

64024

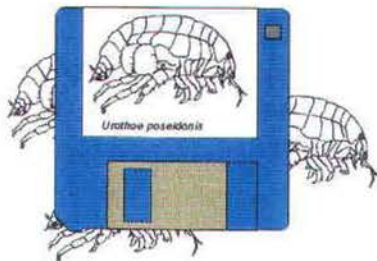
N600h201-co1-S

EEL bureau d'études

Daniel Coïc  
20 Hameau des 4 Vents  
29260 PLOUDANIEL

Tel: 98.83.23.71  
Fax: 98.83.23.71

Siret: 3319070220031, Ape: 731Z

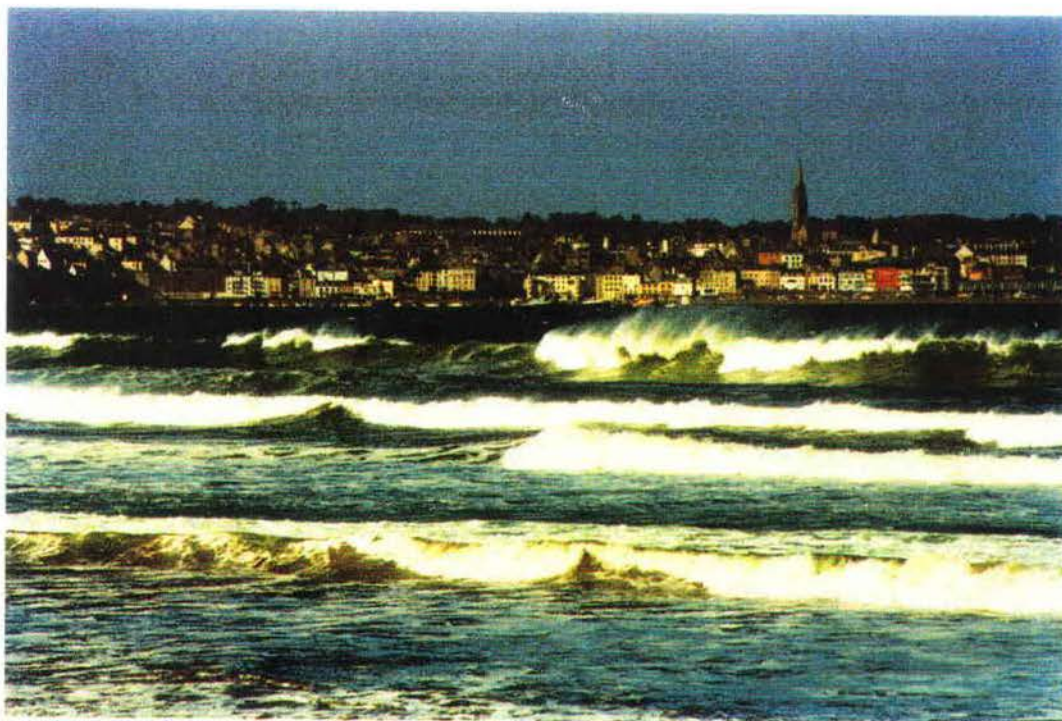


Etudes

Environnementales

Littorales et marines

## Suivi des flux de nitrate en baie de Douarnenez au cours du printemps-été 1998



25 juillet 1998



N600  
h201  
co1  
S

Contrat de prestation IFREMER n°97 2 431409 DEL du 08/12/1997

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL09568

## **Plan du rapport**

### **Introduction: objet de l'étude**

#### **1. Secteur d'étude et localisation des points de mesures**

#### **2. Méthodes**

##### **2.1. Mesures**

##### **2.2. Calendrier des mesures**

#### **3. Résultats**

##### **3.1. Résultats des mesures**

###### **3.1.1. Anse d'Ar Vechen**

###### **3.1.1.1. Débits**

###### **3.1.1.2. Concentrations**

###### **3.1.1.3. Flux**

###### **3.1.2. Anse de Sainte-Anne-la-Palud**

###### **3.1.2.1. Débits**

###### **3.1.2.2. Concentrations**

###### **3.1.2.3. Flux**

###### **3.1.3. Lieue de Grève**

###### **3.1.3.1. Débits**

###### **3.1.3.2. Concentrations**

###### **3.1.3.3. Flux**

## **3.2. Observations des marées vertes**

### **3.2.1. Tableau de synthèse des observations d'échouages**

### **3.2.2. Observations complémentaires et interprétation**

## **4. Discussion**

## **Conclusion**

Annexe 1: graphiques généraux des débits, concentrations et flux

Annexe 2: tableau récapitulatif des mesures

## **Objet de l'étude**

Cette étude s'inscrit dans le cadre du suivi pluriannuel des apports de nitrate responsables des marées vertes sur les plages de la côte est de la baie de Douarnenez. Elle concerne les cours d'eau dont les embouchures sont situées entre Douarnenez au sud et Saint-Nic au nord.

La période d'étude s'étend du début avril 1998 à la mi-juillet pendant laquelle 14 séries de mesures ont été réalisées.

Une description qualitative du développement des marées vertes à partir des observations hebdomadaires et une interprétation sont présentées.

### **1. Secteur d'étude et localisation des points de mesures**

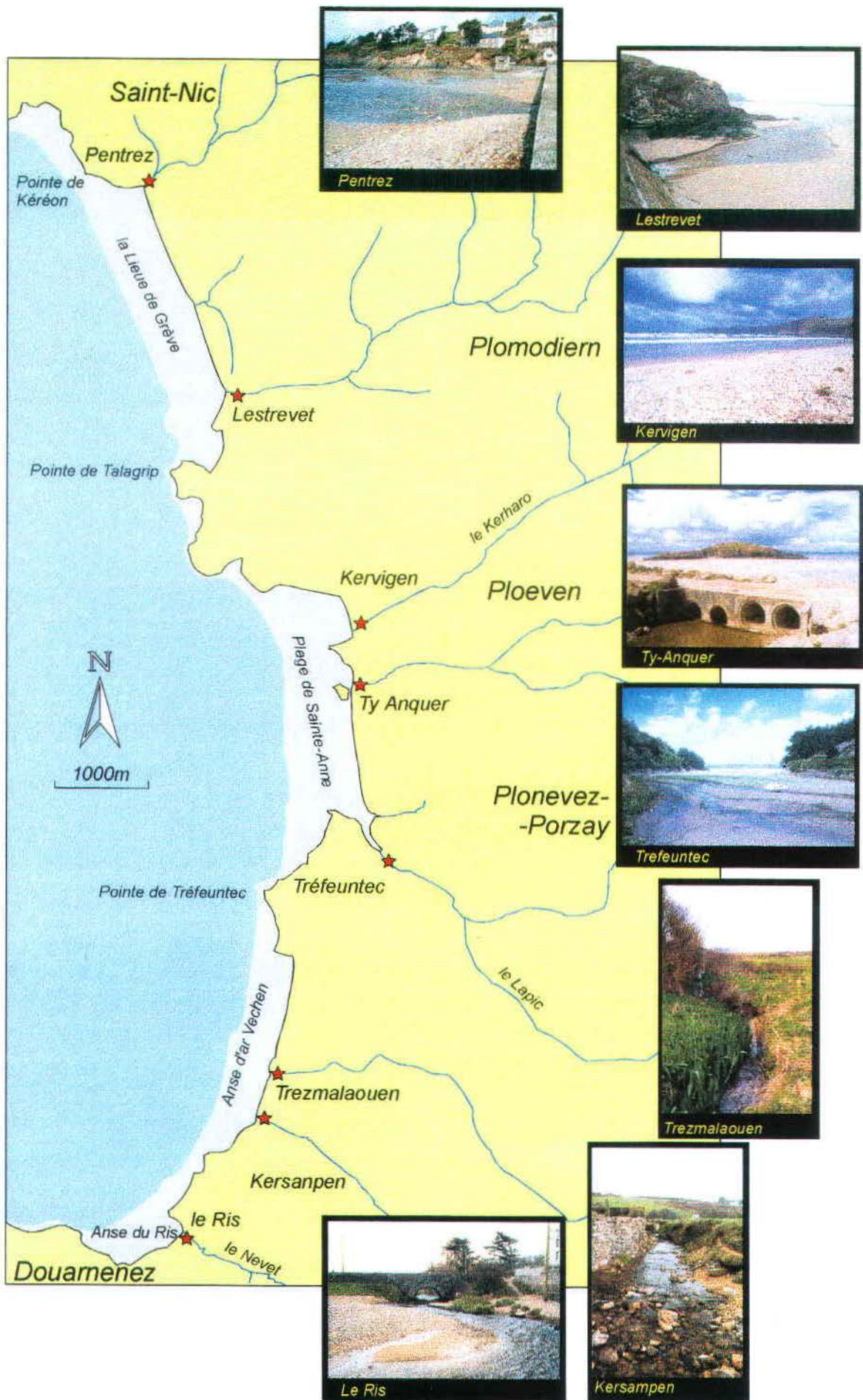
La carte, page suivante, présente le secteur d'étude et les points de mesures à l'embouchure des rivières.

Ce secteur est divisé en 3 anses séparées par les pointes de Tal ar Grip et de Tréfeuntec :

L'anse de la Lieue de Grève, au nord, reçoit les eaux de 2 ruisseaux principaux: le ruisseau de Pentrez et celui de Lestrevet.

L'anse de Sainte-Anne-la-Palud reçoit les eaux du Kerharo au nord, du Lopic au sud et du ruisseau de Ty-Anquer au centre.

L'anse d'ar Vechen reçoit le Nevet sur la plage du Ris au sud et les ruisseaux de Kersampen et de Trezmalaouen sur la plage de Trezmalaouen.



Baie de Douarnenez, localisation des stations de mesures : ★

## 2. Méthodes

### 2.1. Mesures

A chaque station, le débit et la concentration de nitrate sont mesurés.

#### Mesure du débit:

La vitesse du courant est mesurée à l'aide d'un courantomètre OTT (système hélice - compte-tours).

Elle est relevée à différentes hauteurs, sur plusieurs verticales d'une section transversale de la rivière.

Un logiciel permet de calculer le débit en intégrant différents paramètres (coefficients de rives et de fond, étalonnage de l'hélice).

#### Mesure de la concentration de nitrate:

Le dosage de la concentration de nitrate est réalisé par le Laboratoire Municipal de Brest.

#### Calcul du flux:

Le débit,  $Q$ , étant exprimé en  $m^3/s$ , la concentration,  $C$ , en  $mg/l$ , le flux,  $F$  (en  $kg/jour$ ) est calculé comme suit:

$$F = 86,4 \times Q \times C$$

### 2.2. Calendrier des mesures

Elles ont été réalisées les 3/4, 17/4, 24/4, 30/4, 7/5, 15/5, 22/5, 28/5, 5/6, 11/6, 18/6, 25/6, 2/7 et 17/7/98.

La périodicité est hebdomadaire sauf pour les première et dernière mesures espacées de la suivante ou précédente de quinze jours. L'étude s'étale donc sur seize semaines.

### 3. Résultats

#### 3.1. Résultats des mesures

L'ensemble des résultats des mesures est présenté en annexe.

##### 3.1.1. Anse d'Ar Vechen

###### 3.1.1.1. Débits

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

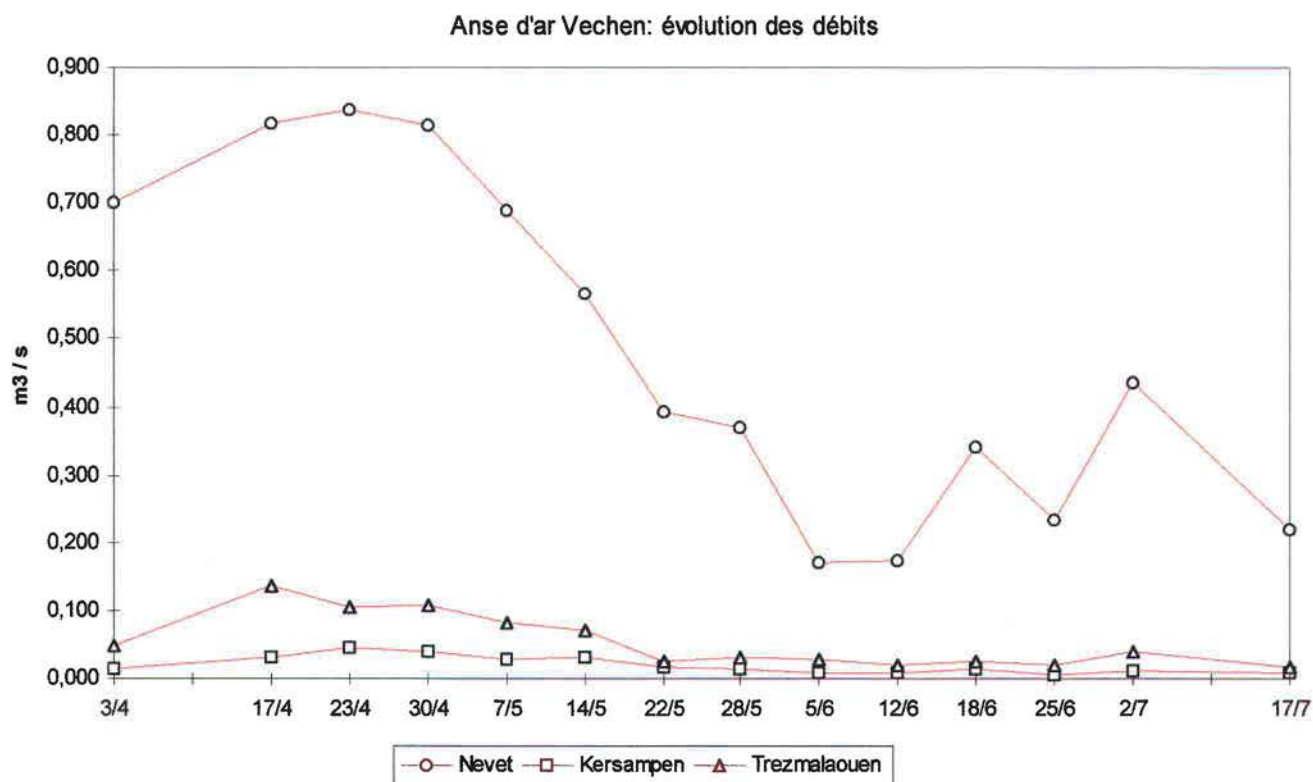


Tableau synthétique des débits

Débit (litres / s)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Nebet	483	172	836	664
Kersampen	20	5	45	40
Trezmalaouen	54	17	136	119

La courbe de débit du Névet, illustre les conditions pluviométriques de cette période : un mois d'avril pluvieux, le mois de mai plus sec et les mois de juin et juillet sous l'influence de plusieurs dépressions.

### 3.1.1.2. Concentrations

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

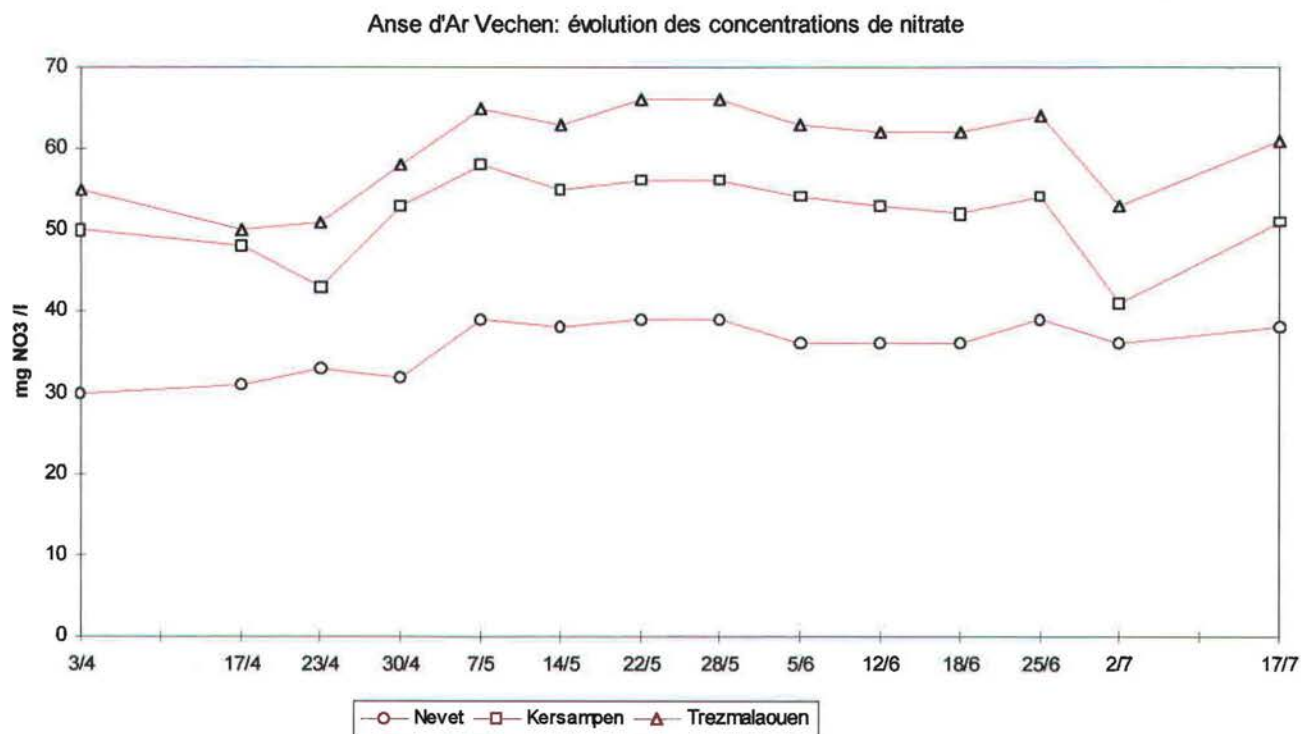


Tableau synthétique des concentrations:

Concentration de NO3 (mg/l)	moyenne	minimale	maximale	Amplitude
Nebet	36	30	39	9
Kersampen	52	41	58	17
Trezmalaouen	60	50	66	16

Au cours de la période, la concentration de nitrate du Nevet évolue peu (amplitude de 7 mg/l). Celles des ruisseaux de Kersampen et de Trezmalaouen sont plus élevées et plus sensibles à la dilution lors des épisodes pluvieux d'avril et de début juillet.



### 3.1.1.3. Flux

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

Anse d'ar Vechen: évolution des flux de nitrate

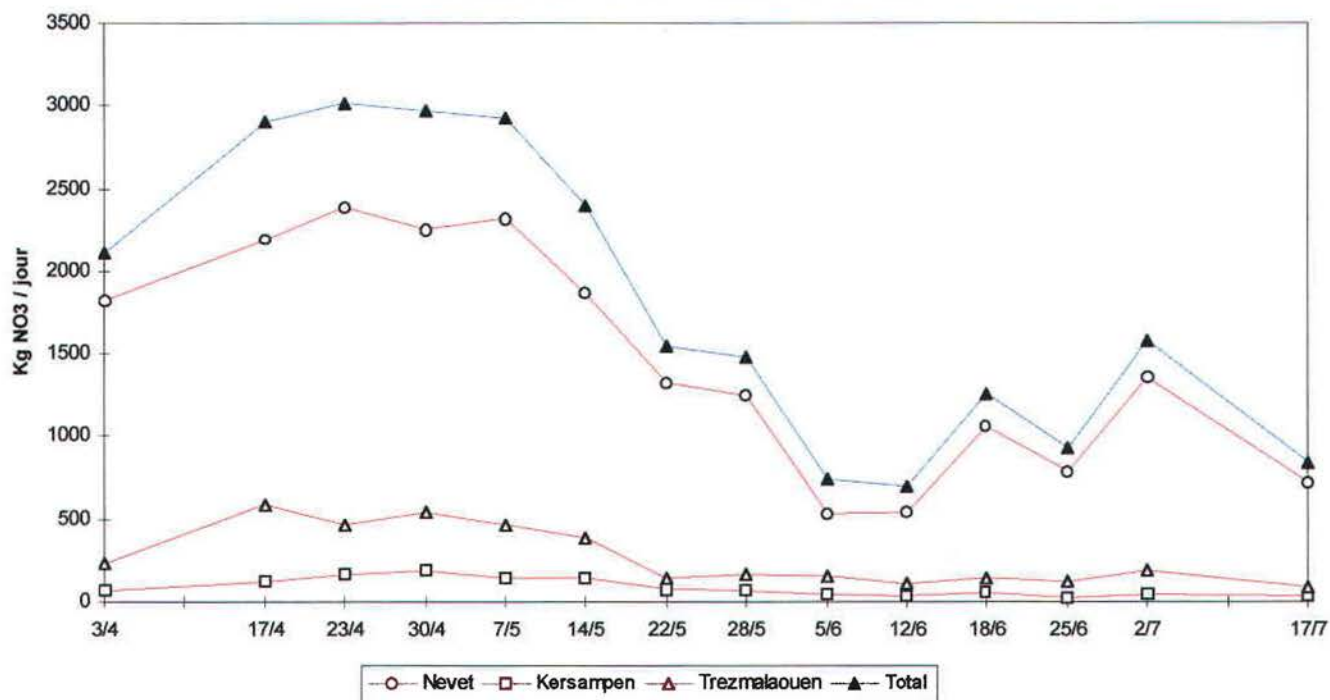
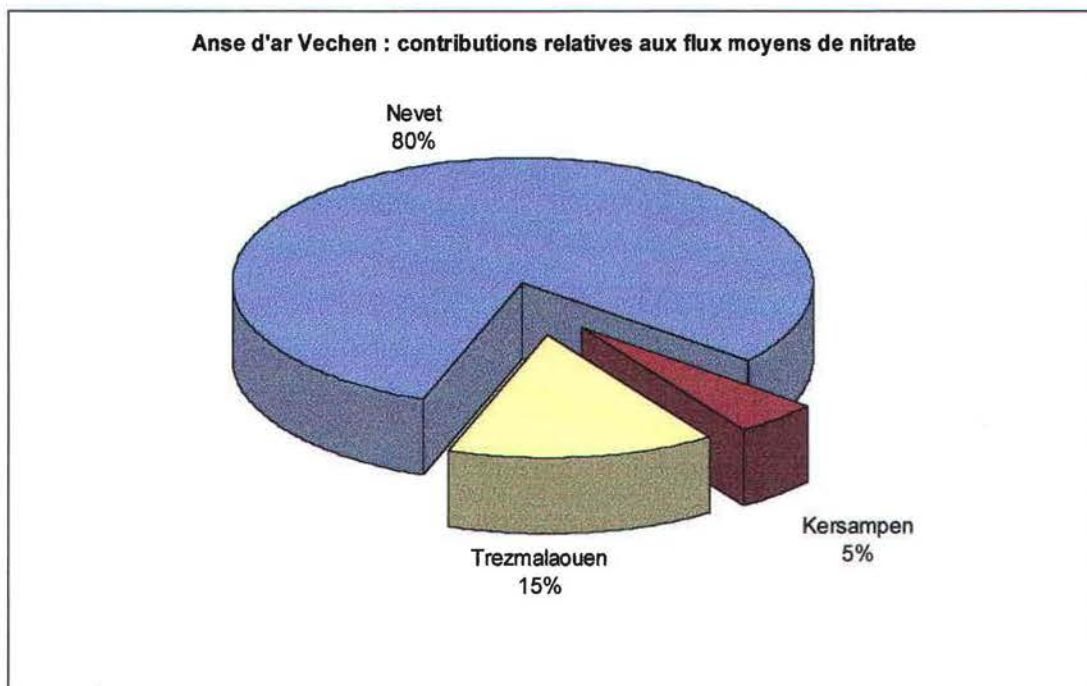


Tableau synthétique des flux:

Flux de NO3 (Kg/j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Nebet	1457	535	2384	1849
Kersampen	86	23	183	160
Trezmalaouen	271	90	588	498
Total	1815	690	3018	2328

Du fait de la faible évolution des concentrations de nitrate du Nevet, la courbe d'évolution des flux reproduit celle des débits.

Le graphique suivant présente les contributions relatives moyennes de chacun des cours d'eau:



Le Nevet est le principal fournisseur de nitrate dans l'anse d'ar Vechen. Les ruisseaux de Kersampen et de Trezmalaouen peuvent tout de même apporter plus de 750 kg/j de nitrate lors des périodes de forts débits.

### 3.1.2. Anse de Sainte-Anne-la-Palud

#### 3.1.2.1. Débits

Le graphique suivant présente l'évolution des débits:

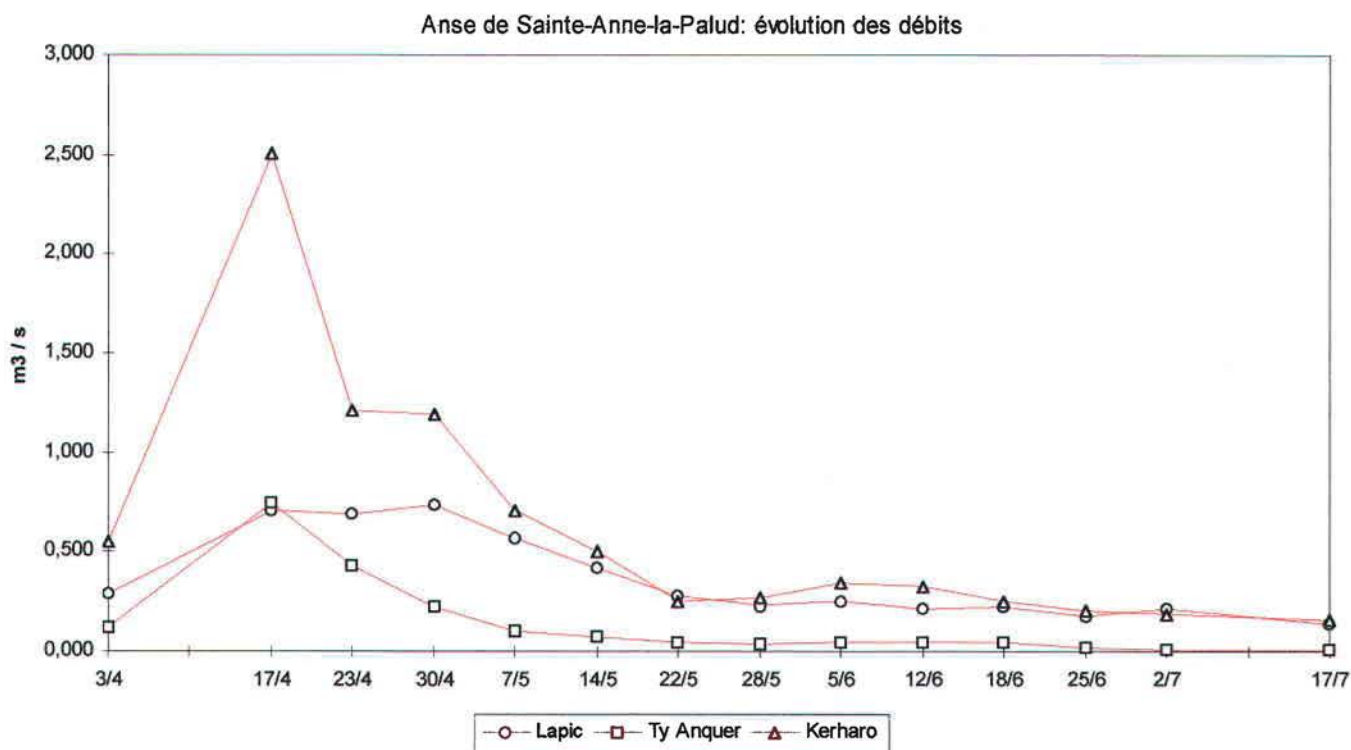


Tableau synthétique des débits:

Débits (l/s)	moyen	minimal	Maximal	Amplitude
Lapic	367	144	735	591
Ty Anquer	141	10	748	738
Kerharo	619	157	2349	2349

Les fortes pluies de mi-avril ont plus affecté les bassins versants du Kerharo et du ruisseau de Ty Anquer. A partir de début mai, les débits du Kerharo et du Lapic ont été sensiblement égaux.

On remarquera la stabilité des débits à partir du 22 mai.

### 3.1.2.2. Concentrations

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

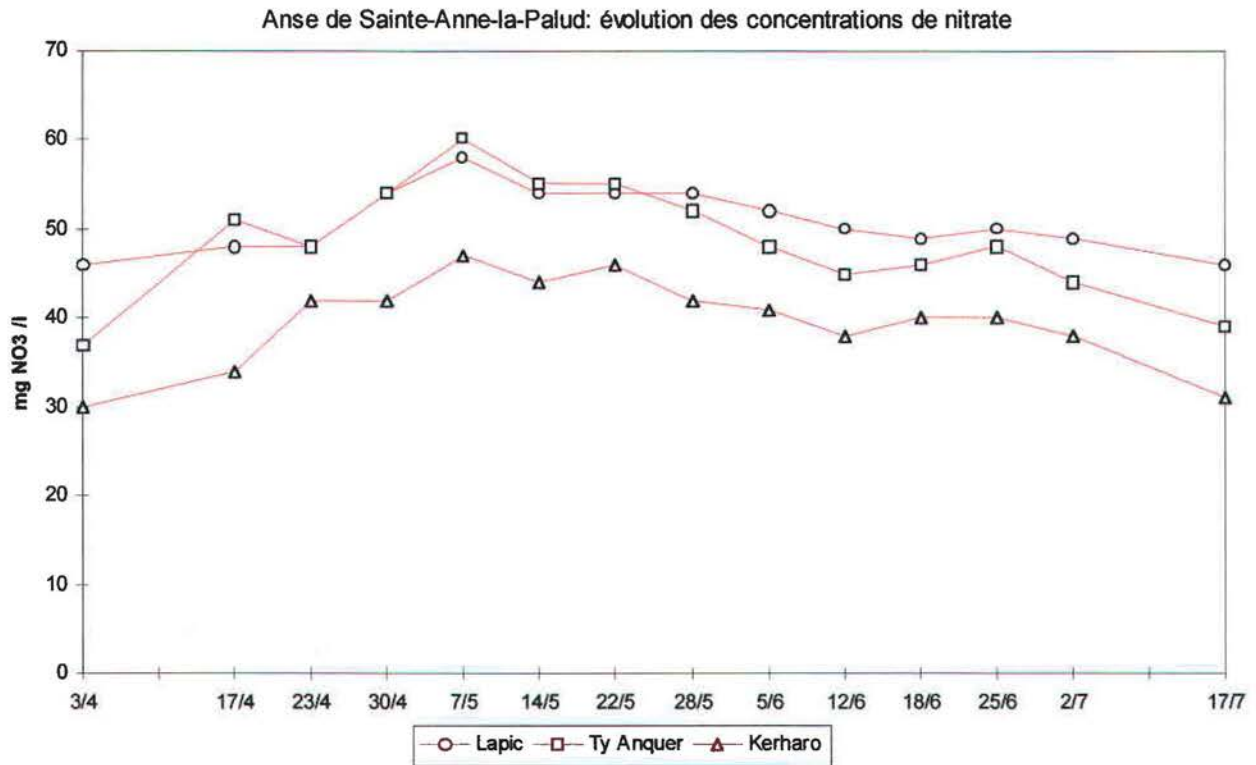


Tableau synthétique des concentrations de nitrate:

Concentration de NO <sub>3</sub> (mg/l)	moyenne	minimale	maximale	Amplitude
Lapic	51	46	58	12
Ty Anquer	50	37	60	23
Kerharo	41	30	47	17

Le Lapic présente moins de variation de concentration de nitrate. Les deux autres cours d'eau ont des courbes d'évolution parallèles caractérisées par un effet de dilution en avril et une baisse continue à partir du deuxième décan de mai.

### 3.1.2.3. Flux

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

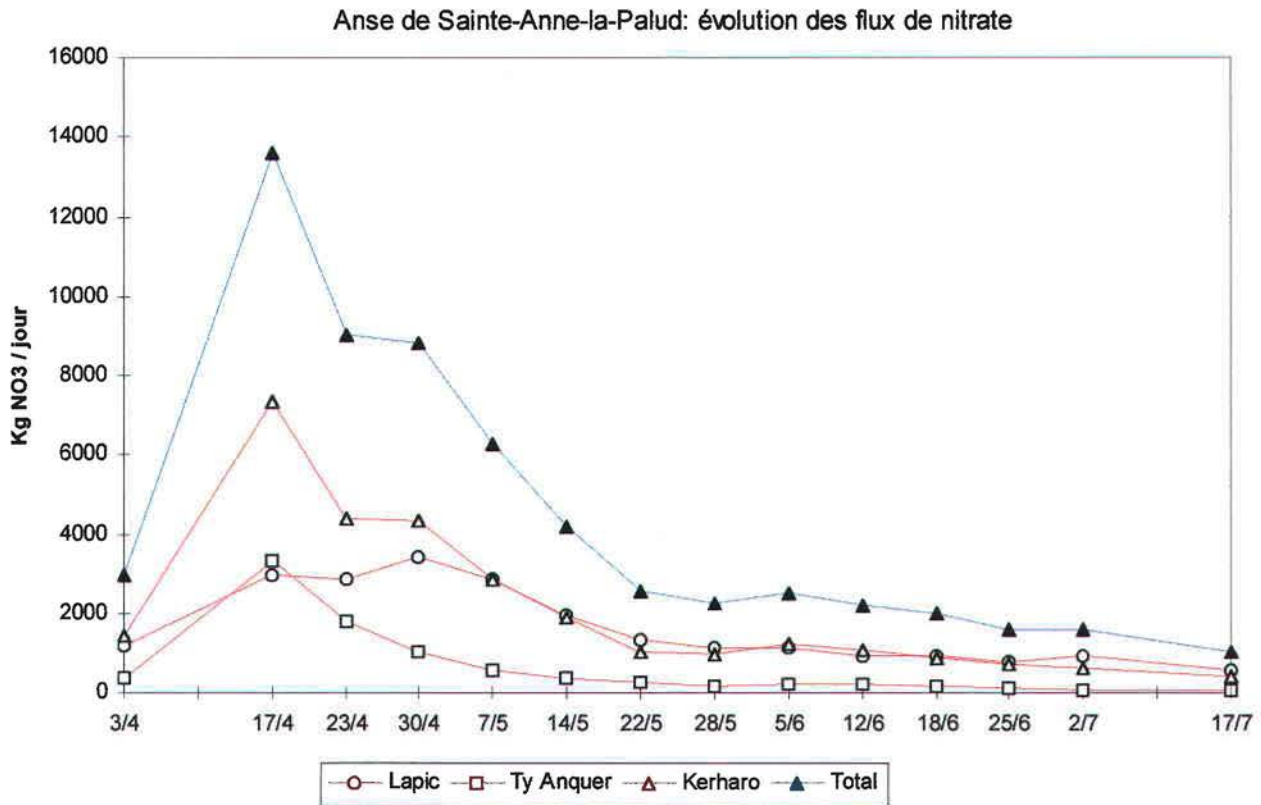
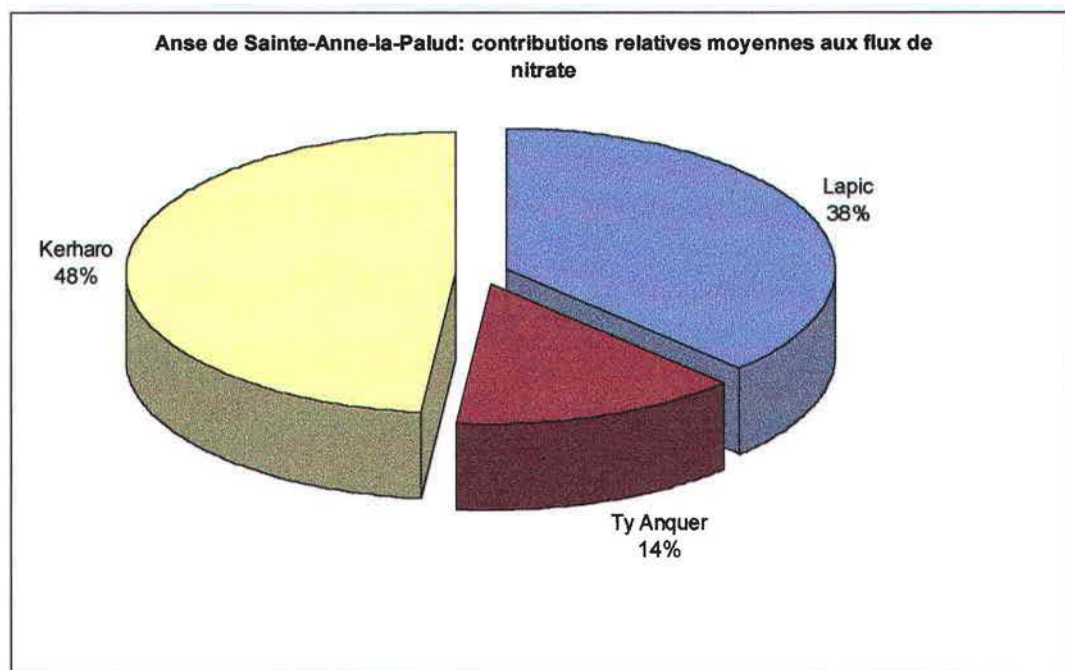


Tableau synthétique des flux de nitrate:

Flux de NO3 (Kg/j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Lapis	1625	572	3429	2857
Ty Anquer	609	38	3296	3258
Kerharo	2086	421	7362	6941
Total	4321	1037	13610	12574

Lors de la crue du 17 avril, les apports du ruisseau de Ty Anquer dépassent ceux du Lapis.

Le graphique suivant présente les contributions relatives aux flux moyens de nitrate des différents cours d'eau affluents de l'anse de Sainte-Anne-la-Palud.



En moyenne, le Kerharo a représenté près de 50% des flux. Cette valeur intègre les forts apports d'avril.

Lors des périodes plus *sèches*, à partir de mi-mai, le Lapid et le Kerharo ont des flux de nitrate voisins.

La contribution du ruisseau de Ty Anquer varie de 24,2% lors des épisodes fortement pluvieux à 3,7% en juillet.

### 3.1.3. Lieue de Grève

#### 3.1.3.1. Débits

Le graphique suivant présente l'évolution des débits des ruisseaux de Pentrez et Lestrevet:

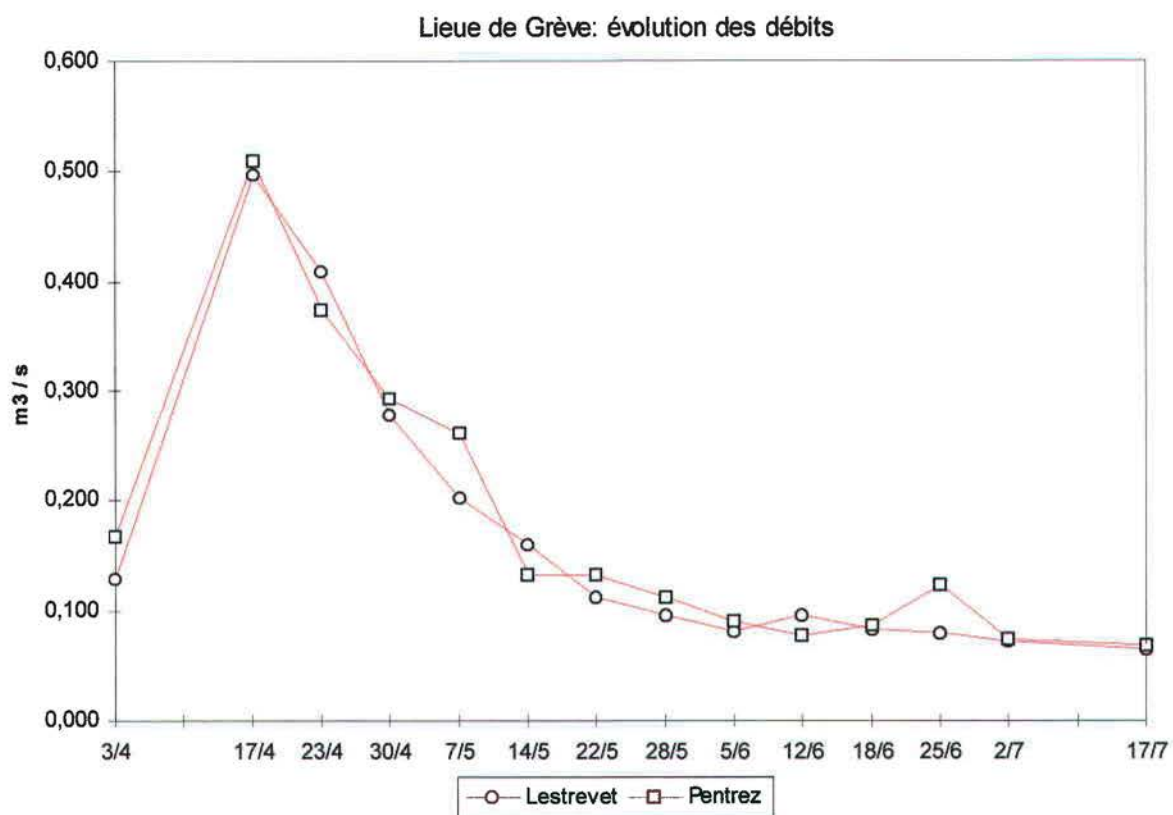


Tableau synthétique des débits:

Débits (l/s)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Lestrevet	168	65	497	432
Pentrez	179	68	509	441

On remarque que ces deux cours d'eau ont des débits très proches.

### 3.1.3.2. Concentrations

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

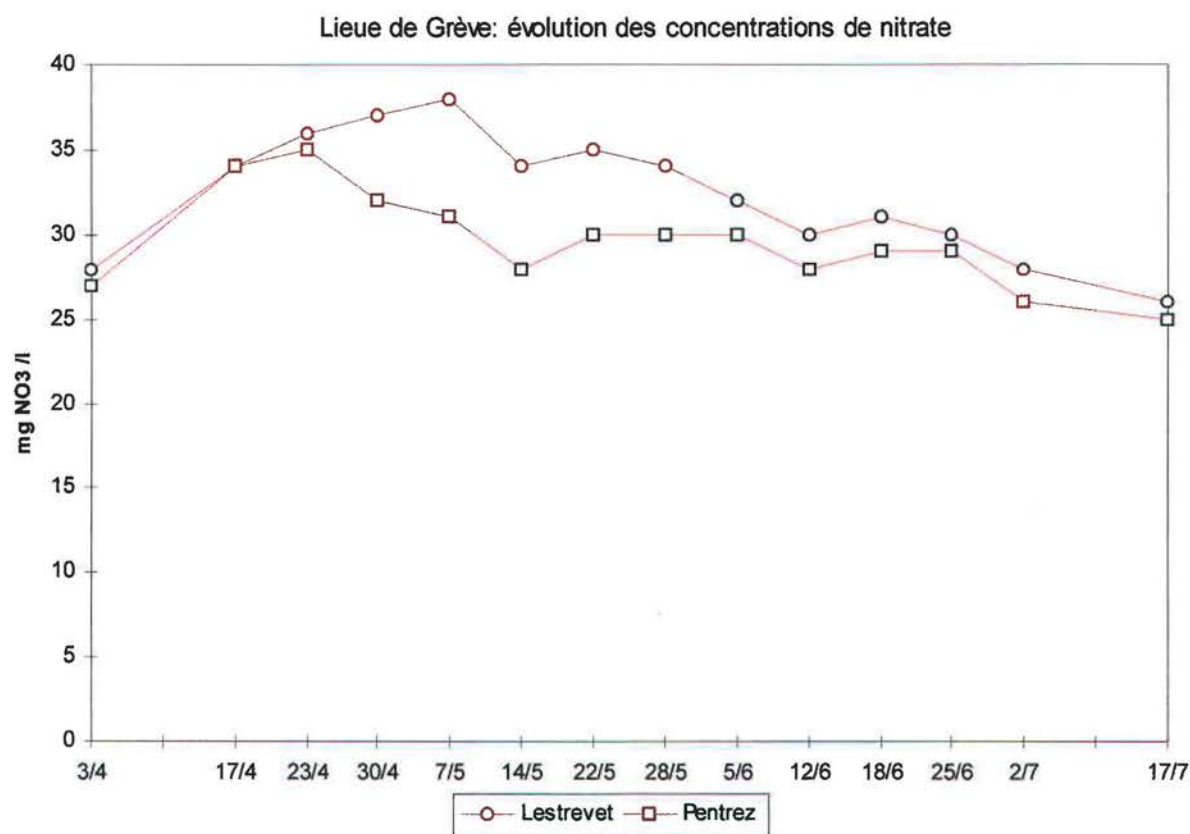


Tableau synthétique des concentrations de nitrate:

Concentrations de NO <sub>3</sub> (mg/l)	moyenne	minimale	maximale	amplitude
Lestrevet	32	26	38	12
Pentrez	30	25	35	10

Les concentrations de nitrate de ces deux rivières sont les moins élevées de l'ensemble des cours d'eau suivis.



### 3.1.3.3. Flux

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

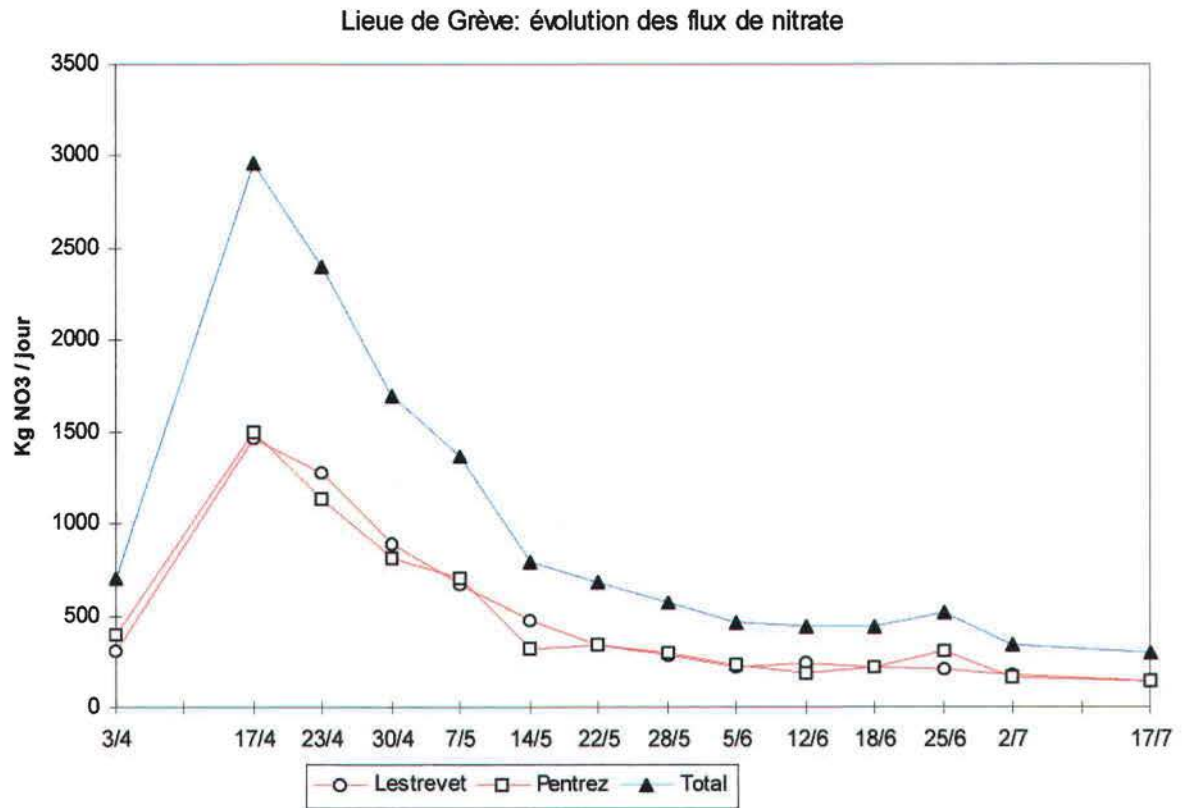


Tableau synthétique des flux de nitrate:

Flux de NO3 (Kg/j)	moyen	minimal	maximal	Amplitude
Lestrevet	493	146	1460	1314
Pentrez	481	147	1495	1348
Total	975	293	2955	2662

La contribution relative de chacun des deux ruisseaux au flux moyen de nitrate est de 50%.

## **3.2. Observations des marées vertes**

### **3.2.1. Tableau de synthèse des échouages**

Le tableau de la page suivante présente les observations d'échouages ou de présence de masses d'algues dans l'eau.

A partir de ce tableau on peut établir une classification des sites :

**Secteurs fréquemment soumis aux échouages** (plus de 6 observations) : le Ris, sud et centre de Trezmalaouen, sud de l'anse de Sainte-Anne-la-Palud, sud de la Lieue de Grève.

**Secteurs moyennement soumis aux échouages** (3 à 6 observations) : centre et nord de la plage de Sainte-Anne-la-Palud, plage de Ty Anquer.

**Secteurs peu soumis aux échouages** (1 ou 2 observations) : nord de Trezmalaouen (Kervel), plage de Kervigen.

**Secteurs rarement soumis aux échouages** (aucune observation) : centre et nord de la Lieue de Grève.

## Observations des échouages

date	Anse d'Ar Vechen						Anse de Sainte-Anne-la-Palud						Lieu de Grève					
	le Ris			Trezmalaouen-Kervel			Sainte-Anne-la-Palud			Ty Anquer			Kervigen			sud	centre	nord
	sud	centre (Nevet)	nord	sud	centre	nord (Kervel)	sud (Lapic)	centre	nord	sud	nord	sud	centre (Kerharo)	nord				
3/4/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/4/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/4/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/4/98	-	-	x	off, p	p	-	-	off	-	-	-	-	-	off	x	-	off	-
7/5/98	-	-	-	-	off	off	off	-	-	off	off	-	off	off	p, off	off	off	off
14/5/98	-	pp	pp	off, p	off, p	off	pp, off	off	off	pp	off	-	off	off	-	-	off	off
22/5/98	ppp	pp	pp	p, off	off	-	ppp	-	-	off	off	-	off	off	pp	off	off	off
28/5/98	-	-	-	ppp	ppp	-	ppp	-	-	pp	off	-	off	off	pp	x	off	off
5/6/98	ppp	ppp	ppp	pp	pp	-	-	-	pp	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	pp	-	-	-
12/6/98	ppp	ppp	ppp	p	p, off	-	-	off	-	-	-	-	-	off	-	-	-	-
18/6/98	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	-	ppp	ppp	-	p, off	off	-	off	off	pp	-	-	-
25/6/98	p	p	p	p	p, off	-	p, off	-	-	-	-	-	x	x	off	pp	x	x
2/7/98	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	x	ppp	ppp	ppp	x	x	ppp	x	x	x
17/7/98	ppp	ppp	ppp	ppp	ppp	-	p	ppp	ppp	ppp	ppp	-	-	-	pp	-	-	-

p = échouage sur la plage (ppp: échouage massif )

off = masses en mer (offshore)

- = pas d'échouage, masses dans l'eau non observées

x = météo empêchant l'observation des algues immergées, pas d'échouage

Echouages du 28/05/1998  
coefficient de marée 98 descendant, absence de rouleaux



Le Ris (rive sud)



Le Ris (centre)



Trezmalaouen (centre)

Echouages du 18/06/1998  
coefficient de marée 60, absence de rouleaux



Trezmalaouen (rive sud)



Trezmalaouen (centre)



Lestrevet (rive sud)



Ty Anquer



Kervigen (rive sud)



Kervigen (rive nord)



Trezmalaouen (centre)



Trezmalaouen (rive sud)

**Echouages du 5/06/1998**  
coefficient de marée 47 montant, absence de rouleaux

### 3.2.2. Observations complémentaires et interprétation

Comme en 1997, dès le mois d'avril, une prolifération a été observée au débouché de tous les cours d'eau, dans la zone de mélange des eaux.

Cette année, sont parvenus des témoignages de pêcheurs constatant des accumulations d'algues vertes en mer ( M. Merceron, comm. pers.).

La classification montre que certains sites, bien que sièges de production d'ulves, ne sont pas affectés (Pentrez) ou peu affectés par les échouages (Kervigen, nord de Sainte-Anne-la-Palud, nord de l'anse d'ar Vechen). Les anses du sud sont plus souvent touchées et les rives sud de toutes les anses également.

Ces constatations révèlent que les masses d'algues produites aux débouchés des cours d'eau sont prises en charges par les mouvements hydrodynamiques locaux les conduisant préférentiellement vers le sud et/ou vers le large.

Les 25 juin et 17 juillet, après le passage d'une dépression, les rouleaux bien formés par un vent de nord-ouest ont déposé sur l'estran de Kervigen et de la Lieue de Grève de nombreux amas d'algues brunes (Fucus, Himanthales...) mais pas d'ulves.

Le 25 juin à Trezmalaouen, des témoins nous ont dit que l'échouage massif de la veille avait été repris par la mer au cours de la nuit.

Le 17 juillet toujours à Trezmalaouen une heure après la pleine mer, nous avons observé la reprise de l'échouage précédent par les rouleaux au reflux.

Les échouages massifs se produisent préférentiellement dans les secteurs sud des anses et en fonction de l'état de la mer. Les coups de vents d'ouest sont générateurs de rouleaux qui semblent former un barrage aux échouages d'ulves et reprennent les échouages des jours précédents.

La différence de comportement des ulves et des algues brunes en dérive s'explique par le fait que ces dernières se trouvent en surface, poussées par le vent et portées par les rouleaux vers la plage. Au fond, sous la houle et les rouleaux, les ulves sont soumises à un mouvement opposé.

## Discussion

La comparaison du tableau de synthèse des observations d'échouages de 1998 et de 1997 (Coïc, 1997) fait apparaître une augmentation du nombre d'événements de 33 en 1997 à 75 en 1998 (nous appelons *événement* un couple secteur-échouage).

Pour appréhender les causes de cette augmentation, les tableaux suivants présentent les valeurs moyennes des paramètres mesurés en 1997 et 1998 :

### Débits :

Débits moyens (l/s)	1997	1998	% de variation [100 x ( 98-97)/97]
Nevet	229	483	+111%
Kersampen	8	20	+145%
Trezmalaouen	23	54	+137%
Lapic	129	367	+184%
Ty Anquer	19	141	+641%
Kerharo	145	619	+327%
Lestrevet	47	168	+258%
Pentrez	52	179	+244%

On remarque que les débits moyens ont partout été en très forte augmentation. Les maximum sont atteints dans la partie centrale avec le Kerharo et le ruisseau de Ty Anquer.

### Concentrations de nitrate :

Concentrations moyennes de NO <sub>3</sub> (mg/l)	1997	1998	% de variation [100 x ( 98-97)/97]
Nevet	35	36	+3%
Kersampen	52	52	0%
Trezmalaouen	60	60	0%
Lapic	44	51	+16%
Ty Anquer	30	50	+67%
Kerharo	34	41	+21%
Lestrevet	27	32	+19%
Pentrez	25	30	+20%

Les augmentations de concentrations moyennes de nitrate sont plus accentuées dans les secteurs où les augmentations de débits moyens sont les plus fortes.

Ces augmentations sont-elles liées à la pluviosité ou aux pratiques agricoles ?

### Flux de nitrate :

Flux moyens de NO <sub>3</sub> (kg/jour)	1997	1998	% de variation [100 x ( 98-97)/97]
Nevet	696	1457	+109%
Kersampen	38	86	+128%
Trezmalaouen	120	271	+126%
Lapic	513	1625	+217%
Ty Anquer	61	609	+899%
Kerharo	439	2086	+375%
Lestrevet	111	493	+344%
Pentrez	113	481	+326%

Les secteurs du centre et du nord, avec des augmentations plus fortes de débits et de concentrations, voient leurs flux moyens de nitrate amplifiés d'un facteur de 4 voir 10 pour le ruisseau de Ty Anquer (61 à 609 kg/j).

Le flux de nitrate total, pour l'ensemble des secteurs, est passé de 2091 à 7110 kg/j soit une augmentation de 240% entre 1997 et 1998.

L'explication de l'accroissement du nombre d'échouages entre 1997, au printemps sec, et 1998 bien plus arrosé, tient essentiellement aux conditions météorologiques :

La pluviométrie accentue les flux de nitrate et la production d'ulves

La force et la direction du vent déterminent le devenir des masses d'algues : échouages ou dérive vers le large et enrichissement du (des) stock(s) offshore.



## Conclusion

Le printemps-été 1998 a été caractérisé par une pluviosité bien supérieure à la même période de 1997. Cela s'est traduit par une forte progression des flux de nitrate, de + 109% pour le Nevet à + 899% pour le ruisseau de Ty Anquer.

Pour l'ensemble de la zone d'étude le flux moyen de nitrate a été de 7110 kg/jour en progression de 240%.

Les observations et les témoignages font apparaître que les conditions hydrodynamiques et météorologiques sont des facteurs déterminants des échouages et qu'une part importante de la production n'échoue pas et enrichit un stock offshore en cours d'évaluation par IFREMER / DEL.

Cette compréhension nouvelle du phénomène des marées vertes en baie de Douarnenez implique qu'il convient de considérer que les cours d'eau participent conjointement à l'enrichissement de ce stock offshore et non plus uniquement aux échouages affectant localement leurs sites.

Quelle y est la part de la biomasse échouée par rapport à la biomasse produite ?

Que deviennent ces stocks offshore et quelles nuisances leur développement engendrera-t-il ?

Ces questions doivent orienter les travaux futurs.

## Flux de nitrate en baie de Douarnenez en 1998

### 1. Concentrations

mg NO <sub>3</sub> / l	3/4/98	17/4/98	23/4/98	30/4/98	7/5/98	14/5/98	22/5/98	28/5/98	5/6/98	12/6/98	18/6/98	25/6/98	2/7/98	17/7/98
Nevet	30	31	33	32	39	38	39	39	36	36	36	39	36	38
Kersampen	50	48	43	53	58	55	56	56	54	53	52	54	41	51
Trezmalaouen	55	50	51	58	65	63	66	66	63	62	62	64	53	61
Lapic	46	48	48	54	58	54	54	54	52	50	49	50	49	46
Ty Anquer	37	51	48	54	60	55	55	52	48	45	46	48	44	39
Kerharo	30	34	42	42	47	44	46	42	41	38	40	40	38	31
Lestrevet	28	34	36	37	38	34	35	34	32	30	31	30	28	26
Pentrez	27	34	35	32	31	28	30	30	30	28	29	29	26	25

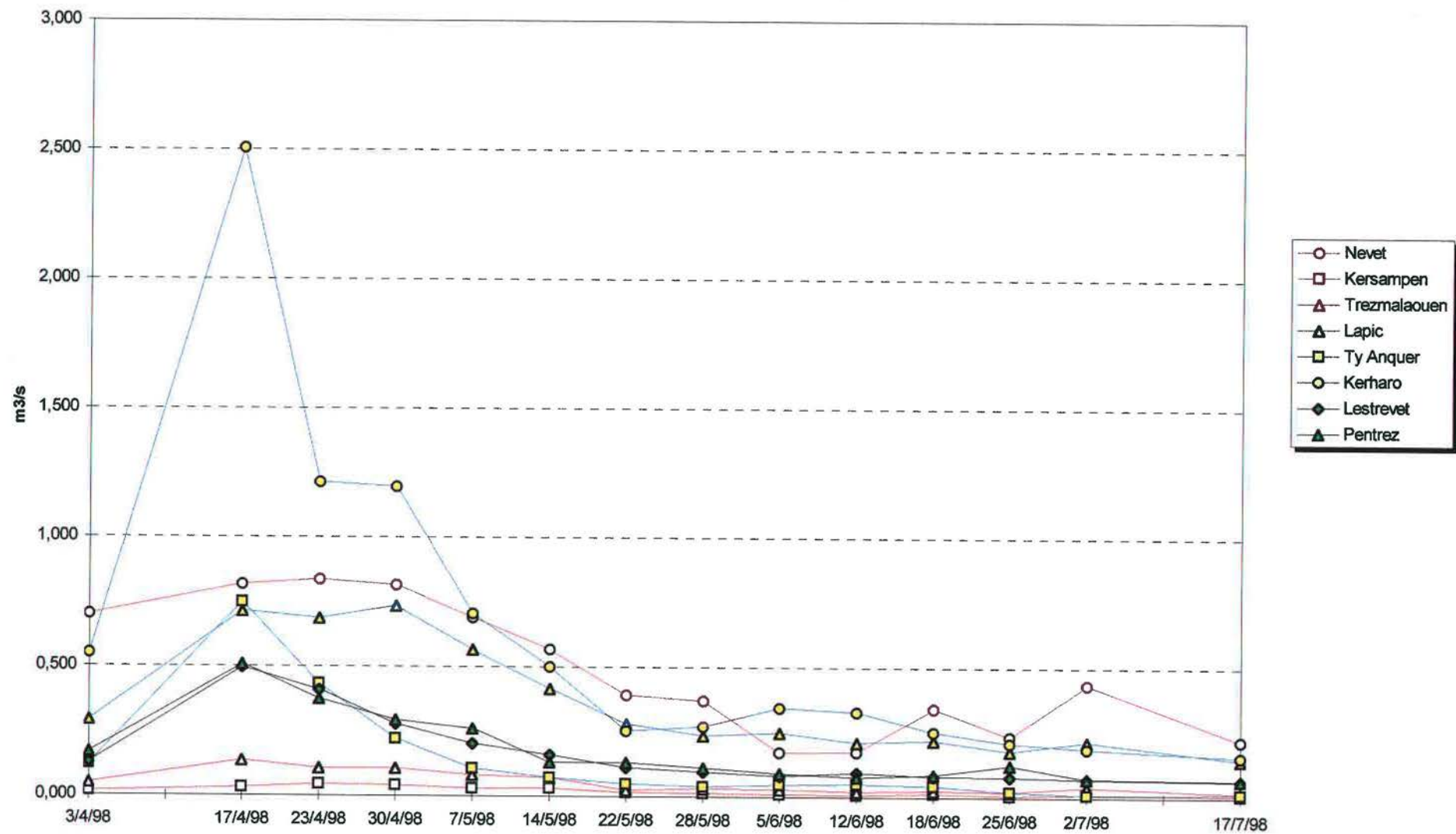
### 2. Débits

m <sup>3</sup> / s	3/4/98	17/4/98	23/4/98	30/4/98	7/5/98	14/5/98	22/5/98	28/5/98	5/6/98	12/6/98	18/6/98	25/6/98	2/7/98	17/7/98
Nevet	0,702	0,817	0,836	0,815	0,689	0,567	0,393	0,371	0,172	0,174	0,342	0,233	0,435	0,219
Kersampen	0,015	0,030	0,045	0,040	0,029	0,031	0,016	0,013	0,009	0,008	0,013	0,005	0,012	0,008
Trezmalaouen	0,048	0,136	0,106	0,107	0,082	0,072	0,026	0,030	0,029	0,021	0,026	0,021	0,041	0,017
Lapic	0,291	0,712	0,685	0,735	0,566	0,416	0,281	0,236	0,247	0,210	0,219	0,177	0,214	0,144
Ty Anquer	0,119	0,748	0,432	0,221	0,107	0,072	0,049	0,038	0,047	0,050	0,043	0,022	0,010	0,013
Kerharo	0,550	2,506	1,214	1,195	0,706	0,500	0,253	0,270	0,343	0,328	0,251	0,209	0,188	0,157
Lestrevet	0,128	0,497	0,409	0,278	0,203	0,160	0,112	0,096	0,081	0,095	0,082	0,080	0,071	0,065
Pentrez	0,168	0,509	0,374	0,293	0,261	0,132	0,132	0,113	0,090	0,078	0,087	0,123	0,073	0,068

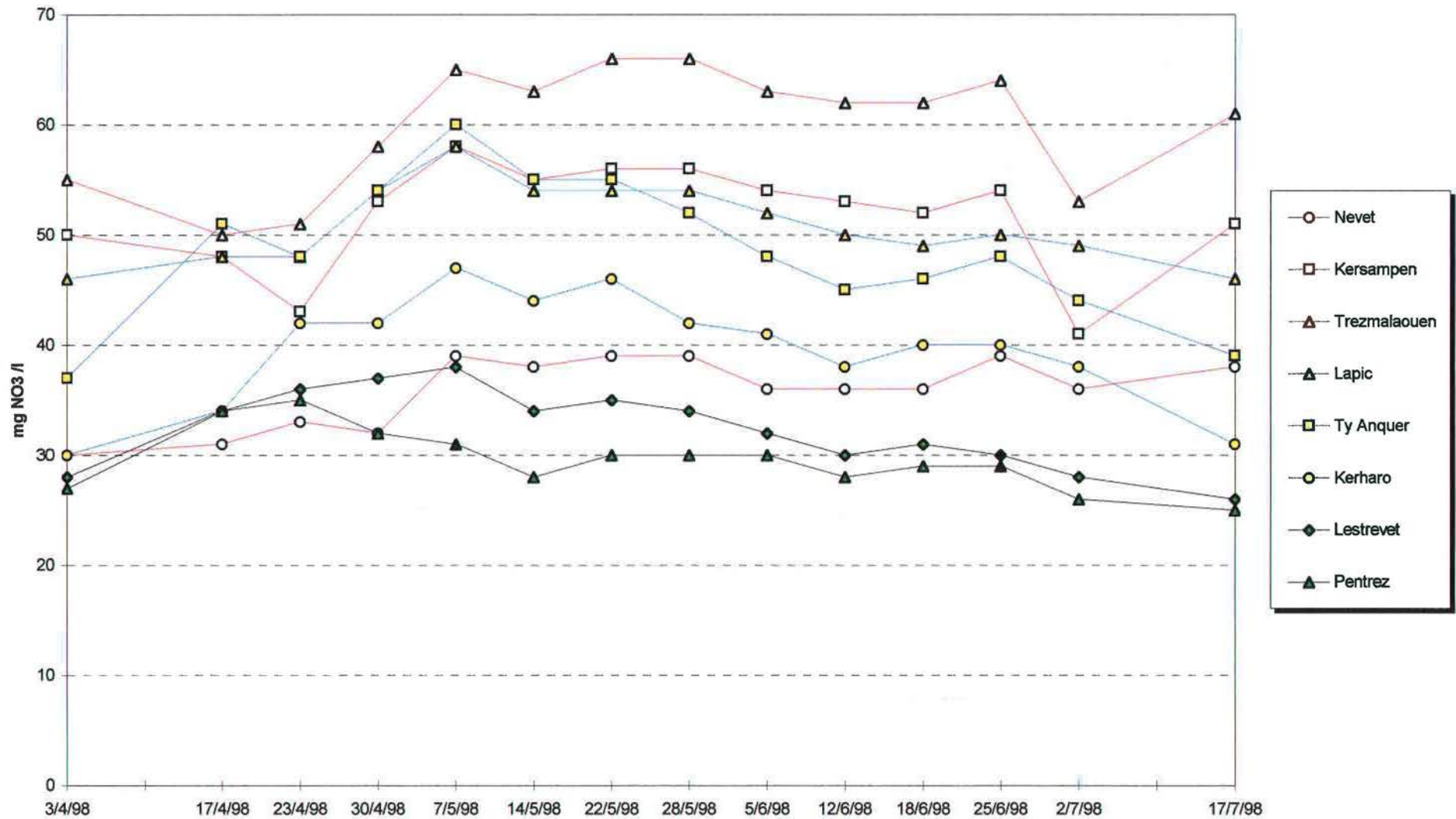
### 3. Flux

kg/j	3/4/98	17/4/98	23/4/98	30/4/98	7/5/98	14/5/98	22/5/98	28/5/98	5/6/98	12/6/98	18/6/98	25/6/98	2/7/98	17/7/98
Nevet	1820	2188	2384	2253	2322	1862	1324	1250	535	541	1064	785	1353	719
Kersampen	65	124	167	183	145	147	77	63	42	37	58	23	43	35
Trezmalaouen	228	588	467	536	461	392	148	171	158	112	139	116	188	90
Lapic	1157	2953	2841	3429	2836	1941	1311	1101	1110	907	927	765	906	572
Ty Anquer	380	3296	1792	1031	555	342	233	171	195	194	171	91	38	44
Kerharo	1426	7362	4405	4336	2867	1901	1006	980	1215	1077	867	722	617	421
Lestrevet	310	1460	1272	889	666	470	339	282	224	246	220	207	172	146
Pentrez	392	1495	1131	810	699	319	342	293	233	189	218	308	164	147

Baie de Douarnenez: évolution des débits



Baie de Douarnenez: évolution des concentrations de nitrate



Baie de Douarnenez: évolution des flux journaliers de nitrate

