

Les crises dystrophiques (malaïques) qui touchent les lagunes méditerranéennes augmentent en fréquence et en gravité. Les interventions qui visent à enrayer ce phénomène peuvent être raisonnées à partir:

(1) d'une analyse des expériences de réhabilitation (Tunisie, Italie), à la base desquelles il y a une réduction maximale des apports des bassins versants. Des opérations complémentaires sont nécessaires (dragage de sédiments ou collecte d'ulves, introduction d'eaux marines);

(2) de l'évaluation des stocks et des apports d'azote et de phosphore, éléments clés de l'eutrophisation, aux différents niveaux du système lagune-bassin versant et sur lesquels une intervention est possible: apports des bassins versants, stocks et relargage des sédiments, stocks dans les ulves. Une étude (LIEUTAUD *et al.*, 1991), portant sur huit étangs du littoral méditerranéen français (de l'étang de l'Or à l'étang d'Ingril, figure 1), montre que:

- les apports les plus importants sont actuellement ceux des bassins versants, précédant largement ceux des flux en provenance des sédiments.

Les apports des bassins versants ont une origine urbaine, dominante dans quatre cas, ce qui permet d'envisager une très forte réduction. La situation est plus délicate ailleurs, notamment lorsque les apports d'origine agricole sont importants. Pour l'azote, deux autres sources d'apports peuvent être non négligeables: apports directs par pluie et apports par les nappes.

Les apports par relargage du sédiment sont faibles devant ceux des bassins versants et les interventions à ce niveau doivent donc intervenir après celles sur les bassins versants. Ces apports sont néanmoins non négligeables, puisqu'on estime par exemple qu'ils peuvent engendrer à eux seuls de fortes proliférations d'ulves. Les interventions sur les flux des sédiments posent des problèmes techniques particuliers dans le cas des lagunes et devraient faire l'objet d'expérimentations pilotes. En particulier, il est inutile de tenter des apports de fer (complexation du phosphore) comme cela peut être pratiqué ailleurs, en raison de l'anoxie estivale (rupture de la liaison entre fer et phosphates).

- les stocks les plus importants se situent au niveau des sédiments. Leur distribution spatiale reflète les principales zones d'apports du bassin versant. Les teneurs en phosphore diminuent avec la profondeur, ce qui n'est pas le cas de celles en azote. Le dragage ne permettra donc pas toujours de réduire ces stocks (en particulier pour l'azote).

Les ulves représentent, en période de forte prolifération, une nuisance mais aussi un stock d'azote et de phosphore qui est du même ordre de grandeur que celui du flux annuel du sédiment. La collecte des ulves ne pose pas de problème technique, mais le nombre d'engins, le rythme et les périodes de ramassage doivent être adaptés à l'objectif recherché (extraction d'azote et de phosphore ou élimination de la biomasse). La biomasse collectée n'a pas, à ce jour, trouvé de valorisation à une échelle économique réelle.

(3) de l'efficacité et des coûts d'intervention. L'extraction de phosphore est plus importante et moins coûteuse par kg d'ulve que par kg de sédiment, mais globalement limitée à la croissance des ulves. Pour l'azote, la collecte d'ulves n'est intéressante qu'à certaines périodes.

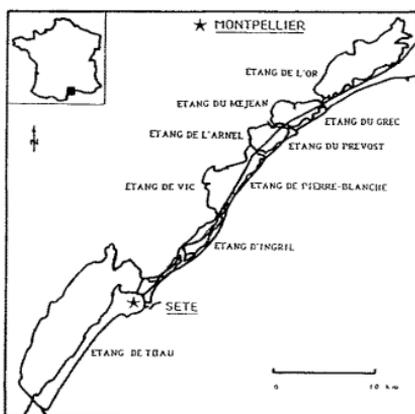
(4) du rôle de l'azote et du phosphore comme facteurs limitants le développement des ulves. Ceci a été abordé, plus ou moins directement, par divers auteurs (MENESGUEN, 1989; SFRISO *et al.*, 1987; VIAROLI *et al.*, 1990). Dans nos observations, comme dans celles d'autres auteurs en Méditerranée, il apparaît que l'azote assimilable est absent de l'eau durant une partie de l'année, alors que le phosphore assimilable ne l'est jamais. Les seuils de réserves internes en dessous desquels la croissance s'arrête ont été évalués au laboratoire (0,7 % et 0,3 % de la M.S. respectivement pour l'azote et le phosphore). Sur le terrain, les réserves en azote sont très variables et peuvent être très inférieures au seuil limite déterminé au laboratoire (0,1 %); celles en phosphore fluctuent moins et descendent peu en dessous du seuil limite (0,25-0,27 %). Ceci conduit à penser que l'azote serait bien le facteur limitant la croissance des ulves en lagune méditerranéenne.

En pratique, si la réduction de l'azote semble souhaitable, elle apparaît plus difficile que celle du phosphore, pour plusieurs raisons:

- les apports d'azote, en partie sous forme diffuse (agriculture), sont difficiles à maîtriser, et les teneurs dans les nappes souterraines sont parfois non négligeables,
- les apports en azote par les pluies tombant directement sur les plans d'eau ne sont pas maîtrisables,
- il y a de fortes teneurs en azote "biodisponible" dans les sédiments, y compris en profondeur; les teneurs en phosphore "biodisponible" diminuent nettement avec la profondeur,
- le phosphore des sédiments, alimentant les flux vers l'eau (orthophosphates), peut éventuellement être inactivé par complexation chimique, alors que l'azote ne le peut pas.

Pour préciser l'effet de l'abatement des apports du bassin versant en azote et/ou en phosphore, une modélisation, sur le modèle de celle des "marées vertes" de Bretagne, sera ultérieurement réalisée.

Figure 1. Situation de la zone d'étude



REFERENCES

LIEUTAUD A., XIMENES M.C. & MOUTIN T., 1991.- Lagoon eutrophication assesment with Nitrogen and Phosphorus contents: stocks in different compartments for rehabilitation purposes. Proceedings of the "Managing Mediterranean Wetlands and their Birds for the Years 2000 and Beyond Symposium". Grado (Italy), 3-13 February.

MENESGUEN A., 1989.- La modélisation des "marées vertes" littorales et ses applications. Colloque de la Société Hydrotechnique de France: "Les modèles mathématiques pour la gestion de la qualité des eaux superficielles". 15-16 nov., Paris: 237-242.

SFRISO A., MARCOMINI A. & PAVONI B., 1987.- Relationships between macroalgal biomass and nutrients in the lagoon of Venice. *Marine Environmental Research*, 22: 297-312.

VIAROLI P., PUGNETTI A. & FERRARI L., 1990.- Ulva growth and decomposition processes and related effects on Nitrogen and Phosphorus cycles in a coastal lagoon (Sacca Di Goro, Po River Delta). 25th European Marine Biology Symposium. 14 p.