

# LOIRE ESTUAIRE

## Cellule de mesures et de Bilans de la Loire

LOIRE ESTUAIRE  
Cellule de mesures et de bilans

### Etude des peuplements macrobenthiques de la Loire Site de Ingrandes



**RIVE**

*Gestion des cours d'eau et des zones humides*

**ETUDE - CONSEIL - INGENIERIE**

SARL au capital de 7 700 euros

RCS TOURS 433 888 609 : Code APE - NAF 742C

Michel Bacchi  
Pierre Alain Moriette  
**Décembre 2003**

## Préambule

Ce rapport a été demandé au bureau d'étude RIVE par la Cellule de Mesures et de Bilans de la Loire.

L'objectif de la présente étude est de caractériser les peuplements macrobenthiques du site de Ingrandes sur Loire afin de déterminer :

- D'une part la nature des peuplements présents sur ce site pour valider la modélisation des habitats réalisée avant les travaux,
- D'autre part d'analyser l'impact des travaux sur ce milieu. Il est à noter que cette analyse de l'impact des travaux sera menée non pas par comparaison avec des résultats avant travaux puisque des inventaires n'ont pas été réalisés pour dresser l'état initial du site, mais à partir des relevés réalisés dans le cadre du suivi biologique des sites référence réalisés par la DIREN de Bassin.

## Sommaire

<b>1. Présentation du site .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Présentation cartographique du site d'Ingrandes.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Carte des substrats .....	5
1.1.2. Carte des vitesses de courant .....	6
1.1.3. Carte des couples substrat vitesse .....	7
<b>1.2. Quelques illustrations photographiques .....</b>	<b>10</b>
1.2.1. Le site au démarrage des travaux (2002) .....	10
1.2.2. photographies lors des prélèvements de macroinvertébrés (8 juillet 2003) .....	11
<b>1.3. Échantillonnage de la macrofaune benthique .....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Grille d'échantillonnage .....	12
1.3.2. Illustrations photographiques des substrats prélevés .....	13
<b>1.4. Présentation des résultats.....</b>	<b>14</b>
1.4.1. Analyse globale .....	14
1.4.2. Comparaison du prélèvement d'Ingrandes avec ceux du site référence .....	17
1.4.3. Distribution faunistique en fonction de facteur de micro-répartition.....	22

# 1. Présentation du site

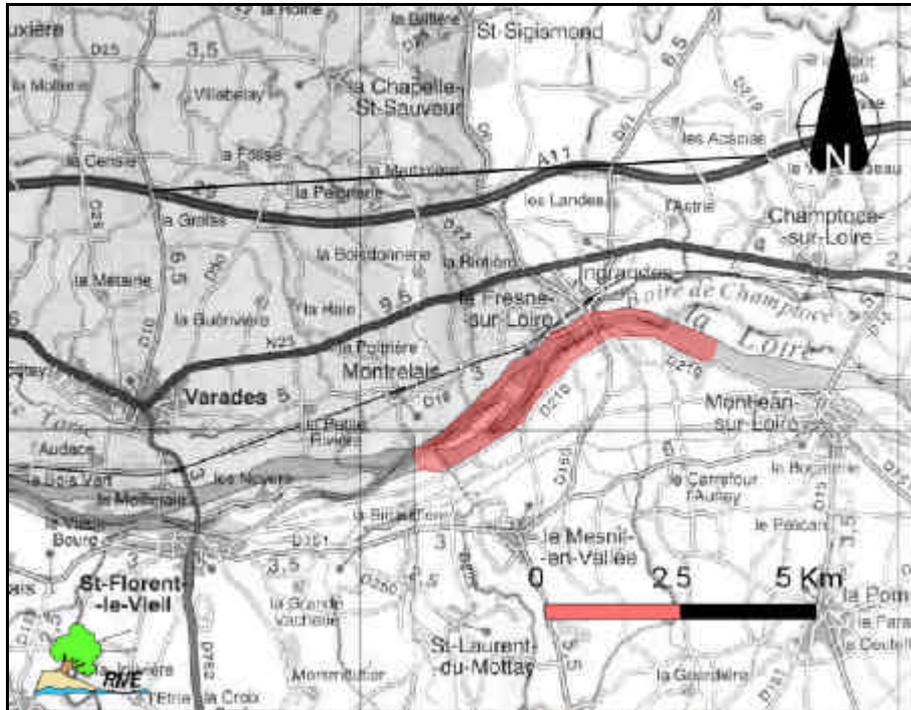


figure 1 : Carte de localisation du site d'Ingrandes où les habitats macro-benthiques seront caractérisés (IGN 1 : 25000)

Le site d'Ingrandes est localisé au droit des villes d'Ingrandes et Le Fresne-Sur-Loire. La portion de Loire retenue dans ce travail se situe en amont et en aval de l'île Meslet où un aménagement de seuils destinés à relever la ligne d'eau d'étiage a été réalisé. Ces ouvrages ont aussi pour objet de favoriser le rééquilibrage sédimentaire de part et d'autre de l'île Meslet par remobilisation des sables du bras de Cul-de-Bœuf (au sud) au profit de la sédimentation dans le bras navigable (au nord).

Une illustration photographique du site est donnée dans les pages 10 et 11 du présent rapport.

	Ingrandes
Surface totale du site	487 ha
Surface des îles	69 ha
Surface du lit principal	294 ha
Surface du bras mort (bras de Cul-de-Bœuf)	124 ha
Surface du lit principal (%)	60,4 %
Surface du bras mort (%)	25,5 %

tableau I Caractéristiques principales du site de Ingrandes

## 1.1. Présentation cartographique du site d'Ingrandes

Différentes cartes ont été établies sur le site de Ingrandes. Elles sont représentées ci-dessous.

Quatre représentations du site avant travaux sont illustrées ici :

- Fig. 2 : carte des substrats,
- Fig. 3 : carte des vitesses de courant,

Fig. 4 : carte des couples substrat / vitesses de courant,

Les principales caractéristiques du site sont données dans les tableaux accompagnant les différentes cartes thématique :

### 1.1.1. Carte des substrats

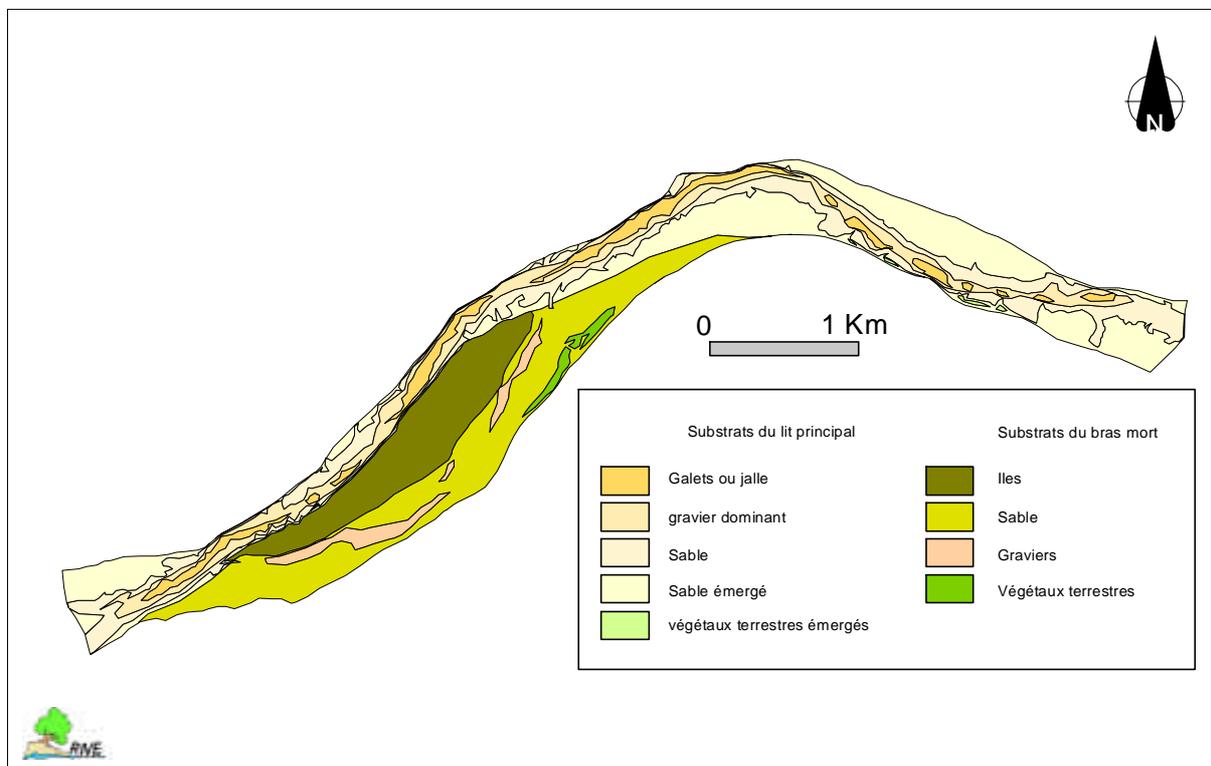


figure 2 : carte des substrats sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux

	Sables graviers galets Immergés	Sables graviers Immergés	Sables	Végétaux	Blocs	Sable émergé	Iles	Total
Surface en Ha	29	52	85	5	3	248	69	490
% par rapport à la surface totale	5,9 %	10,6 %	17,5 %	1 %	0,6 %	50,6 %	14 %	100 %

tableau II : recouvrement de différents types de substrats sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux.

La carte des substrats (Fig. 2) montre une structure simplifiée à cause de l'importance prise sur le site par les ouvrages de navigation qui chenalisent très fortement l'hydrosystème.

Les principaux substrats que l'on rencontre sur le site (tableau II) sont les sables et les sables- graviers. Dans les secteurs où la chenalisation est la plus active, le fond du lit de la rivière est formé par la « jalle » et/ou des dalles rocheuses qui constituent le substratum naturel du fond du lit de la rivière.

L'île Meslet couvre une surface relativement importante sur le site (1/5 de la surface).

Les sédiments émergés à l'étiage couvrent environ 1/3 de la surface totale du site.

### 1.1.2. Carte des vitesses de courant

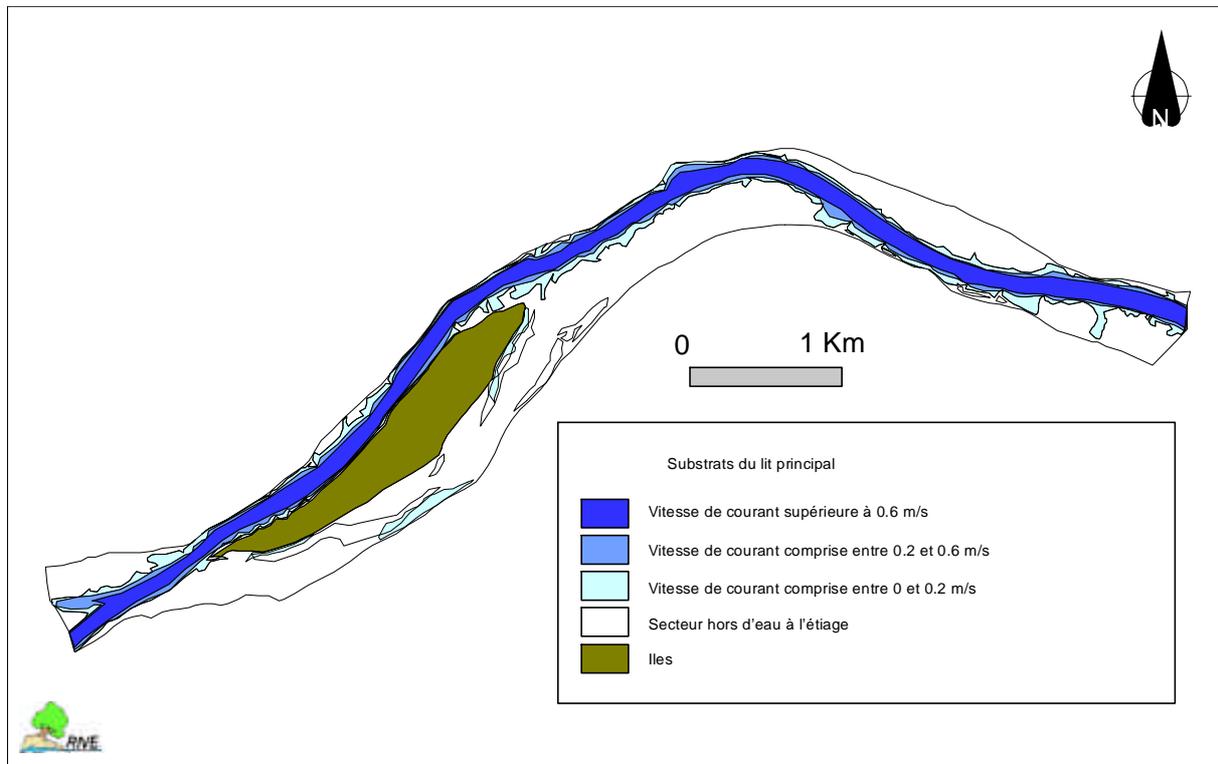


figure 3 : carte des Vitesses de courant sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux

	V < 0.2 m/s	0.2 < V < 0.6 m/s	V > 0.6 m/s	Total
Surface en Ha	51	32	89.5	172.5
% par rapport à la surface totale	29.5 %	18.5 %	52.9 %	100 %

tableau III : recouvrement de différents types des vitesses de courant sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux

Du fait de la chenalisation imposée par les ouvrages de navigation, les vitesses de courant restent importantes à l'étiage (Fig 3). En effet, les vitesses de courant fortes (supérieures à 0,6 m/s) représentent plus de la moitié de la surface en eau alors que les vitesses de courant moyennes ne caractérisent qu'une très faible part des champs de vitesse de courant observés (tableau III).

Les surfaces lénitiques, inférieures à 0,2 m/s, ne représentent que 30 % de la surface totale en eau. Elles sont localisées principalement en arrière des ouvrages de navigation et, pour une faible part, dans le bras de Cul-de-Bœuf où l'on observe à l'étiage quelques plans d'eau déconnectés du lit principal du fleuve.

### 1.1.3. Carte des couples substrat vitesse

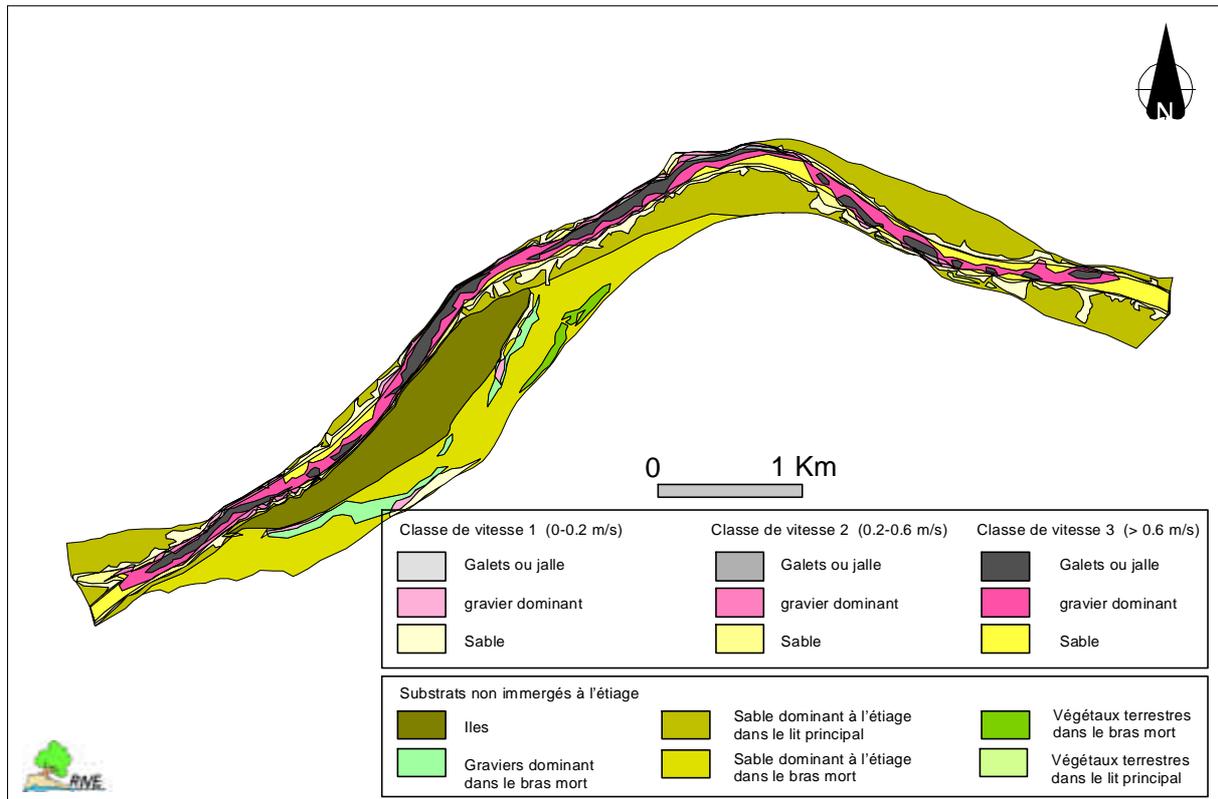


figure 4 : carte des couples substrats/vitesse de courant sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux

#### 1.1.3.a Analyse du chenal principal

Lit Principal	Sables graviers galets Immergés	Sables graviers Immergés	Sables	Végétaux	Blocs immergés	Sables émergés	Graviers émergés	Total ha
Surface en Ha								
V < 0.2 m/s	0.77	4.6	38.41	0.69	0.37	128.6	11.73	185.2
0.2 < V < 0.6 m/s	2.6	8.75	20.61		0.92			32.9
V > 0.6 m/s	25.2	38.5	25.85		0.65			90.2
								308

tableau IV : recouvrement de différents habitats (couples substrat-vitesse dans le chenal principal du site d'Ingrandes. Etat avant travaux

Comme on peut le constater sur la fig 4 et sur le tableau IV ci-dessus, les substrats immergés et dominants à l'étiage sur le site de Ingrandes sont les sables dans toutes les classes de vitesses de courant, les sables-graviers dans les vitesses de courant supérieures à 0.6 m/s et le mélange sables-graviers-galets (mélange auquel la « jalle » a été assimilée) dans les vitesses de courant fortes.

Les autres substrats ne représentent, du fait de la forte chenalisation de l'hydrosystème, que des valeurs faibles. On note l'importance prise par les substrats sables et graviers émergents en terme de surface à l'étiage. Les végétaux correspondent au développement d'une jeune végétation ligneuse de type saulaie peupleraie qui s'implante sur les sédiments stabilisés en arrière des épis. Cette végétation est prise en compte dans la caractérisation

des habitats aquatiques dans la mesure où elle est pérenne y compris en période de hautes eaux.

Les blocs correspondent ici aux blocs des épis immergés en période d'étiage.

### 1.1.3.b Le bras de Cul-de-Bœuf

Bras de Cul-de-Boeuf	Sables graviers Immergés (V < 0.2 m/s)	Sables immergés (V < 0.2 m/s)	Végétaux	Sables émergés	Graviers émergés	Total
Surface en Ha	2.35	4.7	4.8	102	11.7	126
% de recouvrement	1.9 %	3.7 %	3.8 %	81 %	9.3 %	100 %

tableau V : recouvrement de différents substrats dans le bras de Cul-de-Bœuf sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux.

Le bras de Cul-de-Bœuf (fig. 4 et tableau V) est pour l'essentiel constitué de bancs sédimentaires (sables principalement et graviers) dont une surface très importante est émergée à l'étiage. Les végétaux qui représentent environ 4% de la surface totale du bras mort sont essentiellement liés à une jeune saulaie peupleraie pionnière et arbustive qui s'implante sur les parties les plus hautes des bancs sédimentaires.

	Racines	Végétaux émergents	Végétaux immergés	Bois	Débris organiques	Blocs	Sables	Vases	Total
Surface en Ha	0,13	1,57	0,002	0,11	0,08	1,69	0,42	0,01	4,02
% par rapport à la surface totale de berge	3,2 %	39,0 %	0,04 %	2,8 %	2,1 %	42,0 %	10,6 %	0,3 %	100 %

tableau VI : recouvrement des substrats des berges et des épis sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux.

La surface totale des substrats des berges (Fig. 4) est estimée à partir du pourcentage de recouvrement de chaque type de substrat sur une section de berge homogène, de la pente de la berge et du linéaire considéré.

Comme on peut le constater dans le tableau VI ci-dessus une très grande part des substrats en berge est constituée par les blocs mis en place pour les protéger. Ces blocs qui constituent des milieux artificiels favorisent, en stabilisant le milieu, l'implantation d'hélophytes qui constituent une part importante des substrats que l'on peut aussi y recenser.

Les autres types de substrats apparaissent comme relativement peu abondants. Les bois, les débris organiques et les racines sont peu nombreux car la végétation arbustive et arborescente est en générale peu développée sur ces berges qui sont très fortement artificialisées.

L'occupation des berges par des blocs ne permet pas l'implantation des herbiers immergés que l'on ne retrouve sur le site qu'en très faible quantité. Il est aussi vraisemblable que cette raréfaction des hydrophytes est liée à une dégradation importante de la qualité des eaux.

	Epis immergés à l'étiage	Epis émergés à l'étiage	Protections diverses en enrochements dans le lit de la rivière	Total
Longueur en Km	3.66	5.22	-	8.88
Surface en Ha	1.84	1.23	0.10	3.17
% par rapport à la surface d'épis	58 %	38.8 %	3.1 %	100 %

tableau VII : surface représentée par les ouvrages anthropiques sur le site de Ingrandes

Les épis pour l'essentiel constitués de blocs d'enrochement sont très fortement représentés sur le site de Ingrandes (Tableau VI). La surface de ces enrochements a été estimée de façon globale en prenant en compte la largeur moyenne des ouvrages inventoriés sur le site. On peut noter que la surface totale des ouvrages émergents à l'étiage est proportionnellement plus faible que celle des portions d'ouvrages submergés, car les blocs qui les constituent sont en grande partie recouverts par des sédiments fins (sables et graviers).

## 1.2. Quelques illustrations photographiques

### 1.2.1. Le site au démarrage des travaux (2002)



Photo 1 : Vue de l'amont du site



Photo 2 : Vue de l'aval du site



Photo 3 : Le seuil en cours de construction



Photo 4 : Vue de l'ouvrage en construction



Photo 5 : Vue de l'ouvrage en construction



Photo 6 : Vue de l'ouvrage en construction

### 1.2.2. photographies lors des prélèvements de macroinvertébrés (8 juillet 2003)



Photo 7 : vue de l'ouvrage amont



Photo 8 : Vue de l'ouvrage amont



Photo 9 : Vue de l'ouvrage aval



Photo 10 : Vue de l'ouvrage aval



Photo 11 : partie aval du bras de « Cul-de-Bœuf »



Photo 12 : partie amont du bras de « Cul-de-Bœuf »

### 1.3. Echantillonnage de la macrofaune benthique

#### 1.3.1. Grille d'échantillonnage

Les substrats ont été échantillonnés le 8 juillet 2003 sur l'ensemble de la surface concernée par l'impact des travaux.

- Les 5 premiers échantillons (de 1 à 5) ont été réalisés en amont du pont d'Ingrandes en rive gauche.
- Les prélèvements 6 à 10 ont été réalisés en amont immédiat du premier ouvrage en rive droite.
- Les prélèvements 11 à 15 ont été réalisés sur la portion située dans le lit principal en aval de l'ouvrage amont.
- Enfin les prélèvements 16 à 20 ont été réalisés dans une boire en eau du bras de Cul-de-Bœuf.

La technique d'échantillonnage retenue est celle de l'IBGF. Cette méthode basée sur les travaux de BACCHI (Bacchi, 2000) permet la mise en place d'un échantillonnage stratifié sur la Loire. Les 20 prélèvements permettent en effet d'obtenir une bonne représentation des peuplements ligériens et ce nombre est suffisant pour garantir la stabilité de l'échantillonnage (niveau de détermination genre/famille).

Tous les substrats dans les cases blanches sont prélevés en priorité. Si un type de substrat n'est pas trouvé, il est possible de prélever des substrats identifiés dans les cases grises. Si tous les substrats ne peuvent être trouvés certains de ceux-ci peuvent être doublés et notamment ceux qui sont les plus représentés en terme de recouvrement sur la station.

Substrat/Vitesse	Ordre d'habitabilité	V<20cm/s	20<V<60 cm/s	V> 60 cm/s
		V1	V2	V3
Racines	1	14 - 19	13	
Végétaux émergents	2	4 - 18		
Végétaux immergés	3	6 - 17		
Bois	4	8	15	
Débris organiques	5	9		
Blocs	6	2 - 16	7	11
Galets seuls ou dominants	7	10	12	
Graviers seuls ou dominants	8	1		
Vase	9	5		
Sable	10	3 - 20		

tableau VIII Grille de prélèvement de l'IBGF : en bleu les prélèvements réalisés dans le lit vif en amont et en aval de l'ouvrage, en vert les prélèvements réalisés dans le bras de cul de Bœuf.

### 1.3.2. Illustrations photographiques des substrats prélevés



Pvt 1 Graviers dominants V1



Pvt 2 Blocs V1



Pvt 3 Sable V1



Pvt 4 Végétaux émergents V1



Pvt 5 Vase V1



Pvt 6 Végétaux immergés V1



Pvt 7 Blocs V2



Pvt 8 Bois V1



Pvt 9 débris organiques V1



Pvt 10 Galets dominants V1



Pvt 11 Blocs V3



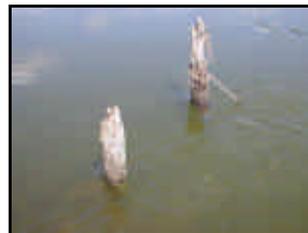
Pvt 12 Galet V2



Pvt 13 Racines V2



Pvt 14 Racines V1



Pvt 15 Bois V2



Pvt 16 Blocs V1



Pvt 17 Végétaux immergés V1



Pvt 18 Végétaux émergents V1



Pvt 19 Racines V1



Pvt 20 Sable V1

## 1.4. Présentation des résultats

Les résultats obtenus sur le site de Ingrandes sont présentés dans le tableau de la page suivante. Les prélèvements ont été triés sur des tamis de maille 500 um. Les invertébrés ont été conservés dans du formol (8%)

### 1.4.1. Analyse globale

Le relevé faunistique réalisé montre une variété taxinomique relativement importante sur le site. En effet on dénombre au total 42 taxons (détermination genre ou famille) pour une abondance brute globale de 7492 individus.

L'abondance moyenne par prélèvement est de 375 individus et la richesse moyenne par prélèvement de 10,7 taxons. La diversité moyenne est de 1,91 bits et l'équitabilité moyenne de 0,61.

Mis à part les plécoptères dont des individus adultes ne peuvent être trouvés sur la Loire en période estivale, tous les groupes faunistiques sont représentés. On dénombre notamment 6 genres d'Ephéméroptères et 4 genres de trichoptères.

	Abondance moyenne	Richesse moyenne	Diversité moyenne de Shannon (bits)	Equitabilité moyenne
Site de Bréhémont et la Charité sur Loire (année 1996)	936	-	1.18	0.37
<b>Ingrandes (2003)</b>	<b>375</b>	<b>10.70</b>	<b>1.91</b>	<b>0.61</b>

tableau IX Abondance richesse diversité et équitabilité moyenne des prélèvements réalisés sur Ingrandes et de ceux utilisés pour construire le modèle biologique du site de Ingrandes

Les taxons trouvés ne présentent pas une forte polluo-sensibilité puisque, si l'on se réfère à la grille IBGN, il n'y a pas de taxons des groupes indicateurs 6 à 10. Cette absence de taxons indicateurs élevés est à mettre en relation avec la mauvaise qualité des eaux de la Loire sur ce secteur d'étude

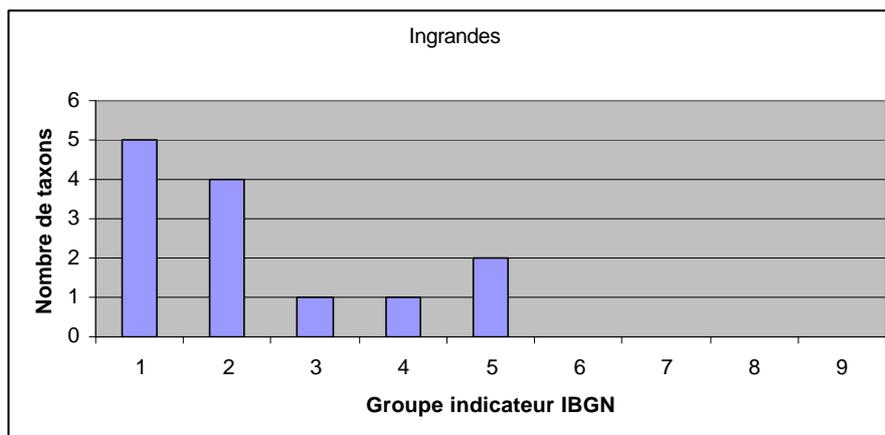


figure 5 Nombre de taxons des différents groupes indicateurs de l'IBGN

Ingrandes 2003

			pvt1	pvt2	pvt3	pvt4	pvt5	pvt6	pvt7	pvt8	pvt9	pvt10	pvt11	pvt12	pvt13	pvt14	pvt15	pvt16	pvt17	pvt18	pvt19	pvt20	Somme lit principal	Somme bras mort	Somme total
		Station (1 : lit vif ; 2 bras mort)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2			
		Code substrat	8	6	10	2	9	3	6	4	5	7	6	7	1	1	4	6	3	2	1	10			
		code Vitesse	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1			
EPHEMEROPTERES	BAETIDAE	Baetis										4		1	3		7						15		15
		Cloeon		6		17	2	2			6	3				1							37		37
		Labiobaetis													11								11		11
		Procloëon													8				1				8	1	9
	CAENIDAE	Caenis		7		5	1	6			6		3	5	19	3			31	2	32	1	55	66	121
	HEPTAGENEIDAE	Heptagenia							3					2									5		5
TRICHOPTERES	ECNOMIDAE	Ecnomus					8				2	3						4	18	16	32	1	13	71	84
	HYDROPTILIDAE	Hydroptila												1			1						2		2
	HYDROPSYCHIDAE	Hydropsyche		1		2			1					1	20		11						36		36
	LEPTOCERIDAE	Ceraclea		3				2															5		5
		Oecetis						1															1		1
COLEOPTERES	ELMIDAE	Esolus																			5	1		6	6
		Limnius		1																			1		1
		Oulimnius															2						2		2
		Potamophilus															8				1		8	1	9
	DYTISCIDAE	Laccophilus																	5					5	5
	HALIPLIDAE	Haliphus					1																1		1
ODONATES	COENAGRIONIIDAE					1	27				3					1		700	4	15		32	719	751	
HETEROPTERES	CORIXIDAE			5		1	23	3			190				2	1	2	31	17	250	1000	225	1300	1525	
	GERRIDAE					1					4												5		5
	NAUCORIDAE						1																1		1
	NOTONECTIDAE																		1		1	50		52	52
LEPIDOPTERES	LEPIDOPTERES																		1					1	1
DIPTERES	CHIRONOMIDAE		15	30	25	230	115	605			220	359		17	120	15	2		97	205	96	85	1753	483	2236
	SIMULIIDAE												6		4		4						14		14
	TABANIDAE																			1				1	1
OLIGOCHETES	OLIGOCHETES			10	10		225	50			35			14	10	12		2	87	25	74	12	366	200	566
ACHETES	ERPODELLIDAE			4				1		3	4			3	1							1	16	1	17
	PISCICOLIDAE							1		1									1	3	5		2	9	11
	DUGESIIDAE			45		17		46	51	9	10			5	36			25	101	7	10	1	219	144	363
MOLLUSQUES	BITHYNIIDAE			14		1		3	27			4			7	1		59	2	4	2	57	67	124	
	CORBICULIDAE				1		4													1			5	1	6
	HYDROBIIDAE						4	1	500		2												507		507
	LYMNAEIDAE					89		7	5			3							1	23	4		104	28	132
	NERITIDAE								13	3	15		9	2		1							43		43
	PHYSIDAE						7			6		9							50			34	22	84	106
	SPHAERIDAE			2			6																8		8
	VIVIPARIDAE							7	42	4	74		2	4				4	2			6	133	12	145
CRUSTACES	ASELLIDAE			1						1				2				4	10				4	14	18
	ATYIDAE																		48		12			60	60
	CAMBARIDAE									1						1			6	2	1		2	9	11
	GAMMARIDAE			9		7		6	57	11	7	26		12	13	8		4	206	15	40	18	156	283	439
		Abondance	15	138	36	371	380	778	651	79	503	489	21	73	259	44	37	104	1399	321	582	1212	3874	3618	7492
		Variété taxinomique	1	14	3	11	8	19	8	6	16	9	4	12	15	9	9	8	20	13	16	13	36	27	42

En bleu : taxons qui ne sont retrouvés que dans le lit principal de la Loire  
 En vert : taxons que l'on ne retrouve que dans le bras mort de la Loire  
 En blanc : taxons retrouvés sur l'ensemble de la station

tableau X relevé faunistique réalisé sur le site de Ingrandes en juillet 2003

La diversité et l'équitabilité du prélèvement réalisé sur Ingrandes sont plus fortes que celles observées sur les sites de Bréhémont et la Charité sur Loire (année 1996). Ceci est très certainement dû à la date de prélèvement. En effet celle-ci ne prend en compte que la période du mois de juillet qui est plus favorable pour la macrofaune benthique (les données sur Bréhémont et la Charité-sur-Loire prennent en compte des prélèvements réalisés sur l'ensemble de l'année 1996).

On peut noter toutefois sur le site en amont immédiat du seuil que le ralentissement des courants semble avoir favorisé la prolifération de mollusques *Viviparidae*. Toutefois cette prolifération, qui n'avait pas été observée les années passées, pourrait être due à l'impact de la canicule durant cette période. N'ayant pas de relevés faunistiques pour l'année 2003 sur le site de référence il n'est pas possible de conclure.



Photo 13 Mollusques Viviparidae sur un bloc en amont immédiat du seuil

#### 1.4.1.a Distribution faunistique en fonction de facteur de macro-distribution

Les 15 premiers prélèvements sur le site de Ingrandes ont été réalisés dans le lit principal du fleuve alors que les 5 derniers ont été réalisés dans le bras de « Cul-De-Bœuf ». Bien que seuls 5 prélèvements aient été réalisés dans le bras on observe que l'abondance par prélèvement est nettement plus importante dans le bras de « Cul-De-Bœuf ».

		Nb. total de taxons	% du nombre total	Abondance (% par rapport à l'abondance totale)	Abondance par prélèvement	Nb. taxons spécifiques
la Charité sur Loire et Bréhémont	Lit vif	119	83,80%			10
	Bras mort	126	88,73%			16
	Boire	89	62,68%			1
Ingrandes	Lit vif	36	85,7 %	3874 (51,7%)	258	18
	Bras mort	27	64.3 %	3618 (48,3%)	724	6

tableau XI : Analyse conjointe des sites de la Charité sur Loire et Bréhémont et du site de Ingrandes. Nombre de taxons et nombre de taxons spécifiques par type de milieu.

Cela prouve l'intérêt de la reconnexion de ce type de milieu qui est en général très productif sur des substrats favorables.

6 taxons présents dans le bras n'ont pas été retrouvés dans le lit principal de cette station. Il s'agit des genres *Esolus* et *Laccophilus* et des *Notonectidae*, *Lépidoptères*, *Tabanidae*, et des *Atyidae*. Notons pour cette dernière espèce (*Atyaephyra desmarestii*) une abondance notable (60 individus en deux prélèvements) ce qui est assez inhabituel.

18 taxons présents dans le lit vif n'ont pas été retrouvés dans le bras. Il s'agit pour la plupart de taxons qui aiment les eaux courantes (taxons rhéophiles). 18 taxons sont présents à la fois dans le lit vif et dans le bras.

#### 1.4.2. Comparaison du prélèvement d'Ingrandes avec ceux du site référence

Ne disposant pas de données sur le site avant travaux il paraît essentiel de comparer les prélèvements réalisés sur le site de Ingrandes avec d'autres échantillonnés les années passées à proximité.

Nous avons retenu comme site référence le site inventorié par la DIREN (Fig. 6) et qui est situé en amont immédiat du site de Ingrandes (entre le pont d'Ingrandes et le pont de Montjean)

Sur ce site nous disposons de 3 séries de prélèvements (années 1999, 2000 et 2001) réalisés suivant la même méthodologie. Les résultats complets de ces prélèvements sont donnés dans les annexes I, II et III du présent document.

Il est à noter que le prélèvement réalisé en 1999 a été effectué en novembre alors que les prélèvements de 2000 et 2001 ont été réalisés en juillet-août.

Un tableau synthétique des résultats des 4 séries d'échantillonnage est présenté en page suivante.

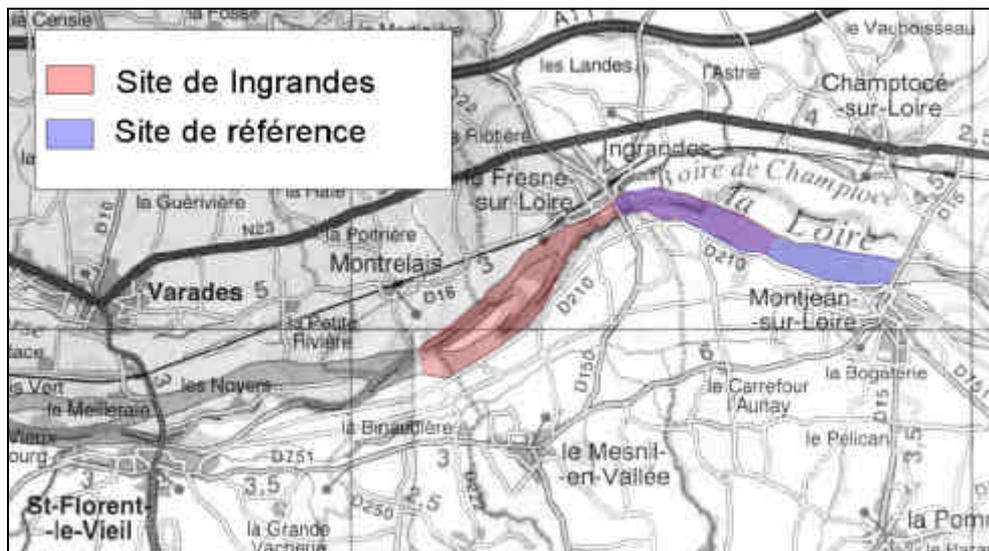


figure 6 Localisation du site d'Ingrandes et du site de référence

	Ordre/famille	Genre	Année 1999	Année 2000	année 2001	Ingrandes 2003	
EPHEMEROPTERES	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	8	13	16	15	
		<i>Cloeon</i>				37	
		<i>Labioabaetis</i>				11	
			<i>Proclœon</i>	10	5	53	9
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	32	41	187	121	
	HEPTAGENEIDAE	<i>Heptagenia</i>	2	2	11	5	
	POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>	1				
TRICHOPTERES	POLYMITARCIDAE	<i>Ephoron</i>		3			
		ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>	3	27	7	84
	HYDROPTILIDAE	<i>Hydroptila</i>			2		2
		<i>Orthotrichia</i>			2		
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>			5		
		<i>Hydropsyche</i>	27	91	43	36	
	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>			1	2	5
<i>Oecetis</i>						1	
COLEOPTERES	ELMIDAE	<i>Elmis</i>		1			
		<i>Esolus</i>	3	1	3	6	
		<i>Limnius</i>		1	1	1	
		<i>Macronychus</i>		1	1		
		<i>Oulimnius</i>		2		2	
		<i>Potamophilus</i>		1		9	
	DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>		5		5	
	HALIPLIDAE	<i>Haliplus</i>		1	1	1	
	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>		49			
	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>		4			
ODONATES	COENAGRIONIIDAE		2		2	751	
	PLATYCNEMIDIDAE				4		
HETEROPTERES	CORIXIDAE		389	344	84	1525	
	GERRIDAE			2		5	
	NAUCORIDAE					1	
	NOTONECTIDAE					52	
LEPIDOPTERES	LEPIDOPTERES				1		
DIPTERES	CERATOPOGONIDAE		3	2			
	CHIRONOMIDAE		346	415	3146	2236	
	LIMONIIDAE		1	40	5		
	SCATOPHAGIDAE			136			
	SIMULIIDAE		211	81		14	
	TABANIDAE			8		1	
	TIPULIDAE			1			
OLIGOCHETES	OLIGOCHETES		449	200	2613	566	
ACHETES	ERPOBDELLIDAE				15	17	
	GLOSSIPHONIIDAE			1	6		
	PISCICOLIDAE		6	1	7	11	
	DUGESIIDAE				610	363	
MOLLUSQUES	BITHYNIIDAE			27	55	124	
	CORBICULIDAE			24	107	6	
	HYDROBIIDAE			1	1	507	
	LYMNAEIDAE			101	11	132	
	NERITIDAE				296	43	
	PHYSIDAE			7		106	
	PLANORBIDAE		1				
	SPHAERIDAE		2	65	1	8	
	VALVATIDAE			1			
	VIVIPARIDAE			1	51	145	
CRUSTACES	ASELLIDAE		4	10	2	18	
	ATYIDAE			2	10	60	
	CAMBARIDAE			4	3	11	
	GAMMARIDAE		3	18	69	439	
		Abondance	1503	1750	7423	7492	
		Variété taxinomique	20	45	32	42	

En bleu les taxons qui n'ont été retrouvés que sur le site de Ingrandes

En vert les taxons qui n'ont été retrouvés que sur le site de référence

tableau XII Résultats obtenus sur le site référence (Années 1999, 2000, 2001) et sur le site de Ingrandes (2003)

### 1.4.2.a Approche typologique

Afin de comparer les résultats faunistiques entre eux il paraît intéressant de se référer statistiquement à un référentiel existant. Le référentiel choisi est celui de la typologie de Verneaux (Verneaux, 1973) dans lequel nous avons projeté en variables supplémentaires les résultats obtenus sur le site de référence et sur le site de Ingrandes.

L'analyse est conduite sur les genres des Plécoptères, des Ephéméroptères et des Trichoptères. Le traitement statistique a été réalisé sur le logiciel ADE4.

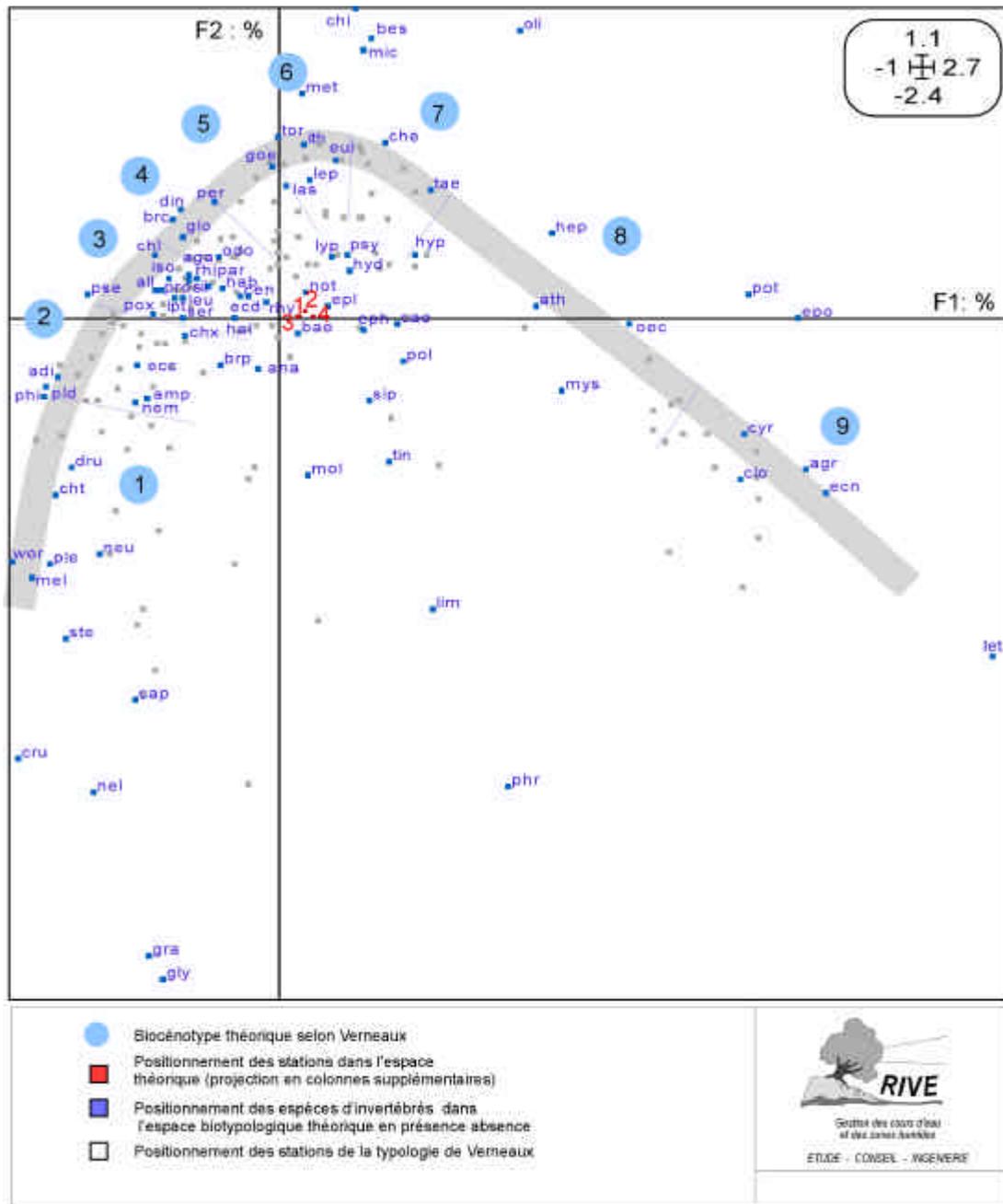


figure 7 Projection en colonnes supplémentaires des prélèvements réalisés sur le site de référence (1999, 1 : 2000, 2 : 2001, 3 : Ingrandes 4) dans l'espace typologique défini par Verneaux (Verneaux, 1973). Analyse des genres de Plécoptères, d'Ephéméroptères et de Trichoptères en présence absence.

Cette approche typologique montre :

- La très grande proximité de la station de Ingrandes par rapport au site de référence
- Le rapprochement du centre des axes des points stationnels. Cela traduit la colonisation de ces sites par des taxons non structurants. La forte pression exercée par le milieu et notamment la très mauvaise qualité des eaux ne permet pas l'implantation de taxons « caractéristiques ». La seule présence de taxons ubiquistes (euryèces et eurytopes) explique ce recentrage sur les axes factoriels.

#### 1.4.2.b Comparaison des listes faunistiques

L'analyse des listes faunistiques montre des peuplements sensiblement équivalents. La variété taxinomique évolue peu (hormis pour l'année 1999) ce qui est normal compte tenu de la date des prélèvements) et est relativement élevée.

6 taxons échantillonnés sur le site de Ingrandes en 2003 n'ont jamais été trouvés sur le site de référence (*Cloeon*, *Labiobaetis*, *Oecetis*, *Naucoridae*, *Notonectidae* et *Lépidoptères*) et 13 taxons présents sur le site référence n'ont pas été trouvés sur le site de Ingrandes (*Potamanthus*, *Ephoron*, *Elmis*, *Macronychus*, *Helophorus*, *Laccobius*, *Platycnemididae*, *Ceratopogonidae*, *Scatophagidae*, *Tipulidae*, *Glossiphonidae*, *Planorbidae* et *Valvatidae*)

	Abondance moyenne	Richesse moyenne	Diversité moyenne de Shannon (bits)	Équitabilité moyenne
Site de Bréhémont et la Charité sur Loire (année 1996)	936	-	1.18	0.37
Site de référence (1999, 2000, 2001)	178	7.18	1.66	0.62
Ingrandes (2003)	375	10.70	1.91	0.61
<i>Date</i>				
1999	75	4.70	1.34	0.68
2000	87	9.20	2.30	0.74
2001	371	7.65	1.33	0.45

tableau XIII Abondance richesse diversité et équitabilité des sites de Bréhémont et la Charité sur Loire, du site de référence (1999, 2000 et 2001) et du site de Ingrandes

L'abondance moyenne par prélèvements et la richesse taxinomique moyenne est plus élevée sur le site de Ingrandes que sur le site de référence toutes dates confondues. Toutefois la diversité et l'équitabilité ont été plus importantes en 2000 sur le site de référence. Les variations des conditions de milieu après travaux ou la forte pression environnementale liée aux fortes chaleurs estivales expliquent peut être cette différence.

	La Charité	Bréhémont	Site de référence	Site de Ingrandes
Nombre d'échantillons	204	738	60	20
Abondance totale	176 588	705 578	10 676	7 492
Pourcentage d'Oligochètes et de Chironomidés	56,5%	77%	67%	37.4%
Abondance moyenne par prélèvement	866	956	178	375
Abondance moyenne des taxons autres que Oligochètes et Chironomidés (% de l'abondance totale)	377 (43,5 %)	221 (23 %)	58 (33 %)	235 (62.6 %)
Nombre. de taxons (genre-famille)	93	136	52	42

tableau XIV : Principales caractéristiques du cortège faunistique recensé sur les sites de La-Charité-sur-Loire et Bréhémont en 1996, sur le site de référence en 1999, 2000 et 2001 et sur le site de Ingrandes en 2003.

La comparaison du site de Ingrandes et du site référence avec les sites de Bréhémont et de la Charité sur Loire montre des différences notables (nombres de taxons) qui sont dues au nombre d'échantillons analysés. Toutefois on remarque que le site d'Ingrandes se caractérise par le faible pourcentage de diptères *Chironomidae* et d'*Oligochètes* (37.4% du total du nombre d'individus) ce qui est faible par rapport aux autres sites.

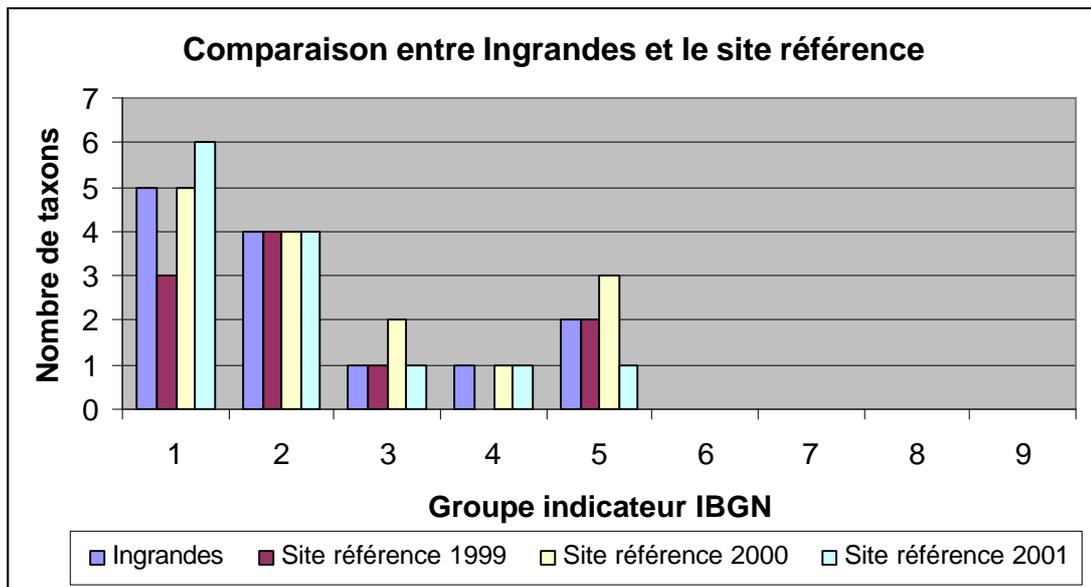


figure 8 Nombre de taxons des différents groupes indicateurs de l'IBGN

La comparaison du nombre de taxons par groupes indicateurs (IBGN) entre le site de Ingrandes et le site de référence ne montre pas de différences notables et prouve une structuration du peuplement bien établie.

### 1.4.3. Distribution faunistique en fonction de facteur de micro-répartition

Il paraît intéressant de vérifier différents critères de description des peuplements puisque ceux-ci ont été utilisés pour la modélisation biologique. Cette analyse a été conduite sur les 80 prélèvements réalisés sur le site d'Ingrandes et le site de référence de façon à disposer de suffisamment de données.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	<i>Code substrat ordre d'habitabilité</i>	<i>Abondance moyenne</i>	<i>Richesse moyenne</i>	<i>Diversité moyenne de Shannon</i>	<i>Équitabilité moyenne</i>
Racines	<b>1</b>	243 (5)	<b>11.88 (1)</b>	<b>2.22 (1)</b>	0.65 (4)
Végétaux émergents	<b>2</b>	388 (2)	9.57 (4)	1.69 (6)	0.54 (8)
Végétaux immergés	<b>3</b>	331 (3)	11.10 (2)	2.00 (3)	0.62 (5)
Bois	<b>4</b>	<b>53 (10)</b>	7.50 (6)	2.18 (2)	<b>0.78 (1)</b>
Déchets organiques	<b>5</b>	<b>619 (1)</b>	10.00 (3)	1.51 (7)	0.50 (9)
Blocs	<b>6</b>	135 (9)	6.79 (7)	1.79 (4)	0.68 (2)
Galets seuls ou dominants	<b>7</b>	149 (8)	8.13 (5)	1.79 (5)	0.59 (6)
Graviers seuls ou dominants	<b>8</b>	171 (7)	5.63 (8)	1.22 (9)	0.66 (3)
Vase	<b>9</b>	260 (4)	5.60 (9)	<b>1.11 (10)</b>	<b>0.44 (10)</b>
Sable	<b>10</b>	241 (6)	<b>5.44 (10)</b>	1.31 (8)	0.58 (7)
<i>code Vitesse</i>					
	<b>&lt; 20cm/s</b>	<b>272 (1)</b>	8.15 (2)	1.62 (2)	<b>0.58 (3)</b>
	<b>20 à 60 cm/s</b>	150 (2)	<b>8.39 (1)</b>	<b>1.99 (1)</b>	0.71 (2)
	<b>&gt; 60cm/s</b>	<b>19 (3)</b>	<b>4.00 (3)</b>	<b>1.51 (3)</b>	<b>0.73 (1)</b>

tableau XV Abondance, richesse, diversité et équitabilité moyenne des 80 prélèvements réalisés sur le site référence et sur le site de Ingrandes : en rouge valeur maximale, en bleu valeur minimale entre parenthèses rang de classement.

On remarque que :

- Le classement en fonction de la richesse taxinomique moyenne observée sur ces sites correspond à l'ordre d'habitabilité utilisé dans la grille de prélèvement. Les substrats « organiques » présentent en générale une richesse taxinomique et une abondance plus élevée ce qui correspond aux observations faites sur les sites de Bréhémont et de la Charité sur Loire.
- Les racines d'arbres constituent le substrat le plus intéressant (valeurs de richesse et de diversité les plus élevées) alors que les vases et les sables sont les substrats où la variété taxinomique reste la plus faible.
- On note les faibles valeurs d'abondance trouvées sur les bois ce qui est assez normal. En effet, sur cette partie de la Loire aval, il est difficile de trouver des habitats « bois » avec une structure assez hétérogène (les morceaux trouvés sont en général gros et avec peu de structure de surface) ce qui ne permet pas d'offrir des niches écologiques importantes et diversifiées. Toutefois c'est sur ce

substrat que l'équilibre du peuplement est le meilleur comme l'indique l'indice d'équitabilité.

Au niveau de la vitesse de courant on remarque :

- Une forte abondance pour les prélèvements effectués dans les vitesses de courant faibles,
- Des peuplements les plus riches et les plus diversifiés dans la classe de vitesse intermédiaire
- Enfin des peuplements bien équilibrés dans les vitesses de courant fortes mais qui présentent des valeurs faibles pour l'abondance, la richesse et la diversité.

Ces résultats sont conformes à ceux observés sur les sites de Bréhémont et de La Charité Sur Loire comme on peut le constater sur la figure 9 ci-dessous.

On peut donc confirmer que la modélisation biologique utilisée et établie à partir des données de Bréhémont et de la Charité sur Loire est applicable dans ce contexte particulier (et par extension sur l'ensemble de la Loire moyenne).

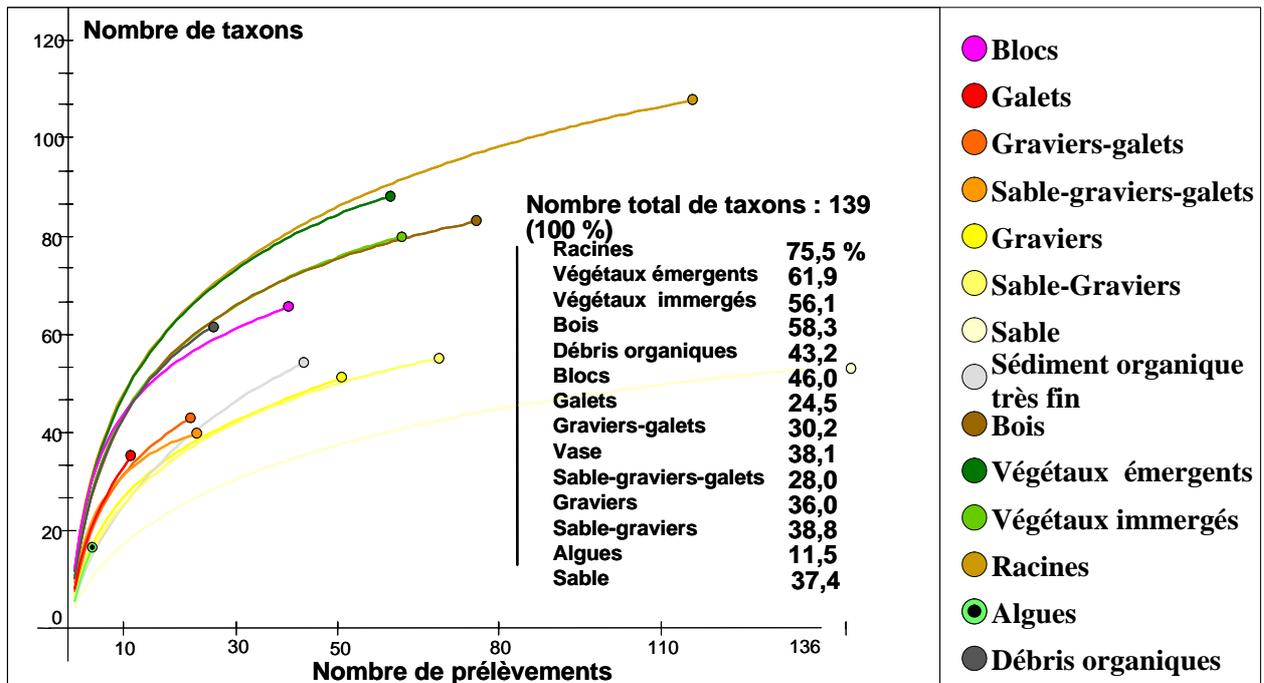


figure 9 : courbes des richesses cumulées des substrats analysés sur le site de Bréhémont en Indre et Loire en 1996

## Conclusion



## Conclusion

Ce travail réalisé sur le site de Ingrandes mais aussi sur différents sites de la Loire moyenne a permis, de montrer un peuplement d'invertébrés assez bien structuré.

La variété taxinomique relativement forte est constituée par tous les groupes taxinomiques (sauf les Plécoptères). Toutefois on ne recense pas de taxons relativement sensibles à la pollution ce qui s'explique par la très mauvaise qualité des eaux de la Loire dans sa partie aval.

Si des différences sont observables entre le prélèvement réalisé sur Ingrandes en 2003 et les prélèvements réalisés sur le site de référence en 1999, 2000 et 2001, celles-ci restent minimales et ne permettent pas de conclure à un impact négatif des aménagements sur l'évolution des peuplements en place (taxons présents, variété taxinomique globale...)

L'analyse des facteurs de micro et de macro distribution corrobore les résultats obtenus sur les sites de La Charité Sur Loire et Bréhémont. On peut donc penser que la modélisation de ces secteurs peut être étendue à l'ensemble de la Loire moyenne.

Il reste que les résultats de cette modélisation sur le site de Ingrandes devraient être confirmés par une description après travaux des habitats de cette station de façon à valider les différents scénarii d'évolution proposés.

## Bibliographie de référence

- Amoros, C., Richardot-Coulet, M., Pautou, G. (1982) - Les « ensembles fonctionnels »: des entités écologiques qui traduisent l'évolution de l'hydrosystème en intégrant la géomorphologie et l'anthropisation (exemple du Haut-Rhône français. *Revue de Géographie de Lyon* 1, 50-62.
- Amoros, C., Roux, A.L., Reygrobellet, J.L., Bravard, J.P., Pautou, G. (1987) - A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated rivers*. 1, 17-36.
- Anderson, R.V., Day, M. (1986) - Predictive quality of macroinvertebrate-habitat associations in lower navigation pools of the Mississippi River. *Hydrobiologia* 136, 101-112.
- Bacchi, M., (2000) : Structure et dynamique des peuplement macrobenthiques en Loire ; Impact des facteurs hydrologiques et sédimentaires. Thèse de Doctorat. Univ. de Tours, 251 p.
- Bacchi, M., Moriette, P.A., (2002) : Cartographie des habitats macrobenthiques de la Loire. Description de six secteurs retenus au titre de la Directive Habitat Natura 2000. RIVE-PNR Loire-Anjou-Touraine, 57 p.
- Bacchi, M., Moriette, P.A., (2002) : Les Naïades de la Loire et de la Vienne. RIVE-PNR Loire-Anjou-Touraine, 70 p.
- Becker, G. (1994) - Food preference by five trichopteran scrapers. *Hydrobiologia* 273, 171-178.
- Beisel, J.N. (1996): Microrépartition des invertébrés benthiques en eau courante: caractéristiques des microhabitats et organisation de leurs peuplements. Thèse de 3<sup>o</sup> cycle. Université de Metz, 242 p.
- Brossé, R. (1982) - Les processus sédimentaires dans le fleuve Loire. Thèse Doct. Etat, Angers, 350p.
- Chessel, D., Thioulouse, J., Dolédec, S., Olivier, J.M. (1993): Software. Multivariate Analysis and graphical display for environmental data. Version 4. HyperCard stacks and program library for the analysis of environmental data. U.R.A. C.N.R.S.1451 'Ecologie des Eaux Douces et des Grands Fleuves'. Université Claude Bernard Lyon 1 France.
- Cogerino, L. (1989). Les rives aquatiques de grands cours d'eau: Caractérisation mésologique et faunistique. These 3<sup>o</sup> cycle. Université Claude-Bernard Lyon I. 369 p.
- Cummins, K.W., Lauff, G.H. (1969) - The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macro benthos. *Hydrobiologia*, 34 (2), 145-181.
- Ferry, C., Frochot, B. (1970) - L'avifaune nidificatrice d'une forêt de Chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques. *La terre et la vie* 24, 153-250.
- Hynes, H.B.N. (1970) - The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool, 555p.
- Hynes, H.B.N. (1970) - The ecology of running waters. Liverpool University Press, 555p.
- Hynes, H.B.N. (1977) - A key to the Adults and nymphs of british stoneflies (Plecoptera). *Fresh. Biol. Ass. Scientific publication N°17*. 90 p.
- Iversen, T.M. (1974) - Ingestion and growth in *Séricostoma personatum* (Trichoptera) in relation to the nitrogen content of ingested leaves. *Oikos* 25 (3), 278-282.
- Lapchin, L. (1977) - Micro répartition des invertébrés benthiques dans deux ruisseaux à salmonidés de Bretagne. *Ann. Hydrobiol.* 8 (3), 319-332.
- Lapchin, L., Roux, C. (1977) - Utilisation de l'analyse des correspondances pour l'étude de la répartition des invertébrés benthiques dans un ruisseau à Salmonidés de Bretagne. *Ann. Hydrobiol.* 8 (3), 333-354.
- Peeters, E.T.H., Tachet, H. (1989) - Comparison of macrobenthos in braided and channelized sectors of the Drôme river, France. *Regulated rivers : Research & management*, 4, 317-325.
- Prodon, R. (1976) - Le substrat, facteur écologique et éthologique de la vie aquatique : observations et expériences sur les larves de *Micropterna testacea* et *Cordulegaster annulatus*. Thèse de 3<sup>o</sup> cycle. Lyon I, 221p.
- Reineck, H.E., Singh, I.B (1980) - Depositional sedimentary environments. Springer Verlag, Berlin, 549p.

## Table des matières

<b>Sommaire</b>	<b>3</b>
<b>1. Présentation du site</b>	<b>4</b>
1.1. Présentation cartographique du site d'Ingrandes	4
1.1.1. Carte des substrats	5
1.1.2. Carte des vitesses de courant	6
1.1.3. Carte des couples substrat vitesse	7
1.1.3.a Analyse du chenal principal	7
1.1.3.b Le bras de Cul-de-Bœuf	8
1.2. Quelques illustrations photographiques	10
1.2.1. Le site au démarrage des travaux (2002)	10
1.2.2. photographies lors des prélèvements de macroinvertébrés (8 juillet 2003)	11
1.3. Echantillonnage de la macrofaune benthique	12
1.3.1. Grille d'échantillonnage	12
1.3.2. Illustrations photographiques des substrats prélevés	13
1.4. Présentation des résultats	14
1.4.1. Analyse globale	14
1.4.1.a Distribution faunistique en fonction de facteur de macro-distribution	16
1.4.2. Comparaison du prélèvement d'Ingrandes avec ceux du site référence	17
1.4.2.a Approche typologique	19
1.4.2.b Comparaison des listes faunistiques	20
1.4.3. Distribution faunistique en fonction de facteur de micro-répartition	22
<b>Conclusion</b>	<b>24</b>

## Table des figures, des tableaux et des photos

### Liste des figures

figure 1 : Carte de localisation du site d'Ingrandes où les habitats macro-benthiques seront caractérisés (IGN 1 : 25000)	4
figure 2 : carte des substrats sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux	5
figure 3 : carte des Vitesses de courant sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux	6
figure 4 : carte des couples substrats/vitesse de courant sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux	7
figure 5 Nombre de taxons des différents groupes indicateurs de l'IBGN	14
figure 6 Localisation du site d'Ingrandes et du site de référence	17
figure 7 Projection en colonnes supplémentaires des prélèvements réalisés sur le site de référence (1999, 1 : 2000, 2 : 2001, 3 : Ingrandes 4) dans l'espace typologique défini par Verneaux (Verneaux, 1973). Analyse des genres de Plécoptères, d'Ephéméroptères et de Trichoptères en présence absence.	19
figure 8 Nombre de taxons des différents groupes indicateurs de l'IBGN	21
figure 9 : courbes des richesses cumulées des substrats analysés sur le site de Bréhémont en Indre et Loire en 1996	23

### Liste des tableaux

tableau I Caractéristiques principales du site de Ingrandes	4
tableau II : recouvrement de différents types de substrats sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux.	5
tableau III : recouvrement de différents types des vitesses de courant sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux	6
tableau IV : recouvrement de différents habitats (couples substrat-vitesse dans le chenal principal du site d'Ingrandes. Etat avant travaux	7
tableau V : recouvrement de différents substrats dans le bras de Cul-de-Bœuf sur le site d'Ingrandes. Etat avant travaux.	8
tableau VI : recouvrement des substrats des berges et des épis sur le site d'Ingrandes : Etat avant travaux.	8
tableau VII : surface représentée par les ouvrages anthropiques sur le site de Ingrandes	9
tableau VIII Grille de prélèvement de l'IBGF : en bleu les prélèvements réalisés dans le lit vif en amont et en aval de l'ouvrage, en vert les prélèvements réalisés dans le bras de cul de Bœuf.	12
tableau IX Abondance richesse diversité et équitabilité moyenne des prélèvements réalisés sur Ingrandes et de ceux utilisés pour construire le modèle biologique du site de Ingrandes	14
tableau X relevé faunistique réalisé sur le site de Ingrandes en juillet 2003	15
tableau XI : Analyse conjointe des sites de la Charité sur Loire et Bréhémont et du site de Ingrandes. Nombre de taxons et nombre de taxons spécifiques par type de milieu.	16
tableau XII Résultats obtenus sur le site référence (Années 1999, 2000, 2001) et sur le site de Ingrandes (2003)	18
tableau XIII Abondance richesse diversité et équitabilité des sites de Bréhémont et la Charité sur Loire, du site de référence (1999, 2000 et 2001) et du site de Ingrandes	20
tableau XIV : Principales caractéristiques du cortège faunistique recensé sur les sites de La-Charité-sur-Loire et Bréhémont en 1996, sur le site de référence en 1999, 2000 et 2001 et sur le site de Ingrandes en 2003.	21
tableau XV Abondance, richesse, diversité et équitabilité moyenne des 80 prélèvements réalisés sur le site référence et sur le site de Ingrandes : en rouge valeur maximale, en bleu valeur minimale entre parenthèses rang de classement.	22

## Les annexes

Annexe I : Relevé faunistique sur le site référence année 1999

Annexe II : Relevé faunistique sur le site référence année 2000

Annexe III : Relevé faunistique sur le site référence année 2001

Annexe IV : Relevé faunistique sur le site d'Ingrandes année 2003



# Annexe I :

			Année 1999																				
			\$81	\$82	\$83	\$84	\$85	\$86	\$87	\$88	\$89	\$810	\$811	\$812	\$813	\$814	\$815	\$816	\$817	\$818	\$819	\$820	
		Station	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Lit vif / bras mort																					
		Date	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Code substrat	3	2	9	5	3	10	6	6	4	1	#	8	8	2	4	7	6	1	3	7	
		code Vitesse	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1
EPHEMEROPTERES	BAETIDAE	<i>Baetis</i>		1			1				1				1		4					8	
		<i>Cloeon</i>																					
		<i>Labiobaetis</i>																					
		<i>Procloëon</i>	4	1																4	1		10
		CAENIDAE	<i>Caenis</i>			2	3	6								6	4	3	1	4	3		32
		HEPTAGENEIDAE	<i>Heptagenia</i>																		2		2
		POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>																1				1
		POLYMITARCIDAE	<i>Ephoron</i>																				
	TRICHOPTERES	ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>									1									2		3
		HYDROPTILIDAE	<i>Hydroptila</i>																				
		<i>Orithotricha</i>																					
		HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>																				
		HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>			1		9								6	10		1				27
	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>																					
		<i>Oecetis</i>																					
COLEOPTERES	ELMIDAE	<i>Elmis</i>																					
		<i>Esolus</i>											1				1	1				3	
		<i>Limnius</i>																					
		<i>Macronychus</i>																					
		<i>Oulimnius</i>																					
		<i>Potamophilus</i>																					
		DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>																				
		HALIPLIDAE	<i>Haliplus</i>																				
	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>																					
	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>																					
ODONATES	COENAGRIONIDAE																		2			2	
	PLATYCNEMIDAE																						
HETEROPTERES	CORIXIDAE		17		75		1										1	5	290			389	
	GERRIDAE																						
	NAUCORIDAE																						
	NOTONECTIDAE																						
LEPIDOPTERES	LEPIDOPTERES																						
DIPTERES	CERATOPOGONIDAE				1		1						1									3	
	CHIRONOMIDAE		50	31	2	9	17	8			42	1	3		25	10	95		25	11	17	346	
	LIMONIIDAE																		1			1	
	SCATOPHAGIDAE																						
	SIMULIIDAE				1	5	41	4	13						52	70	15			10		211	
	TABANIDAE																						
	TIPULIDAE																						
OLIGOCHETES	OLIGOCHETES		30	12	25	53	18	4		2	20	2	3	200	5	6		65	3	1	449		
ACHETES	ERPOBDELLIDAE																						
	GLOSSIPHONIIDAE																						
	PISCICOLIDAE						2			1					2				1			6	
	DUGESIIDAE																						
MOLLUSQUES	BITHYNIIDAE																						
	CORBICULIDAE																						
	HYDROBIIDAE																						
	LYMNAEIDAE																						
	NERITIDAE																						
	PHYSIDAE																						
	PLANORBIDAE																				1	1	
	SPHAERIDAE								1				1									2	
	VALVATIDAE																						
	VIVIPARIDAE																						
CRUSTACES	ASELLIDAE													2		1			1			4	
	ATYIDAE																						
	CAMBARIDAE																						
	GAMMARIDAE		1		1											1						3	
Abondance			102	45	108	70	95	17	14	0	4	63	4	5	5	293	102	130	2	395	31	18	1503

## Annexe II :

			Année 2000																				
			\$81	\$82	\$83	\$84	\$85	\$86	\$87	\$88	\$89	\$810	\$811	\$812	\$813	\$814	\$815	\$816	\$817	\$818	\$819	\$820	
	Station		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Lit vif / bras mort																						
	Date		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Code substrat		3	2	9	3	4	10	6	3	4	6	8	1	10	8	6	4	7	7	1	3	
	code Vitesse		1	1	1	2	2	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	
<b>EPHEMEROPTERES</b>	<b>BAETIDAE</b>	<i>Baetis</i>	2											1	2	2		4				2	13
		<i>Cloeon</i>																					
		<i>Labiobaetis</i>																					
		<i>Procloëon</i>	3																2				5
	<b>CAENIDAE</b>	<i>Caenis</i>					9	6						3	3	1	1	2			1	15	41
	<b>HEPTAGENEIDAE</b>	<i>Heptagenia</i>																				2	2
	<b>POTAMANTHIDAE</b>	<i>Potamanthus</i>																					
	<b>POLYMITARCIDAE</b>	<i>Ephoron</i>						3															3
<b>TRICHOPTERES</b>	<b>ECNOMIDAE</b>	<i>Ecnomus</i>										1	22				4						27
	<b>HYDROPTILIDAE</b>	<i>Hydroptila</i>			1		1																2
		<i>Orthotrichia</i>							1	1													2
	<b>HYDROPSYCHIDAE</b>	<i>Cheumatopsyche</i>																					5
	<b>HYDROPSYCHIDAE</b>	<i>Hydropsyche</i>					12	2				1	3	3		7	4			2	1	56	91
	<b>LEPTOCERIDAE</b>	<i>Ceraclea</i>					1																1
		<i>Oecetis</i>																					
<b>COLEOPTERES</b>	<b>ELMIDAE</b>	<i>Elmis</i>					1																1
		<i>Esolus</i>																					1
		<i>Limnius</i>										1											1
		<i>Macronychus</i>																					1
		<i>Oulinnius</i>					1						1										2
		<i>Potamophilus</i>				1																	1
	<b>DYTISCIDAE</b>	<i>Laccophilus</i>																1	1	3			5
	<b>HALIPLIDAE</b>	<i>Haliphus</i>				1																	1
	<b>HELOPHORIDAE</b>	<i>Helophorus</i>	5	4		15		1	1	2		1	2				2	2			10	4	49
	<b>HYDROPHILIDAE</b>	<i>Laccobius</i>				3		1															4
<b>ODONATES</b>	<b>COENAGRIONIIDAE</b>																						
	<b>PLATYCNEMIDAE</b>																						
<b>HETEROPTERES</b>	<b>CORIXIDAE</b>		40	13	1			5	78	32	2	7	23	23	22	12		5	8	19	26	28	344
	<b>GERRIDAE</b>					2																	2
	<b>NAUCORIDAE</b>																						
	<b>NOTONECTIDAE</b>																						
<b>LEPIDOPTERES</b>	<b>LEPIDOPTERES</b>																						
<b>DIPTERES</b>	<b>CERATOPOGONIDAE</b>															1						1	2
	<b>CHIRONOMIDAE</b>		4	1		11	21	26	6	10	8	5	3	3	15	21	8	23	2	3	5	240	415
	<b>LIMONIIDAE</b>									40													40
	<b>SCATOPHAGIDAE</b>		13	4		10		4	22	7	4	4	20	1	3	4	4	4	14	22			136
	<b>SIMULIIDAE</b>					1							4	19	1			1		1	54		81
	<b>TABANIDAE</b>					3		5															8
	<b>TIPULIDAE</b>								1														1
<b>OLIGOCHETES</b>	<b>OLIGOCHETES</b>		2	1	5	7	3	5		91			11	47			5		1	12	10		200
<b>ACHETES</b>	<b>ERPOBDELLIDAE</b>																						
	<b>GLOSSIPHONIIDAE</b>										1												1
	<b>PISCICOLIDAE</b>																					1	1
	<b>DUGESIIDAE</b>																						
<b>MOLLUSQUES</b>	<b>BITHYNIIDAE</b>			1													26						27
	<b>CORBICULIDAE</b>						19						2	3									24
	<b>HYDROBIIDAE</b>					1																	1
	<b>LYMNAEIDAE</b>			1	1	71			2	1		1	1			21					2		101
	<b>NERITIDAE</b>																						
	<b>PHYSIDAE</b>					7																	7
	<b>PLANORBIDAE</b>																						
	<b>SPHAERIDAE</b>					1		8	1	1	1	4	10	1		29	8					1	65
	<b>VALVATIDAE</b>																				1		1
	<b>VIVIPARIDAE</b>																1						1
<b>CRUSTACES</b>	<b>ASELLIDAE</b>			8																	2		10
	<b>ATYIDAE</b>		2																				2
	<b>CAMBARIDAE</b>		1									1									2		4
	<b>GAMMARIDAE</b>			1			4										1				2	9	18
		Abondance	72	34	8	130	76	59	117	185	18	22	78	82	88	71	67	56	22	34	86	445	1750

# Annexe III :

			année 2001																				
			S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S810	S811	S812	S813	S814	S815	S816	S817	S818	S819	S820	
	Station		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Lit vif / bras mort																						
	Date		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Code substrat		10	9	3	8	8	7	6	2	6	5	4	10	8	7	9	10	2	6	1	6	
	code Vitesse		1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
EPHEMEROPTERES	BAETIDAE	<i>Baetis</i>					2	3				3	2			4	1				1	16	
		<i>Cloëon</i>																					
		<i>Labioaetis</i>																					
		<i>Proclœon</i>							2	2		12							9	3	25	53	
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	2		6	2	1	49			1	61	3		1	52		4			5	187	
	HEPTAGENEIDAE	<i>Heptagenia</i>								1			4					1				5	11
	POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>																					
	POLYMITARCIDAE	<i>Ephoron</i>																					
TRICHOPTERES	ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>											3								4	7	
	HYDROPTILIDAE	<i>Hydroptila</i>																					
		<i>Orthotrichia</i>																					
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>																					
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>					1				2	10	22			3						5	43
	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>										2											2
		<i>Oecetis</i>																					
COLEOPTERES	ELMIDAE	<i>Elmis</i>																					
		<i>Esolus</i>					1									2							3
		<i>Limnius</i>					1																1
		<i>Macronychus</i>											1										1
		<i>Oulimnius</i>																					
		<i>Potamophilus</i>																					
	DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>																					
	HALIPLIDAE	<i>Haliplus</i>																			1		1
	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>																					
	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>																					
ODONATES	COENAGRIONIDAE											1								1			2
	PLATYGNEMIDAE																			2	2		4
HETEROPTERES	CORIXIDAE														7			7	16		54		84
	GERRIDAE																						
	NAUCORIDAE																						
	NOTONECTIDAE																						
LEPIDOPTERES	LEPIDOPTERES																						
DIPTERES	CERATOPOGONIDAE																						
	CHIRONOMIDAE		510	252	59	581	403	135	20	132		275	20	18	48	103	280	120	142		37	11	3146
	LIMONIIDAE					2	2	1															5
	SCATOPHAGIDAE																						
	SIMULIIDAE																						
	TABANIDAE																						
	TIPULIDAE																						
OLIGOCHETES	OLIGOCHETES				10	3	4	2	10	830		902		82	5	52	260		183		270		2613
ACHETES	ERPOBDELLIDAE								11											2	2		15
	GLOSSIPHONIDAE								3											3			6
	PISCICOLIDAE				1	1														3	2		7
	DUGESIIDAE							1	65	304	60	17			1	1			4	128	18	11	610
MOLLUSQUES	BITHYNIIDAE								27	2	5						1		2	9	1	8	55
	CORBICULIDAE		1	1		45	26	3					4	12	3	6	6						107
	HYDROBIIDAE																				1		1
	LYMNAEIDAE									5		1								4		1	11
	NERITIDAE								67		85										43	101	296
	PHYSIDAE																						
	PLANORBIDAE																						
	SPHAERIDAE													1									1
	VALVATIDAE																						
	VIVIPARIDAE								9	3	3									1	18	2	15
CRUSTACES	ASELLIDAE								2														2
	ATYIDAE																				1	9	10
	CAMBARIDAE																				1	2	3
	GAMMARIDAE					6	41	8	1							1				1		2	69
	Abundance		513	253	76	640	482	202	217	1279	156	1284	55	105	73	221	549	138	370	211	434	165	7423

# Annexe IV :

			Ingrandes 2003																							
			pvt1	pvt2	pvt3	pvt4	pvt5	pvt6	pvt7	pvt8	pvt9	pvt10	pvt11	pvt12	pvt13	pvt14	pvt15	pvt16	pvt17	pvt18	pvt19	pvt20	Somme lit principal	Somme bras mort	Somme totale	
	Station	Lit vif / bras mort	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	Date		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
	Code substrat		8	6	10	2	9	3	6	4	5	7	6	7	1	1	4	6	3	2	1	10				
	code Vitesse		1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1			
EPHEMEROPTERES	BAETIDAE	<i>Baetis</i>										4		1	3		7							15		15
		<i>Cloeon</i>		6		17	2	2				6	3			1								37		37
		<i>Labiobaetis</i>													11									11		11
		<i>Proclæon</i>													8				1					8	1	9
	CAENIDAE	<i>Caenis</i>		7		5	1	6			6		3	5	19	3			31	2	32	1		55	66	121
	HEPTAGENEIDAE	<i>Heptagenia</i>							3					2										5		5
	POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>																								
	POLYMITARCIDAE	<i>Ephoron</i>																								
TRICHOPTERES	ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>						8			2	3						4	18	16	32	1		13	71	84
	HYDROPTILIDAE	<i>Hydropila</i>													1		1							2		2
		<i>Orthotrichia</i>																								
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>																								
	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>		1		2			1					1	20		11							36		36
	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>		3				2																5		5
		<i>Oecetis</i>						1																1		1
COLEOPTERES	ELMIDAE	<i>Elmis</i>																								
		<i>Exolus</i>																				5	1		6	6
		<i>Limnius</i>		1																				1		1
		<i>Macronychus</i>																								
		<i>Oulimnius</i>															2							2		2
		<i>Potamophilus</i>															8					1		8	1	9
	DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>																	5						5	5
	HALIPLIDAE	<i>Halipilus</i>						1																1		1
	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>																								
	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>																								
ODONATES	COENAGRIONIDAE					1		27			3						1		700	4	15			32	719	751
	PLATYCNEMIDIDAE																									
HETEROPTERES	CORIXIDAE			5		1	23	3			190					2	1	2	31	17	250	1000	225	1300	1525	
	GERRIDAE					1					4													5		5
	NAUCORIDAE							1																1		1
	NOTONECTIDAE																			1		1	50		52	52
LEPIDOPTERES	LEPIDOPTERES																								1	1
DIPTERES	CERATOPOGONIDAE																									
	CHIRONOMIDAE		15	30	25	230	115	605			220	359		17	120	15	2		97	205	96	85	1753	483	2236	
	LIMONIIDAE																									
	SCATOPHAGIDAE																									
	SIMULIIDAE												6		4		4							14		14
	TABANIDAE																					1			1	1
	TIPULIDAE																									
OLIGOCHETES	OLIGOCHETES		10	10		225	50				35			14	10	12		2	87	25	74	12	366	200	566	
ACHETES	ERPOBDELLIDAE		4				1			3	4			3	1								1	16	1	17
	GLOSSIPHONIIDAE																									
	PISCICOLIDAE						1			1										1	3	5		2	9	11
	DUGESIIDAE		45		17		46	51	9	10				5	36			25	101	7	10	1	219	144	363	
MOLLUSQUES	BITHYNIIDAE		14		1		3	27				4			7	1		59	2		4	2	57	67	124	
	CORBICULIDAE				1		4														1		5	1	6	
	HYDROBIIDAE					4	1	500		2														507		507
	LYMNAEIDAE					89		7	5											1	23	4		104	28	132
	NERITIDAE									13	3	15		9	2		1							43		43
	PHYSIDAE						7				6		9						50				34	22	84	106
	PLANORBIDAE																									
	SPHAERIDAE		2				6																	8		8
	VALVATIDAE																									
	VIVIPARIDAE							7	42	4	74		2	4				4	2				6	133	12	145
CRUSTACES	ASELLIDAE		1							1				2					4	10				4	14	18
	ATYIDAE																								60	60
	CAMBARIDAE										1								6	2	1			2	9	11
	GAMMARIDAE			9		7		6	57	11	7	26		12	13	8		4	206	15	40	18	156	283	439	
		Abundance	15	138	36	371	380	778	651	79	503	489	21	73	259	44	37	104	1399	321	582	1212	3874	3618	7492	