte l'ensemble des analyses acquises en 2015. Grâce à cette nouvelle mise à jour, la base de données « Sols » compte donc à ce jour 10 515 analyses de sols, dont 9 941 sont liées à une parcelle (soit 94,6 %). Les données 2015 proviennent de la DAAF 972 (131 analyses), de l'ARS dans le cadre du programme Jafa (320 analyses), et enfin de la Chambre d'Agriculture (21 parcelles, le programme de suivi de la Chambre étant suspendu depuis mi-2015). La base de données « Végétal » compte aujourd'hui 1 203 analyses, dont 97,1 % reliées à une parcelle. Les analyses concernant les végétaux proviennent essentiellement de la DAAF (91 %).

En plus de la carte régionale de la contamination à maille kilométrique, une carte indique le nombre d'analyses disponibles par maille et peut être considérée comme un indicateur de fiabilité de la donnée affichée.

¹ Des parcelles ont été prises en compte alors que les analyses ne seront intégrées que lors de la mise à jour suivante, justifiant qu'il y ait plus de parcelle que d'analyses pour la mise à jour 2012.

Sommaire

1. Contexte et objectifs	7
2. Synthèse des données collectées jusqu'en 2016	9
3. Mise à jour cartographique 2016	11
4. Analyse des évolutions.....	15
4.1. RAPPEL SUR LE PRINCIPE DU PRELEVEMENT	15
4.2. PRÉSENTATION DU MAILLAGE KILOMÉTRIQUE.....	16
4.3. AMÉLIORATION DE LA COUVERTURE TERRITORIALE	17
4.4. ÉVALUATION DES SURFACES CONTAMINÉES OU POTENTIELLEMENT CONTAMINÉES.....	18
5. Produits livrés	19
6. Valorisation du SIG-CHLD 972 pour l'identification d'herbages et de terres labourables non contaminées	21
6.1. DONNÉES DE BASE	21
6.2. IDENTIFICATION DE ZONES D'HERBAGES INDEMNES DE CONTAMINATION PAR LA CHLORDÉCONE.....	26
6.3. IDENTIFICATION DE SURFACE POUR LE DÉVELOPEMENT DE LA FILIÈRE DE LA CULTURE PATATE DOUCE	30
6.3.1. Identification des terres labourables indemnes de contamination par la chlordécone	30
6.3.2. Identification des terres favorables à la culture de la patate douce	31
7. Conclusion.....	35
8. Bibliographie	37

Liste des figures

Illustration 1 : Représentation régionale du niveau de contamination des sols par la chlordécone (mise à jour 2015)	7
Illustration 2 : Gisements de données Analyse Chlordécone en Martinique. Cas général	9
Illustration 3 : Recensement des données – SOLS	9

Illustration 4 : Recensement des données – VEGETATION	10
Illustration 5 : Représentation régionale du niveau de contamination des sols par la chlordécone (mise à jour 2016)	11
Illustration 6 : Cartographie parcellaire du niveau de contamination des sols en chlordécone en mg/kg de sol (mise à jour 2016).....	12
Illustration 7 : Exemple de représentation de la cartographie à l'échelle parcellaire. Niveau de contamination des sols en chlordécone en mg/kg de sol	13
Illustration 8 : Le maillage kilométrique de la restitution régionale avec identification des zones naturelles (vertes), côtières (bleues) et urbaines (grises).....	16
Illustration 9 : Nombre d'analyses par maille après masquage en grisé des zones naturelles, côtières et urbaines)	17
Illustration 10 : Evolution du nombre d'analyses par maille depuis 2010.....	17
Illustration 11 : Arborescence des données livrées	19
Illustration 12 : Registre Parcellaire Graphique (2014 complété par 2013).....	21
Illustration 13 : Type de culture d'après l'exploitation du RPG 2014	22
Illustration 14 : Sole bananière (Rouge avant 1995, Vert uniquement après 2000)	23
Illustration 15 : Pluviométrie (pluie annuelle moyenne calculée par Meteo-France à la maille kilométrique (période 1991-2010)).....	24
Illustration 16 : Capacité de rétention de sols (issu de la carte IRD)	25
Illustration 17 : Analyse SIG pour l'identification des surfaces d'herbages indemnes de contamination.....	26
Illustration 18 : Cartographie des herbages avec identification des herbages indemnes de contamination à la chlordécone, par exemple favorables pour une mise en décontamination du bétail	28
Illustration 19 : Cartographie des herbages avec identification des herbages favorables pour une mise en décontamination du bétail (zoom sur la zone Sud).....	29
Illustration 20 : Analyse SIG pour l'identification des terres labourables indemnes de contamination	31
Illustration 21 : Calcul des surfaces potentiellement favorables à la culture de la patate douce	32
Illustration 22 : Cartographie des terres potentiellement favorables à la culture de la patate douce (ou d'autres cultures à tubercules aussi sensibles).....	32
Illustration 23 : Cartographie des terres potentiellement favorables à la culture de la patate douce (zoom)	33

1. Contexte et objectifs

La chlordécone a été utilisée de 1972 à 1993 en Martinique et Guadeloupe pour lutter contre le charançon du bananier. Cette molécule interdite d'utilisation depuis 1993 est particulièrement persistante, polluant aujourd'hui les sols, les rivières, les nappes d'eaux souterraines ainsi que les écosystèmes associés.

De nombreuses analyses de sols et de végétaux ont été réalisées dans le cadre de différentes études et la DAAF Martinique a lancé en 2009 un projet mené dans le cadre de l'Action 1 du Plan National d'Action Chlordécone (PNAC) permettant une représentation cartographique de la pollution des sols par la chlordécone, avec une représentation régionale basée sur une maille kilométrique (décision du Comité de Pilotage). L'illustration 1 représente cet état des lieux régional suite à la mise à jour de 2015. Le comité de pilotage regroupe les principaux organismes publics directement concernés par cette problématique (DAAF, ARS et Chambre d'Agriculture 972) mais aussi d'autres organismes publics tels que la DEAL, le CIRAD ou le BRGM. Cette cartographie, mise à jour en 2012, 2014 et 2015, intègre les données acquises entre 2003 et 2015.

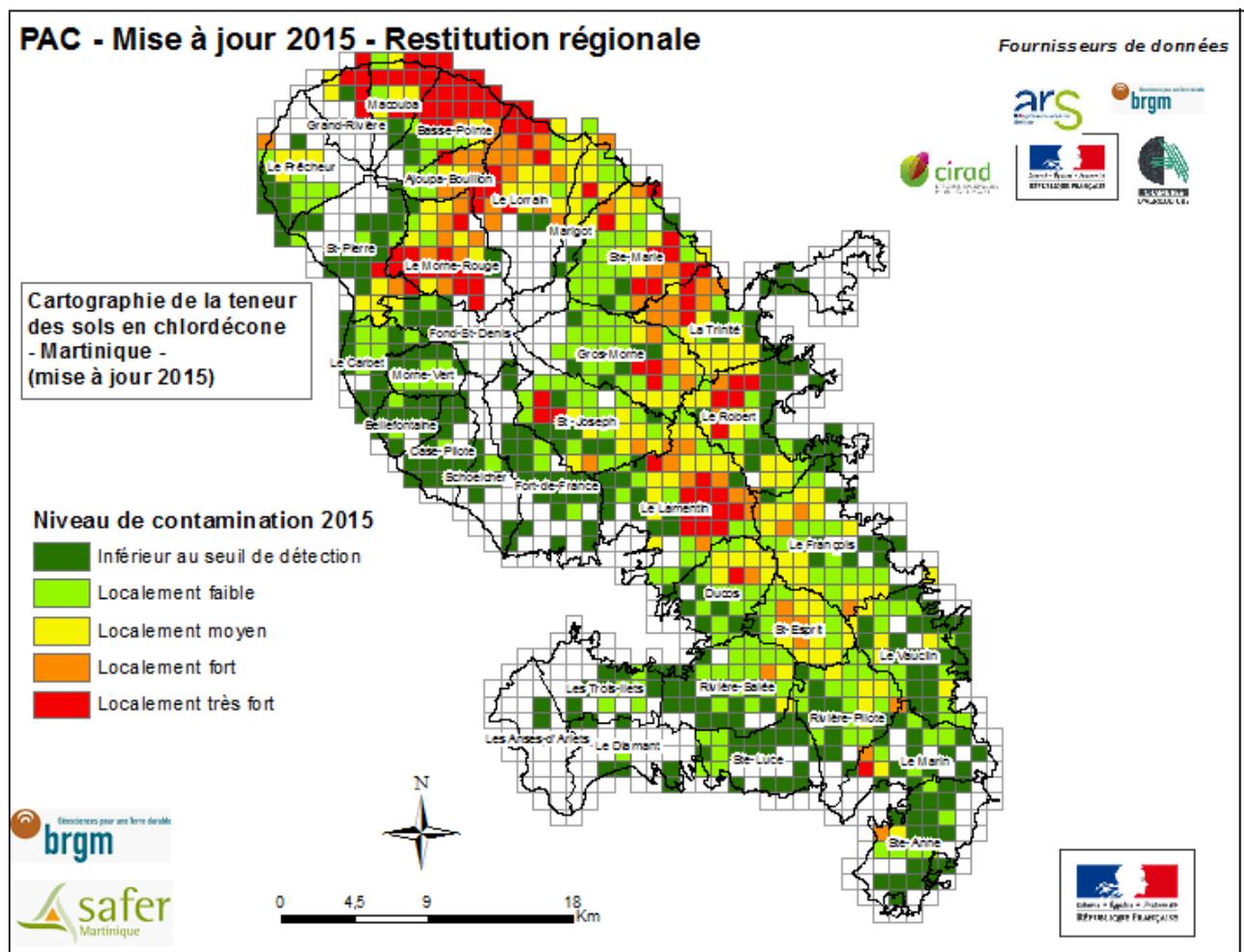


Illustration 1 : Représentation régionale du niveau de contamination des sols par la chlordécone (mise à jour 2015)

La restitution du SIG a été faite en 2015 à deux niveaux : une échelle parcellaire, confidentielle, et une échelle régionale, publique.

Le maillage kilométrique retenu permet :

- une précision adaptée à l'échelle de restitution ;
- de respecter la confidentialité de l'origine des données.

Cette restitution à l'échelle régionale peut être complétée par l'utilisateur de la base de données ayant accès aux données parcellaires en réalisant des restitutions au niveau communal, bassin versant ou autre entité géographique, selon les besoins.

Les bases de données ont été restituées à la DAAF Martinique aux formats Access (Base de données), ArcGis (Système d'Information Géographique) et QGis (SIG).

Les données géographiques sont désormais projetées en UTM 20 Nord WGS84 (EPSG 32620), actuellement le système de référence en Martinique.

Les données parcellaires peuvent être fournies à un demandeur après validation par le Comité de Pilotage (DAAF 972, ARS, Chambre d'Agriculture, DEAL, CIRAD, BRGM, FREDON), ceci afin de respecter la garantie de confidentialité donnée aux propriétaires des parcelles ayant fait l'objet d'une analyse.

Une mise à jour a été demandée en 2016 par la DAAF Martinique afin d'intégrer les analyses faites en 2015 ainsi que les analyses antérieures qui n'auraient éventuellement pas encore été prises en compte lors des précédentes mises à jour.

La DAAF a demandé en outre une valorisation géo-statistique du SIG_CHLD972 portant sur l'identification des surfaces enherbées indemnes ou optentiellement de contamination. La même approche a été réalisée pour la cartographie de terres labourables dans le cadre d'un développement potentiel de la filière « Patate Douce ».

2. Synthèse des données collectées jusqu'en 2016

Les données 2015 proviennent de la DAAF 972, de l'ARS 972, et de la Chambre d'Agriculture 972 (cf. Illustration 2). LE BRGM et le CIRAD n'ont pas mis de données à disposition lors de cette mise à jour 2016.

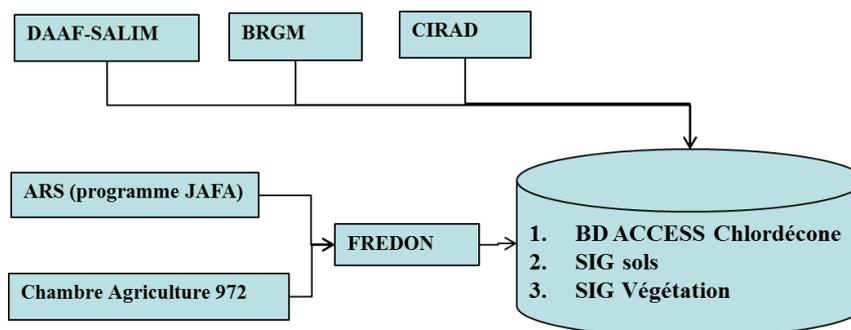


Illustration 2 : Gisements de données Analyse Chlordécone en Martinique. Cas général

Organismes		Chambre d'agriculture	DAAF - SALIM	ARS	BRGM	CIRAD	TOTAL
Version 2010	Nombre analyse (base Access)	4566	480	1490	300	84	6920
	Nombre analyse avec parcelle	4296	480	1290	297	82	6445
Mise à jour 2012	Analyse 2011	404	110	101	0	0	615
	Parcelles 2011	824	110	195	0	0	1129
	Total analyse (base Access)	4970	590	1591	300	84	7535
	Total analyse avec parcelle	5120	590	1485	297	82	7574
Mise à jour 2014	Analyse 2012-2013	856	348	149	0	19	1372
	Parcelles 2012-2013	332	348	96	0	18	794
	Total analyse (base Access)	5826	938	1740	300	103	8907
	Total analyse avec parcelle	5452	938	1581	297	100	8368
Mise à jour 2015	Analyse 2014	811	164	149	0	33	1157
	Parcelles 2014	672	131	276	0	33	1112
	Total analyse (base Access)	6637	1102	1889	300	136	10064
	Total analyse avec parcelle	6124	1069	1857	297	133	9480
Mise à jour 2016	Analyse 2015	0	131	320	0	0	451
	Parcelles 2015	21	130	310	0	0	461
	Total analyse (base Access)	6637	1233	2209	300	136	10515
	Total analyse avec parcelle	6145	1199	2167	297	133	9941

Illustration 3 : Recensement des données – SOLS

La base de données initiale (version 2010) comptait 6 920 analyses de sols dont 6 445 bénéficiant d'un lien avec une parcelle (cf. Illustration 3). Lors de la mise à jour 2012 (analyses 2011), 615 nouvelles analyses ont été intégrées (1 129 parcelles). Des parcelles ont été prises en compte alors que les analyses ne seront intégrées que lors de la mise à jour suivante, justifiant qu'il y ait plus de parcelle que d'analyses pour la mise à jour 2012. En 2014, 1372 analyses de sols supplémentaires ont été prises en compte, dont 794 bénéficient d'un lien avec une parcelle. La mise à jour de 2015 avait permis l'intégration de 1157 analyses (1112 parcelles).

Enfin lors de la mise à jour 2016, ce sont 461 nouvelles analyses qui ont été prises en compte (dont 451 avec un lien parcelle).

La base de données « Sols » compte donc à ce jour 10 515 analyses de sols, dont 9 941 sont liées à une parcelle (soit 95 %).

La Chambre d'Agriculture a fourni à ce jour 63 % des données (6 637 analyses), l'ARS (programme Jafa) (21%) et la DAAF (12%).

Les analyses concernant les végétaux proviennent essentiellement de la DAAF (91 %) et le reste de l'ARS. **La base compte aujourd'hui 1203 analyses, dont 1169 reliées à une parcelle (97 %) (cf. Illustration 4).**

Organismes		Chambre d'agriculture	DAAF - SALIM	ARS	BRGM	CIRAD	TOTAL
Version 2010	Nombre analyse (base Access)	0	412	108	0	0	520
	Nombre analyse avec parcelle	0	412	108	0	0	520
Mise à jour 2012	Analyse 2011	0	106	0	0	0	106
	Parcelles 2011	0	106	0	0	0	106
	Total analyse (base Access)	0	518	108	0	0	626
	Total analyse avec parcelle	0	518	108	0	0	626
Mise à jour 2014	Analyse 2012-2013	0	290	0	0	0	290
	Parcelles 2012-2013	0	285	0	0	0	285
	Total analyse (base Access)	0	808	108	0	0	916
	Total analyse avec parcelle	0	803	108	0	0	911
Mise à jour 2015	Analyse 2014	0	157	0	0	0	157
	Parcelles 2014	0	129	0	0	0	129
	Total analyse (base Access)	0	965	108	0	0	1073
	Total analyse avec parcelle	0	932	108	0	0	1040
Mise à jour 2016	Analyse 2015	0	130	0	0	0	130
	Parcelles 2015	0	129	0	0	0	129
	Total analyse (base Access)	0	1095	108	0	0	1203
	Total analyse avec parcelle	0	1061	108	0	0	1169

Illustration 4 : Recensement des données – VEGETATION

Les analyses fournies par la DAAF sont rattachées à une parcelle SIG géoréférencées. Le contour de la parcelle prend en compte plusieurs points.

Les analyses de la Chambre d'Agriculture s'arrêtent en juin 2015 (suivi pour les agriculteurs mis en suspens). Aussi aucune nouvelle analyse n'a été intégrée, les analyses du premier semestre ayant été prises en compte en octobre 2015 lors de la dernière mise à jour. Cependant 21 positionnements géographiques ont été fournis par la FREDON, avec un nombre de points GPS variable selon les parcelles.

Enfin concernant le programme Jafa pour l'ARS, les données ont été fournies par la FREDON. Les analyses sont géolocalisées par un seul point GPS, ce qui peut amener une erreur de positionnement en cas de problème d'acquisition (nombre de satellite insuffisant) ou de retranscription des localisations. Pour ces points, la parcelle associée est soit le cadastre, soit le RPG si celui est disponible, avec une revisite systématique pour toutes les surfaces de parcelles supérieures à 5 hectares. En effet, par photo-interprétation sur l'ortho photo 2013, la parcelle peut être réduite à la zone agricole, en cas de surface immense couvrant la dite surface cultivée avec de grandes zones naturelles.

La FREDON confirme que désormais toutes les parcelles Jafa sont géolocalisées avec 4 à 5 points GPS, conformément aux préconisations faites lors du dernier COPIL d'octobre 2015.

3. Mise à jour cartographique 2016

La mise à jour des cartographies a été réalisée aux échelles parcellaire et régionale (cf. Illustration 5 et Illustration 6). Un exemple de résultats parcellaires est donné en Illustration 7.

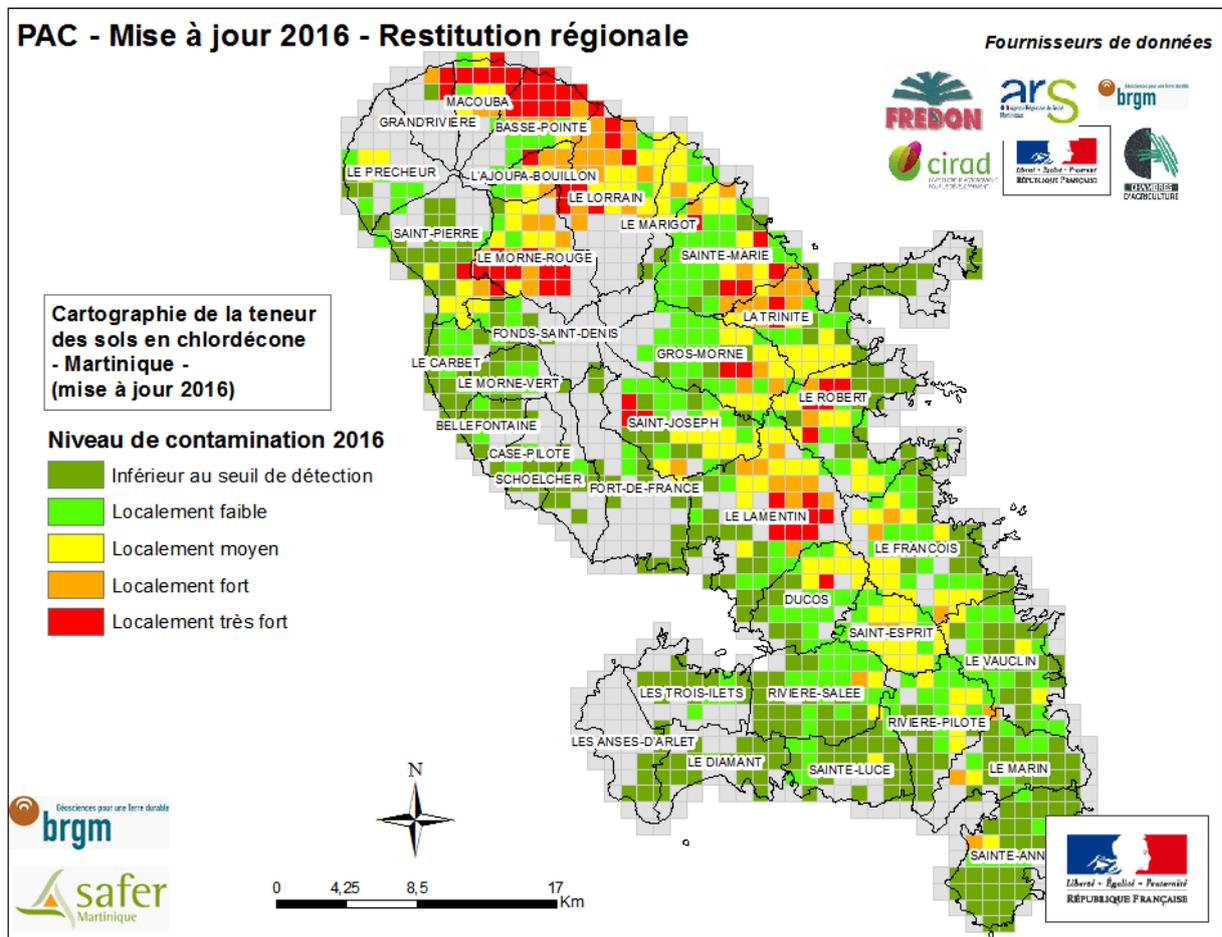


Illustration 5 : Représentation régionale du niveau de contamination des sols par la chlordécone (mise à jour 2016)

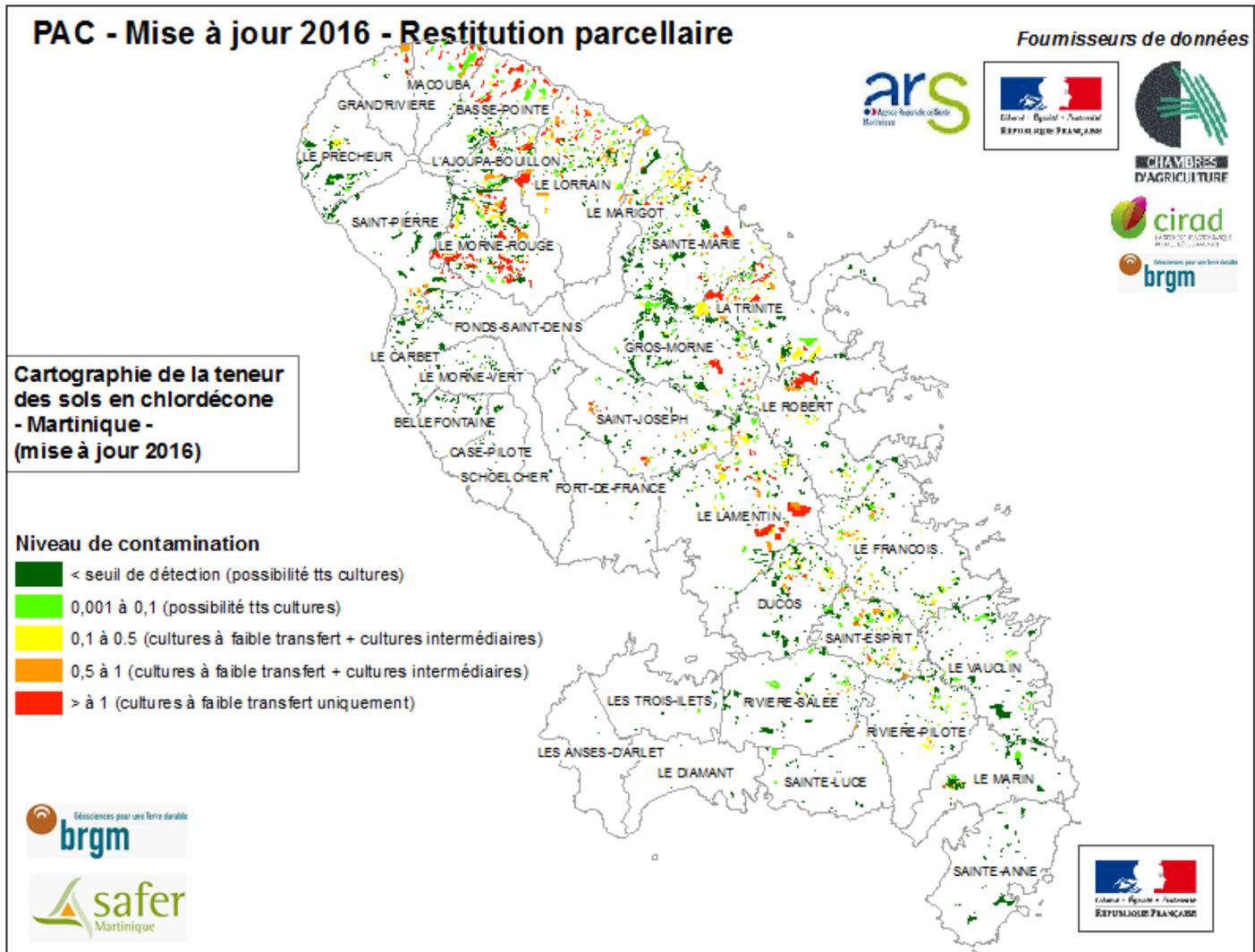
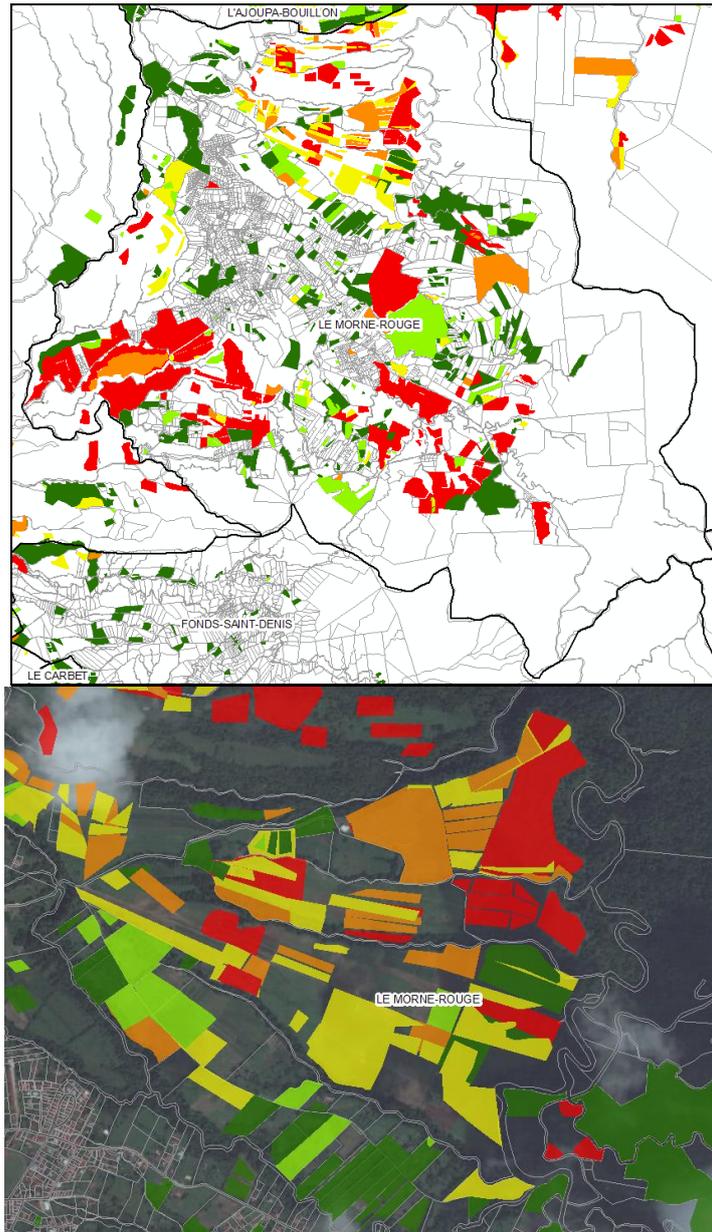


Illustration 6 : Cartographie parcellaire du niveau de contamination des sols en chlordécone en mg/kg de sol (mise à jour 2016)



Niveau de contamination

- > à 1 (cultures à faible transfert uniquement)
- 0,5 à 1 (cultures à faible transfert + cultures intermédiaires)
- 0,1 à 0,5 (cultures à faible transfert + cultures intermédiaires)
- 0,001 à 0,1 (possibilité tts cultures)
- < seuil de détection (possibilité tts cultures)

Illustration 7 : Exemple de représentation de la cartographie à l'échelle parcellaire. Niveau de contamination des sols en chlordécone en mg/kg de sol

4. Analyse des évolutions

Les mises à jour successives ont permis de passer de 6920 analyses en 2010 à 10515 (dont 9941 associées à une parcelle) en 2016.

Lors des mises à jour, des vérifications sont faites afin de prendre en compte le cas échéant des erreurs indiquées par les fournisseurs de données.

Le travail de vérification sur le Scan IGN et les orthophotographies est systématiquement mis en œuvre pour les parcelles de grande surface (plus de 5 hectares) afin d'éviter de donner un poids trop important à une analyse sous prétexte qu'elle concerne une très grande parcelle cadastrale. Dans ces cas, la zone agricole de rattachement de l'analyse est repérée par photo interprétation afin de réduire la surface à laquelle elle sera rattachée.

4.1. RAPPEL SUR LE PRINCIPE DU PRELEVEMENT

Les analyses de sols faites depuis 2004-2005 ont été réalisées dans le cadre de différents projets répondant à des besoins différents. Cependant, on a vu que le Programme Jafa (ARS 972), le Programme d'appui aux agriculteurs (Chambre d'Agriculture 972), l'étude du transfert de la Chlordécone (DAAF 972) constituent l'essentiel des données du SIG-CHLD 972.

La FREDON est en charge des prélèvements pour l'ARS et la Chambre d'Agriculture. Elle suit le protocole de prélèvement de sol mis en œuvre par la DAAF-SPV, le CIRAD et la Chambre d'Agriculture (Carles C. et al. (2010). Guide d'Echantillonnage des végétaux. Octobre 2010) :

Pas de points GPS

En l'absence de données GPS, on regardera si les références d'un îlot RGP ou d'une référence cadastrale sont mentionnées. Si tel est le cas, on rattachera l'analyse à l'îlot ou à la parcelle cadastrale mentionnée. C'est le cas de la plus grande partie des données analyses antérieures à 2010. Et si ce n'est pas le cas, on conservera cette analyse dans la base de donnée mais sans relation avec une parcelle cadastrale.

Un seul point GPS

Si l'on dispose d'un unique point GPS (cas du programme Jafa), on réalisera une association géographique (jointure spatiale), à l'aide des couvertures SIG du RGP et du cadastre.

Enfin, si l'unique point ne permet pas d'associer l'analyse à une parcelle cadastrale ou à un îlot RGP, on conservera cette analyse dans la base de donnée, mais sans relation avec une parcelle cadastrale.

Des préconisations complémentaires ont été faites lors du COPIL 2015 sur ce point compte tenu des difficultés liées au rattachement d'une analyse localisée par un seul point GPS. Ceci est en effet générateur d'imprécision, voire d'erreur (point GPS aberrant uniquement corrigé par l'adresse de la parcelle). Il a été demandé que chaque analyse soit associée désormais à 4 à 5 points GPS.

Référencement par plusieurs points GPS

Lorsque l'analyse dispose d'un contour GPS (soit un tracé SIG, soit 4 ou 5 points GPS bornant la parcelle), ce dernier constituera la parcelle de référence. C'est en effet la solution idéale. Les données de la DAAF et les données récentes de la Chambre d'Agriculture sont sur ce modèle.

4.2. PRÉSENTATION DU MAILLAGE KILOMÉTRIQUE

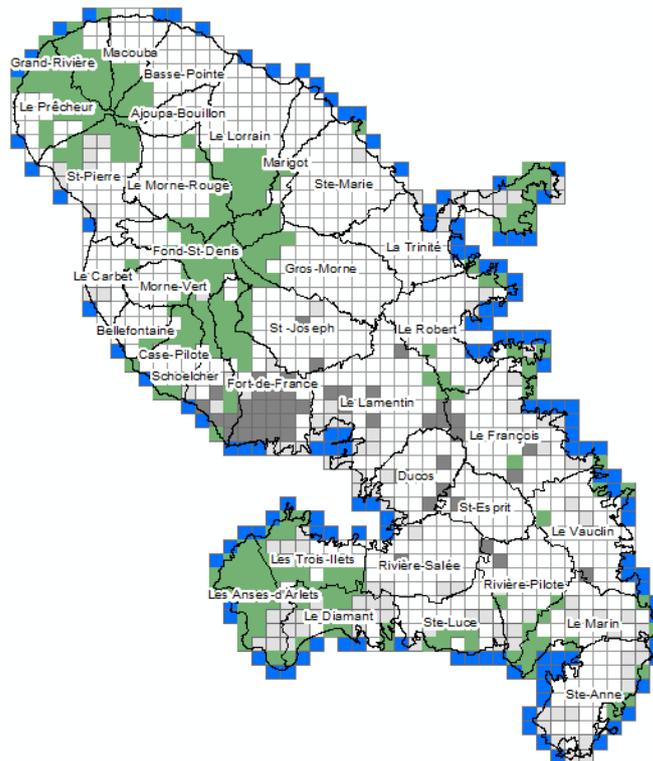


Illustration 8 : Le maillage kilométrique de la restitution régionale avec identification des zones naturelles (vertes), côtières (bleues) et urbaines (grises)

1270 mailles d'un kilomètre carré permettent de couvrir la totalité de la Martinique. Une couverture géographique intégrale en analyses chlordécone est recherchée sachant que certaines mailles sont particulières :

- 127 mailles (en bleue sur l'illustration 8), soit 10 % du total, sont couvertes à plus de 75 % par la mer. Sur le littoral Nord, ces mailles peuvent cependant présenter un nombre conséquent d'analyses ;
- 251 mailles (en vert sur l'illustration 8), soit 19.8 %, sont couvertes à plus de 90 % par la forêt (zone de la Montagne Pelée, des Mornes, et aux Anses d'Arlets) ;
- 47 mailles (en gris sur l'illustration 8), soit 3.7 %, sont urbanisées à plus de 50 %.

Sans tenir compte de ces mailles particulières, le « solde » des mailles à couvrir prioritairement est donc de 845.

La carte en Illustration 9 indique le nombre d'analyse disponible par maille et peut être considérée comme une carte qui mesure la fiabilité de la donnée affichée.

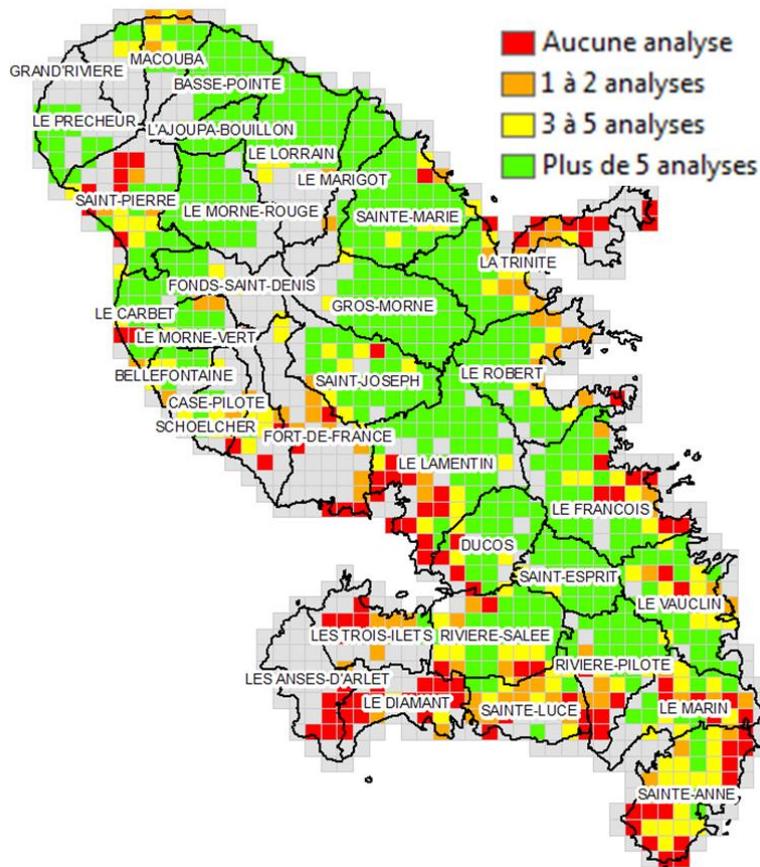


Illustration 9 : Nombre d'analyses par maille après masquage en grisé des zones naturelles, côtières et urbaines)

4.3. AMÉLIORATION DE LA COUVERTURE TERRITORIALE

	Aucune	1 à 2	3 à 5	plus de 5	TOTAL
2010	193	110	128	414	652
	23%	13%	15%	49%	
2012	146	86	112	501	699
	17%	10%	13%	59%	
2014	132	102	136	475	713
	16%	12%	16%	56%	
2015	119	91	132	503	726
	14%	11%	16%	60%	
2016	113	86	127	519	732
	13%	10%	15%	61%	

Illustration 10 : Evolution du nombre d'analyses par maille depuis 2010.

Le nombre de mailles kilométriques sans analyse ou avec 1-2 analyses a baissé de 303 (36%) à 199 (23%). Mécaniquement le nombre de mailles avec plus de 5 analyses est passé de 49 à 61%.

L'enrichissement de la base de données se fait jusqu'à aujourd'hui par la prise en compte d'analyses réalisées dans le cadre de projet suivant des objectifs variés (programme JAJA, appui aux agriculteurs, ...). Une meilleure couverture n'est pas un objectif en tant que tel bien qu'on tende progressivement vers ce résultat. En effet, les moyens disponibles sont logiquement plus orientés vers les demandes (ex programme JAJA) que vers la réalisation d'analyses en zone peu risquée (sud de l'île).

Dans les 2 prochaines années, le SIG CHLD sera enrichi d'environ 750 analyses en zones péri-urbaines réalisées dans le cadre d'une étude pour la Ministère de l'Environnement.

4.4. ÉVALUATION DES SURFACES CONTAMINÉES OU POTENTIELLEMENT CONTAMINÉES

L'évaluation des surfaces contaminées est basée sur deux cartographies :

- Contamination forte avérée : Les parcelles analysées dont le taux de contamination est supérieur à 1 mg/kg : 2 091 hectares
- Contamination moyenne avérée : Les parcelles analysées dont le taux de contamination est supérieur à 0.1 mg/kg et inférieur à 1mk/kg : 1 678 hectares
- Contamination potentielle : Les parcelles en banane entre 1970 et 1995 et non analysées : 13 962 hectares

L'évaluation des surfaces de sols contaminées (avec un seuil supérieur à 0.1 mg/kg) ou potentiellement contaminés est donc de 17 731 hectares

5. Produits livrés

Les produits numériques sont livrés à la DAAF-SALIM 972, qui en assure la diffusion après acceptation des demandes par le Comité de Pilotage.

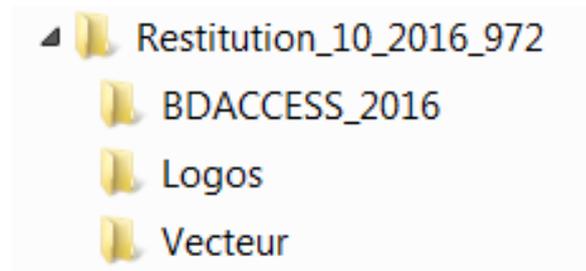


Illustration 11 : Arborescence des données livrées

La base de données des analyses est livrée au format ACCESS© (Répertoire BDACCESS_2016/ fichier BD_CHLD_972_v2016.MDB). Elle comprend donc toutes les analyses recueillies qu'elles soient relatives au sol ou à la végétation et reliées ou non à une parcelle (cadastrale, RGP ou GPS).

Un identifiant unique par analyse permet de faire le lien entre la base de données (sous format excel) et les données SIG.

Les principales informations disponibles sont :

- l'identifiant (ID) qui permettra la mise en relation avec les données SIG ;
- l'origine de la donnée (DAAF, Chambre d'Agriculture, CIRAD, ...) ;
- les informations relatives à l'exploitant (civilité, nom, prénom, adresse) ;
- les informations relatives au prélèvement (date, type –sol ou végétation-, localisation, méthode, végétal analysé si prélèvement végétation, profondeur du prélèvement si prélèvement sol, auteur de prélèvement) ;
- les résultats de l'analyse pour la chlordécone (détection, quantité) ;
- les résultats de l'analyse pour B HCH (détection, quantité).

Les fichiers SIG sont restitués pour les deux régions aux formats .shp (compatible ArcGis© et QGis©). Pour les deux logiciels, une mise en page adaptée est proposée.

Sur ArcGis, les mises en page sont deux fichiers mxd (mise en page) permettant une restitution à l'échelle régionale ou parcellaire (cf partie relative aux restitutions cartographiques) :

- **SIG_chlordecone_10_2016_972_parcellaire.MXD** ;
- **SIG_chlordecone_10_2016_972_regional.MXD** ;

Concernant QGis©, la restitution est proposée sous forme d'un seul fichier :

- **SIG_chlordecone2016_972.QGS**

Les fichiers vecteurs des parcelles correspondant aux analyses géo localisées pour les prélèvements « sols » et « végétation » sont des fichiers shapefile, compatibles ArcGis et QGis. Le principal champ de ces couches vectorielles est l'identifiant, permettant la mise en relation avec la table Excel extraite de la base de données (**Export_AG_2016.XLS**).

Les fichiers des parcelles (sols et végétation) sont :

- Chlor_972_v2016_SOLS_32620.shp (ArcGis©),
- Chlor_972_v2016_VEG_32620.shp (ArcGis©).

Concernant les données régionales, les fichiers sont :

- Grille_1000_32620.shp (ArcGis©) ;

Les mailles sont reliées via l'identifiant à une feuille EXCEL :

- analyse_maille_2016.XLS

6. Valorisation du SIG-CHLD 972 pour l'identification d'herbages et de terres labourables non contaminées

A la demande de la DAAF, la valorisation du SIG-CHLD 972 a porté cette année sur deux points :

- La géolocalisation de pâturages sains, qui pourra servir notamment à la décontamination du bétail avant abattage ;
- La géolocalisation de terres labourables saines, qui pourra appuyer notamment le développement de la filière patate douce en Martinique.

6.1. DONNÉES DE BASE

Outre la cartographie de la contamination des sols par la chlordécone (mise à jour 2016) à l'échelle parcellaire, d'autres données cartographiques ont été prises en compte.

Le Recensement Parcellaire Graphique

Les deux analyses seront menées sur la base du Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2014 identifiant pour 11 268 ilots culturaux (22 790 ha) les types de cultures. La base de 2014 a été complétée par le RPG de 2013, ce qui nous amène à 23 485 ha, soit la presque totalité de la Surface Agricole Utile (SAU) de la Martinique (24 975 ha en 2010).



Illustration 12 : Registre Parcellaire Graphique (2014 complété par 2013)

Des regroupements ont été faits afin d'aboutir à trois classes (cf. Illustration 13) :

- Les terres labourables (5 375 ha) : légumes, jachères, horticulture, autres cultures, autres surfaces
- Les cultures pérennes (10 689 ha) : bananes, canne à sucre, ananas, vergers
- Les herbages (7 420 ha) : surfaces en herbe

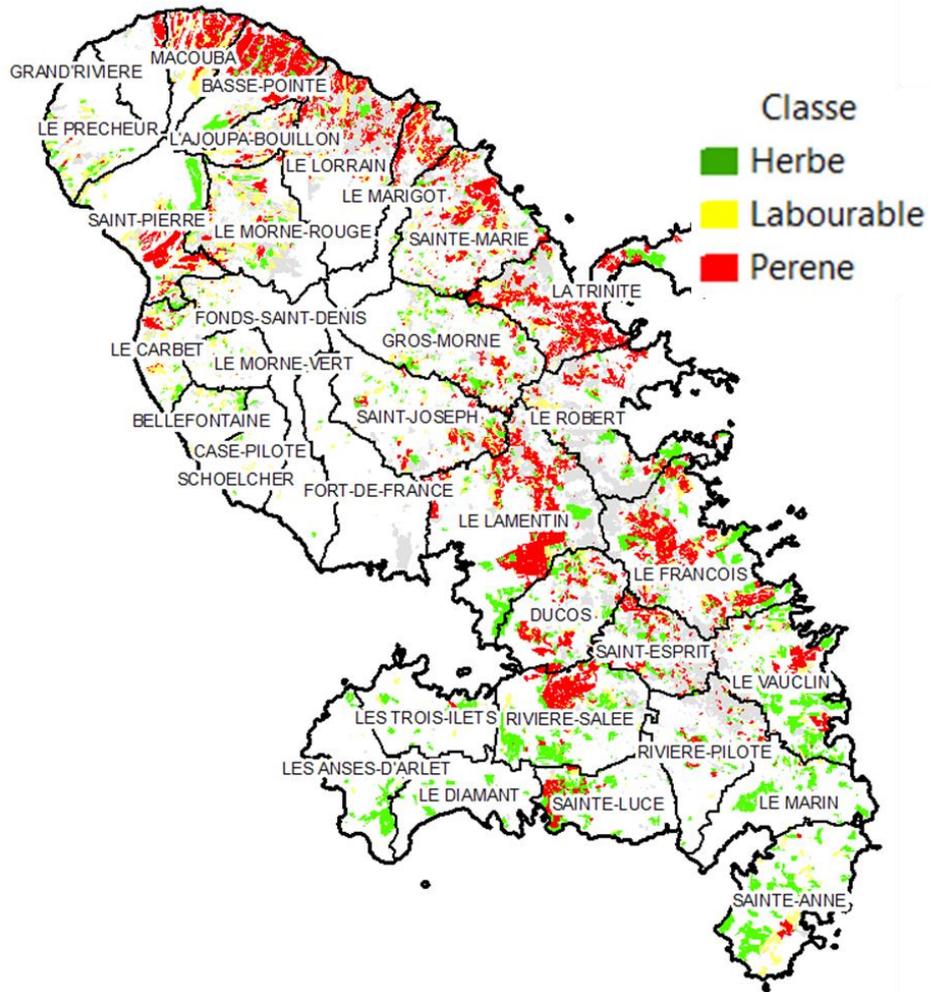


Illustration 13 : Type de culture d'après l'exploitation du RPG 2014

L'Histoire bananier

Une cartographie de la sole bananière a été mise à jour en intégrant les RPG de 2009 et 2014. L'intérêt majeur de cette cartographie est de localiser les zones en banane pendant la période d'utilisation de la chlordécone, c'est-à-dire depuis 1971 jusqu'en 1995 (arrêt officiel d'utilisation en 1993, utilisation probable pendant quelques années suite à l'interdiction).

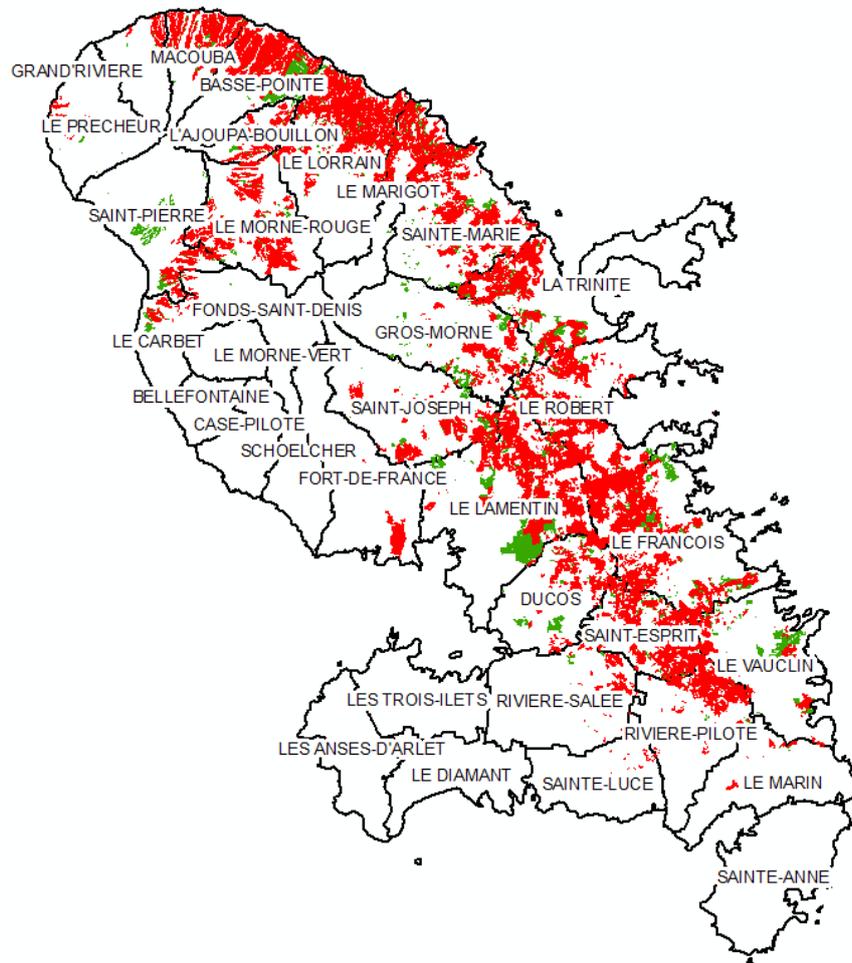


Illustration 14 : Sole bananière (Rouge avant 1995, Vert uniquement après 2000)

Concernant les surfaces représentées en rouge (présence de bananes dans les cartographies antérieures à 1995, soit – 17 789 ha), le risque de contamination des sols par la chlordécone est fort. Concernant les surfaces en banane uniquement après 2000 (2948 ha), il n'est pas plus élevé que pour les autres types d'occupation du sol (probabilité moindre mais cependant non nulle, la chlordécone ayant été retrouvé ponctuellement sur des sols n'ayant jamais eu de bananes).

La pluviométrie et le type de sols

Ces deux paramètres seront pris en compte car importants pour la culture de la patate douce, mais aussi la productivité des herbages. En effet, les herbages en zone humide présenteront une production supérieure à ceux situés en zone sèche. La patate douce quant à elle requiert des apports d'eau suffisants (pluie ou irrigation), mais n'aime pas les sols saturés en eau.

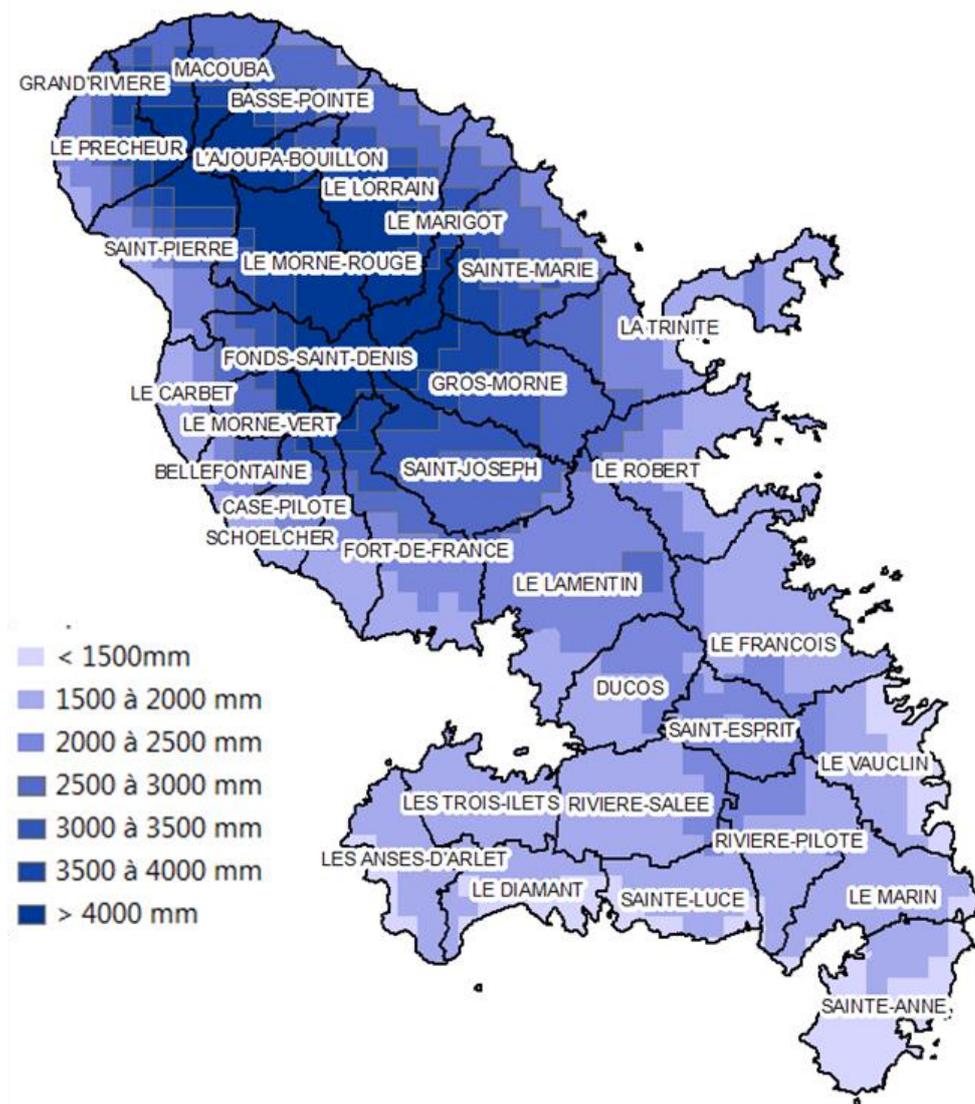


Illustration 15 : Pluviométrie (pluie annuelle moyenne calculée par Météo-France à la maille kilométrique (période 1991-2010))

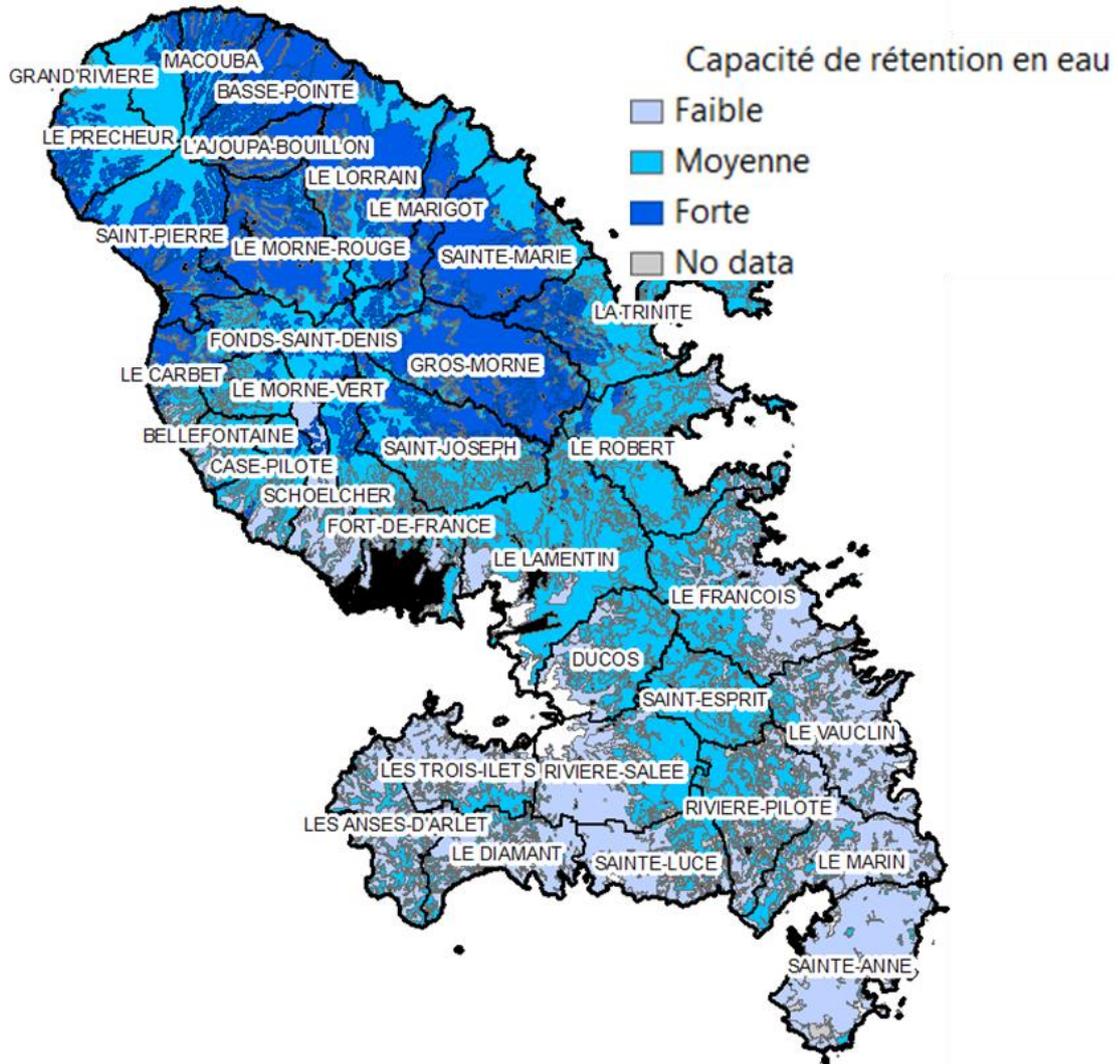


Illustration 16 : Capacité de rétention de sols (issu de la carte IRD)

6.2. IDENTIFICATION DE ZONES D'HERBAGES INDEMNES DE CONTAMINATION PAR LA CHLORDÉCONE

Les recherches menées par l'ensemble des organismes scientifiques sur la problématique de la chlordécone ont montré en particulier que le bétail contaminé devait passer une période de 6 mois sur des pâturages sains.

La méthodologie suivie s'appuie sur deux axes :

- L'identification des pâturages indemnes de chlordécone sur les parcelles ayant bénéficié d'analyses ;
- L'identification de pâturages non analysés à ce jour, sur des zones potentiellement indemnes car n'ayant pas eu d'historique à risque (sole bananière entre 1970 et 1995)

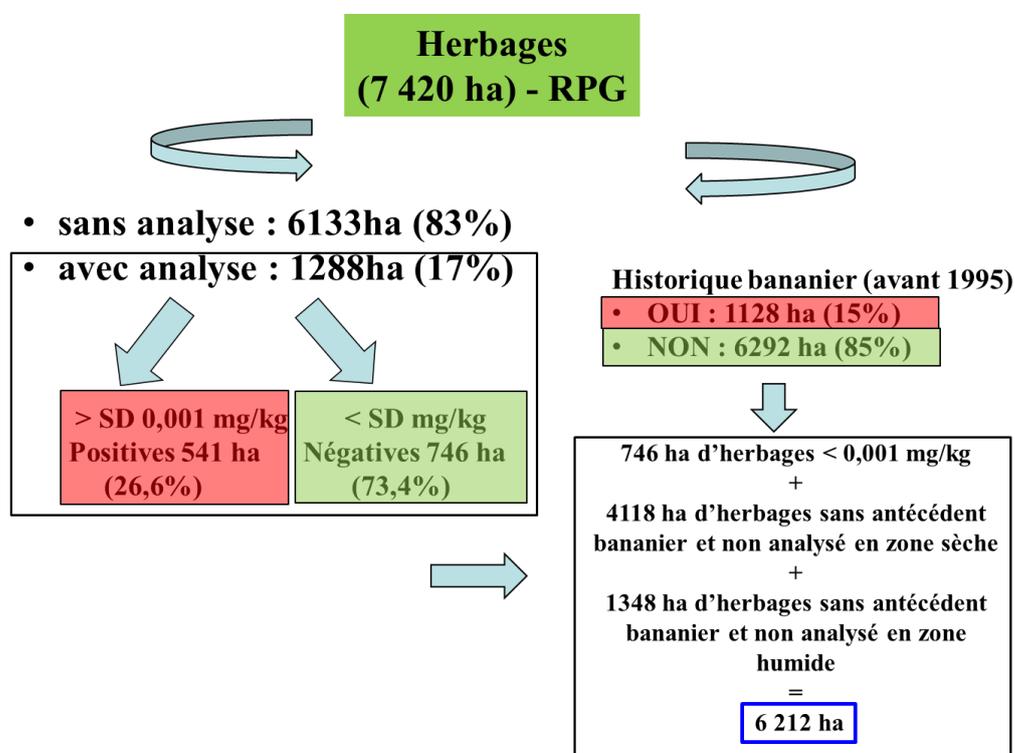


Illustration 17 : Analyse SIG pour l'identification des surfaces d'herbages indemnes de contamination

La proportion d'herbages dans les parcelles ayant fait l'objet d'analyses est faible (1 288 ha sur les 7 420 ha recensés dans le RPG, soit 17% seulement). Sur ces 1 288 hectares, les $\frac{3}{4}$ sont indemnes de contamination (pas de contamination, < seuil de détection de 0.001mg/kg), ce qui correspond à **764 hectares**.

Le croisement du RPG avec l'historique bananier permet d'identifier parmi les surfaces n'ayant pas eu de bananes avant 1995 celles qui sont en herbe dans le RPG 2014 (et en outre n'ayant

pas fait l'objet d'analyse, pour éviter toute répétition). Ceci concerne **6212 hectares**, en incluant les 764 ha analysés et non contaminés.

6 212 hectares non contaminés ou bien potentiellement non contaminés sont donc identifiés. Ce type d'analyse permet d'orienter les recherches des pâturages, par exemple pour une mise en décontamination du bétail avant abattage, sachant qu'une analyse de sol de validation devra être réalisée. En effet, dans des proportions certes faibles mais non nulles, la chlordécone peut être retrouvée sur des parcelles n'ayant jamais eu de banane.

La cartographie finale présentée en Illustration 18, représente les zones favorables avec rajout du paramètre pluviométrique afin d'identifier les herbages non contaminés ou potentiellement non contaminés en zone humide et ayant donc une capacité de production supérieure (exemple au Gros Morne, à St Joseph). Cependant, le fait de disposer de grandes surfaces dans le sud éloignées des zones classiquement contaminées représente aussi un atout important pour certaines communes (St Anne, le Marin).

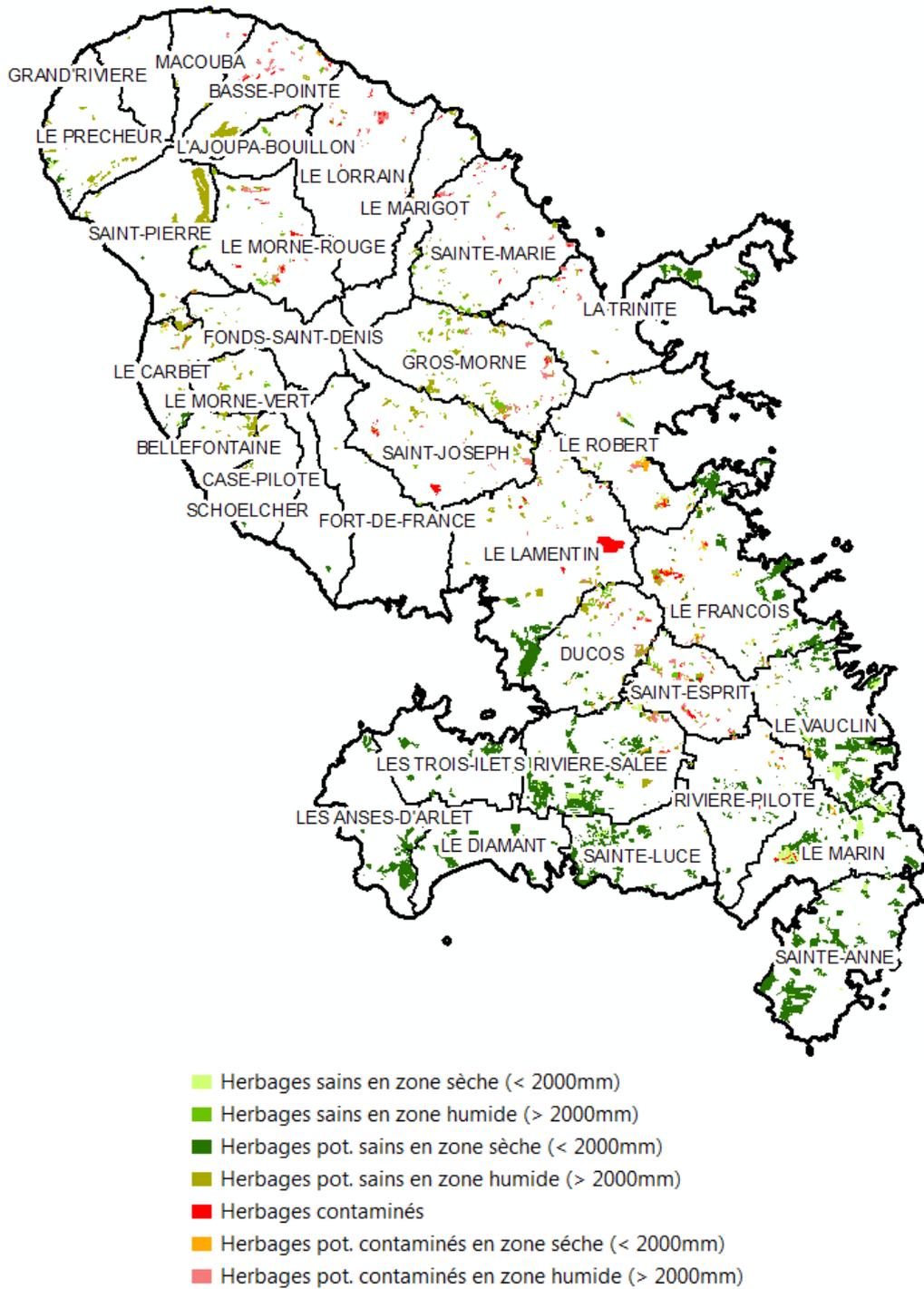


Illustration 18 : Cartographie des herbages avec identification des herbages indemnes de contamination à la chlordécone, par exemple favorables pour une mise en décontamination du bétail

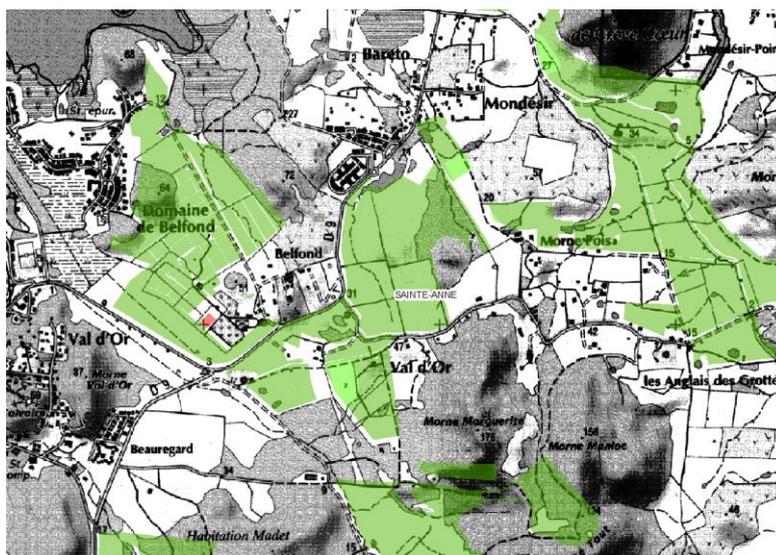
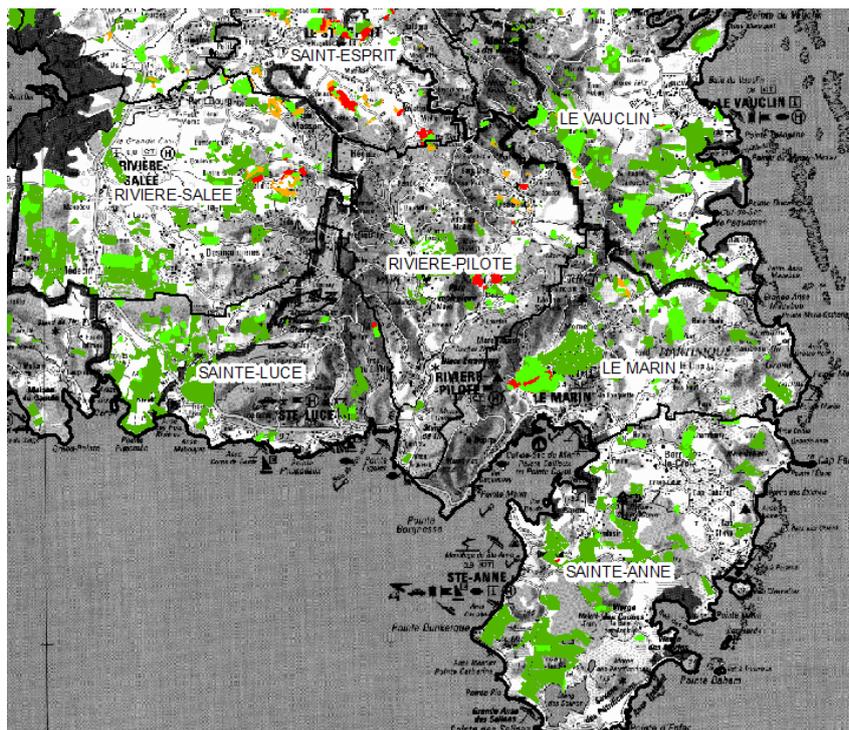


Illustration 19 : Cartographie des herbages avec identification des herbages favorables pour une mise en décontamination du bétail (zoom sur la zone Sud)

6.3. IDENTIFICATION DE SURFACE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE DE LA CULTURE PATATE DOUCE

Le développement d'une filière « Patate douce » de qualité est l'exemple d'une filière conditionnée par l'identification de sols indemnes de contamination par la chlordécone.

La patate douce rentre dans la catégorie **des cultures très sensibles** car souterraines (racines et tubercules, comme l'igname, la dachine, le malanga, la carotte, le gingembre, ...). En effet, lorsque le sol est contaminé, le transfert de chlordécone peut-être très important. Pour ces cultures, les teneurs peuvent donc largement dépasser la LMR (Limite Maximale de Résidus), fixée à 20 µg de chlordécone par kilogramme de poids frais.

Aussi ces cultures sensibles comme la patate douce ne peuvent être cultivées que lorsque la contamination est inférieure à 0.1 mg/kg de sol sec.

La méthodologie appliquée s'appuie sur celle suivie pour l'identification des herbages, en rajoutant des contraintes liées à la culture de la patate douce.

En effet, cette culture requiert des sols plutôt drainant (exclure les sols argileux), riches en matière organique afin d'éviter les pourritures. Cette culture est aussi exigeante en eau.

Aussi l'identification des zones favorables ciblera :

- Les sols légers (texture sableuse à sablo-limoneuse) et drainants en dehors des zones les plus sèches de la Martinique ;
- Les sols légers et moyennement légers en zone sèche

6.3.1. Identification des terres labourables indemnes de contamination par la chlordécone

Les terres labourables concernent 5376 ha, soit environ 21.5% de la SAU (24 975 ha).

Les ¾ de cette surface n'a pas fait l'objet d'une analyse à ce jour, contre 1429 ha (27 %) ayant bénéficié d'une analyse. Sur ces 1 429 ha analysés, 961 ha donnent des teneurs inférieures à 0.1 mg/kg permettant la culture de la patate douce.

Sur les 5 376 ha de terres labourables, 1 829 ha ont été cultivés en banane avant 1995 et se retrouvent donc exclus de l'analyse.

In fine 3 660 hectares de terres potentiellement favorables sont identifiés :

- 961 hectares de terres labourables avec des teneurs mesurées nulles ou inférieures à 0.1 mg/kg de sol
- 2699 hectares non analysés à ce jour et sans antécédent bananier entre 1971 et 1995, mais encore non analysés à ce jour.

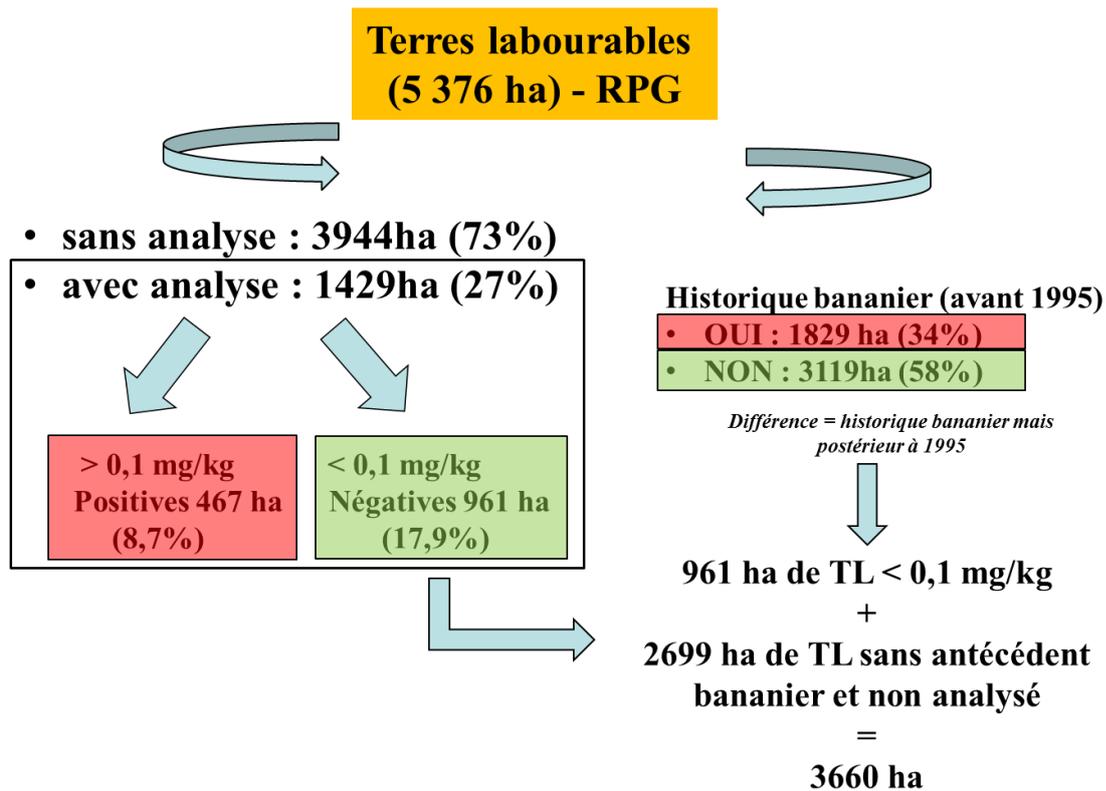


Illustration 20 : Analyse SIG pour l'identification des terres labourables indemnes de contamination

6.3.2. Identification des terres favorables à la culture de la patate douce

L'analyse SIG a alors été menée en combinant ces zones favorables à (1) la cartographie des sols et (2) à la pluviométrie et (3) Capacité de rétention de sols.

L'analyse cartographique indique que 1265 hectares sont potentiellement favorables en partant des hypothèses suivantes retranscrites en conditions SQL sous ArcGIS.

1. Parcelles avec analyses CHLD négatives (ou < 0.1 mg/kg) ET parcelles sans analyse mais sans antériorité bananier.
2. Sols très drainant ET pluviométrie supérieure à 2000 mm
3. Sols moyennement drainant ET pluviométrie inférieure à 3000 mm

L'illustration 21 et l'illustration 22 synthétisent ces résultats et présentent leur répartition sur le territoire.

Étiquettes de lignes	Capacité de rétention en Eau faible				Total Faible	Capacité de rétention en Eau moyenne								Total Moyenne
	< 1500mm	1500 à 2000 mm	2000 à 2500 mm	2500 à 3000 mm		< 1500mm	1500 à 2000 mm	2000 à 2500 mm	2500 à 3000 mm	3000 à 3500 mm	3500 à 4000 mm	> 4000 mm		
pas d'antécédent	225,7	374,1	24,4	2,5	626,7	18,8	318,0	400,1	287,0	204,4	106,0	61,9	1396,3	
0	185,7	321,2	20,8	2,1	529,8	16,9	279,0	335,0	207,3	182,0	93,0	43,2	1156,2	
1	38,9	47,9	3,6	0,4	90,9	1,9	38,0	55,2	69,5	17,2	11,1	16,6	209,5	
2	1,1	5,0	0,0		6,1	0,0	1,1	9,9	10,3	5,2	1,9	2,1	30,6	
oui avant 1995	18,4	55,1	3,2		76,7		101,8	368,4	175,9	13,7	5,1	4,0	668,9	
0	12,3	47,7	2,6		62,6		83,8	327,4	159,6	13,3	4,8	2,9	591,8	
1	0,0	3,9	0,5		4,5		12,3	20,9	10,5	0,4		0,4	44,5	
2	6,1	3,5	0,0		9,6		5,7	20,0	5,8	0,0	0,3	0,8	32,6	
oui mais après 1995	1,4	22,7	2,3		26,4		26,1	71,0	39,5	4,4	1,5	0,9	143,4	
0	1,0	21,9	2,2		25,0		24,5	51,5	21,0	4,1	1,1	0,6	102,8	
1	0,0	0,5	0,1		0,6		0,3	16,3	18,3	0,3		0,2	35,3	
2	0,4	0,4			0,8		1,3	3,2	0,3	0,1	0,3	0,1	5,3	
Total général	245,5	452,0	29,9	2,5	729,9	18,8	446,0	839,5	502,4	222,4	112,6	66,8	2208,5	

Illustration 21 : Calcul des surfaces potentiellement favorables à la culture de la patate douce

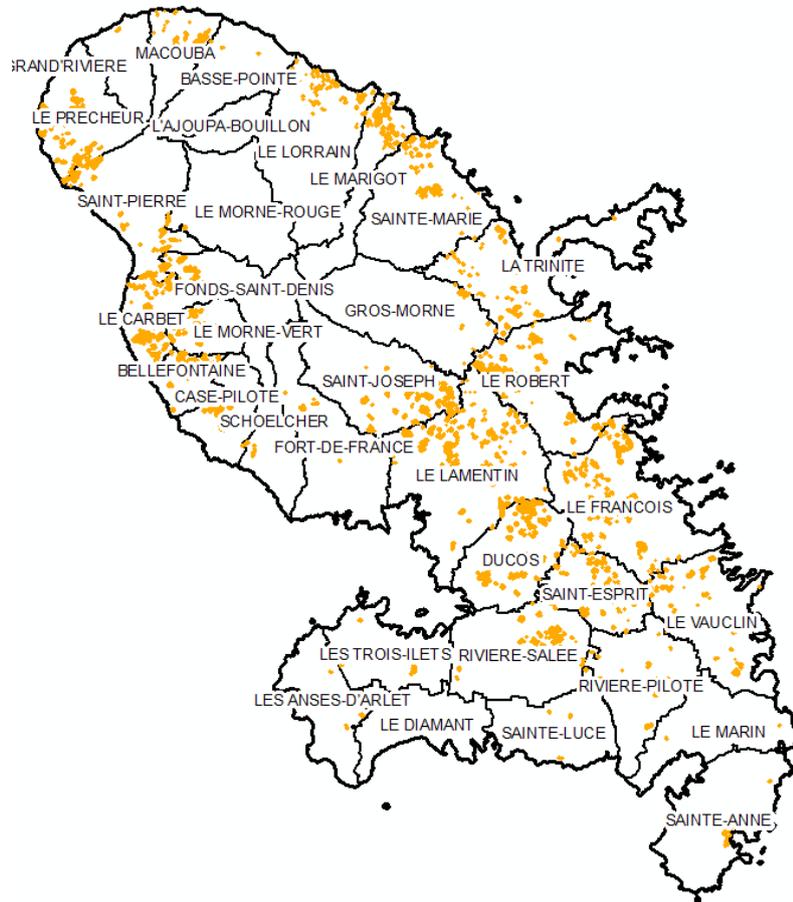


Illustration 22 : Cartographie des terres potentiellement favorables à la culture de la patate douce (ou d'autres cultures à tubercules aussi sensibles)

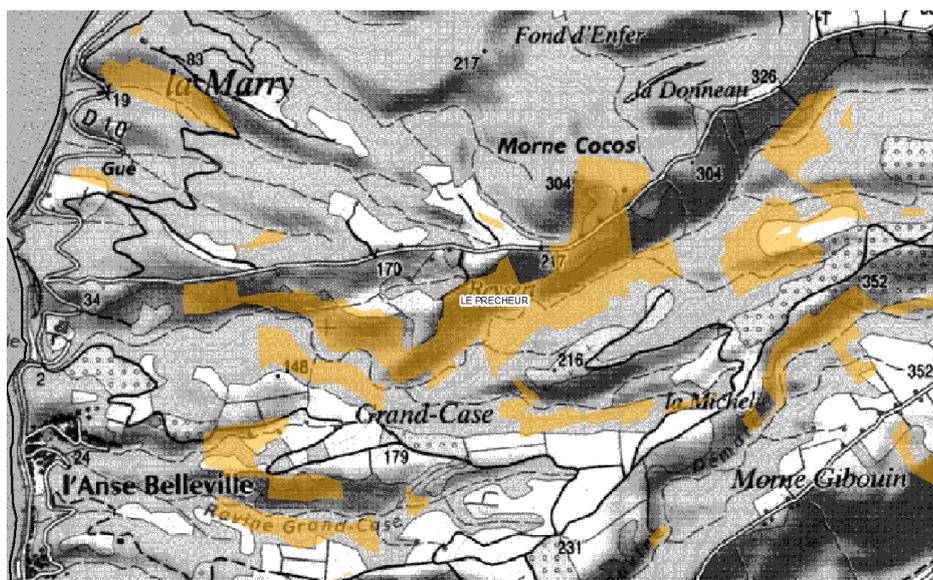


Illustration 23 : Cartographie des terres potentiellement favorables à la culture de la patate douce (zoom)

7. Conclusion

La mise à jour du SIG Chlordécone permet désormais de disposer d'une base de données géo référencées comptant pour la Martinique 10 515 analyses « Sols », dont 9 941 associées à une parcelle (RGP, cadastrale ou contour GPS) et 1 203 analyses « Végétation », dont 1 169 associées à une parcelle.

Les rendues cartographiques ont été réalisés à des échelles à la fois parcellaires et régionales (maille kilométrique), comme définis initialement.

Une étude statistique s'appuyant sur ces données a démontré son intérêt pour des finalités telles que la recherche de surfaces agricoles saines.

Concernant la recherche d'herbage soit sains d'après les analyses soit potentiellement sains (pas d'historique bananier), 5 063 hectares ont été identifiés, afin de permettre, par exemple, la mise en décontamination du bétail avant abattage.

Le développement d'une filière « Patate douce » dépend quant à elle du zonage de surfaces saines et agronomiquement adéquates. 1 265 hectares correspondant à ces critères ont été identifiés.

8. Bibliographie

Desprats J.F., Comte J.P. (2004) – Cartographie du risque de pollution des sols de Martinique par les organochlorés. Rapport Phase 3. BRGM RP 53262 FR, 23 p, 10 ill., 6 cartes.

Plan d'Action Chlordécone en Martinique et en Guadeloupe 2008-2010 - Rapport interministériel d'activité année 2008 - février 2009).

Desprats J-F, Bray X., Malon J.F. 2010. Conception et mise en place d'un SIG sur la contamination des sols de Guadeloupe et de Martinique par la chlordécone. Rapport final - BRGM RP59110-FR, 45 p, 17 ill., 1 ann.

Desprats J-F, Pierre-Léandre C., T. Symphor 2012. Suivi et mise à jour du SIG sur la contamination des sols de Guadeloupe et de Martinique par la chlordécone. Rapport final - BRGM RP-60420-FR

Desprats J-F, Pierre-Léandre C., T. Symphor - 2014. Suivi et mise à jour 2014 du SIG sur la contamination des sols de Guadeloupe et de Martinique par la chlordécone. Rapport final 2013- BRGM RP-62871-FR

Desprats J-F, Pierre-Léandre C., Symphor T. (2015). Suivi et mise à jour 2015 du SIG sur la contamination des sols de Martinique par la chlordécone. Rapport final BRGM RP- 65173 –FR

Cahiers du PRAM (2011). Remédiation à la pollution par la chlordécone aux Antilles



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Martinique

4 lot. Miramar

Route Pointe des Nègres

97200 Fort-de-France – France

Tél : 05 96 71 17 70