



**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
MARTINIQUE

Evaluation de la pression quantitative de l'irrigation dans le cadre de l'état des lieux de 2019 Préparation du SDAGE 2022-2027 Martinique

Chambre d'Agriculture de la Martinique



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Septembre 2018

Chambre d'Agriculture de la Martinique BP 312 Place d'Armes 97286 LAMENTIN Cedex 2

☎ : 05 96 51 75 75 📠 : 05 96 51 93 42 📧 irrigation@martinique.chambagri.fr

Etude Réalisée dans le cadre d'un partenariat entre :



La Chambre d'Agriculture de la Martinique

Place d'Armes Place d'Armes - BP 312
97286 LE LAMENTIN CEDEX 2

Et



L'Office De l'Eau Martinique, 7 avenue
Condorcet, 97200 Fort-de-France

dans le cadre de l'évaluation de la pression des prélèvements agricoles pour l'irrigation.

Equipe Projet

Coordonnateur

Gilles MOUTOUSSAMY – Responsable du service développement Qualité SDQ

Rédacteur

Jean-Daniel MARTINEAU – Conseiller irrigation

Expertises

Jean-Daniel MARTINEAU – Conseiller irrigation

SOMMAIRE

TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
CADRE DE L'ETUDE	5
CONTEXTE GENERAL	6
<i>L'irrigation collective</i>	<i>7</i>
<i>L'irrigation individuelle</i>	<i>10</i>
<i>Les usages</i>	<i>12</i>
<i>Répartition des systèmes par type de culture</i>	<i>13</i>
<i>Autre usage : Les stations de lavage</i>	<i>14</i>
EVALUATION DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION	17
<i>Modélisation du bilan hydrique</i>	<i>17</i>
<i>Collecte et traitement des données</i>	<i>18</i>
<i>Données Climatiques</i>	<i>19</i>
<i>Scénarios climatiques</i>	<i>20</i>
<i>Calcul de la Pluviométrie efficace "pluie efficace"</i>	<i>21</i>
<i>Données pédologiques</i>	<i>21</i>
<i>Réserve Utile (RU)et(RFU)</i>	<i>22</i>
<i>Données parcellaires</i>	<i>22</i>
<i>Besoin en eau d'irrigation</i>	<i>24</i>
<i>Evaluation de l'ETP ou ETo</i>	<i>24</i>
<i>Calcul du déficit hydrique pluviométrique (ex : BV La Lézarde)</i>	<i>25</i>
<i>Evaluation de l'ETP serre</i>	<i>26</i>
<i>Évaluation bilan hydrique</i>	<i>27</i>
<i>Expression du Besoin net en eau d'irrigation</i>	<i>27</i>
<i>Expression du Besoin brut en eau d'irrigation</i>	<i>28</i>
RESULTATS	29
<i>Résultats par bassins versants</i>	<i>30</i>
<i>Résultats par masses d'eau « cours d'eau »</i>	<i>33</i>
CONCLUSIONS	35
ANNEXES	36

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Tableau 1 : Répartition des surfaces cultivées en ha sur le PISE (RPG 2017)</i>	7
<i>Tableau 2 : Répartition des surfaces cultivées en ha sur les petits réseaux collectifs (RPG 2017)</i>	8
<i>Tableau 3 : Evolution de la répartition des systèmes d'irrigation par culture (prélèvements autorisé 2009-2016)</i>	13
<i>Tableau 4 : Déficit hydrique pluviométrique exemple du BV Lézarde</i>	25
<i>Tableau 5 : ETPserre exemple BV Lézarde</i>	26
<i>Tableau 6 : Synthèse des besoins bruts totaux des cultures irriguées prélèvements individuels</i>	29
<i>Tableau 7 : Synthèse des besoins bruts totaux des cultures irriguées réseaux collectifs</i>	29
<i>Tableau 8 : Synthèse des besoins moyens en eau par bassin versant</i>	30
<i>Tableau 9 : Synthèse des besoins moyens en eau par masse d'eau</i>	33
<i>Figure 1 : Principe de fonctionnement d'une station de lavage de fruits</i>	14
<i>Figure 2 : Modélisation du bilan hydrique</i>	17
<i>Figure 3 : Processus de traitement des données</i>	18
<i>Figure 4 : Carte des sols et triangle de valeurs de RU en mm/cm (source :Gis sol ; www.afidol.org)</i>	21
<i>Figure 5 : Application Access traitement base de données Chambre d'Agriculture</i>	22
<i>Figure 6 : Bilan déficit Hydrique pluviométrique exemple du BV Lézarde (2000-2016)</i>	25
<i>Figure 7 : Répartition annuelle des besoins moyens en eau (hors réseaux)</i>	31
<i>Équation 1 : Equation de Turc</i>	24
<i>Équation 2 : Déficit hydrique</i>	25
<i>Équation 3 : ETP serre</i>	26
<i>Équation 4 : Besoin net (Bn)</i>	27
<i>Équation 5 : ETM_{mois}</i>	27
<i>Équation 6 : Besoin brut (Bb)</i>	28
<i>Carte 1 : Répartition des réseaux collectifs d'irrigation (périmètres irrigables)</i>	9
<i>Carte 2 : Répartition des prélèvements d'eau à usage agricole autorisés (2018)</i>	11
<i>Carte 3 : Répartition des isohyètes</i>	19
<i>Carte 4 : Répartition des stations météo</i>	19
<i>Carte 5 : Répartition des surfaces irrigables</i>	23
<i>Carte 6 : Répartition des besoins par bassin versant</i>	32
<i>Carte 7 : Répartition des besoins par masse d'eau</i>	34

CADRE DE L'ETUDE

Conformément à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) adoptée en décembre 2000, le Code de l'Environnement prévoit l'élaboration de la politique de l'eau à l'échelle du bassin hydrographique sur un cycle de planification de 6 ans.

La première des étapes de ce cycle consiste en un état des lieux.

Le premier état des lieux, établi pour le plan de gestion 2010-2015 a été mis à jour en 2013 pour le cycle de gestion 2016-2021. Une nouvelle révision doit être effective pour une livraison à l'Europe en 2019 pour préparer le prochain SDAGE 2022-2027.

L'état des lieux (EDL) s'inscrit dans le cycle de gestion de l'eau suivant :

Article R212-3 du code de l'environnement:

- Une analyse des caractéristiques du bassin ou du groupement de bassins qui comprend notamment la présentation des masses d'eau du bassin et l'évaluation de l'état de ces masses d'eau.
- Une analyse des impacts des activités humaines sur l'état des eaux, qui inclut notamment l'évaluation des pressions et l'évaluation du risque de non atteinte des objectifs environnementaux à l'horizon 2027.
- Une analyse économique de l'utilisation de l'eau, qui comporte notamment une description des activités utilisatrices de l'eau, une présentation des prix moyens et des modalités de tarification des services collectifs de distribution d'eau et d'irrigation et une évaluation du coût des utilisations de l'eau.

Le guide national pour la mise à jour de l'état des lieux est le cadre de travail pour la mise en œuvre du chantier.

Un des volets de l'évaluation des pressions et leur impact concerne les pressions agricoles (pressions chimiques et pressions quantitatives sur la ressource).

La Chambre d'Agriculture est au cœur de la problématique concernant l'irrigation. C'est pourquoi l'ODE a sollicité la mise en œuvre d'une collaboration autour de l'évaluation des pressions agricoles, et plus particulièrement sous l'angle des prélèvements d'eau.

L'ensemble de l'état des lieux sera, par la suite, réalisé et compilé via une prestation de service.

L'objectif sera pour la Chambre d'Agriculture, dans le cadre du volet lié à la caractérisation des prélèvements en eau, d'évaluer la pression exercée par l'agriculture et en évaluer l'impact.

Ces pressions seront identifiées et caractérisées par masse d'eau et par bassin versant.

Ces données permettront de définir des scénarios tendanciels d'évolution des pressions de prélèvements pour l'irrigation.

CONTEXTE GENERAL

Depuis les années 2000, le territoire est marqué par la disparition de nombreuses exploitations agricoles qui se traduit par une diminution des surfaces cultivées. Entre 2006 et 2016 on observe une baisse de la superficie agricole utilisée de 14 % (memento 2017).

Cette tendance a des causes multiples parmi lesquelles :

- L'évolution de la production bananière, avec la diminution des quotas et les fluctuations des prix de référence qui ont fortement impacté les petites exploitations économiquement plus vulnérables.
- Plus récemment, la problématique des sols pollués à la chlordécone a fortement impacté les petites structures de productions de diversification. En effet, la présence d'organochlorés dans le sol, contraint la culture de tubercules et de certaines spéculations maraichères.
- Le vieillissement de la population agricole (9 % des chefs d'exploitation ayant moins de 40 ans).
- Les problématiques de l'indivision et du morcellement du foncier agricole au profit de l'habitat diffus sont un obstacle à la préservation des terres agricoles. L'augmentation du prix de foncier et la spéculation foncière amplifient largement ce phénomène.
Sur certains secteurs de l'île, à défaut d'acheter ou de louer des terres, les agriculteurs ont souvent recours au « colonat¹ ». Ce type de contrat précaire, est pour le propriétaire la garantie de pouvoir disposer à tout moment de son foncier sans contrepartie pour l'exploitant. L'agriculteur ne dispose alors d'aucune maîtrise foncière lui permettant d'émarger aux dispositifs d'aides à la modernisation de l'exploitation.
Notre territoire se caractérise par une grande disparité des structures foncières : 4 % des exploitations disposent de 48 % de la superficie tandis que 43 % des exploitations disposent de 5 % de la superficie agricole. Cette dernière catégorie est très représentative de cette problématique.
La mise en place de ZAP (Zones Agricoles Protégées) est en cours pour certaines communes afin de limiter la perte des terres agricoles. (Exemple de la ZAP de Rivière Salée).

¹ Location saisonnière, parfois informelle, avec partage de la récolte. En général 30 % de la récolte revient au propriétaire.

L'irrigation collective

En 1972 les travaux de construction du barrage de la Manzo et la mise en œuvre du PISE² marquent l'essor de l'irrigation en Martinique. Cette période voit également l'émergence de petits périmètres irrigués dans le nord du territoire. Ils sont gérés sur le versant Atlantique par les grandes exploitations bananières, et sur le versant Caraïbe par les communes pour le compte des petits producteurs diversifiés.

Les réseaux collectifs

Douze périmètres irrigués collectifs sont en fonctionnement et totalisent une superficie irrigable d'environ 6 260 ha, dont plus de 70 % située sur la côte sud-est de l'île et alimentée par le PISE (carte n°1 page 9).

Répartition des surfaces cultivées en ha sur le PISE (RPG 2017)

Secteurs	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12	N°13	N°14	N°15	Total
Surfaces secteurs (ha)	1713	984	505	6	89	327	59	19		42	815	8	123	38	21	4749
Non exploitée	35	26	7			31				2	7	1	22			131
Arboriculture	16	5	15			3					5					44
Banane export	377	150	135			108					27		6	12		815
Canne à sucre	248	7	14			3	23				86					381
CMV	42	26	34	4	5	14		25		1	28	2				181
Culture sous serre	0	68				0										68
Jachères	175		43			23					430	1	15	18		705
Prairies pâturages	149	441	156		11	118	36						112		13	1036
Total cultures	1042	723	404	4	16	300	59	25	0	3	583	4	155	30	13	3361

Tableau 1 : Répartition des surfaces cultivées en ha sur le PISE (RPG 2017)

Ces périmètres sont alimentés par des prises en rivière, excepté le périmètre de Fougainville qui dispose de forages.

Un treizième périmètre est en cours de création sur une partie de la ZAP de Rivière Salée. Il disposera, comme pour le périmètre de Fougainville, de forages.

La plupart des stations de pompage fonctionnent en régulation de niveau et les réservoirs permettent généralement d'écrêter les heures de pointe. Deux périmètres bénéficient de stockages conséquents, ceux du PISE (8M m³) et de Mont Vert (200 000m³).

Ces réseaux sont en général dimensionnés pour assurer un apport d'environ 5 mm/jour, correspondant aux besoins en eau de pointe des cultures (0,6 l/s/ha irrigué).

La maîtrise d'ouvrage des réseaux collectifs est assurée, sur le secteur nord Caraïbe, par des communes, et sur le reste du territoire par des associations syndicales (ASA³). Ces dernières sont des périmètres de tailles moyennes dédiées à la production de banane (Nord Atlantique).

² Périmètre Irrigué du Sud-Est

³ Association Syndicale Autorisée

Dans le Nord Caraïbe, les réseaux se sont développés de façon relativement artisanale avec l'appui des communes. L'objectif était de faciliter l'accès à une ressource en eau à moindre coût, pour impulser une dynamique de production à fortes valeurs ajoutées. Pour impliquer les irrigants dans la gestion de ces périmètres, des tentatives de transfert de la maîtrise d'ouvrage via des ASL ont été initiées par la Chambre d'Agriculture (périmètre de Case Pilote en 2006 et du Morne-Vert en 2015, Prêcheur en projet).

Répartition des surfaces cultivées en ha sur les petits réseaux collectifs (RPG 2017)

Cultures	ASAAMSM	ASAFUGAIN	ASAGN	ASAPRBPM	ASAUPIMV	ASLACP	ASLAMV	BELLEFONTA	CARBET	PRECHEUR	Saint-James	Total
	Marigot / Sainte Marie	Fougainville	Grand Nord	Basse Pointe / Macouba	MONT VERT	Case Pilote	Morne vert	Verrier	Beauregard	PRECHEUR	Saint pierre	
Arboriculture	8			4	6							18
Banane export	238		61	746	140				29			1214
Canne à sucre	235	23	40	327	20		15		5			665
CMV	57	3		9	9	19	0	11	21	13		142
Jachères	108		33	279	25	1	13	6	20	4	0	489
pâturages	16	34		3	3	23	5	9	14	5	0	112
non exploitée	80	6		19	9	16	33	6	20	2	0	191
Total	742	66	134	1387	212	59	66	32	109	24	0	2831

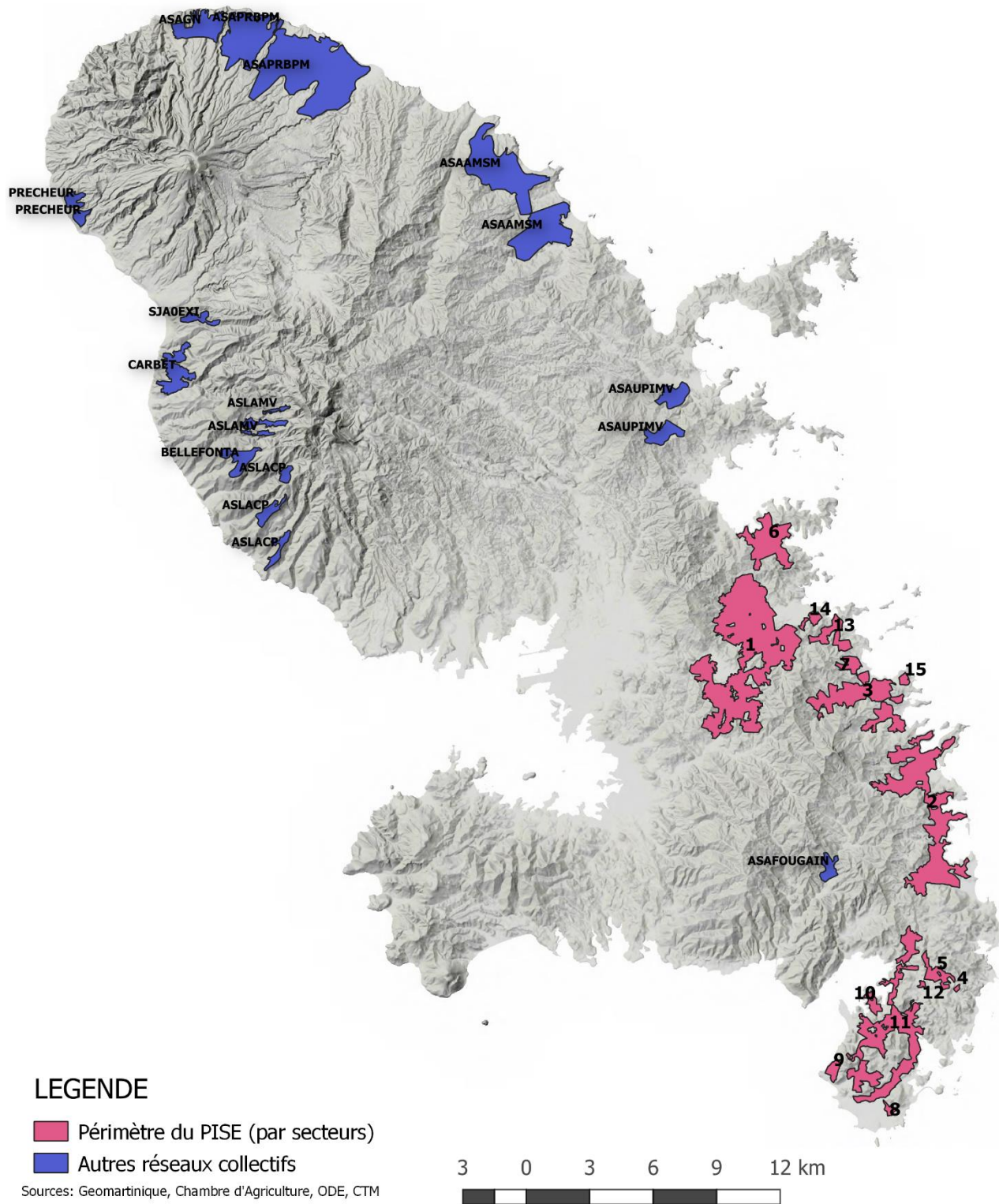
Tableau 2 : Répartition des surfaces cultivées en ha sur les petits réseaux collectifs (RPG 2017)

Avec la progression de l'habitat diffus, la vocation agricole de ces périmètres est par endroit détournée à des fins domestiques. Cette particularité est source de nombreux conflits d'usage en périodes d'étiage.

Dans le Sud Est, c'est la CTM qui assure la maîtrise d'ouvrage du PISE.

Jusqu'en 2010, la DAF a été fortement impliquée dans la maîtrise d'ouvrage des périmètres collectifs (sauf pour le PISE), en particulier sur l'angle de la maîtrise d'œuvre, et l'appui aux maîtres d'ouvrages pour l'établissement des budgets annuels et des dossiers d'investissement.

Périmètres irriguables réseaux collectifs

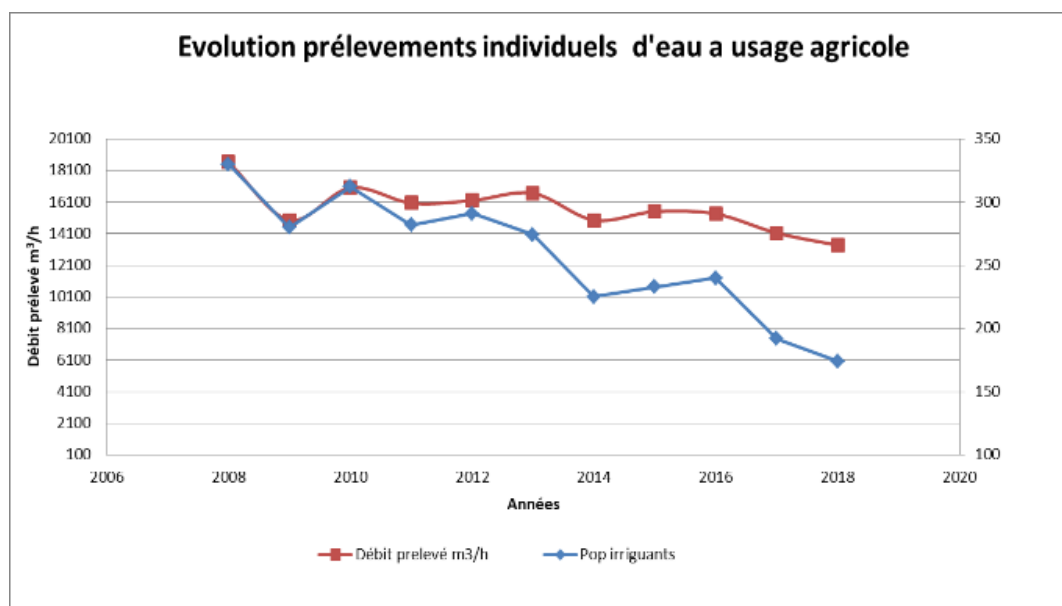


Carte 1 : Répartition des réseaux collectifs d'irrigation (périmètres irriguables)

L'irrigation individuelle

L'irrigation individuelle par prélèvements d'eau en rivière s'est progressivement développée, notamment avec l'essor de la banane. Le nombre d'exploitations concernées était estimé à 209 en 2000.

Depuis 2003, les prélèvements d'eau en rivière à des fins d'irrigation font l'objet de demandes collectives d'autorisation semestrielle au titre du Code de l'Environnement. Ces demandes sont traitées et présentées par la Chambre d'Agriculture sous la forme de notices d'impact.



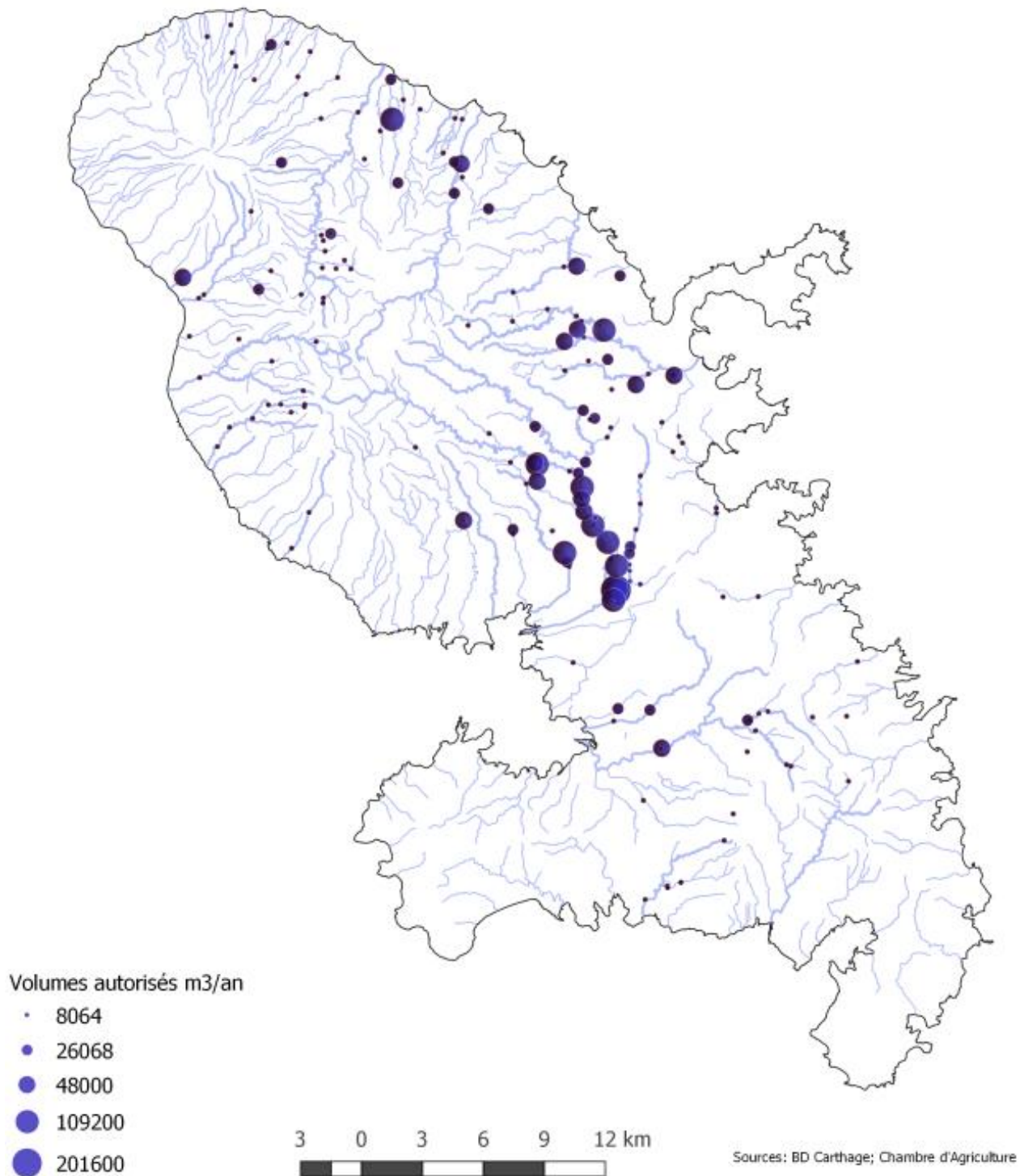
Graphique 1 : évolution des prélèvements individuels d'eau agricole (2008-2018)

Entre 2008 et 2018 on peut observer une diminution de près de 50% du nombre de préleveurs (330 en 2008 contre 174 prélèvements en 2018). Il s'agit en réalité de petits prélèvements d'eau liés à des activités de diversifications des petites exploitations agricoles. Ces petites structures restent très vulnérables face la conjoncture économique et démographique morose du secteur agricole.

Cette baisse n'impacte que modérément le débit prélevé, car il s'agit pour l'essentiel de petits prélèvements inférieurs à 30 m³/h. (27% des prélèvements encore actifs ont des débits supérieurs à 100 m³/h).

La superficie irriguée par pompage est en diminution entre 2009 et 2016 (-32%), et concerne quasiment toutes les spéculations. Cependant la banane, avec 26 % des surfaces cultivées, représente près de 80 % de la superficie irriguée totale.

REPARTITION DES PRELEVEMENTS D'EAU A USAGE AGRICOLE AUTORISES (2018)



Carte 2 : Répartition des prélèvements d'eau à usage agricole autorisés (2018)

Les usages

IRRIGATION PAR ASPERSION

En matière d'aspersion, on distingue l'aspersion sous frondaison et l'aspersion sur frondaison en couverture intégrale (l'installation à la parcelle est fixe). Dans les deux cas, l'eau est apportée sur toute la surface sous forme de pluie plus ou moins fine, grâce à un système de projection d'eau par des jets rotatifs (asperseurs) fonctionnant à basse pression (2 à 4 bars). En sous frondaison, la portée moyenne du jet excède rarement 8 m pour une pluviométrie de 4 à 6 mm/h.



Image 1 : asperseur sous frondaison

Les pertes par ruissellement ou par percolation sont négligeables lorsque l'irrigation est conduite de manière optimale.

Ce système présente également un meilleur coefficient d'uniformité comparé aux anciens systèmes en sur frondaison. Pour ces derniers la portée moyenne du jet est de 34 m pour une pluviométrie de 15 à 20 mm/h.

MICRO-IRRIGATION (OU IRRIGATION LOCALISÉE)

Elle consiste à apporter l'eau sur la portion du sol qu'occupe le système racinaire de la plante. Cet apport est en général fractionné par petites doses fréquentes (systèmes goutte à goutte).

En limitant la surface du sol mouillé, on limite l'évaporation, ce qui permet le maintien d'une humidité élevée (RFU maximum), facilitant ainsi l'alimentation hydrique des plantes.

Il en résulte une meilleure efficacité de l'eau d'irrigation.

L'irrigation localisée est bien adaptée aux cultures semi-pérennes et pérennes.

Elle présente un avantage lorsque le coût de l'eau ou le coût de l'énergie est important, ou que la main d'œuvre est rare et coûteuse.

Le goutte-à-goutte est parfois décrié par les irrigants en raison de son coût et de sa fragilité. Les fuites des tuyaux Polyéthylène dues aux opérations de désherbage (coutelassage) sont légions sur les exploitations équipées de ce type d'irrigation. Les opérations de contrôle et de réparation de fuites nécessitent une main d'œuvre importante. L'obturation des goutteurs par les matières en suspension dans l'eau peut être rédhibitoire. Un filtrage correct mais coûteux de l'eau en tête de réseau permet d'éliminer ce second problème. En règle générale l'économie d'eau de l'irrigation localisée par rapport à l'aspersion peut être de l'ordre de 50%. (Dépend des cultures, du climat, des techniques).



Image 2 : goutte à goutte

Répartition des systèmes par type de culture

En matière d'équipement d'irrigation à la parcelle les situations sont très variées, et dépendent en grande partie de la technicité et la capacité d'investissement des exploitations : les grosses exploitations bananières sont généralement bien équipées en goutte à goutte bien que l'aspersion reste très présente.

Les données présentées dans les tableaux ci-dessous sont extraits des demandes d'autorisation de prélèvement d'eau à usage agricole depuis 2009. Ces demandes concernent essentiellement les prélèvements individuels, bien que certaine ASA figure dans le dispositif (ASAPRBPM, ASAUPIMV et le réseau du Morne Vert).

Répartition des systèmes d'irrigation par cultures (en ha) année 2009					
	aspersion sur frondaison	aspersion sous frondaison	micro aspersion	goutte a goutte	total
sous abris vivrier			1	16	26
marâchage	2	34	3	60	100
horticulture	8	56	5	10	79
arboriculture	3	7	30		40
banane export	8	25	4	9	44
prairie	515	2731		513	3759
canne	29				30
Total				474	475
Total	566	2853	43	1091	4552

Répartition des systèmes d'irrigation par cultures (en ha) année 2016					
	aspersion sur frondaison	aspersion sous frondaison	micro aspersion	goutte a goutte	total
sous abris vivrier		1	1	93	97
marâchage		2,5		7	10
horticulture	4,3	112	1,8	12	130
arboriculture		4			4
banane export		21	2	5,5	26
prairie		1131		1266	2398
canne	9				9
Total				417	417
Total	13	1272	5	1801	3090

Tableau 3 : Evolution de la répartition des systèmes d'irrigation par culture (prélèvements autorisés 2009-2016)

Le seul périmètre entièrement équipé en goutte à goutte est celui de Basse Pointe Macouba (ASAPRBPM). C'est une méthode d'arrosage qui reste privilégiée par certaines exploitations dès lors qu'elles disposent d'une capacité d'investissement suffisante. Elle n'est cependant pas adaptée à tous les types de sols rencontrés et elle pose notamment des problèmes en vertisol.

Dans les petits périmètres du Nord Caraïbe, l'équipement d'irrigation à la parcelle au sein des exploitations agricoles est parfois très insuffisant pour permettre une valorisation correcte du réseau d'irrigation collectif. Cela peut résulter non seulement d'un manque de confiance dans la pérennité du service distribution de l'eau, mais également de difficultés d'accès aux programmes d'aides à la modernisation des exploitations (pas de maîtrise foncière, faible capacité d'autofinancement...).

Ainsi, le périmètre de Saint James (voir carte n°1 :SJAOSI) , construit en 2002, est resté inactif pendant plusieurs années par manque d'implication des irrigants dans la gestion des infrastructures, mais aussi par manque de matériel d'arrosage chez les usagers.

Ces petits réseaux sont largement sous-utilisés et les superficies réellement irriguées sont nettement inférieures à la capacité réelle de ces structures. Le suivi des volumes d'eau prélevés, sur ces petits périmètres est inexistant.

Autre usage : Les stations de lavage

Les dispositifs de lavage de fruits ne concernent en réalité que la production de banes d'exportation. L'impact quantitatif des stations de lavage sur la ressource est moindre que celui de l'irrigation. L'eau prélevée pour le fonctionnement des stations est rejetée dans le milieu (eau perdue). La pression exercée par ces unités est bien plus qualitative que quantitative, conséquence du chargement de l'eau au cours du process de lavage (latex, floculants, autres matières organiques). La figure ci-dessous présente le schéma simplifié du principe de fonctionnement d'une station de lavage.

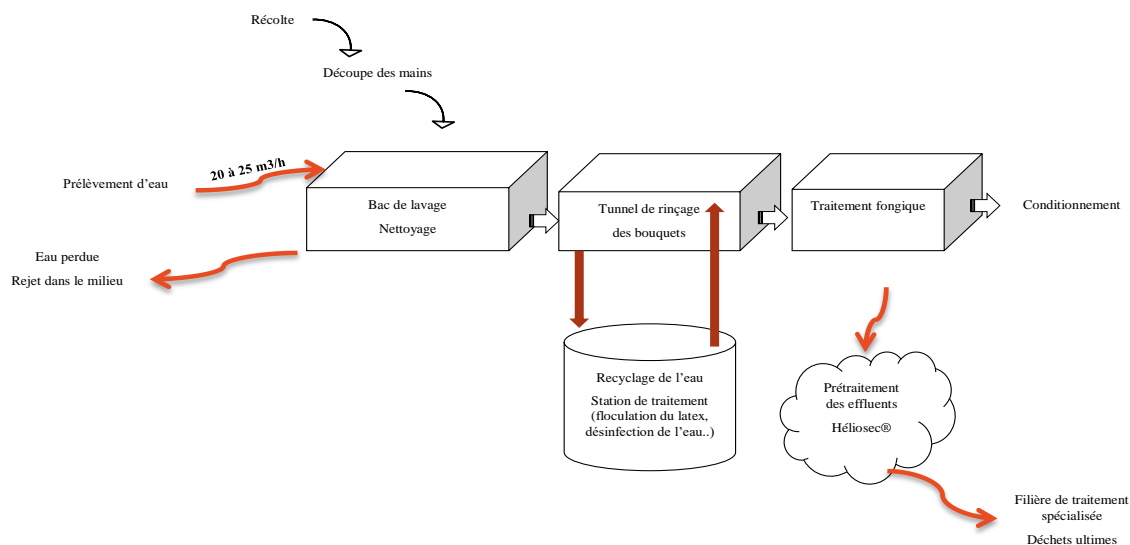


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'une station de lavage de fruits

D'une exploitation à l'autre les systèmes varient et dépendent en grande partie de la ressource en eau disponible. Par exemple, il peut s'agir dans le cas du tunnel de rinçage, d'un dispositif en eau perdue ou d'un dispositif avec recyclage de l'eau. La consommation d'eau est alors très différente. De plus, les volumes d'eau consommés seront proportionnels aux rendements des parcelles. Le volume de bananes à traiter en station de lavage augmente avec les rendements, et impacte directement la consommation en eau des stations. Plus les conditions climatiques seront favorables (année médiane par exemple), meilleurs seront les rendements des bananiers. Inversement, si la production est impactée par des conditions climatiques défavorables (cyclones, carême sévère,...), la production de fruit peut être réduite.

Un travail d'analyse et de traitement des données sur les stations de lavage a été réalisé à partir des éléments relatifs aux demandes d'autorisation de prélèvement. L'objectif est d'évaluer le volume maximal consommé (besoin en eau) par les stations.

Méthodologie :

La part la plus importante du débit consommé par les stations de lavage est destinée aux bacs de lavage et de nettoyage. Il s'agit d'obtenir un flux d'eau pour permettre à la fois, la circulation et le lavage des mains. Le débit préconisé est de 20 à 25 m³/h maximum⁴.

Le besoin en eau des stations a été évalué à partir de l'expression ci-dessous ;

$$V_{\text{lavage}} = Q \times \text{temps de lavage}$$

Avec :

V_{lavage} : volume annuel par station en m³/an

Q : débit de la station de lavage exprimé en m³/h.

$$Q = Q_{\text{preco}} \text{ si } Q_{\text{auto}} > Q_{\text{preco}}$$

$$Q = Q_{\text{auto}} \text{ si } Q_{\text{auto}} < Q_{\text{preco}}$$

Q_{auto} : débit autorisé (procédure mandataire) en m³/h

Q_{preco} : débit recommandé par BANAMART en m³/h

$$\text{temps de lavage} = \sum(\text{heures} \times \text{jours} \times \text{semaines} \times \text{mois})$$

Les heures, jours, semaines et mois correspondent aux plages de fonctionnement des stations de lavage.

D'après le groupement de producteur, la récolte et le conditionnement de la banane s'effectue toute l'année. Les temps de fonctionnement peuvent être répartis en deux catégories selon de la taille de l'exploitation, à savoir ;

Grandes exploitations

- 8 heures par jours
- 4 à 5 jours par semaine
- 12 mois par an.

Petites exploitations

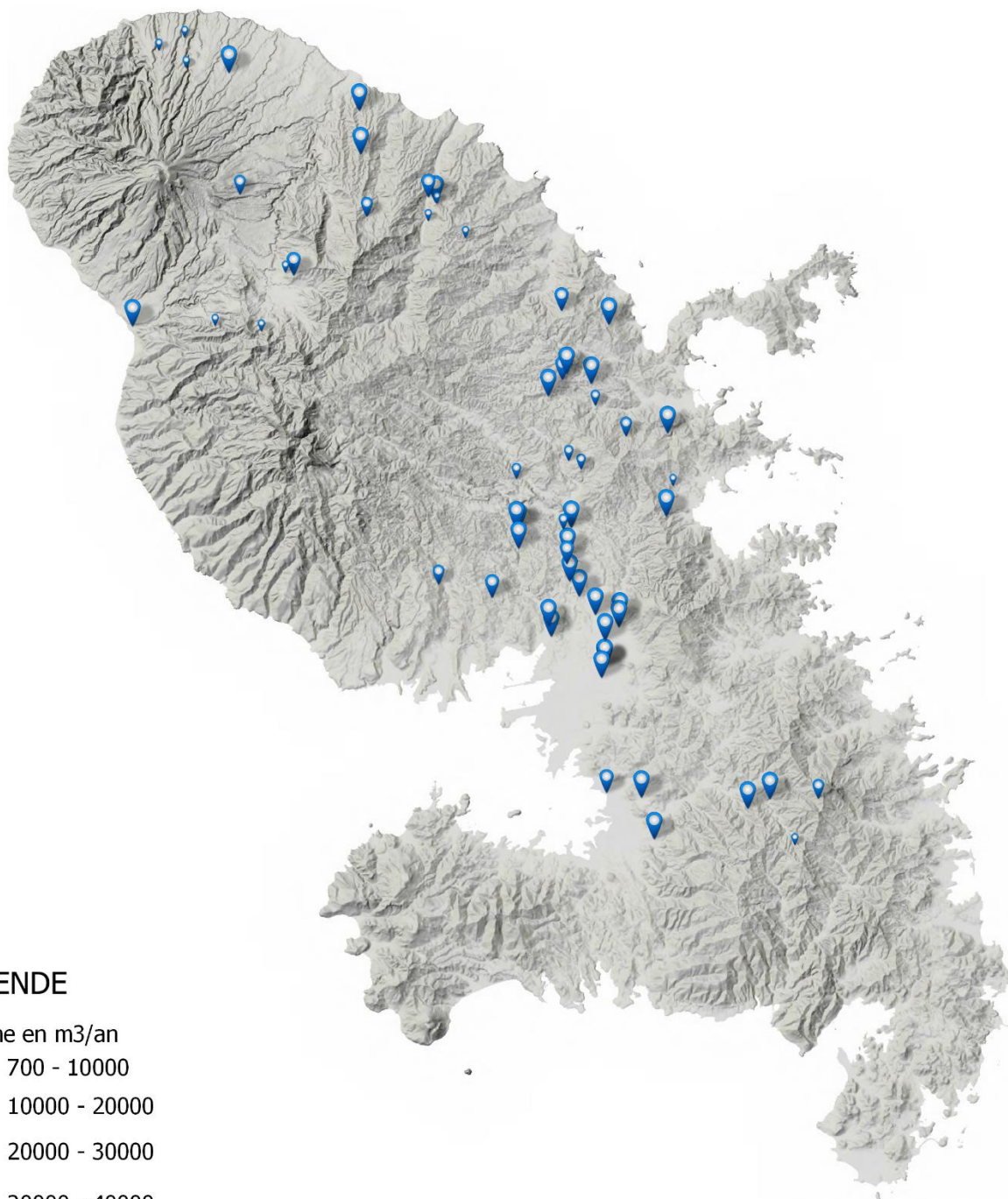
- 7 à 8 h par jour
- 2 à 3 jours par semaine
- 12 mois par an

60 exploitations alimentent leur station à partir de prélèvement individuel. Le volume annuel consommé par ces dispositifs de lavage est estimé au maximum à 2 032 624 m³. Ce volume peut diminuer de manière significative du fait des aléas climatiques et économiques.

La carte ci-après présente la répartition des stations de lavage de fruits par volume estimé.

⁴ Données du groupement de producteur BANAMART.

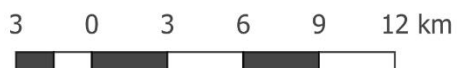
ESTIMATION DE LA CONSOMMATION EN EAU DE SURFACE DES STATIONS DE LAVAGE DE FRUITS (BANANE)



LEGENDE

Volume en m³/an

-  700 - 10000
-  10000 - 20000
-  20000 - 30000
-  30000 - 40000
-  40000 - 48000



Sources: BD Carthage; geomartinique; Chambre d'Agriculture

EVALUATION DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer à travers une approche méthodologie les besoins en eau des cultures irriguées afin de déterminer la pression sur la ressource en eau. Pour chaque préleveur, les besoins en eau sont estimés à partir d'une reconstitution du bilan hydrique propre aux répartitions culturale des parcelles irriguées. Cette dernière est estimée à partir du fichier des irriguants de la Chambre d'Agriculture et du RPG de 2017.

Avertissement : compte tenu des objectifs de cette étude, les besoins en eau d'irrigation sont approchés de manière globale.

Modélisation du bilan hydrique

Les modèles basés sur le bilan hydrique sont une aide à la gestion pour les agriculteurs qui souhaitent irriguer leurs cultures. En règle générale l'établissement de tout projet d'irrigation résulte de la comparaison entre les besoins en eau des cultures et le stock d'eau disponible dans les sols. Le bilan hydrique de la zone racinaire s'établit comme le montre la figure suivante :

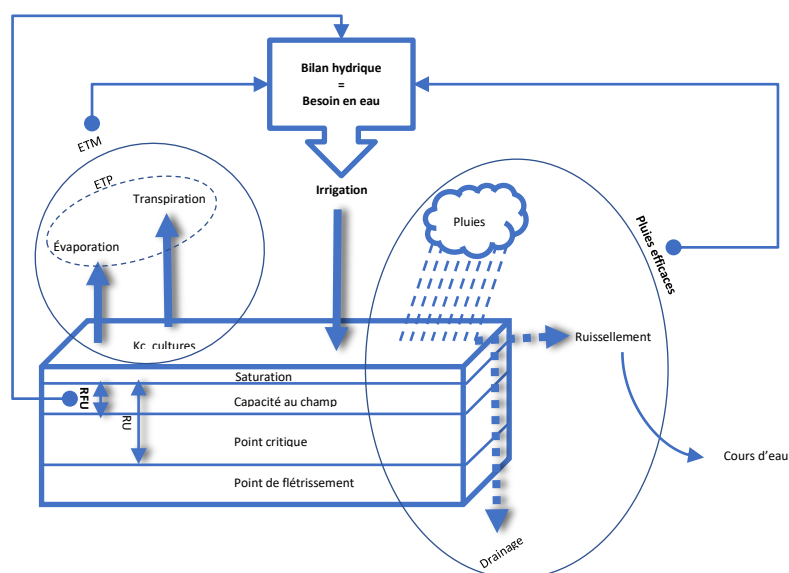


Figure 2 : Modélisation du bilan hydrique

D'après ce modèle, la pluviométrie constitue la principale ressource pour satisfaire le besoin en eau. Ce dernier sera fortement conditionné suivant que l'on se situe dans une période climatique déficitaire ou excédentaire. L'irrigation vient alors compenser le déficit pluviométrique.

Une partie de l'eau de pluie ou d'irrigation qui atteint la surface du sol dans un temps donné s'y infiltre, une autre s'accumule temporairement en surface ou ruisselle. La part de l'eau infiltrée s'évapore directement de la surface du sol, une autre est transpirée par les plantes, une autre alimente la Réserve Utile (RU) du sol. Une fraction de cette dernière est composée d'une Réserve Facilement Utilisable (RFU) qui est en réalité la quantité d'eau que les végétaux absorbent sans difficultés. Pour éviter tout stress hydrique des cultures, l'agriculteur doit maintenir l'eau contenue dans cette réserve.

Établir un bilan hydrique consiste à calculer les variations de quantité d'eau disponible dans le sol : à un instant donné, le volume d'eau dans le sol résulte de la différence entre les entrées et les sorties du

système. Pour mener ce calcul, il faut connaître les données climatiques locales (ou variables d'entrées) et les caractéristiques du sol et du peuplement considéré.

Estimation des besoins en eau

Cette étape nécessite le calcul d'un certain nombre de paramètres indispensables pour l'évaluation du besoin en eau :

- Collecte et traitement des données
 - climatiques
 - Calcul de la pluie efficace, températures, rayonnement
 - Pédologiques
 - Culturelles
- Détermination du besoin en eau
 - Calcul de l'Evapotranspiration Potentielle (ETP) et l'ETP_{serre}
 - Calcul de l'Evapotranspiration Maximale (ETM)
 - Calcul des Besoins nets en eau
 - Calcul des Besoins bruts globaux

Collecte et traitement des données

Pour réaliser ce travail, nous nous sommes appuyés sur des outils de calcul utilisés dans le cadre des projets de dimensionnement des réseaux d'irrigation. Les données sur la localisation des prélèvements, les cultures et les systèmes d'irrigation utilisés, etc., sont extraites des bases de données de la Chambre d'Agriculture. Ces bases sont régulièrement mises à jour dans le cadre de la procédure mandataire d'autorisation de prélèvement d'eau à usage agricole.

L'approche présentée dans ce document permet, à travers une modélisation, d'estimer le besoin en eau des parcelles en fonction des différents paramètres climatiques, pédologiques et culturels.

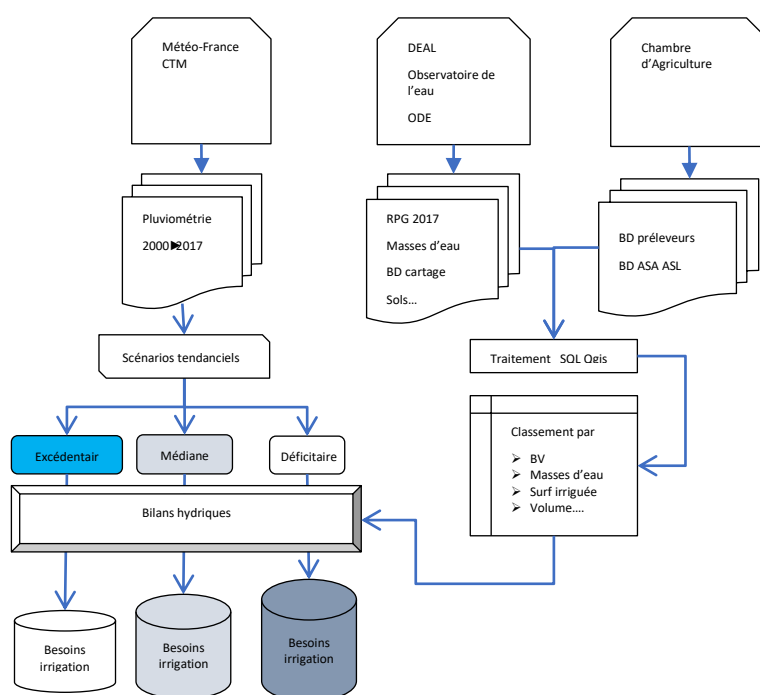


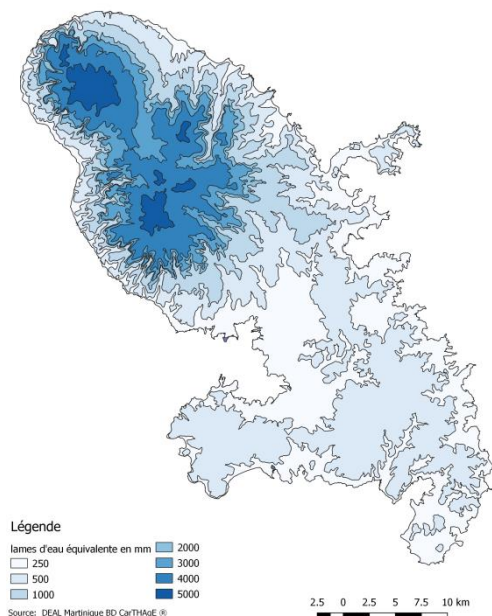
Figure 3 : Processus de traitement des données

Données Climatiques

Pour mémoire, le climat de la Martinique, de type tropical humide, est marqué par deux grandes saisons, l'hivernage⁵ et le carême⁶. Cependant malgré une saisonnalité bien marquée, il n'est pas rare d'observer de fortes variabilités d'intensité. En réalité, l'intensité des saisons est tributaire de phénomènes climatiques plus globaux (El Niño et la niña). El Niño affecte le climat mondial dans son ensemble. Ainsi un épisode intense d'El Niño dans le pacifique se traduit en général par une saisonnalité très marquée dans les Caraïbes (carême sévère).



Répartition des isohyètes



Carte 3 : Répartition des isohyètes

Le territoire est également caractérisé par une importante variabilité géographique de la pluviométrie, avec un fort effet du relief et une double dissymétrie :

Dissymétrie Est / Ouest, la côte au vent étant plus arrosée que la côte sous le vent ;

Dissymétrie Nord / Sud, le Nord étant nettement plus pluvieux.

La carte ci-après, montre la répartition des isohyètes (pluviométrie annuelle moyenne) :

La collecte des données climatiques est issue des stations de Météo France et de la CTM. Ces données concernent la pluviométrie, la température, et le rayonnement. L'ensemble des données collectées permettront de calculer l'évapotranspiration.

Les zones étudiées sont très hétérogènes. Il existe de fortes variations de pentes et d'altitudes. Nous serons donc amenés à traiter la donnée climatique de la manière la plus représentative que possible. Afin d'améliorer la qualité des résultats, nous privilégierons l'extraction des informations par groupe de stations et secteurs géographiques cohérents lorsque l'ensemble des données ne pourra pas être fourni par une unique station.

Par exemple, pour obtenir des données du bassin versant de Mansarde catalogne, les stations de Villarson, Pointe Fort, Chère Epice seront retenues. Elles sont les plus pertinentes du fait leur proximité avec la zone du bassin versant. Elles offrent des séries de données fiables sur la pluviométrie et la température. Toutefois elles ne sont pas instrumentées en outils de mesures du rayonnement. Le choix sera reporté sur les stations de Château-Paille et de la Manzo pour le traitement de la donnée manquante. Cette approche méthodologique sera utilisée pour les évaluations à réaliser sur l'ensemble des bassins versants.



Carte 4 : Répartition des stations météo

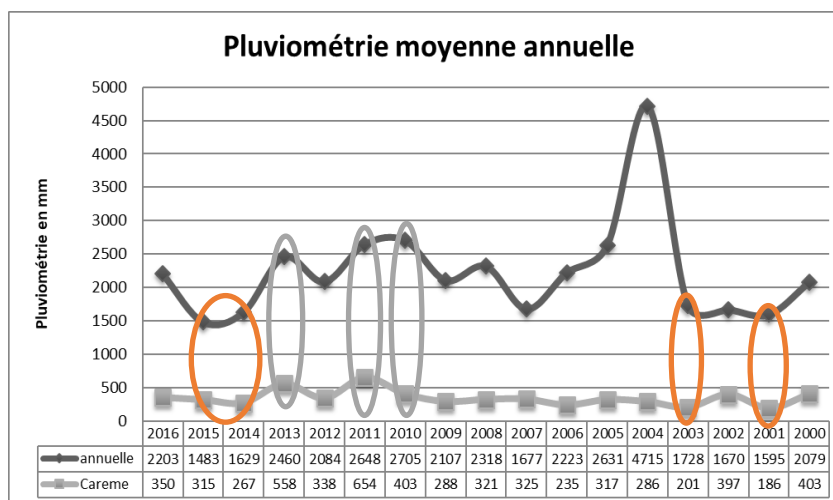
⁵ juillet à décembre, caractérisés par de fortes pluies et le passage de cyclones (août à novembre)

⁶ janvier à juin, caractérisés par une saison sèche et chaude

Scénarios climatiques

L'analyse des chroniques pluviométriques nous permet de définir et de catégoriser les scénarios climatiques envisageables. L'objectif étant de différencier les besoins en eau des cultures irriguées en fonction des scénarios retenus. Le besoin en irrigation est en règle générale inversement proportionnel au déficit pluviométrique d'un secteur considéré. Ainsi à chaque valeur calculée de la pluviométrie moyenne annuelle, est associé la moyenne correspondant à la période de carême (février à mai). Cette approche empirique, nous permet d'identifier par comparaison les années les plus sèches (hivernage et carême).

Le graphique ci-dessous présente une synthèse des données pluviométriques moyennes entre 2000 et 2016.



Graphique 2 : Synthèse des données pluviométriques entre 2000 et 20016

Trois scénarios pluviométriques sont retenus :

Scénarios	Tendances	Chroniques
Scénario 1	Excédentaires	2010-2011-2013
Scénario 2	Moyenne interannuelle	2000→2016
Scénario 3	Déficitaires	2001-2003-2014-2015

Le scénario 1 se caractérise par une ressource en eau plus abondante et un besoin en eau d'irrigation moindre.

Le scénario 2 correspond à la moyenne interannuelle des 16 dernières années.

Le scénario 3 correspond aux périodes de déficits hydriques marqués. Pour mémoire les années 2014 et 2015 ont été marquées par la mise en œuvre de tours d'eau pour l'irrigation.

Calcul de la Pluviométrie efficace "pluie efficace"

En réalité, comme le montre la modélisation du bilan hydrique, seulement une fraction de la pluie tombée (et mesurée au pluviomètre), est réellement utilisable par la plante. Il est donc indispensable d'évaluer cette fraction, d'où la notion de pluviométrie efficace.

Il est cependant assez difficile d'apprécier de façon correcte l'efficacité des pluies qui est liée aux conditions locales. Le plus souvent, les formules d'estimation proposées sont des relations linéaires dont les coefficients varient avec les hauteurs d'eau.

Nous retiendrons un calcul de la pluie efficace basé sur la formule suivante :

$$Pe = 0,6 \times P - 10 \Rightarrow P < 70 \text{ mm}$$

$$Pe = 0,8 \times P - 24 \Rightarrow P > 70 \text{ mm}$$

Données pédologiques

Le sol agit comme un réservoir tampon. Ses propriétés, en particulier son pouvoir de rétention caractérisent sa capacité de stockage de l'eau (pluies ou irrigations). Ses propriétés hydrodynamiques définissent la quantité d'eau disponible aux cultures. Les sols de la Martinique de par leurs origines volcaniques sont très divers. Cette diversité impacte les propriétés hydriques des sols et par conséquence leur capacité à retenir l'eau. L'évaluation de cette donnée est essentielle pour traiter du besoin en eau d'irrigation.

On peut les simplifier en deux grands ensembles :

Au Sud de l'île se trouvent les sols fertiles de type argile gonflante à fort pouvoir de rétraction. Ces sols, en particulier les vertisols du sud-est de l'île, sont délicats à irriguer. Ils retiennent bien l'eau mais ont tendance à sécher rapidement en surface avec la création de fentes de retrait préjudiciable pour les systèmes racinaires des plantes. Leur pouvoir gonflant les rend sensibles à l'excès d'eau, avec un risque d'étouffement des racines (hydromorphisme). Ils sont sujet à la formation de croûtes de battance qui favorisent les phénomènes de ruissellement.

Au Nord on trouve les sols les plus jeunes, issus des cendres et ponces. Ces sols, sont très perméables et présentent des risques liés aux pertes excessives par percolation. Sur ces sols l'irrigation doit être raisonnée afin d'éviter des excès d'eau.

La carte des sols ci-après, permet de repérer les grands ensembles de sols de la Martinique. A l'aide du diagramme, les textures des classes de sol sont déterminées.

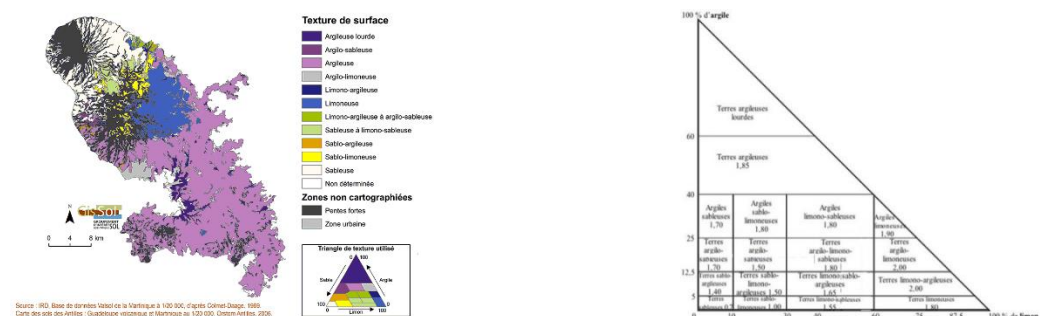


Figure 4 : Carte des sols et triangle de valeurs de RU en mm/cm (source :Gis sol ; www.afidol.org)

Réserve Utile (RU)et(RFU)

Méthodologie :

Pour chaque classe texturale une valeur indicative de réserve utile (RU) a été fixée. Pour calculer la RU des horizons du sol, on multiplie la réserve utile de la classe texturale par la hauteur de l'horizon:

$$RU_h = RU_{ct} \times h$$

Avec ;

RU_h réserve utile de l'horizon,

RU_{ct} réserve utile de la classe texturale

h la hauteur de l'horizon.

La RFU équivaut en générale au 2/3 de la RU.

$$RFU_h = \frac{2}{3} (RU_h)$$

Avec ;

RFU_h la réserve facilement utilisable de l'horizon

RU_h la réserve utile de l'horizon

Données parcellaires

L'évaluation du besoin en eau des cultures identifiées nous permettra de définir le besoin moyen en eau d'irrigation pour chacune des exploitations du bassin versant.

Nous avons dans un premier temps identifié les paramètres inhérents aux systèmes d'irrigation, aux types de cultures et aux surfaces cultivées des exploitations. Ces données sont extraites de la base de données conçue par la Chambre d'Agriculture.

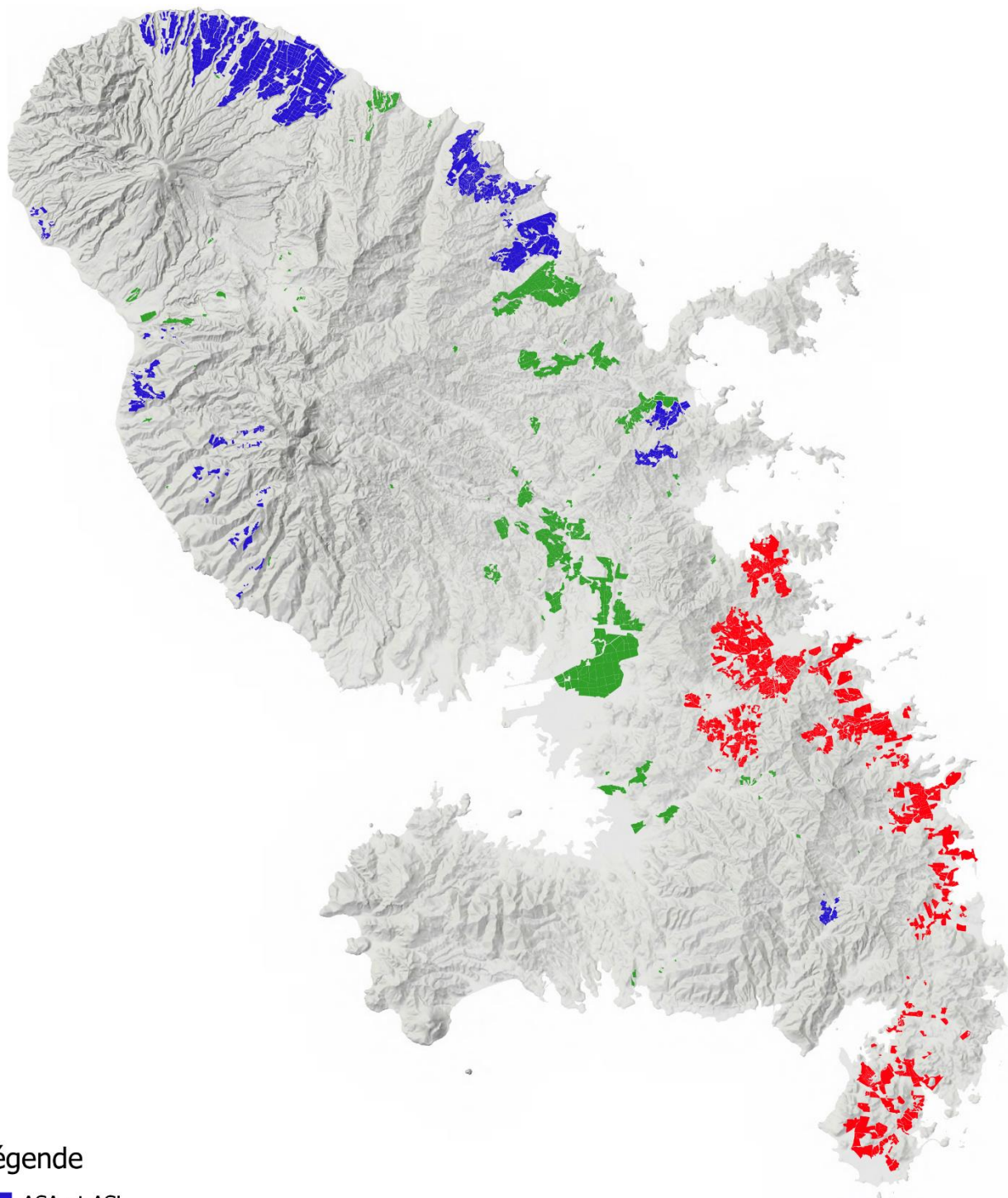
Identification et localisation des productions agricoles

ClePrelevement	Société	Nom client	Prénom client	Cle culture	Libellé culture	Surface (ha)	RefTypeIrrigation	coefficient d'irrigation
0003		MAURICE	Dominique	2	Banane	3	Asperision sous F	1,428571

Figure 5 : Application Access traitement base de données Chambre d'Agriculture

L'extraction et l'exploitation de l'ensemble de ces données offrent des possibilités de traitement par exploitation, par bassin versant ou par cours d'eau. Ces données sont complétées par les informations extraites du RPG (Registre Parcellaire Graphique). La carte ci-après permet de visualiser la répartition des surfaces irrigables sur le territoire.

Répartition des surfaces irrigables (prélèvements individuels & réseaux collectifs)



Légende

■ ASA et ASL

■ INDIVIDUELLE

■ PISE

3 0 3 6 9 12 km



Sources: BD Carthage; Geomartinique, Chambre d'Agriculture

Carte 5 : Répartition des surfaces irrigables

Besoin en eau d'irrigation

Le calcul des besoins en eau d'irrigation est une donnée essentielle pour réaliser le dimensionnement et l'exploitation optimale d'un réseau d'irrigation. Il permet de prévoir la quantité d'eau à distribuer aux cultures mais également de planifier l'utilisation des ressources hydriques.

Evaluation de l'ETP ou ETo

L'ETo (évapotranspiration de référence) est aussi nommée évapotranspiration potentielle (ETP). Il est utilisé pour quantifier les transferts d'eau des écosystèmes en général afin de calculer les besoins en eau des cultures. Plus globalement il permet la gestion des besoins en eau des espaces végétalisés.

Parmi les méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, nous retiendrons la formule de Turc. Elle a été mise au point à partir de l'étude de bilans hydriques de nombreux bassins versants dans le monde entier. Cette formule est adaptée à une estimation régionale de l'évapotranspiration.

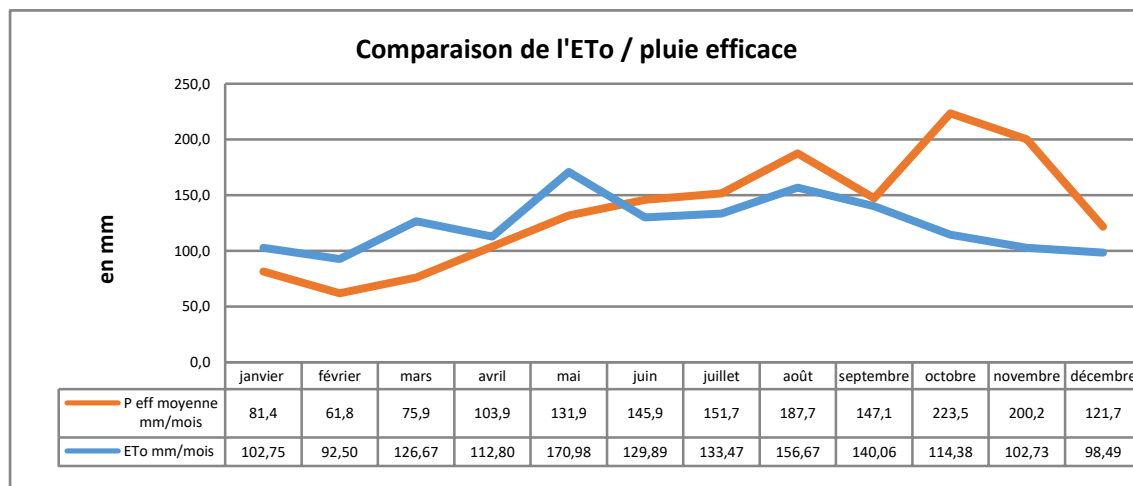
$$ETP = 0.013J(Rg + 50) \left(\frac{T}{T + 15} \right)$$

Équation 1 : Equation de Turc

Avec :

- ETP évapotranspiration en mm/mois,
- J nombre de jours dans le mois,
- T température moyenne sur le mois (°C),
- Rg rayonnement solaire moyen (ici mesuré) en cal/cm²/jour.
 - 1MJ/m² = 23.89 cal/cm²

Sur la base des valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des moyennes mensuelles d'ETP nous avons établi le graphique ci-dessous.



Graphique 3 : Comparaison de l'ETo / pluie efficace BV Lézarde

De manière générale, les pluies efficaces ne permettent pas de compenser les pertes par évapotranspiration durant les 5 premiers mois de l'année. **Cette période induit un risque de déficit hydrique qui doit être compensé par un apport en eau d'irrigation.**

Calcul du déficit hydrique pluviométrique (ex : BV La Lézarde)

Sur la base des données obtenues dans le tableau précédant nous avons calculé le déficit hydrique de la zone et obtenons les résultats suivants :

$$DEF = P_e - ETP$$

Équation 2 : Déficit hydrique

- DEF : déficit hydrique
- P_e : pluies efficaces, fraction des précipitations mensuelles utilisable par la plante (stockées dans la zone racinaire)
- ETP : évapotranspiration

mois	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
P eff	81,4	61,8	75,9	103,9	131,9	145,9	151,7	187,7	147,1	223,5	200,2	121,7
ETo	102,75	92,50	126,67	112,80	170,98	129,89	133,47	156,67	140,06	114,38	102,73	98,49
Pe-Eto	-21,36	-30,69	-50,82	-8,86	-39,11	16,04	18,19	30,99	7,09	109,10	97,47	23,22

Tableau 4 : Déficit hydrique pluviométrique exemple du BV Lézarde

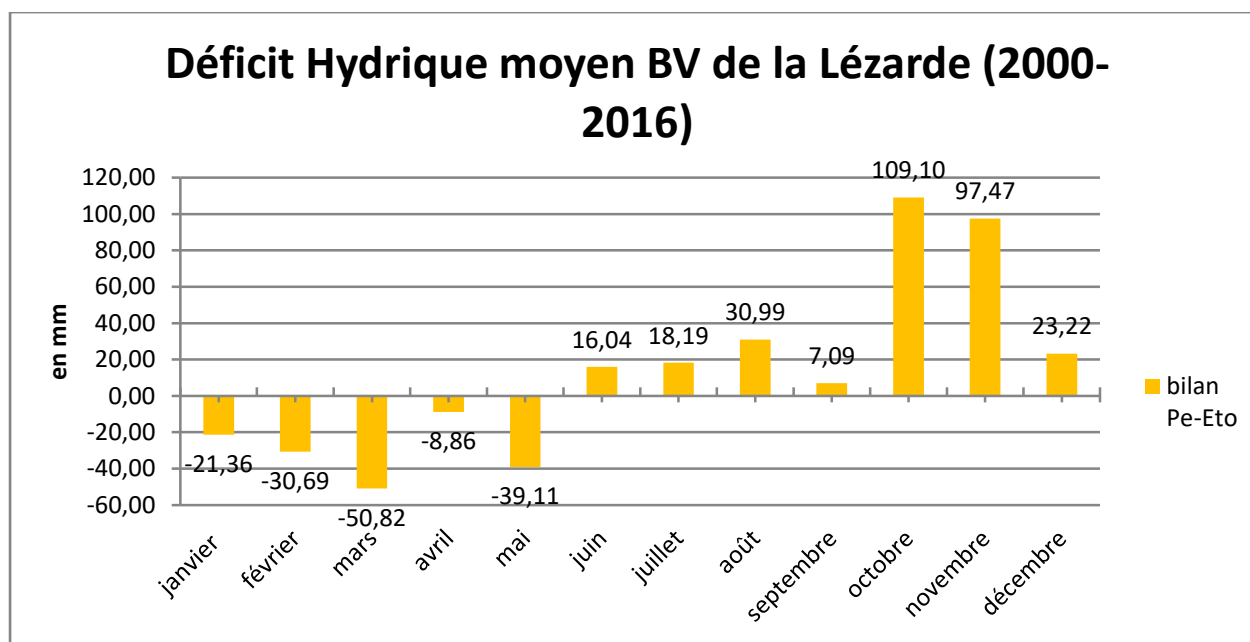


Figure 6 : Bilan déficit Hydrique pluviométrique exemple du BV Lézarde (2000-2016)

Evaluation de l'ETP serre

Les besoins en eau des cultures sous serre varient de ceux en plein champ. Ils dépendent plus particulièrement de l'importance du rayonnement parvenant au niveau de la culture, et des caractéristiques optiques de transmission du matériau de couverture, qui modifieront essentiellement les échanges de chaleur et de vapeur avec l'atmosphère.

L'importance de ces échanges dépendra également de la fréquence du renouvellement de l'air à l'intérieur de la serre ainsi que de la ventilation à l'extérieur. La méthode de calcul des besoins en eau fait donc intervenir les notions d'ETP serre et rayonnement global R_g .

L'évaluation du besoin en eau est déterminée par la formule ci-après :

$$ETP_{\text{serre}} = R_g \times t$$

avec

$$t = (0,67 \times K_p) / L$$

Équation 3 : ETP serre

- ETP serre est l'évapotranspiration sous abris en mm,
- R_g est le rayonnement global (en Joules/cm²)
- 0,67 est l'énergie active pour l'évapotranspiration par rapport au total reçu (environ 67 %),
- K_p est le coefficient de transmission de la paroi (plastique simple ce $K_p=70\%$, double paroi ce $K_p = 65\%$),
- L est égale 251 Joules/ cm² (chaleur latente de vaporisation de l'eau).

Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus pour le calcul de l'ETP serre sur le bassin versant de la Lézarde.

Nom station	Jan,	Fév,	Mar,	Avr,	Mai,	Juin,	Jui,	Aout	Sept,	Oct,	Nov,	Déc,
moyenne (MJ/m ²)	453,9	454,3	574,2	514,0	772,5	590,4	585,7	695,7	638,0	492,7	458,6	426,1
ETP _{SERRE} mm ou litres/m ²	2,8	2,8	3,6	3,2	4,8	3,7	3,6	4,3	4,0	3,1	2,9	2,7
ETP _{serre} /mois	84	84	108	96	144	111	108	129	120	93	87	81

Tableau 5 : ETPserre exemple BV Lézarde

Évaluation bilan hydrique

« Le besoin en eau d'irrigation est le volume d'eau requis pour les cultures qui n'est pas fourni par les précipitations, l'exploitation de l'eau du sol, ou par l'écoulement de l'eau vers la zone racinaire à partir d'une zone saturée » (CIID, 1985 citée par LAUTURE).

L'objectif est ici de calculer les paramètres à l'établissement du projet de définition du besoin en eau d'irrigation. Les besoins au champ doivent être satisfaits par les quantités d'eau fournies via les réseaux d'irrigations. Le besoin en eau d'irrigation s'exprime en besoin net et en besoin brut.

Paramètres :

- Le besoin net en eau d'irrigation (bilan hydrique)
- Le besoin brut en eau d'irrigation

Expression du Besoin net en eau d'irrigation

Besoin net → Besoin en eau des cultures

Le besoin en eau des cultures se définit comme le volume d'eau nécessaire pour compenser l'évapotranspiration de la plantation à la récolte. Il représente la quantité d'eau qui doit être apportée aux cultures durant la période considérée. Cette donnée est une expression du bilan hydrique.

Besoin net en eau d'irrigation :

D'après ce qui a été dit précédemment, l'expression du bilan hydrique est :

$$(ETM_{\text{mois}}) - P_e - \Delta RFU - B_n = 0$$

$$B_n = (ETM_{\text{mois}}) - P_e - \Delta RFU$$

Équation 4 : Besoin net (Bn)

Avec

ETM : C'est la quantité d'eau perdue par une végétation bénéficiant d'une alimentation hydrique optimale. Par rapport à la notion d'ETP, on ajoute l'action climatique, l'influence du type de culture et du stage végétatif. Ces informations sont contenues dans les coefficients culturaux (K_c) par lequel on multiplie l'ETP pour obtenir l'ETM.

$$ETM_{\text{mois}} = K_c \times ETP_{\text{mois}}$$

Équation 5 : ETM_{mois}

P_e : Pluie efficace exprimé en m³ (fraction des précipitations mensuelles stockables dans la zone racinaire).

ΔRFU_n : en m³ variation de la réserve en eau du sol $\Delta RFU_n = (P_e + b_n - ETM)$ du mois précédant.

Expression du Besoin brut en eau d'irrigation

Outre les besoins théoriques en eau des cultures (besoins nets), il faut considérer les quantités d'eau réellement consommées par les systèmes d'irrigation. Ces derniers tiennent compte des différentes pertes liées à la distribution et à l'application de l'eau sur le périmètre.

Besoin brut en eau d'irrigation : volume d'eau qui doit être délivré par le réseau et prélevé sur la ressource en eau. Il s'agit d'une majoration des besoins nets proportionnelle à la performance du matériel. Cette majoration est exprimée sous forme de coefficient.

$$B_b = \alpha B_n$$

Équation 6 : Besoin brut (Bb)

avec

α coefficient d'irrigation
 $\alpha=1/0.9$ pour le G a G
 $\alpha=1/0.75$ pour l'aspersion

Les coefficients ont été répartis pour chaque exploitation en fonction du système d'irrigation déclaré lors des demandes de renouvellement d'autorisation de prélèvement. Par exemple, pour tous les dispositifs d'irrigation par aspersion (sur et sous frondaison), le coefficient retenu sera : $\alpha=1/0,75$.

RESULTATS

Les tableaux suivants présentent les résultats des besoins bruts en eau d'irrigation des surfaces irrigables pour chacun des scénarios retenus. Ces besoins sont calculés au prorata des superficies cultivées. Ils sont exprimés en m³/an et en m³/jour/ha pour les mois de février à mars (carême).

Besoins bruts totaux des cultures irriguées prélèvements individuels								
Besoins	Surface irriguée (ha)	Nombre irrigant	Scénario 1 pluvio excédentaire		Scénario 2 pluvio Moyenne interannuelle		Scénario 3 pluvio déficitaire	
			m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai	m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai	m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai
besoins nets	2233	150	1711690	9	3165393	16	13737139	51
besoins bruts	2233	150	2157020	11	4000159	20	17776486	66

Tableau 6 : Synthèse des besoins bruts totaux des cultures irriguées prélèvements individuels

Besoins bruts totaux des cultures irriguées réseaux collectifs							
Besoins	Surface irriguée (ha)	Scénario 1 pluvio excédentaire		Scénario 2 pluvio Moyenne interannuelle		Scénario 3 pluvio déficitaires	
		m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai	m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai	m ³ /an	m ³ /ha/j fév. à mai
besoins nets	2479	4621876	31	6670704	30	12747010	43
besoins bruts	2479	6163019	41	8793549	39	17299949	58

Tableau 7 : Synthèse des besoins bruts totaux des cultures irriguées réseaux collectifs

Les besoins en eau varient considérablement d'un scénario à l'autre (annexes 2 et 3).

Rappelons que les valeurs calculées correspondent à l'apport en eau nécessaire au maintien d'une production optimale des cultures. Cet apport est en général inversement proportionnel aux déficits hydriques observés en période d'étiage (carême). Ainsi, le besoin peut être de l'ordre de 60 à 66 m³/jour/ha durant les carêmes des années déficitaires (scénario 3), contre 20 à 40 m³/ha jour en année médiane (scénario 2). On note cependant que les besoins entre prélèvements individuels et réseaux collectifs ne suivent pas la même tendance suivant que l'on passe du scénario 2 au scénario 3. Ceci est dû à la distribution des périmètres individuels et collectifs sur le territoire. Les périmètres collectifs sont répartis de manière plus homogène alors que les surfaces irriguées individuelles se concentrent plutôt sur le centre et le centre-est. D'autre part, le réseau du PISE alimente le sud-est de l'île qui reste, en période de carême, déficitaire quel que soit la tendance pluviométrique observée. Ce réseau représente à lui seul près de 40 % des besoins totaux des réseaux collectifs. Il en résulte un besoin global plus important en eau pour les scénarios 1 et 2.

De manière générale le besoin en eau peut s'avérer difficile à satisfaire en totalité dans la mesure où le déficit hydrique implique à la base une ressource en eau disponible insuffisante. La pression exercée sur le milieu est alors très marquée et la ressource disponible parfois insuffisante (tours d'eau).

De plus, la période du carême représente à elle seule un peu plus de 80% des besoins annuels des cultures irriguées.

Les données des scénarios sont des valeurs indicatives qui peuvent être utilisées dans le cadre de stratégies de développement et de maintien de l'irrigation (zones nécessitant le développement de réserves de substitution, zones à favoriser dans le cadre de la REUT...). Ces problématiques n'ont pas vocation à être abordées dans l'EDL, mais constituent des pistes de réflexions dans le cadre de schémas stratégiques. C'est pourquoi, ne seront traitées dans les paragraphes suivants, que les données résultant des besoins moyens interannuels.

Résultats par bassins versants

Les résultats de l'évaluation du besoin en eau des cultures, même s'ils souffrent d'une relative incertitude liée à la variabilité des facteurs environnementaux (climatiques et économiques), mettent en évidence une exploitation intensive de la ressource. Cette dernière peut avoir un impact très important sur certains bassins, en période de carême marqué. C'est notamment le cas sur le bassin versant de la Lézarde avec un besoin en eau des cultures évalué à près de 10 millions de m³/an.

Les calculs montrent que le prélèvement du réseau collectif du PISE est de loin le plus impactant. En réalité, ce réseau fonctionne sur le principe d'une "réserve de substitution". Cela implique un remplissage du barrage de la Manzo en période pluvieuse (8 millions de m³), afin d'alimenter le réseau de distribution lorsqu'il ne peut plus l'être directement par la rivière Lézarde en période d'étiage (usine de Directoire). La pression est, en théorie, lissée sur l'année.

Il en est autrement des pompages individuels qui sont utilisés plus régulièrement pour compenser le déficit hydrique des cultures.

BASSINS VERSANTS	PRELEVEMENTS INDIVIDUELS		STATIONS DE LAVAGE DES FRUITS		RESEAUX COLLECTIFS	Total
	nbre	BESOINS (m ³ /an)	nbre	BESOINS (m ³ /an)	BESOINS (m ³ /an)	
Gondeau	2	48 716	1	12 960		61 676
Grande Rivière Pilote	1	4 239			6 397	10 635
la Jambette			1	28 000		28 000
La Lézarde	42	2 104 562	20	1 115 216	6 793 564	10 013 342
la Roxelane	6	267 087	1	10 800		277 887
Petite Rivière Salée	1	4 073	1	14 400		18 473
Ravine Mansarde	3	21 079	2	13 300		34 379
Ravine Roquelaure	1	76 988				76 988
Rivière Anse Latouche	2	10 671				10 671
Rivière Cacao	2	10 280				10 280
Rivière Capot	14	143 378	4	55 536	155 261	354 175
Rivière Carabin			1	18 816		18 816
Rivière de Basse-Pointe					56 203	56 203
Rivière de Case-Pilote					12 632	12 632
Rivière de Fond Bourlet	2	291				291
Rivière de la Pointe					62 785	62 785
Rivière de Macouba			1	6 720	42 152	48 872
Rivière de Sainte-Marie	4	141 383	1	43 200		184 583
Rivière des Pères	1	150 314	1	32 500		182 814
Rivière Desroses	2	133 188				133 188
Rivière du Carbet	3	32 897			309 137	342 034
Rivière du Galion	17	164 073	7	249 480	318 742	732 295
Rivière du Longvilliers	5	87 595	2	120 000		207 595
Rivière du Lorrain	4	5 988	3	62 208	654 618	722 814
Rivière du Simon	1	1 696	1	3 456		5 152
Rivière Fond Capot	6	12 901			38 599	51 500
Rivière Fond Laillet					29 336	29 336
Rivière Fonds Massacre	2	6 479				6 479
Rivière Grande Anse	2	76 702	1	17 280		93 982
Rivière Grande Case	2	3 235	1	5 040		8 275
Rivière Hackaert					18 969	18 969
Rivière la Manche	1	295 507	2	50 068		345 575
Rivière la Salle	1	1 765				1 765
Rivière Lagarde			1	8 064		8 064
Rivière Monsieur	6	70 151				70 151
Rivière Oman	1	54 319				54 319
Rivière Pocquet					60 418	60 418
Rivière Potiche			1	1 920	140 227	142 147
Rivière Roche	1	1 947	1	18 000	94 509	114 456
Rivière Rouge	3	1 403	2	70 800		72 203
Rivière Saint-Jacques			1	12 960		12 960
Rivière Salée	12	72 167	3	61 900		134 067
Total	150	4 005 072	60	2 032 624	8 793 549	14 831 244

Tableau 8 : Synthèse des besoins moyens en eau par bassin versant

D'autre part, un peu plus de 80% du besoin annuel en eau d'irrigation des cultures s'exprime durant le carême (février à avril). Cette période se traduit en général par un déficit de la ressource en eau de surface peu propice à satisfaire le besoin eau d'irrigation. Même en année "moyenne", il n'est pas rare d'observer de courtes périodes de déficit hydrique qui limitent les capacités de pompage des exploitations.

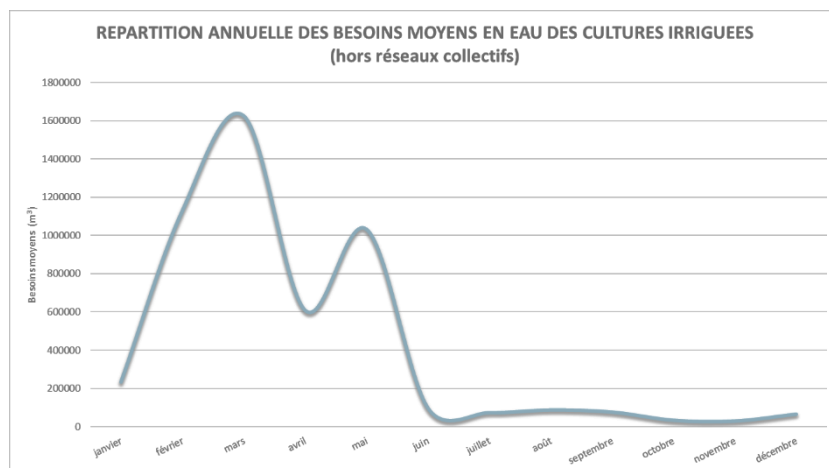


Figure 7 : Répartition annuelle des besoins moyens en eau (hors réseaux)

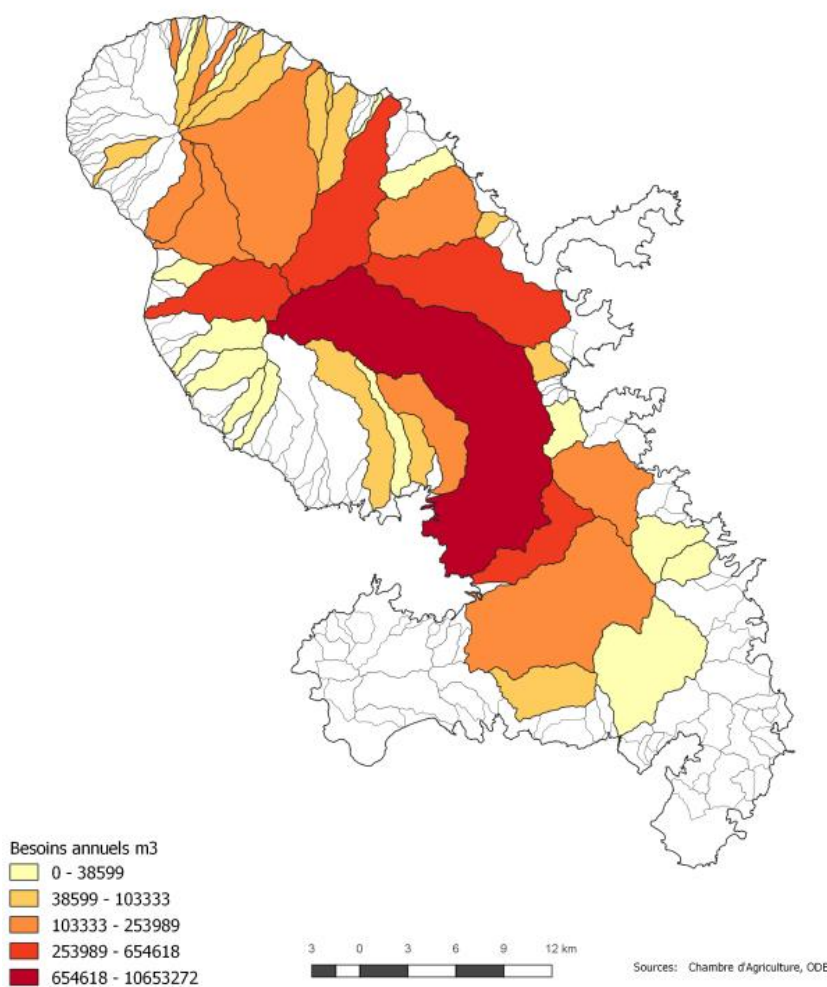
Si l'on considère le taux d'irrigation, (apport entre la surface réellement irriguée et la surface irrigable), couramment constaté sur les parcelles, les apports en irrigation peuvent ne représenter en réalité que 60 à 70 % des valeurs calculés. Plusieurs raisons à cela :

- Les agriculteurs ne cultivent pas toujours la totalité des surfaces irrigables, voir même des surfaces déclarées régulièrement irriguées.
- Certains irrigants n'irriguent pas systématiquement la totalité des cultures en période de carême. Des stratégies peuvent être mises en œuvre pour privilégier les jeunes plantations au détriment des parcelles en fin de cycle (avant jachère).
- Les exploitations n'ont pas toujours la capacité d'irriguer simultanément la totalité de surfaces équipées. Dans ces conditions les besoins en eau ne peuvent être couverts en totalité.

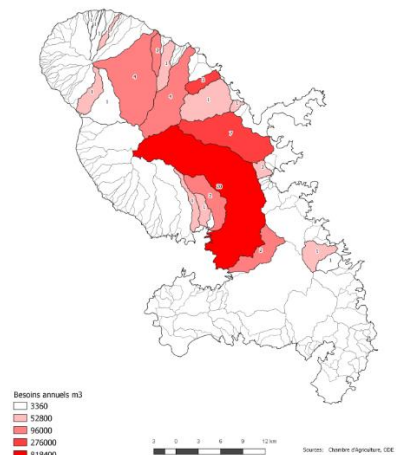
Répartition des besoins par bassin versant



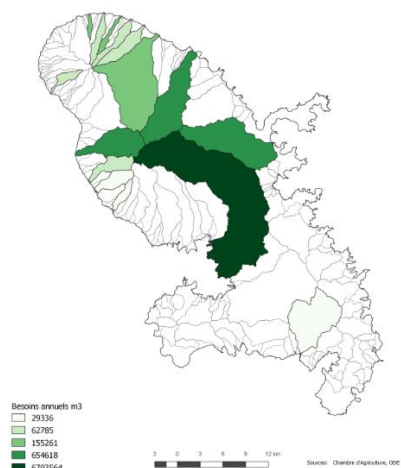
Besoins moyens totaux par bassin versant 2017



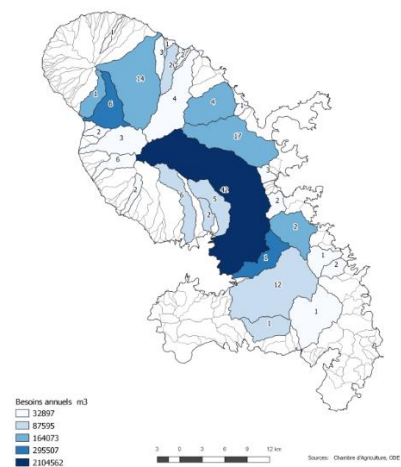
Besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par bassin versant (prélèvements 2017)



Besoins moyens en eau des réseaux collectifs par bassin versant (prélèvements collectifs 2017)



Besoins moyens en eau des cultures irriguées par bassin versant (prélèvements individuels 2017)



Carte 6 : Répartition des besoins par bassin versant

Résultats par masses d'eau « cours d'eau »

L'analyse des besoins en eau par masse d'eau s'avère plus délicate. Certains prélèvements sont effectués sur les affluents des cours d'eau masse d'eau. Ils exercent une pression indirecte sur ces derniers et ont donc été pris en compte dans la définition du besoin.

Les masses d'eau du bassin de la Lézarde sont, au regard des autres masses d'eau, les plus impactées. C'est plus particulièrement le cas de la Lézarde Amont qui alimente le réseau du PISE. Toutefois cet impact est à relativiser pour les raisons propres au fonctionnement du PISE et a déjà été abordées au chapitre précédant. L'analyse des besoins en eau au niveau de la Lézarde doit faire l'objet d'une attention particulière du fait du découpage des masses d'eau sur ce bassin versant. Les besoins ont été calculés sans prendre en compte de l'influence des masses d'eau entre elles. Aussi la conversion du besoin en eau en pression exercée sur le milieu devra intégrer les notions d'amont et d'aval (notion de gradient de pression).

Les résultats mettent en évidence l'impact des besoins en eau des stations de lavage sur certains cours d'eau par rapport aux besoins en eau des cultures. Au regard du mode de fonctionnement en eau perdue des stations (chapitre autre usage) il apparaît que la pression exercée sur le milieu tient d'avantage du qualitatif que du quantitatif. En effet, l'eau prélevée pour le lavage des fruits est généralement larguée (non traitée) en fin de process dans le milieu.

Le tableau ci-après présente la répartition des besoins en eau par masse d'eau.

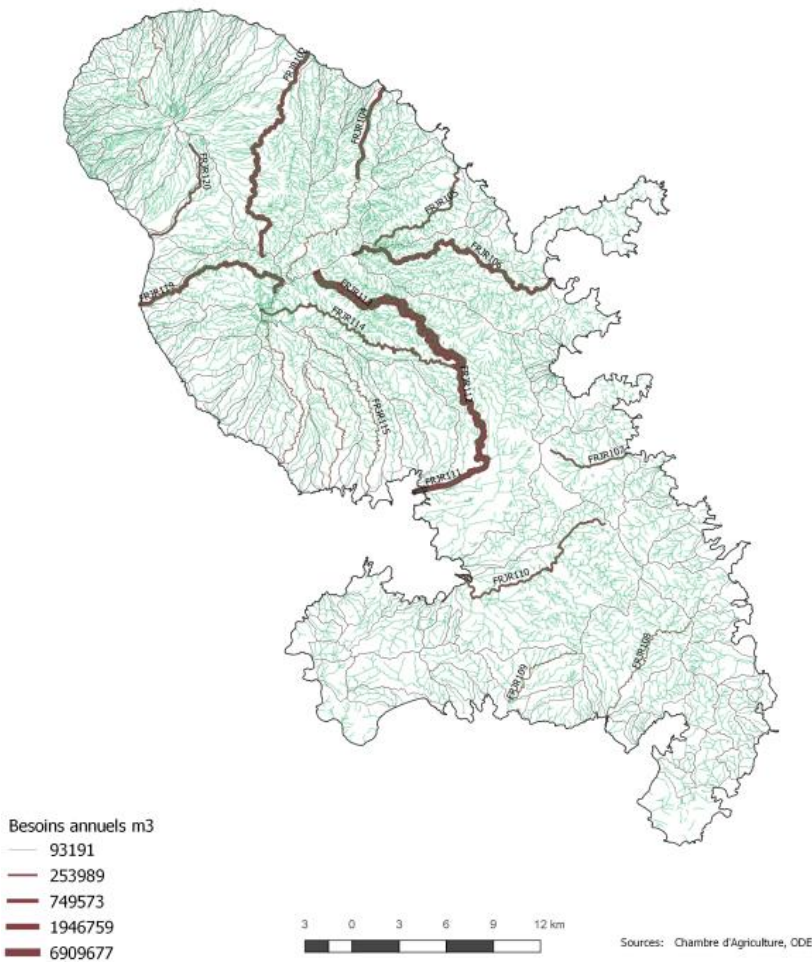
MASSES D'EAU		PRELEVEMENTS INDIVIDUELS		STATIONS DE LAVAGE DES FRUITS		RESEAUX COLLECTIFS	Total
Masse d'eau	Nom	nbre	BESOINS (m ³ /an)	nbre	BESOINS (m ³ /an)	BESOINS (m ³ /an)	
FRJR120	ROXELANE	6	248 160	1	10 800		258 960
FRJR119	CARBET	3	18 771			292 153	310 924
FRJR115	MONSIEUR	3	16 707	1	28 000		44 707
FRJR114	BLANCHE	5	14 915	2	126 400		141 315
FRJR113	LEZARDE AMONT	7	9 772	4	54 120	6 793 564	6 857 457
FRJR112	LEZARDE MOYENNE	15	459 345	10	676 696		1 136 041
FRJR111	LEZARDE AVAL	14	401 282	4	258 000		659 282
FRJR110	SALÉE	13	40 078	4	66 940		107 018
FRJR109	OMAN	6	39 757				39 757
FRJR108	GRANDE RIVIERE PILOTE	1	3 165				3 165
FRJR107	FRANCOIS	2	78 766				78 766
FRJR106	GALION	18	152 231	7	249 480		401 711
FRJR105	SAINTE-MARIE	3	122 896	1	43 200		166 096
FRJR104	LORRAIN AVAL	4	2 675	4	81 024	654 618	738 317
FRJR102	CAPO T	14	143 388	4	55 536	155 261	354 185
FRJG206	souterraine sud					6 397	6 397
FRJG201	souterraine nord atlantique					140 227	140 227
Total		114	1 751 907	42	1 650 196	8 042 220	11 444 322

Tableau 9 : Synthèse des besoins moyens en eau par masse d'eau

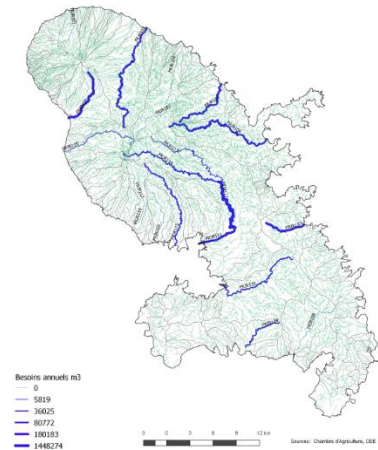
Répartition des besoins par masse d'eau



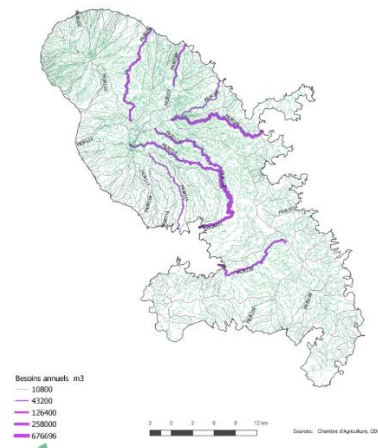
Besoins moyens totaux par masse d'eau cours d'eau



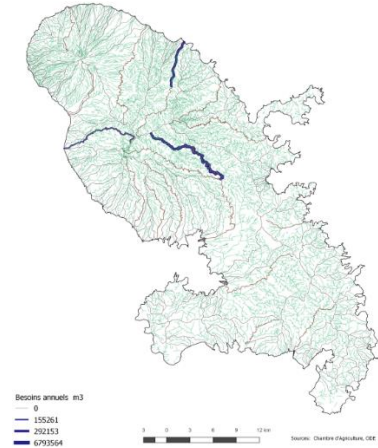
Besoins moyens en eau des cultures irriguées (prélèvements individuels / masse d'eau cours d'eau)



Besoins moyens en eau des stations de lavage (Prélèvements individuels / masse d'eau cours d'eau)



Besoins moyens en eau des réseaux collectifs (masse d'eau cours d'eau)



Carte 7 : Répartition des besoins par masse d'eau

CONCLUSIONS

La grande majorité des prélèvements en eau agricole (réseaux collectifs et individuels) s'effectue à partir des eaux de surface (96%).

L'évaluation détaillée du besoin en eau pour l'agriculture montre qu'il est important de distinguer les notions de besoins bruts (quantités totales d'eau prélevées dans le milieu) et de besoins nets (quantités d'eau nécessaires aux cultures). Le rapport entre ces deux valeurs est un indicateur de la performance des systèmes d'irrigation et par la même des marges de progrès réalisables en matière d'efficacité. La valeur moyenne calculée, de l'ordre de 80%, reflète les efforts consentis par la profession en matière de modernisation des systèmes d'irrigation (progression du goutte à goutte).

L'étude montre également qu'une partie des besoins exprimés retournent « in fine » dans le milieu via les stations de traitement de la banane (plus de 10% des prélèvements totaux). Il est donc important de différencier les usages de l'eau agricole dans le cadre de l'évaluation des pressions.

Malgré une situation globalement favorable, des risques importants de pénuries saisonnières existent et sont localisés principalement sur les bassins où se concentrent les grandes cultures et les prélèvements AEP (conflits d'usages). De plus, le besoin en irrigation se concentre essentiellement sur les mois de février à mai. Cette période du carême correspond à la période d'étiage des cours d'eau. Ainsi sous nos latitudes, les besoins en eau des cultures sont répartis de manière inégale au cours de l'année. Les tensions entre les besoins et la ressource disponible s'en trouvent accrues.

Les volumes prélevés pour l'irrigation dépendent de l'importance des activités agricoles, de la nature des cultures, du climat et du type d'irrigation pratiquée. Ainsi, les plus gros volumes mobilisés se situent dans le centre et le nord-est du territoire où se concentrent l'essentiel de la production bananière. Le régime des précipitations sur le secteur nord de l'île, rendent les besoins en eau globalement moins impactant malgré une activité agricole soutenue. Il ne faut cependant pas perdre de vue que les analyses à l'échelle annuelle et interannuelle masquent d'importants risques saisonniers même sur des secteurs réputés plus arrosés. Ce risque est encore plus marqué s'agissant du réseau du PISE qui alimente le secteur sud-est du territoire plus sensible au déficit hydrique. Il en résulte que la part des besoins exprimés au niveau des réseaux collectifs d'irrigation peut sembler considérable au regard des surfaces irriguées.

L'évaluation du besoin en eau des petits réseaux du nord-caraïbe doit donc être interprétée avec une certaine prudence compte tenu de la part croissante des usages domestiques opérés sur ces structures. Un diagnostic technique et administratif approfondi de ces réseaux pourrait être réalisé dans la perspective d'un état des lieux des petits périmètres irrigués.

ANNEXES

Annexe 1 : Données stations de lavage des fruits	37
Annexe 2 : besoins des cultures irriguées des installations individuelles par scénario.....	38
Annexe 3 : besoins des cultures irriguées des réseaux collectifs par scénario.....	39
Annexe 4: cartes des besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par bassin versant.....	40
Annexe 5: cartes des besoins moyens en eau des réseaux collectifs par bassin versant.....	41
Annexe 6: cartes des besoins moyens en eau des cultures irriguées par bassin versant (prélèvements individuels).....	42
Annexe 7: cartes des besoins moyens totaux par bassin versant	43
Annexe 8: cartes des besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par masse d'eau.....	44
Annexe 9: cartes des besoins moyens en eau des réseaux collectifs par masse d'eau.....	45
Annexe 10: cartes des besoins moyens en eau des cultures irriguées par masse d'eau (prélèvements individuels).....	46
Annexe 7: cartes des besoins moyens totaux par masse d'eau	47

Annexe 1 : Données stations de lavage des fruits

Masse d'eau	Nom Masse d'eau	Rivière	Nombre station	vol conso (m ³ /an)	vol conso (m ³ /an)
FRJR102	CAPOT	Rivière Capot	4	67920	67920
FRJR104	LORRAIN AVAL	Rivière Carabin	4	89136	89136
FRJR105	SAINTE-MARIE	Rivière de Sainte-Marie	1	38400	38400
FRJR106	GALION	Rivière du Galion	7	276000	276000
FRJR110	SALEE	Rivière Salée	4	147360	147360
FRJR111	LEZARDE AVAL	La Lézarde	4	192000	818400
FRJR112	LEZARDE MOYENNE	La Lézarde	10	433920	
FRJR113	LEZARDE AMONT	La Lézarde	4	96480	
FRJR114	BLANCHE	Rivière Blanche	2	96000	
FRJR115	MONSIEUR	la Jambette	1	23040	23040
FRJR120	ROXELANE	Rivière Clitandre	1	3360	3360
Total général			42	1463616	1463616

Bassin Versant	Nombre station	vol conso (m ³ /an)
Gondeau	1	38400
la Jambette	1	23040
La Lézarde	20	818400
la Roxelane	1	3360
Petite Rivière Salée	1	48000
Ravine Mansarde Catalogne	2	52800
Rivière Capot	4	67920
Rivière de Macouba	1	1344
Rivière de Sainte-Marie	1	38400
Rivière des Pères	1	48000
Rivière du Galion	7	276000
Rivière du Longvilliers	2	96000
Rivière du Lorrain	4	89136
Rivière du Simon	1	23040
Rivière Grande Anse	1	28800
Rivière Grande Case	1	3360
Rivière la Manche	2	84480
Rivière Lagarde	1	672
Rivière Potiche	1	1008
Rivière Roche	1	48000
Rivière Rouge	2	96000
Rivière Saint-Jacques	1	4032
Rivière Salée	3	144000
Total général	60	2034192

Annexe 2 : besoins des cultures irriguées des installations individuelles par scénario

Besoins bruts totaux des cultures irriguées (m ³ /an)				
besoins en eau	nombre irrigant	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
		pluvio excédentaires	pluvio Moyenne interannuelle	pluvio déficitaires
besoins nets	151	1 711 690	3 165 393	13 737 139
besoins bruts	151	2 157 021	4 000 160	17 776 487

Besoins bruts totaux des cultures irriguées par masse d'eau cours d'eau (m3/an)					
masse d'eau	nom	nombre irrigant	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
FRJR120	ROXELANE	6	248159,6	267086,7	453502,1
FRJR119	CARBET	3	18771	32896,6	88459,79
FRJR115	MONSIEUR	3	16706,9	70150,7	403391,1
FRJR114	BLANCHE	5	14915	41939,8	261221,8
FRJR113	LEZARDE AMONT	7	9772,2	15920	58654
FRJR112	LEZARDE MOYENNE	15	459344,6	932476,1	5074350,1
FRJR111	LEZARDE AVAL	14	401281,6	1114226,2	6093661,6
FRJR110	SALÉE	13	40078	75401,3	192720,7
FRJR109	OMAN	6	39757,4	54319,1	82035,3
FRJR108	GRANDE RIVIERE PILOTE	1	3165	4238,8	7861,4
FRJR107	FRANCOIS	2	78765,6	133188,3	630408,7
FRJR106	GALION	18	152231	179761,1	1152918,7
FRJR105	SAINTE-MARIE	3	122895,8	125694,5	851346
FRJR104	LORRAIN AVAL	4	2675,3	5988	18720,5
FRJR102	CAPOT	14	143387,6	143377,8	149268,5
TOTAL		114	1751906,6	3196665	15518520,29

Besoins bruts totaux des cultures irriguées par bassin versant (m3/an)				
BASSIN VERSANT	nombre irrigant	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
Gondeau	2	11602	48715,8	280132,7
Grande Rivière Pilote	1	3165	4238,8	7861,4
La Lézarde	42	885313,5	2104562,1	11487887,5
la Roxelane	6	248159,6	267086,7	453502,14
Petite Rivière Salée	1	3805,9	4073,4	26746,2
Ravine Mansarde Catalogne	3	9950,1	21079,3	56138,3
Ravine Roquelaure	1	34397,1	76988,1	240691,9
Rivière Anse Latouche	2	8846,5	10671,1	20422,4
Rivière Cacao	2	4001,3	10280,4	28408,1
Rivière Capot	14	143387,6	143377,8	149268,5
Rivière de Fond Bourlet	2	735,3	290,5	997,7
Rivière de Sainte-Marie	4	147673,7	141382,5	1011356
Rivière des Pères	1	134306,8	150313,5	298138,2
Rivière Desroses	2	78765,6	133188,3	630408,7
Rivière du Carbet	3	18771	32896,6	88459,79
Rivière du Galion	17	127453,1	164073,1	992908,7
Rivière du Longvilliers	5	35231	87594,9	416000,8
Rivière du Lorrain	4	2675,3	5988	18720,5
Rivière du Simon	1	4434,6	1695,5	9341
Rivière Fond Capot	6	13234,5	12901,4	31774
Rivière Fonds Massacre	2	3906,5	6478,9	18030,5
Rivière Grande Anse	2	33825,6	76702,4	240406,2
Rivière Grande Case	2	2635,3	3234,7	9023,9
Rivière la Manche	1	101495,6	295506,6	564974,22
Rivière la Salle	2	0	0	1764,6
Rivière Monsieur	6	16706,9	70150,7	403391,1
Rivière Oman	1	39757,4	54319,1	82035,3
Rivière Roche	1	863,1	1947,3	5778,8
Rivière Rouge	3	4477,9	1402,8	18221
Rivière Salée	12	37442,7	72166,6	183696,9
TOTAL	151	2 157 021	4 003 307	17 776 487

Annexe 3 : besoins des cultures irriguées des réseaux collectifs par scénario

Besoins totaux des primètres irrigués (m ³ /an)				
besoins en eau	nombre périmètres	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
		pluvio excédentaires	pluvio Moyenne interannuelle	pluvio déficitaires
besoins nets	12	4 621 876	6 670 704	12 747 010
besoins bruts	12	6 163 019	8 793 549	17 299 949

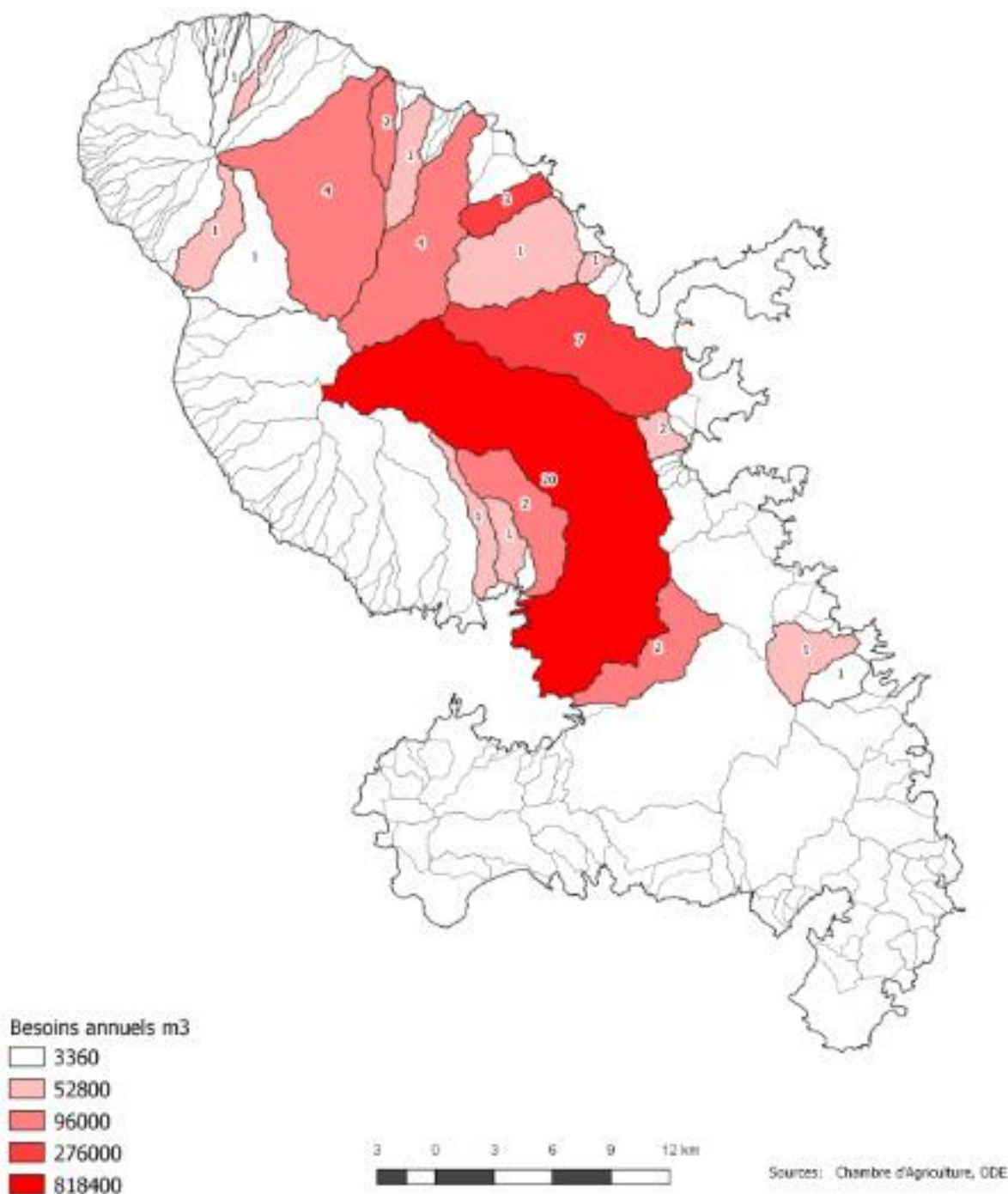
Besoins totaux des cultures irriguées par masse d'eau (m ³ /an)				
masse d'eau	nom	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
FRJR119	CARBET	259 905	292 153	573139
FRJR113	LEZARDE AMONT	5 021 243	6 793 564	11235804,2
FRJR104	LORRAIN AVAL	289 378	654 618	2325029,3
FRJR102	CAPOT	83 697	155 261	612891,6
FRJG206	souterraine sud	3 154	6 397	10545,1
FRJG201	souterraine nord atlantique	45 023	140 227	312833,1
Total		5 702 400	8 042 220	15 070 242

Besoins totaux des cultures irriguées par bassin versant (m ³ /an)			
BASSIN VERSANT	Scenario 1	Scenario 2	Scénario 3
Grande Rivière Pilote	3 154	6 397	10 545
La Lézarde	5 021 243	6 793 564	11 235 804
Rivière Capot	83 697	155 261	612 892
Rivière de Basse-Pointe	30 298	56 203	221 861
Rivière de Case-Pilote	12 376	12 632	33 725
Rivière de la Pointe Lamare	39 534	62 785	153 670
Rivière de Macouba	22 723	42 152	166 396
Rivière du Carbet	277 111	309 137	629 226
Rivière du Galion	194 126	318 742	836 535
Rivière du Lorrain	289 378	654 618	2 325 029
Rivière Fond Capot	38 434	38 599	116 217
Rivière Fond Laillet	29 719	29 336	96 877
Rivière Hackaert	10 226	18 969	74 878
Rivière Pocquet	32 570	60 418	238 501
Rivière Potiche	45 023	140 227	312 833
Rivière Roche	33 407	94 509	234 960
Total	6163020	8793549	17299949

Annexe 4: cartes des besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par bassin versant



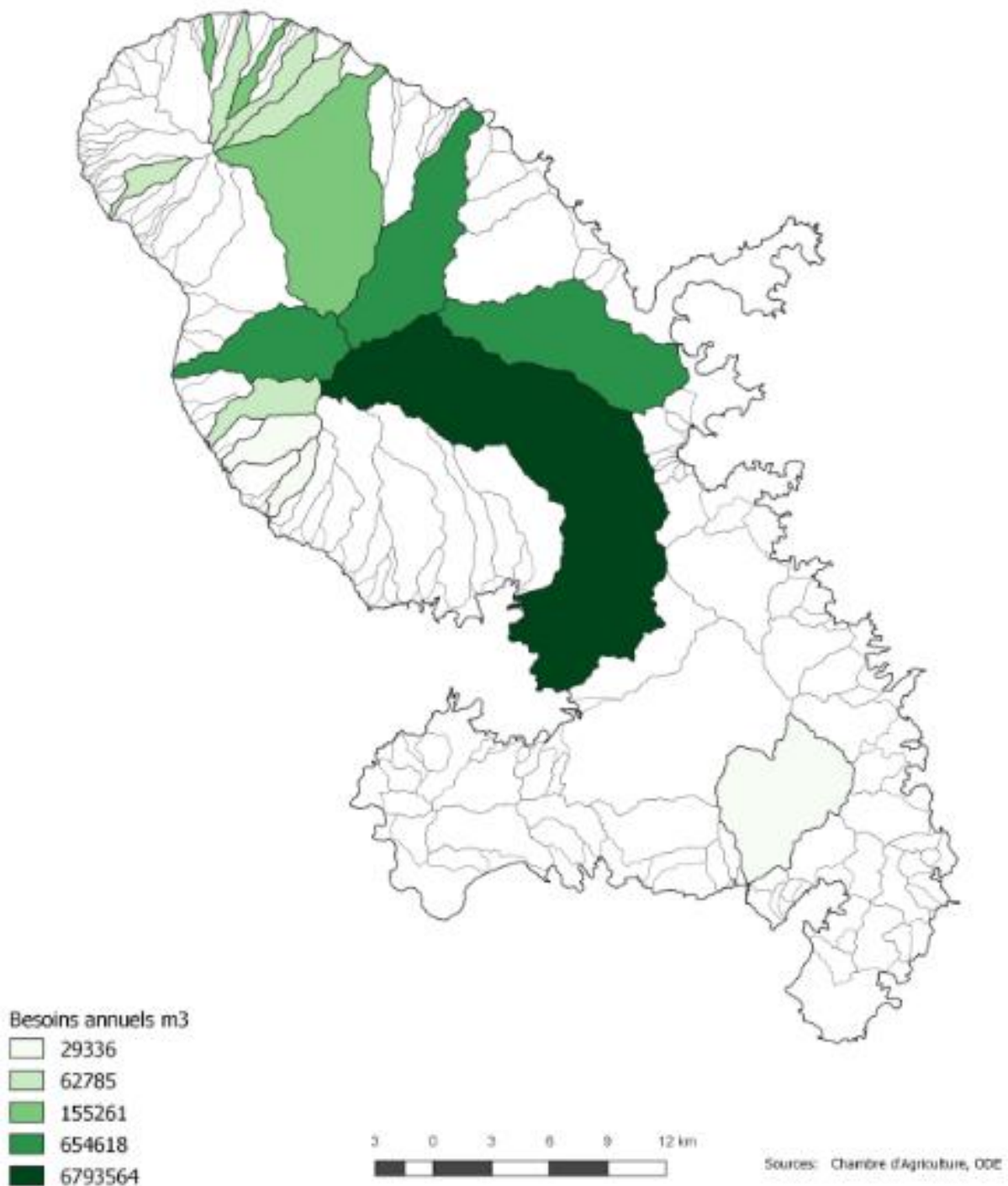
Besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par bassin versant (prélèvements 2017)



Annexe 5: cartes des besoins moyens en eau des réseaux collectifs par bassin versant



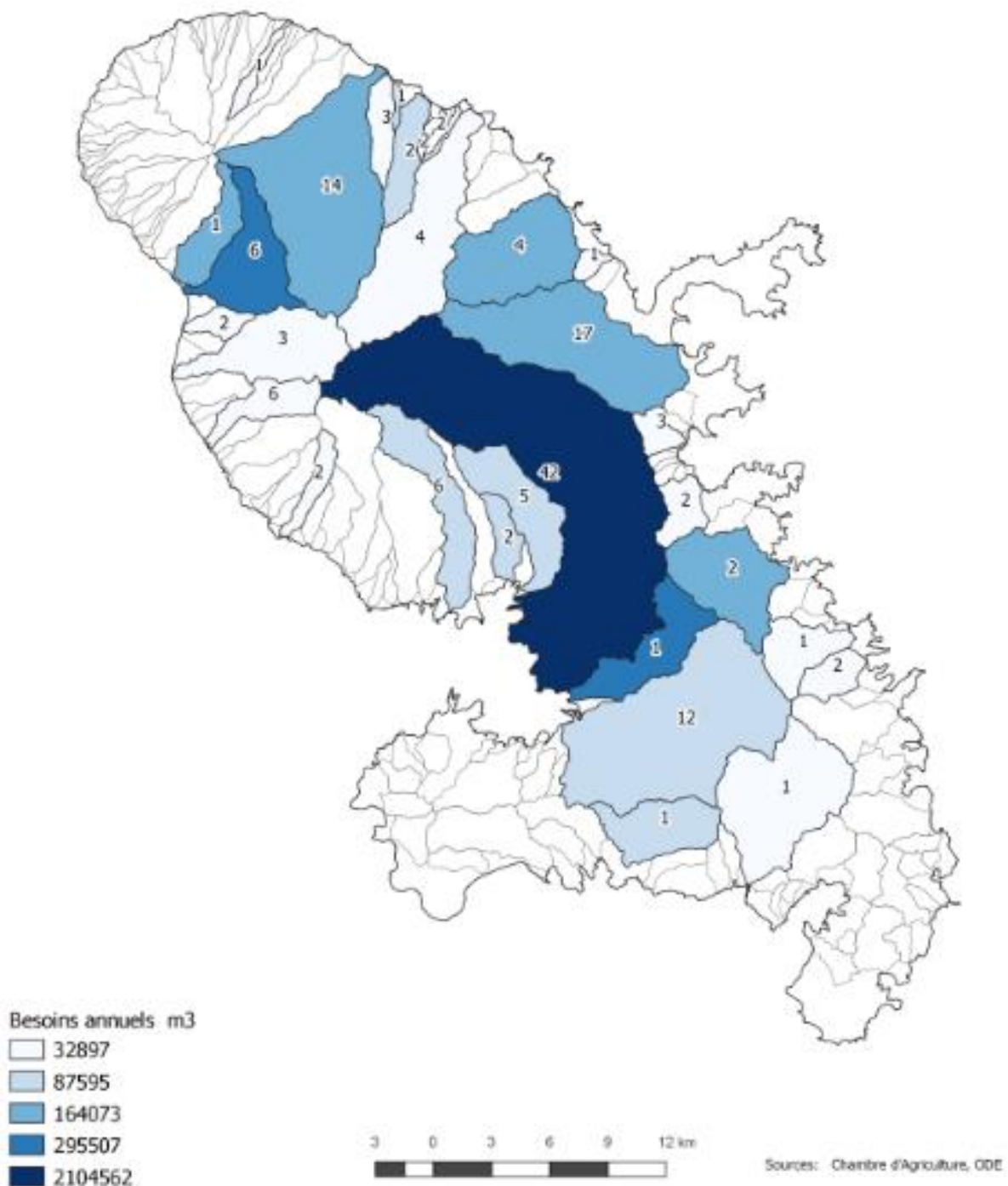
Besoins moyens en eau des réseaux collectifs par bassin versant (prélèvements collectifs 2017)



Annexe 6: cartes des besoins moyens en eau des cultures irriguées par bassin versant (prélèvements individuels)



Besoins moyens en eau des cultures irriguées par bassin versant (prélèvements individuels 2017)

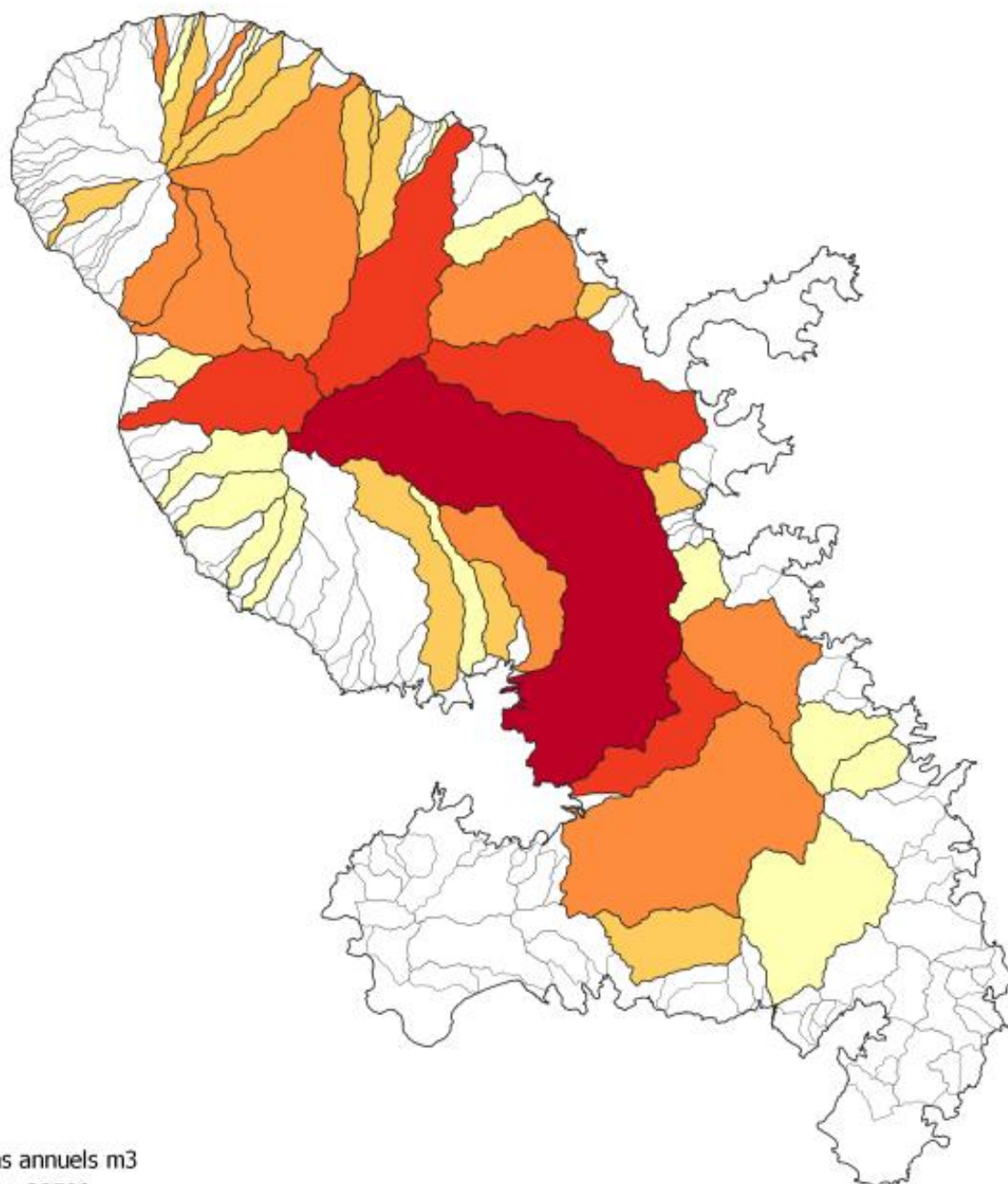


Annexe 7: cartes des besoins moyens totaux par bassin versant



AGRICULTURES
& TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE
MARTINIQUE

Besoins moyens totaux par bassin versant 2017



Besoins annuels m³

- 0 - 38599
- 38599 - 103333
- 103333 - 253989
- 253989 - 654618
- 654618 - 10653272

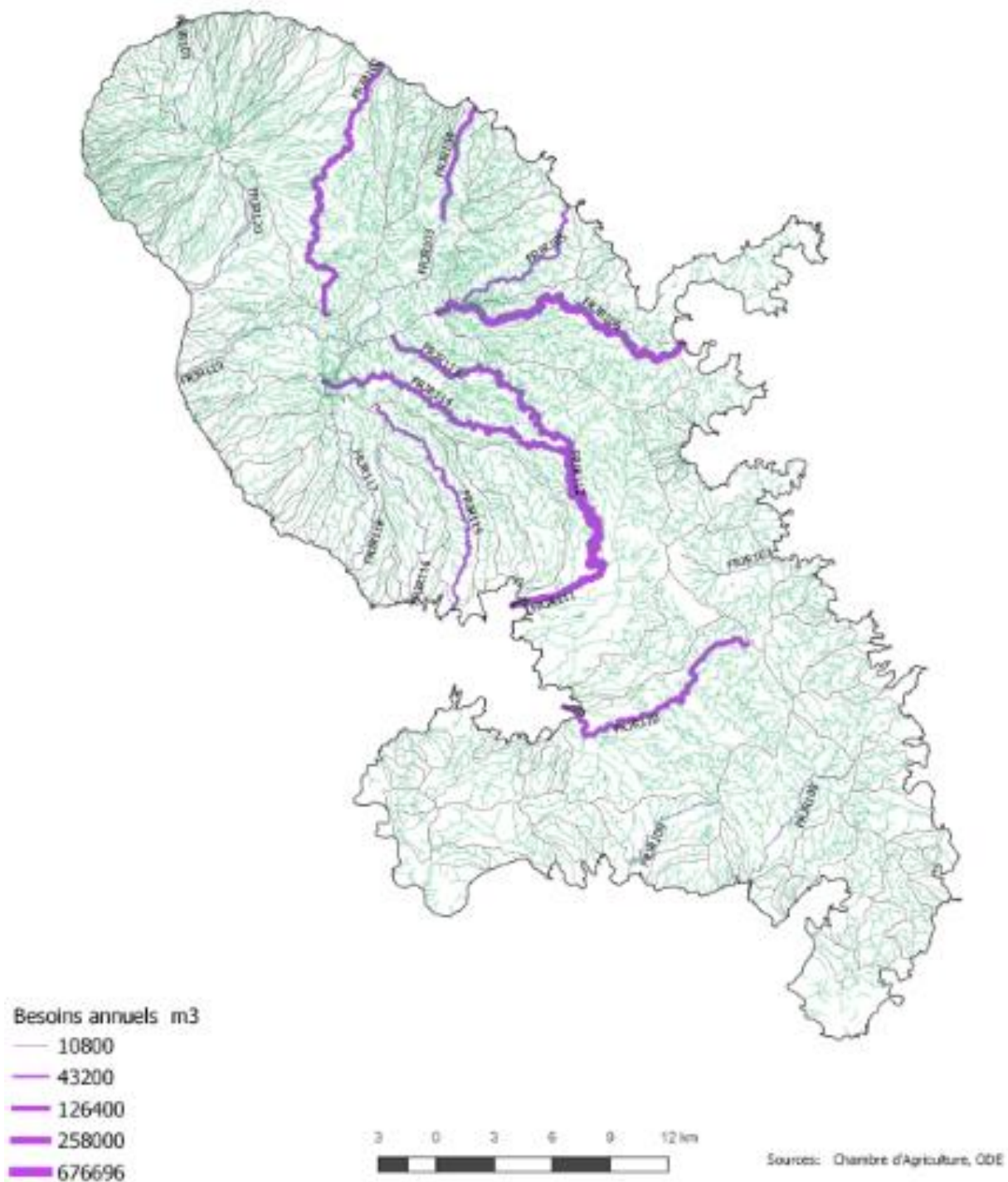


Sources: Chambre d'Agriculture, ODE

Annexe 8: cartes des besoins moyens en eau des stations de lavage des fruits par masse d'eau



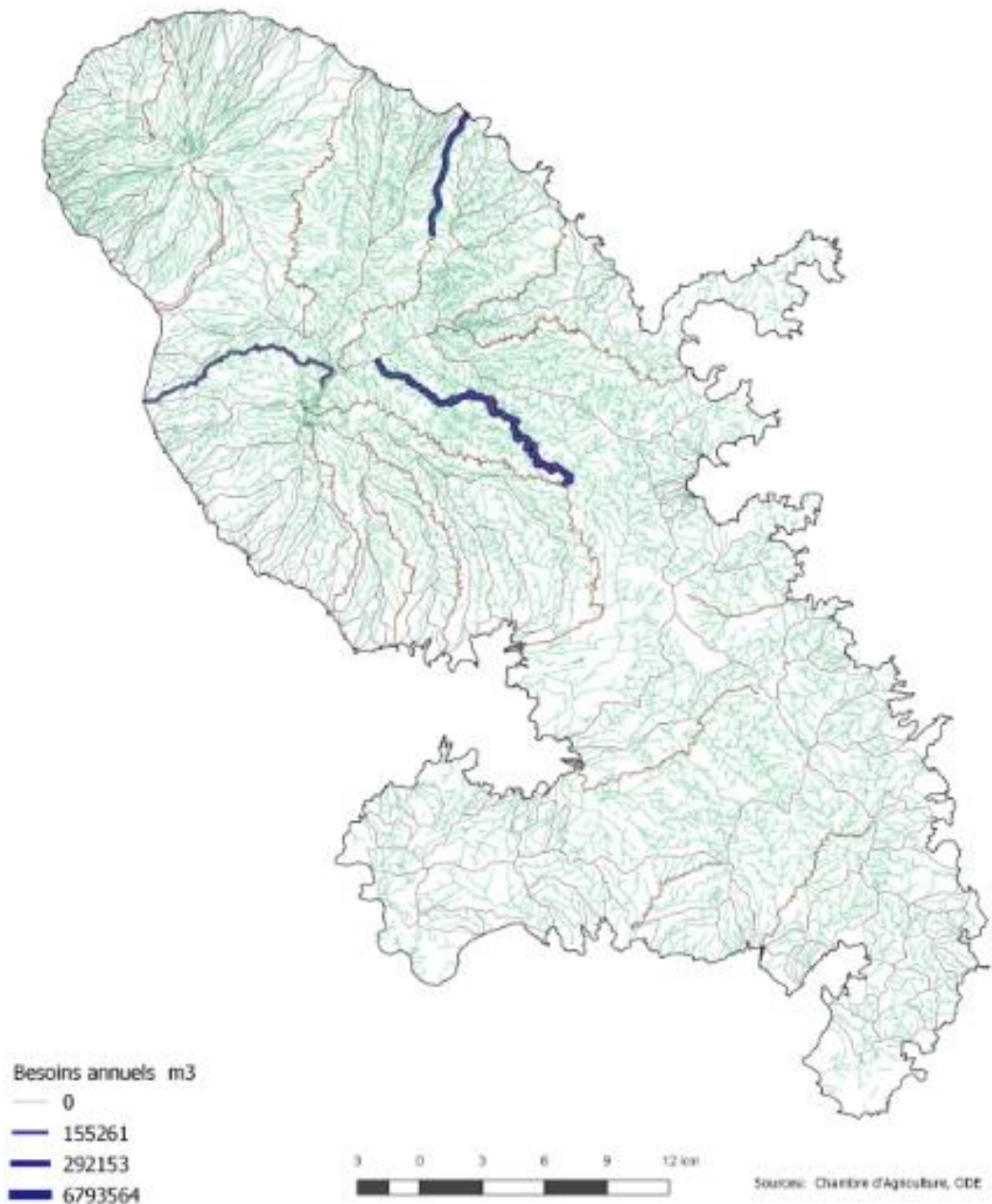
Besoins moyens en eau des stations de lavage (Prélèvements individuels /masse d'eau cours d'eau)



Annexe 9: cartes des besoins moyens en eau des réseaux collectifs par masse d'eau



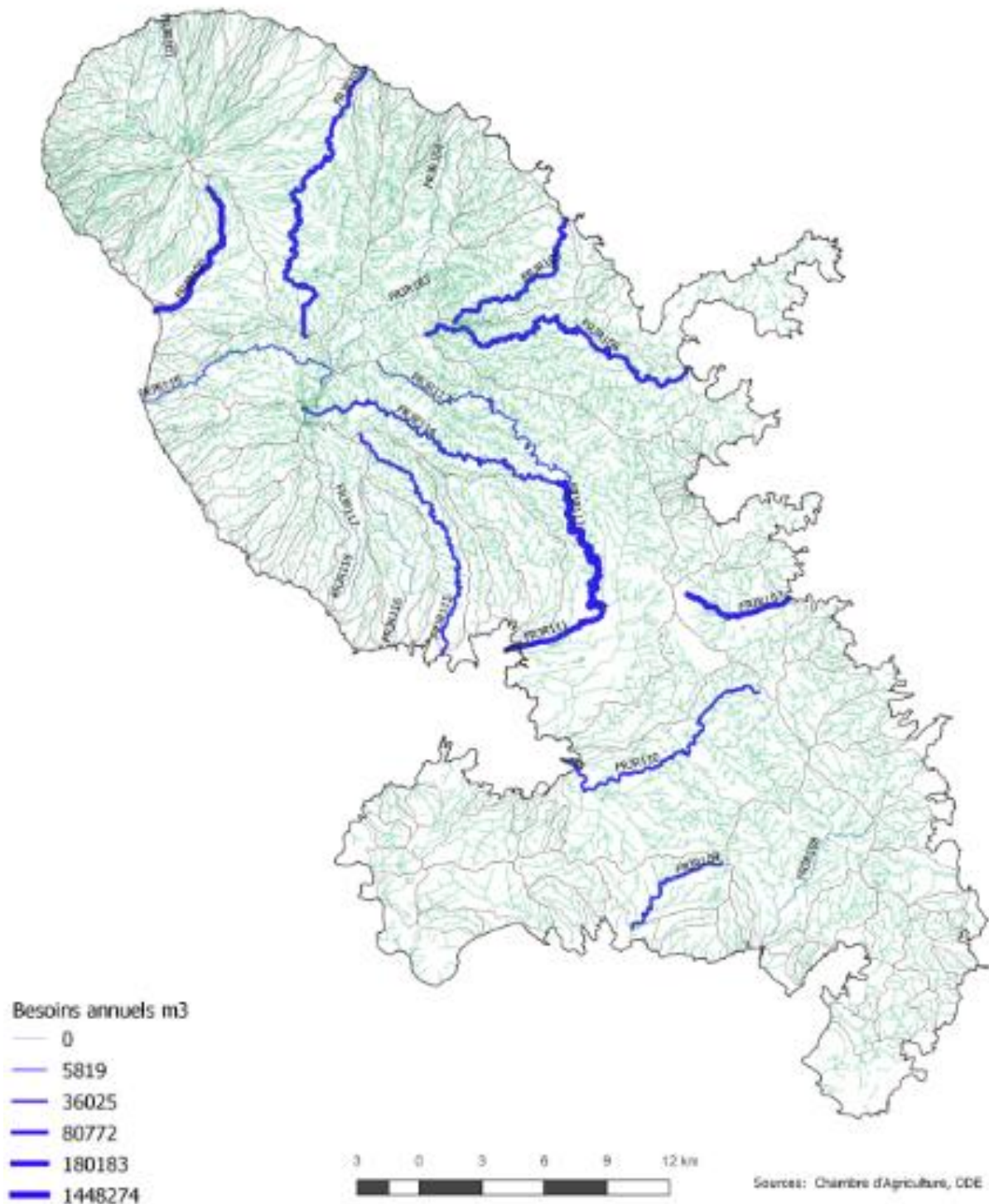
Besoins moyens en eau des réseaux collectifs (masse d'eau cours d'eau)



Annexe 10: cartes des besoins moyens en eau des cultures irriguées par masse d'eau (prélèvements individuels)



Besoins moyens en eau des cultures irriguées (prélèvements individuels / masse d'eau cours d'eau)



Annexe 11: cartes des besoins moyens totaux par masse d'eau



Besoins moyens totaux par masse d'eau cours d'eau

