

Les marées vertes

Patrick Dion*



CEVA

Échouage d'algues vertes en haut de plage.

Une salade coûteuse

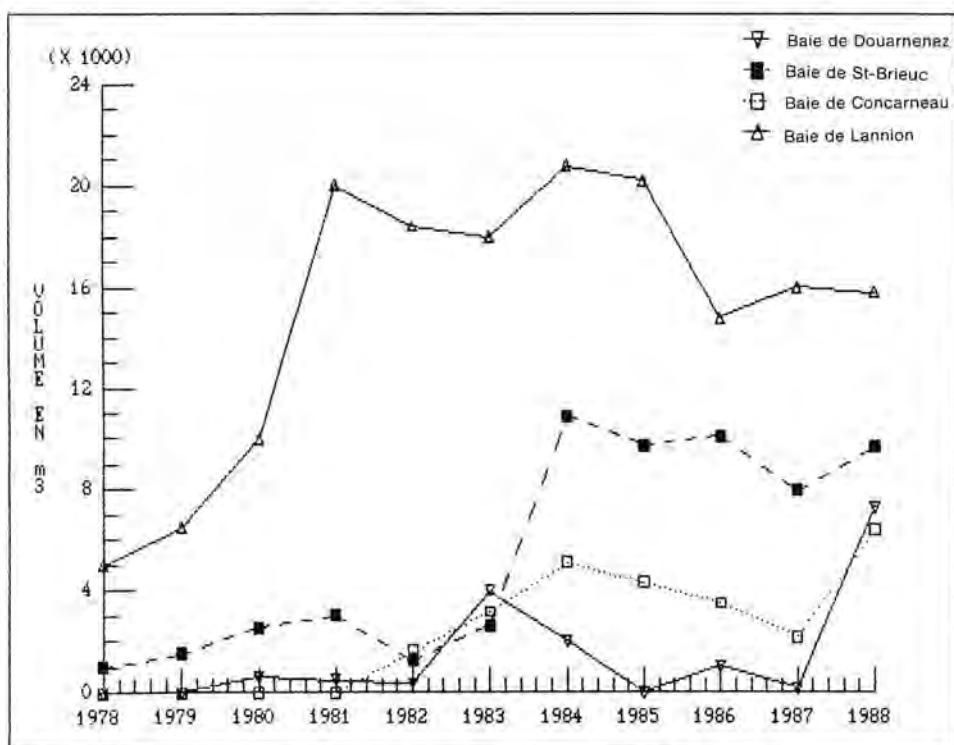
En Bretagne, les marées vertes sont des proliférations de macroalgues chlorophycées de type ulve. Elles se produisent en été dans le domaine marin littoral peu profond. Le phénomène conduit localement à des échouages importants, couvrant des estrans entiers à marée basse et pouvant être définitivement rejetés en haut de plage où ils sont sujets à une fermentation rapide.

Les marées vertes ne sont pas à proprement parler dangereuses pour la santé

de l'homme. Leur contact dans l'eau ou en échouage est inoffensif, et aucune toxine n'est sécrétée par ces algues. Cependant, en rendant désagréable l'approche de nos plages en période estivale (pollution de la vue et de l'odorat), elles contraignent les communes littorales à un ramassage coûteux dans les secteurs habités ou récréatifs, et engendrent d'une manière générale une dégradation de l'image de marque du littoral breton dont le coût indirect n'est pas chiffrable. Ajoutons que les algues vertes peuvent être aussi une gêne physique pour la petite navigation côtière et l'activité conchylicole.

L'existence de marées vertes est décelable à un stade embryonnaire dès le début des années 1950 en baies de Saint-

* C.E.V.A., B.P. 3 - 22610 Pleubian.



Évolution des volumes d'algues vertes ramassés pour 4 sites.

Brieuc, de Lannion et Douarnenez (par observation de photos IGN prises à cette époque). Devenu manifeste en baie de Lannion à la fin des années 1970, le phénomène n'a atteint un stade insupportable dans ces baies que dans son évolution récente, au cours des années 1980. L'importance de la marée verte apparaît aujourd'hui stabilisée dans ces grands sites, mais on constate qu'un certain nombre croissant de communes littorales bretonnes se déclarent chaque année touchées (43 % d'augmentation entre 1983 et 1988, indiquant ainsi que le phénomène s'étend géographiquement.

Au cours de la saison estivale de 1988, 56 % de ces communes ont été concernées par la marée verte et 41 % ont dû procéder à un ramassage. 82 000 m³ d'algues vertes échouées ont été ainsi collectées sur le littoral des quatre départements bretons pour un coût total de 2,5 millions de francs. Précisons que toutes les algues échouées ne sont pas nécessairement ramassées et que, d'autre part, il n'existe pas de relations simples entre échouages et production totale.

Phase fixée, phase flottante

La marée verte est constituée d'algues dérivantes de type ulve. L'espèce qui est impliquée existe aussi à l'état fixé, sur les substrats rocheux et graveleux de la base de la zone de balancement des marées. Ces populations fixées sont incontestablement responsables, à l'origine, de l'existence des marées vertes sur les côtes bretonnes, mais on considère aujourd'hui qu'elles ne jouent pas un rôle prépondérant dans la formation annuelle du phénomène. En effet, les populations fixées de cette espèce ne sont pas particulièrement abondantes au voisinage des sites touchés, et il est pratiquement impossible de retrouver dans la marée verte des algues entières avec leur dispositif de fixation (lequel témoignerait de leur arrachement récent et d'un transport direct). L'essentiel de la production des marées vertes intervient donc sur place, en phase flottante, par multiplication végétative, et on considère actuellement que le stock de départ de la

marée verte au printemps est constitué par un reliquat de la marée verte précédente ayant subsisté tout l'hiver.

Des zones sensibles

Par référence à ce qui se passe dans d'autres régions d'Europe ou du Monde, on attribue à une modification de la concentration en sels nutritifs des eaux côtières le développement de ces algues vertes. Cette modification est bien entendu directement liée à celle des eaux collectées par les bassins versants. Les facteurs de nutrition les plus suspectés sont d'une manière générale les sels azotés et phosphorés.

Les portions du littoral breton les plus sensibles quant à l'apparition de ces marées vertes sont les zones enclavées (fonds de baie) où le renouvellement de l'eau est le plus lent. Algues dérivantes et sels nutritifs sont en quelque sorte piégés ensemble dans ces zones. La houle déferlante engendrée par la pente toujours faible de l'estran joue aussi vraisemblablement un rôle dans la concentration des algues dans les eaux peu profondes du proche littoral. Le maintien

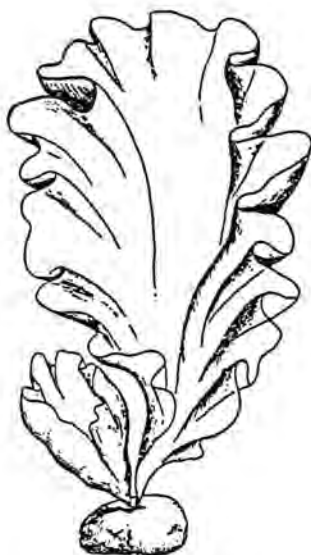
en suspension des algues vertes dans ce milieu enrichi, agité, facilement réchauffé et bien éclairé, permet une croissance rapide et une multiplication végétative par fragmentation.

L'agitation du milieu (marée + houle) évite à la masse d'algues de se dégrader dans l'eau et d'engendrer une crise dystrophique (c'est-à-dire consommation de l'oxygène) en fin de période de croissance, comme cela est le cas dans des lagunes fermées (étangs méditerranéens, lagune de Venise). Dans les zones à marées vertes de type « ouvert » (cas du littoral breton), la dégradation des algues, aspect marquant de la nuisance du phénomène, ne se produit qu'après échouage en haut de plage.

Une espèce responsable

Sur huit espèces d'ulves qu'il est possible d'identifier sur les côtes bretonnes, une seule est impliquée dans les processus de marée verte de grande ampleur. Sa position systématique est en voie d'être précisée et une nouvelle nomenclature taxonomique sera bientôt proposée pour cette espèce. Sa prédisposition à réagir par une production de masse à un processus d'eutrophisation en fond de baie repose sur des caractéristiques biologiques particulières.

Les algues vertes telles que les ulves et les entéromorphes entrent dans la catégorie des organismes devant exploiter des conditions favorables temporaires pour assurer la totalité de leur cycle de développement. Cette stratégie de survie est conditionnée par un potentiel de croissance important impliquant une utilisation active des ressources nutritives environnantes et leur investissement à court terme dans cette croissance. Ce type biologique « annuel » est classiquement opposé à celui « pérennant », caractérisé par une durée de vie longue (plusieurs années), une croissance lente (besoins nutritifs moins importants), mais aussi par sa capacité d'adaptation physiologique aux variations climatiques de l'environnement (en particulier par l'existence d'un cycle saisonnier d'accumulation et de consommation de réserves).



Spécimen fixé d'ulvacée ; dessin de F.M. Lecoq, université de Nantes.

La rareté des ulves et entéromorphes en hiver et leur présence dans la nature dès le printemps et tout au long de l'été indiquent que leur développement rapide est étroitement dépendant de quantités importantes de lumière.

Notons qu'en milieu marin, l'été correspond aussi à une période où les concentrations en sels nutritifs atteignent leur minimum annuel. Ces espèces sont donc adaptées à se développer de manière normale dans cette situation et présentent l'aptitude à extraire activement les sels nutritifs du milieu.

Cette capacité reste cependant largement insaturée dans le milieu naturel non eutrophisé, ce qui limite normalement la croissance potentielle de ces algues en conditions lumineuses favorables. On comprendra alors aisément que les ulves soient très opportunistes, en période estivale, vis-à-vis de tout processus d'eutrophisation des eaux côtières, dans la mesure où elles sont susceptibles d'investir tout supplément de ressource nutritive dans un supplément de croissance à court terme.

La survie et, a fortiori, la production de masse de l'ulve de la marée verte ne seraient pas possibles si elle ne pouvait se maintenir en suspension dans la co-

lonne d'eau agitée et se multiplier facilement par fragmentation. La très faible épaisseur et la délicatesse du thalle de cette ulve (30-40 m) conditionnent sans doute ces aptitudes.

Moyens de lutte

Quelles seraient les possibilités de lutte contre les marées vertes ? On envisagera successivement le cas des populations fixées et celui des populations flottantes.

Les populations fixées de cette espèce sont dispersées et difficiles à distinguer de celles des autres ulves. Aussi, il n'est pas envisageable techniquement et matériellement d'intervenir sur ces populations de manière sélective. De plus, cette action serait en grande partie inutile dans la mesure où il a été supposé précédemment que les populations fixées n'intervenaient pas majoritairement dans la formation annuelle des marées vertes.

En ce qui concerne l'intervention sur les populations flottantes, on distinguera les moyens curatifs (ramassage, utilisation



Photo aérienne en infra-rouge montrant la zone de concentration et de croissance des ulves dans l'eau du proche littoral (baie de Lannion).

d'inhibiteurs de croissance ou de toxiques), et les moyens préventifs.

Utilisé en période estivale par les communes littorales, le ramassage constitue un moyen limité et souvent coûteux, mais indispensable, pour répondre ponctuellement à des échouages mal placés (en zone récréative). La collecte des algues dans l'eau, à un niveau d'efficacité qui puisse limiter les échouages voire désamorcer la marée verte en début de saison de prolifération, n'apparaît pas aujourd'hui techniquement et économiquement envisageable. Le stockage des algues collectées pose aussi un important problème d'environnement. Des solutions de traitement et de valorisation sont aujourd'hui techniquement au point mais trouvent difficilement un débouché industriel.

Aucun moyen chimique ou microbiologique qui, directement appliqué sur les algues, conduirait à l'inhibition de la croissance voire à la destruction de ces végétaux, n'apparaît aujourd'hui écologiquement acceptable.

Priorité à la prévention

La lumière et la température sont les facteurs principaux qui limitent la croissance des ulves. Ces facteurs n'étant évidemment pas contrôlables, les facteurs de nutrition (qui sont aussi ceux dont la modification a engendré les marées vertes) restent donc les seuls sur lesquels il soit possible d'intervenir. Ainsi, le seul objectif réaliste que l'on puisse se fixer pour réduire la marée verte est bien une diminution des teneurs en éléments nutritifs dans les zones sensibles. Trois types de moyens sont théoriquement possibles pour y parvenir :

— des moyens de type physique par la collecte ou le détournement des eaux enrichies. Ce procédé est déjà utilisé à différentes échelles pour prévenir des problèmes de pollution en zone littorale (cas des émissaires construits en mer). Le détournement de certaines filières sur l'étrier permettrait sans doute de manière limitée de diminuer la marée verte en baie de Saint-Brieuc. Les solutions physiques ont d'une manière gé-

nérale le désavantage de ne pouvoir s'appliquer que dans des cas particuliers et de nécessiter de lourds investissements sur une faible durée. Elles peuvent aussi être considérées comme un simple transfert des problèmes d'environnement.

— des moyens de type biologique par l'installation dans les zones sensibles de culture d'algues concurrentes des ulves sur les ressources nutritives, ou l'aménagement de marais à macrophytes dont le rôle épurateur est bien connu. Ces solutions biologiques ont l'avantage de pouvoir traiter partout le problème sur place, sans être obligé d'intervenir en amont, et d'ouvrir dans certains cas une perspective de valorisation, par exemple en cultivant des algues exploitables industriellement. Elles ont le désavantage de nécessiter une phase de recherche sans garanties à court terme, dans la mesure où aucun procédé éprouvé à grande échelle n'existe actuellement dans le domaine de l'épuration des eaux enrichies en sels nutritifs, par des cultures d'algues ou autres macrophytes.

— des moyens de type chimique, qui consistent en un abatement en amont, au niveau des bassins versants, des concentrations en éléments nutritifs responsables de la prolifération des ulves, par le traitement des effluents et une politique de prévention. Seules ces solutions d'élimination progressive en amont des éléments — ou de certains éléments — responsables de la croissance des ulves paraissent envisageables pour qu'à terme disparaisse la marée verte et que toute autre forme de prolifération algale liée à la qualité de l'eau soit prévenue. L'opération de déphosphatation engagée depuis deux ans en baie de Saint-Brieuc par le Conseil Général des Côtes d'Armor va dans ce sens.

D'autres actions sont aussi actuellement menées dans le domaine de la recherche par le C.E.V.A. et l'IFREMER, avec pour objectif d'orienter et quantifier l'effort de lutte qu'il sera nécessaire de poursuivre au niveau des bassins versants. Ces recherches concernent plus particulièrement l'écophysiologie de la nutrition de cette ulve (macro et micro-nutrition), l'analyse fine des paramètres physico-chimiques du milieu, la modélisation du phénomène à l'échelle de l'écosystème et la délimitation des zones sensibles.