

ETAT DES LIEUX 2019

EVALUATION DES PRESSIONS ET DES IMPACTS LIES AUX ACTIVITES AGRICOLES



Crédit photo : Office de l'eau Réunion ©

Réalisé avec le soutien de l'AFB

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

TABLE DES MATIERES

1	EVALUATION DES PRESSIONS ET IMPACTS DES PRATIQUES AGRICOLES	5
1.1	METHODOLOGIE	5
1.2	L'OUTIL PRESAGRIDOM ET LES OUTILS BRGM	6
1.3	LES LIMITES DE LA METHODE VIS-A-VIS DES PRATIQUES REELLES.....	8
2	ANALYSE DES PRESSIONS ET DES IMPACTS SUR LES EAUX DE SURFACE	10
2.1	EVALUATION DE LA PRESSION	10
2.2	ANALYSE DES IMPACTS	11
2.2.1	Impacts de l'azote sur les cours d'eau.....	11
2.2.2	Impacts de l'azote sur les plans d'eau et eaux de transition.....	11
2.2.3	Impacts de l'azote sur les eaux littorales.....	11
2.2.4	Impacts des phytosanitaires sur les cours d'eau, plans d'eau et eaux de transition	12
2.2.5	Impacts des phytosanitaires sur les eaux littorales	12
2.3	ANALYSE PRESSION- IMPACT DE L'AZOTE	12
1.1.1	Analyse spatiale des apports en engrais et en matières organiques fertilisantes (Charge azotée)	13
2.3.1	Analyse spatiale de l'azote lixivié	15
2.3.2	Analyse des impacts de l'azote sur les cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition	17
	FRLR01 – Rivière Saint-Denis	18
	FRLR02 – Rivière des Pluies.....	18
	FRLR03 – Rivière Sainte-Suzanne.....	18
	FRLR04 – Rivière Saint-Jean	18
	FRLR05 – Cirque de Salazie	18
	FRLR06 – Bras de Caverne	18
	FRLR07 – Bras des lianes.....	18
	FRLR08 – Rivière du Mât aval.....	18
	FRLR09 – Rivière des Roches.....	19
	FRLR10 – Rivière des Marsouins	19
	FRLR11 – Rivière de l'Est	19
	FRLR12 – Rivière Langevin Amont	19
	FRLR13 – Rivière Langevin Aval.....	19
	FRLR14 – Rivière des Rempart Amont	19
	FRLR15 – Rivière des Rempart Aval	19
	FRLR16 – Grand Bassin.....	19
	FRLR17 – Bras de la Plaine	19
	FRLR18 – Cirque de Cilaos.....	19
	FRLR19 – Bras de Cilaos	19
	FRLR20 – Rivière Saint-Etienne	20
	FRLR21 - Ravine Saint-Gilles.....	20
	FRLR22 – Cirque de Mafate	20
	FRLR23 – Bras Sainte-Suzanne	20
	FRLR24 – Rivière des Galets aval.....	20
	FRLLO1 – Grand Etang	20
	FRLLO2 – Etang du Gol	20
	FRLLO3 – Etang de Saint-Paul.....	20
	2.3.3 Analyse des impacts de l'azote sur les eaux littorales : mise en relief des pressions par rapport à la qualité des écosystèmes.....	22
	FRLC01 – Masse d'eau littorale de Saint-Denis.....	22
	FRLC02 – Masse d'eau littorale de Saint-Benoit	22
	FRLC03 – Masse d'eau littorale du Volcan	22
	FRLC04 – Masse d'eau littorale de Saint-Joseph.....	22
	FRLC05 – Masse d'eau littorale de Saint-Louis	23
	FRLC06 – Masse d'eau littorale de l'Ouest	23
	FRLC07 – Masse d'eau littorale de Saint-Paul.....	23
	FRLC08 – Masse d'eau littorale du Port.....	23
	FRLC09 – Masse d'eau récifale de Saint-Pierre.....	23
	FRLC10 – Masse d'eau récifale Etang-Salé.....	23
	FRLC11 – Masse d'eau récifale Saint-Leu.....	23
	FRLC12 – Masse d'eau récifale de Saint-Gilles.....	23
2.4	SYNTHESE DES PRESSIONS ET IMPACTS DE L'AZOTE SUR LES EAUX DE SURFACE	24
2.5	ANALYSE PRESSIONS – IMPACTS DES PHYTOSANITAIRES.....	29
2.5.1	Analyse spatiale des apports en phytosanitaires.....	29
2.5.2	Analyse spatiale des phytosanitaires lixiviés	31
2.5.3	Analyse des impacts des phytosanitaires sur les cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition	34
	FRLR01 – Rivière Saint Denis.....	35
	FRLR02 – Rivière des Pluies.....	35

FRLR03 – Rivière Sainte-Suzanne	35
FRLR04 – Rivière Saint-Jean	35
FRLR05 – Cirque de Salazie	35
FRLR06 – Bras des cavernes	35
FRLR07 – Bras des lianes (Mât médian)	35
FRLR08 – Rivière du Mât aval.....	36
FRLR09 – Rivière des Roches.....	36
FRLR10 – Rivière des Marsouins	36
FRLR11 – Rivière de l’Est.....	36
FRLR12 – Rivière Langevin amont.....	36
FRLR13 – Rivière Langevin aval	36
FRLR14 – Rivière des Remparts amont	36
FRLR15 – Rivière des Remparts aval	36
FRLR16 – Grand Bassin.....	36
FRLR17 – Bras de la Plaine	36
FRLR18 – Cirque de Cilaos.....	37
FRLR19 – Bras de Cilaos	37
FRLR20 – Rivière Saint-Etienne	37
FRLR21 – Ravine Saint-Gilles.....	37
FRLR22 – Cirque de Mafate	37
FRLR23 – Bras Sainte-Suzanne	37
FRLR24 – Rivière des Galets aval.....	37
FRL01 – Le Grand Etang.....	37
FRL02 – Etang du Gol	37
FRL03 – Etang de Saint-Paul.....	37
2.5.4 Analyse des impacts des phytosanitaires sur les eaux littorales.....	38
FRLC01 – Masse d’eau littorale de Saint-Denis.....	38
FRLC02 – Masse d’eau littorale de Saint-Benoit	38
FRLC03 – Masse d’eau littorale de Saint-Benoit	38
FRLC04 – Masse d’eau littorale de Saint-Joseph.....	38
FRLC05 – Masse d’eau littorale de Saint-Louis	39
FRLC06 – Masse d’eau littorale de l’Ouest	39
FRLC07 – Masse d’eau littorale de Saint-Paul.....	39
FRLC08 – Masse d’eau littorale Le Port	39
FRLC09 – Masse d’eau récifale de Saint-Pierre.....	39
FRLC10 – Masse d’eau récifale Etang-Salé.....	39
FRLC11 – Masse d’eau récifale Saint-Leu.....	39
FRLC12 – Masse d’eau récifale de Saint-Gilles.....	39
2.6 SYNTHÈSE DES PRESSIONS ET IMPACTS DES PHYTOSANITAIRES SUR LES EAUX DE SURFACE.....	41
3 ANALYSE DES PRESSIONS ET DES IMPACTS DANS LES EAUX SOUTERRAINES.....	45
3.1 METHODE COMBINEE CIRAD/BRGM	45
3.2 PRESSIONS	45
3.3 IMPACTS.....	45
3.3.1 Nitrates	45
3.3.2 Pesticides.....	46
3.3.3 Echelle des pressions et des impacts pour l’azote et les phytosanitaires	46
3.4 ANALYSE PRESSIONS – IMPACTS DE L’AZOTE.....	46
3.5 ANALYSE PRESSIONS – IMPACTS DES PHYTOSANITAIRES	50
3.5.1 Pesticides totaux.....	53
3.5.2 Pesticides prioritaires et type de culture.....	53
3.5.3 Conclusion	54
3.6 SYNTHÈSE DU LIEN P/I AGRICOLE	54
3.7 PLANCHES CARTOGRAPHIQUES	59
3.7.1 Planche 1 : PB_NLIX.....	59
3.7.2 Planche 2 : IDPR_parc.....	60
3.7.3 Planche 3 : Impacts azote	61
3.7.4 Planche 4 : Nlixparc_ME.....	62
3.7.5 Planche 5 : PS_Nlix et tâche urbaine	63
3.7.6 Planche 6 : Ne.....	64
3.7.7 Planche 7 : Nsol.....	65
3.7.8 Planche 8 : Norg	66
3.7.9 Planche 9 : Impacts pesticides totaux.....	67
3.7.10 Planche 10 : P/I SA prioritaires PLIX.....	68
3.7.11 Planche 11 : P/I CAS PLIX	69
3.7.12 Planche 12 : P/I Maraîchage PLIX.....	70
3.7.13 Planche 13 : P/I glyphosate PLIX	71
4 BIBLIOGRAPHIE	73

TABLES DES FIGURES

Figure 1 : Méthode globale simplifiée utilisée pour les calculs de pression agricole en azote et en pesticides (source BRGM)	7
Figure 2 : Données mobilisées pour l'outil PRESAGRIDOM	8
Figure 3: charge azotée d'origine agricole sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition).....	13
Figure 4 : charge azotée d'origine agricole sur les bassins versants des eaux littorales	14
Figure 5 : quantité et pourcentage d'azote organique sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition).....	15
Figure 6 : quantité d'azote ruisselée sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)	16
Figure 7 : quantité d'azote ruisselée sur les bassins versants des eaux littorales ..	17
Figure 8 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition).....	21
Figure 9 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition).....	21
Figure 10 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants eaux littorales ...	22
Figure 11 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs	26
Figure 12 : Bilan d'impacts DCE sur les bassins versants des eaux littorales	28
Figure 13 : apport de phytosanitaires sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)	30
Figure 14 : apport de phytosanitaires sur les bassins versants des eaux littorales.	31
Figure 15 : quantité de phytosanitaires ruisselée sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)	32
Figure 16 : quantité de phytosanitaires transférés sur les bassins versants des eaux littorales	34
Figure 17 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition).....	38
Figure 18 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des eaux littorales	40
Figure 19 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs	42
Figure 20 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des eaux littorales	44
Figure 21 : Synthèse des pressions agricoles et impacts en azote (par MESO)	48
Figure 22 : Synthèse des pressions agricoles et impacts en pesticides prioritaires (par MESO).....	52

TABLES DES TABLEAUX

Tableau 1 : classes de pression pour l'azote.....	10
Tableau 2 : classes de pression pour les phytosanitaires	10
Tableau 3 : classes d'impact pour l'azote en cours d'eau	11
Tableau 4 : classes d'impact pour l'azote en eaux littorales.....	12
Tableau 5 : classes d'impact pour les phytosanitaires.....	12
Tableau 6 : pression azote pour les eaux de surface continentales.....	17
Tableau 7 : pression azote pour les eaux littorales.....	17
Tableau 8 : synthèse des pressions et des impacts sur les eaux de surface continentales	25
Tableau 9 : synthèse des pressions et des impacts sur les eaux littorales	27
Tableau 10 : classes de pression phytosanitaires pour les eaux de surface	32
Tableau 11 : pression phytosanitaires pour les eaux continentales.....	33
Tableau 12 : pression phytosanitaires pour les eaux littorales	34
Tableau 13 : synthèse pressions et impacts des phytosanitaires pour les eaux continentales	41
Tableau 14 : synthèse pressions et impacts des phytosanitaires pour les eaux littorales	43
Tableau 15 : Conversion d'échelles semi-quantitatives à qualitatives (BRGM).	46
Tableau 16 : Bilan sur les pressions agricoles et les impacts azotés (BRGM)	47
Tableau 17 : Bilan sur les pressions en pesticides d'origine agricole (BRGM)	50
Tableau 18 : Bilan sur les impacts en pesticides. Les SA étudiées sont casi exclusives à l'agriculture (BRGM).....	51
Tableau 19 : Tableau synthèse des indicateurs de pressions agricoles et d'impacts détectés en nitrates et pesticides à l'échelle de la MESO.(BRGM)	56
Tableau 20 : Tableau synthèse du lien entre les pressions agricoles et les impacts détectés à l'échelle de la MESO. (BRGM)	58

1 Evaluation des pressions et impacts des pratiques agricoles

L'agriculture s'étend sur 42 421 hectares et représente environ 17 % de la surface de l'île de La Réunion et 35 % de la surface du territoire hors espaces naturels protégés.

La culture de la canne à sucre est majoritaire avec près de 55 % des surfaces, puis viennent l'élevage qui représente 30% des surfaces, puis les cultures maraichères, fruitières et de diversification pour 15%.

Les pressions diffuses agricoles mesurables sur le bassin sont des pressions azotées, phosphorées et celles liées aux phytosanitaires. Pour l'azote et le phosphore, l'origine peut être liée à une surfertilisation et à une gestion perfectible des effluents d'élevage. Pour les phytosanitaires, cette pression est en lien direct avec l'utilisation de substances actives, qui peuvent se retrouver dans la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques par ruissellement ou infiltration.

A l'échelle de l'île, la problématique des apports en phosphate est peu connue en raison de faibles connaissances d'une part des apports organiques et amendements chimiques et d'autre part sur la capacité des sols à stabiliser ou mobiliser le phosphore. Par conséquent, ce volet ne sera pas abordé dans l'état de lieux.

L'évaluation « pression – impact » en nitrates et phytosanitaires agricoles sur les masses d'eau souterraine de La Réunion a été réalisée par le BRGM dans le cadre de l'étude BRGM/RP-68504-FR¹. Les résultats de cette étude constituent le paragraphe 3 de ce document et quelques éléments méthodologiques sont repris dans le paragraphe 1. L'ensemble des éléments méthodologiques sont précisés dans le rapport d'étude.

Pour les eaux de surface, l'évaluation est réalisée essentiellement à partir de l'outil PRESAGRIDOM², développé par le CIRAD, sous l'égide de l'AFB. Cet outil, utilisé pour l'évaluation des pressions, modélise l'azote et les phytosanitaires lixiviiés à l'échelle des parcelles agricoles et des masses d'eau. Il permet par conséquent d'estimer des quantités de substance transférées à différentes échelles (à la parcelle, à la masse d'eau et au bassin versant)

Les impacts sur les écosystèmes et la ressource en eau sont évalués au regard de l'état écologique des masses d'eau, de la concentration en azote (nitrates, ammonium...), en phosphore et en phytosanitaires dans l'eau. Cette évaluation est ajustée par une analyse du territoire.

1.1 Méthodologie³

Le principe est de proposer une analyse pressions – impact afin de communiquer des clés de compréhension sur l'impact que peut avoir l'agriculture sur la qualité de la ressource en eau et des écosystèmes. Cette approche a pour ambition d'identifier les leviers d'action afin de diminuer ces impacts et protéger, in fine, la ressource en eau.

Dans un premier temps, cela consiste à étudier les pressions agricoles potentielles et significatives en considérant des hypothèses de transfert vers les eaux, que cela soit à l'échelle de la parcelle, à l'échelle de la masse d'eau souterraine, de la masse d'eau de surface ou de son bassin versant. En parallèle, les impacts sont évalués dans les eaux au regard d'indicateurs utilisés pour déterminer l'état de santé des masses d'eau.

Dans un second temps, l'évaluation se focalise sur l'analyse comparative des pressions et des impacts. Cette étape consiste à décliner plusieurs classes d'indicateurs de pressions et d'impacts

¹ Reboul K. & Aunay B. (2019) – Analyse « pression/impact » en nitrates et phytosanitaires agricoles sur les masses d'eau souterraine de La Réunion - Etat des lieux 2019 de la DCE. Rapport final. BRGM/RP-68504-FR, 83 p.

² Projet PRESAGRIDOM réalisé par le CIRAD (Philippe Cattani - Magali Lambert, Vincent Bonnal, Magalie Jannoyer, Jean-Philippe Tonneau et Fabrice Le Bellec) et commandité par l'AFB (ex-ONEMA) dans le cadre de la DCE et ayant pour objectif d'améliorer la réalisation du prochain état des lieux du SDAGE en proposant des indicateurs des pressions agricoles « azote et pesticides ».

³ Sources : BRGM/RP-68504-FR

et de les hiérarchiser entre eux et de les croiser afin de déterminer si un lien existe entre les pressions modélisées par l'agriculture et les impacts détectés dans la ressource en eau ou sur les écosystèmes.

Les outils proposés par le CIRAD (PRESAGRIDOM) pour calculer la pression sont de type semi-quantitatif dans la mesure où ils prennent en compte un nombre important de données quantitatives afin de réduire la part de « dire d'expert » (Figure 1).

Cette méthode ne traite pas la problématique du transfert des molécules par les eaux souterraines ou le ruissellement. Elle se focalise sur des critères pédologiques superficiels et calcule, à travers ses indicateurs, une lixiviation potentielle.

Pour les masses d'eau superficielle, elle est ajustée pour le transfert de l'azote et des pesticides du sol après application d'un facteur de transfert par ruissellement.

Pour les masses d'eau souterraine, leurs vulnérabilités doivent être prises en compte, notamment au regard des phénomènes de transfert. L'approche méthodologique a été combinée à des outils plus adaptés aux problématiques de l'hydrogéologie souterraine développés par le BRGM.

1.2 L'outil PRESAGRIDOM et les outils BRGM⁴

L'outil PRESAGRIDOM permet d'évaluer quantitativement l'azote et les phytosanitaires lixiviés des parcelles et potentiellement transférés aux masses d'eau. Les quantités lixiviées sont calculées à l'aide d'algorithmes et de traitements géomatiques et fournissent deux indicateurs.

Indicateur Azote : l'indicateur estime une valeur quantitative représentative de la quantité d'azote lixiviée à l'échelle de la parcelle. Le principe est celui du calcul d'une balance azotée par culture, l'excédent étant lixivié et transféré au prorata de la lame d'eau apportée par la pluie et l'irrigation sur la parcelle.

Indicateur Pesticide : l'indicateur estime une valeur représentative des quantités de substances actives lixiviées à l'échelle de la parcelle. Le principe consiste à considérer les pesticides appliqués en fonction des cultures présentes sur les parcelles et leurs évolutions dans le temps. En effet, les processus de dégradation et de rétention selon les types de sol déterminent une quantité mobilisable. La quantité estimée de phytosanitaires mobilisables qui est lixiviée et transférée au prorata de la lame d'eau apportée par la pluie et l'irrigation sur la parcelle.

L'agrégation des quantités lixiviées sur chacune des parcelles est faite à l'échelle de chaque masse d'eau et du bassin versant devient représentative de la pression azotée et en pesticides.

Des facteurs de transfert sont ensuite appliqués à ces quantités lixiviées, de même que des indicateurs de pressions significatives, d'impacts et de sensibilités de la masse d'eau.

⁴ Sources : BRGM/RP-68504-FR

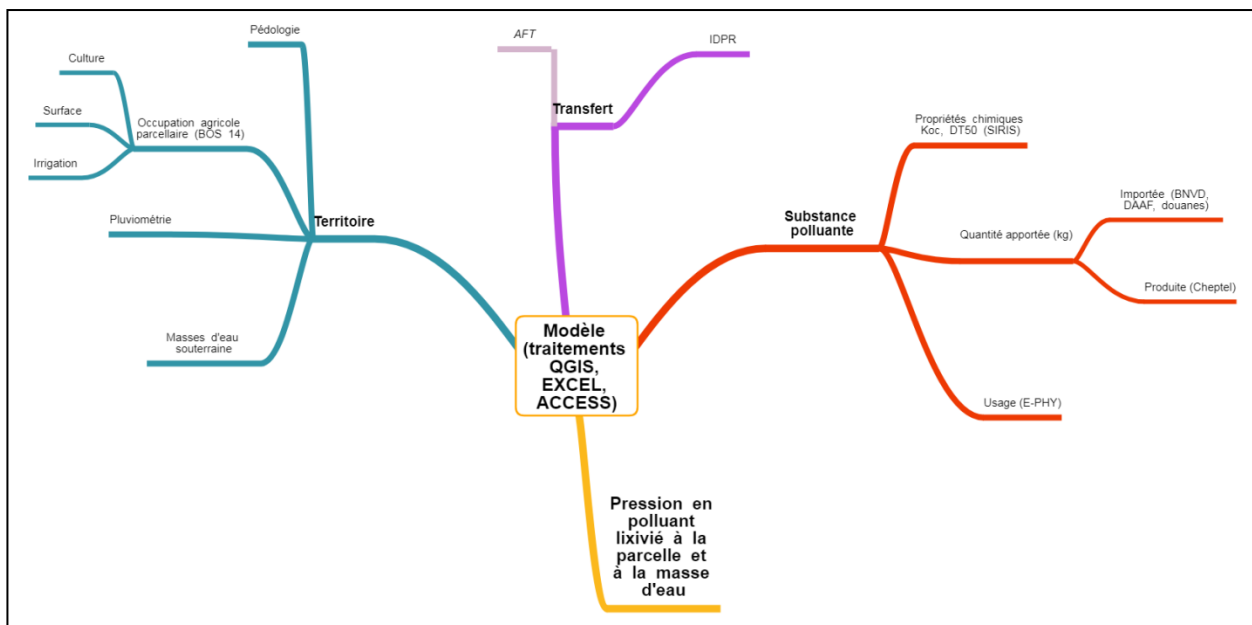


Figure 1 : Méthode globale simplifiée utilisée pour les calculs de pression agricole en azote et en pesticides (source BRGM)

Les données mobilisées pour les traitements sont les suivantes

<i>données mobilisées</i>	<i>Type</i>	<i>Source</i>	<i>millésime</i>
Importations annuelles d'engrais	Tableur	Douane	2008 - 2016
Occupation du sol agricole	Carte	Registre Parcellaire Graphique (DAAF) 2014	2014
Gisements de MO annuels par commune	Tableau	MVAD – Chambre d'agriculture	2000-2003
Cheptel par commune	Tableau	Recensement agricole (AGRESTE 2010)	2016* RA ajusté avec les effectifs issus des statistiques agricoles annuelles de 2016 (Source DAAF La Réunion AGRESTE 2017)
Coefficient de production d'azote par animal	Tableau	CORPEN	Moyenne calculé à partir des données MVAD – Chambre d'agriculture 2010
Coefficient d'équivalence engrais	Tableau	Guide des bonnes pratiques agricoles de la Réunion, Préfecture de la Réunion, 2010	2010
Coefficient apparent d'utilisation	Texte	CIRAD (Médoc, 2006)	2006
Besoin en N de la culture	Tableau	Ferti-RUN, Cirad, 2008	2008
Rendement Canne à sucre par commune	Tableau	CTICS	2015
Pluviométrie moyenne annuelle	Carte	Météo France	1981-2010
Pédologie	Carte	CIRAD (mettre 2012)	2012

Caractéristiques physico-chimiques des sols	Tableau	l'année) BDD CIRAD	2016
Périmètres irrigués et apports d'eau annuels	Carte + tableau	DEAL	29/09/2016
Contours des masses d'eau	Carte	BD CARTHAGE	
Contours des communes	Carte	GADM (data.gouv.fr)	
BNVD	Tableau	AFB	2015
Caractéristiques des molécules	Tableau	Ineris /SIRIS (2012)	2012
IDPR	Carte	BRGM	2016

Figure 2 : Données mobilisées pour l'outil PRESAGRIDOM

Les outils et méthodes utilisés font notamment référence :

- aux trois guides méthodologiques développés par le CIRAD pour le calcul des indicateurs de pression pesticide et azote à La Réunion, Projet PRESAGRIDOM (Cattan et Lambert, 2018a, 2018b, 2018c) ;
- aux deux guides méthodologiques développés par le BRGM pour le calcul des indicateurs de pression phytosanitaire et nitrate (Bessière et Surdyk, 2017; Surdyk et Bessière, 2017) ;
- Au rapport provisoire pour l'évaluation des impacts (Guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine, 2018)

Ils ont été discutés entre l'Office de l'eau de La Réunion, la Chambre d'agriculture, la DAAF et la DEAL afin de bénéficier d'une approche adaptée au contexte réunionnais.

1.3 Les limites de la méthode vis-à-vis des pratiques réelles⁵

Le modèle PRESAGRIDOM possède des biais à prendre en compte par rapport à la réalité. Couplés aux limites de connaissance ou d'expertise sur la compréhension de certains processus naturels, ces biais peuvent expliquer la difficulté, sur certains secteurs, à établir des liens agricoles avérés de pollutions détectées de manière significative. Des études de sensibilité sont alors menées afin de comprendre la fiabilité du modèle et la prépondérance des facteurs de contrôle utilisés. Cette modélisation demeure tout de même un outil essentiel et efficace, que le dire d'expert, sur un territoire aussi vaste que La Réunion, ne saurait remplacer. Des incertitudes sur les données d'entrée peuvent être formulées compte tenu de l'échelle globale sur laquelle se focalise cette étude : parcelles agricoles non déclarées, épandages locaux sur ou sous-estimés par rapport aux besoins et à la catégorisation de différentes cultures à la base, phasage des cyclicités de pluviométrie et épandages (la lame d'eau étant un facteur de contrôle important pour les calculs de lixiviation), connexions non prises en compte entre les eaux de surface et les eaux souterraines, etc.

Concernant les impacts, il peut être intéressant d'étudier les tendances de chaque substance polluante azotée ou pesticide afin de voir son évolution dans le temps sur la chronique 2012-2017 analysée. Les dates de prélèvement (analysés) pourraient également être étudiées car les recharges de certains aquifères ou le ruissellement vers les cours d'eau se font principalement lors de forts épisodes pluvieux. Certaines molécules sont lessivées précisément dans ces périodes-là.

En l'absence de données sur les pratiques agricoles à l'échelle de chaque exploitation, l'outil utilisé est basé, entre autre, sur des hypothèses d'exploitation culturale recommandée et l'expertise des acteurs agricoles (DAAF, CIRAD, Chambre d'agriculture) puis globalisés à l'échelle de l'île.

Les différentes cultures ont été spatialisées grâce à la Base Occupation du Sol de 2014 et les pratiques évaluées à l'aide des documents techniques agricole du bassin.

L'évaluation des apports en azote est basée sur plusieurs hypothèses.

⁵ Sources : BRGM/RP-68504-FR

Pour l'azote minéral, les données d'importation des douanes ont été utilisées. L'azote minéral est réparti notamment en fonction des besoins de culture. Pour l'azote d'origine organique, en absence de connaissance précise du devenir des matières produites, l'hypothèse choisie est une valorisation de manière homogène sur la commune où les effluents ont été produits. Or, certaines matières organiques restent sur place ou sont acheminées sur d'autres exploitations proches voire circulent entre communes (projet GABiR, CIRAD).

Pour les phytosanitaires, ces derniers ont été affectés à des cultures ou familles de cultures dominantes suivants leurs homologations.

Le calcul de l'azote et des phytosanitaires lixiviés mobilise des équations simplifiées permettant de modéliser un transfert issu des parcelles agricoles. Ce transfert ne représente pas des quantités réelles, qui font l'objet de phénomènes et de facteurs complexes. Ce transfert traduit plutôt hiérarchisation semi-quantitative des pressions.

2 Analyse des pressions et des impacts sur les eaux de surface

2.1 Evaluation de la pression

L'azote et les phytosanitaires lixiviés au niveau du sol sont modélisés à l'aide de l'outil PRESAGRIDOM. Un facteur de transfert issu de l'IDPR est appliqué aux quantités d'azote et de phytosanitaires lixiviés et permet d'estimer une quantité théorique transférée par ruissellement aux eaux de surface.

Les pressions azote et phytosanitaires ont été définies en 5 classes suivant les ruptures naturelles de la distribution des quantités transférées.

Classes de pression Azote :

Pression	Quantité transférée aux cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition en kg/ha	Quantité transférée aux eaux littorales en kg/ha
nulle ou faible	0 - 0,6	0,288 - 3,54
modérée	0,6 - 3,25	3,54 - 8,35
moyenne	3,25 - 5,5	8,35 - 12,57
Forte	5,5 - 10	12,57 - 20,08
Très forte	10 - 17,98	20,08 - 32,38

Tableau 1 : classes de pression pour l'azote

Classes de pression Phytosanitaires :

Pression	Quantité transférée aux cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition en kg/ha	Quantité transférée aux eaux littorales en kg/ha
nulle ou faible	0 - 0,003	0,0036 - 0,0129
modérée	0,003 - 0,022	0,0129 - 0,0468
moyenne	0,022 - 0,047	0,0468 - 0,0816
Forte	0,047 - 0,163	0,0816 - 0,1094
Très forte	0,163 - 0,199	0,1094 - 0,1305

Tableau 2 : classes de pression pour les phytosanitaires

2.2 Analyse des impacts

2.2.1 Impacts de l'azote sur les cours d'eau

L'évaluation de l'impact potentiel est faite en comparant les pressions aux concentrations en nitrates dans l'eau (percentile 90) et de l'indice diatomée (moyenne et analyse annuelle) des suivis des cours d'eau de 2015 à 2017.

Impact	Conditions
nul ou faible	absence d'enrichissement en nitrate et indice diatomée en bon état
inconnu	concentration en nitrate traduisant un enrichissement anthropique (> à 2mg/L) ou indice diatomée en état moins que bon sur une masse d'eau ou son bassin versant
moyen (avéré)	concentration en nitrate traduisant un enrichissement anthropique (> à 2mg/L) et indice diatomée en état moins que bon sur une masse d'eau ou son bassin versant
Fort	concentration en nitrate traduisant un enrichissement anthropique marqué (> à 10mg/L) et indice diatomée moins que bon sur une masse d'eau ou son bassin versant

Tableau 3 : classes d'impact pour l'azote en cours d'eau

Cette expertise est ensuite ajustée au regard de la pression et des fréquences de détection de phytosanitaires qui est marqueur d'apport d'azote d'origine agricole.

2.2.2 Impacts de l'azote sur les plans d'eau et eaux de transition

L'impact est évalué à dire d'expert sur la base du fonctionnement de ces écosystèmes et de l'état écologique général de ces masses d'eau. Ce dernier se base de l'état biologique et physico-chimique (enrichissement en différentes formes de l'azote, du phosphore...). Cette expertise est ensuite ajustée au regard de la pression et des fréquences de détection de phytosanitaires.

2.2.3 Impacts de l'azote sur les eaux littorales

L'impact est évalué sur la base des indicateurs biologiques des eaux littorales :

- le benthos de substrats meubles constitués de macroinvertébrés benthiques vivant dans le sable. Ces macroinvertébrés sont sensibles à l'enrichissement en matière organique.
- le benthos de substrats dur (corail), pour les zones récifales des lagons, qui est sensible à l'enrichissement en nutriments comme l'azote.

Les masses d'eau littorales ont un fonctionnement complexe (brassage dans les eaux ouvertes, multisensibilités dans les lagons, courantologie...) rendant difficile l'évaluation des impacts et de l'origine des dégradations des écosystèmes.

L'impact écologique est inconnu et/ou potentiel au regard de la DCE pour une masse d'eau dont les indicateurs biologiques ne sont pas en bon état sur les stations de suivi de la qualité de l'eau représentatives de la masse d'eau.

L'impact écologique est inconnu et non significatif au regard de la DCE pour les masses d'eau en bon état mais pour lesquelles des dégradations sont observés sur des stations de suivi non représentatives et dites « sentinelles ».

En l'absence de dégradation, l'impact est jugé faible ou nul.

Impact	Conditions
nul ou faible	absence de dégradation
Inconnu et non significatif	masses d'eau en bon état mais dégradations sur des stations « sentinelles ».
Inconnu et potentiel	Masse d'eau dégradée au regard des indicateurs

Tableau 4 : classes d'impact pour l'azote en eaux littorales

2.2.4 Impacts des phytosanitaires sur les cours d'eau, plans d'eau et eaux de transition

L'évaluation de l'impact potentiel est faite en comparant les pressions aux détections de phytosanitaires des données de 2015 à 2017 (fréquence et concentration > 0.1µg/L).

Impact	Conditions
nul ou faible	absence de détection ou détection ponctuelle de phytosanitaire
moyen (avéré)	Détection régulière ou Détection ponctuelle avec une concentration >0.1µg/L
Fort	Détection chronique de phytosanitaires

Tableau 5 : classes d'impact pour les phytosanitaires

Pour un impact fort, l'impact au regard de la DCE est considéré comme potentiel, notamment au regard de l'effet potentiel du cocktail de substance retrouvé et des concentrations parfois supérieures à 0.1µg/L.

2.2.5 Impacts des phytosanitaires sur les eaux littorales

Pour les eaux littorales, l'impact est évalué à dire d'expert sur la base des détections de phytosanitaires issus des suivis de la qualité de l'eau et de la bibliographie récente. L'évaluation est complétée à la marge par l'état écologique, au travers du benthos de substrat dur (corail) et du benthos de substrat meuble. En effet, les effets des phytosanitaires sur les écosystèmes marins sont peu documentés à La Réunion.

2.3 Analyse pression- impact de l'azote

L'azote agricole, sous forme de nitrates, peut avoir comme origine un surplus de la fertilisation minérale ou des amendements organiques.

En effet, les nitrates excédentaires, qui n'ont pas été utilisés par les plantes, et dans une moindre mesure les rejets directs d'effluents d'élevages, peuvent se retrouver par ruissellement et infiltration dans l'eau. La pression potentielle est donc appréciée à partir de l'importance de l'azote lixivié sur les bassins versants liés à une surfertilisation agricole.

Il sera successivement évalué :

- La pression « brute » liée aux apports d'engrais minéraux et de matières fertilisantes organiques ;
- La pression liée à l'azote lixivié transféré des surfaces agricoles vers les masses d'eaux (prise en compte des facteurs pédoclimatiques et des cultures) ;
- l'impact de ces flux d'azote sur la qualité des masses d'eau.

1.1.1 Analyse spatiale des apports en engrais et en matières organiques fertilisantes (Charge azotée)

L'importation d'engrais minéraux sur l'île de 2008 à 2016 est de l'ordre de 25 000 tonnes par an (source douane). Cela représente un apport d'azote environ 5 600 tonnes annuelles sur la sole agricole.

L'apport d'azote organique est estimé à environ 1 120 tonnes d'azote équivalent engrais. Ces quantités sont évaluées à partir de la production des matières organiques des cheptels (Recensement Agricole 2010 et des statistiques agricoles annuelles de 2016), complétées par les apports plus mineurs des écumes de sucrerie et de compost de déchet vert.

Cet apport d'azote sur les parcelles agricoles représente la charge azotée.

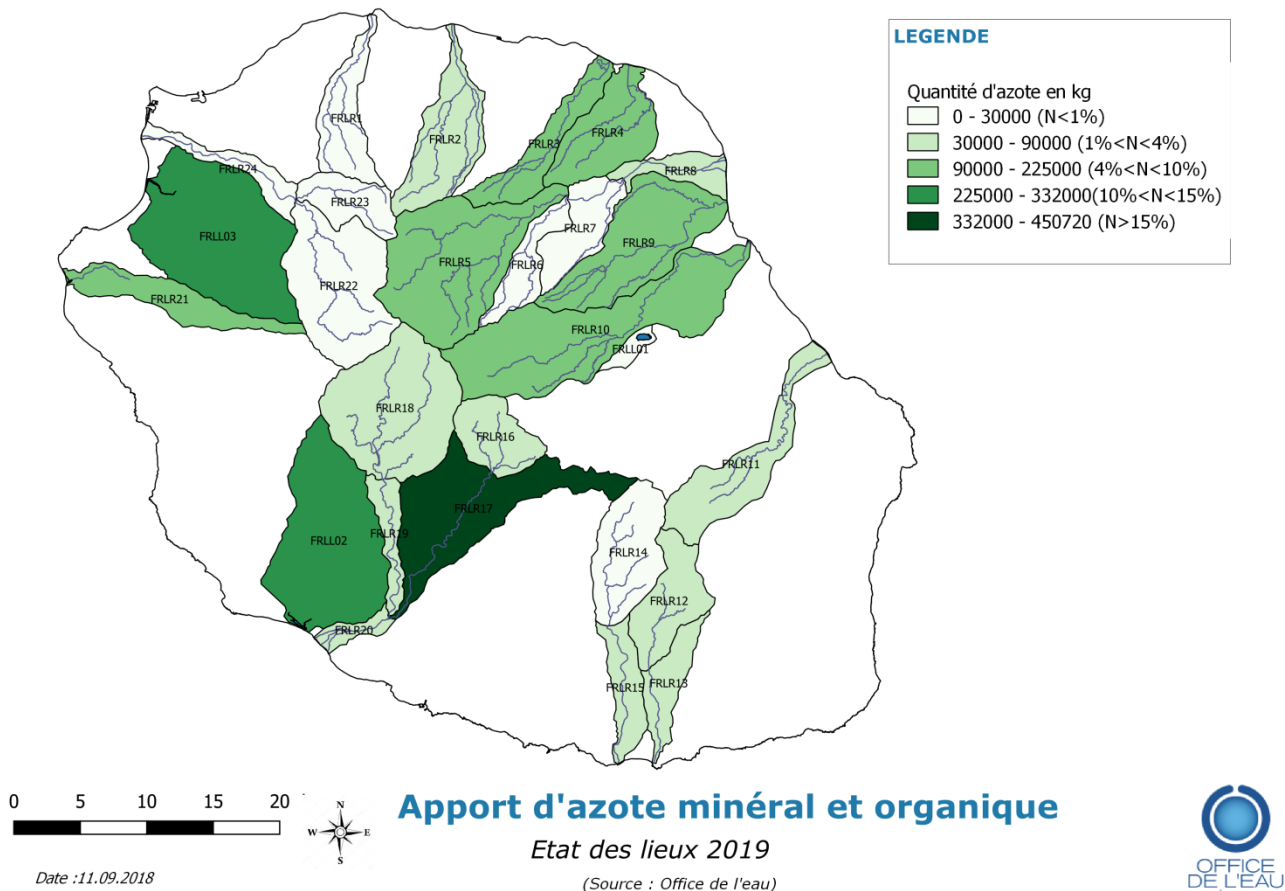


Figure 3: charge azotée d'origine agricole sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

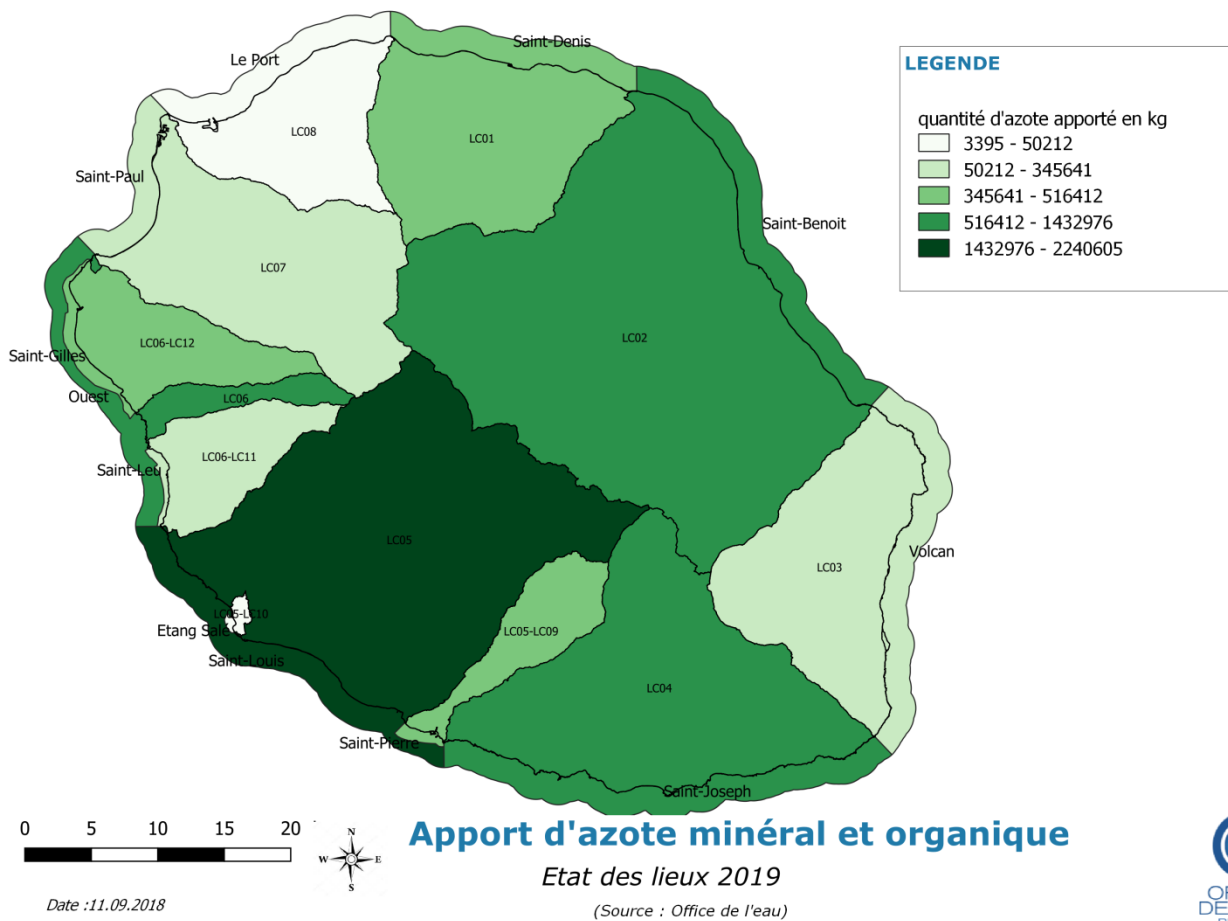
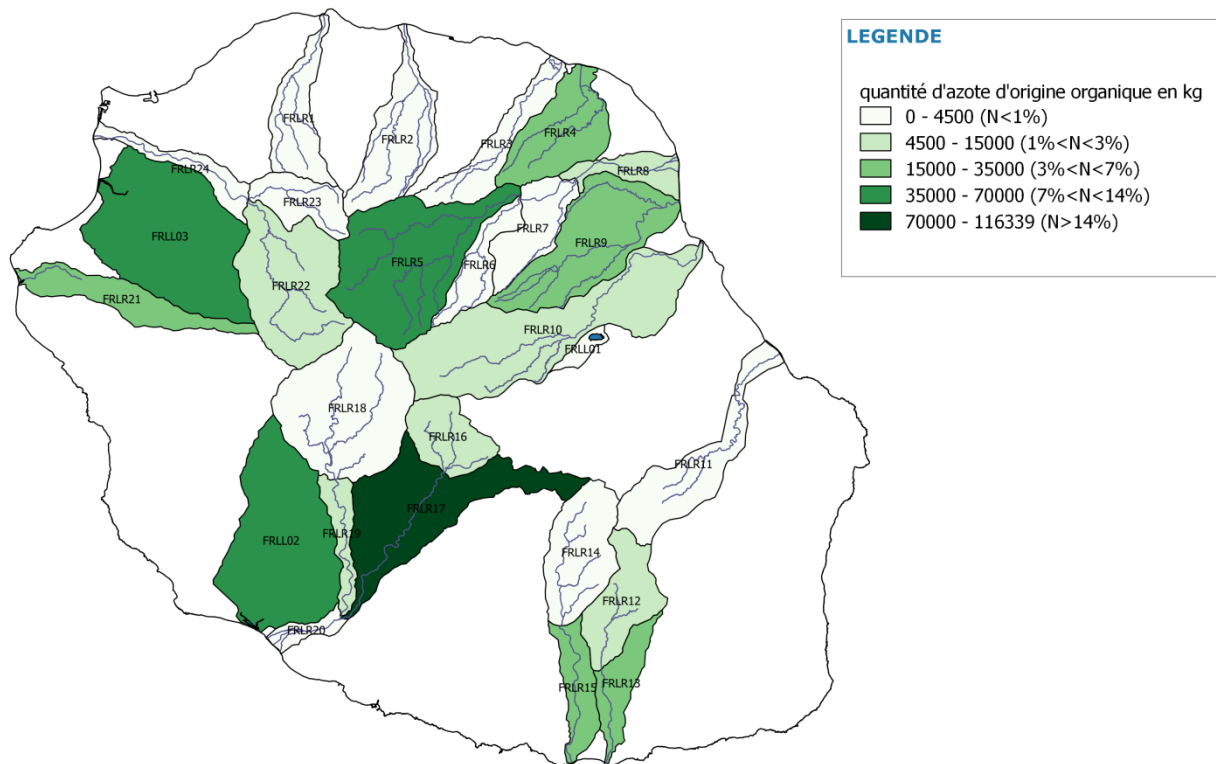


Figure 4 : charge azotée d'origine agricole sur les bassins versants des eaux littorales

Le pourcentage d'azote organique apporté permet de mettre en exergue les bassins versants où l'utilisation des effluents peut être optimisée.

Pour les eaux littorales, c'est principalement les bassins versants du sud et de l'ouest où les apports azotés sont les plus importants.

Pour les eaux continentales, les apports d'origine organique ont été répartis sur les communes où se situent sur les gisements (élevages). En termes de quantité, il s'agit principalement des bassins du Bras de la Plaine pour le secteur du Tampon, du bassin versant de la rivière du mât au cirque de Salazie, du bassin versant de l'étang de Saint-Paul pour les hauts de l'Ouest et de celui de l'étang du Gol pour les secteurs de l'Entre-Deux et Saint-Louis.



0 5 10 15 20



Apport d'azote d'origine organique

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau)

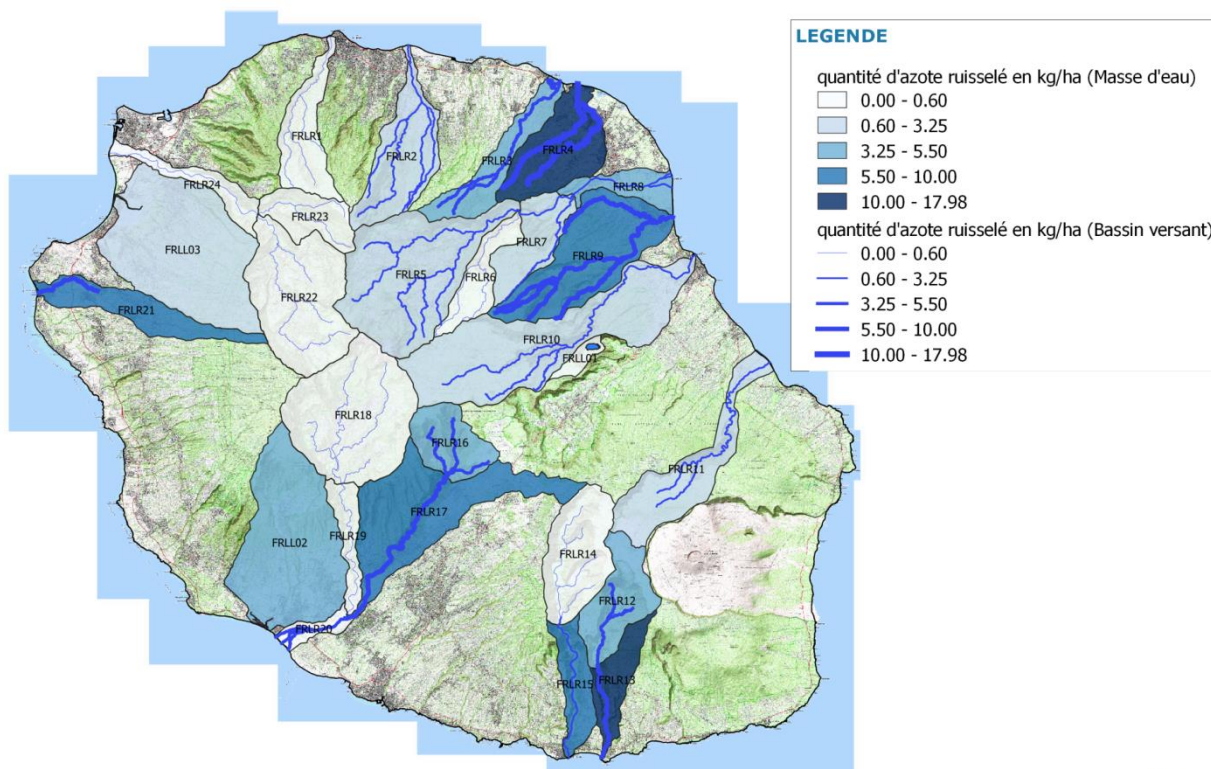


Date : 11.09.2018

Figure 5 : quantité et pourcentage d'azote organique sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

2.3.1 Analyse spatiale de l'azote lixivié

La pression liée à une fertilisation des sols est appréhendée au regard des **surplus** d'azote ruisselés annuellement. Le flux d'azote ruisselé est estimé de manière semi-quantitative. Il permet de déterminer la classe de pression qui s'exerce sur chaque masse d'eau (bassin versant).



Flux d'azote ruisselé par bassin versant

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau, IGN, BGRM)



Date : 12.11.2018

Figure 6 : quantité d'azote ruisselée sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

Code masse d'eau	nom masse d'eau	Quantité estimée d'azote ruisselé en kg/ha	Pression
FRLR01	Rivière Saint Denis	0,02	nulle ou faible
FRLR02	Rivière des Pluies	1,50	modérée
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne	4,62	moyenne
FRLR04	Rivière Saint-Jean	17,98	très forte
FRLR05	Cirque de Salazie	0,99	modérée
FRLR06	Bras de Caverne	0,00	nulle ou faible
FRLR07	Bras des Lianes	1,96	modérée
FRLR08	Rivière du Mat aval	4,36	moyenne
FRLR09	Rivière des Roches	5,95	forte
FRLR10	Rivière des Marsouins	2,16	modérée
FRLR11	Rivière de l'Est	2,69	modérée
FRLR12	Rivière Langevin amont	4,55	moyenne
FRLR13	Rivière Langevin aval	15,33	très forte
FRLR14	Rivière des Remparts amont	0,32	nulle ou faible
FRLR15	Rivière des Remparts aval	7,07	forte
FRLR16	Grand Bassin	5,40	moyenne
FRLR17	Bras de la Plaine	9,88	forte
FRLR18	Cirque de Cilaos	0,01	nulle ou faible
FRLR19	Bras de Cilaos	0,54	nulle ou faible
FRLR20	Rivière Saint-Etienne	0,18	nulle ou faible
FRLR21	Ravine Saint-Gilles	7,26	forte
FRLR22	Cirque de Mafate	0,03	nulle ou faible
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne	0,00	nulle ou faible
FRLR24	Rivière des Galets aval	0,51	nulle ou faible
FRLLO1	Le Grand Etang	0,00	nulle ou faible
FRLLO2	Etang du Gol	3,77	moyenne
FRLLO3	Etang de Saint-Paul	3,24	Modérée

Tableau 6 : pression azote pour les eaux de surface continentales

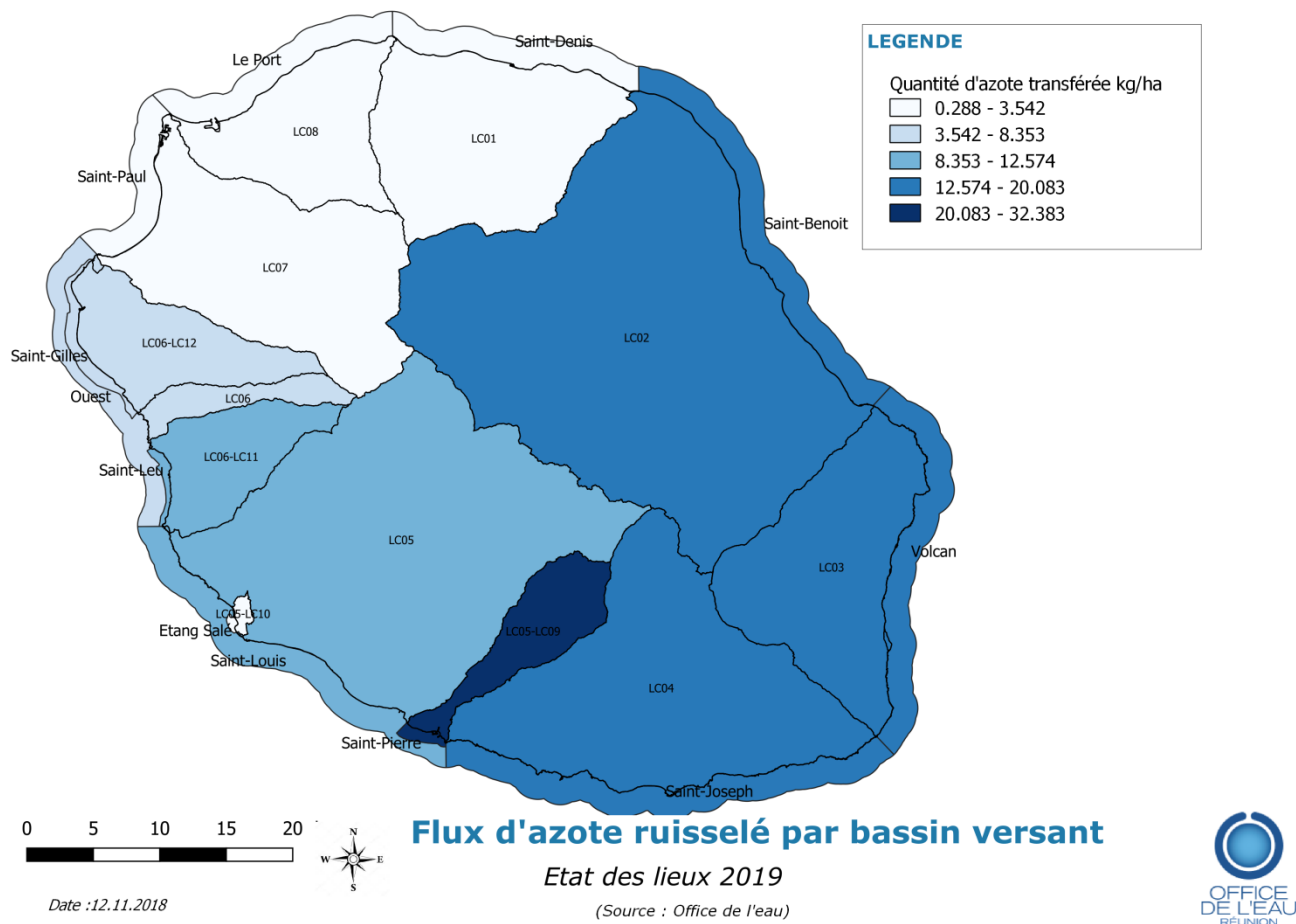


Figure 7 : quantité d'azote ruisselée sur les bassins versants des eaux littorales

Code masse d'eau	nom masse d'eau	Azote transféré en kg/ha	Pression
LC01	Saint-Denis	3,54	nulle ou faible
LC02	Saint-Benoit	16,07	forte
LC03	Volcan	17,17	forte
LC04	Saint-Joseph	20,08	forte
LC05	Saint-Louis	12,57425467	moyenne
LC06	Ouest	8,352673022	modérée
LC07	Saint-Paul	2,36	nulle ou faible
LC08	Le Port	0,29	nulle ou faible
LC09	Saint-Pierre	32,38	très forte
LC10	Etang Salé	0,32	nulle ou faible
LC11	Saint-Leu	11,61	moyenne
LC12	Saint-Gilles	7,1	modérée

Tableau 7 : pression azote pour les eaux littorales

2.3.2 Analyse des impacts de l'azote sur les cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition

Les impacts de la charge azotée s'analysent à l'échelle de la masse d'eau, en considérant les apports potentiels des bassins versants et masses d'eau situés en amont.

Pour les cours d'eau et les étangs, l'impact des apports d'azote est contrasté à l'échelle de l'île.

Globalement la concentration en nitrate est faible avec peu d'impact sur les cours d'eau.

Cependant, des apports anthropiques avec des incidences potentielles et localisées sur la qualité écologique sont observés sur les masses d'eau suivantes :

FRLR04 – Rivière Saint-Jean
FRLR05 – Cirque de Salazie
FRLR08 – Rivière du Mât aval
FRLR17 – Bras de la Plaine
FRLR20 – Rivière Saint-Etienne
FRLR21 – Ravine Saint-Gilles
FRLL02 – L'Etang du Gol
FRLL03 – L'Etang de Saint-Paul

L'analyse des impacts sur chaque masse d'eau est précisée ci-dessous :

FRLR01 – Rivière Saint-Denis

La pression générée par l'azote d'origine agricole est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique peu marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif.

FRLR02 – Rivière des Pluies

La pression générée par l'azote d'origine agricole est modérée. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif.

FRLR03 – Rivière Sainte-Suzanne

La pression générée par l'azote d'origine agricole est moyenne. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique peu marquée. Toutefois, la présence chronique de phytosanitaires en aval du cours d'eau laisse supposer des apports en azote. L'impact est inconnu sur l'écosystème mais non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLR04 – Rivière Saint-Jean

La pression générée par l'azote d'origine agricole est très forte. L'enrichissement de la masse d'eau est mineur avec toutefois des incidences ponctuelles sur l'état écologique. En effet, l'indice diatomée présente un état moyen sur une année de suivi. La présence chronique de phytosanitaires indique des apports d'azote d'origine agricole. Cela laisse apparaître un impact avéré sur l'écosystème et un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLR05 – Cirque de Salazie

La pression générée par l'azote d'origine agricole est modérée. L'enrichissement de la masse d'eau est mineur et l'incidence sur l'état écologique peu marquée. Toutefois, la présence régulière de phytosanitaires, la présence de sources à très forte concentration en nitrate et les zones d'élevage intensif, laissent supposer des apports en azote dont l'impact est inconnu sur l'écosystème et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLR06 – Bras de Caverne

La pression générée par l'azote d'origine agricole est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé. Bien que l'état écologique n'est pas connu en absence de suivi, l'impact sur le milieu est faible voire nul et non significatif.

FRLR07 – Bras des lianes

La pression générée par l'azote d'origine agricole est modérée. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marqué. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE. Cependant, une partie de la masse d'eau est constituée de la rivière du Mât sur son cours médian. Cette partie médiane reçoit les pressions issues de la masse d'eau FRLR05 cirque de Salazie, dont l'impact est inconnu.

FRLR08 – Rivière du Mât aval

La pression générée par l'azote d'origine agricole est moyenne. L'enrichissement de la masse d'eau en azote est faible avec toutefois des incidences ponctuelles sur l'état écologique. En effet, l'indice diatomée présente un état moyen sur une année de suivi. Cela laisse apparaître un impact avéré sur l'écosystème et un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLR09 – Rivière des Roches

La pression générée par l'azote d'origine agricole est forte. Toutefois, l'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée, probablement dû à la pluviométrie et aux grandes surfaces naturelles du bassin. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR10 – Rivière des Marsouins

La pression générée par l'azote est modérée. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR11 – Rivière de l'Est

La pression générée par l'azote est modérée. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR12 – Rivière Langevin Amont

La pression générée par l'azote est moyenne et proviendrait principalement du secteur de Grand Coude. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR13 – Rivière Langevin Aval

La pression générée par l'azote est très forte. Cependant l'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée probablement en raison d'effet de dilution important. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR14 – Rivière des Rempart Amont

La pression générée par l'azote est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique inconnu en l'absence de suivi. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif.

FRLR15 – Rivière des Rempart Aval

La pression générée par l'azote est forte. Cependant l'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique est non marquée. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR16 – Grand Bassin

La pression générée par l'azote est moyenne et les apports mineurs proviennent principalement de prairie de la Plaine des Cafres. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique est non marquée. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR17 – Bras de la Plaine

La pression générée par l'azote est forte. L'enrichissement de la masse d'eau en azote est mineur et l'incidence sur l'état écologique est non marquée. L'impact sur l'écosystème est par conséquent inconnu et un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE est possible.

FRLR18 – Cirque de Cilaos

La pression générée par l'azote est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique est non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif.

FRLR19 – Bras de Cilaos

La pression générée par l'azote est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique est non marquée. L'impact sur le milieu est faible ou nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR20 – Rivière Saint-Etienne

La pression générée par l'azote d'origine agricole est faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé, toutefois des incidences ponctuelles sur l'état écologique sont constatées. En effet, l'indice diatomée présente un état moyen sur une année de suivi. La masse d'eau « Bras de la Plaine » qui est un affluent peut générer des apports sur la masse d'eau. La dégradation ponctuelle des diatomées sous-tend un impact avéré sur l'écosystème et un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLR21 - Ravine Saint-Gilles

La pression générée par l'azote d'origine agricole est forte. L'enrichissement de la masse d'eau en nitrate est important et dégrade la qualité écologique. En effet, la ravine Saint-Gilles est la seule masse d'eau dont les communautés de diatomées apparaissent dégradées sur 3 années de suivi consécutives. L'impact est fort et avéré sur l'écosystème. Des phytosanitaires sont ponctuellement retrouvés. L'impact de l'agriculture est fort et significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE. Toutefois, il existe également un apport de nitrate issu de l'assainissement non collectif.

FRLR22 – Cirque de Mafate

La pression générée par l'azote est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR23 – Bras Sainte-Suzanne

La pression générée par l'azote est nulle. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR24 – Rivière des Galets aval

La pression générée par l'azote est nulle ou faible. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marquée. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLLO1 – Grand Etang

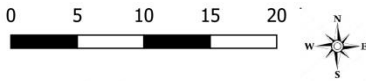
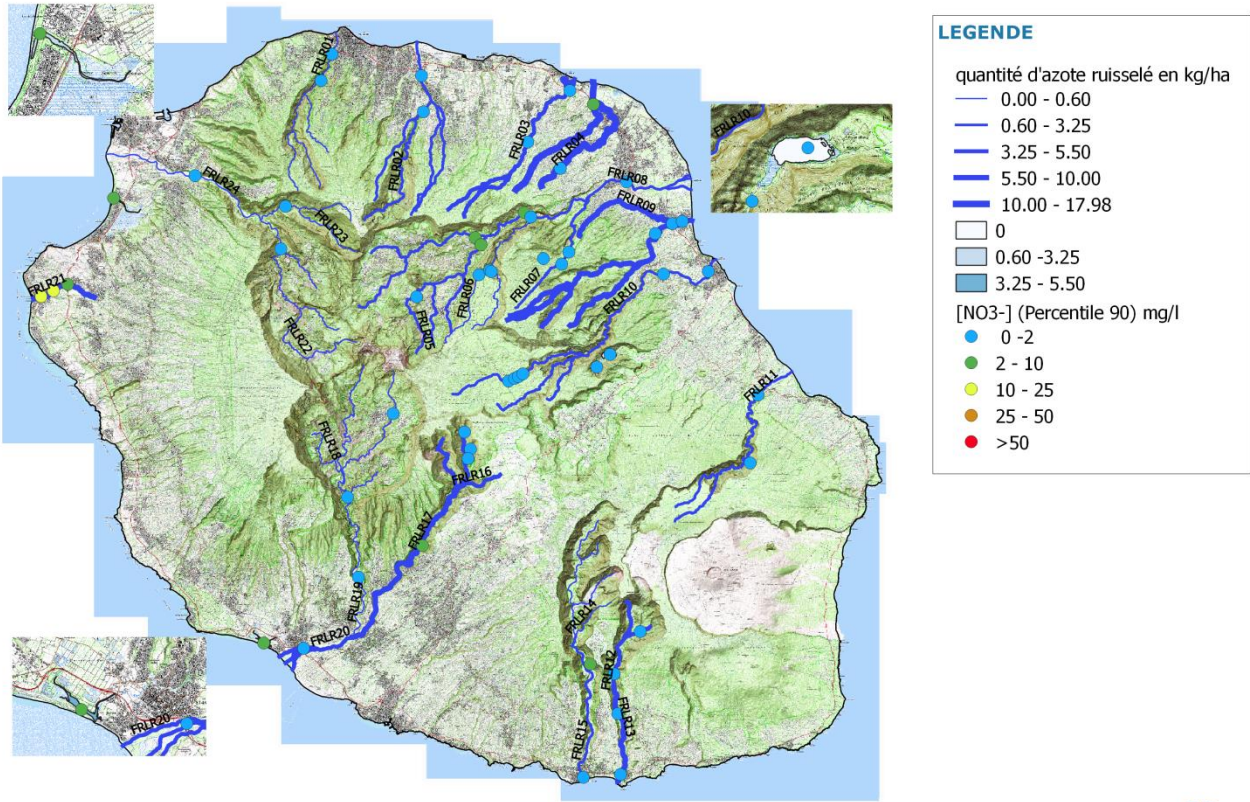
La pression générée par l'azote est nulle. L'enrichissement de la masse d'eau en azote n'est pas relevé et l'incidence sur l'état écologique non marqué. L'impact sur le milieu est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLLO2 – Etang du Gol

La pression générée par l'azote est moyenne. L'étang présente un enrichissement azoté (nitrate, nitrite, ammonium) important et une forte dégradation de l'écosystème. Malgré des apports issus de la station d'épuration, la présence chronique de phytosanitaires, notamment de Glyphosate et son métabolite à des teneurs importantes, permet de conclure à des apports conséquents de nutriments issus également de l'agriculture. Ces derniers ont un impact fort sur l'écosystème et significatif au titre de la DCE.

FRLLO3 – Etang de Saint-Paul

La pression générée par l'azote est modérée. L'étang présente un enrichissement en azote et une dégradation modérée de l'écosystème. La présence épisodique de phytosanitaires permet de conclure à des apports d'azote mais dont l'impact reste inconnu et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.



Analyse Pressions Impacts Nitrates

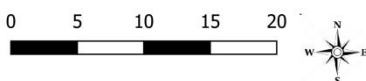
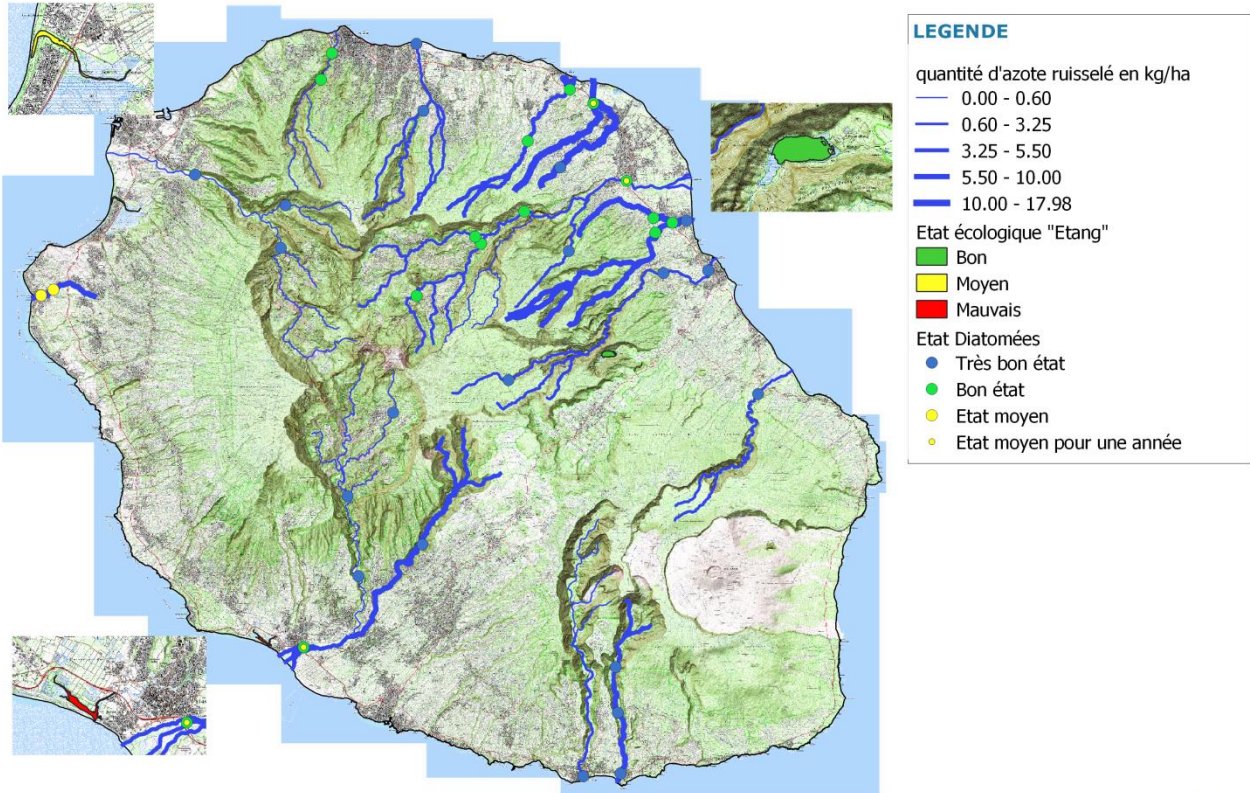
Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau, IGN, BGRM)



Date : 12.11.2018

Figure 8 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)



Analyse Pressions Impacts Ecologie

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau, IGN, BGRM)



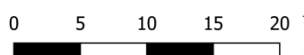
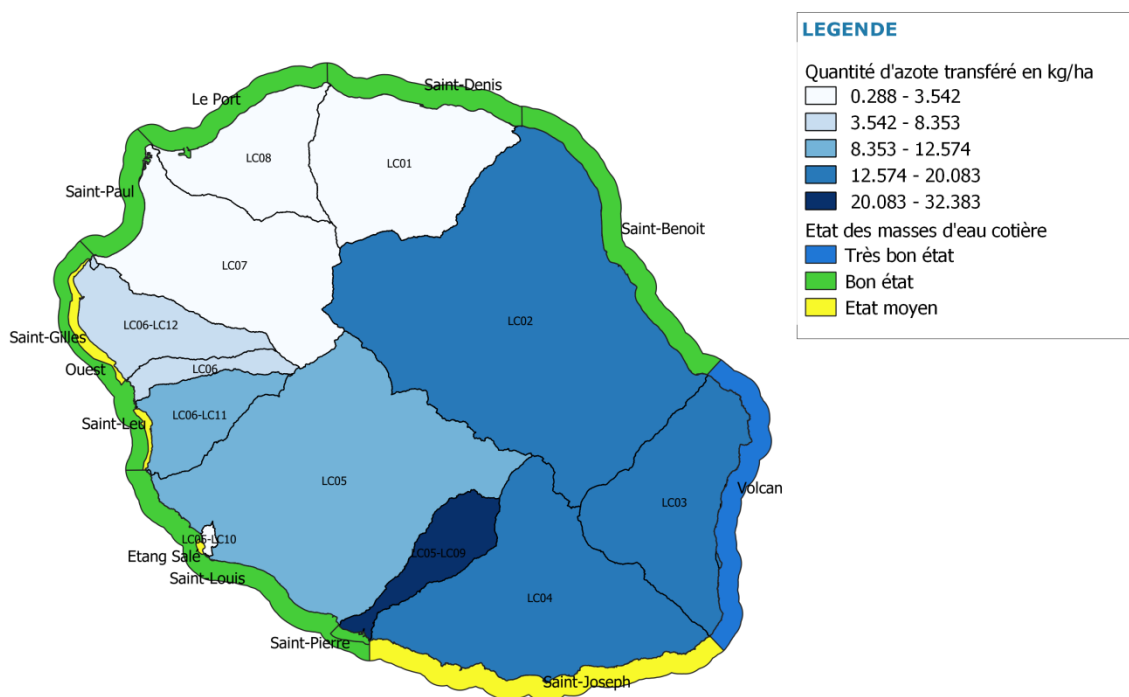
Date : 12.11.2018

Figure 9 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

2.3.3 Analyse des impacts de l'azote sur les eaux littorales : mise en relief des pressions par rapport à la qualité des écosystèmes

Pour les eaux littorales, les pressions s'exercent principalement sur les façades Est et Sud-Ouest.

Or, les masses d'eau qui présentent des états dégradés sont les récifs de Saint-Gilles à l'Étang-Salé qui ont une forte sensibilité et la masse d'eau littorale de Saint-Joseph. Par ailleurs, le récif de Saint-Pierre qui fait l'objet d'une très forte pression est à contrario en bon état.



Analyse Pressions Impacts Ecologie

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau)



Date : 12.11.2018

Figure 10 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants eaux littorales

FRLC01 – Masse d'eau littorale de Saint-Denis

La pression générée par l'azote est faible. La masse d'eau est en bon état mais présente une station « sentinelle » où l'indicateur du benthos de substrat meuble est dégradé et des détections de phytosanitaires observées. L'impact de l'azote agricole est jugé inconnu sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC02 – Masse d'eau littorale de Saint-Benoit

La pression générée par l'azote est forte. La masse d'eau est en bon état. L'impact de l'azote agricole est jugé faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLC03 – Masse d'eau littorale du Volcan

La pression générée par l'azote est forte. La masse d'eau est en bon état. L'impact de l'azote agricole est jugé faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLC04 – Masse d'eau littorale de Saint-Joseph

La pression générée par l'azote d'origine agricole est forte. La masse d'eau est dégradée par l'indicateur du benthos de substrat meuble qui montre un déséquilibre de la faune habitant les fonds sableux. Les causes de cette dégradation peuvent être multiples, des études réalisées par l'Université de la Réunion sont en cours afin de déterminer leurs origines. L'impact de

l'agriculture est par conséquent jugé inconnu sur l'écosystème et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC05 – Masse d'eau littorale de Saint-Louis

La pression générée par l'azote est moyenne. La masse d'eau est en bon état mais présente une station « sentinelle » où l'indicateur du benthos de substrat meuble est dégradé. L'impact de l'azote agricole est jugé inconnu sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC06 – Masse d'eau littorale de l'Ouest

La pression générée par l'azote est modérée. La masse d'eau est en bon état. Elle se situe à l'arrière des masses d'eau de récifale de Saint-Gilles et Saint-Leu qui sont dégradées. L'impact de l'azote agricole est jugé inconnu et non significatif au titre de la DCE.

FRLC07 – Masse d'eau littorale de Saint-Paul

La pression générée par l'azote est faible. La masse d'eau est en bon état. L'impact de l'azote agricole est jugé faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLC08 – Masse d'eau littorale du Port

La pression générée par l'azote est faible. La masse d'eau est en bon état. L'impact de l'azote agricole est jugé faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLC09 – Masse d'eau récifale de Saint-Pierre

La pression générée par l'azote d'origine agricole est très forte. Toutefois, la masse d'eau récifale est en bon état. L'analyse des activités sur le bassin versant de la masse d'eau indique des sources multiples de pression. Malgré des pressions importantes, le fort hydrodynamisme de ce lagon avec un brassage et un apport d'eau venant du large permet à cette masse d'eau d'être en bon état.

FRLC10 – Masse d'eau récifale Etang-Salé

La pression générée par l'azote d'origine agricole est faible. Cependant la masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations du fait d'un enrichissement nutritif. L'analyse des activités sur le bassin versant de la masse d'eau indique de multiples apports en nutriment en faible quantité. L'état du lagon peut avoir comme origine le cumul des pressions exercées sur le bassin versant ou des pressions issues d'autre bassin versant venant impacter la masse d'eau. L'impact de l'azote d'origine agricole est par conséquent inconnu et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC11 – Masse d'eau récifale Saint-Leu

La pression générée par l'azote d'origine agricole est moyenne. La masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations du fait d'un enrichissement nutritif. L'analyse des activités sur le bassin versant indique des sources multiples de nutriments. Aussi, l'impact de l'agriculture est inconnu sur l'écosystème et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

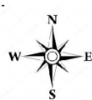
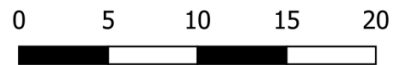
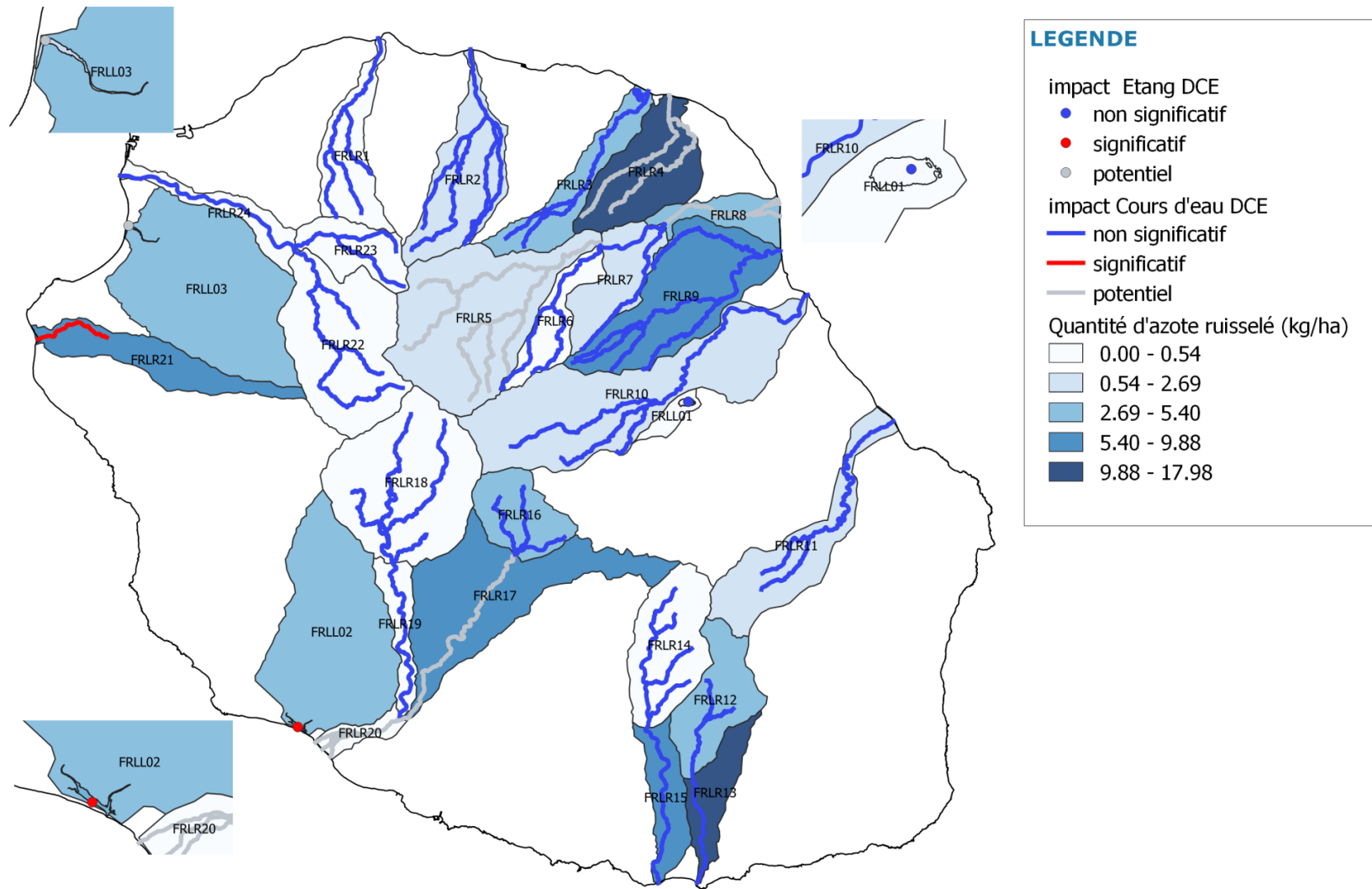
FRLC12 – Masse d'eau récifale de Saint-Gilles

La pression générée par l'azote d'origine agricole est modérée. La masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations du fait d'un enrichissement nutritif. Les études récentes indiquent une origine des pressions actuelles, issues d'une part de l'assainissement non collectif et d'autre part et dans une moindre mesure de l'agriculture, avec notamment la présence de phytosanitaires. Cela traduit un impact avéré de l'agriculture dont l'incidence réel sur l'écosystème est inconnue. Un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE est suspecté.

2.4 Synthèse des pressions et impacts de l'azote sur les eaux de surface

Code masse d'eau	nom masse d'eau	Pression	Etat écologique	Présence de phytosanitaires	Sensibilité et Impact écologique (Bassin)	Impact DCE
FRLR01	Rivière Saint-Denis	nulle ou faible	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR02	Rivière des Pluies	modérée	Diatomée bon état	régulière	nul ou faible	non significatif
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne	moyenne	Diatomée bon état	chronique	inconnu	non significatif
FRLR04	Rivière Saint-Jean	très forte	Diatomée ponctuellement altérée	chronique	moyen	potentiel
FRLR05	Cirque de Salazie	modérée	Diatomée bon état	régulière	inconnu	potentiel
FRLR06	Bras de Caverne	nulle ou faible	Inconnu	absence	nul ou faible	non significatif
FRLR07	Bras des Lianes	modérée	Diatomée bon état	inconnue	nul ou faible	non significatif
FRLR08	Rivière du Mat aval	moyenne	Diatomée ponctuellement altérée	régulière	moyen	potentiel
FRLR09	Rivière des Roches	forte	Diatomée bon état	chronique	nul ou faible	non significatif
FRLR10	Rivière des Marsouins	modérée	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR11	Rivière de l'Est	modérée	Diatomée bon état	absence	nul ou faible	non significatif
FRLR12	Rivière Langevin amont	moyenne	Diatomée bon état	absence	nul ou faible	non significatif
FRLR13	Rivière Langevin aval	très forte	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR14	Rivière des Remparts amont	nulle ou faible	Inconnu	inconnue	nul ou faible	non significatif
FRLR15	Rivière des Remparts aval	forte	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR16	Grand Bassin	moyenne	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR17	Bras de la Plaine	forte	Diatomée bon état	ponctuelle	inconnu	potentiel
FRLR18	Cirque de Cilaos	nulle ou faible	Diatomée bon état	ponctuelle	nul ou faible	non significatif
FRLR19	Bras de Cilaos	nulle ou faible	Diatomée bon état	inconnue	nul ou faible	non significatif
FRLR20	Rivière Saint-Etienne	nulle ou faible	Diatomée ponctuellement altérée	ponctuelle	inconnu	potentiel
FRLR21	Ravine Saint-Gilles	forte	Diatomée altérée	ponctuelle	fort	significatif
FRLR22	Cirque de Mafate	nulle ou faible	Diatomée bon état	inconnue	nul ou faible	non significatif
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne	nulle ou faible	Diatomée bon état	inconnue	nul ou faible	non significatif
FRLR24	Rivière des Galets aval	nulle ou faible	Diatomée bon état	absence	nul ou faible	non significatif
FRLLO1	Le Grand Etang	nulle ou faible	Bon	absence	nul ou faible	non significatif
FRLLO2	Etang du Gol	moyenne	déséquilibre écologique important	chronique	fort	significatif
FRLLO3	Etang de Saint-Paul	modérée	déséquilibre écologique moyen	ponctuelle	inconnu	potentiel

Tableau 8 : synthèse des pressions et des impacts sur les eaux de surface continentales



Bilan Pressions Impacts Azote

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau, IGN, BGRM)

Date : 12.11.2018

Figure 11 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs



Code masse d'eau	nom masse d'eau	Pression	Etat écologique	Présence de phytosanitaires	Sensibilité et Impact écologique (Bassin)	Impact DCE
FRLC01	Saint-Denis	nulle ou faible	benthos de substrat meuble dégradé à la côte	apport constaté	inconnu	non significatif
FRLC02	Saint-Benoit	forte	Bon	pas d'apport constaté	nul ou faible	non significatif
FRLC03	Volcan	forte	Bon	pas d'apport constaté	nul ou faible	non significatif
FRLC04	Saint-Joseph	forte	benthos de substrat meuble dégradé	pas d'apport constaté	inconnu	potentiel
FRLC05	Saint-Louis	moyenne	benthos de substrat meuble dégradé à la côte	pas d'apport constaté	inconnu	non significatif
FRLC06	Ouest	modérée	Bon	pas d'apport constaté	inconnu	non significatif
FRLC07	Saint-Paul	nulle ou faible	Bon	pas d'apport constaté	nul ou faible	non significatif
FRLC08	Le Port	nulle ou faible	Bon	pas d'apport constaté	nul ou faible	non significatif
FRLC09	Saint-Pierre	très forte	Bon	pas d'apport constaté	inconnu	non significatif
FRLC10	Etang Salé	nulle ou faible	Benthos de substrat dur dégradé	apport constaté	inconnu	non significatif
FRLC11	Saint-Leu	moyenne	Benthos de substrat dur dégradé	pas d'apport constaté	inconnu	potentiel
FRLC12	Saint-Gilles	modérée	Benthos de substrat dur dégradé	apport constaté	inconnu	Potentiel

Tableau 9 : synthèse des pressions et des impacts sur les eaux littorales

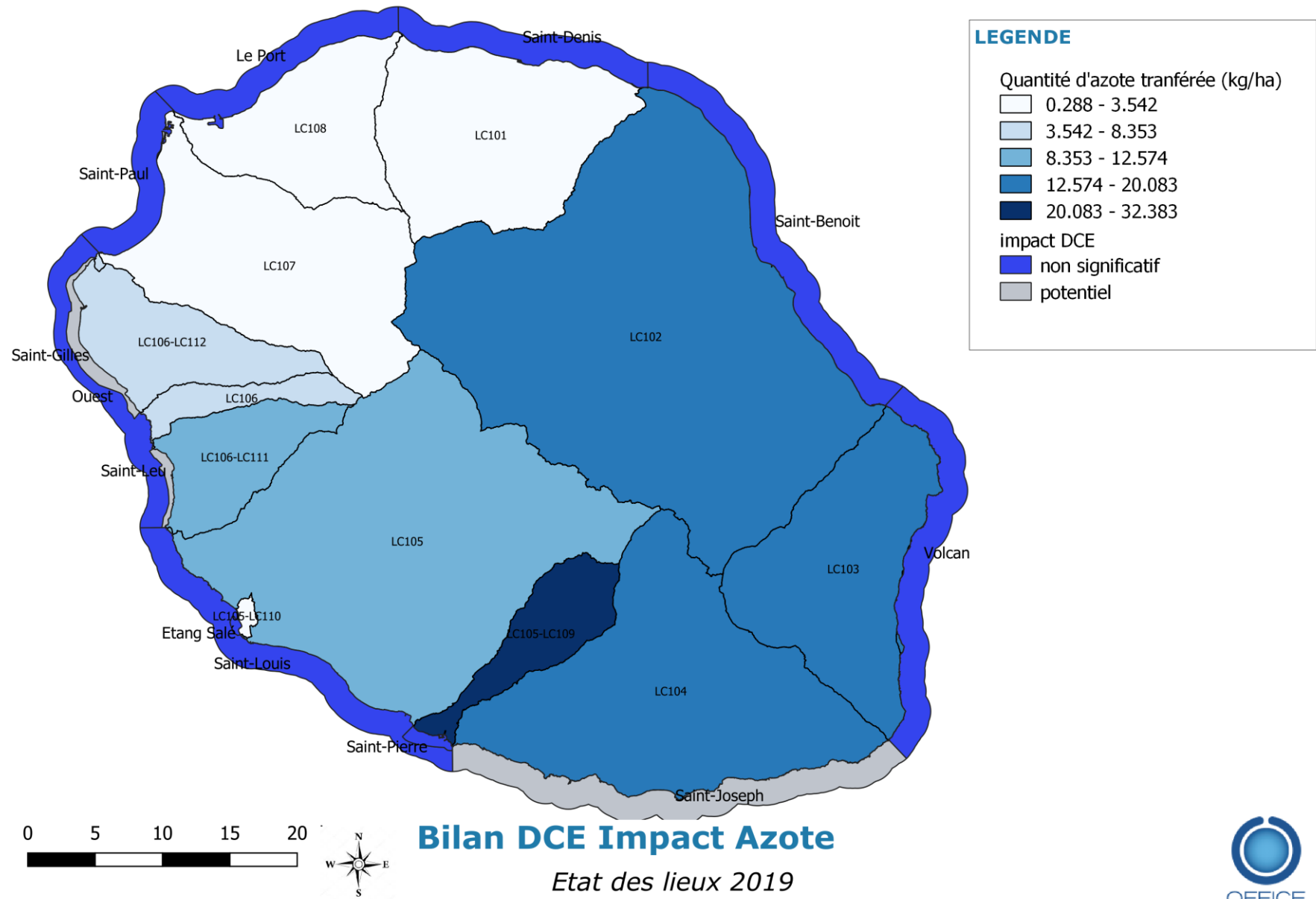


Figure 12 : Bilan d'impacts DCE sur les bassins versants des eaux littorales

2.5 Analyse Pressions – impacts des Phytosanitaires

Le transfert des phytosanitaires est évalué en considérant les processus de dégradation des molécules et de leur rétention selon les types de sol. Ces processus déterminent la quantité mobilisable de chaque pesticide, qui est ensuite transféré sous l'effet de la pluie et de l'irrigation vers les masses d'eau.

La somme de quantités transférées sur les bassins versants donne une grandeur représentative de la pression phytosanitaire à l'échelle de chaque masse d'eau.

Il sera successivement évalué :

- La pression « brute » liée aux apports de phytosanitaires (en fonction de la catégorie de culture faite sur les surfaces agricoles) ;
- La pression liée aux phytosanitaires transférés des surfaces agricoles vers les masses d'eaux (prise en compte des facteurs pédoclimatiques et des caractéristiques des substances) ;
- L'évaluation de l'impact sur les masses d'eau par rapport à la présence et aux concentrations de ces substances dans l'eau.

2.5.1 Analyse spatiale des apports en phytosanitaires

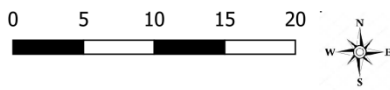
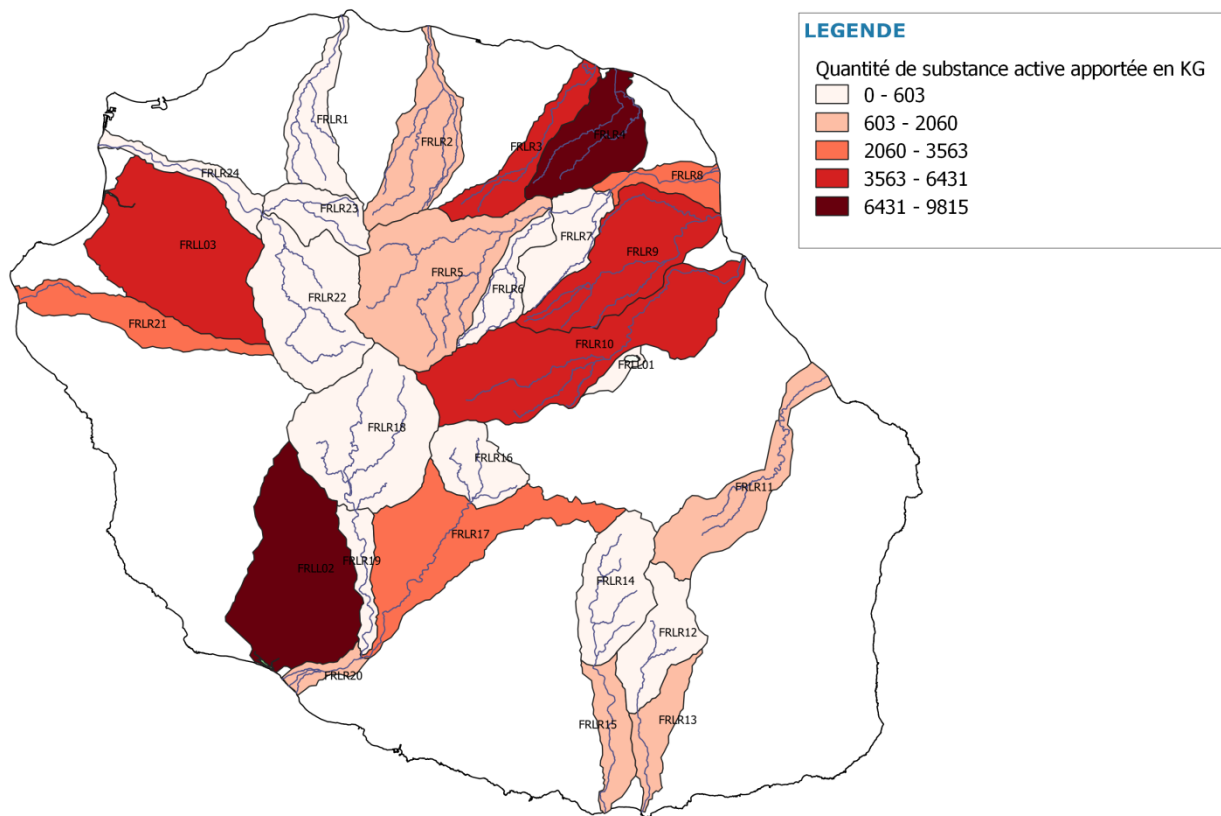
L'utilisation de phytosanitaires sur l'île de 2010 à 2016 est de l'ordre de 206 tonnes de substances actives par an (source : Banque Nationale des Ventes des distributeurs, BNV-d) dont environ 17% sont représentés par des produits commerciaux dont l'emploi est autorisé dans les jardins (EAJ).

En 2015, 200 tonnes de substances actives, dont 12% d'EAJ, ont été distribuées à La Réunion.

L'analyse des pressions en phytosanitaires se base sur une sélection de 67 substances actives qui ont été vendues en 2015. Les pesticides dont la masse cumulée représente 95% de la masse totale de pesticides importés (19 substances), complétés par des substances dites toxiques (32 substances), des substances servant à l'évaluation de l'état des eaux de surface et celles déjà retrouvées dans les eaux de la Réunion (16 substances). Le total représente 164 tonnes de substances actives.

Sur la base des hypothèses de répartition des phytosanitaires par type de culture, la canne à sucre est la principale culture consommatrice d'intrant, avec des utilisations de l'ordre de 132 tonnes quasi-exclusives d'herbicides. Le maraichage et les vergers représentent une utilisation respective de 23 et 9 tonnes de phytosanitaires de tout type (herbicides, fongicides, insecticides).

Les bassins versants où l'utilisation de phytosanitaires serait le plus important sont ceux de la zone Est et des étangs du Gol et de Saint-Paul.



Apport de phytosanitaires

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau)



Date : 17.01.2019

Figure 13 : apport de phytosanitaires sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

Pour les eaux littorales, les bassins versant des masses de Saint-Benoît, de Saint-Louis et de Saint-Joseph, représentent les plus grandes utilisations de phytosanitaires.

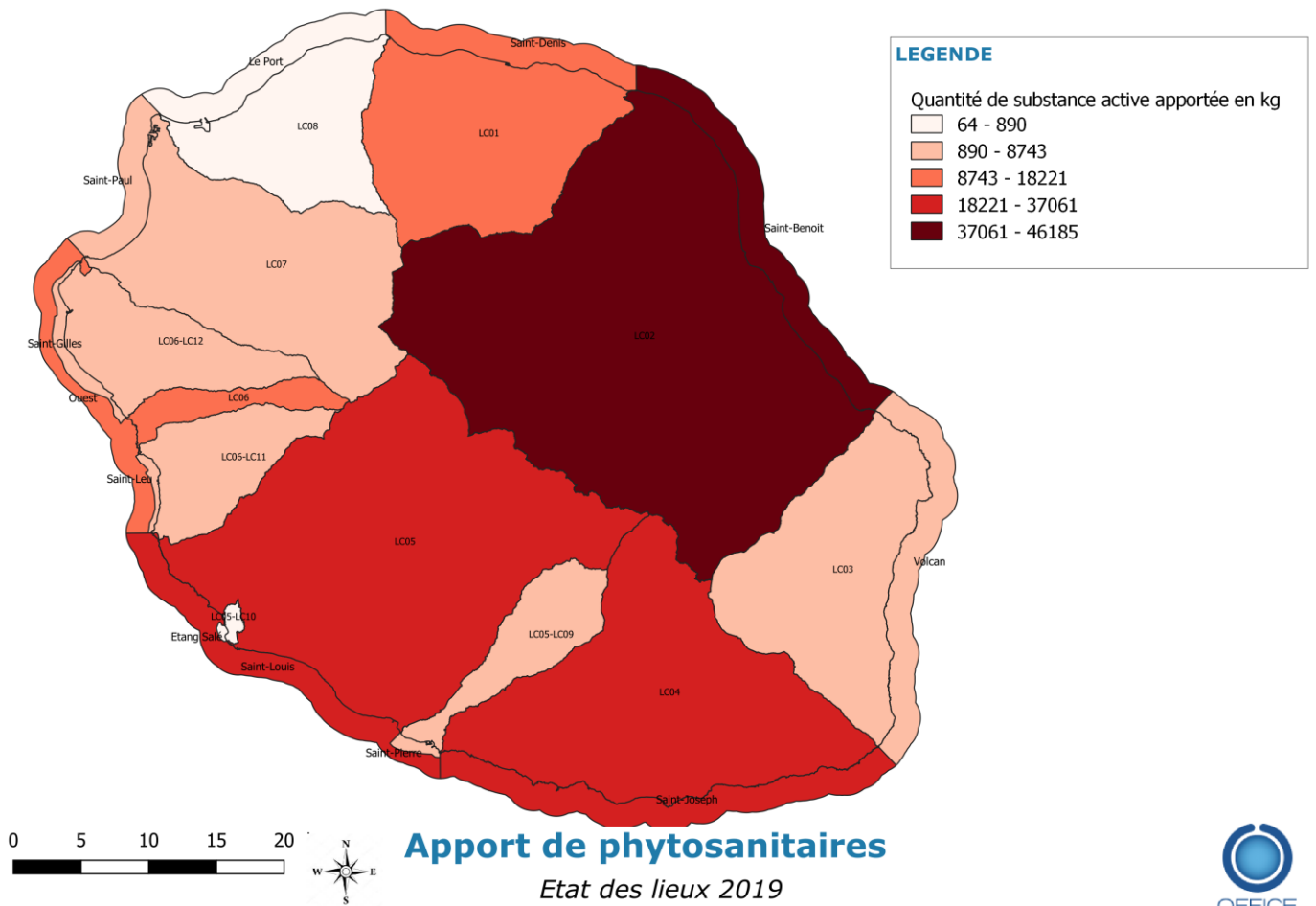
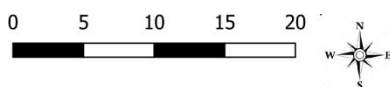
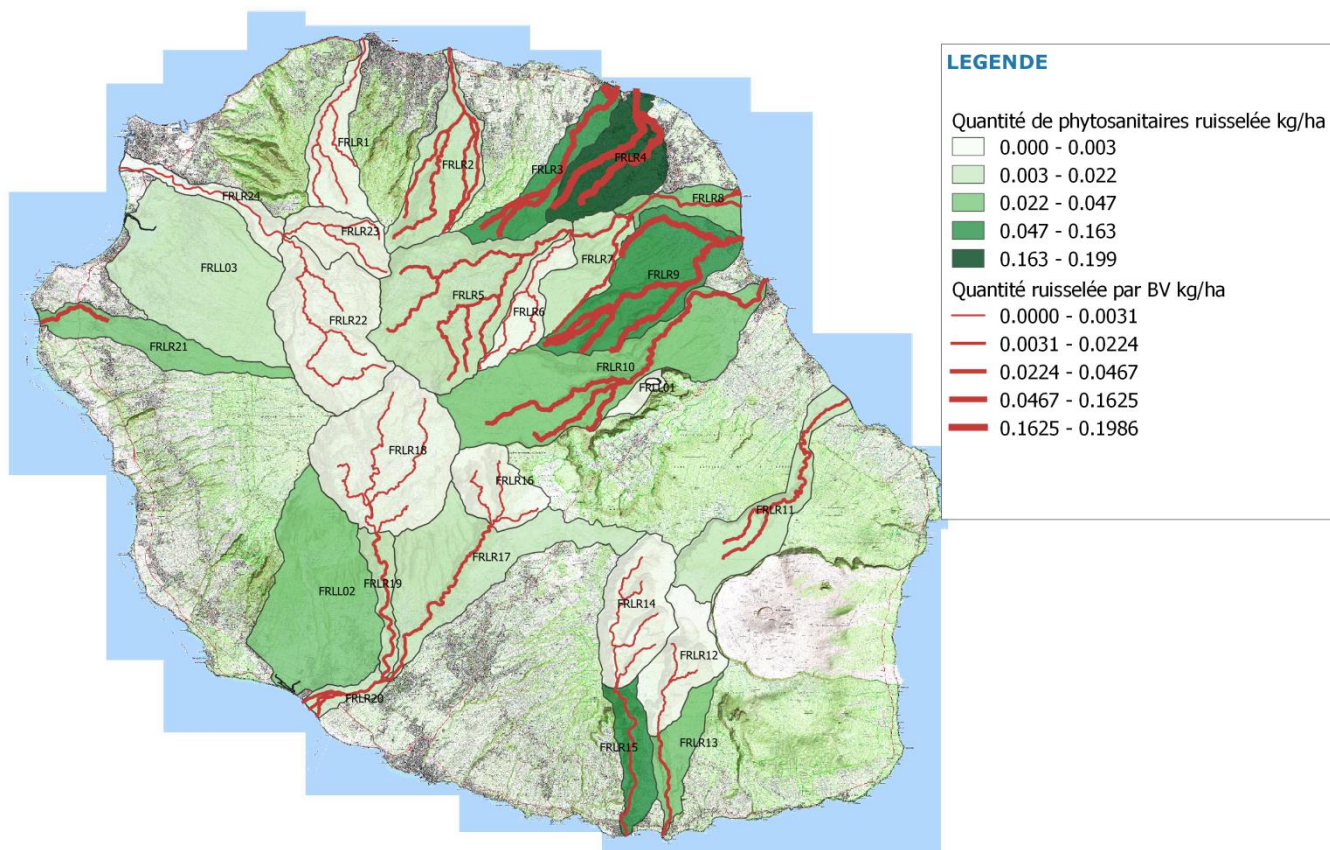


Figure 14 : apport de phytosanitaires sur les bassins versants des eaux littorales

2.5.2 Analyse spatiale des phytosanitaires lixiviés

La pression potentielle des phytosanitaires est appréhendée au regard des flux ruisselés ou transférés annuellement. Le flux et la pression sont évalués à l'échelle des masses d'eau.



Date :12.11.2018

Phytosanitaires ruisselés

Etat des lieux 2019

(Source : Office de l'eau, BRGM, IGN)



Figure 15 : quantité de phytosanitaires ruisselée sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

Les secteurs les moins pluvieux de l'ouest profitent de phénomènes de transferts amoindris. Les zones subissant le plus de pression liée au phytosanitaires restent celles du sud et de l'est.

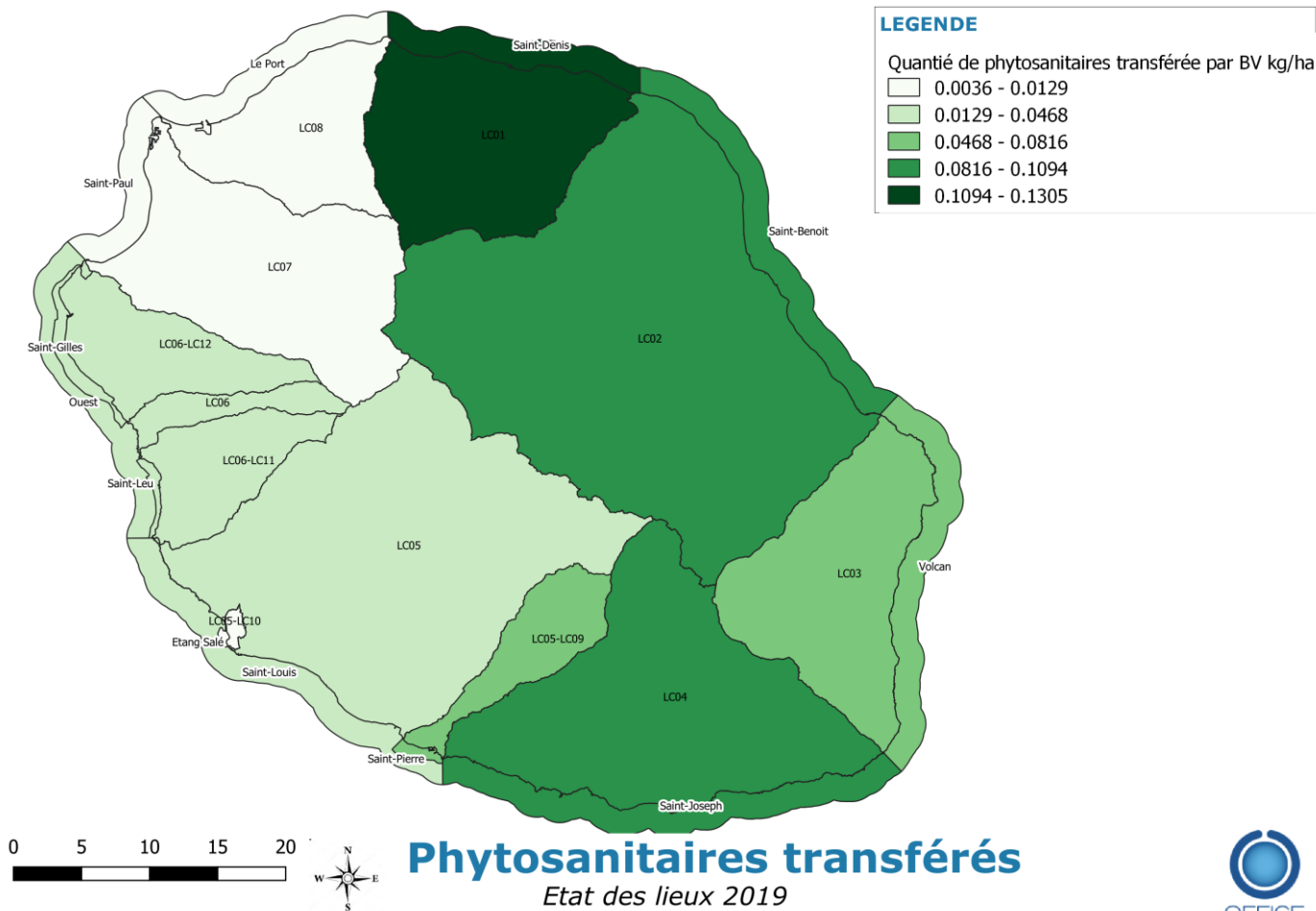
Pour rappel, les classes de pression Phytosanitaires sont les suivantes :

Pression	Quantité transférée aux cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition en kg/ha	Quantité transférée eaux littorales en kg/ha
nulle ou faible	0 - 0,003	0,0036 - 0,0129
modérée	0,003 - 0,022	0,0129 - 0,0468
moyenne	0,022 - 0,047	0,0468 - 0,0816
Forte	0,047 - 0,163	0,0816 - 0,1094
Très forte	0,163 - 0,199	0,1094 - 0,1305

Tableau 10 : classes de pression phytosanitaires pour les eaux de surface

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Quantité estimée de phytosanitaires ruisselés en kg/ha	Pression
FRLR01	Rivière Saint Denis	0,0002	nulle ou faible
FRLR02	Rivière des Pluies	0,0080	modérée
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne	0,1625	forte
FRLR04	Rivière Saint-Jean	0,1986	très forte
FRLR05	Cirque de Salazie	0,0092	modérée
FRLR06	Bras de Caverne	0,0001	nulle ou faible
FRLR07	Bras des Lianes	0,0224	modérée
FRLR08	Rivière du Mat aval	0,0467	moyenne
FRLR09	Rivière des Roches	0,0649	forte
FRLR10	Rivière des Marsouins	0,0344	moyenne
FRLR11	Rivière de l'Est	0,0100	modérée
FRLR12	Rivière Langevin amont	0,0007	nulle ou faible
FRLR13	Rivière Langevin aval	0,0427	moyenne
FRLR14	Rivière des Remparts amont	0,0001	nulle ou faible
FRLR15	Rivière des Remparts aval	0,0571	forte
FRLR16	Grand Bassin	0,0003	nulle ou faible
FRLR17	Bras de la Plaine	0,0110	modérée
FRLR18	Cirque de Cilaos	0,0031	nulle ou faible
FRLR19	Bras de Cilaos	0,0095	modérée
FRLR20	Rivière Saint-Etienne	0,0112	modérée
FRLR21	Ravine Saint-Gilles	0,0340	modérée
FRLR22	Cirque de Mafate	0,0000	nulle ou faible
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne	0,0000	nulle ou faible
FRLR24	Rivière des Galets aval	0,0017	nulle ou faible
FRL01	Le Grand Etang	0,0000	nulle ou faible
FRL02	Etang du Gol	0,0397	moyenne
FRL03	Etang de Saint-Paul	0,0147	modérée

Tableau 11 : pression phytosanitaires pour les eaux continentales



Date :16.01.2019

(Source : Office de l'eau)



Figure 16 : quantité de phytosanitaires transférés sur les bassins versants des eaux littorales

Pour les eaux littorales, les bassins Nord, Est et sud présentent un fort potentiel de pression. Notamment le bassin versant de la masse d'eau de Saint-Denis au regard de sa superficie.

Code masse d'eau	nom masse d'eau	Quantité estimée de phytosanitaires transférés en kg/ha	Pression
FRLC101	Saint-Denis	0,130508979	très forte
FRLC102	Saint-Benoit	0,109430569	forte
FRLC103	Volcan	0,081604177	moyenne
FRLC104	Saint-Joseph	0,102333881	forte
FRLC105	Saint-Louis	0,043675584	modérée
FRLC106	Ouest	0,036395171	modérée
FRLC107	Saint-Paul	0,012169577	nulle ou faible
FRLC108	Le Port	0,003613879	nulle ou faible
FRLC109	Saint-Pierre	0,078926156	moyenne
FRLC110	Etang Salé	0,012860391	nulle ou faible
FRLC111	Saint-Leu	0,033699053	modérée
FRLC112	Saint-Gilles	0,046759498	modérée

Tableau 12 : pression phytosanitaires pour les eaux littorales

2.5.3 Analyse des impacts des phytosanitaires sur les cours d'eau, plan d'eau et eaux de transition

Sur la base des suivis qui sont réalisés, la majorité des masses d'eau présentent des impacts faibles ou ne présente pas d'impact de phytosanitaires.

Toutefois certains bassins font face à des pressions importantes dont les incidences sont constatées dans les analyses d'eau. Les phytosanitaires y sont plus régulièrement détectés ou/et à de fortes concentrations. Certains bassins versants présentent des points singuliers. Il s'agit de :

- FRLR02 – Rivière des Pluies
- FRLR03 – Rivière Sainte-Suzanne
- FRLR04 – Rivière Saint-Jean
- FRLR05 – Cirque de Salazie
- FRLR08 – Rivière du Mât aval
- FRLR09 – Rivière des Roches
- FRLR10 – Rivière des Marsouins
- FRLR15 – Rivière des Remparts Aval
- FRLR21 – Ravine Saint-Gilles
- FRL02 – Etang du Gol
- FRL03 – Etang de Saint-Paul

L'analyse des impacts sur chaque masse d'eau est précisée ci-dessous :

FRLR01 – Rivière Saint Denis

La pression est faible sur le bassin versant, avec une quasi absence d'agriculture. Un seul phytosanitaire a été détecté sur la période de suivi. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR02 – Rivière des Pluies

La pression est modérée sur le bassin versant, avec une présence rare de phytosanitaires à l'exception du secteur de « Mère canal » où ils sont régulièrement détectés notamment avec des dépassements du seuil de 0,1 µg/l. Cela est probablement lié à des pratiques agricoles circonscrites et laisse apparaître un impact avéré et mais localisé sur l'écosystème. Cet impact est non significatif au titre de la DCE.

FRLR03 – Rivière Sainte-Suzanne

La pression est forte sur le bassin versant, avec une présence de phytosanitaires ponctuelle en amont du bassin versant et chronique en aval avec des dépassements du seuil de 0,1 µg/l. L'impact sur le milieu aquatique est fort. En l'absence de dépassement des seuils environnementaux, l'impact est potentiel au titre de la DCE.

FRLR04 – Rivière Saint-Jean

La pression est très forte sur le bassin versant, avec une présence de phytosanitaires ponctuelle en amont et chronique en aval. L'impact sur le milieu aquatique est fort et potentiel au titre de la DCE notamment en l'absence de dépassement des seuils environnementaux.

FRLR05 – Cirque de Salazie

La pression est modérée sur le bassin versant, avec une présence rare de phytosanitaires en amont, mais régulière en aval avec un dépassement du seuil de 0,1 µg/l. Les phytosanitaires retrouvés sont représentatifs du maraîchage (fongicide, d'insecticide, herbicide tout usage), principale culture du bassin versant. L'impact sur le milieu aquatique est avéré, mais non significatif au titre de la DCE.

FRLR06 – Bras des cavernes

La pression est nulle sur le bassin versant, où il n'y a pas d'agriculture. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR07 – Bras des lianes (Mât médian)

La pression est modérée sur le bassin versant, où l'agriculture est localisée sur la partie médiane de la rivière du Mât. Cette partie de la masse d'eau est également sous l'influence des pressions du cirque de Salazie. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR08 – Rivière du Mât aval

La pression est moyenne sur le bassin versant où l'agriculture est dominée par la canne, toutefois la masse d'eau est affectée par les pressions issues de la masse d'eau « Cirque de Salazie » située en amont. Une présence régulière de phytosanitaires est constatée (fongicides, insecticides, herbicides). L'impact sur le milieu aquatique est avéré, mais non significatif au titre de la DCE.

FRLR09 – Rivière des Roches

La pression est forte sur le bassin versant où l'agriculture est dominée par la canne et présente sur la majorité du bassin versant du Bras-Panon ainsi que sur la partie médiane et aval de la rivière des Roches. Une présence chronique de phytosanitaires est constatée notamment des herbicides en forte concentration. L'impact sur le milieu aquatique est fort et potentiel au titre de la DCE notamment en l'absence de dépassement des seuils environnementaux.

FRLR10 – Rivière des Marsouins

La pression est forte sur le bassin versant, toutefois il est constaté une présence ponctuelle de phytosanitaires (herbicides utilisés pour la culture de la canne). Ces détections ponctuelles par rapport à une pression forte sont probablement liées au bassin versant majoritairement naturel (phénomène de dilution) avec des pratiques agricoles sont localisées en aval. L'impact est avéré en raison de détections de phytosanitaires mais non significatif au titre de la DCE.

FRLR11 – Rivière de l'Est

La pression est modérée sur le bassin versant, où l'agriculture faiblement présente et localisée en aval. Les phytosanitaires n'ont pas été détectés sur la période de suivi. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR12 – Rivière Langevin amont

La pression est faible sur le bassin versant, où l'agriculture est faiblement présente et localisée en aval. Les phytosanitaires n'ont pas été détectés sur la période de suivi. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR13 – Rivière Langevin aval

La pression est moyenne sur la masse d'eau. L'agriculture y est variée et répartie sur l'ensemble du bassin versant de la masse d'eau. Des détections épisodiques du métabolite du glyphosate sont constatées. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR14 – Rivière des Remparts amont

La pression est nulle sur la masse d'eau en absence d'agriculture. L'impact est nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR15 – Rivière des Remparts aval

La pression est forte sur la masse d'eau. Toutefois, les phytosanitaires ne sont retrouvés que très rarement mais à des concentrations importantes. Cela est probablement lié au bassin versant ayant un fonctionnement dynamique de transfert. L'impact est moyen en raison de la détection de ponctuelle de phytosanitaires mais non significatif au titre de la DCE.

FRLR16 – Grand Bassin

La pression est faible sur la masse d'eau. L'agriculture sur le bassin d'alimentation est constituée de quelques prairies situées sur le plateau de la plaine des cafres, de quelques vergers et d'agriculture de type vivrier au village de Grand-Bassin. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR17 – Bras de la Plaine

La pression est modérée sur la masse d'eau. L'agriculture est principalement basée sur l'élevage et les prairies situés en amont sur le bassin versant (considérés comme non utilisatrice de phytosanitaire dans le PRESSAGIROM). Les phytosanitaires sont peu détectés. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR18 – Cirque de Cilaos

La pression est faible sur la masse d'eau. L'agriculture, diversifiée, y est peu présente, un seul phytosanitaire a été détecté sur la période de suivi. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR19 – Bras de Cilaos

La pression est modérée sur la masse d'eau. L'agriculture, diversifiée, y est peu présente comme pour la masse d'eau Cirque de Cilaos qui l'alimente. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR20 – Rivière Saint-Etienne

La pression est modérée sur la masse d'eau. L'agriculture, diversifiée, y est peu présente comme pour ces affluents. Malgré des détections ponctuelles de phytosanitaires, l'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR21 – Ravine Saint-Gilles

La pression est modérée sur la masse d'eau, les phytosanitaires ne sont retrouvés que très ponctuellement mais à de forte concentration. L'impact est avéré en raison de la détection de ponctuelle de ces phytosanitaires mais non significatif au titre de la DCE.

FRLR22 – Cirque de Mafate

La pression est nulle sur le bassin versant, où l'agriculture est anecdotique. L'impact sur le milieu aquatique est nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR23 – Bras Sainte-Suzanne

La pression est nulle sur le bassin versant, en absence d'agriculture. L'impact sur le milieu aquatique est nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR24 – Rivière des Galets aval

La pression est faible sur le bassin versant. L'agriculture y est peu développée. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

FRLR01 – Le Grand Etang

La pression est nulle sur le bassin versant en absence d'activité agricole. L'impact sur le milieu aquatique est nul et non significatif au titre de la DCE.

FRLR02 – Etang du Gol

La pression est moyenne sur le bassin versant malgré une activité agricole importante et dominée par la canne. Toutefois, une présence chronique de phytosanitaires est constatée notamment des herbicides ou leurs métabolites en forte concentration. L'impact sur le milieu aquatique est fort et potentiel au titre de la DCE en l'absence de dépassement des seuils environnementaux.

FRLR03 – Etang de Saint-Paul

La pression est modérée sur le bassin versant, l'agriculture est dominée par la canne à mi pente et par l'élevage et les prairies dans les hauts. Les phytosanitaires ne sont retrouvés que très ponctuellement. L'impact sur le milieu aquatique est faible et non significatif au titre de la DCE.

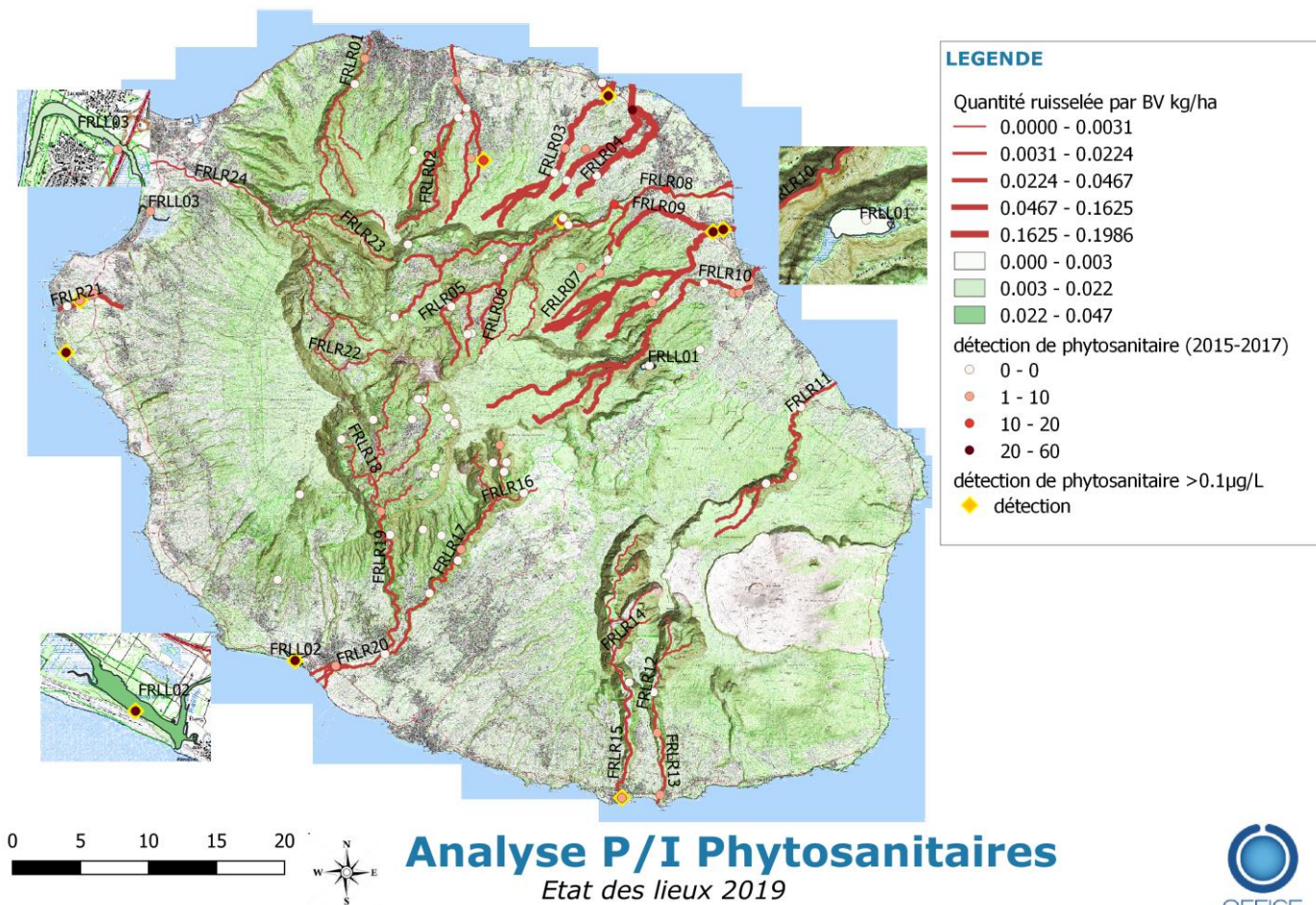


Figure 17 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs (plan d'eau et eaux de transition)

2.5.4 Analyse des impacts des phytosanitaires sur les eaux littorales

Les phytosanitaires sont très peu détectés dans les eaux littorales notamment du fait des phénomènes de dilution. Les faibles concentrations retrouvées indiquent qu'ils ne sont pas directement à l'origine du mauvais état des masses d'eau.

FRLC01 – Masse d'eau littorale de Saint-Denis

La pression est très forte sur le bassin versant. Des herbicides ont pu être détectés sur une campagne de suivi, il est également constaté une dégradation d'une station « sentinelles » de qualité écologique de cette masse d'eau. L'impact des phytosanitaires sur la masse d'eau est inconnu au regard des capacités d'évaluation actuelles et est potentiel vis-à-vis de la DCE.

FRLC02 – Masse d'eau littorale de Saint-Benoit

La pression est forte sur le bassin versant. Les phytosanitaires n'ont pas été détectés lors des campagnes de suivi. L'impact des phytosanitaires sur la masse d'eau est faible et non significatif vis-à-vis de la DCE.

FRLC03 – Masse d'eau littorale de Saint-Benoit

La pression est forte sur le bassin versant. Les phytosanitaires n'ont pas été détectés lors des campagnes de suivi. L'impact des phytosanitaires sur la masse d'eau est faible et non significatif vis-à-vis de la DCE.

FRLC04 – Masse d'eau littorale de Saint-Joseph

La pression générée par les phytosanitaires est forte. La masse d'eau est dégradée par l'indicateur du benthos de substrat meuble qui montre un déséquilibre de la faune habitant les fonds sableux. Les

différents suivis existants sur la masse d'eau ne mettent pas en évidence la présence de pesticides, mais indique la présence de sédiment pouvant parfois être toxique à proximité de rejets urbains. Toutefois les causes de la dégradation de la masse d'eau peuvent être multiples, des études réalisées par l'Université de la Réunion sont en cours afin de déterminer leurs origines. L'impact de l'agriculture est par conséquent jugé inconnu sur l'écosystème et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC05 – Masse d'eau littorale de Saint-Louis

La pression générée par les phytosanitaires est modérée. Les différents suivis existants sur la masse d'eau ne mettent pas en évidence la présence de pesticides dans les eaux littorales. Toutefois, il est constaté une dégradation écologique d'une station « sentinelles » de cette masse d'eau. Des études réalisées par l'Université de la Réunion sont en cours afin d'en déterminer l'origine. L'impact de l'agriculture est jugé inconnu sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC06 – Masse d'eau littorale de l'Ouest

La pression générée par les phytosanitaires est modérée. Les différents suivis existants sur la masse d'eau ne mettent pas en évidence la présence de pesticides dans les eaux littorales et la masse d'eau est en bon état. L'impact de l'agriculture est jugé faible sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC07 – Masse d'eau littorale de Saint-Paul

La pression générée par les phytosanitaires est faible. Les différents suivis existants sur la masse d'eau ne mettent pas en évidence la présence de pesticides dans les eaux littorales et la masse d'eau est en bon état. L'impact de l'agriculture est jugé faible sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC08 – Masse d'eau littorale Le Port

La pression générée par les phytosanitaires est faible. Les différents suivis existants sur la masse d'eau ne mettent pas en évidence la présence de pesticides dans les eaux littorales et la masse d'eau est en bon état. L'impact de l'agriculture est jugé faible sur l'écosystème et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC09 – Masse d'eau récifale de Saint-Pierre

La pression générée par les phytosanitaires est moyenne. La masse d'eau récifale est en bon état grâce notamment au fort hydrodynamisme de ce lagon avec un brassage et un apport d'eau venant du large. Par ailleurs, aucun phytosanitaire n'a été détecté lors des campagnes de suivi. L'impact des phytosanitaires issus de l'agriculture est conséquent faible ou nul et non significatif sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC10 – Masse d'eau récifale Etang-Salé

La pression générée par les phytosanitaires est faible. Cependant la masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations et un insecticide interdit d'utilisation a été détecté lors d'un suivi. L'analyse des activités sur le bassin versant de la masse d'eau indique de faibles sources de pression. L'état du lagon peut avoir comme origine ce cumul de pressions ou des pressions exercés sur d'autres bassins versant mais impactant cette masse d'eau. L'impact des phytosanitaires d'origine agricole est nul à faible et non significatif au titre de la DCE.

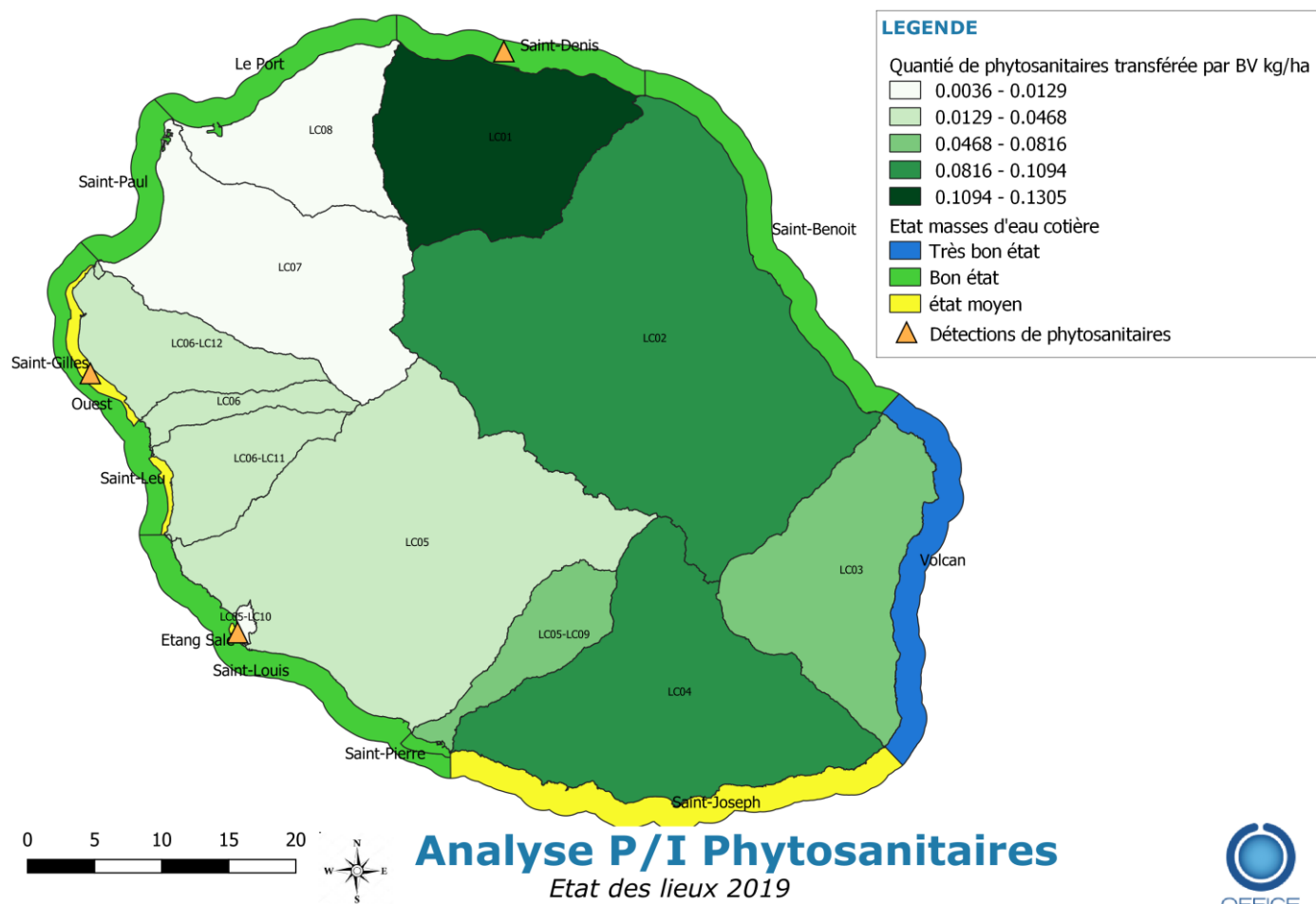
FRLC11 – Masse d'eau récifale Saint-Leu

La pression générée par les phytosanitaires est modérée. La masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations du recouvrement corallien. L'analyse des activités sur le bassin versant indique des sources multiples à l'origine des dégradations. Aussi, l'impact de l'agriculture est inconnu sur l'écosystème et potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.

FRLC12 – Masse d'eau récifale de Saint-Gilles

La pression générée par les phytosanitaires est modérée. La masse d'eau récifale, sensible, présente des dégradations du recouvrement corallien. Les études récentes indiquent une origine des pressions polluantes issue, majoritairement de l'assainissement non collectif et en moindre mesure de

l'agriculture, avec notamment la présence de phytosanitaires. Cela laisse apparaitre un impact fort de l'agriculture sur l'écosystème et un impact potentiel sur l'état de la masse d'eau au titre de la DCE.



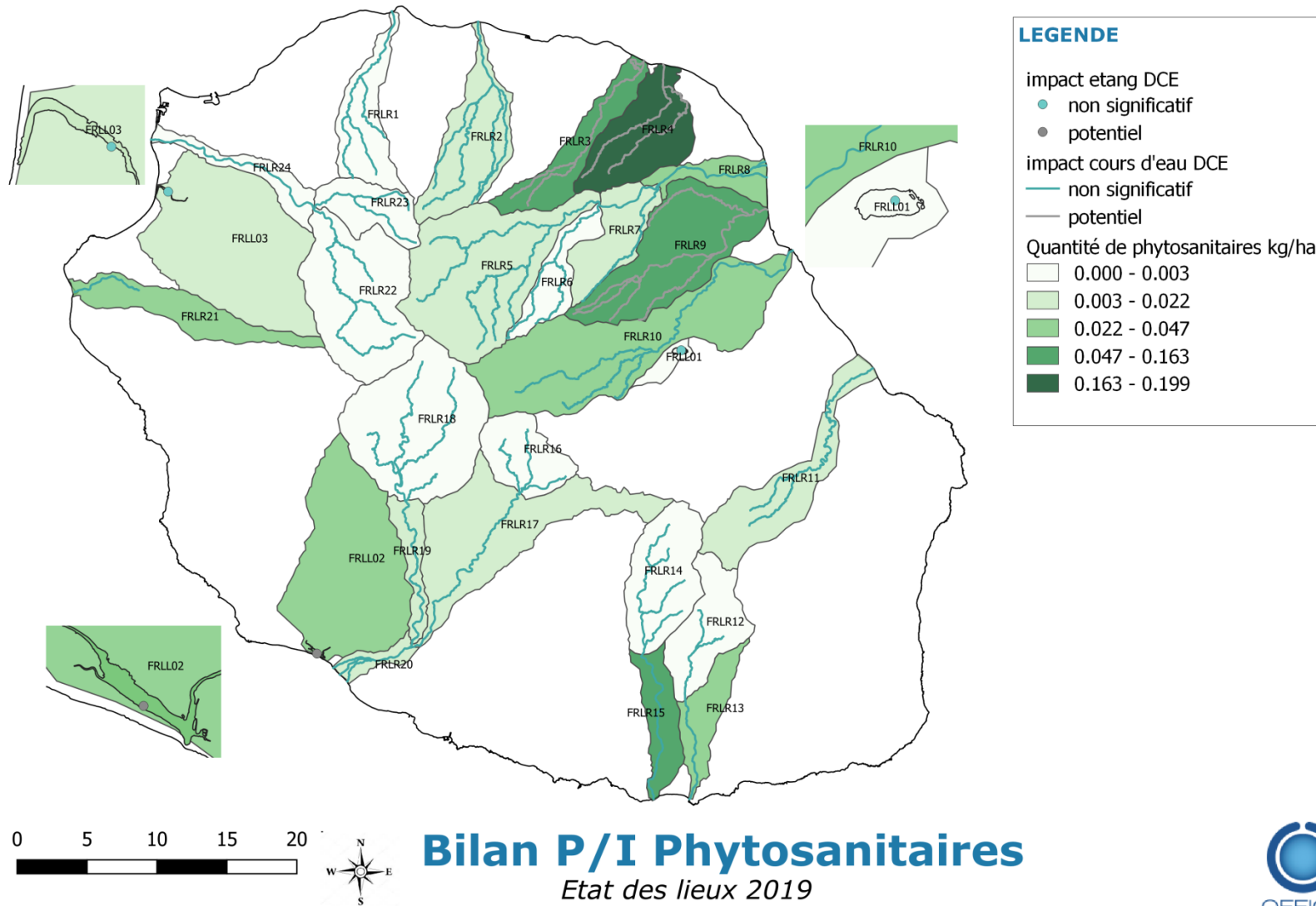
Date : 16.01.2019

Figure 18 : analyse pressions - impacts sur les bassins versants des eaux littorales

2.6 Synthèse des pressions et impacts des phytosanitaires sur les eaux de surface

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Quantité estimée de phytosanitaires ruisselés en kg/ha	Pression	fréquence de détection de phytosanitaire	Dépassement 0,1 µg/l	Sensibilité et Impact écologique (Bassin)	Impact DCE
FRLR01	Rivière Saint Denis	0,0002	nulle ou faible	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR02	Rivière des Pluies	0,0080	modérée	régulière	oui	avéré	non significatif
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne	0,1625	forte	chronique	oui	fort	potentiel
FRLR04	Rivière Saint-Jean	0,1986	très forte	chronique	non	fort	potentiel
FRLR05	Cirque de Salazie	0,0092	modérée	régulière	oui	avéré	non significatif
FRLR06	Bras de Caverne	0,0001	nulle ou faible	absence	non	nul ou faible	non significatif
FRLR07	Bras des Lianes	0,0224	modérée	inconnue	non	nul ou faible	non significatif
FRLR08	Rivière du Mat aval	0,0467	moyenne	régulière	non	avéré	non significatif
FRLR09	Rivière des Roches	0,0649	forte	chronique	oui	fort	potentiel
FRLR10	Rivière des Marsouins	0,0344	moyenne	ponctuelle	non	avéré	non significatif
FRLR11	Rivière de l'Est	0,0100	modérée	absence	non	nul ou faible	non significatif
FRLR12	Rivière Langevin amont	0,0007	nulle ou faible	absence	non	nul ou faible	non significatif
FRLR13	Rivière Langevin aval	0,0427	moyenne	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR14	Rivière des Remparts amont	0,0001	nulle ou faible	inconnue	non	nul ou faible	non significatif
FRLR15	Rivière des Remparts aval	0,0571	forte	ponctuelle	oui	avéré	non significatif
FRLR16	Grand Bassin	0,0003	nulle ou faible	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR17	Bras de la Plaine	0,0110	modérée	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR18	Cirque de Cilaos	0,0031	nulle ou faible	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR19	Bras de Cilaos	0,0095	modérée	inconnue	non	nul ou faible	non significatif
FRLR20	Rivière Saint-Etienne	0,0112	modérée	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif
FRLR21	Ravine Saint-Gilles	0,0340	modérée	ponctuelle	oui	avéré	non significatif
FRLR22	Cirque de Mafate	0,0000	nulle ou faible	inconnue	non	nul ou faible	non significatif
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne	0,0000	nulle ou faible	inconnue	non	nul ou faible	non significatif
FRLR24	Rivière des Galets aval	0,0017	nulle ou faible	absence	non	nul ou faible	non significatif
FRL01	Le Grand Etang	0,0000	nulle ou faible	absence	non	nul ou faible	non significatif
FRL02	Etang du Gol	0,0397	moyenne	chronique	oui	fort	potentiel
FRL03	Etang de Saint-Paul	0,0147	modérée	ponctuelle	non	nul ou faible	non significatif

Tableau 13 : synthèse pressions et impacts des phytosanitaires pour les eaux continentales



Date : 12.11.2018

Figure 19 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des cours d'eau et des étangs

Code masse d'eau	nom masse d'eau	Quantité estimée de phytosanitaires transférés en kg/ha	Pression	détection de phytosanitaires	Etat écologique	Sensibilité et Impact écologique (Bassin)	Impact DCE
FRLC01	Saint-Denis	0,130508979	très forte	oui	benthos de substrat meuble dégradé à la côte	inconnu	potentiel
FRLC02	Saint-Benoit	0,109430569	forte	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC03	Volcan	0,081604177	moyenne	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC04	Saint-Joseph	0,102333881	forte	non	benthos de substrat meuble dégradé	inconnu	potentiel
FRLC05	Saint-Louis	0,043675584	modérée	non	benthos de substrat meuble dégradé à la côte	inconnu	non significatif
FRLC06	Ouest	0,036395171	modérée	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC07	Saint-Paul	0,012169577	nulle ou faible	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC08	Le Port	0,003613879	nulle ou faible	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC09	Saint-Pierre	0,078926156	moyenne	non	Bon	nul ou faible	non significatif
FRLC10	Etang Salé	0,012860391	nulle ou faible	oui	Benthos de substrat dur dégradé	nul ou faible	non significatif
FRLC11	Saint-Leu	0,033699053	modérée	non	Benthos de substrat dur dégradé	inconnu	non significatif
FRLC12	Saint-Gilles	0,046759498	modérée	oui	Benthos de substrat dur dégradé	inconnu	potentiel

Tableau 14 : synthèse pressions et impacts des phytosanitaires pour les eaux littorales

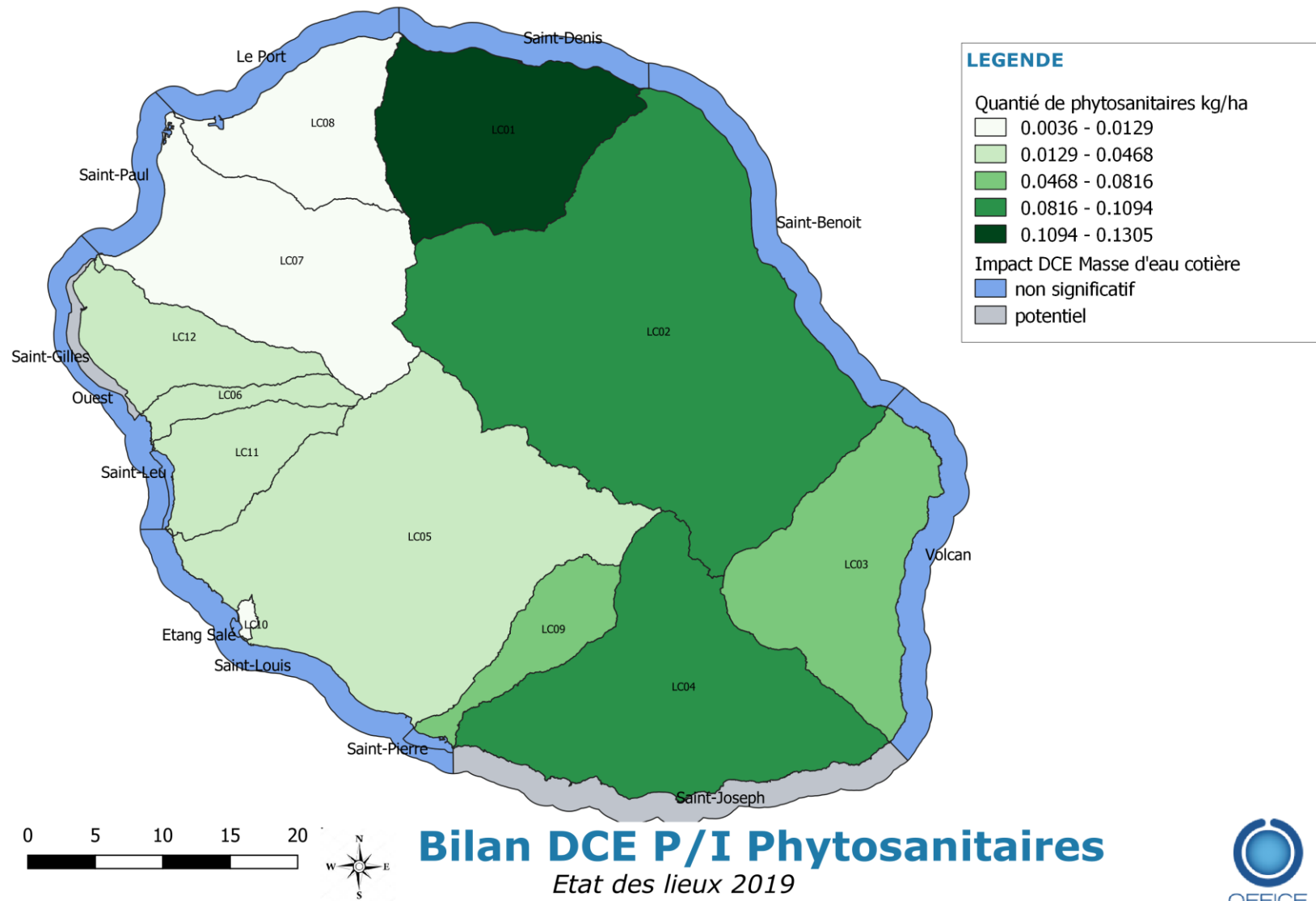


Figure 20 : Bilan des impacts DCE sur les bassins versants des eaux littorales

3 Analyse des pressions et des impacts dans les eaux souterraines⁶

3.1 Méthode combinée CIRAD/BRGM

La méthode proposée par le CIRAD (Projet PRESAGRIDOM) pour calculer la pression qui s'exerce à l'échelle de la parcelle est de type semi-quantitative dans la mesure où elle prend en compte un nombre important de données quantitatives afin de réduire la part de « dire d'expert ».

La méthode CIRAD ne traite pas la problématique du transfert des molécules par les eaux souterraines ou le ruissellement. Elle se focalise sur des critères pédologiques superficiels et calcule, à travers ses indicateurs, une lixiviation potentielle. Elle est adaptée pour le transfert de l'azote et des pesticides du sol aux masses d'eau superficielle. Pour les masses d'eau souterraine, le transfert à travers la zone non saturée (ZNS) doit être pris en compte car l'épaisseur de ces formations géologiques peut atteindre plusieurs centaines de mètres à La Réunion.

Pour mémoire, la problématique des transferts horizontaux d'eau ou celle des interactions entre eau de surface et eau souterraine n'est abordée par aucune des méthodes.

La méthode retenue pour la présente étude est une méthode combinée et plus adaptée aux problématiques de l'hydrogéologie souterraine.

3.2 Pressions

Cette pression est issue de l'application potentielle de substances sur le sol et du pédotransfert superficiel. Elle représente donc la quantité potentiellement lixiviable dans la tranche superficielle du sol, sans prendre en compte le transfert à travers la ZNS).

Les indicateurs de pression agricole sont complétés par des facteurs de transfert ou d'atténuation des pollutions vers les eaux souterraines. Le facteur de transfert retenu est l'IDPR, l'indice de persistance des réseaux, cet indicateur traduit le potentiel d'infiltration dans les nappes souterraines.

3.3 Impacts

Les impacts (état chimique des eaux souterraines) concernant l'azote et les pesticides sont évalués, quantifiés et spatialisés au travers des suivis de 2012 à 2018

Les indicateurs utilisés afin d'étudier les impacts sont :

- Le nombre de détection
- La moyenne annuelle de concentration
- La fréquence de dépassement des valeurs seuil

Ces indicateurs peuvent donner l'alerte ou renseigner sur la qualité de l'état chimique d'un aquifère.

3.3.1 Nitrates

Les paramètres d'intérêt sont les paramètres azotés et phosphorés tels que les nitrites (NO_2^-), les nitrates (NO_3^-), l'ammonium (NH_4^+) et les orthophosphates (PO_4^{3-}). Les nitrates sont

⁶ Source : Rebolou K. & Aunay B. (2019) – Analyse « pression/impact » en nitrates et phytosanitaires agricoles sur les masses d'eau souterraine de La Réunion - Etat des lieux 2019 de la DCE. Rapport final. BRGM/RP-68504-FR, 83 p.

plus stables que les nitrites ou encore l'ammonium, ce paramètre est donc prioritaire. La fréquence de dépassement est ainsi calculée. Les détections sont comptabilisées et une distinction est faite pour celles dépassant ou étant égale à la valeur seuil.

3.3.2 Pesticides

Les indicateurs utilisés sont :

- L'ensemble des substances actives retrouvées
- Les 7 substances actives les plus retrouvées dans les eaux souterraines et encore autorisées à la vente en 2015. Il s'agit du : 2,4-D, métribuzine et métolachlore (spécifiques à la canne à sucre) ; métalaxyle, bentazone et azoxystrobine (spécifiques au maraîchage) et glyphosate (toutes cultures). Cet indicateur permet de cibler l'analyse sur les pressions actuelles, et leur impact. L'impact peut ainsi être évalué par type de culture.

3.3.3 Echelle des pressions et des impacts pour l'azote et les phytosanitaires

Echelle pression						
		Pesticides prioritaires	Pesticides CAS	Pesticides Maraîchers	Glyphosate (toute culture)	Azote
Qualitative	Classe	Semi quantitative				
nulle à faible	0	0.0 - 0.8 *10 ⁴	0 - 1 *10 ⁴	0 - 1 *10 ⁷	0 - 1 *10 ⁷	0 - 0.03
modérée	1			1 - 3 *10 ⁷	1 - 2 *10 ⁷	0.03 - 0.07
moyenne	2	0.8 - 2.3 *10 ⁴	1 - 2 *10 ⁴	3 - 5 *10 ⁷	2 - 8 *10 ⁷	0.07 - 0.2
forte	3	2.3 - 7.4 *10 ⁴	2 - 7 *10 ⁴	5 - 10 *10 ⁷	8 - 25 *10 ⁷	0.2 - 0.22
très forte	4	7.4 - 8.9 *10 ⁴	7 - 9 *10 ⁴	10 - 16 *10 ⁷	25 - 30 *10 ⁷	

Echelle impact						
	Pesticides totaux (µg/L)	Pesticides prioritaires (µg/L)	Pesticides CAS (µg/L)	Pesticides Maraîchers (µg/L)	Glyphosate (toute culture) (µg/L)	Azote (mg/L)
Qualitative	Semi-quantitative					
nul à faible	ND : 0-20	ND : 0-10	MMA = 0	MMA : 0	MMA : 0.05 - 0.06	MMA nitrates : 0-4
modéré	ND : 20-40	ND : 10-30	MMA : 0-0.05	MMA : 0-0.05	MMA 0.0 - 0.05	MMA nitrates : 4-10
moyen	ND : 40-80	ND : 30-43	MMA : 0.05-0.09	2 SA superposées en "moyen"	MMA : 0.05 - 0.06	MMA nitrates : 10-25
fort	ND : 80-230	ND : 30-43 ou Frèq	MMA > 0.1		MMA : 0.05 - 0.06 et Frèq	MMA nitrates : 25-40
très fort	ND : 80-230 et Somme Ptot >= 3)	ND : 30-43 et Frèq	Cocktail des SA dont 1 SA en "très forte"			MMA nitrates : 25-40 et MMA > NQE ou Frèq >20% (pour orthophosphates et/ou NH4)
très forts (ponctuels)	ND : 80-230 et Frèq > 20%					Dépassements analyses NO3 > 40

Tableau 15 : Conversion d'échelles semi-quantitatives à qualitatives (BRGM).
Avec ND : nombre de détections > 0.1 µg/L

3.4 Analyse pressions – impacts de l'azote

Azote				
MESO	Pression agricole (lixiviée)		Impacts (différents de l'état qualitatif du rapportage DCE)	
FRLG114	nulle à faible	0	modéré	1
FRLG101	moyenne	2	très fort	4
FRLG115	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG102	forte	3	nul à faible	0
FRLG116	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG103	moyenne	2	modéré	1
FRLG117	nulle à faible	0	modéré	1
FRLG104	forte	3	nul à faible	0
FRLG118	modérée	1	modéré	1
FRLG105	moyenne	2	moyen	2
FRLG119	modérée	1	moyen	2
FRLG106	nulle à faible	0	moyen	2
FRLG120	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG107	nulle à faible	0	fort	3
FRLG108	nulle à faible	0	moyen	2
FRLG121	nulle à faible	0	modéré	1
FRLG109	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG110	nulle à faible	0	fort	3
FRLG122	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG111	nulle à faible	0	modéré	1
FRLG123	nulle à faible	0	fort	3
FRLG112	nulle à faible	0	très fort	4
FRLG124	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG113	nulle à faible	0	moyen	2
FRLG125	nulle à faible	0	très fort (ponctuel)	5
FRLG126	nulle à faible	0	nul à faible	0
FRLG127	nulle à faible	0	nul à faible	0

Tableau 16 : Bilan sur les pressions agricoles et les impacts azotés (BRGM)

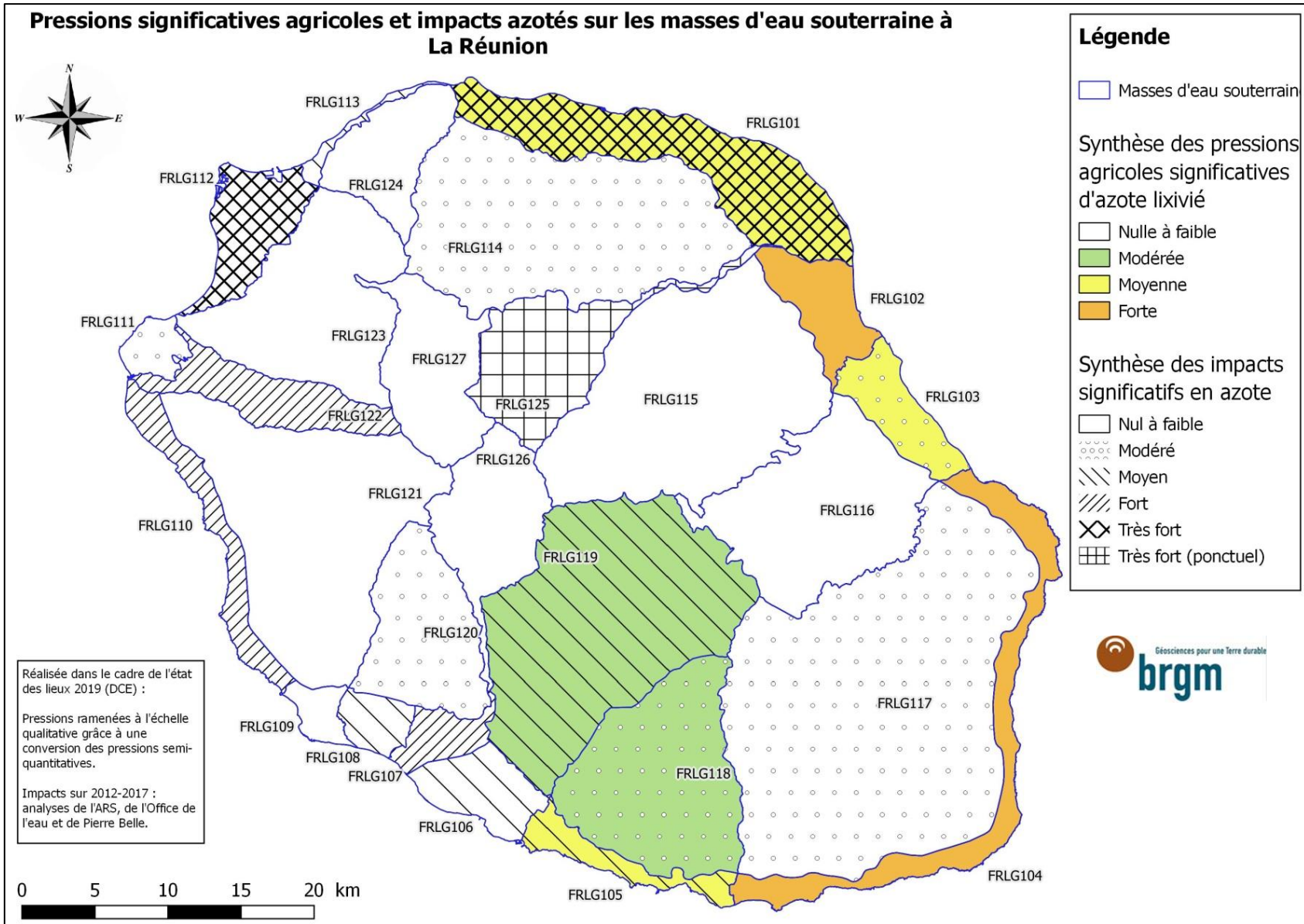


Figure 21 : Synthèse des pressions agricoles et impacts en azote (par MESO)

L'azote agricole se répartit principalement entre les nitrites, l'ammonium et les nitrates. Le processus de nitrification donne une proportion en nitrates beaucoup plus importante que l'ammonium ou les nitrites. Ainsi, il peut être admis que la majorité de l'azote agricole puisse être modélisée par les nitrates.

Les secteurs impactés de manière significative (Planche 4 : Nlixparc_ME) en azote sont localisés sur le littoral nord et ouest de l'île (notamment les masses d'eau FRLG101 et FRLG112). Les nitrates sont présents de manière significative majoritairement dans l'Ouest et ponctuellement dans le cirque volcanique de Salazie (FRLG125).

Les pressions parcellaires brutes (Planche 1 : PB_NLIX) sont les plus fortes dans l'Est et dans le Sud de l'île (FRLG101, FRLG102, FRLG103 et FRLG104, FRLG116, FRLG119 respectivement). La pluviométrie étant très forte dans la zone Est de l'île, il s'agit donc d'un facteur de contrôle important pour la lixiviation des nitrates. En observant la carte d'IDPR (Planche 2 : IDPR_parc), la plupart des parcelles en forte pression potentielle (azote lixiviable) sont vulnérables au transfert des nitrates car elles sont en zone d'infiltration majoritaire.

Enfin, la pression significative en nitrates lixiviés reste localisée dans les mêmes zones mais est atténuée pour certaines parcelles (Planche 4 : Nlixparc_ME). L'indicateur de pression significative à la masse d'eau cible les plus fortes pressions au niveau de celle de l'Est et du Sud : FRLG102 et FRLG104 puis FRLG101, FRLG103 et FRLG105, de manière graduellement décroissante.

Les masses d'eau qui présentent les captages les plus impactés (FRLG101 au nord, FRLG110, FRLG112 et FRLG123 à l'ouest et FRLG106 et FRLG107 au sud) ne correspondent pas ou peu aux secteurs de pression en nitrates les plus forts.

La masse d'eau nord (FRLG101) possède une pression et des impacts significatifs forts. Le lien P/I paraît plutôt évident sur ce secteur. Cela dit, elle est autant agricole qu'urbanisée (Planche 5 : PS_Nlix et tâche urbaine) donc l'origine de ces nitrates peut être également urbaine (on y retrouve des orthophosphates dont la signature peut être également double). La masse d'eau du sud (FRLG104) possède une pression forte due à sa faible surface géographique et de la forte proportion de surface agricole comparée à d'autres masses d'eau. Comme très peu de points de mesure ne sont suivis sur cette masse d'eau, le manque d'information empêche de déterminer le lien P/I. Ce phénomène concerne également les nappes de l'Est (FRLG102 et FRLG103). La masse d'eau du sud-ouest (FRLG119) se révèle être impactée seulement en aval où une signature urbaine est présente. Les points de suivi en amont présentent un impact faible alors que les pressions sont relativement fortes dans le secteur de la Plaine-des-Palmistes, ce qui pose la question des flux et de leurs directions. La masse d'eau (FRLG118) possède une pression moyenne à forte et ne possède que deux points de suivi mais qui sont classés en impact modéré. Le lien P/I témoigne d'une pression agricole en corrélation avec les impacts.

L'absence de pressions en nitrates agricoles dans les masses d'eau de l'Ouest, les plus impactées, pousse à regarder la signature urbaine (Planche 5 : PS_Nlix et tâche urbaine) qui est souvent positionnée sur les secteurs d'impacts forts, points de suivis en aval de rejets potentiels d'assainissements non collectifs.

Dans certains cas, comme à Salazie (FRLG125) ou à Dos d'âne (FRLG123) (Frissant et Gourcy, 2005 ; Petit et al., 2013 ; Aunay et al., 2017), des impacts en nitrates avérés, notamment d'origines agricoles sont retrouvés (Planche 3 : Impacts azote) mais les pressions agricoles sur ce secteur en azote lixivié sont faibles. La question des limites du modèle se pose.

3.5 Analyse pressions – impacts des phytosanitaires

<i>Pression agricole (lixiviée)</i>								
MESO	Pesticides prioritaires (7 SA)		Pesticides canniers (2.4-d, métribuzine, métolachlore)		Pesticides maraichers (bentazone, métalaxyle, azoxystrobine)		Pesticide toutes cultures (glyphosate)	
FRLG114	moyenne	2	moyenne	2	nulle à faible	0	modérée	1
FRLG101	forte	3	forte	3	moyenne	2	forte	3
FRLG115	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG102	très forte	4	très forte	4	modérée	1	très forte	4
FRLG116	moyenne	2	moyenne	2	nulle à faible	0	modérée	1
FRLG103	forte	3	forte	3	modérée	1	forte	3
FRLG117	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	modérée	1
FRLG104	forte	3	forte	3	forte	3	forte	3
FRLG118	moyenne	2	moyenne	2	moyenne	2	modérée	1
FRLG105	très forte	4	très forte	4	moyenne	2	très forte	4
FRLG119	nulle à faible	0	nulle à faible	0	modérée	1	nulle à faible	0
FRLG106	forte	3	forte	3	très forte	4	forte	3
FRLG120	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG107	moyenne	2	moyenne	2	forte	3	moyenne	2
FRLG108	moyenne	2	moyenne	2	moyenne	2	modérée	1
FRLG121	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG109	nulle à faible	0	nulle à faible	0	modérée	1	nulle à faible	0
FRLG110	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG122	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG111	nulle à faible	0	nulle à faible	0	modérée	1	nulle à faible	0
FRLG123	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG112	nulle à faible	0	nulle à faible	0	modérée	1	nulle à faible	0
FRLG124	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG113	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG125	nulle à faible	0	nulle à faible	0	moyenne	2	nulle à faible	0
FRLG126	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0
FRLG127	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0	nulle à faible	0

Tableau 17 : Bilan sur les pressions en pesticides d'origine agricole (BRGM)

Impacts

MESO	Pesticides Totaux		Pesticides prioritaires (7 SA)		Pesticides canniers (métolachlore, métribuzine, 2.4-d)		Pesticides maraichers (azoxystrobine, bentazone, métalaxyle)		Pesticide toutes cultures (glyphosate)	
FRLG114	moyen	2	modéré	1	modéré	1	moyen	2	fort	3
FRLG101	fort	3	modéré	1	modéré	1	modéré	1	nul à faible	0
FRLG115	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG102	moyen	2	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG116	nul à faible	0	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG103	modéré	1	fort	3	très fort	4	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG117	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG104	très fort	4	très fort	4	très fort	4	nul à faible	0	modéré	1
FRLG118	modéré	1	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG105	modéré	1	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG119	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG106	fort	3	nul à faible	0	modéré	1	modéré	1	modéré	1
FRLG120	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG107	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG108	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0
FRLG121	nul à faible	0	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG109	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG110	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG122	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG111	nul à faible	0	nul à faible	0	modéré	1	nul à faible	0	modéré	1
FRLG123	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	moyen	2
FRLG112	moyen	2	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG124	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG113	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG125	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	modéré	1
FRLG126	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0
FRLG127	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0	nul à faible	0

Tableau 18 : Bilan sur les impacts en pesticides. Les SA étudiées sont casi exclusives à l'agriculture (BRGM)

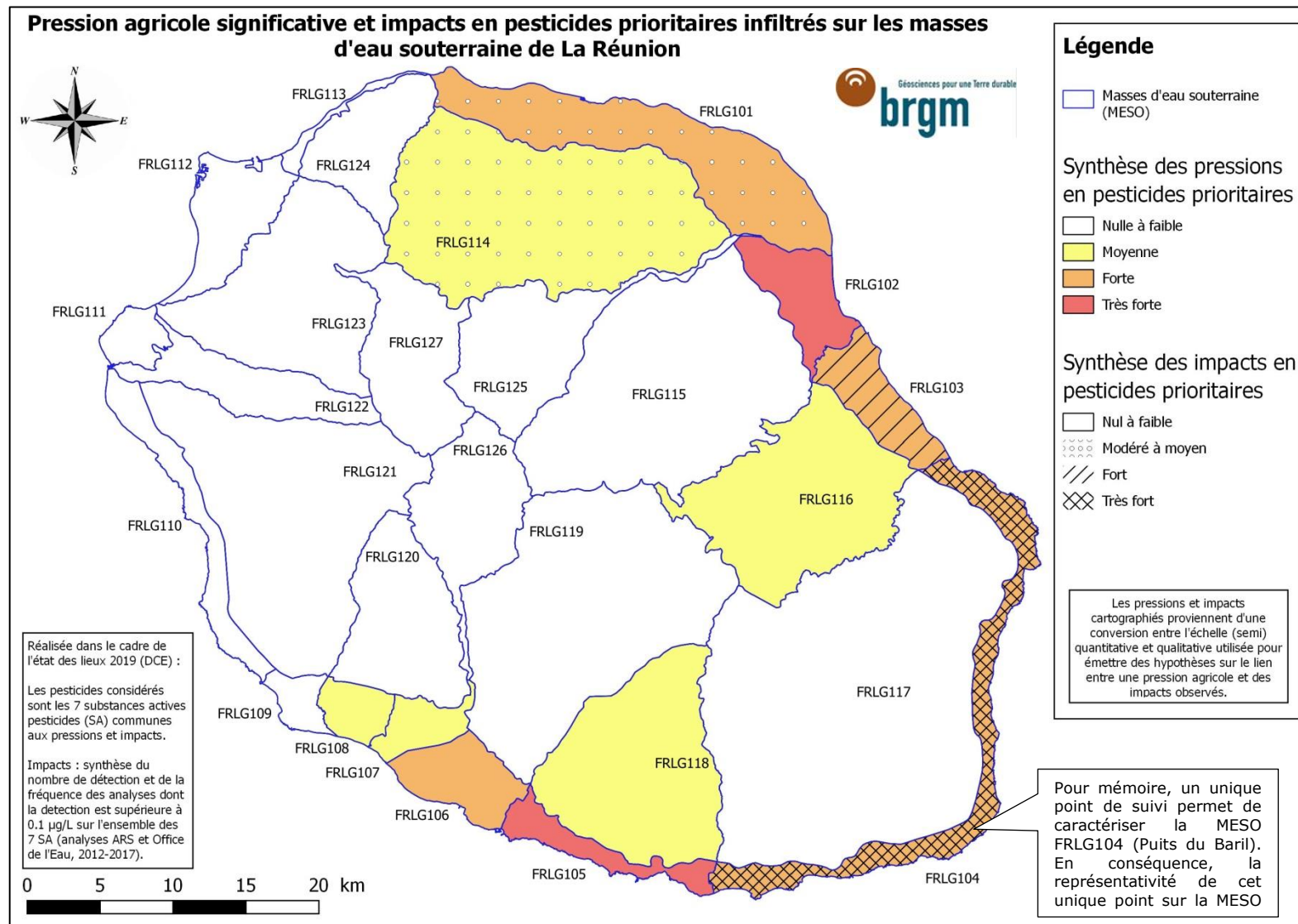


Figure 22 : Synthèse des pressions agricoles et impacts en pesticides prioritaires (par MESO)

3.5.1 Pesticides totaux

Les masses d'eau présentant le plus de détections (tous pesticides confondus) sont les masses d'eau de l'Est (FRLG102) et du Nord (FRLG101 et FRLG114) dont plusieurs ouvrages sont concernés (Planche 9 : Impacts pesticides totaux). Un seul ouvrage pour celles du Sud (FRLG104 et FRLG106) et de l'Ouest (FRLG112) présente un grand nombre de détections.

Des dépassements ponctuels de la NQE en pesticides totaux (S_{tot}) s'expriment cependant sur l'Est (FRLG103), sur le Nord (FRLG101 et FRLG114) les plus récurrents concernent le Sud (FRLG104 et FRLG119).

En couplant ces indicateurs, la masse d'eau la plus impactée de manière significative en pesticides totaux (nombre de détections important sur plusieurs ouvrages et dépassements de S_{tot}) est la FRLG101 du Nord de l'île (Planche 9 : Impacts pesticides totaux). Les substances actives prises en compte dans cet indicateur sont diverses et certaines sont interdites depuis une dizaine d'années.

Les impacts ainsi évalués ne reflètent pas spécifiquement des pressions actuelles, ils intègrent également des activités agricoles passées. En effet, le temps de migration des eaux souterraines, d'une part et le potentiel de lessivage différent selon les substances considérées d'autre part, peuvent octroyer un délai entre l'activité impactante et les impacts mesurés.

C'est pourquoi il est aussi nécessaire d'utiliser un autre indicateur « pesticides prioritaires » pour analyser le lien entre les pressions agricoles et les impacts détectés dans les eaux souterraines.

3.5.2 Pesticides prioritaires et type de culture

Pour établir un lien entre les pressions agricoles et les impacts mesurés, il convient de cibler les pesticides prioritaires ou substances actives (SA) prioritaires, au nombre de 7, communes aux pressions et impacts.

Les pressions agricoles en SA prioritaires les plus fortes (Planche 10 : P/I SA prioritaires PLIX) se situent au niveau sur des masses d'eau de bordure littorale nord, est et sud (FRLG101, FRLG102, FRLG103, FRLG104, FRLG105, FRLG106).

Une cohérence entre les impacts relevés semble se dessiner pour les masses d'eau FRLG104 et FRLG103. Ces aquifères présentent cela-dit de faibles surfaces (concentration des pressions) et sont peu suivies (2 ou 3 forages analysés). Les masses d'eau FRLG102 et FRLG105, très agricoles et de faible surface possèdent les plus fortes pressions mais la FRLG102 ne présente que des impacts « nuls à faibles ». Cela peut être dû à l'alimentation en eau provenant de la masse d'eau amont FRLG115 ayant des pressions « nulles à faibles ». En revanche, la masse d'eau FRLG105 présente un impact modéré sur son seul point de suivi. Il semble difficile de généraliser les impacts de ce seul point à l'intégralité de la masse d'eau souterraine mais il serait utile de mettre en place un suivi plus important de cette masse d'eau afin de surveiller les impacts agricoles.

Afin d'aller plus loin, il est possible de visualiser les pressions et impacts en groupes de SA correspondant à leur usage (CAS, maraîchage, toute culture). Cela peut donner des précisions supplémentaires concernant les pressions agricoles par type de culture et affiner la compréhension du lien pression/impact agricole en pesticides. Une première hiérarchie entre les pressions et impacts d'origine agricole est faite (Planche 11 : P/I CAS PLIX, Planche 12 : P/I Maraîchage PLIX, Planche 13 : P/I glyphosate PLIX).

Nous pouvons voir que le secteur cannier présente les plus fortes pressions à l'échelle de la masse d'eau et de la parcelle (facteur d'ordre de grandeur exprimé en 10^4) et les plus forts impacts significatifs (« fort » et « très forts »).

Le secteur maraîcher présente des pressions agricoles équivalentes au glyphosate seul (utilisé en « toute culture ») : facteur 10^7 à l'échelle de la masse d'eau mais 10^6 à l'échelle de la parcelle alors que le glyphosate reste à 10^7 . Des impacts significatifs « forts » en glyphosate sont à noter tandis que les substances actives propres au maraîchage (azoxystrobine, bentazone et métalaxyle) présentent des impacts « nuls à faibles » à « moyens ». Il faut garder en tête que les valeurs de pressions agricoles cartographiées sont semi-quantitatives et que les échelles sont différentes pour chaque carte (la comparaison d'échelle étant explicitée dans le tableau 15) tandis que les valeurs concernant les impacts sont quantitatives et que l'échelle est la même pour toutes les cartes.

Les masses d'eau présentant les plus forts impacts en pesticides prioritaires semblent être impactées par la culture de la Canne à Sucre (Planche 11 : P/I CAS PLIX) compte tenu du cocktail de substance retrouvé (métolachlore, métribuzine et 2,4-D) et notamment des concentrations moyennes sur certains ouvrages des masses d'eau FRLG103, FRLG104 et FRLG101/ FRLG114.

La pratique maraîchère (Planche 12 : P/I Maraîchage PLIX) peut contribuer et expliquer les pressions des masses d'eau FRLG101, FRLG106, FRLG108, les impacts étant moyens. Des impacts moyens sont détectés au niveau de FRLG114 tandis qu'une pression « nulle à faible » est modélisée. La grande surface de cette masse d'eau peut expliquer ce calcul de pression. Cependant, les fortes pressions parcellaires maraîchères du cirque de Salazie (FRLG125) ne semblent pas engendrer d'impacts visibles concernant les pesticides sur les eaux souterraines suivies⁷. La composante agricole « toute culture » illustrée par le glyphosate (Planche 13 : P/I glyphosate PLIX) semble générer des impacts significatifs « forts » au niveau de la masse d'eau FRLG114 et « modérés » au niveau de la MESO FRLG106.

3.5.3 Conclusion

Au niveau de certains ouvrages analysés, l'indicateur impact en pesticides totaux montre un nombre de détections élevé non visible sur l'impact en 7 pesticides prioritaires. C'est le cas des masses d'eau FRLG102, FRLG105, FRLG106, FRLG112 ou encore FRLG101. Certaines de ces masses d'eau possèdent des pressions agricoles parcellaires fortes sur ces zones. Il s'avère que les substances actives principalement détectées dans les impacts pesticides totaux sont des molécules « passées » (interdites d'usage depuis plus d'une dizaine d'années) comme l'atrazine et le diuron (et leurs métabolites). Les impacts révélés par cet indicateur sont donc le reflet d'un usage agricole passé dont les impacts ne seraient visibles que plus tardivement. On peut donc s'attendre, sur les MESO sujettes à des fortes pressions agricoles (FRLG102, FRLG105, FRLG106) à ce que des impacts en pesticides prioritaires (usage actuel majoritaire) soient détectés dans les années à venir dû au temps de transfert des eaux souterraines. C'est notamment le cas sur le forage Rivière d'Abord (BSS : 12288X0085) de la MESO sud FRLG105 pour lequel les temps de résidence sont supérieurs à 100 ans (le mélange étant à moins de 20% avec les eaux les plus jeunes retrouvées âgées d'une dizaine d'années) ou le forage Oméga (FRLG112 ouest) dont l'eau est âgée d'une trentaine d'années (Petit et al., 2013).

3.6 Synthèse du lien P/I agricole

Le lien P/I agricole peut s'établir aisément pour les masses d'eau de l'Est et du Sud puisque les pesticides n'ont majoritairement que cette origine. Pour les masses d'eau de l'Ouest et

⁷ Pour mémoire, les analyses réalisées par l'Office de l'eau dans le cadre des études « Pression / Impact » indiquent que l'impact des pesticides est visible sur les eaux de surface, avec une signature franche du maraîchage par rapport aux autres masses d'eau de surface.

du Nord en revanche, une composante ANC peut se manifester. Une synthèse du lien P/I agricole par masse d'eau est présentée au tableau suivant. Ce tableau reflète le croisement entre les synthèses des indicateurs P/I agricoles en pesticides et azote.

<i>Synthèse des indicateurs pression agricoles/impact</i>		
MESO	Pesticides	Azote
FRLG114	Les pressions moyennes s'expriment pour les pesticides sont d'origine cannière et maraichère. Les impacts détectés pour ces agricultures sont modérés à moyens. Des impacts plus forts sont relevés pour la catégorie "toute culture". Un lien agricole peut être établi.	La pression agricole en azote est nulle à faible tandis que des impacts modérés en azote sont détectés.
FRLG101	Des pressions fortes sont exprimées et sont traduites par une agriculture cannière et toute culture. Les impacts résultant de ces catégories restent modérés. Si l'on tient compte en revanche, de la somme des pesticides totaux, on observe des impacts ponctuels forts au niveau du forage Dioré (12272X0130). On peut s'attendre à observer des impacts plus forts en SA cannières dans le futur.	La pression agricole en azote est moyenne alors que de très forts impacts sont relevés.
FRLG115	Les pressions agricoles et impacts sont nuls à faibles.	
FRLG102	Des pressions très fortes s'expriment par une agriculture cannière et "tout culture" majoritairement et de manière modérée par le maraichage. Alors que les impacts "toute culture" et maraichers sont nuls à faibles, des impacts moyens sont retrouvés pour les pesticides totaux et modérés pour l'agriculture cannière.	De fortes pressions en azote s'expriment tandis que des impacts nuls à faibles sont repérés.
FRLG116	Les pressions agricoles sont moyennes et proviennent du secteur cannier et de manière modérée toute culture. Des impacts modérés sont détectés et correspondent à l'activité cannière.	Des pressions et impacts nuls à faibles sont détectés
FRLG103	Des pressions agricoles fortes traduites par le domaine cannier et "toute culture" principalement ressortent. Des impacts très forts à signature cannières y sont associés.	Des pressions agricoles moyennes sont à noter tandis que des impacts modérés sont relevés.
FRLG117	Une faible pression agricole ("toute culture", signature du glyphosate) est exprimée et aucun impact est détecté.	Une faible pression agricole est exprimée et un impact faible est détecté.
FRLG104	Les forts impacts et pressions en pesticides prioritaires sont cohérents. Cela traduit des impacts dus à l'agriculture. C'est l'agriculture cannière qui génère les plus fortes pressions et impacts. Les pesticides totaux montrent également des dépassements récurrents. Il est à noter cependant que seul le puits du Baril (12297X0013) est suivi sur cette MESO.	Des pressions fortes en azote sont détectées mais des impacts nuls à faibles sont retrouvés à l'échelle de cette masse d'eau.
FRLG118	Les pressions agricoles sont moyennes et sont exprimées par toutes les catégories d'agriculture. Les impacts sont nuls à faible.	Les pressions agricoles en azote sont modérées tout comme les impacts.
FRLG105	La pression agricole est très forte et est représentée majoritairement par le domaine cannier et "toute culture". Les impacts sont modérés.	La pression azotée agricole est moyenne tout comme les impacts (un seul point suivi).

<i>Synthèse des indicateurs pression agricoles/impact</i>		
MESO	Pesticides	Azote
FRLG119	Les pressions en pesticides agricoles sont modérées (domaine maraîcher) et ne se retrouvent pas dans les impacts (nuls à faibles).	La pression azotée est modérée et des impacts moyens sont détectés.
FRLG106	La pression agricole est forte dans tous les domaines de culture. Des impacts forts sont retrouvés pour les pesticides totaux (3 points) et sont modérés pour les autres types de culture.	Une pression agricole nulle est annoncée tandis que des impacts moyens sont mesurés.
FRLG120	Les pressions agricoles et impacts sont nuls à faibles.	
FRLG107	Des pressions agricoles moyennes sont exprimées (signature du maraîchage et des autres types de cultures) tandis que des impacts nuls à faibles sont relevés.	Les forts impacts détectés se superposent à une pression agricole nulle à faible.
FRLG108	Une pression agricole moyenne (du secteur cannier principalement) s'exprime superposée à des impacts modérés (signature maraîchère).	La pression agricole azotée est nulle à faible et des impacts moyens sont retrouvés.
FRLG121	Une pression agricole nulle à faible est exprimée pour des impacts modérés (canniers).	Des pressions agricoles nulles à faibles sont exprimées et superposées à des impacts modérés
FRLG109	Une pression agricole modérée s'exprime (maraîchage) et des impacts nuls à faibles sont retrouvés.	Une pression agricole nulle à faible s'exprime tout comme les impacts.
FRLG110	Les impacts nulles à faibles en pesticides traduisent les pressions nulles à faible sur cette masse d'eau peu agricole.	Des pressions azotées nulles à faibles se superposent à de forts impacts en nitrates.
FRLG122	Les pressions agricoles en azote sont nulles à faible.	
FRLG111	Les pressions agricoles exprimées sont modérées (maraîchage) et des impacts modérés sont relevés (signature cannière et "toute culture").	La pression en azote agricole est nulle à faible tandis que des impacts modérés sont relevés.
FRLG123	La pression agricole est nulle à faible tandis que du glyphosate est retrouvé (impact moyen).	Des pressions agricoles azotées nulles à faibles sont exprimées tandis que des forts impacts sont retrouvés.
FRLG112	Des pressions agricoles modérées s'expriment (signature maraîchère) tandis que des impacts moyens sont relevés (détectations de pesticides totaux).	Des pressions agricoles nulles à faibles sont retranscrites alors que de très forts impacts en nitrates, ammonium et orthophosphates s'expriment.
FRLG124	La masse d'eau présente des pressions agricoles nulles à faible.	
FRLG113	La masse d'eau présente des pressions agricoles nulles à faible de même que les impacts.	Des impacts en nitrates moyens sont relevés
FRLG125	La pression agricole en pesticide est nulle à faible (moyenne pour la pression maraîchère). Des impacts toute culture modérés sont à noter.	La pression en azote agricole est nulle à faible tandis que des ponctuels forts sont à noter en nitrate à proximité de secteurs agricoles.
FRLG126	La masse d'eau présente des pressions agricoles nulles à faibles.	
FRLG127	La masse d'eau présente des pressions agricoles nulles à faibles.	

Tableau 19 : Tableau synthèse des indicateurs de pressions agricoles et d'impacts détectés en nitrates et pesticides à l'échelle de la MESO.(BRGM)

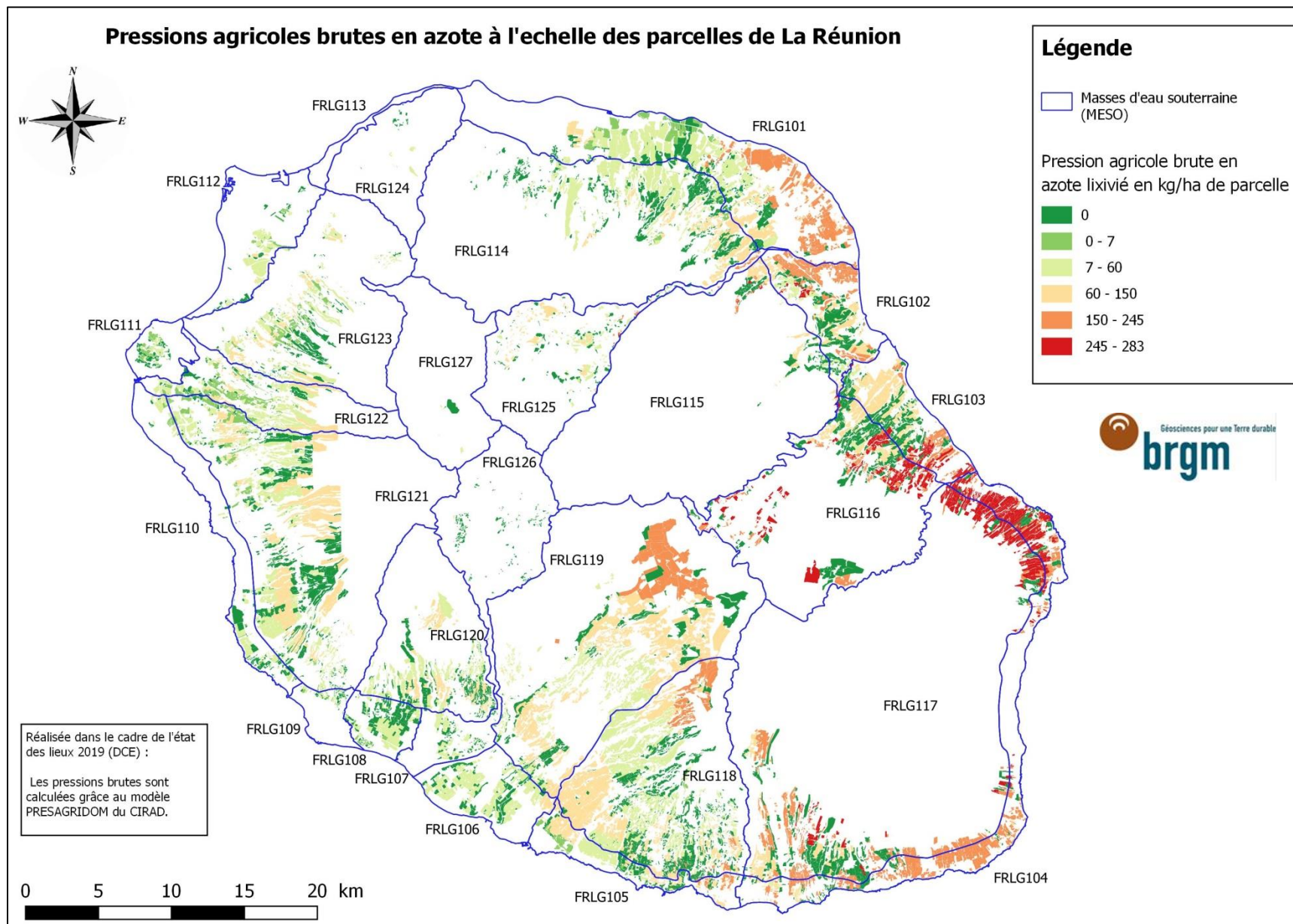
MESO	<i>Lien pression/impact agricole</i>
FRLG114	La masse d'eau FRLG114 présente des pressions et impacts agricoles modérés à moyens (signature du glyphosate). Des flux de la masses d'eau FRLG114 peuvent alimenter la masse d'eau avale FRLG101.
FRLG101	Cette masse d'eau est à la fois agricole et urbanisée. L'urbanisation (ANC) joue également un rôle dans les pollutions en azote. Les points concernés par ces très forts impacts sont situés majoritairement dans des zones où l'urbanisation s'exprime. Il est donc difficile de relier ces impacts exclusivement au domaine agricole.
FRLG115	Cette masse d'eau ne révèle pas d'impacts générés par le domaine agricole, concentré en bordure dans les bas. Elle est suivie par 3-4 points en bordure de masse d'eau, localisés à l'opposé des secteurs agricoles. Sa surface est importante (phénomène de dilution de la pression). Elle peut recharger la masse d'eau avale FRLG102.
FRLG102	Cette masse d'eau n'est suivie seulement que par 3 points. Elle possède une surface géographique proche de la SAUT ce qui explique les fortes pressions. Elle peut, de plus, être rechargée par la masse d'eau FRLG116 amont qui est non impactée en pollution agricole. L'absence de causalité entre pressions et impacts peut également s'expliquer par un temps de résidence de l'eau plus long. On peut s'attendre à observer des impacts plus forts en SA cannières dans le futur.
FRLG116	Cette masse d'eau présente des impacts associés à l'agriculture. Cette composante restant cependant modérée. Elle ne possède que deux points de suivi. Elle peut recharger la masse d'eau avale FRLG103.
FRLG103	Malgré le faible nombre de points suivis (3) ils présentent tous de forts impacts. Cette masse d'eau est majoritairement agricole sur toute sa surface. Les forts impacts mesurés découlent de l'agriculture (principalement du domaine cannier, notamment pour le forage Petit Saint-Pierre les hauts (12278X0058).
FRLG117	La masse d'eau n'est suivie que par 3 points. Des flux peuvent avoir lieu vers la masse d'eau avale (FRLG117 vers FRLG104).
FRLG104	Cette masse d'eau n'est suivie que par 4 points pour les pesticides et 3 pour les paramètres azotés. Le point le plus impacté par l'agriculture cannière est le Puits du Baril (12297X0013). La surface de la masse d'eau étant faible, la pression en est d'autant plus forte (phénomène de dilution) mais elle peut être cependant rechargée par la masse d'eau amont FRLG117 non impactée par des pollutions agricoles.
FRLG118	Les impacts modérés qui s'expriment peuvent venir de l'agriculture sur cette masse d'eau majoritairement agricole. Elle peut recharger la masse d'eau avale FRLG105.
FRLG105	Cette masse d'eau est recouverte d'agriculture. Malgré les fortes pressions agricoles exprimées, cette masse d'eau n'est suivie que par 1 ouvrage qui montre un impact modéré. Il est donc difficile d'évaluer des impacts associés au milieu agricole mais l'azote démontre tout de même un lien entre une pression et des impacts moyens. Il serait intéressant de bénéficier de plus de points de suivi. L'absence de causalité entre pressions et impacts pesticides peut également s'expliquer par un temps de résidence de l'eau plus long. On peut s'attendre à observer des impacts plus forts en SA prioritaires dans le futur.
FRLG119	Cette masse d'eau est suivie par une dizaine de points. Les impacts moyens détectés pour l'azote sont en milieu urbain. Il est probable que ces impacts proviennent donc de l'ANC. Néanmoins concernant les pesticides totaux, on observe de nombreux dépassements. Un lien pourrait exister avec l'agriculture mais les impacts ne sont pas significatifs.
FRLG106	Cette masse d'eau possède une dizaine de points de suivi dans des domaines urbains comme agricoles. Il est donc difficile d'associer entièrement les impacts présents aux fortes pressions agricoles. Néanmoins, l'absence directe de causalité entre pressions et impacts peut s'expliquer par un temps de résidence de l'eau plus long et par une dilution de la MESO 119 amont. On peut s'attendre à observer des impacts plus forts en SA prioritaires dans le futur.
FRLG120	Il n'existe pas d'expression d'un impact d'origine agricole.
FRLG107	Les 7 points de suivi sont localisés dans des zones urbaines et correspondent à de forts impacts dissociés de l'agriculture.
FRLG108	La composante urbaine s'exprime en partie sur cette masse d'eau. Les 4 points de suivi sont néanmoins situés au niveau de parcelles agricoles. Ces impacts peuvent provenir de l'agriculture (domaine maraîcher).
FRLG121	Les points de suivi sont localisés principalement à l'Est dans des portions peu agricoles voire urbaines. Cette masse d'eau présente peu d'influence agricole. Elle peut recharger la masse d'eau côtière FRLG110.

MESO	<i>Lien pression/impact agricole</i>
FRLG109	Cette masse d'eau est suivie par 4 points et n'est pas impactée par l'agriculture. La pression agricole modérée exprimée peut être due à sa faible surface et à sa recharge potentielle par la masse d'eau amont FRLG120 qui n'est pas impactée par le secteur agricole.
FRLG110	Les impacts forts azotés sont situés au niveau de zones urbaines. Cette masse d'eau ne montre donc pas de signature agricole.
FRLG122	Cette masse d'eau n'est pas suivie. Il n'est donc pas possible d'évaluer un quelconque impact d'origine agricole. Cependant, l'eau souterraine de cette masse d'eau est drainée par la source "Bassin Malheur" en aval (FRLG111). Cette résurgence représente donc l'état de la masse d'eau. Les bilans pressions/impacts sont donc les mêmes que pour FRLG111.
FRLG111	Les impacts agricoles ne concernent que 2 points sur 3 à l'échelle de la masse d'eau. Ils se situent en aval de zones urbaines. Seulement des impacts modérés sont relevés et situés en aval de zones urbaines (il est donc difficile d'établir un lien avec l'agriculture).
FRLG123	Les points de suivi les plus impactés se trouvent à proximité d'urbanisation ou en bordure de masse d'eau. Il est probable que cette signature soit d'origine urbaine (ANC) pour la partie aval de la masse d'eau. Les points à fort impact en nitrates sont cependant situés au niveau de parcelles agricoles et urbaines. Il est difficile d'établir un lien exclusif entre ces forts impacts et l'activité agricole.
FRLG112	Cette masse est très majoritairement urbanisée. Les impacts forts ainsi détectés dérivent de pressions urbaines (ANC).
FRLG124	Cette masse d'eau, très peu agricole, ne présente aucune pression agricole et les impacts sont difficiles à évaluer compte tenu de l'inexistence de points de suivi. Cependant, l'urbanisation est présente et les impacts nitrates moyens évalués sur la masse d'eau avale FRLG113 découlent très probablement de FRLG124. Ces impacts sont générés par l'ANC, pression présente sur la masse d'eau amont 124.
FRLG113	Le seul point de suivi de cette masse d'eau non agricole présente des impacts azotés moyens, situés en aval de secteurs urbanisés. Il est plus probable que ces impacts découlent d'une pression ANC plutôt qu'agricole.
FRLG125	Cette masse d'eau dont la pression agricole ne s'exprime que peu et à majorité maraîchère, possède des impacts ponctuels très importants. Il est difficile de tracer un lien d'origine intégralement agricole.
FRLG126	Cette masse d'eau est très peu agricole et n'est pas impacté par ce secteur.
FRLG127	Cette masse d'eau est très peu agricole et présente peu de pression. Cependant il est difficile d'évaluer un impact compte tenu du seul point de mesure suivi.

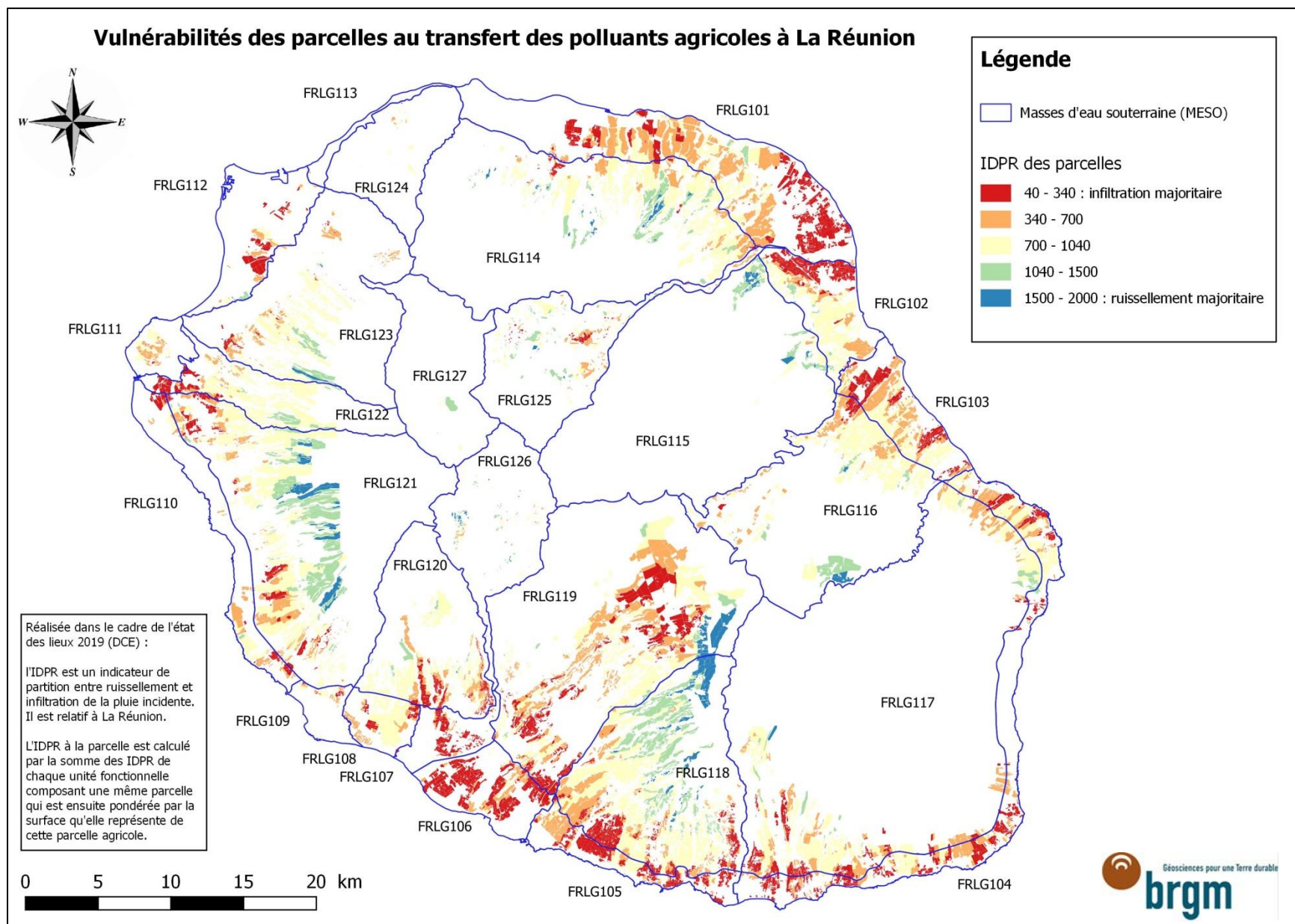
Tableau 20 : Tableau synthèse du lien entre les pressions agricoles et les impacts détectés à l'échelle de la MESO. (BRGM)

3.7 Planches cartographiques

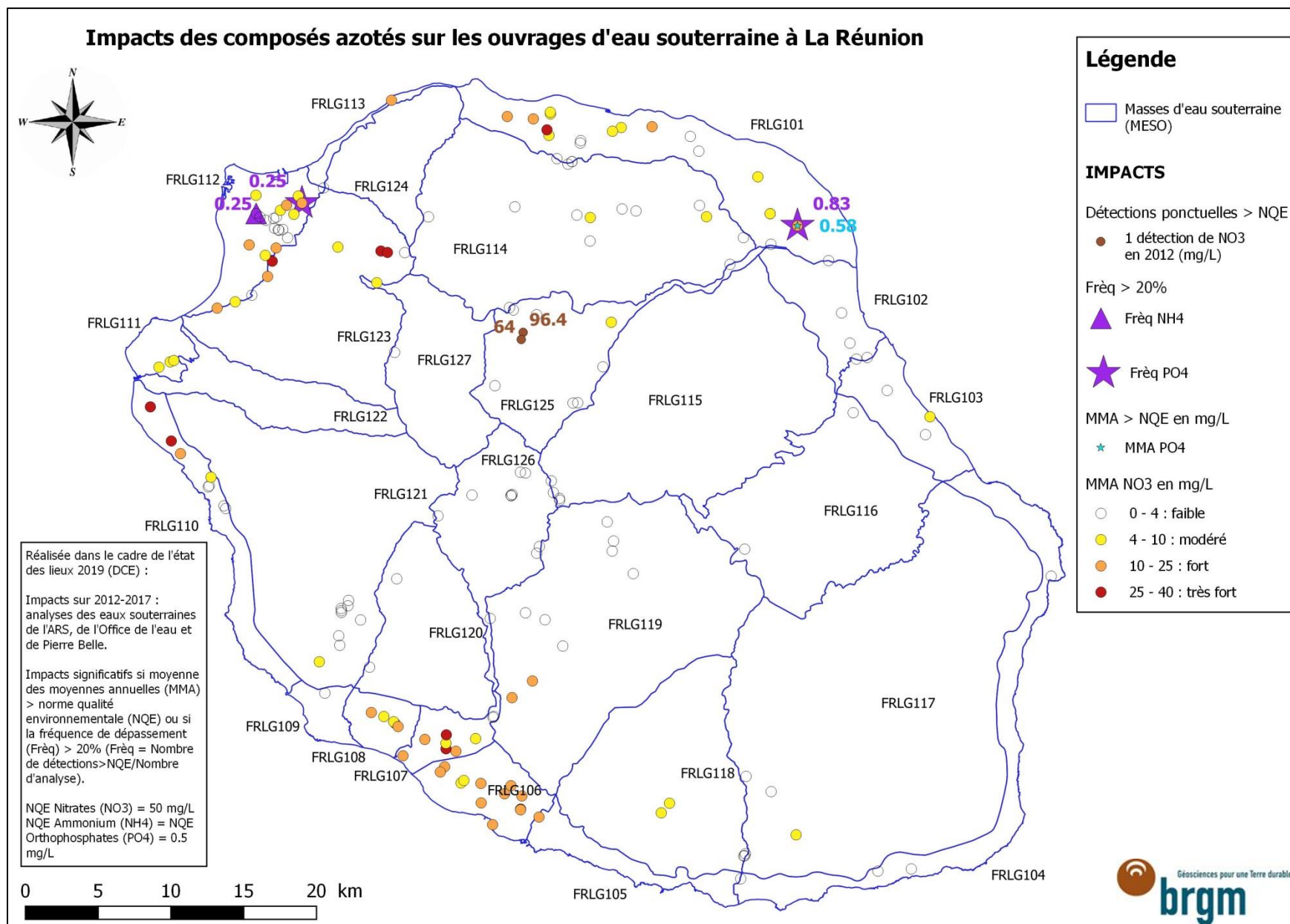
3.7.1 Planche 1 : PB_NLIX



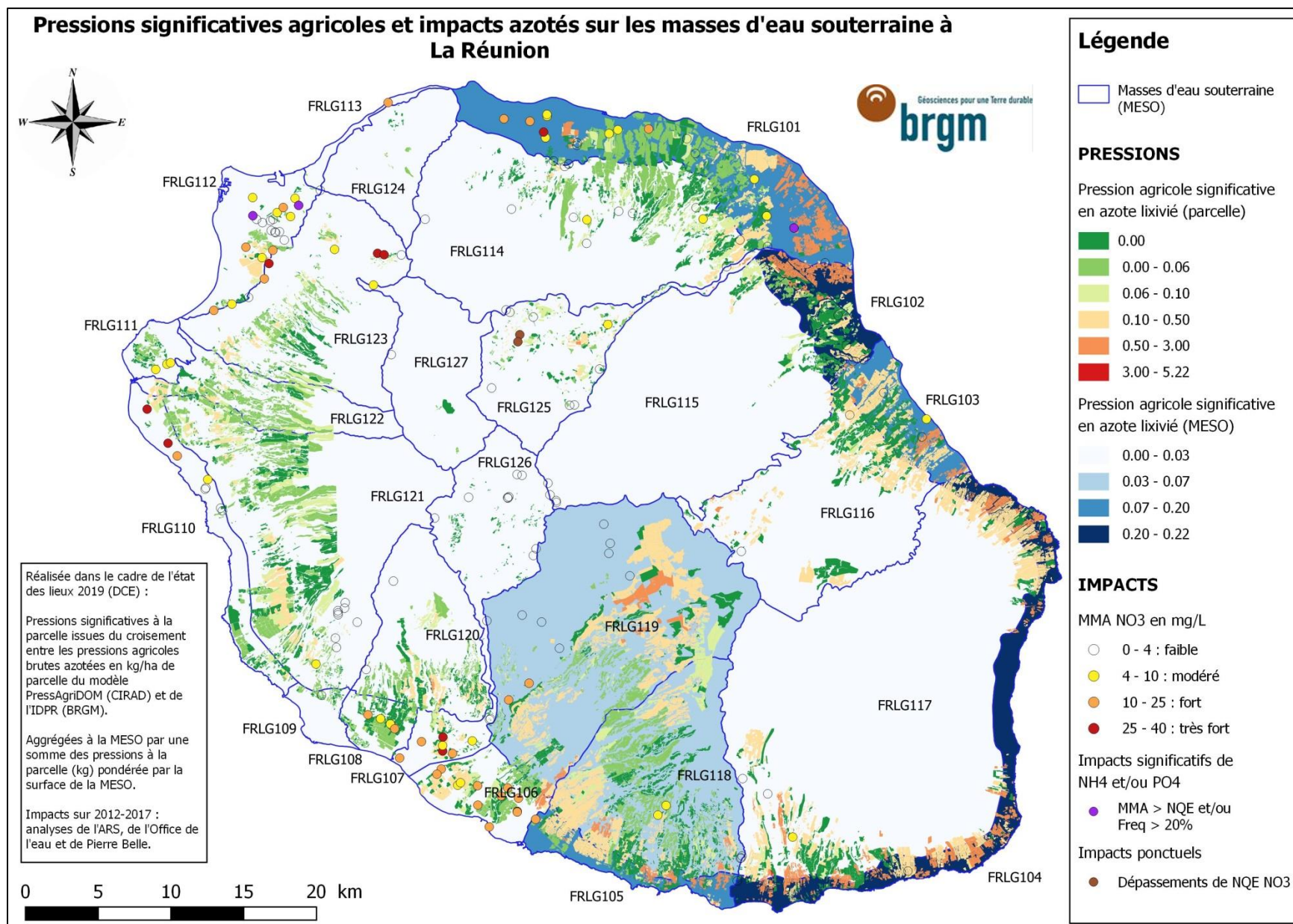
3.7.2 Planche 2 : IDPR_parc



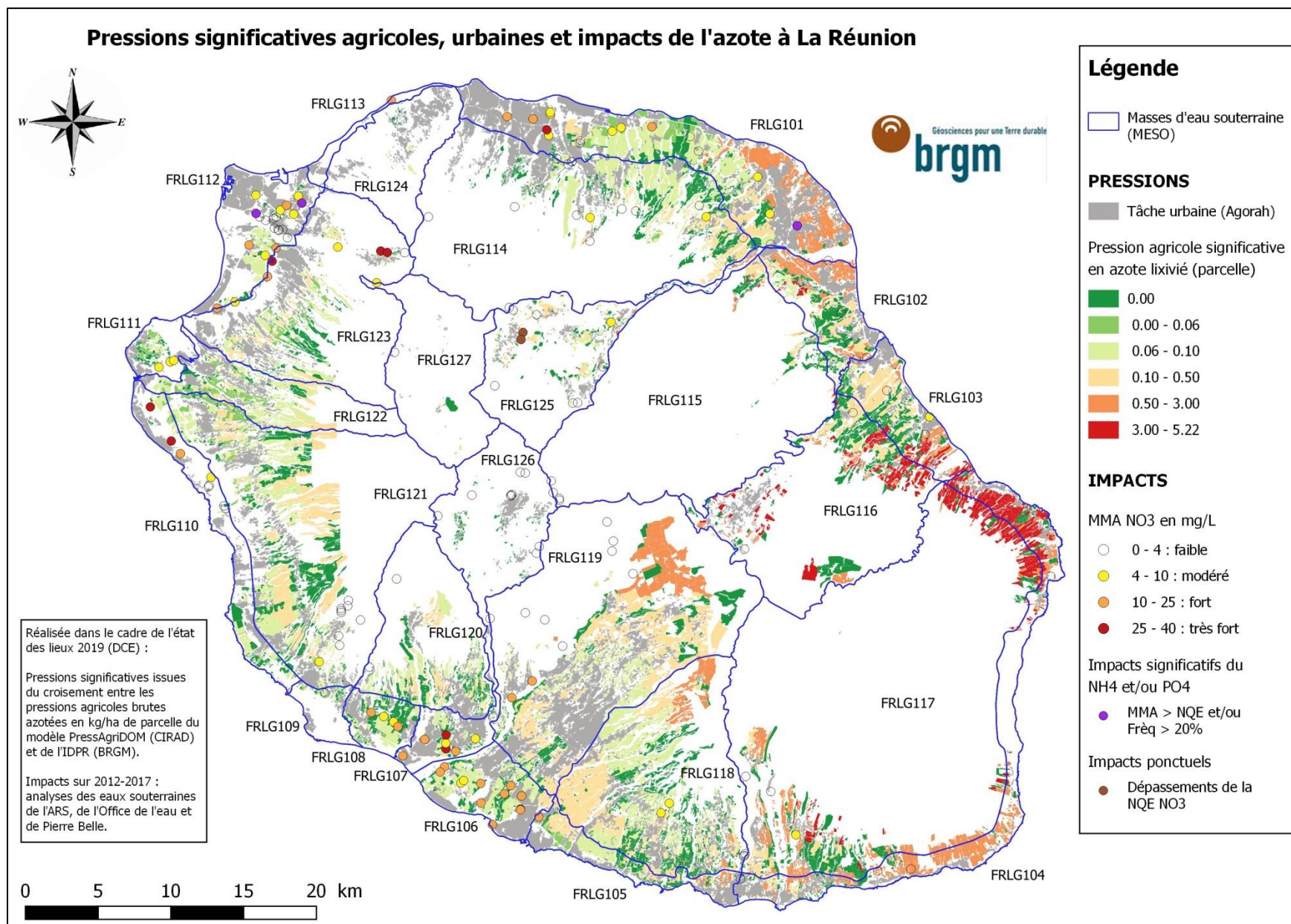
3.7.3 Planche 3 : Impacts azote



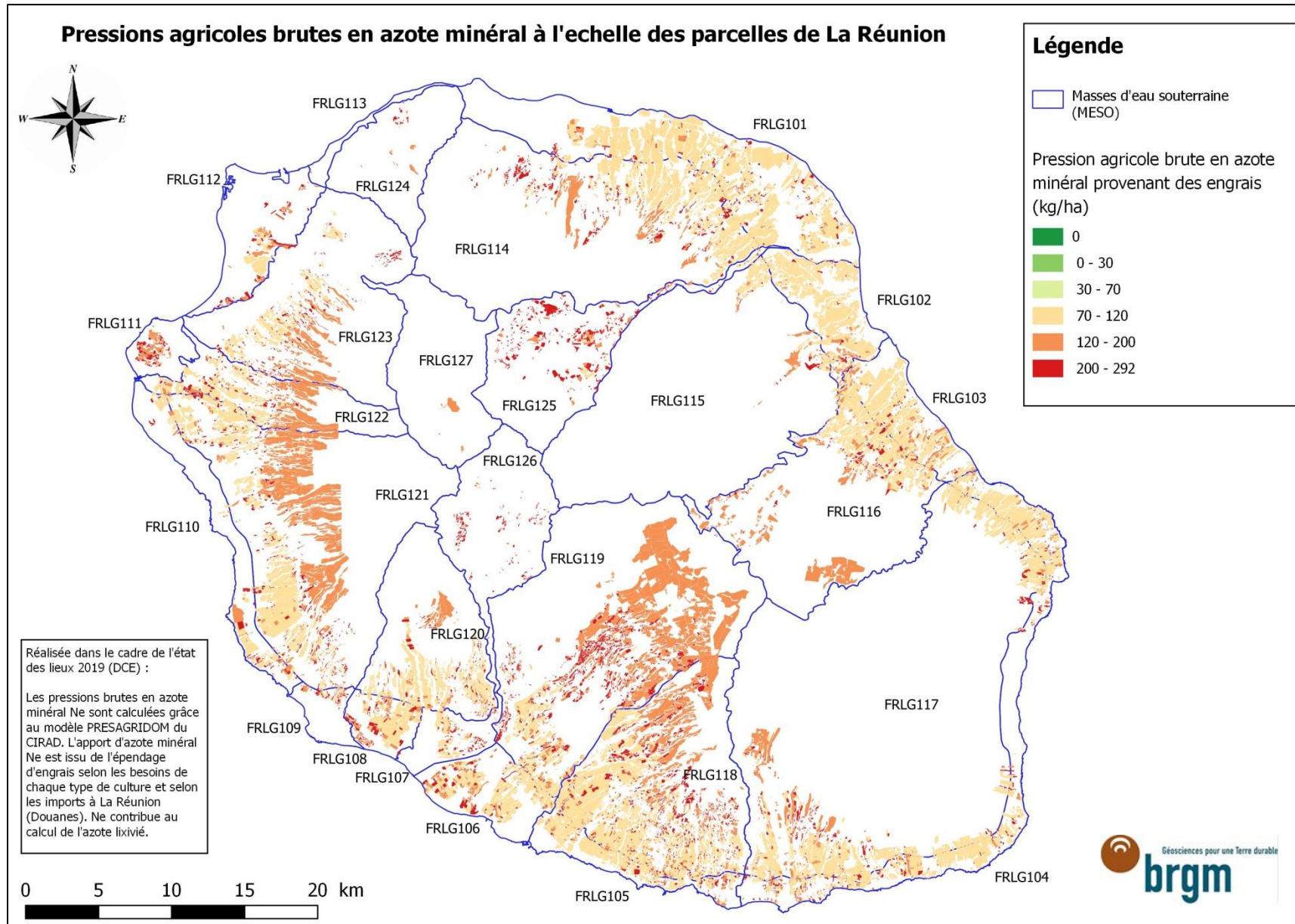
3.7.4 Planche 4 : Nlixparc_ME



3.7.5 Planche 5 : PS_Nlix et tâche urbaine

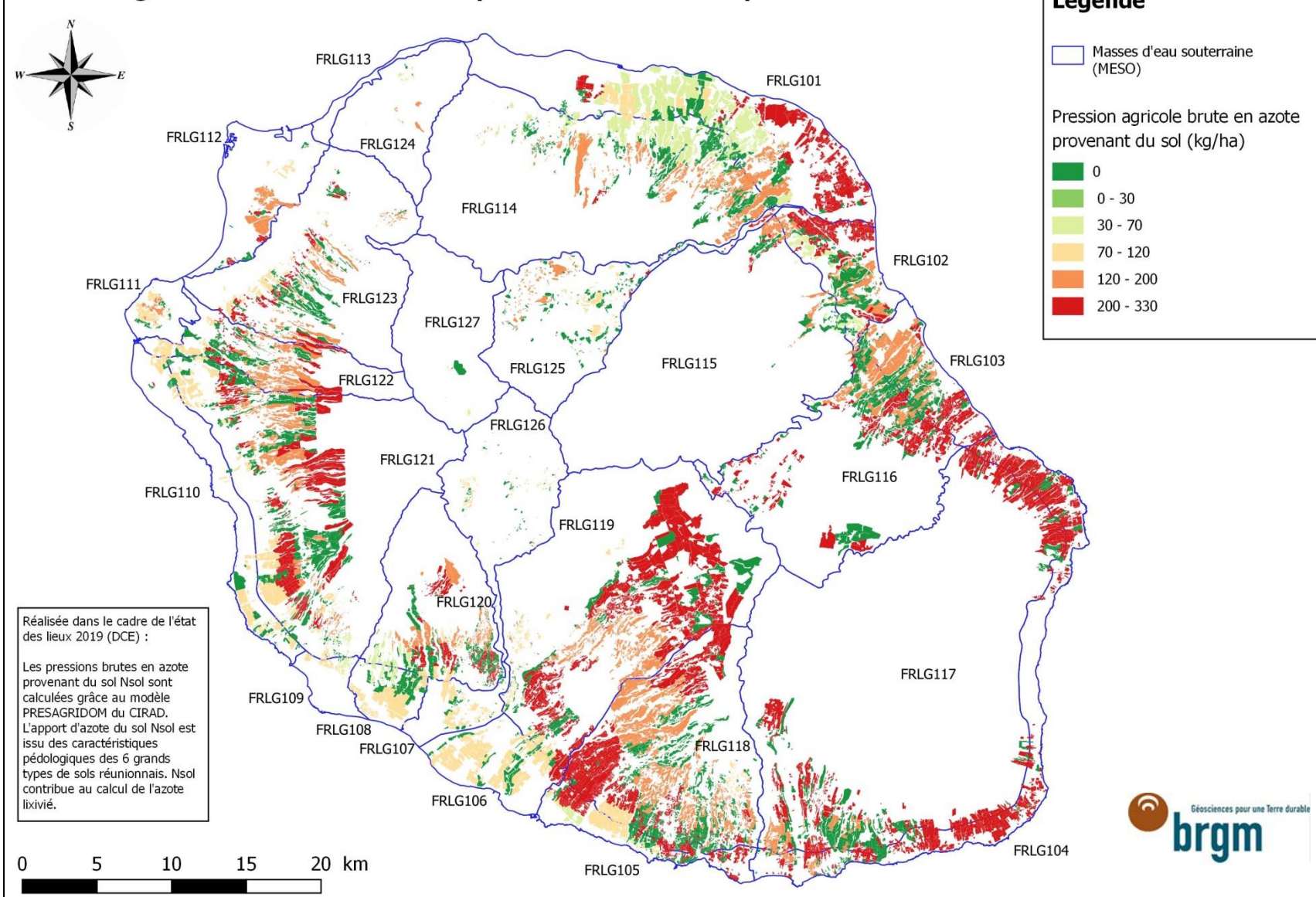


3.7.6 Planche 6 : Ne

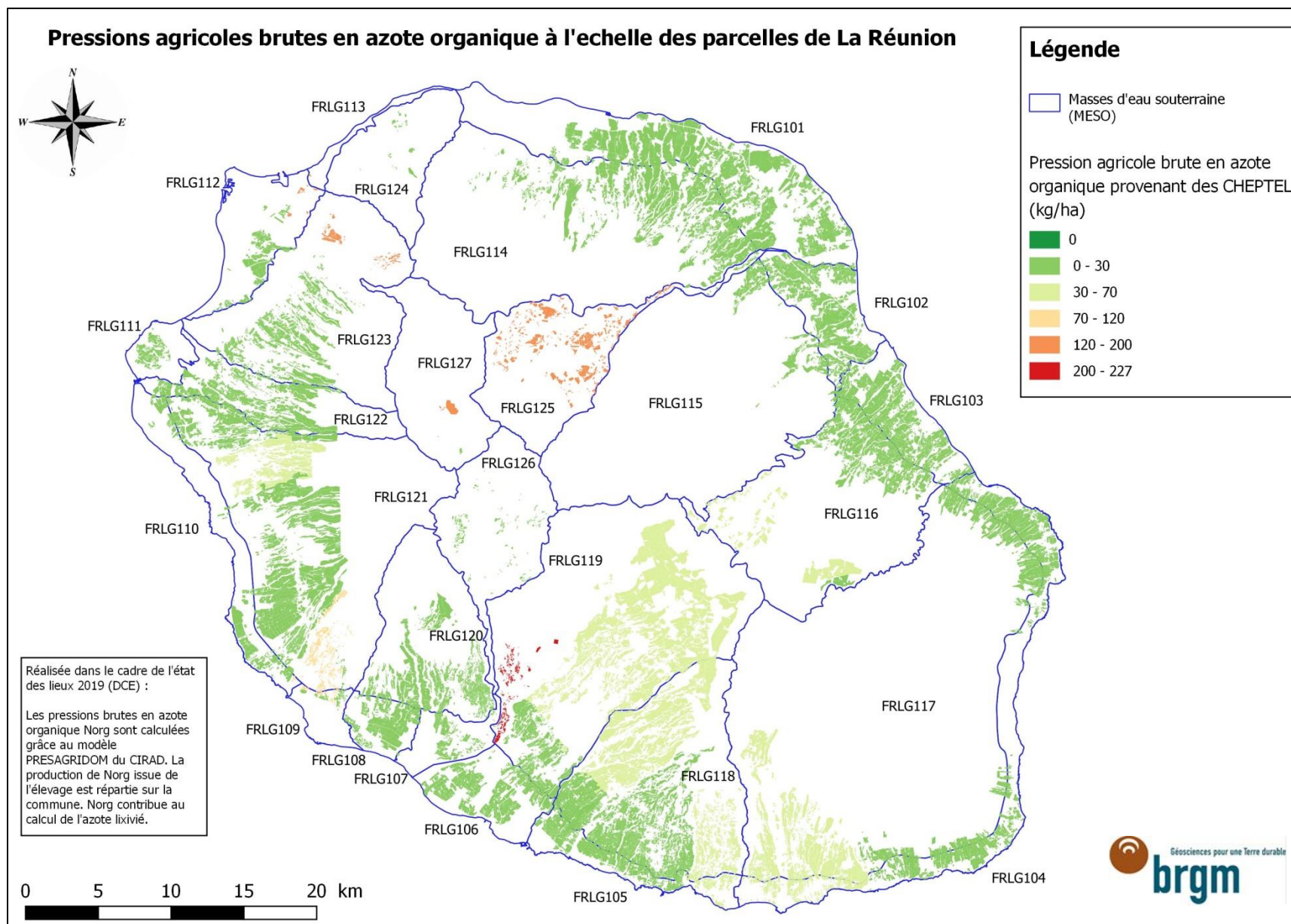


3.7.7 Planche 7 : Nsol

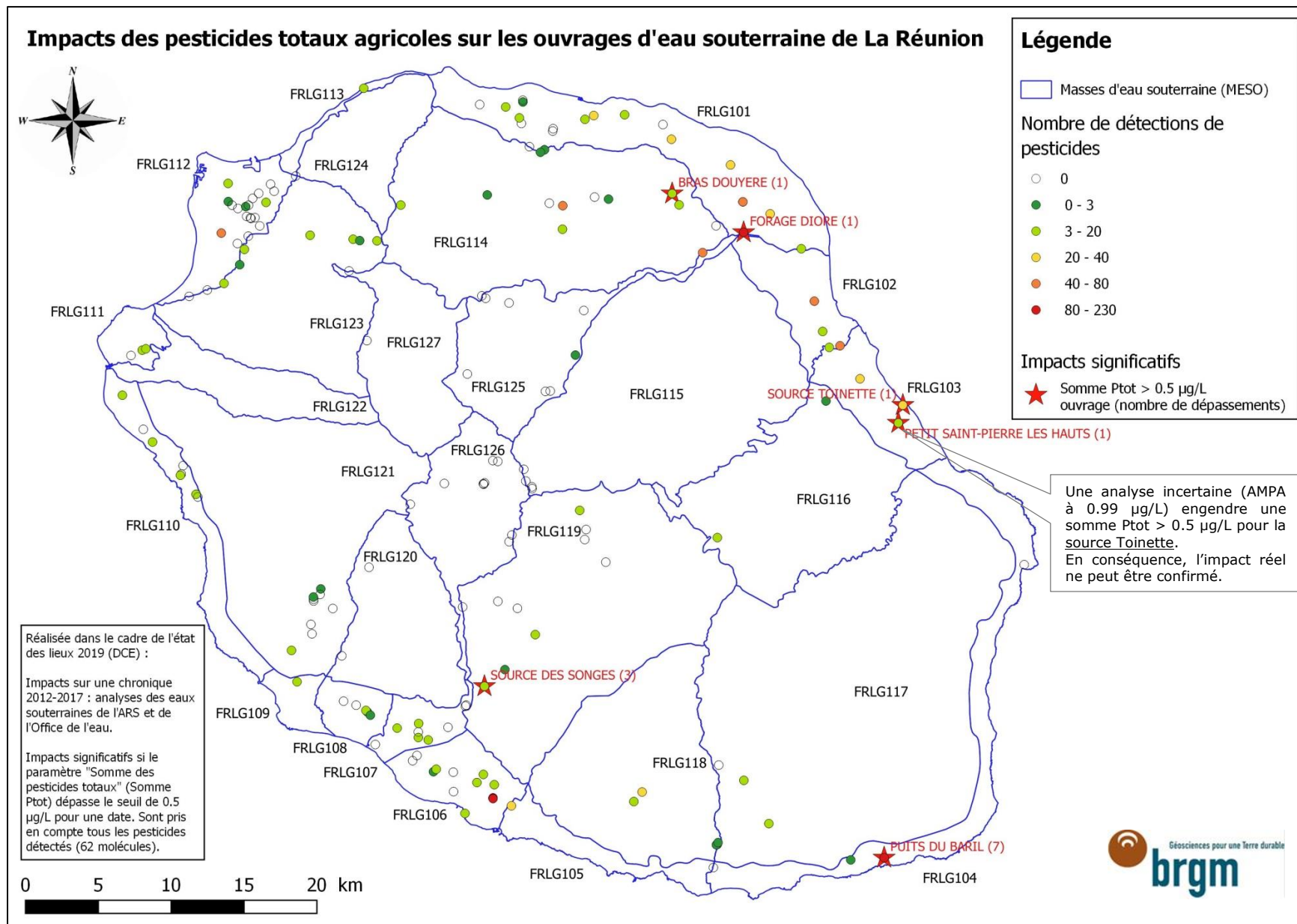
Pressions agricoles brutes en azote fourni par le sol à l'échelle des parcelles de La Réunion



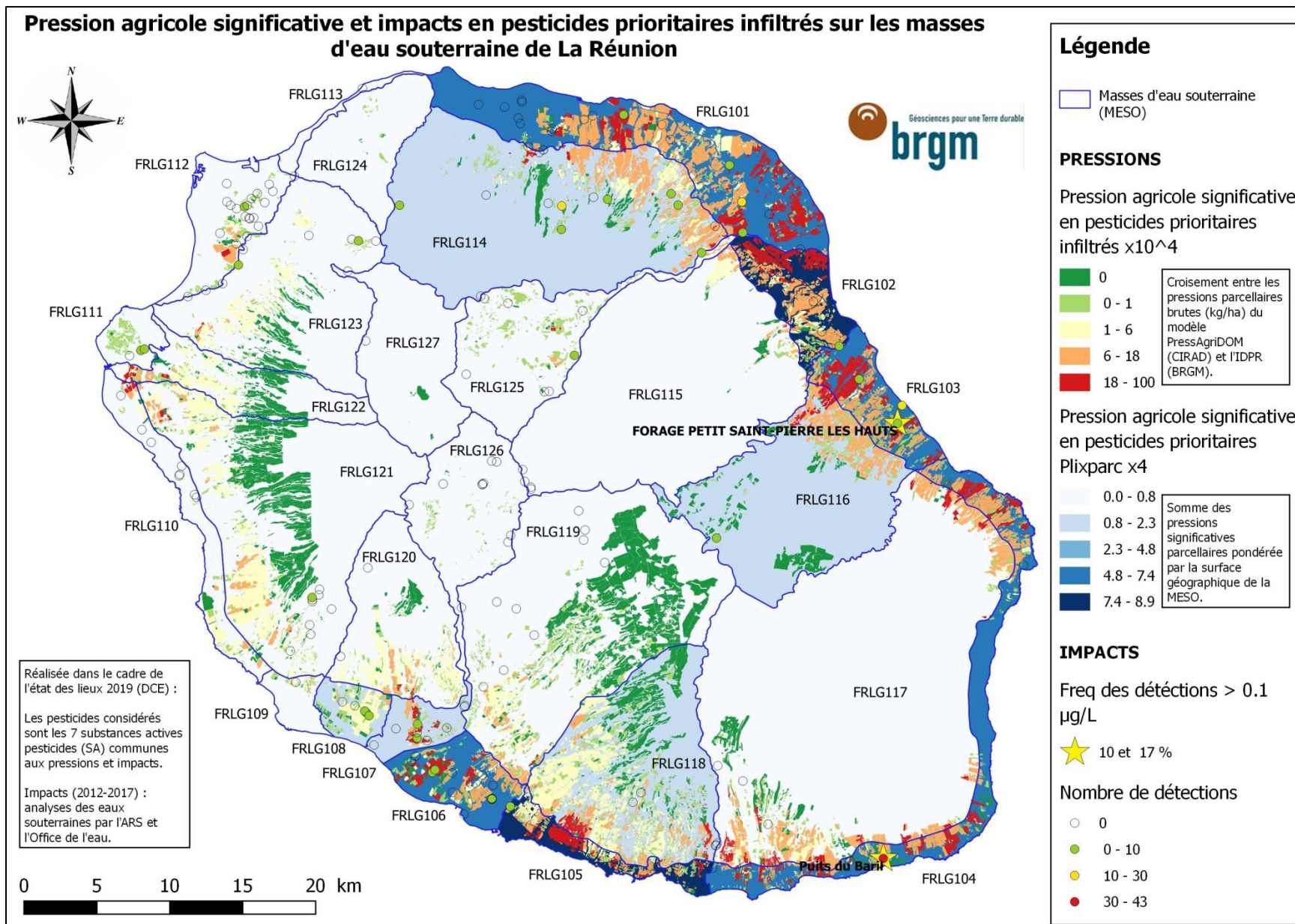
3.7.8 Planche 8 : Norg



3.7.9 Planche 9 : Impacts pesticides totaux

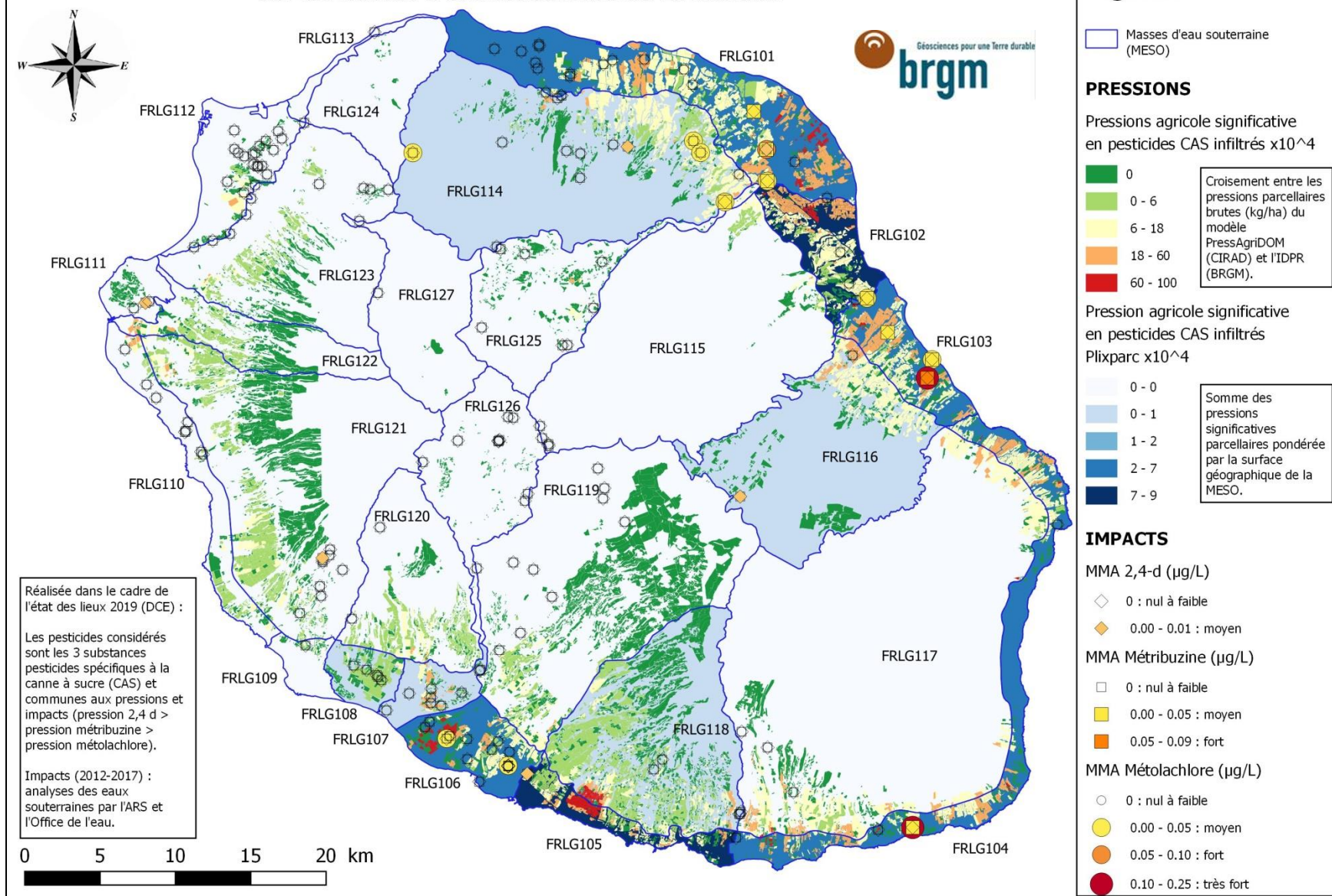


3.7.10 Planche 10 : P/I SA prioritaires PLIX

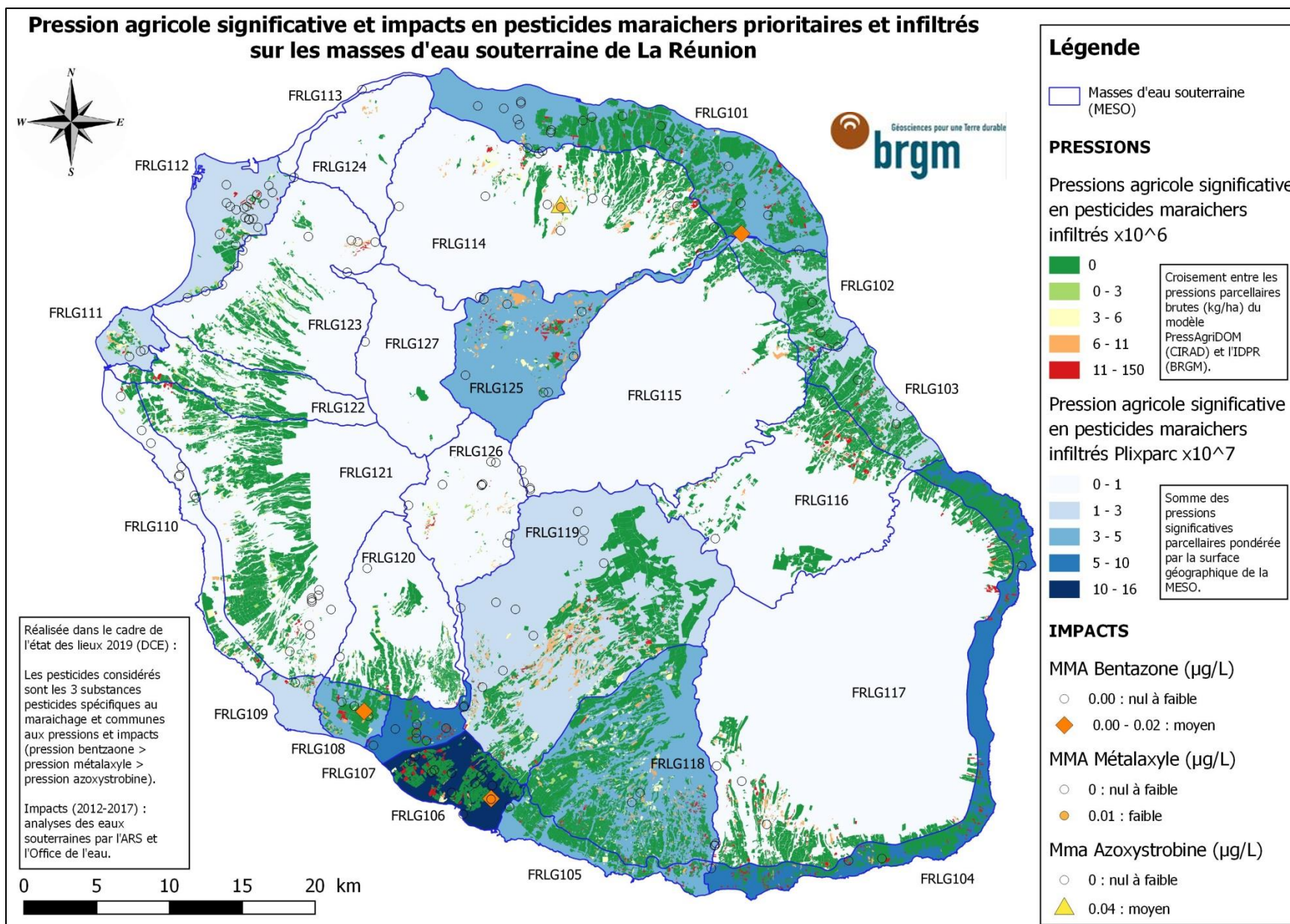


3.7.11 Planche 11 : P/I CAS PLIX

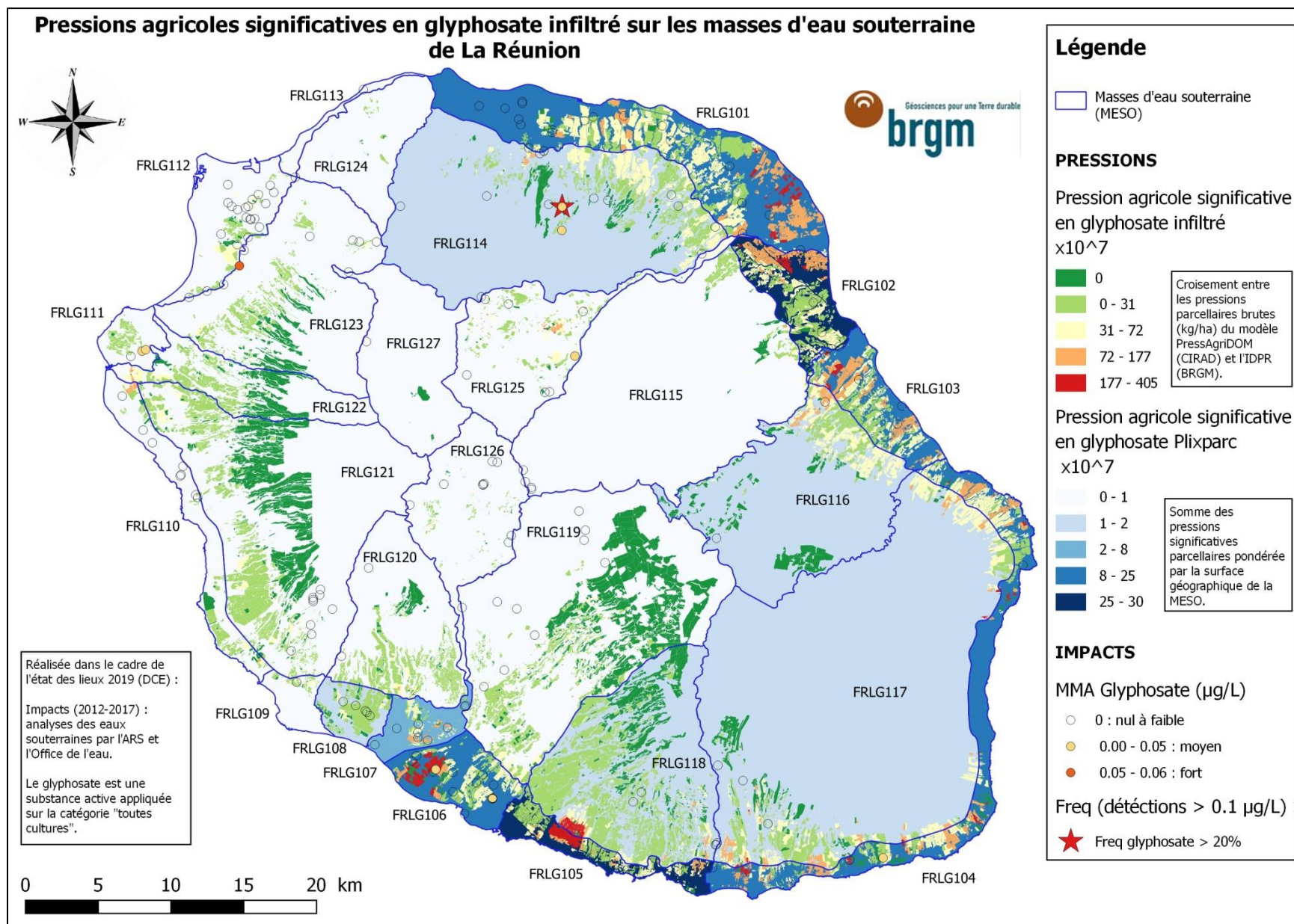
Pression agricole significative et impacts en pesticides caniers prioritaires et infiltrés sur les masses d'eau souterraine de La Réunion



3.7.12 Planche 12 : P/I Maraîchage PLIX



3.7.13 Planche 13 : P/I glyphosate PLIX



4 Bibliographie

Aunay, B., Parrat, B., Gourcy, L., Soulier, C., 2017. Origine des teneurs en nitrate dans les eaux souterraines des secteurs de Cambaie (Saint-Paul) et versant aval Dos d'Ane (La Possession) (No. Rapport BRGM/RP-67363-FR). BRGM, La Réunion.

Belle, P., 2014. Contribution des processus hydrologiques et hydrogéologiques aux glissements de terrain de grande ampleur : application au contexte tropical de La Réunion (phdthesis). Université de La Réunion.

Bessière, H., 2016. Guide méthodologique pour l'analyse Pressions-Impact dans le cas de pollutions industrielle dans les départements d'Outre-Mer (Scientifique No. BRGM/RP-65558-FR). BRGM, DOM - Guadeloupe.

Bessière, H., Surdyk, N., 2017. Guide pour l'analyse pression impact dans le cas des pressions agricoles diffuses phytosanitaires (No. Rapport BRGM/RP-67366-FR). BRGM, <http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-67366-FR.pdf>.

Cattan, P., Lambert, M., 2018a. Guides méthodologiques pour le calcul des indicateurs pesticides et azote à La Réunion - Indicateurs de pression pesticide 28.

Cattan, P., Lambert, M., 2018b. Guides méthodologiques pour le calcul des indicateurs pesticides et azote à La Réunion - Construction d'une base de données parcelles sous sig, commune aux indicateurs pesticide et azote 21.

Cattan, P., Lambert, M., 2018c. Guides méthodologiques pour le calcul des indicateurs pesticides et azote a La Réunion - Indicateurs de pression azotée. CIRAD.

Guide d'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine (Version provisoire), 2018. . Ministère de l'écologie.

DAAF. AGRESTE – Synthèse 2017

Gustafson, D., 1989. Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry 8, 339–357. <https://doi.org/10.1002/etc.5620080411>

Petit, V., Aunay, B., Gourcy, L., Baran, N., Oliva, Z., Lucas, C., 2013. Pollution diffuse et transferts des produits phytosanitaires du sol vers les ressources en eaux souterraines de l'île de La Réunion. (No. Rapport BRGM/RP-61477-FR). BRGM, <http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-61477-FR.pdf>.

Surdyk, N., Bessière, H., 2017. Description de la méthode appliquée aux DOM pour l'étude pression-impact du nitrate sur les eaux souterraines. (No. Rapport BRGM/RP-67323-FR). BRGM, <http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-67323-FR.pdf>.

Site internet :

<https://ephy.anses.fr/>