

RAPPORT DE STAGE

Les échouages d'algues dans le Morbihan : quelles modalités de gestion et de valorisation ?



UNIVERSITE DE BRETAGNE-SUD

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

MASTER MENTION ENVIRONNEMENT MARIN & BIOTECHNOLOGIE

Spécialité : Ingénierie et Gestion des REssources Côtières (IGREC)

2^{ème} ANNEE

Tifenn NEVEU
10 septembre 2016

Année Universitaire 2015-2016

PREAMBULE

Ce rapport fait suite au stage de fin d'étude de Master Ingénierie et Gestion des REssources Côtières (IGREC) de l'université de Bretagne Sud (Vannes) effectué par Tifenn NEVEU du 1er mars au 31 août 2016 au sein du Conseil départemental du Morbihan. Le stage s'est effectué au service de l'eau (Direction de l'Eau et de l'Aménagement de l'Espace) sous la responsabilité de Franck DANIEL (directeur de stage) et de Romain CHAUVIERE (chef de service). Le travail a été suivi par Evelyne GOUBERT, tutrice universitaire du stage.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les nombreuses personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire et tout particulièrement :

- ❖ Franck DANIEL et Jean-Louis BELLONCLE ; chargés de missions au service EAU du Conseil Départemental du Morbihan pour l'accueil, l'encadrement et l'accompagnement scientifique et technique apporté tout au long du ce stage. Je les remercie pour l'autonomie qu'ils m'ont accordée dans la conduite de mes recherches. Un grand merci à Franck d'avoir été à mon écoute et d'avoir pris le temps de réaliser tous les points d'avancement qui m'ont été nécessaires dans la réalisation de ce mémoire.
- ❖ Romain CHAUVIERE et tout le service EAU pour leur écoute et leur conseil,
- ❖ Evelyne GOUBERT, ma tutrice universitaire pour ses commentaires,
- ❖ Les membres du Conseil Scientifique de l'Environnement du Morbihan pour leurs remarques,
- ❖ Yves GROHENS, président du CSEM, pour son appui et ses explications,
- ❖ Sylvain BALLU du Centre d'Etudes et de Valorisation des Algues pour les nombreuses sollicitations et informations requises.

Par ailleurs, j'adresse mes remerciements à l'ensemble des personnes contactées au sein des communes, communautés de communes et autres structures pour leur disponibilité, leur compréhension et leur accueil.

Enfin, je remercie mes proches pour leur soutien.

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Chapitre I. Cadre et objectifs de l'étude	2
I. Analyse de la demande	2
I.1. Demande du Conseil Départemental du Morbihan	2
I.2. Le littoral morbihannais	2
I.2.1 Présentation générale	2
I.2.2 Peuplements algaux et phénomènes de prolifération	3
I.2.3 La situation générale des échouages d'algues dans le Morbihan par rapport à la région Bretagne	4
I.2.4 Les usages du littoral morbihannais	4
II. Problématique et objectifs	5
III. Définitions préalables et périmètre de l'étude	6
III.1. Définitions	6
III.2. Périmètre de l'étude	9
IV. Démarche méthodologique générale de l'étude	10
Résumé du chapitre I	11
Chapitre II. Les échouages d'algues dans le Morbihan	12
I. Cadre juridique	12
I.1. Surveillances et préventions	12
I.1.1 Législation des eaux côtières et de transition à l'échelle Européenne	12
a) La DCE : Directive Cadre sur l'Eau	12
b) Etats des masses d'eaux côtières et de transition du Morbihan	13
I.1.2 Législation des eaux côtières et de transition à l'échelle nationale	17
a) Les documents de planification	17
b) Programmes d'actions de lutte contre l'eutrophisation des eaux littorales	19
c) Les programmes de surveillance des proliférations et d'échouages d'algues	19
I.1.3 Synthèse du statut juridique des algues et de leur exploitation	22
I.2. Ramassage et valorisation	22
II. Etat des lieux	23
II.1. Sites touchés	24
II.2. Surfaces couvertes par des algues (vertes et autres)	25
Résumé du chapitre II	28
Chapitre III. La gestion et la valorisation des algues échouées	30
I. Un peu d'histoire concernant l'exploitation traditionnelles des algues en Bretagne	30
II. La gestion des échouages d'algues opportunistes	31
II.1. La gestion des échouages d'algues dans le Morbihan	31
II.1.1 Analyse des données des suivis du CEVA	31
II.1.2 Diagnostic approfondi sur des communes-test	33
a) Choix de communes littorales test	33
b) Modalités de l'enquête	36
c) Résultats	36
II.1.3 Echouages d'algues et conchyliculture	42
II.2. La gestion des échouages d'algues dans d'autres territoires français	42
II.2.1 En Côtes d'Armor et en Finistère	44
II.2.2 En Loire-Atlantique	45
II.2.3 En Vendée	46

III.	La valorisation des échouages d'algues	46
III.1.	Recensement des domaines de valorisation des algues en Bretagne.....	46
III.2.	Caractérisation des filières de valorisation des algues échouées dans le Morbihan	47
III.2.1	Devenir des algues échouées ramassées par les communes du Morbihan	48
III.2.2	Les filières de valorisation dans le Morbihan	49
a)	La filière « Agronomie »	49
b)	La filière « Nutrition animale »	50
c)	La filière « Biomatériaux »	51
III.2.3	Projets et programmes de recherche sur les algues échouées	51
a)	Travaux impliquant des laboratoires morbihannais.....	51
b)	Travaux à l'échelle internationale	52
III.3.	Retours d'expérience sur d'autres territoires	53
III.3.1	La filière « Agronomie »	53
a)	L'épandage agricole	53
b)	Le compostage	54
III.3.2	La filière industrielle	55
IV.	Analyse critique des modalités de gestion et de valorisation identifiées	55
IV.1.	Méthode élaborée	55
IV.2.	Application de la méthode et résultats.....	56
IV.2.1	Mise en application de la méthode.....	56
IV.2.2	Résultats	60
a)	Résultats pour l'épandage	61
b)	Résultats pour le compostage	62
c)	Résultats pour la nutrition animale	63
d)	Résultats pour la fabrication de papier	64
e)	Synthèse et interprétation.....	65
	Résumé du chapitre III.....	66
	Chapitre IV. Discussions et recommandations	67
I.	Synthèse du diagnostic et discussion.....	67
I.1.	Au sujet de la gestion	67
I.2.	Au sujet de la valorisation.....	68
II.	Propositions et recommandations.....	70
II.1.	Organisation et accompagnement des territoires	70
II.1.1	Proposer un cadre départemental.....	70
II.1.2	Prendre en compte la compétence « gestion des algues échouées » dans les regroupements d'EPCI en cours	70
II.2.	Renforcement et partage de la connaissance.....	71
II.2.1	Assurer la pérennité des suivis « échouages et ramassages »	71
II.2.2	Optimiser l'organisation et la gestion des données issues des suivis	71
II.2.3	Améliorer la mise à disposition et le partage des connaissances	72
II.3.	Prise en compte et valorisation des données disponibles	72
II.3.1	Aborder le volet macro-algues dans les Sage.....	72
II.3.2	Mieux prendre en compte les enjeux macro-algues dans les profils de baignades	72
II.4.	Optimisation des modalités de gestion et de valorisation des algues opportunistes ...	72
II.4.1	Formaliser davantage les pratiques de ramassage	72
II.4.2	Epandage : conforter les suivis des terres agricoles	72

II.4.3	Développer les analyses d'impacts des filières industrielles.....	73
	Résumé du chapitre IV.....	73
	Conclusion	74
	Références bibliographiques	75
	TABLES DES ANNEXES	81
	Résumé	147
	Abstract	147

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Morphologie des côtes morbihannaises (source : Atlas de l'environnement du Morbihan)...	2
Figure 2 : De gauche à droite, <i>Ulva lactuca</i> (algue verte), <i>Fucus vesiculosus</i> (algue brune) et <i>Solieria chordalis</i> (algue rouge) (source : Rossi N., Noel L., 2013 et Neveu, 2016).....	3
Figure 3 : Photo d'échouages d'algues rouges <i>Solieria chordalis</i> sur la presqu'île de Rhuys en septembre 2015 (source : Ouest France).	3
Figure 4: Cycle saisonnier des facteurs limitant des marées vertes (source : CEVA).....	4
Figure 5 : Concessions conchylicoles présentes dans le Morbihan en 2013 (source : DDTM 56).....	5
Figure 6 : Exemple d'échouages massifs d'algues de type marée vertes à Hillion en Côtes-d'Armor en juillet 2016 (source : Neveu, 2016).....	6
Figure 7 : Laisses de mer sur la grande plage de Carnac en juillet 2016 (source : Neveu, 2016).....	7
Figure 8 : Schéma de la mise en place d'une dune embryonnaire (source : CG Manche, 2005).	7
Figure 9: Illustration des principales espèces macroalgales pouvant proliférer (source : Rossi N., Noel L., 2013).....	8
Figure 10 : Schéma du périmètre de l'étude (entre les deux flèches rouges).	9
Figure 11 : Présentation des grandes étapes de l'étude.	10
Figure 12 : Les classes de bon état des masses d'eau de surface (source : www.developpement-durable.gouv.fr)	12
Figure 13: Synthèse du cadre juridique et des politiques relatives à la prolifération et à l'échouage des algues opportunistes.	23
Figure 14: Surface couvertes par les ulves sur les sites sableux du littoral morbihannais pour chaque mois d'inventaire dans le cadre des suivis DCE (source : CEVA).	28
Figure 15 : La récolte du goémon de rive sous les remparts de Saint-Malo (source : Arzel; 1987)	30
Figure 16 : Représentation des volumes totaux d'algues ramassées déclarées par les communes du Morbihan entre 2002 et 2015 (source : CEVA).....	31
Figure 17 : Moyenne des quantités d'algues vertes et d'autres algues ramassées annuellement par les communes du Morbihan sur la période 2002 et 2015 (source : CEVA)	32
Figure 18 : Exemple d'engins utilisés dans le ramassage des algues ; tractopelle à Carnac (à gauche) et manuscopie sur Port-Maria (à droite) (source : Neveu, 2016 et A. Gorel).....	38
Figure 19: Macrodéchets pouvant être ramassés avant les algues sur la plage (source : Neveu, 2016).	39
Figure 20: Passage de la cribleuse sur la grande plage de Carnac, galets et coquillages criblés et retirés (source : Neveu, 2016).	39
Figure 21: Photographie de l'impact du ramassage des algues sur le stock sédimentaire (source : Neveu, 2016.).....	39
Figure 22 : Traces laissées sur l'estran après passage d'engins mécanisés pour le ramassage des algues (source : Neveu, 2016).	40
Figure 23 : Engins munis de griffe ramassant les algues vertes à Hillion (à gauche) et zone de ressuyage des algues en haut de cette même plage (22) (source : Neveu, 2016).	44
Figure 24 : Tracteur muni d'un rabot pour le ramassage des algues échouées en baie de Lannion (source : Lannion-Trégor-Communauté).	45
Figure 25 : Synthèse de la gestion des échouages d'algues pour CAP Atlantique (source : CAP Atlantique).	46
Figure 26 : Epandeur agricole utilisé pour épandre les algues sur les parcelles agricoles en CCPR (source : D Poligné).	50
Figure 27 : Retourneur d'andains (ou andaineuse) de l'usine Launay-Lantic (source : Neveu ; 2016). 54	

Figure 28 : Schéma des différentes étapes prises en compte pour l'ACV simplifiée de la valorisation de l'algue échouée.	57
Figure 29 : Process de transformation de l'algue par Agrival (source : http://www.agrival-extract.com/les-algues).....	59
Figure 30 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées par voie d'épandage.....	61
Figure 31 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées par le compostage..	62
Figure 32 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées pour la nutrition animale.	63
Figure 33 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées pour la production de papier.	64

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Etat écologique des masses d'eaux côtières et de transition pour l'année 2015 basée sur la période d'évaluation 2008-2013.	14
Carte 2 : Survol réalisés pour le suivi des marées vertes par le CEVA (suivis RCS de la DCE et suivis complémentaires CIMAV) (source : CEVA, 2013)	20
Carte 3 : Sites les plus fréquemment touchés dans le Morbihan par des échouages d'ulves sur la période 1997-2015 (source : CEVA).....	24
Carte 4 : Surfaces d'échouages d'algues vertes observées sur la période 2008-2015 dans le Morbihan : mesures réalisées dans le cadre des 3 inventaires annuels de la surveillance DCE (source : CEVA).....	26
Carte 5 : Sites touchés par les proliférations d'algues autres que les ulves sur la période 2005- 2015 sur les sites sableux (source : CEVA).....	27
Carte 6 : Délimitation des trois secteurs (Ouest, Sud et Golfe du Morbihan) dans la zone d'étude soumis à des conditions météorologiques différentes.....	34
Carte 7 : Communes littorales choisies pour l'enquête complémentaire sur les modalités de gestion/valorisation des échouages d'algues du Morbihan.	36
Carte 8 : Destination des algues échouées en Morbihan pour les communes ayant été choisies.	48
Carte 9 : Projet des futures EPCI à l'horizon 2017 (source : JL. Belloncle, CD56).	71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Synthèse des différentes métriques utilisées en fonction des types de marées permettant d'évaluer la qualité écologique des masses d'eau (source : CEVA, 2015).....	13
Tableau II : Synthèse de l'état des ME côtières et de transitions du Morbihan et objectifs à l'horizon 2027 (source : http://envlit.ifremer.fr et AELB, 2016).	15
Tableau III : Paramètres mesurés pour qualifier l'état chimique et écologique d'une masse d'eau côtière/transition dans le cadre des suivis DCE (source : http://envlit.ifremer.fr/).	16
Tableau IV : Facteurs de déclassement pour l'état écologique de certaines masses d'eaux côtières et de transitions morbihannaises pour la période d'évaluation 2008 -2013 (source : http://envlit.ifremer.fr/).	16
Tableau V : Synthèse des mesures et orientations des SAGE du Morbihan concernant les enjeux en lien direct ou indirect avec la prolifération et/ou les échouages d'algues sur le littoral (source : SAGE 56).	18
Tableau VI : Synthèse des suivis de surveillance DCE et CIMAV réalisés par le CEVA depuis 2007 (source : rapports DCE, CIMAV et communications personnelles.....	21
Tableau VII : Années de suivis surfaciques des différents sites de vasières dans le Morbihan sur la période 2008-2015 (source : CEVA, 2013, 2014, Rossi, 2012 et com. pers).	26

Tableau VIII : Synthèse des modalités de gestions et de valorisation des échouages d'algues de quelques communes du littoral morbihannais.....	37
Tableau IX : Synthèse des modalités de gestions et de valorisation des échouages d'algues dans d'autres territoires français.....	43
Tableau X : Recensement des filières de valorisation des algues en Bretagne en fonction du type d'algues utilisé.....	47
Tableau XI : Principaux marchés potentiels de valorisation des algues d'échouages retenus pour l'ACV simplifiée.....	56
Tableau XII : Grille d'évaluation pour l'ACV de l'algue échouée (source : A.Ventti ., 2012., Bengtsson S. et al., 2011., Dias AC. Et al., 2007., Gottfridsson L., 2013., Nemecek T., Kägi T., 2007., Ogino A et al., 2012., Saer A. et al., 2013., Salemdeeb R., et al. 2016., Skals P. et al., 2008., Spielmann M., W.Scholz., 2005.)	58
Tableau XIII : Synthèse des demandes en énergie des différentes filières de valorisation des algues en comparaison à des référentiels d'utilisation quotidienne (électricité et véhicule)	65

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES et UNITES UTILISEES

€ : Euros

ACV : Analyse du cycle de vie

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

AELB : Agence de l'eau Loire-Bretagne

AT : Algues totales

AV : Algues vertes

BB : Breizh Bocage

BV : Bassin versant

CaCO₃ : Carbonate de calcium

CaO : chaux

CC CAP Atlantique : Communauté de communes de la Presqu'île de Guérande Atlantique

CCPF : Communauté de communes de Pays Fouesnantais

CCPR : Communauté de communes de la Presqu'île de Rhuys

CCPRC : Centre de Recherches en Psychologie, Cognition et Communication

CD : Conseil Départemental

CE : Conseil de l'Europe

CEVA : Centre d'Etude et de Valorisation des Algues

CIMAV : Cellule d'intervention sur les marées vertes

CL : Conservatoire du littoral

CLE : commission locale de l'eau

CN : Conditions Naturelles

CNRS : Centre national de recherche scientifique

CO₂ : dioxyde de carbone

Com. com : Communauté de communes

Com. pers : Communication personnelle

CRC : Comité Régional de la Conchyliculture

CRPM : Code rural de la pêche maritime

CSEM : Conseil scientifique de l'environnement du Morbihan

CTBV : Contrats territoriaux de bassin versant

DCE : Directive cadre sur l'eau

DCSMM : Directive Cadre Sur les Milieux Marins

DDTM : Direction des Territoires et de la Mer

DEAE : Direction de l'eau et de l'aménagement de l'espace

DPM : Domaine Public Maritime

DPM : Domaine public maritime

ENS : Espace naturel sensible

EPCI : Etablissement public de coopération intercommunale

EQR : Ratio de Qualité Ecologique

ESAT : Etablissement et services d'aides par le travail

FT : Faisabilité technique

FU : Functional unit

GDM : Golfe du Morbihan

GMGL : Géosciences Marines et Géomorphologie du Littoral

GWP : Global warming potentiel
H2S : Sulfure d'hydrogène ou hydrogène sulfuré
IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
Kg/CO2/T : kilogramme de dioxyde de carbone par tonne
kWh : kilowattheure
LBCM : Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marine
LBCM : Laboratoire de biotechnologie et de chimie marine
LIMATB : laboratoire d'ingénierie des matériaux de Bretagne
Loi NOTRe : Nouvelle Organisation Territoriale de la République
LTC : Lannion-Trégor-Communautés
m² : mètre carré
m³ : mètre cube
MAEC : Mesures Agro-Environnementales et Climatiques
ME : Masse d'Eau
MJ/T : Mégajoules par tonne
NB : Nota bene
N total : Azote totAL
NRRD : Non renewable resource depletion
OM : Ordures ménagères
PAMM : Plan d'Action pour le Milieu Marin
PAOT : Plan d'actons opérationnels territorialisés
PAV : Plan Algues Vertes
PCP : Politique Commune de la Pêche
PME : Petite moyenne entreprise
PNR : Parc naturel régional
R&D : Recherches et développement
RCS : Réseau de contrôle de suivi
RN : Réserve naturelle
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAS : Société par actions simplifiées
SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SMITRED : syndicat mixte pour le tri, le recyclage et l'élimination des déchets
STM : Services techniques municipaux
T : Tonne
UBS : Université de Bretagne Sud

Introduction

Depuis de nombreuses années, les algues opportunistes prolifèrent et s'échouent sur les côtes bretonnes en raison de l'eutrophisation croissante des eaux côtières. Ces échouages d'algues (vertes, brunes ou rouges) peuvent sur certains secteurs être massifs notamment en période estivale. Ce phénomène d'échouage massif, plus connu en Côtes d'Armor et Finistère, sont perçus comme une pollution et ils portent atteinte à l'image de la Bretagne. En 2009, la mort subite d'un cheval intoxiqué par l'hydrogène sulfuré (H₂S) produit par la décomposition des algues vertes, à Saint-Michel-en-Grève (22) a provoqué un « vent de panique » et la responsabilité de l'Etat a été mise en cause. Suite au contentieux entre l'Etat français et l'Union Européenne sur le sujet, un plan d'action a été mis en place en 2010 dans plusieurs bassins versants du Finistère et des Côtes d'Armor (8 baies particulièrement touchées) afin de lutter contre le développement des algues vertes sur le littoral et de prévenir les proliférations (Cf. Annexe III).

Toutefois, ce phénomène d'échouages massifs d'algues opportunistes est également présent sur le littoral sud breton, le littoral de Loire Atlantique et de Vendée.

En effet, les échouages massifs d'algues peuvent engendrer une pollution visuelle, olfactive et sanitaire et donc être néfastes pour l'économie locale. Les côtes morbihannaises sont soumises à de forts enjeux économiques liés, entre autres, aux activités touristiques et aux activités de pêches et de cultures marines qui s'y sont développées. Pour pallier à ce problème d'échouages, certaines communes littorales mettent en place le ramassage de ces algues pour laisser les plages « propres » l'été afin de satisfaire les vacanciers.

Pour des raisons politiques et économiques qui viennent s'ajouter à une pression sociale, certaines communes ramassent l'ensemble des algues sur les plages parfois à tort quand il s'agit de laisses de mer, indispensables à la préservation des dunes et élément clé de l'écologie et de la biodiversité terrestre et marine. De plus, le ramassage des algues échouées s'accompagne du retrait de grande quantité de sable. La morphologie de la plage et de la côte peut-être altérée à long terme par ces pratiques rendant l'écosystème vulnérable à l'érosion. En outre, la gestion des algues échouées entraîne des coûts de collecte et de traitement lourds à supporter pour une commune. Les algues peuvent-être utilisées en partie dans certains secteurs et permettant aux industriels d'obtenir des financements afin de développer des projets et des programmes de recherches.

Dans un premier temps, les objectifs et la démarche méthodologique de cette étude seront présentés. Dans un deuxième temps, le cadre juridique de la gestion et de la protection des eaux sera développé ainsi qu'un état des lieux de la situation des échouages d'algues en Morbihan. Puis, les modalités de gestion et de valorisation des échouages d'algues dans ce département seront décrites et feront l'objet d'une analyse critique. Enfin, la dernière partie permettra une analyse critique de l'étude et de ses contraintes et d'avancer quelques propositions et recommandations pour optimiser et améliorer la mise à disposition et le partage des connaissances autour de la problématique des algues échouées sur le littoral breton.

Chapitre I. Cadre et objectifs de l'étude

I. Analyse de la demande

I.1. Demande du Conseil Départemental du Morbihan

Le CD soutient depuis de nombreuses années des actions de lutte contre l'eutrophisation des eaux et le suivi de ces phénomènes (micro et macro algues). Il accompagne également les SAGE qui intègrent de plus en plus la problématique des algues (SDAGE, 2015).

Le 14 décembre 2015, le CD et le CSEM organisaient une rencontre ayant pour thématique : « Prolifération et échouages d'algues sur les côtes : origines, processus et impacts ». Cette rencontre avait pour but de partager avec les collectivités territoriales, les connaissances scientifiques disponibles sur ce sujet.

Dans le prolongement de cet état des connaissances, le CD souhaite réaliser un diagnostic des modalités de gestion des échouages d'algues dans le Morbihan. En effet, les collectivités locales finançant une partie des actions de nettoyage menées sur les plages, cette activité constitue une préoccupation et peut présenter un coût économique important en fonction des moyens mis en œuvre.

Le but de cette étude est de mieux connaître les modalités de gestion des échouages d'algues, de recenser les filières et/ou projet de valorisation de ces algues et de mieux comprendre les enjeux (socio-économiques et environnementaux).

I.2. Le littoral morbihannais

I.2.1 Présentation générale

Le littoral morbihannais d'une longueur d'environ 1 040 km est morcelé par la présence de littoral sableux, de rias et estuaires, falaises, autres côtes rocheuses et rivages artificialisés. Figure 1 (Belloncle, Daniel & Plus, 2010).

Les conditions océaniques en hiver sont caractérisées par des vents forts, de fortes houles, d'importants courants et par conséquent des événements tempétueux. Le marnage est méso- à macrotidal variant entre 3 et 5 m sur l'ensemble du littoral. Ces conditions favorisent l'arrachage des algues et leur transport.

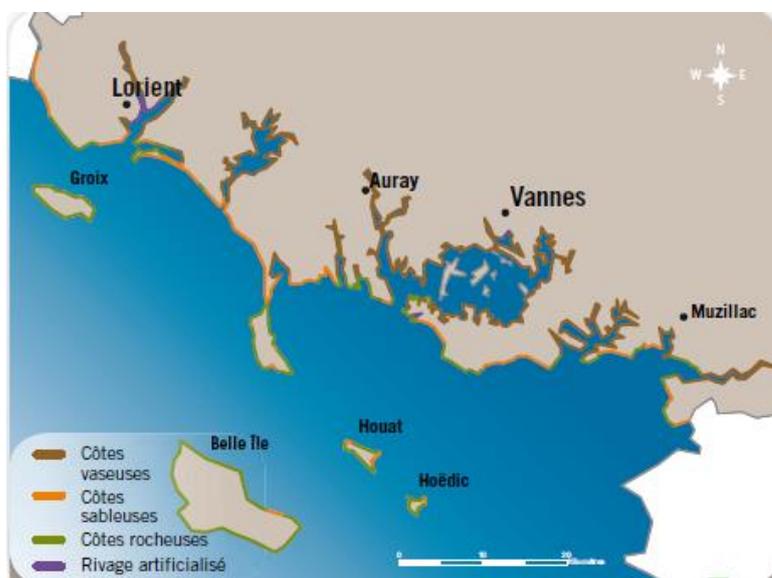


Figure 1: Morphologie des côtes morbihannaises (source : Atlas de l'environnement du Morbihan).

1.2.2 Peuplements algaux et phénomènes de prolifération

La région Bretagne possède le plus grand champ d'algues en Europe avec d'importants gisements (N. Bourgougnon; com. pers¹) :

- 80 000 T d'algues vertes appartenant au genre *Ulva*,...
- 70 000 T d'algues brunes appartenant aux genres *Laminaires*, *Ascophyllum*, *Fucus*,...
- 10 000 T d'algues rouges appartenant aux genres *Chondrus*, *Mastocarpus*, *Gelidium*, *Solaria*...

Exemples Figure 2.



Figure 2 : De gauche à droite, *Ulva lactuca* (algue verte), *Fucus vesiculosus* (algue brune) et *Solieria chordalis* (algue rouge) (source : Rossi N., Noel L., 2013 et Neveu, 2016).

➤ Phénomène de prolifération algale

La prolifération algale et les échouages massifs peuvent-être néfastes et indésirables. Une algue opportuniste peut-être une algue invasive (espèce introduite, à développement rapide et qui s'adapte vite). Parmi ces algues opportunistes (définitions Cf. Chap. I. III. I), on retrouve les ulves ainsi que d'autres algues vertes, brunes, rouges.

Le littoral morbihannais est concerné par l'ensemble de ces algues mais avec des proliférations d'ulves moins importantes que sur la côte nord bretonne. Exemple d'échouages en Morbihan (Figure 3).



Figure 3 : Photo d'échouages d'algues rouges *Solieria chordalis* sur la presqu'île de Rhuys en septembre 2015 (source : Ouest France).

¹ Cf. liste des personnes citées en Annexe XIV

➤ Facteurs contrôles des proliférations

La saisonnalité est un facteur de contrôle des proliférations algales, très important. En été, des phénomènes d'eutrophisation (bloom de micro algues phytoplanctoniques) sont observés sur les côtes (exemple en Baie de Vilaine). Le développement des macroalgues fixées en mer ou dérivantes, est également favorisé par différents facteurs comme la lumière et les nutriments entraînant des échouages massifs sur les littoraux. L'azote a été déterminé comme le principal facteur sur lequel agir pour limiter la prolifération algale, mais le phosphore pourrait également jouer un rôle significatif en particulier sur certaines vasières (CEVA., 2014d). Outre les flux de nutriments, les biomasses saisonnières sont sous le contrôle des paramètres température et lumière (CEVA, 2015a et b). La prolifération des algues dépend donc avant tout de la quantité d'éléments nutritifs disponibles avec en particulier l'importance des apports printaniers et des conditions climatiques (lumière, températures élevées, stock d'algues de l'année passée appelé stock résiduel) (Cf. Figure 4).

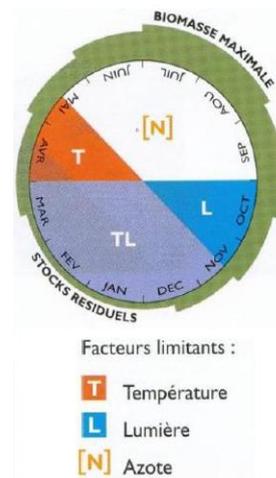


Figure 4: Cycle saisonnier des facteurs limitant des marées vertes (source : CEVA).

1.2.3 La situation générale des échouages d'algues dans le Morbihan par rapport à la région Bretagne

De nombreux sites bretons sont touchés par des échouages massifs d'algues opportunistes. L'annexe I ne présente que les sites qui sont régulièrement repérés ; seuls les sites ayant été touchés au moins 12 fois sur les 18 années d'inventaires sont représentés (soit deux années sur trois).

Il convient de noter que certains points du littoral morbihannais (la Ria d'Étel, notamment mais également les Iles du Golfe du Morbihan, ...) ne sont survolés que depuis quelques années et ne peuvent donc entrer dans la catégorie des sites touchés « régulièrement » ; pour autant ces sites peuvent apparaître tous les ans depuis qu'ils sont surveillés (CEVA, 2014a).

Les algues vertes de type *Ulva* ne sont pas les seules qui s'échouent sur le littoral breton. Le Morbihan et la Vendée sont par exemple touchés par des échouages d'algues rouges type *Solieria chordalis* (algue rouge).

Les départements du Finistère et des Côtes-d'Armor sont les plus touchés par les échouages d'algues vertes (exemple à Morieux, Yffiniac, Saint-Michel-en-Grève...). Le Morbihan présente également des échouages d'algues sur son littoral mais en moins grande quantité sur les plages et avec une proportion plus élevée de sites de vasières.

NB : Le Chapitre II. est consacré à une analyse détaillée des échouages d'algues dans le Morbihan.

1.2.4 Les usages du littoral morbihannais

Sur le secteur littoral, la concentration de la population est constante au cours de l'année à l'exception de la période estivale caractérisée par un flux touristiques « saisonnier » important. Beaucoup d'activités dépendent de la mer comme l'ostréiculture, la pêche, la pêche à pied et le tourisme (baignade, nautisme, randonnées...).

La pêche et la conchyliculture (Cf. Figure 5) morbihannaises ont une place importante dans l'économie locale mais aussi nationale. Lorient est le troisième port de pêche français (avec 21 545 t produites en 2007), et le Morbihan est le 1er centre conchylicole de Bretagne (avec 22 650 t produites en 2004) et le 2ème département ostréicole français (Belloncle, Daniel & Plus, 2010).

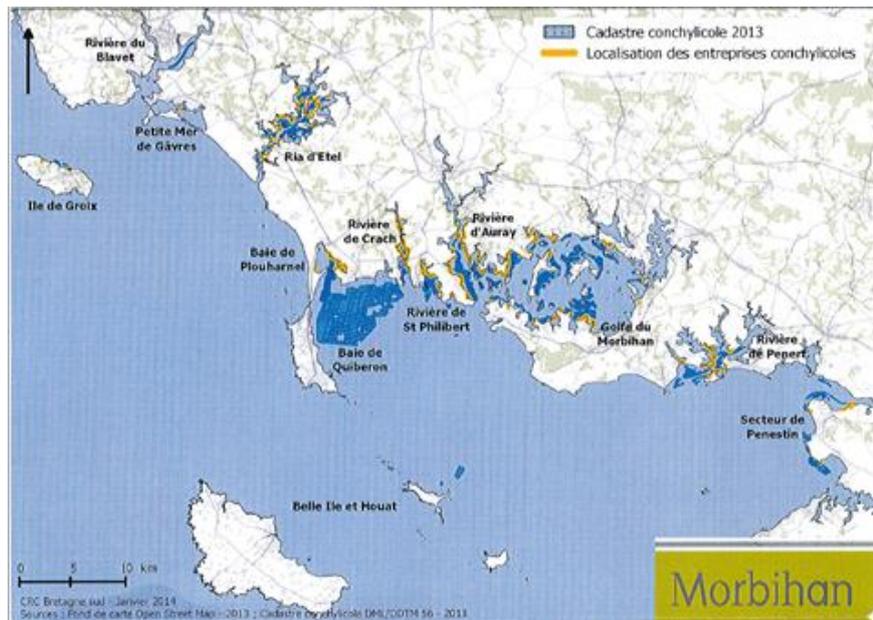


Figure 5 : Concessions conchylicoles présentes dans le Morbihan en 2013
(source : DDTM 56).

De plus, le Morbihan est doté d'un fort patrimoine naturel reconnu au travers de nombreuses mesures de protection et labels tels que les sites Natura 2000, le PNR du Golfe du Morbihan, les espaces naturels sensibles (ENS), les terrains du conservatoire du littoral (CL), les réserves naturelles (RN) riches en biodiversité constituant des intérêts socio-économiques majeurs.

II. Problématique et objectifs

Les côtes morbihannaises sont soumises à des échouages d'algues (vertes, brunes, rouges) qui peuvent sur certains secteurs et à certaines périodes être massifs.

Certaines communes littorales mettent en place des ramassages de ces algues en particulier pour laisser les plages 'propres' l'été pour les touristes (pollution visuelle, olfactive et sanitaire...). Ces actions sont diverses, elles peuvent représenter un coût économique important pour les collectivités locales et peuvent avoir des impacts environnementaux.

Les algues ramassées peuvent-être gérées suivant différentes modalités : stockage, utilisation/valorisations variées...

A ce titre, elles peuvent représenter un déchet qu'il faut gérer et/ou un potentiel économique et elles peuvent-être utilisées notamment dans :

- ✓ le domaine agricole : pour la production de compost ou par épandage car elles ont des propriétés fertilisantes ;
- ✓ le milieu industriel : pour être valorisées dans la santé animale, pour les éco matériaux ... ;
- ✓ la protection du littoral en servant de barrière naturel contre les problèmes d'érosion.

Se posent alors des interrogations ; **Quelles sont les modalités de gestion des échouages d'algues en Morbihan et quelles sont les différentes filières de valorisation existantes ?**

La présente étude a donc pour objectifs de mieux connaître et comprendre la gestion et la valorisation des échouages d'algues en Morbihan, de formuler des propositions pour améliorer les modalités actuelles de gestion et de mise à dispositions des données.

III. Définitions préalables et périmètre de l'étude

III.1. Définitions

Macroalgues est le terme générique et global qui désigne et englobe toutes les algues pluricellulaires. Sous le terme d'**opportuniste** est qualifié un organisme, une espèce, capable de s'installer rapidement quelque part et de s'adapter à des milieux différents (Cabane, 2012).

On parlera de « **prolifération** » dans le cas de multiplication effrénée d'une espèce, si les caractères du milieu s'y prêtent. Pour les algues, et surtout les microalgues, on parlera de « prolifération algale » (voir « efflorescence algale », ou « poussée algale » ou « bloom ») (Cabane, 2012).

Il existe beaucoup de définitions pour une espèce envahissante. En fonction des auteurs, **une espèce envahissante** est une espèce qui a agrandi son aire de répartition naturellement ou à la suite d'une modification d'un milieu, qu'elle soit anthropique ou naturelle. Les auteurs considèrent qu'elle peut-être autochtone ou allochtone de la zone considérée (Haury et al., 2014).

Une **espèce proliférante** est une espèce qui présente des multiplications ou des pullulations dans une zone déterminée. Ces proliférations peuvent venir d'espèces autochtones ou allochtones (Haury et al., 2014).

D'après Lefeuvre J-C (2013), une **espèce dite invasive** peut-être une espèce introduite ou « allochtone ». Pour Simberloff (2006), une espèce « invasive » est une espèce qui arrive (souvent avec l'aide de l'homme) dans un habitat qu'elle n'a pas occupé auparavant, qui a établi une population et se propage, se disperse de manière autonome.

Une **marée verte** est caractérisée par des proliférations macroalgales composées de macroalgues vertes appartenant à la lignée des *Chlorophytes* (Rossi., Noel., 2013). Les premières « marées vertes » sont apparues en Bretagne au début des années 1970 avec principalement la prolifération d'algues du genre *Ulva*. Les échouages d'algues peuvent également concerner des macroalgues opportunistes rouges ou brunes (exemples Figure 9).

Un **échouage massif d'algues** est une quantité élevée anormale d'algues échouées sur un site (sableux ou vaseux) en lien avec des conditions environnementales propices (Cf. Figure 6).



Figure 6 : Exemple d'échouages massifs d'algues de type marée vertes à Hillion en Côtes-d'Armor en juillet 2016 (source : Neveu, 2016).

La laisse de mer

Les lasses de mer ont un rôle important dans l'écosystème des plages et contribuent à l'équilibre naturel de celles-ci.

Des algues brunes et rouges essentiellement, se développent sur les fonds marins côtiers, formant parfois des prairies continues. Une partie est arrachée par les vagues et la houle et ramenée sur la côte, sous forme de dépôts, principalement en haut de plage. S'ajoutent à ces végétaux (majoritairement composés de macro-algues), des cadavres de petits animaux et du bois flotté venus s'échouer. Cet ensemble constitue **la laisse de mer** (Cf. Figure 7). De nombreux oiseaux viennent se nourrir dans la laisse de mer et même nidifier comme le gravelot à collier interrompu. On peut également y trouver des produits issus de l'activité anthropique comme des macro-déchets (Conseil général de la Manche, 2005).



Figure 7 : Lasses de mer sur la grande plage de Carnac en juillet 2016 (source : Neveu, 2016).

La laisse de mer déposée en haut de plage au moment des gros coefficients va permettre une première stabilisation par piégeage du sable. La matière organique va ensuite se décomposer par action des bactéries, talitres (puces de mer) et autres petits invertébrés ce qui va permettre à des végétaux dit « pionniers » (plantes annuelles) de se développer pour former une avant-dune, première barrière naturelle pour lutter contre l'érosion permettant de fixer la dune (Cf. Figure 8). « La laisse de mer d'équinoxe de printemps joue un rôle particulièrement important du point de vue du fonctionnement écologique (B. Clément; com. pers) »

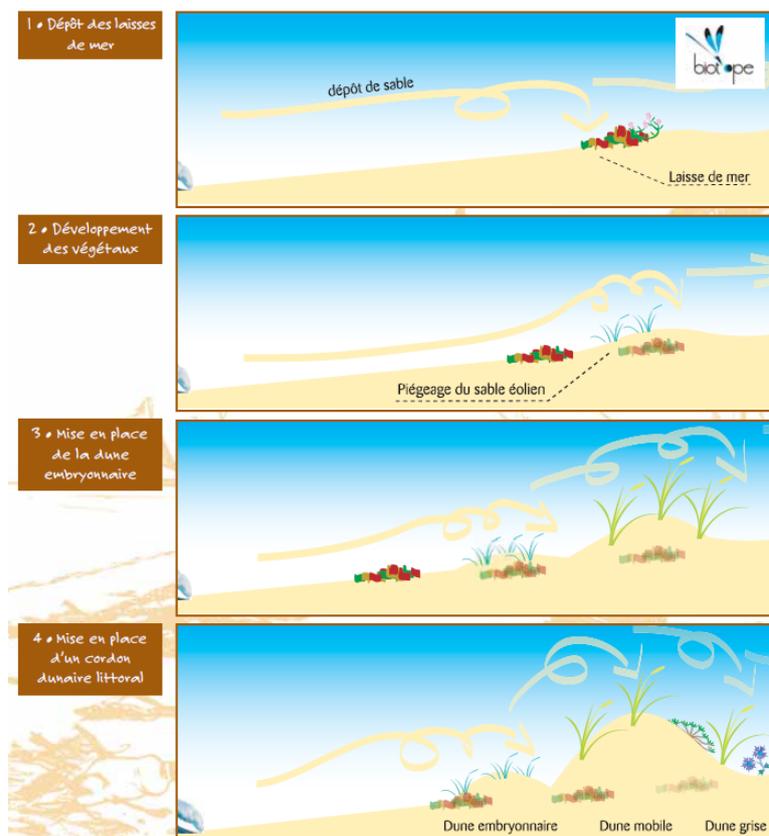


Figure 8 : Schéma de la mise en place d'une dune embryonnaire (source : CG Manche, 2005).

➤ Précisions concernant les termes utilisés dans le rapport :

Le terme d'**ulves** englobe les espèces du genre *Ulva* (*Ulva sp.*) Les **algues vertes** sont qualifiées par les termes ulves plus autres algues vertes filamenteuses.

Dans les cartes fournies par le CEVA, un distinguo est fait concernant les types d'algues sur les surfaces d'échouages en fonction des sites. Les surfaces d'algues vertes sont qualifiées par les **ulves** (au sens stricts pour les sites sableux) et les surfaces d'algues vertes sont qualifiées par les **ulves et autres algues vertes filamenteuses** (pour les sites sur vasières).



Figure 9: Illustration des principales espèces macroalgales pouvant proliférer (source : Rossi N., Noel L., 2013).

III.2. Périmètre de l'étude

➤ Types d'algues d'échouages

Le périmètre de l'étude s'intéresse principalement aux macroalgues opportunistes échouées et à la laisse de mer (laissée intacte ou ramassée). Il existe différents types d'échouages d'algues vertes qui ont été qualifiés dans le cadre de la DCE (Cf. Chap.II.I.1.1):

- ✓ Les marées vertes de type 1 et 2 : cas des sites sableux à échouages (respectivement par multiplication et arrachages des ulves) et,
- ✓ Les marées vertes de type 3 : cas des sites vaseux (qui concernent particulièrement le Morbihan, algues peu mobiles sur vasières).

➤ Type de côtes

La zone d'étude englobe l'ensemble du littoral morbihannais et tout particulièrement certains sites présentant des échouages d'algues ;

✓ **Sites sableux :**

Certaines plages sableuses du Morbihan sont soumises à des échouages de macro-algues opportunistes. Ces échouages peuvent impacter les activités touristiques en période estivale et les riverains. Les communautés de communes ou les communes (en régie ou via des sociétés de prestations) se chargent de ramasser les grosses quantités d'algues sur les plages sur une période allant de mai jusqu'à septembre.

✓ **Sites vaseux :**

Les vasières du Morbihan sont également prises en compte pour cette étude. En effet, certaines vasières morbihannaises sont parfois soumises à de gros échouages de macro algues avec principalement des algues vertes filamenteuses comme des *Entéromorphes*, des *Cladophores* et des *Chaetomorphes* (S.Ballu ; com. pers). De plus, il est intéressant de se pencher sur ces sites car dans le Morbihan, l'activité conchylicole y est très présente.

➤ Partie de l'espace littoral considéré

La Figure 10 présente les limites de la bande littorale prise en compte dans le cadre de l'étude. La zone étudiée se situe entre le rideau d'algues (inclus) en zone médio-littoral inférieur jusqu'à la laisse de mer (incluse) en médio-littoral supérieur où les ramassages d'algues opportunistes peuvent potentiellement s'effectuer.

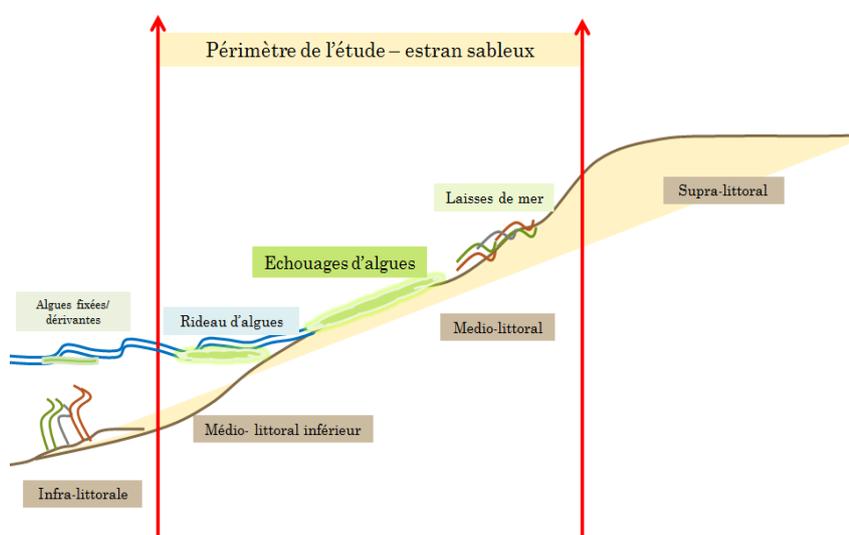


Figure 10 : Schéma du périmètre de l'étude (entre les deux flèches

IV. Démarche méthodologique générale de l'étude

La démarche méthodologique adoptée (Figure 11) s'articule autour de 4 étapes qui sont les suivantes :

Etape 1 : Comprendre la problématique et son contexte

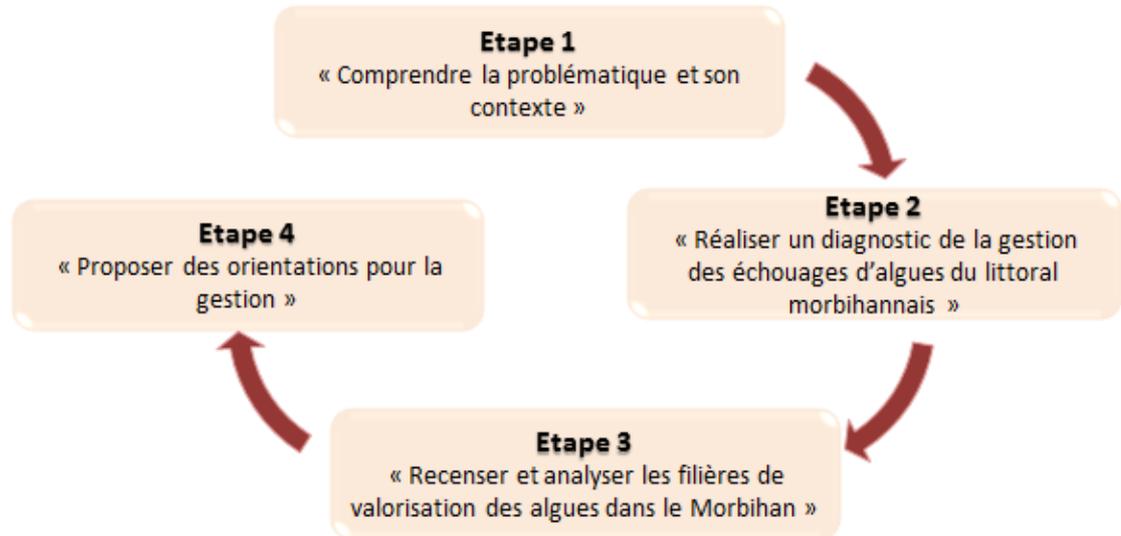


Figure 11 : Présentation des grandes étapes de l'étude.

- ✓ Analyse du contexte, de la problématique et de la situation des échouages d'algues dans le Morbihan (type d'échouages, localisation,...), analyse du cadre juridique (DCE, SDAGE, statut juridique des algues...);
- ✓ Moyens mobilisés : bibliographie, rencontres avec les acteurs, bases de données.

Etape 2 : Réaliser un diagnostic de la gestion des échouages d'algues du littoral morbihannais

- ✓ Caractérisation (technique, organisationnelle...) des modalités actuelles de nettoyage de plages et de gestion des échouages d'algues dans le Morbihan (ramassage, stockage...); analyse de retours d'expérience sur d'autres territoires ;
- ✓ Moyens : recensement et analyse des données disponibles (Rayer, 2009 ; enquêtes effectuées pour la surveillance DCE), recueil de données complémentaires (enquêtes auprès d'une sélection de collectivités locales, questionnaires concernant les coûts, volumes, type d'algues, matériels utilisés).

Etape 3 : Recenser et analyser les filières de valorisation des algues dans le Morbihan

- ✓ Inventaire et caractérisation des filières de valorisation des algues mises en œuvre ou expérimentées dans le Morbihan ; typologie des secteurs de valorisation (compostages, amendement, méthanisation, cosmétique...) afin de classer les données ; analyse de retours d'expérience sur d'autres territoires ;
Analyse critique (mesure de l'intérêt économique et de l'impact environnemental du processus de valorisation en prenant en compte le transport des algues, la distance, leur lavage, leur transformations ...) sur la base d'indicateurs simples permettant de déterminer la durabilité des filières de valorisation (Inventaire -> typologie -> analyse) ;

- ✓ Moyens : rencontres avec les acteurs, recherches bibliographiques, élaboration et mise en œuvre d'une méthode simple d'analyse.

Etape 4 : Proposer des orientations pour la gestion

- ✓ Formulations de recommandations pour une meilleure gestion des échouages d'algues dans le Morbihan,
- ✓ Moyens : analyse des enseignements tirés des étapes précédentes.

Résumé du chapitre I

- Depuis de nombreuses années, le CD soutient des actions de lutte contre l'eutrophisation des eaux côtière et le suivi des échouages de macro-algues opportunistes. Globalement moins touché que la côte nord bretonne, le littoral du Morbihan est néanmoins soumis à des échouages d'algues opportunistes (rouges, brunes et vertes) qui peuvent sur certains secteurs et à certaines périodes être massifs.
- Les usages liés au littoral sont nombreux et la fréquentation touristique importante, en particulier en période estivale. Les échouages d'algues opportunistes peuvent engendrer des dysfonctionnements écologiques et représenter une nuisance visuelle et olfactive. Les collectivités mettent en place des ramassages sur des secteurs de côtes sableuses qui nécessite la mobilisation de moyens et sont susceptibles d'avoir eux-mêmes des impacts sur l'environnement. Les pratiques de ramassage et de gestion des algues sont diverses et assez mal connues.
- Cette étude a donc pour objectifs :
 - de mieux connaître et comprendre la gestion et la valorisation des échouages d'algues en Morbihan et,
 - de formuler des propositions pour améliorer les modalités actuellement mises en œuvre.
- La zone d'étude recouvre l'ensemble du littoral morbihannais incluant les sites sableux et vaseux soumis à de gros échouages de macroalgues opportunistes. La zone médiolittorale (rideau d'eau → laisses de mer) est prise en compte dans cette étude car les ramassages y sont potentiellement effectués.

Chapitre II. Les échouages d'algues dans le Morbihan

I. Cadre juridique

I.1. Surveillances et préventions

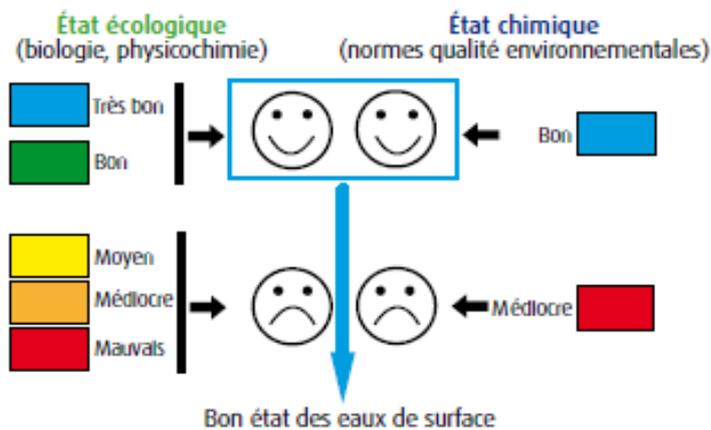
I.1.1 Législation des eaux côtières et de transition à l'échelle Européenne

a) La DCE : Directive Cadre sur l'Eau

Cette Directive a été adoptée par le Conseil et le Parlement Européen le 20 octobre 2000. Elle fixe les grandes orientations en matière de gestion et de protection des eaux et des milieux aquatiques par grand bassin hydrographique au plan européen. Transposée en droit français en 2004, un état des lieux a permis de différencier des masses d'eau distinguant les eaux de surface et les eaux souterraines.

L'objectif est le bon état des masses d'eaux en 2015 ; 2021 et 2027. Quand l'objectif 2015 n'a pas été atteint, des reports d'objectifs doivent être durement justifiés à la commission européenne.

➤ Principes généraux du classement DCE



Les masses d'eau sont classées suivant différents critères : leur **état écologique** (biologique, physicochimique et hydromorphologique) et leur **état chimique** (normes de qualité environnementales). Suivant la couleur qu'on leur attribue, leur état sera qualifié de « Très bon » à « Mauvais » (Figure 12).

Afin de définir leur niveau de classement, les paramètres suivants vont être mesurés sur la ME pour obtenir :

Figure 12 : Les classes de bon état des masses d'eau de surface (source : www.developpement-durable.gouv.fr)

éléments de qualité qui reflètent l'état écologique (le phytoplancton, les macroalgues, les sels nutritifs...).

- ✓ **L'état chimique** : par comparaison aux Normes de Qualité Environnementale pour les concentrations individuelles de 41 substances chimiques classées en 4 familles (métaux lourds, pesticides, polluants industriels, autres : trichloroéthylène...).

Concernant les proliférations et les échouages d'algues, différentes métriques sont utilisées pour évaluer la qualité écologique des ME. Le Tableau I synthétise les différentes métriques utilisées en fonction du type d'échouages.

NB : La combinaison des résultats de chaque métrique aboutit à un ratio de qualité écologique (EQR). Le bon état est obtenu lorsque cet EQR est supérieur à 0.6 (pour une description plus détaillée voir Rossi, 2012).

Etat écologique	EQR
Très bon	0.8-1
Bon	0.6 – 0.8
Moyen	0.4-0.6
Médiocre	0.2-0.4
Mauvais	0 – 0.2

Tableau I : Synthèse des différentes métriques utilisées en fonction des types de marées permettant d'évaluer la qualité écologique des masses d'eau (source : CEVA, 2015)

Type de marée	Sites impactés	Métriques (calculés sur la moyenne de 6 ans)
Marée verte "classique" de Type 1	Marées vertes se développant sur baies sableuses à dépôts mobiles	Métrique 1: Pourcentage maximum de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les ulves Métrique 2: Pourcentage moyen de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les ulves Métrique 3: Fréquence des dépôts d'ulves > 1.5 % de l'aire potentiellement colonisable
Type 2	Phase de croissance fixée des algues sur platiers rocheux puis arrachées et échouées sur les plages	Métrique 1 : Pourcentage des dépôts printaniers d'ulves (mai) par rapport à la surface de substrat rocheux Métrique 2 : Pourcentage moyen des dépôts estivaux d'ulves (juillet-septembre) par rapport à la surface de substrat rocheux Métrique 3 : Pourcentage maximum de substrat meuble touché par des échouages d'ulves
Type 3	Marées vertes se développant sur substrat vaseux avec des dépôts peu mobiles	Métrique 1 : Pourcentage maximum de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes Métrique 2 : Aire affectée par les algues vertes (ha)

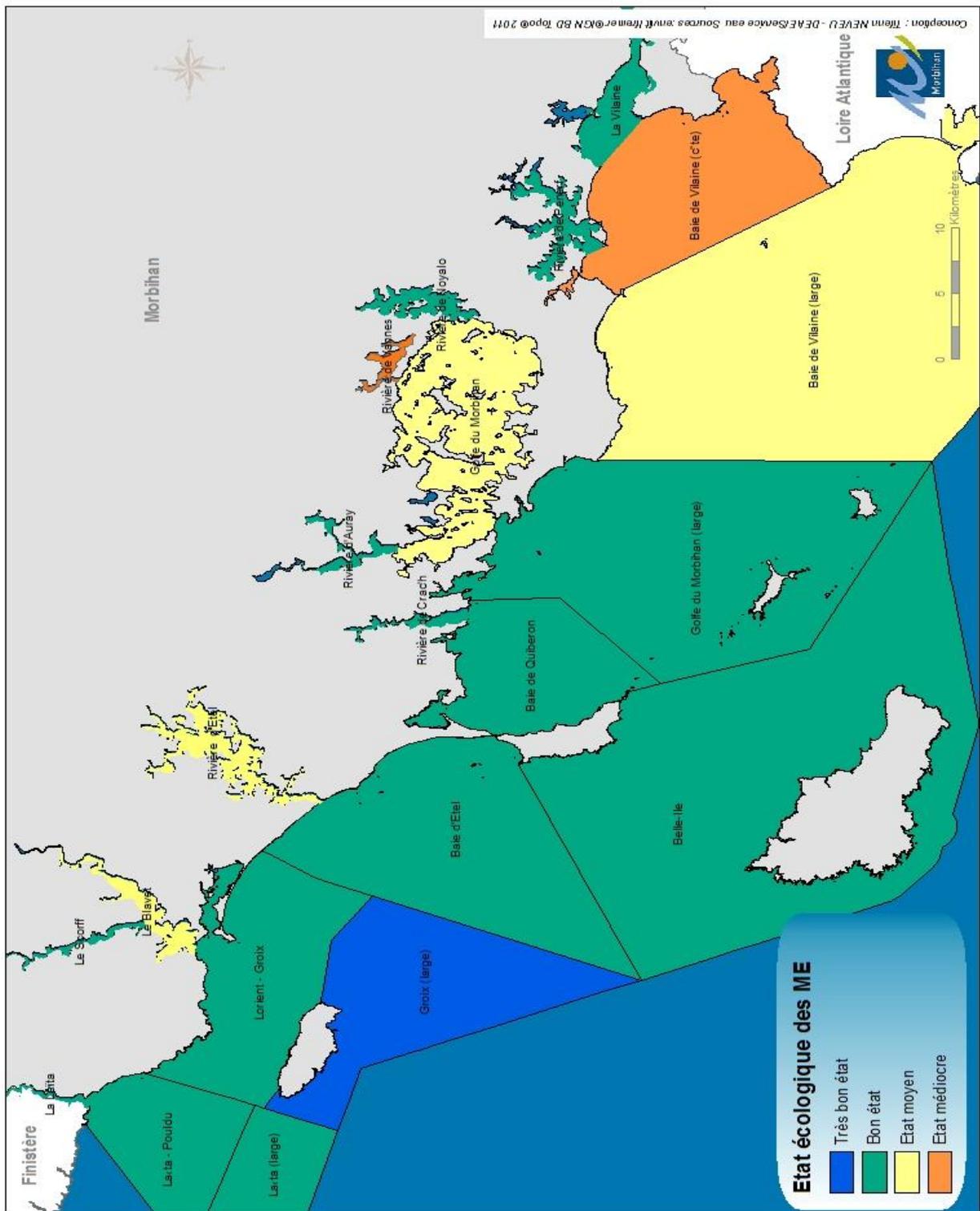
b) Etats des masses d'eaux côtières et de transition du Morbihan

La carte 1 présente l'état écologique global des masses d'eau côtières et de transition du Morbihan pour l'année 2015 (*période d'évaluation concernée 2008-2013).

Le tableau II synthétise le classement des masses d'eaux côtières et de transitions du Morbihan et les objectifs globaux à atteindre pour 2021 et 2027. L'évaluation de l'état écologique des ME selon la DCE est basée sur un suivi régulier de la faune et de la flore aquatiques et la mise en place d'indicateurs de qualité (Tableau III).

Certaines de ces ME (en jaune et orange sur la carte 1) sont déclassées en raison d'un état écologique insuffisant. Le tableau IV présente les différents facteurs déclassant de ces ME. Pour le Morbihan, la présence de phytoplancton et de macrophytes (algues proliférantes et macroalgues) empêchent l'atteinte du « bon état écologique » de plusieurs ME.

NB : La qualité de la masse d'eau pour les macrophytes est basée sur le résultat le plus déclassant entre les macroalgues intertidales, les macroalgues subtidales, les macroalgues proliférantes et les angiospermes (herbiers).



Carte 1 : Etat écologique des masses d'eaux côtières et de transition pour l'année 2015 basée sur la période d'évaluation 2008-2013.

Tableau II : Synthèse de l'état des ME côtières et de transitions du Morbihan et objectifs à l'horizon 2027 (source : <http://envlit.ifremer.fr> et AELB, 2016).

Code ME	Nom ME	Etat écologique 2013	Objectif d'état écologique		Objectif d'état chimique		Objectif d'état global		Motivation du délai
			Objectif	Délai	Objectif	Délai	Objectif	Délai	
FRGC32	Laïta - Pouldu	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC34	Lorient - Groix	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC35	Baie d'Etel	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC36	Baie de Quiberon	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC37	Groix (large)	Très bon Etat (bleu)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC39	Golfe du Morbihan	Etat Moyen (jaune)	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	CN;FT
FRGC42	Belle-Ile	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	Etat Médiocre (orange)	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	CD;CN
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	Etat Moyen (jaune)	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	CN;FT
FRGT18	La Laïta	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	FT
FRGT19	Le Scorff	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGT20	Le Blavet	Etat Moyen (jaune)	Bon Potentiel	2027	Bon Etat	2015	Bon Potentiel	2027	CN;FT
FRGT21	Rivière d'Etel	Etat Moyen (jaune)	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	CN;FT
FRGT22	Rivière de Crac'h	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2021	Bon Etat	2015	Bon Etat	2021	CN;FT
FRGT23	Rivière d'Auray	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2021	Bon Etat	2015	Bon Etat	2021	CN;FT
FRGT24	Rivière de Vannes	Médiocre	Bon Etat	2027	Bon Etat	2015	Bon Etat	2027	CN;FT
FRGT25	Rivière de Noyal	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2021	Bon Etat	2015	Bon Etat	2021	CN;FT
FRGT26	Rivière de Peneff	Bon Etat (vert)	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	Bon Etat	2015	
FRGT27	La Vilaine	Bon Etat (vert)	Bon Potentiel	2015	Bon Etat	2015	Bon Potentiel	2015	

CN : Conditions Naturelles

FT : Faisabilité technique

CD : Coûts disproportionnés

Tableau III: Paramètres mesurés pour qualifier l'état chimique et écologique d'une masse d'eau côtière/transition dans le cadre des suivis DCE (source : <http://envlit.ifremer.fr/>).

ETAT ECOLOGIQUE	Etat biologique	Phytoplancton	
		Macrophytes	Algues proliférantes
			Macroalgues intertidales
			Macroalgues subtidales
			Angiospermes
	Invertébrés benthiques	Invertébrés benthiques intertidaux	
		Invertébrés benthiques subtidaux	
	Etat hydromorphologique	Hydromorphologie	
	Etat physico-chimique	Température	
		Oxygène dissous	
Nutriments			
Salinité			
Transparence			
Polluants spécifiques			
ETAT CHIMIQUE	Etat chimique	Imposex*	
		Contaminants chimiques	Métaux lourds
			Pesticides
			Polluants industriels
			Autres

* : masculinisation des femelles de certaines espèces de gastéropodes marins provoqué par un perturbateur endocrinien le TBT (tributylétain) (source : Martial et al., 2008).

Tableau IV : Facteurs de déclassement pour l'état écologique de certaines masses d'eaux côtières et de transitions morbihannaises pour la période d'évaluation 2008 -2013 (source : <http://envlit.ifremer.fr/>).

ME	SITES	ETAT EN 2015	FACTEURS DECLASSANTS
FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	Médiocre	Macrophytes (Algues proliférantes)
FRGT24	Rivière de Vannes	Médiocre	Macrophytes (Algues proliférantes)
FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	Moyen	Phytoplancton et macrophytes (algues subtidales)
FRGC39	Golfe du Morbihan	Moyen	Macrophytes (Algues proliférantes)
FRGT21	Rivière d'Etel	Moyen	Macrophytes (Algues proliférantes)
FRGT20	Le Blavet	Moyen	Macrophytes (Algues proliférantes)

➤ La DCSMM : Cadre Stratégie pour les Milieux Marins

La **DCSMM** conduit les Etats membres de l'Union Européenne à prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités humaines sur le milieu marin afin de réaliser ou de maintenir un bon état écologique des eaux marines au plus tard en 2020.

Les objectifs environnementaux opérationnels en liens directs ou indirects avec les phénomènes de proliférations algales et/ou échouages ont été identifiés au sein des PAMM (Plan d'Action pour le Milieu Marin) (Cf. Annexe II).

I.1.2 Législation des eaux côtières et de transition à l'échelle nationale

a) Les documents de planification

Le **SDAGE** (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Loire-Bretagne et les **SAGE** (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) sont des outils de planification, d'orientation et de définitions d'objectifs à l'échelle des bassins hydrographiques et des bassins-versants (BV). Ils sont opposables à certaines décisions administratives.

➤ Le SDAGE 2016-2021 : bassin Loire-Bretagne

Le **SDAGE** propose des orientations, des dispositions et des mesures en lien direct ou indirect avec les proliférations/ échouages d'algues (notamment orientations 2B, 2C, 10A – dispositions 10A1, 10A2, 10A3 ...). (Cf. Annexe II). Elles sont classées suivant différents descripteurs (espèces non indigènes, eutrophisation, contaminants chimiques dans l'eau, questions sanitaires et objectifs transversaux).

Le SDAGE propose de réduire significativement l'eutrophisation des EC (Eaux côtières) et des ET (Eaux de transition) en essayant de déployer des programme de réduction de flux des nutriments (azote et phosphore) aux exutoires tout en poursuivant la réduction des rejets directs des polluants. Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau permettrait de limiter l'érosion des sols. Enfin, renforcer la cohérence de politiques publiques permettrait d'améliorer la prise en compte des enjeux et des actions mises en place.

Les sous-régions marines golfe de Gascogne et mers celtiques sont concernées par deux SDAGE (le SDAGE Loire- Bretagne et le SDAGE Adour-Garonne).

➤ Les SAGE

Le **SAGE** est la déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale. En cohérence avec lui, le SAGE permet aussi d'identifier de manière plus concrète les enjeux d'un territoire et de construire une politique d'actions.

Concernant la problématique « prolifération algales, échouages », le tableau V synthétise les mesures et orientations prises par les différents SAGE du Morbihan. En effet, certains SAGE morbihannais comportent des volets relatifs aux proliférations d'algues avec des programmes de réduction des flux de nitrates et de phosphore (SAGE Blavet, Scorff et Vilaine).

En ce qui concerne le SAGE Golfe du Morbihan, Ria d'Etel et la rivière d'Auray, les stratégies vont être prochainement élaborées afin de définir des objectifs et des dispositions (P. Jallifier ; com. pers). Pour ce faire, une étude de modélisation du phénomène algues vertes sur les vasières du Golfe du Morbihan et de la rivière d'Auray est réalisée par le CEVA afin de déterminer la contribution des différentes sources d'apports (cours d'eau, relargage sédimentaire et apports maritimes) vis-à-vis des algues vertes observées sur les vasières (CEVA., 2016).

Tableau V : Synthèse des mesures et orientations des SAGE du Morbihan concernant les enjeux en lien direct ou indirect avec la prolifération et/ou les échouages d'algues sur le littoral (source : SAGE 56).

SAGE	Etat d'avancement	Enjeux en lien direct et/ou indirect avec les prolifération algales / échouages			Programmes d'action en cours
		Nitrates	Phosphore	Bocages	
Blavet	Approuvé (octobre 2005) Révision (avril 2014)	MEP (masses d'eau prioritaires) : Sillon, Doualais, Evel (réduction de N de 25%)	MEP : Evel, Tarun, Poulancré	Protection, restauration, création - de l'Evel et du Tarun - Riant et PMDG (petite mer de Gâvres)	CTBV (2014-2018) CTMA (2016-2018) BBZ PAEC
Scorff	Approuvé (août 2015)	Algues vertes Rade de Lorient (Blavet 68%, Scorff et Scave 18% d'apports terrigènes du BV)	Zones prioritaires Bassin de la Saudraye, du Scave et du Fort bloqué	Restaurer le maillage bocager	CTBV (2013-2015) CTMA-bilan-2015 BBZ
Elle_Sole_Laïta	Approuvé (mai 2009) Projet de révision (2016 ?)	Pas de problème d'eutrophisation et d'algues vertes mentionné	Pas de problème d'eutrophisation et d'algues vertes		CTMA Zone humide étude préalable
Vilaine	Approuvé (2003) Révisé (juillet 2015)	Blooms phytoplanctoniques et prolifération des algues vertes à l'estuaire	Stock dans les sols Cyanobactéries (étang du Moulin), Lac au Duc	Protéger les éléments bocagers	GBO (grand bassin de l'Oust) CTBV (2014-2018) BBZ PAEC
Ria d'Etel, GDM (Golfe du Morbihan)	En cours d'élaboration	Prolifération de macroalgues sur les vasières de la Ria d'Etel, du Golfe du Morbihan et de la rivière de Vannes			CTMA (2013-2017)
Algues et eutrophisation eaux littorales					P : phosphore

b) Programmes d'actions de lutte contre l'eutrophisation des eaux littorales

➤ Le plan d'action algues vertes (PAV)

Le PAV (2010-2015) a pour objectif de lutter contre le développement des algues vertes sur certains BV du littoral breton situés en Côtes d'Armor et en Finistère (Cf. Annexe III) et de prévenir leur prolifération (Dalmas D., Moreau R., Quévremont P., Frey V., 2010). Le plan s'articule autour de trois grands types d'actions : l'amélioration des connaissances, le ramassage et le traitement des algues, la prévention. Ce plan d'action ne concerne que certains BV dits algues vertes suite à un contentieux européen. Le Morbihan ne faisant pas partie de ce plan, aucun BV de ce département ne sont concernés.

Un nouveau plan prévu pour 2017-2021 est actuellement en cours de discussion. En effet, les surfaces d'algues vertes sont en recul quasi constant depuis 2010. Au total, plusieurs millions d'euros ont été engagés en 2010 pour améliorer la situation. Les subventions étant apportées par différents organismes ; l'Etat, l'AELB, la Région et les Départements. Cependant, malgré les plans d'actions, le problème des algues demeure et sa gestion doit donc s'améliorer.

➤ Les CTBV (contrats territoriaux de bassin versant)

Les CTBV ont pour but de réduire les différentes sources de pollution diffuse ou de dégradation physique des milieux aquatiques. Ils comportent le plus souvent deux volets :

- ✓ pollutions diffuses : actions agricoles, non agricoles, suivi, communication...
- ✓ milieux aquatiques (volet appelé CTMA) : action sur les cours d'eau, les zones humides.

Dans le Morbihan, la quasi-totalité des BV font l'objet d'un CTBV dont certains affichent des objectifs relatifs à la limitation des échouages d'algues (Blavet, Scorff, Ria d'Etel, Loc'h et Sal,...) (Cf. Tableau V).

Il existe d'autres programmes d'actions pouvant contribuer également à la réduction des flux de nutriments sur les BV ; **BB (Breizh Bocage)** : lutter contre les phénomènes d'érosion en implantant des haies et talus en rupture de pente, et à reconquérir la qualité des eaux bretonnes et les **MAEC/PAEC** : mesures agroenvironnementales et climatiques.

c) Les programmes de surveillance des proliférations et d'échouages d'algues

Les programmes de surveillance sont pour une partie seulement directement liés à la DCE depuis 2007 (sous maîtrise d'ouvrage de l'AELB et de l'IFREMER).

Les suivis des « marées vertes » ont débuté en Bretagne par des évaluations ponctuelles sur les secteurs les plus touchés (estimation, un jour donné, des biomasses accumulées, mesure des teneurs internes en azote et phosphore des algues pour évaluer le niveau d'eutrophisation). A partir de 1997 des inventaires quasi exhaustifs du linéaire régional (par simple dénombrement de sites présentant des échouages d'ulves) une fois par an (deux fois par an à partir de 2000) sont réalisés par le CEVA pour l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. De 1999 à 2001 les principaux sites des Côtes d'Armor ont fait l'objet de suivis renforcés incluant une évaluation sommaire des surfaces d'échouage pour le Conseil Général des Côtes d'Armor. Depuis 2002 et le démarrage du Programme régional et interdépartemental Prolittoral, les suivis sont à peu près identiques, ce qui permet de mesurer les évolutions du phénomène à l'échelle de la Bretagne (www.ceva.fr).

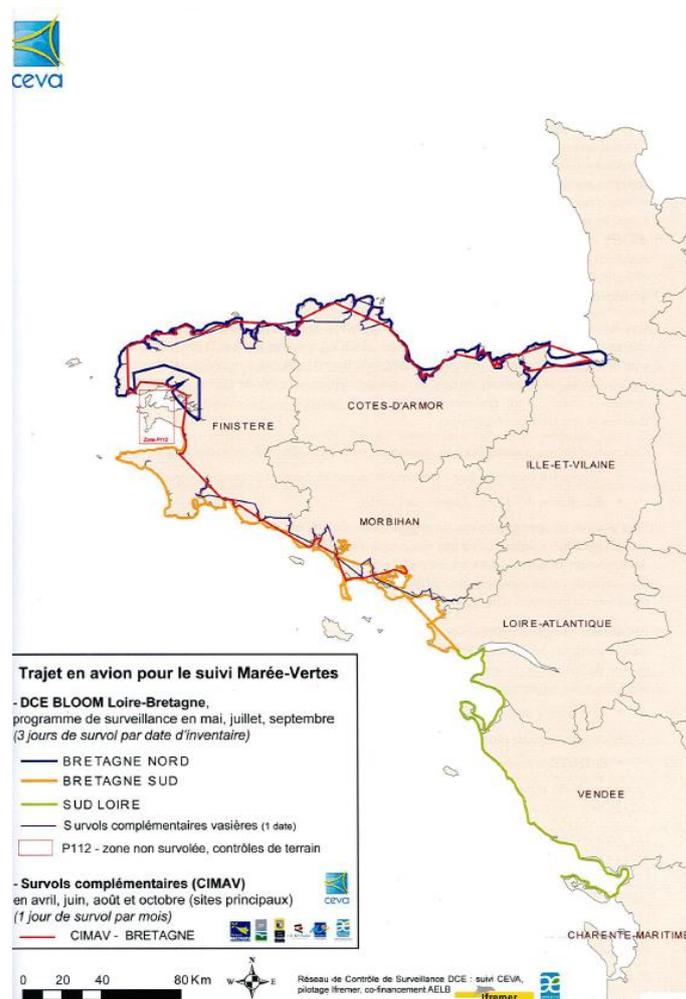
➤ Prolittoral 2002-2006 :

Ce réseau, en place de 2002 à 2006 comportait à l'échelle « régionale » (du Mont Saint Michel à La Baule) 4 inventaires annuels « exhaustifs » (mai, juillet, août et octobre) des sites touchés par des échouages d'ulves, 3 survols (avril, juin et septembre) plus partiels des sites principaux, la mesure des

niveaux d'eutrophisation sur 25 sites (« quotas azotés » des ulves), et des prospections en biomasse sur 8 grands secteurs (biomasse sur estran + en infralittoral ; maximale estivale et minimales hivernales).

Depuis 2007, à l'échelle bretonne, les suivis réalisés par le CEVA sont partagés entre deux réseaux (Cf. Tableau VI) :

- Les réseaux de contrôle de surveillance (RCS) de la DCE
Réseaux sous maîtrise d'ouvrage de l'Ifremer et cofinancement AELB (mise en œuvre CEVA) : survols aériens pour identifier et quantifier les sites et surfaces d'échouages d'ulves, enquêtes annuelles concernant les ramassages.
- Les suivis régionaux complémentaires CIMAV
Ces suivis sont réalisés sous maîtrise d'ouvrage CEVA (cofinancement de la Région, des 4 Départements et de l'AELB). Des survols aériens complémentaires sont effectués, des conseils aux collectivités locales sont apportés ainsi que des études et expertises (Cf. Carte 2).



Carte 2: Survol réalisé pour le suivi des marées vertes par le CEVA (suivis RCS de la DCE et suivis complémentaires CIMAV) (source : CEVA, 2013)

Tableau VI: Synthèse des suivis de surveillance DCE et CIMAV réalisés par le CEVA depuis 2007 (source : rapports DCE, CIMAV et communications personnelles).

	Suivis complémentaires CIMAV (depuis 2007) Auparavant : Prolittoral (2002-2006)
<p>CADRE</p> <p>Contrôle de surveillance DCE Directive Cadre sur l'Eau (depuis 2007)</p> <p>Suivis du phénomène de marées vertes Maîtrise d'ouvrage : IREMERM co-financement par l'AEIB Maître d'œuvre : CEVA</p>	<p>Le CEVA (maîtrise d'ouvrage) réalise, pour l'AEIB, la Région et les Départements, des suivis complémentaires (CIMAV P4) : suivis aériens complémentaires sur les principaux sites (4 dates) et contrôles de terrain, suivis d'indices d'eutrophisation, suivis des biomasses sur estran et infralittorales.</p>
<p>OBJET</p> <p>Suivis des blooms de macroalgues opportunistes (identifications des zones d'échouages massifs par survols aériens et identifications terrains), classement des sites touchés par des échouages d'ulves, évaluations surfaciques => Evaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transitions, => Aide à la définition et au pilotage d'action de reconquête de la qualité de l'Eau.</p>	<p>Suivis de proliférations d'algues vertes sur le littoral breton (sites principaux) en complément du contrôle de surveillance DCE (projet 4). => Connaissances et compréhension plus fines des phénomènes de marées vertes, définition des objectifs à atteindre (indices d'eutrophisation) et perception des évolutions du phénomène. => Aide à la définition et au pilotage d'action de reconquête de la qualité de l'Eau. * Estimations surfaciques des dépôts d'ulves échoués (et repérage des autres échouages massifs autres que les ulves). * Indices d'eutrophisation (mesures des teneurs internes des ulves en N et P). * Evaluation des stocks totaux en ulves sur estran, dans le rideau et en infralittoral (investigations sous-marines tracées et quadrats) sur quelques secteurs côtiers (par exemple hiver 2015 sur le Golfe et Auray).</p>
<p>PARAMETRES SUIVIS</p> <p>* Estimation des surfaces d'ulves échouées : classement des sites (si plus d'un tiers d'ulves sur site sableux ou tapis continus sur vaseuse). Classement des autres dépôts massifs hors gaëmon (potentiellement en lien avec l'eutrophisation) comme les algues rouges (<i>Sollera</i>) et brunes (<i>Pyralia</i>). * Suivis des ramassages d'algues (enquêtes annuelles faites auprès des communes littorales sur les échouages et les ramassages) * Evaluation de la qualité écologique des ME (classement DCE).</p>	<p>Sites pré-définis (35) et non pas tout le littoral. Ce sont a priori des "vrais" sites de prolifération à ulves ou les sites "patrimoniaux" jugés sensibles.</p>
<p>SITES SUIVIS</p> <p>Suivis de tout le littoral Loire-Bretagne (sauf quelques îles) et mesure des surfaces sur les sites vaseux (10 ME suivis, celles en dehors du BE en 2010, les autres survolées, photographiées mais pas mesurées) et les sites sableux (sur certaines ME qui n'ont pas atteint le BE écologiques, celles en BE ne sont plus mesurées depuis 2013). Cas des sites sableux : sites classés comme touchés par des échouages d'ulves (présentant plus 1/3 ulves dans le total des algues présentes). La DCE ne finance plus que le suivi de certaines ME (en effet celle en TBE ont été sorties en 2013) mais le programme CIMAV (CEVA + financeurs CD bretons, CRB et AEIB) combine ces absences de suivis depuis 2014. Donc tout le littoral breton de type "plage" est surveillé et évalué (dans le cadre DCE + CIMAV).</p>	
<p>FREQUENCE</p> <p>3 survols par an (mai, juillet, septembre) ce qui permet d'encadrer la saison de prolifération.</p>	<p>4 survols additionnels (avril, juin, août, octobre) qui permettent de disposer d'une mesure par mois d'avril à octobre, suivis des indices d'eutrophisation tous les 15 jours (semaines sur juillet août), biomasse au max annuel et mini annuel</p>
<p>METHODOLOGIE</p> <p>* Estimation des surfaces d'ulves échouées (ha) : survols + contrôles terrains + digitalisations (SIG) => surfaces Cas des vaseuses : classement en site "ulves"; repose sur la présence, au moins localement de tapis continus d'ulves. 3 survols par an à marée basse de grand coef (sup. à 75 quand cela est possible). Suivi de tout le littoral mais le CEVA ne lance les traitements de digitalisations que sur les ME de type vaseuses qui sont définies à l'avance (10 ME définies à l'échelle Loir Bretagne en 2010 car en dehors du BE). Cas des sites sableux : classement comme touchés par les ulves des sites présentant plus 1/3 d'ulves, géoréférencement des photos, digitalisations des surfaces</p>	<p>* Estimations surfaciques des dépôts (ha) : survols + contrôles terrains + digitalisations (SIG) => surfaces Cas des sites sableux : sites présentant plus 1/3 d'ulves dans les 35 sites pré-définis Prise de photos et géoréférencement sous SIG, digitalisation.</p>
<p>* Enquêtes sur les échouages et ramassages auprès des communes littorales : Questionnaires envoyés aux communes littorales du secteur Loire-Bretagne "Enquête sur les proliférations et les échouages d'algues". => Informations sur les types de gestions et les quantités ramassées déclarées par les communes littorales, coûts, ...</p>	<p>* Indices d'eutrophisation : (mesures des teneurs internes des ulves en N et P). Analyse saisonnière des quotas internes des algues par prélèvements - Tri, conditionnement, analyse des échantillons. Traitement des données et interprétation des profils de composition interne. * Evaluation des stocks totaux en ulves (programme défini annuellement) : - estimation du stock infralittoral (investigations sous-marines tracées), - sur l'estran (prise de vue aérienne) et dans le rideau ("quadrats circulaires" et filets pour récupérer la totalité des algues présentes; dans la colonne d'eau). Evaluation sur quelques secteurs côtiers</p>

I.1.3 Synthèse du statut juridique des algues et de leur exploitation

Les goémons épaves sont définis juridiquement comme « *ceux qui, détachés par la mer, dérivent au gré des flots ou sont échoués sur le rivage* » (Art.D.922-30 du Code rural et de la pêche maritime). On en distingue deux sous-catégories :

- ✓ Le goémon épave dérivant au gré des flots,
- ✓ Le goémon épave échoué sur l'estran faisant l'objet de ramassage

En ce qui concerne plus particulièrement le ramassage et la gestion des algues échouées, de nombreuses difficultés connues apparaissent concernant l'exploitation du goémon épave échoué sur l'estran (quantités, moyens techniques, sables, sels, déchets...). Ceci explique pourquoi, il n'est pas aussi encadré juridiquement que les autres algues (Anger ; 2015).

➤ L'exploitation des algues « épaves »

La pêche et le ramassage de ces goémons épaves ne sont, en principe, pas soumises à un régime préventif (les goémoniers n'ont pas besoin d'une autorisation pour exercer ces activités). Ces dernières sont donc en principe libres, sous réserve de respecter la réglementation en vigueur. Le terme de ramassage doit, selon le juge administratif, être interprété comme concernant **exclusivement les algues échouées**, et non celles dérivant sur les flots (Anger ; 2015).

➤ La question de la propriété de l'algue sauvage

La question de la propriété des algues de cultures est simple ; ce sont des biens meubles appartenant à celui qui les cultive. Concernant la question de la propriété des algues sauvages c'est plus complexe. N'étant pas cultivées, elles font partie des choses non appropriées (*res nullius*).

Il faut faire deux distinctions concernant le statut des algues : les choses considérées comme *res communis* et celles considérées comme *res nullius*.

- Les **res communis** sont visées (article 714 alinéa 1 du code civil) comme les choses « *qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous* ». Exemple : l'eau, l'air, le sol et le sous-sol de la haute-mer.
- Les **res nullius** sont les choses qui n'appartiennent à personne, mais qui à l'inverse peuvent être appropriées par occupation (ramassage ou récolte en respectant la législation de la pêche).

Cependant, les algues sauvages semblent connaître une évolution de leur statut dans la mesure où l'État a la compétence en tant que gestionnaire et non propriétaire, dans les zones sous sa juridiction, de réserver l'accès à cette ressource à certains bénéficiaires qui sont les pêcheurs. Attention, l'État ne devient pas le propriétaire des ressources halieutiques mais le gestionnaire. Cela permet de déduire que les algues sauvages ne font pas parties du DPM (Domaine Public Maritime)(Aubé ; 2015).

I.2. Ramassage et valorisation

Depuis la codification de la partie réglementaire du livre IX du code rural et de la pêche maritime en vigueur depuis le 1er janvier 2015, les articles R. 921-94 et suivants de ce code permettent au **préfet de région** de réglementer la pêche, la récolte et le ramassage de tous végétaux marins par le biais d'autorisations, « *dès lors que ces activités affectent l'exploitation des ressources marines, les conditions de commercialisation des produits de la pêche maritime ou d'autres critères déterminés par une réglementation internationale ou par une réglementation européenne dans le cadre de la politique commune de la pêche* ». Ces dispositions réglementaires s'appliquent donc aussi au goémon épave (Anger, 2015). L'utilisation par des véhicules motorisés est nécessaire pour ramasser les échouages sur les plages, lieu spécifique au DPM. L'autorité compétente pour l'accès au DPM (domaine public maritime) est le **préfet de département**.

En ce qui concerne le Morbihan, il n'existe pas d'arrêté cadre stipulant l'autorisation d'accès aux véhicules motorisés sur le DPM. Néanmoins, des demandes d'autorisations peuvent-être faites à la DDTM (com. pers). Chaque année, la CCPR (communauté de commune de la Presqu'île de Rhuys) fait une demande auprès du préfet de département pour obtenir cette autorisation (A.Gorel ; com. pers).

Concernant le ramassage des algues vertes en rideau, il existe un arrêté cadre pour les départements des Côtes d'Armor et du Finistère (actuellement en cours de modification). En Morbihan, des tests de ramassage en rideau ont eu lieu en 2014 pour la CCPR mais la DDTM n'a pas connaissance d'une quelconque autorisation de ces pratiques qui devraient le cas échéant faire l'objet d'un encadrement (P. Desjardin ; com. pers).

La figure 13 propose une synthèse du cadre juridique et des politiques relatives à la prolifération et à l'échouage des algues opportunistes. Quatre grandes phases ont été identifiées et pour chacune d'elle, les documents juridiques et les programmes d'actions qui y sont liés.

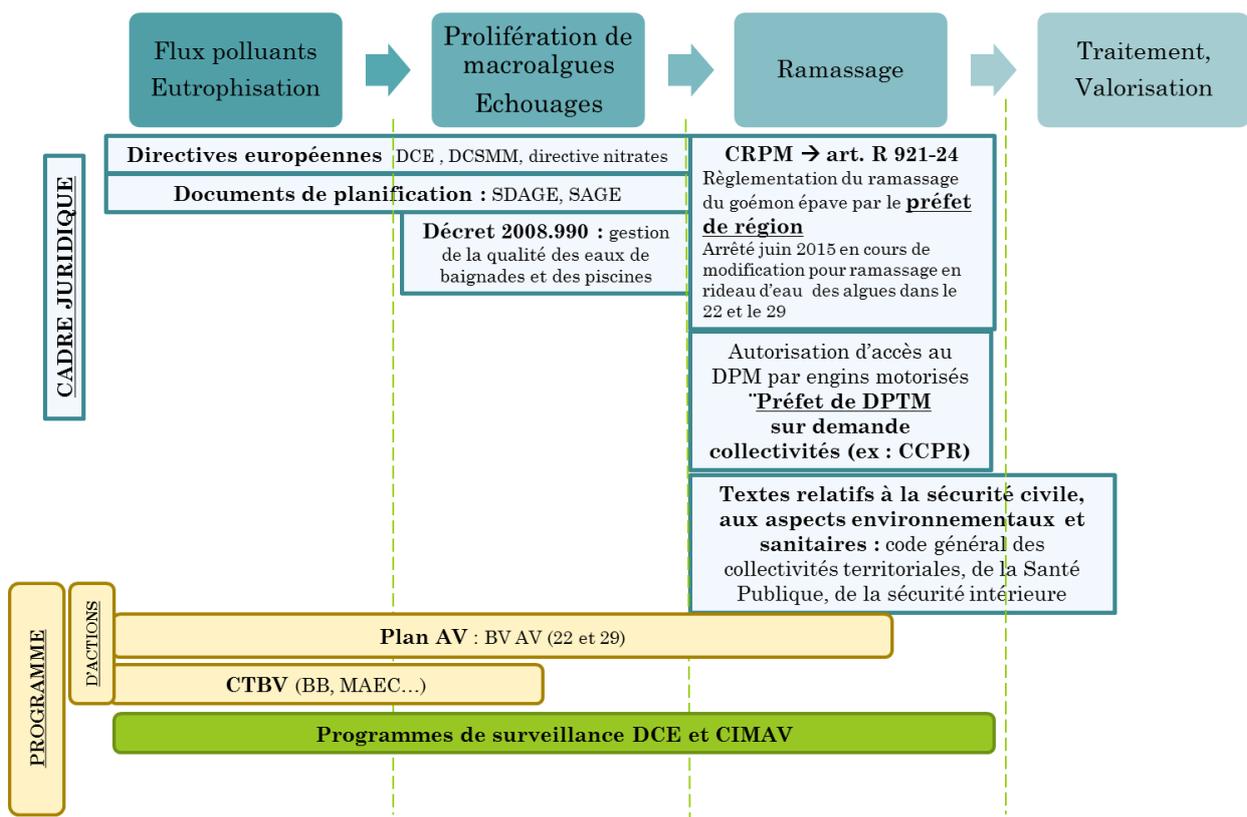


Figure 13: Synthèse du cadre juridique et des politiques relatives à la prolifération et à l'échouage des algues opportunistes.

II. Etat des lieux

Depuis plusieurs décennies en Bretagne, de nombreux sites sableux et vaseux, sont touchés de façon récurrente par des proliférations et échouages de macroalgues opportunistes. Ces échouages d'algues font l'objet de suivis depuis 1997 (Cf. Chap.II. I.1.2).

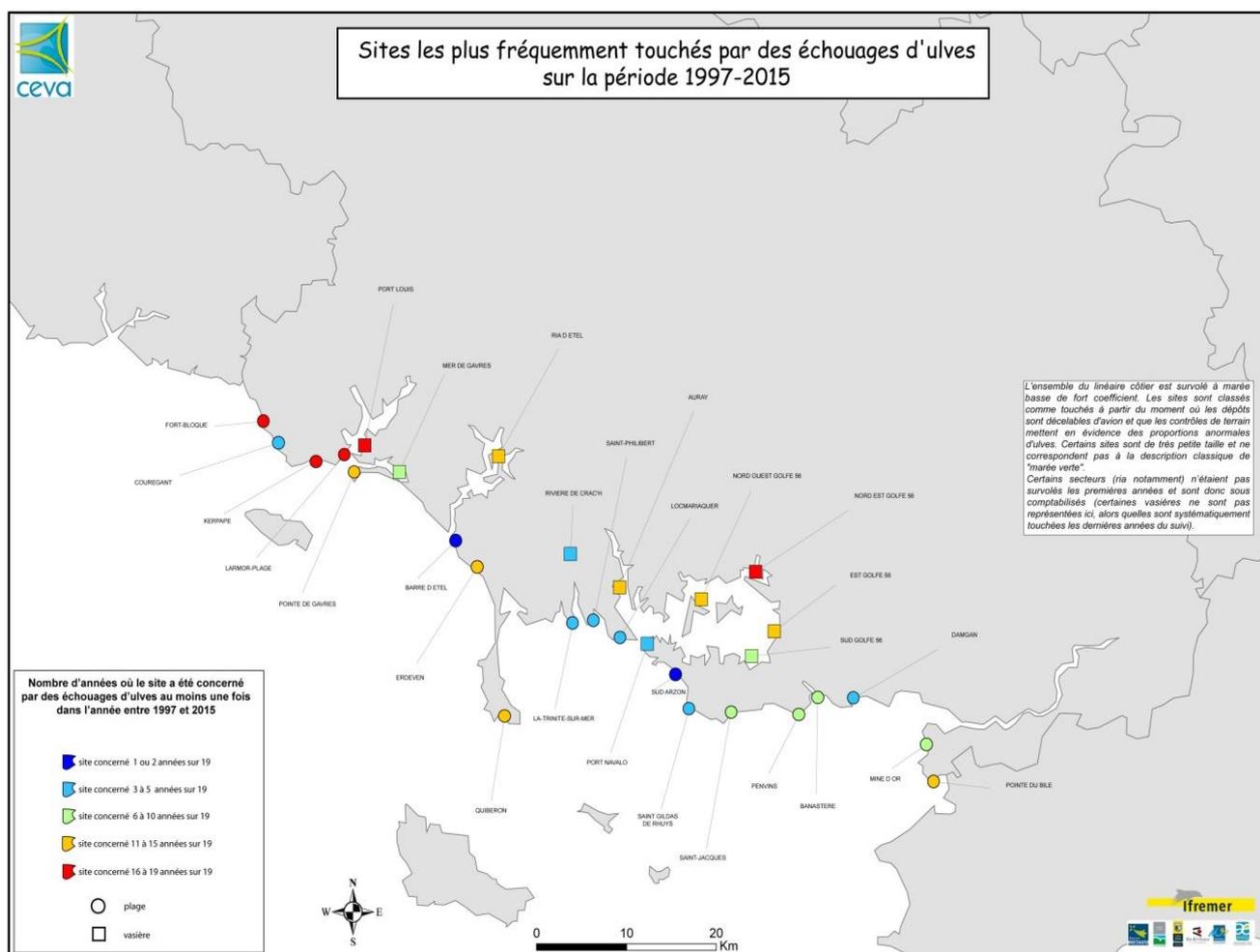
A l'échelle régionale, les départements du Finistère et des Côtes-d'Armor sont les plus touchés par les échouages d'algues vertes sur de grandes baies sableuses (exemple en baie de Saint-Brieuc, Saint-Michel-en-Grève...).

Si le département du Morbihan est globalement moins impacté, il n'est cependant pas épargné par ce phénomène. Des échouages d'algues y sont présents, moins volumineux sur les plages mais avec des volumes beaucoup plus élevée de sites de vasières.

II.1. Sites touchés

Dans le Morbihan, plusieurs sites sont fréquemment touchés depuis 1997 (29 au total) par des échouages d'ulves (Carte 3). On dénombre :

- ✓ **10 sites vaseux** : Port-Louis, Mer de Gâvres, Ria d'Étel, rivière de Crac'h, rivière d'Auray, Nord-Ouest Golfe, Nord Est Golfe, Est Golfe, Sud Golfe et Port Navalo.
 - ✓ **19 sites sableux** : Fort-Bloqué, Couregant, Kerpape, Larmor-Plage, Pointe de Gâvres, Barre d'Étel, secteur « Erdeven » (vaste secteur littoral allant du sud de la barre d'Étel au fort de Penthièvre), Quiberon, La Trinite sur Mer, Saint Philibert, Locmariaquer, Sud Arzon, Saint Gildas de Rhuys, Saint-Jacques, Penvins, Banastère, Damgan, Mine d'Or et Pointe du Bile.
- Ces suivis ne concernent pas les grandes îles non pas parce qu'il n'y a pas d'échouages mais pour des raisons de budget et de temps.



Carte 3 : Sites les plus fréquemment touchés dans le Morbihan par des échouages d'ulves sur la période 1997-2015 (source : CEVA)

II.2. Surfaces couvertes par des algues (vertes et autres)

Les surfaces couvertes sur les sites sableux dans le Morbihan sont faibles comparativement à d'autres secteurs bretons. A noter toutefois que les surfaces d'estran sableux sont elles aussi plus faibles au regard des surfaces d'estran des principales baies de prolifération du nord Bretagne (Baie de Saint-Brieuc = 800 km² d'estran sableux et vaseux comparativement à 400 km² de superficie pour la baie de Quiberon).

Les surfaces couvertes par les algues vertes dans le Morbihan sur les sites de vasières sont importantes en comparaison de l'ensemble des vasières de Bretagne. En effet, ces estrans vaseux sont largement présents sur le littoral morbihannais et représentent 47.6 % du linéaire côtier total (source : Atlas de l'environnement du Morbihan) et sont situés dans des secteurs abrités.

La carte 4 présente le cumul et maximum des surfaces couvertes par des échouages d'algues vertes (ulves + autres algues filamenteuses) entre 2008 et 2015 lors des 3 inventaires de la saison (contrôle de surveillance DCE). L'étude des surfaces couvertes permet de tirer les conclusions suivantes :

Détails titre et légendes de la carte 4 :

✓ **Sites sableux** (représentés par des ronds) :

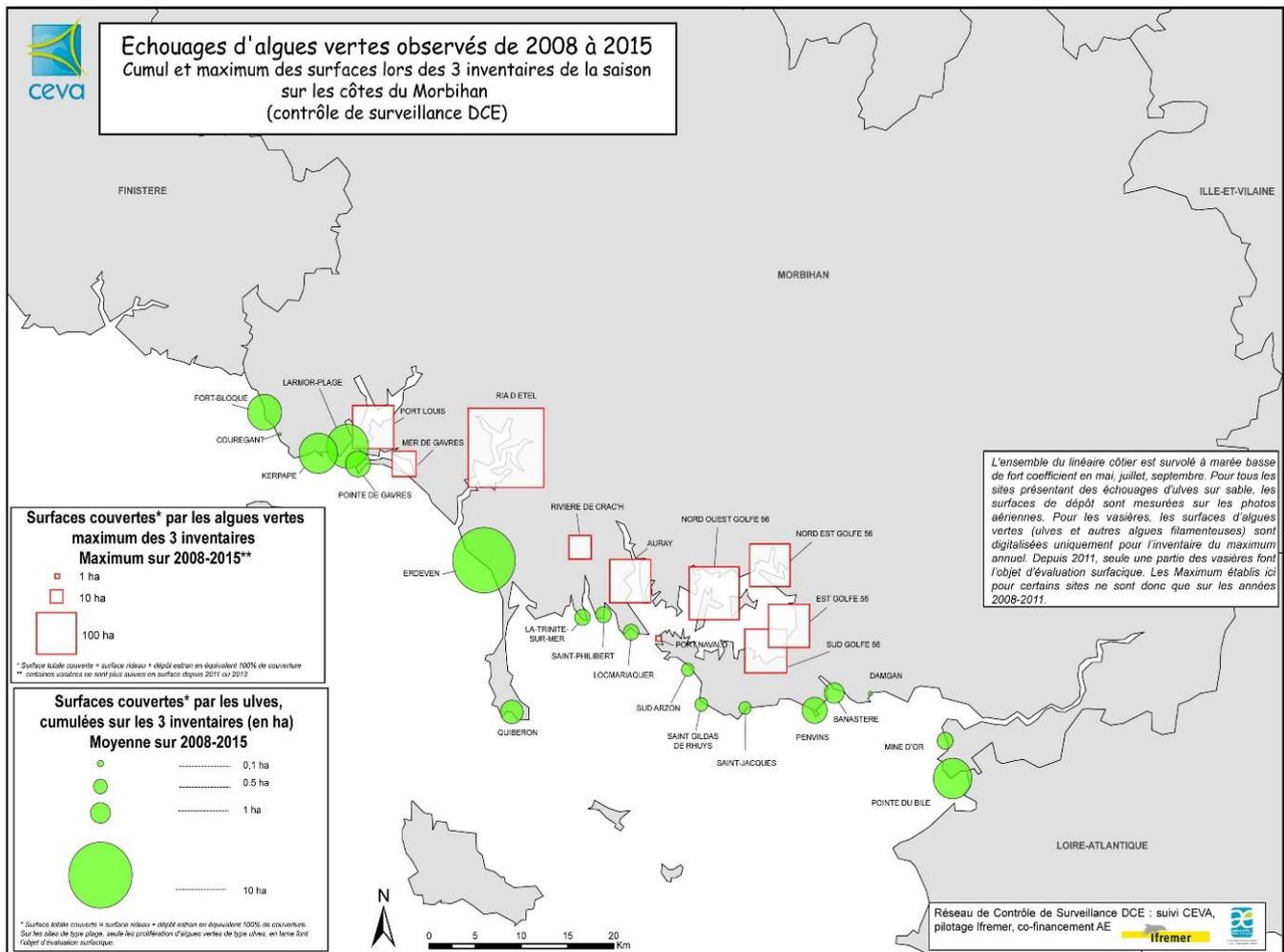
Les ronds verts représentent la moyenne sur 2008-2015 des cumuls annuels. Chaque année, le CEVA calcule un cumul des surfaces d'échouages sur les 3 inventaires. Ensuite, les valeurs de ces cumuls annuels sont moyennées sur les 8 années de suivi de 2008 à 2015.

✓ **Sites de vasières** (représentés par des carrés) :

N'étant pas tous suivis (arrêt en 2011 du suivi "systématique" des surfaces sur les vasières), il n'est pas possible de faire des cartes homogènes avec la moyenne couverte c'est donc le maximum de surface qui est représenté.

Certaines vasières ne sont plus suivies en surface depuis 2011* (FRGT18, 19, 27) (Tableau VII). Les digitalisations sont décidées au niveau des masses d'eaux (ME) et certaines ME dont les suivis ont été arrêtés en 2011 ont été "réévaluées" pour 3 ans de suite de façon "rétroactive" ** (GT22, GT23, GT25) (S. Ballu ; com. pers).

- ✓ Les **vasières** les plus touchées sont situées à Port-Louis (≥100 ha de surfaces couvertes au maximum), sur la Ria d'Étel (≥ 200 ha), en rivière d'Auray (≥ 100 ha) et sur le secteur du Golfe du Morbihan.
- ✓ Le **site sableux** le plus touché est le secteur d'« Erdeven » (Isthme de Penthièvre – Plouharnel - Erdeven) avec une moyenne de surfaces couvertes par les ulves sur la période 2008-2015 ≥10 ha (en moyenne). Fort-Bloqué, Larmor-Plage, Kerpape et la Pointe du Bile sont les sites sableux les plus recouverts après Erdeven avec des surfaces moyennes couvertes comprises entre 1 et 10 ha.



Carte 4 : Surfaces d'échouages d'algues vertes observées sur la période 2008-2015 dans le Morbihan : mesures réalisées dans le cadre des 3 inventaires annuels de la surveillance DCE (source : CEVA).

Tableau VII : Années de suivis surfaciques des différents sites de vasières dans le Morbihan sur la période 2008-2015 (source : CEVA, 2013, 2014, Rossi, 2012 et com. pers).

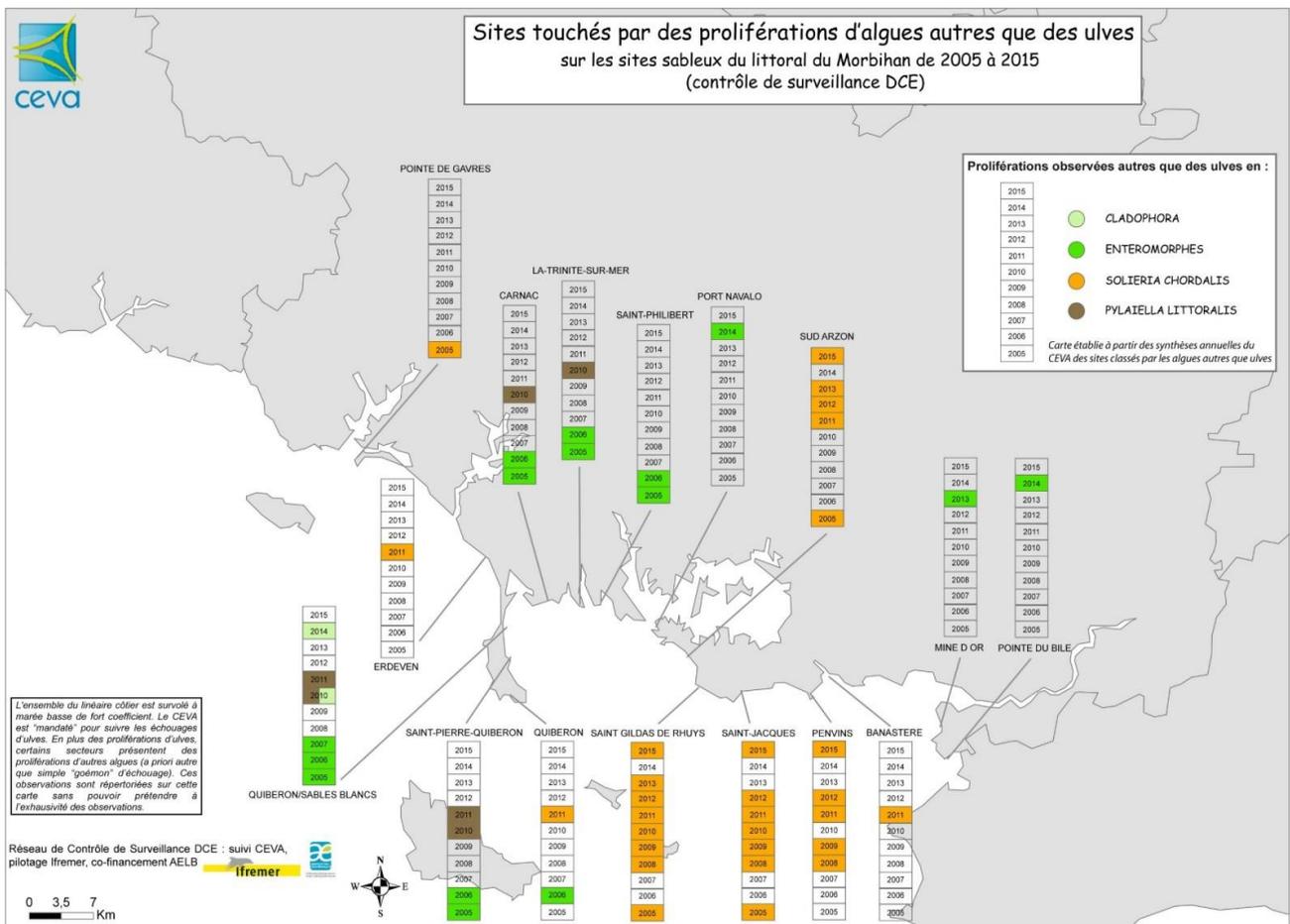
Code ME	Nom ME	Années de suivis surfaciques
FRGT18	La Laïta	2008-2010*
FRGT19	Le Scorff	2008-2010*
FRGT20	Le Blavet	2008-2015
FRGT21	Rivière d'Etel	2008-2015
FRGT22	Rivière de Crac'h	2008-2013**
FRGT23	Rivière d'Auray	2008-2013**
FRGT24	Rivière de Vannes	2008-2015
FRGT25	Rivière de Noyal	2008-2013**
FRGT27	La Vilaine	2008-2010*
FRGT39	Golfe du Morbihan	2008-2015

✓ **Autres types d'algues échouées dans le Morbihan :**

Certains sites du littoral morbihannais sont également touchés par la présence d'autres algues qui sont observées mais non quantifiées par le CEVA (pour ne pas exclure totalement les algues autres que les ulves) :

- Algues vertes filamenteuses en baie de Quiberon. La carte 5 met en évidence des échouages massifs d'*Enteromorpha* sur le littoral des communes de Saint Philibert, La Trinité-sur-Mer, Carnac et Quiberon (côte Baie de Quiberon) notamment pour les années 2005 et 2006 ;
- Algues brunes de type *Pylaiella littoralis* sont observées dans les années 2010 et 2011 au Nord-ouest de la baie de Quiberon, à Carnac, la Trinité-sur-Mer et au niveau de Quiberon/Sables Blancs.
- Algues rouges de type *Solieria chordalis* sont observées sur la Presqu'île de Rhuy, Erdeven et Pointe de Gâvres. Les échouages les plus importants sont sur les communes d'Arzon (Sud d'Arzon), Saint Gildas de Rhuy, Sarzeau (Saint-Jacques, Penvins) pour les années 2005, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 et 2015.

La figure 14 permet d'observer l'évolution des surfaces couvertes par les ulves sur les sites sableux du littoral morbihannais pour chaque mois d'inventaire réalisé par le CEVA dans le cadre des suivis DCE. Les années 2008, 2009, 2011 et 2015 présentent des surfaces couvertes plus importantes en début de saison (mai et juillet) que les autres années. Ces années sont qualifiées de précoces par rapports aux autres. Les années 2010, 2013 et 2014 sont quant à elles qualifiées de tardives (CEVA, 1997 à 2015).



Carte 5: Sites touchés par les proliférations d'algues autres que les ulves sur la période 2005- 2015 sur les sites sableux (source : CEVA).

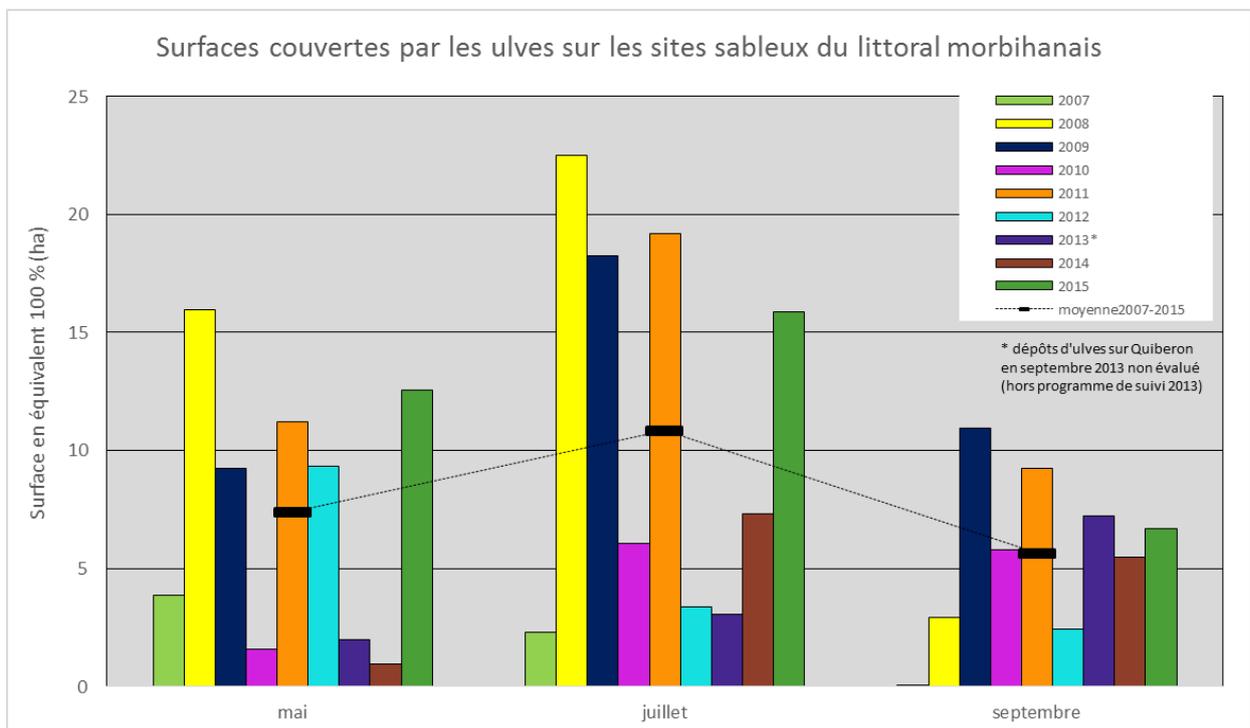


Figure 14: Surface couvertes par les ulves sur les sites sableux du littoral morbihannais pour chaque mois d'inventaire dans le cadre des suivis DCE (source : CEVA).

Résumé du chapitre II

- Depuis 2000, la DCE fixe les grandes orientations en matière de gestion et de protection des eaux par grand bassin hydrographique. La qualité des masses d'eau est définie par son état écologique et son état chimique. Concernant les proliférations et les échouages d'algues, différentes métriques sont utilisées pour évaluer la qualité écologique des ME (types de marées, sites impactés et métriques).
- En Morbihan, certaines masses d'eaux sont déclassées en raison d'un état écologique insuffisant (présence de phytoplancton et de macrophytes : algues proliférantes et macroalgues). A l'horizon 2027, ces ME ont pour objectif d'atteindre le bon état global. Les ME en bon état ont pour objectif de le maintenir.
- Le cadre réglementaire des politiques relatives à la prolifération et l'échouage d'algues opportunistes est défini en particulier par :
 - Les directives européennes (DCE, DCSCMM),
 - des documents de planification (SDAGE, SAGE),
 - des programmes d'actions de lutte contre l'eutrophisation des eaux littorales (PAV, CTBV...) et,
 - des programmes de surveillance des proliférations et d'échouages d'algues.
- La surveillance des échouages repose sur deux réseaux : les contrôles de surveillance DCE et le suivi régional complémentaire CIMAV. Elle est effectuée par survols aériens permettant d'identifier et quantifier les sites et surfaces d'échouages d'algues opportunistes, et par enquête concernant les pratiques de ramassage par les communes.

- Le ramassage des algues échouées est réglementé par le préfet de région suivant les articles R. 921-94 et suivants du code rural de la pêche maritime. En revanche, l'utilisation par des véhicules motorisés sur le DPM est réglementée par le préfet de département. Des demandes des communes peuvent-être faites à la DDTM pour autoriser cette action. Des arrêtés préfectoraux de la région autorisent le ramassage des algues dans le rideau d'eau par des véhicules motorisés dans les départements des Côtes d'Armor et du Finistère.

- Concernant le diagnostic des échouages d'algues opportunistes, le Morbihan est, comme les autres départements bretons ou d'autres régions, lui aussi touché mais, sa situation présente des spécificités.
Les surfaces d'échouages d'ulves sur sites sableux morbihannais sont nettement moins étendues que dans le Finistère et les Côtes d'Armor. Certains sites sableux sont malgré tout régulièrement touchés, principalement par des échouages d'algues brunes et rouges. La présence d'échouages d'autres types d'algues opportunistes sur certains secteurs ont également été observés entre 2005 et 2015 comme : les algues filamenteuses vertes de type *Enteromorpha*, des algues brunes de type *Pylaiella littoralis* et des algues rouges de type *Solieria chordalis*.

- De nombreux sites de vasières sont régulièrement et parfois massivement touchés en Morbihan par des échouages d'algues vertes.

I. Un peu d'histoire concernant l'exploitation traditionnelles des algues en Bretagne

En France, la récolte des algues par les populations côtières date du néolithique. A cette époque, l'utilisation des algues était répandue sur l'ensemble des côtes atlantiques. Les algues étaient utilisées comme combustible pour le chauffage, dans les matelas, pour le bétail et pour l'alimentation humaine en temps de famine. Ces utilisations primaires ont évolué au cours des temps, toutefois certains usages traditionnels perdurent et sont aujourd'hui encore observés dans certaines régions, comme par exemple l'utilisation des algues comme nourriture pour le bétail et pour l'amendement des sols. C'est le cas en Bretagne, où la récolte des algues a conservé une place prépondérante dans l'histoire des populations côtières (Arzel, 1987) (Cf. Figure 15).

➤ L'amendement des sols

En France, les populations côtières ont longtemps exploité les algues pour l'amendement des sols agricoles. Après les tempêtes, les hommes ramassaient les algues échouées à l'aide de grands râpeaux puis, les femmes les transportaient sur les dunes pour les sécher et ainsi assurer leur conservation (Arzel, 1987). Cette activité a connu un fort déclin avec l'émergence des engrais chimiques et l'augmentation de la taille des terres agricoles. Les dépôts d'algues rouges calcaire ou « maërl » était utilisé pour amender les terres pauvres en calcium.



Figure 15 : La récolte du goémon de rive sous les remparts de Saint-Malo (source : Arzel; 1987)

➤ L'utilisation du bicarbonate de sodium

C'est au XVII^{ème} siècle que les premières utilisations industrielles des algues voient le jour en France. L'industrie du verre, qui exploitait jusqu'alors le bois, se tourne vers les algues et plus particulièrement, le bicarbonate de sodium extrait des cendres d'algues utilisé pour abaisser la température du feu et permettre la fusion de la silice (Arzel, 1987). En effet, au XVII^{ème} et XVIII^{ème}, la collecte du « goémon épave » était pratiquée sur les côtes bretonnes et utilisé pour le brûlage dans l'industrie du verre (Person, 2010).

➤ L'extraction de l'iode

A partir du XIX^{ème} siècle et première moitié du XX^{ème}, les échouages d'algues étaient utilisés pour l'industrie de l'iode. Des expériences sont entreprises pour produire de l'iode à partir de cendres d'algues. C'est une réussite à l'époque et de nombreux emplois en découlent. Au milieu XX^{ème} siècle, cette industrie prend fin en raison de la découverte de nouveaux processus de production d'iode à base de nitrates (Arzel, 1987).

II. La gestion des échouages d'algues opportunistes

II.1. La gestion des échouages d'algues dans le Morbihan

II.1.1 Analyse des données des suivis du CEVA

Les données produites par le CEVA dans le cadre des réseaux de suivis Prolittoral et de la surveillance DCE concernant les ramassages d'algues effectués par les communes ont été récupérées. Leur traitement a permis d'analyser les résultats pour les communes morbihannaises répondant à l'enquête concernant les volumes déclarés ramassés et les coûts engendrés pour les communes littorales du Morbihan. Ces volumes ramassés concernent uniquement les sites sableux. Aucun ramassage n'est effectué sur les sites vaseux.

➤ Volumes totaux ramassés toutes communes confondues

Ces données permettent de représenter les volumes totaux ramassés en algues vertes (ulves principalement) et en algues totales (autres types d'algues non renseignés) déclarés par les communes du Morbihan entre les années **2002 et 2015**.

La figure 16 met en évidence certaines années où les volumes d'algues ramassées sont plus importants comme les années 2004, 2009, 2011 pour les algues vertes et 2011, 2012 et 2015 pour les algues totales. Pour lire ce graphique il faut veiller à bien prendre en compte le nombre de communes ayant déclaré ramasser les algues (pour les années 2004, 2009, 2011, 2012 et 2015, les nombres de communes ayant déclaré ramasser des algues vertes sont identiques aux nombres de communes ayant déclaré ramasser d'autres algues). Il existe un fort décalage entre les quantités d'algues vertes ramassées et les quantités d'autres algues (rouges et brunes), ce différentiel étant lié à ces algues (rouges et/ou brunes).

Le nombre de communes ayant répondu au questionnaire sur la période 2002-2015 est aussi représenté. 29 communes littorales (sur 39) ont répondu au moins une fois sur la période (données CEVA).

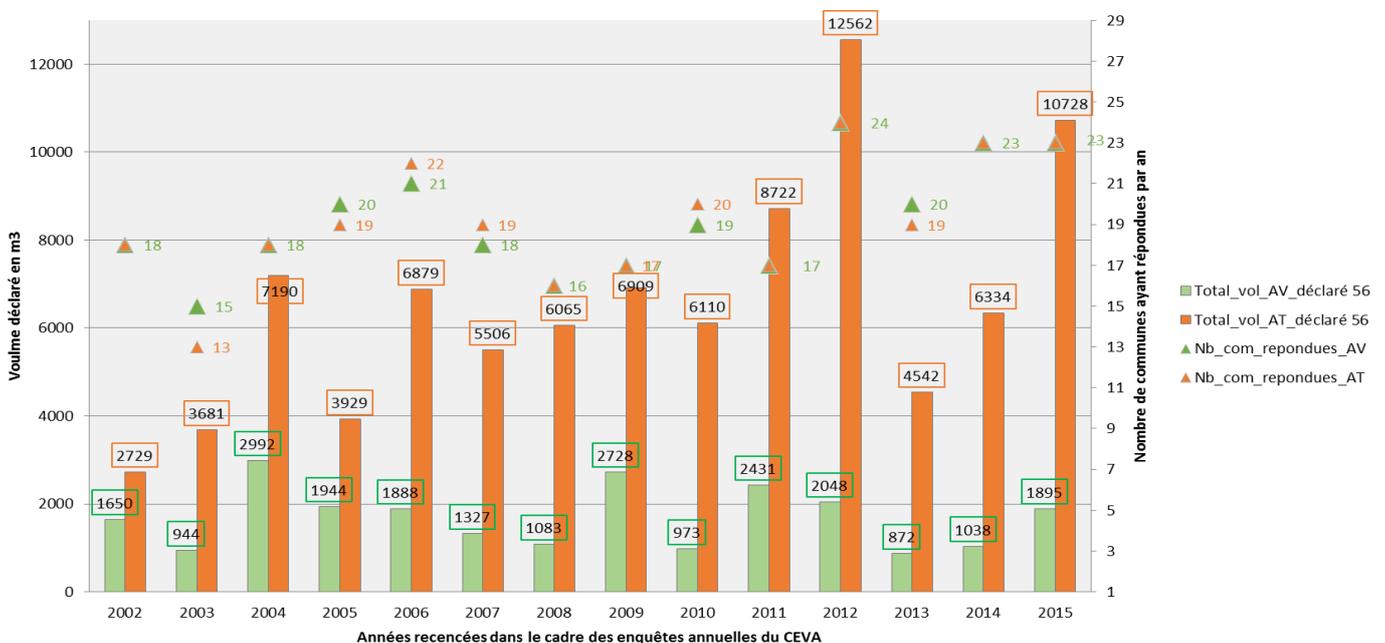


Figure 16 : Représentation des volumes totaux d'algues ramassées déclarées par les communes du Morbihan entre 2002 et 2015 (source : CEVA).

➤ Volumes ramassés à l'échelle des communes :

Les graphiques de l'annexe IV mettent en évidence les volumes moyens annuels d'algues ramassées par toutes les communes ayant déclaré procéder à des ramassages dans le Morbihan (cette moyenne est calculée sur l'ensemble des 14 années où les communes ont donné une réponse au CEVA).

Certaines d'entre elles ont ramassé des volumes compris entre 922 et 1 722 m3 (toutes algues confondues) comme Ploemeur, Larmor-Plage, Carnac, Saint-Gildas-de-Rhuys, Sarzeau et Pénestin (toutes ces communes font partie de la liste des communes choisies pour l'étude complémentaire). (Cf. Chap. III. II.1.2).

De plus, la figure 17 met en évidence la part moyenne d'algues ramassées annuellement par les communes du Morbihan en faisant la distinction des quantités moyennes d'algues vertes ramassées par rapport aux autres types d'algues pouvant être ramassées (rouges et/ou brunes). Ce graphique met bien en évidence que le Morbihan est plus touché par des échouages d'algues rouges ou brunes que vertes sur les plages. Les ramassages de ces algues sont identifiés pour les communes de Ploemeur, Larmor-Plage, Carnac, Saint-Gildas-de-Rhuys, Sarzeau (de 641 m3 à 1 641 m3 ramassés). La situation est inverse pour la commune de Pénestin qui semble plus touchée par des ramassages d'algues vertes (631 m3 ramassés).

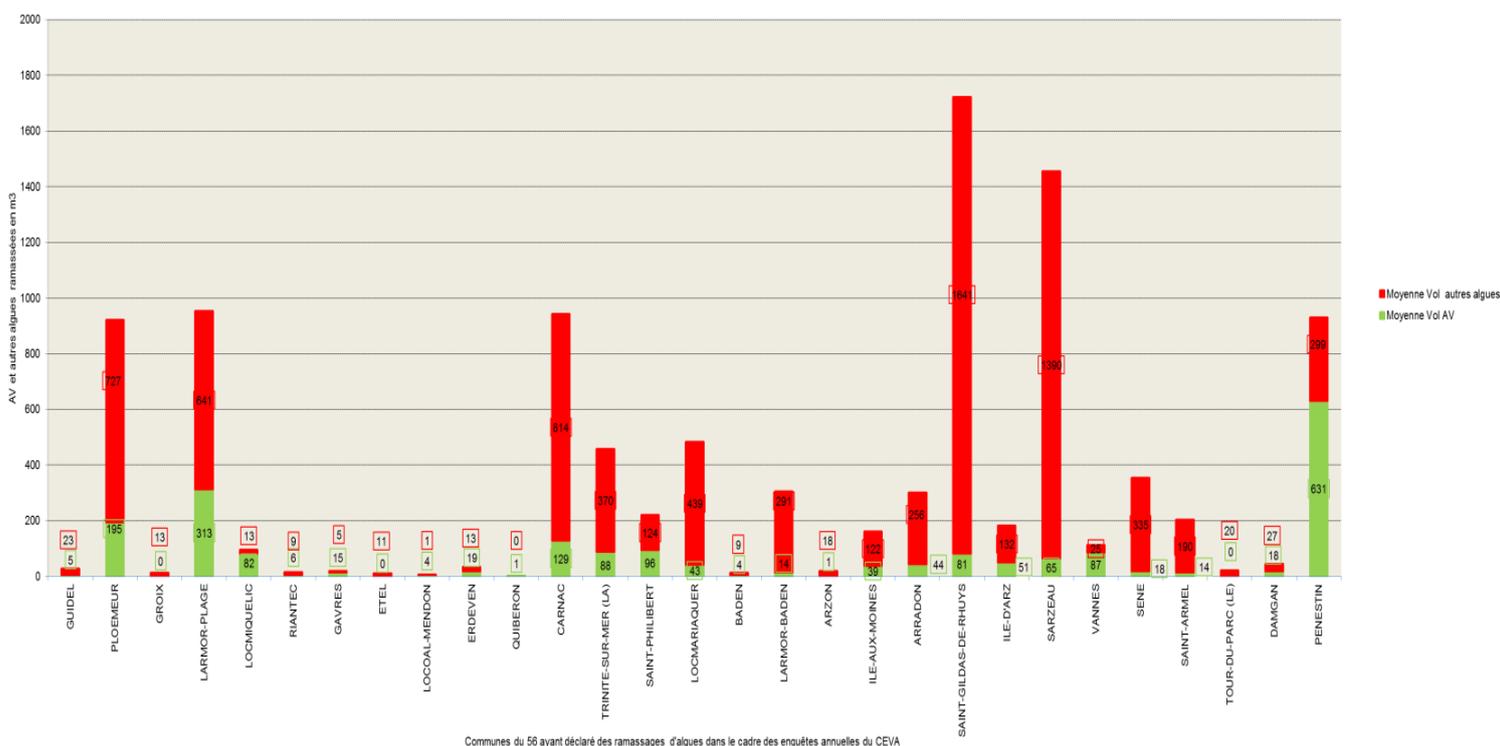


Figure 17 : Moyenne des quantités d'algues vertes et d'autres algues ramassées annuellement par les communes du Morbihan sur la période 2002 et 2015 (source : CEVA)

➤ Les coûts des ramassages

Les coûts de ramassages déclarés par les communes peuvent également être estimés dans le département du Morbihan grâce aux données issues des enquêtes annuelles des suivis Prolittoral et de la surveillance DCE. Les données reçues ne sont pas homogènes ni complètes sur la totalité des années 2002 à 2015 (certaines communes n'ayant pas répondu et d'autres n'ayant rien déclaré pour le ramassage des algues).

En début d'année, les communes établissent un budget qui peut être éventuellement modifié selon les besoins. Le budget réellement utilisé n'est pas toujours facile à déterminer notamment lorsque les ramassages se font en régie. Ils peuvent nécessiter des augmentations en fonction des quantités échouées (S. Ballu ; com. pers).

Deux types de collectivités peuvent intervenir pour le ramassage des algues. Soit la commune ramasse les algues échouées sur ses plages, soit c'est la communauté de communes, si celle-ci a récupéré la compétence (exemple : CCPR : communauté de communes de la Presqu'île de Rhuys gère les échouages entre le 15 juin et le 30 septembre). Ces ramassages sont effectués en régie ou suite à un appel d'offre faisant intervenir un prestataire qui se chargera des ramassages (une entreprise privée comme la SAUR). Auquel cas, les coûts varient en fonction de différents critères : nombre de personnes sur le site, type de ramassage, volumes ramassés, temps passé pour le ramassage et le transport, matériel utilisé, etc...

Le coût annuel moyen du ramassage des algues proliférantes dans le Morbihan est d'environ **100 000 €/ an sur la période 2002-2015**. L'estimation du coût annuel moyen par commune peut être calculé sur la base de la somme des coûts déclarés pour chaque commune moyenné par le nombre d'années avec déclaration renseignée divisée par le nombre de communes. Il s'établit ainsi à environ **4 000€** de coût de ramassage par an pour une commune littorale du Morbihan. Ce coût moyen annuel cache de nombreuses et fortes disparités selon les communes et les années. A titre indicatif, le coût maximal annuel enregistré pour une commune morbihannaise sur la période considérée est de 84 274€ pour Larmor-Plage en 2012.

L'analyse des données présentes dans le rapport de P.Rayer (2009) ne donne pas d'informations sur les quantités ni les coûts de ramassage des algues. En revanche, des informations sur le matériel utilisé et les opérateurs du nettoyage ainsi que la fréquence et la gestion des algues ont été recensés pour l'année 2009. On constate une similitude dans les pratiques de nettoyage des plages en 2009 et en 2016 (Cf. Chap. III. II.1.2).

II.1.2 Diagnostic approfondi sur des communes-test

Afin de compléter les données transmises des enquêtes annuelles réalisées dans le cadre des suivis Prolittoral et de la surveillance DCE et apporter des informations plus précises sur les modalités de gestion des échouages d'algues, le choix de procéder à un diagnostic complémentaire approfondi sur certaines communes test a été fait. Compte-tenu du temps disponible pour procéder à cette enquête, quelques communes ont été sélectionnées sur l'ensemble du littoral suivant différents critères.

a) Choix de communes littorales test

Le choix des communes s'est établi à partir de différents critères appréhendés à l'aide de données provenant de diverses sources. Dans un premier temps, les données du CEVA ont été retravaillées (moyennes, min, max, sommes...) et ont permis d'aboutir à différents graphiques (Cf. Chap. III.II.1.1).

➤ Délimitation de 3 secteurs dans la zone d'étude (Cf. Carte 6): conditions hydro-morpho-sédimentaires différentes (secteurs ouverts sur l'océan / secteur fermé, protégés)

- ✓ Secteurs OUEST (Ouest Morbihan à l'ouest de Quiberon) ;
- ✓ Secteurs SUD (Baie de Quiberon, Presqu'île de Rhuys, Baie de Vilaine) ;
- ✓ Secteur GdM (Golfe du Morbihan).

Principes : Ces délimitations ont pris en compte la localisation des différents sites observés par le CEVA (site ouverts et enclavés). Ces différents sites ont donc permis de classer Locmariaquer et Arzon dans le secteur SUD et non pas dans le GdM (Cf. Carte 6).

A l'aide des données des suivis du CEVA, différents graphiques ont été réalisés permettant de différencier **des classes ou typologies** de communes en fonction des quantités d'algues déclarées ramassées par chacune d'elle (sur la période 2002-2015).

Choix de **3 classes ou typologie** :

- ✓ + de 500m³ en AT => + 100m³ en AV
- ✓ 100 < AT < 500 m³ => 10 < AV < 100 m³
- ✓ -100m³ AT => -100 m³ AV

Pour chaque secteur, le choix de prendre **3 communes de chaque classe** a été fait dans la mesure du possible. Par exemple pour le secteur OUEST, il n'y avait pas de « petite classe » (-100m³ AT pour -10m³ AV) contrairement au secteur GdM, pas de « grande classe » (+ 500m³ AT pour + 100m³ en AV).

➤ Fréquence des réponses

Mesure des quantités en AV et AT déclarées par les communes

Fréquence des réponses des communes en fonction des années

Principe : Prise en compte de la diversité des situations

Fréquence/ nombre d'années répondues par commune sur les 14 années (de 2002 à 2015).

Le facteur « nombre d'années répondues » semble pertinent dans la mesure où le choix des communes s'établit sur des communes ayant **assez bien** ou **bien répondu** aux questionnaires du CEVA sur la période 2002-2015. Il a été fait le choix de ne pas prendre les communes ayant peu ou presque pas répondu aux questionnaires (ex : Etel, Groix...) par précaution (ne pas me heurter à des communes n'ayant pas pour problématique majeure les échouages d'algues ou ne souhaitant pas participer de façon régulière à ce genre d'enquête).

➤ Type de gestion du devenir des algues sur la période 2002-2015

L'intérêt de ce critère est de pouvoir :

- ✓ Observer l'évolution, s'il y en a une, des différents types de gestion des échouages effectués par les communes sur la période donnée (prise de conscience ?) et,
- ✓ De mettre en évidence les principales gestions faites et de chercher pourquoi (moyens mis à disposition, coûts des ramassages, gestion en régie ou entreprises privées....).

Principe : Diversité des pratiques

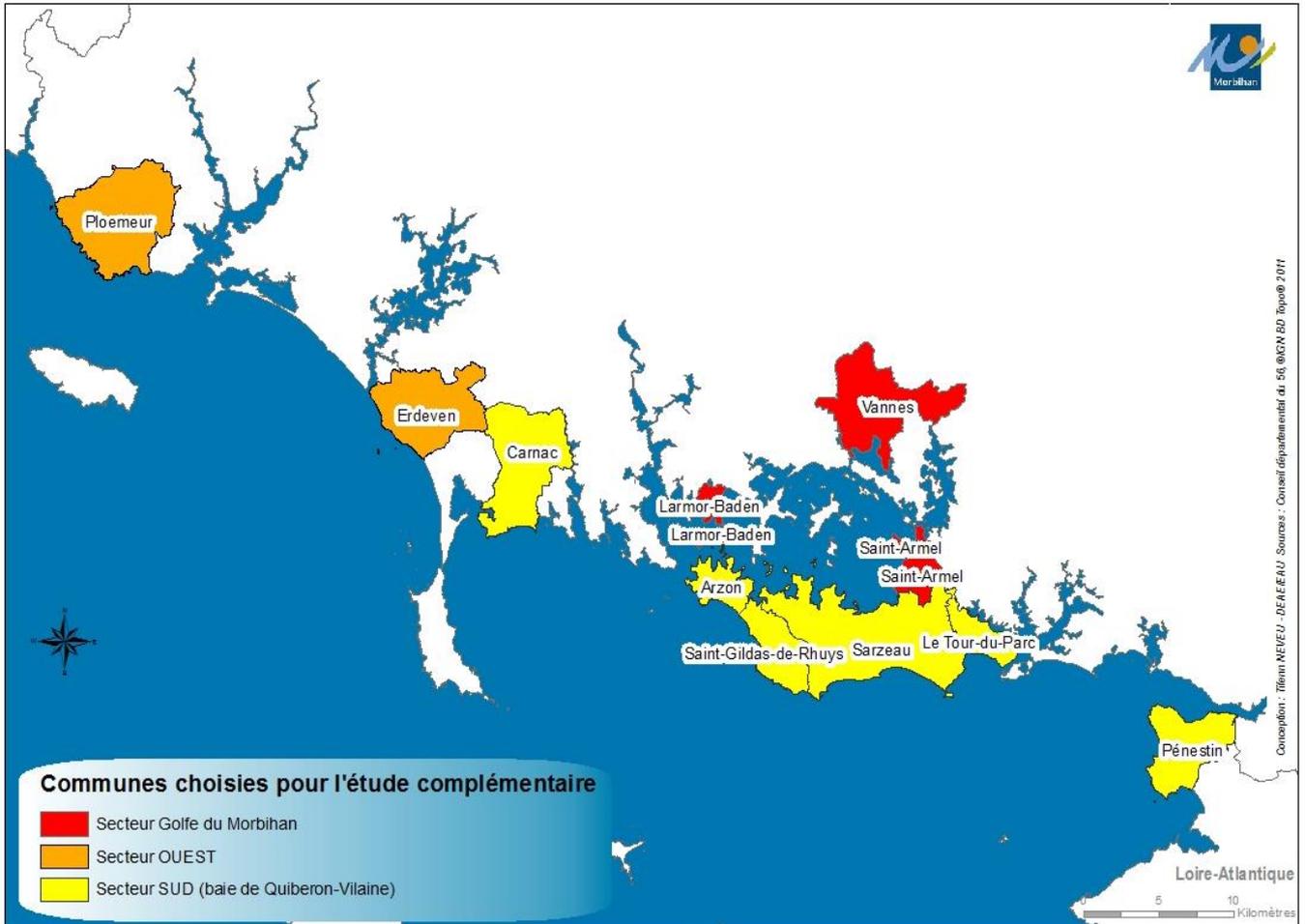
➤ Types d'enjeux -> conditions environnementales et contexte 'socio-économique'

Hydrodynamisme, type de substrat, apport en nutriments (rivières, estuaires...), conchyliculture, tourisme (nombre de lits en capacité d'accueil), dates des élections municipales (2001, 2008, 2014).

Sur la base de ces critères, 8 communes et 1 communauté de communes test ont dans un premier temps été choisies : Ploemeur, Larmor Plage, Erdeven, Carnac, CCPR, La Trinite-sur-mer, Larmor-Baden, Vannes, Pénestin.

Les responsables des services techniques de 2 communes n'ont cependant pas pu être contactés (Larmor-Plage et la Trinité-sur-Mer).

L'enquête a donc finalement porté sur **6 communes et une communauté de communes** (Cf. Carte 7). Par ailleurs, la commune d'Ambon a fait l'objet d'une analyse complémentaire proposant une autre gestion des algues (Cf. Annexe V).



Carte 7 : Communes littorales choisies pour l'enquête complémentaire sur les modalités de gestion/valorisation des échouages d'algues du Morbihan.

b) Modalités de l'enquête

Pour chacune des communes choisies, des courriers ont été adressés par la DEAE (direction de l'eau et de l'aménagement de l'espace) aux maires pour leur faire part de notre étude et faciliter les échanges avec les différents acteurs en charge de ces dossiers. Pour préparer ces entretiens, un questionnaire a été élaboré (Cf. Annexe VI) et adressé aux responsables des services techniques municipaux des différentes communes en amont des entretiens.

L'enquête menée auprès des collectivités a permis de présenter des données sur les pratiques de gestion des algues et les fréquences, les acteurs, les quantités échouées ramassées ainsi que les coûts de ramassages et de valorisation. Par ailleurs, le ramassage des échouages d'algues opportunistes est à mettre en correspondance avec la gestion des marcodéchets qui est également abordée dans l'étude même si ce n'est pas l'objectif premier.

c) Résultats

Les données collectées concernant les opérations de ramassages des collectivités test sont présentées dans le Tableau VIII.

Tableau VIII : Synthèse des modalités de gestions et de valorisation des échouages d'algues de quelques communes du littoral morbihannais.

Collectivités	Personnes rencontrées	Mode de collecte des données	Linéaire côtier total	Linéaire de plages concerné	Type de ramassage des algues	Type de nettoyage des plages	Matériels utilisés	Opérateurs du ramassage des algues	Opérateurs du nettoyage des plages	Fréquence		Type d'algues ramassées	Quantités moyennes annuelles ramassées (T et m3)	Coût moyen annuel	Distance parcourue en moyenne ** plage -> dépôt	Gestion des algues après ramassage
										Haute saison (juin-sept)	Basse saison					
Ploemeur	M. Le Carduner STM	Rencontre	18 km*	3,5 km**	Mécanique	1) Manuel 2) Mécanique	Tracteur, tractopelle, remorque Chargeur à pneu (échouages massifs) 1) Pic-papier 2) Criblouse	STM	1) NR 2) STM	Fonction mélo Quotidien	Aucun Tous les 15 jours	AB (Laminaires) AV en petites quantités	1000 m3 **	12 000€ en 2014	6 km Aller-Retour	Stockage sur terrain communal
Ereeven	M. Le Dize gardiennal	Rencontre	7,5* km	1,4 km**	Mécanique	1) Manuel 2) Mécanique	Tracteur, Tractopelle, remorque 1) Sacs 2) Criblouse sur la plage de Kenkillo	STM	1) Syndicat mixte Gâves-Ouberon + employés saisonniers 2) STM	Hebdo. 1) Tous les jours 2) NR	Aucun Nettoyage déchets	AB et AR Très peu AV	74 m3 en 2015	850 € HT	10 km Aller-Retour	Stockage sur terrain communal
Carnac	M. Gouzerh STM	Rencontre	13 km*	4,13 km**	Mécanique	1) Manuel 2) Mécanique	Godet, Tracteur, remorque 1) Pic-papier 2) Criblouse	STM	1) Saisonniers employés par STM 2) Prestataire privé (Véohi)	Hebdo. 1) Tous les jours 2) Fin de semaine	Aucun Nettoyage déchets	AB et AR Très peu AV	700 - 1000 T ** 875-1250 m3	12 336 € **	12 km Aller-Retour	Dépôt des algues sur parcelles d'un agriculteur biologique (pour épandage)
La mor-Baden	M. Le Peivé STM	Rencontre	6,3 km**	1,04 km**	Mécanique Manuel	Manuel	Balai, tracteur, fourche, camion benne Sceau	STM	STM	Tous les 15 jours Tous les 15 jours	Aucun Aucun	AB	140 m3 **	Peu élevé **	4 km Aller-Retour	Déposées sur terrain pour agriculteur Epannage particuliers
Vannes	M. Malo STM	Rencontre	13 km*	< 1 km**	Mécanique Manuel	Manuel	Tractopelle, camion Fourche, brouette (île de Conleau), sac pour déchets anthropiques	STM et gardien de l'île de Conleau	STM	Mensuel Mensuel	Aucun Aucun	NR	25 à 165 T ** 31 à 207 m3	4 000 - 5 000€ **	13 km Aller-Retour	Données à élever de chevaux (St Neff) pour compostage
Pévenin	M. Fortune SM	Rencontre	25 km*	4 km**	Mécanique	Manuel	Tracteur, remorque, tractopelle Sacs	STM	STM	Fonction de la météo Tous les jours (lundi à vendredi)	Après tempêtes, ponctuellement Après tempêtes	AV	600 à 900 m3 **	22 000 € **	NR	Sur terrain privé ou en pied de falaise (2015 et avant)
CCPR (Com.com de la Presqu'île de Rhuys)	M. Gouet M. Cloarek SAUR-Vabbé	Rencontre	129 km*	NR	Mécanique	1) Manuel 2) Mécanique	Tracteur, remorque, manuscopie 1) Sacs, pièces 2) Criblouse	Prestataire privé (SAUR-Vallob)	1) Jeunes saisonniers 2) SAUR (petits apports)	Fonction apports Lundi au vendredi	Aucun Aucun	AB et AR Très peu AV	2 000 à 4 000 m3 **	71 000€ en 2015** (ramassage, transport, épandage)	40-50 km Aller-Retour	Epannage sur parcelles agricoles

AB : Algues brunes
AR : Algues rouges
AT : Algues totales
AV : Algues vertes

SM : Services municipaux
STM : Services techniques municipaux
* : source : BD_Top_2011 (CD 56)
** : source : enquêtes auprès des communes choisies

Données issues de l'enquête complémentaire
Données issues des enquêtes annuelles de surveillance DCE (CEVA)

NR : Non-remplé
Com.com : Communauté de communes

➤ Les pratiques de ramassage des algues et de nettoyage des plages en Morbihan

Pour lutter contre les phénomènes d'échouages massifs d'algues opportunistes mais aussi pour évacuer les déchets anthropiques, des ramassages sont mis en place par les communes concernées. La gestion des algues est faite avant et/ou pendant la saison touristique (fin mai-début juin à septembre) à l'aide d'engins classiques (travaux publics ou matériels agricole) pour la plupart (Cf. Tableau VIII).

L'importance et la nature des algues échouées, la nature du substrat, les coefficients de marées et l'accessibilité des sites sont autant de facteurs qui conditionnent le choix des moyens techniques à mettre en œuvre.

✓ Le type de ramassage d'algues

Le **ramassage d'algues mixte (manuel + mécanique)** représente une faible part de la gestion employée. Seules Larmor-Baden et l'Île de Conleau (à Vannes) procèdent à ce type de ramassage pour certains secteurs (ramassage à l'aide de fourches et de brouettes).

La grande majorité des autres communes a opté pour des **ramassages d'algues mécaniques** pour des raisons de facilité et de rendement (volumes ramassés/heure).

Pour le ramassage mécanique, différents outils sont utilisés mais ce sont principalement des tractopelles et des tracteurs muni de griffes qui sont utilisés. Pour l'évacuation, les engins de ramassage déposent les algues dans des camions benne ou des remorques tractées par des tracteurs (Cf. Figure 18).

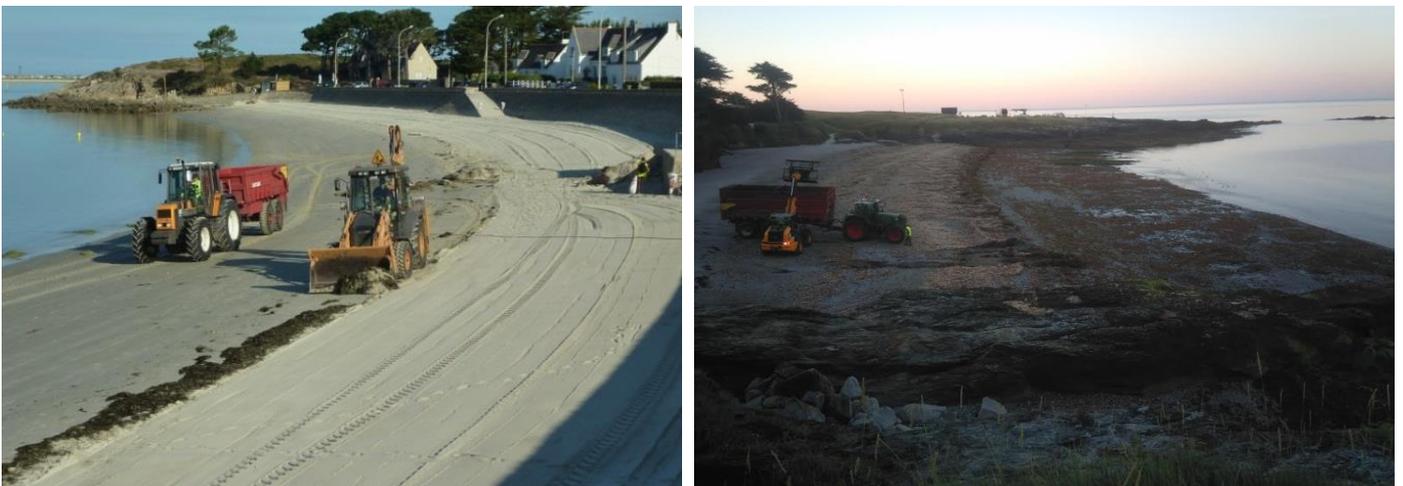


Figure 18 : Exemple d'engins utilisés dans le ramassage des algues ; tractopelle à Carnac (à gauche) et manuscopic sur Port-Maria (à droite) (source : Neveu, 2016 et A. Gorel).

✓ La sécurité du travailleur

Malgré les interventions rapides pour le ramassage des échouages, il se peut que des amas se soient formés depuis plus de 48h et que les algues du dessous soient en décomposition. Les algues vertes notamment (genre *Ulva sp.*) présentent un risque important de dégagement d'H₂S ou sulfure d'hydrogène (gaz incolore, odeur d'œuf pourri et inflammable) si elles sont en décomposition depuis plus de 48h. Pour la sécurité des travailleurs, les agents sont donc munis de détecteurs de gaz H₂S comme à Pénestin (Fortune ; com. pers). Les échouages mixtes ou d'autres types d'algues que les vertes peuvent aussi libérer de l'H₂S, les travailleurs qui gèrent les échouages d'algues en CCPR sont donc munis de ce type d'appareil (A.Gorel ; com. pers).

✓ Le type de nettoyage de plages

En ce qui concerne le nettoyage des plages (souvent indispensable avant de ramasser les algues), la majorité des macrodéchets sont retirés manuellement.

Ce type de nettoyage est effectué généralement par des saisonniers en période estivale (pics-papiers) et par des employés en hiver (services techniques, gardes littoraux...). La majorité des macrodéchets ramassés en période estivale sont constitués de bouteilles (plastiques et verres) et de déchets issus de la pêche (poches à huîtres, filets, chambres à air...) mais très peu de sacs plastiques (G.Gouzerh et A. Le Doze ; com. pers).



Figure 19: Macrodéchets pouvant être ramassés avant les algues sur la plage (source : Neveu, 2016).

Une fois les macrodéchets retirés et les algues ramassés, le nettoyage mécanisé des plages peut-être fait à l'aide de cribleuse (Cf. Figure 20 et 21). Cet engin permet de tamiser les premiers centimètres (5 à 30 cm) de sable sec à l'aide d'un grand tamis métallique pour en extraire tous les déchets de petites dimensions (capsules de bouteilles, mégots, coquillages, galets...).

Les équipements utilisés pour le ramassage des algues appartiennent généralement aux communes mais peuvent également appartenir aux prestataires choisis (exemple : pour Carnac, c'est Véolia qui crible la plage).



Figure 20: Passage de la cribleuse sur la grande plage de Carnac, galets et coquillages criblés et retirés (source : Neveu, 2016).

✓ Impacts sur l'environnement

Le ramassage et le nettoyage répétés sur l'estran et les hauts de plage avec ce type de machines peuvent occasionner de réels inconvénients :

- **Directs** : prélèvements de grandes quantités de sables ce qui peut modifier à long terme l'équilibre sédimentaire de la plage et donc de la dune, pouvant accentuer les phénomènes d'érosion (Cf. Figure 21). De plus, le passage des machines à répétition modifie considérablement la morphologie du système plage (Cf. Figure 22).



Figure 21: Photographie de l'impact du ramassage des algues sur le stock sédimentaire (source : Neveu, 2016.)



Figure 22 : Traces laissées sur l'estran après passage d'engins mécanisés pour le ramassage des algues (source : Neveu, 2016).

- **Indirect** : le prélèvement des laisses de haute mer lors des ramassages peut annuler leur effet bénéfique sur l'écosystème côtier (diminution de matière organique, des invertébrés, des sites de nourrissage ou de nidification).

Concernant l'accessibilité aux plages par les engins, aucune ouverture de brèche n'est faite. Les dunes ne semblent pas impactées ; les engins passent par des cales empierrées ou bétonnées et par des accès déjà existants.

✓ Lieux de ramassage

Les ramassages ont lieu globalement sur la plupart des plages des communes et communauté de communes test (Cf. Annexe VII). En effet, en fonction des années, les échouages ne sont pas systématiquement aux mêmes endroits et peuvent-être éparpillés d'où leur grand nombre (A.Gorel ; com.pers). Ces sites présentant des échouages sont également des sites à forts enjeux économiques et les ramassages se font souvent suite aux choix faits par les élus (fréquentation touristique élevée). Concernant les sites sur vasières, il n'y a aucun ramassage pour des raisons techniques et économiques (accessibilité difficile, peu de portance pour les machines et pas de problèmes majeurs vis-à-vis des professionnels de la conchyliculture).

➤ Les périodes et fréquences de ramassage des algues et nettoyage des plages en Morbihan

Par ailleurs, on relève deux rythmes de ramassage/nettoyage des plages dans l'année correspondant aux rythmes de fréquentation touristique de basse saison et de haute saison.

En basse saison (septembre à mai), la majeure partie des communes sollicitées ne ramassent pas les algues échouées. Pour les déchets, des nettoyages peuvent s'effectuer après les tempêtes ou avant les vacances scolaires.

En haute saison, (juin à début septembre), les communes ramassent les échouages régulièrement en fonction des apports c'est-à-dire une fois tous les mois au minimum ou toutes les semaines (Cf. Tableau VIII). En ce qui concerne les macrodéchets anthropiques, la totalité des communes interpellées procèdent à des nettoyages quotidiens et à des criblages hebdomadaires comme à Carnac (G. Gouzerh ; com. pers). Il s'agit de communes touristiques qui combinent une grande capacité d'accueil et une population permanente relativement importante comme c'est le cas de la Presqu'île de Rhuys.

➤ Les acteurs du ramassage des algues en Morbihan

D'une collectivité à une autre, la gestion du ramassage des algues est différente mais on peut remarquer une dominance de l'intervention communale sans négliger l'intervention à l'échelle de l'intercommunalité (CCPR par exemple).

Plusieurs formes de gestion du service public sont présentes :

- ✓ **En régie** : la collectivité locale (les services techniques municipaux) assure directement d'elle-même la tâche de la gestion.
- ✓ **Délégation de service public** : les collectivités locales confient la gestion du service public dont elles ont la responsabilité à un prestataire public ou privé. La CCPR a aussi établi un contrat avec la SAUR-Valbé pour le ramassage des gros apports d'algues et la valorisation.

➤ Les quantités et type d'algues ramassées et coûts engendrés pour les communes test

En moyenne pour une année donnée, **7 000 m³** soit environ **5 600 T** d'algues échouées sont ramassées par les communes de l'enquête (1T ~ 0.8 m³ d'algues ressuyées, Y.Carpier ; com. pers). Les algues ramassées ne sont pas spécifiquement identifiées mais, la majorité des échouages sont constitués d'algues brunes et rouges. Peu d'algues vertes sont collectées à l'exception de la commune de Pénestin touchées principalement par ce type d'algues (Cf. Tableau VIII).

Le coût est difficile à déterminer de façon précise et ceci pour des raisons spécifiques :

- ✓ Les dépenses liées au ramassage/nettoyage des plages rentrent dans le budget de fonctionnement de la commune ;
- ✓ Les services techniques ne peuvent pas préciser avec une grande exactitude le nombre d'heures de travail et le coût horaire car les employés sont affectés à plusieurs tâches d'entretien.

En moyenne, ces ramassages représentent tout de même un coût important pour les collectivités locales. Par exemple, pour l'année 2015, le ramassage pour les collectivités test choisies (6 et une communauté de communes) parmi les plus touchées, est estimé à hauteur d'environ **122 000 €/an** (chiffre cumulé en fonction des déclarations obtenues directement par la commune et par les enquêtes de surveillance DCE).

Une grande hétérogénéité des coûts d'un mois à l'autre et d'une année sur l'autre est constatée : les coûts peuvent ainsi être doublés ou triplés en fonction des échouages.

En ce qui concerne les dépenses liées à cette gestion, aucune aide ni subvention n'est accordée aux collectivités pour le ramassage et la valorisation des algues en Morbihan.

De façon générale, des différences parfois significatives peuvent être relevées entre les coûts déclarés dans le cadre des enquêtes annuelles de surveillance DCE et les coûts mentionnés dans le cadre de notre enquête complémentaire.

Par exemple, d'après les chiffres émanant des enquêtes de la surveillance DCE pour la CCPR (St Armel, Arzon, St Gildas de Rhuys, Sarzeau et le Tour du Parc), les coûts de ramassage des algues étaient de 10 654€ pour l'année 2015. Or, le coût total pour la CCPR de la gestion des algues échouées (ramassage, transport, épandage) est de **71 001 €** pour l'année 2015 d'après les informations recueillies lors de l'enquête complémentaire (A.Gorel ; com. pers). Les chiffres enregistrés et transmis pour les enquêtes de la surveillance DCE sont en fait partiels et correspondent aux coûts d'**épandage** pour la CCPR (ce qui n'est pas représentatif de l'ensemble des coûts engendrés pour le ramassage et la gestion des algues).

L'enquête a permis de récolter un grand nombre d'informations sur les modalités de gestion des échouages d'algues et la vision des acteurs par rapport à la problématique. En effet, la gestion des macrodéchets est obligatoirement prise en compte.

La laisse de mer n'est pas considérée comme un déchet mais comme un écosystème qu'il faut préserver pour lutter contre l'érosion (G.Gouzerh ; com. pers) et elle n'est pas ramassée dans la mesure du possible. Cependant, lorsqu'il s'agit d'échouages massifs d'algues opportunistes, la laisse de mer est mélangée aux autres algues. Il n'est donc pas possible de distinguer les deux échouages aux moments des ramassages (com. pers).

II.1.3 Echouages d'algues et conchyliculture

Les professionnels qui travaillent avec la mer sont donc parfois soumis aux différentes pollutions comme les échouages d'algues opportunistes. A l'échelle du CRC (Comité Régional de la Conchyliculture), il n'y a pas d'enjeux concernant les échouages d'algues sur les côtes du Morbihan. En revanche à l'échelle de l'entreprise, la problématique existe. Cependant, les ostréiculteurs gèrent eux-mêmes ces échouages sur l'estran qui peuvent représenter un problème en été (A.Dréano ; com. pers). Suivant les différentes méthodes d'élevage, les travailleurs vont s'adapter pour gérer les algues. Pour les élevages en surélevé (dans des poches sur table), les ostréiculteurs retournent les poches. Pour ceux qui n'habitent pas dans la région de croissance des coquillages, retourner les poches peut leur demander parfois de nombreux trajets (P. Jallifier ; com. pers).

Pour les cultures à plat (huîtres, palourdes, coques), les ulves posent problème et peuvent provoquer des phénomènes d'anoxie pour les coquillages fouisseurs. Pour gérer ce type d'échouage, les professionnelles positionnent un dispositif sur le sol. C'est un système de barres métalliques auxquelles sont accrochées des chaînes qui traînent, et permettent de remettre en suspension les algues dans le rideau, en présence de courant. Dans certains secteurs, les professionnels sont contraints de changer de pratique (passer sur des élevages surelevés) voir même abandonner la production de coques et de palourdes (com. pers). Les algues de type *Enteromorpha* sont peu ou pas présentes sur les zones d'élevage de fouisseurs car il leur faut un substrat solide pour s'accrocher. En revanche elles peuvent s'accrocher sur les huîtres élevées à plat. Pour lutter contre ces *Enteromorpha*, les professionnels utilisent des bigorneaux qu'ils mettent dans les poches d'huîtres et qui se nourrissent des algues. Ils sont ensuite revendus à la consommation (A. Dréano ; com. pers).

Dans le Morbihan, l'éventualité de pluricultures (cultures des algues et élevages de coquillages) par les ostréiculteurs est au stade expérimental. Sur certaines concessions, le calendrier de production des algues étant compatible avec celui des moules. Cependant cette activité est difficile à gérer car elle comporte certaines limites physiques avec la mise en place d'espèces d'algues éligibles à l'algoculture dans les schémas des structures conchyliques (A. Dréano ; com. pers).

II.2. La gestion des échouages d'algues dans d'autres territoires français

Afin d'avoir une vision plus large sur la gestion des échouages d'algues, des informations ont été recueillies concernant la situation sur d'autres territoires (Cf. Tableau IX).

Tableau IX : Synthèse des modalités de gestions et de valorisation des échouages d'algues dans d'autres territoires français.

Collectivités	Personnes rencontrées	Mode de collecte des données	Linéaire côtier total *	Linéaire de plages	Type de ramassage des algues	Type de nettoyage des plages	Matériels utilisés	Opérateurs du ramassage des algues	Opérateurs du nettoyage des plages	Fréquence		Type d'algues ramassées	Quantités moyennes annuelles ramassées (T et m ³)	Coût moyen annuel	Distance parcourue en moyenne ** plage -> dépôt	Gestion des algues après ramassages
										Haute saison (juin-sept)	Basse saison					
Saint-Brieuc Agglo	M. Capier Technicien environnement St Brieuc Agglo	Rencontre	30,2 km **	7,3 km ** (potentiellement concernés) 1,6 km ** (p.ex. échouages)	Mécanique	NR	Tracteur, remorque, tractopelle, dameuse	Prestataire privé (Bleu-Vert)	Pas à l'échelle de la Com.d'agglo	Tous les jours	Tout dépend des échouages	AV	5 200 T soit 6 500 m ³ **	250 000 € TTC ** (Ramassage, transport, traitement)	70 km Aller-retour **	Compostage (processus d'homologation en cours)
					Manuel	NR	Sacs				NR					
Lannion-Trégor-communauté	Mlle. Briant Directrice adjointe servient LTC	Entretien téléphonique	~13 km **	~11 km **	Mécanique	HR	Tracteur, robot, remorque	Prestataire privé (EFFLAM)	Pas à l'échelle de la Com.d'agglo	Tous les jours	Hebdomadaire	AV	25 000 m ³ **	800 000€ ** (Ramassage, transport, traitement)	Max 80km Aller-retour**	Epannage (95%) Compostage (5%)
					Manuel	HR	Gants, fourche, brouette			NR	NR					
Cap Atlantique (transport et traitement des AV échoués)	Mde. Dourdain Technicienne pôle déchets	Rencontre	NR	NR	Mécanique	NR	Lame de débâlage (fournies aux communes par Cap Atlantique)	STM ou leurs prestataires	NR	Fonction appoints	NR	AV	5 411 T AV ** 6 763 m ³	100 000 € TTC** (Egouttage, transport, traitement)	NR, piécèlement	Epannage agricole
						NR				NR						

NR : Non-renseigné
Com.d'agglo : Communauté d'agglomérations

AV : Algues vertes

* source : BD_Topo_2011 (CD 56)

** source : enquêtes auprès des communes choisies

II.2.1 En Côtes d'Armor et en Finistère

Avant 2010, les conseils généraux 22 et 29 finançaient, pour le ramassage, toutes les communes concernées par des échouages d'algues vertes.

Depuis 2010, l'Etat subventionne tout ou partie des actions de ramassage et de traitement des algues vertes échouées pour les 8 baies de ces 2 départements faisant partie du plan Algues Vertes ainsi que les autres communes littorales de ces départements (V.Ducros ; com. pers). Tous les autres départements ne bénéficient pas d'aides de l'Etat.

En fonction des années, les subventions accordées peuvent varier et ont été par exemple pour l'année 2015, à hauteur de 100% pour le ramassage et le transport et de 35% pour le traitement des algues en Baie de St-Brieuc (Y.Carpier ; com. pers).

Ces aides sont accordées uniquement lorsque les échouages présentent des risques sanitaires pour la population. Un document réalisé par Saint-Brieuc Agglomération permet d'évaluer les opérations de ramassage des algues vertes en fonction du type de l'intensité des échouages (Cf. Annexe X).

➤ Gestion de Saint-Brieuc Agglomération (22)

Saint-Brieuc Agglomération regroupe 14 communes dont 4 littorales allant de Pordic à Hillion. La communauté d'agglomération a la compétence pour la gestion des échouages d'algues (convention établie entre les communes concernées et St Brieuc Agglo). La société mandatée, Bleu-vert, est en charge du ramassage et du transport des algues. Les ramassages se font à marées descendantes sur la zone d'échouage à l'aide de tractopelles, de lames de déneigement et de remorques. Les travailleurs ne touchent pas à la laisse de mer. Pour ce faire, les machines remontent les algues en haut de plage pour le ressuyage (durée 24H) avant de les évacuer par des tracteurs remorques et camions bennes (Cf. Figure 23).

Deux types de ramassage se font ; le ramassage balnéaire et les ramassages sanitaires.

- ✓ Le ramassage sanitaire est mis en place lorsqu'un échouage d'algues vertes potentiellement dangereux arrive lors de forts échouages sur le littoral et peuvent présenter des risques pour la santé (décomposition avec dégagement d'H₂S) ;
- ✓ Le ramassage balnéaire se fait lorsque les algues échouées ne présentent pas un risque pour la santé mais peuvent gêner les vacanciers.



Figure 23 : Engins munis de griffe ramassant les algues vertes à Hillion (à gauche) et zone de ressuyage des algues en haut de cette même plage (22) (source : Neveu, 2016).

En 2015, il y a eu de plus faibles échouages d'algues ; 2 171 T (soit environ 2 713 m³) ont été ramassées sur le territoire de Saint-Brieuc Agglomération (V.Renault ; com. pers). Les coûts étant de 60 000 € TTC pour le ramassage et de 26 000€ TTC pour le transport soit un total de **86 000 €** (pour la gestion).

Cependant, les quantités moyennes annuelles sont de l'ordre de 5 000T (6 250 m³) (Y.Carpier ; com. pers). Certaines années, les chiffres étaient nettement supérieurs. Par exemple pour l'année 2009, 20 000 T (25 000m³) d'algues ont été ramassées (Cf. Annexe XI).

➤ Gestion de Lannion-Trégor Communauté (22)

Les ramassages ont lieu en baie de Lannion sur 4 communes allant de Trédrez-Locquemeau à Plestin-Les-Grèves. Ils ont lieu tous les jours (week-end et jours fériés) et s'il y a eu des échouages d'algues vertes (de début mai à septembre voir fin décembre). Des techniciens de la communauté d'agglomération procèdent à des surveillances des échouages tôt le matin et donnent des consignes d'intervention afin que l'entreprise privée (EFFLAM) procède aux ramassages.

Le matériel utilisé est un tracteur équipé d'un rabet qui rassemble les algues en andains (Cf. Figure 24). Ces derniers sont ensuite remontés en haut de plage à l'aide d'un tracteur remorque pour égouttage. 24h après, les algues sont évacuées à l'aide de tracteurs remorques afin d'être épandues sur les parcelles agricoles (Cf. Chap. III. III.3).



Figure 24 : Tracteur muni d'un rabet pour le ramassage des algues échouées en baie de Lannion (source : Lannion-Trégor-Communauté).

Les quantités moyennes de ramassage sont de **25 000 m³/an**. Il y a parfois des ramassages manuels dans les zones peu portantes où les engins n'ont pas accès comme dans les rochers. Le montant total du volet curatif sur la Lieue de Grève (ramassage, transport et traitement) est de **680 000€ /an** en moyenne sur les cinq dernières années (G.Briant ; com. pers).

II.2.2 En Loire-Atlantique

En Loire-Atlantique, un dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions du littoral Loire- Atlantique par les algues vertes a été validé en 2011. Les versions 2012 puis 2013 de ce dispositif ont évolué vers un outil d'aide à la gestion pour les collectivités chargées de la mise en œuvre concrète sur le terrain des actions de lutte contre les algues vertes (Préfecture de Loire-Atlantique, 2013).

➤ Gestion de Cap Atlantique (44)

CAP Atlantique (communauté d'agglomération de la Presqu'île de Guérande Atlantique) réunit 15 communes dont 12 littorales avec une située en Morbihan, la commune de Pénestin.

La gestion des algues se fait à plusieurs niveaux :

- Le ramassage et le transport des algues vers l'aire d'égouttage s'effectuent par les services techniques des communes concernées ou leur prestataire,
- La réception du lot, le contrôle qualité visuel, la pesée et l'égouttage s'effectuent par CAP Atlantique,
- Le second transport jusqu'à la parcelle agricole (pour épandage) s'effectuent par TERRALYS, (prestataire de CAP Atlantique) – 24 h après l'échouage (Cf. Figure 25).

Cap Atlantique met à disposition des communes différents équipements pour améliorer le ramassage comme des lames de déneigement, des godets adaptés et des chargeuses (si les quantités sont importantes).

La deuxième phase est l'égouttage : obligation de contrôle de la qualité des apports (uniquement des algues vertes). Cette phase de traitement permet d'évacuer les « eaux de mer » (-10 à 20% du poids) car obligation de mesurer les quantités expédiées à l'épandage.

Les volumes en moyenne ramassés pour les communes d'Assérac, Pornichet, Le Croisic, Le Pouliguen, Piriac-sur-Mer et Mesquer sont de **6 000 m³/an** pour un coût d'environ **100 000 €/an** (égouttage, transport et traitement). Ce coût n'inclue pas le ramassage, celui-ci étant à la charge des communes (H. Dourdain ; com. pers).

II.2.3 En Vendée

Le département de la Vendée a mis en place un document de cadrage (préfecture Vendée ; 2015) présentant les dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes semblable à celui de la Loire-Atlantique. Ce document propose des fiches d'aides à la décision à partir de fiche de recommandations.

Les algues vertes échouées d'une épaisseur de moins de 30 cm sont repoussées en mer. Au-delà de 30 cm, elles sont prises en charge par la société Or Brun pour être compostées et épandues. Les années à forts échouages sont estimées à **11 000 m³** (V. Rondeau ; com. pers).



Figure 25 : Synthèse de la gestion des échouages d'algues pour CAP Atlantique (source : CAP Atlantique).

III. La valorisation des échouages d'algues

III.1. Recensement des domaines de valorisation des algues en Bretagne

Afin de procéder à la caractérisation des différentes filières de valorisation des algues échouées en Morbihan, un premier recensement des différentes entreprises bretonnes utilisant les algues a été fait en fonction des domaines d'application (cosmétique, nutrition, agronomie...) (Cf. Tableau X).

Suite à un certain nombre d'entretiens téléphoniques, les professionnels ont tous confirmé que pour les domaines de la nutrition humaine, la cosmétique et la thalassothérapie, toutes les algues utilisées sont récoltées en mer ou cueillies sur l'estran (parfois importées). Il s'est avéré que les algues échouées ne sont pas la matière première utilisée dans ces domaines pour des raisons de qualité des produits finis, de normes, de fraîcheur (couleur, odeurs) ect...

Les filières de valorisation des algues échouées sont donc peu nombreuses par rapport aux filières utilisant des algues fraîches. Elles concernent trois domaines : agronomie, nutrition animale et biomatériaux.

Tableau X : Recensement des filières de valorisation des algues en Bretagne en fonction du type d'algues utilisé.

	DOMAINES D'APPLICATIONS	ENT/ STRUCTURE : VALORISATION
ALGUES D'ECHOUAGES	Nutrition animale	OLMIX : fabrication d'aliments pour le bien-être digestif
	Agronomie	Exemple; VALBE, CAP Atlantique : épandage sur terrains agricoles ESAT 4 Vaulx-Jardin : compostage
	Biomatériaux	Favini : fabrication de papier à base d'algues vertes ramassées sur les plages (de Bretagne majoritairement)
ALGUES FRAÎCHES	Biomatériaux	Algopack, Lyreco --> alternative aux plastiques
	Biotechnologie (santé humaine)	Nombreuses ENT ex : YSLAB --> valorisation d'actifs marins, produits d'hygiène et de santé
	Thalassothérapie	Nombreuses ENT ex: Lessonia --> récolte algues fraîches à marées basses et fournit par exemple Aquatonale (thalassothérapie)
	Cosmétique	Nombreuses ENT ex : Phytomer : biotechnologie de produits de beauté à base d'algues fraîches
	Nutrition humaine Nutraceutique	Nombreuses ENT ex : Laboratoire le Stum (56) --> importation spiruline d'ASIE (compléments alimentaires) Nombreuses ENT ex : Valomer (29) --> Compléments alimentaires, vente de produits marins (frais)

La filière bioénergie n'apparaît pas dans ce tableau, la valorisation des algues échouées par la méthanisation n'est pas envisageable.

Par exemple, pour le fonctionnement de son unité basée à Guernequay (Moustoir-Remungol), Jean-Marc ONNO dispose de certaines matières premières pouvant produire du biogaz. Les substrats agricoles disponibles sont du lisier de porcs, de l'ensilage de cultures dérobées et des déchets d'industries agroalimentaires bretonnes et de coopératives, comme par exemple : des graisses de flottation, des huiles, des déchets de silos et de céréales.

Concernant l'utilisation d'algues échouées pour la fabrication de biogaz, des tests ont permis de cibler quelques problèmes techniques à savoir :

- ✓ 1^{er} problème : algues avec un taux d'impureté (déchets anthropiques),
- ✓ 2^{ème} problème : beaucoup de sable ce qui envaserait le fond du digesteur et dégraderait pompes et broyeur,
- ✓ 3^{ème} problème : la présence de sel risque de nuire à l'action des bactéries méthanogènes (perte de potentiel).

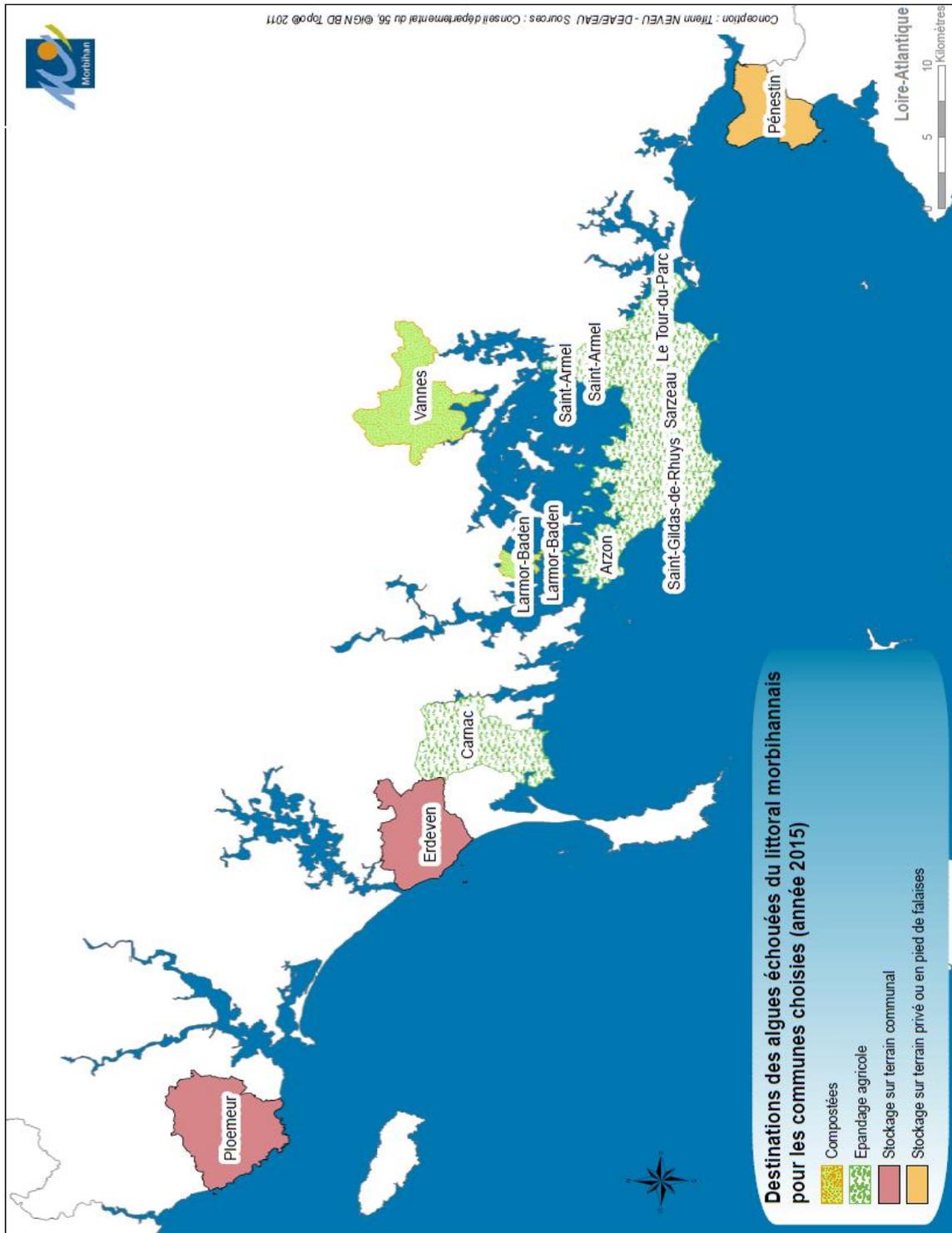
De plus, les algues sont riches en soufre (J-M. Onno ; com pers).

III.2. Caractérisation des filières de valorisation des algues échouées dans le Morbihan

Seules les filières de valorisation des algues échouées du tableau X ont fait l'objet d'une analyse précise (Nutrition animale, agronomie et biomatériaux).

III.2.1 Devenir des algues échouées ramassées par les communes du Morbihan

Les données issues des enquêtes annuelles de surveillance DCE et de l'enquête complémentaire menée pour les 7 collectivités test ont permis de proposer la carte 8 indiquant la destination (qu'elles soient valorisées ou non) des algues échouées.



Carte 8 : Destination des algues échouées en Morbihan pour les communes ayant été choisies.

Globalement, les collectivités test vont soit stocker les algues soit les valoriser pour la filière agronomie (Cf. Tableau VIII).

Pour des raisons financières et par manque de structures, le stockage reste la gestion la plus « facile ». A Ploemeur, les algues sont stockées telles quelles sur un terrain communal en attente de se décomposer (Le Carduner ; com. pers). Pour éviter les problèmes d'odeurs, ce terrain est éloigné des habitations et relativement proche du lieu de ramassage pour éviter de parcourir de grandes distances souvent très coûteuses. La commune d'Erdeven stockerait les algues ramassées sur un terrain communal (com. pers) et pourraient faire l'objet de compostage (enquête CEVA ; année 2015). Concernant la commune de Pénestin, en 2015, les algues étaient stockées sur un terrain privé (ou parcs agricoles (Fortune ; com. pers)) ou en pied de falaises dans les criques (Cf. Tableau VIII). La communauté d'Agglomération de Cap Atlantique a mis à disposition des plateformes d'égouttage pour les communes du territoire. Pénestin n'ayant pas encore utilisé ces structures, envisage pour l'année 2016 de procéder à de nouvelles pratiques de gestion des algues. La commune utiliserait la plate-forme d'égouttage située à une dizaine de kilomètres des lieux de ramassage pour ensuite les valoriser en épandage agricole (Fortune ; com. pers).

Les autres communes et communauté de communes test (Carnac, Larmor-Baden, Vannes et la CCPR) ont mis en place des filières de valorisation par épandage agricole ou par compostage.

III.2.2 Les filières de valorisation dans le Morbihan

a) La filière « Agronomie »

➤ L'épandage agricole (Carnac, la CCPR)

Dans le Morbihan, l'épandage sur terres agricoles est la filière qui valorise la totalité des algues ramassées (Cf. Carte 8).

Concernant la CCPR, Valbé (groupe SAUR) procède à une valorisation par épandage sur certaines terres agricoles dans le périmètre de la collectivité. « L'épandage des algues s'effectue tel quel sur les champs des agriculteurs sans nettoyage préalable (sans ressuyage ni rinçage...). Ces derniers ont accepté de recevoir ces algues pour avoir un apport frais en MO (matière organique) et gratuit (sols jeunes argileux) mais aussi pour certains parce que c'est une pratique familiale ancienne. De plus, les agriculteurs acceptant de recevoir les algues doivent posséder beaucoup de parcelles et/ou doivent être nombreux car la fréquence de retour d'épandage ne peut se faire qu'environ tous les 3-5 ans (à cause du sel notamment qui abaisse le rendement) ». (P.Cloérec ; com. pers).

Afin de pouvoir épandre les algues, une convention d'épandage est signée entre la communauté de communes et les agriculteurs. Ces derniers acceptent de les recevoir si les parcelles sont disponibles. Au préalable, des analyses réalisées par Valbé sont faites concernant les valeurs agronomiques des algues échouées (azote total, phosphore, potassium ect...) afin de déterminer la quantité à épandre sur la parcelle (Cf. Annexe XII). La dose conseillée est de 20 à 40 m3/ha soit 10 à 20 T/ha, selon les types de cultures (D.Poligné ; com. pers).

Le matériel utilisé est un épandeur agricole (Cf. Figure 26). Les agriculteurs s'engagent à enfouir les algues par retournement de la terre dans les 24 à 48h qui suivent l'épandage.

D'un point de vue réglementaire, il n'y a pas de plan d'épandage spécifique incluant les algues en Morbihan au même titre que les boues de STEP (stations d'épuration). Les épandages d'algues échouées sont par contre enregistrés dans les cahiers de fertilisation dans lesquels les agriculteurs déclarent leurs apports en nutriments sur les parcelles (J-Y.Coudel ; com. pers).



Figure 26 : Epandeur agricole utilisé pour épandre les algues sur les parcelles agricoles en CCPR (source : D Poligné).

Concernant le suivi des terres, les algues sont considérées comme un bon amendement naturel, riche en azote, en potassium, en oligoéléments et en minéraux (J-Y.Coudel ; com. pers). Cependant, aucune analyse de terre n'est réalisée pour suivre les teneurs en sel, le pH etc ... (D. Poligné ; com. pers).

➤ Le compostage (Vannes et Larmor-Baden)

Les déchets végétaux peuvent contribuer en mélange avec d'autres apports organiques à la fabrication de compost. Cette valorisation implique notamment :

- ✓ un tri préalable performant afin de ne conserver que les parties végétales,
- ✓ un broyage spécifique afin de provoquer une meilleure altération mécanique des tissus ligneux et ainsi de favoriser l'attaque microbienne ultérieure.

En Morbihan, très peu de précisions concernant les techniques de fabrication de compostage ont été données. Le plus souvent, les algues sont stockées sur un terrain appartenant à l'agriculteur qui se chargera de les traiter par la suite en y ajoutant du crottin et des feuilles (Malo ; com. pers). A Larmor-Baden, l'agriculteur mélange les algues à du fumier et à des tailles de haies (Le Pelvé ; com. pers).

b) La filière « Nutrition animale »

Cette filière est représentée dans le Morbihan par le groupe Olmix basé à Bréhan (56). Une rencontre avec la responsable du laboratoire R&D de cette entreprise et une visite de l'usine avaient été programmées, mais pour des raisons de confidentialité, très peu d'informations ont finalement été recueillies.

La transformation de l'algue se fait à l'échelle de la « tonne ». Une fois que les camions de l'entreprise Agrival (filiale de la Sica de Saint-Pol-de-Léon) arrivent avec leurs bennes chargées d'algues prétraitées, de grands tapis roulants acheminent les algues vers des bandes de compression pour en extraire l'eau et les « aplatir ». Une multitude de machines permettent de confectionner les produits finis sous différentes formes (galettes que l'on peut dissoudre dans de l'eau, poudre (compléments alimentaire pour les élevages), seringue (pâtes), flacon (liquide)...).

Le produit phare d'Olmix est l'Amadéite[®] (feuilletés d'argiles séparés par des ponts à base d'algues vertes permettent de piéger les substances toxiques). Les mycotoxines perturbent l'immunité des animaux et ont des conséquences notables et négatives sur les performances techniques et donc économiques des élevages. Ces produits composés de capteurs de mycotoxines réduiraient efficacement leur présence. Les produits sont testés sur des élevages avant d'être produits en grande quantité. Des nombreux autres produits issus des algues sont proposés par Olmix pour améliorer l'efficacité digestive des animaux comme DigestSea, et mFedd+.

c) La filière « Biomatériaux »

➤ Papier à base d'algues : l'Alga Carta

A la demande de la ville de Venise, submergée par les phénomènes de marées vertes en 1992, est née l'idée de faire du papier à base d'algues vertes. L'entreprise Favini a mis en place un process breveté lui permettant de réduire les algues vertes en poudre et de les utiliser pour une partie, à la place de la cellulose de bois (500kg d'algues pour 1 tonne de papier). L'intérêt de ce brevet est que l'algue verte peut-être remplacée par d'autres déchets (ex : les coques de noisette ou les résidus d'écorces d'orange de Ferrero Rocher qui est une entreprise proche de Venise également ; gamme papier Crush), ce qui rend Favini non tributaire de la production en algues.

Selon M. BOUDALIL (com. pers.), «Les algues sont ramassées sur les plages en Bretagne majoritairement » ; de plus, « les algues que nous achetons sont déshydratées et envoyées en Italie par camion pour limiter les émissions de CO2. Elles sont ensuite micronisées et réduites en poudre pour enfin être intégrées à nos process de production en Italie ». Aucune information supplémentaire n'est disponible concernant les modalités de gestion des ramassages des algues.

III.2.3 Projets et programmes de recherche sur les algues échouées

a) Travaux impliquant des laboratoires morbihannais

➤ Matériaux d'aménagement

Le projet Algobox® (2014- ...) implique différents partenaires : le laboratoire du GMGL (UBS Vannes), la CCPR et le CD du Morbihan ayant pour but de protéger le littoral de l'érosion. L'expérimentation a été réalisée sur deux plages de la presqu'île de Rhuys, Fogo (commune d'Arzon) et Penvins (commune de Sarzeau), ayant pour objectifs :

- ✓ Création d'une dune embryonnaire
- ✓ Protection du pied de dune
- ✓ Maintien des algues sur la plage (nutriment)

Ce projet consiste à faire des suivis de la dynamique des échouages des macro-algues et de leur valorisation pour la protection du littoral morbihannais. La dégradation des algues et son accumulation apportent de la matière organiques au système et, le sédiment par captage éolien est piégé dans les ganivelles des Algobox® permettant de protéger et de reconstituer le pied de dune.

A l'heure actuelle, la plage de Penvins a gagné en aspect paysager, une avant-dune s'est créée (stock sédimentaire protégeant la dune mobile), et le nombre d'espèces floristiques s'est multiplié par quatre. Les espèces floristiques qui colonisent les Algobox sont des espèces généralement annuelles, communes du haut de plage (nitrophiles halophytes comme le cakilier maritime ou roquette des mers). De plus, il y a des espèces pérennes comme les grandes graminées du genre Elytrigia que l'on retrouve bien l'année suivante" (A.Gervois ; com. pers).

Des projets d'installation des AlgoBox sont à l'étude ailleurs notamment en méditerranée avec les échouages de posidonies (J.Cochet ; com. pers).

Ce projet est le seul identifié pour le moment en Bretagne qui utilise uniquement des algues échouées.

➤ Nutrition, santé animale

Le projet ULVANS (2011-2015) piloté par Olmix valorise le potentiel des macroalgues pour la santé et la nutrition des plantes, des animaux et des hommes. Ce programme a mis en place une filière complète de valorisation des macroalgues et la mise sur le marché de nouveaux produits naturels et algosourcés issus des algues : création de produits finis à base d'Amadéite® (argile intercalée avec des algues) et fabrication et commercialisation d'éliciteurs (substance capable de stimuler des mécanismes de défense naturelle), amendements et engrais naturels (PRP Technologies).

Les différents acteurs :

- ✓ **3 PME** aux savoir-faire complémentaires : Groupe Olmix (chef de file), PRP Technologies, Agrival
- ✓ **2 laboratoires académiques** : Le LBCM (UBS) et le CNRS de Mulhouse

Ce projet a eu un budget global de **22.6 Millions d'€ sur 4 ans** financé par BpiFrance.

Essayant d'obtenir des résultats au sujet du projet, aucune information n'a pu être collectée même auprès du LBCM, n'étant pas lui-même en possession de rapports finaux (N. Bourgougnon ; com. pers).

➤ Autres

Le projet LITTORALG (sept 2014 - sept 2017) mobilise différents laboratoires de l'UBS (Université de Bretagne Sud) à savoir le laboratoire porteur du projet, le LBCM, ainsi que de nombreux autres laboratoires partenaires.

Ce projet lie certaines problématiques du littoral à l'activité de l'homme, notamment celle des échouages massifs de l'algue rouge *Solieria chordalis* sur les plages de Bretagne Sud. Ce projet s'organise autour de 3 axes :

- ➔ **Axe 1** : Ressources potentielles : suivis des échouages d'algues, aspect protocole et avifaune. La ressource potentielle en algues rouges du large jusqu'à l'échouage est évaluée pour enrichir les connaissances sur les écosystèmes associés à cette ressource et sur les conditions favorisant sa prolifération.
- ➔ **Axe 2** : Aspect sociétal, comprendre les conflits d'usage, les impacts socio-économiques, le regard des usagers et des touristes, la mise en valeur du littoral face aux marées rouges et le développement de l'algoculture.
- ➔ **Axe 3** : Valorisation de la ressource pour une gestion durable. Etude de voies de valorisation de *Solieria chordalis*. Extraction des molécules à l'aide de différentes techniques d'extraction (nouvelles peintures anti-Fouling, cosmétiques...) (A-S Burlot ; com. Pers).

A l'heure actuelle, aucun rapport n'est disponible ou autorisé à être divulgué (N. Bourgougnon ; com. pers). Ce que l'on peut retenir est que des extraits actifs d'algues rouges ont des capacités anti-herpétique et anti-UV (A.S Burlot ; com. pers).

b) Travaux à l'échelle internationale

Un très grand nombre de projets et programmes de recherche existent à travers le monde concernant la valorisation des algues. Ces travaux divers et variés se retrouvent dans de grandes filières telles que la santé humaine et la cosmétique, l'agriculture et l'agroalimentaire, la production d'énergie, l'utilisation en tant que bioindicateurs etc... (Cf. Annexe XIII).

La grande majorité de ces publications se basent sur l'étude des algues fraîches, récoltées ou cultivées en mer. Il y a peu de recherches basées sur des algues d'échouages. Les grands domaines de recherche sont les suivants :

➤ Santé humaine et cosmétique

Les études décrivent le plus souvent des capacités antioxydantes, antibactériennes et anticancéreuses de composés extraits d'algues vertes (Kasonic et al., 2014).

➤ Agriculture et agroalimentaire

L'efficacité des oligo-ulvanes à induire une défense enzymatique chez les pommes a été mise en évidence par Abouraïcha et al. (2016) ; technique prometteuse pour la protection des fruits.

La fabrication de biocharbon à base d'algues de culture *Ulva ohnoi* en Australie a permis d'accroître l'émergence des jeunes plants (Roberts et al., 2016).

D'autres études ont montré que l'ajout d'extraits d'ulves en aquaculture (poissons, crevettes, oursins, ormeaux) était intéressant comme source de protéines stimulant la croissance, ainsi que pour l'assimilation de la conversion de l'aliment.

➤ Production d'énergie

D'après Saqib et al. (2013), la fabrication de biocarburants à base d'algues nécessitant de très vastes et importantes cultures d'algues. D'après l'auteur, la demande en énergie est trop grande pour la faisabilité de production.

III.3. Retours d'expérience sur d'autres territoires

III.3.1 La filière « Agronomie »

a) L'épandage agricole

➤ Valorisation des algues à CAP Atlantique (44)

La communauté d'agglomération de CAP Atlantique prend en charge les algues apportées sur la plateforme d'égouttage de Pénestin pour les communes d'Assérac et de Pénestin ainsi que son transport jusqu'à la parcelle de l'agriculteur. Cette étape est sous-traitée par TERRALYS. Toutes les algues ne sont pas admises, en particulier quand le mélange contient plus de 50% d'algues brunes, sables, plastiques... Auquel cas, il y a le retour du chargement ou un tri sur place par les communes.

La plateforme d'égouttage permet de retirer l'eau salée à hauteur d'environ 10% du poids d'algues entrant. A chaque chargement, les camions sont pesés à l'entrée et à la sortie du site pour connaître précisément les tonnages pour l'épandage.

L'épandage se fait selon un plan d'épandage déposé préalablement à la préfecture afin d'assurer un apport limité d'azote à l'hectare. Les algues épandues sont généralement mises sur culture de maïs, colza et prairies (enrichissement des terres agricoles) ou déposées sur aire de compostage près de Redon si les parcelles ne sont pas disponibles (H.Dourdain ; com. pers).

➤ Valorisation des algues à Lannion-Trégor-Communauté (LTC) (22)

La valorisation des algues pour LTC est à 95% par voie d'épandage en frais (le lendemain de leur égouttage) et à 5% par voie de compostage (G.Briant ; com. Pers). Une convention d'épandage est établie entre les techniciens de LTC et les agriculteurs. Au total, 90 à 100 agriculteurs sont sollicités chaque année dans un rayon de 40km autour de la baie. Un cahier de fertilisation est mis à jour pour tenir compte de l'apport en nutriments sur la parcelle. Il n'y a pas de plan d'épandage incluant spécifiquement les algues (TURGIE ; com. Pers).

Les algues sont ramassées avec du sable très coquillier ce qui intéresse d'avantage les agriculteurs puisqu'il est riche en carbonate de calcium; très bon amendement pour rehausser le pH des sols acides de la région. Trop augmenter le pH du sol pose également des problèmes (risque de blocage de la capacité d'échange cationique du sol) (S. Ballu ; com. pers).

LTC facture 1€ du m3 épandu, ce qui équivaut à environ 50% du coût d'épandage (G.Briant ; com. pers). Concernant les algues, les campagnes d'analyses sont peu fréquentes (dernière faite il y a 3-4 ans). Pour les agriculteurs, il n'y a pas de problèmes visibles. En moyenne, 15 à 30 m3 sont épandus par hectare.

En 2015, des ramassages en rideau d'eau ont eu lieu en baie de Lannion par Agrival. Ces autorisations de ramassage ont été accordées par le préfet de région et la circulation sur le DPM par le préfet de département (G.Briant ; com. pers). En 2016 ; Agrival aurait ramassé en baie de Douarnenez et Quisseny des algues utilisées dans l'alimentation animale (probablement OLMIX).

Concernant les 5% de compostage, **SMITRED** Ouest d'Armor (syndicat mixte pour le tri, le recyclage et l'élimination des déchets) gère les déchets et a fait homologuer le compost pour pouvoir le vendre à des maraîchers.

En 2010, suite à la décision du tribunal administratif, l'Etat a pris en charge 100% des dépenses pour la gestion des algues vertes à LTC. Les années suivantes, le protocole signé entre l'Etat et les communes a abouti à une participation de l'Etat à hauteur de 95%. En revanche en 2015, le taux de subvention est passé à 76% (G.Briant ; com. pers).

b) Le compostage

En Bretagne plusieurs sites de compostage utilisent des algues vertes.

- Usine Kerval de Launay-Lantic (22), unité de compostage des ordures ménagères
- Pôle déchets de Kerambris, le compostage est réalisé sur le site de traitement de la CCPF (29) (Communauté de communes de Pays Fouesnantais)
- Aire de compostage près de Redon (CC CAP ATLANTIQUE)(44-56)

➤ Valorisation des algues à Saint-Brieuc agglomération (22)

La valorisation des algues de St Brieuc agglo est gérée par l'usine de traitement de Launay-Lantic. Elles sont d'abord acheminées par camion, au maximum 24h après l'échouage sur les plages pour éviter la putréfaction et l'émanation d'H₂S. Les ulves sont ensuite mélangées avec des fractions ligneuses de déchets verts (structurant). L'andaineuse est l'engin utilisé pour homogénéiser le mélange (Cf. Figure 27). Ensuite, le mélange sera mis dans un box fermé pour la phase de séchage (ventilation par en-dessous à 60°C).

Après 13- 15 jours, les algues sont sèches. L'air des box est récupéré et traité par un biofiltre. Les jus sont traités dans une lagune. Le structurant mélangé aux algues favorise la circulation de l'air. Une dernière phase de criblage sera faite pour que le compost soit ensuite proposé aux agriculteurs pour un amendement classique (M.Briant ; com. pers) pour une partie, l'autre sera retravaillée. Actuellement, le compost est en phase d'homologation.



Figure 27 : Retourneur d'andains (ou andaineuse) de l'usine Launay-Lantic (source : Neveu ; 2016).

L'usine a une capacité de 8 boxes de traitements ventilés dont 4 pour les algues pouvant traiter environ 1000 T/semaine. De plus, cette filière ne fonctionne que pendant la saison des algues vertes et est totalement dépendante des dépôts. Il est impossible de prévoir le moment précis de l'échouage, ni la quantité d'algues qui se déposera (M.Briant ; com. pers).

Le coût estimé du traitement pour l'année 2015 est de **172 000 €** (V.Renault et Y.Capier ; com. pers).

Une partie des algues est utilisée pour fabriquer du compost bio à l'ESAT 4 Vaulx-jardin. L'ALGO-FORESTIER[®] est confectionné à partir d'un compost de base (un mélange de déchets verts, d'écorce de peupliers et de fumier de bovins). Ce compost en andain est retourné tous les mois afin de l'oxygéner et permettre une bonne fermentation bactérienne. Au bout de 7 mois environ, l'ajout de résiduel d'algues est incorporé à ce compost qui est totalement inodore. Les 4 Vaulx-jardin finance uniquement le transport des algues (M. de Nantois ; com. pers).

III.3.2 La filière industrielle

Pour des raisons de confidentialité, Agrival n'a pas souhaité répondre aux questions, cependant, ils procèdent à des ramassages d'algues en rideau d'eau, en baie de Lannion et à Guisseny (com. pers).

Agrival se charge du lavage de l'égouttage et de l'essorage des algues qui sont ensuite affrêtées à Bréhan dans l'usine d'Olmix où elles seront transformées pour la nutrition animale (C. Gouin ; com. pers).

Agrival procède également à des phases de transformation (surgélation, extraction, conditionnement...) des algues pour différentes filières de valorisation.

IV. Analyse critique des modalités de gestion et de valorisation identifiées

Afin de contribuer à une première évaluation de la durabilité des différentes filières identifiées, une méthode **simple** inspirée de la méthode d'ACV (analyse de cycle de vie) a été élaborée.

IV.1. Méthode élaborée

Les analyses de type ACV permettent de quantifier les impacts d'un « produit » (qu'il s'agisse d'un bien, d'un service voire d'un procédé), depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution et d'utilisation, soit « du berceau à la tombe » (Boeglin & Vueillet, 2005).

L'objectif de l'ACV est de présenter une vision globale des impacts générés par les produits (biens, services ou procédés), déclinée selon différentes simulations (ex : sur des scénarii prospectifs : *imaginons que les progrès permettent dans 3 ans de fabriquer le même produit avec 10 % de matières de moins, quel serait son bilan écologique par rapport au produit actuel ?*) fournissant ainsi des éléments d'aide à la décision aux politiques industrielles (choix de conception et d'amélioration de produits, choix de procédés,...) ou publiques (choix de filières de valorisation, critères d'écobellisation des produits...) (ADEME ; 2005).

La méthode élaborée est simplifiée et décline de la façon suivante les niveaux nécessitant d'être préalablement définis pour une ACV :

➤ Niveau 1 : Identifier les marchés potentiels

Tableau XI : Principaux marchés potentiels de valorisation des algues d'échouages retenus pour l'ACV simplifiée.

FONCTIONS PRINCIPALES	SECTEURS (propriétés techniques)	CATEGORIES (économiques)
Source d'azote disponible	Agronomie	Public → agriculteurs, particuliers Privée → industriels
Fonction dans des matériaux	Matériaux	Public → papier, pot, emballages..., pot, emballages... Privé
Santé animale et végétale	Nutrition animale	Public, Privé Elevages Engrais, compost...

➤ Niveau 2 : Faisabilité technique et score de viabilité économique

Quels sont les inconvénients des algues échouées ?

- Image négative : atteinte à l'image des côtes bretonnes et de la qualité des eaux/ des milieux.
- Se décomposent rapidement, malodorantes et peuvent libérer un gaz toxique en cas d'accumulation (H₂S pour les algues vertes principalement).
- Leur ramassage, leur égouttage et nettoyage doivent-être faits rapidement après échouage afin de limiter les risques d'odeurs nauséabondes.
- La saisonnalité est un facteur limitant l'apport régulier en matière première.
- Le coût pour les valoriser est plus élevé que le prix de vente ? (peu rentable)

⇒ Attention aux conditions climatiques qui peuvent donc modifier la composition des matières premières utilisées pour la production de produits à base d'algues échouées.

⇒ Le prix du produit fini devra être non-compétitif/aux faibles coûts existants des produits actuels.

⇒ Attention à la compatibilité avec une large gamme de procédés de fabrication.

➤ Niveau 3 : Avantages environnementaux

⇒ Réduire les quantités d'échouages pour les recycler

Compte-tenu du peu d'indicateurs chiffrés obtenu, des hypothèses seront proposées quant à l'ACV simplifiée des algues échouées pour ces différents niveaux.

IV.2. Application de la méthode et résultats

IV.2.1 Mise en application de la méthode

La figure 28 propose un schéma des principales grandes étapes prise en compte pour l'ACV simplifiée. Le choix a été fait de ne pas inclure les processus liés directement au ramassage (gestion, moyens mis en œuvre, coûts...) mais bien de se focaliser sur les étapes post-ramassage.

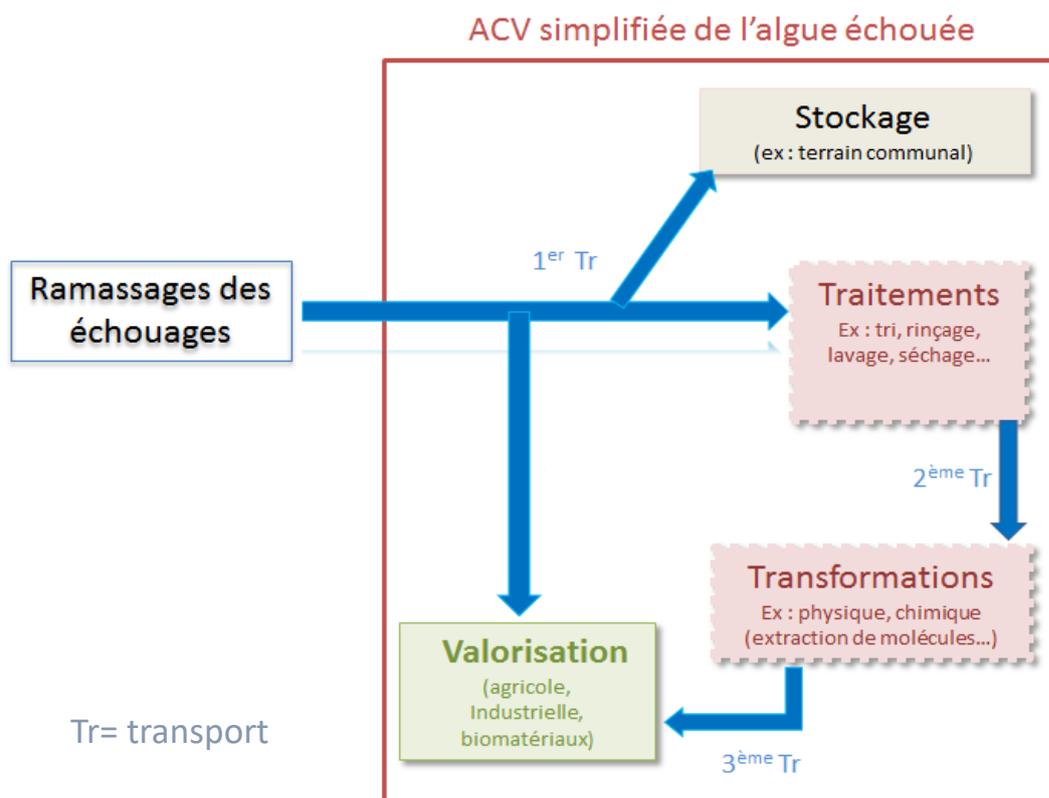


Figure 28: Schéma des différentes étapes prises en compte pour l'ACV simplifiée de la valorisation de l'algue échouée.

Le tableau XII présente les différentes **étapes** prises en compte pour l'élaboration de l'ACV simplifiée ainsi que les **critères** mis en place (type d'algues, moyens de transports, process de traitement et de transformation et voie de valorisation).

Deux modalités d'analyses ont été distinguées pour appréhender la valorisation des algues échouées à savoir :

- ✓ Des **critères qualitatifs** (algues fraîches ou déshydratées, transport par camions, tracteurs...) et,
- ✓ Des **critères quantitatifs** basés sur deux indicateurs ayant un impact direct sur l'environnement :
 - La consommation en énergie non-renouvelable (**NRRD : Non-renewable resource depletion**) et,
 - Les émissions de gaz à effet de serre prenant en compte le CO₂ (**GES ou GWP : global warming potentiel**).

Les procédés proposés par Agrival (Cf. Figure 29) permettent d'identifier les différentes étapes du process de transformation (physique et chimique) mises en place pour la valorisation d'une algue. Ce schéma a servi de base pour chercher des données chiffrées existantes dans des publications sur des analyses de cycle de vie correspondant à ce type de transformation.

Tableau XII : Grille d'évaluation pour l'ACV de l'algue échouée (source : A.Ventti, 2012., Bengtsson S. et al., 2011., Dias AC. Et al., 2007., Gottfridsson L., 2013., Nemecek T., Káigi T., 2007., Ogino A et al., 2012., Saer A. et al., 2013., Saleemdeen R., et al. 2016., Skals P. et al., 2008., Spielmann M., W.Scholz., 2005.

ETAPES	CRITERES	MODALITES D'ANALYSES				INDICES DE FIABILITE (des données)
		QUALITATIFS	QUANTITATIFS			
			NRRD	GWP		
Transport n°1 de l'algue	Moyen de transport	Quantités/ distance				
		Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par tracteurs	1,6 MJ/T/km	0,05 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par bateau	0,55 MJ/T/km	0,019 kg/CO2/T/km	2-3	
1ers traitements	Tri (déchets/ algues)	0	0			
	Rinçage (lavage à l'eau)					
	Séchage	322 MJ/T	15,8 kgCO2/T	2-3		
Transport n°2 de l'algue	Moyen de transport	Quantités/ distance				
		Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par tracteurs	1,6 MJ/T/km	0,05 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par bateau	0,55 MJ/T/km	0,019 kg/CO2/T/km	2-3	
Transformations (extraction mol.) Procédures Industrielles	Physiques - chimiques Surgélation Centrifugation Biotechnologiques (enzymatiques-bactériens)	Quantités/ distance				
		FU = 1 T de produits vendus	475 MJ/T	2,64 kg/CO2/T	2-3	
		FU = 1T de riz lavé	108 MJ/T	6,4 kg/CO2/T	2-3	
		FU= 1 T de pulpe de papier	50 MJ/T	2 kg/CO2/T	2-3	
Transport n°3 de l'algue	Moyen de transport	Quantités/ distance				
		Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par tracteurs	1,6 MJ/T/km	0,05 kg/CO2/T/km	2-3	
		Par bateau	0,55 MJ/T/km	0,019 kg/CO2/T/km	2-3	
Valorisation	Compostage (1T de compost)	Au sac	0	13,28 kg/CO2/T	4	
		En vrac	Plus faible valeur ajoutée			
	Epannage	Tracteur / parcelles agricoles	0	0	4	
	Papier à base d'algues (Alga carta) (FU= 80g/m2 pour 1T)		418 MJ/T	800 kg/CO2/T	4	
	Produits pour la nutrition animale (FU = 1T d'aliments sec)		88,5MJ/T	87 kg/CO2/T	4	
	Protection du littoral	kg ou T/ganivelles	0	0	5	

NRRD = Non-Renewable resource depletion (consommation des ressources non-renouvelable)

GWP = Global Warming Potential (GES)

INDICES DE FIABILITES DES DONNEES

5 --> Données liées directement aux algues

4 --> Données par analogie (ex : papier)

3-2--> Données par analogie plus éloignée (transports)

1--> Pas de donnée disponible

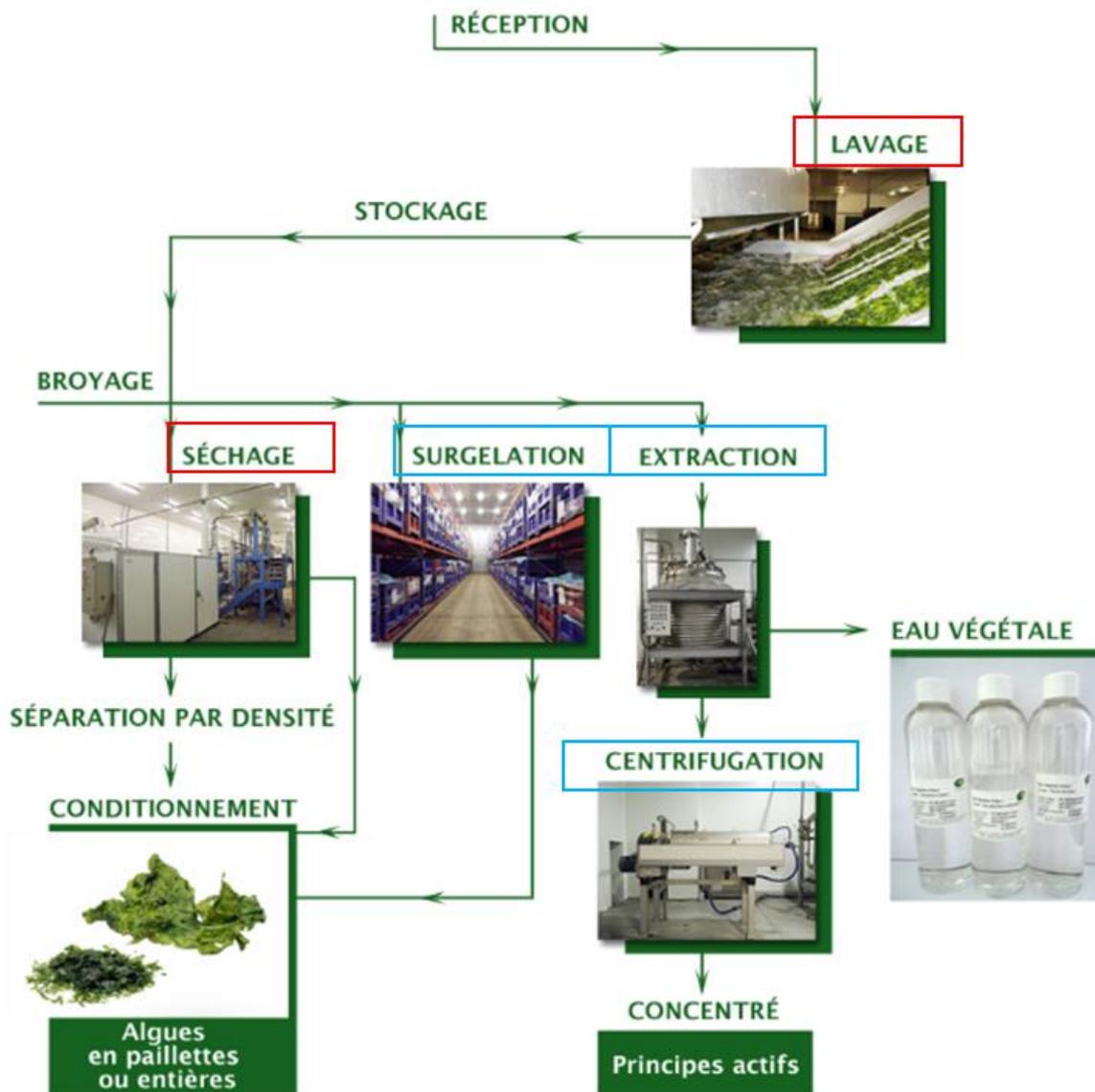


Figure 29 : Process de transformation de l'algue par Agrival (source : <http://www.agrival-extract.com/les-algues>).

Pour chaque scénario, un calcul approximatif détaillé des différentes étapes est proposé concernant les deux indicateurs NRRD et GWP.

Les indices de fiabilité concernent les données utilisées, qui sont indiquées dans les colonnes NRRD et GWP, c'est-à-dire la précision des chiffres indiqués pour les deux indicateurs. En fonction des publications et de leur accessibilité, les données ont été renseignées par analogie (Cf. Légende Tableau XII).

INDICES DE FIABILITE DES DONNEES

- 5 --> Données liées directement aux algues
- 4 --> Données par analogie (ex : papier)
- 3-2--> Données par analogie plus éloignée (transports)
- 1--> Pas de donnée disponible

Les filières de valorisation prises en compte pour l'analyse sont :

- ✓ **La filière agronomique** qui englobe l'épandage des algues et le compostage et,
- ✓ **La filière industrielle** qui inclue la production d'aliments pour animaux d'élevage et la fabrication de papier à base d'algues (process de 1ers traitements en Bretagne et process de production de papier à Venise).

Il faut noter que pour cette dernière filière, la quantité d'algues valorisées est minime par rapport à la filière agronomique qui valorise tout ou partie des algues.

IV.2.2 Résultats

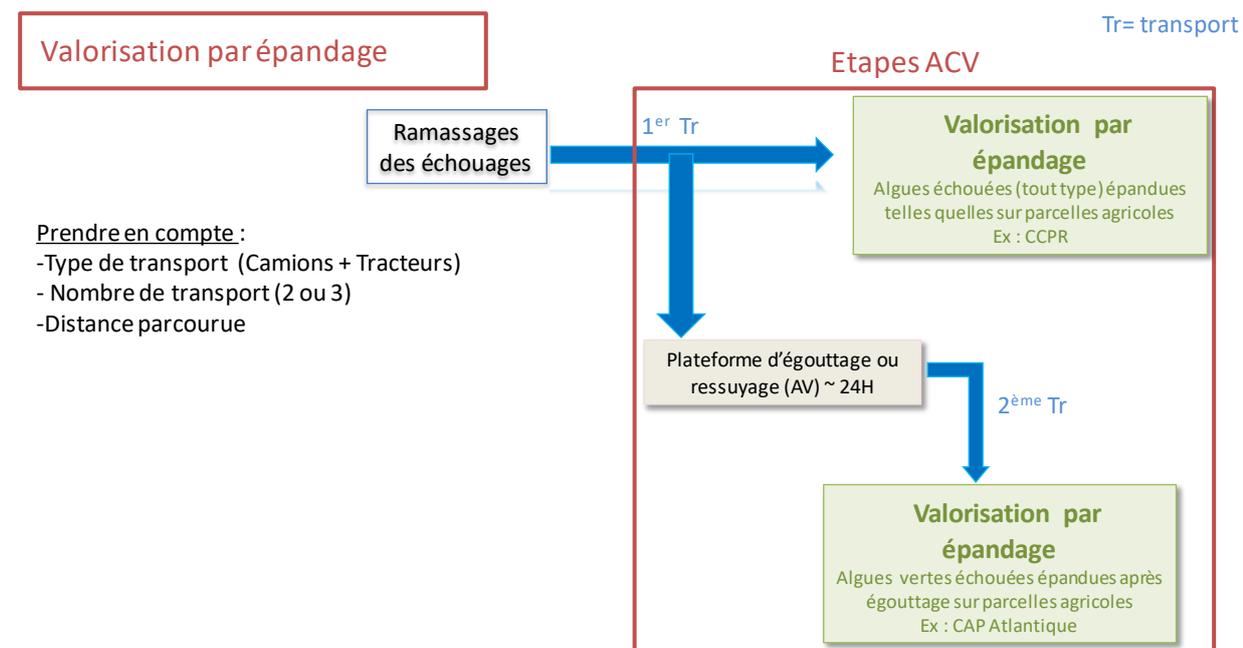
Les données du tableau XII indiquées dans les colonnes NRRD et GWP sont basées sur des publications scientifiques d'ACV (Analyse du cycle de vie). Pour chacune d'elles, il existe une unité d'étude qui quantifie la fonction choisie et fournit une référence à laquelle les intrants et les extrants sont liés ; c'est l'**unité fonctionnelle FU** (Jacquemin L. et al.2013).

En raison de la complexité d'obtention des données recueillies et indiquées dans le tableau, différentes FU ont été utilisées pour tenter de quantifier l'impact environnemental global (en NRRD et GWP) des différentes filières de valorisation des algues.

Les chiffres totaux sont à prendre à titre indicatif car pour chaque critère, des précisions sont manquantes (ex : type de camions ou de tracteurs, poids ou capacité maximale d'algues transportées, précision du kilométrage, marques et types de machines utilisées pour les process de transformation...).

Plusieurs schémas ont été retenus afin de mettre en application les chiffres du tableau XII. Les filières de valorisation recensées sont présentées sous forme de plusieurs scénarii. La filière de valorisation agronomique est présentée aux figures 30 (épandage) et 31 (compostage). La filière de valorisation industrielle est quant à elle illustrée aux figures 32 (nutrition animale) et 33 (production de papier).

a) Résultats pour l'épandage



Prendre en compte :

- Type de transport (Camions + Tracteurs)
- Nombre de transport (2 ou 3)
- Distance parcourue

ETAPES	CRITERES	MODALITES D'ANALYSES		INDICES DE FIABILITE (des données)	
		QUALITATIFS	QUANTITATIFS		
			NRRD	GWP	
Transport n°1 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par tracteurs	1,6 MJ/T/km	0,05 kg/CO2/T/km	2-3
Transport n°2 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par tracteurs	1,6 MJ/T/km	0,05 kg/CO2/T/km	2-3
Valorisation	Épandage	Tracteur / parcelles agricoles	0	0	4

Transport 1 :

NRRD : Tracteurs $1,6 \text{ MJ/T/km} * 40 \text{ km} = 64 \text{ MJ/T pour } 40 \text{ km}$ de consommation en énergie fossile ou $(0,04 \text{ kg/T/km} * 40 \text{ km} = 1,6 \text{ kg/T pour } 40 \text{ km})$

GES : $0,094 \text{ kg/CO}_2\text{/T/km} * 40 \text{ km} = 3,76 \text{ kg/CO}_2\text{/T pour } 40 \text{ km}$ de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

Transport 2 :

NRRD : Tracteurs; $1,6 \text{ MJ/T/km} * 40 \text{ km} = 64 \text{ MJ/T pour } 40 \text{ km}$ de consommation en énergie fossile

GES : $0,094 \text{ kg/CO}_2\text{/T/km} * 40 \text{ km} = 3,76 \text{ kg/CO}_2\text{/T pour } 40 \text{ km}$ de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

NB : Non prise en compte de la libération de gaz durant la décomposition des algues sur le terrain de stockage

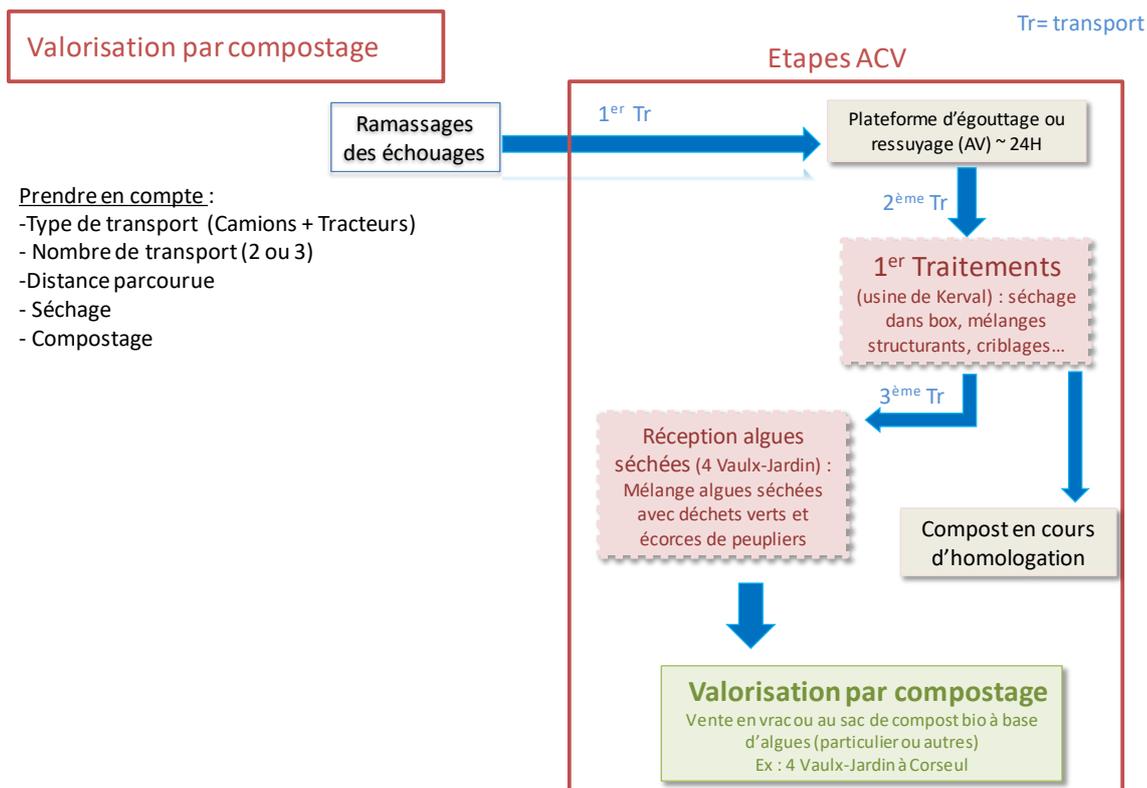
NRRD = consommation en énergie fossile
GWP = émission de gaz à effet de serre (CO2)

TOTAL
NRRD = 128 MJ/T
GES : entre 3,76 et 7,52 kg/CO2/T

Figure 30 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées par voie d'épandage.

La distance parcourue en moyenne par les tracteurs ou camions pour épandre sur la parcelle des agriculteurs est d'environ 40km aller-retour.

b) Résultats pour le compostage



Prendre en compte :

- Type de transport (Camions + Tracteurs)
- Nombre de transport (2 ou 3)
- Distance parcourue
- Séchage
- Compostage

ETAPES	CRITERES	MODALITES D'ANALYSES			INDICES DE FIABILITE (des données)
		QUALITATIFS	QUANTITATIFS		
			NRRD	GWP	
Transport n°1 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
1ers traitements	Séchage	FU = 1T de riz lavé	322 MJ/T	15,8 kgCO2/T	2-3
Transport n°2 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
Transport n°3 de l'algue	Quantités/ distance				
Valorisation	Compostage (1T de compost)	Au sac	Valeur ajoutée importante		
		En vrac	Plus faible valeur ajoutée	0	13,28 kg/CO2/T

Transport 1:

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 40km = **121,6 MJ/T pour 40 km** de consommation en énergie fossile

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 40 km = **3,76kg/CO2/T pour 40 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

1^{er} traitements (séchage):

NRRD : **322 MJ/T** d'énergie consommée

GES : **15,8 kgCO2/T** d'émissions de GES

Transport 2 (Lantic → Corseul) :

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 80km = **246,4 MJ/T pour 80 km** de consommation en énergie fossile

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 80 km = **7,52kg/CO2/T pour 80 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

Valorisation (compostage):

GES : **13,28 kg/CO2/T** d'émissions de gaz à effet de serre

NRRD = consommation en énergie fossile

GWP = émission de gaz à effet de serre (CO2)

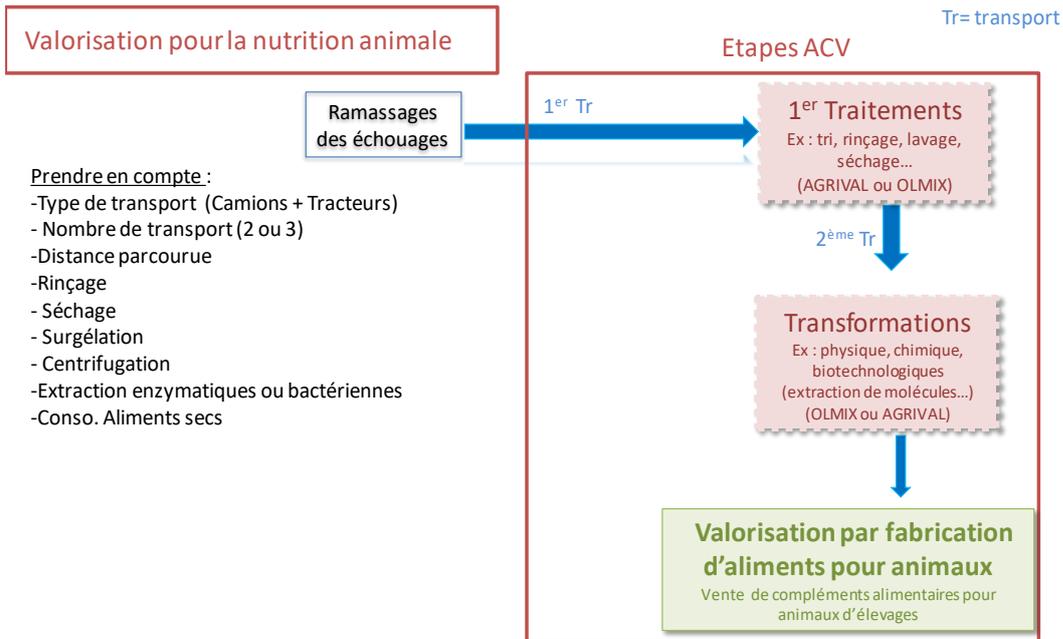
TOTAL

NRRD = 693 MJ/T

GES : 43,26 kg/CO2/T de compost

Figure 31: Etapes de la filière de valorisation des algues échouées par le compostage..

c) Résultats pour la nutrition animale



- Prendre en compte :
- Type de transport (Camions + Tracteurs)
 - Nombre de transport (2 ou 3)
 - Distance parcourue
 - Rinçage
 - Séchage
 - Surgélation
 - Centrifugation
 - Extraction enzymatiques ou bactériennes
 - Conso. Aliments secs

ETAPES	CRITERES	MODALITES D'ANALYSES			INDICES DE FIABILITE (des données)
		QUALITATIFS	QUANTITATIFS		
			NRRD	GWP	
Transport n°1 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
1ers traitements	Tri (déchets/ algues)		0	0	
	Rinçage (lavage à l'eau)	IT = 1m3 d'eau			2-3
	Séchage	FU = 1T de riz lavé	322 MJ/T	15,8 kgCO2/T	2-3
Transport n°2 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
Transformations (extraction mol.) Procédures industrielles	Physiques - chimiques	FU = 1 T de produits vendus	475 MJ/T	2,64 kg/CO2/T	2-3
	Surgélation				
	Centrifugation	FU = 1T de riz lavé	108 MJ/T	6,4 kg/CO2/T	2-3
	Biotechnologiques (enzymatiques-bactériens)				
Valorisation	Produits pour la nutrition animale (FU = 1T d'aliments sec)	FU = 1 T de pulpe de papier	50 MJ/T	2 kg/CO2/T	2-3
			88,5 MJ/T	87 kg/CO2/T	4

Transport 1 (Guisseny → Plouéan = Agrival ~ 20km):

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 40 km = **123,2 MJ/T pour 40 km** de consommation en énergie fossile

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 40 km = **3,76 kg/CO2/T pour 40 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

1^{er} traitements (rinçage + séchage (Olmix):

Consommation en eau : **1m3/T**

NRRD : **322 MJ/T** d'énergie consommée

GES : **15,8 kgCO2/T** d'émissions de GES

Transport 2 (Plouéan --> Bréhan) :

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 173km = **532 MJ/T pour 173 km** de consommation en énergie fossile

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 173 km = **16,26 kg/CO2/T pour 173 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

2^{ème} traitements (Surgélation + centrifugation+ biotechnologie) (Olmix):

NRRD : 475+108+ 50 = **633 MJ/T** consommation en énergie fossile

GES : 2,64+6,4+ = **9,04 kg/CO2/kg** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

Valorisation (produits pour la nutrition animale en sec) :

NRRD : **85,5 MJ/T** de consommation en énergie non renouvelable pour 1T d'aliments sec

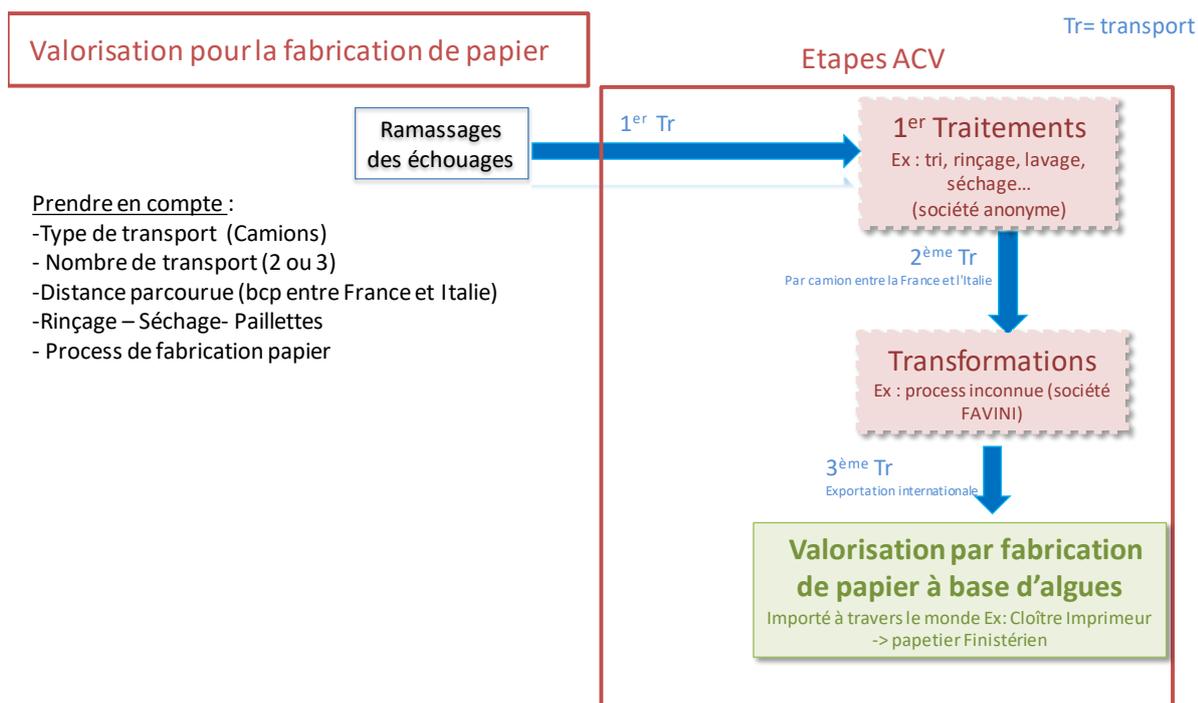
GES : **87 kg/CO2/T** d'émissions de gaz à effet de serre

NRRD = consommation en énergie fossile
 GWP = émission de gaz à effet de serre (CO2)
 WU = consommation en eau

TOTAL
NRRD = 1 695,7 MJ/T
GES : 131,86 kg/CO2/T
WU (water use) : 1m3/T

Figure 32: Etapes de la filière de valorisation des algues échouées pour la nutrition animale.

d) Résultats pour la fabrication de papier



Prendre en compte :

- Type de transport (Camions)
- Nombre de transport (2 ou 3)
- Distance parcourue (bcp entre France et Italie)
- Rinçage – Séchage- Paillettes
- Process de fabrication papier

ETAPES	CRITERES	MODALITES D'ANALYSES			INDICES DE FIABILITE (des données)
		QUALITATIFS	QUANTITATIFS		
			NRRD	GWP	
Transport n°1 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
1ers traitements	Rinçage (lavage à l'eau)	1T = 1m3 d'eau			2-3
	Séchage	FU = 1T de riz lavé	322 MJ/T	15,8 kgCO2/T	2-3
Transport n°2 de l'algue	Quantités/ distance				
	Moyen de transport	Par camions	3,08 MJ/T/km	0,094 kg/CO2/T/km	2-3
Valorisation	Papier à base d'algues (Alga carta) (FU= 80g/m2 pour 1T)		418 MJ/T	800 kg/CO2/T	4

Transport 1:

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 40km = **121,6 MJ/T pour 40 km** de consommation en énergie fossile

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 40 km = **3,76kg/CO2/T pour 40 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

1er traitements (rinçage + séchage) :

Consommation en eau : 1m3/T

NRRD : **322 MJ/T** d'énergie consommée

GES : **15,8 kgCO2/T** d'émissions de GES

Transport 2 (Bretagne --> Venise ~ 1 500 km) :

NRRD : camions 3,08 MJ/T/km * 1500km = **4 620 MJ/T pour 1 500 km** de consommation en énergie fossile (BZH->Venise)

GES : 0,094 kg/CO2/T/km * 1500 km = **141 kg/CO2/T pour 1 500 km** de gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère

Valorisation (papier) :

NRRD : **418 MJ/T** de consommation en énergie non renouvelable

GES : **800 kg/CO2/T** d'émissions de gaz à effet de serre

NRRD = consommation en énergie fossile
 GWP = émission de gaz à effet de serre (CO2)
 WU = consommation en eau

TOTAL
NRRD = 5 481 MJ/T
GES : 819,56 kg/CO2/T de papier
WU (water use) : 1m3/T

Figure 33 : Etapes de la filière de valorisation des algues échouées pour la production de papier.

e) Synthèse et interprétation

Afin de mieux appréhender les résultats obtenus de ces 4 scénarii, deux référentiels de comparaison ont été choisis pour essayer d'estimer de façon plus parlante et accessible, la demande en énergie non-renouvelable des différentes filières et leur émission de GWP (CO₂) sur l'environnement. Ces indicateurs sont basés sur :

- ✓ La consommation moyenne annuelle d'électricité (en chauffage et ballon d'eau chaude) d'une maison de 150 m² accueillant 4 personnes soit une consommation annuelle de 20 000 kWh ce qui équivaut à **72 000 MJ** (<http://www.monenergie.net/consommation-moyenne-d-electricite-d-une-maison.php>) et,
- ✓ L'émission de CO₂ d'une voiture au kilomètre soit environ **100 gCO₂/km** (ADEME ; 2015).

Les valeurs indiquées dans le tableau XIII sont calculées sur la base d'une tonne d'algues.

Tableau XIII : Synthèse des demandes en énergie des différentes filières de valorisation des algues en comparaison à des référentiels d'utilisation quotidienne (électricité et véhicule)
(source : <http://www.monenergie.net/consommation-moyenne-d-electricite-d-une-maison.php>).

Destinations des algues		Consommation en énergie fossiles (NRRD)	Emissions de gaz à effet de serre (GWP)	Référentiel de comparaison	
				Comparaison par rapport à la consommation en électricité (sur une année) de 4 personnes	Comparaison du nombre de km pouvant-être parcourus par une voiture
Stockage Pas de valorisation		30,8 MJ/T	0,94 kg/CO ₂ /T	~ 0,09%	9
Filière agronomique	Epandage	128 MJ/T	~ 4 kg/CO ₂ /T	~ 0,2%	75
	Compostage	693 MJ/T	43,26 kg/CO ₂ /T	~1%	432
Filière industrielle	Papier	5 481 MJ/T	819,56 kg/CO ₂ /T	~ 8%	8 195
	Nutrition animale	1 700 MJ/T	131,86 kg/CO ₂ /T	~ 1,5%	1 700

On constate très nettement que la filière agronomique est celle dont l'impact sur l'environnement est le moins fort. En effet, la filière de valorisation la plus « respectueuse » d'un point de vue environnemental et économique est **l'épandage agricole** car elle permet de valoriser généralement la totalité des algues échouées pour des émissions en GWP de l'ordre de 4kg/CO₂/T soit 0.2% de la consommation électrique /an d'un foyer. De surcroît, ce type de valorisation ne nécessite aucun traitement préalable (qui sont les plus impactant), ni aucune installation spécifique (usine, matériels...). Ensuite viendrait le compostage qui n'excède pas 700 MJ/T de NRRD et 43 kg/CO₂/T ce qui équivaut au maximum à 1% de la consommation électrique/an d'un foyer.

En revanche, pour la filière industrielle, les chiffres sont très supérieurs. Plus de 1 700MJ/T jusqu'à 5 481 MJ/T soit 8% de la consommation d'un foyer pour une année. Néanmoins ce travail est démonstratif. Pour cette filière, on peut noter que les process industriels sont très impactants (surgélation, séchage...) pour des quantités en algues valorisées relativement faibles par rapports à la filière agronomique (pour produire 1T de papier à base d'algues, il faut environ 500kg d'algues) (M-C. Franchet ; com. pers) (Cf. Tableau XIII).

Les bénéfices des produits valorisés à base d'algues (compost biologique, produits pour la nutrition animale et papier à base d'algues) n'ont pas été calculés. L'utilisation des algues de collecte ou d'échouage est cependant considéré rentable pour certains industriels (P. Nyvall-Collen ; com. pers).

Résumé du chapitre III

- L'analyse des données de surveillance DCE a mis en évidence que la majorité des algues opportunistes ramassées déclarées par les communes littorales morbihannaises sont des algues rouges et brunes. Seule la commune de Pénestin ramasse plus d'algues vertes.
- Une enquête complémentaire approfondie sur 6 communes et une communauté de communes (Ploemeur, Erdeven, Carnac, la CCPR, Larmor-Baden, Vannes, Pénestin) a permis de diagnostiquer précisément les modalités de gestion et de valorisation des échouages d'algues en Morbihan.
- Les ramassages majoritairement à visée balnéaire, se font à l'échelle communale ou intercommunale (exemple de la CCPR) en période estivale. Ils s'effectuent sur les plages à l'aide d'engins non spécifiques qui ramassent également beaucoup de sable et souvent sans faire de distinction avec la laisse de mer. Les quantités ramassées varient d'une année sur l'autre en fonction des échouages. Des mesures de sécurité sont parfois mises en place pour les travailleurs comme des détecteurs d'H₂S. Un ramassage des macrodéchets est généralement effectué avant le ramassage des algues et parfois après par criblage du sable.
- Toutes les algues opportunistes ramassées ne sont pas valorisées. Elles peuvent être simplement stockées sur des terrains communaux (ou en pied de falaises). Les modalités pratiques de gestion des algues échouées sont variables suivant les collectivités et globalement peu formalisées et peu encadrées. La filière agronomique est la plus utilisée ; l'épandage et le compostage permettent de « recycler » les algues pour l'amendement des sols et la croissance des plantes. Les algues n'entrent pas dans un plan d'épandage en Morbihan mais, elles sont enregistrées dans le cahier de fertilisation de l'agriculteur. Quelques industriels valorisent également les algues d'échouages dans les secteurs de la nutrition animale et de la fabrication de papier. Des projets de recherche explorent par ailleurs des voies possibles de valorisation (lutte contre l'érosion côtière en particulier).
- L'analyse du cycle de vie simplifiée des algues échouées permet de contribuer à une première évaluation de la durabilité et de l'impact environnemental global des différentes filières identifiées. L'épandage agricole semble être la filière la plus « respectueuse » d'un point de vue environnemental et économique. En effet, les procédés utilisés dans les filières industrielles sont énergivore et relativement coûteux ne permettant de valoriser qu'une partie seulement des algues ramassées. De plus, les transports ont un impact majeur dans le bilan énergétique.

Chapitre IV. Discussions et recommandations

I. Synthèse du diagnostic et discussion

I.1. Au sujet de la gestion

L'analyse des données issues de la surveillance DCE et de l'enquête complémentaire menée auprès de collectivités test a permis de dresser un bilan des modalités de gestion des échouages d'algues pour les communes du littoral morbihannais. En effet, les collectivités locales ont la responsabilité de l'entretien du littoral et donc de ramasser les algues échouées.

Plusieurs types de ramassage, rarement formalisés de façon très claire, pourraient être distingués :

-Le « **nettoyage des plages** » : régulièrement en période estivale et ponctuellement en hiver (notamment après les tempêtes). Ce nettoyage peut être effectué manuellement pour retirer les macrodéchets anthropiques (plastiques, verres, filets de pêche...) ou mécaniquement par des cribleuses. Ces engins ratissent la plage permettant d'extraire les petits déchets anthropiques les restes d'algues, les coquillages, ainsi que les galets de la plage. Il est souhaitable que la laisse de mer ne soit pas ramassée car elle est nécessaire au bon fonctionnement de la plage (habitats naturels, piège à sédiment ...).

-Le « **ramassage balnéaire** » : il s'agit du type de ramassage d'algues le plus fréquent dans le Morbihan. Il est mis en œuvre pour des raisons politico-économiques, c'est-à-dire effectué pour des raisons « esthétique » de la plage induite par une attente du consommateur concernant la « propreté des plages ». Ces ramassages ont lieu pendant la période estivale, entre juin et début septembre, puisque la fréquentation touristique y est très importante. Ils concernent, souvent sans réelle distinction, les laines de mer et les échouages limités d'algues opportunistes.

-Le « **ramassage sanitaire** » : effectués moins fréquemment dans le Morbihan, ces ramassages concernent les échouages plus massifs d'algues opportunistes pouvant, en se décomposant, libérer du gaz toxique et induire des problèmes sanitaires, et plus globalement générer des perturbations des écosystèmes littoraux.

La gestion des échouages d'algues nécessite l'implication de plusieurs acteurs que ce soit à l'échelle communale ou intercommunale. L'action de ramassage (en régie ou prestataire) nécessite de surcroît une grande réactivité des acteurs (les ramassages généralement programmés la veille pour le lendemain) et une bonne coordination de chacun. Ces critères sont indispensables entre le moment de l'observation des échouages, le déclenchement des actions de ramassages et le transport des algues ramassées pour leur valorisation qui doivent être effectués dans les plus brefs délais. Ces opérations requièrent également une bonne organisation technique (matériels disponibles et en état de marche et savoir comment gérer les algues après leur ramassage, où les acheminer etc...).

Les machines utilisées pour le ramassage des algues sont rarement adaptées (issues des travaux publics) et elles mélangent beaucoup de sable avec les algues ce qui à long terme peut-être impacter la morphologie de la plage et favoriser son érosion. Les pratiques de gestion (nettoyage de plages et ramassages des algues) peuvent avoir un impact sur l'environnement (physique et biologique) et soulèvent de nombreuses questions auprès des différents acteurs. Trouver une meilleure gestion,

comment faire pour limiter l'impact sur l'environnement, faut-il limiter le passage des engins ... ? Toutes ces questions sont à mettre en relation avec les risques liés à l'économie locale des collectivités car les ramassages répondent aux besoins liés à l'accueil.

Par ailleurs, ces pratiques restent plus ou moins formalisées d'un point de vue juridique et manquent d'un encadrement spécifique. Ainsi dans le Morbihan, il a été constaté que la réglementation concernant l'accès au DPM et les autorisations accordées pour accéder aux plages avec des engins motorisés ne sont pas connues de tous et restent floues. Chaque année, la CCPR demande des autorisations au préfet de département pour ramasser les algues échouées sur le DPM. Ce n'est pas le cas pour toutes les collectivités qui parfois se tournent vers la DDTM pour obtenir les autorisations qui leur sont nécessaires.

Enfin, toute cette gestion engendre des coûts financiers non négligeables pour les communes concernées qui ne bénéficient pas de subventions. Le ramassage, le transport et la valorisation des algues reste entièrement à la charge des collectivités qui doivent s'organiser et prévoir un budget pour cette gestion. D'une année sur l'autre, les quantités échouées peuvent varier et donc influencer sur les coûts globaux pouvant être une charge pour certaines collectivités.

I.2. Au sujet de la valorisation

Concernant la destination des algues en Morbihan, un fois ramassées, elles sont valorisées en très grande partie par voie d'épandage ou de compostage. L'épandage se fait à l'aide d'une convention d'épandage entre la collectivité et l'agriculteur. Pas de plan d'épandages spécifiques n'a été précisé concernant les algues en Morbihan. Les intrants sont tout de même enregistrés dans le cahier de fertilisation de l'agriculteur. Une fois collectées les algues sont épandues tous les 3 à 5 ans sur les parcelles. Elles représentent un bon amendement calcique mais ne doivent être épandues que tous les 3 à 5 ans. Des problèmes de sels et de CaO en trop grande quantité risquent d'abaisser les rendements et peuvent entraîner le blocage de la capacité d'échange cationique du sol. Les suivis et l'analyse des terres après épandage des algues ne sont pas effectués.

Le compostage reste à la charge de la personne qui reçoit les algues. Quelques communes ne les valorisent pas et les stockent sur terrain communal comme à Ploemeur et Erdeven. Très peu d'informations précises ont été recueillies concernant cette voie de valorisation.

Plus rarement, les algues échouées peuvent également être valorisées par des filières industrielles par l'intervention d'entreprises privées comme Agrival et Olmix. Dans le Morbihan, Olmix procède à des ramassages d'algues échouées de façon ponctuelle -partie supérieure des amas-, en particulier en presqu'île de Rhuys (A. Gorel ; com. pers.).

Il peut également être intéressant pour les industriels de récolter en rideau d'eau dérivant. Ainsi, les algues ramassées ne sont pas ensablées et sont encore « fraîches ». Plusieurs ramassages à l'aide d'engin spécialisés se font en Côtes d'Armor et en Finistère. Concernant les départements nord Bretons, il s'agit de récolter des algues vertes en rideau d'eau. Pour ce faire, des arrêtés préfectoraux autorisent les industriels à venir chercher les algues avec leurs engins (en Côtes d'Armor et en Finistère). Il n'y a pas d'arrêté préfectoral autorisant cette pratique dans le Morbihan.

Au sujet des filières de valorisation industrielle, le constat actuel est la présence d'un très grand nombre d'initiatives de la part de laboratoire de recherche (comme le LBCM). Cependant, pour des

raisons économiques, très peu de laboratoires de recherches parviennent à réellement s'imposer et à passer du stade « projet » au « pilote » et du « pilote » à l'« industrie ». Certains marchés réussissent tout de même à se développer et à bénéficier d'aides sur le long terme (par exemple Olmix).

De plus, les scénarii des ACV simplifiées menées fournissent une première estimation de l'impact des différents process de transformation sur l'environnement qui sont tout de même non négligeables (émissions de GES) et coûteux en termes d'investissement.

La filière par épandage et compostage semble être la plus respectueuse de l'environnement dans la mesure où actuellement, des parcelles agricoles sont disponibles pour accueillir les algues.

Par ailleurs, l'idée même de valorisation des algues opportunistes échouées soulève un débat houleux depuis quelques années en Bretagne. La controverse porte principalement sur l'opportunité d'une filière de valorisation basée sur une ressource (les algues vertes) que des politiques publiques relatives à la qualité des eaux visent à limiter. Un paradoxe est bien présent entre le fait de diminuer la prolifération algale (action préventives et curatives) bien définies dans le Plan Algues vertes 2010-2015 et le fait de développer des filières de valorisation de ces dernières. En effet, Olmix mise sur la capacité structurante des algues pour créer de nouveaux matériaux ou sur les propriétés biologiques de leurs actifs, par exemple leur capacité à restaurer l'épithélium intestinale ou encore celle de stimulation des défenses immunitaires du vivant. L'objectif étant d'accompagner les agriculteurs et les éleveurs dans des méthodes de production saines et rentables. C'est pour cela que, l'apparition d'une politique de valorisation suscite chez certains la crainte qu'on en vienne à oublier de traiter le problème à la source, à savoir l'excès d'azote dans les eaux. (Garcia et al., 2013).

En outre, si l'algue en général bénéficie d'une image positive (produit naturel), l'algue échouée est par contre assez mal perçue (déchets mal odorant pouvant-être nocif) d'où un certain flou, parfois volontairement entretenu sur le type d'algue utilisé dans les process industriels.

D'autre part, de nombreuses difficultés apparaissent quant à la valorisation technique de l'algue. Ramassées sur les plages, les algues se trouvent mélangées à toutes sortes de pollutions (déchets, cadavres d'animaux, cailloux...) venant ainsi compliquer leur traitement. C'est pourquoi, pour certains types de valorisation, il a été fait le choix de collecter les algues en rideau d'eau à l'aide d'un engin spécialisé comme celui utilisé par Agrival.

Les équipements de collecte se doivent d'être performants et nécessitent donc un investissement financier important. Il serait donc inintéressant pour une collectivité locale d'investir dans un tel matériel pour ramasser les algues échouées sur une période restreinte de quelques mois si les quantités échouées ne sont pas conséquentes et le devenir des algues peu ou pas rentable.

La deuxième difficulté concerne la composition de l'algue en elle-même, et plus précisément la forte concentration en sodium, en soufre et en sable. Ces éléments, responsables de la corrosion des matériaux avec lesquels ils sont en contact, doivent être retirés par un lavage à l'eau non saumurée impliquant l'utilisation d'une quantité d'eau importante et d'un équipement spécifique (J-M. Onno ; com. pers).

La troisième difficulté se pose sur la manière dont les algues une fois récoltées, sont utilisées, à savoir humides ou sèches. En effet un grand nombre d'applications ont besoin que l'algue soit sous forme sèche ce qui demande des installations industrielles qui préservent la qualité et les propriétés des ingrédients que l'on souhaite valoriser (traitements physiques, chimiques, biotechnologies). Par ailleurs l'évaporation de l'eau dans ces techniques se révèle très coûteuse en énergie (Cf. Figure 32 et 33).

Enfin, n'ayant pu accéder à certaines informations, nous ne sommes pas en mesure de nous prononcer sur le devenir des déchets issus de ces filières.

II. Propositions et recommandations

II.1. Organisation et accompagnement des territoires

II.1.1 Proposer un cadre départemental

En Loire-Atlantique et en Vendée (préfecture Vendée, 2015 et Préfecture de la Loire-Atlantique, 2013), il existe des dispositifs opérationnels de lutte contre les pollutions du littoral par les algues vertes. Ces documents rappellent le cadre réglementaire et propose des fiches d'aide à la gestion des algues et des fiches de recommandations (Cf. Annexes VIII et IX).

Un cadre départemental bien défini en haute Bretagne permet de déterminer les critères de déclenchement du ramassage en fonction du type et de l'intensité de l'échouage (Cf. Annexe X).

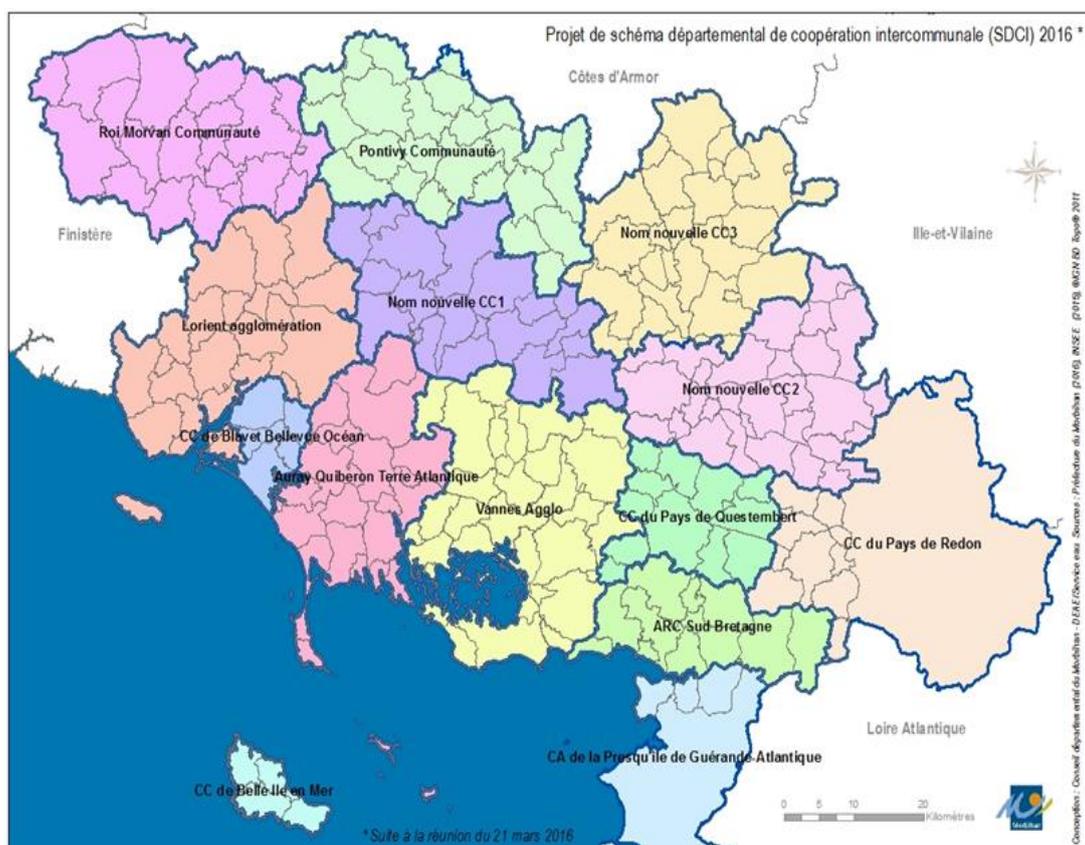
Ce genre de document pourrait être élaboré dans le Morbihan. Il pourrait contribuer à répondre aux besoins clairement identifiés des collectivités en charge de la gestion des échouages d'algues ne sachant pas toujours qu'elles méthodes adopter. L'élaboration d'un document de cadrage impliquerait de nombreux acteurs (services de l'Etat, CD, CEVA, AELB...) ce qui contribuerait à une meilleure formalisation et harmonisation des actions de ramassages et de valorisation des échouages d'algues.

II.1.2 Prendre en compte la compétence « gestion des algues échouées » dans les regroupements d'EPCI en cours

Le ramassage des algues est une compétence communale mais parfois, cette compétence peut-être déléguée à l'échelon de l'intercommunalité comme c'est le cas de la CCPR. Or, la modification des périmètres des intercommunalités dans le Morbihan suite à la loi NOTRe du 7 août 2015) soulèvent de nombreuses questions.

Neuf communautés de communes morbihannaises vont être obligées de fusionner pour atteindre le seuil de 15.000 habitants fixé par la loi NOTRe qui a pour fil rouge la "rationalisation de périmètres". Pour la partie littorale Morbihan, seule une fusion d'EPCI est prévu : le projet de SDCI (Schéma départemental de coopération intercommunale) préconise la fusion de Loc'h communauté et de la communauté de communes de la Presqu'île de Rhuys avec Vannes Agglo, soit un ensemble de 161.112 habitants.

A partir du 1er janvier 2017, la CCPR fera donc partie de Vannes Agglomération (Cf. Carte 9). En ce qui concerne la question de la gestion des échouages d'algues, les compétences seront rediscutées. A l'heure actuelle, aucune information n'est disponible concernant la reprise de compétence et la question du financement des opérations de ramassage des algues échouées dans la nouvelle communauté d'agglo « Golfe du Morbihan – Vannes agglomération ». Il conviendrait que la question de la gestion des algues échouées soit intégrée dans le périmètre des discussions en cours. Est-ce, à l'échelle intercommunale, une opportunité à saisir pour assurer un meilleur ramassage/ valorisation des algues échouées ?



Carte 9: Projet des futures EPCI à l'horizon 2017 (source : JL. Belloncle, CD56).

II.2. Renforcement et partage de la connaissance

II.2.1 Assurer la pérennité des suivis « échouages et ramassages »

La poursuite des réseaux de surveillance DCE et CIMAV est indispensable pour suivre les évolutions des échouages d'algues opportunistes, de partager les connaissances acquises sur les phénomènes d'eutrophisation et d'échouages d'algues. A ce jour, de nombreuses informations sont collectées permettant de suivre chaque année l'évolution des blooms de macro algues opportunistes.

Il serait en outre préférable de conserver les mêmes protocoles et/ou méthodes pour s'assurer que les évolutions constatées pourront-être analysées de façon fiables. Des modifications de protocoles intervenus par le passé compliquent de ce point de vue l'interprétation des évolutions intervenues ces dernières années. Par ailleurs, concernant les ramassages la poursuite et les ajustements proposés pour les enquêtes annuelles permettraient d'assurer la pérennité des suivis.

II.2.2 Optimiser l'organisation et la gestion des données issues des suivis

Parfois, certaines difficultés à accéder aux données brutes issues des suivis ont été rencontrées. Optimiser l'organisation et la gestion des données issues des suivis DCE et CIMAV pourraient-être préconisés pour assurer au mieux la bonne conservation et la bonne valorisation des informations. Il semblerait intéressant d'avoir des fiches expliquant dans le détail les méthodologies des différents suivis effectués par le CEVA en fonction des départements et des années. Formaliser et structurer une base de données pour cataloguer les informations et les méthodologies employées seraient intéressant ce qui nécessiterait une bonne gestion des métadonnées et une homogénéisation. Les attentes des maîtres d'ouvrage en la matière pourraient utilement être davantage précisées.

II.2.3 Améliorer la mise à disposition et le partage des connaissances

Les données issues des suivis pourraient-être plus facilement accessibles et davantage partagées. A partir de la base de données structurée selon les orientations décrites à l'II.2.2, développer des procédures et outils de consultation pourraient par exemple aider les collectivités en charge de la gestion des échouages d'algues.

II.3. Prise en compte et valorisation des données disponibles

II.3.1 Aborder le volet macro-algues dans les Sage

Il serait intéressant que les Sage intègrent davantage les enjeux liés à la prolifération et les échouages de macroalgues opportunistes. Il est proposé des réductions de flux de nutriments sans pour autant abordé la gestion/valorisation des algues échouées.

II.3.2 Mieux prendre en compte les enjeux macro-algues dans les profils de baignades

Les profils de baignade étudiés pour les communes test ont mis en évidence un manque d'information du volet échouages d'algues - proliférations des macroalgues. La plupart des profils ne mentionnent pas d'échouages d'algues sur les sites de baignade contrairement aux observations d'échouages des survols CEVA et aux ramassages déclarés par les communes. Il semblerait intéressant de développer cet aspect pour les sites présentant des échouages importants.

II.4. Optimisation des modalités de gestion et de valorisation des algues opportunistes

II.4.1 Formaliser davantage les pratiques de ramassage

Les pratiques de gestion des échouages d'algues semblent souvent insuffisamment définies. Il serait important de mieux distinguer les pratiques de nettoyage des plages des pratiques de ramassage d'algues en appuyant sur l'importance de maintenir la laisse de mer lorsque c'est possible.

D'autre part, la remise en mer des algues est une solution pratiquée par quelques communes du Morbihan. Le stockage en haut de plage et en pied de falaises est également une solution de gestion pour certaines collectivités. Ces pratiques ne résolvent pas les problèmes d'échouages d'algues et, le stockage en haut de plage peut accentuer les phénomènes de fermentation des algues. De plus, ces pratiques peuvent entraîner des mouvements de mécontentement de la part des populations locales pour des problèmes d'odeurs notamment.

II.4.2 Epandage : conforter les suivis des terres agricoles

Les algues valorisées par épandage sembleraient manquer d'un suivi précis. En effet, Il n'y a pas de plan d'épandage spécifique incluant les algues et surtout pas de suivi d'analyses de sols. Concernant le sel facilement lessivable, aucune mesure n'est faite pour connaître l'impact du chlorure de sodium sur le sol et dans les cours d'eau.

II.4.3 Développer les analyses d'impacts des filières industrielles

Une première approche, basée sur une ACV simplifiée, a permis d'estimer l'impact énergétique et l'émission de GES (CO₂) des filières de valorisation. Ce type d'approche, pourrait-être développé et approfondi avec les aides des financeurs, pour mieux intégrer ces impacts dans les études préalables.

Résumé du chapitre IV

- Les pratiques de gestion des échouages d'algues opportunistes sont relativement coûteuses pour les collectivités, plus ou moins formalisées et manquent d'un encadrement réglementaire et technique précis. Cette gestion soulève de nombreuses questions auprès des acteurs (élus, techniciens...) qui procèdent aux ramassages, en particulier pour répondre aux besoins liés à l'accueil évitant de perturber l'économie locale.
- La valorisation des algues opportunistes échouées soulèvent un débat houleux depuis plusieurs années, les controverses concernant notamment la compatibilité d'un objectif affiché de diminuer les proliférations algales et des projets de développement des filières de valorisation. D'autre part, la valorisation de l'algue soulève des difficultés techniques.
- Des propositions et recommandations sont formulées pour contribuer à l'amélioration des modalités de gestion et de valorisation des échouages d'algues opportunistes dans le Morbihan, en particulier :
 - élaborer un document de cadrage départemental permettant de répondre aux besoins des collectivités parfois démunies ;
 - Assurer la pérennité du suivi des « échouages et ramassages » sur la base de protocoles stables et optimiser la gestion des données issues de ces suivis pour conforter leur accessibilité et leur utilisation ;
 - Optimiser les modalités de valorisation des algues opportunistes en procédant à des suivis réguliers des terres agricoles soumises à l'épandage et en assurant une meilleure évaluation de la durabilité des filières industrielles envisagées.

Conclusion

L'objectif de l'étude est de mieux connaître et comprendre les modalités de gestion et de valorisation des échouages d'algues en Morbihan.

Les données issues des suivis réalisés dans le cadre des programmes de surveillance existant ont permis dans un premier temps de visualiser et de localiser les sites et les types de substrat (sableux, vaseux) sujets aux échouages d'algues et d'estimer les surfaces d'échouages dans le Morbihan. L'analyse des résultats des enquêtes annuelles, envoyées aux communes du Morbihan dans le cadre du réseau de suivi de surveillance DCE, a permis d'estimer les quantités annuelles ramassées et les coûts induits pour les collectivités.

Ce travail a servi de base pour mettre en place une enquête complémentaire ciblant quelques communes situées sur l'ensemble du linéaire côtier afin d'établir un diagnostic plus détaillé de la gestion des algues en Morbihan.

Globalement, le ramassage des algues revient à la commune (gestion en régie par les services techniques municipaux). Cette compétence peut être exercée à l'échelle de la communauté de communes comme c'est le cas pour la Presqu'île de Rhuys. Ces ramassages se font, avec des engins mécanisés non spécifiques, en période estivale essentiellement pour satisfaire l'accueil touristique. Les ramassages sont majoritairement considérés comme « balnéaires » mais d'autres sont à visée « sanitaire » (impact sur les écosystèmes littoraux, risque d'émission d'H₂S par les algues vertes en décomposition...).

En ce qui concerne la valorisation des algues, en Morbihan comme en Bretagne, il s'agit principalement d'une valorisation agronomique par voie d'épandage et de compostage. Certaines collectivités stockent les algues sur des terrains communaux en attendant qu'elles se décomposent. Quelques industriels en Bretagne valorisent également les algues d'échouage dans les secteurs de la nutrition animale et végétale et pour la production de papier, pour des volumes plus modestes par comparaison à l'épandage ou le compostage.

Les échouages d'algues opportunistes du littoral constituent une préoccupation des maires et des gestionnaires du littoral notamment en termes d'attraction touristique mais aussi d'enjeux écologiques. La demande des gestionnaires (services techniques, élus), soucieux de leur environnement côtier, concernant des actions de « meilleure gestion/préconisation » et d'information/sensibilisation est forte. De ce point de vue, la mise en place d'un dispositif opérationnel de gestion des algues à l'échelon départemental pourrait contribuer à une meilleure coordination et à un meilleur accompagnement des acteurs. De plus, la réorganisation des territoires suite à la loi NOTRe pourrait-être l'occasion d'une réflexion sur l'exercice de cette compétence.

Certains industriels essaient de se démarquer pour faire valoir leur engagement dans la valorisation des algues ; à juste titre ? Mais, les quantités échouées en Morbihan nécessitent-elles de mettre en place des unités de traitement de valorisation des algues ?

Faut-il privilégier une utilisation de proximité des algues échouées comme par exemple pour favoriser la restructuration des dunes ?

Références bibliographiques

- A.Vendetti R., 2012. Environmental Life Cycle Assessment : Transportation. NC STATE UNIVERSITY. 35p.
- Abouraïcha et al., 2016. Introduction of natural defense and protection against *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in apple fruit in response to bioelicitors isolated from green algae. *Scientia Horticulturae* 18: 121-128
- ADEME., 2005. Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) : NOTE DE SYNTHÈSE EXTERNE. 4p.
- ADEME., 2015. Consommations de carburant et émissions de CO₂, Véhicules particuliers neufs vendus en France. Edition 2015. 293p.
- AGROCAMPUS Ouest., 2014. Etude de la consommation des algues alimentaires en France. Etude nationale incluse dans le projet IDEALG : phase 1. 72p.
- Anger E., 2015. L'encadrement juridique relatif à l'exploitation des algues. Mémoire de stage de fin d'étude master 2 Juriste Conseil des Collectivités territoriales. Dans le cadre du projet FAR « LITTORALG ». 90p.
- Arzel P., 1987. Les goémoniers. Chasse marée, Edition de l'estran, Douarnenez. 305 p.
- Aube C., 2015. Rapport sur les statuts juridiques des algues. Stage de master 1 droit public. Dans le cadre du projet FAR »LITTORALG ». 79p.
- Bajjouk T et al., 2015. Les fonds marins de Bretagne, un patrimoine remarquable : connaître pour mieux agir. Edition Ifremer-DREAL Bretagne. 152p.
- Belloncle J-L., Daniel F., Plus C., 2010. L'Atlas de l'environnement du Morbihan. ODEM, Département du Morbihan. 300p.
- Bengtsson S., Anderson K., Fridell E., 2011. Life cycle assessment of marine fuels ; A comparative study of four fossil fuels for marine propulsion. 11:125. 183p.
- Berger et al., 2015. Evaluation du volet préventif du plan 2010-2015 de lutte contre les lagues vertes en Bretagne. 105p.
- Boeglin N & Vueillet D., 2005. Note de synthèse externe : introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV). 13p.
- Cabane F., 2012. LEXIQUE d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral. Documentation sur l'Environnement et de l'Aménagement du Littoral. Doc/EL 12.01/RV. 342p.
- Cabioc'h et al., 2006. Guide des algues de mers d'Europe. Edition delachaux et Niestlé. 272p.
- CEVA., 2008. Contrôle de surveillance DCE 2007, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 53p.

- CEVA., 2009. Contrôle de surveillance DCE 2008, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 55p.
- CEVA., 2010. Contrôle de surveillance DCE 2009, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 55p.
- CEVA., 2011. Contrôle de surveillance DCE 2010, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 51p.
- CEVA., 2012. Contrôle de surveillance DCE 2011, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 52p.
- CEVA., 2013. Contrôle de surveillance DCE 2012, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 54p.
- CEVA., 2014a. Contrôle de surveillance DCE 2013, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 56p.
- CEVA., 2014b. Rapport sur le projet 1 : Action d'expertise scientifique, d'informations et de conseils technologiques en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes en Bretagne. 47 p.
- CEVA., 2014c. Rapport sur le projet 4 CIMAV 2014 : suivi des proliférations d'algues vertes sur le littoral breton en complément du contrôle de surveillance DCE. 104p.
- CEVA., 2014d. Contribution du sédiment aux cycles de l'Azote et du Phosphore en zone côtière – Impacts potentiels sur les marées vertes. Annexe au rapport 2014 du projet 1 du programme CIMAV. 61p.
- CEVA., 2015a. Contrôle de surveillance DCE 2014, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Rapport final. 66p.
- CEVA., 2015b. Rapport sur le projet 1 : Action d'expertise scientifique, d'informations et de conseils technologiques en faveur des programmes de maîtrise des marées vertes en Bretagne. 37 p.
- CEVA., 2016. Application du modèle écologique tri-dimensionnel Mars-Ulves à la détermination des sources contributives aux proliférations d'ulves et des objectifs de qualité de l'eau dans le Golfe du Morbihan. Volet 1: mise en place du modèle écologique sur l'année météo-climatique 2012 et traçage de l'origine de l'azote dissous contenu dans les ulves. 113p.
- Cochet J., 2014. Proposition de protocoles de suivis d'un procédé novateur de régénération dunaire, les Algobox[®]. Mémoire de fin d'étude master 1 IGREC, UBS. 61p.
- Cochet J., 2015. Les échouages de macro-algues sur la Presqu'île de Rhuys : Impacts environnementaux et outil de régénération de l'avant-dune, expérimentation Algobox[®]. Mémoire de fin d'étude master 2 IGREC. 117p.
- Comité de bassin Loire- Bretagne., 2015. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021: bassin Loire-Bretagne. AELB. 356p.

- Communauté de communes du pays de Quimperle, 2009. SAGE Ellé-Isole-Laïta : Plan 'Aménagement et de Gestion Durable. Pièce n°2. 94p.
- Conseil général de la Manche., 2005. Les enjeux écologiques des laisses de mer. Techniques de collecte raisonnées des déchets du littoral. 24p.
- Dalmas D., Moreau R., Quévremont P., Frey V., 2010. Elaboration d'un plan de lutte contre les algues vertes. 57p. et 23 annexes.
- Dias AC., Arroja L., Capela I., 2007. Life Cycle Assessment of Printing and Writing Paper Produced in Portugal. 521 – 528. 7p.
- Garcia E., Joubaire S., Marchal O., Massimi A., 2013. Etat des lieux sur la problématique des algues vertes : connaissances et possibilités de valorisation. Projet IGR, MAE. 39p.
- Geoffroy F., 2011. Guide méthodologique : le nettoyage raisonné des plages. Conservatoire du littoral, Rivages de France. 63p.
- Gottfridsson L., 2013. Global warming potential and nutritional content of fresh and frozen roots - A study on carrots and turnips. 55p.
- Haury et al., 2014. Espèces invasives en Bretagne, plantes et vertébrés continentaux. Les cahiers Naturalistes de Bretagne d'après Agrocampus Ouest, MNHN. 144p.
- IAV., 2015. SAGE Vilaine, PLAN D'AMENAGEMENT & DE GESTION DIRABLE – REGLEMENT. 132p.
- Jacquemin L. et al., 2013. L'analyse du cycle de vie pour le développement de nouveaux procédés de valorisation des bioressources. Innovations Agronomiques 26 (2013), 83-100
- Kasonic et al., 2014. Biological activities of two macroalgae from Adriatic coast of Montenegro. Saudi Journal of Biological Sciences, In press.
- Laclerc V., Floc'h J-Y., 2010. Les secrets des Algues. Edition Quae. 167p.
- Lefeuvre J-C., 2013. Les invasions biologiques, un danger pour la biodiversité. Ed. Buchet et Chastel. 331p.
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer., 2016. Plan d'action pour le milieu marin : Programme de mesures sous-régions marines golfe de Gascogne & mers celtiques. DCSMM. 389p.
- Martial Huet, Nelly Le Goïc & Marcel Koken., 2008. Suivi de l'imposex chez *Nucella Lapillus* le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique en 2008. Rapport final. Réseau National d'Observation. 91p.
- Nemecek T., Kägi T., 2007. Life cycle inventories of agricultural production systems. Data v2.0. Ecoinvent report No.15. 360p.
- Ogino A et al., 2012. Life cycle assessment of animal feeds prepared from liquid food residues: a case study of rice-washing water. Journal of environmental quality. 1982-1988

Person J., 2010. Livre turquoise : Algues, filières du futur. 17-19 NOVEMBRE 2010. Adebitech. Romainville, 163p.

Picinno et al., 2015. Multi-perspective application selection: a method to identify sustainable applications for new materials using the example nanofiber reinforced composites. *Journal of Cleaner Production*. 1-12

Préfecture de la Loire-Atlantique., 2013. Dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions littorales de Loire-Atlantique par les algues vertes. 49p.

Préfecture de la Vendée., 2015. Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes. 69p.

Préfecture de Loire-Atlantique., 2013. Dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions du littoral Loire-Bretagne par les algues vertes. 49p.

Rayer P., 2009. Macro-déchets et pratiques de nettoyages des plages du littoral du Morbihan : état des lieux. Mémoire de fin d'étude master 2 Géographie et Aménagement, Université de Rennes 2. 165p.

Roberts et al., 2016. The effects of feedstock pre-treatment and pyrolysis temperature on the production of biochar from the green seaweed *Ulva*. *Journal of Environmental Management* 169 : 253-260.

Rossi N., 2012. Domaine d'application et validation des grilles d'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition élaborées dans le cadre de la DCE, élément de qualité biologique « macroalgues opportunistes ». Rapport final. 55p.

Rossi N., 2014. Poursuite du travail d'intercalibration pour l'élément de qualité biologique « macroalgues opportunistes ». Rapport final. 20p.

Rossi N., Dion O., 2012. Développement et intercalibration d'outils DCE de classement de qualité des eaux côtières et de transition par l'EQB « blooms macroalgues ». Rapport d'étude. 58p.

Rossi N., Noel L., 2013. Etude de connaissance des marées vertes du littoral Atlantique sous l'influence de la Loire et de la Vilaine (Bretagne sud, Pays de la Loire, Poitou-Charente, Secteur de la Presqu'île de Quiberon à l'île de Ré). Mission a : synthèse bibliographique et application au secteur d'étude pour la DREAL.CEVA/AQM 1300/RAP/006-V4.1. 90p.

Saer A., Lansing S., Davitt N., E.Graves R., 2013. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. *Journal of cleaner production* 52 234-244. 11p.

Salemdeeb R., et al. 2016. Environmental and health impacts of using food waste as animal feed : a comparative analysis of food waste management options. *Journal of Cleaner Production*. 9p.

Saqib et al., 2013. Marine macro algae ulva : a potential feed-stock for bio-ethanol and biogas production. 155-163.

Simberloff D., 2006. "Préface", pp. 5-7 in Pascal M., Lorvelec O., & Vigne J.D., Invasions biologiques et extinction. 11000 ans d'histoire des vertébrés en France, Ed. Belin et Quae

Skals P., Krabek A., Nielsen P., Wenzel H., 2008. Environmental assessment of enzyme assisted processing in pulp and paper industry. Int J LCA ; 10p.

SMLS., SAGE Golfe du Morbihan et Ria d'Etel. 2014. ETAT DES LIEUX – RAPPORT GENERAL. Version validée par la CLE du 14 mars 2014. 165p.

Spielmann M., W.Scholz., 2005. Life Cycle Inventories of Transport Services, Background Data for Freight Transport. The ecoinvent Database. Int J LCA 10. 10p.

Syndicat du Bassin du Scorff., 2015. Plan d'Aménagement et de Gestion Durable. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Scorff. 154p.

Syndicat Mixte du Sage Blavet., 2014. Sage Blavet, Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD). 138p.

Webographie

<http://agriculture.gouv.fr/dans-le-morbihan-jean-marc-onno-concilie-performance-economique-et-environnementale>

<http://bretagne-environnement.org/>

<http://envlit.ifremer.fr/>

<http://lessecretsdesaintpierre.blogspot.com/archive/2015/10/13/intercommunalites-forcees-et-agglomerations-imposees-3057823.html>

<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/consommations-carburant-emissions-co2-2015.pdf>

<http://www.agrival-extract.com/les-algues>

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

<http://www.breizhalgae.fr/acteurs-filiere-algues>

<http://www.cdfa.fr/Le-taux-moyen-d-emission-de-CO2,137406>

<http://www.entreprises.ouest-france.fr/article/morbihan-culture-micro-algues-grace-methanisation-06-03-2013-88128>

<http://www.gesteau.eaufrance.fr/>

<http://www.monenergie.net/consommation-moyenne-d-electricite-d-une-maison.php>

<http://www.morbihan-pro.com/>

<http://www.ouest-france.fr/bretagne/sarzeau-56370/les-arrivages-massifs-dalgues-se-poursuivent-3666121>

<http://www.votreenergiepourlafrance.fr/vers-la-chimie-bleue-algopack-des-algues-a-la-conquete-du-plastique/>

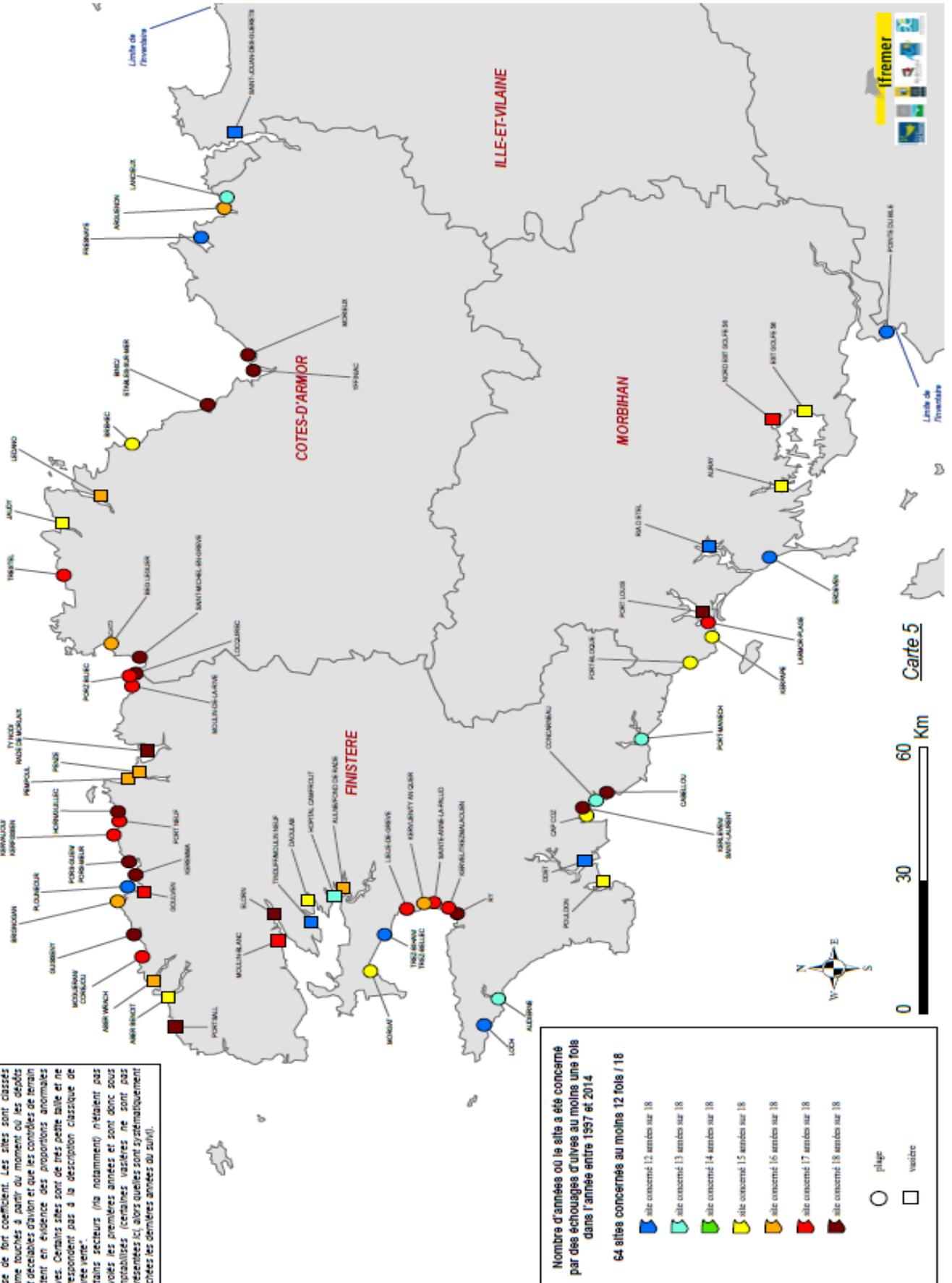
TABLES DES ANNEXES

Annexe I : Sites fréquemment touchés par des échouages d'ulves en Bretagne entre 1997 et 2014 (source : CEVA, 2014)	82
Annexe II : Synthèse de correspondances entre les PAMM Golfe de Gascogne et mers celtiques et le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 en lien direct ou indirect avec les proliférations/ échouages d'algues (source : AELB, 2015 & Projet DCSMM, ND).....	83
Annexe III : Plan de lutte contre les algues vertes, les 8 baies identifiées dans le SDAGE 2010-2015 (source : AELB).	84
Annexe IV : Volumes annuels d'algues ramassées déclarés par les communes du Morbihan sur la période 2002-2015). En algues totales (1er graphique) et en algues vertes (2ème graphique) (source: CEVA).....	85
Annexe V : L'originalité de la gestion des algues échouées à Ambon.	86
Annexe VI : Questionnaire adressé aux personnes en charge de la gestion des échouages d'algues (pour les communes choisies).	87
Annexe VII : Listes des plages des communes de l'enquête présentant des ramassages d'algues échouées réguliers.	91
Annexe VIII : Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes (Préfecture de la Vendée, 2015).	92
Annexe IX : Dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions du littoral de Loire-Atlantique par les algues vertes (Préfecture de Loire-Atlantique, 2013).	124
Annexe X : Critères de déclenchement du ramassage en fonction du type et de l'intensité de l'échouage à Saint-Brieuc (source: St Brieuc-Agglomération).....	140
Annexe XI : Histogramme des tonnages en algues vertes ramassées sur le territoire de Saint-Brieuc Agglomération (source: V. Renault).	142
Annexe XII : Valeur agronomique mesurée dans les algues en CCPR (source : Valbé).....	143
Annexe XIII : Exemples de projets et programmes recensés sur la valorisation des algues dans le monde (source: CEVA, 2014 et 2015).....	144
Annexe XIV : Liste des personnes contactées dans le rapport.	145



"L'ensemble du littoral côtier est soumis à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion et que les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte". Certains secteurs (ou notamment) n'étaient pas surveillés les premières années et sont donc sous comptabilisés (certaines vasières ne sont pas représentées ici, alors qu'elles sont systématiquement touchées les dernières années du suivi).

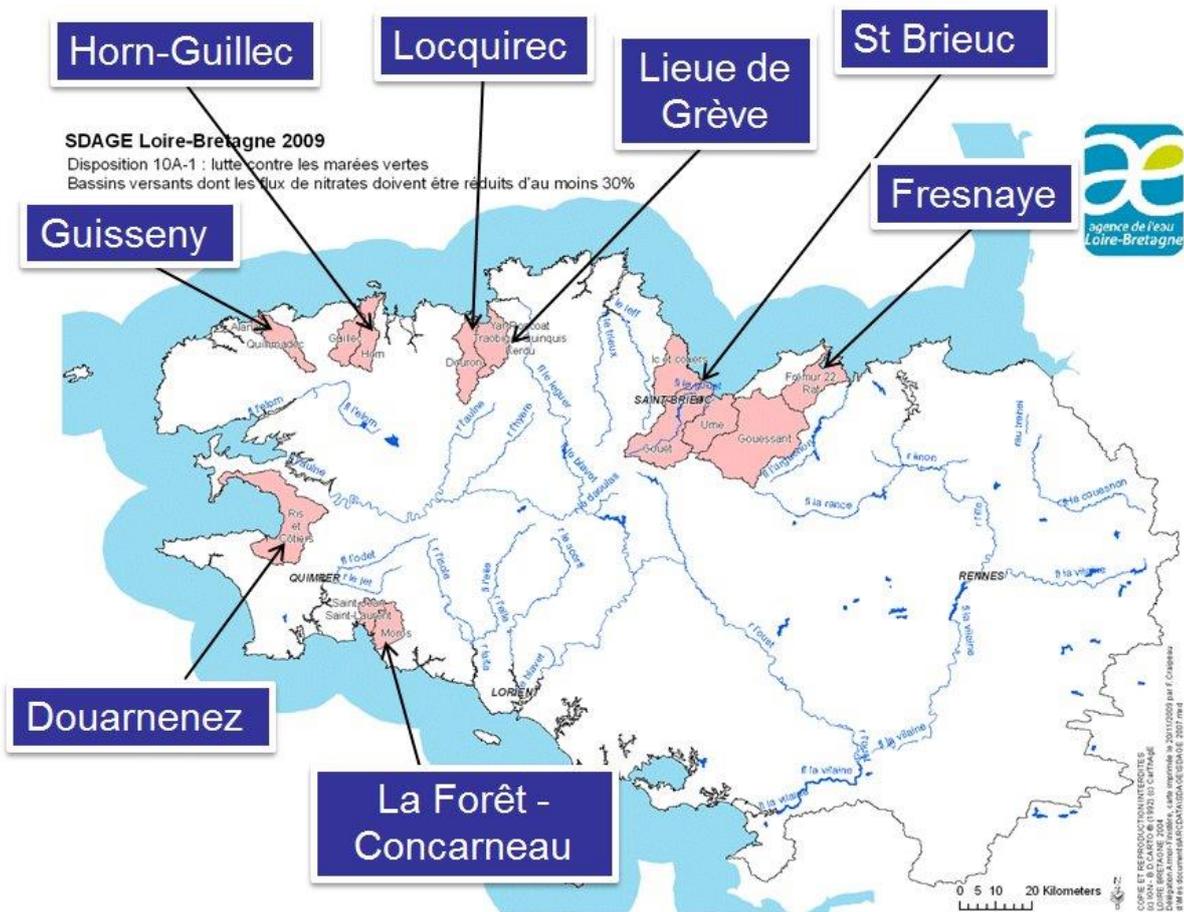
Sites les plus fréquemment touchés par des échouages d'ulves sur la période 1997-2014



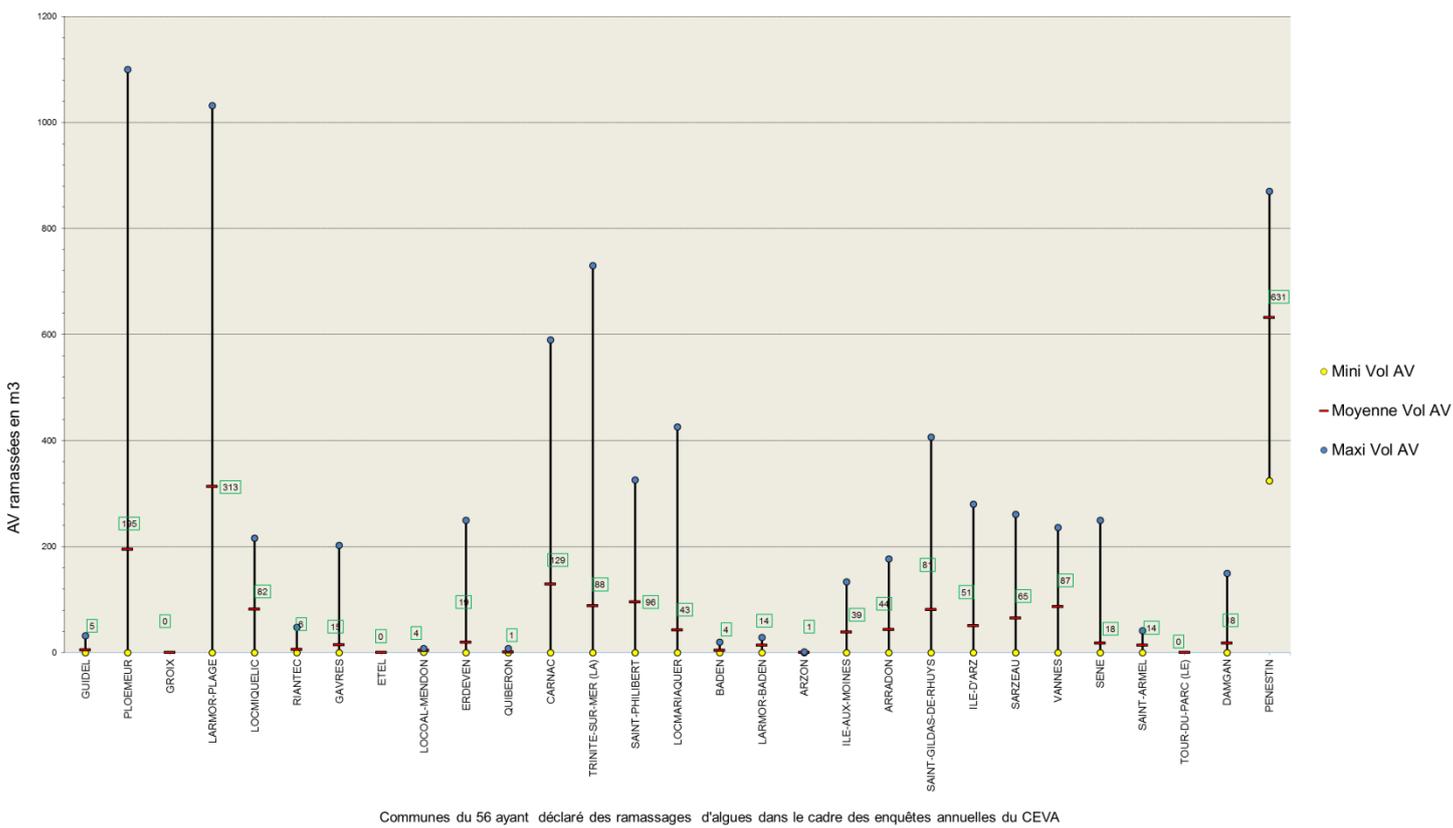
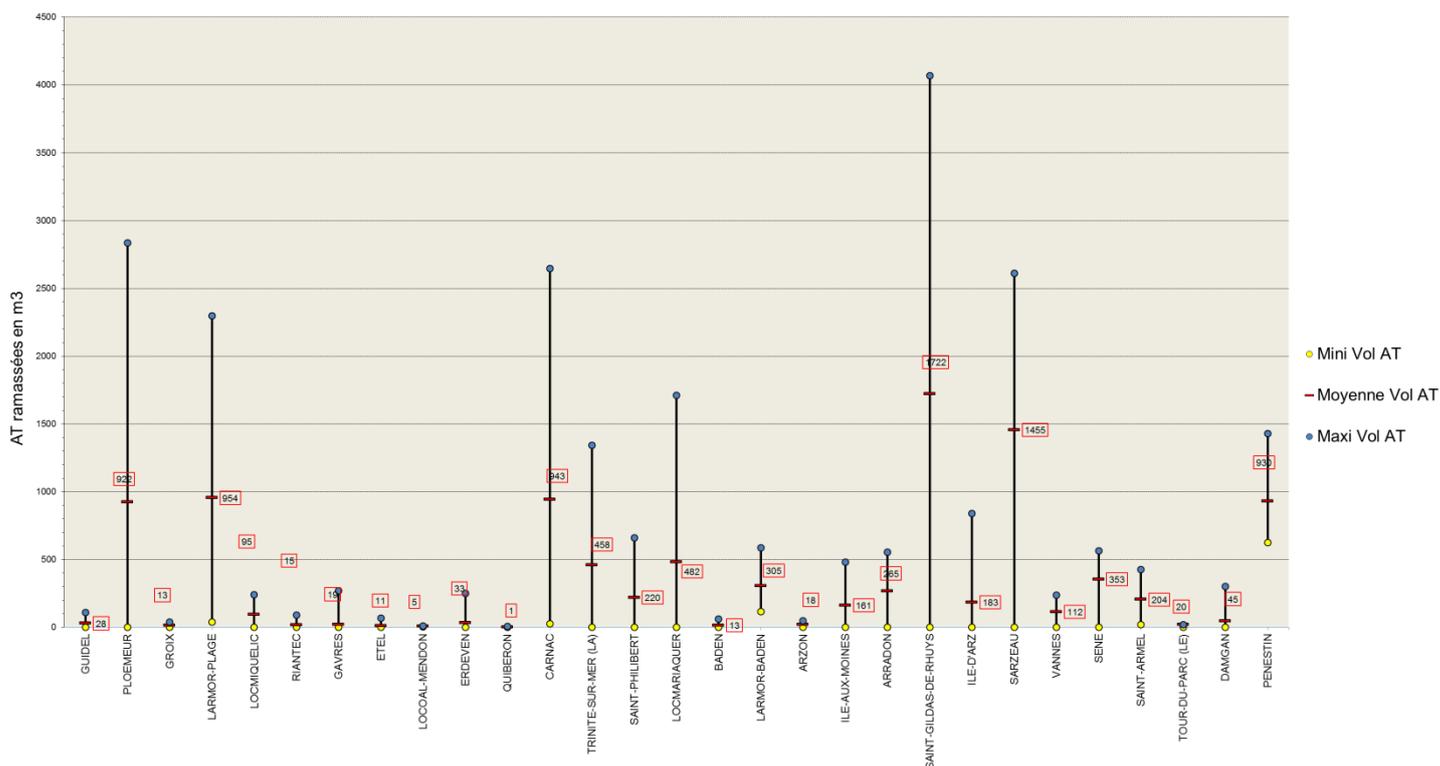
Annexe II : Synthèse de correspondances entre les PAMM Golfe de Gascogne et mers celtiques et le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 en lien direct ou indirect avec les proliférations/ échouages d'algues (source : AELB, 2015 & Projet DCSMM, ND).

Orientations du SDAGE LB	Dispositions SDAGE LB	Objectifs Environnementaux opérationnels des PAMM
Descripteur 2 : Espèces non indigènes		
9D : Contrôler les espèces envahissantes	9D-1 : sensibilisation aux espèces exotiques envahissantes 9D-2 : opérations concertées de lutte contre les espèces exotiques envahissantes et suivi des dynamiques de colonisation	D2-3 : Limiter les risques d'introduction et de dissémination ainsi que les impacts des espèces non indigènes en définissant un processus de prévention, de suivi et de lutte
Descripteur 5 : eutrophisation		
10A : Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition	10A-1 : programme de réduction des flux de nutriments parvenant sur les sites de prolifération d'algues vertes sur plages 10A-2 : programme de réduction des flux de nutriments parvenant sur les sites de prolifération d'algues vertes sur vasières 10A-3 : programme de réduction des flux de nutriments parvenant sur les sites de prolifération d'algues vertes sur platier 10A-4 : poursuite des actions de limitation des flux de nutriments sur les sites les plus concernés par des blooms phytoplanctoniques	D5-1 : Préserver les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation en limitant, dans les bassins versants concernés, les apports telluriques en nutriment à la source et lors de leurs transferts D5-2 : Identifier les zones d'eutrophisation avérées et les bassins versants les plus contributeurs à l'origine des principaux apports en nutriments depuis la source jusqu'à l'exutoire D5-4 : Réduire les apports d'azote atmosphérique (Nox) en prenant en compte les enjeux du milieu marin dans les plans de lutte contre la pollution atmosphérique, les plans régionaux pour la qualité de l'air et les plans de protection de l'atmosphère des régions les plus fortement contributrices
10G : Améliorer la qualité des littoraux	Voir dispositions 10A-2, 10A-3, 10A-4	
Réduire la pollution par les nitrates 2A : Lutter contre l'eutrophisation marine due aux apports du bassin versant de la Loire	Réduction des flux de nitrates à l'exutoire de la Loire	D5-3 : Réduire ou supprimer les apports de nutriments, en priorité dans les bassins versants les plus fortement contributeurs, en agissant sur les émissions des exploitations agricoles, des agglomérations et de l'industrie, et le transfert des nutriments vers le milieu marin
3A : Poursuivre la réduction des rejets directs des polluants 3B : Prévenir les apports de phosphore diffus	3A-1 : poursuivre la réduction des rejets ponctuels 3B-1 : Réduire les apports et les transferts de P diffus à l'amont de 22 plans d'eau prioritaires 3B-3 : Mises en place de bassins tampons pour les rejets de tous les nouveaux dispositifs de drainage agricole (réduire le déversement des réseaux)	
Descripteur 8 : contaminants chimiques dans l'eau		
4A : Réduire l'utilisation des pesticides 4B : Aménager les bassins versants pour réduire le transfert de pollutions diffuses	4A-1 : restriction ou interdiction par arrêté préfectoral de l'utilisation d'une liste de pesticides sur des zones prioritaires 4A-2 : plan de réduction de l'usage des pesticides des Sage 4A-3 : priorisation des mesures d'incitation Orientation 4B : Revoir 1C-4 et 3B-3	D8-6 : Réduire ou supprimer les apports de contaminants, en priorité dans les bassins les plus fortement contributeurs, en agissant sur les émissions des industries, agglomérations et exploitations agricoles, et le transfert des contaminants vers le milieu marin
Descripteur 9 : questions sanitaires		
1C : Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau, des zones estuariennes et annexes hydrauliques	1C-4 : limitation de l'érosion des sols	D9-3 : Améliorer la qualité microbiologique des eaux côtières et de transition en limitant les sources de contamination liées à l'activité agricole d'élevage
6F : Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	6F-4 : si observation d'efflorescences algales, les responsables de baignade sont invités à programmer en complément de contrôles sanitaires, des analyses de cyanobactéries et éventuellement de cyanotoxines	D9-1 : Améliorer la qualité microbiologique des eaux côtières et de transition en limitant les transferts de polluants microbiologiques liés à l'insuffisance de l'assainissement collectif
Objectifs transversaux		
12C : Renforcer la cohérence des politiques publiques	12C-1 : recommandé d'associer la CLE à l'élaboration et à la révision des documents d'urbanisme ainsi que des outils de gestion spécifiques (DOCOB...) et recommandé d'associer les membres des instances en charge d'élaborer ces documents aux travaux des CLE (lors des commissions de travail thématique par exemple) pour l'élaboration et la révision des Sage	OT-3 : Améliorer la prise en compte des enjeux du milieu marin et des effets cumulés des activités et usages au sein des plans, schémas, programmes, projets et autres documents de planification
Mettre en place des outils réglementaires et financiers 13A : Mieux coordonner l'action réglementaire de l'État et l'action financière de l'agence de l'eau 13B : Optimiser l'action financière de l'agence de l'eau	13A-1 : Présentation du PAOT au conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CADERST) 13A-2 : invitations à la révision de la cohérence des plans et informer les commissions locales de l'eau sur le contenu du projet de POAT 13B-1 : Proposition de modifications pour réviser le programme 13B-2 : Améliorer la connaissance des outils des grands types de travaux	
14A : Mobiliser les acteurs et favoriser l'émergence de solutions partagées 14B : Favoriser la prise de conscience 14C : Améliorer l'accès à l'information sur l'eau	14B-1 : réalisation d'une communication pédagogique lors d'équipement de gestion de l'eau 14B-2 : réalisation d'un volet pédagogique accompagnant chaque Sage et contrat territorial 14B-3 : rôle du volet pédagogique des Sage pour favoriser l'appropriation des enjeux de l'eau sur les territoires et faire évoluer les comportements 14C-1 : politique d'ouverture des données et enrichissement du système d'information sur l'eau pour une plus large diffusion 14C-2 : information et sensibilisation sur le cycle technique de l'eau de la collectivité grâce à la publication du rapport annuel sur le prix de l'eau	OT-1 : Améliorer la prise en compte des enjeux de protection du milieu marin dans les formations aux activités professionnelles et récréatives en lien avec le milieu marin OT-2 : Améliorer la prise en compte des enjeux de protection du milieu marin dans l'information et la sensibilisation du grand public et des usagers de la mer

Annexe III : Plan de lutte contre les algues vertes, les 8 baies identifiées dans le SDAGE 2010-2015 (source : AELB).



Annexe IV : Volumes annuels d'algues ramassées déclarés par les communes du Morbihan sur la période 2002-2015). En algues totales (1er graphique) et en algues vertes (2ème graphique) (source: CEVA)



Annexe V : L'originalité de la gestion des algues échouées à Ambon.

Un autre moyen de ramasser les algues est la traction animale. En effet, depuis maintenant 3 ans, la commune d'Ambon procède à ce type de nettoyage. Chaque année, « Tout en traction » propose différentes prestations aux communes littorales comme celle de ramasser les macrodéchets et les algues des plages. Certaines communes acceptent cette démarche dans le but de préserver l'espace plage, sensible à l'érosion sur certains secteurs.

Les ramassages ont lieu toutes les semaines le mardi matin de juillet à septembre. Ce système de nettoyage des plages est moins onéreux pour la commune et considéré moins impactant que le passage d'engins mécanisés sur les plages. Cependant, il ne peut être utilisé que sur de petites quantités d'algues échouées. Le crottin de cheval est récupéré à l'aide d'un sac accroché à l'arrière de l'animal.

Les macrodéchets issus principalement de déchets de la pêche sont ramassés avant le passage du cheval. Pour le ramassage des algues, une fauche ou goémonier, spécialement conçu, est tractée par un cheval. Plusieurs passages sont nécessaires pour retirer les algues qui sont ensuite remises à la mer. Tout est nettoyé y compris la laisse de mer pour l'accueil des touristes. Les algues ne reviennent généralement pas après la marée (A.Dagoreau ; com. pers).



Nettoyage de plages à Bétahon, commune d'Ambon par "Tout-en-traction" (source : Neveu, 2016).

Questionnaire rencontre COMMUNES 56

« Quelles modalités de gestion des échouages d'algues et quelles filières de valorisation de ces échouages ? ».

Nom et poste de l'interlocutrice :

Date :

Lieu :

1) Informations concernant les enquêtes annuelles du CEVA

1. Répondez-vous systématiquement aux enquêtes annuelles envoyées par le CEVA concernant le ramassage des algues sur votre commune ?
2. Vous semble-t-il intéressant de vous poser ces questions ? Quelles précisions apportez-vous à vos réponses ?
3. Semblez-vous être réellement concerné ? Voyez-vous l'intérêt de ce travail ?

2) Pratique de nettoyage des plages et ramassages des algues échouées

1. La compétence ramassages des algues s'effectue-t-elle à l'échelle de la commune ou d'une communauté de communes ? Si oui, laquelle ?
2. Faites-vous un distinguo entre ramassage sanitaire et nettoyage de plage ?
3. Quel « type » de nettoyages de plages est effectué sur la commune (déchets et algues) ?
Nettoyage manuel, mécanique, les deux ?
Pour quelles raisons (enjeux économiques, sociétaux, environnementaux...) ?
4. Ce nettoyage est réalisé uniquement sur les secteurs présentant des échouages d'algues massifs ou sur les secteurs de baignades ou sur tout le linéaire côtier (pour le tourisme) ?
Pouvez-vous citer les plages où vous procédez à des ramassages ?
5. Quel est le type de matériel utilisé pour ramasser les algues ?
Tracteur, benne, remorque, tractopelle, cribleuse tractée, cribleuse autotractée, ratisseuse tractée, ratisseuse autotractée, râtaux nettoyeurs, manuscopique
Autres :
6. Qui se charge de ramasser les algues échouées sur les plages ?
- **En haute saison :**

Services municipaux

Des saisonniers employés par la commune (manuel)

L'EPCI ou le syndicat auquel la commune appartient

Une société privée
Une association
Autre :
Nom de la personne :

- **En basse saison :**

Services municipaux
Des saisonniers employés par la commune (manuel)
L'EPCI ou le syndicat auquel la commune appartient
Une société privée
Une association
Autre :
Nom de la personne :

7. Précisez la fréquence et la période de ramassage des algues

- **En haute saison :**

Aucun
Quotidien
Hebdomadaire
Mensuel
Autre :

- **En basse saison :**

Aucun
Quotidien
Hebdomadaire
Mensuel
Autre :

8. Y-a-t-il selon vous des ramassages sur vasières et comment cela se fait-il ? (gestion pour les ostréiculteurs ?)

3) Données sur les algues ramassées

1. Quel type d'algues/ de macrodéchets sont embarqués lors du ramassage des algues ?
Algues vertes, brunes, rouges ?

Quelles espèces : *Ulva sp.*, *Solieria chordalis*... ?

Plastiques, verres, filets, ... ?

2. Savez-vous approximativement quels volumes sont ramassés (en m3) chaque année (fluctuations d'une année sur l'autre) ?

Années à forts échouages (en m3) / années à faibles échouages (en m3)

3. Quel(s) type(s) de gestion sont utilisés pour évacuer les échouages massifs d'algues ?

Remis en mer
Laissé sur place
Enlèvement

- **si enlèvement préciser la gestion :**

Epandage
Compostage
Stockage
Autre :

Le lieu :

(La nature des algues/ Le volume approximatif en m³ pour 2014 et 2015)

4) Devenir des algues ramassées

1. Quels sont les modes de stockage et de gestion des algues ramassées ? Comment cela fonctionne-t-il ?
2. Dans quel domaines sont utilisés ces algues échouées « valorisées » et pourquoi ?

Epandages sur terres agricoles ?

3. Si les terres agricoles sont indisponibles, comment sont gérés les stocks d'algues ?

Aire de compostage ?

5) Moyens techniques de préparation de « nettoyage des algues échouées » si concerné

Quel est le cheminement des algues une fois ramassées sur la plage avant d'être un produit fini ou un compost : explication des différentes étapes techniques.

Transport, Lavage, Egouttage, Séchage, Broyage, Pressage... ?

6) Valorisation de l'algue : moyens scientifiques et techniques si concerné

1. Le fait de ne pas avoir une fréquence d'apport d'algues échouées régulières, cela pose-t-il un problème au niveau de la gestion des quantités et de la composition des espèces ?
2. Au niveau de la qualité des algues, le fait de les ramasser échouées avec beaucoup de sable et de sel demande des prétraitements particuliers ?

3. Coût du ramassage des algues échouées

1. Précisez si la collectivité bénéficie d'aides financières pour financer les opérations de ramassage ? S'il s'agit de nettoyage sanitaire, la commune bénéficie-t-elle de subventions ?
2. Le matériel utilisé pour le ramassage des algues appartient à :
La commune

L'EPCI ou le syndicat auquel la commune appartient

Une société privée

Autre :

- EPCI : nom, adresse et interlocuteur

3. Estimation du coût d'investissement en matériel :

4. Intérêt économique (coûts)

1. Quelles sont les distances parcourues (en km) de la zone d'extraction de l'algue jusqu'à l'usine de lavage puis de transformation ou de la parcelle ? Cela représente-t-il un coût élevé ?

2. A combien d'après-vous s'estiment les coûts de nettoyage des algues échouées pour la valoriser ?

Egoutter, Laver (retirer le sable, quantité d'eau nécessaire...), sécher, broyer

5. Impacts environnementaux (laisse de mer- passage camions)

1. Le ramassage nécessite-t-il d'ouvrir des passages d'accès sur les plages pour laisser passer les machines et les camions ?

Impact pour la dune ?

2. La laisse de mer est-elle ramassée sur la plage au moment des ramassages ? Ou les ramassages ne se font que dans le rideau d'algues et dans la zone « basse » à la laisse de mer ?

3. A votre avis ces processus de transformation ont-ils des impacts sur l'environnement ?

Transports -> rejets de CO2 atmosphérique

Lavage -> grande consommation en eau

Séchage...

6. Remarques

1. Avez-vous des projets en perspectives ?

2. Souhaitez-vous être tenu informé de la suite de cette étude ?

Annexe VII : Listes des plages des communes de l'enquête présentant des ramassages d'algues échouées réguliers.

EPCI (2015)	Communes	Nombre de plages concernées par le ramassage	Plages soumises aux ramassages d'algues						
LORIENT AGGLO	Ploemeur	5	Plage du Fort Bloqué						
			Plage des Kaolins						
			Plage de Courégant						
			Plage du Port-Blanc						
			Plage du Pérélo						
			Plage de Port Fontaine-Lomener						
			Plage de l'Anse du Stole						
AQTA Auray, Quiberon, Terre Atlantique	Erdeven	1	Plage Kerhillio Plage Kerouriec Plage Kerminihy						
	Carnac	8	Plage de Saint Colomban Plage de Ty Bihan Plage de Légénèse Grande plage Plage de Beaumer (Cerf-Volant/Churchill) (à cheval sur Carnac et la Trinité-sur-Mer) Plage de Gourec Plage de Méhaban Port an dro ?						
	VANNES AGGLO	Larmor Baden	7	Plage de Locmiquel Plage Berchis Le Nivarh Plage Pen Lannic Port Lagaden Plage de Le Paludo Plage de la Fontaine					
Vannes		2	Plage de Conleau (manuelle par gardien de l'île) Larmor Gwened (machines en régie)						
CCPR COMMUNAUTE DE COMMUNES DE LA PRESQU'ÎLE DE RHUYS	Arzon	2	Plage des 3 Fontaines Plage Treno Plage de Port Lenn Plage de Port Navalo Plage de Port Sable Plage de Kerjouano Plage du Fogo						
			St Gildas de Rhuys	5	Plage de Kervert Plage des Goh Velin Plage de Port Maria Plage du Poulgor Port aux Moines (ex : Kerfago) Plage Kercambre Plage de Poul				
					Sarzeau	7	Plage Saint Jacques(++) Plage du Port de Saint-Jacques Plage Kerfontaine Plage du Roaliguen Plage de Beg Lann Plage de Suscinio Plage de Landrezac Plage de Penvins(++) Plage de Banastère		
							St Armel	1	Plage de Lashé
							Le Tour du Parc	1	Plage Rouvan
	CA DE LA PRESQU'ÎLE DE GUERANDE ATLANTIQUE	Pénestin	10	Plage du Men-Armor Plage de l'Anse Camaret Plage du Halguen Plage de Loguy Plage du Lomer Plage de la source Plage de La Mine d'Or Plage Poudrantaïs Plage Maresclé Plage de Loscolo Crique Coulumer Plage de La Pointe du Bile (Plage Bile) Plage du Palandrin Plage du Branzais Kérandré, baie du Bile Plage du Logo					

Plages présentant des échouages (données issues de l'enquête complémentaire)

Plages présentant des échouages plus importants et fréquents (données issues de l'enquête complémentaire)

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes



PRÉFECTURE DE LA VENDÉE

2015

**DISPOSITIONS SPÉCIFIQUES
POUR LES POLLUTIONS DU LITTORAL
PAR LES ALGUES VERTES**

(version définitive du 15 juin 2015)

Sommaire

1) RÉFÉRENCES.....	3
2) GLOSSAIRE.....	4
3) INTRODUCTION.....	5
4) CONNAISSANCES DES RISQUES LIÉS AUX ÉCHOUAGES D'ALGUES VERTES EN VENDÉE.....	6
5) LES ACTEURS ET LES MOYENS MOBILISABLES.....	9
5.a) Le ramassage.....	10
5.b) Le traitement des algues vertes.....	10
5.b.1 Les solutions pérennes de traitement des algues vertes.....	10
5.b.2 Les solutions transitoires de traitement des algues vertes.....	10
6) L'ALERTE.....	12
6.a) La mise en œuvre du dispositif spécifique.....	12
6.b) La pré-alerte et les mesures de vigilance (Phase 1).....	13
6.c) L'alerte et la mobilisation des moyens de collecte et de traitement (Phase 2).....	14
6.d) L'information de la population.....	16
6.e) L'information des médias.....	16
7) LE PLAN DE COMMUNICATION.....	19
8) FICHES D'AIDE À LA DÉCISION.....	21
8.a) L'autorité préfectorale.....	22
8.b) Le bureau de la communication interministérielle.....	23
8.c) Le service interministériel de défense et de protection civile (SIDPC).....	24
8.d) La direction départementale des territoires et de la mer.....	25
8.e) La délégation territoriale de l'agence régionale de santé.....	26
8.f) Le groupement de gendarmerie et la direction départementale de la sécurité publique.....	27
8.g) Le service départemental d'incendie et de secours.....	28
8.h) L'unité territoriale de la DREAL.....	29
8.i) L'unité territoriale de la DIRECCTE.....	30
8.j) La commune.....	31
8.k) Le Conseil Général de Vendée.....	32
9) LISTE DES ANNEXES :.....	33
Annexe n°0 : Fiche de pré-alerte.....	34
Annexe n°1 : Fiche de recommandations.....	36
Fiche 1.1 : Activité de ramassage des algues vertes.....	36
Fiche 1.2 : Activité de transport des algues vertes.....	38
Fiche 1.3 : Activité dans les plate-formes de stockage en présence d'algues vertes.....	40
Fiche 1.4 : Protection des plages et de l'écosystème.....	42
Fiche 1.5 : Suspension momentanée d'un contrat NATURA 2000.....	45
Annexe n°2 : Modèle d'arrêté municipal pour l'interdiction d'accès à un site d'échouement.....	46
Annexe n°3 : Suivis des échouages massifs.....	47
Fiche 3.1 : Tableau de bord de suivi des échouages d'algues vertes sur le littoral de la Vendée.....	47
Fiche 3.2 : Modèle de fiche de suivi des échouages massifs.....	48
Annexe n°4 : Liste des centres de traitement et de stockage.....	49
Annexe n°5 : Épandage des algues vertes.....	50
Fiche 5.1 : Méthodologie d'épandage.....	50
Fiche 5.2 : Modèle de tableau de suivi des épandages.....	53
Fiche 5.3 : Modèle de convention avec les exploitants agricoles.....	54
Annexe n°6 : Affiche d'information.....	57
Annexe n°7 : Fiche de traçabilité.....	58
Annexe n°8 : Journal des incidents.....	59
Annexe n°9 : Guide des bonnes pratiques pour la sécurité des travailleurs.....	60
Annexe n°10 : Modèles de communiqués de presse.....	65
Annexe n°11 : Annuaire des acteurs.....	66
Annexe n°12 : Destinataires (mise à disposition électronique).....	69

1) RÉFÉRENCES

Textes relatifs à la sécurité civile :

- Code général des collectivités territoriales,
- Loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la Sécurité Civile,
 - Décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets et à l'organisation de l'action des services de l'État dans les régions et départements.
- Circulaire INT/E/04/00109/C du 30 août 2004 relative à la loi de modernisation de la sécurité civile,
- Plan interministériel de lutte contre les algues vertes de janvier 2010.

Textes relatifs aux aspects environnementaux et sanitaires :

- Directive européenne « Nitrates » du 12 décembre 1991,
- Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000. Cette directive fixe l'obligation d'un bon état des eaux souterraines, superficielles et côtières à l'horizon 2015,
- Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques
- Articles L.1332-1 à L.1332-9 et articles D.1332-14 à D.1332-42 du Code de la Santé Publique,
- Décret n°2005-475 du 16 mai 2005 relatif aux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux,
- Décret 2008-990 du 18 septembre 2008 relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade et des piscines,
- Circulaire du ministre de la santé du 30 décembre 2009 relative à l'élaboration de profils des eaux de baignades,
- Circulaire DGS/EA4 du 9 juillet 2010 du ministère de la santé relative aux modalités de recensement d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2010,
- Plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes présenté le 3 février 2010 par le ministre de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche, et la secrétaire d'État chargée de l'écologie,
- Avis de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), du 15 juillet 2010 relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes des promeneurs et des travailleurs, complété par l'avis du 16 juin 2011,
- Décret n°2012-675 du 7 mai 2012 relatif au programme d'action à mettre en œuvre dans les bassins connaissant d'importantes marées vertes sur les plages,
- Décret n°2012-676 du 7 mai 2012 relatif aux programmes d'actions régionaux en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.

2)GLOSSAIRE

SIGLES	
A.D.E.M.E.	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
A.N.S.E.S.	Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail
C.O.Z.	Centre opérationnel zonal
C.M.I.C.	Cellule mobile d'intervention chimique
C.O.G.I.C.	Centre opérationnel de gestion interministérielle de crise
C.O.D.I.S.	Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
C.U.M.P.	Cellule d'urgence médico-psychologique
D.I.R.M. NAMO	Direction inter-régionale de la mer – nord atlantique manche ouest
D.I.R.E.C.C.T.E.	Direction régionale des entreprises de la concurrence de la consommation, du travail et de l'emploi
D.D.P.P.	Direction départementale de la protection des populations
D.D.T.M	Direction départementale des territoires et de la mer
D.D.S.I.S.	Direction départementale des services d'incendie et de secours
D.D.S.P.	Direction départementale de la sécurité publique
D.M.D.	Délégation militaire départementale
D.M.L.	Délégation à la mer et au littoral de la direction départementale des territoires et de la mer
D.R.E.A.L.	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
D.S.C.	Direction de la sécurité civile
D.T.A.R.S	Délégation territoriale de l'agence régionale de la santé
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
P.C.O.	Poste de commandement opérationnel
S.A.M.U.	Service d'aide médicale urgente
S.D.I.S.	Service départemental d'incendie et de secours
S.I.D.P.C.	Service interministériel de défense et de protection civile rattaché au cabinet du préfet de la Vendée
T.M.D.	Transport de matières dangereuses

3)INTRODUCTION

De « naturel » et très limité, le phénomène de prolifération d'algues vertes est devenu une nuisance.

Champ d'application du dispositif opérationnel pour la Vendée

Le présent dispositif opérationnel vise à permettre la mise en œuvre des mesures d'urgence nécessaires pour faire face, dans le département de la Vendée, à un événement imprévisible et de grande ampleur en mobilisant rapidement tous les moyens techniques recensés en vue de la collecte et du traitement des algues.

La première version du dispositif a été établie en 2010, et n'avait pas fait l'objet de réactualisation en l'absence d'échouages massifs lors des saisons 2010 et 2011 sur le littoral vendéen.

Objectifs du dispositif

Le dispositif opérationnel a pour objectifs :

- de structurer le dispositif d'alerte,
- de définir les missions de chaque intervenant,
- de prévoir l'information des élus et de la population,
- d'organiser le dispositif de collecte et de traitement et sa coordination.

Evolution du dispositif

Le dispositif a évolué au regard du retour d'expérience en Loire-Atlantique pour la saison 2011, **vers un outil d'aide à la gestion pour les collectivités chargées de la mise en œuvre concrètes sur le terrain des actions de lutte contre les algues vertes, avec deux modalités de gestion :**

- a) **La gestion des algues vertes en situation normale d'échouage**, du ramassage au traitement avec un bilan des connaissances en termes de gestion des algues et des solutions qui peuvent être mises en œuvre par les collectivités avec l'appui de l'État
- b) **La gestion des algues vertes en situation d'échouages importants**, avec des modifications du schéma d'alerte initialement préconisé dans le dispositif 2010 du fait des délais très contraints lors des opérations de ramassages de quantités importantes d'algues

Les propositions décrites dans le dispositif devront néanmoins ensuite être adaptées aux situations particulières et aux organisations mises en place par les collectivités concernées, les services de l'État intervenant en appui sur les aspects sanitaires, techniques, réglementaires et financiers.

4) CONNAISSANCES DES RISQUES LIÉS AUX ÉCHOUAGES D'ALGUES VERTES EN VENDEE

Jusqu'à présent les principaux phénomènes de développement d'algues vertes sur le littoral vendéen ont été observés dans les secteurs de la Baie de Bourgneuf et autour de l'Île de Noirmoutier.

Il apparaît toutefois que l'ensemble du littoral du département peut être concerné à terme.

Le Conseil Général de Vendée et l'Agence de l'Eau ont diligenté en 2009 le CEVA pour réaliser une étude sur les causes de la prolifération des algues au large de l'Île de Noirmoutier, avec l'association des 25 communes littorales du département. Cette étude a porté sur l'identification :

- ✓ Des sources de nutriments (estuaires et affluents côtiers) ;
- ✓ Des zones de prolifération ;
- ✓ Du fonctionnement hydraulique et sédimentaire conduisant aux échouages en Vendée.
- ✓ La prolifération et l'accumulation des algues vertes sont dues à la conjonction de trois facteurs :
 - ✓ Présence de nutriments (azote et phosphore) en quantité suffisante ;
 - ✓ Température de l'eau et éclaircissement suffisants ; les baies sableuses peu profondes sont des sites particulièrement favorables aux marées vertes ;
 - ✓ Géographie propice au confinement de la biomasse formée et des nutriments : les baies fermées ou à confinement dynamique par la marée sont donc potentiellement touchées.

Les résultats de l'étude ont montré :

- ✓ Des échouages à plus de 80 % concentrés sur la partie nord : baie de Bourgneuf, Île de Noirmoutier, et, à un degré moindre, jusqu'à Saint-Hilaire-de-Riez ;
- ✓ Des algues circulant principalement autour de l'Île de Noirmoutier (zone de cinquante km environ) ;
- ✓ Un mélange « à peu près » équilibré entre algues vertes et algues rouges ou brunes, proportion d'algues vertes qui augmente depuis dix ans (de 10 à 20 % env. à 50 % de ce mélange en 2009) ;
- ✓ Une prolifération trouvant les principaux nutriments azote et phosphore dans l'eau. 16 à 17 % de ces algues s'échouant sur le littoral vendéen sont nourries par le bassin de la Vilaine, qui descend jusqu'en Loire-Atlantique, avec plus de 80 % générées par la Loire (alimentée par la Sèvre Nantaise), 1%, enfin, provient des autres cours d'eau (le Lay, la Vie) ;
- ✓ Une qualité de l'eau trop chargée en nitrates sur laquelle il faut agir (autres facteurs : température de l'eau, turbidité (plus ou moins claire) et ensoleillement favorisent le développement des algues (le réchauffement climatique jouant aussi un rôle).

Le rapport final d'expertise d'avril 2011 confirme le rôle prépondérant joué par la Loire (plus de 80 %) en alimentation en azote dissous sur le littoral vendéen, sur la période de production d'ulves d'avril à septembre (base : année hydrologique 2009). La seconde source est la Vilaine avec 16 % d'apports.

En complément à l'étude CEVA, et parallèlement à la mise en œuvre de ce dispositif d'intervention d'urgence portant sur les actions curatives (ramassage, transport et traitement des algues vertes), l'État a lancé en 2012 une étude inter-régionale pour acquérir des connaissances supplémentaires sur les conditions de développement des algues vertes pour les marées dites d'arrachage (algues fixées sur platiers rocheux), et sur l'identification des facteurs de maîtrise, afin, par la suite, de pouvoir définir les actions préventives nouvelles qu'il conviendrait de mettre en œuvre pour agir efficacement sur la réduction de l'ampleur des marées vertes de Vendée et de Loire-

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

Atlantique. Cette étude pilotée par la DREAL des Pays de la Loire porte sur un périmètre allant de la presqu'île de Quiberon (dépt. 56) à l'Île de Ré (dépt. 17). Elle fera l'objet d'informations et d'échanges périodiques avec l'ensemble des acteurs concernés à chaque étape de son avancement, l'aboutissement de l'étude étant attendu pour fin 2013. Elle permettra notamment d'alimenter les travaux de révision du SDAGE Loire-Bretagne et les travaux des SAGE littoraux.

Les effets connus d'un développement des algues

En cas de présence de dépôts d'algues vertes, les algues échouées entrent en putréfaction et peuvent libérer, en cas de manipulation ou de piétinement des dépôts, des gaz dangereux comme l'hydrogène sulfuré (H_2S).

L'état de putréfaction avancée des algues est facilement identifiable visuellement. Exposée au soleil, la surface des amas d'algues sèche en formant une croûte blanchâtre. Sous cette croûte règne une forte obscurité interrompant la photosynthèse et créant des conditions de fermentation qui évoluent de l'aérobie vers l'anaérobie. Les micro-organismes sulfato-réducteurs, très abondants en eau de mer, vont utiliser les sulfates présents dans les algues et le milieu marin comme source d'oxygène, ce qui entraîne la formation de sulfure d'hydrogène (H_2S) très toxique en fonction de sa concentration. Un mécanisme parallèle aboutit à la formation d'ammoniac (NH_3) à partir des nitrates. En cas de manipulation des algues ou de piétinement des dépôts, l'hydrogène sulfuré est libéré dans l'atmosphère.

Les dangers pour les personnes

Respiré, ce gaz invisible peut entraîner des effets nocifs sur la santé **qui vont de la gêne (odeurs, picotements des yeux et du nez), au malaise grave jusqu'à la mort**, en fonction de la concentration libérée. L'absence d'odeurs à proximité directe des échouages n'écarte pas le danger.

Les échouages pouvant s'accumuler sur des hauteurs importantes, le risque sécuritaire lié à l'empêchement dans les échouages (noyades...) ou aux glissades sur les rochers, est également à considérer.

Les dangers pour l'environnement

Avant échouages ou lors des reprises en pleines eaux, lorsque les algues sont en eaux peu profondes à proximité immédiate des plages, il y a création de conditions anoxiques, dégradation des conditions de vie et de développement de la faune et de la flore aquatique sur le rivage, pouvant notamment se traduire de manière visible par une mortalité élevée des poissons.

Après échouages des algues, lors du ramassage, des précautions doivent être prises pour limiter les incidences sur le fonctionnement écologique des plages, plus particulièrement au niveau des hauts de plages (écrasement lié à la circulation des engins, décapage de la flore implantée dans les dépôts de goémons) et sur la stabilité dunaire afin de ne pas induire une érosion accrue.

Les conséquences

Les enjeux humains :

Pour le grand public : exposé lors d'activités récréatives ou directement sur le lieu de vie lorsque les échouages sont à proximité directe d'habitations, emplacements de campings, mobil-homes...

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

Pour les professionnels : opérateurs intervenant sur les chantiers de collecte, transport, traitement.

Les enjeux économiques :

- ✓ Coûts directs liés au ramassage, transport, élimination.
- ✓ Coûts indirects liés à la diminution éventuelle de l'activité touristique du fait des nuisances occasionnées.

Les enjeux environnementaux :

Lors du développement des algues, perturbation du fonctionnement écologique du milieu aquatique littoral, et après échouement sur les plages au moment du ramassage, risque de perturbation du fonctionnement écologique des dunes et des plages.

Principales recommandations :

Pour les promeneurs ou usagers des plages, il est recommandé :

- ✓ De ne pas s'approcher des zones d'échouage, et particulièrement des zones signalées avec dépôts d'algues, de lits de cours d'eau, d'étiers ou de zones sableuses présentant des risques d'enlèvement ou d'ensablement,
- ✓ De ne pas s'approcher à moins de 50 mètres des zones de ramassage et de stockage des algues en décomposition,
- ✓ De ne pas laisser divaguer les animaux à proximité des zones d'échouage, de ramassage et de stockage,
- ✓ D'éviter tout contact avec les amas d'algues et de surveiller activement et attentivement les enfants.

Pour les professionnels et les services techniques des collectivités :

- ✓ Mise en œuvre d'une démarche de prévention.
- ✓ Recommandations en fonction de l'évaluation du risque H₂S. En présence d'une situation potentiellement à risques, susceptible d'exposer les opérateurs à des concentrations importantes et soudaines de sulfure d'hydrogène : équiper les travailleurs en contact avec les tas d'algues, d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants (conformément aux dispositions de l'article R. 4412-16 du code du travail) et prendre toutes mesures d'organisations du travail qui en découlent (entretien du matériel, formation des opérateurs au port des appareils, durée du travail, temps de pauses, etc.).
- ✓ Suivi des populations de travailleurs exposés.

L'ensemble des recommandations sanitaires et environnementales sur la gestion des algues vertes sont rassemblées en annexes n°1, 10 et 14 au présent document :

1. Activités de ramassage – recommandations sanitaires (**fiche n°1.1**).
2. Activités de transport (**fiche n°1.2**).
3. Activités de stockage / compostage des algues vertes (**fiche n°1.3**).
4. Activités de ramassage – recommandations pour la protection des écosystèmes (**fiche n°1.4**).
5. Activités en site Natura 2000 (**fiche n°1.5**).
6. Activités touristiques – Avis de l'ANSES des 15 juillet 2010, complété par l'avis du 16 juin 2011, relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes des promeneurs et des travailleurs (<http://www.anses.fr>).

En annexe n°9 : Guide des bonnes pratiques pour la sécurité des travailleurs (groupe de travail régional des services de prévention de Bretagne) lors de la collecte et le traitement des algues vertes.

5) LES ACTEURS ET LES MOYENS MOBILISABLES

Le traitement des algues vertes sur le littoral relève en premier lieu des communes concernées. :
Les communes prennent en charge les pollutions de faibles et moyennes ampleurs sur leur territoire.

Elles assurent la surveillance de leur littoral notamment en cas de veille coordonnée prévue dans le cadre du présent dispositif.

Dans le cas d'échouages importants d'algues vertes, elles bénéficient de l'appui des services de l'État et des établissements publics concernés.

Modalités de ramassage et de traitement des algues

Les communes organisent avec leurs services techniques le ramassage et l'évacuation des déchets collectés sur leur territoire.

La commune (ou la communauté de communes compétente) mobilise les moyens dont elle dispose pour assurer le nettoyage de son littoral.

Elle peut faire appel aux moyens des autres collectivités ainsi qu'aux prestataires associés au présent dispositif – (voir annexes n°4, n°5).

Inventaire des moyens disponibles

Des inventaires permanents des partenaires et des moyens mobilisables sont réalisés par la direction départementale des territoires et de la mer (DDTM). Ces inventaires portent notamment sur :

- ✓ Les moyens de ramassage ;
- ✓ Les moyens de transports ;
- ✓ Les moyens de traitement et de stockage ;

Ces inventaires sont régulièrement tenus à jour et annexés au présent dispositif pour être mis à disposition des acteurs.

LES MODALITES DE GESTION EN CAS D'ECHOUAGES D'ALGUES VERTES

5.a)Le ramassage

Il existe actuellement un consensus sur le fait que les techniques utilisées pour le ramassage des algues sur le littoral ne sont pas adaptées puisque les quantités de sable prélevées représentent environ 1/3 de la quantité ramassée. L'impact à la fois sur l'équilibre des écosystèmes, fragiles et souvent en régression, et sur la quantité de produits à traiter ensuite ne sont pas négligeables. À noter que presque l'intégralité du littoral de la Vendée est située en zone Natura 2000 avec des habitats et des espèces d'intérêt communautaires à préserver.

Les techniques de ramassage des algues doivent s'adapter aux quantités d'algues échouées et aux caractéristiques des plages. La mutualisation de matériels peut être étudiée pour des plages présentant des caractéristiques identiques. Mais les périodes d'échouages et de ramassages étant identiques pour l'ensemble des collectivités, les plages pouvant parfois être éloignées les unes des autres, la mise en œuvre peut s'avérer difficile.

Vous trouverez **en annexes n°1 : fiches 1.1 et 1.5, et annexe n° 9**, les recommandations sanitaires et environnementales pour la protection des écosystèmes liées à l'activité de ramassage.

Des demandes de suspension des contrats Natura 2000 peuvent être sollicitées auprès de la D.D.T.M. en cas d'échouages massifs d'algues vertes (**Voir annexe n°1 : fiche 1.5**).

5.b)Le traitement des algues vertes

5.b.1 Les solutions pérennes de traitement des algues vertes

Il apparaît que le compostage des algues vertes dans l'objectif d'obtenir un compost normé est la solution la plus adaptée pour traiter les algues de manière pérenne sur les territoires concernés en Vendée.

5.b.2 Les solutions transitoires de traitement des algues vertes

Dans l'attente de la mise en œuvre d'une solution rationnelle et pérenne de traitement des algues vertes permettant d'aboutir à un produit normé qui n'est plus un déchet, les collectivités qui doivent faire face aux échouages d'algues vertes chaque année doivent pouvoir mettre en place des solutions adaptées et contrôlées du point de vue sanitaire et environnemental.

Actuellement, les deux solutions envisagées en Vendée sont :

- ✓ Le traitement par mélange de déchets verts et d'algues vertes sur des plates-formes de compostage existantes ou à créer et l'épandage des produits obtenus.
- ✓ L'épandage des algues fraîches dans un délai inférieur à 48h suivant le ramassage.

5.b.2.1 Le traitement des algues vertes en mélange avec des déchets verts sur les plates-formes de compostage

Ces solutions techniques ont à l'heure actuelle été testées sur la plate-forme de la commune de Saint-Hilaire-de-Riez créée suite aux arrivages massifs de 2009/2008, et présentent des résultats satisfaisants.

Avantages

Le traitement des algues vertes en mélange avec des déchets verts sur des plates-formes de compostage existantes ou à créer présente les avantages suivants :

- ✓ Les plates-formes de traitement de déchets verts disposent directement des déchets verts collectés pour les mélanger avec les algues.
- ✓ Elles sont raccordées à des systèmes de traitement des lixiviats
- ✓ Elles sont le plus souvent éloignées des habitations.
- ✓ Les expériences en Bretagne ont montré que le mélange 1/1 d'algues vertes et de déchets verts avec retournement des andains, permettait de limiter la production d'H₂S.
- ✓ Elles disposent d'un cadre réglementaire adaptable de manière plus aisée aux conditions de traitement des algues vertes.

Cadre réglementaire

Le mélange des algues avec les déchets verts peut relever de la rubrique 2780 (installation de compostage) de la nomenclature des installations classées.

L'installation est soumise à « déclaration » si la quantité de matières traitées (algues+ déchets verts) reste inférieure à 10 950 tonnes/an. Un dossier de déclaration préalable doit être adressé au préfet pour les nouvelles installations. Il fera l'objet d'un récépissé de déclaration du préfet accompagné de l'arrêté ministériel type réglementant ce type d'installations.

Elle est soumise à enregistrement si la quantité traitée est supérieure à 10 950 tonnes/ans et inférieure à 18 250 tonnes/an et à autorisation si la quantité traitée est supérieure ou égale à 18 250 tonnes/an. Dans le cas de nouvelles installations un dossier de demande d'enregistrement ou d'autorisation doit être adressé au préfet et instruit au préalable par l'inspection des installations classées. Ils feront l'objet de prescriptions sous forme d'arrêté d'enregistrement ou d'arrêté d'autorisation après enquête publique et devront respecter l'arrêté ministériel réglementant ce type d'installations.

Des prescriptions particulières viendront compléter les prescriptions des arrêtés ministériels précités afin de prendre notamment en compte le risque H₂S. Elles pourront être adaptées au contexte particulier des opérations réalisées sur chaque site.

L'accueil des algues vertes sur des plates-formes de compostage nécessitent en effet des précautions particulières liées à la spécificité des algues vertes. **Ces précautions particulières pour le stockage et le compostage des algues vertes sont précisées en annexes n°1 : fiche 1.3), et annexe n° 9 au présent document.**

Si les produits obtenus ne respectent pas les critères définis dans des normes de compost alors ils restent considérés comme des déchets et doivent faire l'objet de plan d'épandage.

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

5.b.2.2 L'épandage des algues vertes fraîches

L'épandage des algues fraîches est une solution satisfaisante du point de vue sanitaire et économique.

Néanmoins, elle présente des contraintes réglementaires et environnementales importantes qu'il convient de prendre en compte en amont de la mise en œuvre. Par ailleurs, l'épandage n'est envisageable que dans les conditions suivantes :

- ✓ En complément de la mise en place d'une solution de traitement en mélange algues vertes / déchets verts,
- ✓ Cette solution doit être considérée comme non pérenne et être réalisée en parallèle d'une réflexion globale sur le traitement des algues vertes sur le long terme.

Vous trouverez l'ensemble de la méthodologie en annexe n 5 du présent document : fiches 5.1 à 5.3.

Contexte réglementaire :

L'épandage des algues fraîches doit être réalisé dans le cadre d'un arrêté préfectoral spécifique. Celui-ci est préparé et soumis au préfet par les services de la DDTM.

Ainsi, il convient que chaque collectivité amenée à réaliser l'épandage des algues sur son territoire (algues fraîches ou produits issus du mélange algues vertes / déchets verts) prenne contact avec les services de l'État.

LES MODALITES DE GESTION EN CAS D'ECHOUAGES « MASSIFS » D'ALGUES VERTES

En cas d'échouages dépassant les moyens de traitement locaux, il peut être fait appel au dispositif départemental « D'ALERTE » décrit dans la fiche ci-après, par demande de concours auprès de la préfecture.

6) L'ALERTE

6.a) La mise en œuvre du dispositif spécifique

La mise en œuvre du dispositif spécifique pour les pollutions du littoral par les algues vertes peut être décidée dès qu'un phénomène significatif est signalé.

La décision de mise en œuvre du dispositif est prise par le préfet en accord avec les maires des communes concernées.

L'alerte est donnée selon le schéma d'alerte (ci-dessous). Elle peut-être graduée en fonction de la situation observée.

6.b) La pré-alerte et les mesures de vigilance (Phase 1)

Il s'agit, à partir d'un constat d'échouage significatif effectué sur une ou plusieurs communes littorales d'évaluer rapidement le risque d'un impact plus large sur les côtes du département à l'instar des dispositions appliquées en matière de pollution maritime par hydrocarbures.

À cet effet, le maire de la commune touchée par un échouage significatif, tout en prenant les mesures de préventions sanitaires indispensables à la sécurité du public et les dispositions locales pour le ramassage, informe sans délai le sous-préfet des Sables-d'Olonne, avec **l'envoi de la fiche réflexe de pré-alerte en annexe n°0 au dispositif**.

Celui-ci fait informer l'ensemble des maires du littoral, en leur demandant d'assurer avec les moyens dont ils disposent une surveillance du littoral particulièrement dans les secteurs jugés à risque. Ces acteurs informent quotidiennement le sous-préfet des résultats de leurs observations.

Le sous-préfet fait également informer, à titre de pré-alerte, les autres acteurs concernés : la DDTM, la DML, la DIRM NAMO, l'ARS dont la délégation territoriale de l'ARS, le SDIS, la DDPP, l'AVEL, le conseil départemental de Vendée- DIRM, l'IFREMER, le CEDRE, les opérateurs de traitement, le SAMU, l'IFREMER, l'unité territoriale de la DREAL et l'unité territoriale de la DIRECCTE, la Chambre d'Agriculture, la Mutualité Sociale Agricole (MSA) ainsi que les services de police et de gendarmerie.

Une cellule opérationnelle pilotée par le Sous-préfet des Sables-d'Olonne réunissant les services de l'État (DREAL, DDTM, DIRECCTE et ARS) est alors mise en place.

Avec le concours de l'ARS, de la DIRECCTE et de la délégation à la mer et au littoral, le sous-préfet communique au maire de la commune touchée les recommandations utiles concernant la prévention sanitaire et la sécurité du public et des opérateurs pendant la durée des opérations de nettoyage et de traitement.

Le sous-préfet peut également proposer au préfet avec le concours du bureau de la communication de la préfecture une information préventive pour le public.

À partir des premiers échouages, les collectivités doivent transmettre un tableau de suivi des échouages chaque lundi jusqu'à la fin des échouages (modèles en annexes n°3 : fiches 3.1 et 3.2). La sous-préfecture intègre ces données dans un tableau de bord général qui est ensuite diffusé aux membres de la cellule opérationnelle.

6.c) L'alerte et la mobilisation des moyens de collecte et de traitement (Phase 2)

Dès lors que les informations concernant la surveillance quotidienne du littoral fournies par les acteurs précités font apparaître un échouage significatif d'algues vertes sur plusieurs communes, le sous-préfet peut proposer au préfet de mettre en œuvre les dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes.

La caractérisation des échouages massifs

Suite aux retours d'expérience des collectivités ayant dû faire face à des situations pouvant être qualifiées de « crise », il est aujourd'hui possible de qualifier ce type lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- ✓ **Les quantités échouées sont telles que les délais de transport des algues sur les sites de traitement rendent impossibles l'évacuation des algues dans le délai d'une marée.**
- ✓ **Les conditions météorologiques (températures élevées et ensoleillement important) favorisent la fermentation des algues et la fréquentation touristique des plages concernées.**

Lorsque les conditions décrites ci-dessus sont réunies, les collectivités doivent pouvoir mettre en œuvre des solutions transitoires de gestion dans un délai très court.

Néanmoins, l'État doit être informé de cette situation afin de pouvoir dès que possible appuyer la collectivité et pouvoir vérifier que l'ensemble des préconisations sanitaires et environnementales aient pu être respectées. Ainsi, la deuxième étape du schéma d'alerte doit se dérouler de la manière suivante :

1. Les conditions dites de « crise » citées ci-dessus sont réunies. La collectivité prend un arrêté municipal de fermeture de la plage concernée pour la durée du ramassage et plus si nécessaire.
2. La collectivité et / ou son prestataire achemine les algues ramassées vers un site de stockage temporaire situé à proximité du littoral. Les précautions à prendre à la fois du point de vue sanitaire et environnemental, décrites dans le dispositif devront être mises en œuvre (balisage, protection des travailleurs, délais de stockage inférieur à 24 h).
3. **La collectivité devra envoyer par messagerie à la sous-préfecture, dès l'issue des opérations de ramassage, une fiche descriptive de la situation (Annexes n°3 : fiches 3.1 et 3.2) et des conditions exceptionnelles mises en œuvre pour traiter la situation (localisation site stockage provisoire, description des conditions de stockage, tonnages, modalités d'évacuation des algues). La sous-préfecture informera la cellule opérationnelle, ainsi que les éventuels incidents lors des opérations de collecte et de traitement des algues vertes (Annexe n 8)**
4. La cellule opérationnelle pourra réaliser, en liaison avec la collectivité, une visite sur le terrain afin de notamment vérifier si les recommandations ont bien été respectées et relever les éventuelles difficultés de gestion.

En fonction de l'importance du phénomène, et à partir de 6 communes touchées simultanément, une cellule opérationnelle pourra être mise en place à la sous-préfecture des Sables-d'Olonne afin d'assurer un suivi régulier des échouages et de coordonner les actions de ramassage de stockage et de traitement.

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

Cette cellule opérationnelle comprend un représentant de chacun des partenaires suivants :

- | | |
|---|---------------------------------|
| ✓ La DDTM ; | ✓ La DDSP ; |
| ✓ La DML ; | ✓ Le Conseil Départemental; |
| ✓ La DIRM NAMO ; | ✓ Les maires concernés ; |
| ✓ La DREAL ; | ✓ L'AVEL ; |
| ✓ La délégation territoriale de l'ARS ; | ✓ L'IFREMER ; |
| ✓ La DIRECCTE ; | ✓ Le CEDRE ; |
| ✓ La DDPP ; | ✓ La DMD |
| ✓ Le SDIS ; | ✓ Les opérateurs de traitement. |
| ✓ La gendarmerie nationale ; | |

Les maires des communes littorales sont immédiatement informés de la mise en place de la cellule opérationnelle.

Une cellule communication est également mise en place afin d'assurer l'information des médias sur la base du plan de communication ci-dessous.

En cas de phénomène de très grande ampleur une cellule téléphonique d'information du public peut également être mise en place à la préfecture avec un numéro d'appel dédié.

Dès la mise en place de la cellule opérationnelle, le préfet de la Vendée informe le préfet pour la défense et la sécurité de la zone de défense Ouest, le préfet maritime de l'Atlantique, le préfet de la Loire-Atlantique et le préfet de la Charente-Maritime.

Un dossier est ouvert dans le dispositif de gestion d'événement SYNERGI par les services du cabinet du préfet (SIDPC).

5. Dans le cas où la collectivité est dans l'impossibilité d'évacuer les algues vers les sites de traitement habituels (épandage, compostage...), le sous-préfet pourra réunir la cellule opérationnelle et la collectivité afin de trouver là où les solutions techniques les plus pertinentes à mettre en place : réquisition des plates-formes de compostage, mobilisation des entreprises de transport.

Vous trouverez en annexe n°3 : fiche 3.1 le modèle de tableau de bord de suivi des échouages d'algues en situation « normale », en annexe n°3 : fiche 3.2, le modèle de fiche de suivi des échouages massifs d'algues, en annexe n°2 un modèle d'arrêté municipal de fermeture de plage, en annexe n°8 un modèle de journal d'incidents lors de la collecte et le traitement des algues vertes.

6.d) L'information de la population

En cas d'échouage susceptible de présenter un danger immédiat pour les populations environnantes, des dispositions doivent être prises.

Sur le terrain l'une des actions prioritaires, doit consister dans la signalisation, par les soins du maire, de la zone concernée et l'affichage de recommandations (annexe n°6), voire d'une interdiction d'accès.

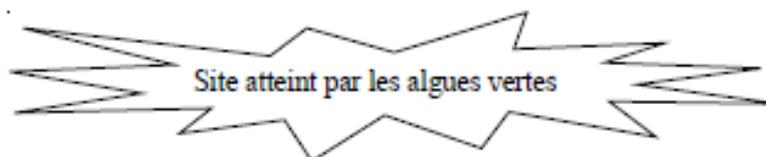
La diffusion d'informations générales ou de consignes à la population est assurée dans le cadre de la cellule communication selon le plan de communication établi.

6.e) L'information des médias

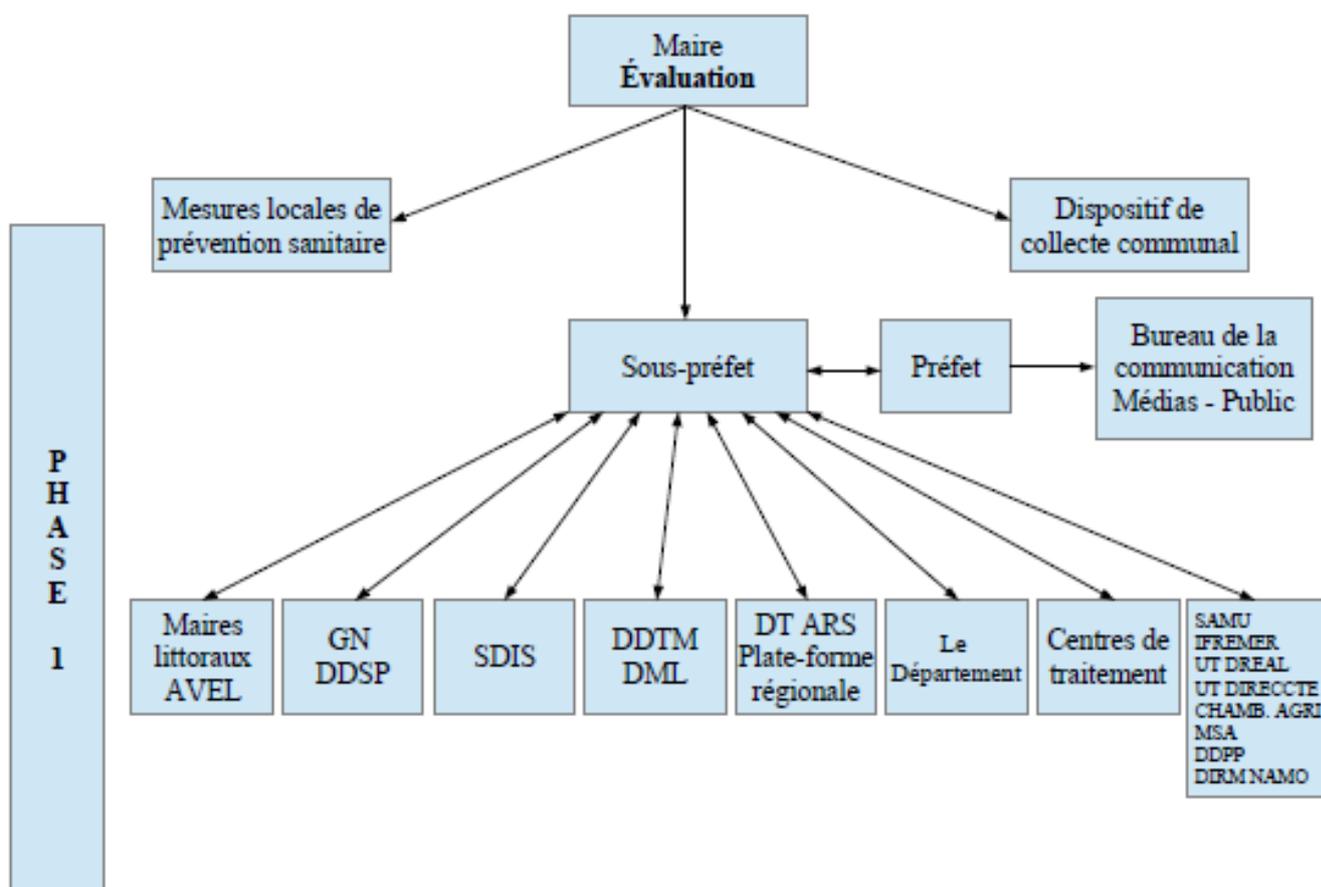
Cette information relève directement et uniquement de l'autorité préfectorale avec le bureau communication du cabinet du préfet. Elle est réalisée en concertation avec les maires concernés.

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

SCHEMA D'ALERTE DES ACTEURS



Déclenchement lors des premiers échouages d'algues vertes



Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

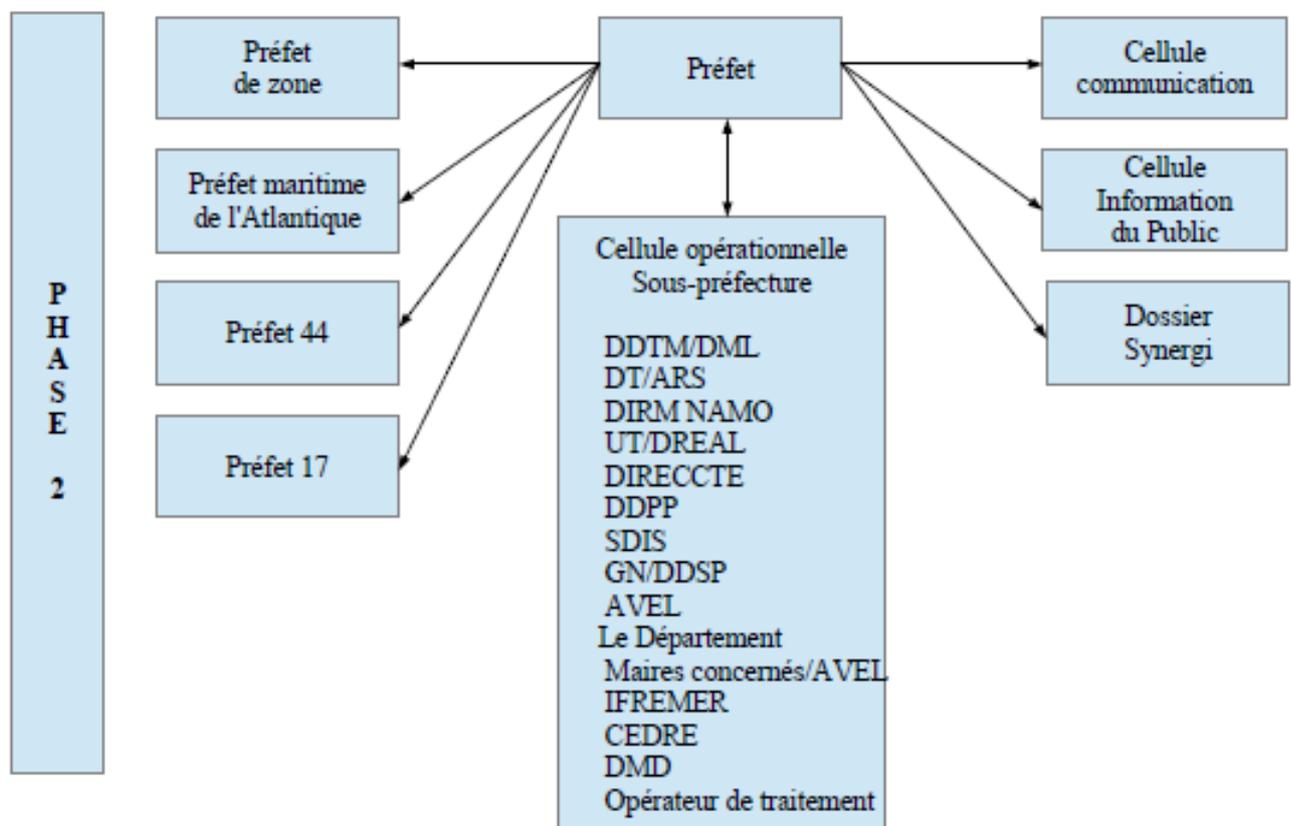
Étant donné que les échouages d'algues vertes sont imprévisibles, il est nécessaire que l'ensemble des acteurs, soit mis au courant que les premiers échouages aient eu lieu et que les opérations de ramassage et ainsi de traitement ont commencé sur le littoral.

Cette information pourra par ailleurs permettre à la DREAL Pays de la Loire, maître d'ouvrage de l'étude de connaissance du phénomène de prolifération des algues vertes, de pouvoir prévenir le prestataire chargé des études afin qu'il puisse planifier les reconnaissances de terrain prévues dans le cahier des charges.

Conditions de « crise »

La collectivité est dans l'obligation de prendre des mesures exceptionnelles de gestion des algues vertes lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- les quantités échouées sont telles que les délais de transport des algues sur les sites de traitement rendent impossibles l'évacuation des algues dans le délai d'une marée.
- Les conditions météorologiques (températures élevées et ensoleillement important) favorisent la fermentation des algues et la fréquentation touristique des plages concernées.



7) LE PLAN DE COMMUNICATION

La communication doit porter sur les axes suivants :

- ✓ Rassurer les populations d'un point de vue sanitaire (éléments de langage fournis par l'ARS),
- ✓ Insister sur la prise en charge des algues en cas d'échouages (communes et DDTM pour l'appui technique)

La communication doit être à même (voir annexes n°6 et n°10) :

- ✓ De rassurer et de faire œuvre de pédagogie avant une éventuelle arrivée d'algues
- ✓ De rassurer en affichant une réponse adaptée des communes et de l'État en cas d'arrivée effective

Depuis plusieurs années en Bretagne, les baies de Saint-Brieuc et de Lannion connaissent la problématique des algues vertes. Les algues laissées en décomposition en dehors de l'eau, que ce soit sur le sable ou les rochers, émettent du H₂S toxique à partir d'un certain taux de concentration.

Couverture médiatique en 2009 :

Avril : Thalassa

Été (suite à la mort d'un cheval = effet boule de neige) on constate des titres tels que :

- ✓ Ces algues qui tuent (20 minutes)
- ✓ Plages en danger (Ouest France)
- ✓ En Bretagne les algues vertes peuvent aussi tuer le tourisme (l'Express)
- ✓ Toxic seaweed clogs French coast (BBC)
- ✓ Toxic fumes from rotting seaweed (The Times)

Il convient de prendre en compte l'impact à l'étranger de ce phénomène dans des pays, notamment le Royaume-Uni pour qui la côte française est une destination prisée.

1. **Prévoir un affichage de la fiche d'information** (en deux langues) sur le modèle de l'annexe n°6
2. **Prévoir une communication** spécifique pour les professionnels de santé en cas d'amas d'algues putréfiées (ARS)
 - a) Faire une communication sur internet : site de la préfecture vers lequel peuvent renvoyer les sites des communes en tant que de besoin.
 - b) Un point presse en avant saison et un point presse en tant que de besoin pour faire un bilan du dispositif à la rentrée (opportunité à valider).

En dehors de ces occurrences : réserver les communiqués de presse et les points presse aux situations de crise avérées.

La communication ne s'arrête pas à la fin de l'événement. Une cellule de suivi de la crise peut être mise en place pour traiter des conditions de retour au quotidien.

Placée sous la présidence du préfet ou de son représentant, elle comprend les représentants des services ayant participé à la gestion de l'événement, ainsi que toute personne jugée utile dans ce contexte.

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

3. Anticiper les demandes des médias qui souhaitent faire un bilan.

Penser aux retours sur événement, un mois après ou à la date anniversaire : « Que sont devenus les victimes ? », « Qu'ont fait les services de l'État depuis ces événements ? », etc.

4. Information des médias

Le Directeur de Cabinet et le Chef du Bureau de la Communication Interministérielle assurent la poursuite de l'information à destination des médias à partir des éléments donnés par la cellule de suivi de la crise.

La communication pourra également porter sur le coût financier de la crise pour l'État et les collectivités locales. Ces éléments doivent être connus pour étudier l'opportunité d'une communication ciblée.

8) FICHES D'AIDE À LA DÉCISION

Préfecture
de la
Vendée

8.a) L'autorité préfectorale
le sous-préfet

Fiche A

Dès qu'il est alerté par le maire concerné par une arrivée significative d'algues vertes, le sous-préfet des Sables-d'Olonne ou le sous-préfet de permanence :

- ✓ Se fait préciser l'ampleur de l'échouage constaté, les mesures de prévention et de sécurité adoptées pour le public ainsi que les dispositions locales prises pour assurer le ramassage ;

Phase 1 – Pré-alerte :

- ✓ Informe le préfet (SIDPC) ;
- ✓ Fait informer le bureau de la communication de la préfecture en précisant les mesures conservatoires adoptées au niveau communal ;
- ✓ Fait informer les communes littorales et les services de police et de gendarmerie en leur demandant de procéder quotidiennement à un état des lieux du littoral et à la transmission quotidienne à la sous-préfecture du tableau de bord figurant en annexe.

Phase 2 – Alerte et mobilisation des moyens

- ✓ Après accord du préfet, réunit à la sous-préfecture la cellule opérationnelle ;
- ✓ Coordonne la mobilisation de moyens avec l'appui de la DDTM (DML).

Dispositions spécifiques pour les pollutions du littoral par les algues vertes

Préfecture de la Vendée	8.b)Le bureau de la communication interministérielle	Fiche B
<p>Le bureau de la communication de la préfecture, sous l'autorité du sous-préfet directeur de cabinet ou du sous-préfet de permanence assure les relations avec les médias et le public.</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Assure l'information des autorités, des médias et du public ;✓ Prépare avec les partenaires compétents les messages d'information et de recommandations à destination du public ;✓ Prépare les éléments de langage utiles pour répondre aux demandes des médias ;✓ Assure le suivi des comptes-rendus publiés par les médias (radio, télévision) ;✓ Propose au préfet un compte-rendu des événements en vue des points Presse (communiqué ou conférence de presse). Les points presse sont laissés à l'appréciation du préfet ou, en son absence, du membre du corps préfectoral de permanence.		

<p align="center">Préfecture de la Vendée</p>	<p align="center">8.c)Le service interministériel de défense et de protection civile (SIDPC) et la sous-préfecture des Sables d'Olonne</p>	<p align="center">Fiche C</p>
<p>Le service interministériel de défense et de protection civile (SIDPC) est chargé en liaison avec les services de la sous-préfecture, d'assurer le suivi et la mise à jour générale du présent dispositif notamment l'annuaire des acteurs.</p> <p>Sous l'autorité du sous-préfet chargé du dispositif, il assure la mise en œuvre des mesures nécessaires à la bonne coordination des acteurs.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le SIDPC assure le suivi et la mise à jour de l'annuaire des opérateurs ; ✓ Le SIDPC avec les services de la sous-préfecture prépare et diffuse les messages du préfet à l'intentions des acteurs du dispositif ; ✓ Le SIDPC avec les services de la sous-préfecture assure le suivi et la synthèse des informations recueillies ; <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les services de la sous-préfecture, à la demande du sous-préfet réunissent la cellule opérationnelle ; ✓ À la demande du sous-préfet, le SIDPC ouvre un dossier de suivi de l'évènement dans le dispositif SYNERGI ; ✓ À la demande du sous-préfet, le SIDPC élabore les messages d'information à destination : <ul style="list-style-type: none"> -du préfet de la zone de défense Ouest ; -du Ministère de l'Intérieur de l'outre-mer et des collectivités territoriales (cabinet et DSC) ; -du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. -le SIDPC prépare, si nécessaire, le centre opérationnel départemental ; 		

<p align="center">Préfecture de la Vendée</p>	<p align="center">8.d)La direction départementale des territoires et de la mer</p>	<p align="center">Fiche D</p>
<p>La direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) est chargée d'assurer l'inventaire et la coordination des moyens de ramassage de transport et de stockage en liaison avec les communes concernées et le conseil général de la Vendée / DIRM.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Réalise l'inventaire permanent des moyens mobilisables au regard des moyens indiqués dans la liste du logiciel PARADE géré par la DDTM/SERN/URGC en gestion de crise) : <ul style="list-style-type: none"> •Moyens de ramassage ; •Moyens de transports ; •Moyens de traitement et de stockage ; ✓ Apporte son appui technique aux maires ; <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations ✓ Pré-alerte les opérateurs figurant dans l'inventaire et susceptibles d'être mobilisés dans le cadre d'une opération globale ; <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participe à la cellule opérationnelle ; ✓ En application des dispositions adoptées par la cellule opérationnelle, mobilise et coordonne l'action des moyens engagés. 		

Préfecture de la Vendée	8.e) La délégation territoriale de l'agence régionale de santé	Fiche E
<p>La délégation territoriale de Vendée de l'agence régionale de la santé des Pays de la Loire (ARS) est chargée de la prévention et de la gestion des risques sanitaires liés aux échouements d'algues vertes sur le littoral.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apporte son appui technique aux maires pour préserver la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des pêcheurs à pied (fermeture au public des zones ne faisant pas l'objet de ramassages réguliers ou à risques résiduels (enrochements, vasières), des sites de stockage temporaire, etc.) ; ✓ En liaison avec le bureau de la communication de la préfecture de la Vendée, développe l'information du grand public sur les mesures de prévention sanitaires ; ✓ En cas de dépôts d'algues putréfiées, sensibilise les professionnels de santé sur les symptômes d'intoxication par l'hydrogène sulfuré (H₂S) ; ✓ Participe à la remontée, auprès de la sous-préfecture des Sables-d'Olonne et du SIDPC, des situations des échouages d'algues observées lors des opérations de contrôle sanitaire des eaux de loisirs et de la pêche à pied de loisirs. <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations ; ✓ Participe à l'élaboration des messages de prévention susceptibles d'être diffusés et aux éléments de langage nécessaires pour répondre aux sollicitations des médias <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participe à la cellule opérationnelle ; ✓ Veille à ce que les modalités d'échouages et de stockages temporaires des algues n'engendrent pas de problèmes sanitaires envers la population. 		

<p align="center">Préfecture de la Vendée</p>	<p align="center">8.f)Le groupement de gendarmerie et la direction départementale de la sécurité publique</p>	<p align="center">Fiche F</p>
<p>Le groupement de gendarmerie de la Vendée et la direction départementale de la sécurité publique dans leur zone d'intervention contribuent à la surveillance du littoral et facilitent, en tant que de besoin, la mise en œuvre de moyens mobilisés au titre du dispositif et la mise en place de périmètres de sécurité pour le fonctionnement des chantiers de ramassage.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contribuent dans le cadre de leurs services quotidiens, à la surveillance du littoral, à l'alerte des autorités et apportent, si nécessaire, leur concours aux communes. <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participent à la cellule opérationnelle ; ✓ Participent, si nécessaire, à l'information de la population à la demande des maires des communes concernées ; ✓ Assurent le contrôle des zones de chantier en liaison avec les communes concernées ; ✓ Prennent toutes les mesures de régulation et déviation de la circulation en liaison avec les maires concernés ; ✓ Informent le parquet. 		

Préfecture de la Vendée	8.g)Le service départemental d'incendie et de secours	Fiche n° G
<p>Le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) apporte son concours à la mise en œuvre du dispositif en situation d'urgence.</p> <p>Il peut notamment apporter son concours pour assurer la protection des opérateurs. Il assure les secours d'urgence en cas d'incident sur les secteurs touchés par les échouages est responsable de la coordination et de la mise en œuvre des moyens de secours et de sauvetage.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations ; <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participe à la cellule opérationnelle ; ✓ Pré-alerte les moyens de secours adaptés à la situation. 		

Préfecture de la Vendée	8.h) L'unité territoriale de la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement)	Fiche n° H
<p>La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement apporte son concours pour l'adoption de techniques de ramassage adaptées aux caractéristiques des sites atteints par des échouements d'algues vertes, elle apporte son concours à la DML pour l'inventaire des moyens de traitement et de stockage. Elle assure également un suivi réglementaire des sites de traitement.</p> <p>Il est rappelé qu'il convient de privilégier un transport d'algues fraîches, égouttées et débarrassées au maximum de sable ou impuretés vers les plates-formes de traitement afin de limiter les sujétions liées à la manipulation, au transport et au traitement de ce produit.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations ; <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participe à la cellule opérationnelle à la demande du sous-préfet ; ✓ Apporte son appui technique et réglementaire au préfet. 		

<p align="center">Préfecture de la Vendée</p>	<p align="center">8.i) L'unité territoriale de la DIRECCTE Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi</p>	<p align="center">Fiche n° I</p>
<p>L'inspection du travail est chargée de veiller à l'application de l'ensemble de la législation et de la réglementation concernant la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles des salariés. Elle est chargée notamment de contrôler l'utilisation de moyens de protection pour les salariés potentiellement exposés au risque d'exposition au H₂S lors des activités de ramassage, de transport et de stockage des algues vertes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe les maires et les intervenants professionnels sur les mesures de prévention applicables pour les opérations de ramassage, transport et stockage ; ✓ Informe les services de santé au travail sur les risques et moyens à mettre en place) sur les risques d'intoxication au H₂S. <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ L'unité territoriale de la DIRECCTE désigne un référent chargé du suivi des opérations ; ✓ Contrôle l'application de toutes les dispositions en matière d'hygiène et sécurité ; ✓ L'unité territoriale de la DIRECCTE prépare les messages de prévention susceptibles d'être diffusés et les communique au bureau de la communication interministérielle pour validation ; ✓ L'unité territoriale de la DIRECCTE contribue avec le bureau de la communication interministérielle à l'élaboration des éléments de langage nécessaires pour répondre aux sollicitations des médias ; <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le référent désigné participe à la cellule opérationnelle. 		

Préfecture de la Vendée	8.j)La commune (ou la communauté de communes)	Fiche J
<p>Les communes sont chargées du traitement des pollutions de faibles et moyennes ampleurs sur leur littoral.</p> <p>Elles assurent la surveillance de leur littoral notamment en cas de veille coordonnée prévue dans le cadre du présent dispositif.</p> <p>Dans le cas des échouages d'algues vertes, elles bénéficient de l'appui des services de l'État et des établissements publics concernés.</p> <p>La commune (ou la communauté de communes compétente) mobilise les moyens dont elle dispose pour assurer le nettoyage de son littoral.</p> <p>En cas d'échouage dépassant les moyens de traitement locaux il peut être fait appel au dispositif départemental.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alerte le sous-préfet d'un échouage dépassant les capacités de traitement locales ; ✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations ; ✓ Mobilise les moyens de traitement dont elle dispose ; ✓ Prend les mesure de prévention et de sécurité pour le public et les opérateurs ; ✓ Participe à la vigilance départementale avec le concours si nécessaire des forces de l'ordre. <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Participe à la cellule opérationnelle à la demande du sous-préfet ; ✓ Mobilise ses moyens dans le cadre du dispositif départemental ; ✓ Participe à la mise en œuvre des mesures de prévention et de sécurité ; ✓ Assure l'information de sa population. ✓ Organise le fonctionnement et la sécurité des chantiers de ramassage sur son territoire avec le concours, si nécessaire, des forces de l'ordre (voir annexes n°1 : fiche 1.1 à 1,5). 		

Préfecture de la Vendée	8.k)Le Conseil Départemental de Vendée PÔLE TECHNIQUE	Fiche K
<p>Le Conseil Départemental de Vendée peut apporter le concours de ses moyens au dispositif départemental afin de permettre notamment un traitement rapide de l'événement.</p> <p>Il peut intervenir sur les zones littorales et les équipements dont il assure la gestion.</p> <p>Il peut également apporter son appui aux communes qui le souhaitent.</p> <p><u>En phase 1 :</u></p> <ul style="list-style-type: none">✓ Désigne un référent chargé du suivi des opérations. <p><u>En phase 2 :</u></p> <ul style="list-style-type: none">✓ Participe à la cellule opérationnelle ;✓ Mobilise ses moyens dans le cadre du dispositif départemental ;✓ Appuie, si nécessaire, les forces de sécurité dans les mesures de régulation et déviation de la circulation qu'elles peuvent être amenées à mettre en œuvre.		



PREFECTURE DE LOIRE-ATLANTIQUE

**DISPOSITIF OPERATIONNEL
DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS DU LITTORAL DE LOIRE-ATLANTIQUE
PAR LES ALGUES VERTES**

2013

Sommaire

Introduction

- Introduction générale (rappel du cadre du dispositif 2011 / évolutions suite au bilan de la saison 2011)
- Références réglementaires
- Glossaire

Chapitre 1 - Connaissance des risques liés aux échouements d'algues vertes

Chapitre 2 – Les modalités de gestion des algues vertes en Loire-Atlantique

1 – Le ramassage

2 – Le traitement des algues vertes

2.1 Solutions pérennes de traitement des algues vertes

2.2 Solutions transitoires de traitement des algues vertes

- le traitement des algues vertes en mélange sur plate-forme de gestion des déchets vert existantes et épandage des produits obtenus
- l'épandage des algues vertes fraîches

Chapitre 3 – Les modalités de gestion des échouages massifs

1 – Etape 1 = démarrage des échouages d'algues vertes

2 – Etape 2 = cas des échouages massifs

3 – Le plan de communication

ANNEXES

I – Les outils mis à disposition des collectivités

- 1 – Tableau de bord de suivi (*fréquence et circuit de diffusion à définir*)
- 2 – Modèle de fiche de suivi des échouages massifs
- 3 – Modèle d'arrêté municipal de fermeture de plage
- 4 - Liste des entreprises de travaux agricoles pouvant intervenir sur le littoral

II – Fiches de recommandations environnementales et sanitaires

- 1 – Activités de ramassage – recommandations sanitaires
- 2 – Activités de ramassage – recommandations pour la protection des écosystèmes
- 3 – Activités de transport
- 4 – Activités de stockage / compostage des algues vertes

III – Epandage des algues vertes

- 1 – Méthodologie
- 2 – Modèles

IV – Annuaire des acteurs

La première version du dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions du littoral de Loire-Atlantique par les algues vertes, validée par le Préfet le 10 juillet 2011, visait à permettre la mise en œuvre des mesures d'urgence nécessaires pour faire face à un événement imprévisible et de grande ampleur lié à la prolifération et à l'échouage d'algues vertes en mobilisant rapidement tous les moyens techniques recensés en vue de la collecte et du traitement des algues.

Dans le cadre de la mise en œuvre de ce dispositif, les services de l'Etat, l'ARS et les collectivités concernées ont réalisé un suivi des échouages d'algues vertes sur le littoral tout au long des saisons estivales 2011 et 2012.

L'expérience acquise au travers de ce travail collaboratif permet aujourd'hui de faire évoluer le dispositif opérationnel selon deux axes principaux :

- La gestion des algues vertes en situation normale, du ramassage au traitement avec un bilan des connaissances en terme de gestion des algues et des solutions qui peuvent être mises en œuvre par les collectivités avec l'appui de l'Etat
- La gestion des algues vertes en situation d'échouage important, situation qui a pu être caractérisée durant la saison 2011. Le retour d'expérience des collectivités confrontées au ramassage dans des délais contraints de quantités importantes d'algues a pour conséquence des modifications importantes du schéma d'alerte initialement préconisé dans le dispositif 2011.

Ainsi, les versions 2012 puis 2013 du dispositif opérationnel de lutte contre les pollutions du littoral par les algues vertes ont évolué vers un outil d'aide à la gestion pour les collectivités chargées de la mise en œuvre concrètes sur le terrain des actions de lutte contre les algues vertes. Les propositions décrites dans le dispositif devront néanmoins ensuite être adaptées aux situations particulières et aux organisations mises en place dans les collectivités concernées, les services de l'Etat intervenant en appui sur les aspects techniques, réglementaires et financiers.

Références

Textes relatifs à la sécurité civile :

- Code général des collectivités territoriales,
- Code de la sécurité intérieure CDI
- Décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'Etat dans les régions et départements.
- Circulaire INT/E/04/00109/C du 30 août 2004 relative à la loi de modernisation de la sécurité civile.

Textes relatifs aux aspects environnementaux et sanitaires :

- Directive européenne « Nitrates » du 12 décembre 1991,
- Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000. Cette directive fixe l'obligation d'un bon état des eaux souterraines, superficielles et côtières à l'horizon 2015,
- Loi n°2006.1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques
- Articles L.1332-1 à L.1332-9 et articles D.1332-14 à D.1332-42 du Code de la Santé Publique,
- Décret n°2005.475 du 16 mai 2005 relatif aux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux,
- Décret 2008.990 du 18 septembre 2008 relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade et des piscines,
- Circulaire du ministre de la santé du 30 décembre 2009 relative à l'élaboration de profils des eaux de baignades,
- Circulaire DGS/EA4 du 9 juillet 2010 du ministère de la santé relative aux modalités de recensement d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2010,
- Plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes présenté le 3 février 2010 par le ministre de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche, et la secrétaire d'Etat chargée de l'écologie,
- Avis de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), du 15 juillet 2010 relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes des promeneurs et des travailleurs, complété par l'avis du 16 juin 2011.

Glossaire	
SIGLES	
A.D.E.M.E.	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
A.N.S.E.S.	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire , de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
C.O.Z.	Centre Opérationnel Zonal
C.M.I.C.	Cellule Mobile d'Intervention Chimique
C.O.G.I.C.	Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle de Crise
C.O.D.I.S.	Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
C.U.M.P.	Cellule d'Urgence Médico-Psychologique
D.I.R.M.	Direction des Infrastructures Routières et Maritimes
D.I.R.E.C.C.T.E.	Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi
D.T.A.R.S	Délégation Territoriale de l'Agence Régionale de Santé
D.D.T.M	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
D.G.S.CGC	Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion de Crise
D.D.S.I.S.	Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours
D.D.S.P.	Direction Départementale de la Sécurité Publique
D.M.D.	Délégation Militaire Départementale
D.M.L.	Délégation Mer et Littoral de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer
D.R.E.A.L.	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
P.C.O.	Poste de Commandement Opérationnel
S.A.M.U.	Service d'Aide Médicale Urgente
S.C.I.	Service de Communication Interministérielle rattaché au cabinet du Préfet de Loire-Atlantique
S.D.I.S.	Service Départemental d'Incendie et de Secours
T.M.D.	Transport de Matières Dangereuses

Chapitre 1

Connaissance des risques liés aux échouements d'algues vertes en Loire-Atlantique

Jusqu'à présent les principaux phénomènes de développement d'algues vertes sur le littoral de Loire-Atlantique ont été observés de la baie de Pont-Mahé à celle de La Baule (des communes d'Assérac à Pomichet).

Même si le littoral au sud de la Loire est encore relativement épargné, il apparaît qu'il pourrait à terme être concerné dans son ensemble.

Parallèlement à la mise en oeuvre de ce dispositif d'intervention d'urgence portant sur les actions curatives (ramassage, transport et traitement des algues vertes), l'Etat lance en 2013 une étude interrégionale pour acquérir des connaissances supplémentaires sur les conditions de développement des algues vertes pour les marées dites d'arrachage (algues fixées sur platiers rocheux), et sur l'identification des facteurs de maîtrise afin par la suite de pouvoir définir les actions préventives nouvelles qu'il conviendrait de mettre en oeuvre pour agir efficacement sur la réduction de l'ampleur des marées vertes du littoral Atlantique. Cette étude pilotée par la DREAL des Pays de la Loire porte sur un périmètre allant de la presqu'île de Quiberon (dépt 56) à l'île de Ré (dépt 17). Elle fera l'objet d'informations et échanges périodiques avec l'ensemble des acteurs concernés à chaque étape de son avancement, l'aboutissement de l'étude étant attendu pour fin 2013. Elle permettra notamment d'alimenter les travaux de révision du SDAGE Loire-Bretagne et les travaux des SAGE littoraux.

Les effets connus d'un développement des algues

En cas de présence de dépôts d'algues vertes, les algues échouées entrent en putréfaction et peuvent libérer, en cas de manipulation ou de piétinement des dépôts, des gaz dangereux comme l'hydrogène sulfuré (H₂S).

L'état de putréfaction avancée des algues est facilement identifiable visuellement. Exposée au soleil, la surface des amas d'algues sèche en formant une croûte blanchâtre. Sous cette croûte règne une forte obscurité interrompant la photosynthèse et créant des conditions de fermentation qui évoluent de l'aérobie vers l'anaérobie. Les micro-organismes sulfato-réducteurs, très abondants en eau de mer, vont utiliser les sulfates présents dans les algues et le milieu marin comme source d'oxygène, ce qui entraîne la formation de sulfure d'hydrogène (H₂S) très toxique en fonction de sa concentration. Un mécanisme parallèle aboutit à la formation d'ammoniac (NH₃) à partir des nitrates. En cas de manipulation des algues ou de piétinement des dépôts, l'hydrogène sulfuré est libéré dans l'atmosphère

Les dangers pour les personnes

Respiré, ce gaz invisible peut entraîner des effets nocifs sur la santé qui vont de la gêne (odeurs, picotements des yeux et du nez), au malaise grave jusqu'à la mort, en fonction de la concentration libérée. En effet l'hydrogène sulfuré (H₂S) possède une odeur d'œuf pourri mais, à forte concentration, il n'y a plus d'odeur du fait d'une anesthésie olfactive. Ainsi, l'absence d'odeurs à proximité directe des échouages n'écarte pas le danger.

Les échouements pouvant s'accumuler sur des hauteurs importantes, le risque sécuritaire lié à l'empêtrement dans les échouages (noyades...) ou aux glissades sur les rochers, est également à considérer.

Les dangers pour l'environnement

Avant échouement ou lors des reprises en pleines eaux, lorsque les algues sont en eaux peu profondes à proximité immédiate des plages : création de conditions anoxiques, dégradation des conditions de vie et développement de la faune et de la flore aquatique sur le rivage, pouvant notamment se traduire de manière visible par une mortalité élevée des poissons.

Après échouement des algues, lors du ramassage, des précautions doivent être prises pour limiter les incidences sur le fonctionnement écologique des plages, plus particulièrement au niveau des hauts de plages (écrasement lié à la circulation des engins, décapage de la flore implantée dans les dépôts de goémons) et sur la stabilité dunaire afin de ne pas induire une érosion accrue.

Les conséquences

Les enjeux humains :

Pour le grand public : exposé lors d'activités récréatives ou directement sur le lieu de vie lorsque les échouages sont à proximité directe d'habitations, emplacements de campings, mobil homes...

Pour les professionnels : opérateurs intervenant sur les chantiers de collecte, transport, traitement

Les enjeux économiques :

- Coûts directs liés au ramassage, transport, élimination.
- Coûts indirects liés à la diminution éventuelle de l'activité touristique du fait des nuisances occasionnées.

Les enjeux environnementaux :

Lors du développement des algues : perturbation du fonctionnement écologique du milieu aquatique littoral. Après échouement sur les plages au moment du ramassage, risque de perturbation du fonctionnement écologique des dunes et des plages.

Principales recommandations

Pour les promeneurs ou usagers des plages, il est recommandé :

- de ne pas s'approcher des zones d'échouage, et particulièrement des zones signalées avec dépôts d'algues, de lits de cours d'eau ou de zones sableuses présentant un risque d'enlèvement,
- de ne pas s'approcher à moins de 30 mètres des zones de ramassage et de stockage des algues en décomposition,
- de ne pas laisser divaguer les animaux à proximité des zones d'échouage, de ramassage et de stockage.
- d'éviter tout contact avec les amas d'algues et de surveiller attentivement les enfants.

Pour les professionnels :

- Mise en œuvre d'une démarche de prévention
- Recommandations en fonction de l'évaluation du risque H₂S. En présence d'une situation potentiellement à risques, susceptible d'exposer les opérateurs à des concentrations importantes et soudaines de sulfure d'hydrogène : équiper les travailleurs en contact avec les tas d'algues d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants (conformément aux dispositions de l'article R. 4412-16 du code du travail) et prendre toutes mesures d'organisations du travail qui en découlent (entretien du matériel, formation des opérateurs au port des appareils, durée du travail, temps de pauses, etc...)
- Suivi des populations de travailleurs exposées.

L'ensemble des recommandations sanitaires et environnementales sur la gestion des algues vertes sont rassemblées en annexe II du présent document :

- 1 – Activités de ramassage – recommandations sanitaires
- 2 – Activités de ramassage – recommandations pour la protection des écosystèmes
- 3 – Activités de transport
- 4 – Activités de stockage / compostage des algues vertes
- 5 – Activités touristiques - Avis de l'ANSES du 15 juillet 2010, complété par l'avis du 16 juin 2011, relatif aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes des promeneurs et des travailleurs.

Chapitre 2

Les modalités de gestion des algues vertes en Loire-Atlantique

Les modalités de gestion des algues vertes proposées dans ce chapitre sont issues des expériences relevées lors de prises de contact avec les départements bretons faisant face à des échouages importants d'algues vertes depuis de nombreuses années et du plan algues mis en oeuvre depuis 2009. Par ailleurs, ces propositions s'appuient aussi sur l'expérience acquise en 2011 lors du suivi réalisé sur le littoral de la Loire-Atlantique en collaboration avec les collectivités et les prestataires concernés

1 – Le ramassage

Il existe actuellement un consensus sur le fait que les techniques utilisées pour le ramassage des algues sur le littoral ne sont pas adaptées puisque les quantités de sable prélevées représentent environ 1/3 de la quantité ramassée. L'impact à la fois sur l'équilibre des écosystèmes, fragiles et souvent en régression, et sur la quantité de produits à traiter ensuite n'est pas négligeable. A noter que presque l'intégralité du littoral de la Loire-Atlantique est située en zone Natura 2000 avec des habitats d'intérêt communautaires à préserver.

Les techniques de ramassage des algues doivent s'adapter aux quantités d'algues échouées et aux caractéristiques des plages. La mutualisation de matériels peut être étudiée pour des plages présentant des caractéristiques identiques mais les périodes d'échouages et de ramassages étant identiques pour l'ensemble des collectivités, les plages pouvant parfois être éloignées les unes des autres, la mise en oeuvre peut s'avérer difficile.

La communauté d'agglomération de Cap Atlantique a testé du matériel de ramassage en juillet 2011 sur la plage de Pont Mahé à Assérac. Les résultats de ce test ont été positifs, les quantités de sables ramassées étant limitées.

Vous trouverez en annexe II-1 et II-2 les recommandations sanitaires et environnementales pour la protection des écosystèmes liées à l'activité de ramassage

2 – Le traitement des algues vertes

2.1 Les solutions pérennes de traitement des algues vertes

Il apparaît que le compostage des algues vertes, dans l'objectif d'obtenir un compost normé, est la solution la plus adaptée pour traiter les algues de manière pérenne sur les territoires concernés en Loire-Atlantique.

2.2 – Les solutions transitoires de traitement des algues vertes

Dans l'attente de la mise en oeuvre d'une solution rationnelle et pérenne de traitement des algues vertes permettant d'aboutir à un produit normé qui n'est plus un déchet, les collectivités qui doivent faire face aux échouages d'algues vertes chaque année doivent pouvoir mettre en place des solutions adaptées et contrôlées du point de vue sanitaire et environnemental.

Actuellement, les deux solutions envisagées en Loire-Atlantique sont :

- le traitement par mélange de déchets verts et d'algues vertes sur des plates-formes de compostage existantes ou à créer et l'épandage des produits obtenus.
- l'épandage des algues fraîches dans un délai inférieur à 48h suivant le ramassage.

2.2.1 – Le traitement des algues vertes en mélange avec des déchets verts sur les plates-formes de compostage

Ces solutions techniques ont été mises en œuvre en 2012 par Cap Atlantique.

Avantages

Le traitement des algues vertes en mélange avec des déchets verts sur des plates-formes de compostage existantes ou à créer présente les avantages suivants :

- Les plates-formes de traitement de déchets verts disposent directement des déchets verts collectés pour les mélanger avec les algues.
- Elles sont raccordées à des systèmes de traitement des lixiviats
- Elles sont le plus souvent éloignées des habitations
- Les expériences en Bretagne ont montré que le mélange 1/1 d'algues vertes et de déchets verts avec retournement des andains, permettait de limiter la production d'H₂S.
- Elles disposent d'un cadre réglementaire adaptable de manière plus aisée aux conditions de traitement des algues vertes

Cadre réglementaire

Le mélange des algues avec les déchets verts peut relever de la rubrique 2780 (installation de compostage) de la nomenclature des installations classées.

L'installation est soumise à " déclaration " si la quantité de matières traitées (algues+ déchets verts) reste inférieure à 10950 tonnes/an. Un dossier de déclaration préalable doit être adressé au préfet pour les nouvelles installations. Il fera l'objet d'un récépissé de déclaration du préfet accompagné de l'arrêté ministériel type réglementant ce type d'installations.

Elle est soumise à enregistrement si la quantité traitée est supérieure à 10950 tonnes/ans et inférieure à 18250 tonnes/an et à autorisation si la quantité traitées est supérieure ou égale à 18250 tonnes/an. Dans le cas de nouvelles installations un dossier de demande d'enregistrement ou d'autorisation doit être adressé au préfet et instruit au préalable par l'inspection des installations classées. Ils feront l'objet de prescriptions sous forme d'arrêté d'enregistrement ou d'arrêté d'autorisation après enquête publique et devront respecter l'arrêté ministériel réglementant ce type d'installations.

Des prescriptions particulières viendront compléter les prescriptions des arrêtés ministériels précités afin de prendre notamment en compte le risque H₂S. Elles pourront être adaptées au contexte particulier des opérations réalisées sur chaque site.

L'accueil des algues vertes sur des plates-formes de compostage nécessite en effet des précautions particulières liées à la spécificité des algues vertes. **Ces précautions particulières pour le stockage et le compostage des algues vertes sont précisées en annexe 4 du présent document.**

Si les produits obtenus ne respectent pas les critères définis dans des normes de compost alors ils restent considérés comme des déchets et doivent faire l'objet de plan d'épandage.

2.2.2 – L'épandage des algues vertes fraîches

L'épandage des algues fraîches est une solution satisfaisante du point de vue sanitaire et économique. Néanmoins, elle présente des contraintes réglementaires et environnementales importantes qu'il convient de prendre en compte en amont de la mise en œuvre. Par ailleurs, l'épandage n'est envisageable que dans les conditions suivantes :

- **En complément de la mise en place d'une solution de traitement en mélange algues vertes / déchets verts**
- **Cette solution doit être considérée comme non pérenne et être réalisée en parallèle d'une réflexion globale sur le traitement des algues vertes sur le long terme**

En 2011, une méthodologie pour l'épandage des algues fraîches a été mise au point et expérimentée sur la commune d'Assérac. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un partenariat entre la commune d'Assérac, Cap Atlantique, l'ARS, la Chambre d'Agriculture, et les services de l'Etat.

Ces travaux ont fait l'objet d'un bilan qui a permis la mise au point d'une méthodologie pouvant être adaptée à l'ensemble des communes concernées.

Vous trouverez l'ensemble de la méthodologie en annexe IV du présent document.

Contexte réglementaire

L'épandage des algues fraîches doit être réalisé dans le cadre d'un arrêté préfectoral spécifique. Celui-ci est préparé et soumis au Préfet par les services de la DDTM.

Ainsi, il convient que chaque collectivité amenée à réaliser l'épandage des algues sur son territoire (algues fraîches ou produits issus du mélange algues vertes / déchets verts) prenne contact avec les services de l'Etat.
--

Chapitre 3

Les modalités de gestion des échouages « massifs » d'algues vertes

1 - Etape 1 = premiers échouages d'algues vertes

Cette première étape consiste pour les collectivités à prévenir la Sous-Préfecture à la suite des premiers ramassages d'algues vertes. L'ensemble des acteurs concernés est alors prévenu par la Sous-Préfecture. Cette information doit être transmise par messagerie à l'adresse suivante :

sp-saint-nazaire-algues-vertes@loire-atlantique.gouv.fr

Une cellule opérationnelle pilotée par le Sous-Préfet de Saint-Nazaire réunissant les services de l'Etat (DREAL, DDTM, DIRECCTE) et l'ARS est alors mise en place

A partir des premiers échouages, les collectivités doivent transmettre un tableau de suivi des échouages **chaque lundi** jusqu'à la fin des échouages (**modèle en annexe I.1**). La Sous-Préfecture intègre ces données dans un tableau de bord général qui est ensuite diffusé aux membres de la cellule opérationnelle.

2 - Etape 2 : Cas des échouages massifs ayant pour conséquences la mise en œuvre de mesures exceptionnelles

La caractérisation des échouages massifs

Suite aux retours d'expérience des collectivités ayant dû faire face à des situations pouvant être qualifiées de « crise », il est aujourd'hui possible de qualifier une situation de « crise » lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- **Les quantités échouées sont telles que les délais de transport des algues sur les sites de traitement rendent impossible l'évacuation des algues de la plage dans le délai d'une marée.**
- **Les conditions météorologiques (températures élevées et ensoleillement important) favorisent la fermentation des algues et la fréquentation touristique des plages concernées.**

Lorsque les conditions décrites ci-dessus sont réunies, les collectivités doivent pouvoir mettre en œuvre des solutions transitoires de gestion dans un délai très court.

Néanmoins, l'Etat doit être informé de cette situation afin de pouvoir dès que possible appuyer la collectivité et pouvoir vérifier que l'ensemble des préconisations sanitaires et environnementales ont pu être respectées. Ainsi, la deuxième étape du schéma d'alerte doit se dérouler de la manière suivante :

1 – Les conditions dites de « crise » citées ci-dessus sont réunies. La collectivité prend un arrêté municipal de fermeture de la plage concernée pour la durée du ramassage et plus si nécessaire (selon le modèle proposé en annexe I.3).

2 – La collectivité et / ou son prestataire achemine les algues ramassées vers un site de stockage temporaire situé à proximité du littoral. Les précautions à prendre à la fois du point de vue sanitaire et environnemental, décrites dans le dispositif devront être mises en œuvre (balisage, protection des travailleurs, délais de stockage inférieur à 24h).

3 – La collectivité devra envoyer par messagerie à la sous-Préfecture, dès l'issue des opérations de ramassage, une fiche descriptive de la situation (Annexe I-2) et des conditions exceptionnelles mises en œuvre pour traiter la situation (localisation site stockage provisoire, description des conditions de stockage, tonnages, modalités d'évacuation des algues...). La Sous-Préfecture informera la cellule opérationnelle.

4 – La cellule opérationnelle pourra réaliser, en liaison avec la collectivité, une visite sur le terrain afin de notamment vérifier si les recommandations ont bien été respectées et relever les éventuelles difficultés de gestion.

5 – Dans le cas où la collectivité est dans l'impossibilité d'évacuer les algues vers les sites de traitement habituels (épandage, compostage...), le Sous-Préfet pourra réunir la cellule opérationnelle et la collectivité afin de trouver la ou les solutions techniques les plus pertinentes à mettre en place : réquisition des plates-formes de compostage, mobilisation des entreprises de transport.

Vous trouverez en annexe I-1 le modèle de tableau de bord de suivi des échouages d'algues en situation « normale », en annexe I-2 le modèle de fiche de suivi des échouages massifs d'algues, et en annexe I-3 un modèle d'arrêté municipal de fermeture temporaire de plage.

3 – le plan de communication

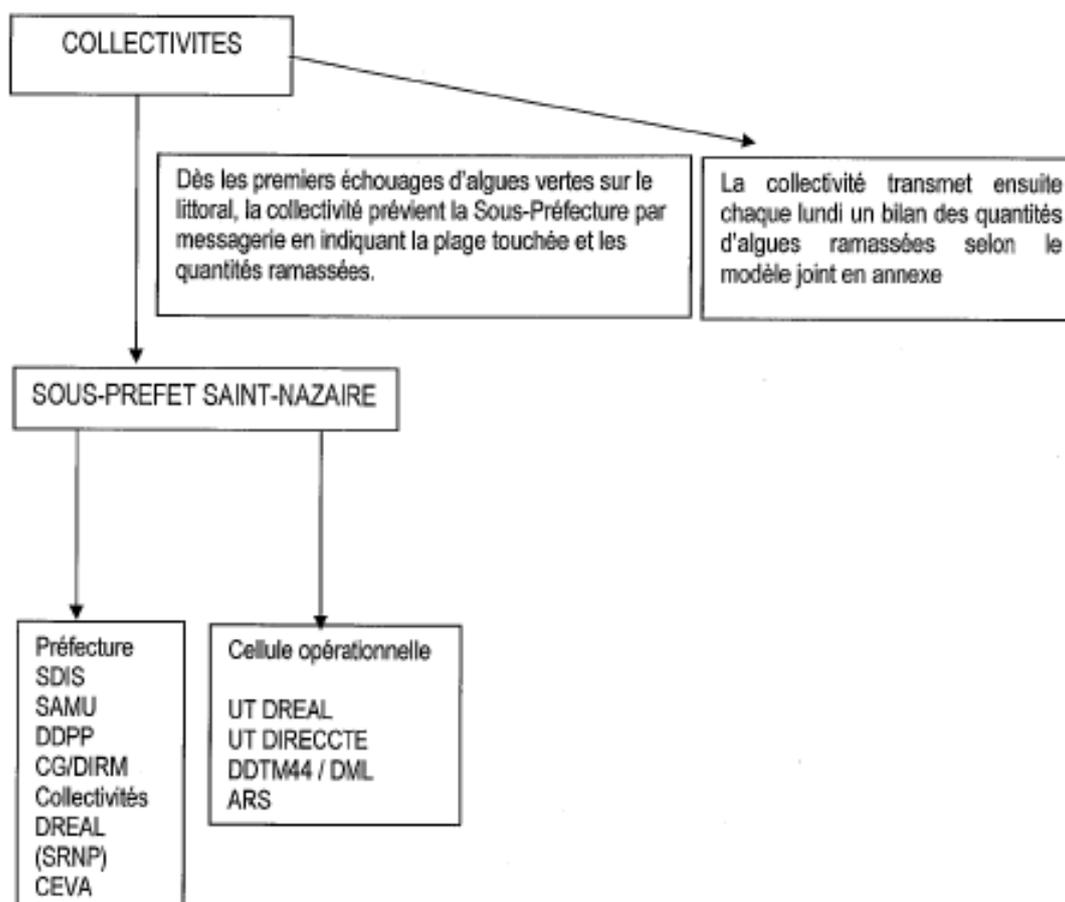
Des modèles de panneau d'affichage et de dépliant d'information à destination du grand public sont disponibles sur le site internet de l'Etat en Loire-Atlantique www.loire-atlantique.gouv.fr (mise en ligne par le SCI ou le SIRACEDPC), en vue d'impressions par les services de l'Etat ou les Mairies, selon les besoins.

Une communication à destination de la presse (format à ajuster selon les besoins : point presse, communiqué...), pilotée par le sous-préfet de St-Nazaire avec l'appui des services de la sous-préfecture, du SCI et du SIRACEDPC, peut être réalisée en début et fin de saison, après accord du préfet et en lien avec l'ARS. Des points d'information intermédiaires peuvent également être envisagés selon la situation et les demandes de la presse, le site internet de l'Etat en Loire-Atlantique www.loire-atlantique.gouv.fr constituant un vecteur d'information privilégié à destination des médias et du grand public.

La réponse aux sollicitations de la presse sur le sujet est coordonnée par le SCI (en lien étroit avec la sous-préfecture et en relation avec l'ARS). Pour ce faire, le SCI est rendu destinataire des points de situation et bilans des services, et peut être amené à participer aux réunions de suivi. Le SCI est également chargé du suivi de la veille média sur le sujet. En cas d'aggravation de la situation, l'organisation évolue vers un dispositif de communication de crise (cf. plan Orsec départemental).

Schéma d'alerte

ETAPE 1 = Déclenchement lors des premiers échouages d'algues vertes

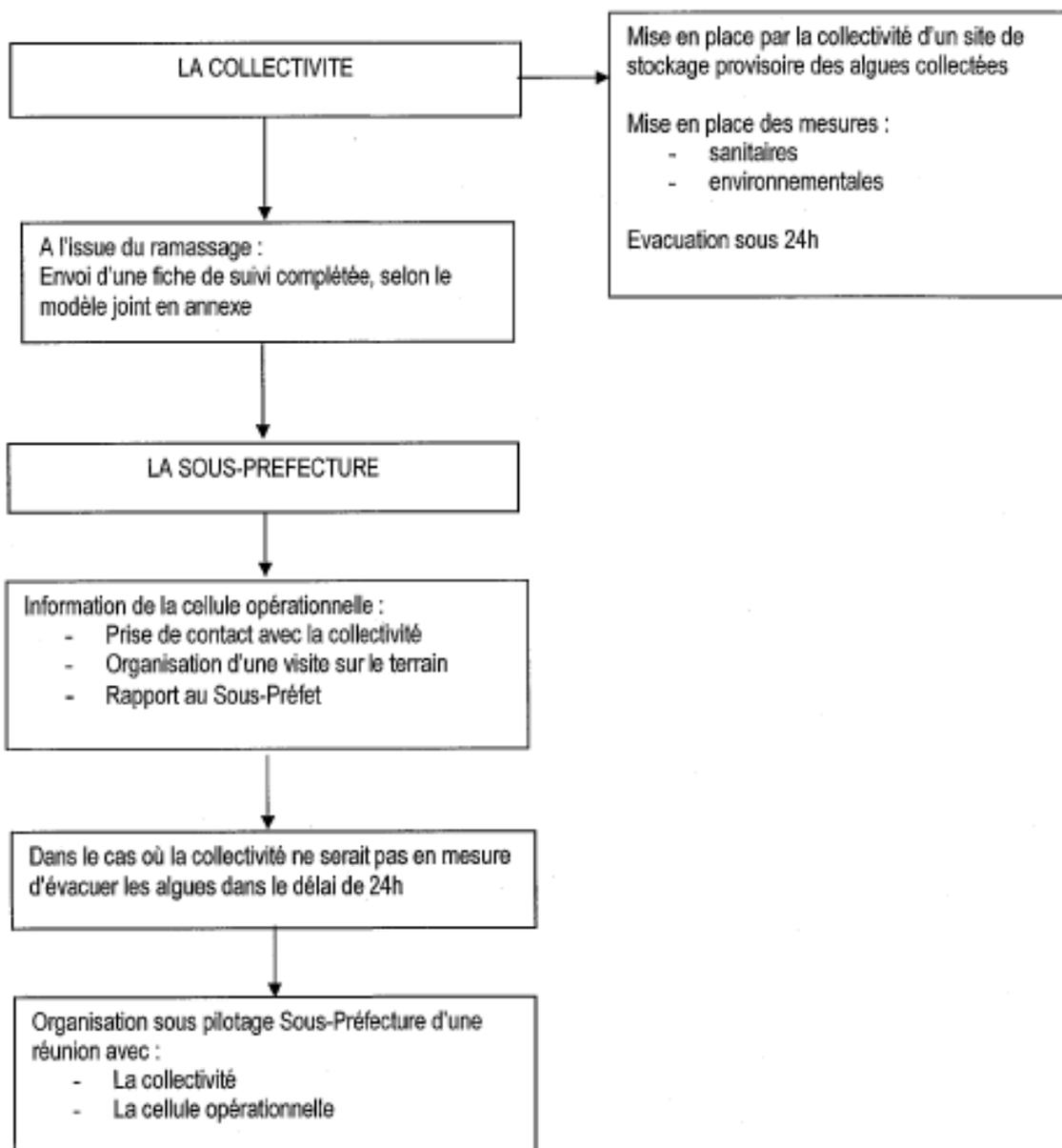


Etant donné que les échouages d'algues vertes sont imprévisibles, il est nécessaire que l'ensemble des acteurs soient mis au courant que les premiers échouages aient eu lieu et que les opérations de ramassage et ainsi de traitement ont commencé sur le littoral.

ETAPE 2 = conditions de « crise »

La collectivité est dans l'obligation de prendre des mesures exceptionnelles de gestion des algues vertes lorsque les conditions suivantes sont réunies

- Les quantités échouées sont telles que les délais de transport des algues sur les sites de traitement rendent impossible l'évacuation des algues de la plage dans le délai d'une marée.
- Les conditions météorologiques (températures élevées et ensoleillement important) favorisent la fermentation des algues et la fréquentation touristique des plages concernées.



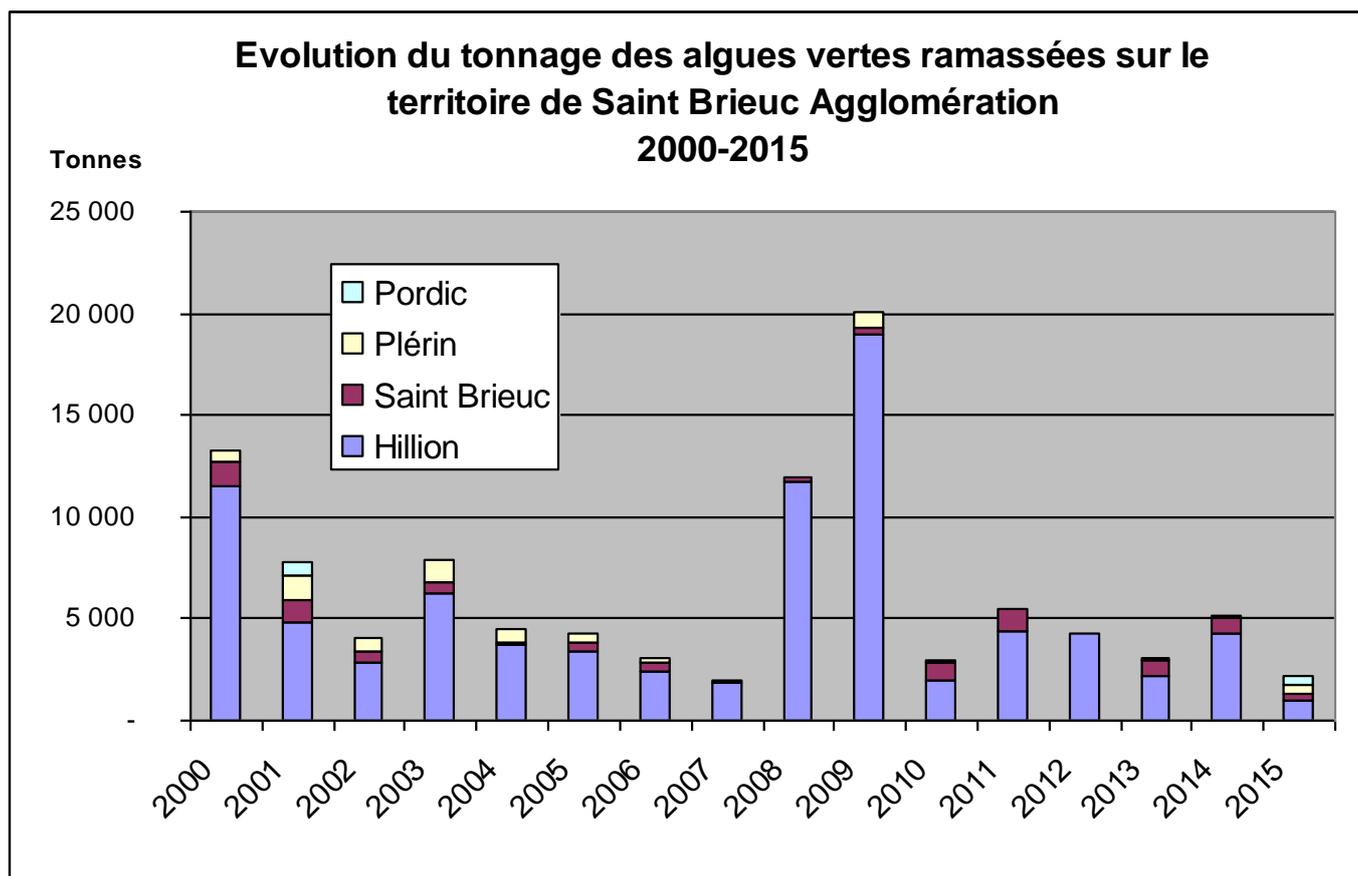
Annexe X : Critères de déclenchement du ramassage en fonction du type et de l'intensité de l'échouage à Saint-Brieuc (source: St Brieuc-Agglomération).

L'expérience des années antérieures permet de distinguer plusieurs types d'algues pouvant potentiellement s'échouer sur les plages de la Baie de Saint Brieuc.

Types d'algues	Caractéristiques des nuisances sanitaires	Photos
les algues vertes genre <i>Ulva</i>	Echouage pouvant être important sur l'estran et en haut de plage. Algues présentant un fort risque de dégagement de H ₂ S lié au phénomène de fermentation anaérobie => Risque sanitaire fort	
mélanges algues vertes et brunes (proportion variable)	Echouage pouvant être important sur l'estran et en haut de plage. Algues présentant un fort risque de dégagement de H ₂ S lié au phénomène de fermentation anaérobie => Risque sanitaire à partir de 30% d'algues vertes	
les algues brunes de type <i>Pylaeella</i>	Echouage généralement de faible épaisseur sur l'estran et en haut de plage. Pas de situation à risque de dégagement de H ₂ S lié au phénomène de fermentation anaérobie observée par les experts => Pas de risque sanitaire avéré	
autres algues brunes (<i>Goémon</i>) ou rouges (genre <i>Porphyra</i>)	Présentes naturellement dans l'écosystème de l'estran. => Pas de risque sanitaire	

Types d'algues	Caractéristiques du dépôt		Opérations de ramassage
<p>Algues vertes genre <i>Ulva</i> ou mélange algues vertes et brunes (à partir de 30% d'<i>Ulves</i>)</p>	<p>Andain ou "bourrelet" en haut de plage</p>		<p>ramassage systématique</p>
	<p>Echouage conséquent sur l'estran épaisseur (> 5 cm) et surface > 300 m² (soit > 15m³)</p>		<p>ramassage systématique</p>
	<p>Faible échouage sur l'estran épaisseur (< 5 cm) ou surface < 300 m² (soit < 15m³)</p>		<p>ramassage non réalisé dans le cadre de la présente convention</p>
<p>Algues brunes de type <i>pylaëlla</i> ou mélange algues vertes et brunes (< 30% d'<i>Ulves</i>)</p>	<p>Andain ou "bourrelet" en haut de plage situation jamais constatée jusqu'à présent</p>		<p>ramassage en fonction de la gêne occasionnée : épaisseur (> 20 cm) et quantité (> 15m³) et affluence des plages (* liste des plages éligibles ci-dessous)</p>
	<p>Echouage sur l'estran</p>		<p>ramassage non réalisé dans le cadre de la présente convention</p>
<p>Autres algues brunes (<i>Goémon</i>) ou rouges (genre <i>Porphyra</i>)</p>	<p>Echouage sur l'estran ou Laisse de mer ou Andain en haut de plage</p>		<p>ramassage non réalisé dans le cadre de la présente convention</p>

* : Petit Havre, Tournemine, Les Rosaires, Martin Plage, Les Bleuets, Les Nouelles, Les Valais, Lermot



ALGUES RHUYS VALEUR AGRONOMIQUE

Rédigé le 30 septembre 2015

Type de produit : Collecte des gros apports d'algues brunes et rouges sur les plages de la Presqu'île de Rhuys. Analyse des gisements du 13 juin 2015 et du 28 juillet 2015. Plage de Penvins, Sarzeau.

Valeur agronomique* :

paramètres	Valeur Moyenne (kg/T MB)	Coefficient de disponibilité (%)	Valeur disponible (kg/ T MB)
N total	4,25	20	0,85
P2O5	0,75	60	0,45
K2O	8,7	100	8,7
MgO	3,6	100	3,6
CaO	4,8	100	4,8

densité : 0.7

Coefficient de disponibilité de l'azote en 1^{ère} année est de 20% (source GREN Bretagne).
Estimation du coefficient de disponibilité en 2^{ème} et 3^{ème} année : 20% du restant d'azote. (Suivant les conditions climatiques)

Élément déterminant la dose d'apport : l'azote.

Dose conseillée : 20 à 40 m3/ha soit 15 à 28 T/ha, selon les cultures

Apport réalisé selon la dose épandue en 2015 :

Paramètres	Total éléments apportés (kg/ 28 T MB)	Total éléments disponibles (kg/ha)
N total	119	24
P2O5	21	13
K2O	244	244
MgO	101	101
CaO	134	134

Les algues sont une matière première et peuvent être valorisées en agriculture. Fréquence max conseillée : 1 apport tous les 3 ans (présence de sels).

Contact SAUR / VALBE

Delphine Poligné
Port : 06 98 32 54 97

Annexe XIII : Exemples de projets et programmes recensés sur la valorisation des algues dans le monde (source: CEVA, 2014 et 2015).

SANTÉ HUMAINE ET COSMÉTIQUES		
Auteurs / partenaires impliqués	Localisation	Sujet/Principaux résultats
Kendel et al. (2015)	Bretagne / France)	Etude de la composition lipidique de <i>U. armoricana</i> et <i>Solieria chordalis</i> et découverte de perspectives intéressantes dans le domaine de la nutrition et la santé (activité anticancéreuse).
Padma Priya & Poonguzhali (2015)	Inde	Etude de l'activité antibactérienne de 3 extraits d' <i>U. lactuca</i> réalisés à l'aide de méthodes d'extraction différentes. L'extraction à froid à l'alcool présente les résultats les plus intéressants.
Rodeiro et al. (2015)	Cuba	Etude de la composition par spectrométrie de masse et évaluation des effets cytoprotecteurs et antigénotoxiques d'un extrait d' <i>U. fasciata</i> . Les résultats montrent une protection intéressante des cellules par l'extrait lors d'une exposition à un hydrocarbure toxique.
Kosanic et al. (2014)	Serbie	Etude du potentiels antioxydant, antimicrobien et cytotoxique d'extraits d' <i>U. lactuca</i> et d' <i>Enteromorpha intestinalis</i> ont été testés in vitro. Les résultats obtenus indiquent que l'ulve présente les meilleures activités antioxydantes et antimicrobienne (faible en comparaison d'antibiotiques standard)
AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE		
Zhu et al. (2016)	Chine	L'ajout d' <i>U. lactuca</i> à hauteur de 5% dans l'alimentation de poissons juvéniles (vivaneaux) a des effets bénéfiques sur la croissance, mais induit des taux plus importants des effets néfastes sur les performances physiologiques.
Abouraïcha et al. (2014)	Maroc/France	Etude des effets de 2 saccharides (ulvanes et oligo-ulvanes) issu d' <i>Ulva lactuca</i> pour le traitement des pommes. Efficacité des oligo-ulvanes à induire une défense enzymatique chez ce fruit. Techniques prometteuses pour réduire la dépendance aux fongicides synthétiques.
Roberts et al. (2016)	Australie	Comparaison de la production de biomasse et de bioproduits (acides gras, fibres solubles et acides aminés) par 2 espèces (<i>Derbesia tenuissima</i> et <i>U. ohnoi</i>) cultivées à terre pendant 6 mois.
PRODUCTION D'ÉNERGIE		
Ceylan & Goldfarb (2015)	Turquie / Etats-Unis	La pyrolyse est évaluée comme une méthode viable de conversion thermo-chimique pour la production de biocarburant à partir des marées vertes à <i>U. prolifera</i> .
FitzGerald et al. (2015)	Irlande	Etude sur la taxonomie et le métabolisme des communautés microbiennes impliquées dans la digestion anaérobie d' <i>U. lactuca</i> (production de biocarburant) : identification du rôle important de la bactérie méthanogène <i>Methanosarcina</i> .
Paktinat et al. (2015)	Iran	Evaluation des caractéristiques de fermentation d' <i>U. fasciata</i> dans un contexte de recherches sur les techniques de production de biogaz.
AUTRES MODES DE VALORISATION		
Sun et al. (2015b)	Chine	Une activité algicide est observée dans des extraits d' <i>U. intestinalis</i> contre 2 espèces de microalgues provoquant des blooms et pourrait être utilisé comme agent de lutte biologique contre les marées rouges.
Labo. GMGL, CCPR, CD 56 (2013)	France	Suivis de la dynamique des échouages des macro-algues et de leurs valorisations pour la protection du littoral morbihannais. Algobox ® (ganivelles) remplis d'algues échouées permettant la dégradation de la matière organique et du captage éolien : création d'une avant-dune, colonisation floristique
Privés (Agrival, Olmix..) & publics (UBO, UBS)	France	Projet VB2 : Extraire, de caractériser, de préparer, de formuler et de valider des principes actifs issus de macroalgues fraîches et de coproduits maraîchers pour les marchés de l'alimentation animale, de la protection des plantes, de la cosmétique et de la nutrition humaine.
UBS & de nombreux laboratoires	International pour la France	Littoralg : 3 axes dont le 3ème : Valorisation de la ressource pour une gestion durable. Etude de voies de valorisation de <i>Solieria chordalis</i> . Extraction des molécules à l'aide de différentes techniques d'extraction (nouvelles peintures anti-Fuling, cosmétiques...)
Privé (Olmix, PRP...) & public (LBCM, IS2M)	France	ULVANS : Créer une filière de valorisation des ulves, de la récolte à la commercialisation de produits innovants, pour les secteurs de la nutrition et de la santé animale et végétale.

Annexe XIV : Liste des personnes contactées dans le rapport.

Personnes sollicités	Fonction / entreprises
Sylvain BALLU	Responsable du suivi des marées vertes au CEVA
Marc BOUDALIL	Papeterie FAVINI Contact en France
Nathalie BOURGOUGNON	Enseignante chercheuse et directrice du LBCM
Gwénaëlle BRIANT	Directrice adjointe à l'environnement Lannion-Trégor Communauté
Marc BRIANT	Directeur de Kerval
Anne-Sophie BURLLOT	Doctorante au LBCM (Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marine)
Yves CARPIER	Technicien environnement St Brieuc Agglo
Pierrick CLOEREC	Responsable exploitation Ouest Service Valbé
Julia COCHET	Ingénieur d'étude littoral Chargée de projet AlgoBox (GMGL, UBS)
Jean-Yves COUEDEL	Agriculteur biologique en CCPR
Agathe DAGOREAU	Tout en traction (Erdeven)
Marie DE NANTOIS	Ingénieur de fabrication Atelier de compostage ESAT 4 VAULX-JARDIN
M. DESJARDIN	Service Eau Nature et Biodiversité DDTM 56
Hélène DOURDAIN	Technicienne direction des déchets - Pôle exploitation - CAP Atlantique
A. DREANO	Secrétaire général CRC Bretagne Sud
Vincent DUCROS	Chargé de mission Politiques de l'eau et Canal de Nantes à Brest CD29
M. FORTUNE	Employé municipal à l'aménagement du territoire Ville de Pénestin
Marie-Claire FRANCHET	Cloître Imprimeur Responsable marketing et communication
Annette GERVOIS	Enseignante au Département Sciences de la Matière et de la Vie (UBS)
Anne GOREL	En charge du suivis du dossier "algues" CCPR
Christelle GOUIN	Responsable laboratoire R&D Olmix group
Gildas GOUZERH	Responsable des services techniques Carnac

Yves GROHENS	Enseignant chercheur, Directeur adjoint LIMATB et Président du CSEM
Pierre JALLIFIER	Animateur du SAGE Golfe du Morbihan Ria d'Etel
M. LE CARDUNER	Responsable des services techniques Commune de Ploemeur
Anthony LE DOZE	Garde littoral à Erdeven
M. LE PELVE	Responsable des services techniques Larmor-Baden
M.MALO	Responsable des services techniques Commune de Vannes
Marie de NANTOIS	Ingénieur de fabrication Atelier Compostage ESAT 4 VAULX JARDIN
Pie NYWALL-COLLEN	Responsable R&D Groupe Olmix
Jean-Marc ONNO	Propriétaire de l'usine méthanisation en Morbihan
Delphine POLIGNE	Chargée d'exploitation Valbé
Valérie RENAULT	Directrice adjointe générale Kerval Centre Armor
Véronique RONDEAU	Chambre d'agriculture de la Vendée
M. TURGIE	Service environnement DDTM 22

Résumé

Depuis de nombreuses années, du fait de l'eutrophisation des eaux littorales, les algues opportunistes prolifèrent et s'échouent sur les côtes bretonnes. Ces algues échouées (vertes, brunes ou rouges), qui peuvent sur certains secteurs et à certaines périodes représenter des tonnages importants, sont considérées comme un déchet difficilement valorisable et coûteux. Globalement moins touchées que certaines baies sableuses du nord de la Bretagne, les côtes morbihannaises ne sont cependant pas épargnées par ce phénomène. Ainsi, certains sites sableux sont exposés à des échouages d'algues opportunistes principalement brunes et rouges, et de nombreuses vasières peuvent être recouvertes d'algues vertes. En période estivale, ces échouages peuvent poser problème pour certains usages, en particulier touristiques et de loisirs (pollution visuelle, olfactive..). Des nettoyages de plages et des ramassages sont donc mis en place par les communes ou les intercommunalités. Les algues sont ensuite stockées sur des terrains communaux et valorisées en agriculture par voie d'épandage ou de compostage. Les filières de valorisation industrielle exploitent surtout des algues fraîches mais quelques-unes utilisent des algues échouées dans les domaines de la nutrition animale ou pour la fabrication de papier. Des projets de recherche explorent par ailleurs des voies possibles de valorisation (lutte contre l'érosion côtière en particulier). Les modalités pratiques de gestion des algues opportunistes échouées sont variables suivant les collectivités et globalement peu formalisées et peu encadrées. Les actions de ramassage et de valorisation représentent un coût significatif pour les collectivités locales morbihannaises qui ne bénéficient pas de subventions. Les coûts sont très variables suivant les années et selon les collectivités considérées. De plus, les laines de mer sont généralement mélangées aux échouages massifs d'algues opportunistes et donc ramassées par les engins dont l'action peut avoir un impact sur l'environnement. Une première approche basée sur une ACV (analyse du cycle de vie) simplifiée a permis de comparer la durabilité des différentes filières de valorisation envisagées. Des propositions et recommandations sont formulées pour contribuer à répondre aux enjeux identifiés.

Mots clés : Morbihan, échouages d'algues opportunistes, ramassage d'algues, gestion et valorisation des algues, impacts environnementaux, analyse simplifiée du cycle de vie.

Abstract

For many years, due to the eutrophication of coastal waters, opportunistic seaweeds proliferate and fail on the Brittany coast. These beached seaweeds (green, brown or red), which can in certain sectors and in certain periods represent large tonnages, are considered difficult to exploit and a costly waste. The coasts of Morbihan are in general less affected than some sandy bays of northern Brittany, but they are however not spared by this phenomenon. Thus, some sandy sites are exposed to opportunistic seaweed strandings. Those seaweeds are mainly brown and red, and many mud flats can be covered with green seaweed. In summer, these strandings can be a problem for some uses, particularly tourism and leisure (visual pollution, olfactory pollution, etc.). Cleanups of beaches and pickups are implemented by municipalities or inter municipalities. The seaweeds are then stored on Commons and recycled in agriculture through spreading and composting. Industrial upgrading value chains operate mostly with fresh seaweed. But a few of them use washed up seaweeds for animal feeding or for the manufacture of paper. Research projects also explore possible ways for valorization such as the fight against coastal erosion in particular. The practical arrangements for managing beached opportunistic algae vary depending on communities and they are generally few formalized and few regulated. Collection and recovery actions represent a significant cost for local authorities of Morbihan that do not receive subsidies. The costs vary depending on the year and according to the considered communities. In addition, sea leashes are generally mixed with the massive strandings of opportunistic

algae. Their collection by plants can impact on the environment. A first approach based on simplified LCA (life cycle analysis) allowed to compare the sustainability of different policy sectors. Propositions and recommendations are made to help address the identified issues.

Keywords: Morbihan, opportunistic seaweed strandings, seaweed collection, management and development of algae, environmental impacts, life cycle analysis.