

direction de l'environnement et de l'aménagement littoral

Jean-Yves Piriou, Daniel COÏC, Michel Merceron



ifremer

---

## Abatement de l'azote par le marais côtier de Kervigen et potentiel breton

*publié dans les actes du colloque*

Pollutions diffuses : du bassin versant au littoral  
Ploufragan, 23-24 septembre 1999

<http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.htm>



# Colloque "Pollutions diffuses : du bassin versant au littoral"

Ploufragan, 23-24 septembre 1999

---

## Abatement de l'azote par le marais côtier de Kervigen et potentiel breton

Jean-Yves Piriou (1), †Daniel COÏC, Michel Merceron (1)

(1) IFREMER, Direction de l'Environnement Littoral, BP 70, 29280 Plouzané

### Résumé

Le marais littoral de Kervigen, 22 ha presque entièrement couverts de roseaux, en bordure de la baie de Douarnenez, a été utilisé à titre expérimental pour abaisser les flux nutritifs d'un ruisseau côtier, le Kerharo. Celui-ci draine un bassin versant de 45 km<sup>2</sup> essentiellement agricole. Par ses apports de nitrate sur la plage où il débouche, il alimente une prolifération d'algues vertes (ulves). Pour limiter ces flux azotés, l'eau du cours d'eau a été partiellement dérivée afin de faire transiter une fraction de son débit à travers une partie du marais (9 ha), avant que cette eau soit ramenée au lit principal. Le respect du débit réservé (Loi Pêche de 1992) est assuré par une petite dérivation latérale. L'abattement de nitrate mesuré sur le flux en transit dans le marais entre les mois d'avril et août est en moyenne de 60 %. Ceci correspond à 175 kg de nitrate enlevés en moyenne par jour, soit 4 kg N/ha de marais/j. Ceci paraît important en comparaison des données de la littérature internationale. Le temps de séjour de l'eau dans les marais est estimé à 0,5-5 jours selon son débit. La diminution de nitrate est due (1/3) à l'accroissement de la biomasse des roseaux et surtout (2/3) à une dénitrification bactérienne intense.

De plus, un recensement des milieux présentant un biotope voisin ou susceptible d'être aménagé dans ce sens montre que des potentialités de cette sorte existent en Bretagne. Bien qu'importantes sur quelques sites particuliers, les superficies paraissent globalement limitées : seulement 300 ha aménageables ont été répertoriés sur les parties aval de l'ensemble des bassins versants alimentant les principales marées vertes. Ce type d'action reste un moyen curatif de réduire les flux excessifs d'azote, et une meilleure connaissance de la pression anthropique sur les marais côtiers est souhaitable. L'utilisation de ces zones humides constituent l'un des outils à utiliser pour contrôler la prolifération des algues vertes en Bretagne.

Mots clés : marais côtier, abattement de nitrate, *Ulva*.

### Abstract

*The coastal marsh of Kervigen is located near by the bay of Douarnenez and its 22 hectares are almost entirely covered by reeds. An experiment was there carried out to assess the*

*nitrogen flux depletion of a small stream, the Kerharo. That one has a 45 km<sup>2</sup> mostly agricultural drainage basin. Due to its nitrate loadings to the next sandy beach, it feeds a green algae (Ulva) proliferation. In order to control its nitrogen fluxes, the stream was partly diverted through a part of the marsh (9 ha), before it was allowed to go back to the main bed. Thus a collapsible weir was set up during several springs and summers, i.e. the growing period of Ulva. The nitrate stripping off the going through flux is within a 30 to 90 % range, that is important (175 kg NO<sub>3</sub> /day, i.e 4 kg N/ha of marsh/day). Fish migration remains possible by a short cut of the marsh. The flushing time of marsh water is estimated to be 0.5-5 days depending on the flow. The nitrate depletion is caused by reeds growth, and mainly bacterial denitrification.*

*Moreover, an inventory of similar milieus in Brittany, having the same function or possibly managed toward this direction, displays some potentialities. This type of action remains curative means to treat nitrogen loadings in excess, and the question of knowing more about the quantity of anthropic pression which is applied to the coastal marshes arises. Use of these wetlands is one among several tools which must be considered to control the green algae proliferation in Brittany.*

*Key words : costal marsh, nitrate depletion, Ulva.*

## **Introduction**

Sur tout bassin versant breton, entre le moment où son flux de nitrate est entraîné par l'écoulement des eaux douces et l'instant où il débouche en mer (avec les conséquences prévisibles sur les sites sensibles), celui-ci peut subir une réduction naturelle. La dénitrification souterraine semble avoir une importance plus élevée que celle qui était soupçonnée il y a encore quelques années (Pauwels, 1998). La dénitrification en surface, quant à elle, peut aussi jouer un rôle important à condition que l'espace rural soit aménagé en conséquence (Durand *et al.*, 1998). Or, depuis quelques décennies, beaucoup de zones humides à pouvoir dénitrifiant ont été comblées, drainées ou déconnectées de la circulation des eaux. Une autre solution technique pour réduire les apports d'azote\* à la mer est d'entretenir ou de réhabiliter ces zones humides pour qu'elles retrouvent leur pouvoir de dénitrification naturelle. Il existe des zones humides de plateau (tourbières élevées, ...), d'autres de fond de vallée (prairies de bord de cours d'eau), et enfin quelques-unes sont sous forme de marais qui se situent généralement dans des dépressions de la partie aval des bassins versants et qui sont assez proches du débouché en mer.

L'objectif de cette étude consiste à analyser le pouvoir dénitrifiant du marais côtier de Kervigen (bordant la Baie de Douarnenez en Finistère), puis à inventorier les marais et zones hydromorphes du littoral breton qui pourraient être utilisés pour lutter contre les proliférations d'algues vertes marines.

---

\* dans la suite de ce rapport il ne sera fait référence qu'à l'azote qui, dans le cas des eaux des bassins versants agricoles bretons, est essentiellement sous forme de nitrate dissous. Pour convertir un poids d'azote (N) en poids de nitrate (NO<sub>3</sub>), la formule la plus simple est : NO<sub>3</sub> = 4,4 N

## Sites et méthodes

Le marais de Kervigen se situe à l'exutoire du bassin versant du Kerharo (45 km<sup>2</sup>) se déversant en baie de Douarnenez (fig. 1). Le ruisseau de Kerharo apporte des flux printaniers d'azote d'origine agricole dans une zone côtière où les eaux se dispersent peu, ceci expliquant la prolifération annuelle d'algues vertes marines (Piriou, 1991).

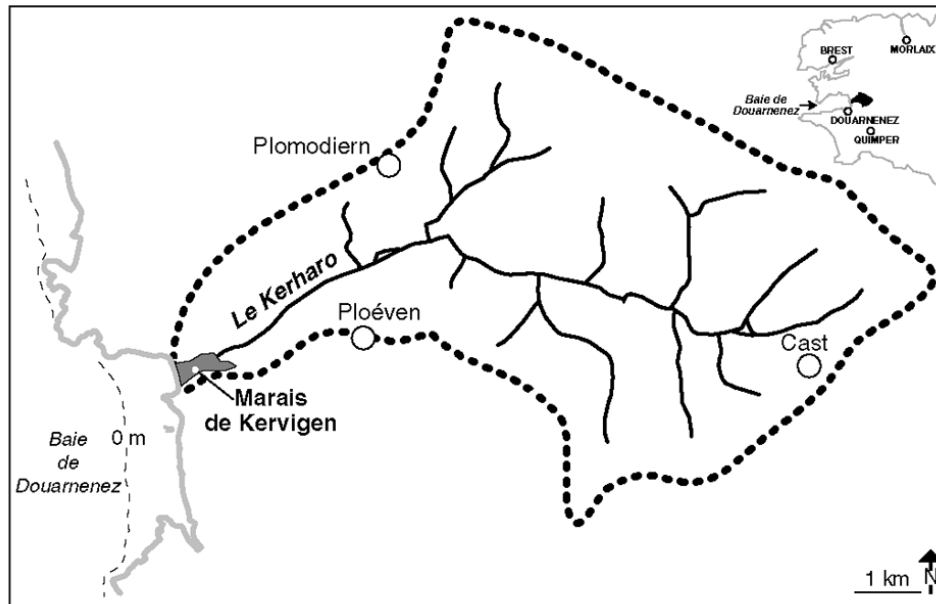


Figure 1 : le bassin versant du Kerharo et le marais de Kervigen en bordure de la baie de Douarnenez (Finistère-Sud).

Le marais, d'une superficie totale de 22 hectares est séparé de l'estran par un cordon de galets (fig. 2). La flore très fournie est composée actuellement essentiellement de roseaux de l'espèce *Phragmites australis* (Roudaut, 1995). Le substrat tourbeux, plutôt imperméable, a la faculté de retenir l'eau en surface et donc, *a priori*, une humidité permanente superficielle et une anoxie nécessaires à la dénitrification naturelle hétérotrophe. De plus, sa surface presque plane permet un écoulement lent des eaux et une bonne mise en contact de l'azote nitrique avec les bactéries dénitrifiantes. Le marais de Kervigen possède donc *a priori* les conditions naturelles optimales pour que l'abattement d'azote s'y produise de manière efficace. Encore faut-il que les eaux venant du bassin versant agricole y transitent.

Or, en 1960, le cours d'eau qui serpentait auparavant naturellement à l'intérieur du marais de Kervigen, a été canalisé de manière rectiligne et bordé de digues. Ces travaux menés par la D.D.A. du Finistère et l'association syndicale des propriétaires avaient pour but de tenter d'assécher la zone marécageuse pour gagner des terres agricoles (Cuillandre, 1998). Malgré la mise en place de vannes du côté mer, des intrusions ponctuelles d'eaux marines au travers du cordon de galets ont fait échouer ce projet de mise en culture. Malgré ceci, l'aménagement est resté en place jusqu'en 1993, date à laquelle l'IFREMER a soumis au maire de Ploéven l'idée de tester une remise en eau du marais par l'intermédiaire de brèches dans une digue de la

rivière canalisée. Un essai très succinct en 1993 a permis de montrer que l'opération était techniquement possible.

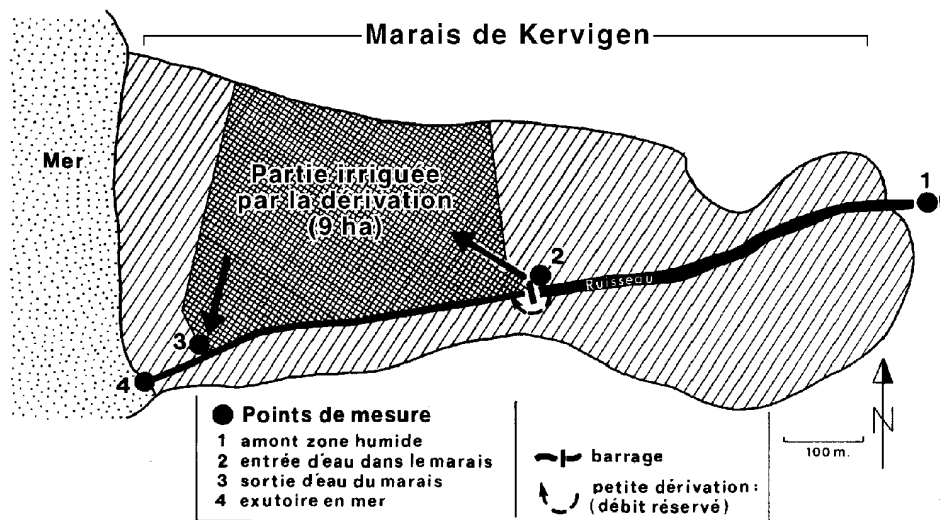


Figure 2 : le marais de Kervigen et ses aménagements

L'année 1994 a servi à tester la mise en place d'un barrage mobile dans le lit de la rivière pour faire entrer une partie de l'eau du cours d'eau dans le marais. L'autre partie de l'eau, étant le débit réservé du cours d'eau pour les poissons (Loi Pêche du 29 juin 1984), contourne le barrage par une petite dérivation. La partie du débit du cours d'eau, qui transite dans le marais à *Phragmites* de 9 ha revient par une seconde brèche dans le cours d'eau principal en aval, avant que l'ensemble ne se jette en baie de Douarnenez. Ce détournement ne se pratique qu'entre les mois d'avril et septembre, période pendant laquelle il est nécessaire de réduire les flux d'azote arrivant au littoral pour tenter de lutter contre la croissance des algues vertes proliférantes. Il est aussi admis que c'est la période des basses eaux pendant laquelle le détournement risque le moins de gêner les agriculteurs situés en amont par des inondations potentielles de leurs prairies.

Ces conditions pratiques étant en place, des mesures régulières ont été effectuées au printemps et en été 1995 et 1996 : débits et concentrations en sels nutritifs, en entrée et sortie du marais, ainsi qu'à l'exutoire en mer. Il est ainsi possible de calculer précisément l'action du marais concernant l'épuration de l'azote et du phosphore.

Durant l'année 1996, dans un but de comparaison, des mesures de flux d'azote amont et aval ont été réalisées aussi sur deux marais du Nord-Finistère. Le marais du Curnic à Guissény (fig. 3) est une zone humide de plus de 25 hectares artificiellement endiguée en bord de mer. En période de basses-eaux, la superficie du marais où transite le flux azoté est de l'ordre de 10 hectares dont seulement deux sont colonisés par des roseaux. L'étang du Pont de Kerlouan (fig. 3) est un site à écluses dont l'eau alimente un moulin, et par lequel transite la totalité du débit amont du Quillimadec, cours d'eau d'un bassin versant de 75 km<sup>2</sup> au total. La totalité de

l'important flux d'azote transite par cet étang de 10 hectares dont deux comportent une roselière.

Enfin, en 1997, une étude spécifique a eu pour but d'identifier, sur les parties aval des bassins versants bretons alimentant les principales zones de marée verte, les zones humides qui peuvent avoir un rôle dénitrifiant et/ou être aménagées dans l'objectif d'améliorer cette fonction.

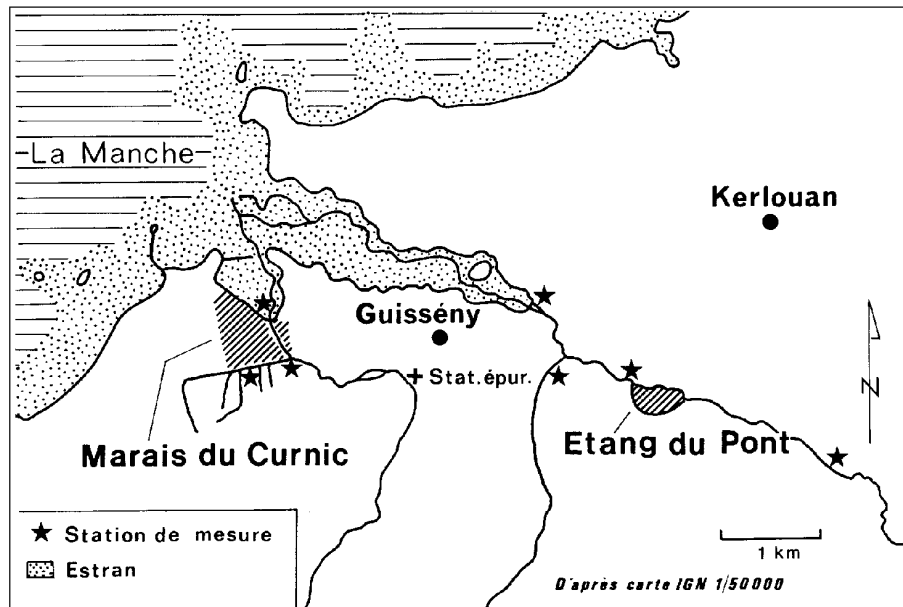


Figure 3 : le marais de Curnic et l'étang du Pont près de l'anse de Guissény (Finistère-Nord).

Parmi les bassins versants bretons alimentant les principales proliférations d'algues vertes marines, une première sélection de sites potentiels a été réalisée à partir de cartes I.G.N. Elle a permis de négliger d'emblée certains bassins versants possédant *a priori* de trop faibles superficies de fonds de vallée (cours d'eau non-retenus, fig. 8). Ensuite, des prospections aériennes et des vérités de terrain ont permis de classer les zones humides de vallée en plusieurs catégories selon leur utilisation et leur végétation.

## Résultats

### *Marais de Kervigen*

Le temps de transit des eaux dans le marais de Kervigen a été estimé au minimum à 12 heures et au maximum à 5 jours selon les débits entrants. Plus le débit d'entrée est élevé, plus le temps de transit est court. Cependant, il est probable que même un temps de 12 heures pour parcourir environ 1 km de marais soit suffisamment long pour que la dénitrification naturelle ait le temps de s'effectuer de manière efficace.

Durant le printemps et l'été 1995, l'ouvrage faisant entrer l'eau de la rivière dans le marais a été relativement bien entretenu : les débits entrants se sont situés entre 21 % et 70% du débit total du Kerharo, avec une moyenne de 46 %. Par contre, l'ouvrage a moins bien fonctionné en 1996 : les entrées d'eau se sont situées entre 10 et 47 % avec une moyenne de 28 % du débit total. Or, on constate que, à partir du mois de mai, plus le flux d'azote entrant est élevé (très lié au débit), plus la quantité d'azote consommée par le marais est importante (fig. 4 et tab. 1). Il est à noter que chaque année, le début de fonctionnement est peu efficace au mois d'avril. Par contre, le mois de mai 1995 a vu de fortes valeurs de consommation (jusqu'à 124 kg N/j), liées à des entrées d'azote élevées.

<i>Dates</i>	<i>Flux entrant kg N/j</i>	<i>Flux sortant kg N/j</i>	<i>Flux abattu kg N/j</i>	<i>% abattus</i>	<i>Abattement N par hectare de marais et par jour</i>
21-04	180	127	53	29	5,8
28-04	140	86	54	40	6,0
5-05	60	20	40	67	4,4
12-05	165	40	125	75	13,9
19-05	88	20	68	66	7,5
26-05	68	20	48	70	5,3
2-06	61	29	32	53	3,6
9-06	44	16	28	64	3,1
16-06	41	9	32	77	3,6
23-06	46	3	43	93	4,8
30-06	19	2	17	88	1,9

Tableau 1 : bilan azoté du marais de Kervigen en 1995.

En moyenne en 1995 et 1996, l'abattement d'azote par le marais de 9 ha s'est situé à 40 kg N/j. Cette consommation d'azote correspond à un abattement moyen de 67 % du flux d'azote qui entre dans le marais (fig. 4) et à environ 30 % du flux moyen journalier total d'azote transporté par le Kerharo.

Des mesures effectuées sur les plantes du marais (*Phragmites australis*) ont montré que la biomasse présente sur les 9 ha, est d'environ 150 t en poids sec au mois de juin. Elle possède alors une capacité de prélèvement biologique de 13,5 kg d'azote par jour (Roudaut, 1995). Par différence, on considère donc que la dénitrification par voie microbologique enlève en moyenne 26,5 kg d'azote par jour à l'eau qui y circule (équivalant à 175 kg de nitrate par jour).

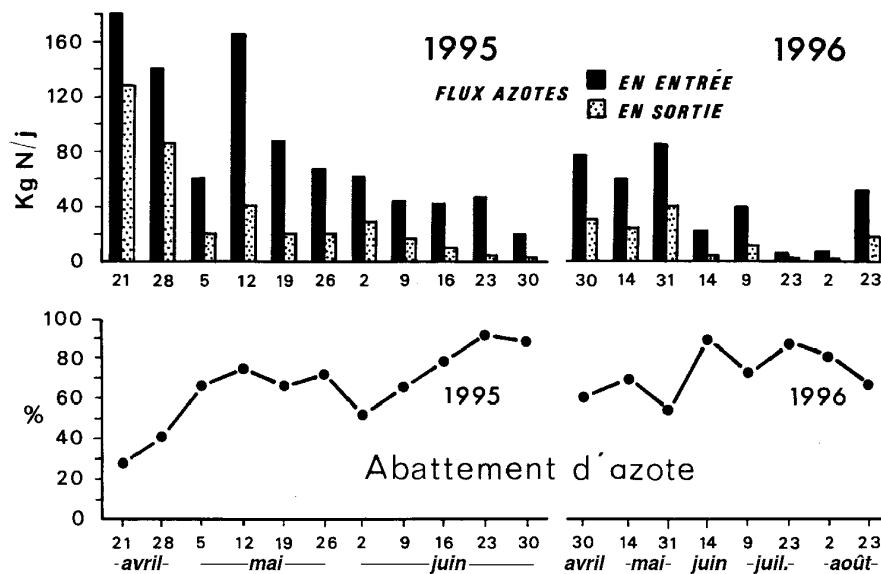
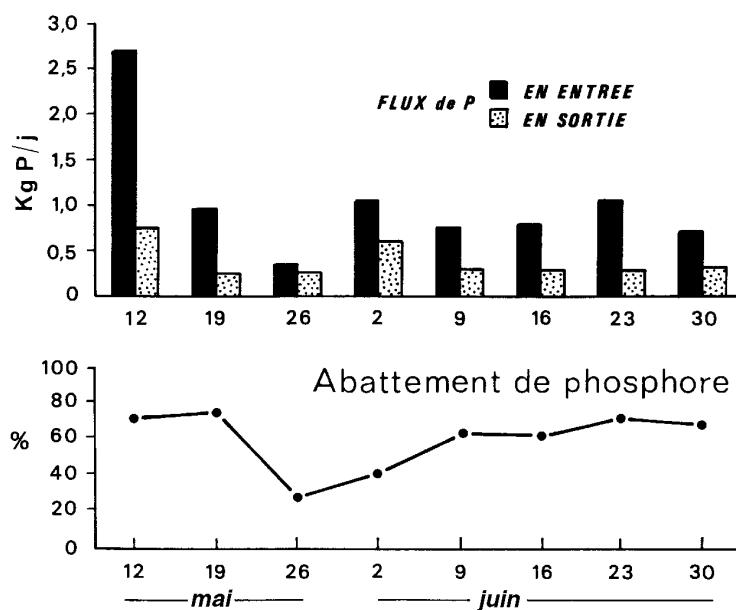


Figure 4 : abattement d'azote en 1995 et 1996 par le marais de Kervigen

Le phosphore dissous a été mesuré en entrée et sortie du marais de Kervigen en mai et juin 1995, uniquement sous sa forme orthophosphate, fraction directement utilisable pour la production primaire (plantes et algues en eaux douces et marines). Globalement les entrées de phosphore dans le marais sont faibles : de 0,3 à 2,8 kg P/jour (fig. 5).



L'abattement de cette forme dissoute de phosphore par la traversée du marais est d'un niveau élevé, allant de 29 % à 75 % avec une moyenne de 61 %. Le flux phosphoré, consommé par les roseaux du marais en grande partie, va de 0,1 à 2,02 kg P/j avec une moyennes de 0,70 kg P/j.



### Comparaison de trois sites finistériens

En dehors des mesures sur Kervigen, des analyses plus succinctes ont été effectuées en 1996 sur le marais du Curnic et l'étang du Pont, qui ont permis des comparaisons intersites (tab. 2). S'agissant du marais du Curnic à Guissény, les résultats montrent un abattement d'azote très irrégulier lors du printemps et de l'été. Celui-ci passe d'une valeur nulle à une consommation maximale de 67 kg N/j. La moyenne d'abattement est de 20,5 kg N/j pour un flux moyen entrant évalué à 75,8 kg N/j. Le taux d'abattement moyen est de 29 %, mais la variabilité est très forte, allant de 0 à 63 % (fig. 6).

DATES	<i>Marais de Kervigen (Ploéven) (9 ha)</i>					<i>Marais du Curnic (Guissény) (10 ha)</i>				
	Flux entrant kg N/jour	Flux sortant kg N/jour	Flux abattu kg N/jour	% abattu	Abatte-ment par hectare	Flux entrant kg N/jour	Flux sortant kg N/jour	Flux abattu kg N/jour	% abattu	Abatte-ment par hectare
11-4						121,4	118,7	2,7	2	0,3
29-04	76,5	30,0	46,5	61	5,2	133,1	66,1	67,0	50	6,7
13-04	59,4	23,4	36,0	67	4,1	103,5	82,6	21,1	20	2,1
30-05	84,4	37,7	46,7	55	5,2					
13-06	20,8	1,5	19,3	88	2,1	69,3	60,0	9,3	14	0,9
27-06						42,4	15,5	26,9	63	2,7
8-07	37,6	10,4	27,2	72	3,0					
24-07	4,8	0,6	4,2	87	0,5	27,6	27,6	0,2	1	0
29-07	6,7	1,3	5,5	81	0,6					
26-08	52,0	17,0	35,0	67	3,9	33,3	33,3	16,7	50	1,7

<i>Etang du Pont (Kerlouan) (10 ha)</i>				
Flux entrant kg N/jour	Flux sortant kg N/jour	Flux abattu kg N/jour	% abattus	Abatte-ment par hectare
1500,7	1454,9	45,8	3	4,6
975,5	885,5	90,0	9	9,0
842,8	823,0	19,8	3	2,0
700,4	596,2	104,2	15	10,4
617,8	557,4	60,4	10	6,0
648,6	527,0	121,6	19	12,2

Tableau 2 : bilan azoté de trois marais finistériens en 1996.

L'étang du Pont à Kerlouan voit transiter en son sein la totalité de l'important flux d'azote provenant de la partie amont du Quillimadec (880 kg N/j en moyenne de printemps et été 1996). De ce flux entrant, l'étang du Pont n'en consomme que 10 % en moyenne (fig. 6). Cette valeur paraît faible, mais elle correspond en fait à une consommation moyenne de 74 kg N/j qui est en fait beaucoup plus forte que celles qui ont été mesurées sur les deux autres sites (40 kg N/j en moyenne pour le marais de Kervigen et 20,5 kg N/j pour le marais du Curnic).

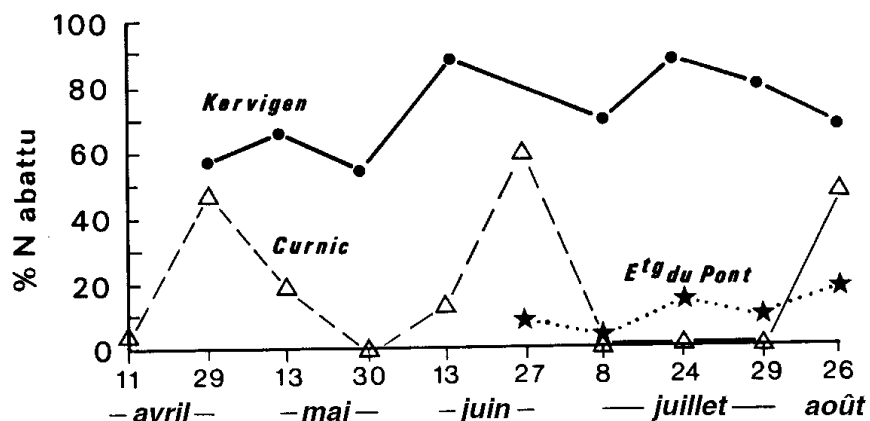


Figure 6 : taux d'abattement d'azote sur trois sites en 1996 par rapport aux flux entrants.

La comparaison est aussi significative quand l'abattement d'azote est rapporté à l'hectare de marais (fig. 7). On remarque que les potentialités de consommation d'azote (correspondant aux valeurs maximales dans les meilleures conditions) sont globalement élevées sur les trois sites considérés : de 7 à 14 kg d'azote par hectare de marais et par jour.

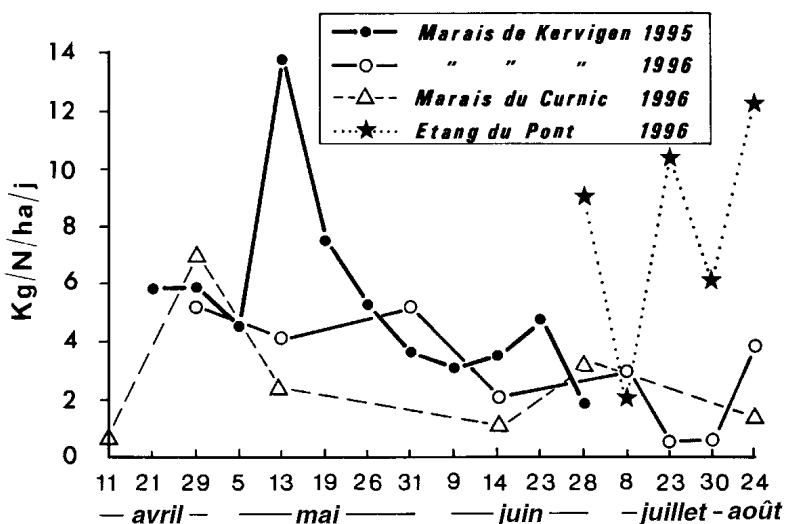


Figure 7 : abattement d'azote par hectare de marais et par jour sur trois sites.

Le marais de Kervigen a le comportement dénitrifiant le plus régulier dans des valeurs moyennes proches de 4 kg N/ha/j. Le marais du Curnic, pour sa part, est irrégulier dans des valeurs généralement plus faibles dont la moyenne est voisine de 2 kg N/ha/j. L'étang de Pont est irrégulier mais avec une valeur moyenne d'été forte de 7 kg N/ha/j. Il est à signaler que la dénitrification dans l'étang du Pont de Kerlouan n'a été vraiment mesurée qu'en période de basses-eaux (été 1996), quand les eaux sont retenues de nuit avant d'être lâchées en journée pour activer la roue du moulin. Le niveau de l'eau est alors en moyenne assez bas et le débit lent, conditions nécessaires pour que les bactéries dénitrifiantes aient le temps d'agir. Par

contre au printemps, quand le débit et la vitesse des eaux sont importantes, l'abattement d'azote paraît très faible ou insignifiant.

***Inventaire des zones humides dénitrifiantes sur l'aval des bassins versants bretons (fig. 8).***

Après sélection des sites, ceux ont été expertisés, puis classés selon l'utilisation agricole et les espèces hydrophiles présentes (tab. 3).

<b><i>Bassins versants des rivières</i></b>	<b><i>Surfaces (hectares) de zones humides permanentes</i></b>		<b><i>Surfaces (hectares) à humidité temporaire : prairies permanentes et espèces hydrophiles éparses</i></b>
	avec roselières	avec autres espèces hydrophiles denses	
Quillimadec	37		85
Nevet	27		18
Kerharo	14	8	
Liziec	10		7
Ty-anquer	1,5		-
Frémur 22		24	10
Yar		13	
Horn		44	
Guillec		26	
Douron		4	11
Frouit		3	25
Arguenon		5	-
Drouet		1	-
Frémur 35		2	8

Tableau 3 - Superficies des zones humides dans la partie aval des bassins versants sensibles (en dessous de la courbe de niveau des 15 mètres).

Une cartographie a permis de situer chacune de ces zones (Coïc, 1997) et d'y affecter des superficies potentiellement utilisables pour réduire les flux d'azote qui se déversent sur les principales zones littorales sensibles aux proliférations d'algues vertes.

Cet inventaire montre qu'à l'échelle de la Bretagne il existe en définition relativement peu de superficies de zones humides de bas bassins versants utilisables pour lutter contre les algues vertes marines. Cependant, le tableau précédent montre que certains bassins versants en sont bien pourvus. Des aménagements pourraient les faire tendre vers une efficacité maximale.

A titre de comparaison, des analyses succinctes d'abattement d'azote ont été réalisées en juillet 1997 sur trois bassins versants avec roselières : le Quillimadec, le Nevet et le Ty-Anquer (ces deux derniers bordant la baie de Douarnenez).

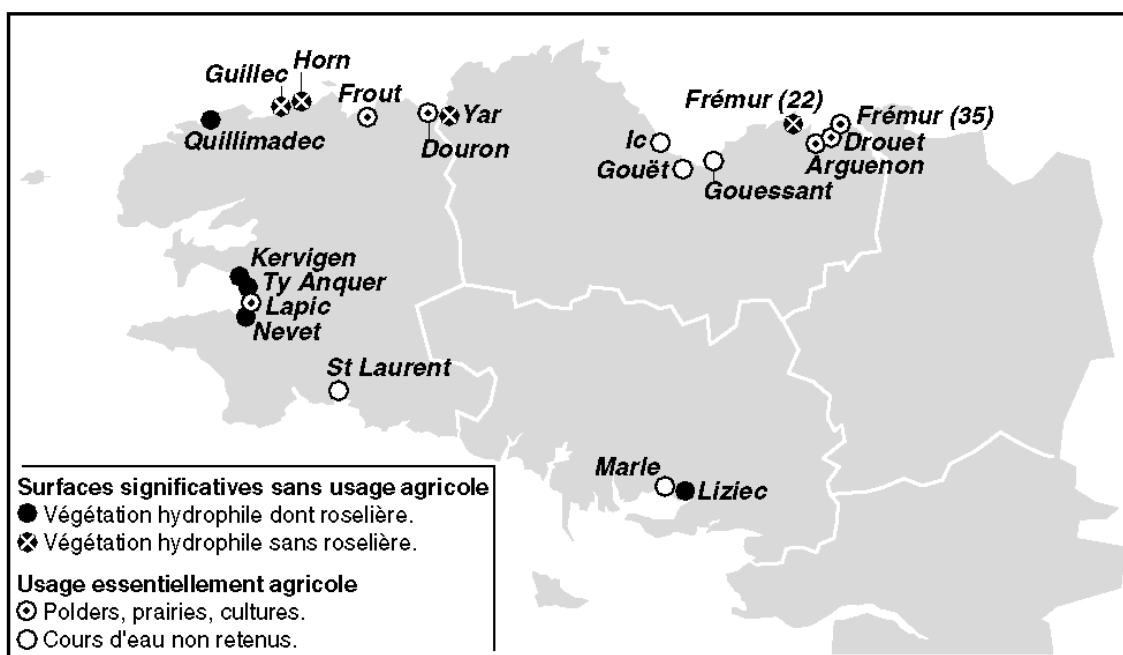


Figure 8 – Inventaire des zones humides potentielles des parties aval des bassins versants sensibles de Bretagne.

L'étang de Pont à Kerlouan dans lequel coule le Quillimadec confirme les résultats précédents avec une consommation de 6,8 kg d'azote par hectare de marais et par jour d'été. La roselière de Ty-anquer a un résultat assez faible avec 2,1 kg/ha/j. La vallée du Nevet doit être divisée en deux parties : la retenue d'eau de Keratry et ses zones humides amont enlèvent 4,9 g N/ha/j, par contre la vallée aval (entre Keratry et la mer) n'enlève que 0,8 kg d'azote par hectare de zone humide et par jour.

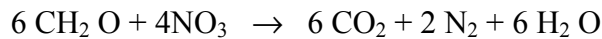
## Discussions

La littérature internationale sur le sujet donne certains bilans de consommation d'azote par des zones humides ou des marais (Lowrance *et al.*, 1984) 1,8 kg/ha/j dans un marais planté (dont 82 % par dénitrification et 18 % par rétention ; (Scherr *et al.*, 1978) 1,8 kg/ha/j pour un marais salé ; (Graetz *et al.*, 1984) 3,0 kg N/ha/j sur un marais d'eau douce ; (Sloey *et al.*, 1978) 3,5 kg N/ha/j au maximum sur une zone humide d'eau douce.

Les valeurs moyennes obtenues dans les marais finistériens, à savoir 2 kg N/ha/j pour le marais du Curnic, 4 kg N/ha/j pour le marais de Kervigen et 7 kg/ha/j en été pour l'étang du Pont, montrent que nous nous situons globalement dans des valeurs similaires aux données internationales, voire dans la gamme supérieure pour le marais de Kervigen et l'étang du Pont. La capacité de dénitrification des marais bretons paraît très forte. Une première approche analytique menée par le laboratoire Micromer (Créocéan, 1995) indique que jusqu'à 100% de la microflore bactérienne cultivable associée à l'eau et au sédiment du marais de Kervigen sont capables de dénitrification. Les densités de bactéries dénitrifiantes hétérotrophes

trouvées (*a priori* du genre *Pseudomonas sp.*) atteignent ainsi  $2.10^4$  cellules/ml d'eau et  $10^7$  cellules/g de sédiment durant l'été 1995. L'abondance de la matière organique (déchets de roseaux), le manque d'oxygène dans la partie superficielle du sédiment tourbeux, le transit lent des eaux chargées de nitrate combinés à la richesse en microflore hétérotrophe, ainsi qu'une température de l'eau jamais froide, assurent l'efficacité *in situ* de la dénitrification naturelle dans le marais.

La forme la plus simple de la réaction est celle-ci :



L'azote retourne sous forme gazeuse ( $\text{N}_2$ ) dans l'atmosphère. Il est détourné de la production primaire voisine.

Les rendements élevés mesurés en été sur le site de l'étang du Pont (7 kg N/ha/j) ainsi qu'à la retenue d'eau du Nevet avec sa zone humide en amont de Keratry (4,9 kg N/ha/j) s'expliquent probablement par la présence simultanée de plusieurs facteurs favorables à la dénitrification :

- une retenue d'eau qui augmente considérablement le temps de séjour de l'eau en amont quand le débit n'est pas très élevé. *A contrario*, certaines mesures sur le Quillimadec au printemps, montrent un manque de dénitrification dû à une circulation d'eau rapide à cause d'un fort débit continu malgré le barrage ;
- une zone étendue et plutôt plane en amont, qui permet d'imbiber d'eau nitratée une superficie importante de marais. En effet, la dénitrification naturelle est dépendante de la surface de contact entre les bactéries dénitrifiantes du sédiment et l'eau sur une pellicule de quelques centimètres. Ce n'est donc pas le volume d'eau retenu qui est important, mais la superficie de contact entre une mince pellicule d'eau et le sédiment ;
- des superficies de roselières assez importantes (voir tableau 3). Ce roseau (*Phragmites australis*) est la plante la plus anciennement utilisée en phyto-épuration. Son action est multiple. Tout d'abord au cours de son cycle végétatif (croissance de mars à octobre), il assimile et concentre divers éléments présents dans l'eau comme l'azote et le phosphore. L'important système racinaire (racines et rhizomes) colonise une épaisseur de substrat d'en moyenne un mètre de profondeur et un mètre de large. Ce système permet d'alimenter en oxygène les bactéries et les invertébrés aérobies qui digèrent rapidement la matière organique et la minéralisent (Radoux, 1980). Les tiges immergées du roseau constituent également un support de fixation pour des organismes épurateurs tels que les épiphytes ou bien les bactéries nitrifiantes ou dénitrifiantes, désignées sous le nom global de périphyton. Tout ceci favorise la création d'une mosaïque de microzones aérobies et anaérobies (dues à une saturation du sol en eau) dans lesquelles s'opèrent les réactions de nitrification et dénitrification (Ministère de l'Environnement, 1987). Les roseaux, au cours de leur décomposition, libèrent en outre le carbone organique nécessaire à la croissance des bactéries hétérotrophes (Weisner et al, 1994).

Par contre une très faible dénitrification a été mesurée sur la partie aval de la Vallée du Nevet (entre la retenue de Keratry et la mer), et ceci malgré la présence d'une superficie importante (14 hectares) de zone hydromorphe à végétation hydrophile. Ceci pourrait s'expliquer par la faible imprégnation des zones potentiellement dénitrifiantes (qui, dans ce cas, ne jouent pas leur rôle) par le flux nitraté du cours d'eau.

Pour optimiser la dénitrification d'une zone humide, il est nécessaire d'y faire transiter le maximum de débit sur le maximum de superficie et à la vitesse la plus faible possible. Dans ce but, on peut imaginer de mettre en place soit des seuils dans le lit de la rivière, soit des ouvrages de détournement d'une partie du débit, comme dans le cas du marais de Kervigen. Sur ce dernier site, le Conseil Général du Finistère a acheté une grande partie des parcelles pour pouvoir utiliser et protéger le marais. D'autre part, dans le cadre de la Loi sur l'Eau de 1992, une étude d'impact de l'aménagement du marais de Kervigen a été réalisé en 1998 (SCE, 1998) qui tend à montrer que seule la période des travaux risque d'influencer de façon notable la faune et la flore locales. Le programme de démonstration "Algues Vertes" qui sera mis en place à partir de l'an 2000 sur quelques bassins versants littoraux, par la Région Bretagne et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, devrait tester l'utilisation grandeur nature de plusieurs marais et zones humides qui ont été répertoriés dans cette recherche préalable.

## **Conclusion**

Les mesures effectuées sur trois marais finistériens, et en particulier le marais de Kervigen qui borde la Baie de Douarnenez, ont montré que ceux-ci peuvent, quand l'aménagement est adéquat, consommer une bonne partie (10 à 61%) des apports de nitrate des bassins versants, avant que ces flux nutritifs n'atteignent les zones côtières sensibles à l'eutrophisation. Cette consommation comporte une part de prélèvement biologique et une grande partie de dénitrification naturelle. Celle-ci dépend de la superficie de la zone immergée, du flux d'azote entrant, du temps de transit dans la zone humide, et des biomasses bactériennes en place.

La consommation peut atteindre des valeurs de 4 à 7 kg d'azote par hectare de marais et par jour, ce qui est supérieur aux données de la bibliographie internationale. La présence de roseaux sur ces sites accentue certainement la dénitrification. On manque de données sur les sites qui en sont dépourvus.

Ces chiffres indiquent que, ponctuellement, sur certains sites favorables, une forte réduction des apports d'azote au littoral pourra s'opérer rapidement. C'est le cas du marais de Kervigen qui peut consommer en moyenne 60% des apports de nitrate de la rivière le Kerharo avant qu'ils ne se jettent en Baie de Douarnenez, zone très sensible aux proliférations d'algues vertes.

Environ 300 ha de marais dans les parties aval de quelques bassins versants bretons pourront être utilisées pour diminuer l'alimentation azotée des algues vertes proliférantes. Sans considérer ici les potentialités diffuses de dénitrification sur les parties amont des bassins versants, les superficies utilisables pour cette fonction paraissent relativement restreintes dans les vallées aval. C'est dire qu'une importante réduction de l'eutrophisation littorale bretonne ne pourra s'envisager sans la mise en place d'orientations agricoles adaptées : respect des réglementations, fortes réductions d'intrants, bonnes pratiques agronomiques.

## Références bibliographiques

- † Coïc D., 1996. Suivi des concentrations et des flux d'azote (nitrate, ammonium) en baies de Douarnenez et Tressény (Finistère) au cours du printemps et de l'été 1996. Estimation de leur abattement par les marais littoraux de Kervigen et du Curnic et par l'Etang de Pont. Rapport E.E.L., 27 p. Contrat IFREMER.
- † Coïc D., 1997. Etude du potentiel de dénitrification de marais littoraux en Bretagne et recherche de sites susceptibles d'accueillir des roselières dénitrifiantes. Rapport E.E.L. 29 p. Contrat IFREMER.
- Créocéan, 1995. Etude du fonctionnement et de l'effet épurateur d'un marais littoral, le marais de Kervigen. Contrat IFREMER, 14 p. et annexes.
- Cuillandre J.P., 1998. Etude relative à l'actualisation des connaissances sur le marais de Kervigen. Biotopes. Conseil Général du Finistère, Union Européenne.
- Durand P., Henault C., Bidois J., Trolard F., 1998. La dénitrification en zone humide de fonds de vallée. *In* Agriculture intensive et qualité des eaux, INRA-éditions, 223-231.
- Graetz D.A., Krottje P.A., Erickson N.L., Fiskell J. and Rothwell. D.F. 1980. Dénitrification in wetlands as a means of water quality improvement, Florida Water Res. Res. Center, Publ. N° 48.
- Levet D., 1979. Une roselière et sa microflore épiphyte dans un lone du Rhône. Conséquences du faucardage. Thèse troisième cycle, Université de Lyon I, 139 p.
- Lowrance R.R., Todd R.L., Asmussen L.F., 1984. Nutrient cycling in an agricultural watershed : 1 Phreatic movement. 2. Streamflow and artificial drainage. *J. Environ. Qual.* 13 (1), 22-32.
- Merceron M., Piriou J.Y. et Coïc D., 1997. La dénitrification dans un marais littoral pour lutter contre la prolifération des algues vertes (Kervigen, baie de Douarnenez). *In* : Les Estuaires français. Actes de colloques - 22. Publication IFREMER. pp. 122-129.
- Ministère de l'Environnement, 1987. Utilisation des plantes en épuration des eaux : bilan et perspectives. Rapport du groupe de travail Macrophytes-Microphytes, 150 p.
- Pauwels H., 1998. Comportement de l'azote dans l'aquifère du bassin du Coët-Dan. *In* : Agriculture intensive et qualité des eaux. INRA-éditions, 209-221.
- Piriou J.Y., Ménesguen A., Salomon J.C., 1991. Les marées vertes à ulves : conditions nécessaires, évolution et comparaison de sites . *In* : Estuaries and coasts : spatial and temporal intercomparisons, ESCA 19th Symp., Elliot M., Ducrotoy J.P. (eds), pp. 117-122.
- Radoux M., 1980. The potential use of *Phragmites australis* for the treatment of wastewaters : an ecological and experimental approach. *Trib. Cebedeau*, 33, 329-339.
- S.C.E., 1998. Projet d'aménagement du marais de Kervigen. Contrat de la Communauté de communes du Porzay/Ménez-Hom. 43 p + annexes.
- Sherr B.F. The ecology of denitrifying bacteria in salt marsh soils-an experimental approach, Ph.D. Thesis, University of Georgia, Athens, 1977.

Sloey W.E., Spangler F.L. and Fetter C.W. Jr., 1978. Management of freshwater wetlands for nutrient assimilation, *in* "Proc. Conf. Freshwater Wetlands : Ecological Processes and Management Potential", Good R.E., Whigham D.F. and Simpson R.L., Eds., Academic Press, New York, p 321.

Weismer S., Peder G.E., Graneli W. and Leonarson L., 1994. Influence of macrophytes on nitrate removal in wetlands. *Ambio*, 23 (6), 363-366.