

64023

N600h 201-001-S



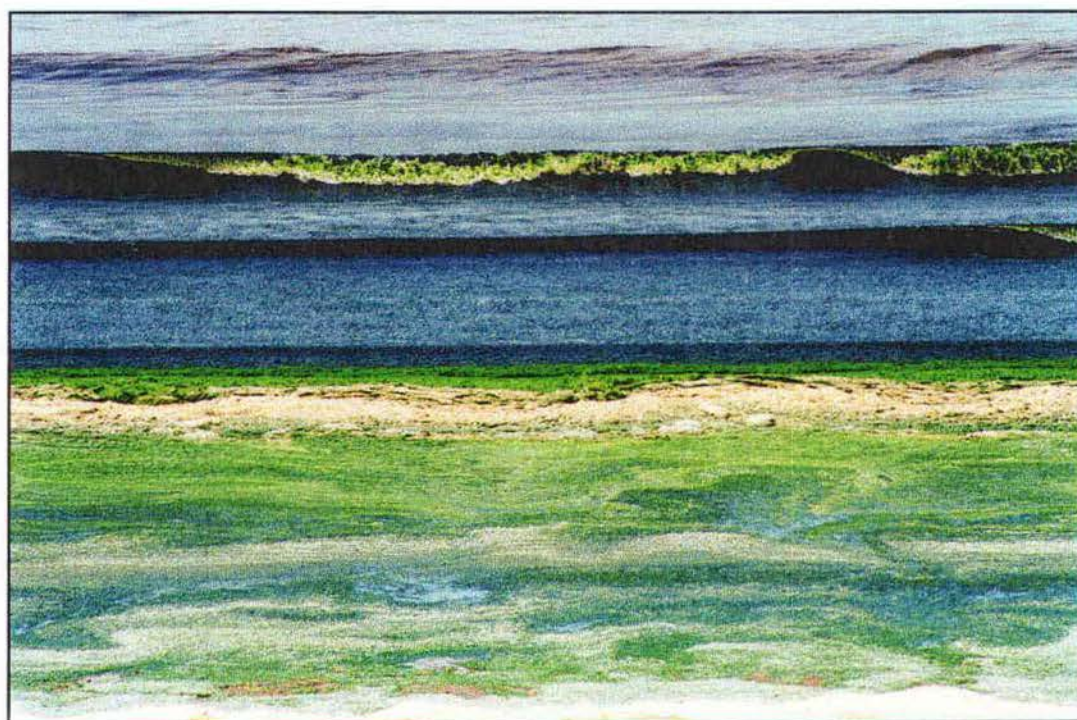
Infosciences

Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne au cours du printemps-été 1998

Baies de Lancieux, l'Arguenon, la Fresnaye, Morlaix, Plougoulm, Tresseny, Concarneau et nord-est du golfe du Morbihan

Contrat IFREMER n°98/2 210 426

Daniel Coïc, Philippe Le Niliot



Septembre 1998

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL09569

*Maia Infosciences, Technopôle Brest-Iroise, 38 rue Jim Sévellec, 29200 Brest
Tél: 02.98.05.18.28, Fax: 02.98.05.18.83, e-mail : maia@eurobretagne.fr*

Plan du rapport

Introduction: objet de l'étude

1. Matériel et Méthodes

- 1.1. Choix des stations et calendrier
- 1.2. Mesures
 - 1.2.1. Mesures des débits
 - 1.2.2. Mesures des concentrations
 - 1.2.3. Calculs
 - 1.2.4. Cas particuliers
- 1.3. Gestion des données

2. Résultats

2.1. Baies de l'Arguenon et de Lancieux

- 2.1.1. Localisations et modifications
- 2.1.2. Débits
- 2.1.3. Concentrations
- 2.1.4. Flux
- 2.1.5. Discussion

2.2. Baie de la Fresnaye

- 2.2.1. Localisations
- 2.2.2. Débits
- 2.2.3. Concentrations
- 2.2.4. Flux
- 2.2.5. Discussion

2.3. Baie de Morlaix

- 2.3.1. Localisations
- 2.3.2. Débits
- 2.3.3. Concentrations
- 2.3.4. Flux
- 2.3.5. Discussion

2.4. Baie de Plougoulm

- 2.4.1. Carte
- 2.4.2. Débits
- 2.4.3. Concentrations
- 2.4.4. Flux
- 2.4.5. Discussion

2.5. Baie de Trésseny

- 2.5.1. Carte
- 2.5.2. Débits
- 2.5.3. Concentrations
- 2.5.4. Flux
- 2.5.5. Discussion

2.6. Baie de Concarneau

- 2.6.1. Localisations
- 2.6.2. Débits
- 2.6.3. Concentrations
- 2.6.4. Flux
- 2.6.5. Discussion

2.7. Nord-est du golfe du Morbihan

- 2.7.1. Localisation
- 2.7.2. Débits
- 2.7.3. Concentrations
- 2.7.4. Flux
- 2.7.5. Discussion

3. Discussion générale

3.1. Flux d'azote moyens en 1998

3.2. Evolution inter-annuelle des paramètres

- 3.2.1. Débits
- 3.2.2. Concentrations de nitrate
- 3.2.3. Flux d'azote

4. Conclusion

Bibliographie

Annexe : tableaux récapitulatifs des mesures

Introduction: objet de l'étude

Cette étude a pour objet de dresser un bilan des flux d'azote apportés par les bassins versants et responsables des marées vertes dans plusieurs sites du littoral de la Bretagne, au printemps-été 1998. Elle s'inscrit dans un suivi pluriannuel commencé l'an dernier (Coïc et al, 1997).

Elle en reprend les sites et la méthodologie, définis en concertation avec MM. Merceron (IFREMER-DEL) et Piriou (Agence de l'Eau Loire-Bretagne).

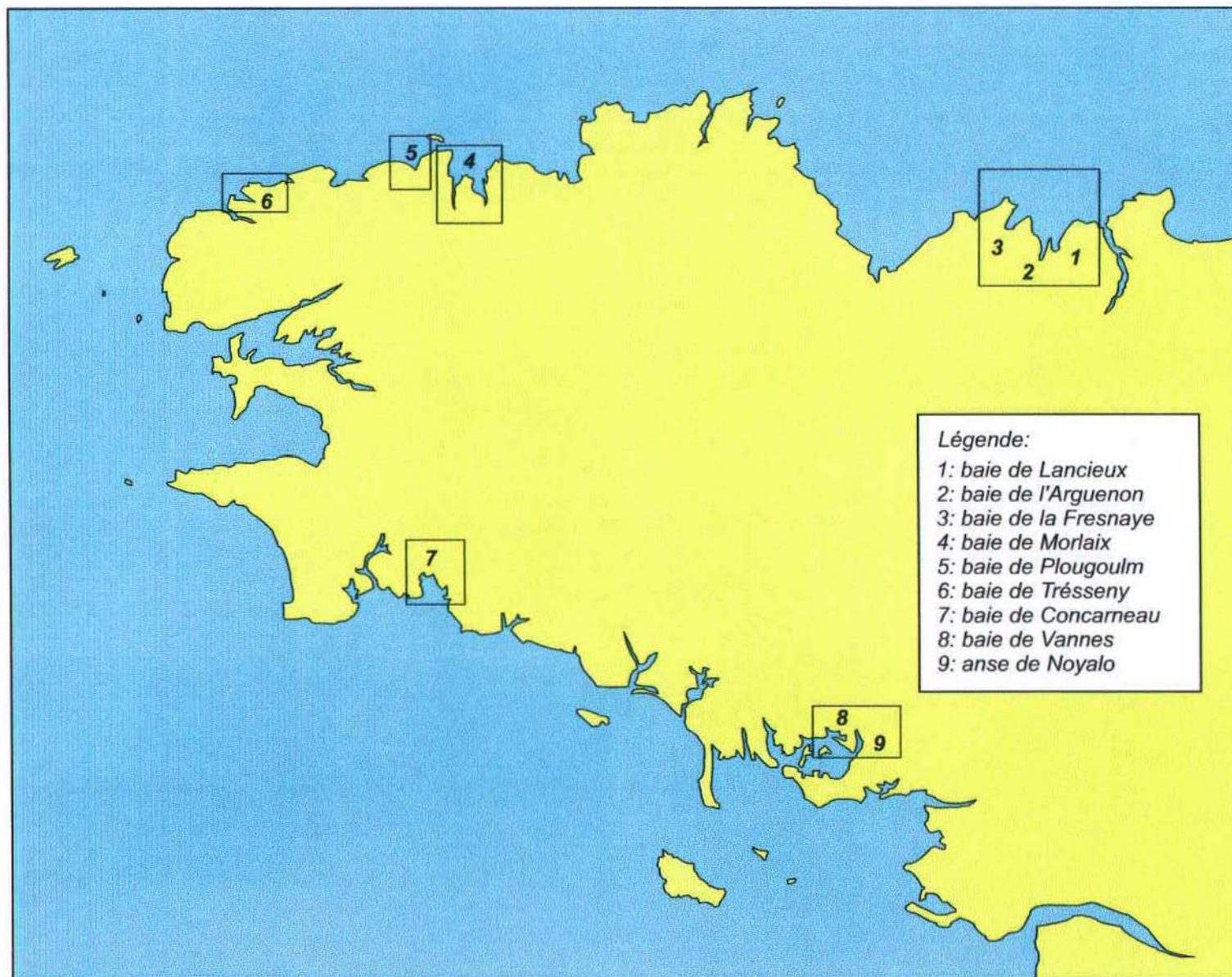
Les secteurs géographiques retenus sont :

Dans l'est des Côtes d'Armor : les baies de Lancieux, de l'Arguenon et de la Fresnaye

Dans le Finistère : les baies de Morlaix, de Plougoulm, de Trésseny et de Concarneau

Dans le Morbihan : le nord-est du golfe du Morbihan comprenant l'anse de Noyal et la baie de Vannes composée des anses du Vincin et de Séné.

Remerciements à Michel Merceron (IFREMER, Brest), M. Morin (SDAE des Côtes d'Armor) et Patrick Camus (IFREMER, La Trinité-sur-Mer) pour leur aide.



Bilan des flux d'azote: secteurs d'études

1. Matériel et Méthodes

1.1. Choix des stations et calendrier

Aux 32 stations de mesures sélectionnées en 1997, M. Merceron (IFREMER-DEL) a souhaité en rajouter 3 en baie de Concarneau pour prendre en compte les apports de l'anse de Port-la-Forêt.

Le suivi porte donc sur 3 cours d'eau en baie de Lancieux, 7 en baie de l'Arguenon, 4 en baie de la Fresnaye, 2 en baie de Morlaix, 2 en baie de Plougoulm, 1 en baie de Trésseny, 5 en baie de Concarneau, 4 dans l'anse du Vincin, 4 dans l'anse de Séné et 3 dans l'anse de Noyal.

Le calendrier a été établi en fonction de l'époque habituelle de développement des marées vertes :

Morbihan et Côtes d'Armor : 1ère, 3ème et 4ème semaines de mai, 1ère, 2ème et 4ème semaines de juin

Baie de Concarneau : 2ème, 4ème semaines de mai, 1ère, 2ème, 3ème semaines de juin, 1ère semaine de juillet

Nord-Finistère: 4ème semaine de mai, 2ème, 3ème, 4ème semaines de juin, 1ère et 3ème semaines de juillet

La période couverte est de 8 semaines au cours de laquelle 6 missions sont réalisées.

1.2. Mesures

1.2.1. Mesures des débits

Les débits des cours d'eau sont mesurés à l'aide d'un système de jaugeage OTT. Un logiciel permet de calculer les débits à partir des mesures de vitesse du cours d'eau effectuées à différentes profondeurs sur différentes verticales représentatives de l'écoulement.

1.2.2. Mesures des concentrations

1.2.2.1. Dosage du nitrate

Le dosage du nitrate a été confié au Laboratoire d'Analyse des Eaux Brest-Océan. Selon ses préconisations les échantillons ont été conservés en glacière réfrigérée et non congelés. Les dosages ont été réalisés moins de trois jours après le prélèvement.

1.2.2.2. Dosage de l'ammonium

L'étude réalisée en 1997 a confirmé la part importante que l'ammonium pouvait représenter dans les flux d'azote de certaines stations.

Nous avons reconduit le protocole établi à cette occasion :

Lors de la première série de mesure nous avons réalisé un dosage des deux sels, nitrate et ammonium, afin de retenir les stations où ce dernier représente plus de 10% des apports d'azote.

Pour ces stations nous avons ensuite poursuivi le dosage de l'ammonium.

La concentration d'ammonium présente une décroissance sensible, fonction la durée et des conditions de conservation.

Nous avons effectué les dosages d'ammonium sur le terrain, à l'aide d'une mallette de dosage HACH, moins de quatre heures après leur réalisation.

échantillonnage

1.2.3. Calculs

1.2.3.1. Flux

Le flux d'un sel est calculé en multipliant le débit par la concentration, soit :

$$F \text{ (kg/jour)} = Q \text{ (m}^3\text{/jour)} \times C \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Le flux d'azote inorganique est la somme des flux d'azote nitrique et d'azote ammoniacal.

Lorsque ce dernier n'a pas été dosé, le flux d'azote est calculé en augmentant le flux d'azote nitrique de la proportion azote ammoniacal/azote nitrique mesuré lors de la première mission.

1.2.3.2. Moyennes des paramètres

L'étude porte sur une période de 8 semaines au cours de laquelle 6 missions sont effectuées. Les seconde et septième semaines ne comportant pas de mesures, nous leur affectons une valeur interpolée de chacun des paramètres, pour le calcul de leurs valeurs moyennes.

1.2.4. Cas particuliers

Certains cours d'eau ou émissaires ne permettent pas une mesure du débit par nos propres moyens ou présentent des débits variables en cours de journée.

1.2.4.1 l'Arguenon

Nos moyens n'étant pas adaptés à la mesure du débit de l'Arguenon à Plancoët, nous avons calculé son débit en connaissant le débit, au moment de l'étude, au barrage de la Ville-Hatte situé en amont (valeur fournie à IFREMER par le SDAE des Côtes d'Armor). Nous avons extrapolé à la part de bassin versant comprise entre la Ville-Hatte et Plancoët le débit spécifique du bassin versant du ruisseau de Montafilan voisin :

$$Q(\text{Plancoët}) = Q(\text{Ville-Hatte}) + Q(\text{Montafilan}) \times A(\text{Plancoët-Ville-Hatte}) / A(\text{Montafilan})$$

$Q(\text{Plancoët})$ = débit de l'Arguenon à Plancoët

$Q(\text{Ville-Hatte})$ = débit de l'Arguenon au barrage de la Ville-Hatte fourni par le SDAE des Côtes d'Armor

$Q(\text{Montafilan})$ = débit du ruisseau de Montafilan

$A(\text{Plancoët-Ville-Hatte})$ = Aire du bassin versant de l'Arguenon entre la Ville-Hatte et Plancoët = 57 km²

$A(\text{Montafilan})$ = aire du bassin versant du Montalilan = 89 km² (DIREN, 1995)

$Q(\text{Montafilan}) / A(\text{Montafilan})$ représente le débit spécifique du ruisseau de Montafilan

L'aire du bassin versant de l'Arguenon compris entre la Ville-Hatte et Plancoët a été calculée par la méthode de la grille millimétrique sur une carte au 100000ème sur laquelle les limites du bassin versant, établies sur la carte IGN TOP25, ont été reportées.

1.2.4.2. Certaines stations du Morbihan

Certains sites pour lesquels la configuration des lieux nous empêche de réaliser des mesures ou dont nous ne connaissons pas les variations journalières des rejets ont nécessité de solliciter localement une enquête auprès des gestionnaires. Il s'agit de :

Station d'épuration de Vannes à Kermain/Kerfontaine : nous y avons mesuré les débits et concentrations de nitrate et d'ammonium mais nous souhaitons comparer nos résultats à ceux des gestionnaires.

Station d'épuration du Ranquin à Séné : alors qu'en 1997 un écoulement permanent se produisait, en 1998, à aucun de nos passages nous n'avons pu effectuer de mesure par absence de rejets.

Réserve de l'étang de Noyal : la configuration des lieux nous empêche de mesurer le débit (voir photo après la page 58). Nous y avons effectué un prélèvement d'eau et évalué grossièrement le débit. Nous souhaitons connaître le débit réel aux dates de nos passages.

La Marle : la configuration des lieux à son embouchure, au port de Vannes, nous empêche de réaliser les mesures par nos propres moyens. Dans l'attente des données disponibles, nous avons estimé le flux moyen d'azote inorganique selon la même méthode qu'en 1997 (page 71).

La collecte de ces données par M. Patrick Camus (IFREMER, La Trinité-sur-Mer) est en cours. Dès qu'elles nous parviendront nous fournirons un document complémentaire à ce rapport.

1.3. Gestion des données

La gestion des données a été réalisée sur ordinateur compatible PC sous Windows 95.

Les données numériques sont stockées sous forme de fichiers EXCEL97.

La création des graphiques a été réalisée sous le module graphique d'EXCEL97 et intégré au traitement de texte WORD97.

Les cartes et les illustrations photographiques ont été réalisées sous le logiciel COREL-DRAW7.

Les photographies, réalisées sous forme argentique (matériel NIKON), sont numérisées par le scanner de film MINOLTA *Dimage Scan Dual* au format TIFF compressé.

2. Résultats

2.1. Baies de l'Arguenon et de Lancieux

2.1.1. Localisations et modifications

Les baies de l'Arguenon et de Lancieux communiquent entre elles au-dessus du zéro marin, au nord de la presqu'île de Saint-Jacut-de-la-Mer. Dans la problématique des marées vertes, des échanges entre les deux baies sont probables aussi les avons-nous regroupées dans un seul chapitre.

Les principaux cours d'eau dont ces baies sont tributaires ont fait l'objet de mesures à l'exception de l'Arguenon pour lequel nous avons obtenu du SDAE des Côtes d'Armor les valeurs de débit et de concentration de nitrate au barrage de la Ville-Hatte (voir chapitre 1.2.4.1.). Nous avons procédé à une mesure de concentrations à Plancoët et estimé le débit à partir des mesures fournies.

Sept cours d'eau ont été retenus pour la baie de l'Arguenon: le ruisseau des 4 Vaux, le Guébriand, les 3 ruisseaux de Saint-Lormel (ruisseaux de Saint-Loyal, du Tertre et de la Mettrie), l'Arguenon et le ruisseau de Montafilan.

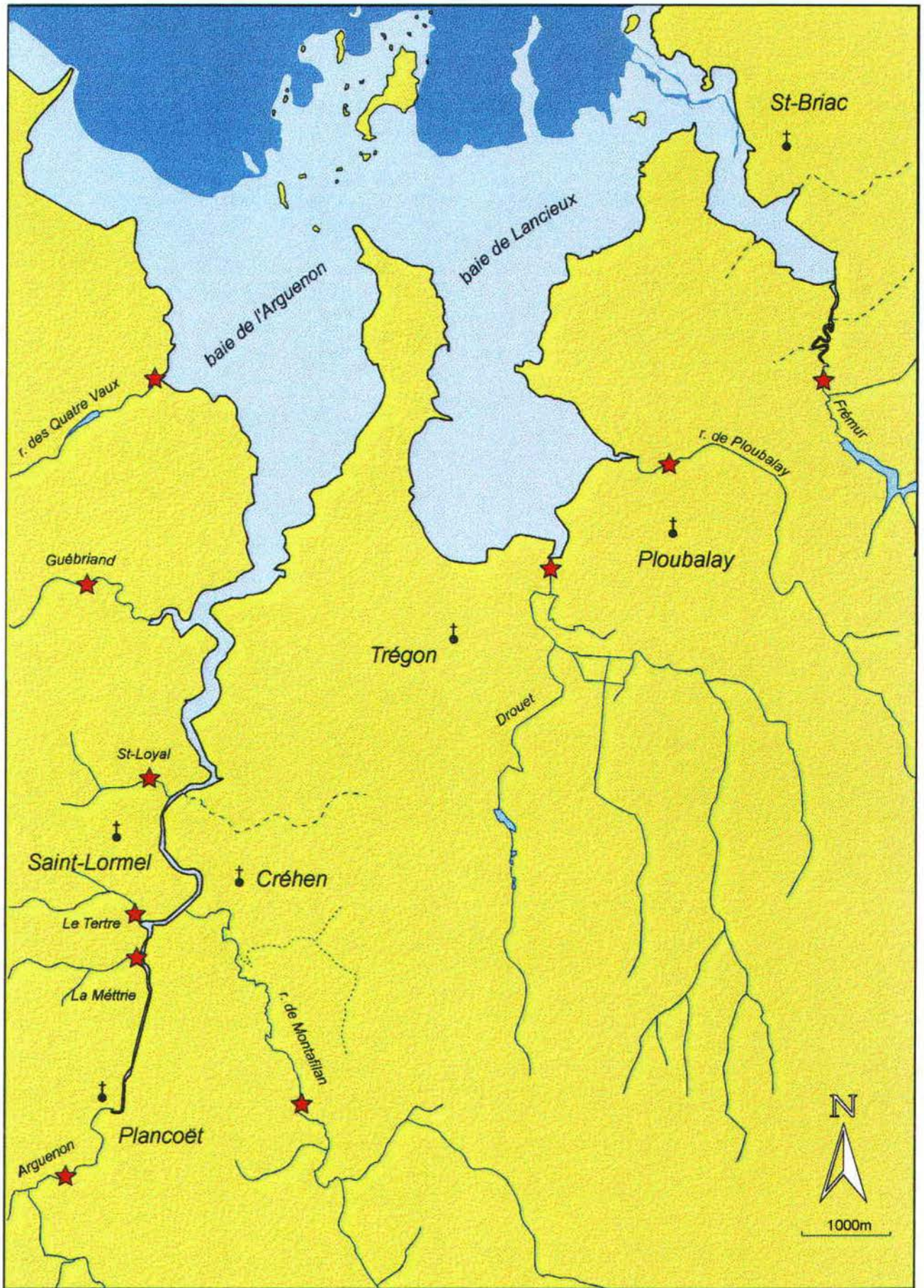
Trois cours d'eau ont été retenus pour la baie de Lancieux: le Drouet, le ruisseau de Ploubalay et le Frémur que nous appellerons Frémur de Saint-Briac pour le distinguer du Frémur qui se jette en baie de la Fresnaye.

Les pages suivantes présentent une carte de localisation des stations et des vues de ces stations.

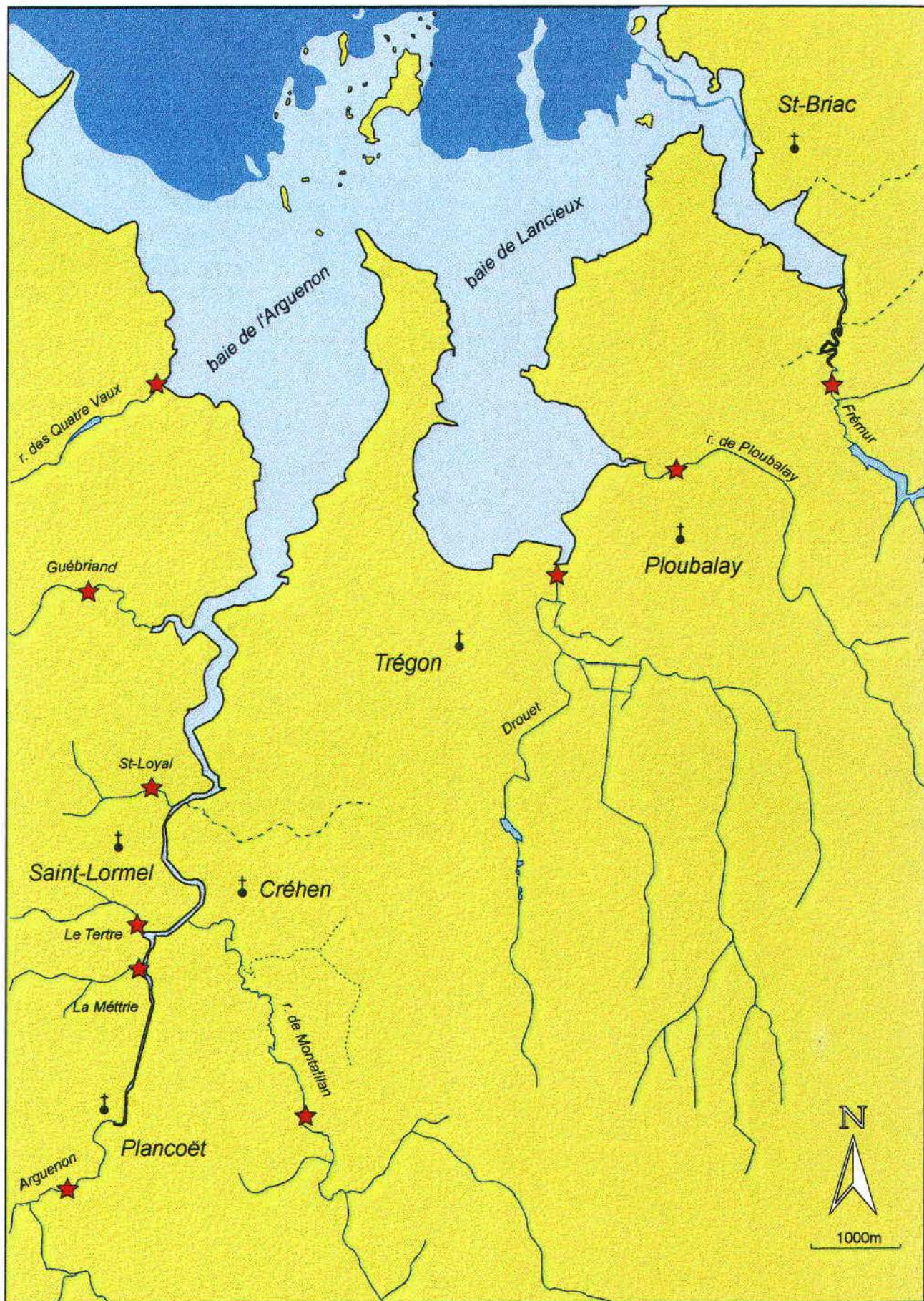
Modifications

Ruisseau de Montafilan : en 1997, nous mesurons le débit de ce ruisseau à proximité de sa confluence avec l'Arguenon dans sa traversée de prairies que nous avons trouvé inondées lors de notre première visite. Nous avons donc décidé de déplacer cette station à environ 1000m en amont.

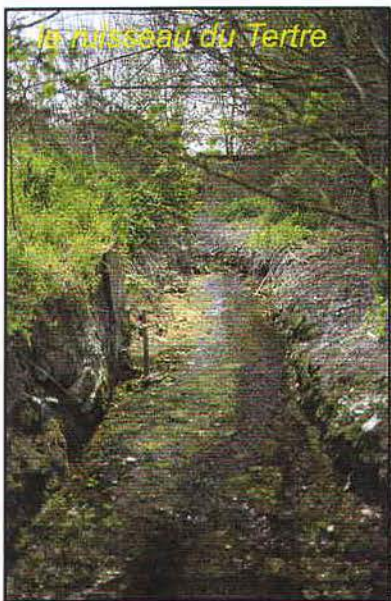
Frémur de Saint-Briac : en 1997, nous avons remarqué que notre point de mesure semblait trop proche du débouché de l'émissaire de la station d'épuration de Pont-Avet. Nous avons déplacé notre point de mesures à quelques dizaines de mètres en aval.



Baies de l'Arguenon et de Lancieux, localisation des points de mesures : ★



Baies de l'Arguenon et de Lancieux, localisation des points de mesures : ★



Baies de l'Arguenon: vues des cours d'eau

Baies de Lancieux: vues des cours d'eau



le Drouet



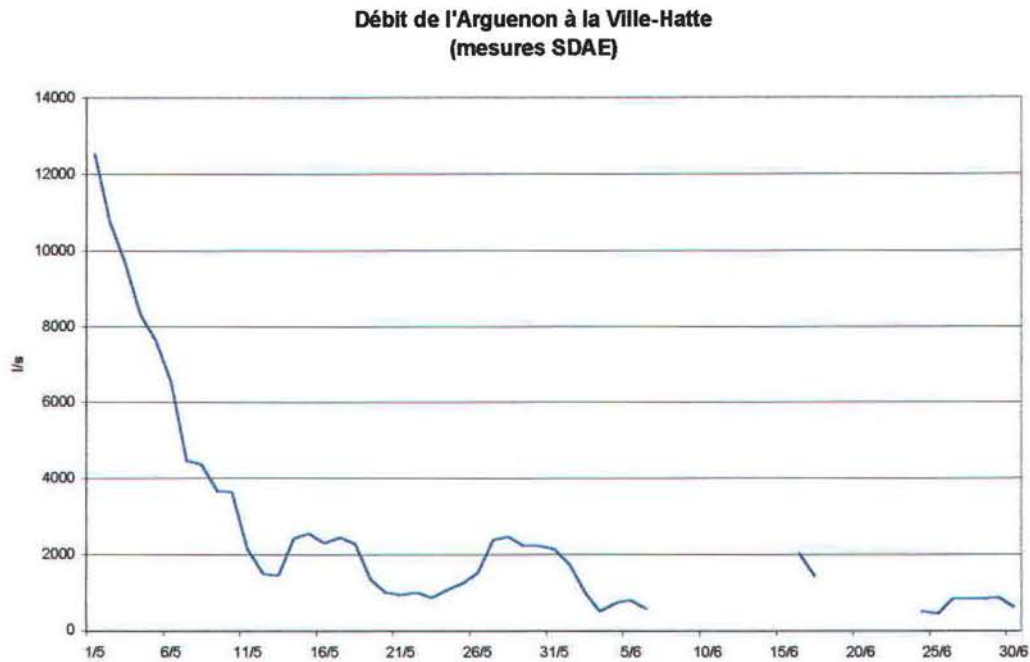
le ruisseau de Ploubalay



*le Frémur de Saint-Briac avec l'émissaire
de la station d'épuration de Pont-Avet*

2.1.2. Débits

L'Arguenon à la Ville-Hatte (données fournies par le SDAE)



Ce graphe traduit les conditions pluviométriques de ce printemps-été : le mois d'avril et le premier décan de mai très pluvieux ont provoqué de très forts débits en début de période.

Des travaux sur les installations expliquent les manques de données du 7 au 15 juin puis du 18 au 23 juin.

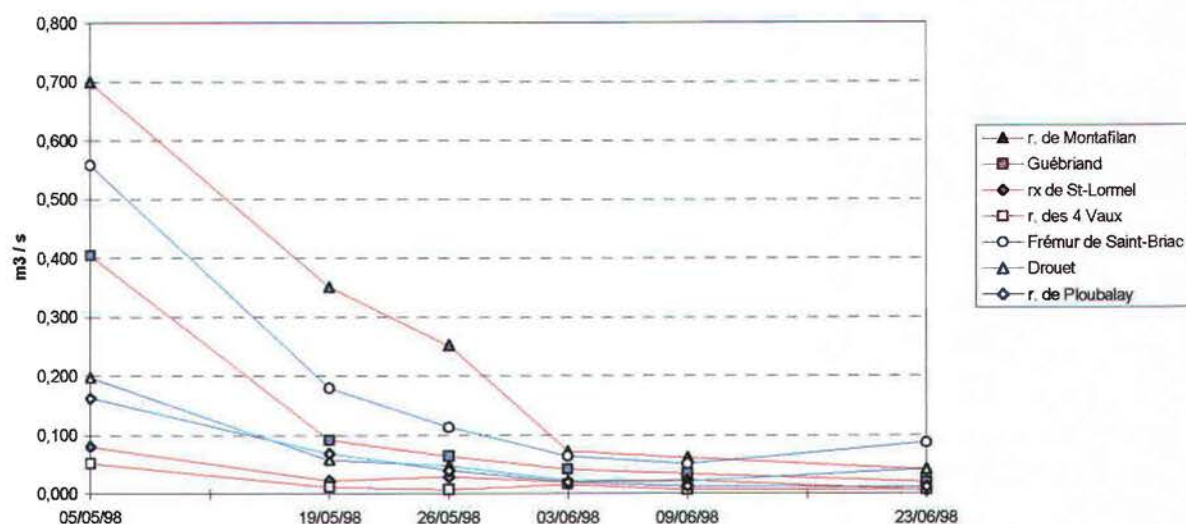
Les autres cours d'eau

Le graphique suivant présente l'évolution des débits des autres cours d'eau :

Par commodité, les ruisseaux de Saint-Loyal, du Tertre et de la Métrie ont été regroupés sous le nom de ruisseaux de Saint-Lormel.

Les cours d'eau de la baie de l'Arguenon sont figurés en rouge et ceux de la baie de Lancieux en bleu.

Baies de l'Arguenon et de Lancieux: évolution des débits (hors Arguenon)



Comme l'Arguenon, l'ensemble des cours d'eau a présenté des débits très soutenus jusqu'à la fin mai. Ensuite ceux-ci sont restés stables durant le mois de juin.

Tableau de synthèse des débits:

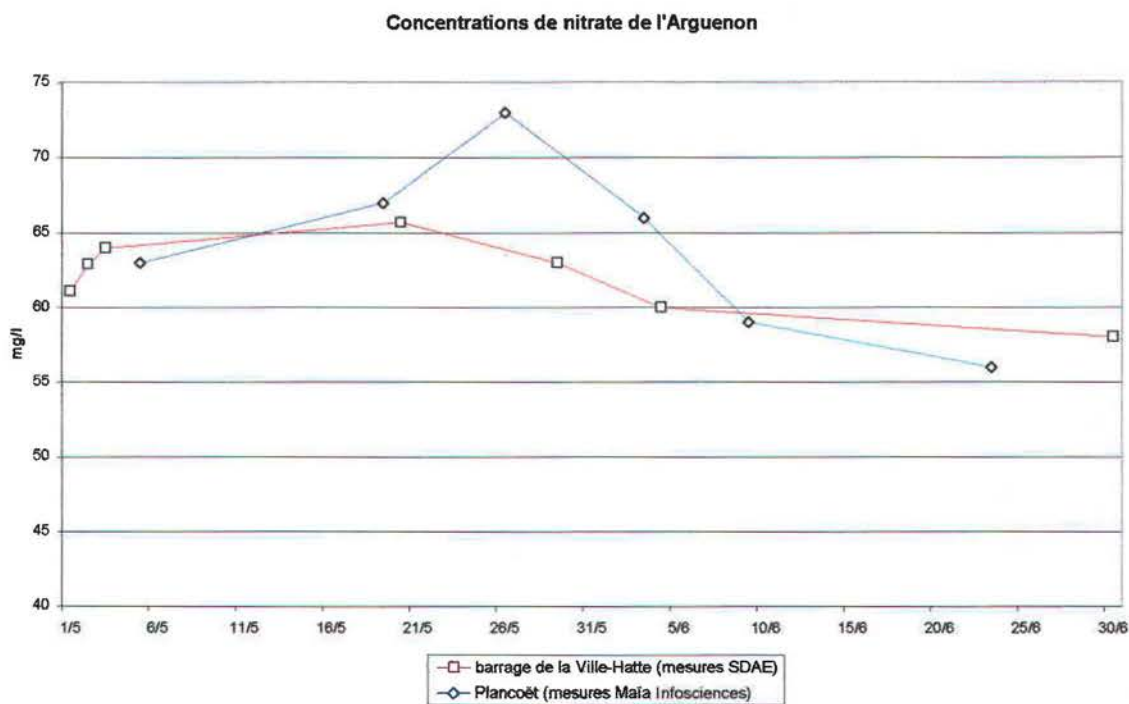
Débits (l/s)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Arguenon	2310	550	8073	7523
Ruisseau de Montafilan	257	41	700	659
Guébriand	117	20	405	385
Ruisseau des 4 Vaux	17	7	52	45
Ruisseau du Tertre	10	2	28	26
Ruisseau de la Métrie	17	3	45	42
Ruisseau de St-Loyal	5	1	8	7
Frémur de Saint-Briac	186	51	558	507
Drouet	69	21	198	177
Ruisseau de Ploubalay	56	11	163	152

Pour homogénéiser les données, nous avons estimé les débits de l'Arguenon à Plancoët (chapitre 1.2.4.1.) aux dates des mesures des autres cours d'eau. Lorsque les données du SDAE n'était pas disponibles en raison des travaux au barrage de la Ville-Hatte, nous avons retenu les valeurs des dates les plus proches (débit du 6/06 pour le 9/06 et 24/06 pour le 23/06).

2.1.3. Concentrations

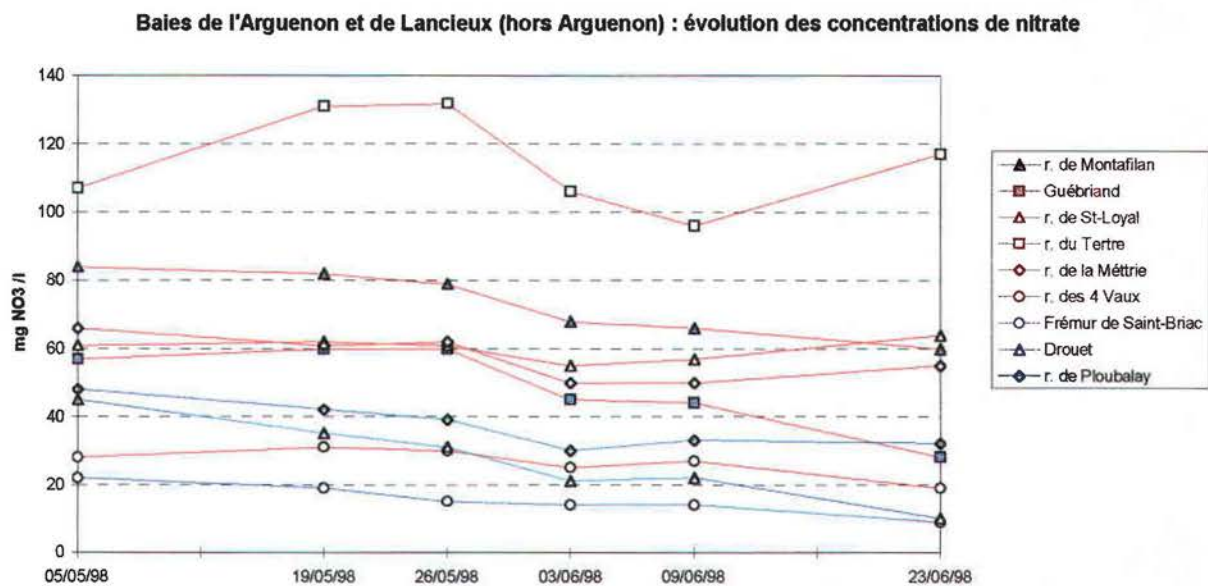
2.1.3.1. Concentrations de nitrate

L'Arguenon



Sur ce graphique apparaissent les valeurs mesurées par le SDAE au barrage de la Ville-Hatte et nos propres mesures à Plancoët.

Les autres cours d'eau



On remarque les très fortes concentrations de nitrate que présente le petit ruisseau du Tertre, presque toujours supérieures à 100 mg/l.

Les plus faibles valeurs concernent les cours d'eau de la baie de Lancieux et le ruisseau des Quatre-Vaux.

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate:

Concentration de NO ₃ (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Arguenon	63	56	73	17
Ruisseau de Montafilan	73	60	84	24
Guébriand	49	28	60	32
Ruisseau des 4 Vaux	27	19	31	12
Ruisseau du Tertre	114	96	132	36
Ruisseau de la Métrie	58	50	66	16
Ruisseau de St-Loyal	60	55	64	9
Frémur de Saint-Briac	16	9	22	13
Drouet	28	10	45	35
Ruisseau de Ploubalay	38	30	48	18

Certains cours d'eau ont vu leurs concentrations baisser sensiblement avec la baisse des débits. C'est le cas notamment du ruisseau de Montafilan (- 24 mg/l), du Guébriand (-32 mg/l), du ruisseau de Ploubalay (- 18 mg/l), du Drouet (- 35 mg/l) et du Frémur de Saint-Briac (-13 mg/l).

2.1.3.2. Concentrations d'ammonium

2.1.3.2.1. Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

Selon le protocole (chapitre 1.2.), lors de la première mission, nous avons réalisé une mesure de la concentration d'ammonium à chaque station. Seules celles dont l'ammonium contribue à plus de 10% des flux d'azote ont fait l'objet de mesures ultérieures. Le tableau suivant présente ces contributions:

	Flux N(NH ₄) (kg/j)	Flux N(NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Baie de l'Arguenon				
Ruisseau des 4 Vaux	0,87	28,6	29,5	2,96
Guébriand	4,88	453	458	1,07
Ruisseau de St-Loyal	0,23	9,58	9,81	2,29
Ruisseau du Tertre	2,72	58,8	61,6	4,42
Ruisseau de la Méttrie	0,68	58,3	59,0	1,15
Arguenon	75,7	9987	10063	0,75
Ruisseau de Montafilan	14,1	1155	1169	1,20
Baie de Lancieux				
Drouet	3,32	175	178	1,86
Ruisseau de Ploubalay	1,97	154	156	1,26
Frémur de Saint-Briac	64	241	305	20,9

Nous avons réalisé à chaque mission, une mesure de concentration d'ammonium du Frémur de Saint-Briac, le seul dont la part d'azote ammoniacal dans les flux d'azote inorganique est supérieure à 10%.

2.1.3.2.2. Concentrations d'ammonium

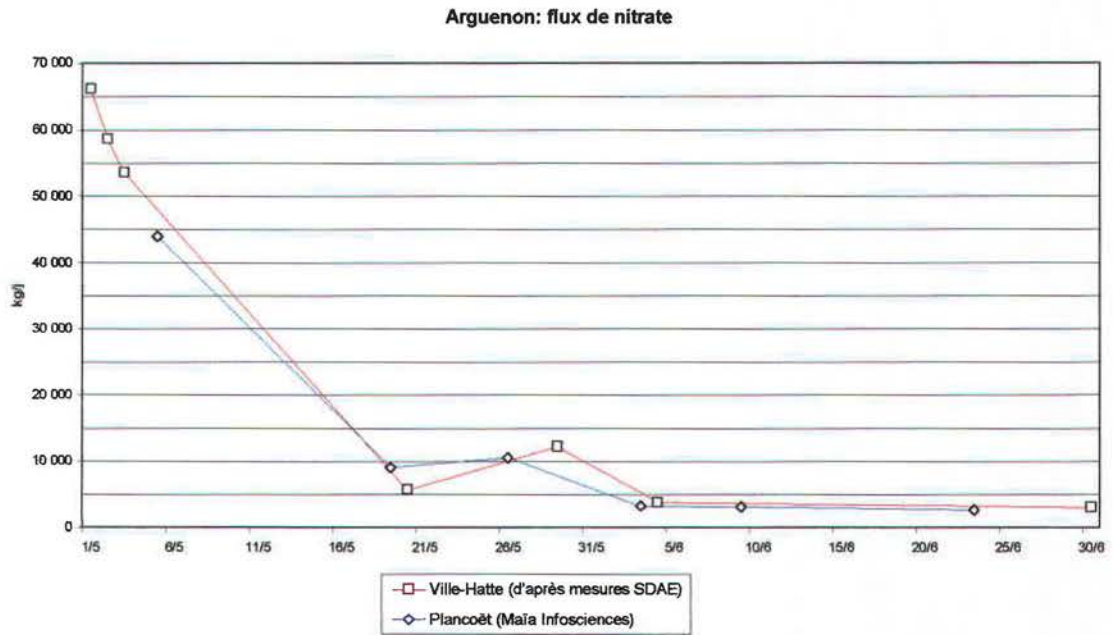
Tableau de synthèse des concentrations d'ammonium:

Concentrations d'ammonium (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Frémur de Saint-Briac	3,04	0,93	5,84	4,91

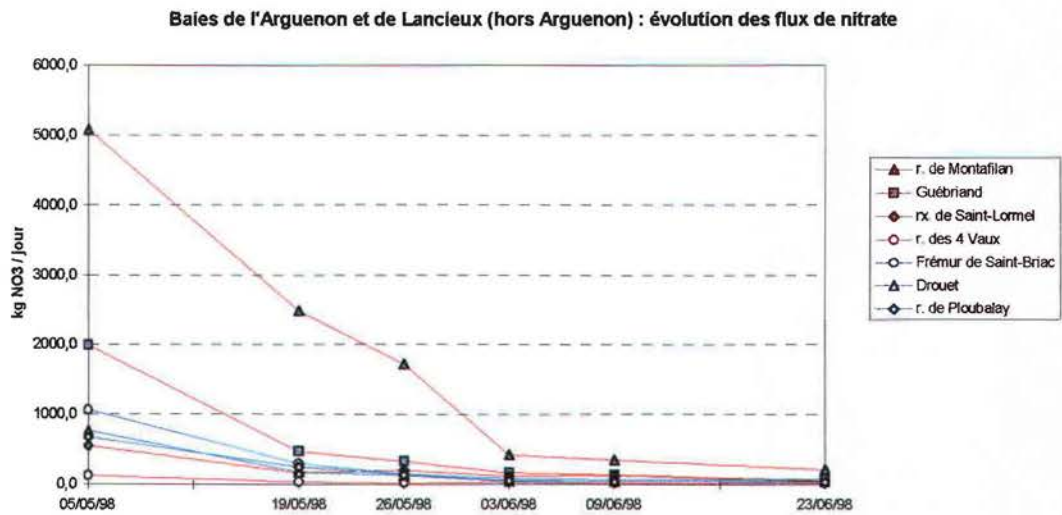
2.1.4. Flux

2.1.4.1. Flux de nitrate

L'Arguenon



Les autres cours d'eau



On remarque que les valeurs obtenues à partir des données du SDAE et celles que nous avons mesurées sont proches.

Les flux de nitrate ont été très forts jusqu'en début juin.

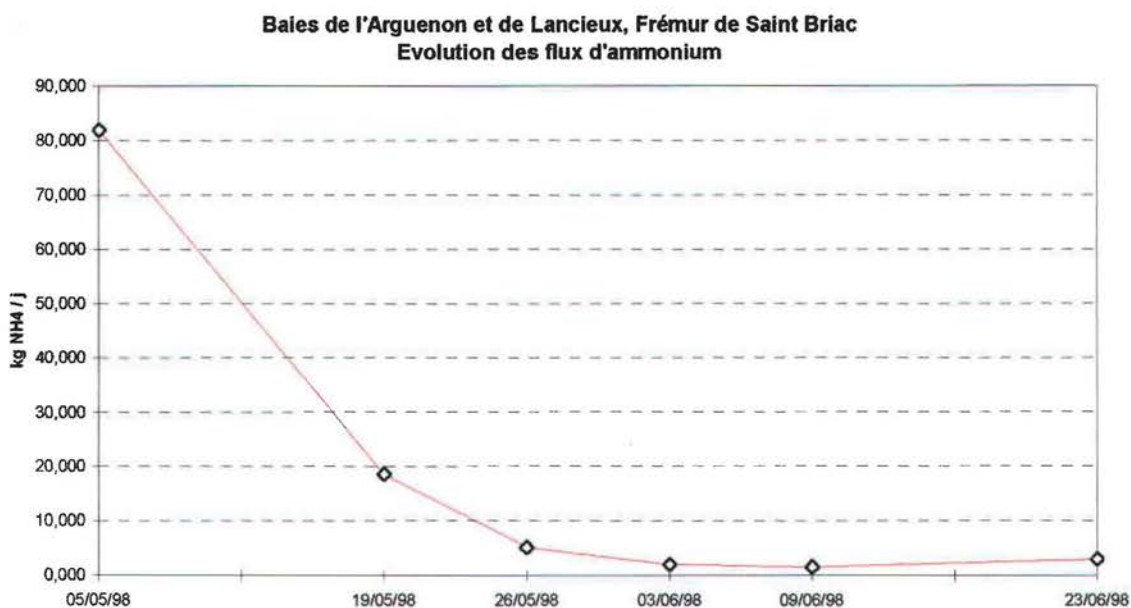
Tableau de synthèse des flux de nitrate:

Flux de nitrate (kg NO ₃ /j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Arguenon	12775	2662	43945	41282
Ruisseau de Montafilan	1793	213	5080	4868
Guébriand	558	48	1995	1946
Ruisseau des 4 Vaux	41	11	126	114
Ruisseau du Tertre	94	20	259	239
Ruisseau de la Métrie	88	14	257	242
Ruisseau de St-Loyal	24	6	42	37
Frémur de Saint-Briac	307	62	1061	999
Drouet	213	36	770	734
Ruisseau de Ploubalay	210	30	676	646

On remarquera les fortes amplitudes entre le début et la fin de la période d'étude.

2.1.4.2. Flux d'ammonium

Seul le Frémur de Saint-Briac a fait l'objet de mesures de concentrations d'ammonium. Le graphique suivant présente l'évolution des flux de ce sel :



Les flux d'ammonium ont évolué comme les débits : forts apports en mai puis stabilité en juin.

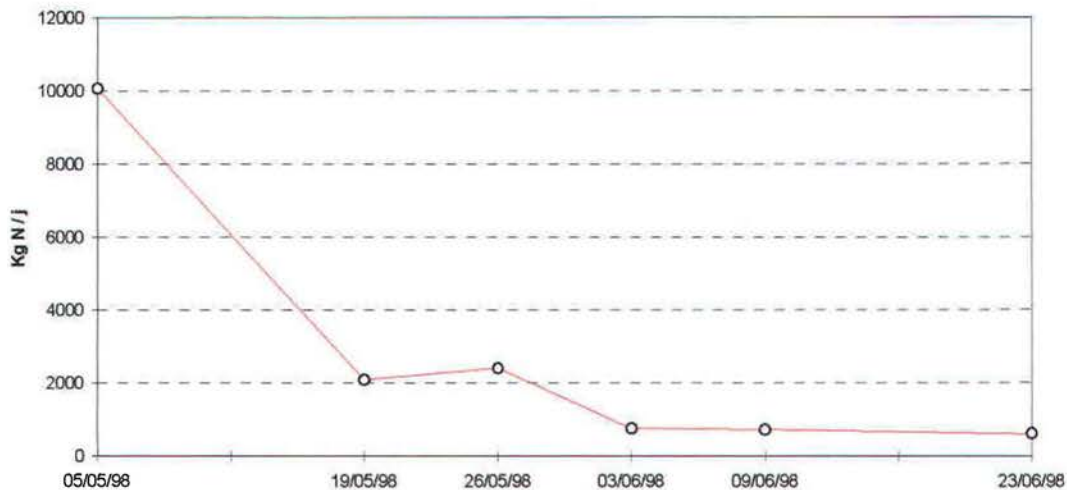
Tableau de synthèse des flux d'ammonium:

Flux d'ammonium (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Frémur de Saint-Briac	20,6	1,6	82,0	80,3

2.1.5.3. Flux d'azote

L'Arguenon

Arguenon : évolution des flux d'azote



Les autres cours d'eau

Baies de l'Arguenon et de Lancieux (hors Arguenon) : évolution des flux d'azote

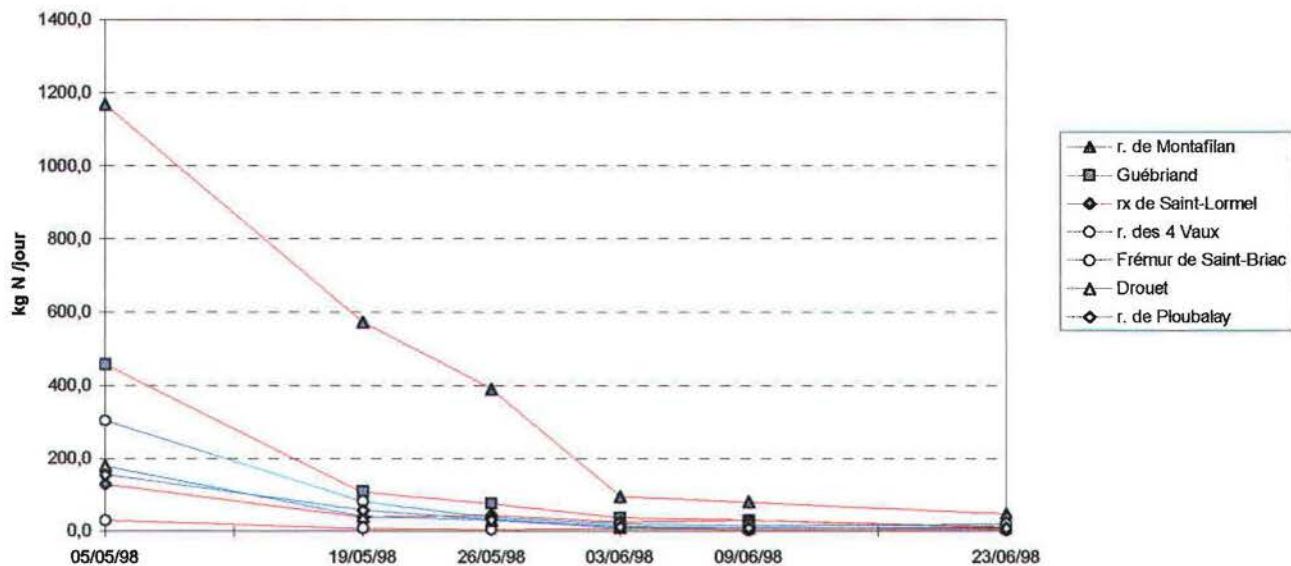


Tableau de synthèse des flux d'azote :

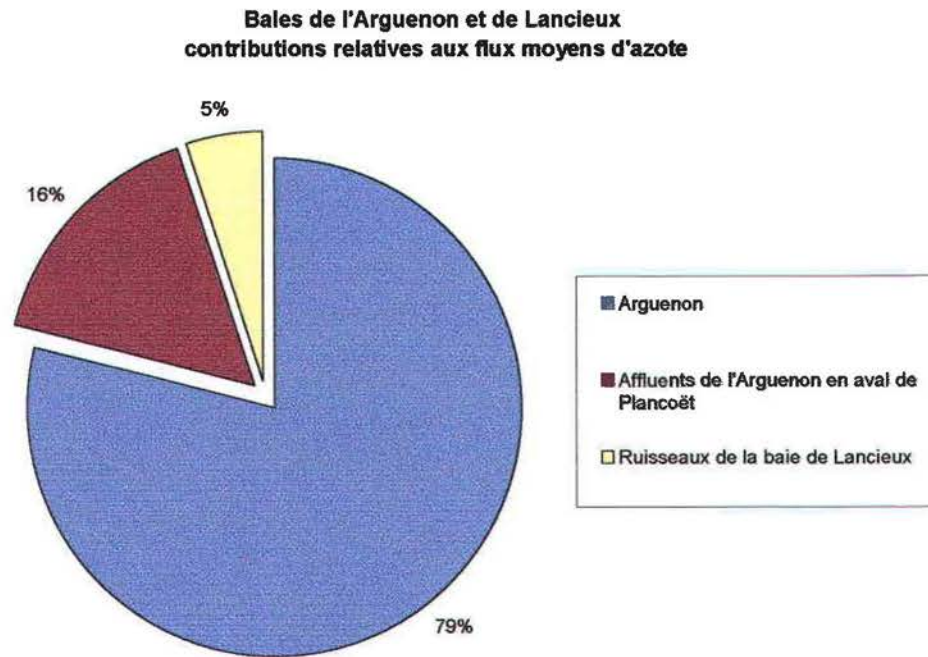
Flux d'azote (kg N / jour)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Arguenon	2921	605	10063	9458
Ruisseau de Montafilan	411	48	1169	1120
Guébriand	128	11	458	447
Ruisseau de St-Loyal	5	1	10	9
Ruisseau du Tertre	22	5	62	57
Ruisseau de la Métrie	20	3	59	56
Ruisseau des 4 Vaux	9	3	29	27
Drouet	49	8	178	170
Frémur de Saint-Briac	86	15	305	289
Ruisseau de Ploubalay	48	7	156	149

L'essentiel des flux d'azote provient de l'Arguenon et de son principal affluent, le ruisseau de Montafilan.

Ici encore, les fortes amplitudes traduisent l'impact des conditions pluviométriques.

2.1.5. Discussion

Contributions relatives aux apports d'azote



L'arguenon, avec un flux journalier moyen de 2921 kg/j a été le principal fournisseur d'azote (79%) de l'ensemble baie de Lancieux / baie de l'Arguenon.

On peut noter la faible contribution des cours d'eau de la baie de Lancieux.

Evolution 1997/1998

Nous présentons ici les valeurs moyennes mesurées en 1997 et 1998 pour chaque paramètre et chaque cours d'eau.

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	% de variation
Arguenon	192	2310	+ 1103 %
Ruisseau de Montafilan	65	257	+ 295 %
Guébriand	25	117	+ 368 %
Ruisseau de St-Loyal	3	5	+ 67 %
Ruisseau du Tertre	4	10	+ 140 %
Ruisseau de la Métrie	4	17	+ 325 %
Ruisseau des 4 Vaux	5	17	+ 240 %
Drouet	17	69	+ 306 %
Frémur de Saint-Briac	76	186	+ 145 %
Ruisseau de Ploubalay	13	56	+ 331 %

Concentrations de nitrate

Concentrations moyennes de nitrate (mg/l)	1997	1998	% de variation
Arguenon	38	63	+ 66 %
Ruisseau de Montafilan	33	73	+ 121 %
Guébriand	28	49	+ 75 %
Ruisseau de St-Loyal	70	60	- 14 %
Ruisseau du Tertre	38	114	+ 200 %
Ruisseau de la Métrie	42	58	+ 38 %
Ruisseau des 4 Vaux	16	27	+ 69 %
Drouet	3	28	+ 833 %
Frémur de Saint-Briac	3	16	+ 433 %
Ruisseau de Ploubalay	24	38	+ 58 %

Flux d'azote

Flux d'azote moyens (kg N / jour)	1997	1998	% de variation
Arguenon	144	2921	+ 1928 %
Ruisseau de Montafilan	43	411	+ 856 %
Guébriand	13	128	+ 885 %
Ruisseau de St-Loyal	4	5	+ 25 %
Ruisseau du Tertre	3	22	+ 633 %
Ruisseau de la Métrie	3	20	+ 567 %
Ruisseau des 4 Vaux	2	9	+ 350 %
Drouet	2	49	+ 2350 %
Frémur de Saint-Briac	14	86	+ 514 %
Ruisseau de Ploubalay	6	48	+ 700 %
Totaux	234	3699	+ 1481 %

Ces tableaux illustrent les différences météorologiques entre 1997 et 1998. Celles-ci ont provoqué une forte hausse des débits moyens, jusqu'à 1103% pour l'Arguenon le principal vecteur de flux d'azote.

On retiendra aussi les hausses de concentrations de nitrate : jusqu'à + 40 mg/l pour le ruisseau de Montafilan et + 76 mg/l pour le petit ruisseau du Tertre !

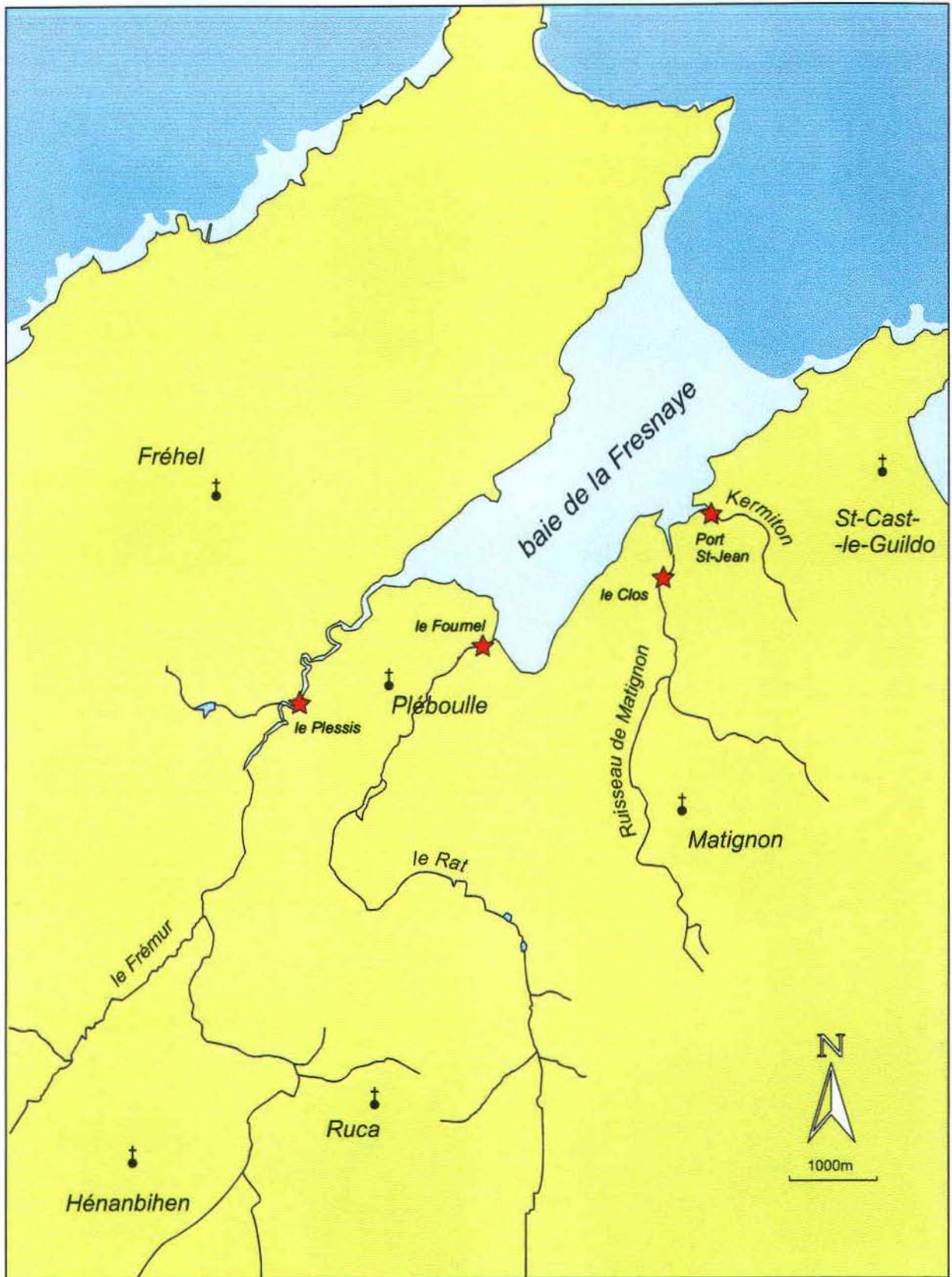
Ces hausses conjointes des débits et des concentrations de nitrate ont donc provoqué un accroissement considérable des flux moyens d'azote (+ 1481 %) à 3699 kg/j.

2.2. Baie de la Fresnaye

2.2.1. Localisations

La baie de la Fresnaye, reçoit les eaux de 4 cours d'eau principaux: Le Frémur, le Rat, le ruisseau de Matignon et le Kermiton.

Les pages suivantes présentent une carte de localisation des stations de mesures et des illustrations photographiques de ces stations.



Baie de la Fresnaye, localisation des points de mesure : ★



le Frémur

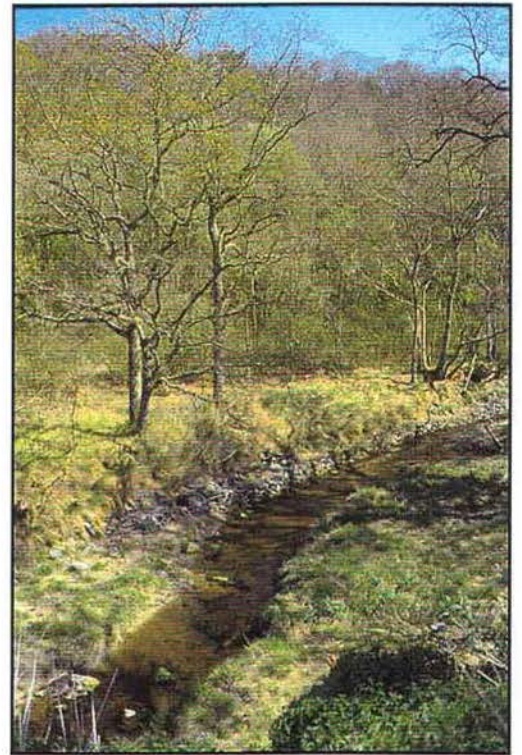


le ruisseau de Matignon



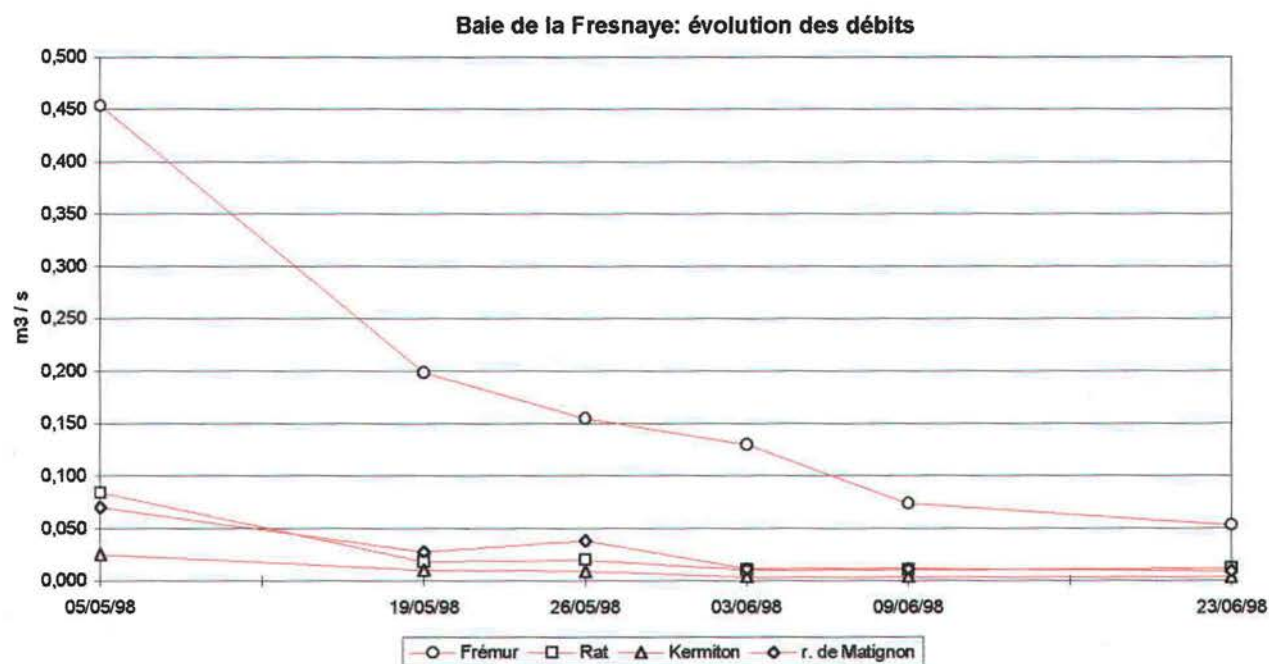
le Rat

Baie de la Fresnaye: vues des cours d'eau



le Kermiton

2.2.2. Débits



Ce graphique traduit les conditions pluviométriques : un mois d'avril et un début mai très pluvieux puis une période moins arrosée jusqu'en début juin. Les deux derniers décans de juin voient les débits maintenus par des dépressions successives.

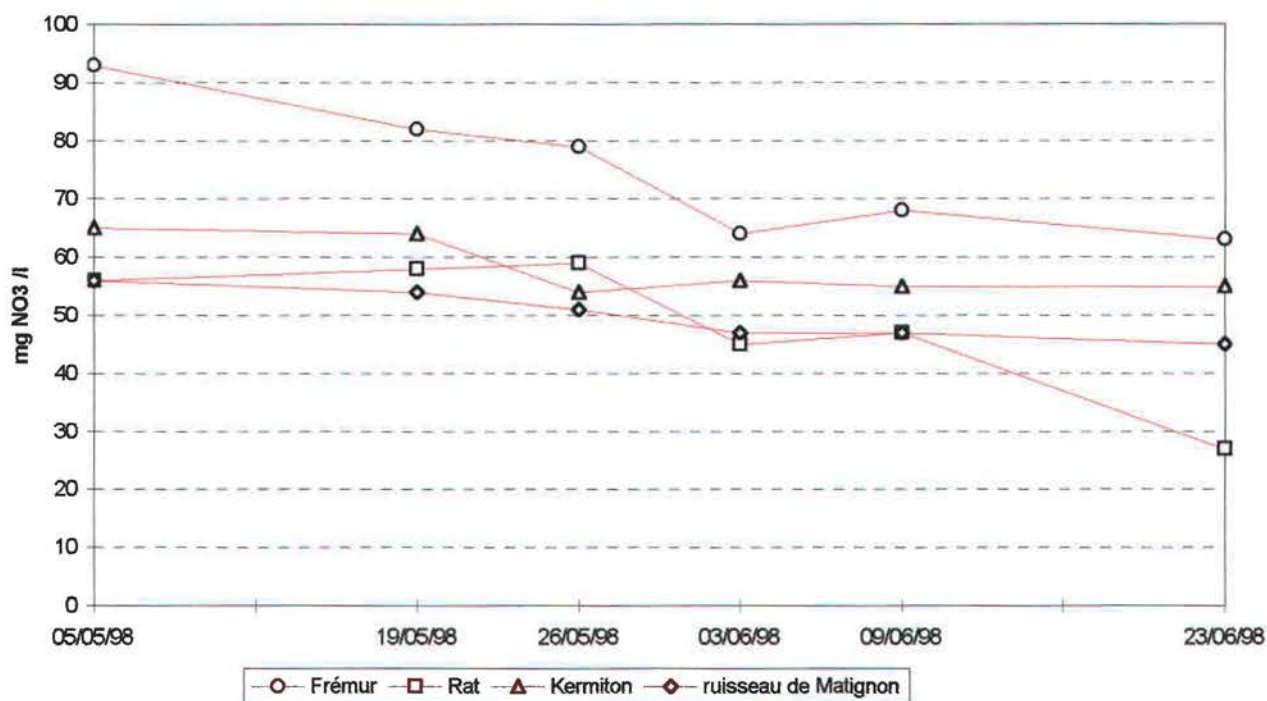
Tableau de synthèse des débits:

Débits (l/s)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Frémur	182	53	454	401
Rat	27	10	84	74
Kermiton	10	3	25	22
Ruisseau de Matignon	28	9	70	61

2.2.3. Concentrations

2.2.3.1. Concentrations de nitrates

Baie de la Fresnaye: évolution des concentrations de nitrate



Les concentrations de nitrate du Frémur et du Rat subissent une baisse sensible durant cette période : celle du Frémur passe de 93 à 63 mg/l et celle du Rat de 56 à 27 mg/l du 5 mai au 23 avril.

Ce phénomène a été également observé pour certains ruisseaux des baies de Lancieux et de l'Arguenon (chapitre 2.1.3.1.).

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate:

Concentration de NO3 (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Frémur	75	63	93	30
Rat	48	27	59	32
Kermiton	59	54	65	11
Ruisseau de Matignon	50	45	56	11

2.2.3.2. Concentrations d'ammonium

Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

Selon le protocole (chapitre 1.2.), lors de la première mission, nous avons réalisé une mesure de la concentration d'ammonium à chaque station. Seules celles dont l'ammonium contribue à plus de 10% des flux d'azote feront l'objet de mesures ultérieures. Le tableau suivant présente ces contributions:

	Concentration d'ammonium (mg/l)	Flux N _(NH4) (kg/j)	Flux N _(NO3) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Frémur	0,175	5,32	829,09	834,41	0,64
Rat	0,15	0,84	92,37	93,21	0,91
Kermiton	0,12	0,20	31,91	32,11	0,63
Ruisseau de Matignon	0,29	1,36	76,97	78,33	1,74

Aucun de ces cours d'eau ne présente un flux d'azote ammoniacal contribuant pour plus de 2% au flux total d'azote. Conformément au protocole, nous n'avons donc pas réalisé de dosage de l'ammonium au cours des missions ultérieures.

2.2.4. Flux

2.2.4.1. Flux de nitrate

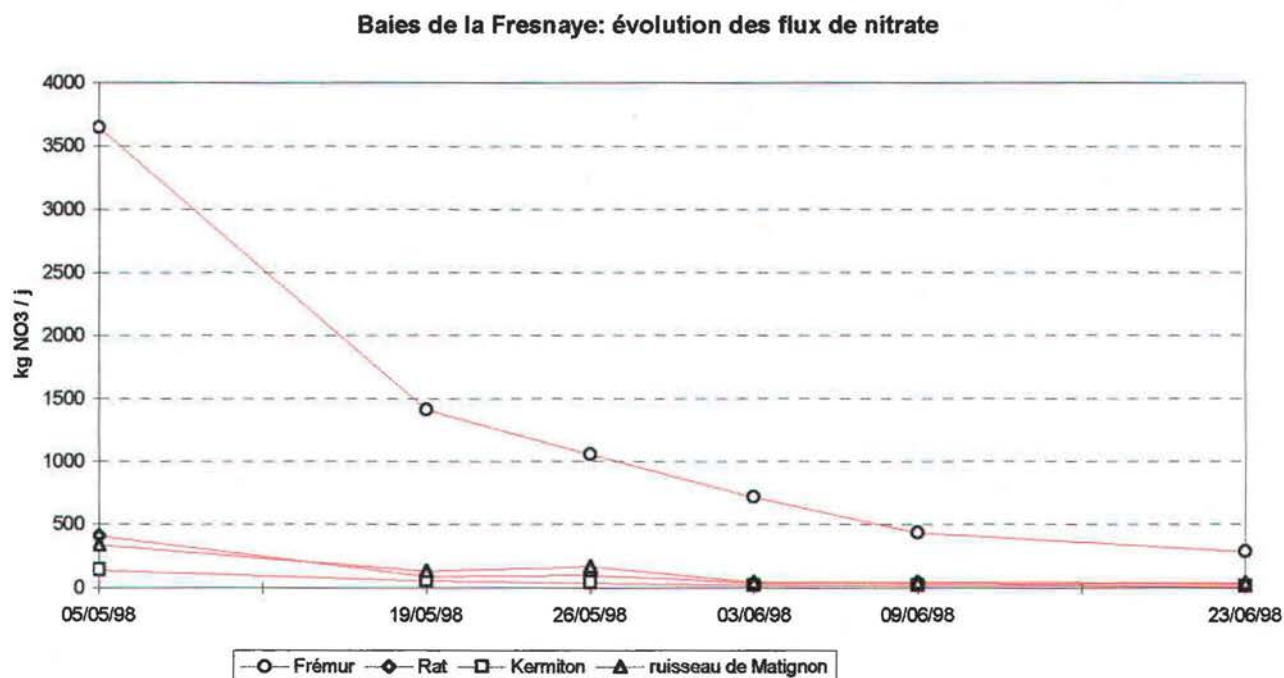


Tableau de synthèse des flux de nitrate:

Flux de nitrate (kg NO ₃ /j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Frémur	1306	288	3648	3359
Rat	124	28	406	378
Kermiton	51	14	140	126
Ruisseau de Matignon	129	35	339	304

La baisse des flux de nitrate, continue sur la période, traduit les baisses simultanées des débits et des concentrations de nitrate.

2.2.4.2. Flux d'azote

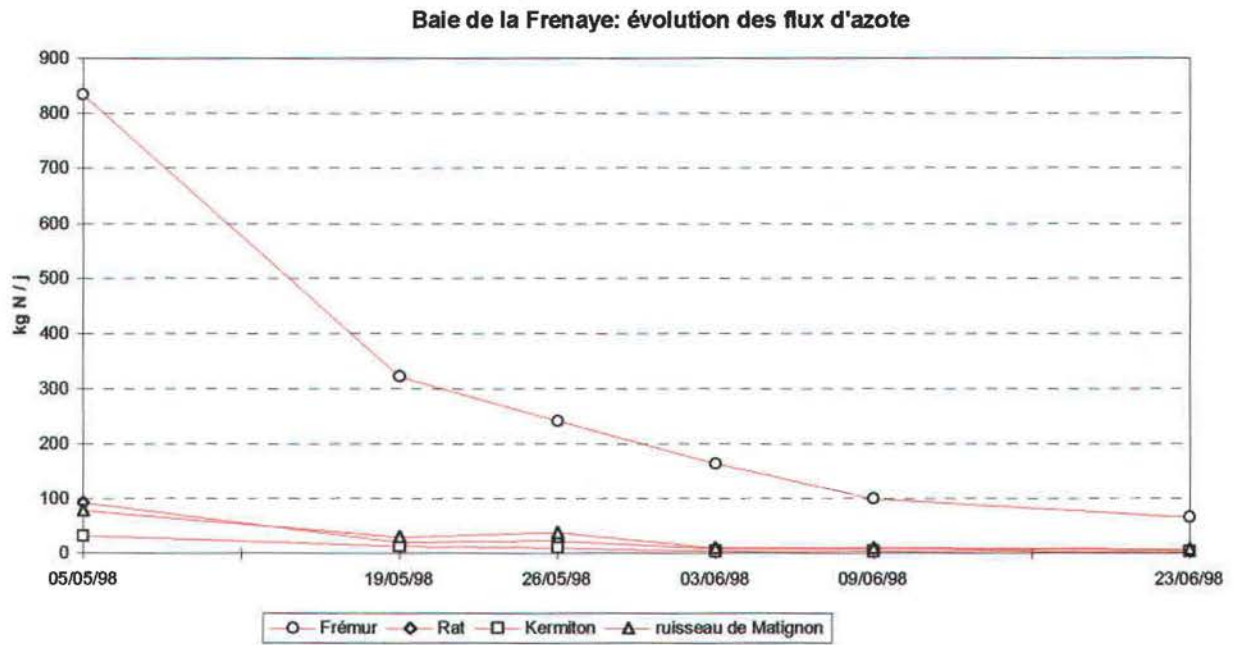


Tableau de synthèse des flux d'azote:

Flux d'azote (kg N / jour)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Frémur	299	66	834	768
Rat	28	6	93	87
Kermiton	12	3	32	29
Ruisseau de Matignon	30	8	78	70

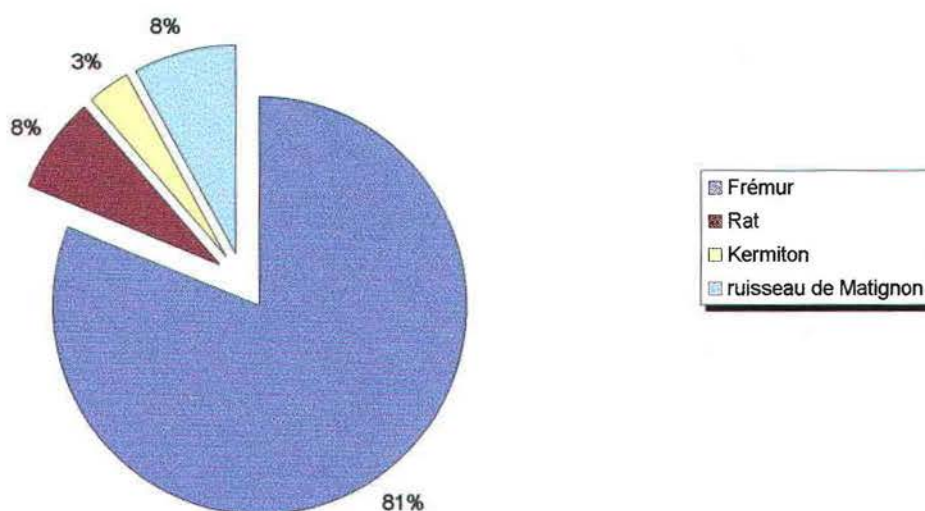
Compte-tenu des faibles apports d'ammonium, ces courbes sont sensiblement identiques à celles des flux de nitrate.

2.2.5. Discussion

Contributions relatives aux flux d'azote

Le graphique suivant présente les contributions relatives de chacun d'eux aux flux d'azote:

Baie de la Fresnaye: contributions relatives aux flux moyens d'azote



Le Frémur est responsables de $\frac{4}{5}$ des apports d'azote inorganique en baie de La Fresnaye.

Evolution 1997 / 1998

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	Variation (%)
Frémur	55	182	+231%
Rat	8	27	+238%
Kermiton	6	10	+67%
Ruisseau de Matignon	14	28	+100%

Ces chiffres traduisent les fortes différences de pluviométrie d'une année sur l'autre. Les bassins versants de l'est de la baie (Kermiton et ruisseau de Matignon) présentent une augmentation moindre des débits moyens.

Concentrations de nitrate

Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	1997	1998	Variation (%)
Frémur	43,5	75	+72%
Rat	27	48	+78%
Kermiton	48	59	+23%
Ruisseau de Matignon	36	50	+39%

Comme les débits, les concentrations de nitrate ont subi une augmentation sensible. Les ruisseaux de l'est de la baie présentent une augmentation moindre.

Flux d'azote

Flux moyen d'azote (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Frémur	48	299	+523%
Rat	4	28	+600%
Kermiton	5	12	+140%
Ruisseau de Matignon	11	30	+173%

Les augmentations simultanées des débits et des concentrations de nitrate ont amplifié les variations des flux d'azote.

Les cours d'eau qui présentent les plus fortes augmentations de concentration de nitrate sont aussi ceux qui enregistrent les plus fortes augmentations de débits.

Avec 81% des apports, le Frémur est le principal vecteur des flux d'azote. Sa contribution est plus forte que lors de la période sèche de 1997 (71%).

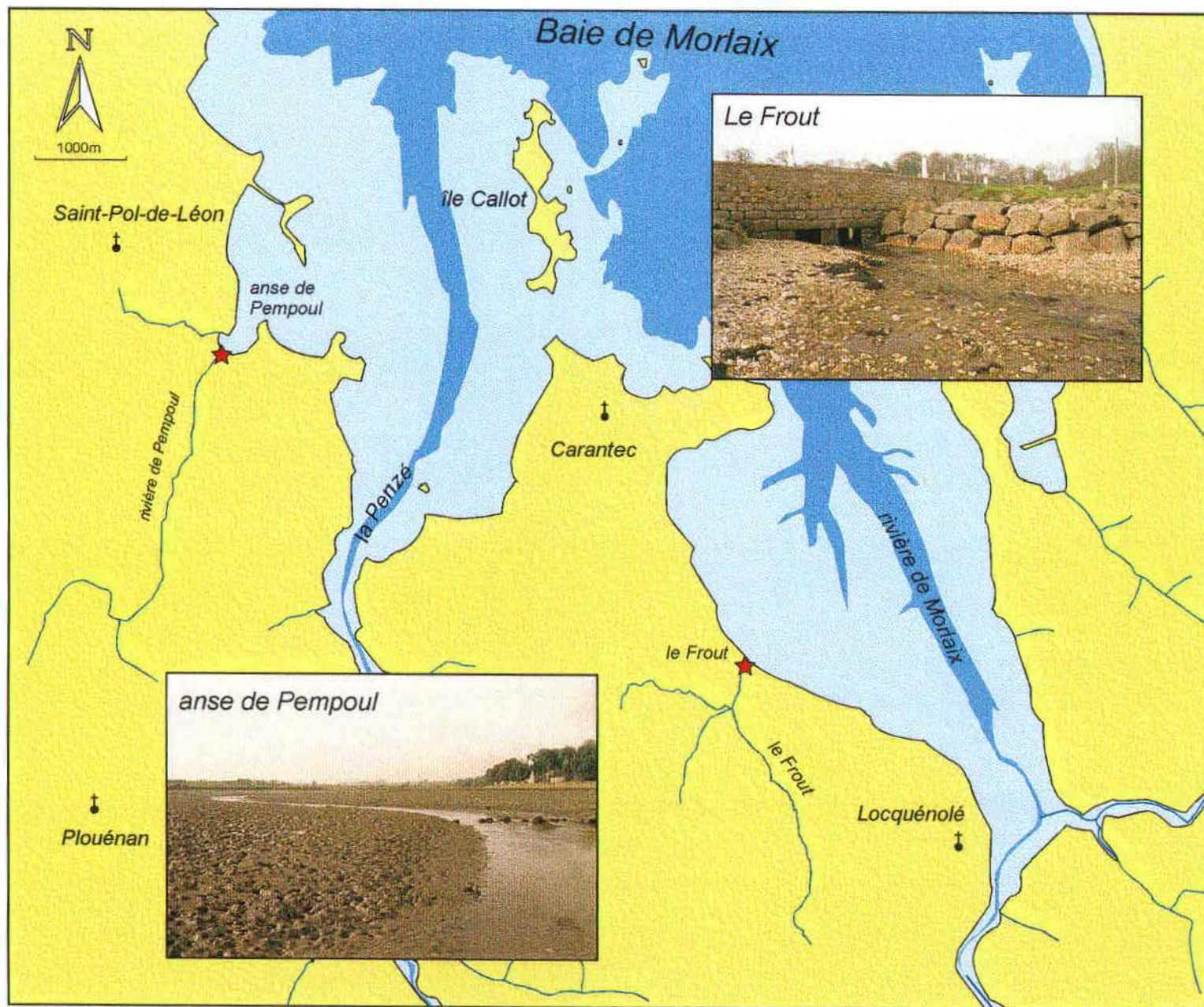
2.3. Baie de Morlaix

2.3.1. Localisations

La pointe de Carantec, prolongée par l'île Callot, divise la baie de Morlaix en deux parties distinctes : la rade de Morlaix à l'est et l'estuaire de la Penzé à l'ouest.

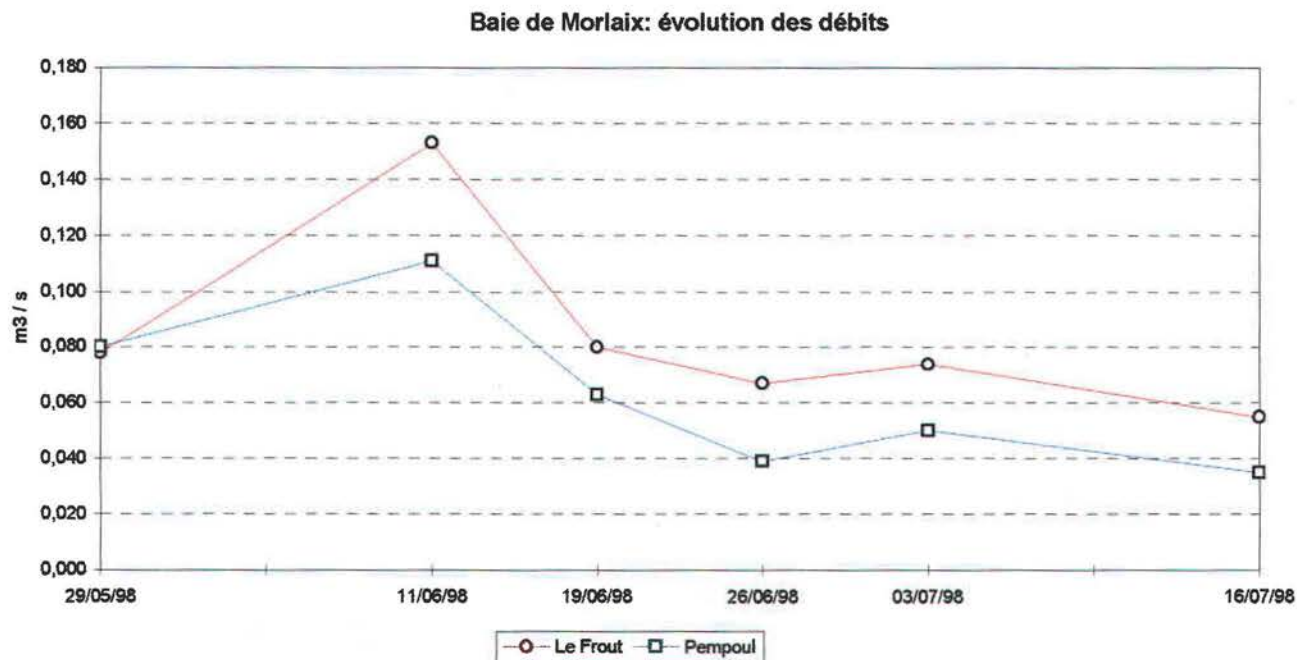
Les rivières qui font l'objet de cette étude, apportent leurs flux nutritifs à chacune de ces baies, le Froot pour la rade de Morlaix et la rivière de Pempoul pour l'estuaire de la Penzé. Ces rivières ne contribuent chacune que minoritairement aux flux totaux d'azote affectant la baie de Morlaix (la Penzé et la rivière de Morlaix présentent des débits bien supérieurs) mais les anses ou plages où elles débouchent sont particulièrement touchées par les marées vertes. En l'absence d'études hydrodynamiques, leur responsabilité semble engagée localement.

La page suivante présente une carte de localisation des stations et des vues des sites.



Baie de Morlaix: localisation des points de mesures : ★

2.3.2. Débits



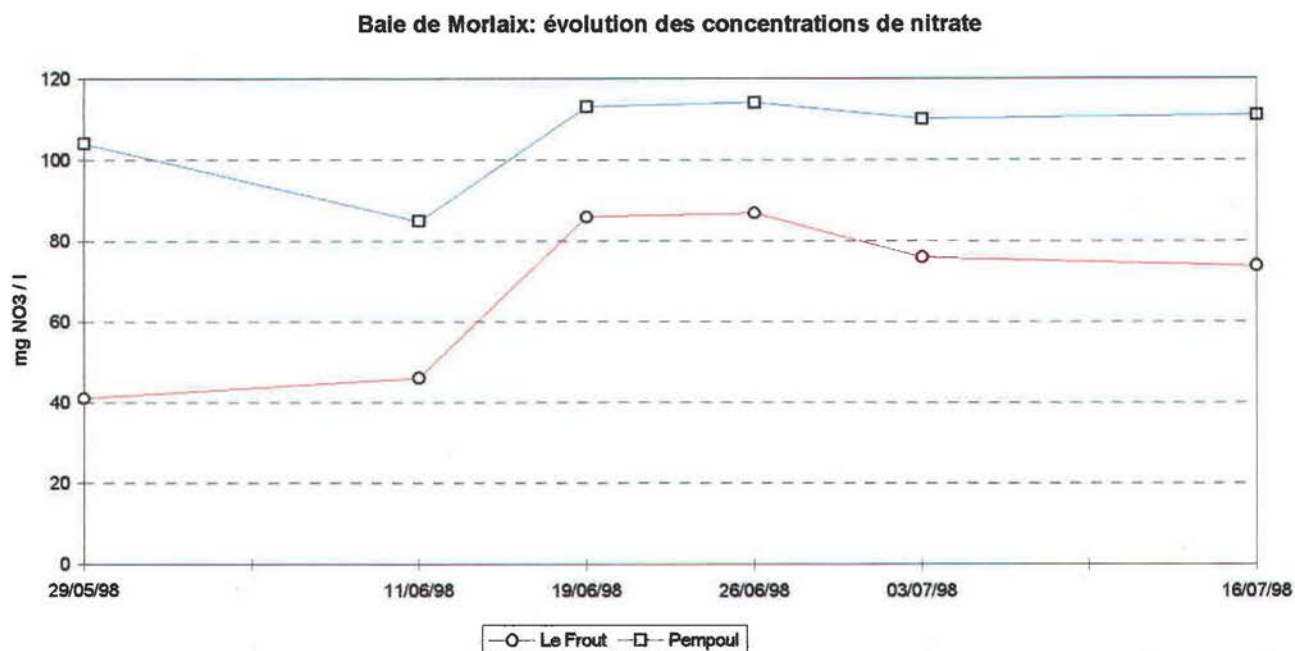
Après un mois de mai peu pluvieux, les précipitations du premier décan de juin ont permis une augmentation sensible des débits lors de la mesure du 11/06. Ensuite ceux-ci se sont maintenus jusqu'en fin de période grâce aux passages de dépressions.

Tableau de synthèse des débits :

Débits (l/s)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Le Froust	86	55	153	98
Pempoul	65	35	111	76

2.3.3. Concentrations

2.3.3.1. Concentrations de nitrate



On observe une dilution en début de période puis une stabilité à un niveau élevé à partir du 19 juin.

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate :

Concentrations de nitrate (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Le Froot	66	41	87	46
Pempoul	105	85	114	29

2.3.3.2. Concentrations d'ammonium

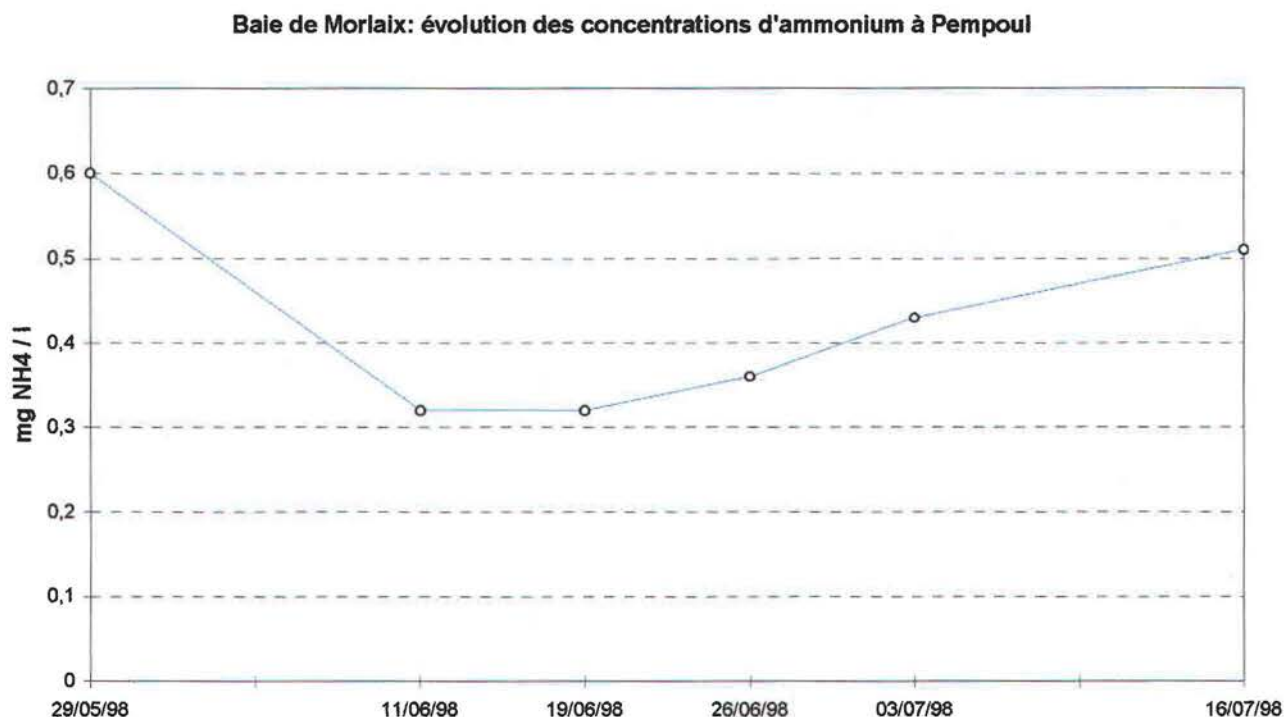
2.3.3.2.1. Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

Conformément au protocole, nous avons réalisé un dosage de l'ammonium lors de la première mission. Le tableau ci-dessous présente les contributions respectives de l'ammonium et du nitrate aux flux d'azote le 29/05/1998

	Flux N (NH ₄) (kg/j)	Flux N (NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Le Froust	1,045	62,80	63,84	1,64
Pempoul	3,215	163,37	166,59	1,93

Malgré la faible proportion d'azote ammoniacal dans les flux d'azote, nous avons maintenu le dosage de l'ammonium à Pempoul en raison des fortes valeurs mesurées en 1997. Le ruisseau de Pempoul reçoit en effet les eaux de la station d'épuration de Saint-Pol-de-Léon.

2.3.3.2.2. Concentrations d'ammonium



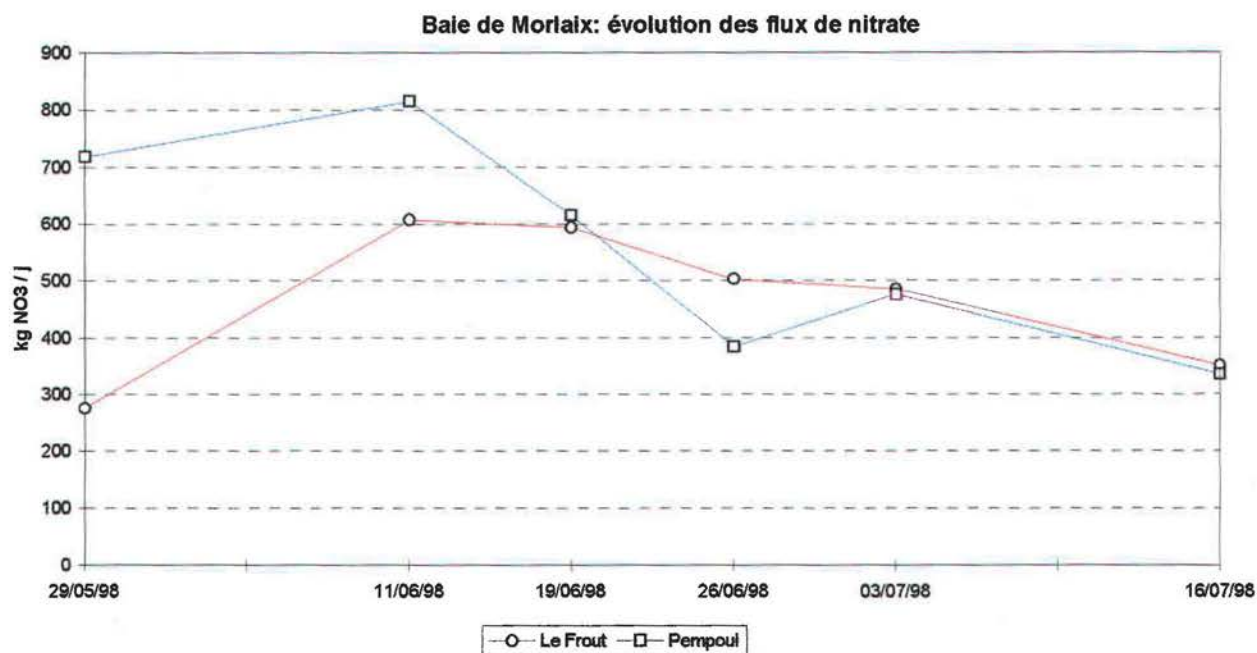
La concentration d'ammonium moyenne a été de 0,43 mg/l d'ammonium. Cette concentration, avec une minimale de 0,32 et une maximale de 0,60 mg/l a peu varié (amplitude 0,28).

Contrairement à 1997 où on avait assisté à une forte augmentation de la concentration d'ammonium lors de l'épisode de crue du 27/06/1997, la mesure du 11/06/1998 semble indiquer une dilution.

Nous n'avons pas observé cette année des indices de mauvais fonctionnement de la station d'épuration. Ceci explique probablement la forte diminution des concentrations d'ammonium à Pempoul.

2.3.4. Flux

2.3.4.1. Flux de nitrate



Le maximum de flux est mesuré à la suite de la période pluvieuse du premier décan de juin.

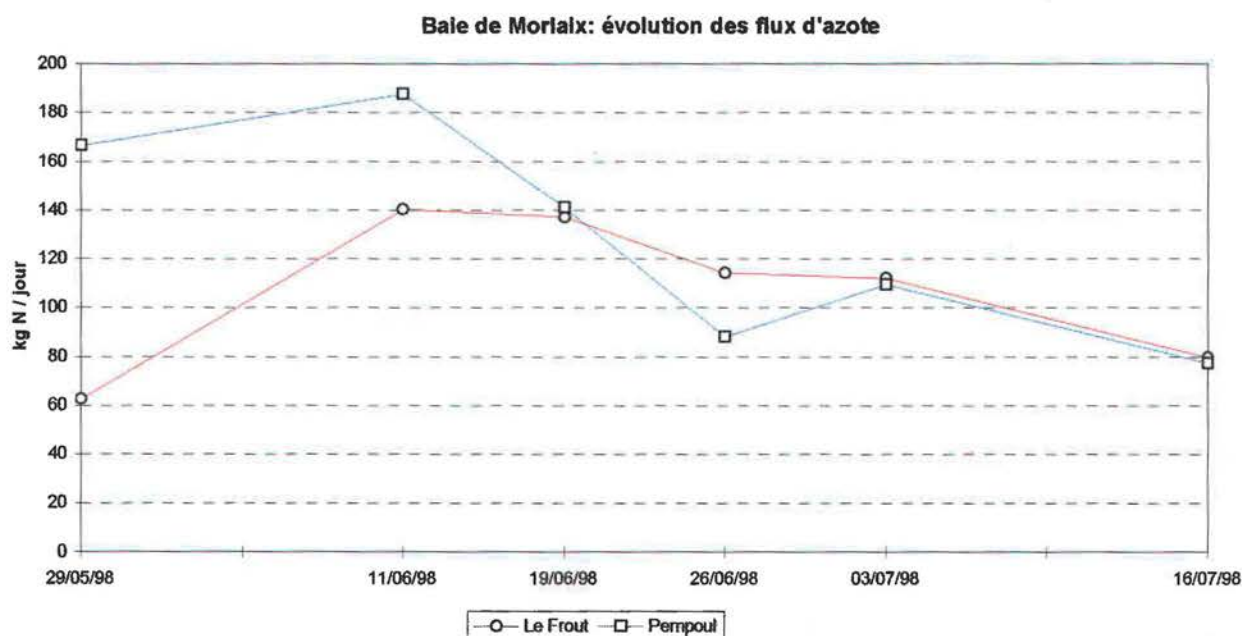
Tableau de synthèse des flux de nitrate :

Flux de nitrate (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Le Frou	460	276	608	332
Pempoul	565	336	815	480

2.3.4.2. Flux d'ammonium

Le flux d'ammonium moyen à Pempoul a été de 2,36 kg/j. Le minimum a été de 1,21kg/j le 36 juin et le maximum de 4,15 kg/j le 29 mai.

2.3.4.3. Flux d'azote



La faible contribution de l'ammonium aux flux d'azote implique que ces courbes évoluent comme celles des flux de nitrate.

Tableau de synthèse des flux d'azote :

Flux d'azote (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Le Froust	106	64	141	77
Pempoul	130	77	188	110

2.3.5. Discussion

Nous ne présenterons pas ici les contributions relatives des cours d'eau aux flux d'azote en baie de Morlaix par manque d'information concernant les apports de la Penzé et de la rivière de Morlaix.

Evolution 1997 / 1998

En 1997, la période de mesure avait été caractérisée par une forte crue. Celle-ci avait amplifié les débits moyens, les concentrations d'ammonium et les flux, et diminué les concentrations moyennes de nitrate.

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	Variation (%)
Le Froust	95	86	-9%
Pempoul	91	65	-29%

Les valeurs de débits moyens de 1997 sont influencées par la crue du 27/06/1997. Pour les 5 autres mesures, les valeurs de 1997 et 1998 sont proches.

Concentrations de nitrate

Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	1997	1998	Variation (%)
Le Froust	67	66	-0,5%
Pempoul	74	105	+42%

Il faut noter la stabilité de la concentration moyenne de nitrate du Froust et la forte augmentation de celle du ruisseau de Pempoul.

Flux de nitrate

Flux moyen de nitrate (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Le Froust	387	460	+19%
Pempoul	398	565	+42%

Le ruisseau de Pempoul présente une augmentation du flux de nitrate égale à celle de la concentration de ce sel.

Flux d'azote

Flux moyen d'azote (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Le Froust	90	106	+18%
Pempoul	119	130	+8%

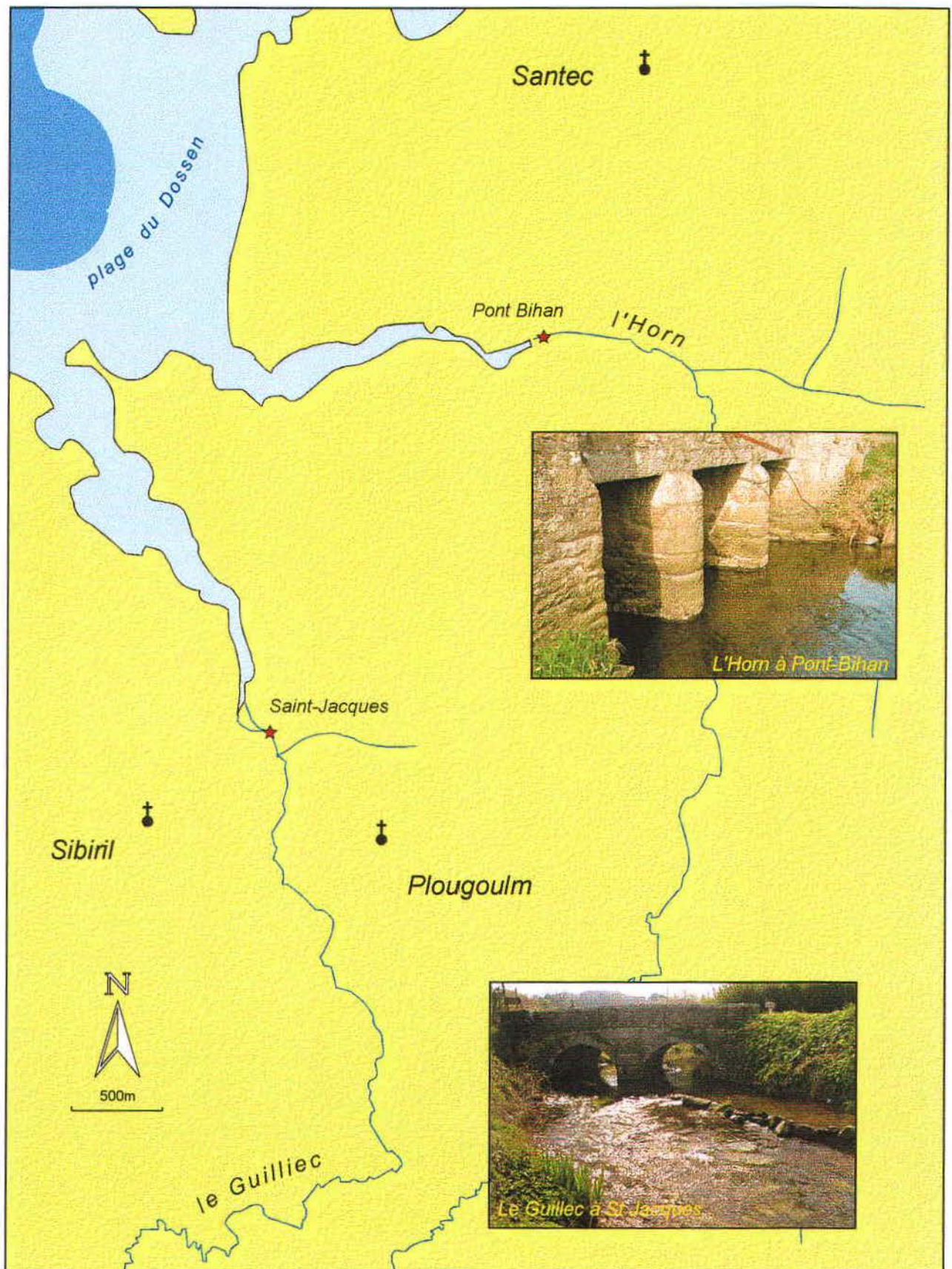
La baisse du flux d'ammonium en provenance de la station d'épuration de Saint-Pol-de-Léon compense en partie la hausse du flux de nitrate du ruisseau de Pempoul.

2.4. Baie de Plougoulm

2.4.1. Carte

La baie de Plougoulm dans le nord-Finistère reçoit les eaux de deux rivières, le Guillec et l'Horn, dont les bassins versants ont des surfaces voisines: 71,5 km² et 76,5 km² respectivement (Piriou et Annezo, 1995).

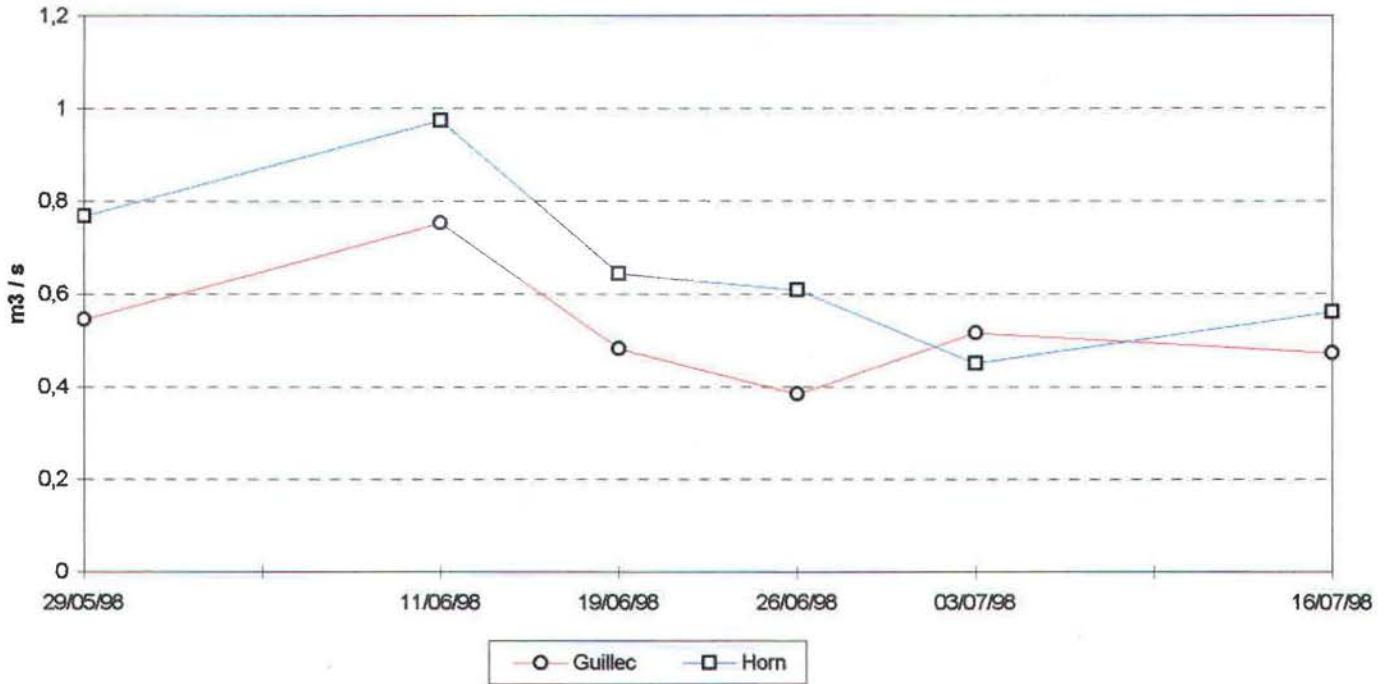
La page suivante présente une carte de localisation des stations de mesure et des vues de ces stations.



Baie de Plougoulm, localisation des stations de mesures : ★

2.4.2. Débits

Baie de Plougoulm: évolution des débits



A l'exception des mesures du 3/07, les débits 2 rivières ont suivi une évolution parallèle avec un maximum en fin de premier décan de juin et une stabilité à partir du 19/06.

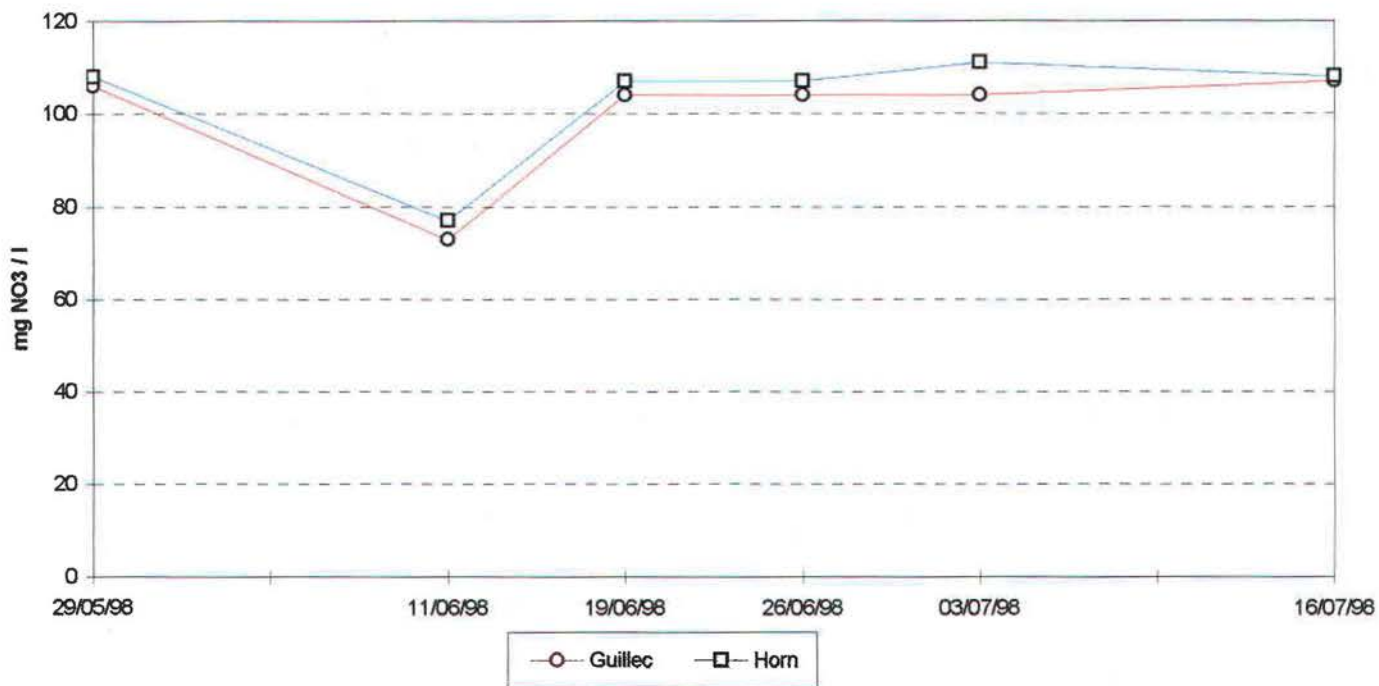
Tableau de synthèse des débits:

Débits (l/s)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Guillec	537	385	753	368
Horn	673	451	974	523

2.4.3. Concentrations

2.4.3.1. Concentrations de nitrate

Baie de Plougoulm: évolution des concentrations de nitrate



Les concentration de nitrate des 2 rivières sont très proches et évoluent de manière parallèle. Le 11 juin on observe une dilution à la suite du premier décan pluvieux de juin.

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate:

Concentrations de nitrate (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Guillec	99	73	107	34
Horn	103	77	111	34

2.4.3.2. Concentrations d'ammonium

2.4.3.2.1. Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

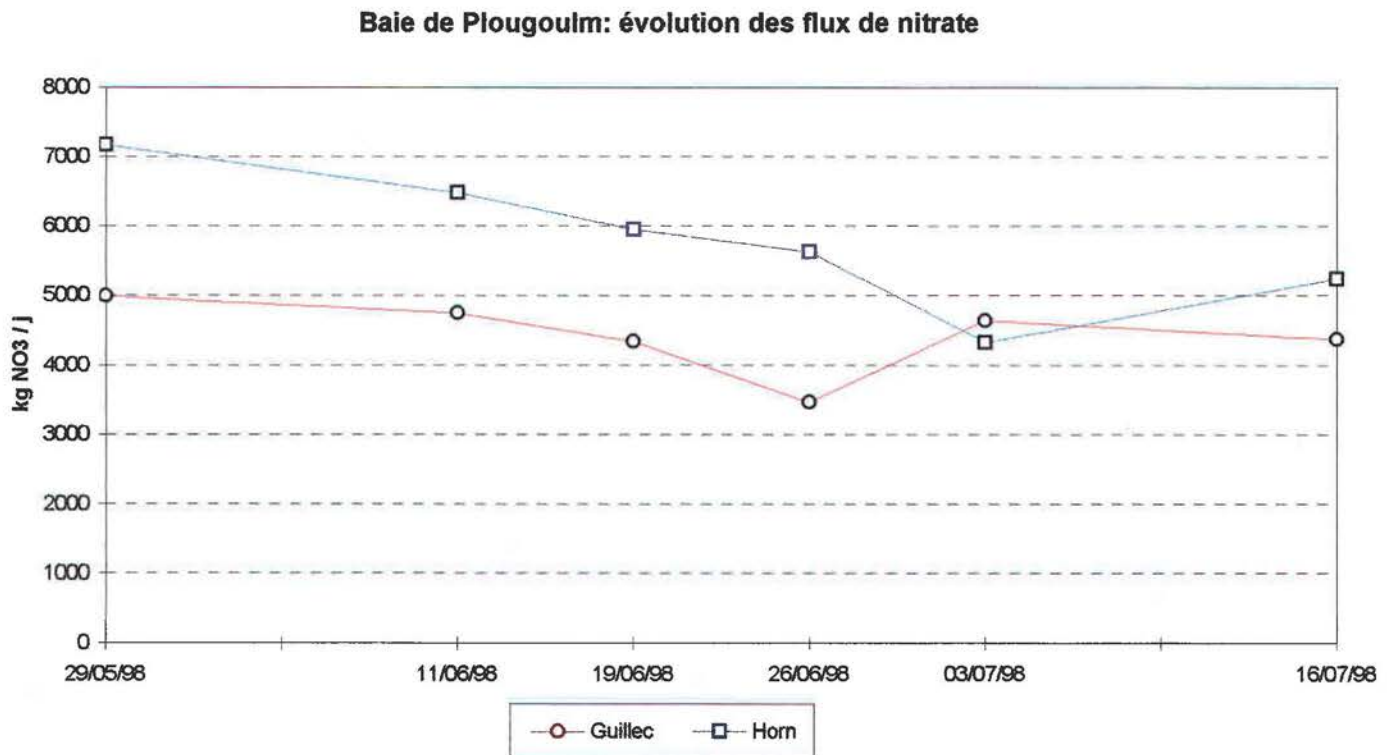
Conformément au protocole, nous avons réalisé un dosage de l'ammonium lors de la première mission. Le tableau ci-dessous présente les contributions respectives de l'ammonium et du nitrate aux flux d'azote le 29/05/1998 :

	Flux N (NH ₄) (kg/j)	Flux N (NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Guillec	17,2	1134	1152	1,49
Horn	12,9	1629	1642	0,78

Les flux d'azote de ces rivières présentaient une faible proportion d'azote ammoniacal lors de cette mesure initiale. Nous n'avons donc pas dosé l'ammonium au cours des missions ultérieures.

2.4.4. Flux

2.4.4.1 Flux de nitrate



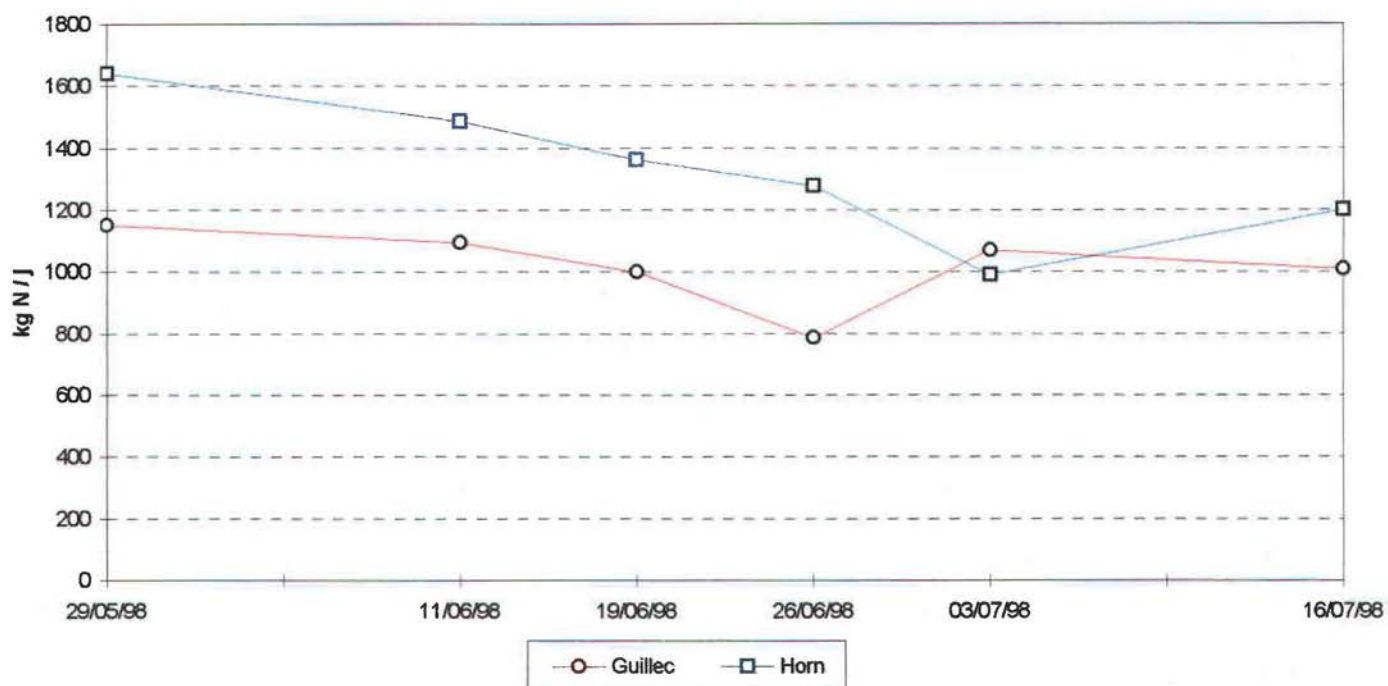
On observe une relative stabilité des flux de nitrate au cours de la période d'étude.

Tableau de synthèse des flux de nitrate:

Flux de nitrate (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Guillec	4491	3459	4991	1532
Horn	5797	4325	7166	2841

2.4.4.2. Flux d'azote

Baie de Plougoulm: évolution des flux d'azote



Compte tenu de la faible contribution de l'ammonium, ces courbes reproduisent l'évolution des flux de nitrate.

Tableau de synthèse des flux d'azote:

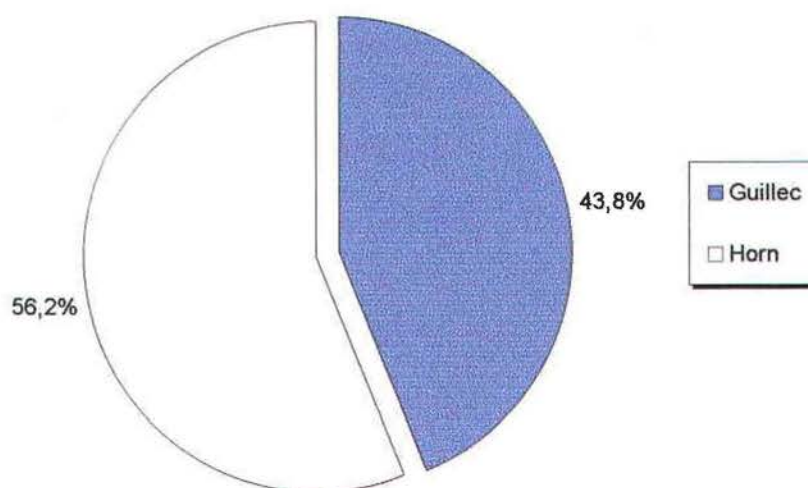
Flux d'azote (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Guillec	1035	786	1152	365
Horn	1327	991	1642	651

2.4.5. Discussion

Au cours de la période d'étude, les flux de nitrate moyens du Guillec et de l'Horn ont été respectivement de 4491 et 5797 kg/j soit un total de 10288 kg/j. Les flux d'azote inorganique ont été respectivement de 1035 et 1327 kg/j soit un total de 2362 kg/j.

Le graphique suivant présente les contributions relatives des deux rivières:

Baie de Plougoulm: contributions relatives aux flux moyens d'azote



Evolution 1997 / 1998

En 1997, la période de mesure avait été caractérisée par une forte crue. Celle-ci avait amplifié les débits moyens, les concentrations d'ammonium et les flux, et diminué les concentrations moyennes de nitrate.

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	Variation (%)
Guillec	638	537	-16%
Horn	567	673	+19%

Concentrations de nitrate

Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	1997	1998	Variation (%)
Guillec	88	99	+12,5%
Horn	82	103	+26%

Flux d'azote

Flux moyen d'azote (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Guillec	990	1035	+5%
Horn	808	1327	+64%

On remarquera une dégradation plus importante de la situation de l'Horn : la concentration moyenne de nitrate a augmenté de 26% et le flux d'azote moyen de 64%. Cette rivière fournit désormais 56% des apports d'azote en baie de Plougoulm contre 45% en 1997.

2.5. Baie de Trésseny

2.5.1. Carte

La baie de Trésseny dans le nord-Finistère reçoit les eaux du Quillimadec et de l'Alanan. La part du Quillimadec dans les apports d'azote a été mesurée en 1996 (Coïc, 1996). Elle représentait alors environ 95%. Il a donc été décidé de ne mesurer que les flux d'azote de cette rivière.

A environ 1 km de l'embouchure, l'étang du Pont sert de réserve pour le fonctionnement d'un moulin. Celui-ci modifie donc le débit naturel du Quillimadec et nous contraint à mesurer les flux en amont de l'étang.

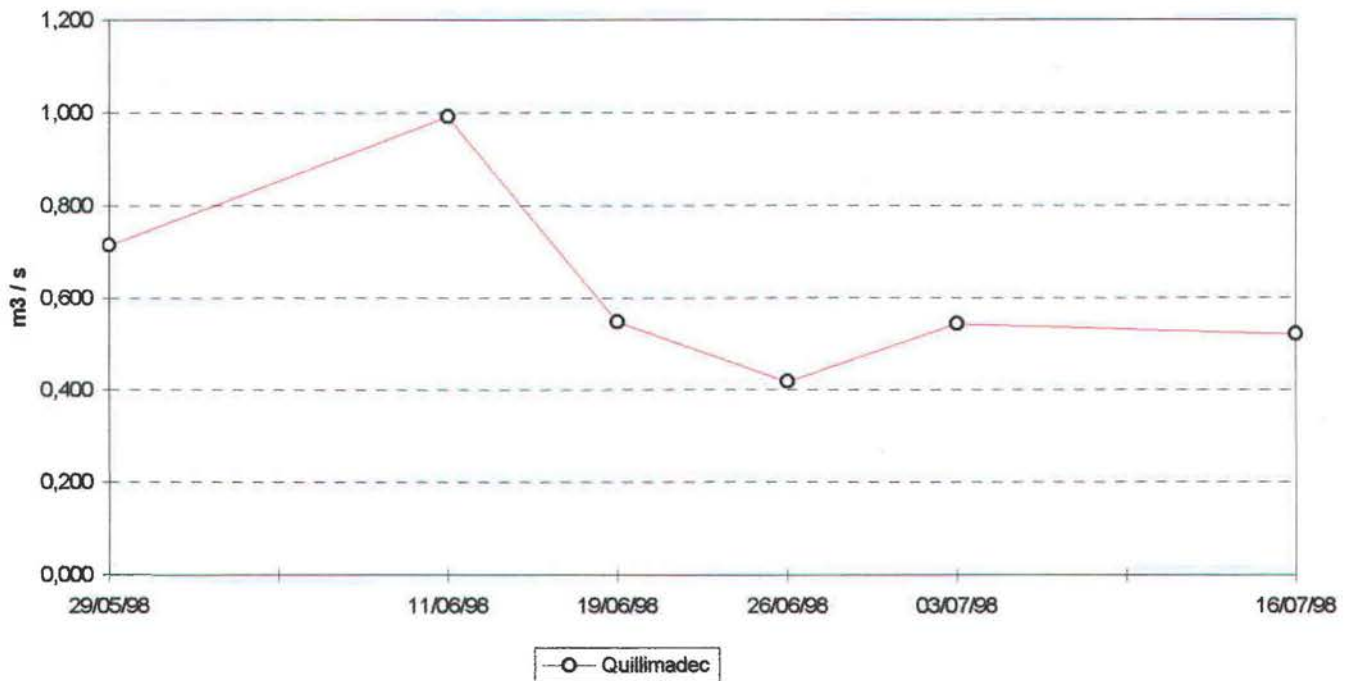
La page suivante présente une carte de localisation du point de mesure ainsi qu'une vue du site.



Quillimadec: localisation du point de mesure: ★

2.5.2. Débits

Baie de Trésseny: évolution du débit du Quillimadec

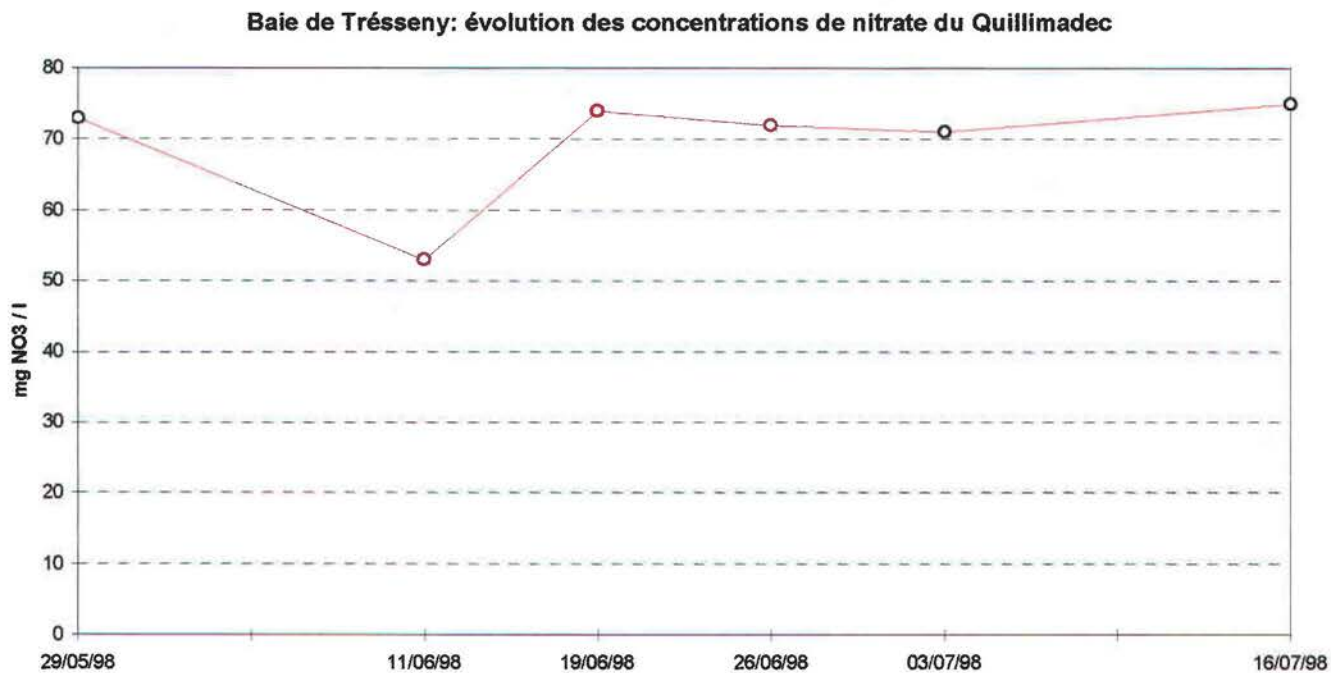


Le débit moyen du Quillimadec a été, au cours de la période de 640 l/s avec un minimum de 419 l/s, un maximum de 992 l/s et une amplitude de 573 l/s.

Il a évolué de manière parallèle à celui du Guillec : valeur maximale le 11 juin et minimale le 26 juin. A partir du 26 juin, les épisodes pluvieux ont maintenus les débits au-dessus de ce minimum.

2.5.3. Concentrations

2.5.3.1. Concentrations de nitrate



La concentration moyenne est de 69 mg/l. La concentration minimale est de 53 mg/l, la maximale est de 75 mg/l. L'amplitude entre minimale et maximale est de 22 mg/l.

Mise à part la mesure du 11 juin où l'on observe une dilution, les concentrations mesurées sont très stables au cours de la période.

2.5.3.2. Concentrations d'ammonium

2.5.3.2.1. Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

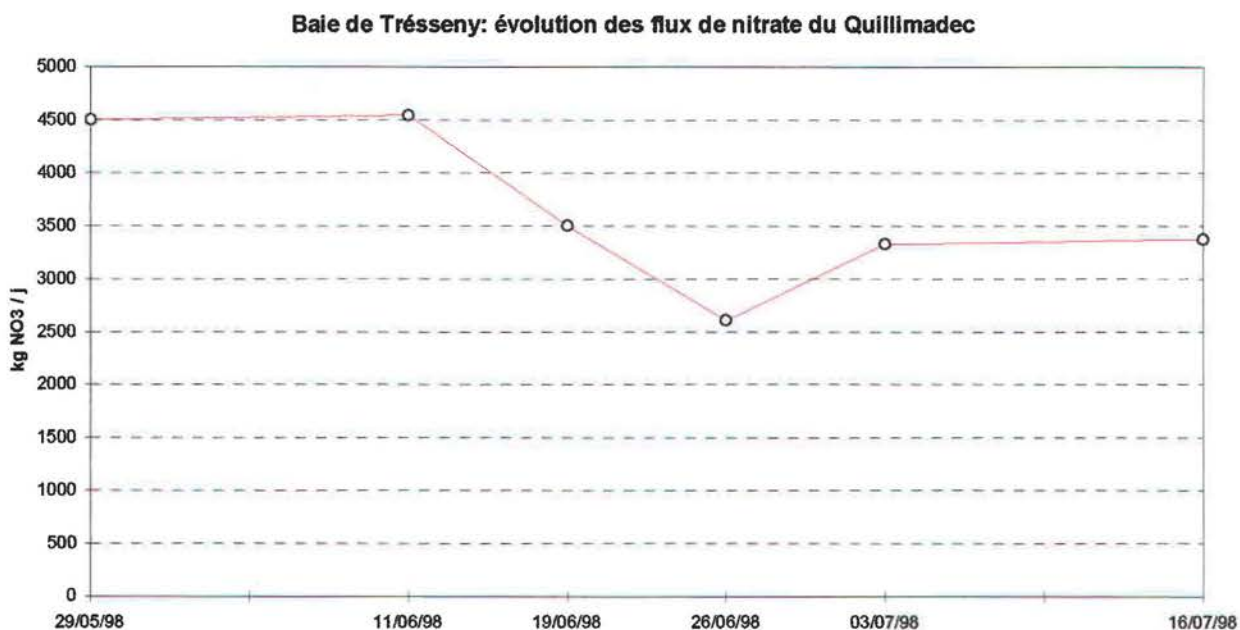
Conformément au protocole, nous avons réalisé un dosage de l'ammonium lors de la première mission. Le tableau ci-dessous présente les contributions respectives de l'ammonium et du nitrate aux flux d'azote le 29/05/1998.

	Flux N (NH ₄) (kg/j)	Flux N (NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Quillimadec	12,0	1023	1035	1,15

Le 29/05, la contribution de l'ammonium au flux d'azote était de 1,15%. Nous n'avons donc pas effectué de dosages ultérieurs.

2.5.4. Flux

2.5.4.1. Flux de nitrate

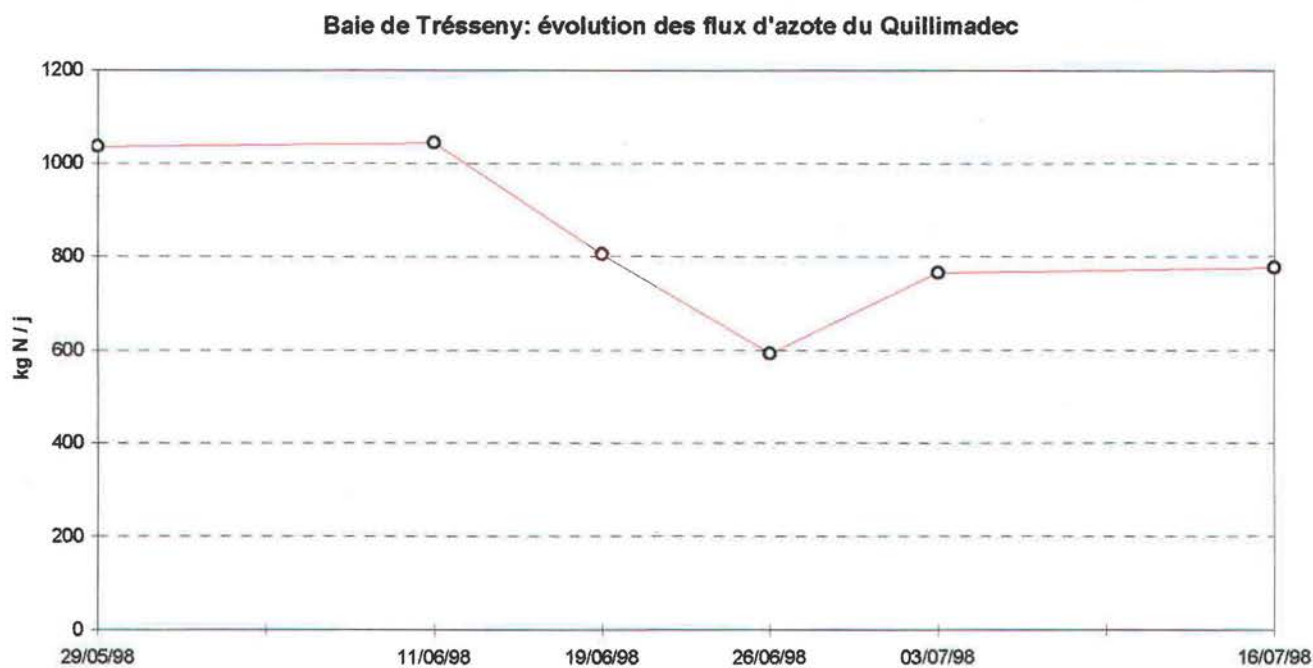


Les précipitations de juillet ont maintenus les flux de nitrate au dessus de 3300 kg/j jusqu'en fin de période.

Tableau de synthèse des flux de nitrate:

Flux de nitrate (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Quillimadec	3717	2607	4543	1936

2.5.4.3. Flux d'azote



Cette courbe est bien entendu parallèle à celle des flux de nitrate.

Tableau de synthèse des flux d'azote:

Flux d'azote (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Quillimadec	854	592	1044	452

2.5.5. Discussion

Les conditions climatiques d'avril à fin juillet ont entretenu des flux d'azote compris entre 1044 kg/j en début juin et 592 kg/j fin juin. Les pluies de juillet les ont portés au dessus de 700 kg/j jusqu'en fin de période d'étude.

Evolution 1997 / 1998

En 1997, la période de mesure avait été caractérisée par une forte crue. Celle-ci avait amplifié les débits moyens, les concentrations d'ammonium et les flux d'azote, et diminué les concentrations moyennes de nitrate.

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	Variation (%)
Quillimadec	654	640	-2%

Concentrations de nitrate

Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	1997	1998	Variation (%)
Quillimadec	56	69	+23%

Flux d'azote

Flux moyen d'azote (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Quillimadec	596	854	+43%

En 1998, la stabilité des débits et des concentrations de nitrate de fin mai à fin juillet, a permis une augmentation de 43% des apports d'azote en baie de Tresseny par rapport à la même période de 1997.

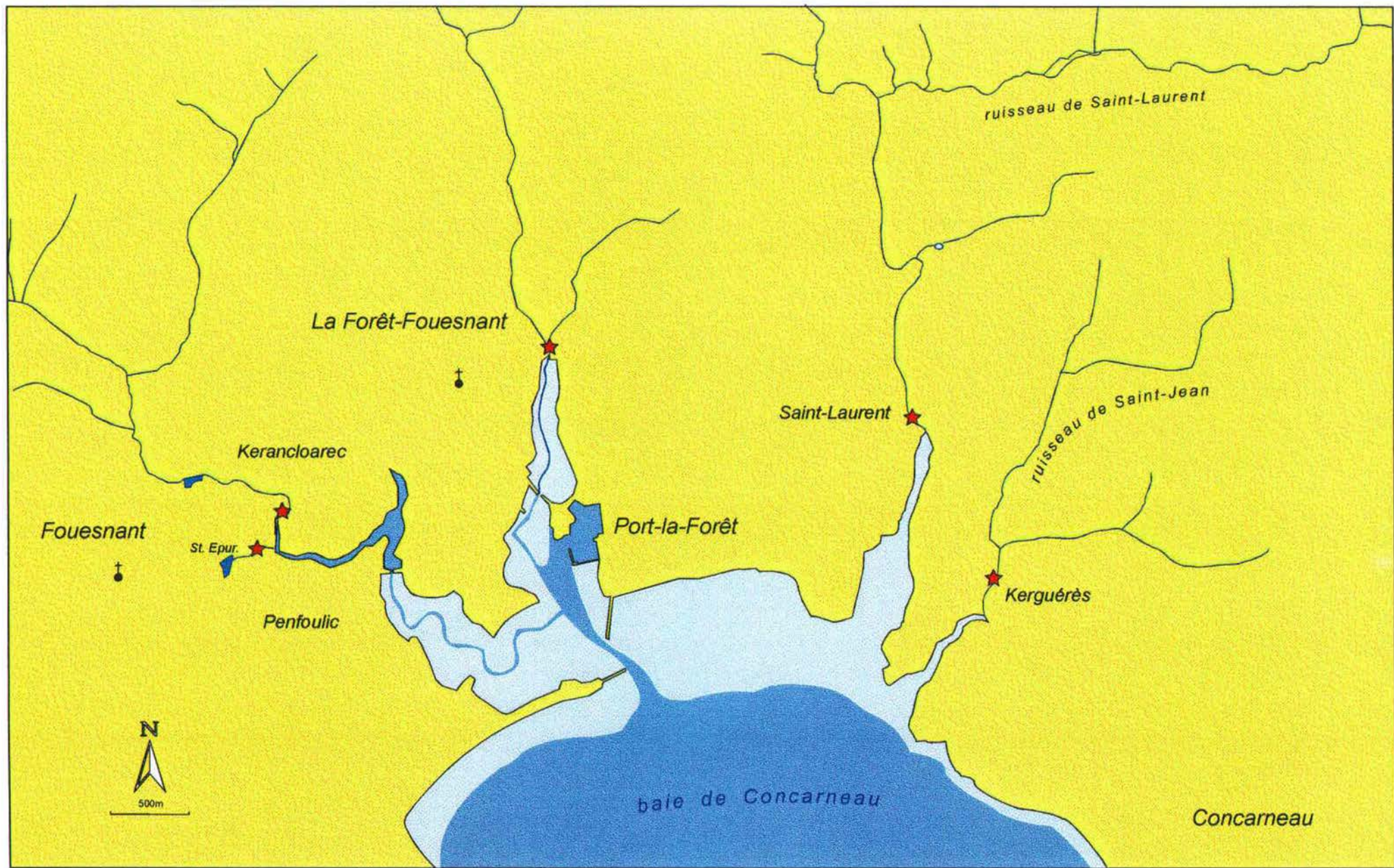
2.6. Baie de Concarneau

2.6.1. Localisations

Le nord de la baie de Concarneau (sud-Finistère) subit des marées vertes provoquées par les apports d'azote de quatre rivières : le Saint-Jean, le Saint-Laurent (ou Lesnevard) et les ruisseaux de La Forêt-Fouesnant et de Fouesnant transitant par l'anse de La Forêt-Fouesnant.

En 1997, l'étude n'avait pris en compte que les deux premiers cours d'eau. Cette année, M. Merceron (IFREMER/DEL) a souhaité inclure les apports transitant par l'anse de La Forêt-Fouesnant. Nous avons donc ajouté trois nouvelles stations : La Forêt-Fouesnant, Keranclourec et Penfoulic où débouche un émissaire de la station d'épuration de Fouesnant.

Les pages suivantes présentent une carte de localisation des stations et des vues de ces stations.



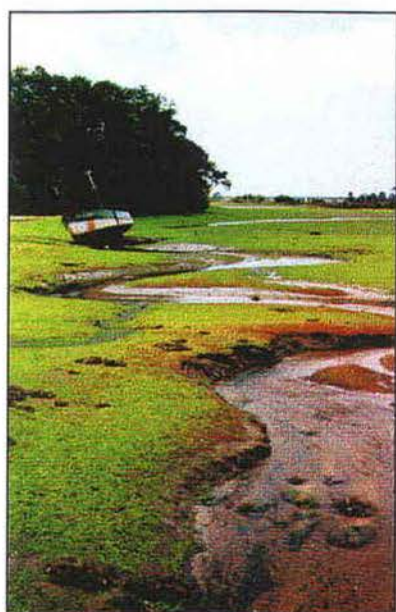
Baie de Concarneau, localisation des stations de mesures : ★



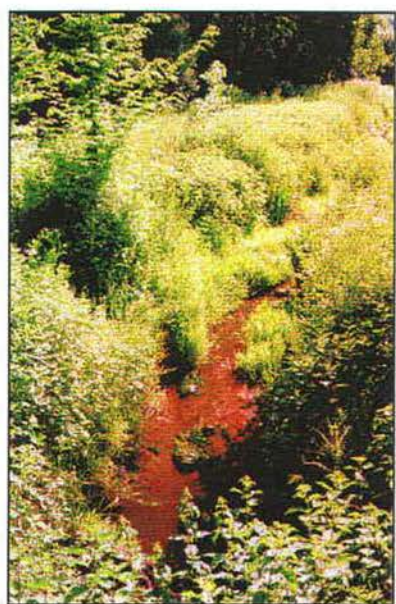
le Saint-Jean



le Saint-Laurent



le ruisseau de Port-la-Forêt



l'émissaire de Penfoulic

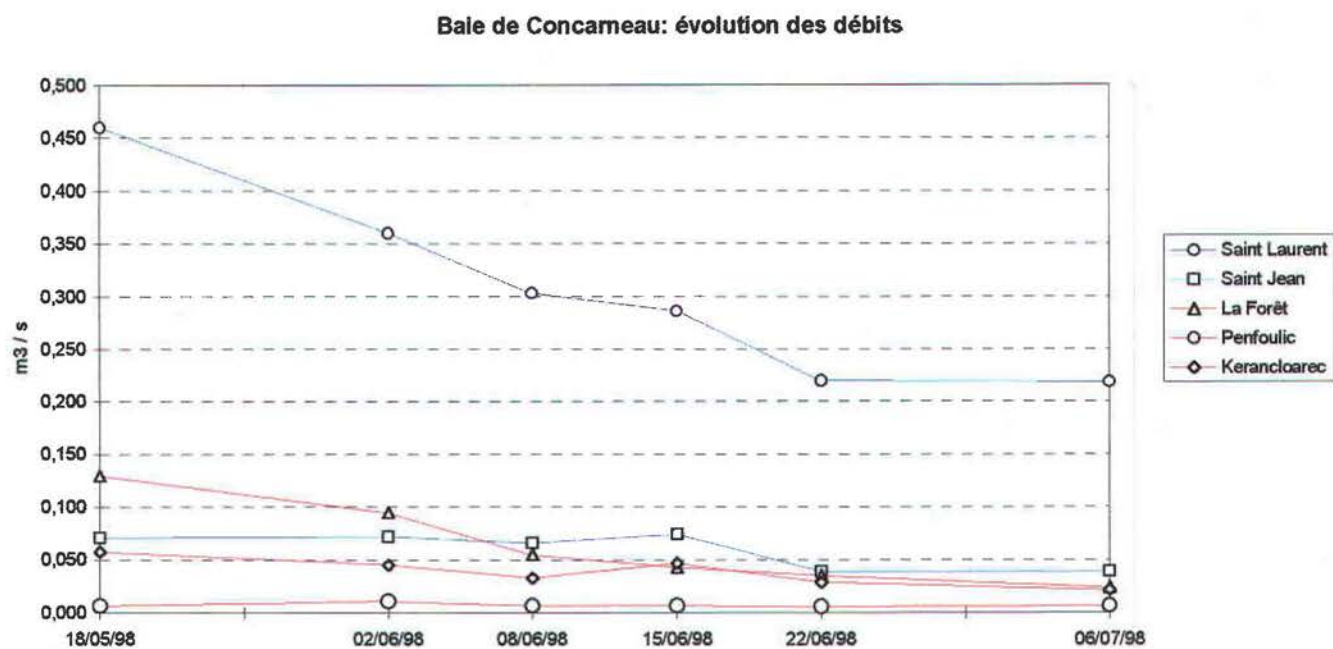


le ruisseau de Kerancloarec

Baie de Concarneau : vues des cours d'eau

2.6.2. Débits

Le graphique suivant présente l'évolution des débits :



Les débits des principaux cours d'eau, le Saint Laurent et le ruisseau de La Forêt, ont subi une décroissance jusqu'au 22 juin. Les précipitations de juillet les ont ensuite maintenus.

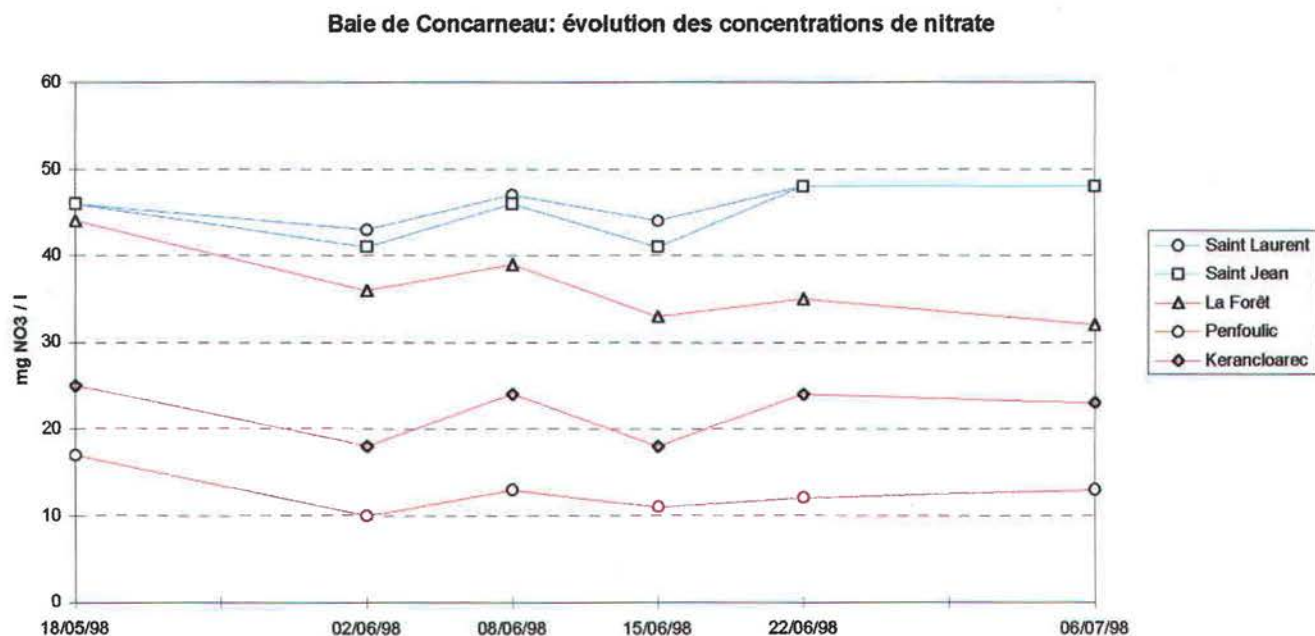
Tableau de synthèse des débits :

Débits (l/s)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Saint Laurent	310	219	460	241
Saint Jean	59	39	74	35
La Forêt	66	24	130	106
Penfoulic	8	6	11	5
Keranclourec	39	22	58	36

2.6.3. Concentrations

2.6.3.1. Concentrations de nitrate

Le graphique suivant présente l'évolution des concentrations de nitrate :



On remarque les plus faibles valeurs des cours d'eau de Fouesnant et les valeurs très proches des concentrations de nitrate du Saint Laurent et du Saint Jean.

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate :

Concentrations de nitrate (mg/l)	Moyenne	Minimale	Maximale	Amplitude
Saint Laurent	46	43	48	5
Saint Jean	45	41	48	7
La Forêt	37	32	44	12
Penfoulic	13	10	17	7
Keranclourec	22	18	25	7

2.6.3.2. Concentrations d'ammonium

Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

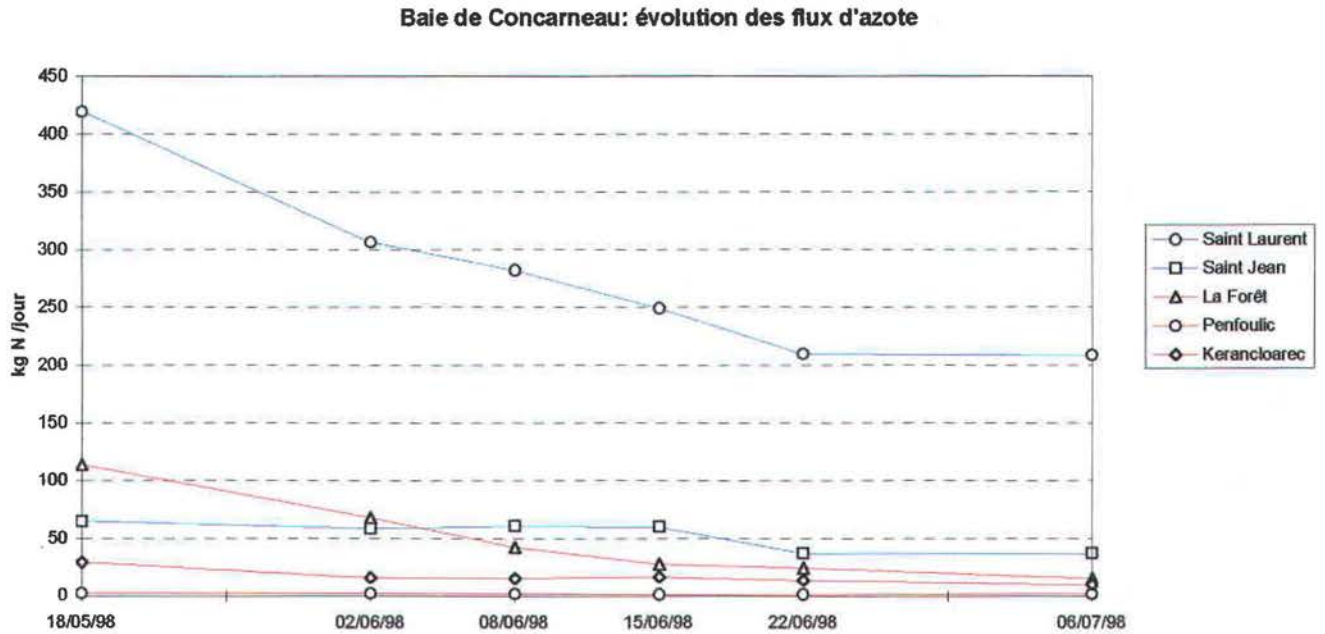
Conformément au protocole, nous avons réalisé un dosage de l'ammonium lors de la première mission. Le tableau ci-dessous présente les contributions respectives de l'ammonium et du nitrate aux flux d'azote le 18/05/1998.

	Flux N (NH ₄) (kg/j)	Flux N (NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Saint Laurent	3,7	416	419	0,88
Saint Jean	0,6	64,1	64,7	0,92
La Forêt	1,6	112	114	1,45
Penfoullic	0,1	2,3	2,4	3,67
Keranclouarec	0,9	28,5	29,4	3,11

Aucun de ces cours d'eau ne présentant une contribution de l'ammonium aux flux d'azote inorganique supérieure à 10%, nous n'avons pas effectué de dosages ultérieurs de ce sel.

2.6.4. Flux d'azote

Le graphique suivant présente l'évolution des flux d'azote :



A l'image des débits, les flux d'azote ont subi une décroissance jusqu'au 22/06, le ruisseau de Saint Jean montrant une plus grande stabilité.

Les apports de l'émissaire de Penfoulic sont très faibles.

Tableau récapitulatif des flux d'azote :

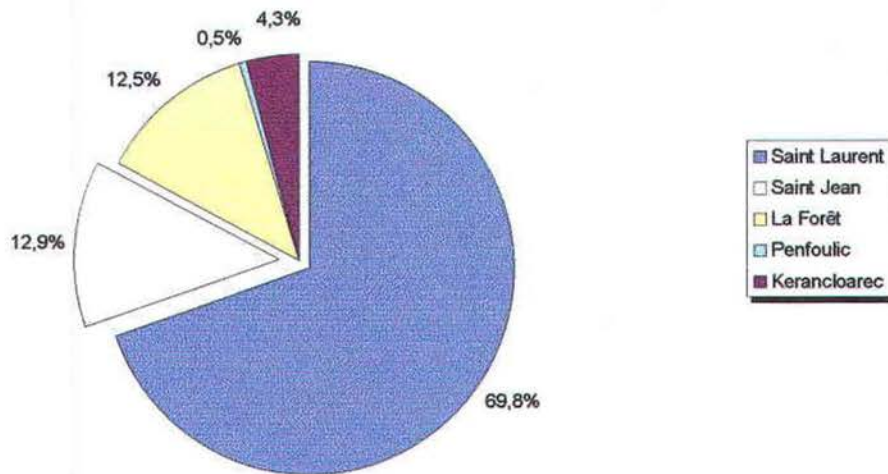
Flux d'azote (kg/j)	Moyen	Minimal	Maximal	Amplitude
Saint Laurent	281	208	419	211
Saint Jean	52	37	65	28
La Forêt	50	15	114	99
Penfoulic	2	1	2	1
Keranclouarec	17	10	29	19

2.6.5. Discussion

Le total des flux moyens d'azote a été, au cours de la période d'étude de 402 kg/j. Le graphique suivant présente les contributions relatives des différents cours d'eau.

Contributions relatives aux flux d'azote

Baie de Concarneau: contributions relatives aux flux moyens d'azote



On remarque la part prépondérante du Saint Laurent (70% des apports d'azote). Avec 17% des apports transitant par l'anse de La Forêt-Fouesnant, cette étude révèle le bien-fondé de la décision d'inclure les ruisseaux de La Forêt-Fouesnant et de Fouesnant. Néanmoins l'émissaire de Penfoulic y a un rôle insignifiant.

Evolution 1997 / 1998

Nous présentons ici l'évolution inter-annuelle des deux rivières étudiées en 1997.

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	Variation (%)
Saint Laurent	172	310	+80%
Saint Jean	37	59	+59%

Concentrations de nitrate

Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	1997	1998	Variation (%)
Saint Laurent	46	46	0%
Saint Jean	46	45	-2%

Flux d'azote

Flux moyen d'azote (kg/j)	1997	1998	Variation (%)
Saint Laurent	156	281	+80%
Saint Jean	33	52	+58%

On constate une forte hausse des débits moyens traduisant les différences de conditions pluviométriques et une stabilité des concentrations de nitrate. La forte augmentation des flux d'azote de 1997 à 1998 traduit donc bien l'impact des conditions météorologiques.

2.7. Nord-est du golfe du Morbihan

2.7.1. Localisation

Le secteur d'étude correspond à la partie nord-est du golfe du Morbihan et comprend 2 baies:

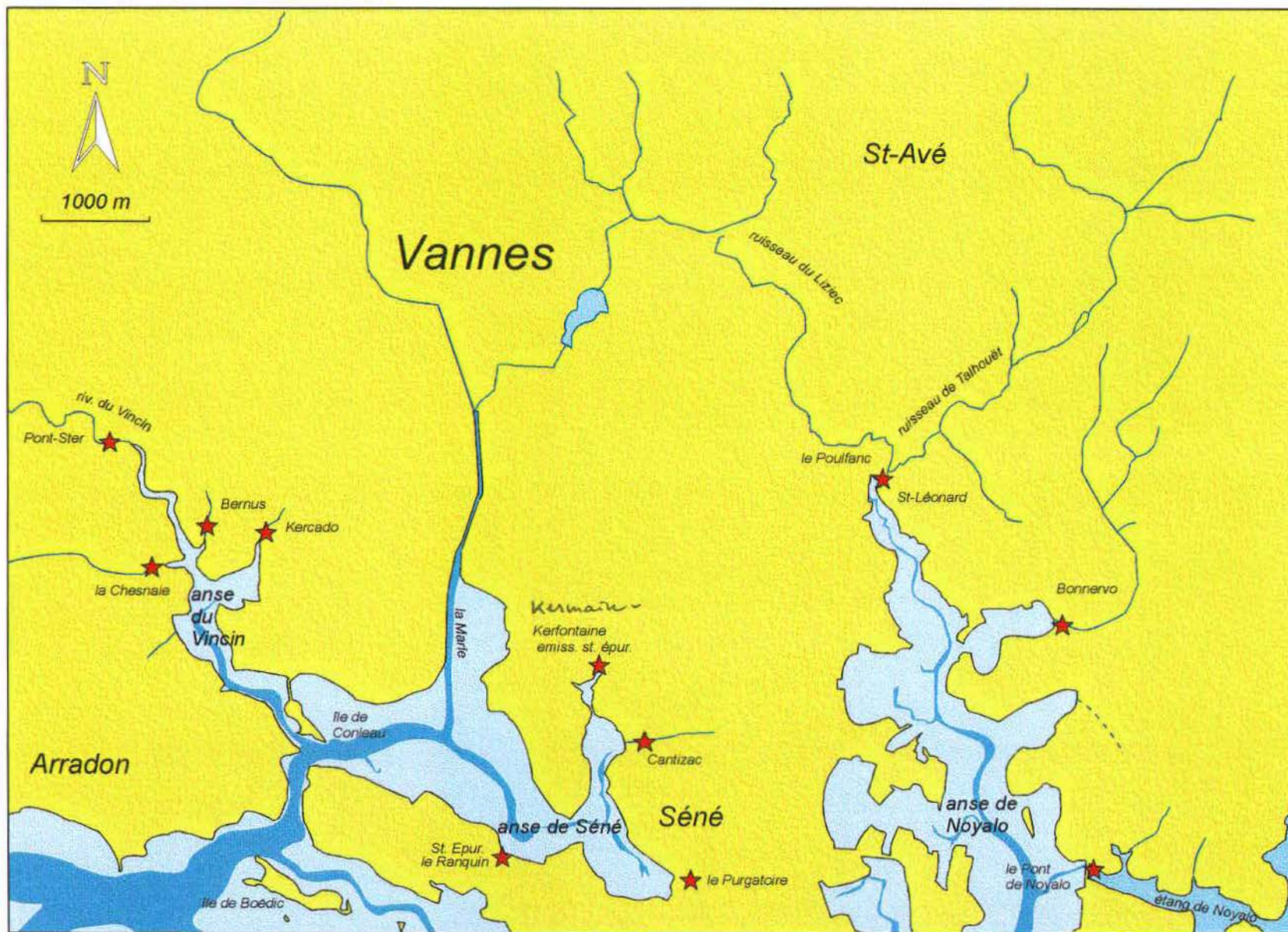
La baie de Vannes qui communique avec le golfe par un goulet entre Arradon et Séné.

Cette baie reçoit les eaux de la Marle, et des émissaires des anses du Vincin (le Vincin, les ruisseaux de la Chesnaie, de Bernus et de Kercado) et de Séné (les ruisseaux de Cantizac et du Purgatoire et les stations d'épuration de Kermain et du Ranquin).

L'anse de Noyal, à l'est, reçoit les eaux du Liziec, de l'étang de Noyal et de petits ruisseaux dont nous avons retenu le ruisseau de Bonnervé.

L'ensemble des cours d'eau cités ont fait l'objet de mesures de débits et de concentrations à l'exception de la Marle, de la station d'épuration du Ranquin et du déversoir de l'étang de Noyal (voir chapitre 1.2.4.).

Les 3 pages suivantes présentent la carte de localisation des stations ainsi que des vues de ces stations.



Secteur de Vannes: localisation des stations de mesure: ★



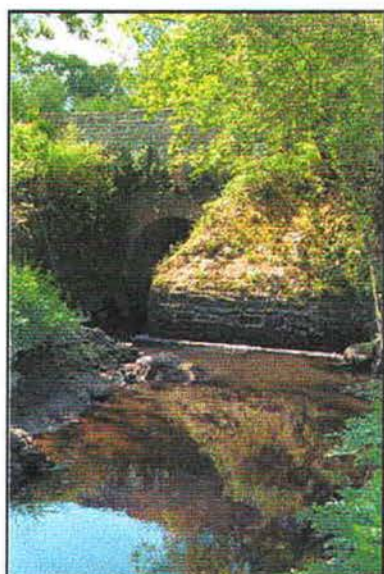
L'anse de Séné entre Kermain et Cantizac



Le déversoir de l'étang de Noyal



Le ruisseau de Bonnervo



Le Liziec



L'émissaire de Kermain

Anses de Séné et Noyal : vues de sites et cours d'eau



le Vincin



le ruisseau de Bernus



le ruisseau de Kercado



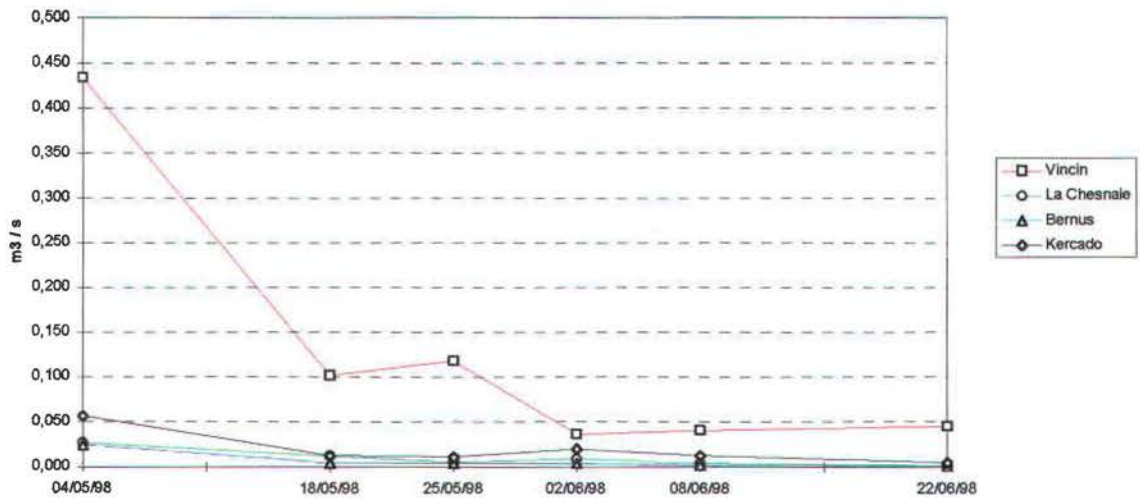
le ruisseau de la Chesnaie

Anse du Vincin: vues des cours d'eau

2.7.2. Débits

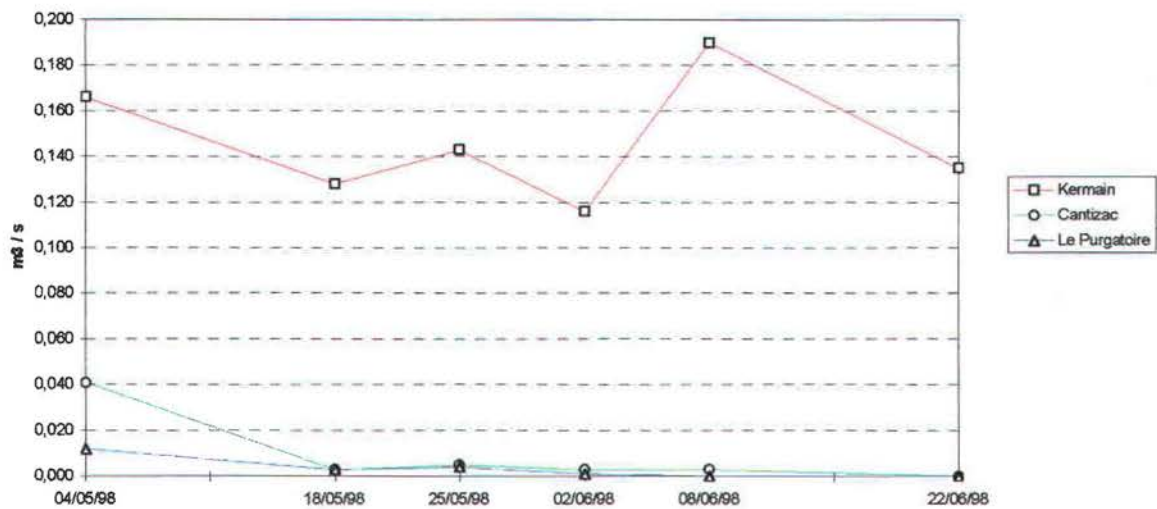
Anse du Vincin:

Golfe du Morbihan, anse du Vincin : évolution des débits



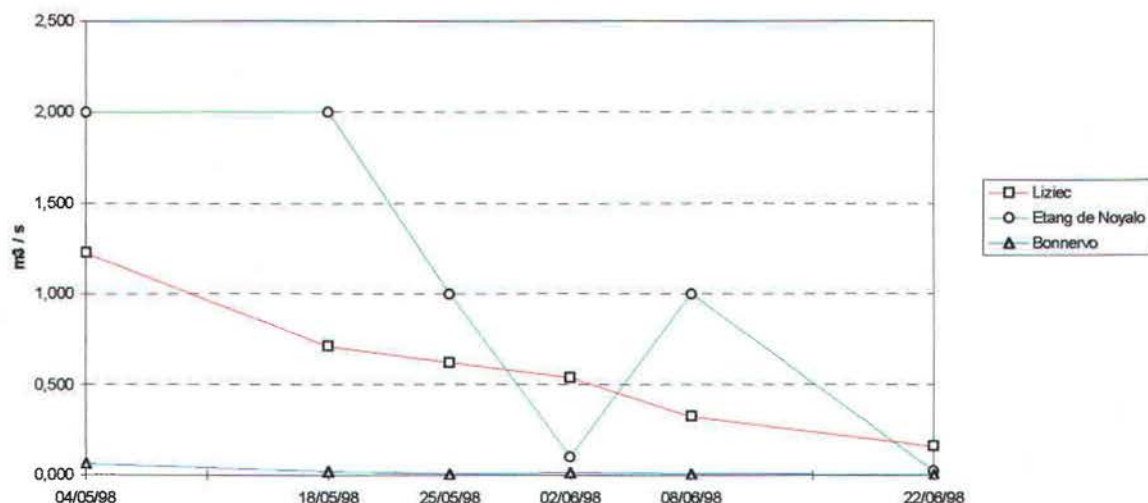
Anse de Séné:

Golfe du Morbihan, anse de Séné: évolution des débits



Anse de Noyal:

Golfe du Morbihan, anse de Noyal: évolution des débits



Le débit du déversoir de l'étang de Noyal a été estimé (chapitre 1.2.4.).

Comme dans les Côtes d'Armor, les fortes pluies d'avril et début mai ont provoqué des débits importants en début de période. Les précipitations de juin, plus faibles, les ont entretenus à l'exception des petits cours d'eau (le Purgatoire et Cantizac à Séné qui se sont taris en juin, Bernus et La Chesnaie pour l'anse du Vincin).

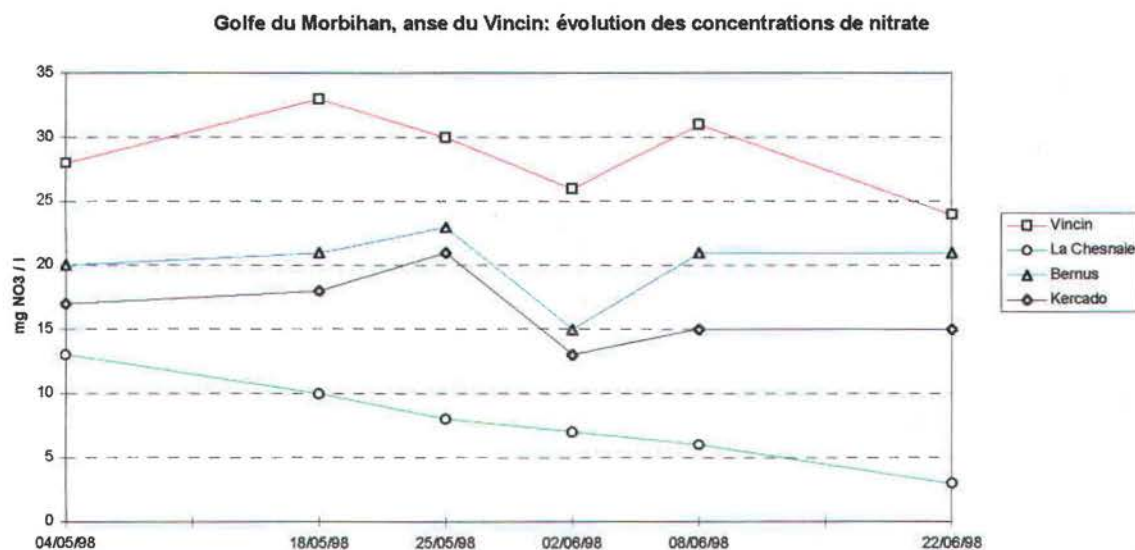
Tableau de synthèse des débits:

Débits (l/s)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Liziec	600	159	1228	1069
Etang de Noyal (estimé)	1079	20	2000	1980
Bonnervo	19	2	65	63
Kermain	148	116	190	74
Cantizac	10	0	41	41
Le Purgatoire	3	0	12	12
Vincin	136	37	434	397
Kercado	20	5	57	52
Bernus	7	1	25	24
La Chesnaie	10	1	27	26

2.7.3. Concentrations

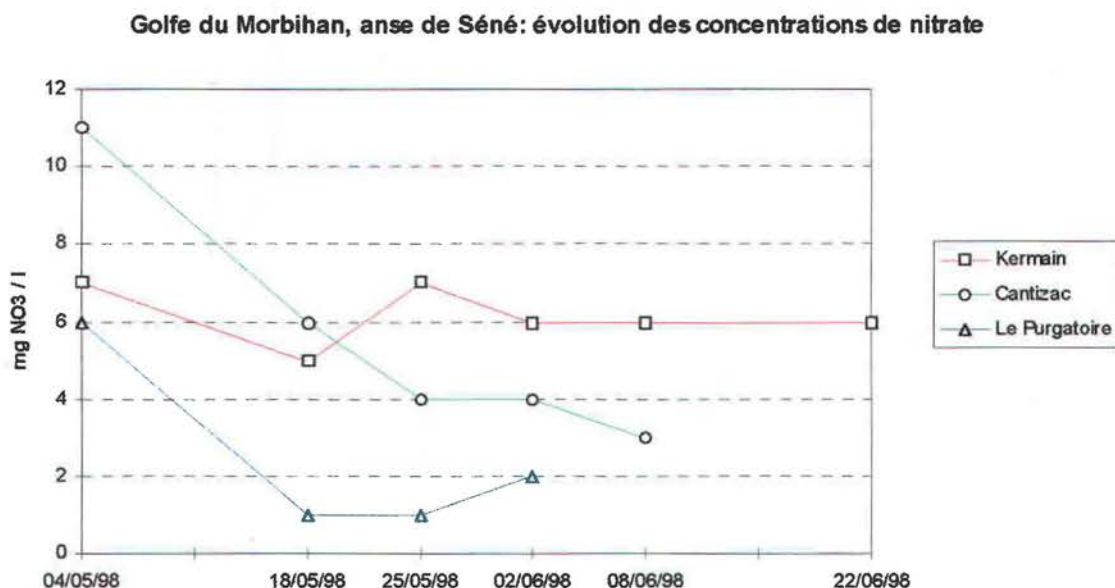
2.7.3.1. Concentrations de nitrate

Anse du Vincin :



Le 2 juin, les baisses simultanées des concentrations de nitrate du Vincin et des ruisseaux de Bernus et Kercado ne résultent pas d'une dilution : à cette date les débits ont présenté leurs plus faibles valeurs.

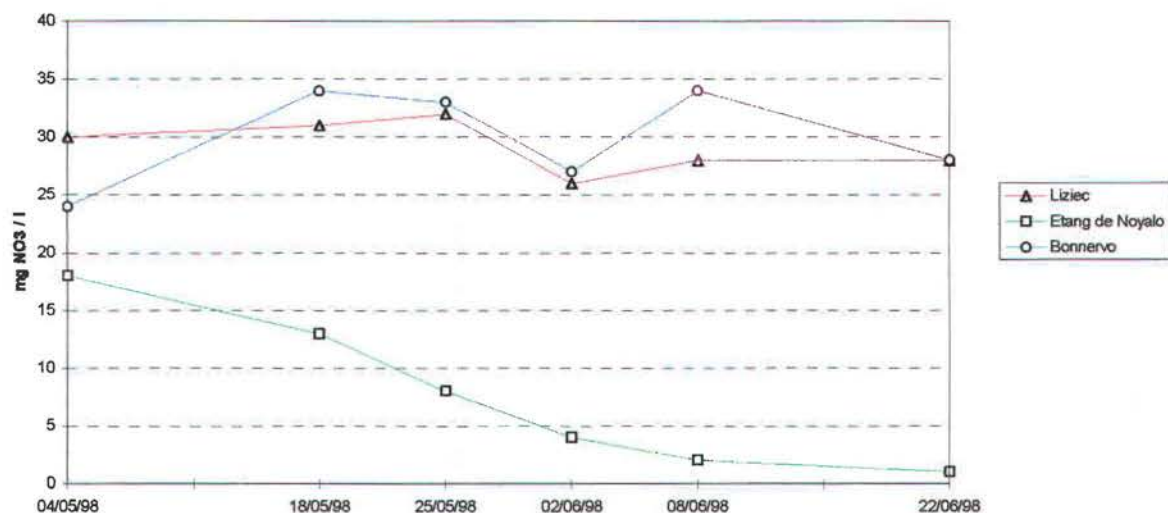
Anse de Séné :



Les concentrations de nitrate des rejets de la station d'épuration de Vannes à Kermain sont stables, autour de 6 mg/l. Celles des deux ruisseaux ont baissé avec les débits.

Anse de Noyal :

Golfe du Morbihan, anse de Noyal: évolution des concentrations de nitrate



On remarque la stabilité des concentrations de nitrate du Liziec et du ruisseau de Bonnervo et la baisse continue de celle de l'étang de Noyal où nous avons constaté un bloom phytoplanctonique le 2 juin. La concentration de nitrate passe de 18 mg/l le 4/05 à 1 mg/l le 22/06.

Tableau de synthèse des concentrations de nitrate :

Concentrations de nitrate (mg/l)	Moyenne	minimale	maximale	Amplitude
Liziec	29	26	32	6
Bonnervo	30	24	34	10
Etang de Noyal	8	1	18	17
Kermain	6	5	7	2
Cantizac	6	3	11	8
Le Purgatoire	3	1	6	5
Vincin	29	24	33	9
Bernus	20	15	23	8
Kercado	16	13	21	8
La Chesnaie	8	3	13	10

2.7.3.2. Concentrations d'ammonium

2.7.3.2.1. Contribution de l'ammonium aux flux d'azote

Selon le protocole, lors de la première série de mesure, nous avons réalisé une mesure de la concentration d'ammonium à chaque station. Seules celles dont l'ammonium contribue à plus de 10% des flux d'azote ont fait l'objet de mesures ultérieures. Le tableau suivant présente ces contributions :

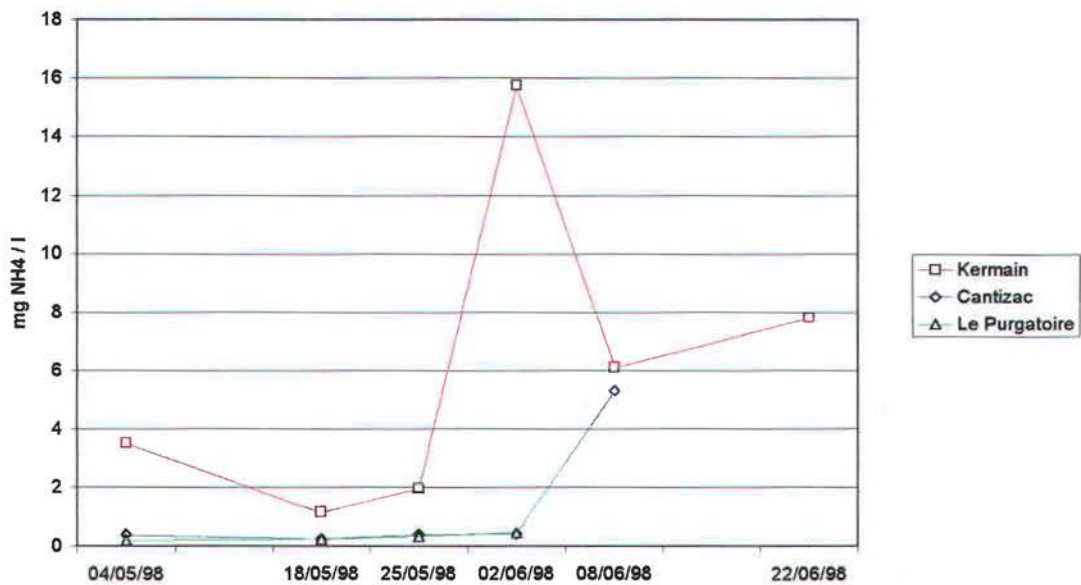
	Flux N (NH ₄) (kg/j)	Flux N (NO ₃) (kg/j)	Flux total d'azote (kg/j)	% d'azote ammoniacal
Etang de Noyal	17,4	707	724	2,40
Bonnervo	22,6	30,6	53,3	42,5
Liziec	37,8	723	761	4,97
Kermain	38,9	22,8	61,7	63,04
Cantizac	1,04	8,86	9,90	10,54
Le Purgatoire	0,14	1,41	1,56	9,28
Vincin	4,36	239	243	1,79
La Chesnaie	0,24	6,89	7,13	3,30
Bernus	0,84	9,82	10,66	7,86
Kercado	1,57	19,03	20,59	7,60

Seuls les prélèvements des ruisseaux de Bonnervo, Cantizac et du Purgatoire et ceux de l'émissaire de la station d'épuration de Kermain ont fait l'objet d'un dosage de l'ammonium lors des 5 missions suivantes.

2.7.3.2.2. Concentrations d'ammonium

Anse de Séné :

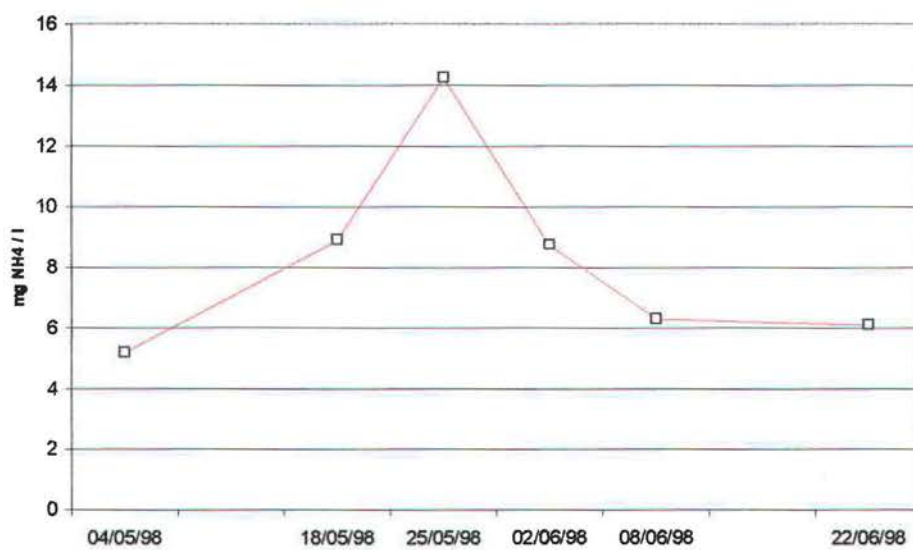
Golfe du Morbihan, anse de Séné : évolution des concentrations d'ammonium



On a enregistré une forte concentration d'ammonium le 8 juin à Cantizac alors que le débit était très faible.

Anse de Noyal :

Golfe du Morbihan, anse de Noyal : évolution des concentrations d'ammonium du ruisseau de Bonnervo



Ce ruisseau présente toujours des concentrations supérieures à 5 mg/l !

Tableau de synthèse des concentrations d'ammonium :

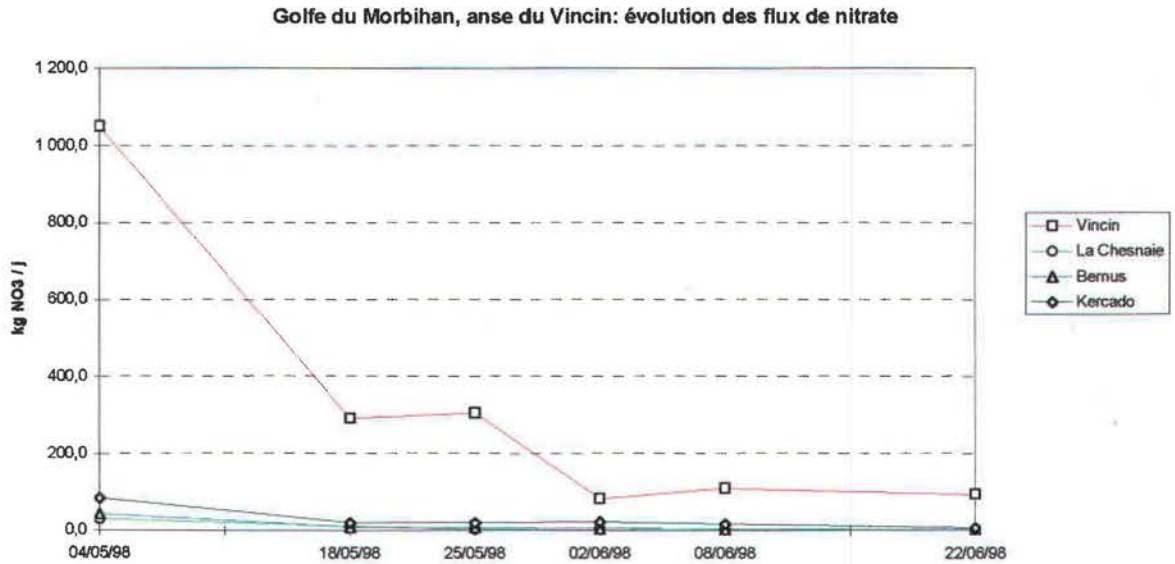
Concentrations d'ammonium (mg/l)	moyenne	minimale	maximale	Amplitude
Bonnervo	7,84	5,2	14,25	9,05
Kermain	5,69	1,15	15,75	14,6
Cantizac	1,76	0,23	5,3	5,07
Le Purgatoire	0,30	0,18	0,45	0,27

Le ruisseau de Bonnervo, en secteur rural, présente des concentrations d'ammonium supérieures à celles des rejets de la station d'épuration de Vannes.

2.7.4. Flux

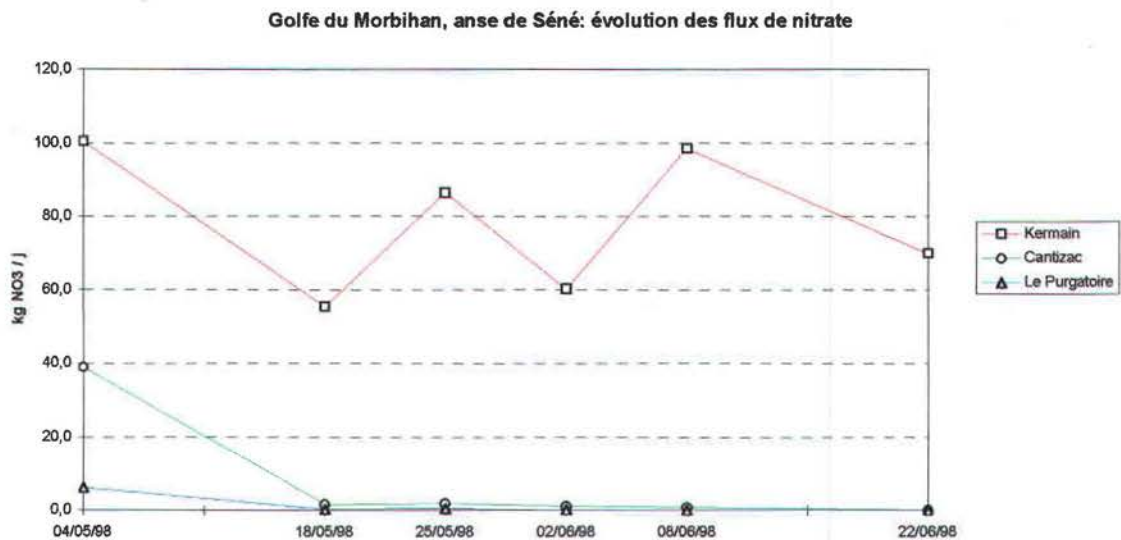
2.7.4.1. Flux de nitrate

Anse du Vincin:



L'évolution est parallèle à celle des débits, les concentrations de nitrate étant relativement stables (à l'exception du ruisseau de la Chesnaie).

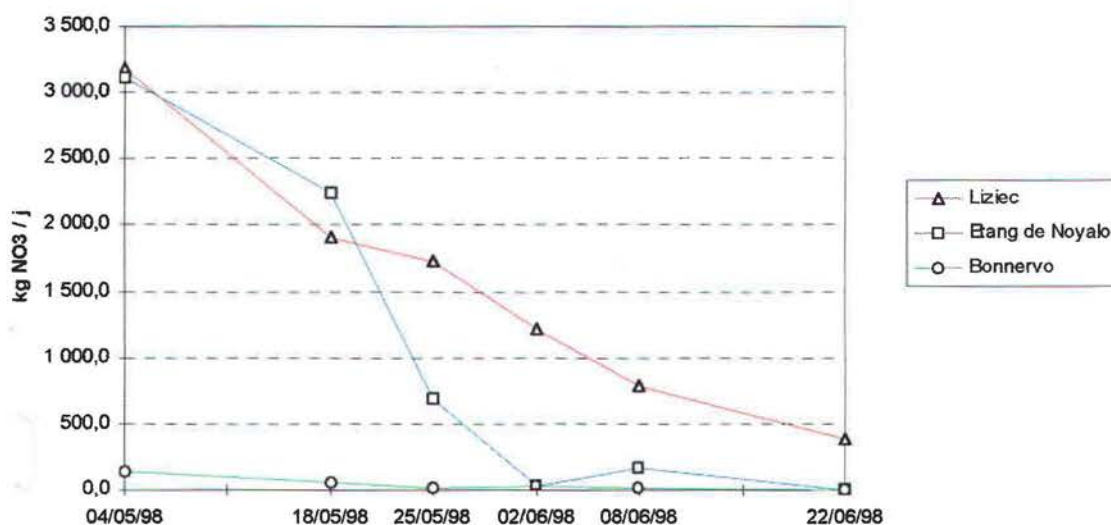
Anse de Séné:



Les faibles concentrations de nitrate de ces émissaires se traduisent par des apports peu élevés mais réguliers.

Anse de Noyal:

Golfe du Morbihan, anse de Noyal: évolution des flux de nitrate



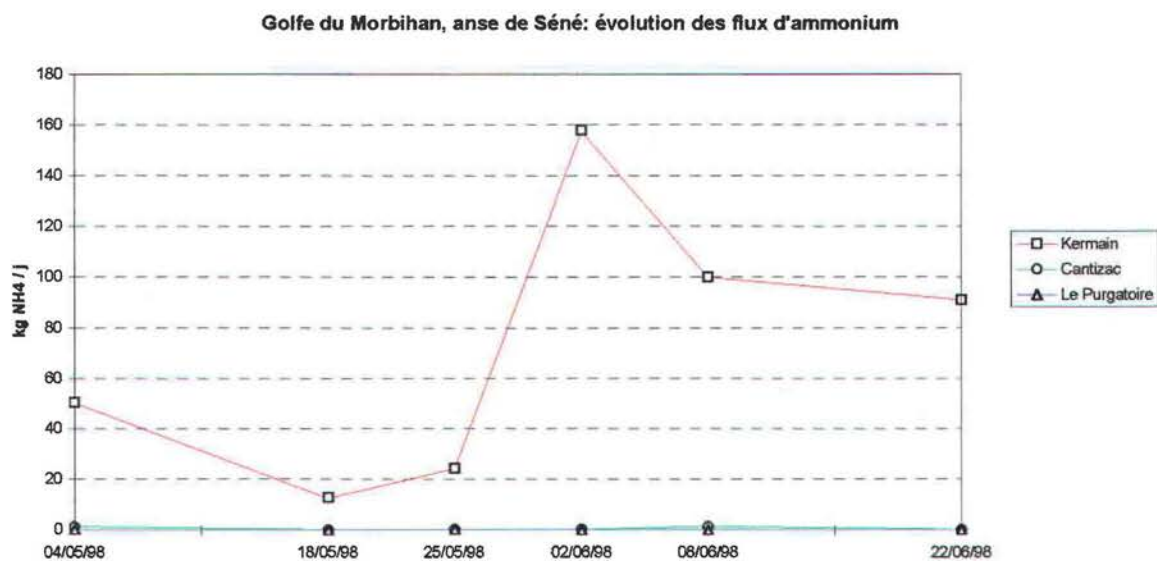
Lorsque la réserve de Noyal est remplie, c'est à dire lorsque les écoulements au déversoir sont importants, les apports sont du même ordre que ceux du Liziec. Fin mai, la baisse du débit se conjugue à un bloom phytoplanktonique dans l'étang (voir chapitre précédent) qui pourrait être à l'origine d'un abattement de flux de nitrate significatif.

Tableau de synthèse des flux de nitrate:

Flux de nitrate (kg NO ₃ /j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Liziec	1541	385	3183	2798
Bonnervo	43,9	4,8	135	130
Etang de Noyal	1128	1,7	3110	3109
Kermain	79	55	100	45
Cantizac	8,1	0	39	39
Le Purgatoire	1,3	0	6,2	6,2
Vincin	338	83	1050	967
Kercado	29,2	6,5	83,7	77,2
Bernus	12,5	1,8	43,2	41,4
La Chesnaie	9,3	0,3	30,3	30,1

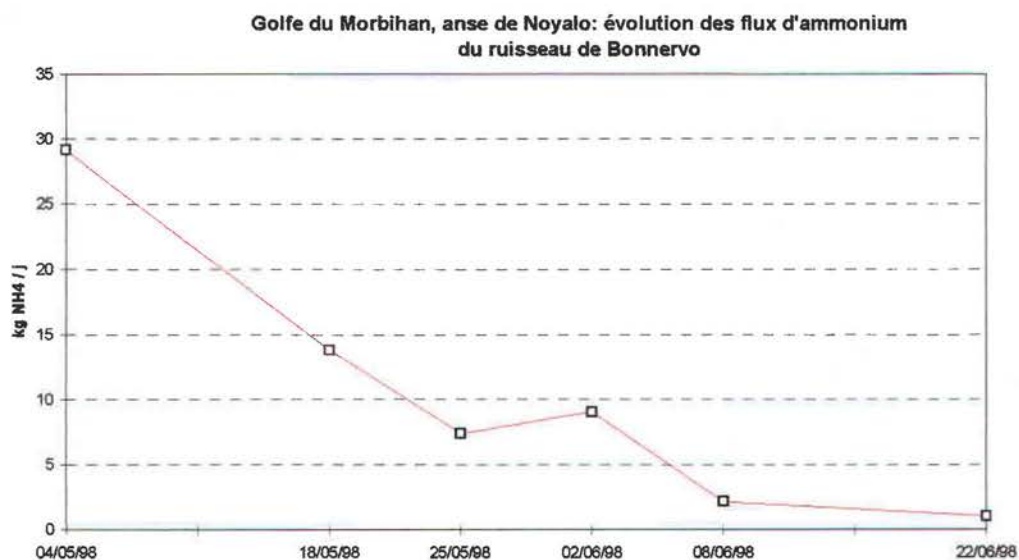
2.7.4.2. Flux d'ammonium

Anse de Séné:



Les apports de la station d'épuration de Vannes sont déterminants. Avec des débits réguliers, le niveau des flux d'ammonium est lié à la concentration de ce sel.

Anse de Noyal:



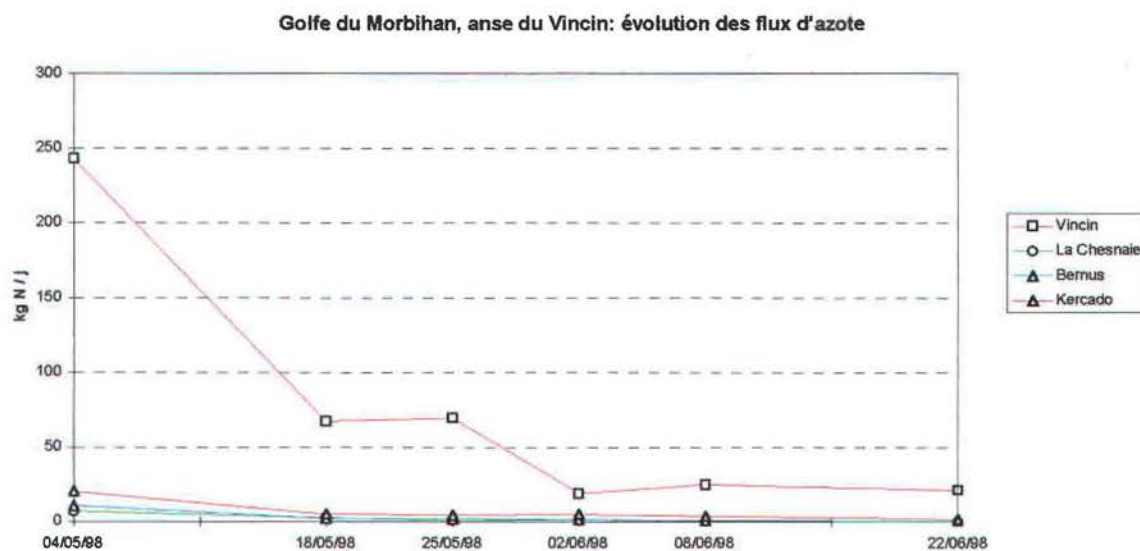
Malgré les fortes concentrations d'ammonium de ce ruisseau, la baisse du débit limite les apports en fin de période.

Tableau de synthèse des flux d'ammonium:

Flux d'ammonium (kg/j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Bonnervo	10,7	1,05	29,2	28,15
Kermain	70,4	12,7	158	145
Cantizac	0,56	0	1,37	1,37
Le Purgatoire	0,06	0	0,19	0,19

2.7.4.3. Flux d'azote

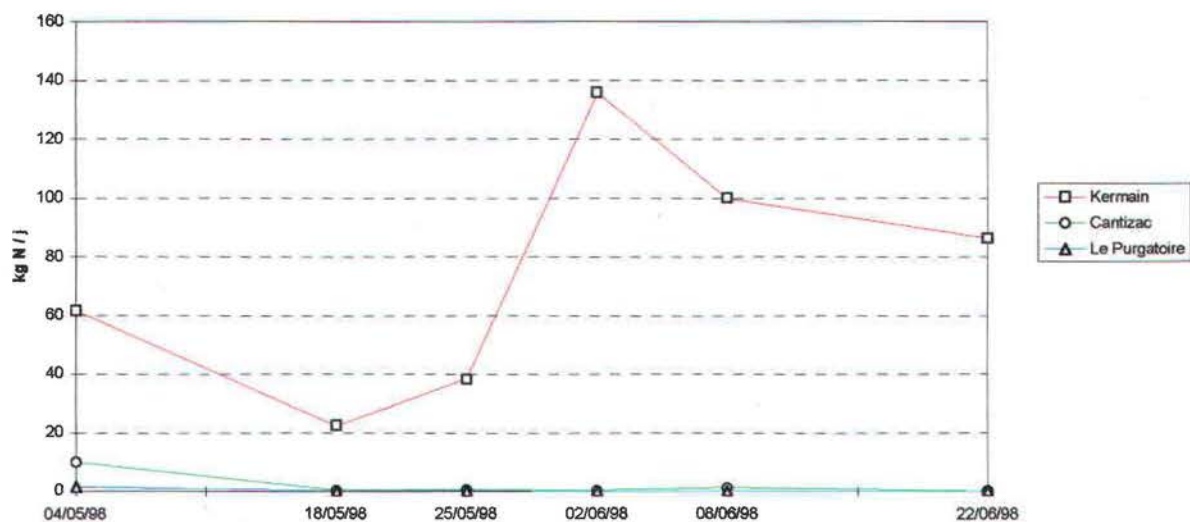
Anse du Vincin:



Le Vincin est le principal vecteur de flux d'azote dans cette anse.

Anse de Séné:

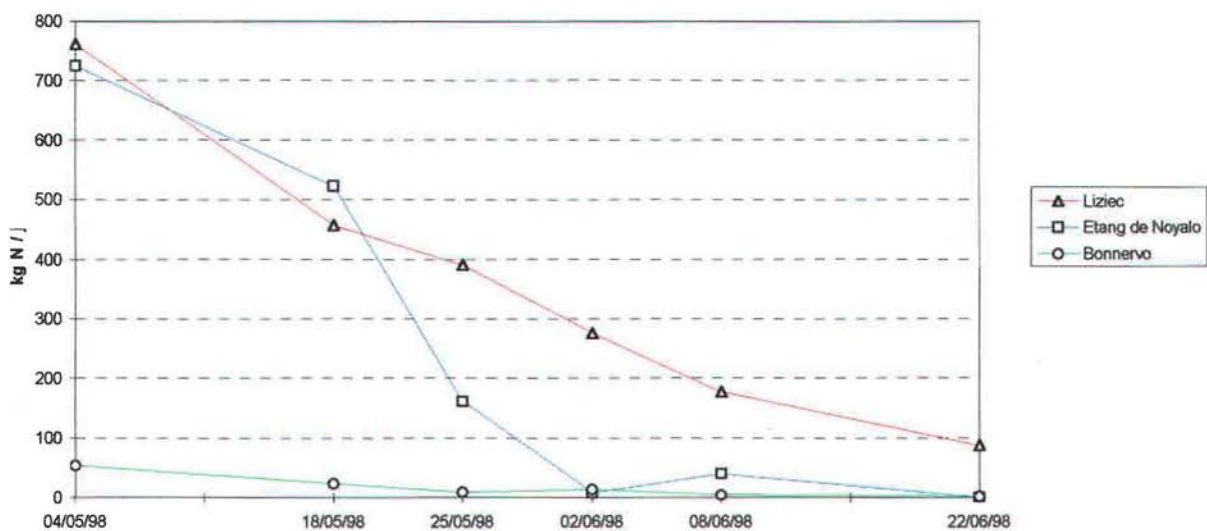
Golfe du Morbihan, anse de Séné: évolution des flux d'azote



L'azote fourni par la station d'épuration de Vannes est principalement sous forme ammoniacale. La courbe d'évolution des flux d'azote reproduit celle des concentrations d'ammonium.

Anse de Noyal:

Golfe du Morbihan, anse de Noyal: évolution des flux d'azote



On remarque la baisse régulière des flux d'azote du Liziec en relation avec la baisse des débits.

Le niveau de l'étang de Noyal, c'est à dire le débit à son déversoir, et probablement le développement du phytoplancton sont les facteurs déterminants des flux d'azote de cet émissaire.

Tableau de synthèse des flux d'azote:

Flux d'azote (kg/j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Liziec	362	87,4	761	674
Bonnervo	18,3	1,92	53,3	51,3
Etang de Noyalo	263	0,40	724	724
Kermain	72,5	22,4	136	114
Cantizac	2,27	0	9,90	9,90
Le Purgatoire	0,34	0	1,56	1,56
Vincin	77,9	18,9	243	224
Kercado	7,0	1,5	20,6	19,1
Bernus	3,0	0,41	10,7	10,2
La Chesnaie	2,2	0,06	7,1	7,1

Cas de la Marle

Dans l'attente des données des services départementaux, nous reprenons la méthode utilisée en 1997 pour extrapoler à la Marle le flux moyen du Liziec : le flux moyen d'azote de la Marle est égal à 7/8 du flux moyen d'azote du Liziec soit : $362 \times 7/8 = 317 \text{ kg/j}$ d'azote inorganique.

2.7.5. Discussion

Les résultats présentés ici seront actualisés lorsque nous parviendrons des services départementaux les données concernant la Marle, la station d'épuration du Ranquin et les débits réels au déversoir de l'étang de Noyal.

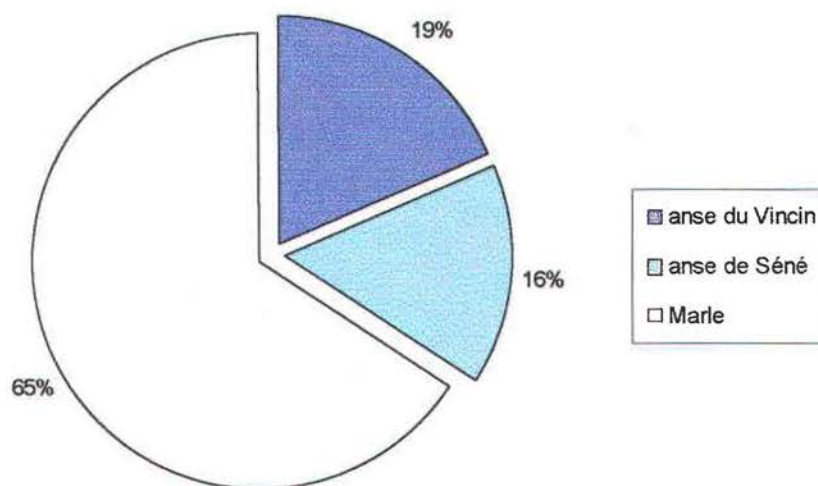
2.7.5.1. Baie de Vannes

La baie de Vannes a reçu des émissaires que nous avons suivis et de la Marle un flux moyen journalier de 482 kg/j d'azote inorganique au cours de la période d'étude.

Contributions aux flux d'azote

Nous présentons ici les contributions relatives aux flux d'azote des émissaires regroupés par anses.

Baie de Vannes : contributions relatives aux flux d'azote



Evolution 1997/1998

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	% de variation
Kermain	139	148	+ 6,5 %
Cantizac	13	10	- 23 %
Le Purgatoire	12	3	- 75 %
Vincin	49	136	+ 178 %
Kercado	21	20	- 4,8 %
Bernus	7	7	0 %
La Chesnaie	4	10	+ 150 %

Seuls les cours d'eau aux bassins versants «ruraux» ont subi une très forte augmentation de leurs débits moyens. Ceux des ruisseaux péri-urbains ont baissé (Cantizac, Le Purgatoire) ou peu évolué (Bernus et Kercado).

Concentrations de nitrate

Concentrations moyennes de nitrate (mg/l)	1997	1998	% de variation
Kermain	4	6	+ 50 %
Cantizac	2	6	+ 200 %
Le Purgatoire	1	3	+ 200 %
Vincin	19	29	+ 53 %
Kercado	15	16	+ 6,7 %
Bernus	11	20	+ 82 %
La Chesnaie	3	8	+ 167 %

Ce sont les cours d'eau de l'anse du Vincin qui ont vu leurs concentrations le plus augmenter en valeur avec des gains de l'ordre de 10 mg/l pour le Vincin et le ruisseau de Bernus.

Concentrations d'ammonium

Concentrations moyennes d'ammonium (mg/l)	1997	1998	% de variation
Kermain	5,7	5,7	0 %
Cantizac	0,49	1,76	+ 259 %
Le Purgatoire	0,28	0,30	+ 7,1 %

Flux d'azote

Flux moyens d'azote (kg/j)	1997	1998	% de variation
Kermain	64,4	72,5	+ 12,6 %
Cantizac	0,93	2,27	+ 144 %
Le Purgatoire	0,44	0,34	- 23 %
Vincin	20,0	77,9	+ 290 %
Kercado	3,03	7,0	+ 131 %
Bernus	1,10	3,0	+ 173 %
La Chesnaie	0,29	2,2	+ 659 %

Les apports de la station d'épuration de Vannes augmentent de 12,6% du fait d'une hausse du débit moyen de 6,5% et de la concentration de nitrate moyenne de 2 mg/l. La concentration moyenne d'ammonium n'a pas évolué.

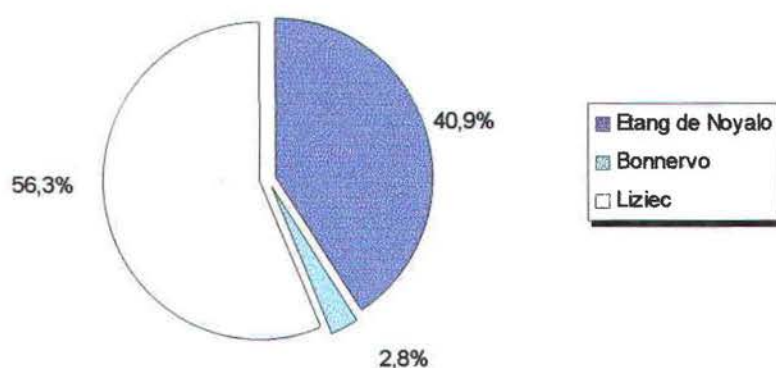
A l'exception du ruisseau du Purgatoire, tous les autres cours d'eau ont vu leurs flux d'azote moyens progresser dans une fourchette comprise entre 131% et 659% en raison des augmentations simultanées des concentrations de nitrate et des débits (surtout ceux des cours d'eaux ruraux).

2.7.5.2. Anse de Noyal

L'anse de Noyal a reçu un flux moyen journalier de 643 kg/j d'azote inorganique.

Contributions aux flux d'azote

Baie de Noyal: contributions relatives aux flux d'azote



On remarque la part importante prise par l'étang de Noyal dont les apports en début de période, lorsqu'il était rempli, égalaient ceux du Liziec.

Evolution 1997/1998

Débits

Débits moyens (l/s)	1997	1998	% de variation
Liziec	229	600	+ 162 %
Bonnervo	3	19	+ 533 %
<i>Etang de Noyal (estimé)</i>	<i>10</i>	<i>1079</i>	<i>+ 10690 %</i>

Concentrations de nitrate

Concentrations moyennes de nitrate (mg/l)	1997	1998	% de variation
Liziec	23	29	+ 26 %
Bonnervo	17	30	+ 76 %
Etang de Noyal	3	8	+ 167 %

Concentrations d'ammonium

Concentrations moyennes d'ammonium (mg/l)	1997	1998	% de variation
Bonnervo	15,4	7,84	- 49 %

Flux d'azote

Flux d'azote (kg/j)	1997	1998	% de variation
Liziec	121	362	+ 199 %
Bonnervo	4,41	18,3	+ 315 %
<i>Etang de Noyal (estimé)</i>	<i>0,55</i>	<i>263</i>	<i>+ 47718 %</i>

Les flux d'azote moyens ont progresser de + 410% (de 126 à 643 kg/j) entre 1997 et 1998.

Outre une augmentation de 200% des apports du Liziec liée à une hausse conjointe de son débit et de sa concentration de nitrate, les apports de l'étang de Noyal lorsque son niveau atteint son maximum, se sont révélés déterminants dans la progression constatée cette année.

Il convient de retenir également un éventuel abattement de la concentration de nitrate lors de blooms phytoplanctoniques dans l'étang.

3. Discussion générale

3.1. Flux d'azote moyens en 1998

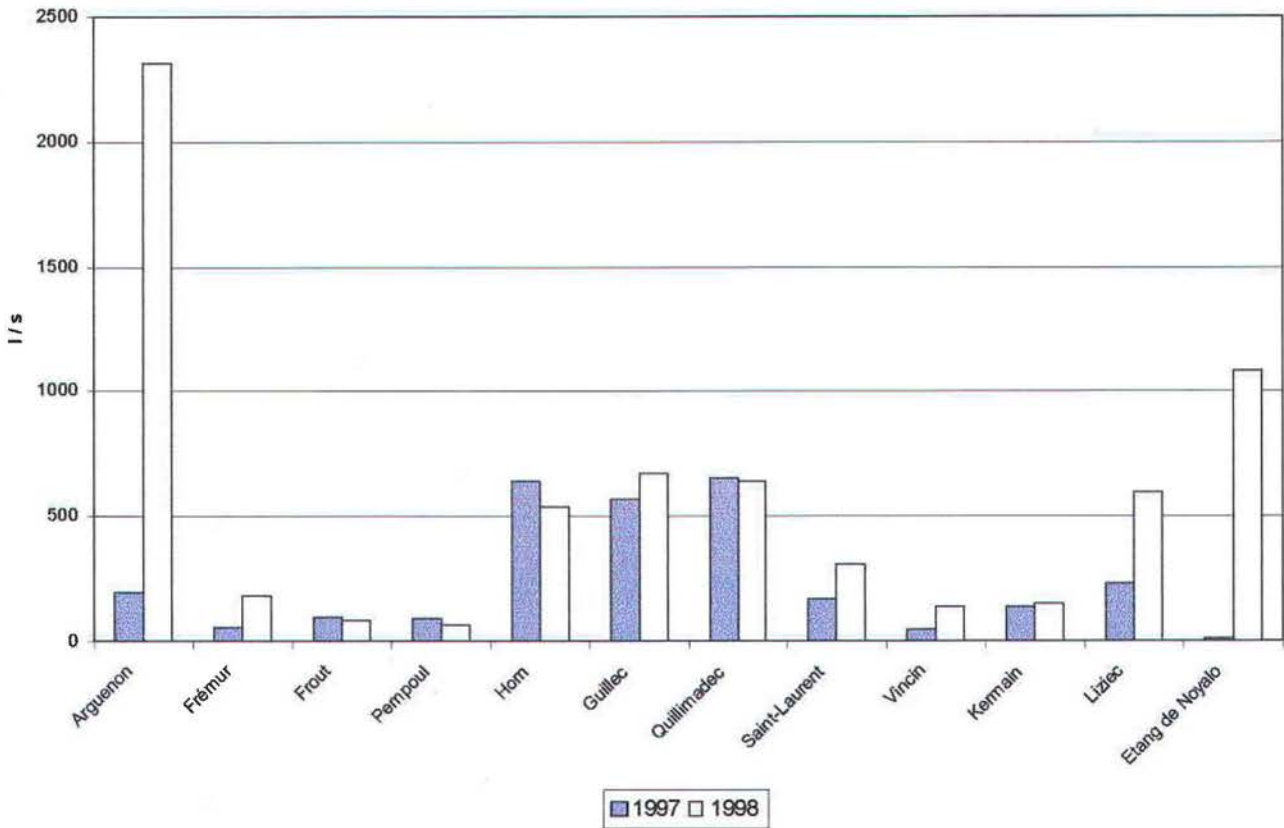
Le tableau suivant récapitule les flux moyens d'azote mesurés par baies et précise la part des principaux cours d'eau :

Secteurs géographiques	Flux moyens d'azote (kg/j)
Baies de l'Arguenon et de Lancieux	3699
dont Arguenon	2921 (79%)
Baie de La Fresnaye	369
dont Frémur	299 (81%)
Baie de Morlaix	
dont Froot	106
Dont Pempoul	130
Baie de Plougoulm	2362
Dont Horn	1035 (44%)
dont Guillec	1327 (56%)
Baie de Trésseny	854
Baie de Concarneau	402
dont Saint-Laurent	281 (70%)
Baie de Vannes	482
dont Marie	317 (66%)
dont station d'épuration de Vannes	72,5 (15%)
Anse de Noyal	643
dont Liziec	362 (56%)
dont étang de Noyal	263 (41%)

3.2. Evolution inter-annuelle des paramètres

3.2.1. Débits

Débits moyens en 1997 et 1998



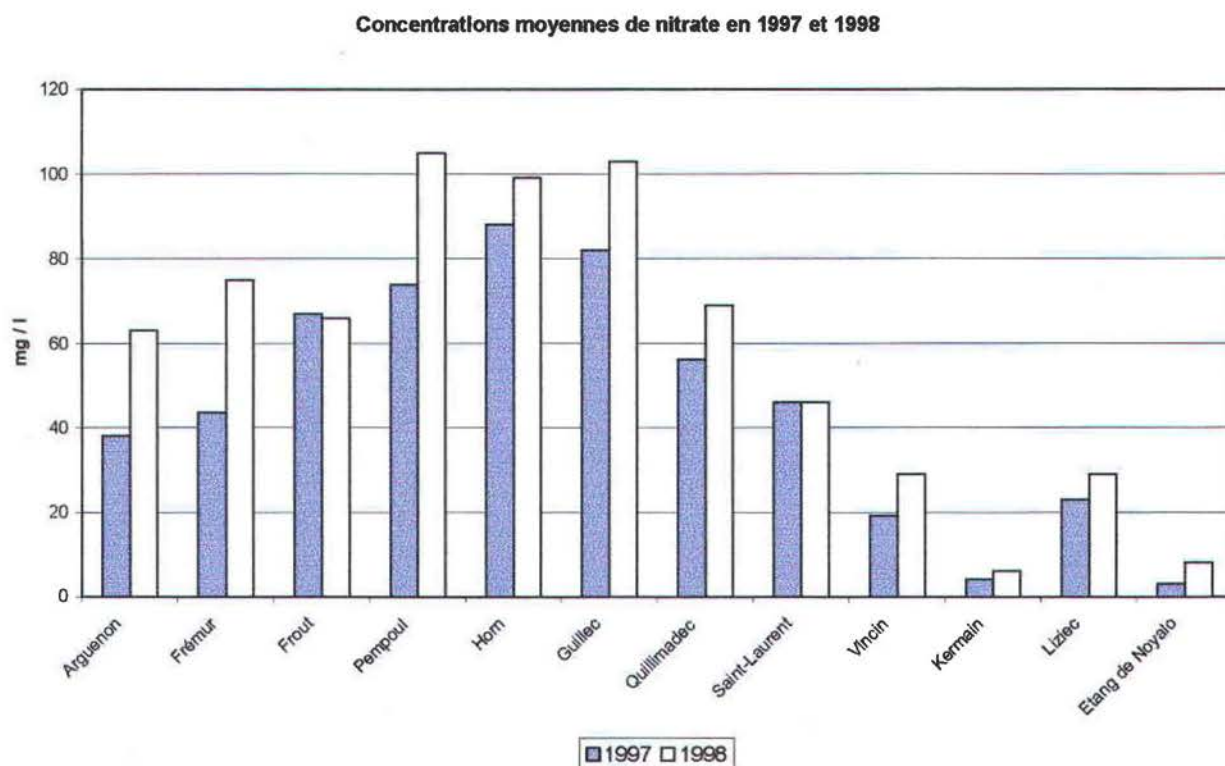
Ce graphique illustre les différences des conditions pluviométriques aux mêmes périodes en 1997 et 1998.

Les fortes pluies d'avril et début mai 1998 engendrent de forts écarts inter-annuels des débits des stations mesurées en mai : Côtes d'Armor, sud Finistère et Morbihan.

Ensuite, en juin et juillet, les précipitations ont été en moyenne du même ordre. Les débits des rivières du nord Finistère, mesurés à cette époque, présentent des écarts moindres entre les deux années.

On observe également le rôle, lors des années sèches, des retenues d'eau de la Ville-Hatte sur l'Arguenon – dont seul le débit réservé, 150 l/s, s'écoulait en mai et juin 1997- et de l'étang de Noyal.

3.2.2. Concentrations de nitrate



A l'exception du Froul et du Saint-Laurent, les concentrations moyennes de nitrate des rivières ont fortement augmenté entre 1997 et 1998.

On prêtera notamment attention au Frémur et au ruisseau de Pempoul.

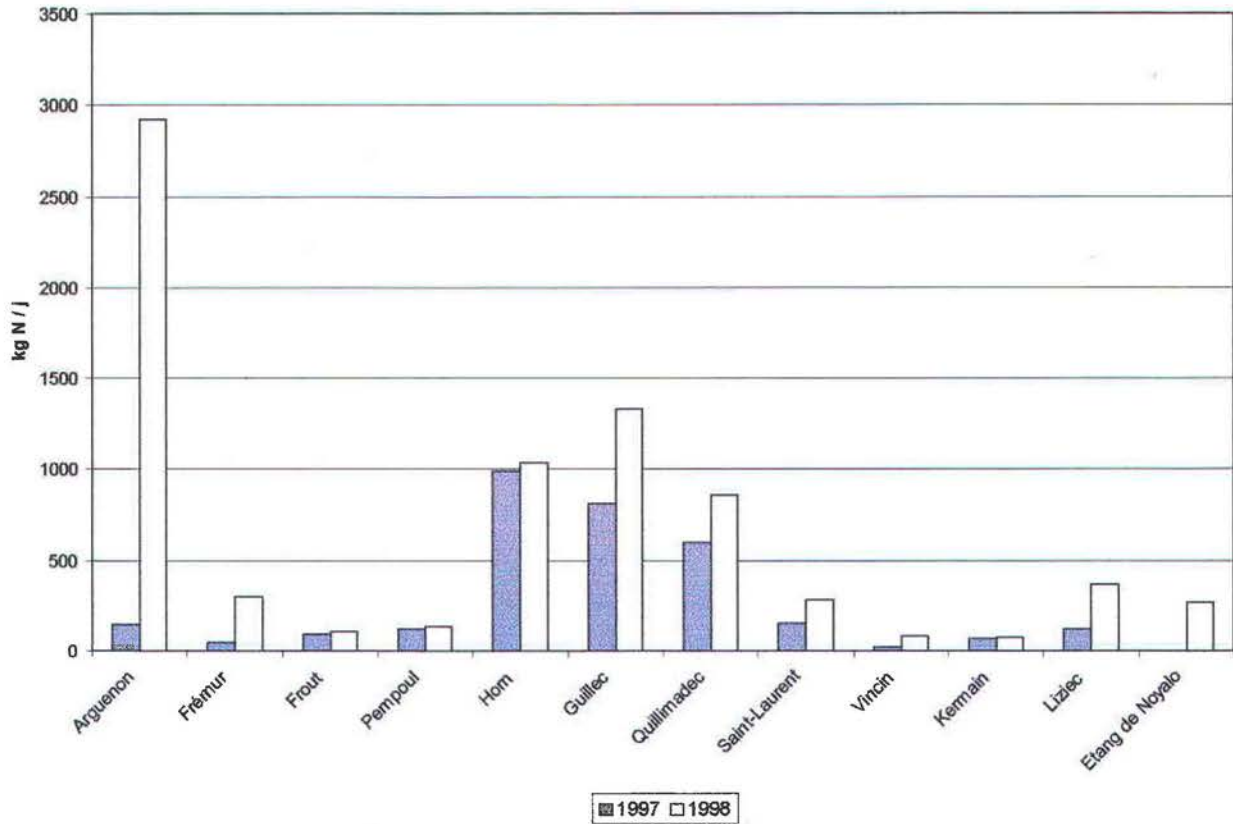
Au printemps 1997, les précipitations semblent avoir été insuffisantes en période de forte demande de la végétation pour mobiliser le nitrate des sols vers les ruisseaux.

Cette explication ne préjuge pas d'une éventuelle inflation des apports de nitrate par les pratiques agricoles.

Entre les conditions météorologiques et les apports anthropiques, les parts respectives de responsabilité dans cette augmentation quasi-générale des concentrations de nitrate dans les cours d'eau restent à établir.

3.2.3. Flux d'azote

Flux moyens d'azote en 1997 et 1998



En 1998, les flux d'azote des rivières ont partout augmenté sous l'influence conjointe des augmentations des débits et de concentrations de nitrate, l'ammonium a vu sa contribution aux flux moyens d'azote diminuer.

On observe que les apports de la station d'épuration de Vannes à Kermain sont stables. Celle du Ranquin à Séné n'a pas présenté de rejets lors de nos passages et celle de Saint-Pol-de-Léon à Pempoul semble mieux fonctionner qu'en 1997.

La réserve de la Ville-Hatte, sur l'Arguenon en amont de Plancoët, et l'étang de Noyal jouent un rôle prépondérant lors des années sèches par rétention des flux en provenance des bassins versants et peuvent être le siège d'abattelements significatifs de concentration de nitrate par consommation phytoplanctonique (observée à Noyal et relatée par le SDAE22 pour la Ville-Hatte).

4. Conclusion

Avec des conditions pluviométriques différentes de celles, déficitaires, rencontrées en 1997, ce bilan a permis de constater une forte augmentation des débits des rivières en mai, des concentrations de nitrate, et donc des flux d'azote sur l'ensemble des secteurs.

On retiendra également la baisse de la part de l'ammonium dans les flux d'azote et une amélioration des rejets des stations d'épuration.

L'importance des apports de l'Arguenon au barrage de la Ville-Hatte et de l'étang de Noyalo lorsque ces réserves d'eau sont remplies souligne leur rôle de rétention des flux en période sèche comme ce fut le cas en 1997. De plus une consommation de nitrate par le phytoplancton peut encore en diminuer les apports.

Cette étude, en plus de fournir une évaluation récente des flux d'azote en conditions de printemps pluvieux, a donc permis d'enrichir l'interprétation des observations réalisées au cours du printemps sec de 1997.

Il se confirme ainsi que le suivi de ces paramètres sur plusieurs années permettra d'en tirer les meilleurs enseignements, d'éviter les erreurs d'interprétation, et pour finir de dégager des aléas météorologiques les tendances de fond de leur évolution.

Bibliographie

Anonyme, (1995) : Atlas hydrologique de la Bretagne. DIREN.

Coïc, D. (1996) : Suivi des concentrations et des flux d'azote (nitrate, ammonium) en baies de Douarnenez et de Trésseny (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'étang du Pont. Rapport d'étude EEL.

Coïc, D., Le Foll, D., Saisou, P. (1997) : Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne, au cours du printemps-été 1997. Rapport d'étude Maïa Infosciences.

Piriou, J.Y., Annezo, J.P. (1995) : Evaluation des proliférations d'algues vertes sur le littoral breton en juin 1994. Rapport d'étude IFREMER.

Piriou, J.Y., Chapron, V., Annezo, J.P. (1995) : Mesures de flux nutritifs et inventaire d'algues vertes en 1995. Pré-Contrat de Baie "Golfe du Morbihan". Rapport IFREMER.

Baies de l'Arguenon et de Lancieux: tableaux récapitulatifs des mesures

1. Débits

Baie de l'Arguenon	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
ruisseau des 4 Vaux	0,052	0,011	0,007	0,016	0,007	0,007
Guébriand	0,405	0,091	0,064	0,042	0,035	0,020
ruisseau de St-Loyal	0,008	0,006	0,004	0,004	0,004	0,001
ruisseau du Tertre	0,028	0,008	0,007	0,005	0,006	0,002
ruisseau de la Métrie	0,045	0,008	0,018	0,011	0,014	0,003
Arguenon	8,073	1,574	1,678	0,576	0,622	0,550
ruisseau de Montafilan	0,700	0,351	0,252	0,072	0,062	0,041
Baie de Lancieux						
le Drouet	0,198	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ruisseau de Ploubalay	0,163	0,058	0,048	0,022	0,021	0,042
Frémur	0,558	0,069	0,040	0,020	0,013	0,011

2. Concentrations de nitrate (mg/l)

Baie de l'Arguenon	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
ruisseau des 4 Vaux	28	31	30	25	27	19
Guébriand	57	60	60	45	44	28
ruisseau de St-Loyal	61	62	61	55	57	64
ruisseau du Tertre	107	131	132	106	96	117
ruisseau de la Métrie	66	61	62	50	50	55
Arguenon	63	67	73	66	59	56
ruisseau de Montafilan	84	82	79	68	66	60
Baie de Lancieux						
le Drouet	45	35	31	21	22	10
ruisseau de Ploubalay	48	42	39	30	33	32
Frémur	22	19	15	14	14	9

3. Concentrations d'ammoniaque (mg/l)

Baie de l'Arguenon	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
ruisseau des 4 Vaux	0,25					
Guébriand	0,18					
ruisseau de St-Loyal	0,42					
ruisseau du Tertre	1,45					
ruisseau de la Métrie	0,23					
Arguenon	0,14					
ruisseau de Montafilan	0,30					
Baie de Lancieux						
le Drouet	0,25					
ruisseau de Ploubalay	0,18					
Frémur	1,70	1,20	0,53	0,38	0,37	0,40

4. Flux d'azote (Kg N / jour)

Baie de l'Arguenon	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
ruisseau des 4 Vaux	29,46	6,72	4,12	7,85	3,71	2,61
Guébriand	458,19	108,37	75,40	37,11	30,24	11,00
ruisseau de St-Loyal	9,81	7,48	4,79	4,32	4,48	1,26
ruisseau du Tertre	61,55	21,53	18,14	10,41	11,31	4,59
ruisseau de la Métrie	59,00	9,69	21,91	10,80	13,75	3,24
Arguenon	10063,13	2086,24	2405,90	746,64	720,28	605,08
ruisseau de Montafilan	1168,68	572,06	390,92	96,14	80,35	48,31
Baie de Lancieux						
le Drouet	178,28	39,88	29,22	9,07	9,07	8,25
ruisseau de Ploubalay	155,60	57,63	31,02	11,93	8,53	7,00
Frémur	304,59	81,62	37,29	19,22	15,28	17,71

Baie de la Fresnaye: tableaux récapitulatifs des mesures

1. Débits (m3/s)

Baie de la Fresnaye	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
Frémur	0,454	0,199	0,155	0,130	0,074	0,053
Rat	0,084	0,018	0,020	0,010	0,010	0,012
Kermiton	0,025	0,010	0,009	0,004	0,004	0,003
ruisseau de Matignon	0,070	0,028	0,038	0,011	0,011	0,009

2. Concentrations de nitrate (mg/l)

Baie de la Fresnaye	05/05/98	19/05/98	26/05/98	03/06/98	09/06/98	23/06/98
Frémur	93	82	79	64	68	63
Rat	56	58	59	45	47	27
Kermiton	65	64	54	56	55	55
ruisseau de Matignon	56	54	51	47	47	45

3. Concentrations d'ammoniaque (mg/l)

Baie de la Fresnaye	5/5/98	19/5/98	26/5/98	3/6/98	9/6/98	23/6/98
Frémur	0,175					
Rat	0,150					
Kermiton	0,120					
ruisseau de Matignon	0,290					

4. Flux d'azote (kg N/jour)

Baie de la Fresnaye	5/5/98	19/5/98	26/5/98	3/6/98	9/6/98	23/6/98
Frémur	834,41	322,48	241,99	164,42	99,44	65,99
Rat	93,21	20,69	23,38	8,92	9,31	6,42
Kermiton	32,11	12,65	9,60	4,43	4,35	3,26
ruisseau de Matignon	78,33	30,21	38,73	10,33	10,33	8,09

Rivières du Finistère: tableau récapitulatif des mesures

1. Débits (m3/s)

	18/05/98	02/06/98	08/06/98	15/06/98	22/06/98	06/07/98
Saint Laurent	0,46	0,36	0,303	0,286	0,22	0,219
Saint Jean	0,071	0,072	0,066	0,074	0,039	0,039
La Forêt	0,13	0,095	0,055	0,043	0,035	0,024
Penfoulic	0,007	0,011	0,007	0,007	0,006	0,007
Kerancoarec	0,058	0,045	0,033	0,047	0,029	0,022
Quillimadec	0,714	0,992	0,548	0,419	0,543	0,521
Guillec	0,545	0,753	0,483	0,385	0,516	0,473
Horn	0,768	0,974	0,643	0,608	0,451	0,561
Le Frouf	0,078	0,153	0,080	0,067	0,074	0,055
Pempoul	0,080	0,111	0,063	0,039	0,050	0,035

2. Concentrations de NO3 (mg/l)

	18/05/98	02/06/98	08/06/98	15/06/98	22/06/98	06/07/98
Saint Laurent	46	43	47	44	48	48
Saint Jean	46	41	46	41	48	48
La Forêt	44	36	39	33	35	32
Penfoulic	17	10	13	11	12	13
Kerancoarec	25	18	24	18	24	23
Quillimadec	73	53	74	72	71	75
Guillec	106	73	104	104	104	107
Horn	108	77	107	107	111	108
Le Frouf	41	46	86	87	76	74
Pempoul	104	85	113	114	110	111

3. Concentrations de NH4 (mg/l)

	18/05/98	02/06/98	08/06/98	15/06/98	22/06/98	06/07/98
Saint Laurent	0,12					
Saint Jean	0,13					
La Forêt	0,19					
Penfoulic	0,19					
Kerancoarec	0,24					
Quillimadec	0,25					
Guillec	0,47					
Horn	0,25					
Le Frouf	0,20					
Pempoul	0,60	0,32	0,32	0,36	0,43	0,51

4. Flux d'azote (kg N / jour)

	18/05/98	02/06/98	08/06/98	15/06/98	22/06/98	06/07/98
Saint Laurent	419	307	282	249	209	208
Saint Jean	65	59	60	60	37	37
La Forêt	114	68	42	28	24	15
Penfoulic	2,4	2,2	1,8	1,5	1,5	1,9
Kerancoarec	29	16	16	17	14	10
Quillimadec	1035	1044	806	592	766	776
Guillec	1152	1096	1001	786	1070	1009
Horn	1642	1484	1362	1277	991	1199
Le Frouf	64	141	137	114	112	80
Pempoul	167	188	141	88	109	77

NE du golfe du Morbihan: tableaux récapitulatifs des mesures

1. Débits (m³/s)

anse de Noyal	04/05/98	20/05/97	26/05/97	02/06/97	09/06/97	23/06/97
Pont de Noyal	2,000	2,000	1,000	0,100	1,000	0,020
Bonnervo	0,065	0,018	0,006	0,012	0,004	0,002
Liziec	1,228	0,714	0,623	0,540	0,324	0,159
anse de Séné						
Kermain-Kerfontaine	0,166	0,128	0,143	0,116	0,190	0,135
Cantizac	0,041	0,003	0,005	0,003	0,003	0,000
Le Purgatoire	0,012	0,003	0,004	0,001	0,000	0,000
anse du Vincin						
Vincin	0,434	0,102	0,118	0,037	0,041	0,045
La Chesnaie	0,027	0,012	0,006	0,009	0,004	0,001
Bernus	0,025	0,005	0,004	0,004	0,002	0,001
Kercado	0,057	0,013	0,011	0,020	0,013	0,005

2. Concentrations de nitrate (mg/l)

anse de Noyal	04/05/98	20/05/97	26/05/97	02/06/97	09/06/97	23/06/97
Pont de Noyal	18	13	8	4	2	1
Bonnervo	24	34	33	27	34	28
Liziec	30	31	32	26	28	28
anse de Séné						
Kermain-Kerfontaine	7	5	7	6	6	6
Cantizac	11	6	4	4	3	
Le Purgatoire	6	1	1	2		
anse du Vincin						
Pont-Ster	28	33	30	26	31	24
La Chesnaie	13	10	8	7	6	3
Bernus	20	21	23	15	21	21
Parc du Vincin	17	18	21	13	15	15

3. Concentrations d'ammoniaque (mg/l)

anse de Noyal	04/05/98	20/05/97	26/05/97	02/06/97	09/06/97	23/06/97
Pont de Noyal	0,13					
Bonnervo	5,20	8,90	14,25	8,75	6,30	6,10
Liziec	0,46					
anse de Séné						
Kermain-Kerfontaine	3,50	1,15	1,95	15,75	6,10	7,80
Cantizac	0,38	0,23	0,39	0,41	5,30	
Le Purgatoire	0,18	0,23	0,32	0,45		
anse du Vincin						
Pont-Ster	0,15					
La Chesnaie	0,13					
Bernus	0,50					
Parc du Vincin	0,41					

4. Flux d'azote (Kg N / jour)

anse de Noyal	04/05/98	20/05/97	26/05/97	02/06/97	09/06/97	23/06/97
Etang de Noyal	724,32	523,12	160,96	8,05	40,24	0,40
Bonnervo	53,27	22,75	9,61	13,39	4,36	1,92
Liziec	761,24	457,36	391,47	275,69	178,14	87,42
anse de Séné						
Kermain	61,73	22,43	38,33	136,03	100,01	86,43
Cantizac	9,90	0,40	0,52	0,32	1,24	0,00
Le Purgatoire	1,56	0,11	0,16	0,07	0,00	0,00
anse du Vincin						
Vincin	242,98	67,30	69,51	18,89	24,96	21,21
La Chesnaie	7,13	2,44	0,94	1,24	0,47	0,06
Bernus	10,66	2,24	1,81	1,18	0,82	0,41
Kercado	20,59	4,97	4,54	5,11	3,83	1,47

Données et informations complémentaires aux bilans des flux d'azote dans le nord-est du golfe du Morbihan.

Daniel Coïc

25 Septembre 1998

Les informations que vient de nous fournir M. Camus (IFREMER-DEL, La-Trinité-sur-Mer) au sujet des rejets d'azote de divers équipements du secteur du nord-est du golfe du Morbihan nous permet d'affiner les résultats des bilans des flux d'azote aux printemps de 1997, Coïc et al (1997). Malheureusement, aucune donnée n'est encore disponible pour 1998.

1. Station d'épuration de Tohannic (émissaire de Kermain - Kerfontaine dans l'anse de Séné)

1.1. Mesures Maïa Infosciences

Nous avons mesuré les rejets de la station d'épuration de Vannes à Tohannic (60000 Equivalents-Habitants) au débouché de sa canalisation dans l'anse de Séné au lieu-dit Kerfontaine. Les résultats détaillés dans nos précédents rapports, Coïc et al (1997), Coïc et al (1998), sont les suivants :

Paramètres	1997	1998
Débits moyens (l/s)	139	148
Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	4	6
Concentration moyenne d'ammonium (mg/l)	5,7	5,7
Flux moyen d'azote (kg/j)	64,4	72,5

1.2. Données fournies par le gestionnaire

Les données qui nous ont été fournies, qui concernent la période de mai-juin 1997, sont les suivantes :

débit moyen = **89 l/s** (96 en mai et 82 en juin)

concentration de nitrate moyenne = **3,4 mg/l** (3,2 en mai et 3,6 en juin)

concentration d'ammonium moyenne = **1,15 mg/l** (0,9 en mai et 1,4 en juin)

Soit un flux d'azote moyen de **12,8 kg/j**

1.3. Discussion

On remarque que nos mesures sont systématiquement supérieures à celles fournies par les gestionnaires (mises à part les concentrations de nitrate voisines). Plusieurs explications peuvent être avancées :

Autres apports entre Tohannic et la mer. Que deviennent les apports des quartiers de Arcal, Kermain, Kerfontaine, Kerhuilieu... ?

Nombre insuffisant de mesures par Maia Infosciences qui ne permettait pas de diminuer l'influence d'une mesure de très forte concentration d'ammonium le 23/06/1997.

Nombre inconnu de mesures par le gestionnaire.

...

On regrettera aussi l'absence de données pour 1998.

2. Station d'épuration du Ranquin (anse de Séné)

En 1997, devant l'irrégularité des déversements de cette station d'épuration, nous avons été contraints d'estimer un débit moyen à 5 l/s. Nos prélèvements avaient été effectués dans un petit écoulement permanent dont le débit était inférieur à 1 l/s. La moyenne des concentrations de nitrate était de 2 mg/l, d'ammonium de 131 mg/l.

Le flux d'azote moyen était estimé à **44 kg/j**.

Les données, pour mai-juin 1997, fournies par le gestionnaire sont les suivantes :

Débit moyen = 120 m³ /j (soit 1,4 l/s)

Concentration d'azote ammoniacal = 50 à 60 mg/l (soit une concentration d'ammoniaque comprise entre 64,5 et 77,4 mg/l)

Concentration de nitrate = 0 mg/l

Flux d'azote = **8 kg/j**

Là encore on remarque que nos données sont supérieures à celles fournies par le gestionnaire.

3. La Marle

Nous avons appris que les installations de suivi des flux sur cette rivière sont en panne depuis deux ans. Nous retiendrons donc la méthode d'estimation que nous avons définie à partir des résultats obtenus sur le Liziec.

4. Etang de Noyal

Les écoulements au déversoir de l'étang de Noyal se produisent par surverse lorsque cette réserve d'eau est remplie. Il n'y existe aucune possibilité de mesure du débit.

Nous devons donc nous contenter de nos estimations.

5. Conclusion

Ces nouvelles données pour l'année 1997 confirment l'importance des rejets d'ammoniacque par les stations d'épuration mais elles sont inférieures à celles que nous avons mesurées. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs : nombre de mesures insuffisant, apports supplémentaires que nous aurions pris en compte (quartiers périphériques de Séné, écoulements non-traités au Ranquin). Nous ignorons également la fréquence des mesures des gestionnaires.

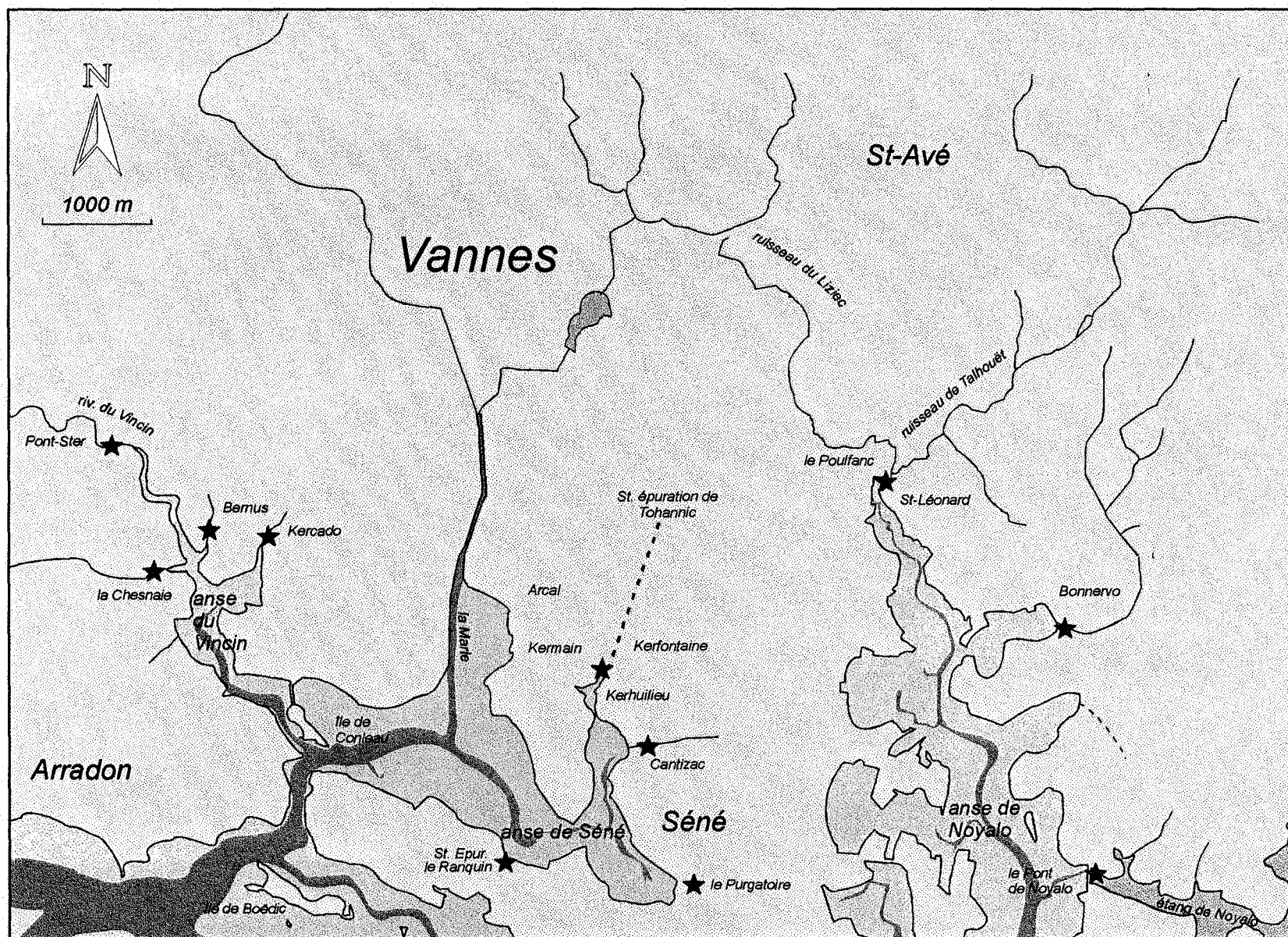
Concernant la Marle et le déversoir de Noyal, nous regretterons l'état ou le manque d'équipement de suivi des flux.

Nous regretterons également le manque de données pour 1998.

Bibliographie

Coïc, D., Le Foll, D., Saisou, P. (1997) : Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne, au cours du printemps-été 1997. Rapport d'étude Maia Infosciences.

Coïc, D., Le Niliot, P. (1998) : Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne, au cours du printemps-été 1998. Rapport d'étude Maia Infosciences.



Secteur de Vannes: localisation des stations de mesure: ★

Données et informations complémentaires aux bilans des flux d'azote dans le nord-est du golfe du Morbihan.

Daniel Coïc

25 Septembre 1998

Les informations que vient de nous fournir M. Camus (IFREMER-DEL, La-Trinité-sur-Mer) au sujet des rejets d'azote de divers équipements du secteur du nord-est du golfe du Morbihan nous permet d'affiner les résultats des bilans des flux d'azote aux printemps de 1997, Coïc et al (1997). Malheureusement, aucune donnée n'est encore disponible pour 1998.

1. Station d'épuration de Tohannic (émissaire de Kermain - Kerfontaine dans l'anse de Séné)

1.1. Mesures Maia Infosciences

Nous avons mesuré les rejets de la station d'épuration de Vannes à Tohannic (60000 Equivalents-Habitants) au débouché de sa canalisation dans l'anse de Séné au lieu-dit Kerfontaine. Les résultats détaillés dans nos précédents rapports, Coïc et al (1997), Coïc et al (1998), sont les suivants :

Paramètres	1997	1998
Débits moyens (l/s)	139	148
Concentration moyenne de nitrate (mg/l)	4	6
Concentration moyenne d'ammonium (mg/l)	5,7	5,7
Flux moyen d'azote (kg/j)	64,4	72,5

1.2. Données fournies par le gestionnaire

Les données qui nous ont été fournies, qui concernent la période de mai-juin 1997, sont les suivantes :

débit moyen = **89 l/s** (96 en mai et 82 en juin)

concentration de nitrate moyenne = **3,4 mg/l** (3,2 en mai et 3,6 en juin)

concentration d'ammonium moyenne = **1,15 mg/l** (0,9 en mai et 1,4 en juin)

Soit un flux d'azote moyen de **12,8 kg/j**

1.3. Discussion

On remarque que nos mesures sont systématiquement supérieures à celles fournies par les gestionnaires (mises à part les concentrations de nitrate voisines). Plusieurs explications peuvent être avancées :

Autres apports entre Tohannic et la mer. Que deviennent les apports des quartiers de Arcal, Kermain, Kerfontaine, Kerhuilieu... ?

Nombre insuffisant de mesures par Maia Infosciences qui ne permettait pas de diminuer l'influence d'une mesure de très forte concentration d'ammonium le 23/06/1997.

Nombre inconnu de mesures par le gestionnaire.

...

On regrettera aussi l'absence de données pour 1998.

2. Station d'épuration du Ranquin (anse de Séné)

En 1997, devant l'irrégularité des déversements de cette station d'épuration, nous avons été contraints d'estimer un débit moyen à 5 l/s. Nos prélèvements avaient été effectués dans un petit écoulement permanent dont le débit était inférieur à 1 l/s. La moyenne des concentrations de nitrate était de 2 mg/l, d'ammonium de 131 mg/l.

Le flux d'azote moyen était estimé à **44 kg/j**.

Les données, pour mai-juin 1997, fournies par le gestionnaire sont les suivantes :

Débit moyen = 120 m³ /j (soit 1,4 l/s)

Concentration d'azote ammoniacal = 50 à 60 mg/l (soit une concentration d'ammoniaque comprise entre 64,5 et 77,4 mg/l)

Concentration de nitrate = 0 mg/l

Flux d'azote = **8 kg/j**

Là encore on remarque que nos données sont supérieures à celles fournies par le gestionnaire.

3. La Marle

Nous avons appris que les installations de suivi des flux sur cette rivière sont en panne depuis deux ans. Nous retiendrons donc la méthode d'estimation que nous avons définie à partir des résultats obtenus sur le Liziec.

4. Etang de Noyalo

Les écoulements au déversoir de l'étang de Noyalo se produisent par surverse lorsque cette réserve d'eau est remplie. Il n'y existe aucune possibilité de mesure du débit.

Nous devons donc nous contenter de nos estimations.

5. Conclusion

Ces nouvelles données pour l'année 1997 confirment l'importance des rejets d'ammoniaque par les stations d'épuration mais elles sont inférieures à celles que nous avons mesurées. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs : nombre de mesures insuffisant, apports supplémentaires que nous aurions pris en compte (quartiers périphériques de Séné, écoulements non-traités au Ranquin). Nous ignorons également la fréquence des mesures des gestionnaires.

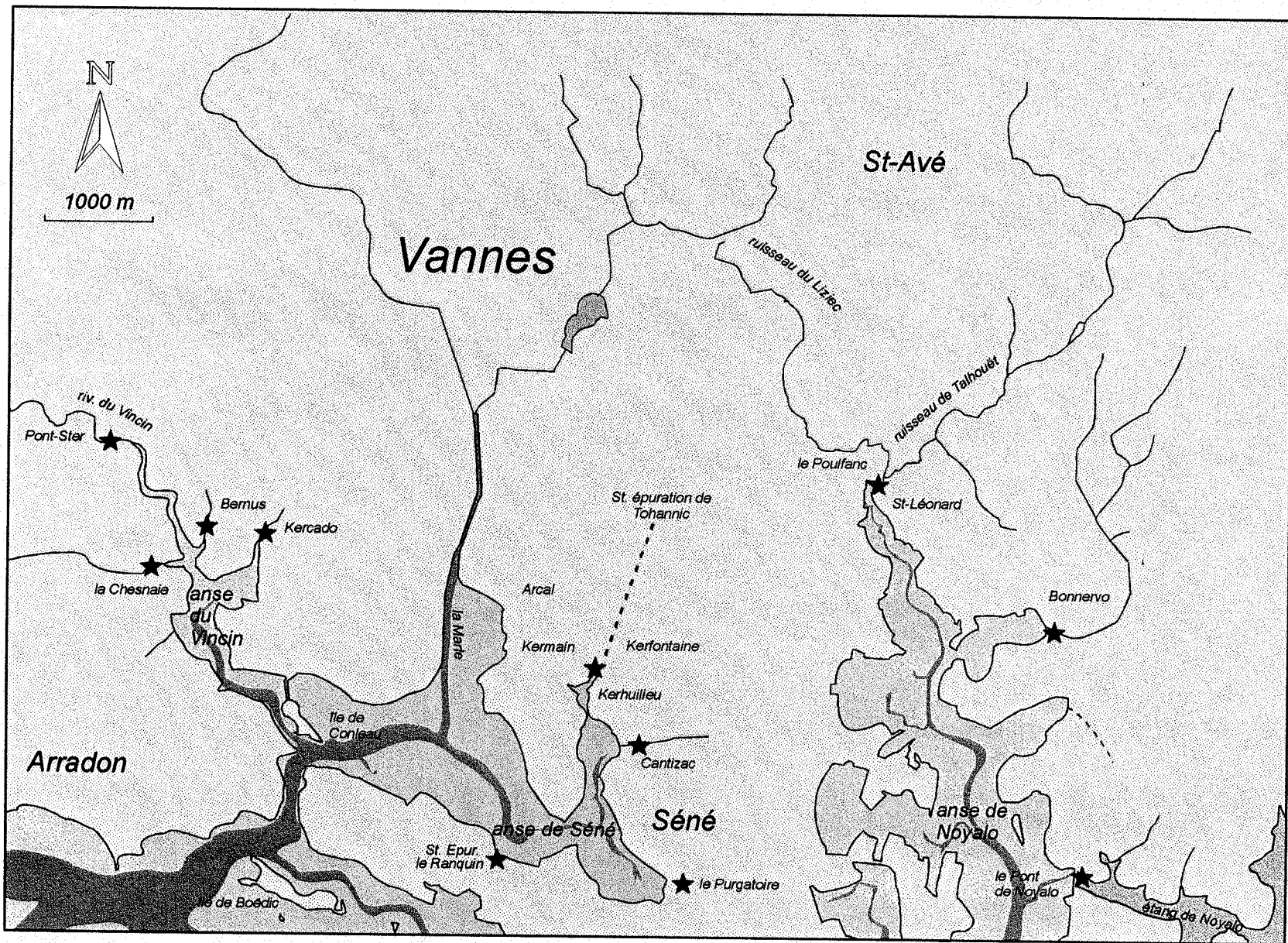
Concernant la Marle et le déversoir de Noyalo, nous regretterons l'état ou le manque d'équipement de suivi des flux.

Nous regretterons également le manque de données pour 1998.

Bibliographie

Coïc, D., Le Foll, D., Saisou, P. (1997) : Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne, au cours du printemps-été 1997. Rapport d'étude Maïa Infosciences.

Coïc, D., Le Niliot, P. (1998) : Suivi des flux d'azote responsables de marées vertes dans divers secteurs de Bretagne, au cours du printemps-été 1998. Rapport d'étude Maïa Infosciences.



Secteur de Vannes: localisation des stations de mesure: ★