

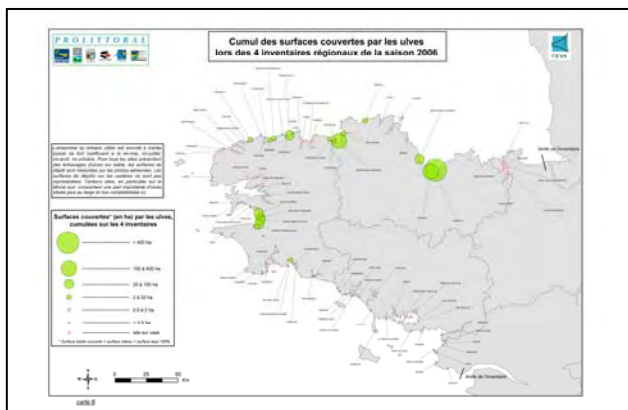


Centre d'Etude et de Valorisation
des Algues
Presqu'île de Pen Lan
BP 3 / 22610 PLEUBIAN
02 96 22 93 50
02 96 22 84 38
e-mail : algue@ceva.fr

PROLITTORAL

PROGRAMME REGIONAL et INTERDEPARTEMENTAL DE
LUTTE CONTRE LES MAREES VERTES EN BRETAGNE

Année 2006



SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	P2
1- VOLET PREVENTIF : PROGRAMMES DE BASSINS VERSANTS	P5
1.1- Contexte et objectif	P5
1.2- Présentation synthétique des bassins versants et avancement des programmes	P6
2- VOLET CURATIF : RAMASSAGE ET GESTION DES ALGUES VERTES	P 14
2.1- Contexte	P 14
2.2- Effort de ramassage par les communes	P 14
2.3- Gestion des algues vertes	P 16
3- VOLET TRANSVERSAL : ANIMATION/COORDINATION, SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX ET EXPERIMENTATIONS APPLIQUEES	P 18
3.1- Animation/coordination du programme	P 18
3.2- Suivis environnementaux des marées vertes	P 19
3.3- Essais et expérimentations appliquées	P 46
4- SUIVI FINANCIER	P 55

INTRODUCTION GENERALE

Les marées vertes qui touchent les côtes bretonnes peuvent localement amener de fortes nuisances et à terme dévaloriser l'image de la Bretagne, de son milieu naturel et de ses produits. Face à cette situation, les collectivités territoriales bretonnes et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne ont décidé d'associer et de coordonner leurs moyens dans un **programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes** intitulé **PROLITTORAL**.

Le programme PROLITTORAL a été officialisé par la signature en décembre 2002 d'une charte d'engagement par la Région, les quatre Départements bretons, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

Le programme est global et se décompose en **trois volets** :

- **préventif** : programmes de « bassin versant », c'est le volet principal du programme, seule réponse à long terme au problème des proliférations d'algues vertes. Sept bassins versants sont actuellement retenus dans le cadre de Prolittoral, 3 en Côtes d'Armor et 4 en Finistère. L'azote ayant été déterminé comme facteur de maîtrise du phénomène, c'est sur ce paramètre que les actions portent en priorité.
- **curatif** : ramassage des algues vertes et gestion de ces algues ramassées. Le ramassage des algues est nécessaire pour limiter la nuisance immédiate mais peut aussi contribuer à la limitation du phénomène notamment en diminuant les stocks résiduels à partir desquels la marée verte redémarre la saison suivante. L'élimination des algues ramassées doit ensuite se faire dans des conditions qui ne génèrent pas de nuisance sur le milieu.
- **transversal** : animation/coordination du programme, suivis environnementaux du phénomène, expérimentations appliquées.

Le suivi de la marée verte repose sur 4 réseaux : un repérage aérien des sites présentant des échouages d'ulves, une quantification mensuelle des couvertures des sites par les ulves, un suivi des teneurs des ulves en azote (indicateur nutritionnel), un suivi des stocks totaux en algues sur les principaux sites (biomasses déposées sur l'estran et présentes plus au large, mesurées par prospections sous marines). Le but des suivis est de mesurer objectivement l'évolution des marées vertes et aussi de mieux comprendre le fonctionnement des sites (orientations des actions préventives et curatives).

Enfin, des expérimentations, sont définies annuellement par le comité de pilotage de Prolittoral et concernent les actions préventives, curatives et l'amélioration des connaissances sur le phénomène de prolifération.

Ce rapport présente l'avancement en fin 2006 des trois volets du programme, largement basé sur la réunion d'étape de novembre 2006, après un rappel des connaissances actuelles du phénomène de marée verte sur les côtes bretonnes.

✓ Description du phénomène de marées vertes des côtes bretonnes

Les marées vertes qui affectent le littoral breton correspondent à des proliférations d'algues vertes de type *Ulva*. Elles se développent au printemps et en été par **croissance et multiplication végétative d'algues dérivantes**. Celles-ci sont maintenues en suspension dans la colonne d'eau agitée et peu profonde du très proche littoral, au niveau de baies sableuses à pente douce où elles forment un rideau flottant de bas de plage et peuvent assurer un maximum de croissance. Le phénomène conduit localement à des **échouages importants** d'algues vertes, couvrant des estrans entiers et pouvant être définitivement rejetés en haut de plage où leur dégradation constitue une **nuisance olfactive et visuelle**. Des quantités plus ou moins importantes sont aussi, selon les sites, stockées plus au large avec possibilités irrégulières de colonisation des estrans. Au large, les algues vertes dérivantes peuvent gêner la petite pêche côtière. Les échouages importants contraignent les collectivités littorales à des activités de ramassage et d'élimination de ces algues à hauteur de près de 60 000 m³ par an en moyenne sur les 10 dernières années pour la Bretagne, principalement en Côtes d'Armor et en Finistère.

D'une manière générale, les marées vertes se produisent dans des secteurs enclavés du linéaire côtier où tend à régner une conjoncture **d'apports excessifs en sels nutritifs** (zones d'exutoires des rivières), de **faibles profondeurs** (favorables à la croissance des algues) et de **conditions d'hydrodynamisme favorables** à la rétention de ces sels nutritifs et/ou des algues produites (renouvellement lent de la masse d'eau côtière, courants de marée et houle accumulant les algues sous faibles profondeurs). Une centaine de secteurs de plage ou de vasières a été touchée au moins une fois par des échouages d'ulves en quantité anormale en Bretagne depuis 1997, sans que l'ensemble de ces sites puisse être désigné par le terme de « marée verte » utilisé généralement pour désigner les quelques gros sites régionaux.

Dans les sites à marées vertes **le phosphore est toujours en excès par rapport aux besoins de la croissance des Ulves**, ce qui n'est pas le cas de **l'azote** qui est encore **limitant dans la plupart des sites**. La **capacité particulière du phosphore à se stocker** de manière importante dans les sédiments littoraux est probablement à l'origine de sa disponibilité particulière pour les Ulves, en même temps qu'elle le place en situation défavorable comme **facteur de maîtrise** par rapport à l'azote (encore limitant pour la croissance et sans stockage).

L'évolution des **apports azotés** dans les eaux littorales contrôle ainsi l'extension actuelle du phénomène de marées vertes. **L'origine de ces apports étant essentiellement agricole**, la profession agricole détient, de fait, le **levier de contrôle le plus efficace** pour limiter de manière préventive le phénomène de marées vertes sur les côtes bretonnes.

L'apparition, puis l'importance d'une marée verte dans un site dépend plus précisément de la **persistance de flux azotés élevés en saison favorable à la croissance des algues**.

- Les algues vertes (à l'instar d'autres producteurs primaires marins) sont en effet normalement limitées dans leur croissance en été (dès le mois de mai), en raison de la diminution naturelle estivale importante de la disponibilité en sels nutritifs (épuisement par le phytoplancton du stock en mer de sels nutritifs, diminution de leurs apports par les rivières). L'eutrophisation d'un site est liée à un retard saisonnier et à un affaiblissement de cet effet limitant naturel. Ces deux facteurs qui sont en lien avec l'augmentation globale des apports continentaux en sels nutritifs permettent aux algues de **poursuivre leur phase de croissance** dans des conditions saisonnières de lumière et de température de plus en plus favorables.

- La nature géologique du sous sol (qui contrôle la précocité et l'importance des débits d'étiage) et le type d'occupation des sols du bassin versant (notamment les aménagements et pratiques culturales favorisant les trajets directs de l'eau et réduisant ainsi ses chances de dénitrification naturelle) peuvent jouer un rôle aggravant dans les modalités saisonnières de transfert de l'azote vers le site à marées vertes en période sensible.

L'importance, voire l'existence d'une marée verte dans un site dépend aussi de la **capacité géomorphologique et hydrodynamique du secteur côtier** :

- à **ralentir la dilution des sels nutritifs** responsables de la croissance des algues.

En effet, malgré de fortes amplitudes de marées, le renouvellement de la masse d'eau côtière où pénètrent les sels nutritifs est limité dans beaucoup d'endroits en Bretagne

- à **stocker les algues produites** sous faibles profondeurs et à favoriser leur échouage.

Ce **stockage d'algues** est à considérer en premier lieu pour la **période estivale** où il est **maximal** et source de gênes. Le **stock total se répartit entre estran** (+ rideau flottant de bas de plage) **et petits fonds** non accessibles à l'observation directe. De premières évaluations tendent à montrer que la fraction poussée vers et sur les plages est d'autant plus importante que l'amplitude de marée est forte sur le secteur côtier.

Le stockage d'algues est aussi à considérer en **période hivernale** : les stocks résiduels de l'année précédente permettent en effet, en sortie d'hiver, une **anticipation du bloom** (sous simple contrôle de l'amélioration des conditions de lumière) qui a pour résultat l'entrée d'un maximum d'algues en période optimale pour la croissance (température + lumière + sels nutritifs), puis l'accumulation d'un maximum de biomasse avant la période de limitation de la nutrition azotée.

Ce **stock hivernal**, variable d'un site à l'autre, peut être considéré comme un **facteur d'inertie** dans la variation interannuelle des stocks estivaux d'algues d'un site par rapport aux variations de flux, de même qu'un **facteur de résistance potentielle** des sites aux mesures préventives. L'investigation complète de ces stocks est actuellement poursuivie dans le cadre du programme Prolittoral.

Il est enfin nécessaire de prendre en compte les possibilités, pour une baie touchée, d'importer, par **transports latéraux**, des sels nutritifs et surtout (ce qui paraît, en fait, plus fréquent) des quantités d'algues venant de sites voisins. Ces transports permettent d'augmenter le stock maximal d'algues ou d'amener des stocks initiaux en début de saison devant des sites qui en sont dépourvus. Cette **interdépendance possible entre sites voisins** est un élément important à déterminer (par études hydrodynamiques) pour éventuellement regrouper territorialement des efforts de lutte initialement engagés de manière indépendante sur des bassins versants voisins, comme pour cibler des efforts de ramassage sur telle baie ou partie de baie qui serait à l'origine de la contamination d'autres secteurs.

1- VOLET PREVENTIF : PROGRAMMES DE BASSINS VERSANTS

1.1- Contexte et objectif

Ce volet est le volet principal du programme et constitue la seule réponse à long terme pour combattre les marées vertes. L'objectif annoncé est de limiter le phénomène de marées vertes à un niveau qui soit acceptable par la population et par le milieu. **L'azote ayant été déterminé comme facteur de maîtrise du phénomène**, c'est sur ce paramètre que les actions doivent porter en priorité. Les **objectifs de qualité** sur ce paramètre, à déterminer pour chaque secteur, dépendent de la configuration de chaque site mais sont généralement très bas. Pour certains sites, l'objectif à atteindre est bien en dessous de la norme de potabilité de l'eau de 50 mg de NO₃/l, probablement autour de 10-15 mg/l. Selon la sensibilité du site et le niveau d'eutrophisation atteint, un tiers à deux tiers des flux actuels d'azote seraient à éliminer pour obtenir un résultat marqué sur les proliférations. Le développement d'un nouveau modèle, par une collaboration entre le CEVA et L'IFREMER, devrait permettre, à partir de la fin 2006, de préciser site par site ces objectifs de qualité.

Pour pouvoir atteindre de tels objectifs, les programmes doivent concerner toutes les sources de pollution azotée et ceci dans la durée. Les bassins versants sur lesquels des actions se mettent en place ont tous fait un **diagnostic approfondi** de la situation vis à vis des **fuites de nitrates** : cours d'eau amenant les éléments azotés provoquant la marée verte et activités sur ces cours d'eau génératrices de ces flux. **Sur ces bassins, l'azote arrivant aux sites de prolifération des algues vertes provient très majoritairement du milieu agricole**. Aussi, sans oublier les autres sources de pollution, les programmes de lutte concentreront leurs efforts sur les fuites d'azote en provenance du milieu agricole.



Bassins versants actuellement retenus dans le cadre du programme Prolittoral

Deux grands axes se dégagent dans les programmes : la diminution des fuites à la parcelle et l'aménagement pour augmenter le pouvoir de dénitrification du milieu.

Les programmes sont montés localement par les **structures porteuses de programme** (communautés de communes ou syndicats intercommunaux) afin que les actions correspondent bien aux diagnostics locaux et que les programmes soient établis dans la concertation. Les structures porteuses sont les « maîtres d'ouvrage » des opérations de bassin versant : cela signifie qu'elles sont responsables des programmes qu'elles mettent en place et aussi qu'elles en financent une partie (au

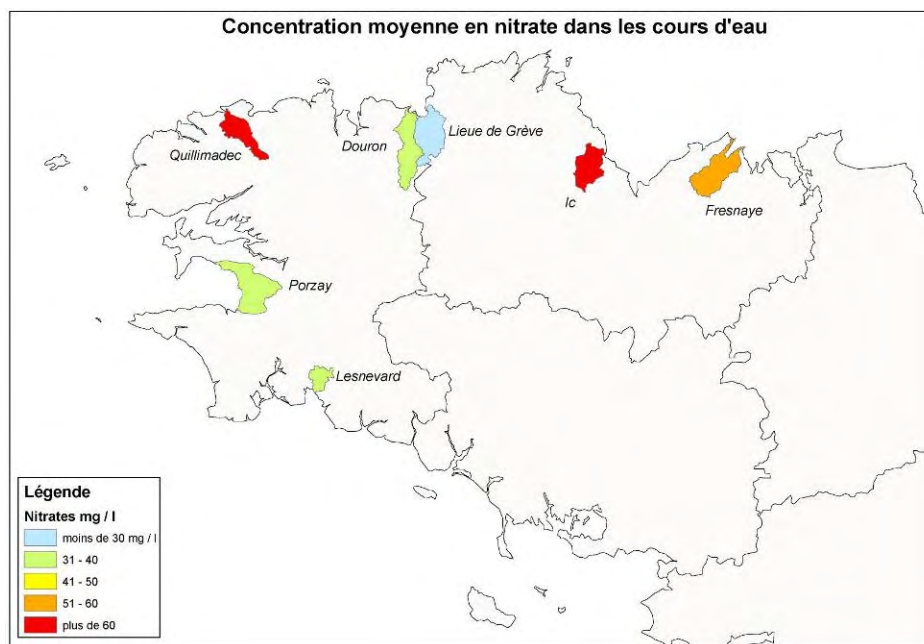
moins 20 % du montant de chaque action). Les partenaires de Prolittoral apportent leur soutien financier aux porteurs de programme à condition que les programmes définis répondent à certains critères :

- programmes centrés sur la réduction des flux de sels nutritifs et plus particulièrement de nitrate (facteur de maîtrise de la marée verte),
- programmes établis en concertation avec les acteurs du territoire,
- définition du programme en fonction des éléments des diagnostics locaux du bassin versant,
- actions proposées basées sur le volontariat, en complément de la réglementation et des programmes incitatifs existants par ailleurs (Directive Nitrate, Installations Classées, PMPOA, CTE/CAD,...)
- actions agricoles comprenant, en plus des actions collectives, des outils individuels d'amélioration des pratiques agronomiques (formalisation des engagements des agriculteurs).

1.2- Présentation synthétique des bassins versants et avancement des programmes

✓ Les fuites de nitrate dans le contexte régional :

La qualité de l'eau, pour le paramètre nitrate, sur les rivières alimentant les baies concernées par Prolittoral est très différente d'un bassin versant à l'autre comme l'illustre la carte 1 :



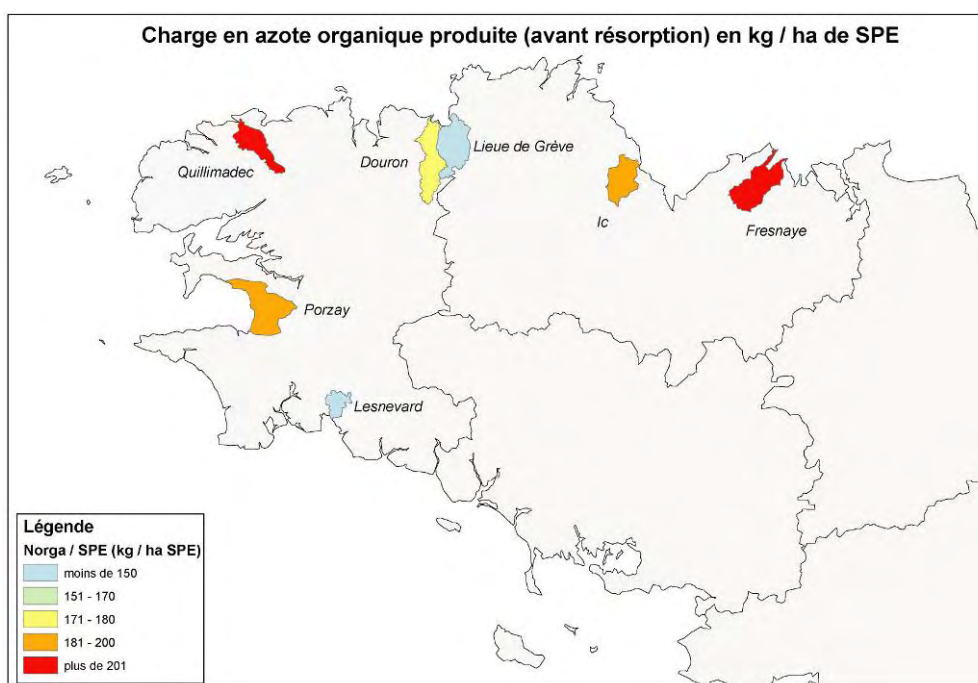
Carte 1

Les fuites de nitrates des parcelles agricoles sont importantes en Bretagne ce qui peut s'expliquer par :

- des conditions naturelles favorables aux transferts des nitrates : climat doux et humide provoquant une minéralisation naturelle de la matière organique du sol plus importante que dans des régions au climat plus continental. La minéralisation pose particulièrement problème à l'automne. En effet, l'hiver, les quantités d'eau qui arrosent la région sont en large excès par rapport à l'évaporation-transpiration ce qui induit un entraînement des nitrates dans le sous-sol, hors de portée des racines puis vers les nappes,

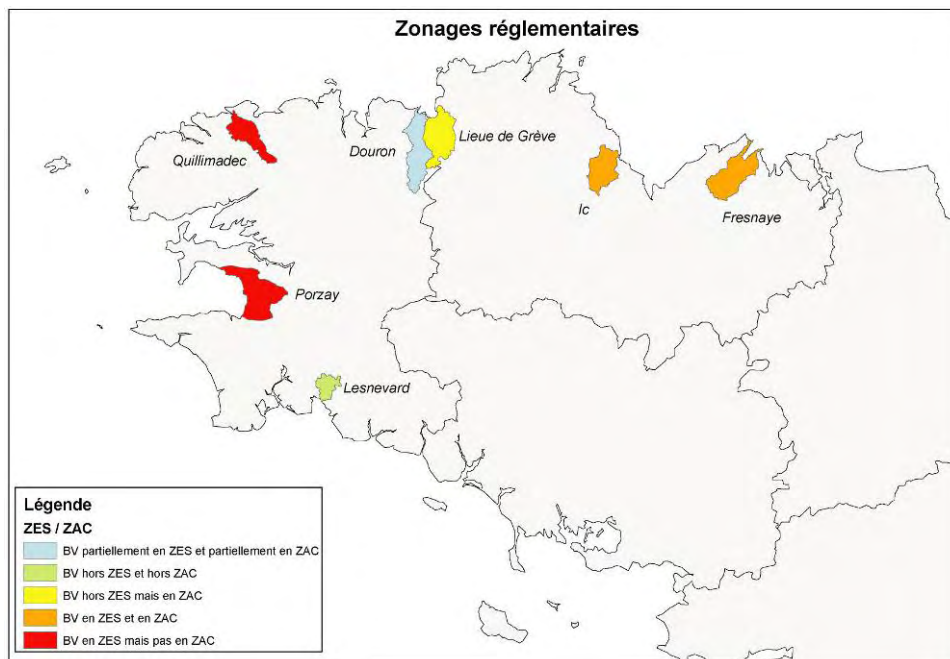
- l'activité agricole. Pour ce qui est de l'agriculture, les fuites peuvent être exprimées comme résultant de :
 - une pression azotée forte : une part de la SAU sur la surface totale des bassins versants et des quantités d'azote organiques et minérales importantes,
 - des pratiques agricoles favorables aux transferts : surfertilisation, sols nus l'hiver, retournement des prairies à l'automne sans cultures capables d'utiliser les nitrates issus de la minéralisation de la matière organique du sol, mise en culture de parcelles peu propices,.....

Tous les bassins versants ne sont pas dans la même situation en ce qui concerne la pression azotée. La carte 2 illustre le fait que certains bassins versants ont des charges en azote organique fortes (régions d'élevage hors sol en particulier) alors que d'autres sont relativement peu chargées. Si les opérations de bassin versant peuvent contribuer à sensibiliser les agriculteurs, en ce qui concerne la pression azotée, cet aspect est plus du ressort des programmes réglementaires (Directive Nitrates, réglementation des Installations classées pour ce qui concerne la réduction des effectifs ou le traitement et/ou l'export de l'azote excédentaire, PMPOA pour ce qui est des capacités de stockages des effluents d'élevage).



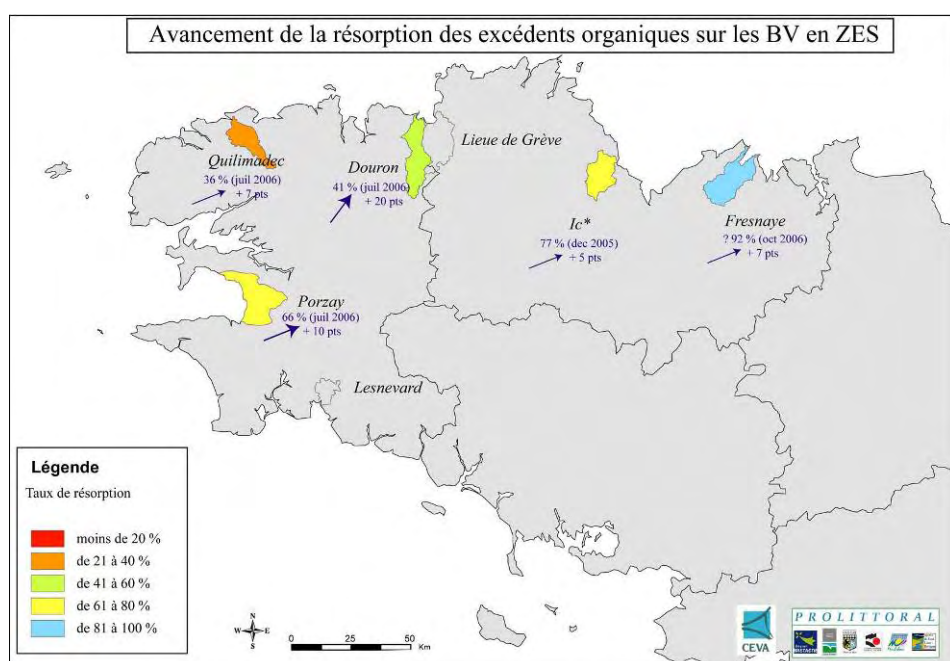
Carte 2

Les obligations réglementaires s'appuient sur des zonages : cantons en Zone d'Excédent Structurel (ZES), communes en Zone d'Action Complémentaire (ZAC) de la Directive Nitrates. Ces zonages ont des implications fortes sur les programmes de bassins versants qui viennent en complément de la réglementation. La carte 3 présente la situation des bassins versants de Prolittoral vis-à-vis de ces zonages :



Carte 3

Pour les bassins versants comportant une forte pression d'azote organique, la résorption des excédents d'azote est un préalable à la diminution des fuites d'azote. La carte 4 présente l'avancement de la résorption des excédents d'azote pour chacun des programmes de bassin versant.

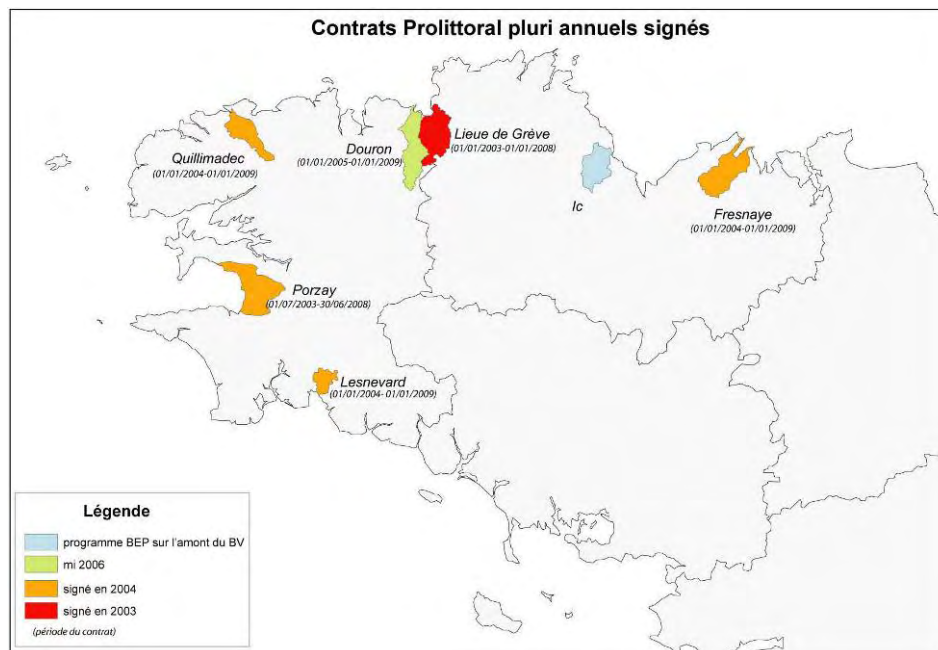


Carte 4 (actualisation novembre 06)

✓ Avancement des programmes de bassin versant :

Outre la sensibilisation des agriculteurs pour qu'ils entrent dans les programmes réglementaires ou incitatifs, les programmes de bassin versant travaillent surtout avec les agriculteurs à l'amélioration des pratiques agronomiques, levier important pour limiter les fuites d'azote. Les actions étant par nature basées sur le volontariat, les améliorations concernent en premier lieu des pratiques que les agriculteurs sont appelés à mettre en place sans qu'elles impliquent pour eux une mise en péril économique de leur exploitation.

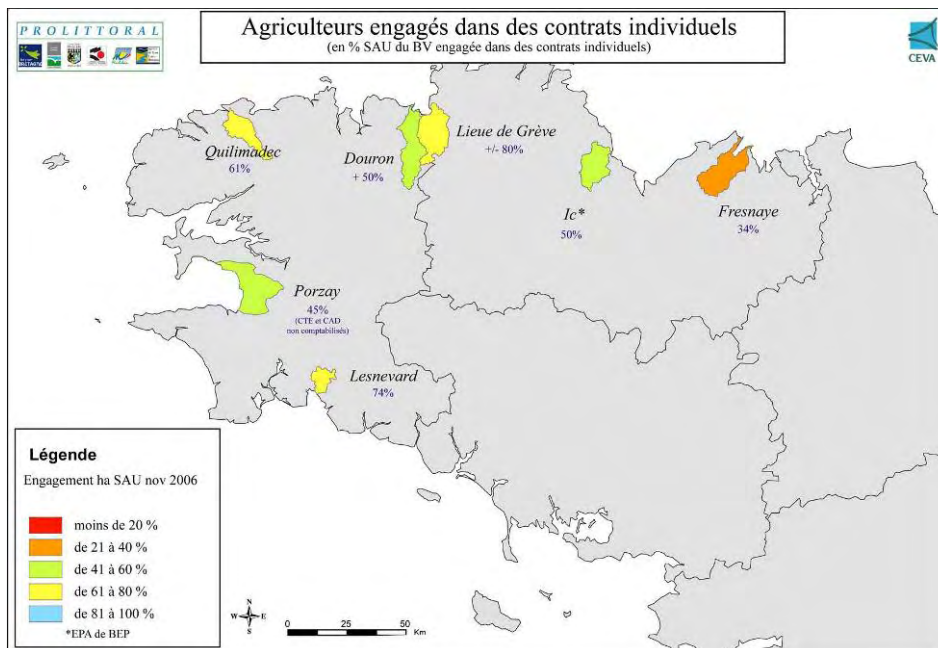
La carte 5 présente les contrats de bassin versant ayant fait l'objet d'une signature de programme pluri annuel ainsi que les périodes concernées.



Carte 5

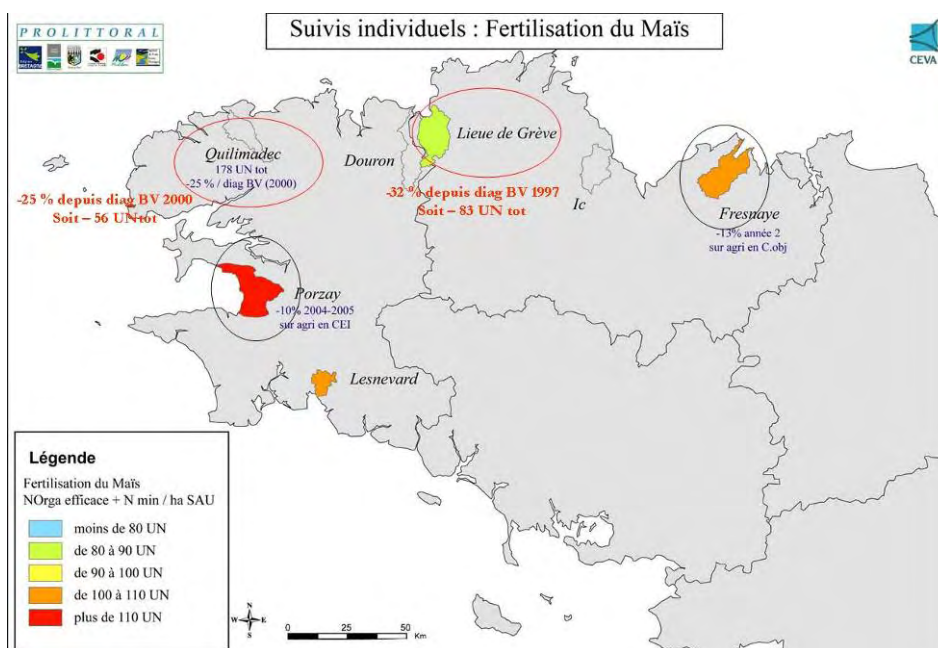
Les porteurs de programme ont chacun, en concertation avec les agriculteurs, défini des outils individuels d'engagement des agriculteurs : suite à un diagnostic individuel de la situation de l'exploitation et des pratiques, le porteur de programme et l'agriculteur définissent ensemble des objectifs de bonnes pratiques à mettre en place ou à conforter. Le porteur s'engage auprès de l'agriculteur à apporter un conseil adapté à l'agriculteur qui, lui, s'engage à mettre en place les pratiques préconisées. L'outil individuel s'appuie, sur chacun des bassins versants, sur l'adoption de pratiques de fertilisation équilibrée aux besoins des cultures, la couverture hivernale des sols et divers autres outils définis localement pour répondre aux améliorations à entreprendre sur chaque exploitation (gestion des prairies, amélioration des rotations/assolement, adaptation des cultures à la sensibilité des parcelles vis-à-vis des transferts de nitrates, aménagement de l'espace,).

Les objectifs d'engagement des agriculteurs affichés par les porteurs de programme sont partout élevés (taux d'engagement prévu de 100 % pour le bassin versant de la Lieue de Grève). L'avancement actuel des engagements individuels est variable d'un bassin à l'autre comme le montre la carte 6, dépendant en particulier des dates de démarrage des contrats pluri annuels (le bassin versant de la Fresnaye, signé en décembre 2004, n'a démarré les engagements individuels des agriculteurs que durant la saison 2004-2005). La carte 6 présente les engagements au mois de novembre 2006. La durée des engagements individuels est de deux ou plus généralement trois ans ; les évolutions de pratiques ne sont donc pas immédiatement en place une fois les contrats signés.

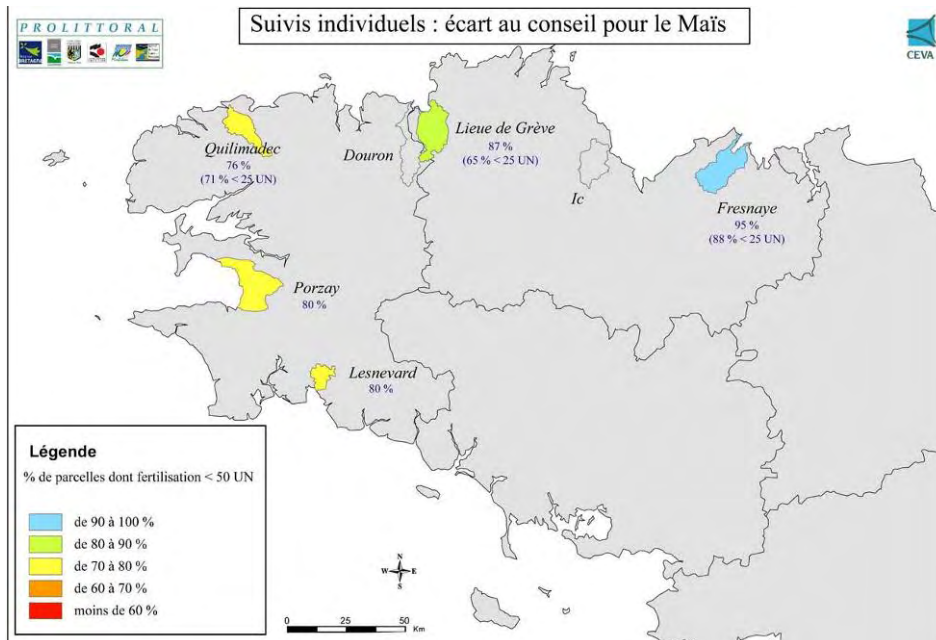


Carte 6 (actualisation novembre 06)

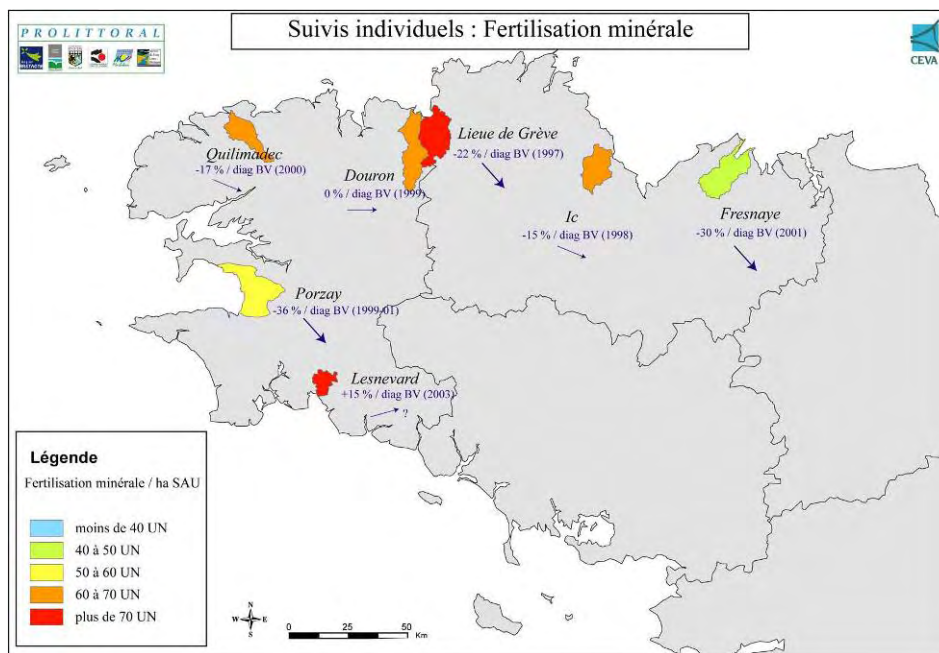
Pour chaque contrat d'engagement signé, les évolutions de pratiques et de pression azotée sont suivies annuellement. Le recul est encore insuffisant pour pouvoir évaluer partout les évolutions qui ont pu être permises par ces contrats. Sur certains des bassins versants les données recueillies permettent d'attester de nettes améliorations de pratiques entre le diagnostic initial du bassin versant et les pratiques actuelles même si des marges de progrès subsistent encore pour atteindre les objectifs définis dans les contrats. Ainsi la fertilisation du maïs (point « noir » dans le diagnostic initial des pratiques de fertilisation) pour les agriculteurs engagés dans des contrats individuels sur le bassin versant de la Lieue de Grève a-t-elle baissé de plus de 30 % par rapport aux pratiques relevées chez ces mêmes agriculteurs lors du diagnostic initial de 1997. Les quatre cartes suivantes proposent des illustrations des pratiques et de leurs évolutions. Pour plus d'informations, il convient de se rapporter aux programmes de bassin versant eux même qui établissent ces suivis de pratiques agricoles (données parfois difficiles à comparer entre BV en fonctions des indicateurs utilisés, etc..).



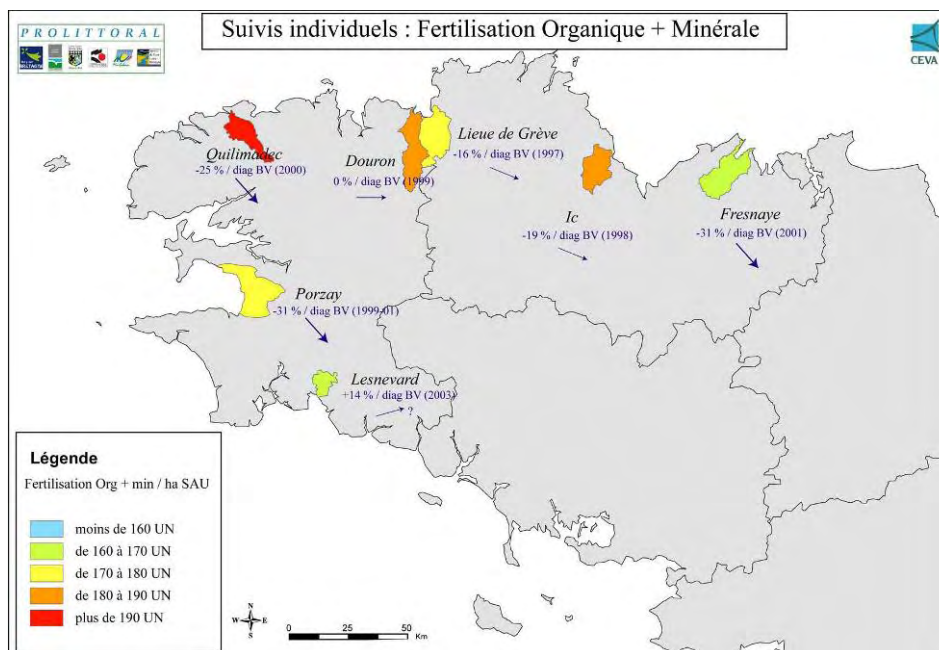
Carte 7 (actualisation novembre 06)



Carte 8 (écart entre le conseil donné pour une fertilisation équilibrée et la fertilisation appliquée ; actualisation novembre 06)

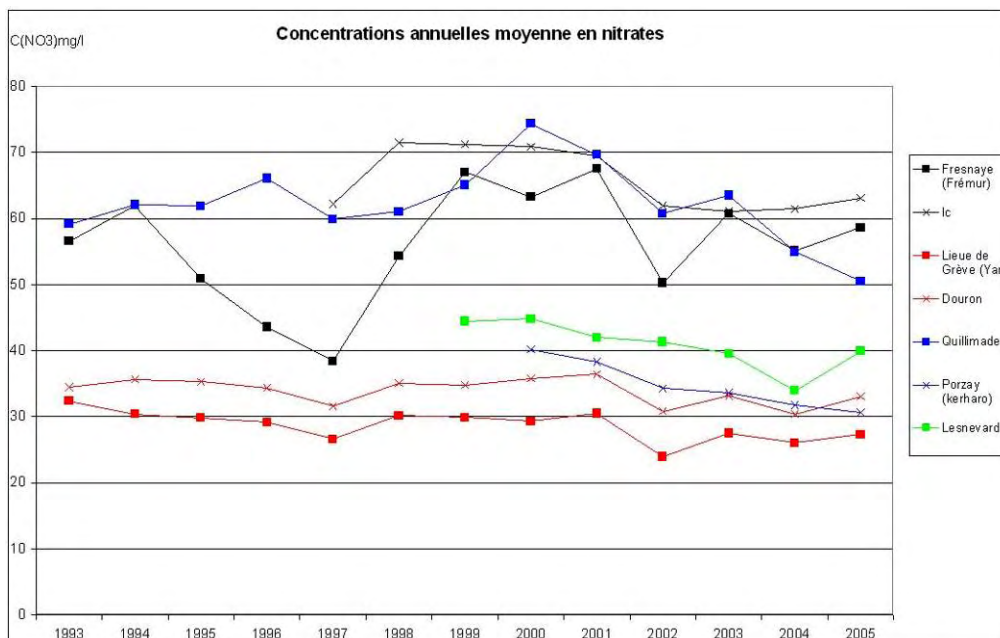


Carte 9 (actualisation novembre 06)



Carte 10 (actualisation novembre 06)

Chaque porteur a défini dans son programme pluri annuel des objectifs en terme d'engagement des agriculteurs, de pression azotée et de pratiques agronomiques. Les objectifs de qualité de l'eau à atteindre, par contre, n'ont pas pu être chiffrés partout au terme du contrat, étant donnés les temps de réaction des bassins versants aux changements de pratiques qui ne sont pas connus précisément. Ces temps de réaction puis de mise à l'équilibre sont fonction des temps de transfert des nitrates entre les parcelles et la nappe (fonction de la distance entre chaque parcelle et la nappe donc variable suivant la position des parcelles ; compris entre quelques mois et une dizaine d'année) et des temps de vidange des nappes (fonction de la taille de l'aquifère mais aussi de la distance entre un point de la nappe et l'exutoire, de la porosité de l'aquifère ; de quelques mois à quelques années). Aussi, 10 à 15 ans peuvent être nécessaires entre la mise en place des nouvelles pratiques et le plein résultat sur la qualité de l'eau (teneurs en nitrates à leur nouvel équilibre). Pour autant la diminution des teneurs en nitrates devrait être progressive et visible dès les premières années suivant une limitation des fuites à la parcelle. Afin de faire un point sur l'évolution de la qualité de l'eau par bassin versant en utilisant des méthodes comparables, le CEVA a réalisé une synthèse des données de flux et de concentration par cours d'eau. Le graphe suivant en propose une illustration des teneurs relatives en nitrate sur les différents cours d'eau dans le temps.



La prolifération d'une année quant à elle dépend des flux de nutriments de l'année (plus particulièrement les flux de la période printemps été), eux-mêmes très liés à la pluviosité de l'année. L'histogramme suivant permet de rendre compte de la variation des flux arrivant dans les baies en fonction des années climatiques (la composante débit étant la composante principale de ces évolutions). On y perçoit nettement le caractère particulier des dernières années climatiques.



Afin de montrer la particularité des bassins versants faisant l'objet d'action dans le cadre du programme Prolittoral et l'avancement des programmes locaux, des fiches de synthèse de chaque bassin versant ont été dressées. Synthétiser ainsi les programmes de bassin versant est particulièrement difficile et forcément réducteur. Seuls certains éléments sont présentés ici, à titre d'illustration. Aussi, pour percevoir la réalité des programmes, il convient de se reporter aux programmes eux-mêmes. Les fiches sont présentées en annexe, dans l'ordre géographique, en partant du nord-est de la Bretagne vers l'ouest puis le sud.

2- VOLET CURATIF : RAMASSAGE ET GESTION DES ALGUES VERTES

2.1- Contexte

Depuis les années 80, le CEVA suit les ramassages d'algues vertes effectués par les communes. **Le suivi des volumes ramassés, s'il n'est pas nécessairement un bon indicateur de l'évolution des marées vertes renseigne sur les nuisances ressenties par les riverains et les efforts consentis par les communes.** En effet, on constate que le ramassage est loin d'être proportionnel aux volumes présents. Certains secteurs peu fréquentés peuvent comporter de gros échouages sans qu'aucun ramassage ne s'y déroule. Le ramassage est considéré comme un indicateur des nuisances ressenties par les riverains qui, plus ou moins directement font pression sur les communes pour qu'elles organisent le ramassage. Le ramassage étant déclenché par les équipes municipales, on peut également constater que les volumes ramassés varient en fonction de ces décisions (budget prévu pour le ramassage, possibilité d'élimination des algues ramassées, chantier en régie ou en prestation extérieure,...). Ainsi, par le passé, certaines communes ont vu leurs ramassages augmenter de façon importante par changement de stratégie de ramassage de la municipalité sans que l'on puisse mettre en évidence des échouages supérieurs. Enfin, les conditions d'échouage sont variables d'un site à l'autre et dépendent des conditions météorologiques (force et direction du vent, houle). Certains sites vont avoir tendance à être plus affectés par les échouages alors même que les quantités d'algue totales sur le site sont moindres que sur d'autres sites.

2.2- Effort de ramassage par les communes

Les algues vertes, une fois échouées sur les plages, provoquent des nuisances, principalement quand elles se dégradent par l'odeur nauséabonde qui s'en dégage. Les communes, pour limiter les nuisances, procèdent au ramassage de ces algues. Celles-ci doivent ensuite être éliminées. L'estimation du CEVA se base sur l'interrogation annuelle de toutes les communes littorales bretonnes. Pour les années 1997 à 2005, les volumes collectés sur l'ensemble du littoral breton sont estimés entre 45 et 70 000 m³ par an avec une moyenne sur ces années de 60 000 m³ environ. **Pour l'année 2006, les niveaux de ramassages sont historiquement bas : 42 000 m³ collectés au niveau régional.** Cela coïncide bien avec la plus faible prolifération mesurée (volet Transversal) et notamment le fait que la marée verte a été beaucoup plus courte que les autres années (démarrage plus tardif).

A l'avenir, le ramassage des algues pourrait s'intensifier car il devrait permettre de participer à la lutte contre les proliférations. En effet, la précocité et l'importance locale de la marée verte dépendent des stocks résiduels hivernaux qui subsistent au large des sites. Le ramassage de ce stock hivernal devrait permettre d'améliorer la situation sur certains sites par deux aspects :

- enlèvement d'algues pour qu'au printemps, quand les conditions physiques (éclairage, température) deviennent propices aux proliférations, la croissance des algues vertes parte d'un niveau qui soit le plus bas possible,
- enlèvement de matière organique qui, en enrichissant le sédiment des sites, peut constituer une source secondaire de nutriments en période de prolifération.

Il est cependant important de souligner le rôle positif des laisses de mer « naturelles » pour l'écosystème côtier. Les échouages massifs d'algues vertes se distinguent des laisses de mer de « goémon » par l'importance des quantités échouées et surtout par la putréfaction rapide des algues vertes rejetées en haut de plage et non reprises par les marées.

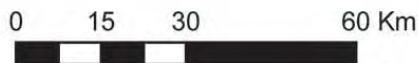
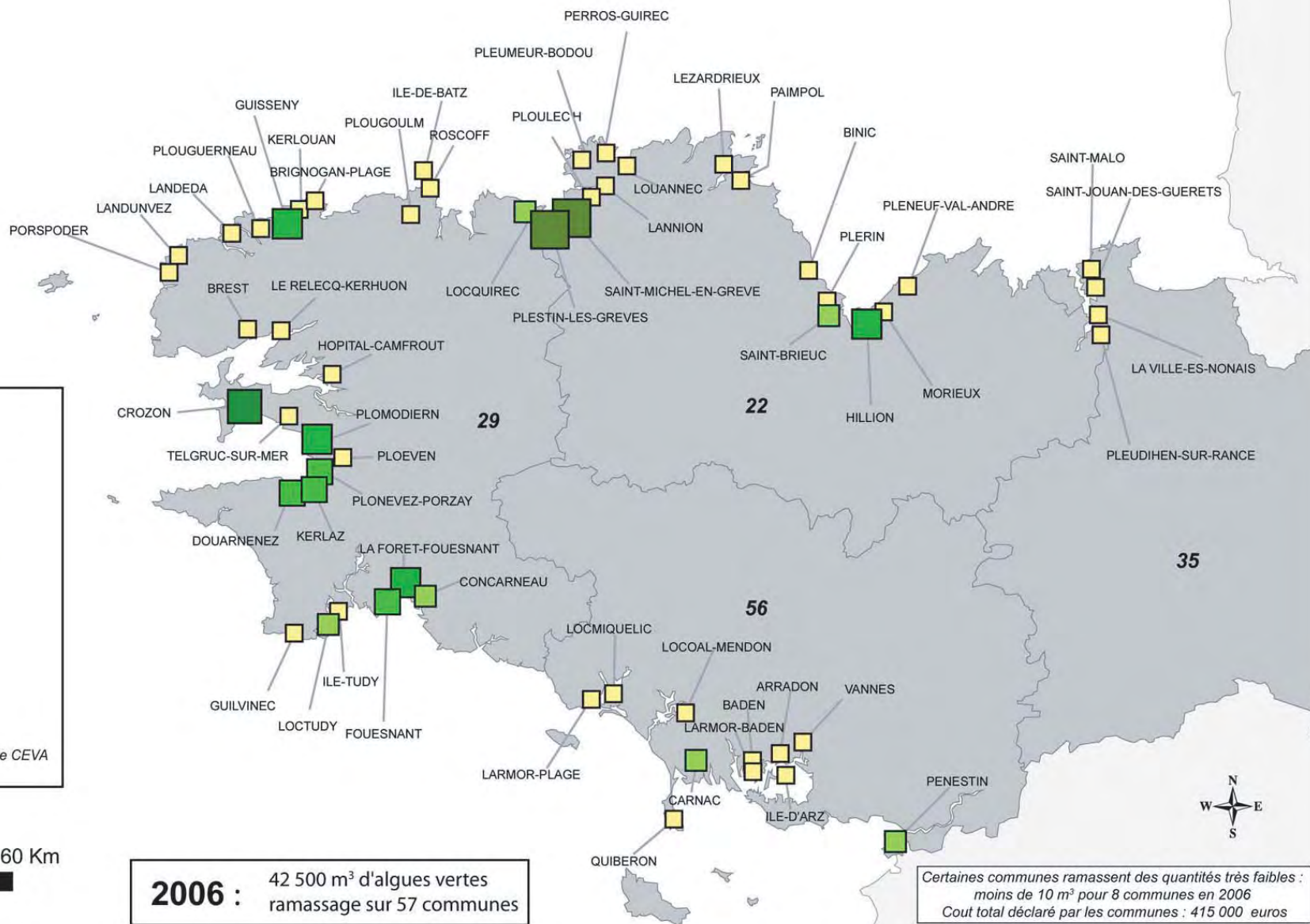
Effort de ramassage par les communes

Volume d'algues vertes ramassé en Bretagne en 2006

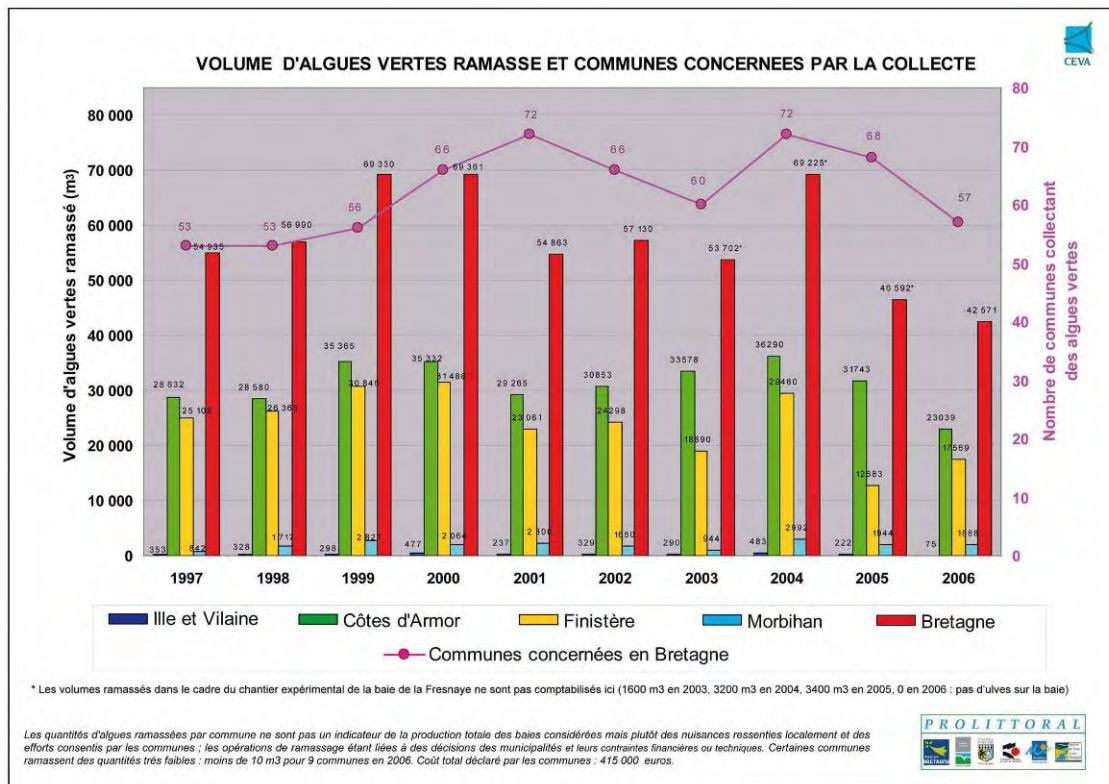
Volume d'algues vertes ramassé (V : en m³)

- moins de 375 m³
- de 375 à 750 m³
- de 750 à 1500 m³
- de 1500 à 3000 m³
- de 3000 à 6000 m³
- plus de 6000 m³

Sources : mairies, services techniques, enquête CEVA



On constate sur la **carte 11** que le ramassage concerne une soixantaine de communes (mais moins de 50 communes ramassent des volumes supérieurs à 10 m³ ce qui représente moins d'une remorque). **Sur 15 communes, les volumes ramassés dépassent 500 m³ ; ces communes représentent 90 % du ramassage régional** (4 communes ont ramassé plus de 2000m³ et représentent 55 % du volume régional). Le coût total du ramassage des algues vertes s'élève d'après les enquêtes à 415 000 € pour 2006.



Après une année 2005 déjà très inférieure aux années antérieures pour ce qui concerne le ramassage, l'année 2006 se situe à un niveau historiquement bas. Ce niveau particulièrement bas est dû en premier lieu au plus faible ramassage sur les communes des Côtes d'Armor. Les communes du Finistère, si elles totalisent un ramassage un peu supérieur à 2005 sont elles aussi à un niveau de ramassage particulièrement bas par rapport aux années antérieures.

2.3- Gestion des algues vertes

Les réponses des communes sur le mode de gestion des algues ramassées nous donnent pour 2006 : 56 % des algues épandues sur les terres agricoles, 26 % compostées, 18 % stockées. On peut noter la part plus importante qu'en 2005 du stockage ce qui est en bonne partie dû à une commune ayant déclaré de gros volumes mis en décharge en 2006 (plus de la moitié de la mise en décharge régionale).

Le stockage en décharge n'étant pas une solution pérenne (ni réglementairement ni environnementalement), il convient de trouver d'autres débouchés. L'épandage agricole en frais constitue une des voies mais n'est pas adapté à toutes les situations notamment pour les zones ayant déjà beaucoup de matières organiques à gérer (ZES). Ce débouché, pour être correctement mené demande une organisation logistique importante et est une solution adaptée pour certains sites. C'est ce type de valorisation qui est en place pour les algues ramassées sur le site de la baie de la Lieue de Grève, par exemple (Saint Michel en Grève / Plestin les Grèves, sous maîtrise d'ouvrage « Lannion

Trégor Agglomération » avec appui financier du Conseil Général des Côtes d'Armor). Les apports d'algues vertes doivent alors être comptabilisés dans le plan de fumure de sorte à venir en déduction de la fertilisation organique ou minérale apportée par ailleurs.

Le co-compostage permet d'avoir une plus grande souplesse dans la gestion des algues ramassées puisqu'il évite d'avoir à trouver, en temps réel, des parcelles d'épandage. Les composts obtenus peuvent ensuite être plus facilement transportés (stabilisation du produit obtenu, réduction du volume et du poids) vers des zones où ces apports en matières organiques sont recherchés (zones légumières notamment). Les algues vertes ne pouvant être compostées seules, il faut trouver des substrats carbonés à mélanger aux algues. Ce type de valorisation suppose donc une logistique importante (approvisionnement en sources carbonées, retournement des andains) et des infrastructures (plate forme de compostage équipées pour récupérer les jus, matériel pour manipuler les tas). Les sources carbonées utilisées peuvent être des déchets verts, de la paille (matériau non utilisé actuellement car induit des coûts importants), du compost urbain. Plusieurs plates formes fonctionnent actuellement avec des déchets verts et une avec des composts urbains.

Pour aider les communes dans leur gestion des algues vertes ramassées, le Conseil Général des Côtes d'Armor apporte son soutien financier aux opérations d'épandage et de compostage (aide à l'investissement et au fonctionnement pour les plateforme). Le Conseil Général du Finistère aide les collectivités pour leur investissement dans les plates formes de compostage.

3- VOLET TRANSVERSAL : ANIMATION/COORDINATION, SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX ET EXPERIMENTATIONS APPLIQUEES

Les attentes des collectivités en matière d'expertise et de suivi des proliférations d'algues vertes sont fortes ; une **évaluation permanente et objective** de leur évolution est nécessaire pour :

- répondre à une demande sociétale de plus en plus large en matière d'information sur la qualité de l'environnement : mesure objective du phénomène et de son évolution,
- mieux comprendre le fonctionnement des sites par l'analyse des proliférations en fonction des années climatiques,
- arbitrer conflits et contestations locales sur l'observation et l'interprétation de divers types de proliférations (échouages d'algues : marées vertes ou pas marées vertes ?),
- sensibiliser les acteurs impliqués dans les processus de pollution à la base de ces proliférations,
- définir des besoins et dimensionner des réponses en matière de lutte et de prévention contre ces phénomènes (dans les domaines préventifs comme curatifs),
- évaluer enfin les résultats des actions conduites sur le long terme dans les bassins versants.

Le CEVA a, ces dernières années, développé des outils de diagnostic et de suivi des marées vertes qui permettent d'identifier le phénomène dans les nouveaux sites ou de contrôler son évolution pluriannuelle de façon objective (identification d'espèces, interprétation de profil saisonnier de composition des algues, cartographie quantitative des biomasses accessibles à l'observation aérienne ou nécessitant la mise en œuvre des moyens d'observations sous-marines)

Cette capacité opérationnelle d'intervention était mise, à l'origine, à disposition du Conseil Général des Côtes d'Armor, et de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et, par la suite, des collectivités bretonnes, communautés de communes du premier programme « bassins versants algues vertes » pour les différents problèmes de proliférations algales rencontrés. Depuis 2002, cette action est coordonnée et renforcée dans le cadre du programme PROLITTORAL. Il s'agit essentiellement d'utiliser les indicateurs disponibles pour caractériser et mesurer de manière objective la progression des phénomènes comme le recul espéré dans les sites ou des mesures de restauration auront été prises. Les suivis permettent aussi de mieux comprendre le fonctionnement de chaque site par l'analyse de leur réaction aux différentes situations climatiques annuelles.

Le volet transversal comporte 3 actions :

- **Animation/coordination du programme**
- **Suivis environnementaux des marées vertes**
- **Essais et expérimentations appliquées**

3.1- Animation/coordination du programme

La réussite d'un programme tel que Prolittoral suppose la mise en œuvre de moyens d'animation/coordination pour permettre :

⇒ d'assurer l'animation et le secrétariat du comité de Pilotage (Région, quatre Départements, Agence de l'Eau)

- ⇒ de conseiller les structures porteuses de programmes bassins versants (7 bassins concernés), mise en réseau des bassins versant Prolittoral
- ⇒ d'apporter un soutien aux collectivités littorales dans leur mission d'information et de sensibilisation auprès du public, des milieux professionnels et associatifs sur le phénomène de marées vertes (100 communes littorales concernées).

L'action d'animation / coordination s'est traduite en 2006 par :

- 9 comités de pilotage du programme (Région Bretagne, les 4 Départements, l'Agence de l'Eau),
- mise en réseau des bassins versants : réunions régulières avec l'ensemble des coordinateurs de bassin versant, rencontres sur les bassins versants, ...
- participation aux comités de pilotages, de suivi technique, groupe de travail, des différents programmes de bassin versant,
- réunion d'étape réunissant à Morlaix, le 15 novembre 2006 les porteurs de programme de bassin versant et les financeurs du programme Prolittoral et tous les acteurs régionaux concernés par les marées vertes,
- réunions d'information sur les marées vertes et le programme Prolittoral auprès des collectivités, associations, groupements professionnels, scolaires (plus de 30 interventions en 2006),
- interface avec l'INRA pour la rédaction de la synthèse : Pratiques agricoles, fuites de nitrates et qualité de l'eau,
- Synthèse sur la qualité de l'eau sur les BV de Prolittoral : débits, concentration et flux de nutriments arrivant au littoral,
- enquête auprès des communes sur les ramassages des algues vertes en Bretagne,
- veille thématique internationale sur les proliférations d'algues et les solutions envisagées pour y remédier,

3.2- Suivis environnementaux des marées vertes

Les types de suivi mis en place sont :

- un suivi régional qualitatif et semi-quantitatif à partir de survols aériens,
- une évaluation des stocks totaux atteints dans les 8 grands secteurs à marées vertes bretons (stocks sur plages + stocks infralittoraux, stocks maximaux estivaux + résiduels hivernaux),
- un suivi d'indices d'eutrophisation par les quotas azotés internes des algues dans les 20 principaux sites touchés.

3.2.1- Dénombrement de sites touchés par une marée verte à ulves

Le but de ce dénombrement est de suivre l'évolution du phénomène de marée verte sur l'ensemble du linéaire côtier compris entre le Mont Saint Michel et La Baule. Pour cela, le premier niveau est de compter tous les sites qui sont touchés par des échouages anormaux d'ulves et ceci quelque soit l'importance de ces échouages. Les sites concernés peuvent donc être atteints par des échouages sporadiques de faible importance.

✓ Méthode

Le dénombrement des sites à l'échelle de la Bretagne est réalisé, par survols aériens. Ces survols sont effectués en avion CESSNA, en deux journées pour ce suivi régional exhaustif.

Les survols ont lieu aux heures de basse mer des zones survolées et se déroulent lors de coefficients de marée les plus forts (supérieurs à 75) afin de pouvoir observer de manière optimale les dépôts sur

l'estran. Ces conditions doivent coïncider avec des caractéristiques météorologiques suivantes : bonne visibilité et plafond nuageux suffisamment haut pour procéder à des photographies qui soient à des échelles convenables.

Une fois les photos acquises, des équipes sont rapidement mobilisées et dépêchées sur le terrain afin de valider ou non le constat de « site d'échouages d'ulves ». De plus, ces équipes recueillent des échantillons d'algues, ainsi que des informations relatives au type de dépôt et au mode de croissance (présence de base indicatrice d'une phase fixée récente dans la vie de l'algue...).

Les sites repérés par avion sont classés comme sites à « échouages d'ulves » à partir du moment où les dépôts sont décelables par avion et les vérités-terrain mettent en évidence une proportion « anormale » d'ulves (visuellement un tiers d'ulves dans l'échouage). Une partie de ces sites sont des sites d'échouage de goémon, parfois de très petite taille (quelques dizaines ou centaines de mètres carrés). Dans la mesure où la présence d'ulves est significative, le site est classé car on ne peut exclure un lien avec l'eutrophisation du milieu qui provoque une croissance « anormale » des algues et des algues vertes plus particulièrement (croissance rapide de ces algues). Les vasières, si elles sont, en plus ou moins grande partie, couvertes par des ulves sont également classées comme touchées. Il est important de répertorier ces sites (réponses à des riverains préoccupés par ces échouages, « alerte précoce » en cas d'apparition d'échouages plus ou moins importants et devenant réguliers). Ces sites ne peuvent pour autant être assimilés aux quelques grands sites régionaux dits à « marées vertes », sur lesquels la production d'ulves est considérable et dure plusieurs mois de l'année, provoquant des échouages massifs, sources de nuisances pour les riverains et touristes. Aussi, l'importance de la marée verte de l'année sera qualifiée de façon plus fine à travers l'indicateur des surfaces couvertes par les ulves.

✓ Missions réalisées en 2006

Un survol général des côtes, du Mont Saint Michel à La Baule, a été réalisé à 4 périodes de la saison 2006 :

- Mai (survol aérien le 14 et le 15), (coeff. 84/83)
- Juillet (survol aérien le 11, 12 et le 13), (coeff. 84/87/93)
- Août (survol aérien le 8 et 9), (coeff. 79/92)
- Octobre (survol aérien le 9, 10 et le 11), (coeff. 111/101/86)

✓ Résultats 2006

La **carte 2** présente les sites qui ont été repérés en juillet ou août 2006 (période permettant des comparaisons pluriannuelles). On y distingue les sites sur sable « classiques » pour lesquels des dépôts d'ulves sont notés sur des estrans sableux. L'importance des surfaces colonisées sur les plages a été ajoutée au dénombrement pour rendre compte des différences de taille rencontrées.

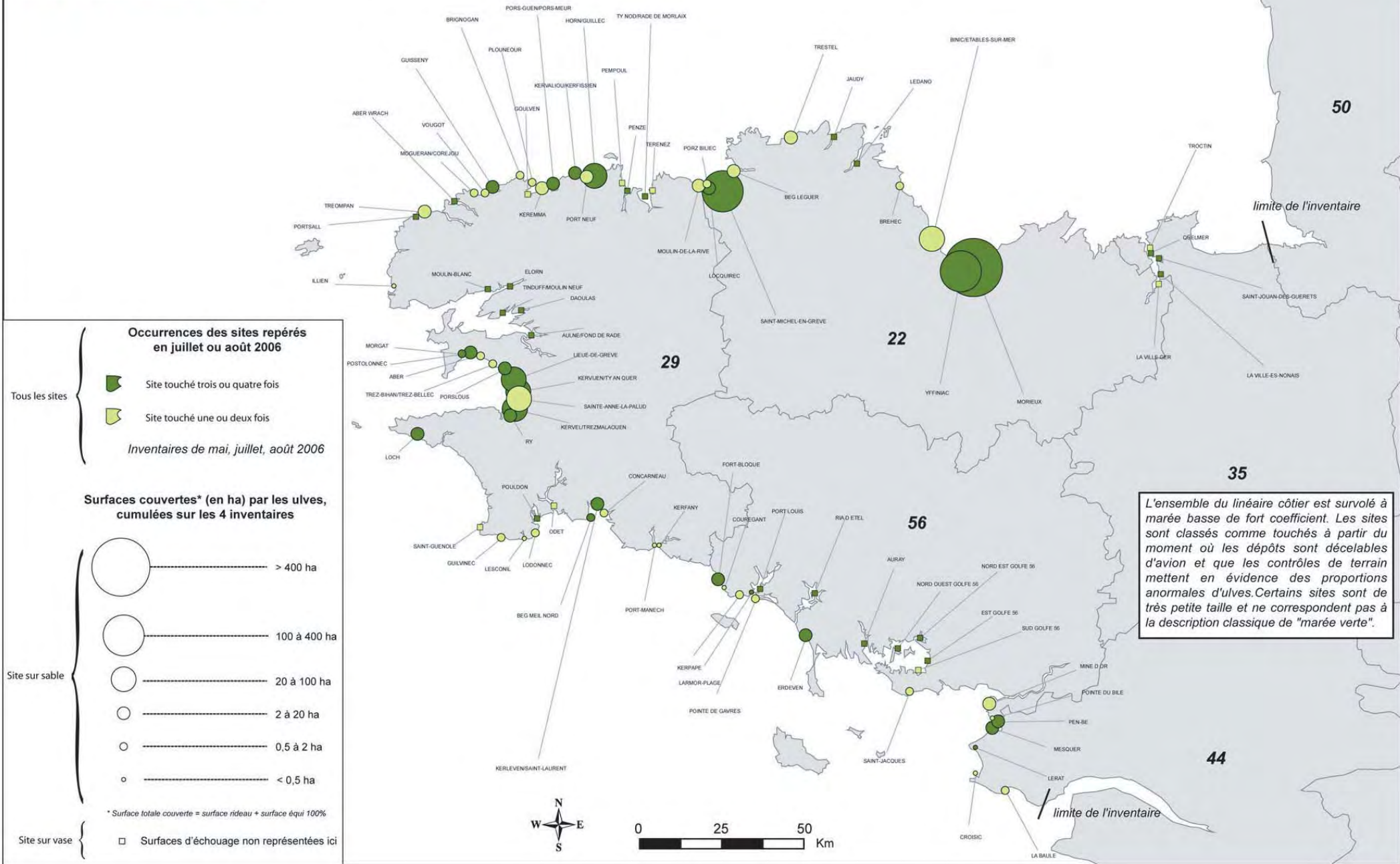
Les sites présentant des échouages sur vasières sont représentés avec un autre figuré car sur ces sites la prolifération a des caractéristiques différentes (pas de développement de rideau, algues peu mobiles, plus ou moins enfouies dans la vase, vasières colonisées par d'autres algues vertes filamenteuses) et l'utilisation qui est faite de ces milieux est différentes des plages.

En 2006, on a ainsi pu déterminer **84 sites touchés par des échouages d'ulves** lors des inventaires de juillet ou août dont 56 étaient touchés lors des deux inventaires. 55 sont des sites sur plages de sable et 29 sur vasières.

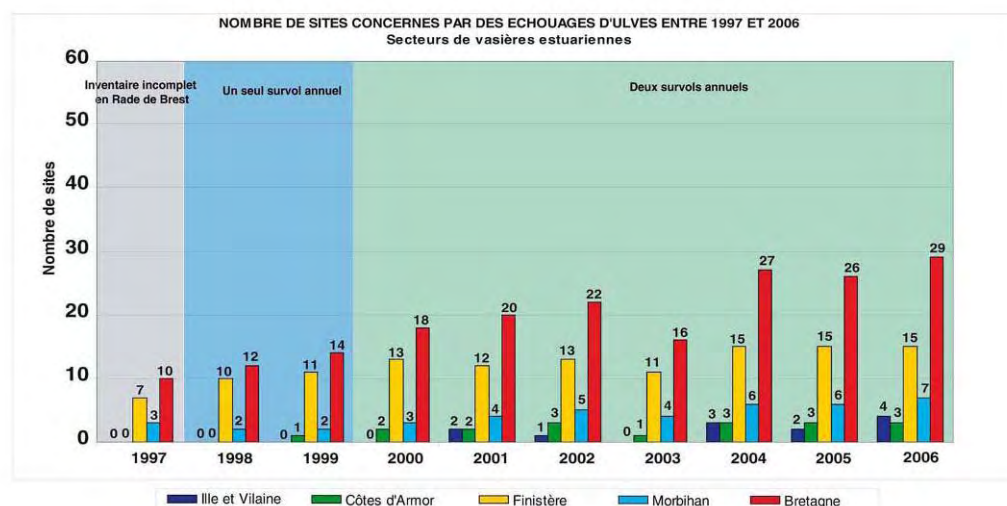
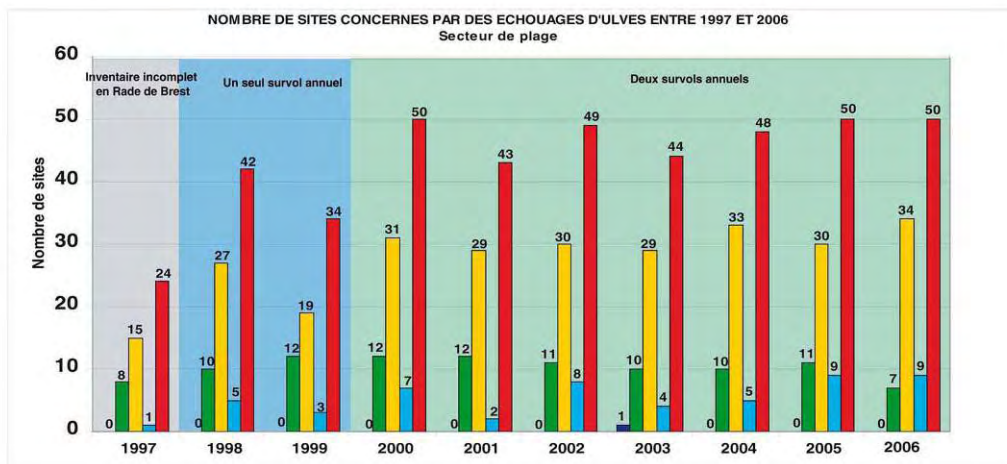
Comme les années précédentes, on dénombre plus de sites touchés en juillet qu'en août : 81 en juillet contre 59 en août. Certains, parmi les sites considérés, présentent des dépôts très modestes mais sont tout de même retenus dans l'inventaire. Les méthodes de mesure des surfaces des dépôts sont présentées dans la partie 3.2.2.

Echouages d'ulves observés en juillet ou août 2006

Fréquence et surfaces d'échouage



Sur les 84 sites, 79 se trouvent en Bretagne (seule une petite partie de la Loire Atlantique est survolée : 50 km environ). La répartition par département ainsi que l'évolution depuis 1997 est présentée dans les diagrammes suivants.



Date des inventaires					
1997*	1998	1999	2000**	2001**	2002**
19, 20 et 31 juillet	25, 26 et 30 juillet	10 et 12 août	4 et 5 juillet puis 29 et 30 août	21 et 22 juin puis 6 et 7 septembre	10 et 11 juillet puis 8 et 9 août
2003**	2004**	2005**	2006**	* : inventaire incomplet en rade de Brest	
14 et 18 juillet puis 13 et 14 août	19 et 20 juillet puis 19 et 20 août	21 et 22 juillet puis 19 et 23 août	11, 12, 13 juillet puis 8 et 9 août	** : données cumulées à partir de 2 survols aériens	

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont retenus 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". Les années antérieures à 2000 ne comportant qu'un inventaire annuel peuvent difficilement être directement comparées aux années postérieures. L'amélioration des suivis plus approfondis, en partie au moins, d'expliquer l'évolution du nombre de sites, en particulier sur les vasières qui font, au fil des années, l'objet de survols plus approfondis (fonds de Ria).



La taille des « sites à ulves » étant très variable, le nombre de ces sites n'est pas nécessairement un bon indicateur de l'importance globale du phénomène sur un secteur côtier. Le département du Finistère comporte le plus grand nombre de site, suivi des Côtes d'Armor puis du Morbihan et Ile et Vilaine.

Les inventaires des sites sur le littoral entre le Mont Saint Michel et la Baule ont permis de repérer un nombre important de sites touchés par des échouages d'ulves en 2006 : 84 sites en période estivale. On peut, en outre, remarquer :

- Des sites de tailles très inégales qui sont loin de tous répondre à l'image des sites de « marée verte » (cf. paragraphe 3.2.2 pour l'analyse des surfaces),

- Un nombre de site sur plage comparable aux années antérieures pour lesquelles on dispose de deux survols l'été,
- Une proportion particulièrement importante des sites de vasière dans le total des sites en 2006 (35 %),
- Des sites touchés par des proliférations d'autres algues que les ulves (algues vertes filamenteuses, Entéromorphes et Cladophora, mais aussi, sur l'Est des Côtes d'Armor des Pylaiella, algues brunes filamenteuses, sur l'ensemble de la saison alors que ces sites sont habituellement concernés par de gros échouages d'ulves)

✓ Evolution pluriannuelle

Si l'on suit l'évolution depuis 2000, première année pour laquelle deux inventaires étaient réalisés en période estivale, l'année 2006 se place, pour « les sites de plage » à un niveau comparable aux années antérieures. Le nombre de sites sur vasières, par contre, est en augmentation assez régulière. Le repérage des sites a cependant plutôt un intérêt local, permettant de prendre en compte puis d'archiver des observations locales. La somme régionale de ces observations locales permet tout de même de tirer des enseignements sur le phénomène général mais il convient de noter que les sites sont d'importance très variable ce qui n'est pas pris en compte dans ce suivi. Par ailleurs, l'augmentation du nombre de sites répertoriés peut également être mis en relation avec la meilleure connaissance des sites par le CEVA (notamment les prospections plus poussées des Ria ce qui expliquerait en partie l'augmentation des sites dits de vasières) et par les efforts déployés pour visiter tous les sites, même de petite taille. Les séries ne sont cependant pas suffisantes pour conclure, à partir de ce suivi, sur l'évolution à plus long terme du phénomène de marée verte et sa stabilisation éventuelle.

En utilisant l'ensemble des inventaires (1997 à 2006), on peut représenter les sites en fonction du nombre de fois que ceux-ci ont été touchés sur les dix années. Cela permet de faire un filtre et de ne garder visuellement sur la carte que les sites qui sont touchés régulièrement par des échouages d'ulves. Ainsi, les sites qui connaissent des échouages exceptionnels (échouages après des coups de vent, envahissement inhabituel de sites voisins par des algues venant d'un autre site,...) ne sont pas représentés sur la **carte 13**. Les sites qui sont touchés régulièrement, même par des quantités qui peuvent être faibles, (une cinquantaine entre le Mont Saint Michel et La Baule) apparaissent plus nettement.

Sites les plus fréquemment concernés par des échouages d'ulves entre 1997 et 2006



3.2.2- Estimation quantitative surfacique

Le dénombrement de sites permet d'avoir une perception des lieux affectés par les échouages d'ulves mais ne permet pas de distinguer l'ampleur des échouages. Certains des sites retenus dans le dénombrement correspondent à des dépôts minimes de quelques centaines de mètres carrés, d'autres à des couvertures de vastes estrans. Pour suivre le phénomène, il apparaît donc important de pouvoir distinguer les sites en fonction des surfaces concernées.

L'estimation des surfaces en algues caractérisant un site donné est compliquée à appréhender par l'irrégularité du phénomène d'échouage ; certains sites peuvent présenter de gros dépôts sous certaines conditions (météorologiques notamment) et très peu à d'autres moments. D'autre part, certains sites développent des marées vertes très précoces (maximum en avril ou mai puis presque plus d'algues à partir de juin) et d'autres, au contraire, connaissent des maximums de dépôt en fin de saison (octobre).

En fonction de la date de la mesure, les résultats peuvent donc être très différents voire contradictoires.

Enfin, la dynamique de développement de la marée verte sur un site renseigne sur le fonctionnement de celui-ci et permet d'envisager les meilleurs moyens de lutter contre ces proliférations tant sur le plan préventif que curatif. De plus, l'analyse de la réaction d'un site aux conditions météorologiques de l'année renseigne sur son fonctionnement et sur la plus ou moins grande résistance de chaque site à la diminution des apports de nutriments.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que le suivi surfacique des principaux sites est effectué de façon mensuelle entre le mois d'avril et le mois d'octobre, même si, sur certains sites aux échouages particulièrement irréguliers, une fréquence de mesure supérieure permettrait d'améliorer encore la perception de l'année.

✓ Méthode

La méthode mise au point par le CEVA pour Prolittoral fait suite à une première méthode mise au point, pour le conseil Général des Côtes d'Armor, pour suivre la dynamique des échouages sur les principaux sites de son linéaire côtier.

L'ensemble des dépôts des sites survolés est photographié. Seuls les sites de développement d'ulves sur des secteurs de plage font l'objet d'estimation surfacique présentées ici. Les sites sur vase sont beaucoup plus difficile à traiter, les vasières étant pour la plupart déjà végétalisées (développement d'algues vertes filamenteuses « enteromorphes ») ; les limites entre les échouages d'ulves et d'enteromorphes ne sont pas toujours apparentes. De plus l'utilisation des vasières est différente des plages et le fonctionnement des « marées vertes » sur ces espaces n'est pas totalement comparables aux situations des sites plus ouverts, sur sable.

Les photos sont ensuite intégrées au logiciel SIG (Système d'Information Géographique). Les photos y sont géoréférencées et donc géométriquement redressées ce qui permet de supprimer les déformations liées à l'obliquité des prises de vue. Pour un même site plusieurs photos sont généralement utilisées, jusqu'à une quinzaine de photos pour les sites les plus importants.

Une fois que les photos sont géoréférencées, elles servent de support au tracé (digitalisation) des éléments suivants :

- délimitation de l'estran correspondant à la surface de la partie du littoral découverte au moment de la photographie d'un site,
- délimitation correspondant à l'emprise du rideau au moment de la prise de vue,
- délimitation des dépôts d'algues sur l'estran,

Pour chaque zone d'échouage, le taux de couverture par les algues est estimé par photo interprétation. Pour pouvoir comparer entre eux les dépôts (entre sites ou sur un même site au cours de la saison) nous avons défini une couverture dite « équivalent 100% de couverture » (pour chaque polygone de dépôt, couverture équivalent 100% = surface couverte x taux de couverture).

✓ Missions réalisées

En plus des quatre survols régionaux, trois autres ont été effectués (en avril, juin puis septembre) pour avoir une donnée par mois sur les principaux sites d'échouage. Les survols de 2006 se sont déroulés aux dates suivantes :

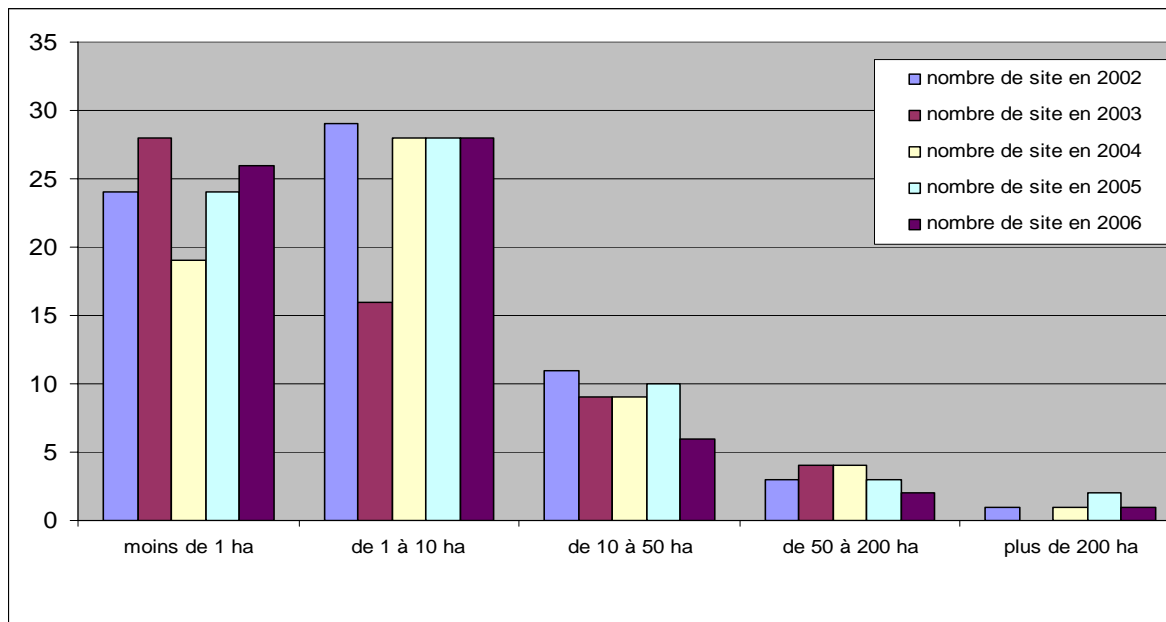
- Avril (survol aérien le 14), (coeff. 88)
- Mai (survol aérien le 14 et le 15), (coeff. 84/83)
- Juin (survol aérien le 15 et 16), (coeff. 77/73)
- Juillet (survol aérien le 11, 12 et le 13), (coeff. 84/87/93)
- Août (survol aérien le 8 et 9), (coeff. 79/92)
- Septembre (survol aérien le 11 et 12), (coeff. 105/91)
- Octobre (survol aérien le 9, 10 et le 11), (coeff. 111/101/86)

✓ Résultats

Le premier résultat concerne la taille des différents sites bretons. Sur l'ensemble des sites ayant fait l'objet d'estimation, on peut noter que les surfaces maximales en ulves lors d'un des sept inventaires (« équivalent 100% » + « rideau ») sont très variables : de moins d'un hectare (0.05ha...) à 255 soit un rapport de 1 à 5000. Le **tableau 1** présente les sites par catégories : il apparaît nettement qu'on a une prédominance de sites de « petite taille », quelques « moyens » et trois qualifiés de « grands sites ». On peut noter que ces trois sites sont les sites les plus connus du public et correspondent aux grandes baies costarmoricaïnes (dont deux sites pour la seule baie de St Briec : Baie d'Yffiniac et Baie de Morieux, ces deux sites étant considérés isolément). Le littoral des Côtes d'Armor est, en effet, caractérisé par de vastes baies qui découvrent largement à marée basse et qui offrent de grands espaces potentiels pour le développement des ulves.

Classes de sites en fonction des surfaces maximales couvertes par les ulves	Catégories de sites	Nombre de sites
moins de 1 hectare	Petits	26
de 1 à 10 hectares	Moyens	28
de 10 à 50 hectares		6
de 50 à 200 hectares	Grands	2
plus de 200 hectares		1

Tableau 1 : Répartition des sites sur sable par classe de taille maximum atteinte en 2006 (7 mesures potentielles)



Répartition par classe de taille (maximum annuel sur 7 inventaires potentiels) des sites présentant des échouages d'ulves sur sable entre 2002 et 2006

La **carte 14** présente, par catégories, les surfaces cumulées au cours des sept inventaires de 2006. **Par la méthode employée, seules les ulves accessibles à l'observation aérienne sont prises en compte.** Aussi, les stocks pouvant être plus au large ne sont-ils pas considérés ici, ce qui a tendance à **sous estimer la marée verte du littoral sud** qui présente une plus forte proportion d'algues dans l'infralittoral (non émergées).

Le **cumul des surfaces** des sept inventaires met en évidence que **90 % de la surface d'échouage régionale se concentre sur 5 grandes baies** (sites des baies de Saint Briec, de Saint Michel en Grève, de l'Horn/Guillec, de Guissény et de Douarnenez).

Si l'on dénombre plus de sites sur le littoral finistérien, la **carte 14** des surfaces des sites montre que les Côtes d'Armor sont touchées par un plus petit nombre de sites mais par les plus importants en surface. Si en 2006, on ne trouve pas de site présentant de grandes surfaces d'échouages sur plage dans le sud Bretagne, il convient de rappeler que les sites du sud Bretagne sont vraisemblablement sous estimés par la méthode employée qui ne prend en compte que les surfaces accessibles à l'observation aérienne. De plus, les surfaces en ulves sur vasières ne sont pas estimées ici. Cependant ce type de site est présent sur le littoral sud avec certains des « grands sites » de vasière régionaux.

✓ Profils de sites caractéristiques

Le suivi des surfaces d'échouages, en plus de la taille de chaque site, permet de percevoir l'évolution du site dans le temps. Ainsi on peut distinguer :

Les sites précoces :

Le développement des algues, très important en début de saison décline rapidement dès le mois de mai.

La précocité de ces sites est très probablement liée à des stocks infralittoraux hivernaux importants. Ainsi, au printemps lorsque les conditions de lumière et de température deviennent progressivement favorables, l'existence de stocks résiduels importants provoque une explosion des quantités d'ulves en situation environnementale saisonnière de non limitation de la croissance des algues par l'azote. Ces sites sont constitués de grandes baies peu profondes ce qui provoque probablement également

un réchauffement de l'eau plus important qu'ailleurs, ce qui est favorable à la croissance précoce des ulves.

Les sites tardifs :

Les premiers mois du suivi sont caractérisés par de faibles échouages puis les surfaces couvertes augmentent régulièrement au fil des mois. Contrairement aux sites précoces, la marée verte de ces sites se reconstitue très probablement à partir de stocks hivernaux réduits ; la température de l'eau semble pouvoir également jouer un rôle important. La plupart des sites finistériens de la côte nord répondent à ce type de comportement.

Une piste complémentaire peut être avancée pour expliquer les marées vertes tardives. Les séquences de démarrage de sites voisins – c'est à dire le fait qu'une marée verte relativement importante apparaisse après une marée verte observée sur un site voisin lors de l'inventaire précédent – peut nous permettre de penser que certains sites subissent un ensemencement provenant d'un site proche. De plus, certaines observations lors des survols viennent étayer cette hypothèse. En effet, il a été constaté que d'importantes quantités d'ulves se déplacent, dans certains cas, au grès des courants. L'approche sous marine de ces relations entre sites apparaît ainsi une nécessité. En terme de lutte contre les proliférations, tant préventive que curative, de telles hypothèses ont bien sûr des implications très importantes.

✓ **Marée verte 2006 par apport aux années antérieures**

Les mesures de surface couvertes par les ulves sont réalisées avec la même méthode depuis 2002. Il est donc possible de comparer les années entre elles.

L'année 2006, très particulière, est caractérisée, pour l'ensemble des sites de plage et sur l'ensemble de la saison, par :

- **Une surface cumulée sur l'année minimale depuis 2002, première année de référence,**
- **32 % de surface cumulée en moins que la moyenne 2002-2005,**
- **21 % de moins que l'année 2005,**
- **44 % de moins que l'année 2004, année maximale de la série 2002-2006.**

La représentation, par mois, du cumul des dépôts de tous les sites permet de percevoir les caractéristiques de la marée verte de l'année : démarrage plus ou moins précoce, maximum atteint plus ou moins tôt et plus ou moins intense, durée de la prolifération. L'histogramme 3 permet de comparer entre elles les années 2002 à 2006 pour chaque mois d'inventaire.

L'année 2006 se distingue très nettement :

- **par un maximum tardif,**
- **bien inférieur aux années précédentes,**
- **et un début de saison à un niveau exceptionnellement bas.**

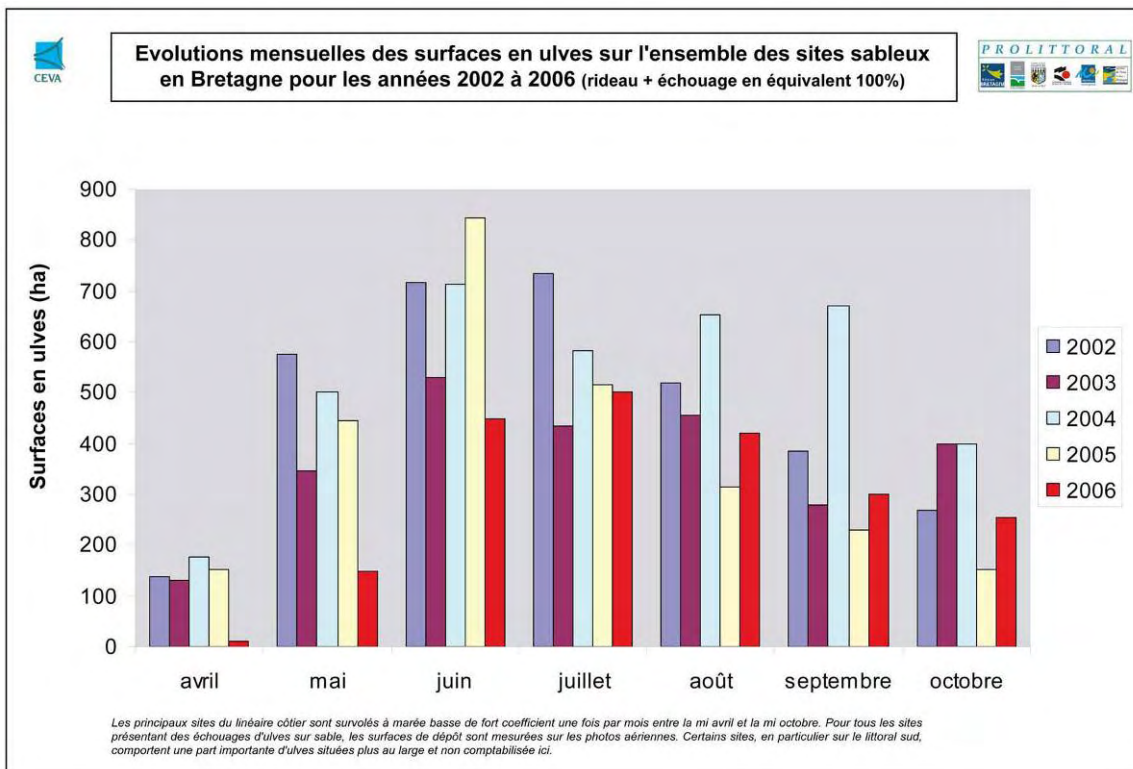
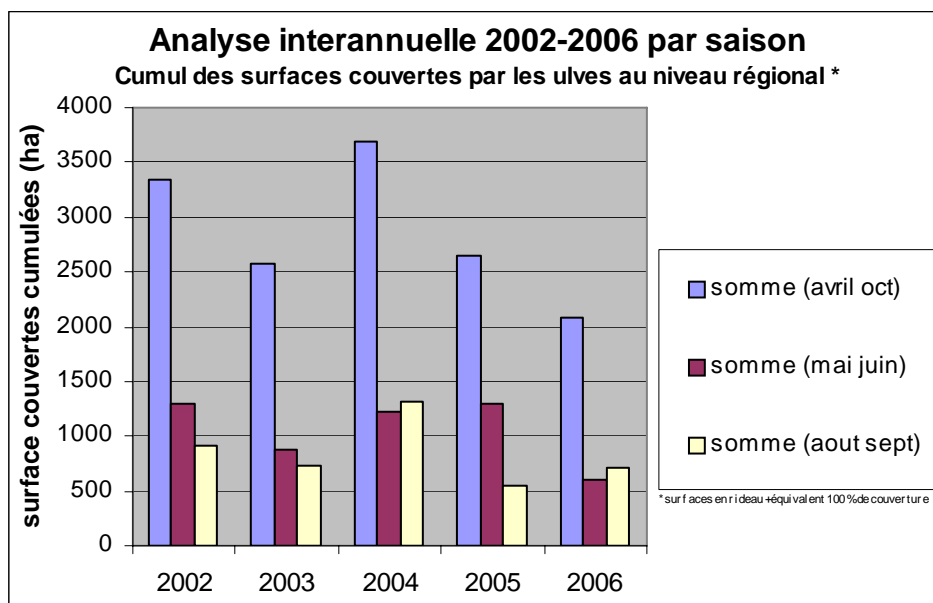


Figure 3 : Surfaces en ulves pour les sites sableux sur les 7 inventaires de 2002 à 2006

L'année 2006 se distingue très nettement par un démarrage beaucoup plus tardif : le niveau en avril est **12 fois inférieur** à la moyenne des années précédente (et 85 % de l'échouage est à cette date sur la baie de Saint Michel en Grève). **En mai, la surface (trois fois inférieure à la moyenne des années 2002-2005) est égale au niveau moyen 2002-2005 du mois d'avril.** **En juin 2006 le niveau est égal à la moyenne 2002-2005 du mois de mai.** On peut donc réellement parler d'un **retard d'un mois sur les trois premières dates d'inventaire.** Ensuite, à partir de juillet la marée verte décline mais de façon relativement lente (entre juillet en septembre la surface est diminuée de 40 % pour l'année 2006, elle l'était de 56 % pour l'année 2005).

Pour l'année 2006, la **faible prolifération du début de saison est renforcée par l'absence d'ulves sur les baies de l'Est des Côtes d'Armor** (Fresnaye principalement) qui habituellement sont concernées par des proliférations importantes et précoces. C'est malgré **tout l'ensemble des sites qui est concerné par une prolifération de début de saison très inférieure aux années antérieures**, au moins pour le mois d'avril (seuls les sites de Saint Michel en Grève et Horn/Guillec sont à un niveau relativement haut à partir de la mi mai).

L'année 2006 peut être analysée par rapport aux années précédentes en distinguant, comme cela avait déjà été proposé en 2005, le **début de saison** (mai+juin) de la **fin de saison** (août+septembre). Ce découpage a été proposé pour faire la part entre les **caractéristiques de l'hiver précédent** (aspect dispersif de l'hiver et température de l'eau) qui permettent d'expliquer la prolifération de début de saison et les **caractéristiques de l'été** (flux de nutriments principalement) qui permettent d'expliquer la fin de saison.



A l'opposé de l'année 2005, cette représentation permet de montrer en 2006 un début de saison (somme mai+juin) particulièrement bas :

- minimum sur la période 2002-2006,
- 50 % inférieur à la moyenne 2002-2005

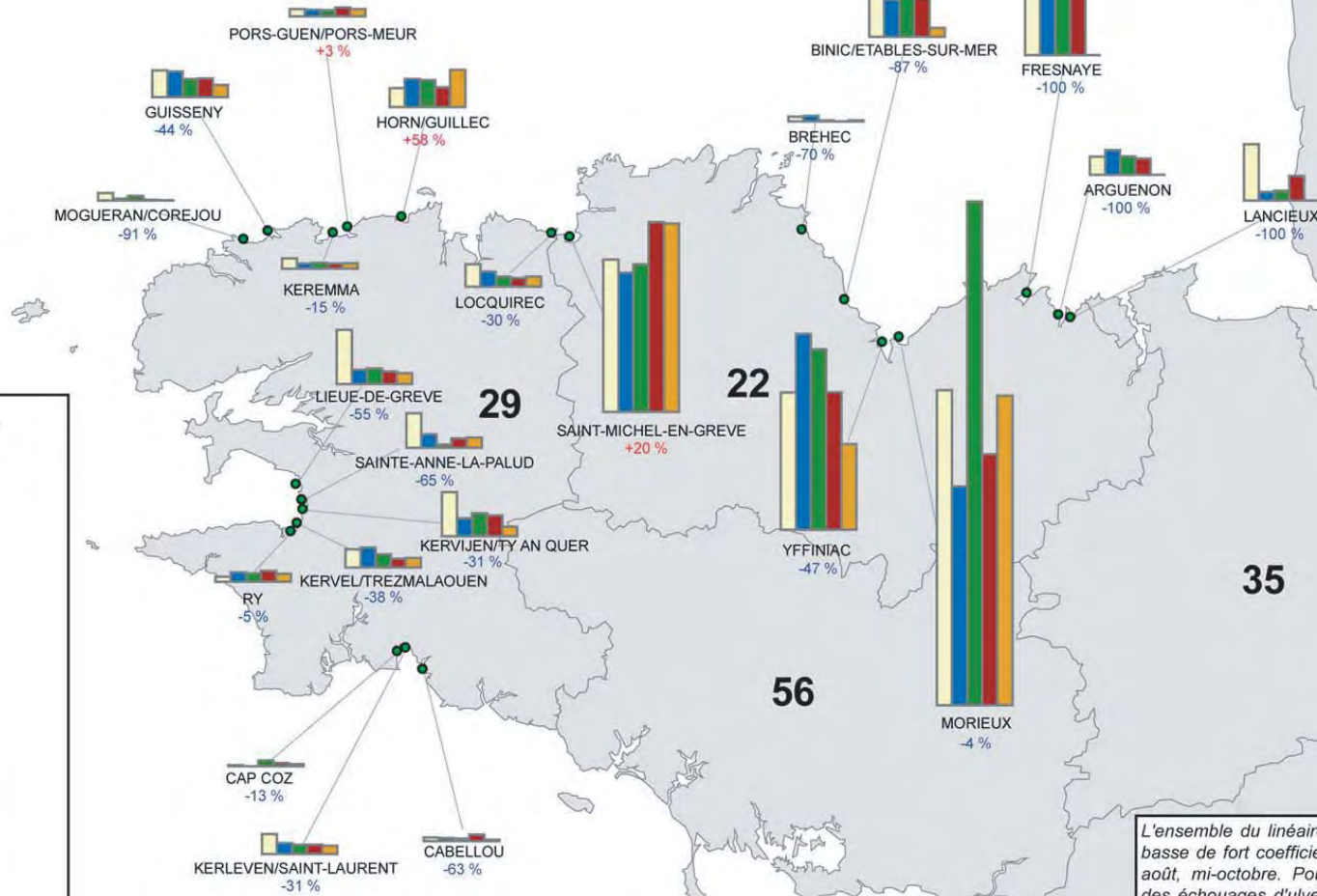
La fin de saison (août+septembre) est en 2006 :

- 18 % inférieure à la moyenne 2002-2005,
- 33 % supérieure à l'année 2005 (année minimale pour cet indicateur sur 2002-2006),
- 45 % inférieure à l'année 2004 (année maximale pour cet indicateur sur 2002-2006).

Le retard pris en début de saison n'a pas permis à la marée verte d'atteindre un niveau aussi important que les années précédentes. La marée verte, au niveau régional, semble, du fait de ce retard dans le démarrage, ne pas avoir bénéficié de conditions optimales de croissance (conditions moins favorables de lumière et / ou de nutrition en juillet qu'en juin pour une année plus moyenne).

La **carte 15** présente le cumul de l'année pour tous les sites sur sable dont la somme des dépôts sur l'ensemble des inventaires est supérieure pour au moins une des années à 10 ha. On peut voir pour chaque site l'importance de la marée verte 2006 par rapport aux années antérieures. Le cumul général présenté sur cette carte ne rend pas toujours compte avec finesse des caractéristiques de la saison, les surfaces de début et fin de saison se trouvant agrégées.

Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur les sites sableux entre 2002 et 2006



Somme des surfaces* couvertes pour les 7 inventaires de 2002 à 2006 :
(Avril à Octobre)

700 hectares
300 hectares
100 hectares

2002 2003 2004 2005 2006

+31 % : pourcentage de variation entre la moyenne 2002-2005 et 2006

* surface totale couverte = surface rideau + surface équi 100%

Seuls les sites de plus de 10 hectares pour au moins une année sont représentés.
Surface des sites sur vase non estimée.

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-août, mi-octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici.



✓ **Eléments explicatifs des caractéristiques régionales de la marée verte en 2006 :**

La température de l'eau :

La Station Biologique de Roscoff (CNRS) suit les températures de l'eau à travers plusieurs dispositifs dont le SOMLIT (Service d'Observation en Milieu Littoral). Les observations réalisées dans le cadre de SOMLIT s'appuient sur deux « réseaux » :

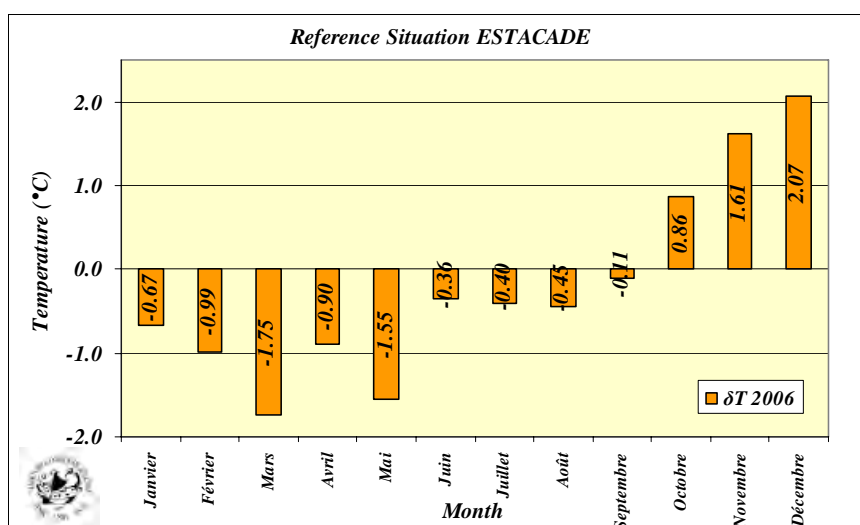
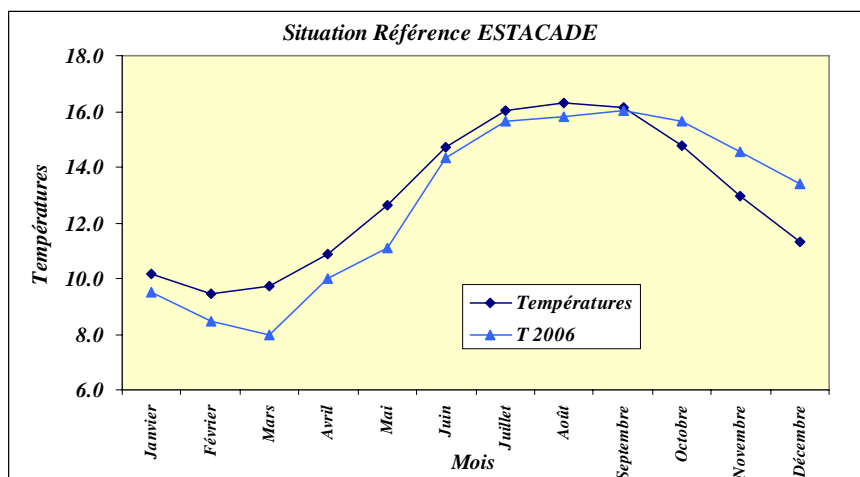
- des données bimensuelles à des profondeurs discrètes et acquises dans des conditions standardisées (marée haute de mortes eaux)
- des données hautes fréquences acquise à une profondeur de 22 m : une donnée toute les 10 minutes.

L'avantage des données bimensuelles est que la série remonte à 1985 ; ces données peuvent être utilisées à titre d'illustration des caractéristiques de l'année 2006.

Les données fournies montrent des températures de l'eau en hiver et au printemps très en dessous des références :

- **des températures annuelles minimales bien inférieures aux années moyennes (environ 8°C contre 10°C en moyenne),**
- **inférieures de janvier à septembre mais avec des écarts particulièrement marqués en mars (-1.75°C par rapport à la moyenne 1985-2006) et en mai (- 1.55°C). Ces valeurs de début de saison peuvent être exprimées comme un retard pour avril ou mai de près d'un mois sur la normale,**
- **supérieures à partir d'octobre et même très supérieures en fin d'année (+ 2.07°C en décembre).**

Les deux graphes suivants, établis par Pascal Morin de la Station Biologique de Roscoff (SBR), rendent bien compte de la particularité de l'année 2006 (différence de température et retard dans le réchauffement de l'eau).

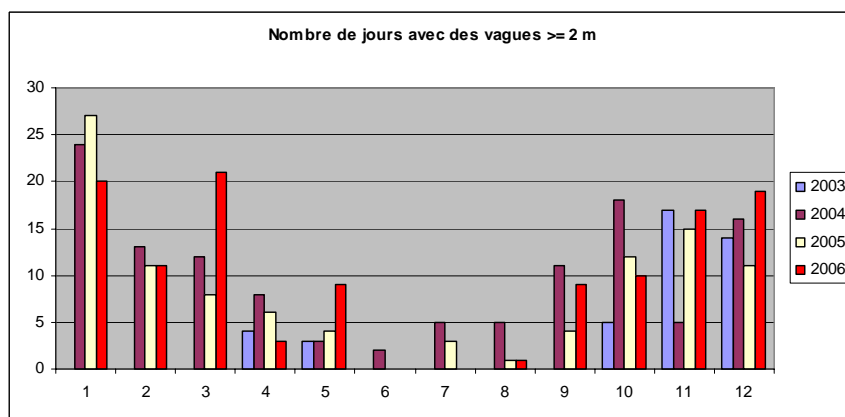
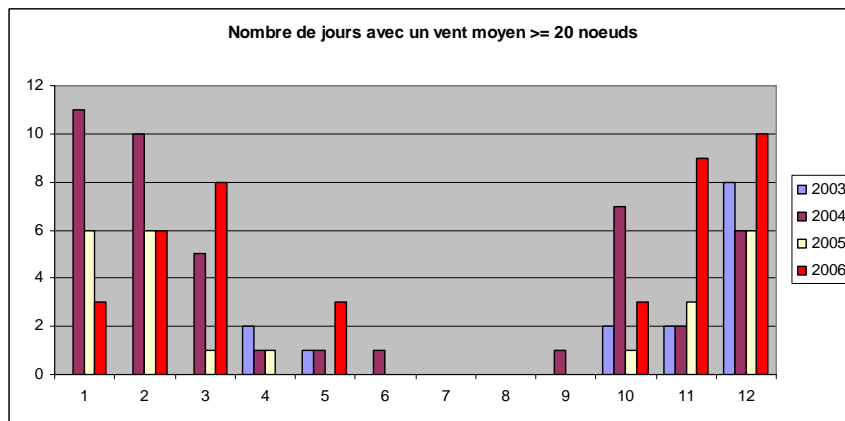
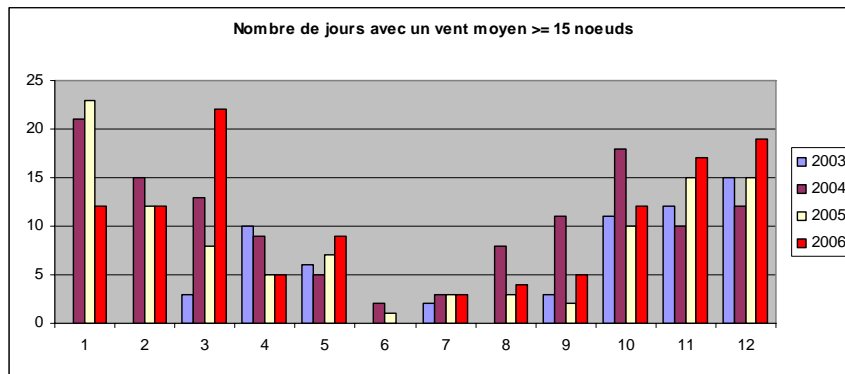


Données de température de l'eau en baie de Morlaix en 2006 par rapport à la moyenne 1985-2006 (données SOMLIT fournies par la Station Biologique de Roscoff)

Le caractère dispersif de l'hiver :

Pour pouvoir objectivement analyser l'année 2006 par rapport aux précédentes, des données du site de prévision météorologique Windguru (modèle GFS de prévisions météorologiques), disponibles gratuitement sur Internet, ont été utilisées. Ce site archive les dernières prévisions réalisées (qui se rapprochent d'observations). Les données du littoral nord Bretagne (Lannion) ont été compilées et on peut déduire :

- **du vent encore soutenu en mars et également en mai** (22 jours au dessus de 15 nœuds en mai contre une dizaine les deux années précédentes, 8 jours au dessus de 20 nœuds contre respectivement 5 et 1 en 2004 et 2005),
- pour les mois de **mars et mai**, on retrouve également un nombre de jours plus important que les deux années précédentes **avec une houle supérieure à 2 m**.



Statistiques de vent et houle du site Internet Windguru pour le site de Lannion

Les flux de nutriments :

Au début de saison (mars à mai) on ne s'attend pas, dans le contexte actuel breton à une limitation par les nutriments. Les données de flux disponibles à l'exutoire des bassins versants de Prolittoral montrent, en plus, pour ce début de saison de l'année 2006 que les flux étaient plutôt plus élevés que les années précédentes. Le démarrage tardif ne peut donc pas être lié aux flux de nutriments.

Conclusions :

La lecture croisée des données régionales de la prolifération 2006 (démarrage très tardif) et des données climatiques de la fin de l'hiver – début de printemps permet de confirmer **l'importance, pour le démarrage de la marée verte du facteur température de l'eau et caractère dispersif de l'hiver et du début de printemps.**

Si la température de l'eau agit, a priori, de façon parallèle pour l'ensemble des sites (la configuration des baies doit pouvoir cependant moduler les grandes tendances, permettant à certaines baies de se réchauffer plus vite que d'autres), les caractéristiques du vent, sa direction notamment pourraient agir de façon distincte, voire contradictoire en fonction des sites. Il semble néanmoins que les hivers-début du printemps plus agités provoquent pour l'ensemble des sites une dispersion des algues, les empêchant de « s'installer » dans la zone favorable à leur croissance.

Le cas particulier de la baie de la Fresnaye :

La baie de la Fresnaye, comme celles de l'Arguenon et de Lancieux, a été exempte d'ulves durant toute la saison 2006.

Cette baie est pourtant parmi les tous premiers sites régionaux : **troisième site régional** en surface couverte par les ulves sur la moyenne des inventaires 2002-2005.

Dès le premier inventaire (fin mars pour cette baie), des quantités importantes de *Pylaiella*, **algue brune filamenteuse**, étaient présentes. Ces algues se sont maintenues durant toute la saison à un niveau de couverture élevé avec toutefois une concentration des algues sur le bas de l'estran (rideau et dépôts en bas de l'estran, mais peu d'échouages en haut d'estran). De très rares ulves étaient présentes mais elles représentaient un pourcentage minime, indiscernable sans une attention particulière.

Les hypothèses avancées au cours de la saison pour expliquer cette absence d'ulves étaient :

- **un stock initial d'ulves faible** (qui pouvait être mis en relation avec les conditions dispersives de l'hiver, une température de l'eau plus froide que la moyenne, des proliférations antérieures plus limitées en lien avec plusieurs années de flux faibles et une possible aide du chantier de destockage d'ulves)
- **des conditions de croissance défavorables aux ulves** en début de saison (température de l'eau faible)
- **puis la présence de *Pylaiella*** qui aurait empêché les ulves de se développer (compétition sur la lumière).

L'analyse des données de température, de vent et de houle présentées ci-dessus confirme à la fois le **caractère dispersif de l'hiver et la faiblesse des températures de l'eau**. On peut ajouter que la baie de la Fresnaye est habituellement touchée par une prolifération particulièrement précoce ce qui pourrait s'expliquer par un réchauffement plus rapide qu'ailleurs de l'eau dans cette baie. En 2006 **les conditions de vent d'est fort et de température de l'air très basse jusqu'en avril** (voire mai) ont probablement **accentué encore la faiblesse des températures de l'eau de la baie**. L'année 2006 ayant été caractérisée par des vents d'est relativement fort, on peut faire l'hypothèse que cette direction de vent provoquerait, en début de saison du moins, et sur cette baie, une dispersion particulièrement efficace des ulves.

Les données historiques semblent conforter cette interprétation. JY Piriou de l'IFREMER avait relevé en 1991 la présence massive de *Pylaiella* et l'absence d'ulves. On retrouve en analysant les données **de température de l'eau** de la Station Biologique de Roscoff (réseau SOMLIT, cf. paragraphe précédent) pour le début de saison de 91 exactement **le même profil que pour 2006**.

L'analyse rapide de cet autre cas « historique » conforte donc l'analyse qui a été faite d'un lien **fort avec la température de l'eau en début de saison**. Il semblerait que le *Pylaiella*, algue brune, a un avantage **compétitif fort sur l'ulve dans des eaux froides** ce qui expliquerait son installation en 2006 (mais également en fin mars 2005 où cette algue était majoritaire avant de disparaître ou du moins d'être masquée par le développement très rapide des ulves). La température étant restée en 2006 plus basse que la normale sur tout le début de saison, des quantités très importantes de *Pylaiella* se sont développées occupant l'espace habituellement colonisé par les ulves. **On peut**

probablement expliquer les caractéristiques de 2006 par le fait qu'au moment où la température de l'eau est devenue plus favorable à l'ulve les conditions d'éclairement (par la présence de *Pylaiella* principalement) et de nutrition (par la diminution forte des débits et la consommation par le phytoplancton et le *Pylaiella*) n'étaient plus favorables à la croissance des algues.

La « fenêtre » favorable à la prolifération des ulves étant réduite au début de saison sur ce site (sauf les étés pluvieux où elle s'allonge vers l'été) n'aurait, cette année, pour des raisons climatiques, de température de l'eau principalement, pas permis aux ulves de s'imposer sur la baie.

✓ Conclusion du suivi aérien

Le dénombrement des sites touchés par des échouages d'ulves en 2006, fait ressortir :

- Un **nombre total de sites élevé** mais proche des dernières années,
- Une proportion plus grande de **sites de « vasière »** dans le total (35 %) que les années précédentes. Cela peut, en partie au moins, être expliqué par une **meilleure perception** de ces sites par le CEVA (survol qui remontent plus dans les abers et rias, meilleurs contrôles de terrain,...)
- **Avec 84 sites**, un nombre de sites sur la **période estivale** (juillet août, période plus particulièrement observée car plus touristique et comportant des données historiques plus anciennes) **plus élevé que les autres années**. Le niveau élevé est, sur cette période aussi, lié aux sites sur vasière ; le nombre de sites sur plage étant comparable aux années antérieures.
- Le **nombre maximum de sites** entre le Mont Saint Michel et la Baule a été déterminé, comme les années précédentes, **en juillet**. Avec 81 sites le nombre de site à cette date est **particulièrement élevé**,
- Les **baies de l'est des Côtes d'Armor** (Fresnaye, Arguenon, Lancieux) **exemptes** de proliférations d'ulves. Plusieurs sites touchés par des développements **d'autres espèces** dont les plus marquantes sont : **Pylaiella**, algue brune filamenteuse, sur la baie de la Fresnaye ; **Cladophora**, algue verte filamenteuse et *Pylaiella* sur la baie de Lancieux ; *Cladophora* en juin sur Binic ; **Entéromorphes** sur les sites de la baie de Quiberon (Quiberon, la Trinité, Carnac, Saint Philibert) et sur certains sites du littoral nord (Léon, Trégor).

Il est important de souligner encore que le dénombrement ne distingue pas les sites en fonction de leur taille et que les suivis sont de plus en plus précis notamment par la meilleure prise en compte des Rias rendant les comparaisons entre années délicates.

Le suivi des surfaces d'échouage vient compléter le dénombrement des sites et permet de mieux rendre compte de l'importance de la prolifération de l'année. Il en ressort pour 2006, sur l'ensemble des sites sableux et sur tous les inventaires :

- Un **cumul régional inférieur à toutes les années précédentes : 32 % de surface de moins que la moyenne 2002-2005 et 44 % de moins que l'année 2004, année maximale de la série 2002-2006.**
- Un **profil annuel atypique : démarrage très tardif** de la marée verte : **12 fois moins de surface à la mi avril** que sur la moyenne 2002-2005, encore **plus de trois fois moins de surface à la mi mai**. Le **maximum annuel est retardé et plus faible** que toutes les années précédentes,
- Une **explication générale** de la situation de 2006 qui fait intervenir la **température de l'eau en début de saison**, particulièrement **froide** en 2006 et le côté **plus dispersif** de la fin de l'hiver,

- **Des réactions variées des sites :** aucune prolifération d'ulves sur la baie de la **Fresnaye**, troisième site régional sur les années 2002-2005 pour les surfaces en ulves ni sur les baies voisines de l'est des Côtes d'Armor. Par contre la baie de la Fresnaye était concernée sur l'ensemble de la saison par des développements de **Pylaiella**. Un effet « **retard** » du **démarrage de la prolifération moins marqué** sur la baie de **Saint Michel en Grève** : le site représente 85 % des surfaces d'ulves lors de l'inventaire d'avril et le **cumul annuel** des surfaces sur l'année est **supérieur** aux années antérieures. Le site de **P'Horn / Guillec** est également concerné par un **maximum annuel et un cumul particulièrement élevé**.
- **Les vasières**, notamment sur celles du littoral du **Morbihan** semblent avoir des réactions différentes à cette année climatique particulière : **les surfaces d'échouage dans le Golfe du Morbihan, la rade de Lorient et la Ria d'Etel** sont, d'après les estimations surfaciques plus délicates sur ces milieux, à un **niveau particulièrement élevé en 2006**.
- **Une faible marée verte qui correspond aussi au plus bas niveau de ramassage par les communes.**

3.2.3- Evaluation des stocks totaux

La mesure estivale du maximum de biomasse d'algues vertes stockées dans un site à marée verte constitue un indicateur de base pour l'évaluation et le suivi des sites. Elle nécessite, à côté d'estimations sur estran, la prise en compte de stocks infralittoraux non accessibles à l'observation aérienne. L'objectif de l'ensemble de ces mesures vise à la définition d'un indice biomassique total d'eutrophisation. Les stocks infralittoraux peuvent constituer, en particulier sur les côtes sud-Bretagne, l'essentiel du stock total. La cartographie de ces stocks infralittoraux permet aussi de mieux appréhender l'interdépendance de certains sites voisins qui peuvent échanger des algues. Les estimations sont proposées pour des secteurs côtiers pouvant donc regrouper plusieurs sites à marées vertes :

Secteurs retenus :

Secteur 1	:	Frémur – Arguenon – Lancieux
Secteur 2	:	Fond de Baie de Saint-Brieuc – Binic
Secteur 3	:	St Michel – Locquirec
Secteur 4	:	Guissény
Secteur 5	:	Moulin Blanc – Elorn
Secteur 6	:	Baie de Douarnenez
Secteur 7	:	Baie de la Forêt
Secteur 8	:	Fond Golfe du Morbihan

Les sites à marées vertes les plus importants sont aussi caractérisés par des stocks résiduels hivernaux séjournant devant les plages en plus ou moins grandes quantités. Les stocks résiduels hivernaux sont un reliquat de la marée verte estivale précédente. Ils influencent la précocité et l'importance de la marée verte dans le site pour l'année suivante. Ils sont aussi source, dans certains secteurs côtiers, d'un ensemencement printanier de sites voisins.

Ces stocks hivernaux ont pu, si l'on en croit leurs manifestations de plus en plus fréquentes, s'accroître d'année en année. Leur évaluation pour la période récente est aussi devenue nécessaire.

Deux estimations des stocks totaux estivaux et une estimation hivernale sont prévues pour chaque site entre 2002 et 2006.

En 2006, les secteurs côtiers 3 (St Michel – Locquirec), 5 (Moulin Blanc – Elorn), 7 (Baie de la Forêt) et 8 (Fond Golfe du Morbihan) ont fait l'objet d'évaluations de stocks totaux estivaux en algues vertes. L'évaluation consiste pour chaque site en une quantification des biomasses infralittorales et des dépôts sur plage au maximum estival des stocks. Les missions de biomasse programmées en février 2006 ayant déjà fait l'objet d'un rapport en 2006 ne sont pas reprises ici.

✓ Méthode

Les prospections sont réalisées au moyen de plongées tractées. Pour chaque point de prélèvement, des biomasses d'ulves par m² sont mesurées sur le fond.

Toutes les informations de position sont enregistrées à l'aide d'un GPS puis récupérées sur le logiciel SIG. Les informations ponctuelles sont ensuite interpolées à l'ensemble de la zone de prospection.

L'estimation des dépôts sur plage au maximum estival des stocks est réalisée au moyen de prises de vues aériennes quasi-verticales complétées, au même moment, par des observations et des prélèvements sur l'estran et dans le rideau.

✓ Résultats

Le **tableau 2** ci-dessous propose un récapitulatif des estimations de biomasses obtenues à l'issue des missions estivales :

Secteurs côtiers concernés	Stock total estival (en Tonnes d'algues « égouttées 1 minute »)			
	Infralittoral	Estran	Rideau	Total
Secteur 3 : St Michel – Locquirec	400	1920	160	2600
		150	25	
Secteur 8 : Fond Golfe du Morbihan	750*	4500	0	5200
Secteur 5 : Moulin Blanc – Elorn	2500	530	0	3000
Secteur 7 : Baie de la Forêt	7000	64	0	7100

* pas forcément toujours en infra littoral strict ; mais mesures effectuées à partir des levés par plongées.

Tableau 2 : estimations de biomasse maximale estivale

Baie de Saint Michel/Locquirec :

L'estimation de biomasse réalisée est plus tardive que les autres années et loin du maximum annuel de surface mesuré en juin (deux fois inférieur). Les missions programmées en août ont du être deux fois ajournées après plusieurs jours de prospection, les conditions météorologiques étant incompatibles (forte houle, visibilité trop réduite, rendant les plongées tractées trop dangereuses).

Malgré cette date tardive, le niveau de biomasse totale est important, inférieur mais comparable aux années antérieures pour lesquelles les missions étaient plus proches du maximum annuel. On peut également noter que la répartition entre l'estran et l'infralittoral (15% des algues du site en infralittoral) est assez proche de ce qui avait été trouvé lors des missions précédentes. Cependant, la quasi-totalité des algues se trouve juste devant la baie de Locquirec, les zones plus au large ne représentant pas 10 tonnes, d'après les estimations...

La biomasse contenue dans le rideau est beaucoup plus faible que les années précédentes (1150 T en 2003 soit 6 fois plus). Cela peut-être lié aux conditions climatiques lors de la mission ou peut-être à la date tardive pour laquelle les algues seraient en quantité moins grande dans le rideau.

Fond du Golfe du Morbihan :

Les prospections sous marines ne mettent pas en évidence d'ulves dans les chenaux ; les données attribuées à l'infralittoral sont celles qui ont été obtenues par plongées mais ne sont pas toutes strictement sous la zone d'estran. L'estimation de biomasse conduit à un total considérable de 5200T. Les suivis surfaciques avaient également mis en évidence des surfaces couvertes supérieures aux années antérieures avec notamment de grosses quantités autour des Iles. Par contre, l'estimation sur la zone stricte « fond de baie » Nord Est du Golfe définie initialement nous conduit à une biomasse relativement faible (600 T) alors que l'estimation sur ce secteur en 2003 était de 1130T. Cela est conforme aux observations des surfaces d'échouages qui mettaient en évidence une colonisation faible de ce secteur en 2006 (plus particulièrement en début de saison). Seule la part d'ulves dans les algues de ces vasière est considérée dans ces estimations.

Moulin Blanc-Elorn

L'essentiel de la biomasse se trouve en infralittoral : 2500 T sur les 3000 T totale du site (soit 85 %). La répartition entre des deux « compartiments » dépend également du niveau de la marée lors de l'estimation sur estran. L'estimation est au même niveau que celle conduite en 2004 avec une

répartition qui était en 2004 un peu plus en faveur de l'infralittoral. Une acquisition de données en 2006 mieux centrée sur la marée basse suffit à expliquer cette différence. La date plus tardive de l'estimation de 2006 correspond, sur ce site, probablement mieux au maximum annuel.

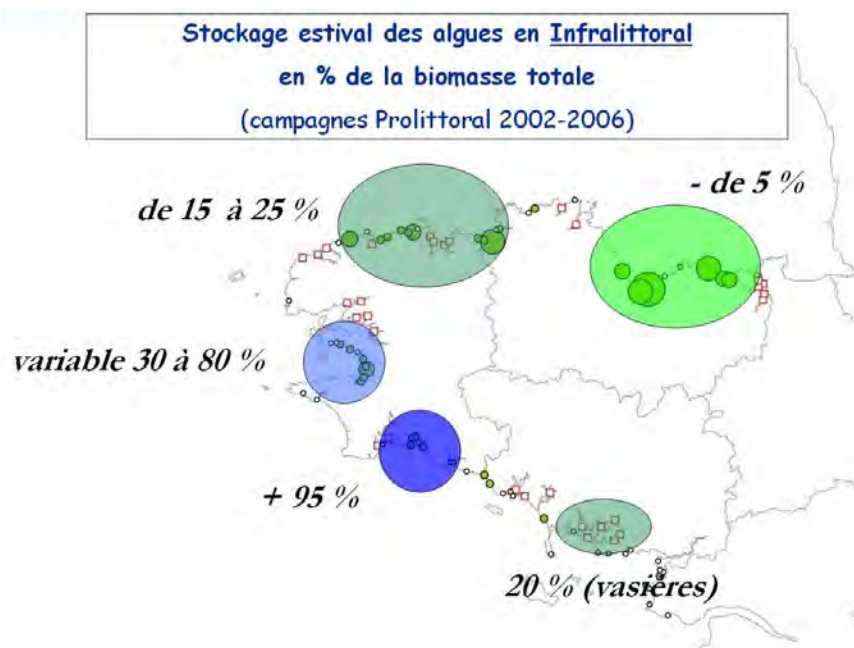
Baie de la Forêt Fouesnant :

L'estimation en baie de la Forêt donne un résultat (7000T) encore supérieur à celui de 2004. Comme en 2004, les dépôts estimés sur l'estran représentent moins de 1 % de la biomasse totale. Cela confirme le statut particulier de ce site dont les échouages irréguliers peuvent être massifs, à l'automne notamment. Le niveau légèrement supérieur à celui mesuré en 2004 peut s'expliquer par la date de mesure un peu plus tardive. La biomasse mesurée en 2006, inférieure à celle estimée en août 2000 (10 000T) confirmerait un niveau plutôt plus bas de ce site depuis quelques années par rapport aux années record de la fin 90. Il convient d'insister sur le fait que ce site, malgré des surfaces d'échouage très inférieures aux grands sites costarmoricaains notamment, est parmi les plus importants de Bretagne quand on regarde les biomasses présentes.

✓ Conclusion

Ces mesures constituent un indicateur pertinent de base pour le suivi de ces sites et pour la compréhension de leur fonctionnement notamment par l'analyse de la répartition entre les ulves en dépôt ou rideau et les stocks infralittoraux. Ces mesures permettent notamment de mettre en évidence des biomasses sur les sites de vasières qui peuvent être à la hauteur des sites de marée verte plus classiques, sur plage. Il convient d'ajouter que la biomasse produite est par contre très certainement bien inférieure, ces sites ayant tendance à mieux stocker les algues mais la croissance de celles-ci y étant probablement beaucoup plus limitée. Les estimations de 2006 confirment le statut particulier de la baie de la Forêt, parmi les plus importants sites de Bretagne en ce qui concerne la biomasse totale mais beaucoup plus modeste si l'on ne regarde que les surfaces d'échouage. Ces estimations permettent donc de compléter la perception, moins lourde à mettre en œuvre, des sites par les moyens aériens détaillés dans la partie 3.2.2 de ce rapport.

Pour ce qui est des mesures réalisées depuis 2002 dans le cadre des suivis de Prolittoral, elles permettent distinguer les sites de la Bretagne Nord dont la majorité de la biomasse est émergée à marée basse des sites de la côtes sud pour lesquels une partie importante se trouve dans l'infra littoral.



3.2.4- Suivi d'indices d'eutrophisation dans les 20 principaux sites touchés

✓ Introduction - objectifs

La mesure d'un « niveau d'eutrophisation » dans différents sites à marées vertes est possible par une analyse saisonnière de teneurs internes des Ulves en azote et phosphore. Le principe d'utilisation de cet indicateur biochimique repose sur l'existence d'une relation entre ces quotas azotés ou phosphorés et la croissance de l'algue, relation lui conférant un caractère d'indicateur nutritionnel de croissance. Il permet de manière générale d'analyser l'action limitante des flux d'azote et de phosphore sur la croissance des Ulves en période estivale, en relation avec certains facteurs climatiques.

Le programme a donc consisté à mesurer le niveau de saturation de la croissance des algues par les flux d'azote dans une vingtaine de sites touchés sur les côtes bretonnes (incluant les 7 sites opérationnels de bassin versant Prolittoral), par l'établissement de profils saisonniers (suivi bimensuel) de l'évolution des quotas internes des algues.

✓ Méthode

Prélèvements et identification des différentes espèces d'Ulves. Tri, conditionnement, analyse des échantillons. Traitement des données et interprétation des profils de composition interne.

Des données météorologiques (lumière, force du vent) et de flux d'azote ont aussi été synthétisées dans le but de caractériser l'année 2006 sur le plan des conditions de la croissance des algues.

Localisation des points de prélèvement 2006

1. Estuaire de la Rance – Baie de Troctin
2. Estuaire de la Rance – Mouillage de St Jouan
3. Baie de Lancieux – Plage de la Pissote
4. Baie de L'Arguenon – Plage de la Banche
5. Baie de la Fresnaye – Port Nieux
6. Baie de la Fresnaye – Port St Jean
7. Baie de St Briec – Plage de Lermot
8. Baie de St Briec – Plage de Binic
9. Baie St Michel en Grève
10. Anse de Locquirec
11. Anse du Dossen
12. Anse de Keremma - Port de Pors Gwenn
13. Anse de Guisseny – Plage du Club nautique
14. Estuaire de l'Elorn - Plage du Moulin Blanc
15. Baie de Douarnenez – Plage de Pentrez
16. Baie de Douarnenez – Plage de Ste Anne
17. Baie de Douarnenez – Plage du Ry
18. Baie de Concarneau - Plage de Kerleven
19. Baie de Concarneau - Estuaire du St Laurent
20. Baie de Concarneau –Anse du Cabellou
21. Rivière d'Étel – Anse de Kercadoret
22. Rivière d'Auray – Vasière du Moustoir
23. Rivière d'Auray – Baie de l'Ours

24. Rivière de Vannes – Grève de Larmor Gwened

25. Rivière de Vannes - Vasière de Séné

✓ Résultats et conclusions

Les profils saisonniers d'évolution des quotas azotés obtenus pour les 24 stations échantillonnées constituent par eux même les valeurs d'indicateur recherchées pour le suivi. Dans chaque graphe est reconstituée l'évolution des teneurs en azote des Ulves par rapport aux niveaux Q_1N , en dessous duquel la croissance des algues est limitée par l'azote N, et Q_0N à partir duquel la croissance s'annule. Une typologie générale des sites est effectuée tenant compte de la précocité et de la valeur du minimum saisonnier de quotas azotés.

Sur le plan des flux d'azote, l'année 2006 semble caractérisée par des valeurs comparables à celles de l'année 2005, elles mêmes très proches de celles des années 2003 et 2002, considérées comme très sèches par rapport aux années précédentes (tout au moins dans un certain nombre de sites suivis pour ce paramètre avec plus ou moins de précision depuis plusieurs années : baies de la Fresnaye, de St Briec, de St Michel en Grève). Seuls les flux de l'année 2004 ont été dans certains sites et pendant la saison de croissance des algues, un peu supérieurs à cette moyenne très basse (Binic, Locquirec). Rappelons que cette diminution importante par rapport à la période précédente se situait en 2002 et 2003 entre la moitié et les deux tiers des flux moyens, en relation globale avec une pluviométrie hivernale très en dessous de la moyenne, non compensée en partie par un été pluvieux comme en 2004. 2006 prolonge donc, au plus bas niveau, une série d'années sèches ou relativement sèches enregistrée depuis 2002.

Comparée aux deux années précédentes, l'année 2006 est aussi caractérisée par des pics de rayonnement global particulièrement importants de juin à août.

Concernant la répercussion des flux d'azote et des conditions de lumière de l'année sur le quotas azotés des algues, la majorité de sites qui avaient changé de catégorie en 2005 étaient passés dans des catégories de sites à limitation précoce (fin mai début juin) et plus accentuées de la croissance par l'azote et/ou à quotas azotés atteignant leur minimum précocement (10 points de prélèvement sur 24), le tout en relation avec des conditions particulièrement faibles de flux, associées à des conditions lumineuses très favorables à la croissance des algues. On notera en 2006 que la majorité sites qui ont changé de catégorie sont passés de catégorie de sites à limitation précoce vers des catégories de sites à limitation tardive (à partir de fin juin début juillet), quels que soient les minima atteints (12 point de prélèvements sur 24). Cet aspect « retard » rencontré cette année pour la période de limitation saisonnière de la croissance par l'azote ne peut être interprété par des conditions particulièrement basses de lumière et/ou de conditions particulièrement élevées pour les flux d'azote au démarrage de la marée verte. Ce retard de limitation par l'azote est beaucoup plus probablement la conséquence de conditions de températures de l'eau très basses en sortie d'hiver, lesquelles se sont concrétisées par un mois de retard dans l'élévation des températures entre mars et juin. Rappelons que la température est un facteur limitant essentiel de la croissance algale printanière et de sa consommation corollaire de quotas azotés. Associé à des conditions hydrodynamiques particulièrement dispersives des stocks résiduels en sortie d'hiver, ce retard dans l'élévation des températures printanières est probablement responsable du retard observé dans le développement de la marée verte en 2006 (cf. partie 3.2.2). Outre le mouvement, commenté plus haut pour beaucoup de sites, vers un l'état de limitation de la croissance par l'azote plus tardif qu'en 2005, on remarque aussi que l'ensemble des valeurs minimales de quotas des sites reste à la baisse par rapport à 2005.

Du fait que la période de suivi 2002 – 2006 ait été une période climatique caractérisée par des pluviosités et flux azotés faibles par rapport à ceux de la période précédente, il est difficile de considérer les résultats obtenus sur ces années comme représentatifs d'une situation de flux moyens caractéristiques des bassins versants. Le retour sur certains sites suivis depuis plus longtemps (par exemple Saint Michel en Grève) permet en effet de constater une baisse sensible des quotas azotés sur plusieurs années, déjà entre 1999 et 2002, année où les flux avaient commencé à baisser, et se prolongeant même entre 2002 et 2006. La baisse continue des quotas tout au long de ces années sèches indiquant aussi une certaine inertie dans la réponse du système. D'autres exemples de cette inertie dans le temps de réponse des sites sur la période sèche 2002-2006 semblent aussi fournis au niveau des sites du Dossen, d'Arcal et Séné, tous passés de la catégorie de sites « sursaturés » en 2002 à celles des sites à limitation plus ou moins précoce et affirmée de la croissance par l'azote en 2006.

3.3- ESSAIS ET EXPERIMENTATIONS APPLIQUEES

En plus des suivis, définis sur la période 2002-2006, il est apparu nécessaire de prévoir la possibilité de conduire des essais et expérimentations appliquées, au service des volets préventifs, curatifs et de l'amélioration des connaissances sur le phénomène de marée verte. Aussi, annuellement, il est proposé un certain nombre de programmes répondant à ces objectifs. Pour 2006, trois programmes ont été retenus :

- Programme 1 : **Atelier courantologique.**
- Programme 2 : **Amélioration du ramassage.**
- Programme 3 : **Validation technico-économique de la filière de valorisation industrielle des algues vertes.**

3.3.1 - Atelier courantologique :

Application expérimentale du modèle écologique Mars Ulve en baies de St Briec et de Concarneau ; Evaluation du risque de marée verte en baie du Mont St Michel

Contexte et objectifs

Le premier volet du programme « modélisation 2006 » prévoyait l'exploitation, en collaboration avec l'IFREMER, du modèle **Mars Ulve** en baies de St Briec et de Concarneau dans le but de déterminer des objectifs de qualité en azote dissous à l'exutoire des rivières alimentant la marée verte. Il s'agissait en particulier de chiffrer la contribution relative des apports des divers cours d'eau à l'alimentation de la marée verte (en simulant l'impact de scénarios de réduction de ces apports sur le développement de la marée verte) et de proposer en conséquence des objectifs de qualité de l'eau à l'exutoire des principales rivières alimentant chacune des baies. Le second volet d'action a consisté à réaliser une première évaluation du risque de marée verte en baie du Mont St Michel. Il s'agissait plus précisément de tester la sensibilité de ce site au phénomène de stockage et d'échouage en évaluant sur le plan qualitatif et quantitatif la dynamique d'un stock hypothétique d'ulve infralittoral et ce pour différentes situations de vent.

Conclusions

La modélisation du phénomène de marées vertes **en Baie de Saint Briec, sur la base des flux de l'année 2002** a permis de mettre clairement en évidence la contribution très importante du Gouet (53 % de l'azote contenu dans les ulves d'avril à Septembre). Le Gouessant (25 %) joue également un rôle important dans le développement de la marée verte, principalement au printemps de début avril à mi-juin (période durant laquelle son rôle est équivalent à celui du Gouet) mais n'est ensuite plus en capacité d'alimenter les ulves en azote durant la période d'étiage (sur la base de l'année 2002, année sèche pour laquelle les flux en provenance de ce cours d'eau étaient d'autant plus faibles). Les apports provenant de l'Urne et de la teneur résiduelle en azote de la mer jouent un rôle identique (8 %) et s'avèrent faibles en regard de ceux du Gouet et du Gouessant. L'Ic a un poids négligeable dans l'alimentation des ulves du fond de baie de St Briec (autour de 1 %).

Concernant les scénarios de réduction appliqués, la suppression totale des apports en azote du Gouet conduit à une réduction importante de la marée verte de 40 à 60 % selon prise en compte ou non de relargage d'azote par le sédiment. En revanche, la suppression des apports par le Gouessant

ne semble pas suffisante pour réduire de manière sensible la marée verte (10 à 20 % d'abattement avec ou sans prise en compte du sédiment et sur la base de l'hydrologie de 2002). Le modèle montre également que la suppression des apports seuls en ammonium du Gouet n'est pas suffisante pour diminuer sensiblement la marée verte surtout dans l'hypothèse où l'on fait intervenir le relargage d'azote par le sédiment. Dans le cas « sans sédiment », le modèle montre que l'écrêtement des concentrations de l'ensemble des cours d'eau à 15 mg/l (sans ammonium du Gouet) a déjà un effet sensible sur la réduction de la marée verte, de l'ordre de 50%. A 10 mg/l, l'abattement devient important et à 5 mg/l, la marée verte est très fortement diminuée par rapport à la situation de référence (3/4 de réduction). En prenant en compte un relargage d'azote par le sédiment, l'objectif de 15 mg/l et même de 10 mg/l ne semble pas suffisant pour diminuer sensiblement la marée verte et à 5 mg/l, l'abattement estimé par le modèle, de 50% environ, demeure encore relativement faible.

Sur la base de l'année météorologique de 2004, les expérimentations numériques menées **en baie de Forêt-Fouesnant** mettent en évidence la part importante sur la période de juin à septembre des apports du Moros-Styval (30 %), du St Laurent (23 %) dans la fraction d'azote contenue dans les ulves. La fraction du Minaouët (16 %) concerne essentiellement l'azote contenu dans les ulves localisées devant cet exutoire. Les apports provenant de la teneur résiduelle en azote de la mer contribuent à hauteur de 13 % dans l'alimentation des ulves en azote dissous. Le Pen Ar Ster, le Penfoulic et le St Jean contribuent de manière équivalente à la composition des ulves en azote (5 %) tandis que le Zins fournit seulement 3 % de l'azote contenu dans les ulves. La contribution de la station d'épuration de Kerbreton s'avère négligeable (autour de 0.2 %). La suppression totale d'une seule des sources d'azote n'apparaît pas en mesure de réduire sensiblement la marée verte. Dans le cas « sans sédiment », le modèle montre que l'écrêtement des concentrations sur l'ensemble des cours d'eau à 15 mg/l n'est pas suffisant pour réduire la marée verte (réduction de 30 % environ) tandis qu'à 10 mg/l, l'abattement devient plus important et à 5 mg/l, la marée verte est très fortement abattue par rapport à la situation de référence (3/4 de réduction). En prenant en compte un relargage d'azote par le sédiment, l'objectif de respectivement 15 mg/l, 10 mg/l et même 5 mg/l amènent à des abattements relativement faibles (environ 30 % pour 5mg/l).

En définitive, les résultats confirment que la reconquête de la qualité de l'eau sera difficile comme déjà montré par l'Ifremer sur deux sites de Bretagne nord, avec la même base de modélisation. Cependant, l'exploitation du nouveau modèle MARS ULVE en baies de St Briec et de Concarneau a fait apparaître un besoin de consolidation et de précision de certains paramètres du modèle actuel au niveau des compartiments biologique et sédimentaire notamment. Ce manque de précision a probablement amené à une sous-estimation des niveaux d'abattements de la marée verte obtenus, surtout dans les premiers seuils de limitation des concentrations. De nouvelles expérimentations numériques vont être prochainement engagées afin de renforcer la qualité générale du modèle et diminuer les imprécisions sur les résultats.

L'étude de la sensibilité de la **baie du Mont St Michel** au stockage et à l'échouage des ulves qui pourraient y être produites a permis de montrer que cette baie dispose d'une faible capacité dispersive sur le plan de la dynamique algale (70 % de la masse initiale introduite se retrouve définitivement piégée en baie du Mont St Michel) et que la baie est donc sensible. Les zones préférentielles d'accumulation décrites par le modèle concernent d'une part les secteurs de plage situés de part et d'autre de la Pointe de Champeaux (sites de Dragey-Ronthon, des Genets et Vains) pour la partie Est de la baie et d'autre part pour la partie Sud de la baie sur un vaste secteur de haut d'estran situé à l'est immédiat du Couesnon comprenant les sites de Roz-sur-Couesnon, Saint-

Broladre, Cherrueix et Le Vivier-sur-Mer. L'alternance des processus d'érosion - dépôts successifs entraînent pour les dépôts situés dans la partie Est une migration de ces derniers vers le haut d'estran tandis que les dépôts initialement formés dans la partie Sud de la baie (à l'Est immédiat du Couesnon) se renforcent sur le plan surfacique en s'étalant rapidement vers l'Ouest du domaine en direction du site de Hirel. On constate que les zones de dépôts décrites par le modèle sont cohérentes avec les observations réalisées en juillet 2003 notamment sur le littoral d'Hirel et de Cherrueix. Par ailleurs, le modèle montre que les effets du vent apparaissent comme secondaires par rapport aux effets de la marée sur le plan de la localisation des dépôts. En définitive, les conditions hydrodynamiques en baie du Mont St Michel apparaissent propices au confinement de masses d'algues qui seraient produites in situ. Il en ressort que les fortes teneurs en sels nutritifs apportées par les différentes rivières de la baie associées à des conditions physiques particulièrement favorables (hydrodynamisme, température de l'eau et vaste zone d'estran plat à faibles profondeurs) font de ce site un site à priori propice pour la croissance algale. Or, aucune prolifération massive d'ulves n'a été observée à ce jour. L'hypothèse explicative la plus vraisemblable à cette absence de marée verte est la turbidité très élevée de ce site qui, en masquant la lumière, empêcherait la croissance des ulves. En second lieu, peut être évoquée l'absence d'un stock initial d'ulves au printemps (par difficulté de maintien d'un stock résiduel hivernal ?) et/ou une tendance des algues à s'accumuler rapidement dans les hauts niveaux où elles se dégradent rapidement.

3.3.2 - Amélioration du ramassage.

✓ Contexte et objectifs

Un point de blocage important pour un ramassage accru et amélioré des algues vertes (en particulier dans la perspectives d'opérations de destockages telles que celle expérimentée en 2003 puis poursuivie les années suivantes en baie de la Fresnaye) réside dans l'inadaptation des matériels actuellement utilisables : pas de matériels spécifiques aux algues vertes, inefficacité en tout cas sur dépôts humides et dans l'eau, faibles rendements horaires, éventuellement difficultés à respecter l'environnement. D'où la nécessité de poursuivre la mise en œuvre de projets d'amélioration des outils existants et de conception de nouveaux outils.

✓ Principaux résultats

Le volet analyse du fonctionnement de nouveaux engins spécifiques de ramassage des algues a concerné (1) l'utilisation opérationnelle du système de rabot testé en 2005 pour l'andainage rapide (et respectueux de l'environnement) de dépôts dendritiques humides de bas de plage et d'abords de filières, (2) des essais de matériels de ramassage proposés par des constructeurs, en particulier cette année des essais de ramassage dans l'eau à l'aide d'une ratisseuse fabriquée par la Société Moreau. (3) des suivis de chantiers en activités, essentiellement au niveau de la qualité des algues ramassées (pourcentages de sable notamment) dans les principaux chantiers de ramassage.

1. Utilisation opérationnelle du système de rabot testé en 2005 :

L'utilisation opérationnelle du rabot expérimental s'est révélée délicate du fait que le rabot enfourne facilement son étrave dans le sable et que l'on doit ajuster son efficacité en modifiant sans cesse la vitesse de travail. Un dispositif correcteur a été conçu et installé, sous la forme d'un patin métallique qui soutient cette étrave de manière régulière quelque soit la vitesse de travail. Des essais ont été faits pour mesurer l'impact de ce nouveau dispositif sur l'incorporation de sable dans l'andain. En condition tractée, les résultats sont sensiblement améliorés : seuls 20 Kg

de sable humide sont incorporés par tonne andainée essorée, contre 150 Kg en 2005 avec le rabot tracté et sans patin. L'exploitant du chantier de ramassage de St Michel en Grève a constaté le très bon fonctionnement du système mais ne l'a pas utilisé pour lui dans la mesure où son contrat de nettoyage ne concerne que les échouages de haut de plage.



Rabot muni de son patin anti-enfournement

2. Essais de matériels de ramassage :

➤ Une ratisseuse fabriquée par la Société Moreau a été expérimentée pour la première fois à l'état de prototype sur des dépôts humides et dans le rideau de bas de plage. Les essais sont d'abord concluants sur tous les dépôts de l'estran, y compris les dépôts humides, mais à condition que la surface du sol soit plane. Des essais sur dépôts plus secs et reposant sur sol irrégulier donnent des résultats d'incorporation de sable de 380 Kg par tonne collectée d'équivalent essoré. Dans le rideau flottant de bas de plage, la machine prend très peu de sable : 5 à 30 Kg de sable humide par tonne évacuée essorée au cours des différents essais. Le fonctionnement de la machine est optimal sur le plan du contenu en sable et de l'efficacité de prélèvement, à l'arrêt de la traction et avec une vitesse de tapis lente. Le rendement est alors estimé à 5 tonnes/heure d'équivalent essoré d'algues vertes (équivalents à environ 10 tonnes/heure de matière égouttée 1 mn) de bonne qualité pour le compostage ou toute valorisation industrielle.



Ramasseuse Moreau en action dans le rideau

➤ Un contact avec la société Lamor a permis d'évaluer l'intérêt de leur faucardeur releveur amphibie pour la collecte des algues vertes dans l'eau. Une visite sur site à marée verte a été organisée pour les deux représentants de la société et une réunion de présentation du fonctionnement de la machine dans son contexte finlandais nous a été faite en retour. L'essai sur site à marées vertes envisagé n'a pu être programmé en raison du coût d'acheminement de l'engin.



Faucardeur Lamor RS-500 en conditions amphibies (photo constructeur)

3. Suivi de la composition des ramassages :

La qualité des algues ramassées sur différents chantiers a été poursuivie en 2006 en baies de St Michel en Grève, Hillion, Guissény et Douarnenez.

L'incorporation de sable, par l'opération de ramassage, dans les algues évacuées est variable mais peut être importante : plus de 300 Kg par tonne essorée enlevée dans le chantier de Crozon en 2006. Dans certains chantiers où l'engin de ramassage n'a pas raclé la partie inférieure du dépôt, il peut y avoir « perte de sable » par rapport au dépôt initial évalué sur toute son épaisseur, y compris sa couche inférieure souvent fortement mélangée avec du sable. Ainsi, à partir d'un dépôt avant ramassage contenant 300 Kg de sable humide par tonne essorée, le chantier d'Hillion a enlevé des tonnes essorées contenant « seulement » 210 Kg de sable humide le jour de la mesure. On doit cependant constater que, vu les quantités de sable déjà présentes dans les dépôts, la quantité de sable sorties de plage par les chantiers de ramassage des algues vertes est importante d'une manière générale (c.f. tableau 3), se situant entre 200 et 750 Kg par tonne essorée évacuée. C'est-à-dire que pour 10 000 m³ évacués qui donnent environ 4 000 tonnes d'équivalents essorés, les quantités correspondantes de sable humide sorties de la plage se situent entre 800 et 4000 tonnes, dont environ 2/3 de sable sec (60% + ou - 20 % selon la finesse du sédiment). Le prélèvement excessif de sable sera un facteur limitant essentiel de la mise en place de chantiers à forte capacité.

Tableau 3 : comparatif, selon le chantier ou l'essai de nouvelle machine, des quantités de sable incorporées dans les algues :

ESSAIS	Sable humide incorporé (ou perdu) par l'opération de ramassage (ou d'andainage) dans chaque tonne essorée évacuée (ou andainée)	Contenu final en sable humide de la tonne essorée évacuée (ou andainée)
Chantier Fresnaye 2005	430 kg/T	530 kg/T
Chantier St Michel 2005	180 kg/T	210 kg/T
Chantier St Michel 2006	190 kg/T	220 kg/T
Chantier Hillion 2006	- 90 kg/T	210 kg/T
Chantier Crozon. 2006	310 kg/T	330 kg/T
Chantier Guissény 2006	- 30 kg/T	750 kg/T
Rabot andaineur 2005	150 kg/T	180 kg/T
Rabot andaineur 2006	20 kg	70 kg/T
Système Le Droff 2005	570 kg/T	650 kg/T
Surfrake 2005	100 kg/T	380 kg/T
Moreau dépôts secs 2006	380 kg/T	530 kg/T
Moreau dépôt humide 2006	- 100 kg/T	160 kg/T
Moreau Rideau 2006	0 à - 15 kg/T	5-30kg/T

4. Possibilités d'évolution pour les chantiers de ramassage :

L'idée principale que nous nous proposons au départ de valider, était celle de l'intérêt potentiel d'un chantier mobile disposant de moyens de récolte importants et capable d'intervenir rapidement d'un site à l'autre sur des échouages de pointe, ou sur des opérations de déstockage destinées à soulager la pression d'échouage. Les deux tonnages cibles pour un ramassage passant à la vitesse supérieure seraient, d'une part celui des dépôts épais et andains de haut de plage, lieu habituel d'intervention des chantiers dans les jours qui suivent l'échouage et, d'autre part, un ramassage massif dans l'eau, lieu de performances horaires potentielles intéressantes de ramassage, de moindre gêne du chantier pour les riverains, de qualité des biomasses collectées, tant sur le plan environnemental (minimum de sable enlevé) que sur le plan de la diversification des filières d'élimination.

Concernant les ramassages massifs de haut de plage, une analyse a été faite sur le fonctionnement saisonnier des principaux chantiers sur les trois dernières années afin de déterminer une fréquence d'intervention possible (et donc un marché potentiel) pour un chantier mobile à forte capacité. Le principe retenu est que ce qui est retiré dans la semaine où les jours qui suivent l'échouage par un chantier local à capacité limitée doit pouvoir l'être en une journée par le chantier mobile à forte capacité. L'objectif est de gagner rapidement (en un ou deux jours et non en une semaine) le bénéfice d'une plage « propre » (dont le sédiment notamment ne sera pas dégradé par la décomposition des algues qui intervient dès l'échouage) et de permettre l'intervention sur d'autres sites concernés par des échouages de même importance pendant la même marée. Le chantier mobile devrait ainsi avoir une capacité journalière de 400 à plus de 1500 m³ par jour et la collectivité locale la même capacité de traitement sur une plate forme située à proximité des plages.

Le tableau 4 récapitule le nombre de semaines (devant se transformer en jours d'intervention pour le chantier mobile) où les différents seuils 400, 1000 et 1500 m³ ont été atteints en 2004, 2005 et 2006 dans les sites de baies de St Briec, Binic, St Michel en Grève, Douarnenez et Concarneau, des données hebdomadaires n'étant pas disponibles pour les autres sites.

année quantité hebdo.	2006	2005	2004
> 400 m ³	33 semaines	39	38
> 1000 m ³	15	16	16
> 1500 m ³	7	6	8

Tableau 4 : Nombre annuels de semaines de ramassages correspondant à différents niveaux de collecte hebdomadaire dans l'ensemble des principaux sites à marées vertes. Ces semaines d'intervention pour les chantiers actuels deviennent des jours d'intervention pour le chantier mobile à forte capacité.

L'audit d'une société déjà spécialisée dans la collecte sur plages de produits pétroliers et autres macro déchets, a été réalisé pour recueillir un avis professionnel sur l'intérêt et les conditions de mise en place d'un tel chantier mobile de ramassage pour des algues vertes.

Selon les données du tableau 4 et celles plus détaillées de données journalières disponibles, l'entreprise considère que la taille du marché est suffisamment intéressante mais qu'il serait plus prudent de ne pas investir dans une capacité d'intervention supérieure à 700-1000 m³ par jour et de pouvoir traiter sur deux jours les échouages en quantités supérieures ; ce qui fait, pour 2006, passer le nombre de jours d'intervention à plus de 400 m³ de 33 à 45 entre avril et octobre. L'entreprise s'est proposée de continuer à réfléchir au cours de l'année 2007 sur des coûts prévisionnels pour une telle activité. Concernant les actions de déstockage en bas de plage avec de nouveaux engins, le marché est plus difficile à évaluer pour l'instant mais pourrait être défini et proposé en phase expérimentale pour compléter l'activité du chantier mobile sur les échouages massifs de haut de plage. Le ramassage en bas de plage nécessite aussi la mise au point de nouveaux engins dont une première évaluation de coût a été obtenue auprès de la société Pech'Alu International de Lorient.

3.3.3 - Validation technico-économique de la filière de valorisation industrielle des algues vertes

Stabilisation de la matière première

La stabilisation est un point clé dans la chaîne des pré-traitements car elle permet d'éviter la dégradation des algues au cours du stockage avant mise en œuvre de solutions de valorisation. Il s'agit d'ajuster les flux matières (échouages massifs) aux capacités de traitement et aux flux de produits sortants.

Sur la base des travaux antérieurs du CEVA, quatre voies ont été présélectionnées pour évaluation :

- *STABILISATION PAR LACTO-FERMENTATION*
- *STABILISATION PAR SAUMURAGE EN SEC*
- *STABILISATION PAR EGOUTTAGE SUR CAILLEBOTIS*
- *STABILISATION EN CUVE D'EAU DE MER.*

La qualité des algues a été évaluée au travers de l'analyse des ulvanes (un des constituants majoritaires de l'algue).

Faits marquants :

Le mode de stabilisation des Ulves n'a pas d'influence sur la composition en carbohydrates des ulvanes. Par contre, nous observons des différences significatives au niveau :

- des rendements d'extraction ;
- de la pureté des extraits ;
- de la masse molaire des ulvanes ;
- des taux de sulfatation.

Les voies de stabilisation retenues à ce jour en fonction des applications sont :

- le saumurage acide (lacto-fermentation) 7 semaines, car les ulvanes deviennent plus facilement extractibles.
- l'égouttage et séchage (four ou tunnel agricole) à température modérée.
- la congélation si utilisation en frais.

Le saumurage est la solution qui semble la plus économique si l'on envisage des valorisations dans des procédés de transformation humides (exemple : extraction d'ulvanes, production de matériaux type papier/cartons/godets horticoles).

Dans le cas de procédé de transformation secs (ex : utilisation de la biomasse dans des supports de culture type terreau), le séchage sous tunnel agricole est le plus économique.

Une évaluation complète des coûts est impossible à réaliser tant que les facteurs d'échelle ne sont pas connus.

Laveuse mobile sur le domaine public maritime

Le lavage des algues vertes à l'eau de mer sur le domaine public maritime grâce à une structure mobile peut représenter une solution alternative intéressante car elle peut permettre de rendre le sable à la plage tout en évitant de mobiliser des quantités importantes d'eau douce.

L'objectif du CEVA était d'étudier les performances techniques et environnementales d'une machine de dessablage humide appartenant à la société Olmix (Bréhan, 56) et expérimentée par cette entreprise sur la Lieue de Grève dans le cadre du développement d'un nouveau produit à base d'argile et d'extrait d'algue verte.

Faits marquants :

Le prototype de laveuse mobile mis au point par la société Olmix est très efficace pour effectuer un dessablage poussé des algues de marée verte. Il permet d'obtenir des ulves avec des teneurs en sable inférieures à 1%, et cela quelque soit la qualité des ramassages. Ces résultats sont même meilleurs que ceux obtenus avec un matériel de ramassage de type râteau mécanique opérant dans le rideau.

Si le dessablage des algues est très bon, le « désalgage » du sable rejeté sur la plage devrait être amélioré. On retrouve dans le sable des fragments d'ulve, qui représentent au mieux 6,1% de la matière sèche totale, et au pire 61,4 %. Une fraction significative de la biomasse organique se retrouve aussi à l'état dispersé et solubilisé dans les effluents aqueux rejetés sur la plage. L'eau en sortie de machine et l'eau d'égouttage des algues sont toutes deux nettement plus chargées en matières organiques que l'eau de mer et l'eau du Yar (ruisseau côtier débouchant sur la grève). En cas d'exploitation à grande échelle et de façon prolongée, ces rejets enrichis en matières organiques pourraient poser problème au niveau environnemental et faire courir un risque de dégradation de la qualité microbiologique des eaux de baignade.

Du fait de sa capacité de traitement (au mieux 5 tonnes produites par jour, correspondant à un volume d'échouages traités de 20 m³ / jour), la laveuse mobile n'est pas un matériel permettant d'absorber un flux significatif en période d'échouage massif. Elle n'est pas non plus à la mesure des

perspectives de développement annoncées par la société Olmix, qui tablait fin 2006 sur une demande de 10 000 à 20 000 tonnes d'algues dessablées dès 2007.

Pour répondre à ces limitations, il serait judicieux de s'orienter vers la mise en place d'une plateforme industrielle fixe, reprenant la technologie « laveuse de salade » à plus grande échelle, et comportant toutes les installations nécessaires pour traiter et épurer ses rejets.

Veille technico économique

Il s'agissait de continuer à proposer la solution algues vertes à des industriels et partenaires scientifiques afin d'ouvrir de nouvelles voies d'élimination pour ces algues indésirables.

Développements dans les biomatériaux :

- bioplastiques (suites projet Biopal) : 3 industriels intéressés pour des applications très différentes, mais aucun engagement ferme.
- godets biodégradables pour horticulture (suites projet commun IUT St Briec - CEVA) : contacts pris avec les sociétés Fertil (n°2 mondial du godet biodégradable), Ecofeutre (fabriquant d'emballages en cellulose moulée) et Greenpower Concept (jeune société positionnée sur le marché des pots et paillages biodégradables). L'action est poursuivie en 2007 à l'IUT, en partenariat avec la société Fertil et avec le soutien technique d'Ecofeutre pour la rationalisation du procédé de fabrication.
- Des opportunités ont été identifiées dans les papiers et cartons d'emballage.
- un nouveau projet partagé entre le CEVA, l'ITERG, l'ITECH et la société APPIA a été labellisé par le Pôle de Compétitivité Rhône-Alpes Axelera. Il a été proposé au financement par le FCE.

Développements dans la nutrition animale :

- développements société Olmix (détoxification animaux d'élevage).
- protéines pour élevage de poissons : 1 opportunité de projet R&D avec partenariat privé.
- facteurs d'appétence pour élevage de poissons : 1 industriel intéressé.

Développements dans la cosmétique :

- tensioactifs (suites projet Protop) : industrialisation en cours d'instruction.
- nanotechnologies : développements société Olmix / crèmes solaires.

Application : pots à usage horticole

Ce travail spécifique, engagé en 2004 et poursuivi en 2005 et 2006, associe le CEVA et le département Sciences et Génie des Matériaux de l'IUT de Saint-Briec. L'objectif était la mise au point de godets horticoles biodégradables comprenant majoritairement de l'algue de marée verte.

A l'issue des travaux de 2006, la formulation a été optimisée pour répondre au cahier des charges applicatif. Le principal constituant du matériau est l'algue verte (70% en poids).

Les propriétés mécaniques du pot en ulve sont désormais nettement supérieures à celle du concurrent, le godet en tourbe.

Une variante de cette formule permet d'envisager les applications emballage, cartonnage (type cellulose moulée), ce qui ouvre le champ des voies de valorisation supplémentaires. L'avantage du matériau à base d'ulves est sa biodégradabilité accrue.

Plusieurs sociétés ont manifesté leur intérêt pour la fabrication et la commercialisation des pots. Le projet est poursuivi en 2007, en partenariat CEVA/IUT, avec un accord de collaboration avec une société, qui se chargera d'évaluer le produit en comparaison à sa gamme existante.

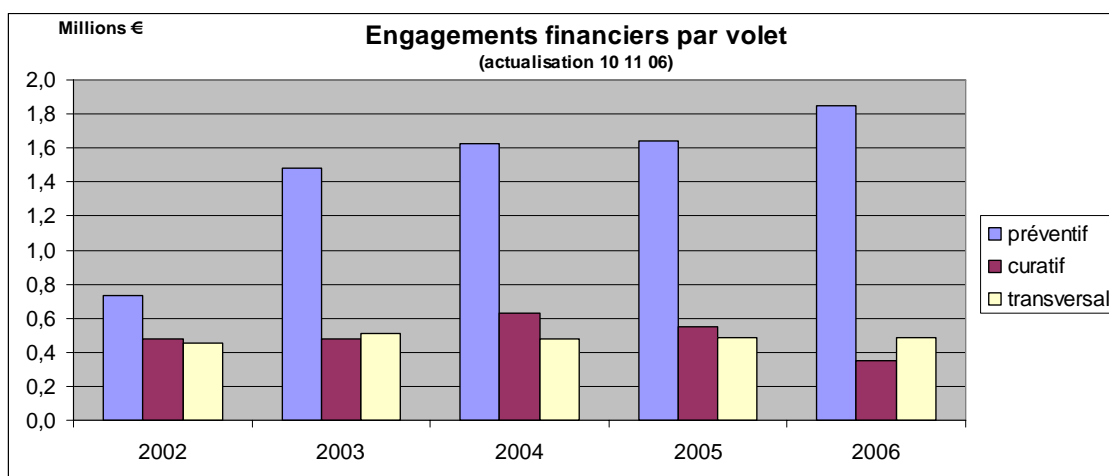
4- SUIVI FINANCIER

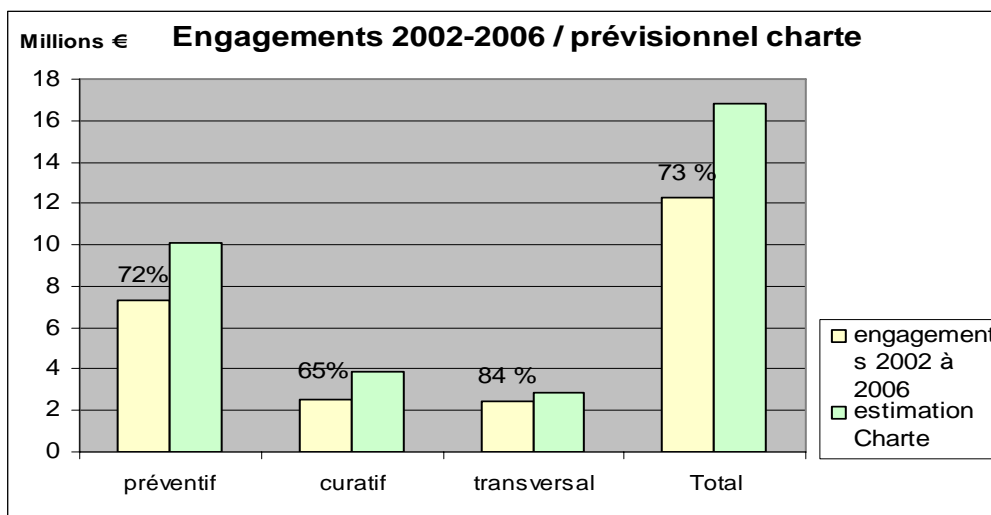
Dans la charte Prolittoral, les financements estimés pour les trois volets sont les suivants :

Volets	Coût € /5 ans	Financeurs
Préventif	10 075 000	Départements des Côtes d'Armor et du Finistère, Région, Agence de l'Eau, porteurs de programme de BV
Curatif	3 840 000	Départements des Côtes d'Armor et du Finistère, communes réalisant le ramassage
Transversal	2 867 180	4 Départements bretons, Région, Agence de l'Eau
Total Programme	16 782 180	

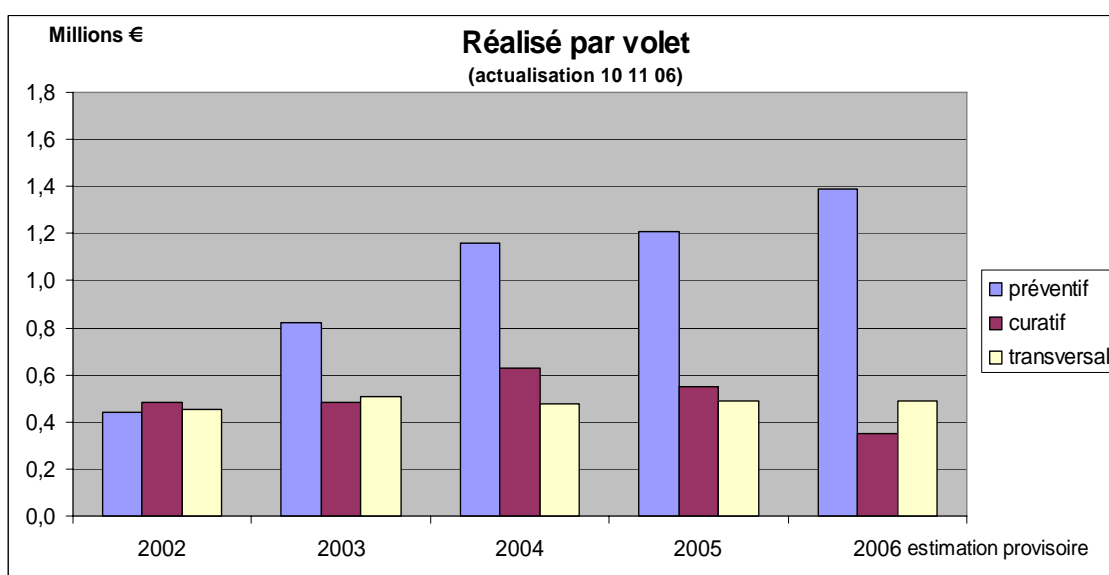
Tableau 5 : budget prévisionnel indicatif du programme Prolittoral

Pour ce qui est du volet préventif, les montants engagés présentés regroupent toutes les actions qui figurent dans les contrats de bassin versant, y compris celles qui ne sont pas directement financées par les structures de Prolittoral comme par exemple les EAE (Engagements Agri Environnementaux) dans les bassins versants du Finistère (environ 65 000 € de cofinancement FEOGA engagés principalement pour le financement des couverts végétaux pour 2006 et autant pour les porteurs de BV du Finistère). Les montants concernant le curatif en 2006 ont été estimés à partir des informations disponibles en fin 2006 dans les Conseils généraux concernés.





L'écart entre les engagements budgétaires et les dépenses réellement réalisées pouvant être important, nous avons tenté avec les porteurs d'estimer les montants réellement dépensés sans pour autant qu'ils soient toujours soldés (délais parfois longs entre les dépenses et leurs soldes). L'historique suivant présente ces montants dépensés qui ne sont encore qu'estimés, l'année 2006 n'étant pas encore close lorsque ce suivi a été actualisé.



Sur le volet préventif, il apparaît une nette différence entre les montants engagés et dépensés, le taux de réalisation financière étant de moins de 70 % pour l'ensemble de la période et estimé à environ 75 % pour 2006 (exercice en cours). Les dépenses sur le volet préventif seraient donc estimées à 5 000 k€ sur les 10 000 k€ de la charte pour la période 2002-2006 soit 50 %. Sur cette base, l'ensemble des dépenses de 2002 à 2006 est estimé à un peu moins de 10 000 k€ soit 60 % du montant mentionné dans la charte pour la période 2002-2006.

Annexe

Fiches de synthèse par bassin versant

Glossaire des termes utilisés dans les fiches :

SAU : Surface Agricole Utile

SPE : Surface Potentiellement Epandables

SAMO : Surface Amendée par les Matière Organiques

STEP : Station d'Épuration

ANC : Assainissement Non Collectif

SPANC : Service Public d'Assainissement Non Collectif

Baie de la Fresnaye

Algues vertes



Structure porteuse :

Communauté de
Communes du Pays de Matignon
Président : Pascal LEMAITRE
Maison de développement intercommunal
rue du chemin vert – BP 26 – 22 550 MATIGNON

Animateur-Coordinateur du bassin versant :

Michel Eledjam
Maison de développement intercommunal
rue du chemin vert – BP 26 – 22 550 MATIGNON
tel : 02-96-41-25-11 fax : 02-96-41-15-14
mel : bv.fresnaye@wanadoo.fr

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 12 119 ha
Cours d'eau : Frémur (38.7 km) et son affluent le Guinguenoual (16.4 km), Clos (10 km), Rat (13.5 km), Kermiton (3.7 km) (IGN permanent + temporaire)
population permanente : 12756 hab. (105 hab./km²) et 8051 hab. rejetant sur le BV
Population estivale : 34686 hab. (286 hab./ km²) et 22109 hab. Rejetant sur le BV
communes : 12 (7 ayant leur centre-bourg dans le bassin versant)
SAU : 8850 ha (73 % de la superficie totale)
SPE : 7000 ha (80 % de SAU)

Un territoire opérationnel modifié compatible avec les SAGE Baie de st Briec et

Arguenon/fresnaye depuis 2007 : territoire intégral communal de St Pôtan et St Cast-le-Guildo – commune de Plurien : + 3191 ha soit **15310 ha**

Production d'eau potable : Syndicat Mixte Arguenon Penthièvre (SMAP)

1 captage sur territoire élargi (Beaulieu-St Cast-le-Guildo), 2 captages fermés (Vau Couronné-Quintenic et Edam-St Dénoual)
1 périmètre de protection sur CCPM Beaulieu)

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant

- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
		180 à 195			

* actualisation de la liste des exploitants en cours par la CCPM
31% en bovin, 24% porcin, 17% mixte, 15% sol, 12 % volaille
* SAU : 33% céréales, 33% maïs, 24% prairies, 5% oléoprotéagineux, 5% autres

Azote organique produit par hectare de SPE (kg / ha)

- de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
				304 kg/ha

Production N organique totale : 2130 tonnes (diag agri 2000)
dont 46% porc, 32% poules pondeuses et 22% bovins
N minéral total estimé/an : 505 tonnes soit 66 kg/ha de SAU

Stations d'épuration urbaines et industrielles

Stations rejetant sur bv	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (ég hab.)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	7		20 000				
Industrielle							

Industriels rattachés aux stations d'épuration urbaines : 10aine
5 ZAC sur BV ou bordure avec 70 000 m² de surfaces restantes
4 projets de créations de STEP, 11 études de zonage réalisées
près de 7000 ég hab. ANC sur le BV

Teneur des eaux brutes aux exutoires (Frémur)

Année hydro (source CCPM)	nitrates (mg/l)	
	moyenne	maximum
2000	64	91
2001	68	90
2002	51	65
2003	61	80
2004	56	84
2005	59	77
2006	56	70

Flux d'azote compris entre 10 et 57 Kg/ha de BV selon les années (Frémur)

Moyenne des ramassages annuels depuis 2003 (m³)

0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
-	2743	-	-

Ramassage de déstockage des algues résiduelles de 2003 à 2005 en baie (pas d'ulves ramassage aux printemps en 2006 et 2007)

Autres éléments :

Site Natura 2000 du cap Fréhel (faible territoire sur le BV)
Tourisme : 2 pôles touristiques importants (Fréhel et St cast)
Baie conchylicole (huîtres et moules)
Emergence du SAGE baie de St Briec

Avancement du programme de bassin versant :

Janvier 2004 : 1^{ère} année du programme quinquennal et signature du Contrat BV le 15/12/2004
2007 : 4^{ème} année du programme quinquennal 2004/2008

Avancement actuel :

- Résorption agricole de l'N orga. excédentaire hors sol (source CCPM 2007) : 89% de l'azote traité, 2% à venir, 9% sans solution
- Réseau BV reliquat d'N de 21 parcelles
- Réseau BV parcelles drainées 4 parcelles
- Communication : bulletin BV « Fresnaye inf'eau », bulletin de liaison agricole BV « Terre – Mer »
- 87 exploitations sont engagées dans un Contrat d'objectifs (mai 2007) soit 54% des agriculteurs éligibles aux CO (hors cessation < 3ans, sans terre)
- Actions collectives agricoles (formations, démonstrations...), charte prescripteurs N signée
- Réalisation en cours de diagnostics /préconisations de pratiques et d'aménagement sur les parcelles humides/sensible au transfert N (14 diagnostics déjà réalisés)
- démo et campagnes de couverts RGI sous Maïs
- construction et test été 2007 diag post CO intégrant diag parcellaire et compatible DCE – MAE
- Chantier expérimental de ramassage des stocks hivernaux d'algues
- Compétence de l'ANC depuis le 1^{er} janvier 2005 à la CCPM : SPANC, diagnostic « points noirs » terminé en 2006 et programme réhabilitation de l'ANC dès 2007 (sur le PPC de baulieu)
- Assainissement collectif : suivi des projets d'extension ou création des communes, suivi d'un schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales
- Aménagement de l'espace : 5.3 km de billon bocager déjà réalisé en 2006/2007, programme bocage du CG22 adhérent par la CCPM en 2006, étude complémentaire sur territoire élargi du milieu naturel (ZH, cours d'eau, bocage...).

Ic

Algues vertes et BEP

Structure porteuse :

SMCG / programme GOËL'EAUX
Président : Ange LE BARS
Président du Comité de Pilotage : Bernard CADORET, élu du SMCG.
adresse : rue Jean Epivent 22590 PORDIC

Animateur du bassin versant :

Vincent Tétu
Adresse : rue Jean Epivent, 22590 PORDIC
tel : 0296582970 fax : 0296582979
mel : planete@goeleaux.fr

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 9 200 ha
cours d'eau : Ic (linéaire principal 19 km)
population : 12 000 hab. (densité : 130 hab./ km²)
communes : 12 (8 ayant leur centre-bourg dans le bassin versant)
SAU : 7 000 ha (76 % de la superficie totale)
SPE : 85 % de la SAU, (base échantillon prédiag EPA 2003)

Production d'eau potable :

Une prise d'eau de surface, Chien Noir, Binic, Syndicat de l'Ic. Suspension le 31/12/08.
Périmètre de protection de la future prise d'eau : arrêté préfectoral, novembre 2006. Programme aménagement en cours par SMCG/GOËL'EAUX
Plan d'eau : sur un affluent de l'Ic, Ru de Lantic, Production : 700 000 m³/an (diminution avec le nouvel emplacement)
Population desservie : 9 000 hab. dans l'année, 40 000 en été

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant					
- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
	170				

Sur la base des diagnostic/bilan 74 EPA 2006 :
* 6% polyculture seule, 8% polycult éleveurs, 86% éleveurs (33 ateliers bovins, 28 ateliers porc, 3 ateliers volailles)
* SAU prairie 20%, cultures 80%, légumes : 0%

Azote organique brut par hectare de SPE (kg / ha)				
- de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
150				

(dont 16% non maîtrisable)
en net (après Import/export) : 134 u/ha de SPE
Origine de N organique : Bovin : 36%, Porc : 60%, Volaille : 4%
Minéral : 59 u/ha de SAU

Stations d'épuration urbaines et industrielles							
Stations	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (ég ha)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	4	4	1				
Industrielle							

5 industriels rattachés à la station d'épuration urbaine de Binic

Teneur des eaux brutes		
Paramètres	année 1996-2006	
	moyenne	maximum
nitrites (mg/l)	65	105

1996-2006, flux moyen journalier de mai à septembre : 480 kgN/j.
Estimation 950 kg/j de N en moyenne sur l'année complète (source CEVA, moyenne 2000-2005 en 16 soit 40 kg/ha)

Moyenne des ramassages annuels depuis 1996 (m ³)			
0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
	2 420		

maxi : 4 565 en 1999, mini : 670 en 2003

Autres éléments :

Début du programme d'action en janvier 1996
Intégration dans Prolittoral en 2000, et BEP en 2001
Tourisme : stations balnéaires : BINIC, ETABLES/MER, SAINT QUAY PORTRIEUX, la population passe de 9 000 à 40 000 l'été

Avancement du programme de bassin versant :

Contrat BEP signé fin 2003

100 EPA signés, , soit 71 des 140 exploitations qui ont leur siège sur le BV de l'Ic.
Contrat de BV Prolittoral : pas de contrat, mais des programmes annuels complémentaires du contrat BEP 2007 : année transitoire, préparation des CRE rivières et zones humides, préparation du futur contrat, préparation du SAGE Baie de St Brieuc

Lieue de Grève

Objectif : Algues vertes et AEP

Structure porteuse : Comité des bassins versants de la Lieue de Grève (Lannion-Trégor Agglomération, Communauté de Communes de Beg ar C'hra, Syndicat de la Baie)

Président : Jean Touarin

Adresse : 1, rue Monge

B.P.10761 22307 LANNION Cedex

Animateur / coordinateur du bassin versant :

Bénédicte Lebref

Adresse : 1, rue Monge

B.P.10761 22307 LANNION Cedex

Tel : 02 96 05 09 23 fax : 02 96 05 09 21

benedicte.lebref@lannion-tregor.com

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 11 940 ha

cours d'eau : Yar (57,3 km), Roscoat (24,1 km), Kerdu (8,1 km), Quinquis (3,6 km), Traou Bigot (1,3 km)

population : 8 500 habitants. (79,6 hab./ km²)

communes : 10 (centre-bourg dans le BV)

SAU : 8 580 ha (71,87 % de la superficie totale)

SPE : environ 75 % de la SAU (source : 45 premiers contrats d'objectif)

Production d'eau potable :

Captage d'eau potable sur le Yar (Périmètre de protection en place)

Plan d'eau : Etang du Moulin Neuf

Production : 381 230 m³/an

Population desservie : 2 782 abonnés (4 411 hab.)

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant

- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
		≈ 170			

Sur les 124 agriculteurs engagés :

* 86% d'élevage bovin, 4% de volaille pur ou associé à du bovin lait ou viande, 8% de porc pur ou associé à du bovin lait ou viande, 2% autres

* SAU : 46% d'herbe, 23% maïs, 22% céréales, 4% autres cultures

Azote organique par hectare de SPE (kg / ha)

- de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
150				

99 kg d'azote organique/ha SAU, 72 Kg d'azote minéral/ha SAU

Stations d'épuration urbaines et industrielles

Stations	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (éq hab.)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	4		8 100				
Industrielles	0						

3 stations à boues activées, 1 lagune

Pas de pisciculture

Teneur des eaux brutes (Yar)

Paramètres	année 2006	
	Moyenne	maximum
nitrites (mg/l)	29	41

Moyenne des ramassages annuels depuis 1995 (m³)

0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
			18 440

ramassage depuis 1971, données chiffrées depuis 1986 ; en moyenne 18 440 m³ par an (min : 10 500 m³, max : 27 000 m³)

Avancement du programme de bassin versant :

Contrat de bassin versant signé le 10 avril 2003

Objectif du contrat :

- changements de pratiques :
 - 100% des sols couverts l'hiver
 - 100% exploitations : un plan de fumure N,P,K et un cahier de fertilisation tenu
 - 100% exploitations : bilans CORPEN équilibrés
 - 100% exploitations : classement de parcelles
 - Travaux du PMPOA achevés
 - Réduction d'1/3 des apports d'azote minéral

Axes du contrat :

- agricole :
 - collectif : formations et démonstrations pour une fertilisation équilibrée, une meilleure gestion des déjections animales et une utilisation raisonnée des produits phytosanitaires.
 - outil individuel : contrat d'objectif : contrat de 3 ans entre l'agriculteur et le Comité des BV de la Lieue de Grève. Après un diagnostic (réactualisé tous les ans), l'agriculteur s'engage à faire évoluer ses pratiques et en échange il reçoit un appui technique du comité de bassin sous formes d'analyses et de conseils
- nb contrat obj prévu (par année), nb CTE/CAD : initialement 30 Contrats d'objectifs par an et 10 CTE.
- Au terme du contrat quinquennal engagement de la totalité des exploitations dans un contrat individuel
- Début 2007 : 128 contrats environnementaux signés sur le bassin versant sur 155 exploitations concernées.**

- aménagement : reconstitution du bocage et aménagement des zones humides
 - non agri : réduction des pollutions phytosanitaires des communes et des particuliers
 - gestion des algues vertes ramassées par l'épandage en frais sur des parcelles agricoles
 - animation / communication : bulletins grand public, agricoles, journées « porte ouverte »
- Financement : 2 400 000 € TTC sur 5 ans
14% Région, 23% Agence de l'Eau, 23% CG22, 29% Comité des BV de la Lieue de Grève, 11% Fonds Européens.

Mise à jour le 01/07/07

DOURON

Bassin versant Algues vertes

Structure porteuse : Syndicat mixte pour la gestion des cours d'eau du Trégor et du pays de Morlaix, place O. Krébel, 29 600 Morlaix.
Président : Alain LEDAN

Animateur du bassin versant :

Pierre JALLIFFIER
tél : 02 98 15 15 17 fax : 02 98 15 15 20
mel : smt-morlaix@wanadoo.fr

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 11 600 ha
cours d'eau : Douron et ses affluents (100 km)
population : 6 500 hab. (densité : 57 hab./ km²)
(15 360 hab. selon RGP INSEE 1999).
communes : 12 dont 3 en Côtes d'Armor (6 communes ont leur centre-bourg sur le bassin versant).
SAU : 6 000 ha (53 % de la superficie totale).
SPE : 4 369 ha (73 % de la SAU).

Production d'eau potable :

1 forage sur la commune de Plouégat-Moysan (environ 545 hab. desservis, périmètre de protection en place). 1 captage sur la commune de Botsorhel (environ 493 hab. desservis, périmètre de protection en place).

1 prise d'eau superficielle sur la commune du Ponthou (syndicat des eaux de Pen ar Stang, environ 12 000 hab. desservis, la prise d'eau couvrant de 15 à 20% des besoins – étude PPC réalisée, pas d'AP).

Piscicultures :

Un exploitant piscicole sur le BV (truite – autorisation annuelle de 185 t). 4 piscicultures (production 330 T) ont fermé dans les années 90.

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant

- de 100	100-200	200 -300	300 -400	400 -500	500 -600
	≈ 190 *				

* ≈ 116 sièges sur le bassin versant (2005)

* 59% exploitations bovin lait, 43% bovin viande. Ateliers hors-sol (8 %) faiblement représentés mais de taille assez importante.

* SAU : prairies 52%, maïs 21%, céréales 19%, légumes 5%, autre : 3%

Azote organique par hectare de SPE (kg / ha)

- de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
	180			

Environ 780 t N organique produites, 636 après import/export soit 145 UN/ ha SPE, 375 t N minéral soit 62 uN / ha SAU

Résorption : objectif de réduction de 121,4 T (taux de réalisation au 31/12/06 : 41%).

Stations d'épuration urbaines et industrielles

Stations	Nb	Capacité de l'ensemble des stations (ég hab.)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	3		5 000				
Industrielle	0						

3 stations d'épuration urbaines rejettent leurs effluents sur le bassin versant, 4 rejettent en dehors du bassin et les autres communes (5) sont en assainissement non collectif.

Teneur des eaux brutes (Douron – Pont Menou)

Paramètres	Année 1993		Année 1997	
	Moy.	Maxi.	Moy.	Max.
nitrites (mg/l)	33	43	32	40
	Année 2000		Année 2006	
	Moy.	Max.	Moy.	Max.
nitrites (mg/l)	36	48	34	42

Moyenne des ramassages annuels 1995-2006 (m³)

0-2 000	2 000-4 000	4 000-6 000	> 6 000
	2 508		

Sur la période 1995-2006 : mini 250 m³ et maxi : 5 900 m³.

Autres éléments :

Natura 2000 : 2 910 ha du bassin ont été identifiés d'intérêt communautaire. Le Douron constitue un milieu riche (chauves souris, salmonicoles, loutres...).

Contrats de restauration entretien de cours d'eau : près de 160 km de linéaire de berges du Douron ont été restaurés et entretenus par le syndicat mixte du Trégor entre 1998 et 2006.

Contamination bactériologique du banc de coques à l'estuaire : identification de points noirs et résorption (1999, 2003).

Elaboration d'un SAGE « Léon - Trégor » intégrant le BV Douron.

Secteur de tourisme estival : Locquirec de 1 300 hab. à environ 8 000 (x 6), Plestin de 3 600 à 7 500 (x 2).

Avancement du programme de bassin versant :

Le programme pluriannuel (2005-2008) comporte 5 axes :

- Axe agricole

Animation collective et accompagnement technique via l'outil «contrat d'objectifs», 47 agriculteurs engagés.

- Axe non agricole

Collectivités, piscicultures, usagers.

- Axe aménagements

Actions sur le bocage et les zones humides.

- Axe gestion des algues ramassées

Amélioration du ramassage et gestion des algues.

- Axe animation/ coordination/ communication

Suivi qualité eau, bulletins d'informations...

QUILLIMADEC

BV algue verte

Structure porteuse : Communauté de communes du pays de Lesneven et de la côte des légendes (CCPLCL)

président : Joël MARCHADOUR
12, Boulevard des frères Lumière
BP 75, 29 260 Lesneven

Animateur du bassin versant :

Emmanuelle Le Gad
12, Boulevard des frères Lumières
BP 75 ; 29 260 Lesneven
tel : 02 98 83 16 30 fax : 02 98 83 16 91
bv-quillimadec@wanadoo.fr

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 7 920 ha
cours d'eau : Quillimadec (114 km)
population : 13 000 hab. (densité : 160 hab./km²)
communes : 15 (8 centre-bourg dans BV)
SAU : 5 533 ha (70 % superficie totale) (source =DDAF, déclarations PAC 1999)
SPE : 4147 ha (75 % de la SAU, selon des données locales)

Production d'eau potable :

1 captage
1 périmètre de protection en cours
Plan d'eau : étang du Pont (10 ha)
Production : 569 549 m³/an
Population desservie : 8 000 hab.

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant

- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
		214 exploitations ayant +5 ha *			

* 140 sièges dans le bassin versant (Source : liste DDAF + terrain)
* 17 % exploite légumes, 83 % élevage (dont 83% 1 atelier bovin, 31 % atelier porcin, 8% atelier avicole)
* SAU : 23% céréales, 28% maïs, 35% herbe, 12% légumes, 2% jachère

Azote organique par hectare de SPE (kg / ha)

moins de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
			240	

Source DDAF- RA 2000 (tableau résorption) : 994 t N Orga produite, soit 245 UN/ha de SDN (4057 ha SDN) ; 177 uN tot /ha SAU
Production azotée : 43% bovin, 48% porcin, 8% volailles et 2% autres
Objectif de résorption : 389 t : 36% de l'objectif atteint (31/12/06)
Mars 2007 (Données DDAF) : 92 % de l'objectif atteint sur canton de Lesneven (75 % de la surface du BV, pas d'info pour l'ensemble du BV)

Stations d'épuration urbaines et industrielles

Stations	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (ég ha)					
		- de 2 000	2 000 - 20 000	20 000 - 50 000	50 000 - 80 000	80 000 - 110 000	+ de 110 000
Urbaines	2		✓				
Industriel	1			✓			

1 industriel rattaché aux stations d'épuration urbaines
1 pisciculture

Teneur des eaux brutes

Paramètres	année hydrologique 2006 (données Ecoflux à l'aire de repos)	
	moyenne	maximum
nitrate (mg/l)	51	66

Moyenne des ramassages annuels de 1994 à 2006 (m³)

0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
	3376		

Entre 1994 et 2006 : ramassage min 1210 m³, max : 5150 m³

Autres éléments :

Natura 2000 : Guisseny (site d'intérêt communautaire)
Activité nautique et tourisme en baie de Trésenny

Avancement du programme de bassin versant :

Programme 2008 : en cours d'élaboration

Objectif du contrat 2004-2008 :

- Diminution MV par diminution flux nitrates
- changements de pratiques : 90 % sols couverts, 100 % exploitation font un plan de fumure, le respecte et cahier fertilisation tenu, bilan CORPEN équilibré dans 100 % exploit en CTE ou contrat objectif, 30 % de minéral en moins

Axes du contrat :

- agricole :
 - collectif : mobilisation des agriculteurs, démonstration, communication
 - outil individuel : contrat obj : contrat de 3 ans entre agri et CCPLCL. Agriculteur s'engage à mettre en place des pratiques respectueuse de l'environnement, la CCPLCL à apporter des outils techniques à l'agriculteur. 91 contrat objectifs, 13 CTE, 8 CAD, 15 EPA et 1 contrat Natura 2000
 - aménagement : limitation ruissellement, érosion, améliorer pouvoir épuratoire des zones humides
 - non agri : gestion assainissement et phytosanitaires
 - gestion des algues: amélioration ramassage et bonne gestion des algues ramassée
 - animation / communication : suivi de la qualité de l'eau, bulletins, ferme ouverte
- Financement : 879 425 € sur 5 ans, région 26%, Agence de l'Eau 28 %, Conseil Général du Finistère 19 %, CCPLCL 26 %

Mise à jour le 03/09/07

PORZAY

Bassin versant Algues vertes
Contrat quinquennal signé en septembre 2004 :
1^{er} juillet 2003 – 30 juin 2008

Structure porteuse : Communauté de Communes
 du Pays de Châteaulin et du Porzay (CCPCP)
Président : Bernard CROUAN
 30, quai Charles de Gaulle
 29 150 CHATEAULIN

Coordinateur du bassin versant :
 Alida BOISHUS
 30, quai Charles de Gaulle ; 29 150 CHATEAULIN
 tél : 02 98 16 14 40 fax : 02 98 86 36 46
 mel : ccpcp.bassins@wanadoo.fr

Caractéristiques du bassin versant :
Superficie : 14 793 ha
Cours d'eau : Caon (1,1 km), Rostégoff (1,9 km),
 Porlous (2,7 km), Caméros (2,2 km), Pentrez (6 km),
 Kerellec (<1 km), Lestrevet (10,6 km), Kerharo (28
 km), Ty Anquer (7 km), Lapic (11,5 km),
 Trezmalauouen (3,5 km), Kerscampen (1,5 km)
Population : 7 800 hab (53 hab/km²)
Communes : 10 (7 centres bourg dans le BV)
SAU : 10 171 ha (69 % de la surface totale)
SPE : 9 123 ha (89.7% de la SAU) (source diag 99)
SDN : 7 924 ha (77.9 % de la SAU) (source DDAF 2003)

Production d'eau potable (données mairies 2007)
 6 captages
 6 arrêtés préfectoraux obtenus
 Production annuelle : > 300 000 m³
 population desservie : 3 227 hab. (hors saison)

Financement du contrat quinquennal :
 1 859 106 € TTC sur 5 ans
 (Région : 20%, CG29 : 15.5%, Agence de l'Eau :
 27%, CCPCP : 33.5%, autre : 4%)

Nombre d'exploitations ayant des parcelles sur le bassin versant (source CCPCP, 2006)

- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
		211*			

* **Critères de définition d'une exploitation agricole du BV :**
 - plus de 20 % et plus de 3 ha de SAU sur le BV
 - plus de 15 ha sur le BV lorsque moins de 20 % de la SAU
 de l'exploitation est situé sur le BV

* **Production animale :** porcs : 24 %, bovins : 37 %, volailles : 3 %,
 mixtes : 34 %, cultures uniquement : 2 % (mise à jour 2006, ccpcp)

* **SAU :** céréales : 31 %, maïs : 41 %, prairies : 25 %, légumes : 4
 % (diagnostic 1999-2001)

Azote organique par hectare de SPE (kg / ha)

moins de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
	187*			

* source diagnostic 1999-2001 : 1 702 t N organique produites, N
 min : 834 t N pression azotée totale = 249 UN/ha de SAU

Stations d'épuration urbaines et industrielles en fonctionnement

Stations	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (ég hab.)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	7		8190				
Industrielles	0						

* + 1 station en cours de construction sur Plomodiern, pour 1500 EH

Concentration en nitrates des 3 principaux cours d'eau, moyenne annuelle (année civile) :

Cours d'eau	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Lestrevet	32.4	28.5	-	-	33.3	27.3	31.1	28.6	29.5
Kerharo	39.6	38.1	39.9	35.7	35.3	30.8	33.9	29.8	31.6
Lapic	49.2	47.2	48.3	47.7	46.3	37.6	43.2	40	39.8

NB : les données avant 2003 ne sont pas toutes significatives du fait du
 nombre limité de mesures réalisées certaines années

Moyenne des ramassages annuels depuis 1994 (m³) par CCPCP

0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
		6000	

Ramassages entre 1994 et 2007 min : 1700 m³, max : 13 900m³

Autres éléments :

- en limite de Natura 2000 (presqu'île de Crozon), en
 limite du complexe Menez-Hom Argol, en limite du Parc
 naturel régional d'Armorique, Parc national marin de la
 Mer d'Iroise

- Activité touristique estivale importante
 - Pêche professionnelle : coquillages + poissons

Avancement du programme de bassin versant :

Objectifs du contrat :

Diminution de la marée verte par une baisse des flux de
 nitrates (- 10 % concentration en nitrates, en 5 ans, en
 2015, bon état écologique (DCE))

Objectifs d'évolution agricole : PMPOA et résorption :
 achèvement des programmes réglementaires, couverture
 des sols en hiver : 100 %, fertilisation azotée équilibrée
 aux besoins (réduction apports N min de 27 %, N tot de
 26 %)

Objectif aménagement : dénitrification (marais de
 Kervigen : abattement 40-50 % N), bandes enherbées : 5
 à 10 kms / an, haies et talus : 5 à 10 kms / an

Objectifs sur le volet assainissement : assainissement
 collectif (bon fonctionnement de 100 % des STEP du
 BV), ANC (SPANC, mise aux normes des points noirs)

Axes du contrat :

□ agricole :

- actions collectives : formations, réseau de références,
 fermes et parcelles témoins, démonstrations ...

- actions individuelles : Contrat d'engagement individuel
 Objectif = 120 CEI signés + 15 CAD (106 CEI signés au
 31.12.2006), résorption : 66 %, PMPOA1 et 2 : 56 %
 dossiers soldés au 31.12.06 (source ddaf29)

□ **aménagement :** aménagement du marais de Kervigen
 (rôle épuratoire), limiter ruissellement, lessivage et
 érosion, par l'évolution occupation des sols, haies, talus.

□ **non agricole :** assainissement, sensibilisation du public

□ **animation, communication et évaluation :** bulletin
 d'information général, bulletin agricole, fiches techniques,
 suivi de la qualité de l'eau, animations scolaires

□ **suivi et gestion des marées vertes :** ramassage et gestion
 des algues (compostage avec déchets verts)

LESNEVARD

Bassin versant Algues vertes

Structure porteuse : Communauté de communes du

Pays fouesnantais (CCPF)

Président : Roger LE GOFF

2 rue de Kérourgué ; 29 170 Fouesnant

Communauté de Communes de Concarneau Cornouaille

Président : Jean Claude SACRE

52, rue Bayard – BP636

29186 CONCARNEAU cedex

Animateur du bassin versant :

Morgane Lefèbve

tel : 02 98 51 61 27 fax : 02 98 51 66 50

mel : ml@cc-paysfouesnantais.fr

Caractéristiques du bassin versant :

superficie : 3 767 ha

cours d'eau : St Laurent et St Jean (22,5 km)

population CCPF : 25 000 hab. (densité : 663 hab./km²)

communes : 6 (aucun centre bourg dans le BV)

SAU 1980 ha (53% de la superficie totale)

d'après PAC 2006 (67 exploitants concernés)

SPE : 1 367 ha (estimation : 69 % de la SAU)

Production d'eau potable (sur la CCPF et non BV) :

4 captages et 1 forage : 336 596 m³/an

2 prises d'eau : 643 869 m³/an

1 périmètre de protection en cours et 2 périmètres non clos

population desservie : 19 365 habitants.

Nombre d'exploitations ayant + de 10 ha sur le bassin versant

- de 100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600
43					

Source ADASEA bilan des pratiques agricoles 2003

* 79% exploitations ont un élevage. Elevage principal de ces exploitations : bovin : 80%, porc : 10%, volaille : 7%, autre : 3%

* SAU : herbe : 38%, maïs : 28%, céréales : 19%, légumes : 9%

Azote organique par hectare de SPE (kg / ha)

- de 170	170-200	200-250	250-300	plus de 300
120				

220 tN produite par les exploitations ayant + de 10 ha dans le BV (61% bovin, 28% volaille, 9% porc), 130 tN maîtrisable (129 UN/ha SAMO), 175 t N min 67 uN ha SAU soit 150 uN tot/ha SAU.

Stations d'épuration urbaines et industrielles (CCPF)

Stations	Nbre	Capacité de l'ensemble des stations (ég ha)					
		- de 2 000	2 000 20 000	20 000 50 000	50 000 80 000	80 000 110 000	+ de 110 000
Urbaines	0						
Industrielles	0						

15 industriels rattachés aux stations d'épuration urbaines (CCPF et non BV)
pas de piscicultures

Teneur des eaux brutes

Paramètres	année 2006	
	moyenne	maximum
nitrate (mg/l) St Laurent	40.4	47
nitrate (mg/l) St Jean	36	49

Moyenne des ramassages annuels depuis 1995 (m³)

0-2000	2000-4000	4000-6000	plus de 6000
			7 100

ramassage depuis 1989, depuis 1995 : min : 1 900m³, max : 14 000 m³

Autres éléments :

Tourisme littoral très important

Avancement du programme de bassin versant :

Contrat quinquennal de Bassin Versant signé le 25/10/04 (2004 = année 1)

Objectif du programme : sur MV, se maintenir aux échouages 2003 (acceptable pour les communes), sur qualité eau apport N dans la Baie à 200 t/an +/- 50 t (à redéfinir en fonction du modèle)

Axes du contrat :

- agricole :
 - collectif : animation agricole, démonstrations, référentiels locaux, communication agri, ...
 - outil individuel : contrat d'objectifs (3 ans), élaboration projet agronomique, formation fertilisation, analyses, accompagnement technique et suivi indicateurs. Bilan au 10/07/06 : 18 contrats d'objectifs, 6 CTE, 2 CAD, ⇔ 40% d'engagement ind pour 55% SAU . Aides directes / couverts et acquisition matériel (PDRN) ⇔ 206 ha de couverts aidés
- aménagement : réhabilitation des zones humides .
Réflexion sur plan de gestion collectif et création d'une association de propriétaires
Financement de matériel pour l'entretien de l'espace (20 000€)
- non agri : point noirs assainissement. Engagement des communes et particuliers sur l'assainissement.
- gestion des algues vertes : voies de valorisation pour 100% des algues ramassées
- animation / communication : coordination, suivi de la qualité de l'eau (partenariat avec le CEMPAMA)