

CHAPITRE 6

UN DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE DE TROIS ANCIENS MÉANDRES BASÉ SUR L'UTILISATION DE DESCRIPTEURS FAUNISTIQUES

par E. CASTELLA, P. RICHOUX, M. RICHARDOT-COULET et C. ROUX

I.- Sites d'étude.....	109
II.- Méthodologie.....	111
III.- Résultat. Diagnostic faunistique.....	111
Conclusion.-.....	121

Dans ce chapitre, nous nous proposons de mettre en évidence, au sein des macroinvertébrés benthiques et nectoniques, des descripteurs de fonctionnement de trois anciens méandres de l'Ain, situés à proximité de sa confluence avec le Rhône. Les mécanismes révélés par ces descripteurs devraient permettre de caractériser l'état actuel du système et ses tendances évolutives, afin d'établir le diagnostic écologique demandé par les gestionnaires.

I - SITES D'ÉTUDE

La distribution des macroinvertébrés a été étudiée dans les trois anciens méandres retenus (Puits-Novet, Brotteaux et Vieux-Brotteaux) (fig.6.1, carte 2) dont les caractéristiques ont été précisées dans le chapitre précédent.

La dynamique de la rivière dans cette portion terminale de son cours est très active (voir chap.2). Les nombreuses formes fluviales abandonnées en témoignent. Les cartes de la figure 6.1 illustrent quatre situations hydrologiques observées en un an et demi d'étude et montrent les divagations de la confluence. Ces divagations sont fortement influencées par la partie karstique du cours amont de la rivière: 5 à 10 crues par an (fig. 6.1, situation 1) précédées de remontées de nappes (fig. 6.1, situation 4) avec un étiage souvent très prononcé en été (fig.6.1, situation 3). Les eaux du Rhône, dont les crues ne sont pas forcément synchrones avec celles de l'Ain, peuvent constituer un barrage à l'écoulement de la rivière. Ainsi, dans la situation 1 de la figure 6.1, le débit de l'Ain est redevenu "normal" à 175 m³/s, après des pointes à 590 m³/s le 9 avril 1983 et 300 m³/s le 23 avril; néanmoins, la surface inondée à la confluence reste très importante du fait de cet effet barrage.

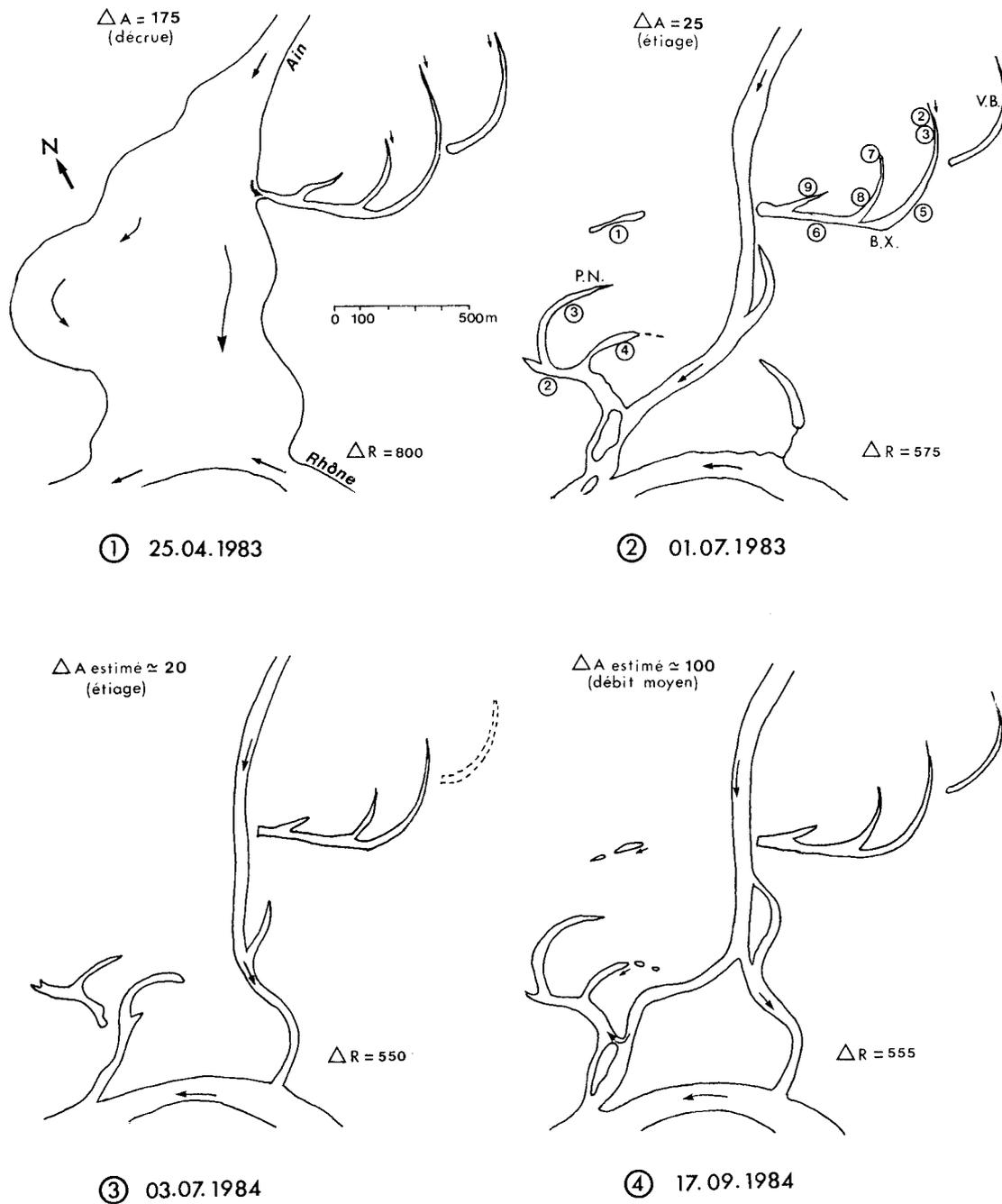


Fig.6.1.- Le confluent Ain-Rhône au cours de quatre situations hydrologiques
The Ain-Rhône confluence under four hydrological conditions

P.N. : anciens méandres de "Puits-Novet" et leur zonation végétale (zones de 1 à 4)
"Puits-Novet" old meanders and their zonation (zones 1 to 4)

B.X. : anciens méandres des "Brotteaux" et leur zonation végétale (zones de 2 à 9)
"Brotteaux" old meanders and their zonation (zones 2 to 9)

V.B. : ancien méandre des "Vieux Brotteaux"
"Vieux Brotteaux" old meander

A. : débit de l'Ain ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)
Ain discharge

R. : débit du Rhône ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)
Rhône discharge

II - MÉTHODOLOGIE

La figure 6.2 schématise la démarche méthodologique suivie.

Cette étude se situe à un niveau de perception qui est celui d'une comparaison des anciens méandres. Ces milieux sont des systèmes hétérogènes complexes et il a été nécessaire d'élaborer une méthodologie prenant en compte cette hétérogénéité.

C'est pourquoi nous avons utilisé une partition des anciens méandres en zones homogènes du point de vue de la végétation aquatique (voir chap.5) pour décrire les milieux et servir de cadre à la mise en oeuvre de descripteurs faunistiques.

La recherche et l'utilisation d'outils faunistiques appelés descripteurs pour élaborer un diagnostic écologique est une démarche dont les principes ont été exposés par BOURNAUD et AMOROS (1984). Cette méthode est actuellement en cours de perfectionnement. Nous l'utilisons ici dans son état actuel pour montrer qu'elle peut, d'ores et déjà, fournir des résultats pertinents applicables à l'élaboration d'un tel diagnostic.

Des résultats antérieurs nous permettent de considérer l'image faunistique obtenue à une seule saison comme pertinente pour décrire certains aspects du fonctionnement des anciens méandres. Dans cette perspective, le groupe des Trichoptères n'a pas été retenu, l'analyse de leur répartition ne s'étant pas révélée suffisamment significative dans le contexte limité de cette étude.

Les différents ensembles de descripteurs pouvant être mis en oeuvre (les macrophytes aquatiques, la granulométrie des sédiments, les Cladocères, les macro-invertébrés aquatiques...) sont informatifs vis-à-vis de ce fonctionnement à des niveaux de perception différents et complémentaires. Ainsi, en ce qui concerne les macroinvertébrés, les données seront décodées selon trois axes principaux :

- le degré et la vitesse d'atterrissement des milieux aquatiques, c'est-à-dire leur évolution vers des stades semi-aquatiques puis terrestres;
- l'astatisme des milieux. Nous considérons comme astatique, un milieu soumis à des perturbations annuelles et acycliques (variations importantes de niveaux liées aux crues, remontées de nappe, assèchement);
- l'importance et le type de liens avec les eaux interstitielles du para-écoulement de l'Ain.

Ces trois axes représentent les aspects du fonctionnement du système étudié pour lesquels les descripteurs macrofaunistiques sont les plus pertinents.

III - RÉSULTAT. DIAGNOSTIC FAUNISTIQUE

Les trois anciens méandres ont été prospectés dans une situation hydrologique "moyenne" (fig.6.1, situation 2), le 30 juin 1983 pour les "Brotteaux" et les "Vieux Brotteaux", le 1er juillet 1983 pour "Puits-Novet".

Les résultats présentés ici constituent une synthèse des informations obtenues par les trois démarches 6, 7 et 8 de la figure 6.2.

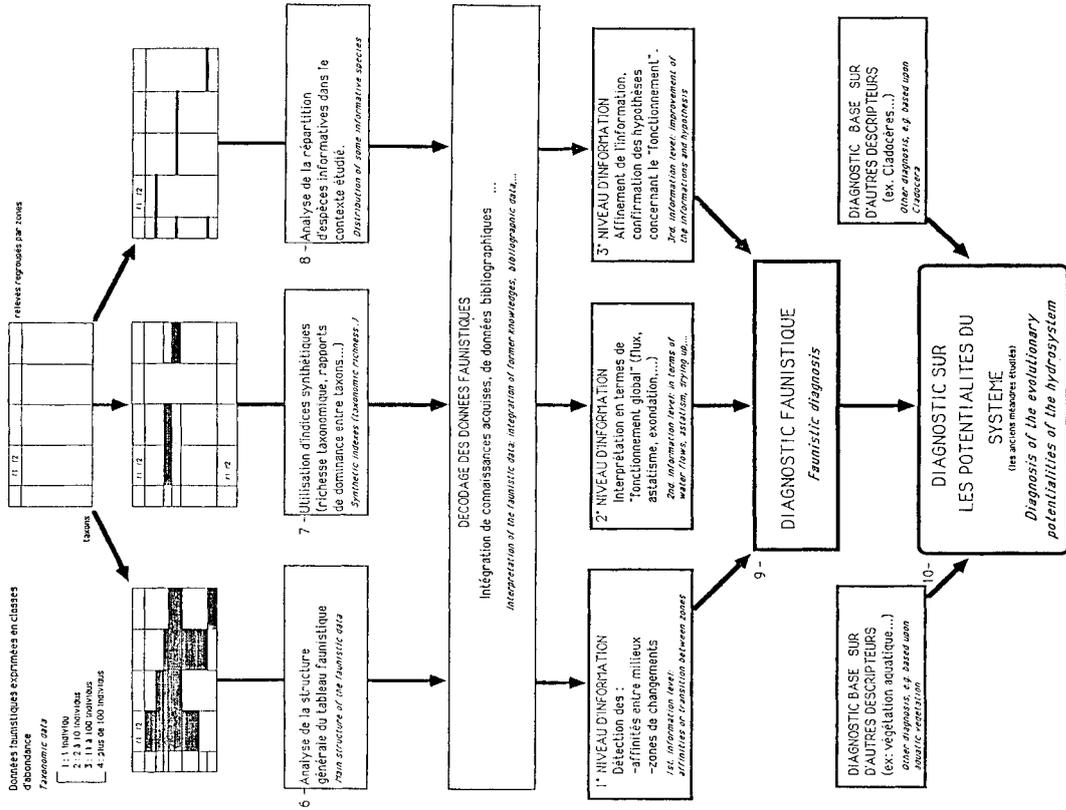
A - COMPARAISON GLOBALE DES ANCIENS MEANDRES PAR TROIS TYPES DE DESCRIPTEURS

Trois paramètres faunistiques fournissent une première information caractérisant globalement chaque ancien méandre.

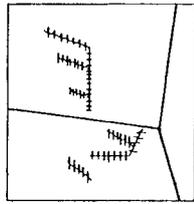
- Le rapport entre les Aselles et les Gammars (tabl.6.Ib et 6.IIb) peut être interprété en terme de flux (mouvements d'eau) agissant sur les milieux. Les Gammars, Crustacés à tendance rhéophile, peuvent subsister en milieu stagnant; ils témoignent alors de l'existence passée ou périodique de flux. A l'opposé, les Aselles ont un caractère plus lénitique.

- La richesse et la diversité du peuplement d'Odonates, Insectes prédateurs (tabl.6.Id et 6.IId) est un indice d'un milieu globalement riche en faune aquatique (AGUESSE, 1968) c'est-à-dire, dans le contexte étudié, d'un milieu peu perturbé et qui ne sera pas soumis à de longues exondations.

- Au sein des Odonates, le rapport entre les Lestidae et les Coenagrionidae complète l'information précédente. A la suite des travaux de FISCHER (1961) et RUDOLPH (1979), il semble pouvoir être interprété en terme d'astatisme du milieu: les Lestidae étant dominants dans les milieux astatiques par rapport aux Coenagrionidae.

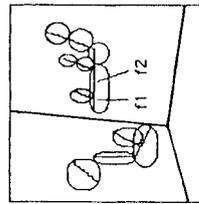


0 - Choix d'un site géographique représentatif de la dynamique fluviale étudiée.
 - Selection of a representative site for the study



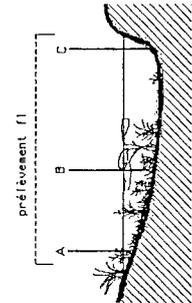
1 - Relevés en transect de la végétation aquatique.
 - Aquatic vegetation recording

2 - Traitement des données floristiques.
 - Analysis of vegetation data



3 - Partition des milieux en zones floristiquement homogènes.
 - Mapping of botanically homogeneous zones

4 - Réalisation de 2 prélèvements faunistiques par zone (f1, f2).
 Un prélèvement faunistique f1 est la réunion de 3 prélèvements élémentaires à l'époussette (A,B,C) réalisés en transect.
 - Faunistic sampling at 2 sites (f1, f2) in each zone. (One sample consists in 3 elementary hand net samples across the water section).



5 - Tri des prélèvements.
 - Sorting out of samples
 - Détermination des 5 groupes taxonomiques retenus :
 - Taxonomical determinations

- MOLLUSQUES
- CRUSTACÉS (Isopodes et Amphipodes)
- EPHÉROPTÈRES
- ODONATES
- COLEOPTÈRES

Fig.6.2.- Démarche suivie pour élaborer le diagnostic écologique (les points 1 à 3 sont développés dans le chapitre 5)
 Working out scheme of the ecological diagnosis

LEGENDES DES TABLEAUX

- A Zone à eau renouvelée
Area regularly provided with new water
- B Zone stagnante en voie d'eutrophisation
Stagnant water in the process of eutrophication
- C Zone en voie d'atterrissement avec un flux d'eau oligotrophe (phréatique)
Area in course of terrestrialization with an oligothropic water supply (groundwater)
- D Zone stagnante avec flux d'eau phréatique
Stagnant water with a groundwater supply
- E Zone en voie d'atterrissement soumise à des flux superficiels importants
Area in course of terrestrialization subjected to superficial flow
- F Zone stagnante en voie d'atterrissement
Stagnant water in course of terrestrialization
- G Zone aval influencée par les eaux de l'Ain
Downstream area under the influence of the Ain River waters
- 1 Indicateurs de zones soumises à exondation
Indicators of zones that may dry up.
- 2 Indicateur de flux phréatique
Indicator of groundwater
- 3 "Image faunistique" d'un milieu stagnant à eau renouvelée par un flux phréatique
"Faunal picture" of stagnant water regularly supplied with groundwater
- 4 "Image faunistique" d'un milieu stagnant tendant à l'eutrophisation
"Faunal picture" of stagnant water in course of eutrophication
- 5 "Image faunistique" d'un milieu soumis à des flux importants
"Faunal picture" of an environment subjected to large flows
- 6 Taxons lotiques indices d'un flux agissant sur le milieu
Lotic taxa indicating a flow acting on the environment
- 7 "Image faunistique" d'un milieu à tendances rhéophiles plus nettes que dans les "Brotteaux"
"Faunal picture" of a more rheophilic environment than in the "Brotteaux" meanders

TABLEAU 6.Ia

Les Mollusques des anciens méandres des "Vieux Brotteaux"
et des "Brotteaux"

Molluscs sampled in "Vieux Brotteaux" old meanders

MOLLUSQUES	VB		BX						
	2	3	5	6	7	8	9		
<i>Pisidium obtusale</i>		1	1		3	2		1	2
<i>Gaiba corvus</i>	① 3 3	1 2		2 2 1 3	4 4	2 3	3 3		
<i>Valvata cristata</i>		1	2 (B)	2 2 1 3	1 3	2 2 3 3			
<i>Planorbis carinatus</i>		1 1 1		2 3 3 3		3 3 4 2			
<i>Hippeutis complanatus</i>			1		1 2		1 1 2		
<i>Pisidium casertanum</i>		1			2				
<i>Bithynia tentaculata</i>			(B) 2	3 3 2 3		2 2 3			
<i>Anisus vortex</i>		3 3	2 2	2 2 2 3		3 4 4 1			
<i>Lymnaea stagnalis</i>		2	(B) 1	2 3 3 3		3 2 1			
<i>Pisidium nitidum</i>		1 1	2 2 1		2				
<i>Radix ovata</i>		3 4	2 2	2 2 3 3		3 2 2			
<i>Gyraulus albus</i>		2 3	2 2	3 2 2 2		2 2			
<i>Physa fontinalis</i>		2 2 2 1		3 1		2 2			
<i>Pisidium subtruncatum</i>		2 2 2 3		2 2 2				2	
<i>Pisidium millium</i>			2 2 2	(A)	1		2	1	
<i>Bathymphalus contortus</i>	3	3 3	2 1		1			1	

TABLEAU 6.Ib

Les Crustacés des anciens méandres des "Vieux Brotteaux" et des "Brotteaux"
Crustacea sampled in "Vieux Brotteaux" old meanders

CRUSTACÉS	VB BX								
	2	3	5	6	7	8	9		
Gammarus pulex	1 4	3 4	2 2						
Gammarus fossarum	4	2 4					1		
Gammarus (jeunes)			2 3	1 1	2 1				
Niphargopsis casparyi (2)						2			
Asellus aquaticus	3 4	4 4	4 3	4 4	3	2	3 3	3 2	

TABLEAU 6.Ic

Les Coléoptères des anciens méandres des "Vieux Brotteaux" et des "Brotteaux"
Coleoptera sampled in "Vieux Brotteaux" and "Brotteaux" old meanders

COLEOPTERES	VB BX								
	2	3	5	6	7	8	9		
Dryops sp.	L 2								
Agabus sturmi	A 1								
Gyrinus substriatus	A 2								
Hydroporus planus	A 1								
Helophorus obscurus	A 1	(C)							
Hydraena riparia	A 1								
Dryops sp.	A 1								
Agabus bipustulatus	A 2					2			
Helophorus brevipalpis	A 2 1	1			1	1			
Limnoxenus niger	L								
Laccophilus minutus	A					1	(D)		
Coelambus impressopunct.	A					1			
Hydroporus pubescens	A					2			
Gulignotus pusillus	A					2			
Helophorus minutus	A					1 1			
Hydroporus palustris	A 1 1	1 2 1 2				2 3	2 2 2		
Agabus bipustulatus	L	1 2 1	(A)			1			
Hydroporus palustris	L 2	2 2				2		2	
Hygrotus inaequalis	A	1							
Esolus parallelepipedus (3)	L	2 2			1 1	1 3		1	
Laccophilus minutus	L			1		1			
Hydrobius fuscipes	L 1					1			
Halpius lineaticollis	L 2	1 2						2 2	
Hydraena sternalis	A	1 1				1			
Rhantus pulverosus	L 1					2			
Halpius lineaticollis	A 1	2 2 1 2	(A)					2	
Dytiscus marginalis	L	1				2			
Elmis aenea	L	1 2							
Halpius obliquus	A	1 2							
Halpius ruficollis	A	2				1			
Agabus undulatus (3)	L 2	2 2 1 2 2	2 2	2 2	2 2	1 2 2 2			
Halpius ruficollis	L	1 1		1 1				2	
Porhydrus lineatus	A							1	
Halpius laminatus	A							1	
Halpius fluviatilis	A					1			
Peltodytes caesus	L					1			
Halpius obliquus	L	1 (B)	3 2			1 2 1 2			
Hygrotus versicolor	A					1			
Hygrotus inaequalis	L			2 2 2 2	2	2 2 2 3			
Agabus undulatus	A							2	
Ilybius fenestratus	A							1	
Helochares sp.	L							1	
Porhydrus lineatus	L			3				2	
Hyphyrus ovatus	L			1 2					
Halpius fluviatilis (B)	L			1 2			2 2		
Graptodytes sp.	L			1			2		
Graptodytes pictus	A			1					
Laccobius sp.	L			1					
Enochrus sp.	L						2		

TABLEAU 6.Id

Les Odonates des anciens méandres des "Vieux Brotteaux" et des "Brotteaux"
Odonata sampled in "Vieux Brotteaux" and "Brotteaux" old meanders

ODONATES	:VB :Bx								
			2	3	5	6	7	8	9
Cercion lindeni			1						
LIBELLULIDAE larvules	(A)		1						
Coenagrion gpe puella			1	1	2	1			1
Anax imperator					1				1
COENAGRIONIDAE larvules			2	3	1	2		2	
Enallagma cyathigerum			3	3	1	2	2	2	1
Sympetrum gpe striolatum (1)	1		2	1	1	1	2	2	3
Lestes viridis				2	1	1	2	1	1
Coenagrion situlum					(B)	2	2		1
Erythromma viridulum						3	1		2
Ischnura elegans					1	1		1	

TABLEAU 6.Ie

Les Ephémères des anciens méandres des "Vieux Brotteaux" et des "Brotteaux"
Ephemeroptera sampled in "Vieux Brotteaux" and "Brotteaux" old meanders

EPHEMEROPTERES	:VB :BX								
			2	3	5	6	7	8	9
Habroleptoïdes modesta			1		(A)				
Cloaon dipterum (4)			3	3	3	3	2	2	2
Coenis luctuosa			2	2		1	2	1	2
Centroptilum luteolum			1		(A)				
Siphonurus lacustris			2	1					
Caenis robusta (4)			1	2	2	2	2	3	3
Caenis horaria			1	2	2	3	3	3	2

TABLEAU 6.IIa

Les Mollusques de l'ancien méandre de "Puits-Novet"
Mollusc sampled in "Puits-Novet" old meander

MOLLUSQUES	:PN				
		1	3	4	2
Galba corvus (1)		2	2	3	1
Hippeutis complanata			1		
Lymnaea stagnalis			2		
Sphaerium corneum		2	3		
Anisus vortex			3	4	
Sphaerium lacustre		2	2	1	1
Pisidium casertanum		1	2		
Pisidium henslowarum			3		
Pisidium subtruncatum		1	1	3	4
Armiger crista					1
Pisidium nitidum			3	3	2
Valvata cristata		2	3	3	2
Bithynia tentaculata		3	3	3	1
Planorbis carinatus		3	3	4	2
Gyraulus albus		2		3	1
Radix ovata		2		3	2
Physa fontinalis				1	

TABLEAU 6.IIb

Les Crustacés de l'ancien méandre de "Puits-Novet"
Crustacea sampled in "Puits-Novet" old meander

CRUSTACES	:PN				
		1	3	4	2
Gammarus pulex		3	3	4	3
Gammarus fossarum		3	3	3	4
Gammarus (jeunes)				1	
Asellus aquaticus		2	3	1	3

TABLEAU 6.IIc

Les Coléoptères de l'ancien méandre de "Puits-Novet"
Coleoptera sampled in Puits-Novet" old meander

COLEOPTERES	PN			
	1	3	4	2
Gyrinus substriatus	A	1		
Dryops sp.	L	1		
Hydroporus palustris	L	2	1	
Helophorus brevipalpis	A	3	2	2
Guignotus pusillus	A		1	ⓕ
Hygrotes inaequalis	L		1	
Laccophilus minutus	A		1	
Rhantus pulverosus	L		2	
Helophorus obscurus	A	2	1	
Agabus didymus	A	1		
Laccobius sinuatus	A	1		
Helophorus maritimus	A	1	ⓔ	
Oulimnius tuberculatus	L	1	1	
Halipus fluviatilis	L	1		
Esolus parallelepipedus	A	2		
Esolus parallelepipedus	⑤ L	2	2	3
Oulimnius tuberculatus	A	2	2	1
Elmis aenea	⑤ L	3	2	2
Laccophilus hyalinus	L		2	2
Halipus fluviatilis	A	2		1
Porhydrus lineatus	L		1	
Hydraena sternalis	A		2	
Halipus obliquus	L			1
Potamonectes depressus	A			2
Laccophilus hyalinus	A		ⓐ	1
Potamonectes depressus	L		1	2
Hydroporus sp. (larvules)	L			1
Halipus laminatus	A			1

TABLEAU 6.IId

Les Odonates de l'ancien méandre de "Puits-Novet"
Odonata sampled in "Puits-Novet" old meander

ODONATES	PN			
	1	3	4	2
Sympetrum gpe striolatum	①	2	2	2
Aeschna (larvules)		1	2	
Lestes viridis			1	2
Enallagma cyathigerum			1	

TABLEAU 6.IIe

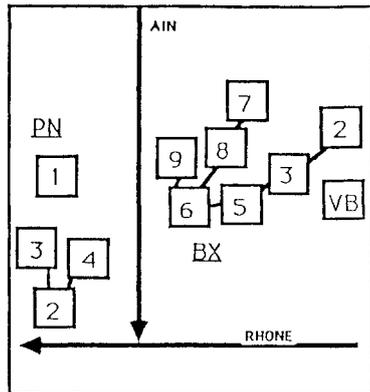
Les Ephémères de l'ancien méandre de "Puits-Novet"
Ephemeroptera sampled in "Puits-Novet" old meander

EPHEMEROPTERES	PN			
	1	3	4	2
Baetis rhodani		3		
Baetis vernus	⑥	3		
Baetis scambus		3		
Caenis macrura		1		
Centroptilum luteolum		2	1	1
Ephemereilla ignita	⑦	1	4	2
Cloeon simile		1	1	1
Caenis luctuosa	⑦	2	3	3
Caenis robusta			1	1
Caenis horaria			2	3
Siphonurus lacustris	2	2	1	2
Cloeon dipterum	3	3	4	2

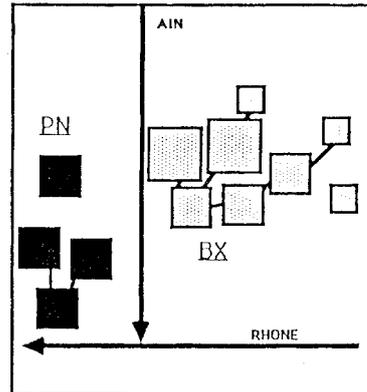
Ces trois descripteurs distinguent nettement les anciens méandres étudiés (fig.6.3, b,c,d). Dans l'ancien méandre de "Puits-Novet", les Gammares et les Lestidae (*Lestes viridis*) dominent et le peuplement d'Odonates est limité à quatre taxons. A l'opposé, dans les "Brotteaux", les Aselles et les Coenagrionidae (*Ischnura*, *Cercion*, *Enallagma*, *Coenagrion*, *Erythromma*) dominent. Neuf taxons d'Odonates y ont été dénombrés.

On obtient donc une première information globale portant sur le fonctionnement des milieux: l'ancien méandre de "Puits-Novet" est plus astatique que celui des "Brotteaux". Une des composantes de cet astatisme est l'existence de flux qui influencent particulièrement "Puits-Novet", lors des crues.

Les "Vieux Brotteaux" se distinguent par leur faible peuplement odonatologique. Compte tenu de l'âge de ce milieu et de son peuplement végétal semi-aquatique (voir chap.5) nous pouvons formuler l'hypothèse de périodes d'exondation importantes avec remises en eau périodiques assurant un certain renouvellement (peuplement de Gammares relativement important).



a) Zonation des méandres.
Meander zonation.



b) Rapport Aselles/Gammares.
Asellus/ Gammarus ratio

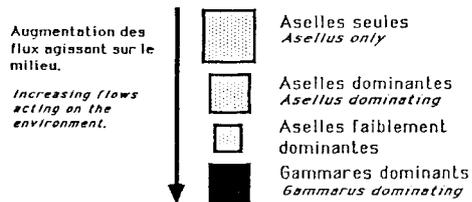
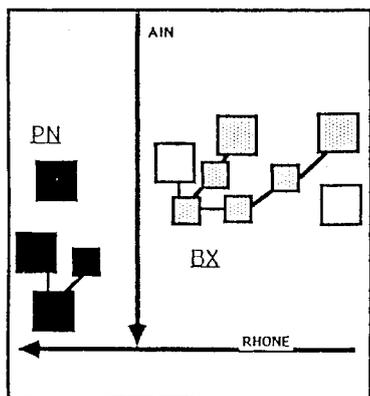
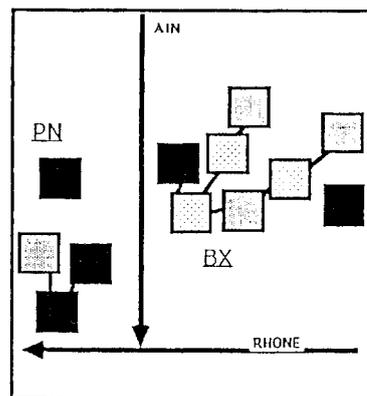
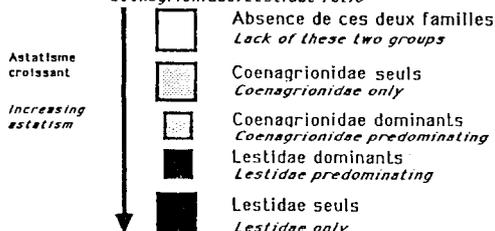


FIG.3 Exemples d'indices faunistiques descripteurs

Examples of faunistic indices used as descriptors.



c) Rapport Coenagrionidae/Lestidae.
Coenagrionidae/Lestidae ratio



d) Richesse taxonomique des Odonates
Odonata taxonomic richness

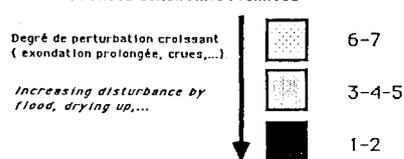


Fig.6.3.- Exemples d'indices faunistiques descripteurs
Examples of faunal indices used as descriptors

B - AFFINEMENT DU DIAGNOSTIC.

ANALYSE AU NIVEAU SPECIFIQUE ET UTILISATION DE LA PARTITION DES MILIEUX.

Certains taxons sont communs aux différentes zones d'un même ancien méandre. Il est ainsi possible de déterminer, chez les Ephéméroptères et les Coléoptères par exemple, des espèces caractéristiques formant une "image faunistique" qui peut être discriminante.

- a) Dans le cas des "Brotteaux", l'image faunistique est constituée de :
- Cloeon dipterum accompagné des Caenis robusta et horaria (tabl.6.Ie).
 - Agabus undulatus (larves) accompagné de Esolus parallelepipedus (larves) et de Haliplus ruficollis (larves) (tabl.6.Ic).

Ces espèces décrivent un milieu mixte possédant simultanément une composante typiquement lénitique à tendance eutrophe (les Ephéméroptères, H. ruficollis) et des indices d'un certain renouvellement de l'eau (A. undulatus, E. parallelepipedus). Esolus parallelepipedus matérialise les échanges plus ou moins diffus existant entre l'ancien méandre et le domaine aquatique souterrain. En cela, cet Elmidae rhéophile décrit l'existence d'un flux d'eau interstitielle alimentant l'ancien méandre. Il désigne l'origine du "renouvellement de l'eau" auquel sont liés certains taxons comme Agabus undulatus.

b) Dans le cas de "Puits-Novet", l'image faunistique obtenue est constituée de :

- Caenis luctuosa et Ephemerella ignita (tabl.6.IIe).
- Esolus parallelepipedus (larves) accompagné de Elmis aenea (larves) (tabl.6.IIc).

Elle décrit un système où les tendances lotiques sont globalement plus marquées que dans les "Brotteaux". La contribution du domaine interstitiel est également indiquée par E. parallelepipedus.

Il est possible de préciser le diagnostic en interprétant les affinités ou les différences faunistiques entre zones d'un même ancien méandre.

1 - Le complexe "Brotteaux-Vieux Brotteaux".

Les groupes taxonomiques pris en compte décrivent une coupure entre les zones 3 et 5 dans le bras principal des "Brotteaux". Cette zone de rupture correspond à un bouchon alluvial en formation (voir chap.5).

La partie amont (zones 2 et 3) est décrite par les taxons de type A (tabl.6.Ia, 6.Ic, 6.Id, 6.Ie). dont beaucoup présentent, à des degrés divers, des tendances rhéophiles ou des affinités pour un renouvellement de l'eau (Cercion lindeni, Habroleptoides modesta, Centropilum luteolum, Bathyomphalus contortus, Hydraena sternalis, Haliplus obliquus et Elmis aenea). Dans le contexte étudié, l'origine de ce renouvellement est un flux d'origine phréatique (para-écoulement de la rivière d'Ain). Il y a bien là confirmation par le peuplement superficiel du phénomène mis en évidence globalement au niveau de l'ensemble du méandre. La zone amont est désignée comme site préférentiel d'alimentation en eau interstitielle. Un phénomène de ce type a été bien étudié dans un ancien lit du Rhône (JUGET et ROUX, 1982; RICHARDOT-COULET et al., 1983).

La partie aval (zones 5 et 6) est décrite par les taxons de type B (tab. 6.Ia, 6.Ic, 6.Id) qui sont en majorité caractéristiques de milieux stagnants globalement en voie d'eutrophisation (Ischnura elegans, Galba corvus, Valvata cristata, Planorbis carinatus, Bithynia tentaculata, Lymnaea stagnalis, Hygrotus inaequalis, Hyphydrus ovatus). La présence de l'Haliplidae à tendance rhéophile Haliplus fluviatilis peut être interprétée comme traduisant l'influence assez restreinte de la rivière à l'aval de l'ancien méandre.

Les taxons du groupe B expriment également la forte affinité existant entre la zone 8 et l'ensemble constitué des zones 5 et 6.

Un second groupe d'informations apporté par la faune concerne la singularisation des zones 7, 9 et des "Vieux Brotteaux" (VB). Ces zones sont caractérisées par une faible richesse taxonomique des Mollusques allant de pair avec une forte représentation de Galba corvus. Ce "couple descripteur" traduit des milieux très atterris à la limite entre les domaines aquatiques et semi-aquatiques. En effet, la richesse taxonomique des Mollusques croît avec le degré d'atterrissement des milieux lénitiques jusqu'à un certain seuil au-delà duquel la durée de la période d'assèchement constitue une limite pour la majorité des espèces. Seuls ne subsistent alors que quelques taxons caractéristiques comme Galba

corvus. En contexte lénitique, la richesse taxonomique des Mollusques permet donc de quantifier le degré d'atterrissement. Ainsi, (tabl. 6.Ia), VB est plus atterri que 7 qui l'est plus que 9. Cette dernière zone présentant encore quelques affinités avec le bras principal (Planorbis carinatus, Anisus vortex, Caenis robusta, Caenis horaria).

Les Sympetrum du groupe striolatum, espèces adaptées aux milieux temporaires à périodes d'exondation estivale, qui ont leur maximum en 7 et 9 (tabl. 6.Id) apportent une information proche de celle fournie par Galba corvus. Toutefois, leur limitation dans les zones les plus exondables (VB) semble être plus forte.

La zone 7 et les "Vieux Brotteaux" se singularisent également par leur caractère mixte: nous venons de voir qu'il s'agit de zones en voie d'atterrissement rapide; elles présentent simultanément des indices de renouvellement de l'eau qui, comme pour la zone 2, en font des secteurs où l'alimentation en eau phréatique est particulièrement importante.

Ainsi, le groupe C de Coléoptères qui caractérise VB (tabl.6.Ic) est un parfait résumé de cette situation: si Helophorus obscurus et H. brevipalpis décrivent un milieu en cours d'atterrissement, Agabus sturmi, Hydroporus planus et Hydraena riparia (de même que le Mollusque Bathyomphalus contortus (tabl.6.Ia) dénotent un renouvellement par une eau oligotrophe fraîche.

De même, la zone 7 est caractérisée à la fois par le groupe D (tabl.6.Ic) constitué de Coléoptères de milieux stagnants eutrophes et par l'abondance d'Esolus parallelepipedus associé au Crustacé phréatobie Niphargopsis casparyi (tabl.6.Ib) qui matérialisent parfaitement les liens avec le domaine phréatique.

2 - L'ancien méandre de "Puits-Novet"

La faune opère une distinction nette des quatre zones de cet ancien méandre.

- La zone 1 présente une dualité du même type que celle observée dans les "Vieux Brotteaux" et la zone 7 des "Brotteaux". Cette dualité est ici beaucoup plus accusée. La présence de Galba corvus (tabl.6.IIa) et des Sympetrum du groupe striolatum (tabl.6.IId), l'absence de Pisidium nitidum et la très faible représentation de Pisidium subtruncatum, deux Sphaeridae typiques de milieux permanents (KASSAB, 1979) (tabl.6.IIa), de même que la végétation semi-aquatique et terrestre décrivent un milieu très atterri exondé durant de longues périodes. A cette image, se juxtapose la persistance d'Ephéméroptères rhéophiles: Caenis macrura, Baetis rhodani, B. vernus, B. scambus (tabl.6.IIe) alors qu'il n'y avait aucun courant marqué lors du prélèvement.

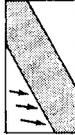
Comme dans le cas des "Brotteaux", les Coléoptères (tabl.6.IIc) offrent à eux seuls une image faunistique résumant cette dualité: le groupe E qui caractérise la zone 1 est composé à la fois d'espèces décrivant le processus d'atterrissement (Helophorus obscurus, H. maritimus), d'espèces liées au renouvellement de l'eau (Agabus didymus, Halipus fluviatilis) et d'Elmidae typiquement rhéophiles (Oulimnius tuberculatus, Esolus parallelepipedus, Elmis aenea). Cette image faunistique complexe décrit donc un milieu en voie d'atterrissement, exondable et soumis à des flux importants. Aux flux de type "remontée de nappe", qui seuls se produisent dans les zones amont des "Brotteaux" (VB, 2,7), s'ajoutent manifestement de façon temporaire des flux d'eau fluviale de surface empruntant cet ancien lit lors des crues.

- La zone 3 est décrite par la faune comme un milieu encore permanent évoluant rapidement vers un état très atterri sans être soumise aux perturbations décelées en zone 1: la richesse taxonomique des Mollusques est élevée avec des taxons de milieux permanents (Pisidium nitidum, P. subtruncatum), une bonne représentation de Galba corvus et des Sympetrum du groupe striolatum. Les Coléoptères du groupe F (tabl.6.II.c) décrivent un milieu typiquement stagnant (Hydroporus palustris, Guignotus pusillus, Hygrotus inaequalis, Laccophilus minutus) en voie d'atterrissement (Helophorus brevipalpis, H. obscurus). L'abondance d'Esolus parallelepipedus dénote l'importance constante du flux souterrain sous-jacent et l'apport diffus d'eau interstitielle aux milieux de surface. Les autres Elmidae rhéophiles de la zone 1 sont ici totalement absents.

- La zone 4 est décrite comme un milieu permanent n'évoluant pas encore vers l'atterrissement (absence des Sympetrum et de Galba corvus) et où règne un flux modéré (Centroptilum luteolum, Elmis aenea, Hydraena sternalis, Potamonectes depressus, maximum d'abondance d'Ephemerella ignita et des Gammaris).

- La zone 2 qui est la plus profonde (maximum 3 à 4 m) donc la plus permanente, avec de nombreux herbiers aquatiques littoraux, possède pourtant un peuplement malacologique limité (neuf espèces) comparé aux seize espèces trouvées en zone 6 à l'aval des "Brotteaux". Ceci peut être considéré comme l'indice des perturbations que subit cette zone lors des brusques changements de débit de la

Signification évolutive des cas rencontrés
Successional diagnosis of the cases found

- Milieux permanents *Permanent aquatic environments*
 -  Evolution lente vers l'atterrissement due aux remaniements fréquents de la granulométrie et des peuplements.
Slow terrestrialization rate due to frequent disturbances in sediment and populations.
 -  Evolution lente vers l'eutrophisation des eaux.
Slow eutrophication of the water.
 -  Evolution rapide vers l'eutrophisation des eaux.
Fast eutrophication of the water.
- Milieux non permanents *Semi-aquatic environments*
 -  Atterrissement périodiquement freiné par le balayage lors des crues.
Terrestrialization process periodically slowed down by flood.
 -  Evolution rapide vers un stade terrestre. Maintien d'une certaine oligotrophie des eaux en période d'alimentation.
Speedy terrestrialization rate. Oligotrophy when supplied by water.
 -  Evolution très rapide vers l'atterrissement.
Very speedy terrestrialization rate.

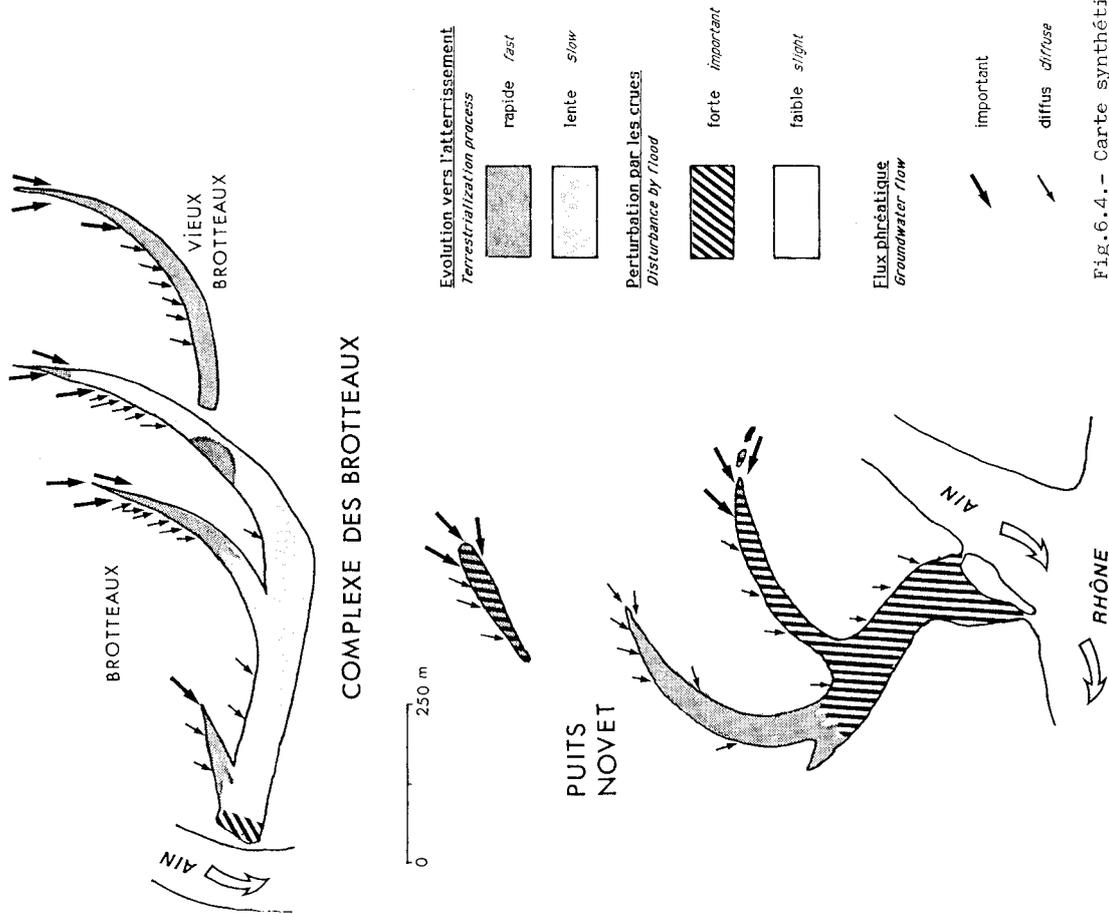


Fig.6.4.- Carte synthétique des tendances évolutives décelées par l'analyse faunistique
 Synthetic map of the successional tendencies revealed by the faunal analysis

rivière d'Ain, qui se heurte ici au "barrage" que constituent les eaux du Rhône. La présence de Coléoptères rhéophiles (Oulimnius tuberculatus, Elmis aenea, Haliplus fluviatilis, H. laminatus, Potamonectes depressus) traduit bien cette influence temporaire lors des crues qui est ici plus marquée qu'à l'aval des "Brotteaux".

CONCLUSION

Les groupes taxonomiques considérés, en place à un instant donné, apportent une information pertinente quant au fonctionnement des milieux étudiés. Cette information confirme et complète celle qui a été fournie par la végétation aquatique (voir chap.5). Ainsi, le phénomène de coupure de l'ancien méandre des "Brotteaux" par progression du bouchon alluvial est parfaitement identifiable sur le terrain par la présence d'hélophytes typiques; l'analyse faunistique permet, quant à elle, de préfigurer le type d'évolution des deux zones en voie d'isolement.

L'intérêt principal de l'analyse faunistique réside :

- dans la description de phénomènes simultanés dans une même zone, par exemple: l'atterrissement et l'alimentation en eau phréatique ou l'atterrissement et l'influence de flux brusques (crues);
- dans l'intégration de phénomènes de courte durée qui ne se traduisent pas directement au niveau de la végétation, comme le montre la persistance de taxons rhéophiles ou la présence d'indicateurs de flux phréatique dans des zones à végétation terrestre ou semi-aquatique (PN 1 et 3).

Ces données faunistiques permettent donc, d'une part, d'élaborer un diagnostic évolutif, d'autre part d'établir une carte synthétique du système formé par les trois lônes étudiées (fig.6.4):

- Le complexe des "Brotteaux" est un milieu globalement en voie d'atterrissement. Il est faiblement astatique car ne subissant pas de flux brusque ou d'influence drastique des eaux superficielles de l'Ain. Le bras principal de l'ancien méandre (2,3,5,6) tend vers une coupure en deux zones à évolution différentielle. La zone amont (2,3) est en effet maintenue dans un état plus oligotrophe du fait de son alimentation prépondérante en eau interstitielle. D'une manière générale, les zones amont peu profondes (VB,2,7) sont des sites préférentiels d'échanges avec le milieu interstitiel. Elles contribuent à une certaine oligotrophie du milieu. Etant exondés en basses eaux, ces sites fonctionnels sensibles seront les premiers touchés par l'abaissement progressif de la ligne d'eau dû à l'enfoncement de la rivière d'Ain (voir chap.2).

- L'ancien méandre de "Puits-Novet" est une entité hétérogène globalement très astatique car subissant, beaucoup plus que les "Brotteaux", l'effet des crues brusques de la rivière d'Ain. Ceci a pour conséquence la juxtaposition dans l'espace ainsi que dans le temps de zones ou de phases d'atterrissement très rapides et de "rajeunissement" par balayage lors des crues. Dans l'optique de l'enfoncement du cours aval de l'Ain, l'effet prévisible est la suppression des phases de "rajeunissement" et l'évolution très rapide de cet ancien méandre vers un milieu semi-aquatique.

REMERCIEMENTS

Nous adressons tous nos remerciements à C. AMOROS pour sa contribution à l'élaboration de la problématique et pour sa lecture critique du manuscrit, à J.-L. REYGROBELLET pour ses nombreux conseils concernant la rédaction du manuscrit et pour la détermination des Niphargopsis casparyi, à Madame J. FONTAINE pour la détermination des Ephéméroptères du genre Baetia, et à Monsieur J.G.J. KUIPER qui a bien voulu vérifier la détermination des Pisidium.

USE OF FAUNAL DESCRIBERS FOR ECOLOGICAL DIAGNOSIS OF THREE FORMER MEANDERS

In order to understand the present function of three former meanders of the Ain River (a tributary of the Rhône River) and to predict their probable development, macroinvertebrates were used to describe the present status of the abandoned meanders and their potential for development.

The employed methodology (fig.6.2) demands stratified sampling by zones based upon the distribution of aquatic macrophytes (fig.6.3a). Two samples of macrofauna were collected (each one consisted of 3 initial hand-net samples collected transversally across the water body) within each botanically homogeneous zone. Five groups were considered and identified to the species level: *Mollusca*, *Crustacea* (*Amphipoda*, *Isopoda*), *Odonata*, *Ephemeroptera*, *Coleoptera*. The data were converted into abundance classes. Our results are a synthesis of the information provided by the different methodological steps number 6, 7 and 8 illustrated in fig.6.2.

The Ain River is characterized by dynamic hydrology, which involves lateral migrations of the main stream. In the lower course of the river bed, the hydrological features are influenced mainly by the effects of its confluence with the Rhône River (fig.6.1). These 3 meanders have been sampled during average hydrological conditions (fig.6.1, Situation 2).

The analysis of the present community structure as well as the distribution of some "informative species" enable us to assess the affinities and/or transition between zones, and to provide information on past hydrological conditions such as drying up, water flows, inflows of ground-water.

Using 3 describers, we formulated an initial overall diagnosis:

- 1- the *Asellus/Gammarus* ratio, which describes the rate of the flows action on the environment (fig.6.3b);
- 2- the *Coenagrionidae/Lestidae* ratio, which provides information on the astaticism level (fig.6.3c);
- 3- the *Odonata* richness, which depends on the rate of disturbance by flood or drying up (fig.6.3d).

A more precise diagnosis was provided by others describers. They demonstrated simultaneous phenomena such as terrestrialization and groundwater supply of the biotope, or terrestrialization and the occurrence of spates. In the former case, for example, *Galba corvus* and *Sympetrum gr. striolatum* (*Mollusca* and *Odonata* that describe terrestrialization) and *Esolus parallelepipedus* (a *Coleoptera* that describes groundwater supply) are simultaneously present. In the second case, *Galba corvus* and *Sympetrum* and rheophilous *Ephemeroptera* (*Caenis macrura*, *Baetis*) are simultaneously present. Moreover, some describers also integrate short term phenomena, which are not described by the vegetation but may be explained in terms of ecological function, such as the presence of surviving rheophilous taxa or subterranean taxa in biotopes with only semi-aquatic and terrestrial vegetation.

Thus, our taxonomical data enabled us to make prediction on the development of the ecosystem by means of a synthetic map (fig.6.4).

The information provided by this describer type (macroinvertebrates) were added to the information obtained from others describer types such as aquatic vegetation, *Cladocera* etc. and thus enabled us to assess the general potential of the hydrosystem.