



**MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES – SANTE**

**MENTION : ECOLOGIE**

**Spécialité : Ecosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités**

Gestion des échouages de sargasses dans les Antilles Françaises et en Guyane

Chloé Maladry



Directeur de stage : Alain Pibot

Antenne Guadeloupe du Conservatoire du littoral

22 chemin des Bougainvilliers – Cité Guillard – 97100 Basse-Terre



## Remerciements

Il m'est offert ici, par ces quelques lignes, la possibilité de remercier les personnes qui ont contribué à la réussite de ce stage.

Je tiens à remercier particulièrement mon responsable de stage Alain Pibot, délégué adjoint Outre-Mer pour les Rivages Français d'Amérique au Conservatoire du littoral, pour la confiance qu'il m'a témoigné, mais surtout pour son esprit cultivé, humain et le goût du travail sérieux et bien fait.

Je remercie tout spécialement Claude Bouchon pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage.

Je tiens à remercier toute l'équipe de l'antenne Guadeloupe du Conservatoire du littoral, Elsa, Marie, Caroline, Nicole, Alain, Pierrick et Didier. Merci pour votre accueil, votre gentillesse et votre jovialité.

Je souhaiterais également remercier l'ensemble des personnes contactées lors de ce stage.

La liste est très longue mais j'adresse un remerciement particulier à Franck Mazéas, Nadine Saintol, Julie Belmont, Anne Fontaine, Olivier Raynaud, Jean Claude Maes, Philippe de Proft, et Fabien Védie, pour leur disponibilité, leur compétence et leur partage d'informations.

## **Avant-propos**

Ce rapport est la restitution du travail accompli au cours de mon stage de Master 2 d'écologie spécialité Ecosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités encadré par l'université des Antilles et de la Guyane. Le stage s'est déroulé du 13 janvier au 23 juin 2015 au sein de l'antenne Guadeloupe du Conservatoire du littoral.

### **Présentation du Conservatoire du littoral.**

Le littoral, zone d'interface terre-mer, était considéré jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle comme le «*territoire du vide*» (Corbin, 1988) (lieu souvent inhospitalier et dangereux). Avec la littoralisation qui a débuté au 20<sup>ème</sup> siècle, ce milieu apparaît fragile et vulnérable. Il était donc indispensable d'intervenir.

En France, la naissance en 1975 du Conservatoire du littoral (article L 322-1 du Code de l'environnement), établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du ministre chargé de la protection de la nature, constitue la première expression de la prise en compte de ces considérations par les pouvoirs publics. Cette prise de conscience fait suite à une pression démographique forte, un rythme de construction largement plus élevé que la moyenne (40% des hébergements touristiques est concentré sur 4% du territoire national - Herviaux et Bizet, 2014), un tourisme de masse, l'appropriation privée de certains des sites littoraux les plus prestigieux et recherchés, la concentration d'activités et ses conflits d'usages associés.

L'objectif du Conservatoire est de mener, en partenariat avec les collectivités territoriales, une politique foncière de protection définitive des espaces naturels du littoral français, de respect des sites naturels et de l'équilibre écologique. Autrement dit le Conservatoire acquiert des terrains en bord de mer pour éviter leur urbanisation, garantir leur protection définitive et les restaurer dans le but de les ouvrir au public. Après la remise en état des terrains acquis, leur gestion est confiée aux communes, aux collectivités locales ou à des associations (LPO...). A ce jour, le Conservatoire du littoral détient 159 606 hectares, ce qui représente 13% du linéaire côtier préservé.

## Sommaire

Remerciements .....	3
Avant-propos.....	4
Sommaire .....	5
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	8
Liste des annexes .....	8
1. Introduction et objectifs de l'étude .....	9
1.1. Contexte de l'étude.....	9
1.2. Biologie et écologie des sargasses .....	10
1.2. Origine des sargasses .....	12
1.3. Problématique.....	14
2. Les conséquences des échouages de sargasses.....	15
2.1. Impacts sanitaires .....	15
2.2. Impacts biologiques .....	17
2.3. Impacts économiques .....	20
3. Bilan de la gestion des échouages de sargasses dans les Antilles françaises et en Guyane ....	22
3.1. Enquête auprès des communes littorales.....	22
3.2. Elaboration du questionnaire.....	23
3.3. La Gestion en Guyane (Nathan Berthélemy, comm. pers.).....	24
3.4. La gestion en Guadeloupe, en Martinique, à Saint-Martin et à Saint-Barthélemy.....	24
3.4.1. Enlèvement ou non enlèvement des sargasses .....	25
3.4.2. Structure réalisant les opérations de ramassage .....	26
3.4.3. Technique d'enlèvement.....	27
3.4.4. Quantité et volume de sargasse enlevés .....	31
3.4.5. Devenir des sargasses une fois retirées de la plage.....	31
3.4.6. Coût de l'enlèvement .....	34
3.4.7. Communication et sensibilisation .....	34
4. Recommandations de gestion et de Valorisation .....	35
4.1. Recommandations de Gestion .....	35
4.1.1. Recommandations de l'ARS .....	35

4.1.2.	Recommandations pour le ramassage .....	35
4.1.3.	Recommandations lors du transport .....	37
4.2.	Possibilité de valorisation des sargasses .....	38
4.2.1.	Utilisation comme compost ou épandage direct sur des terres agricoles.....	38
4.2.2.	Limiter l'érosion des plages.....	39
4.2.3.	Valorisation de la biomasse en charbon actif. ....	39
4.2.4.	Transformation des algues en bioplastique .....	39
4.2.5.	Production d'électricité et de vapeur dans les centrales thermiques bagasse- charbon ou bagasse-biomasse .....	40
4.2.6.	Autres utilisations.....	41
5.	Conclusion .....	42
	Bibliographie .....	43
	ANNEXES .....	49

## Liste des figures

Figure 1 : Echouages de sargasses au Marigot en Martinique, à Terre-de-Haut en Guadeloupe, et en Guyane. ....	9
Figure 2 : <i>Sargassum natans</i> et <i>Sargassum fluitans</i> .....	10
Figure 3 : Représentation des courants dominants dans l’Océan Atlantique et des trois foyers de sargasses au niveau du Golfe du Mexique, de la mer des Sargasses et ses alentours et de la zone de Convergence Intertropicale .....	11
Figure 4 : Photos de radeaux de sargasses en mer .....	11
Figure 5 : Observation satellitaire de la dérive des sargasses dans l’Atlantique nord.....	12
Figure 6 : Photo montrant la dégradation avancée des algues au niveau de la plage de Bois Jolan et à l’anse du Bellay à Sainte-Anne en Guadeloupe. ....	15
Figure 7 : Sargasses échouée sur la plage de l’anse Maurice à Petit-Canal et à la Porte d’Enfer à Anse Bertrand en Guadeloupe.....	17
Figure 8 : Interactions entre les mangroves, les herbiers et les récifs coralliens.....	19
Figure 9 : Photo exposant les quatre cent diodons retrouvés morts dans les nappes de sargasses de la marina de Saint-François en avril 2015.....	19
Figure 10 : Ecoulement d’eaux blanchies par la forte concentration en bactéries sulfato-réductrices à travers la mangrove du Cul de Sac de Cap Ferré (Martinique). ....	19
Figure 11 : Blanchissement de <i>T. testudinum</i> et présence de test près de la plage de la Pointe Chaudière en Martinique.....	19
Figure 12 : Pêcheurs nettoyant les algues coincées dans leurs filets.....	20
Figure 13 : Loups des Caraïbes morts dans un bassin aquacole en Martinique en 2014 .....	21
Figure 14 : Sargasses échouées sur la plage de Pompierre et de Marigot à Terre-de-Haut. ....	22
Figure 15 : Enfants marchant sur une épaisseur de 1m20 de sargasses, à trente mètres du rivage, au François (Fregate Est 2). ....	25
Figure 16 : Diagramme des structures réalisant les opérations d’enlèvement des sargasses en Guadeloupe, en Martinique et dans les Antilles Françaises. ....	26
Figure 17 : Diagrammes des techniques de ramassage en Guadeloupe, en Martinique et dans les Antilles Françaises (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy). ....	27
Figure 18 : Opération de ramassage à l’aide de pelles mécaniques sur la plage de Pompierre à Terre-de-Haut et sur la plage de Viard à Petit-Bourg avant la 18ème édition de la karujet.....	28
Figure 19 : Utilisation d’un bateau amphibie pour enlever les sargasses.....	28
Figure 20 : Coup de senne dans la nappe de sargasses et halage par une pelle mécanique dans le port de Cosmy à Trinité en Martinique le 8 avril 2015. ....	29
Figure 21 : Utilisation d’une pelle à long bras .....	29
Figure 22 : Nettoyeur de plage Surf Rake Barber. ....	30
Figure 23 : Principe de fonctionnement du nettoyeur de plage Surf Rake Barber. ....	30
Figure 24 : Utilisation des Cane Loader à Capesterre-de-Marie-Galante .....	30
Figure 25 : Disposition des sargasses en tas en arrière plage à Terre-de-Haut .....	32
Figure 26 : Opération d’ensevelissement des sargasses à Saint-Barthélemy. ....	32
Figure 27 : Schématisation des principes concernant le ramassage et le stockage des sargasses sur un site de ponte de tortues marines. ....	37
Figure 28 : Principe de fonctionnement d’une centrale biomasse (de type combustion).....	41

## **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Longueur de côte de chaque région et département ou collectivités d’Outre-mer touchés par les échouages de sargasses. ....	10
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des effets de l'hydrogène sulfuré sur l’homme. ....	16
Tableau 3: Estimation de la quantité de sargasses prélevées pour les communes ayant accès à cette donnée. ....	31
Tableau 4 : Conditions à respecter pour que les algues brunes soient acceptées dans les plateformes de compostages de Guadeloupe (Sita Verde) et de Martinique (CVO). ....	33
Tableau 5 : Estimation du coût de l’enlèvement des sargasses pour les communes ayant accès à cette donnée.....	34

## **Liste des annexes**

Annexe 1 : Estimation du nombre de consultations par les médecins généralistes pour un motif en lien avec l’exposition aux émissions des algues en décomposition. ....	49
Annexe 2 : Arrêté n° 2011-695 interdisant la baignade et les activités nautiques sur le site de la Plage des Salines au Gosier.....	50
Annexe 3 : Photos d’espèces associées avec les sargasses en haute mer. ....	51
Annexe 4 : Espèces endémiques présentes dans la mer des Sargasses .....	52
Annexe 5 : Espèces océaniques utilisant la mer des Sargasses et la zone économique exclusive des Bermudes qui sont inscrites sur la liste rouge de l’Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme espèces menacées ou en voie de disparition et/ou figurant dans la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d’extinction (CITES) .....	53
Annexe 6 : Etendue de la protection de l’espèce, statut juridique des zones impactées par les sargasses, les pouvoirs et les responsabilisées des communes lors des échouages.....	55
Annexe 7 : Mer, littoral et pouvoirs de police en France. ....	61
Annexe 8 : Liste des services contactés dans le cadre de l’enquête.....	62
Annexe 9 : Liste des communes littorales contactées dans le cadre de l’enquête.....	63
Annexe 10 : Données recueillies lors du questionnaire .....	64

## **1. Introduction et objectifs de l'étude**

### **1.1. Contexte de l'étude**

Au printemps et en été 2011, des quantités anormales d'algues du genre *Sargassum* se sont échouées sur de nombreuses îles des Petites Antilles (côtes Caraïbes et Atlantiques), dont la Guadeloupe, la Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy, mais aussi en Guyane (figure 1). Ces échouages ont également été observés sur le littoral d'Afrique occidentale, de la Sierra Leone jusqu'au Nigéria (Johnson *et al.*, 2013; Smetacek et Zingone, 2013; Solarin *et al.*, 2014; Oyesiku et Egunyomi, 2014). Dès juin 2012 et juillet 2014, de nouveaux échouages ont eu lieu sur les côtes antillaises et en Guyane. Ceux-ci prenaient fin au mois d'octobre. En 2014, contrairement aux années précédentes, il n'y a pas eu d'arrêt dans les échouages. De plus, ils ont été plus intenses et recensés dans des zones qui n'étaient pas, ou que très peu, touchées par les sargasses auparavant (Nord de la Côte-sous-le-Vent de la Basse-Terre, la Darse de Pointe-à-Pitre, la Rivière-Salée en Guadeloupe, etc). Une estimation récente fait état de près de 180 hectares de sargasses le long des côtes antillaises soit un tonnage de 60 000 tonnes de matières sèches (Royal, 2015).



**Figure 1 : Echouages de sargasses au Marigot en Martinique (à gauche – mai 2015), à Terre-de-Haut en Guadeloupe (au milieu - mai 2015), et en Guyane (à droite – mai 2015)).**

Quand les sargasses sont sous forme de radeaux en mer, elles sont une source d'habitat pour de nombreuses espèces marines d'invertébrés et de vertébrés (Shulman, 1968 ; Butler *et al.*, 1983 ; Casazza et Ross, 2008 ; Witherington *et al.*, 2012 ; Fine, 1970) et elles ne représentent en aucun cas un risque pour la santé humaine (ARS Martinique, 2011). Cependant, une fois échouées sur le littoral, sur les plages fréquentées par les touristes, elles sont vues comme une nuisance et un fardeau pour la gestion des plages. Il est préférable de les enlever le plus vite possible pour éviter les problèmes sanitaires, à cause du dégagement d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), mais cela n'est pas toujours possible. En effet, cette décision est complexe et les gestionnaires sont confrontés à un choix difficile : nettoyer les plages ou laisser la nature faire son travail et ne pas les enlever. Il faut prendre en compte de nombreux aspects lors de cette prise de décision, non seulement les impacts

sanitaires, économiques et écologiques mais aussi l’avis des nombreuses parties prenantes, ce qui n’est pas toujours facile à réaliser.

Le tourisme étant une partie importante non négligeable de l’économie des départements d’outre-mer (Doligé, 2009), il est nécessaire de trouver des solutions pour que ce phénomène soit maîtrisé en amont et correctement géré pendant les échouages massifs. Ces solutions doivent être efficaces à court et à long terme, cependant une vision à long terme peut être compromise par une vision à court terme. Malheureusement, depuis 2011, les conséquences économiques et de santé publique dues à l’invasion des sargasses ont entraîné un sentiment de lassitude ressenti par l’ensemble des communes.

Avec 1380 kilomètres de côtes (tableau 1), les Antilles Françaises et la Guyane sont profondément marquées par la mer, caractéristique qui permet d’expliquer pourquoi ces zones sont fortement impactées par les échouages des sargasses.

**Tableau 1 : Longueur de côte de chaque région et département ou collectivités d’Outre-mer touchés par les échouages de sargasses (SHOM, 1999).**

Collectivité d’Outre-Mer	Martinique	Guadeloupe	Saint-Martin	Saint-Barthélemy	Guyane
Longueur trait de côte (km)	293	405	50	24	608
% du trait de côte national	1,59 %	2,19%	0,27%	0,13%	3,29%

## **1.2. Biologie et écologie des sargasses**

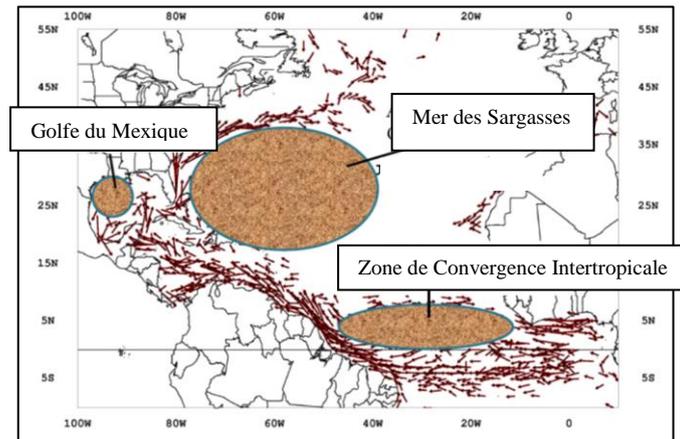
Les sargasses présentes dans les Antilles Françaises sont représentées par deux espèces distinctes, *Sargassum fluitans* (Børgesen) Børgesen (1914) et *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon (1828) (figure 2).



**Figure 2 : *S.natans* (à gauche) et *S.fluitans* (à droite).**

Ces deux sont les deux algues brunes holopélagiques les plus communes (Conover and Sieburth, 1964). Elles sont uniquement localisées dans l’Océan Atlantique, notamment dans la mer des Sargasses, dans le Golfe du Mexique et dans la région nord équatoriale de l’océan Atlantique, plus exactement dans la zone de convergence intertropicale (Doyle et

Franks, 2015) (figure 3). En 2011 *S. fluitans* a été ajouté à la base de données mondiale des espèces envahissantes (Global database of Invasive Species Specialist Group (ISSG))<sup>1</sup>.



**Figure 3 :** Représentation des courants dominants dans l’Océan Atlantique et des trois foyers de sargasses au niveau du Golfe du Mexique, de la mer des Sargasses et de la zone de Convergence Intertropicale. (Johnson *et al.*, 2012)

Elles se reproduisent végétativement par fragmentation (Awasthi, 2005 ; Roger, 2011, Børgesen, 1914b), ce qui permet une croissance rapide des colonies. Les algues dites holo-pélagiques passent leur cycle de vie à la surface de l’océan sans entretenir de relation avec le fond (Hemphill, 2005 ; Round, 1981 ; Parr, 1939 ; Butler *et al.*, 1983). Elles se maintiennent et dérivent à la surface de l’océan à l’aide de vésicules (les pneumatocystes), qui sont remplies de gaz et ont le rôle de flotteur (Plouguerné *et al.*, 2012). Elles peuvent ainsi former un tapis dense et épais appelé radeau (figure 4).



**Figure 4 :** Photos de radeaux de sargasses en mer

La survie des algues pélagiques dépend de plusieurs facteurs, incluant la température (Hobday, 2000 ; Hanisak et Samuel, 1987 ; Earle, 1969), la luminosité (Jokiel, 1980), la concentration en nutriments (Edgar, 1987 ; Lapointe, 1985 ; Lapointe *et al.*, 2014 ; Lapointe, 1986 ; Lapointe, 1995), la croissance des épibiontes (Parr, 1939) et la salinité (Hanisak et Samuel, 1987 ; Earle, 1969). *S.natans* et *S.fluitans* sont des espèces sténothermes<sup>2</sup> d’eaux chaudes (Thiel et Gutow, 2005; Dooley, 1972 ; Earle, 1969) et

<sup>1</sup> <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1837&fr=1&sts=&lang=EN>, consulté le 27 mars 2015

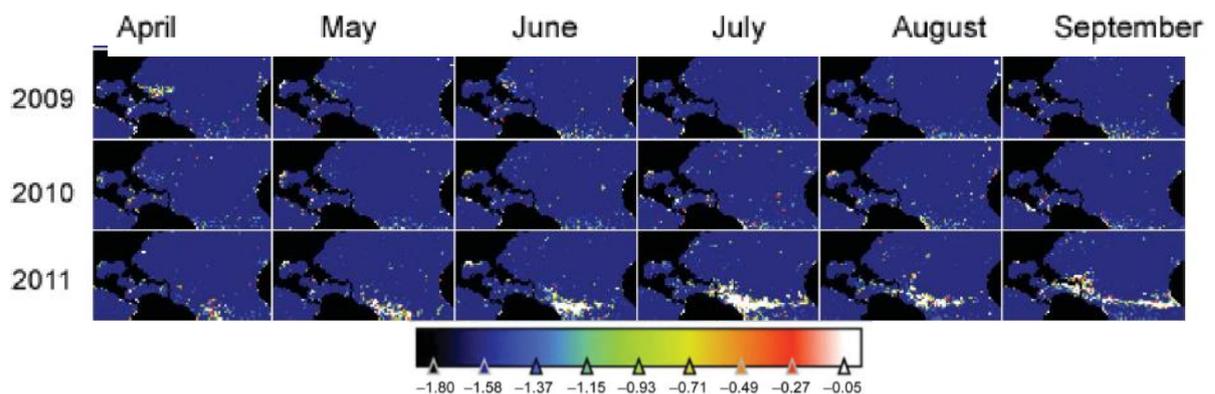
<sup>2</sup> Réfère aux espèces qui ne peuvent vivre et se développer que dans un environnement présentant de faibles oscillations de température, en l’occurrence entre 20 et 30° C pour les espèces d’eaux chaudes (Earle 1969).

sténohalines<sup>3</sup> d'eaux de salinités élevés (Earle, 1969). Lapointe en 1995 avait suggéré que les apports de nutriments depuis la terre, par exemple de la rivière Mississippi, pouvait être un facteur déterminant dans la distribution des sargasses pélagiques. Par la suite, des expériences d'enrichissement ont montré que le phosphore (resp. l'azote) est le premier (resp. le second) nutriment, qui lorsqu'il vient à manquer, limite la croissance et la productivité des sargasses pélagiques.

## 1.2. Origine des sargasses

Dans un premier temps, la mer des Sargasses au large de la côte de la Floride a été considérée comme la source de ces algues échouées le long du littoral des Antilles. Cette hypothèse, non vérifiée, suggérait que des gyres (systèmes océaniques tourbillonnaires) perturbaient la masse d'eau encerclant la mer des Sargasses. Ainsi de gros volumes seraient ponctuellement expulsés de la mer des Sargasses et dériveraient pour arriver sur nos côtes.

Mais l'utilisation des images satellites pour retracer le chemin de ces sargasses (figure 5) a permis de montrer que les algues échouées sur les côtes des Antilles ne provenaient pas de la mer des Sargasses mais plutôt du Nord du Brésil au niveau de l'embouchure de l'Amazone (vers 7°N 45°W) (Gower *et al.*, 2011 ; Smetacek et Zingone, 2013) et du Venezuela au niveau de l'embouchure du fleuve Orénoque<sup>4</sup>.



**Figure 5 : Observation satellitaire de la dérive des sargasses dans l'Atlantique nord de 2009 (ligne du haut) à 2011 (ligne du bas) et d'avril (colonne de gauche) à août (colonne de droite). La terre est signalée en noir. L'échelle montre les valeurs de MCI (index chlorophyllien maximal) qui est une mesure de radiance donnée en  $\text{mW.m}^{-2}.\text{nm}^{-1}.\text{ster}^{-1}$  (Gower et al, 2013).**

<sup>3</sup> Réfère aux espèces qui ne peuvent vivre et se développer que dans un environnement présentant de faibles oscillations de salinité, en l'occurrence entre 30 et 38 ‰ pour les espèces d'eaux de salinités élevées (Earle 1969).

<sup>4</sup> <http://www.sargassoalliance.org/highlights/tracking-sargassum-trends>, consulté le 14 février

D'après les auteurs, par le passé, seules de faibles quantités de sargasses avaient été détectées dans cette zone. Les sargasses ont été perçues dès avril 2011 et ont atteint un pic d'abondance en juillet, retournant à des faibles concentrations en Octobre. Le pic de biomasse observé en juillet 2011 dans cette zone était deux cent fois plus élevé que le pic de la biomasse moyenne des huit années précédentes (Gower *et al.*, 2013). Avec l'action des courants et du vent, une partie des sargasses s'échouent sur nos côtes et l'autre partie se retrouvent piégées dans la zone de convergence intertropicale (figures 3 et 5) (Smetacek et Zingone, 2013 ; Johnson *et al.*, 2013 ; Gower *et al.*, 2013). Cette zone s'étend de l'équateur au contre-courant nord équatorial qui est situé entre 5°N et 10°N selon la saison, et du Brésil au continent africain (Philander, 2001).

Hormis un réarrangement des courants marins, plusieurs hypothèses ont été émises quant à la cause de ce bloom algal.

- **Hypothèse 1 : Remontée croissante des nutriments via l'Amazone**

Lapointe en 1995 avait déjà suggéré que les apports de nutriments venant de la terre, par exemple de la rivière Mississippi, pouvait être un facteur déterminant dans la distribution des sargasses pélagiques. Celles-ci profiteraient, des minéraux charriés par le fleuve pour leur croissance, ce qui permettrait un développement massif de ces algues. Cette hypothèse s'est avérée exacte pour l'augmentation de la quantité de Sargasses dans les années 1980 et 1990 dans le golfe du Mexique (Gavio *et al.*, 2015). Ainsi, une remontée croissante des nutriments via l'amazone et l'action des courants alentour peuvent expliquer cet enrichissement en algues dans l'Arc Antillais. Outre le Mississippi, l'Orénoque et le Congo peuvent jouer un rôle dans la croissance des sargasses<sup>5</sup>. Avec un débit de 35 000 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, l'Orénoque est l'un des fleuves ayant le débit le plus important au monde, après l'Amazone (209 000 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>) et le Congo (41 800 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>) (Latrubesse *et al.*, 2005).

- **Hypothèse 2 : Remontée croissante des nutriments via l'upwelling équatorial**

D'après une étude réalisée par Johnson *et al* en 2012 (non publiée), les images satellites montrent que la région de convergence Intertropicale est influencée par les nutriments venant de l'upwelling équatorial.

- **Hypothèse 3 : Température, pression et force des courants**

La hausse de la température de surface de l'eau survenue en 2010, l'augmentation de la pression dans les Açores et le renforcement des courants dans la zone de convergence

---

<sup>5</sup> <http://www.sargassoalliance.org/highlights/tracking-sargassum-trends>

intertropicale pourraient expliquer la croissance massive des sargasses (Doyle et Franks, 2015). Un lieu avec le dérèglement climatique n'est donc pas à être sous-estimé.

- **Hypothèse 4 : Localisation de la zone de convergence intertropicale**

De plus, la dynamique des sargasses est très affectée par la localisation et l'intensité de la zone de convergence intertropicale, qui est modulée par les oscillations climatiques à l'échelle mondiale (Johnson *et al.*, 2012). En 2010, des anomalies ont été perçues avec un déplacement de la cellule de convergence vers le nord (Johnson et al, 2012).

- **Hypothèse 5 : Production pétrolière offshore au Ghana et explosion de la plate-forme pétrolière Deepwater Horizon dans le Golfe du Mexique**

Ackah-Baidoo (2013) avait émis l'hypothèse que l'arrivée massive des algues sur le continent Africain était due à la production pétrolière offshore au Ghana qui avait commencé peu de temps avant l'arrivée des sargasses.

De plus, l'explosion de la plate-forme pétrolière Deepwater Horizon le 20 avril 2010 a provoqué une marée noire de très grande ampleur dans le Golfe du Mexique. Des relevés aériens effectués pendant et après le déversement du pétrole ont permis de montrer une perte de la quantité d'algues (car une partie des sargasses avait coulé), puis une récupération ultérieure. Le suivi des relevés aériens en 2011 et 2012 a démontré que, depuis l'explosion, l'abondance de sargasses dans le Golfe du Mexique a été multipliée par quatre. Cependant, le manque de données de base sur l'abondance des sargasses avant l'explosion dans le Golfe du Mexique ne nous permet pas d'attribuer cette augmentation au déversement important de pétrole dans cette zone. (Powers *et al.*, 2013)

### **1.3. Problématique**

Depuis 2011, le Conservatoire du littoral est régulièrement interrogé sur l'origine des sargasses et la gestion des échouages par les communes impactées. A la demande des maires et des préfetures de Martinique et de Guadeloupe, le Conservatoire a souhaité réaliser un travail de synthèse des connaissances sur l'origine et la gestion du phénomène.

La problématique traitée dans cette étude est la suivante :

***Quels sont les principaux modes de gestion des échouages de sargasses mis en œuvre dans les territoires des Antilles Françaises et en Guyane ?***

Les trois objectifs principaux du stage sont :

- ⇒ Réaliser une synthèse scientifique et technique relative à l'impact biologique, social et économique de ces échouages ;

- ⇒ Réaliser une synthèse critique des méthodes de gestion empiriques utilisées sur les territoires français des Antilles ;
- ⇒ Produire des recommandations de gestion.

## **2. Les conséquences des échouages de sargasses**

### **2.1. Impacts sanitaires**

Le principal risque auquel sont exposées les populations est lié aux émanations d'hydrogène sulfuré, gaz toxique voir mortel.

Cependant, même si ces algues ne sont pas en elles-mêmes allergènes ou venimeuses, des espèces épibiontes peuvent être fixées sur les thalles et entraîner une éruption cutanée au contact de la peau. De plus, lorsque les algues accumulées près de la côte stagnent durant un certain temps, la qualité des eaux de baignades peut être détériorée du fait de la concentration en matière organique plus élevée (figure 6). Le site peut donc devenir impropre à la baignade (Nadine Saintol, comm. pers.). Enfin, même si ce n'est pas en soi un problème sanitaire, les amas d'algues compacts à la surface de l'eau peuvent entraîner un risque de noyade. Nous allons expliquer plus en détail les risques liés à l'hydrogène sulfuré.



**Figure 6 : Dégradation avancée des algues au niveau de la plage de Bois Jolan (à gauche) et à l'anse du Bellay (à droite) à Sainte-Anne en Guadeloupe (août 2011). Cette dégradation a entraîné une contamination de l'eau par décomposition organique.**

L'hydrogène sulfuré est le produit d'une décomposition anaérobie de la matière organique par les bactéries et micro-organismes (HCSP 2012). Il est important de souligner qu'à la surface de l'eau, les algues ne sont en aucun cas un danger pour l'homme (ARS Martinique, 2011). Cependant, une fois échouées elles entrent en décomposition, ce qui libère un mélange de méthane, d'ammoniac, de dioxyde de carbone et de sulfure d'hydrogène. Ce dernier gaz, incolore, est très toxique pour l'homme mais aussi pour les organismes aquatiques<sup>6</sup>.

L' H<sub>2</sub>S pénètre dans le corps par voie respiratoire, très peu par voie cutanée. Etant lipophile il est rapidement distribué dans les principaux organes (foie, reins, pancréas, intestin grêle)

<sup>6</sup> <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnfrn/nfrn0165.html>, consulté le 29 janvier

par la voie sanguine et induit une hypoxie cellulaire qui endommage les organes fortement oxygéno-dépendants (cerveau, reins et cœur). L'hypoxie cellulaire est le résultat d'une inhibition d'une enzyme clef du fonctionnement de la mitochondrie, l'enzyme cytochrome oxydase aa3. L'inhibition de cette enzyme provoque un blocage de la chaîne de transport des électrons des mitochondries, une diminution de l'utilisation de l'oxygène, ce qui implique une augmentation du métabolisme anaérobie et donc une production d'acide lactique (HCSP, 2012). L' H<sub>2</sub>S ne s'accumule pas dans l'organisme mais son élimination est possible après métabolisation en thiosulfates, sulfites ou sulfates, par les voies intestinales et urinaires. (Bonnart *et al*, 2014).

La gravité de l'intoxication dépend de la concentration en hydrogène sulfuré (tableau 2) et de la durée d'exposition. Nous pouvons donc observer des intoxications aiguës (exposition de courte durée) et chroniques (exposition prolongée) (Bonnart *et al*, 2014).

**Tableau 2 : Tableau récapitulatif des effets de l'hydrogène sulfuré sur l'homme. \*ppm = partie par million = nombre de molécules du gaz considéré par million de molécule d'air** (Source : <http://www.ars.martinique.sante.fr/Situation-regionale-des-algues.176365.0.html>, consulté le 16 janvier)

Valeur		Effets/Observations	
ppm	mg/m <sup>3</sup>		
0,02 - 0,03	0,028- 0,042	Seuil de détection	Odeur caractéristique d'œuf pourri
150	210	Seuil d'anesthésie olfactive	
50 - 200	70-300	Irritation des muqueuses oculaires	Photophobie (gêne à la lumière vive) Conjonctivite
		Irritation des muqueuses respiratoires	Rhinite Enrouement Toux Douleur thoracique
250	350	Œdème pulmonaire	
500	700	Atteinte du système nerveux central (du fait de l'asphyxie)	Céphalée Perte de connaissance Coma Convulsion
1000	1400	Perte de connaissance immédiate avec possibilité d'arrêt cardiaque	

Les agences internationales de santé ont proposé des seuils sanitaires. Ces seuils sont des valeurs toxicologiques de référence, correspondant au plus petit effet sur la santé observé (LOEL : Lowest Observed Effect Level). La concentration moyenne à ne pas dépasser pour les habitants exposés fréquemment aux émanations de H<sub>2</sub>S (exposition supérieur à 14 jours) est de 0,02ppm. Pour les personnes fréquentant le littoral pour des activités de loisirs ou des vacances (exposition inférieure à 14 jours), la concentration moyenne à ne pas dépasser est de 0,07ppm. Il est aussi recommandé aux personnes asthmatiques, aux jeunes enfants et aux personnes enceintes d'être particulièrement vigilantes. (ARS Martinique, 2015; HCSP, 2012). Les valeurs maximales calculées par l'ARS sont de 7,9 ppm en

Guadeloupe (ARS Guadeloupe, 2015) et de 13 ppm en Martinique (ARS Martinique, 2015).

En 2011, les médecins sentinelles avaient signalé à l'ARS<sup>7</sup> de Martinique qu'en l'espace de deux mois (du 15 août au 9 octobre) cent soixante personnes avaient consulté un médecin en se plaignant de symptômes liés à la décomposition des algues (irritations, crises d'asthmes, etc) (ARS et InVS, 2012. Annexe 1). Les services sanitaires les prennent très au sérieux et analysent chaque signalement de cas graves pour lesquels cette cause est suspectée. Par mesure de précaution, des lieux publics tels que des écoles, dont les valeurs de H<sub>2</sub>S dépassaient le seuil sanitaire, ont dû être fermés. Cela a été le cas au Robert en septembre, en octobre 2014 et en juin 2015. De plus, des arrêtés ont été disposés à l'entrée de certaines plages (telles que la plage des Salines au Gosier (annexe 2), la plage de la Porte d'Enfer à Anse-Bertrand, à l'Anse Maurice à Petit-Canal ou à certaines plages de Sainte-Anne en Guadeloupe et en Martinique) interdisant l'accès aux plages et/ou à la baignade (figure 7).



**Figure 7** : Sargasses échouée sur la plage de l'anse Maurice à Petit-Canal (photo à gauche – août 2011) et à la Porte d'Enfer à Anse Bertrand (photos du milieu - mai 2015 ; et à droite - août 2011) en Guadeloupe.

## **2.2.Impacts biologiques**

D'un point de vu biologique, la présence des algues peut être un avantage comme un inconvénient.

### **Avantages de la présence des sargasses**

Présentons dans un premiers temps les avantages qu'apporte la présence de sargasses pour la faune aquatique. Ces amas de sargasses abritent de nombreuses espèces d'invertébrés, de poissons, de tortues, d'oiseaux pélagiques et de mammifère marins (Shulman, 1968 ; Butler *et al.*, 1983; Casazza et Ross, 2008; Witherington *et al.*, 2012 ; Fine, 1970) (annexe 3), ce qui crée des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) naturels. D'après Fedoryako (1989), la diversité en poisson est même généralement plus élevée sous les radeaux de sargasses plutôt que sur les autres DCP. Elles sont aussi considérées comme un

<sup>7</sup> Établissement public administratif de l'État français chargé de la mise en œuvre de la politique de santé dans sa région.

habitat important pour les juvéniles (Castro et al, 2001). D'après le GCFI (Doyle et Franks, 2015), les sargasses sont un habitat essentiel pour environ 120 espèces des poissons et plus de 120 espèces d'invertébrés (annexes 4 et 5). En plus de ces avantages, les sargasses semblent protéger efficacement les plages de sable contre l'érosion côtière provoquée par les tempêtes. Cependant, lorsque les algues sont présentes en densité élevée (sur une épaisseur supérieure à 70 centimètres), elles ne joueraient plus ce rôle de stabilisateur (Fabien Védie, comm. pers.). Ce fait est donc encore à démontrer.

### **Inconvénient de la présence de sargasses**

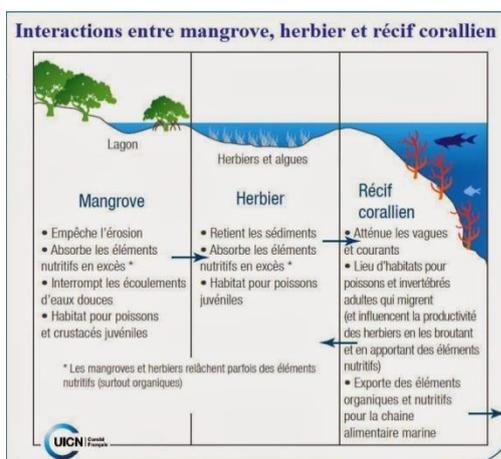
La présence des sargasses n'est pas que bénéfique pour les populations aquatiques. En effet, elles peuvent entraîner une baisse de biodiversité non négligeable (Impact Mer, 2011). Tout d'abord, l'utilisation à répétition d'engins lourds pour nettoyer les plages est un danger pour les nids de tortues marines et accélère l'érosion des plages. Ensuite, les émanations de H<sub>2</sub>S produites lors de la dégradation des algues, peuvent être toxiques voir mortelles (à de fortes concentrations) pour les populations marines (Bonnart *et al*, 2014). De plus, l'agrégation des sargasses en surface entraîne une diminution de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Quant à la décomposition anaérobie de la matière organique, elle engendre une diminution des teneurs en oxygène dissous, une diminution du pH et une augmentation des concentrations de matière organique dissoute dans l'eau. Ces différents aspects peuvent donc avoir des impacts désastreux sur les écosystèmes côtiers. En 2015 par exemple, dans le port de la Désirade et du François des centaines de poissons sont morts à cause des sargasses (figure 8).

Le cas particulier des tortues est à évoquer plus en détail. En Guyane, le taux de pontes de tortues luths a diminué en 2015 (Antoine Chabrolle, comm.pers.). En effet, dix pontes ont été observées contre cinquante en 2014. Il faut savoir que cette espèce est très sensible au relief et peu fidèle à son site de ponte. Ainsi, lorsque le tapis de sargasses est difficilement franchissable les tortues font demi-tour. Les tortues imbriquées, moins sensibles au relief, arrivent facilement à franchir les sargasses lorsque les épaisseurs sont inférieures à cinquante centimètres. En Martinique en 2014, des baies ont été momentanément remplies d'algues sur une épaisseur de deux mètres et les tortues ont été prises au piège. Seulement deux ou trois tentatives de sauvetage ont abouti, les autres sont mortes noyées (Fabien Védie, comm. pers.). C'est la première fois que la Martinique a été confrontée à un phénomène de ce genre. En Guadeloupe et en Martinique, il est encore trop tôt pour parler

d'impacts négatifs des sargasses sur les populations de tortues (Antoine Chabrolle, comm. pers).



**Figure 8 : 400 diodons retrouvés morts dans les nappes de sargasses de la marina de Saint-François (avril 2015)**



**Figure 9 : Interactions entre les mangroves, les herbiers et les récifs coralliens (Moberg et Folke, 1999).**

Les trois écosystèmes littoraux caractéristiques des régions tropicales caribéennes sont les mangroves, les herbiers de phanérogames marines et les récifs coralliens. Leur rôle écologique est multiple (figure 9) d'où la nécessité de les préserver et de comprendre l'impact des radeaux de sargasses sur ces écosystèmes. Ces impacts sont de différents types (Impact Mer, 2011). L'agrégation des sargasses en surface entraîne un blanchiment des herbiers et une mortalité des invertébrés vivants dans les zones étudiées (figure 10). Outre le blanchiment des herbiers, il y a aussi un blanchiment des récifs coralliens, qui à terme peut aboutir à la mort du corail.



**Figure 10 : Blanchissement de *T. testudinum* et présence de test près de la plage de la Pointe Chaudière en Martinique (Impact Mer, 2011).**



**Figure 11 : Ecoulement d'eaux blanchies par la forte concentration en bactéries sulfato-réductrices à travers la mangrove du Cul de Sac de Cap Ferré (Martinique).**

De par l'action du courant, de la houle et du vent, les nappes de sargasses pénètrent dans les mangroves de front de mer et se déposent sur les racines aérifères. La présence de sargasses engendre une forte diminution de la teneur en oxygène dissous (jusqu'à l'anoxie) dans l'eau au niveau des racines de palétuviers. Cette faible concentration en O<sub>2</sub> pourrait être létale pour les espèces épibiontes des racines. Dans certaines zones, lorsque les sargasses coulent, l'eau peut être blanchie (figure 11). Ce phénomène est certainement lié à

la forte concentration de bactéries sulfato-réductrices (Impact Mer, 2011). Il semble que la biomasse de la mangrove soit en diminution à cause des sargasses (Fabien Védie, comm. pers.). Une étude à long terme pourrait nous permettre de comprendre plus exactement l'impact des nappes de sargasses sur les mangroves.

Les récifs coralliens et leurs écosystèmes associés (mangroves, phanérogames marines et lagons) sont à la base d'une forte productivité biologique dont l'homme tire de multiples ressources. Selon les situations, la valeur économique annuelle des mangroves estimée par les biens et services qu'elles fournissent s'échelonnent entre 200 000 et 900 000 \$/ha (Roussel *et al.*, 2009). Il est donc nécessaire d'étudier plus en détails les conséquences écologiques des échouages de sargasses. Plusieurs études sont en cours de réalisation en Martinique telles que l'impact des sargasses sur les espèces épibiontes des mangroves et la sensibilité du littoral martiniquais face aux échouages de sargasses.

### **2.3. Impacts économiques**

Les échouages de sargasses génèrent un grave préjudice économique pour les professionnels du tourisme et de la mer (pêcheurs, aquaculteurs, etc). En effet, les algues obstruent les systèmes de refroidissement des bateaux, les pêcheurs rencontrent ainsi des difficultés à démarrer les moteurs. Elles peuvent aussi se coincer dans les hélices et dans les filets de pêches (figure 12). Certains jours, des quantités plus importantes de sargasses ont été remontées avec le filet à la place de poissons.



**Figure 12** : Pêcheurs de retour au port. Ils passent en moyenne 1h30 après chaque sortie en mer à enlever les algues coincées dans leurs filets (mars 2015).

La plupart des pêcheurs ont confirmé que les prises de pêche sont plus importantes en présence de radeaux de sargasses de faibles épaisseurs. Beaucoup ont souligné que la taille des poissons était en général plus petite et qu'ils pêchaient principalement de la Daurade. Cependant lorsque la densité en sargasses est trop élevée (épaisseur supérieure à cinquante centimètres), les poissons ne survivent pas et la pêche est nulle.

De plus, les échouages engendrent des préjudices pour les habitants du littoral. Les circuits électroniques d'appareils domestiques, tels que télévisions, micro-ondes, climatiseurs, ordinateurs sont détériorés du fait de la corrosion au niveau des connections, corrosion liée au dégagement d'hydrogène sulfuré. Les marins pêcheurs ont eux aussi subi des pertes d'appareils électroniques telles que des sondeurs et des GPS.

Pour les aquaculteurs, le bilan est très lourd. Les sargasses se bloquent dans les filets des bassins aquacoles. Un aquaculteur martiniquais, qui préfère garder son anonymat, l'un des premiers arrivé dans la profession il y a vingt ans, a perdu la totalité de son stock de Loups des Caraïbes, soit quinze tonnes de poissons ce qui représentent une perte de 250 000 €. Les poissons contenus dans les sept cages de 100 m<sup>2</sup> sont remontés à la surface (figure 13). En effet, avec la dégradation des sargasses et le peu de courant dans cette zone, le milieu est devenu anoxique et a entraîné la mort des poissons.



**Figure 13 : Loups des Caraïbes morts dans un bassin aquacole en Martinique (2014).**

Pour les commerçants situés à proximité des plages touchées par ces échouages, la situation est préoccupante. « J'estime que je suis tombée à moins soixante pour cent de mon fonctionnement, si ce n'est pas plus, ce qui représente une perte de 40 000 euros de chiffres d'affaire par rapport à 2013. Cette perte s'est surtout fait ressentir en fin d'année, lorsque les algues étaient échouées juste devant mon établissement. Avec le bouche à oreille, les touristes déconseillaient aux autres de venir au Touloulou. Ces algues ont donc affaibli l'image de mon restaurant », explique José Viator, gérant du Touloulou (bungalow, restaurant et discothèque à Capesterre de Marie-Galante), dont les sargasses s'échouent à moins de cinq mètres de son établissement.

Une étude économique réalisée par Philippe De Proft, garde du littoral à Terre-de-Haut atteste que les commerçants ont perdu trois mois de chiffre d'affaires en 2014 (septembre, octobre et novembre). De plus, avec les échouages, notamment sur la plage de Pompierre et du Marigot (figure 14), Terre-de-Haut est devenue une destination moins attrayante et la fréquentation a été en baisse.



**Figure 14 : Sargasses échouées sur la plage de Pompierre (à gauche - avril 2015) et de Marigot (à droite – novembre 2014) à Terre-de-Haut (Guadeloupe).**

L'activité nautique de certaines communes (telles que le Gosier, le Moule ou Capesterre-de-Marie-Galante) a été réduite voir totalement suspendue lors des gros échouages.

Pour les communes, le budget nécessaire pour l'enlèvement des algues est conséquent. Même si des aides du Conseil Général, du Conseil Régional, ou du SIPS (Syndicat intercommunal des plages et des sites de Guadeloupe) permettent de diminuer le montant, cela reste la plupart de temps insuffisant.

### **3. Bilan de la gestion des échouages de sargasses dans les Antilles françaises et en Guyane**

La gestion des échouages de Sargasses n'est pas aisée car il est nécessaire de prendre en compte la protection de l'environnement, l'étendue de protection de l'espèce, la réglementation des zones de baignade et le pouvoir des communes. Une synthèse de ces différentes réglementations et de l'étendue de la protection de l'espèce est disponible en annexes 6 et 7.

#### **3.1. Enquête auprès des communes littorales**

Le but de cette étude est de réaliser une synthèse des pratiques de gestion des communes littorales sur la problématique des sargasses. Une enquête a été réalisée auprès des municipalités côtières qui subissent ces échouages, par le biais d'entretiens téléphoniques avec les personnes responsables de la problématique sargasses. La zone d'étude regroupe les communes littorales touchées par les échouages en Martinique, en Guadeloupe et en Guyane. Avant d'appeler les communes, un rapide état des lieux des pratiques de gestion m'a été communiqué par les DEAL, les chargés de missions du Conservatoire du littoral, les responsables des réserves naturelles, etc (liste en annexe 8). Grace à ces échanges, une information importante est ressortie : la Guyane n'a réalisé aucune opération de ramassage

pour des raisons écologiques. Ainsi, dans la synthèse, il faudra distinguer les pratiques de gestion de la Guyane et celles de la Martinique, de la Guadeloupe, de Saint-Martin et de Saint-Barthélemy.

Les trente-sept communes qui ont répondu à cette enquête sont :

- En Martinique

Le Marigot, Sainte-Marie, La Trinité, Le Robert, Le François, Le Vauclin, Sainte-Anne, Le Marin, Sainte-Luce, Le Diamant, Les Anses d'Arlets, Les Trois Ilets, Rivière-Salée.

- En Guadeloupe

Petit-Canal, Port-Louis, Anse-Bertrand, Le Moule, Saint-François, Sainte-Anne, Gosier, Pointe-à-Pitre, Petit-Bourg, Gourbeyre, Capesterre-Belle-Eau, Trois-Rivières, Vieux-Habitant, Bouillante, Deshaies, Pointe Noire, Sainte Rose, Terre de haut, Terre de bas, Beauséjour, Capesterre-de-Marie-Galante, Grand-Bourg.

- La collectivité de Saint-Martin,
- La collectivité de Saint-Barthélemy.

En juillet, une plaquette d'informations basé sur ce travail sera envoyé à l'ensemble des communes littorales des Antilles Françaises et de Guadeloupe, ainsi que les établissements publics tels que le SIPS, l'association des maires de Guadeloupe, les DEAL, etc.

### **3.2.Elaboration du questionnaire**

Les questions posées concernent principalement :

➤ **Les pratiques d'enlèvement ou de non enlèvement des sargasses. Si le ramassage est réalisé, les questions portent sur :**

- **Le(s) organisme(s) réalisant les opérations d'enlèvement ;**
- **Les techniques d'enlèvement ;**
- **La zone de stockage ;**
- **Le devenir des sargasses ;**
- **La quantité ramassée.**

➤ **La communication et la sensibilisation des usagers de la plage.**

La partie la plus difficile de ce questionnaire a été d'identifier les personnes responsables de la problématique sargasses au sein des communes. Les personnes contactées (le service environnement, le service technique ou l'élu chargé de l'environnement) sont inscrites en annexe 9. Les résultats du questionnaire sont sous forme de tableau en annexe 10.

### **3.3. La Gestion en Guyane (Nathan Berthélemy, comm. pers.)**

La question de la gestion des Sargasses s'est posée pour la première fois au niveau de la plage de Montjoly à Rémire-Montjoly en mai 2014. Lors de cet événement, la mairie de Rémire-Montjoly avait sollicité les services de l'état pour réaliser l'enlèvement mécanique des algues. La plateforme de compostage avait refusé de réceptionner les algues. La mairie avait alors demandé l'autorisation d'enterrer les algues échouées dans la zone d'estran, entre la basse mer et la haute mer de façon à ne pas porter atteinte aux pontes déjà effectuées par les tortues marines.

En réponse, la DEAL Guyane avait émis une réserve et l'association Kwata avait répondu que *« cet apport de végétaux marins, assez rare en Guyane, est complètement naturel. Ces algues ne sont pas fixées et les courants, momentanément changeants, les ont apportés sur nos côtes. Des spécialistes nous ont affirmé que cet évènement était exceptionnel et que d'ici quelques semaines ces échouages ne seront plus d'actualité. Aussi, la position de Kwata est claire, nous ne souhaitons pas d'interventions de la commune de Rémire-Montjoly pour faire disparaître ces algues dans la mesure où elles ne portent pas atteintes aux tortues marines. De plus, nos agents de terrain ont pu constater que l'épaisseur de la couche d'algues de la plage de Zéphir était passée de 50 cm à 10 cm en moins d'une semaine. Les marées feront donc disparaître naturellement cet amas d'algues en y déposant d'épaisses couches de sable par-dessus, sans dommages, contrairement à la présence d'un engin qui pourrait être utilisé pour leur enfouissement. »*

Finalement, le temps de réflexion avait suffi à faire disparaître les algues en une dizaine de jours. Les échouages qui ont suivi cet épisode étaient moins importants. Ainsi, aucune intervention n'a été réalisée en Guyane.

Comme dans les Antilles Françaises, en 2015 le phénomène s'est intensifié. Cette année est donc la première où la Guyane a subi des échouages d'algues aussi massifs. Des réunions ont lieu en préfecture pour appréhender ce phénomène.

### **3.4. La gestion en Guadeloupe, en Martinique, à Saint-Martin et à Saint-Barthélemy**

Sur l'ensemble des communes contactées, cinq ne sont pas concernées par les échouages de sargasses (Gourbeyre, Port-Louis, Les Trois-Ilets, Rivière-Salée et le François). L'étude se portera donc sur les trente-deux communes touchées par les échouages de sargasses.

### 3.4.1. Enlèvement ou non enlèvement des sargasses

Lorsque nous parlons de ramassage des sargasses cela implique un enlèvement d'origine anthropique. La majeure partie des communes contactées dont les sargasses s'échouent sur les littoraux réalisent des opérations de ramassage et cela principalement pour des contraintes sanitaires, puis des contraintes touristiques.



**Figure 15 : Enfants marchant sur une épaisseur de 1m20 de sargasses à trente mètres du rivage au François (Fregate Est 2). Depuis un an les algues se sont accumulées dans cette zone sans qu'aucune opération de ramassage n'ait eu lieu**

Ces opérations diffèrent selon les communes et ne sont pas réalisées sur l'ensemble des sites touchés, comme c'est le cas au Vauclin ou au François (figure 15), ni à la même fréquence. Faute de budget, certaines communes, telles que le Gosier ou Sainte-Marie n'ont pas pu renouveler le ramassage en 2015.

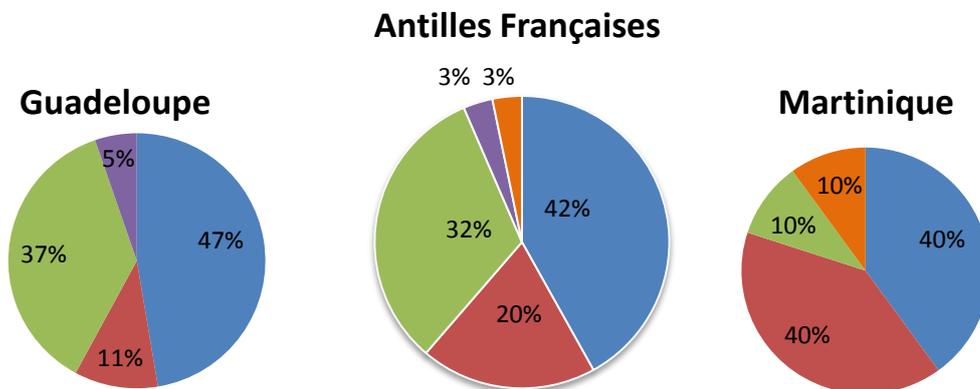
L'Anse Maurice, seule plage de Petit-Canal, a fait l'objet d'un ramassage mécanique en régie municipale pour des raisons sanitaires. Cependant, cette plage fait partie du périmètre cœur du Parc National et ce dernier a émis un avis défavorable au ramassage des algues sur ce site pour des raisons écologiques. Pour la même raison, la commune de Trois-Rivières n'a pas pu continuer le ramassage mécanique des algues en 2012. Les travaux ont été stoppés par des agents de l'ONF (Office National des Forêts). En effet, la plage de Grande Anse, où se déroulaient les opérations, est un site de ponte de tortues marines. Classé sans suite par le juge administratif, cette affaire souligne de manière intéressante la complexité d'arbitrage public entre la gestion de la nuisance sanitaire sensible aux élus locaux d'une part et la gestion du patrimoine naturel qui incombe à différents services d'autre part. Suite à cela, la commune a eu l'autorisation d'enlever manuellement les algues. Toutefois, la plage faisant 3km500 de long et 25m de large, la commune a jugé le ramassage manuel trop difficile à mettre en œuvre et laisse désormais les sargasses s'accumuler.

### 3.4.2. Structure réalisant les opérations de ramassage

Pour 32% des communes des Antilles Françaises (figure 16), le ramassage est réalisé par une entreprise privée mandatée par le service technique, et ce pour diverses raisons. Tout d'abord, les communes ne possèdent pas tous les moyens techniques pour enlever les algues. La commune de Sainte-Anne en Martinique par exemple ne possède pas de tractopelle. Ensuite, certaines communes, comme celle de Sainte-Anne en Guadeloupe ou Saint-François ne souhaitent pas que les agents techniques ou les bénévoles ramassent les algues. Pour eux, il est nécessaire que se soit des professionnels qui connaissent les dangers liés à l'exposition au H<sub>2</sub>S et qui sachent quand se retirer. D'après eux, à ce jour, les agents du service technique ne sont pas assez formés pour pouvoir ramasser les algues.

La mairie du Gosier nous a précisé que le fait de faire appel aux entreprises devenait de plus en plus problématique. En effet, les communes font appel aux mêmes entreprises, ce qui rend les opérations de ramassage plus compliquées à mettre en place.

■ Régie municipale ■ Entreprise privée et régie municipale ■ Entreprise privée ■ Association ■ Jeunes



**Figure 16 : Diagramme des structures réalisant les opérations d'enlèvement des sargasses en Guadeloupe, en Martinique et dans les Antilles Françaises (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy).**

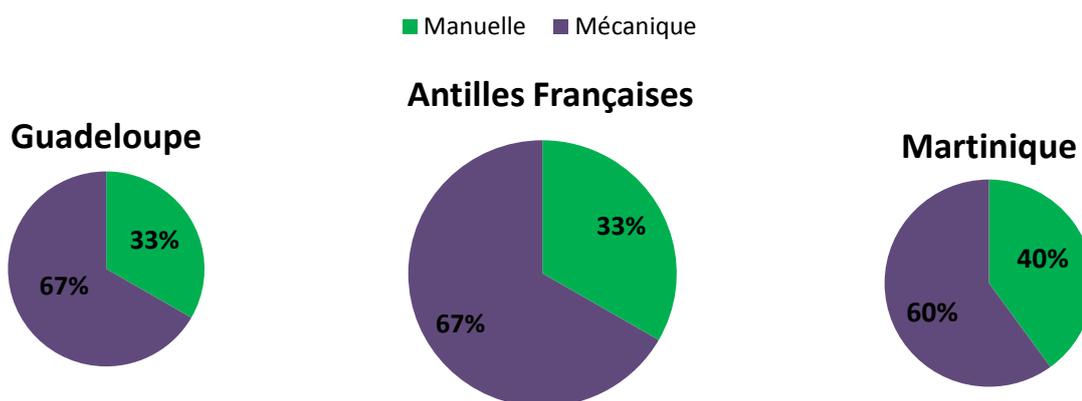
De plus, 20% des communes dans les Antilles Françaises ne font appel aux entreprises que lorsque les échouages sont de grande ampleur, soit 11% en Guadeloupe (Gosier et Petit-Bourg) et 40% en Martinique (Marigot, Trinité, Sainte-Anne, Diamant). En cas de faibles quantités d'algues échouées, le ramassage s'effectue en régie municipale.

L'Anse Maurice à Petit-Canal, fait partie du parc National, donc aucune opération de ramassage mécanique n'a lieu. C'est exclusivement l'association PROFIL qui intervient de façon manuelle une fois tous les 3 mois. De plus, des militaires sont venus sur place pour aider, notamment au Robert et aux Saintes. En Martinique il y a eu aussi des emplois aidés par la région et l'espace sud. En effet, des jeunes ont été embauchés pour des durées déterminées, à Sainte-Marie, au Robert, à Sainte-Anne, au Marin et à Sainte-Luce. Il est nécessaire de préciser que les bénévoles ont été d'une grande aide durant les ramassages.

Certains sites n'étant pas nettoyés quotidiennement, les restaurateurs doivent retirer les algues eux-mêmes pour ne pas perdre de clientèle, comme c'est le cas par exemple à Saint-Martin et à Anse-Bertrand. Malheureusement, la configuration de la plage de la Porte d'Enfer à Anse-Bertrand est telle qu'une fois les sargasses entrées dans la crique, elles ne ressortent plus. Le propriétaire du restaurant Chez Coco est dépité car les clients repartent aussitôt qu'ils arrivent. La région a essayé d'aider le restaurateur une semaine par le biais de l'association PROFIL, mais la quantité de sargasses était trop importante. La vague d'échouages suivant les opérations a réduit à néant le travail réalisé par l'association.

### 3.4.3. Technique d'enlèvement

Les techniques d'enlèvement sont généralement similaires d'une commune à une autre. Le nettoyage peut être manuel ou mécanisé. Le nettoyage manuel est un nettoyage qui n'utilise pas d'engins mécaniques mise à part pour le transport et l'exportation des sargasses après la collecte. Ce ramassage s'effectue à l'aide de fourches, de pelles et de brouettes.



**Figure 17 : Diagrammes des techniques de ramassage en Guadeloupe, en Martinique et dans les Antilles Françaises (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy).**

Les moyens techniques sont le plus souvent mécaniques (pour 67% des communes – figure 17), en utilisant la plupart du temps des pelles mécaniques (figure 18).



**Figure 18** : Opération de ramassage à l'aide de pelles mécaniques sur la plage de Pompierre à Terre-de-Haut (à droite – avril 2015) et sur la plage de Viard à Petit-Bourg avant la 18ème édition de la karujet (à gauche – avril 2015).

Dans les Antilles Françaises, 33% des communes réalisent un ramassage manuel. Pour la moitié d'entre elles, ce type de ramassage est obligatoire car elles ne possèdent pas d'engins mécanisés et n'ont pas le budget pour faire appel à des entreprises privées. Pour les autres, c'est tout simplement car les sargasses ne s'échouent pas en assez grande quantité, un nettoyage manuel de ces plages est suffisant.

Au début des échouages de sargasses, la commune de Trinité les enlevait mécaniquement. Cependant, ils se sont aperçus qu'ils ramassaient autant de sable que de sargasses. Maintenant ils préfèrent utiliser une méthode manuelle.

Il est nécessaire de préciser que certaines communes enlevant mécaniquement les algues, ne peuvent pas réaliser le ramassage dans certaines zones du fait de l'inaccessibilité de celles-ci, comme c'est le cas dans certains endroits au Robert, ou car elles sont des sites de pontes de tortues marines (plage de Malendure à Bouillante).

Des exemples d'essais de ramassage qui ont été tentés dans plusieurs communes :

➤ **Utilisation d'une pelle amphibie (figure 19)**



**Figure 19** : Utilisation d'un bateau amphibie pour enlever les sargasses lorsqu'elles sont encore fraîches dans l'eau.

L'avantage de cette technique est que les algues ramassées sont exemptes de sable. Une valorisation dans les plateformes de compostage est donc envisageable. Une pelle amphibie vaut 150 000 euros. Il serait utile de s'équiper d'une barge pour faciliter les opérations.

➤ **Coup de senne dans la nappe et halage par une pelle mécanique**



**Figure 20 : Coup de senne dans la nappe de sargasses et halage par une pelle mécanique dans le port de Cosmy à Trinité en Martinique le 8 avril 2015.**

A l'initiative de la DEAL et de la société DNS, une partie des sargasses présentes dans le port de Cosmy à Trinité a été retirée (figure 20). Le système est simple, deux opérateurs placés dans l'eau disposaient manuellement un filet de pêche de trente mètres de long et renforcé pour pouvoir soutenir la charge (nappe quadruplée, plus de flotteurs et lignes de traction doublées). Chaque coup de senne a permis de remonter 3 à 4 tonnes d'algues propres. Le matériel n'est pas très adapté en l'état (dimensions et usure prématurée des mailles par frottement lors du halage), mais avec du matériel plus performant, la quantité de sargasse enlevée pourrait être encore plus élevée. La manipulation peut être envisagée en mer avec des yoles de pêche qui ramèneraient le trait de senne sur un site de débarquement propice.

Certaines communes, comme celle de Saint-François, ne souhaitent pas utiliser cette méthode. En effet, pour des raisons sanitaires, ils ne veulent pas que des agents soient placés dans l'eau dans les nappes de sargasses. Ils préfèrent utiliser une méthode, qui montre ces limites, mais moins dangereuse pour les agents : l'utilisation de grues à long bras (figure 21). Cette méthode se montre très efficace si le godet est remplacé par un peigne (Fabien Védie, comm. pers.)



**Figure 21 : Utilisation d'une pelle à long bras Ces engins sont notamment utilisés lorsque les algues sont stagnantes dans un port.**

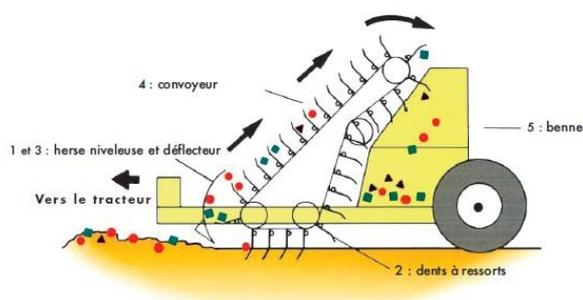
#### ➤ **Nettoyeur de plage**

L'utilisation d'un nettoyeur de plage SURF RAKE Barber (figure 22), râtelier mécanique pouvant être tiré par un tracteur, permet d'enlever les sargasses sans prélever le sable. Le

principe de fonctionnement est simple (figure 23) et le nettoyage des plages est efficace et sans danger.



**Figure 22 : Nettoyeur de plage Surf Rake Barber.**



**Figure 23 : Principe de fonctionnement du nettoyeur de plage Surf Rake Barber.**

La herse niveleuse (1) égalise les surfaces sablées. Une grille (2) constituée de dents à ressorts en acier inoxydable ratisse le sable, remontant les déchets vers un déflecteur réglable (3). Les déchets sont ainsi déposés sur le convoyeur (4) et remontés jusqu' à la benne de 2,3 m<sup>3</sup> à relevage hydraulique (5) qui peut soulever jusqu' à deux tonnes de déchets et les décharger d' une hauteur de 2,74 m. (Source : hbarber.com)

➤ **Création d'un chenal dans les sargasses et action de la marée.**

Lorsque les conditions le permettent (baie ouverte et action de la marée), des communes comme le Diamant et Le François, créent des sillons dans les sargasses. Une partie d' entre elles partent lors de la marée basse. Cependant, cette technique ne fait que déplacer le problème et elle est donc à éviter.

➤ **Utilisation de Cane Loader**



**Figure 24 : Utilisation des Cane Loader à Capesterre-de-Marie-Galante**

L' utilisation de Cane Loader (figure 24), équipement agricole pour ramasser les cannes à sucre, a été testée au Moule et à Capesterre-de-Marie-Galante. L' avantage de cette technique est qu' en comparaison avec les pelles mécaniques, une quantité moindre de

sable est ramassée. Cependant il y a des limites. En effet, lors de la récolte de la canne à sucre (de février à juin), les cane loader ne peuvent pas être utilisées.

#### **3.4.4. Quantité et volume de sargasse enlevés**

Sur l'ensemble des communes interrogées, seules huit ont été capables de communiquer le volume ou la masse de sargasses ramassées (tableau 3). La plupart du temps ce ne sont que des estimations. Ces données sont donc à considérer avec précaution.

**Tableau 3: Estimation de la quantité de sargasses prélevées pour les communes ayant accès à cette donnée.**

Commune	Quantité de sargasses ramassées	Année(s) de l'estimation
Le Marigot	500 tonnes	2014/2015
Sainte-Anne (Guadeloupe)	300 tonnes	Août et septembre 2014. Pour une plage.
Vieux-Habitant	1 ou 2 tonnes	2014/2015
Bouillante	3,5 tonnes	2015
Terre-de-Haut	500 tonnes	2014
Capesterre-de-Marie-Galante	20 000 tonnes	2014/2015
Beauséjour	2000 tonnes	2014
	4000 tonnes	2015
Saint-Barthélemy	3300 m <sup>3</sup>	2014

L'ensemble des communes ont affirmé que le volume ramassé en 2014/2015 était plus important que les années précédentes.

#### **3.4.5. Devenir des sargasses une fois retirées de la plage**

Certaines communes, comme Sainte-Anne (Martinique) et le Robert, disposent les sargasses sur, ou à proximité, d'un terrain agricole. Cependant, aucune donnée environnementale n'est disponible pour savoir si cette action impacte le sol sur le long terme. C'est pour cette raison que la commune de Capesterre-de-Marie-Galante n'a pas eu l'autorisation pour entreposer les algues dans la décharge publique des Galets. Vu le peu de connaissances sur les impacts biologiques de la dégradation des sargasses, le préfet ne souhaitait pas que les sargasses soient déposées dans cette décharge qui venait juste d'être réhabilitée. A Capesterre-de-Marie-Galante, les sargasses sont donc déposées sur un terrain vague appartenant à quatre propriétaires. Ils ont donné leur accord sachant que c'était la seule solution envisageable. Au Diamant, c'est aussi un propriétaire qui prête son terrain et cela pour les mêmes raisons.

A Terre-de-Bas les algues sont disposées le long de la route départementale, mais, comme pour la commune de la Désirade, il commence à ne plus y avoir de place.



**Figure 25 : Disposition des sargasses en tas en arrière plage à Terre-de-Haut (avril 2015).**

Certaines communes disposent les algues en arrière plage (Le Moule, Terre-de-Haut (figure 25), Saint-François, etc). La commune du Moule essaie de les étaler, mais faute de place ce n'est pas possible. Ainsi ils font des dômes d'une hauteur maximale de 1m10. Ce type de stockage est à éviter. En effet, c'est dans cette configuration que la production d'hydrogène sulfuré est significativement plus élevée et donc dangereuse pour la santé. Toutefois, il est préférable de les disposer en tas plutôt que de les laisser se décomposer dans l'eau.

La commune du Vauclin a remarqué que les lots de sargasses datant du mois de septembre 2014 entreposés sur un terrain ne contenaient plus de sargasses mais seulement du sable. La commune a demandé une autorisation à la DEAL pour remettre ce sable sur la plage. Cela est d'après eux une solution pour limiter l'érosion des plages. Ils ont eu un accord verbal mais attendent un accord écrit pour réaliser les opérations. La commune de Sainte-Anne (Martinique) pense suivre cette initiative.

La commune de Trinité réalise un enfouissement, soit sur un terrain vague (terrain qui a pour vocation de devenir un cimetière donc ils n'ont pas besoin de se poser la question de la qualité du sol suite à l'enfouissement des sargasses), soit sur le littoral sur des plages connues comme n'étant pas des sites de pontes de tortues marines, notamment sur des zones difficilement accessibles par les bennes.



**Figure 26 : Opération d'ensevelissement des sargasses à Saint-Barthélemy.**

La moitié des algues ramassées par la collectivité de Saint-Barthélemy est aussi enseveli sur place (figure 26), le reste est mis en décharge puis incinéré. Cependant, si les algues

continuent à s'échouer, ils soulèvent le point que ce ne sera plus possible de les enfouir et qu'il sera nécessaire de trouver une autre solution.

Une partie des communes essaie quand cela est possible d'envoyer les algues dans les plateformes de compostage du Moule en Guadeloupe (Sita Verde), du Robert (CVO) ou celle du François en Martinique (Holdex Environnement). Cependant, certaines communes comme Sainte-Anne (Martinique) ne peuvent pas déposer les sargasses dans ces centres de compostage car la distance à parcourir est trop grande, cela leur reviendrait trop cher. Outre le coût financier, certaines communes, comme le Robert, ne peuvent pas y envoyer les algues car celles-ci contiennent trop de sable. En effet, il y a des conditions à respecter pour que les sargasses soient acceptées dans ces plateformes (tableau 4).

**Tableau 4 : Conditions à respecter pour que les algues brunes soient acceptées dans les plateformes de compostages de Guadeloupe (Sita Verde) et de Martinique (CVO).**

Sita Verde (Guadeloupe)	CVO (Martinique)
Pas ou très peu de sable mélangé avec les algues et pas de mélange avec d'autres déchets (y compris déchets vert)	Le délai de prévenance doit être d'une semaine à partir du moment où des bancs de sargasses ont été identifiés en mer et à proximité des côtes
Nécessité d'un séchage après le ramassage de 24h in-situ afin de réduire le volume d'eau salée à transporter	Pas de sable, de roches ou de déchets de tout genre présents dans les algues. Un contrôle visuel est effectué à l'arrivée du véhicule pour valider l'acceptation de ces algues
Transport avec des véhicules adaptés notamment pour limiter les risques de fuites de liquide lors du déplacement.	La capacité des véhicules est limitée à 20 m <sup>3</sup> unitaire (hauteur < à 4m)
	Un document d'identification et d'acceptation des déchets sera au préalable mis en place, accompagné du protocole de chargement/déchargement spécifique à ces algues

La commune du Gosier, qui envoie les algues à Sita Verde quand ils le peuvent, a soulevé le problème que la plateforme du Moule n'acceptait plus les sargasses car celles-ci arrivent en trop grande quantité.

Heureusement pour certaines communes le problème du stockage des sargasses ne se pose pas. La commune de Deshaies a subi quelques vagues d'échouages en 2015 mais les agriculteurs ont récupéré l'ensemble des sargasses pour les épandre sur leurs champs. A Goyave et aux Anses d'Arlets, les particuliers et les agriculteurs se servent aussi en sargasses. A Trinité, lorsque les algues étaient ramassées mécaniquement seul un agriculteur les récupérait. Avec les différents essais qu'ils ont réalisés les sargasses ramassées contiennent une quantité significativement moins élevée de sable. Les algues sont ainsi acceptées aux CVO et de plus en plus d'agriculteurs souhaitent en récupérer

(notamment pour les champs de bananes). La commune de Capesterre-Belle-Eau se rapproche actuellement vers le groupement de producteurs de bananes pour connaître leur besoin en sargasses. L'ADEME de Martinique va maintenant se pencher sur les pratiques des agriculteurs pour savoir ce qu'ils font exactement des algues une fois récupérées et pour connaître leur besoin annuel.

### **3.4.6. Coût de l'enlèvement**

Seules les communes faisant appel à une entreprise privée ont une idée du coût de l'enlèvement des sargasses, notamment pour la location des engins (tableau 5). Cependant, il y a des frais cachés. Comme nous le confirme la commune du Diamant, les engins s'abîment plus facilement avec le sel. Il est nécessaire, de les rincer et de les graisser après chaque opération. De plus, avec le dégagement d'hydrogène sulfuré, il y a une corrosion au niveau des connections électriques. Pour ces différentes raisons, il est très difficile aux communes de chiffrer le coût de l'enlèvement des algues. Ces données ne sont donc que des estimations, il faut les considérer avec précaution.

**Tableau 5 : Estimation du coût de l'enlèvement des sargasses pour les communes ayant accès à cette donnée.**

Commune	Coût du ramassage (en euros)	Année(s) de l'estimation
Sainte-Marie (Martinique)	30 000	2014
Le Vauclin	100 000	2014/2015
Sainte-Anne (Martinique)	300 000	2014/2015
Le Diamant	150 000	2014/2015
Le Moule	30 000	2014/2015
Saint-François	200 000	2014
Sainte-Anne (Guadeloupe)	40 000	2014
Bouillante	20 000	2015
Terre-de-Haut	50 000	De janvier à avril 2015
Beauséjour	50 000	2014
Capesterre-de-Marie-Galante	180 000	2014/2015

### **3.4.7. Communication et sensibilisation**

Les communes ne réalisent pas de campagnes de sensibilisation, telles que la mise en place de panneaux explicatifs ou de campagnes sur les plages. De nombreux offices de tourisme ont été contactés et le résultat se fait sentir. Les touristes ont besoins de renseignements. La plupart du temps ils ne posent pas de questions sur les conséquences sanitaires mais plutôt sur l'origine de ces algues et le nom des plages qui ne sont pas impactées. Les seules communications présentes sont les arrêtés disposés à l'entrée des plages de certaines communes (telles que La plage de la Porte d'enfer à Anse-Bertrand, à l'Anse Maurice à Petit-Canal, etc) interdisant l'accès et/ou la baignade.

## **4. Recommandations de gestion et de Valorisation**

### **4.1. Recommandations de Gestion**

#### **4.1.1. Recommandations de l'ARS**

L'ARS a fourni des recommandations lorsque les sargasses sont échouées sur le littoral :

- i) Quitter les zones de bords de mer où les algues se sont accumulées ;
- ii) Se tenir éloigné des chantiers d'enlèvements ;
- iii) Eviter de manipuler les algues en décomposition ;
- iv) Pour les personnes sensibles (femmes enceintes, enfants en bas âge, personnes âgées, insuffisants respiratoire, asthmatiques...) s'éloigner des zones où l'odeur d'œuf pourri est perceptible ;
- v) Consulter un médecin en cas de symptômes irritatifs ;
- vi) L'enlèvement des algues à proximité des habitations doit être une priorité.

#### **4.1.2. Recommandations pour le ramassage**

Suite au questionnaire, plusieurs préconisations peuvent être indiquées. Lors des opérations de nettoyage, il est nécessaire de :

##### **i) Mettre en place une signalisation du danger.**

En effet, la zone de travail des engins doit être balisée et interdite à toute personne non intervenante sur une distance d'au moins trente mètres, pour limiter le risque d'exposition à l'H<sub>2</sub>S.

##### **ii) Se munir d'un demi-masque filtrant anti-gaz, de gants et de lunette.**

Si les algues échouées sont encore fraîches, le risque d'inhalation d'hydrogène sulfuré est moindre, il n'est donc pas nécessaire de porter le masque.

##### **iii) Travailler en équipe.**

Il est primordial de travailler en équipe. Ne surtout pas s'isoler sur un chantier.

##### **iv) Réaliser un nettoyage précoce des algues.**

Pour limiter la dégradation des algues et donc le dégagement d'hydrogène sulfuré, il est préférable de ramasser les algues dans un délai de quarante-huit heures suite aux échouages.

##### **v) Prélever le moins de sable possible pour limiter l'érosion des plages.**

Pour récupérer le moins de sable possible plusieurs solutions existent :

- Les algues peuvent être récupérées en mer ;
- Utiliser des engins adaptés diminuant la quantité de sable ramassé (nettoyeur de plage, utilisation de fourches sur les tractopelles au lieu de godets, etc) ;

- Après la disposition en tas et le séchage des sargasses, remettre le sable sur les plages après accord de la DEAL
- Ramasser par temps sec si possible.

Pour apporter des éléments d'aide à l'intervention qui soient les moins impactant pour les patrimoines naturels et historiques protégés par le Conservatoire, une expérimentation se réalisera, les 18 et 19 juin, en présence de plusieurs organismes tels que l'ARS et l'ONCFS, en collaboration avec la société E.L.G (Nettoyage Villes Plages Parcs Jardins et Entretien), propriétaire du seul nettoyeur de plage de Guadeloupe, sur la plage de Sainte-Claire à Goyave. Le ramassage des algues sur ce site se fera à l'aide du nettoyeur de plage Surf Rake d'une part, et d'une cane loader d'autre part. La capacité de ces engins à ramasser les algues sans avoir d'impacts négatifs sur l'environnement sera jugée. Le but étant d'avoir du matériel et des méthodes de nettoyage non destructeurs qui pourront être labellisés pour le ramassage des algues dans les Antilles Françaises.

**vi) Réduire au strict nécessaire les cheminements des engins pour ne pas détériorer la plage, la végétation, les œufs de tortues marines et les populations endogées (vers, amphipodes, crustacés, etc).** (Delcroix, 2012).

Les plages de Martinique, de Guadeloupe et de Guyane sont des sites de pontes de tortues marines. Les nids de tortues sont présents sur les plages du 1<sup>er</sup> mars au 15 janvier. Un arrêté ministériel (14 octobre 2005) protège les tortues marines, leurs œufs mais aussi les sites de ponte.

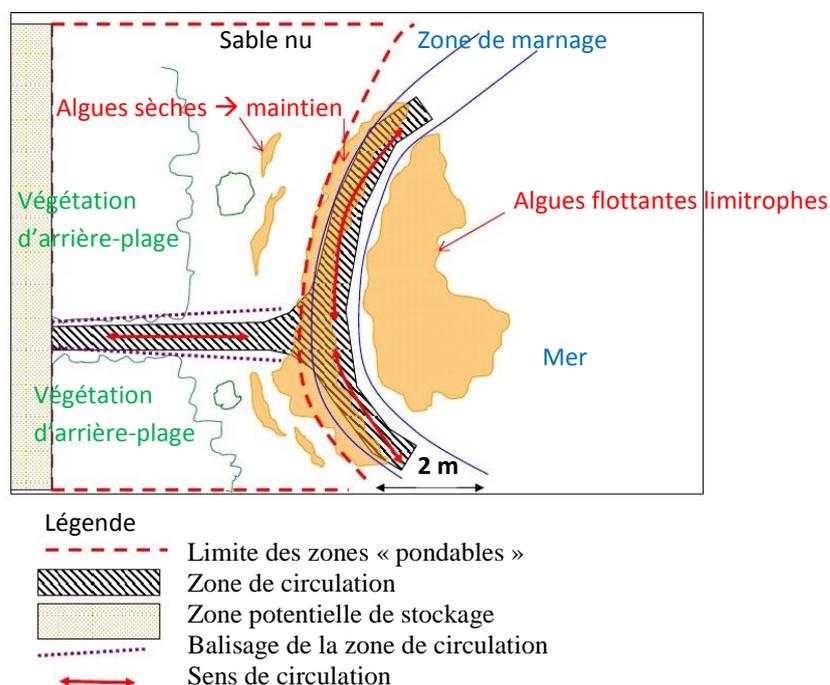
Art. 3. - I - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps :

- la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier des tortues marines ;
- la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids ;
- la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des tortues marines.

L'utilisation d'engins lourds sur la plage peut altérer le site de ponte (tassement du substrat) et détruire tout ou partie d'une ponte ou des nouveau-nés en phase d'émergence.

Les cheminements des engins doivent donc être limités au maximum pour ne pas détériorer la plage et ne pas écraser les œufs. Un plan de circulation être défini préalablement en limitant la circulation sur les zones de ponte potentielle (deux mètres au-delà de la ligne des hautes eaux jusqu'à la végétation incluse). Si la configuration le permet, il serait préférable de limiter à un seul accès transversal la circulation des engins entre le bord de

mer et la zone de stockage (figure 27). Une intervention régulière est souhaitable pour limiter l'accumulation des sargasses et réduire les grandes manœuvres pour les enlever.



**Figure 27 : Schématisation des principes concernant le ramassage et le stockage des sargasses sur un site de ponton (Delcroix, 2012).**

Il est recommandé par la DEAL de Guadeloupe d'étaler les algues en arrière plage ou sur un site prévu à cet effet, sur une épaisseur d'environ dix centimètres. Lors des saisons sèches, avec la chaleur et l'action du vent, les algues se dégradent rapidement (en moins de 5 jours). S'il est impossible d'étaler les algues, le stockage temporaire doit se faire à l'écart des zones accessibles aux promeneurs et des habitations.

A la demande du Préfet et du second adjoint au maire de Capesterre-de-Marie-Galante, l'antenne Guadeloupe du Conservatoire du littoral va mettre à disposition quelques sites pour des épandages expérimentaux. Les sites proposés par le Conservatoire du littoral sont Sainte-Claire (Goyave), Viard (Petit-Bourg) et Bois Jolan (Sainte-Anne) (Conservatoire du littoral, 2015). De même, la région Martinique réalise une étude sur la localisation et la description des sites de stockage possibles des sargasses.

#### **4.1.3. Recommandations lors du transport**

Pour le transport, il est préférable d'utiliser des bennes fermées. Celles-ci doivent être vidées dans un délai de quarante-huit heures entre le ramassage et le dépôt en zone de traitement (terrain dédié, plateformes de compostages, etc) Chaque opération effectuée (ramassage, transport, stockage) doit pouvoir être tracée. Un document permettant l'identification des volumes, de l'aspect et du contenu des dépôts, des lieux, de la date, du

créneau horaire de chaque opération et du nom des opérateurs doit être rempli lors de chacune de ces étapes.

## **4.2. Possibilité de valorisation des sargasses**

Les algues sont économiquement très importantes dans de nombreux pays. Celles du genre *Sargassum* sont utilisées comme fourrage et engrais en Chine ainsi que dans d'autres parties de l'Asie depuis des années (Roud, 1973). Dans les Antilles Françaises et en Guyane, plusieurs valorisations sont possibles.

### **4.2.1. Utilisation comme compost ou épandage direct sur des terres agricoles.**

Dans les Bermudes, comme d'autres pays, les indigènes utilisaient les sargasses comme engrais en les répartissant sur les champs de bananiers.

#### **Compost**

Les algues océaniques sont recommandées comme fertilisant car leur concentration en azote est plus faible comparée à celle d'un compost provenant d'un stock traditionnel de déchets verts, ce qui limite la pollution par les nitrates (Eyras *et al.*, 1998; Maze *et al.*, 1993). Comme dit précédemment, les centres de compostage du Moule et du Robert acceptent les sargasses à certaines conditions (tableau 4). Les sargasses sont mélangées avec des déchets verts, des déchets agroalimentaires ou des boues de station d'épuration. Pour Sita Verde, le prix à payer dépend de la qualité du produit obtenue. Les communes doivent dépenser 50 euros la tonne (hors taxes) si le compost est valorisable et 83 € HT/T si le compost est non valorisable car il ne respecte pas la norme. Cependant, les essais de valorisation avec Sita Verde n'ont jamais abouti. Le dépôt dans les autres centres de compostage (CVO au Robert et Holdex Environnement au François) est gratuit.

#### **Épandage direct sur des terres agricoles**

La « directive Nitrates » (Directive 91/676/CEE) permet d'épandre une quantité maximale de cent soixante-dix kilogrammes d'azote par hectare et par an<sup>8</sup>. Cela correspond à un épandage de sargasses de 120T/ha (CaribAgro, 2011). Cependant, outre la concentration en azote, le facteur limitant l'épandage des algues est leur concentration en sodium. Une étude réalisée par le bureau d'étude CaribAgro en 2011 avait conclu que les agriculteurs pouvaient épandre jusqu'à vingt tonnes d'algues par hectares sous tous types de sols, deux mois avant la plantation, en saison pluvieuse et avec un enfouissement superficiel au sol.

---

<sup>8</sup> [http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/l28013\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28013_fr.htm), consulté le 5 juin 2015

De plus, cette quantité d'algues épandues contient 300kg de potasses (K<sub>2</sub>O). Sachant que les besoins de la canne à sucre sont de l'ordre de 240 kg de K<sub>2</sub>O, l'apport des algues permettrait d'apporter les autres apports potassiques à zéro.

Théoriquement, le compostage et l'épandage entretiennent la fertilité des sols, limitent l'usage d'engrais chimiques et recyclent naturellement les sous-produits organiques. Mais d'après la DAAF de Martinique (direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt), l'épandage est peu viable sur le long terme à cause des quantités importantes de sargasses qui s'échouent sur le littoral. Par principe de précaution, sans une étude complémentaire et plus approfondie définissant les conditions d'épandage à respecter selon la pédologie et la typologie des sols, la DAAF ne préconise pas l'utilisation de cette méthode.

#### **4.2.2. Limiter l'érosion des plages**

Si aucune valorisation n'est possible, à cause de la teneur en sable trop importante dans les algues ramassées par exemple, elles peuvent être redistribuées dans les secteurs affectés par l'érosion des plages une fois qu'elles aient été séchées. Le laboratoire d'écologie des zones côtières et humides du Texas (campus de Galveston) expérimente le compactage des sargasses pour les enterrer dans des secteurs érodés et planter la végétation dunaire sur le dessus.

#### **4.2.3. Valorisation de la biomasse en charbon actif.**

Des chercheurs de l'Université des Antilles et de la Guyane ont trouvé le processus pour transformer les sargasses en charbon actif (Sarra Gaspard, comm. pers.). Les charbons actifs sont des produits fabriqués à base de matière carbonée (bois, écorces, coques de noix de coco, tourbes, etc<sup>9</sup>), présentant une structure poreuse et donc une large surface interne (jusque 1500m<sup>2</sup>/g) ce qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. Cette caractéristique permet au charbon de fixer les fluides ou les gaz à son contact. Le charbon actif produit au laboratoire COVACHIM de l'université des Antilles et de la Guyane possède des structures adaptées au stockage de l'énergie et au traitement de l'eau Il peut être utilisé pour décontaminer les eaux polluées par le chlordécone. Le rendement est de 15 à 20%.

#### **4.2.4. Transformation des algues en bioplastique**

La société ALGOPACK, basée à Saint Malo en Bretagne est la première entreprise au monde ayant acquis la capacité technique pour transformer les algues brunes en biomatériaux 100% compostables. Cette technologie est une alternative à l'utilisation du

---

<sup>9</sup> <http://asseau.com/fr/03-3.html>, consulté le 6 juin 2015

pétrole, ce qui permet de réduire les pollutions plastiques. Les secteurs d'applications sont nombreux : téléphonie, packaging, matériaux pour l'agro-fourmiture, articles de jardins, articles de bureau : comme les clés USB, objets de décoration, luminaires, panneaux de signalétique, etc<sup>10</sup>. Une valorisation des sargasses en bioplastique peut être une piste intéressante.

#### **4.2.5. Production d'électricité et de vapeur dans les centrales thermiques bagasse-charbon ou bagasse-biomasse**

Les sargasses pourraient être utilisées en tant que combustible dans la centrale thermique bagasse-charbon du Moule, celle du Galion à Trinité (en 2016 cette centrale évoluera vers une centrale bagasse-biomasse) et la centrale bagasse-biomasse qui sera ouverte en 2017 à Marie-Galante. Actuellement, ces usines utilisent la bagasse (résidus fibreux issu du broyage de la canne à sucre) durant la campagne sucrière (de février à juin) et du charbon importé de Colombie et du Venezuela le reste de l'année. Les futures centrales bagasse-biomasse utiliseront des granulés de bois provenant d'Amérique du Nord ou du Sud et de la biomasse locale telle que la paille de canne à sucre et la fraction non-fermentescible des déchets verts (Albioma, 2014).

En Guadeloupe, les 180 000 tonnes de bagasse et les 165 000 tonnes de charbon fournissent l'équivalent de 220 000 tonnes de vapeur basse pression pour la sucrerie (notamment celle de Gardel) ainsi que 375 millions de kWh (dont 15 millions de kWh pour la sucrerie elle-même, le reste est redistribué sur le réseau électrique de EDF)<sup>11</sup>. L'électricité produite (processus expliqué sur la figure 29) alimente 35% de l'énergie électrique de l'île. La production d'électricité à partir de la canne à sucre est de 110 kWh par tonne de canne<sup>12</sup>. La valorisation énergétique des sargasses pourrait permettre d'augmenter la part des énergies renouvelables et réduire la dépendance à l'importation du charbon ou de granulés de bois. Même si le charbon reste à l'origine de plus de 30% de la production mondiale d'énergie, il est une des énergies fossiles émettant le plus de dioxyde de carbone et il se fait de plus en plus rare<sup>13</sup>. Contrairement au charbon, la bagasse, les sargasses et les granulés de bois présentent l'intérêt d'être une biomasse qui ne dégage que le CO<sub>2</sub> fixé par la plante ou l'algue lors de sa croissance. En

---

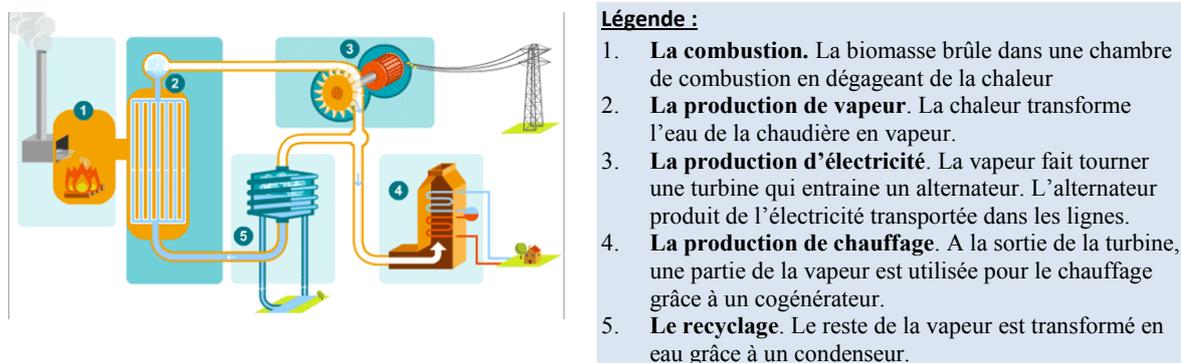
<sup>10</sup> <http://www.algopack.com/>

<sup>11</sup> <http://www.guadeloupe-tourisme.com/114/usine-bagassecharbon-le-moule/>, consulté le 6 juin 2015

<sup>12</sup> <http://www.bleumarineresidence.com/decouvrir/le-moule-sucre-gardel.php?>, consulté le 6 juin 2015

<sup>13</sup> <http://www.energiefossile.com/charbon.html?>, consulté le 6 juin 2015

effet, les centrales bagasse-biomasse permettent de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 340 000 t/an par rapport à une centrale bagasse-charbon (Albioma, 2014).



**Figure 28 : Fonctionnement d'une centrale biomasse (de type combustion).** (Source : <http://energie.edf.com/energies-nouvelles/biomasse-47908.html>, consulté le 6 juin 2015)

A ce jour, l'utilisation des sargasses dans les centrales thermiques n'est pas possible et cela pour trois raisons (Nicolas de Fontenay, comm. pers.) :

- le sel corrode les installations ;
- Les sargasses sont composées en majeure partie d'eau. Il est donc nécessaire de créer des filières pour le séchage des algues, que ce soit sur place ou en amont de la chaudière sur le site industriel ;
- En sortie de cheminée le chlore contenu dans les sargasses entraîne des émissions de dioxines et de furanes, polluants organiques persistants (POP) qui se forment spontanément lors de la combustion incomplète de molécules organochlorés.

Ces molécules possèdent une grande persistance dans l'environnement, sont toxiques (effet dangereux sur la santé humaine et l'environnement) et bioaccumulables dans les écosystèmes terrestres et aquatiques. Des recherches ont permis d'associer les POP à la perturbation du système endocrinien, au dérèglement de la fonction de reproduction et du système immunitaire, à des troubles neurocomportementaux et au cancer.

La possible utilisation des sargasses en tant que biomasse dans les centrales thermiques de cogénération sera étudiée plus en détail par l'ADEME Guadeloupe à travers l'appel à projet qui sera lancé très prochainement.

#### **4.2.6. Autres utilisations**

Les sargasses, comme de nombreuses macroalgues, peuvent être utilisées dans divers domaines industriels tels que l'agronomie (comme alimentation pour le bétail ou l'aquaculture), la cosmétique, la pharmacologie ou la médecine. Les sargasses ont été

utilisées dans plus de 226 ordonnances pour traiter diverses maladies en Chine (Liu *et al.*, 2012). En effet, l'utilisation des sargasses dans la médecine traditionnelle chinoise est très ancienne (8<sup>ème</sup> siècle). Elle a, entre autres, des propriétés antibactériennes, antivirales, antioxydantes, anticoagulantes, hépatoprotectrices, immunostimulantes, neuroprotectives (Oyesiku et Egunyomi, 2014). Elle contient aussi de petites quantités de bromophénols qui donnent le goût « marin » aux aliments (Kotterman *et al.*, 2003).

## **5. Conclusion**

En 2015 les échouages des algues sargasses se sont intensifiés sur les côtes des Antilles Françaises et de Guyane. Les conséquences directes sont considérables d'un point de vue sanitaire, socio-économique et écologique. Les conséquences indirectes liées aux mesures prises pour enlever les algues le sont plus encore. En effet, la majorité des communes réalisent un enlèvement mécanique des sargasses et les impacts négatifs sur l'écosystème sont non négligeable. Ainsi, il est primordial de trouver du matériel et des méthodes de gestion non destructeurs pour l'écosystème.

D'après les premières analyses du CAR-SPAW la gestion des échouages de sargasses pose de réels problèmes en France contrairement aux autres pays de la Caraïbe ou du Golfe du Mexique dont la gestion est moins polémique, et ce pour des raisons historiques, foncières et sociologique. Le gouvernement et les autorités locales des Antilles Françaises et de Guyane font partie des pays les plus mobilisés pour une meilleure compréhension scientifique du phénomène et la recherche de solutions de gestion durable. Cela est essentiellement du à deux facteurs. Tout d'abord, la France possède de grands espaces naturels collectifs contrairement à la plupart des autres états de la Caraïbe dont une majeure partie du littoral a été privatisée. Les propriétaires y ramassent quotidiennement les sargasses, de manière mécanique, sans forcément prendre en compte l'aspect écologique. Ensuite, de par la fonction historique de la France qui était jusque dans les années 1980 un état centralisé, omniprésent, totipotent et uniresponsable. Dans les Antilles françaises et en Guyane, l'action de l'Etat est encore très présente et la décentralisation n'a pas atteint le seuil opérationnel comme c'est le cas en métropole. Les échouages de sargasses ayant des conséquences sanitaires, socio-économiques mais aussi écologiques, cela entraîne une incompréhension des collectivités vis-à-vis de l'Etat qui est intervenu tardivement sur ce problème.

La question est maintenant de savoir quels sont les impacts des échouages de sargasses sur le long terme. D'après les informations à ma disposition, ce phénomène semble être consécutif à un bouleversement océano-climatique et il va se pérenniser dans le temps. Si les échouages sont gérés efficacement, en prenant en compte les aspects sanitaires (enlèvement régulier des algues lorsqu'elles sont encore fraîches) et écologiques (ne pas enlever de grandes quantités de sable sur les plages, ne pas détériorer les nids de tortues marines, etc), il n'y aura pas de conséquences négatives sur le long terme. Par contre, si les échouages ne sont pas gérés correctement, cela peut entraîner des conséquences graves et définitives sur l'écosystème. En effet, lorsque les algues ne sont pas enlevées en temps et en heure, elles s'amoncellent et dégagent continuellement de l'hydrogène sulfuré. De plus, comme l'ont remarqué les communes réalisant des opérations de ramassage à l'aide de tractopelles, de grandes quantités de sables sont prélevées en même temps que les algues. Cette solution n'est donc pas durable sur le long terme surtout lorsque nous savons qu'à l'échelle mondiale 70% des plages seraient en recul (Bird, 1985). Une gestion durable de ces échouages est donc nécessaire, et elle sera d'autant plus efficace si le délai d'intervention est court. Ainsi il est préférable de réaliser un ramassage précoce des algues à l'aide de nettoyeurs de plage, de bateaux amphibies ou de cane loader en lieu et place des tractopelles habituels. De plus, les moyens de gestion doivent être encadrés et adaptés aux situations, comme les différences typologiques des plages, pour ne pas aggraver la situation.

### **Bibliographie**

**Ackah-Baidoo A.**, 2013 : Fishing in troubled waters : oil production, seaweed and community-level grievances in the Western Region of Ghana. *Community Development Journal*, 48, 406-420.

**Albioma**, 2014 : La transition énergétique de la Martinique et des DOM. Présentation *Martinique Ile Durable du 31 aout 2014*, 23 pp.

**ARS et Institut de Veille Sanitaire InVS** de Martinique, 2012 : Air et santé : quelques aspects de la problématique en Martinique. *Bulletin de veille sanitaire*, n°3, 28 pp.

**ARS Martinique**, 2011 : *Algues Sargasses un risque sanitaire*. 2 pp.

**ARS Guadeloupe**, 2015 : Les sargasses : situation en Guadeloupe. 4pp.

**ARS Martinique**, 2015 : *Communiqué de presse : point journalier sur les mesures d'hydrogène sulfuré*, mercredi 29 octobre 2014, 2pp.

- Assemblée générale des Nations Unies**, 2012 : *Soixante-septième session : Les océans et le droit de la mer. A/61/L.21*, 51 pp.
- Awasthi D.K.**, 2005 : *Cryptogams: Algae, Bryophyta and Pteridophyta*. NewDehli: Krishna Prakashan Media.
- Bird E.C.F.**, 1985 : *Coastline Changes : A Global Review*. John Wiley. Chichester, 219 p.
- Bonnard N., Clavel T., Falcy M., Hesbert A., Jargot D., Reynier M., Robert S. et Schneider O.**, 2014 : Fiche toxicologique du Sulfure d'hydrogène. *INRS*, 7 pp.
- Børgesen F.**, 1914a : The marine algae of the Danish West Indies. Part 2. Phaeophyceae. *Dansk Botanisk Arkiv* 2(2), 1-68.
- Børgesen F.**, 1914b : The species of *Sargassum* found along the coasts of the Danish West Indies, with remarks upon the floating forms of the Sargasso Sea. In: Jungersen, H.F. E., Warming, E. (Eds.), *Mindeskrift I Anledning af Hundredaaret for Japetus Steenstrups Fødsel*, Art. 32, 1-20.
- Butler J.N., Morris B.F., Cadwaller J., Stoner A.W.**, 1983 : Studies of *Sargassum* and the *Sargassum* community. Special publication. *Bermuda Biological Station*, 22.
- CaribAgro**, 2011 : Résultats d'analyses: Algues *Sargassum*. Etude commandée par la Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Guadeloupe, 4 pp.
- Casazza T.L., Ross S.W.**, 2008 : Fishes associated with pelagic *Sargassum* and open water lacking *Sargassum* in the Gulf Stream off North Carolina. *Fishery Bulletin*, 106, 348-363.
- Castro J.J., Santiago J.A., Santana-Ortega A.T.**, 2001 : A general theory on fish aggregation to floating objects: an alternative to the meeting point hypothesis. *Fish Biology and Fisheries*, 11, 255-277.
- Conservatoire du littoral**, 2015: *Proposition de sites du Conservatoire dans le cadre de l'expérimentation des épandages d'arrière plage*. 7pp.
- Conover J.T. et Sieburth J.M.**, 1964 : Effect of *Sargassum* distribution on its epibiota and antibacterial activity. *Botanica Marina*, 6, 147-157.
- Corbin A.**, 1988 : *Le Territoire du vide ; l'Occident et le désir de rivage (1750-1840)*. Paris, Aubier, coll. « Historique », 399 pp.
- Delcroix E.**, 2012 : Recommandations techniques pour le ramassage des sargasses sur les plages de pontes de tortues marines. ONCFS, Réseau Tortues Marines Guadeloupe, 3 pp.
- Doligé E.**, 2009 : Les DOM, défi pour la République, chance pour la France, 100 propositions pour fonder l'avenir. Rapport d'information n° 519, *Senat*, 462 pp.

- Dooley J.K.**, 1972 : Fishes associated with the pelagic Sargassum complex, with a discussion of the Sargassum community. *Contributions in Marine Science*, 16, 1-32.
- Doyle E. et Franks J.**, 2015 : Sargassum Fact Sheet. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 3 pp.
- Earle S.A.**, 1969 : Phaeophyta of the eastern Gulf of Mexico. *Phycologia* 7(2), 71-254.
- Edgar G.J.**, 1987 : Dispersal of fauna and floral propagules associated with drifting *Macrocystis pyrifera* plants. *Marine Biology*, 95, 599-610.
- Eyras M.C., Rostagno C.M., Defosse G.E.**, 1998 : Biological evaluation of seaweed composting. *Compost Science and Utiliation*, 6, 74-81.
- Fedoryako B.I.**, 1989 : A comparative characteristic of the oceanic fish assemblage associated with floating debris. *Journal of Ichthyology*, 29, 128-137.
- Fine M.L.**, 1970 : Faunal variation on pelagic Sargassum. *Marine Biology*, 7, 112-122.
- Frick J.**, 1976 : Orientation and behavior of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in the sea. *Animal Behavior*, 24, 849-857.
- Gaillon B.**, 1828 : Résumé méthodique des classifications des Thalassiophytes. *Dictionnaire des Sciences Naturelles [Levrault]* 53, 350-406.
- Gavio B., Rincón- Díaz N. et Santos-Martínez A.**, 2015 : Massive quantities of pelagic Sargassum on the shores of San Andres Island, southwestern Caribbean. *Acta Biológica Colombiana*, 20(1), 239-241.
- Gower J. et King S.**, 2011 : Distribution of floating *Sargassum* in the Gulf of Mexico and Atlantic Ocean mapped using MERIS. *International Journal of Remote Sensing*, 32, 1917-1929.
- Gower J., Young E. et King S.**, 2013 : Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing Letters*, 4(8), 764-773.
- Hallett J.**, 2011 : The importance of the Sargasso Sea and the offshore waters of the Bermudian Exclusive Economic Zone to Bermuda and its people. *Unpublished report to the Sargasso Sea Alliance*, 20 pp.
- Hanisak M.D. et Samuel M.A.**, 1987 : Growth rates in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. *Hydrobiologia* 151/152, 399-404.
- Haut Conseil de la santé publique (HCSPA)**, 2012 : *Avis relatif à la gestion du risque sanitaire lié aux émissions toxiques provenant d'algues brunes échouées sur les côtes de La Martinique et La Gadeloupe du 22 mars 2012*, 7 pp.

- Hemphill A.H.**, 2005 : Conservation the high sea-drift algae habitat as an open ocean cornerstone. High sea marine protected areas. *Park*, 15(3), 48-56.
- Herviaux O. et Bizet J.**, 2014 : Note de Synthèse Commission du développement durable, des infrastructures, de l'équipement et de l'aménagement du Territoire. Rapport n° 297, *Sénat*, 4 pp.
- Hobday A.J.**, 2000 : Age of drifting *Macrocystis pyrifera* L.C. Agardh rafts in the Southern California Bight. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 253, 97-114.
- Impact Mer**, 2011 : *Echouage de sargasses pélagiques sur les côtes martiniquaises et impacts sur les écosystèmes littoraux : poissons associés à la sargasse et impact sur les mangroves et herbiers*. Rapport pour la DEAL Martinique, 49 pp.
- Johnson D.R., Ko D.S., Franks J.S., Moreno P. et Sanchez-Rubio G.**, 2012 : The Sargassum invasion of the eastern Caribbean and dynamics of the equatorial north Atlantic. 65<sup>th</sup> *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Santa Marta, Colombia, 12 pp.
- Johnson D.R, Ko D.S, Franks J.S, Moreno P. et Sanchez-Rubio G.**, 2013: The Sargassum invasion of the Eastern Caribbean and dynamics of the Equatorial North Atlantic. Proceed 65th *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Santa Marta, Colombia, 102-103.
- Jokiel P.L.**, 1980 : Solar ultraviolet radiation and coral reef epifauna. *Science*, 207, 1069-1071.
- Kotterman M., Van der Veen I., Van Hesseligen J., Leonards P., Osinga R., De Boer J.**, 2003 : Preliminary study on the occurrence of brominated organic compounds in dutch marine organisms. *Biomolecular Engineering.*, 20, 425-427.
- Latrubesse E.M., Stevaux J.C. et Sinha R.**, 2005 : Tropical Rivers. *Geomorphology*, 70 (3-4), 187-206.
- Laffoley D. d'A., Roe H.S.J., Angel M.V., Ardron J., Bates N.R., Boyd I.L., Brooke S., Buck K.N., Carlson C.A., Causey B., Conte M.H., Christiansen S., Cleary J., Donnelly J., Earle S.A., Edwards R., Gjerde K.M., Giovannoni S.J., Gulick S., Gollock M., Hallett J., Halpin P., Hanel R., Hemphill A., Johnson R.J., Knap A.H., Lomas M.W., McKenna S.A., Miller M.J., Miller P.I., Ming F.W., Moffitt R., Nelson N.B., Parson L., Peters A.J., Pitt J., Rouja P., Roberts J., Roberts J., Seigel D.A., Siuda A.N.S., Steinberg D.K., Stevenson A., Sumaila V.R., Swartz W., Thorrold S., Trott T.M. et Vats V.**, 2011 : The protection and management of the Sargasso Sea: The golden floating

rainforest of the Atlantic Ocean. Summary Science and Supporting Evidence Case. *Sargasso Sea Alliance*, 44 pp.

**Lapointe B.E.**, 1985 : Phosphorus-limited photosynthesis and growth of *Sargassum natans* and *Sargassum fluitans* (Phaeophyceae) in the western North Atlantic, *Deep-Sea Research*, 33(3), 391-399.

**Lapointe B.E.**, 1986 : Phosphorus-limited photosynthesis and growth of *Sargassum natans* and *Sargassum fluitans* (Phaeophyceae) in the western North Atlantic. *Deep-Sea Research*, 33, 391-399.

**Lapointe B.E.**, 1995 : A comparison of nutrient-limited productivity in *Sargassum natans* from neritic vs. oceanic waters of the western North Atlantic Ocean. *Limnology. Oceanography*. 40, 625-633.

**Lapointe B.E., West L.E., Sutton TT et Hu C**, 2014 : Ryther revisited: nutrient excretions by fishes enhance productivity of pelagic *Sargassum* in the western North Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 458, 46-56.

**Liu L., Heinrich M., Myers S. et Dworjanyn S.A.**, 2012 : Towards a better understanding of medicinal uses of the brown seaweed *Sargassum* in Traditional Chinese Medicine : A phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*, 142, 591-619

**Maze J., Morand P., Potoky P.**, 1993 : Stabilization of “green tide” *Ulva* by a method of composting with a view to pollution limitation, *Journal of Applied Phycology*, 5, 183-190.

**Moberg F. et Folke C.**, 1999 : Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, 29, 215-233.

**Onyema I.C.**, 2007 : Mudflat microalgae of a tropical bay in Lagos, Nigeria. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9(4), 877-883.

**Oyesiku O.O. et Egunyomi A.**, 2014 : Identification and chemical studies of pelagic masses of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon and *S. fluitans* (Borgessen) Borgesen (brown algae), found offshore in Ondo State, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 13(10), 1188-1193.

**Parr A.E.**, 1939 : Quantitative observations on the pelagic *Sargassum* vegetation of the western North Atlantic. *Buletin Bingham Oceanographic Collection*, 6, 1-94.

**Philander S.G.**, 2001 : Atlantic Ocean equatorial currents. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, Elsevier Press, Amsterdam, The Netherlands, 188-191.

- Plouguerné E., Cesconetto C., Cruz C.P., Pereira R.C., Da Gama B.A.P.**, 2012: Within-thallus variation in polyphenolic content and antifouling activity in *Sargassum vulgare*. *Journal of Applied Phycology*, 24(6), 1629-1635.
- Powers S.P., Hernandez F.J., Condon R.H., Drymon J.M. et Free C.M.**, 2013 : Novel Pathways for Injury from Offshore Oil Spills: Direct, Sublethal and Indirect Effects of the *Deepwater Horizon* Oil Spill on Pelagic *Sargassum* Communities.  
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0074802>
- Rogers K.**, 2011 : *Fungi, algae and protists*. New York, NY: Britannica Educational Publishing.
- Round F.E.**, 1981 : *The ecology of algae*. New York, NY: Cambridge University Press, 653 pp.
- Roussel E., Ducombe E. et Gabrie C.**, 2009 : *Les Mangroves de l’Outre-Mer français, écosystèmes associés aux récifs coralliens. IFRECOR et Conservatoire du littoral*, 145 pp.
- Royal S.**, 2015 : Ségolène Royal annonce un plan d’action pour lutter contre les sargasses dans les Antilles. Communiqué de Mme Ségolène Royal, Ministre de l’Écologie, du Développement durable et de l’Énergie, 7 mai 2015, 2pp.
- Shulman J.**, 1968 : Fauna Associated with Pelagic *Sargassum* in the Gulf Stream. *American Midland Naturalist*, 8(2), 554-558.
- SHOM**, 1999 : *Longueur de côte et superficies des espaces maritimes français - Estimations 1999*.
- Smetacek V. et Zingone A.**, 2013: Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 504, 84-88.
- Solarin B.B., Bolaji D.A., Fakayode O.S. et Akinnigbagbe R.O.**, 2014 : Impacts of an invasive seaweed *Sargassum hystrix* var. *fluitans* (Børgesen 1914) on the fisheries and other economic implications for the Nigerian coastal waters. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(7) Ver. I.
- Thiel M. et Gutow L.**, 2005 : The ecology of rafting in the marine environment I. The floating substrata. *Oceanogr. Marine Biology Annual Review*. 42, 181-264.
- Witherington B., Shigetomo H., Hardy R.**, 2012 : Young sea turtles of the pelagic *Sargassum* dominated drift community: habitat use, population density, and threats. *Marine Ecologist Progress Series*, 463, 1-22.

## ANNEXES

**Annexe 1 : Estimation du nombre de consultations par les médecins généralistes pour un motif en lien avec l'exposition aux émissions des algues en décomposition.** L'étude a été réalisée dans six communes en Martinique sur les populations vivantes dans la zone des cinq cent mètres à partir du rivage. Vingt-cinq médecins (dont onze praticiens participant au réseau de médecins sentinelles) ont été appelés par l'ARS chaque semaine du 15 août au 9 octobre 2011. (ARS et InVS, 2012)

<b>Semaine</b>	33	34	35	36	37	38	39	40	Total
Robert	5	13	19	2	3	24	0	0	<b>66</b>
François	3	2	19	4	0	0	0	0	<b>28</b>
Vauclin	2	4	0	0	1	0	0	0	<b>7</b>
Sainte-Anne	0	0	2	0	2	2	0	0	<b>6</b>
Marin	0	0	0	0	2	0	0	0	<b>2</b>
Diamant	18	29	0	4	0	0	0	0	<b>51</b>
Total	<b>28</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>159</b>

**Annexe 2 : Arrêté n° 2011-695 interdisant la baignade et les activités nautiques sur le site de la Plage des Salines au Gosier.**

REPUBLIQUE FRANCAISE  
DEPARTEMENT DE LA GUADELOUPE

VILLE DU GOSIER

ARRETE N°2011-695

**Interdisant la baignade et les activités nautiques sur le site de la Plage des Salines - GOSIER.**

**LE MAIRE DE LA VILLE DU GOSIER,**

VU le code Général des Collectivités Territoriales, articles L.2212-1, L.2212-24, L.2212-27 et notamment L. 2213-23 et suivants ;

VU L'arrêté ministériel du 3 mai 1995, relatif aux manifestations nautiques en mer ;

VU L'arrêté préfectoral n°89-222 du 18 avril 1989, relatif à la protection des baigneurs et à la circulation des engins et navires sur le littoral de la commune de Gosier ;

VU L'arrêté préfectoral n°94-452 du 07 mars 1994, réglementant la circulation des navires et la pratique des activités nautiques sur le littoral de la Guadeloupe et de la Martinique ;

VU le courrier du Préfet de la Guadeloupe en date du 12 août 2011 relatif à la prolifération d'algues brunes dites de « Sargasses » sur les côtes guadeloupéennes et préconisant l'interdiction des activités nautiques sur le site des Salines ;

**CONSIDERANT** qu'il appartient à l'autorité municipale de prendre toutes les dispositions pour assurer la sécurité de la population et des baigneurs ;

**CONSIDERANT** qu'il y a lieu de réglementer la baignade dans le secteur de la plage des Salines ;

**ARRETE**

**Article 1<sup>er</sup>** : est interdite la baignade et les activités nautiques sur le site de la Plage des Salines en raison de la prolifération d'algues brunes dites de « Sargasses » dans la zone, pour une durée indéterminée.

**Article 2** : Une information au public sera mise en place sous forme de panneaux d'affichage mis en place par les Services techniques et d'annonces par les médias.

**Article 3** : Le rétablissement de la baignade et des activités nautiques dans la zone précitée fera l'objet d'un arrêté.

**Article 4** : Le présent arrêté sera transmis à Monsieur le Sous-Préfet de l'arrondissement de Pointe-à-Pitre, transcrit au registre à ce destiné, publié, affiché conformément à la réglementation et notifié aux Services techniques, aux services de Police Nationale et Police Municipale du GOSIER, le commissariat de Pointe-à-Pitre, à la gendarmerie maritime compétente et aux services des Affaires Maritimes.

Fait à Gosier, le 23 AOUT 2011  
LE MAIRE  
  
Jean-Pierre DUPONT

Annexe 3 : Photos d'espèces associées avec les sargasses en haute mer.



Syngnathe des sargasses  
(Sargassum Pipefish)



Tortue caouanne dans les algues  
flottantes du Golfe du Mexique



Découverte d'un hippocampe dans une  
masse de sargasses échouées  
(<http://bolivarbeachnews.com/weed.htm>)



Crevette des sargasses (*Latreutes  
fucorum*)



Poissons sous un radeau de  
sargasses  
(<http://www.picstopin.com>)



Le Poisson-grenouille des  
sargasses (*Histrio histrio*)

**Annexe 4 : Espèces endémiques présentes dans la mer des Sargasses (Latrubesse, 2011).**

<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom commun en anglais</b>	<b>Nom commun en français</b>
<i>Planes minutus</i>	Sargassum crab	Crabe de la mer des sargasses
<i>Latreutes fucorum</i>	Sargassum shrimp	Crevette des sargasses
<i>Syngnathus pelagicus</i>	Sargassum pipefish	Syngnathe des sargasses
<i>Anemonia sargassensis</i>	<i>Anemonia sargassensis</i>	Anémone des sargasses
<i>Scyllea pelagica</i>	Sargassum slug	Nudibranche des sargasses
<i>Litiopa melanostoma</i>	Sargassum snail	/
<i>Sunampithoe pelagica</i>	amphipods	/
<i>Biancolina brassicacephala</i>	amphipods	/
<i>Hoploplana grubei.</i>	The platyhelminth	Plathelminthes
<i>Histrio histrio</i>	Sargassum Angler Fish	Poisson grenouille

**Annexe 5 : Espèces océaniques utilisant la mer des Sargasses et la zone économique exclusive des Bermudes qui sont inscrites sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme espèces menacées ou en voie de disparition et/ou figurant dans la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) (Hallett, 2011).**

Nom scientifique	Nom commun anglais	Nom commun français	Catégorie UICN	Statut CITES
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Humpback Whale	Baleine à Bosse	Non évaluée	Annexe 1
<i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm whale	Grand Cachalot	Vulnérable	Annexe 1
<i>Thunnus thynnus</i>	Bluefin Tuna	Thon rouge de l'Atlantique	En danger	Non listée
<i>T. albacores</i>	Yellowfin Tuna	Thon jaune	Quasi menacée	Non listée
<i>T. alalunga</i>	Albacore Tuna	Thon blanc ou germon	Quasi menacée	Non listée
<i>T. obesus</i>	Bigeye Tuna	Thon obèse	Vulnérable	Non listée
<i>Makaira nigricans</i>	Blue Marlin	Makaire bleu	Quasi menacée	Non listée
<i>Tetrapterus albidus</i>	White Marlin	Makaire blanc	Quasi menacée	Non listée
<i>Anguilla anguilla</i>	European Eel	Anguille d'Europe	En danger critique	Annexe 2
<i>Rhincodon typus</i>	Whale Shark	Requin baleine	Vulnérable	Annexe 2
<i>Cetorhinus maximus</i>	Basking Shark	Requin pélerin	Vulnérable	Annexe 2
<i>Carcharodon carcharias</i>	White Shark	Grand requin blanc	Vulnérable	Annexe 2
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic Whitetip Shark	Requin océanique	Vulnérable	Non listée
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky Shark	Requin soyeux	Quasi menacée	Non listée
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Galapagos Shark	Requin des Galapagos	Quasi menacée	Non listée
<i>Lamna nasus</i>	Porbeagle Shark	Requin-taupe commun ou maraîche	Vulnérable	Non listée
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Shortfin Mako Shark	Requin Mako	Vulnérable	Non listée
<i>Prionace glauca</i>	Blue Shark	Requin peau bleue	Quasi menacée	Non listée

<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped Hammerhead	Requin marteau halicorne	En danger	Non listée
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiger Shark	Requin tigre	Quasi menacée	Non listée
<i>Caretta caretta</i>	Loggerhead turtle	Tortue caouanne	En danger	Annexe 1
<i>Chelonia mydas</i>	Green turtle	Tortue verte	En danger	Annexe 1
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Hawksbill turtle	Tortue imbriquée	En danger critique	Annexe 1
<i>Lepidochelys kemp</i>	Kemp's Ridley turtle	Tortue de Kemp	En danger critique	Annexe 1
<i>Dermochelys coriacea</i>	Leatherback turtle	Tortue luth	En danger critique	Annexe 1
<i>Pterodroma cahow</i>	Cahow	Pétrel des Bermudes	En danger	Non listée

Status CITES Status

### **Les critères pour une inscription sur la liste de l'UICN :**

Ils sont basés sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction : taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degré de peuplement et de fragmentation<sup>14</sup>.

### **Les critères pour une inscription dans la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction :**

La CITES contrôle et réglemente le commerce international des spécimens des espèces inscrites à ses annexes. Les espèces sont regroupées dans une des trois annexes en fonction de la gravité du risque d'extinction que leur fait courir ce commerce<sup>15</sup>. Les espèces inscrites à l'Annexe I sont les plus menacées de toutes les espèces animales et végétales couvertes par la CITES. Le commerce international de ces espèces est interdite sauf lorsque l'importation n'est pas faite à des fins commerciales (recherches scientifiques ...). L'Annexe II est la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé. Le commerce international des spécimens des espèces inscrites à l'Annexe II peut être autorisé et doit dans ce cas être couvert par un permis d'exportation ou un certificat de réexportation.

<sup>14</sup> <http://www.uicn.fr/La-Liste-Rouge-des-especes.html>

<sup>15</sup> <http://www.cites.org/fra/app/index.php>

## **Annexe 6 : Etendue de la protection de l'espèce, statut juridique des zones impactées par les sargasses, les pouvoirs et les responsabilisées des communes lors des échouages..**

La gestion des échouages de sargasses n'est pas aisée car il est nécessaire de prendre en compte la protection de l'environnement, la réglementation des zones de baignade et le pouvoir des communes. Une synthèse de ces différentes réglementations est primordiale avant de parler de gestion des échouages.

### **1. Etendue de la protection de l'espèce**

A ce jour, l'espèce en elle-même n'est pas protégée. En 2011 *S. fluitans* a été ajouté à la base de données mondiale des espèces envahissantes (Global database of Invasive Species Specialist Group)<sup>16</sup>. La mer des Sargasses au large des Bermudes est quant à elle une zone très étudiée et de plus en plus réglementée et cela pour diverses raisons (Laffoley et al, 2011), en effet, la mer des Sargasses :

- i) Est un lieu de légende avec une histoire riche d'une grande importance aux Bermudes ;
- ii) Est un écosystème accueillant une communauté riche et diversifiée, dont dix espèces endémiques (annexe 4) ;
- iii) Est un habitat essentiel pour nourrir une grande diversité d'espèces dont beaucoup sont en danger ou menacées (annexe 5) ;
- iv) Est le seul lieu de reproduction pour les anguilles européennes et américaines. L'anguille européenne est inscrite à l'Annexe II de la Convention sur la conservation des espèces migratrices ;
- v) Joue un rôle disproportionné dans les processus océaniques mondiaux de séquestration du carbone ;
- vi) A des valeurs significatives pour l'économie locale et mondiale ;
- vii) Est menacée par les activités telles que la surpêche, la pollution, les expéditions en bateau et la récolte.

### **L'alliance pour la mer des Sargasses (Sargasso Sea Alliance)**

En 2009, les Bermudes ont commencé à étudier les possibilités actuelles de gestion en haute mer dans le but de protéger la mer des Sargasses. Cela a abouti en 2010 à la formation de l'Alliance pour la mer des Sargasses, initiative menée par le Gouvernement des Bermudes et gérée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, en

---

<sup>16</sup> <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1837&fr=1&sts=&lang=EN>, consulté le 27 mars 2015

collaboration avec des scientifiques, des groupes internationaux de conservation marine et des donateurs privés. L'Alliance, en rassemblant les connaissances sur la nature et l'importance de la mer des Sargasses, a 4 grands objectifs :

- i) Construire un partenariat international pour obtenir la reconnaissance mondiale de l'importance et de la signification écologique de la mer des Sargasses, les menaces auxquelles elle est confrontée ;
- ii) Utiliser les organisations régionales, sectorielles et internationales existantes pour garantir une gamme de mesures de protection pour la mer des Sargasses;
- iii) Etablir une gestion appropriée pour la mer des Sargasses;
- iv) Utiliser le processus actuel comme un exemple de ce qui peut et ne peut pas être livré à travers les cadres existants dans les zones marines au-delà des juridictions nationales, pour informer le monde, débattre et fournir un modèle pour la protection des autres régions en haute mer.

L'alliance de la mer des sargasses travaille avec les Bermudes pour réaliser ces objectifs et gagner le soutien des gouvernements et des organisations clés.

### **Déclaration Hamilton**

Le 11 mars 2014, les Bermudes, les Açores, Monaco, le Royaume-Uni et les Etats-Unis ont signé une déclaration par laquelle ils s'engageaient à protéger la mer des Sargasses. Celle-ci ne bénéficiait jusqu'à présent d'aucun accord international. Cette déclaration sur la Collaboration pour la Conservation de la mer des Sargasses dite déclaration Hamilton est une déclaration politique non contraignante qui a permis la création d'une commission (Sargasso Sea Commission). Celle-ci se sert des outils internationaux pour atténuer les effets négatifs de la pêche et de la navigation dans la zone, pour maintenir sa santé, sa productivité et sa résilience.

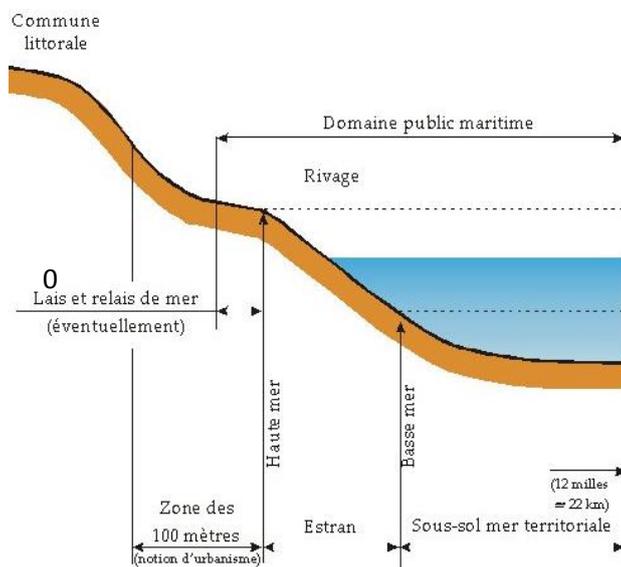
### **Assemblée générale des Nations Unies, 2012**

Dans sa résolution générale annuelle de 2012 sur les océans et le droit de la mer, l'Assemblée Générale des Nations Unies mentionne qu'elle « prend également note du travail que fait l'Alliance pour la mer des Sargasses, sous la conduite du Gouvernement Bermudien, pour faire comprendre l'importance écologique de la mer des Sargasses ».

## **2. Statut juridique des zones impactées par les sargasses : plage, port etc**

Le domaine public maritime appartient à l'Etat, ce qui permet d'assurer sa protection. On distingue le domaine public maritime (DPM) artificiel (article L.2111-6 du CGPPP) et le DPM naturel.

- Le DPM artificiel est composé des équipements et installations portuaires, ainsi que des ouvrages et installations relatifs à la sécurité et la facilité de la navigation maritime.
- Le DPM naturel comprend (figure) :



**Figure : Délimitation du Domaine Public Maritime Naturel (Source : <http://domaine-maritime.blogspot.com/>)**

**i) Les rivages de la mer**

Les rivages de la mer correspondent à la zone intertidale, i.e. la zone de balancement des marées. Un arrêt du conseil d'état (arrêté Kreitmann de 1973) a fixé la limite des rivages de la mer par le point atteint par la plus haute marée de l'année, en l'absence de perturbations écologiques exceptionnelles.

**ii) Le sol et le sous-sol de la mer territoriale**

Les eaux territoriales (jusque 12 miles marins) ne font pas partie du DPM. On considère que l'eau de mer est chose commune (héritage du droit romain), elle n'appartient donc à personne et l'usage est commun à tous. Cependant le sol et le sous-sol de la mer territoriale appartiennent au DPM.

**iii) Les lais et les relais de la mer**

C'est le résultat de l'action naturelle de la mer.

- Les lais sont des atterrissements de toute nature apportés par la mer (apport sédimentaire) et qui viennent engraisser le rivage. D'un point de vu physique, les lais peuvent correspondre à des hauts de plage.
  - Les relais sont des terrains de toute nature qui sont abandonnés par la mer naturellement (sans l'action humaine).
- iv) **Les étangs en communication avec la mer**, sous certaines conditions
- v) **La zone des 50 pas géométriques**, dans les départements d'Outre-Mer depuis la loi littorale du 3 janvier 1986 (loi relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral).

Ainsi, les sargasses s'échouent sur le DPM, soit sur la plage soit sur le sol de la mer territoriale, zones appartenant à l'état.

### **3. Les pouvoirs et les responsabilités de la commune sur la zone littorale**

#### **3.1. Les pouvoirs de la commune sur la zone littorale**

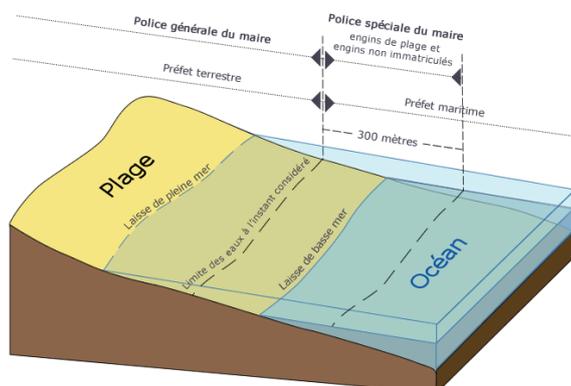
Avant d'étudier les responsabilités du maire d'une commune littorale lors d'un échouage de sargasses il est nécessaire de récapituler ces différentes zones de compétence (figure ci-dessous).

**L'article L212-3 le Code Général des collectivités Territoriales (CGCT)** définit la zone de compétence générale du maire « *La police municipale des communes riveraines de la mer s'exerce sur le rivage de la mer jusqu'à la limite des eaux* » au sens de la laisse de basse mer.

**D'après l'article L2213-23 du CGCT**, « *le maire exerce la police des baignades et des activités nautiques pratiquées à partir du rivage avec des engins de plages et des engins non immatriculés. Cette police s'exerce en mer jusqu'à une limite fixée à 300 mètres à compter de la limite des eaux* ». Outre la commune, le maire a donc une zone de compétence spéciale qui est la zone maritime des trois cent mètres, de par son pouvoir spécial de police des eaux du maire. Il intervient en cas de danger grave ou imminent.

**D'après l'article 2212-2 du CGCT** et dans le cadre de sa mission de prévention pour faire cesser les pollutions de toutes natures « *par des précautions convenables* » le maire peut être amené à surveiller la zone maritime littorale de sa commune, et à intervenir dans

l'urgence ou lorsque l'intervention de l'administration supérieure informée ne peut avoir lieu.



**Figure** : Zone de compétence le long de la cote. (<http://www.nageur-sauveteur.com/reglementation/droit-baignade.php>)

### **3.2. La responsabilité des communes sur les plages**

La plage naturelle et publique fait partie du DPM naturel, propriété de l'Etat. Cependant, la plage demeure sous le pouvoir de police du maire. Ce dernier est responsable des événements qui peuvent y survenir et de sa gestion.

**L'article L. 2224-17 du Code Général des Collectivités Territoriales** stipule « *l'obligation générale d'entretien à laquelle sont soumis les propriétaires et affectataires du domaine public comporte celle d'éliminer ou de faire éliminer les déchets qui s'y trouvent* »

Ainsi, au titre de sa mission de police générale (**article L 2212-2 et suivant du Code General des Collectivités Territoriales et L.131-2 du code des communes**), le maire doit veiller au bon ordre, à la sureté, à la sécurité et à la salubrité publique du DPM. C'est au nom de la salubrité publique que la commune a l'obligation d'assurer le nettoyage des plages, et ce, au regard des moyens dont elle dispose.

Dans beaucoup de pays comme en France, la loi n'oblige pas l'enlèvement des sargasses car elles ne sont pas considérées comme des débris marins mais une partie naturelle d'un écosystème. Si nécessaire, et pour éviter les accidents, le maire doit prendre des mesures et publier des arrêtés interdisant ou limitant l'accès aux plages et à la baignade.

Les communes ont donc l'obligation de nettoyer les plages et ce pour diverses raisons :

### **3.3. Responsabilité du maire vis-à-vis des baignades**

Le maire est compétent pour agir sur les plages où s'échouent les sargasses, à condition qu'il délimite cette zone comme étant propice à la baignade. **D'après le code des communes (L.131-2) et le code général des collectivités et du code de la santé publique (article L 2212-2 et suivant du Code General des Collectivités Territoriales)**, « *la police municipale a pour objet le bon ordre, la sûreté et la salubrité publique.* » et elle a le « *soin de prévenir (...) et de faire cesser (...) les pollutions de toute nature* ». Le maire peut être amené à retirer les sargasses pour ces raisons. Si le maire décide de ne pas les enlever, sa responsabilité pénale est engagée en cas d'accident (noyade sous un radeau, etc).

### 3.4. Responsabilité vis-à-vis du nettoyage des plages

La responsabilité des communes littorales dans le nettoyage des plages est encadrée par la **Circulaire du 14 mai 1974** précisant les modalités d'application de l'arrêté du 7 mai 1974 relatif à la propreté des plages et des zones littorales fréquentées par le public et notamment l'interdiction du dépôt de toute nature sur les plages. Par définition, une plage fréquentée par le public est une plage du domaine public maritime qui bénéficie d'un aménagement facilitant son accès. La périodicité du ramassage des débris marins rejetés par la mer doit être fixée par un arrêté municipal. Quand cela est possible, le ramassage doit s'effectuer en dehors des heures de grandes fréquentations. En France, la loi n'exige pas l'enlèvement des algues car celles-ci ne sont pas considérées comme des débris marins mais comme étant une partie normale de l'écosystème. Cependant, et comme dans le cas précédent, si le maire décide ou ne peut tout simplement pas les enlever pour diverses raisons, sa responsabilité pénale est engagée en cas d'accident (coma, mort par asphyxie du fait du dégagement de H<sub>2</sub>S...).

## **4. La responsabilité de l'état**

L'état, propriétaire de la plage du DPM, a uniquement la mission d'assurer la gestion et la conservation du domaine par le régime des autorisations d'occupations temporaires organisés par les **articles L.2121-1 et suivants du Code General de la propriété des personnes publiques** et par la police de contravention de grande voirie organisés par les **articles L.2132-2 et suivants du même code**.

## Annexe 7 : Mer, littoral et pouvoirs de police en France<sup>17</sup>.

	Port de plaisance (commune)	Territoire communal jusqu'à la laisse de basse mer	Domaine Public Maritime	Mer
<b>Maire</b>	Police générale (ordre public) Gestion et police de sports communaux Police spéciale de la conservation et de l'exploitation Police spéciale des épaves	Police générale	Police spéciale de la conservation du DPM	Police spéciale sur l'espace maritime immédiat (jusque 300mètres de la limite des eaux à l'instant considéré) Réglementation de la baignade Réglementation de la navigation des engins de plage non immatriculé et non motorisé (planches à voiles, etc)
<b>Préfet de département</b>	Polices spéciales de la qualité des eaux et de la signalisation maritime Police générale (ordre public) en cas de carence		Polices spéciales : Utilisation du DPM Compétences sur l'octroi de toutes autorisations d'extraction de matériaux et la réglementation de ces exploitations Concession de cultures marines Police administrative spéciale sur l'exploration et la protection des sites archéologiques sus marins, notamment les épaves Chasse maritime	Police spéciale de la signalisation maritime (phares et balises ; dans la limite des 300mètres) Police de la chasse maritime Police administrative spéciale des immersions de matériaux Police spéciale de la pêche à pied
<b>Préfet de région</b>				Police spéciale des pêches maritimes (hors pêche à pied). L'union européenne est compétente pour établir la réglementation, le préfet de région peut la durcir.
<b>Préfet Maritime</b>				Police générale : responsabilité générale de l'action de l'état en mer Police spéciale : Constatation des actes de pollutions en mer Protection du milieu marin Navigation des engins à moteurs immatriculés Préventions des accidents en mer et donc circulation maritime (sûreté des eaux et des rades, épaves dangereuses, passage inoffensif)

<sup>17</sup> <http://blogs.univ-poitiers.fr/jp-pancracio/2014/04/23/a-qui-aurez-vous-a-faire-mer-littoral-et-pouvoirs-de-police-en-france/> et <http://www.collectivites-locales.gouv.fr/police-administrative>, consultés le 22 mars

### **Annexe 8 : Liste des services contactés dans le cadre de l'enquête**

Pays	Département	Service	Nom
France	Guadeloupe	ADEME	Nicolas de Fontenay
		ARS	Nadine Saintol
		Association des Maires	Joëlle Anicet
		Car-Spawn	Julie Belmont Anne Fontaine Frédérique Fardin
		Conseil Régional	Marguerite Joyau
		Conservatoire du littoral	Pierrick Lizot Didier Lambert
		ONCFS	Antoine Chabrolle
		Direction de la Mer	Nd
		DEAL	Franck Mazeas
		Sita Verde	Ceril Fritz
		Société E.L.G	Mr Latchan
		Syndicat de mise en valeur des sites et des plages de Guadeloupe	Clarisse Iphose
		Université des Antilles et de la Guyane	Sarra Gaspard
	Saint Martin	Conservatoire du littoral	Olivier Raynaud
		Réserve Naturelle Nationale de Saint-Martin	Julien Chalifour
	Saint-Barthélemy	Réserve naturelle de Saint-Barthélemy	Françiane Le Quellec
	Martinique	ADEME	Mélanie Kessler Charlotte Gully
		ARS	Mr Alexis Alphonse
		Conservatoire du littoral	Nicolas Boulard
		DEAL	Fabien Védie
		Ifremer	Emmanuel Thouard
	Guyane	Association Kwata	Virginie Dos Reis
		Conservatoire du littoral	Nathan Berthelemy
		DEAL	Matthieu Villetard
	Métropole	IRD	Pierrick Penven
		Mercator Océan	Geneviève Chabot
INERIS		Nd	
Cedre		Nd	
Etats-Unis	Institute of Ocean Sciences	Jim Gower	
	Gulf Coast Research Laboratory Univ Southern Miss.	Donald Johnson	

nd : nom du contact non déterminé

**Annexe 9 : Liste des communes littorales contactées dans le cadre de l'enquête.**

<b>Département</b>	<b>Communes littorales</b>	<b>Nom</b>
Guadeloupe	Mairie de Petit-Canal	Mme Mayo
	Mairie de Port-Louis	Mr Lucien
	Mairie d'Anse-Bertrand	Mr Losy
	Mairie du Moule	Mr Suénon
	Mairie de Saint-François	Mr Mary
	Mairie de Sainte-Anne	Mme Aloph
	Mairie du Gosier	Nd
	Mairie de Pointe-à-Pitre	Mr Naprix
	Mairie de Petit-Bourg	Mr Mandine
	Mairie de Goyave	Mme Calvaire
	Mairie de Gourbeyre	Mme Edom
	Mairie de Capesterre-Belle-Eau	Mr Cassin
	Mairie de Trois-Rivières	Mr Vitalis
	Mairie de Vieux-Habitants	Mr Régent
	Mairie de Bouillante	Mr Averno
	Mairie de Pointe Noire	Mr Méphon
	Mairie de Deshaies	Mr Drouat
	Mairie de Sainte Rose	Nd
	Mairie de Grand-Bourg	Nd
	Mairie de Capesterre-de-Marie-Galante	Mr Maes
Mairie de Terre de Haut	Mr De Profit	
Mairie de Terre de Bas	Nd	
Mairie de Beauséjour	Mr Dinale	
Martinique	Mairie du Marigot	Mme Gros-Dubois
	Mairie de Sainte-Marie	Mr Tédof
	Mairie de Trinité	Mr Galva
	Mairie du Robert	Mr Marius
	Mairie du François	Guillaume de Reynal
	Mairie du Vauclin	Mr Cadet-Marthe
	Mairie de Sainte-Anne	Mr Théodose
	Mairie du Marin	Mme Soudès
	Mairie de Sainte-Luce	Mr Salomon
	Mairie du Diamant	Port de je peux demander
	Mairie des Anses d'Arlets	Nd
	Mairie des Trois Ilets	Nd- pas de sargasses
	Mairie de Rivière-Salée	Mme Tamarin

nd : nom du contact non déterminé

## Annexe 10 : Données recueillies lors du questionnaire

Département	Commune	Présence de sargasses	Structure(s) réalisant les opérations d'enlèvements	jeunes ou chantier d'insertion	Technique d'enlèvement	Lieux de stockage	Volume estimé (en m <sup>3</sup> )	Poids estimé (en tonne)	Coût estimé
Martinique	Le Marigot	OUI	Entreprise privée et Régie municipale quand peu d'algues	NON	Mécanique	transport vers exploitation agricole	nd	500 T en 2014/2015	nd
	Sainte-Marie	OUI	Jeunes	Emplois jeunes	Manuelle	nd	nd	nd	30 000 € en 2014
	La Trinité	OUI	Entreprise privée et Régie municipale quand peu d'algues	NON	Manuelle	Enfouissement + envoi au CVO	nd	nd	nd
	Le Robert	OUI	Régie municipale	Emplois jeunes	Mécanique	Terrain dédié	nd	nd	nd
	Le François	très peu d'algues	/	/	/	/	/	/	/
	La Vauclain	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Terrain dédié	Nd	Nd	100 000 € (900 € par jour) pour 2014/2015
	Sainte-Anne	OUI	Entreprise privée et service technique quand peu d'algues	Emplois jeunes	Mécanique	Terrain dédié	nd	nd	300 000 € pour 2014/2015
	Le Marin	OUI	Régie municipale	Emplois jeunes	Mécanique	envoi à Holdex Environnement	nd	nd	nd
	Sainte-Luce	OUI	Régie municipale	Emplois jeunes	Manuelle (car peu d'algues échouées)	nd	nd	nd	nd
	Le Diamant	OUI	Entreprise privée et Régie municipale quand peu d'algues	NON	Mécanique	Terrain dédié	nd	nd	150 000 € pour 2015/2015
	Les Anses d'Arlets	Peu d'algues	Régie municipale	NON	Manuelle (car peu d'algues échouées)	Terrain dédié ou envoi au CVO	nd	nd	nd
	Les Trois-Ilets	OUI	/	/	/	/	/	/	/
	Rivière-Salée	OUI	/	/	/	/	/	/	/

Département	Commune	Présence de sargasses	Structure(s) réalisant les opérations d'enlèvements	Emplois jeunes ou chantier d'insertion	Technique d'enlèvement	Lieux de stockage	Volume estimé (en m <sup>3</sup> )	Poids estimé (en tonne)	Coût estimé
Guadeloupe	Petit-Canal	OUI	Association	Chantier d'insertion	Manuelle	Arrière plage	nd	nd	nd
	Port-Louis	NON	/	/	/	/	/	/	/
	Anse-Bertrand	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	nd
	Le Moule	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	30 000 € pour 2014/2015
	Saint-François	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	200 000 € pour 2014
	Sainte-Anne	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Terrain dédié ou envoi à Sita Verde	Nd	300 T pour août et septembre 2014	40 000 € pour 2014
	Gosier	OUI	Entreprise privée et régie municipale quand peu d'algues	NON	Mécanique	Envoi à Sita Verde	nd	nd	nd
	Pointe-à-Pitre	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	La commune n'est pas au courant	nd	nd	nd
	Petit-Bourg	OUI	Entreprise privée et régie municipale quand peu d'algues	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	nd
	Goyave	OUI	Régie municipale	NON	nd	nd	nd	nd	nd
	Gourbeyre	Très peu d'algues	/	/	/	/	/	/	/
	Capesterre-Belle-Eau	OUI	Régie municipale	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	nd
	Trois-Rivières	OUI	Pas de ramassage	/	/	/	/	/	/

Département	Commune	Présence de sargasses	Structure(s) réalisant les opérations d'enlèvements	Emplois jeunes ou chantier d'insertion	Technique d'enlèvement	Lieux de stockage	Volume estimé (en m <sup>3</sup> )	Poids estimé (en tonne)	Coût estimé
Guadeloupe	Vieux-Habitants	OUI	Régie municipale	NON	Manuelle (car peu d'algues échouées)	Arrière plage	nd	1 T ou 2 T pour 2014/2015	nd
	Bouillante	OUI	Régie municipale	NON	Mécanique	Terrain dédié	nd	3,5 T pour 2015	20 000 € pour 2015
	Pointe Noire	OUI	Régie municipale	NON	Manuelle (car peu d'algues échouées)	Arrière plage	nd	nd	nd
	Deshatès	OUI	Régie municipale	Chantier d'insertion	Manuelle	nd	nd	nd	nd
	Terre-de-Haut	OUI	Régie municipale	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	500 T en 2014	janvier à avril 2015
	Terre-de-Bas	OUI	Régie municipale	NON	Manuelle	Le long de la route départementale	Nd	nd	nd
	Beauséjour	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Terrain dédié	nd	2000 T en 2014. 4000 T en 2015	50 000 € pour 2014
	Capesterre-de-Marie-Galante	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Terrain dédié	Nd	20 000 T en 2014	180 000 pour 2014/2015
	Grand Bourg	OUI	Régie municipale	NON	Manuelle (car peu d'algues échouées)	nd	nd	nd	nd
	/	OUI	Entreprise privée	NON	Mécanique	Arrière plage	nd	nd	nd
Saint-Martin	/	Très peu d'algues	Entreprise privée	NON	Mécanique	Enfouissement + envoi à la décharge et incinération	3300 m <sup>3</sup> en 2014 (1800 m <sup>3</sup> mis en décharge et 1500 m <sup>3</sup> ensevelis)	nd	nd
	/								

nd : non déterminé. Les communes n'ont pas pu répondre à ces questions



# UNIVERSITÉ DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

## MASTER ECOTOP

### **Résumé :**

Les premiers gros échouages des algues *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans* sur le littoral de Guyane et des Antilles Françaises datent de 2011. En 2015, ces échouages se sont intensifiés. Les conséquences directes sont considérables d'un point de vue sanitaire, socio-économique et écologique. Les conséquences indirectes liées aux mesures prises pour enlever les algues le sont plus encore. Entre conséquences directes et indirectes des échouages, les collectivités locales et les services de l'Etat tentent de répondre à ce phénomène récent le plus efficacement et durablement possible, mais la priorisation des enjeux n'est pas simple dans un contexte nouveau. Plusieurs travaux de synthèse en cours sur les méthodes de gestion du phénomène dans les Antilles Françaises ont permis de constater que certaines techniques et modes opératoires pourront à l'avenir permettre de traiter efficacement le phénomène dans le respect des patrimoines naturels littoraux.

**Mots clés** : Sargasse, Antilles Françaises, Guyane, littoral, conservation, végétation marine, gestion

### **Abstract :**

The first records of major seaweed strandings (*Sargassum fluitans* and *Sargassum natans*) on the coasts of French Guiana and French West Indies date back to 2011. The recent intensification of these strandings since 2015 has had direct consequences on the local economy, public health, and ecology of the impacted areas. In addition, indirect consequences associated with seaweed removal have raised even greater concerns. Local authorities and public agencies have to address the problem while taking into account these consequences. This is challenging given the newness of the situation. Indeed, prioritizing actions while maximizing efficiency and sustainability is an intricate task. Several ongoing studies regarding management and disposal practices in the French West Indies are revealing that certain procedures may prove efficient without damaging coastal ecosystems.

**Keywords** : Sargassum, French West Indies, Guyana, coastline, conservation, marine vegetation, management