

Cahier des charges du programme APB Ecrevisse à pattes blanches dans le département du Jura- Introduction à la démarche en Haute-Saône

Jura

- Pourquoi un APB écrevisse à pieds blancs dans le département du Jura
- Réglementation existante relative à la protection et à l'exploitation des populations d'écrevisses en France et déclinaisons dans les limites géographiques de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée Corse et à l'échelle départementale.
- Etat des APB écrevisse à pattes blanches en France - Type de périmètres et de règlements
Validité juridique - Problèmes de suivi et applicabilité.
- Répertoire et caractéristiques générales (qualité de l'eau et de l'habitat des sites à écrevisse à pied blancs dans le Jura (présence, disparitions ancienne et récente)
- Etat des populations - Répertoire hiérarchisé de causes de maintien et de disparition.
- Inventaire des pratiques humaines et des acteurs du bassin versant et des riverains proches ou lointains de chaque concerné en identifiant les pratiques et actions à proscrire à différentes échelles spatiales emboîtées (ex : pulvérisation d'insecticides et de fongicides sur billes stockées dans le bassin versant géologique ...)
- Impact des autres espèces du lieu (espèces introduites, ...)
- Proposition d'un périmètre pertinent pour chaque site et analyse foncière correspondante. L'Arrêté de protection de biotope doit comporter en annexe un répertoire d'identification cadastrale des parcelles (intitulé, section et numéro).
- Proposition d'un règlement général pertinent et d'un règlement particulier pertinent pour chaque site d'application la plus aisée possible, à proposer aux acteurs locaux.
- Montage du dossier d'APB et proposition d'une procédure d'information et de concertation avec identification de l'ensemble des acteurs concernés.
-
- Propositions d'actions de gestion adaptées à chaque site.
- Chiffrage des opérations de signalisation et identification des financeurs potentiels

ANALYSES BIOLOGIQUES ET MORPHODYNAMIQUES DU DRUGEON APRES SA RESTAURATION - SUIVI 2003 -



Photos Teleos : Isle Pernet- Août 2003.

Étude réalisée pour la Communauté de Communes du Plateau de Frasne et du Val du Drugeon

par le Bureau d'Études **TELEOS**
46, route nationale
F-25220 ROCHE-LEZ-BEAUPRE
tel : (33) 03 81 57 04 18 / fax (33) 03 81 57 02 86
e-mail : teleos@wanadoo.fr



financée par le Ministère de l'Environnement
l'Agence de l'Eau
le Conseil Général du Doubs
la Communauté de Communes du Plateau de Frasne et du Val du Drugeon
Juillet 2004

**ANALYSES BIOLOGIQUES ET MORPHODYNAMIQUES
DU DRUGEON APRÈS SA RESTAURATION – SUIVI 2003 –**

Introduction.....	2
I - Analyse et évolution des potentiels physiques et biologiques sur les stations du Drugeon.	4
I.1 Station de l'Isle Pernet	4
I.1.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	4
I.1.2 Évolution du métabolisme thermique estival	5
I.1.3 Analyse biocénétique des prélèvements.....	6
I.1.4 Analyse du peuplement piscicole de 2003	11
I.1.5 Bilan des analyses réalisées sur l'Isle Pernet en 2003.....	14
I.2 Station du Mont du Rang.....	15
I.2.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	15
I.2.2 Analyse du peuplement piscicole en 2003	16
I.3 Station en amont de la STEP - Chaseaux	18
I.3.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	18
I.3.2 Analyse biocénétique des prélèvements.....	19
I.4 Station en aval de la STEP - Cornereau.....	21
I.4.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	21
I.4.2 Bilan de la qualité habitationnelle stationnelle en amont et en aval de la STEP et de leur évolution	22
I.4.3 Évolution du métabolisme thermique estival sur le secteur entre La Rivière-Drugeon et Bannans	23
I.4.4 Analyse biocénétique des prélèvements.....	24
I.4.5 Bilan sur les biocénoses en amont et en aval de la STEP et de leur évolution.....	26
I.5 Station du Crêt de l'île	28
I.5.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	28
I.5.2 Analyse biocénétique des prélèvements.....	29
I.5.3 Analyse du peuplement piscicole en 2003	32
I.5.4 Bilan des analyses réalisées sur le Crêt de l'Isle en 2003.....	33
I.6 Station du Méandre des Artilleurs.....	33
I.6.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle.....	33
I.6.2 Analyse biocénétique des prélèvements.....	34
I.6.3 Analyse du peuplement piscicole en 2003	37
I.6.4 Bilan des analyses réalisées sur le Méandre des Artilleurs en 2003	38
II Analyse de la qualité physique de la Combe Levier à l'échelle des tronçons	39
III Bilan sur les analyses des mosaïques habitationnelles du Drugeon	43
IV Bilan du métabolisme thermique estival sur la vallée.....	45
V Bilan sur les peuplements benthiques du Drugeon.....	47
VI Bilan sur les analyses des peuplements piscicoles du Drugeon	49
Conclusion générale	51
Bibliographie.....	53
Annexes.....	56

ANALYSES BIOLOGIQUES ET MORPHODYNAMIQUES DU DRUGEON APRÈS SA RESTAURATION - SUIVI 2003 -

Introduction

Le suivi biologique et physique des travaux de réhabilitation du Drugeon s'est poursuivi en 2003. L'étude a porté sur l'analyse de la structure morphodynamique de l'habitat restauré et de la recolonisation de la faune de macro-invertébrés et de poissons. Ces organismes consommateurs conviennent en effet particulièrement pour apprécier la valeur des habitats rénovés et sanctionnent objectivement les gains obtenus. Les données acquises lors des études préalables aux travaux et lors des suivis antérieurs (1997, 1999, 2000, 2001 et 2002) permettent de plus, de quantifier et de qualifier les évolutions.

Les 6 stations étudiées en 2003 ont bénéficié de :

- L'examen des mosaïques d'habitats aquatiques afin de mesurer les améliorations réelles du compartiment physique à l'aide de différents indices fiables dont l'IAM (indice d'attractivité morphodynamique);
- Le suivi de l'évolution des températures à l'aide des données issues des sondes installées par la communauté de communes aux fins d'analyses comparatives portant sur les valeurs estivales qui régulent la vie aquatique ;
- L'étude des communautés de macro-invertébrés benthiques d'une part et de poissons d'autre part, organismes intégrateurs afin de vérifier et d'évaluer les gains biologiques obtenus et d'apprécier les dynamiques de recolonisation.

Une mesure, à l'échelle du tronçon, de la qualité physique et habitationnelle de la Combe Levier restaurée en 2001 a par ailleurs été menée afin de préciser les résultats à l'échelle de la station obtenus lors du suivi 2002.

La carte qui suit récapitule l'emplacement de chaque station et le type d'investigation mené :

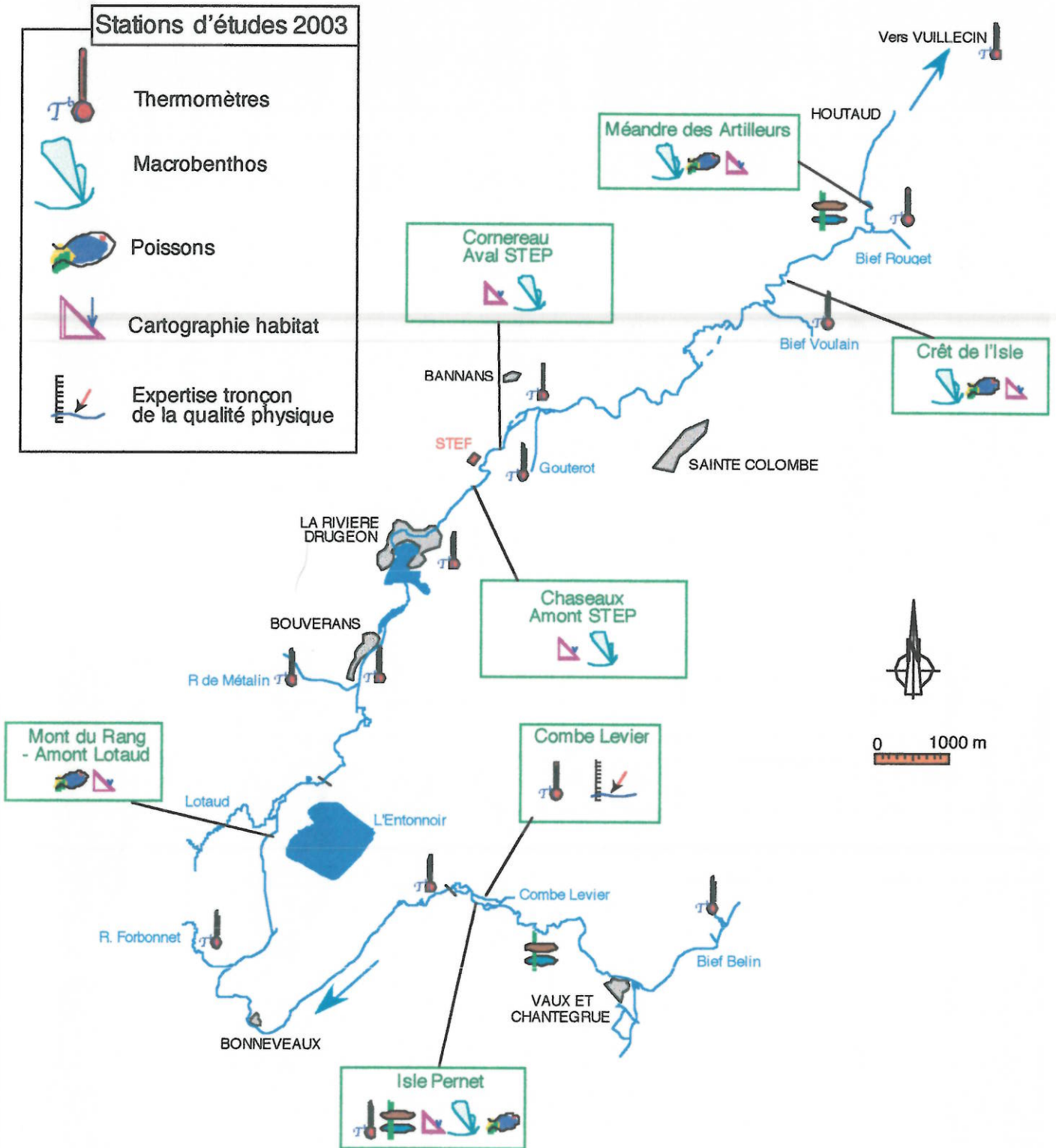


Figure 1 : Localisation des stations étudiées en 2003 et dispositif mis en place.

I - Analyse et évolution des potentiels physiques et biologiques sur les stations du Dugeon.

I.1 Station de l'Isle Pernet

I.1.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre de pôles	26	37	68	67	65	70
Indice de diversité	1,07	1,22	1,34	1,34	1,37	1,24
Nombre de substrats	8	11	11	11	12	11
Nb. de cl. de hauteurs	3	4	4	4	4	4
Nb. de cl. de vitesses	2	3	4	4	4	4
Attractivité des substrats	43,3	29,0	35,6	39,2	42,5	41,9
IAM	2 080	3 826	6 267	6 903	8 227	7 373

Tableau I : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station de l'Isle Pernet.

Depuis le reméandrement de ce secteur en aval de Vaux-et-Chantegrue en 1997, l'habitat aquatique n'a pas cessé de progresser en attractivité et de tendre vers une complexité croissante jusqu'en 2002. **En 2003, la situation régresse légèrement** : l'indice de diversité et l'indice d'attractivité morphodynamique diminuent respectivement de 2,2 % et de 10,4 %, mais **restent dans des gammes encore très favorables** au développement de la vie aquatique (Tab. I).

Cette régression s'explique principalement par les **conditions hydrologiques sévères de l'été**, qui ont réduit la surface de la station par recentrage des écoulements vers le centre. Les bordures principalement occupées par la végétation aquatique (hydrophytes et surtout héliophytes) sont asséchées ; leurs surfaces régressent donc sensiblement de 32 %. Ainsi, l'attractivité des substrats chute légèrement. Il faut noter également la disparition des litières sur la station qui étaient très minoritaires en 2002 (0,3 %).

Pour les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement, si les variétés des classes sont inchangées, les petites valeurs (la classe inférieure à 5 cm et la classe inférieure à 10 cm/s) progressent nettement au détriment des valeurs supérieures. Cette observation signifie que les plus fortes hauteurs de la lame d'eau et les plus grandes vitesses ont régressé et les classes inférieures en bénéficient.

En fait, l'effet de l'étiage estival sévère sur la qualité de l'habitat aquatique de l'Isle Pernet est très léger, avec seulement une faible diminution de son attractivité et de son hétérogénéité. Le niveau atteint durant l'été 2003 reste tout à fait exceptionnel et l'affaiblissement des conditions habitationnelles est mineur aux vues des insuffisances rencontrées sur les autres stations : assècs ou fortes régressions de la qualité de l'habitat aquatique.

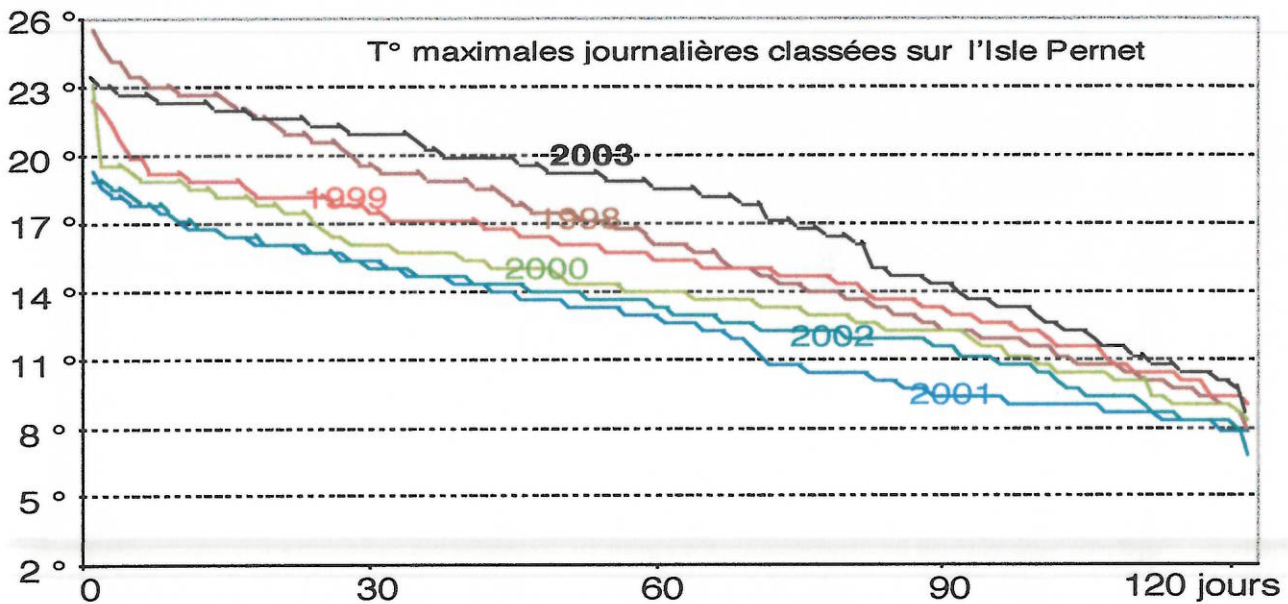


Figure 2 : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant sur l'Isle Pernet sur 6 saisons estivales (du 1^{er} juin au 30 septembre).

Le classement par ordre décroissant des maximales journalières sur l'Isle Pernet montre que les valeurs de 2003 sont les plus hautes pour 87 % de la période chaude prise en compte (1^{er} juin – 30 septembre). Seules les maximales de 1998 supplantent celles de 2003 (Fig. 2). Le même constat peut être fait pour les températures relevées au pont sncf (Annexe E2a).

Ces observations confirment, si besoin en était, le **net réchauffement des températures estivales du Druegon apical au cours de l'été 2003.**

1.1.3 Analyse biocénotique des prélèvements

1.1.3.a. Étude du peuplement actuel

L'ISLE PERNET	21/08/03 20 placettes
Abondance	3 009
Variété générique	54
Variété familiale	46
Variété géné. Plécoptères	2
Variété géné. Éphéméroptères	9
Variété géné. Trichoptères	11
Variété géné. Coléoptères	4
IBGN	18 / 20
Taxon indicateur	<i>Odontoceridae</i> (8)
Variété IBGN	39
Cb2	16,5 / 20
Iv	8,6
In	7,8

Tableau II : Caractérisation du peuplement benthique de l'Isle Pernet en 2003

La station de l'Isle Pernet bénéficie d'un suivi annuel de sa faune benthique depuis la restauration du secteur en 1997. Cette 6^e campagne réalisée fin août 2003 montre que la qualité du peuplement présente **un niveau assez satisfaisant. Les indices synthétiques sont assez**

élevés avec 18/20 pour l'IBGN et 16,5/20 pour le Cb2, en raison d'une variété taxonomique assez forte (39 familles répertoriés dans les 8 échantillons de la norme).

Si un grand nombre de genres présents sur la station montrent une sensibilité importante vis-à-vis de la qualité de l'eau comme *Beraeodes*, *Silo*, *Ephemera*, *Ecdyonurus*, *Odontocerum*, *Leuctra*, *Habrophlebia*, ... les groupes les plus polluo-sensibles sont toujours absents (Plécoptères *Setipalpia*, ...). De plus, le nombre d'individus recensés dans les 20 placettes est très faible et indique également une fragilité dans l'édifice benthique (Tab. II)

La répartition intra-stationnelle indique que les 10 prélèvements réalisés dans la végétation (Bryophytes, Hydrophytes, Hélophytes, Algues et litières) renferment 70 % de l'abondance et 87 % de la variété générique. Aucune répartition préférentielle en fonction des vitesses de courant n'apparaît par contre : les substrats lotiques (vitesse supérieure à 5 cm/s) ne possèdent pas une faune plus riche (ni en abondance, ni en variété) que ceux qui sont sans courant. Le macrobenthos ne semble donc plus fuir les zones lenticques jadis polluées. D'ailleurs, les 5 placettes prélevées en substrats déposés lenticques (sables, vases, graviers, litières et algues) renferment 29 genres soit 54 % de la variété, ce qui leur confère un caractère assez biogène, même si leur abondance est légèrement inférieure à celle des autres supports.

1.1.4.b. Comparaison avec les données antérieures (de 1995 à 2002)

L'étude de l'évolution des peuplements de macrobenthos depuis 1995 permet théoriquement d'apprécier l'effet du reméandrement sur la faune. Toutefois, les différents suivis réalisés jusqu'alors démontrent que si la qualité de l'habitat progresse d'année en année, la qualité de l'eau perturbe la recolonisation de la macrofaune benthique (Teleos 1999, 2000, 2001, 2002).

L'analyse indique qu'en 2003 **une nette amélioration se dessine** :

- par rapport à 2002 (année particulièrement déficiente),
- par rapport aux différentes campagnes postérieures aux travaux (et notamment à 2001 qui correspondait aux meilleurs résultats),
- par rapport à 1995.

En effet, avec **54 genres dénombrés en 2003**, la variété n'a jamais été aussi forte depuis 1995 (Tab. III et Fig. 3). Ce bon rétablissement concerne les trois principaux ordres (Plécoptères, Trichoptères et Éphéméroptères), même si leur variété reste à un niveau assez modéré.

Année	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Abondance	110 838	5 023	5 266	6 553	26 509	5 781	3 009
Variété générique	53	36	40	40	51	37	54
IBGN /20	17	13	14	15	17	15	18
Taxon indicateur (GI)	<i>Leuctridae</i> (7)	<i>Leuctridae</i> (7)	<i>Goeridae</i> (7)	<i>Leuctridae</i> (7)	<i>Odontoceridae</i> (8)	<i>Odontoceridae</i> (8)	<i>Odontoceridae</i> (8)
Variété taxonomique	37	24	28	31	36	27	39
Cb2 /20	16,5	12,0	13,5	14,5	16,0	13,5	16,5

Tableau III : Caractérisation du peuplement benthique de l'Isle Pernet depuis 1995.

Les indices IBGN et CB2 sont également en augmentation et montrent une nette amélioration par rapport à 2002 (Tab. III). Ce gain obtenu en un an concerne principalement la variété taxonomique

qui s'accroît de 12 unités sur les 8 prélèvements de la norme, le taxon indicateur restant le même (*Odontoceridae*).

Toutefois l'abondance mesurée en 2003 est la plus faible jamais observée, avec une diminution de 48 % par rapport à 2002, 89 % par rapport à 2001 et 97 % par rapport à 1995 (Fig. 3). L'édifice trophique, s'il regagne en qualité, reste donc instable notamment au niveau des organismes saprobiontes, qui ne représentent en 2003 que 48 % de l'abondance au lieu de 75 à 80 % habituellement.

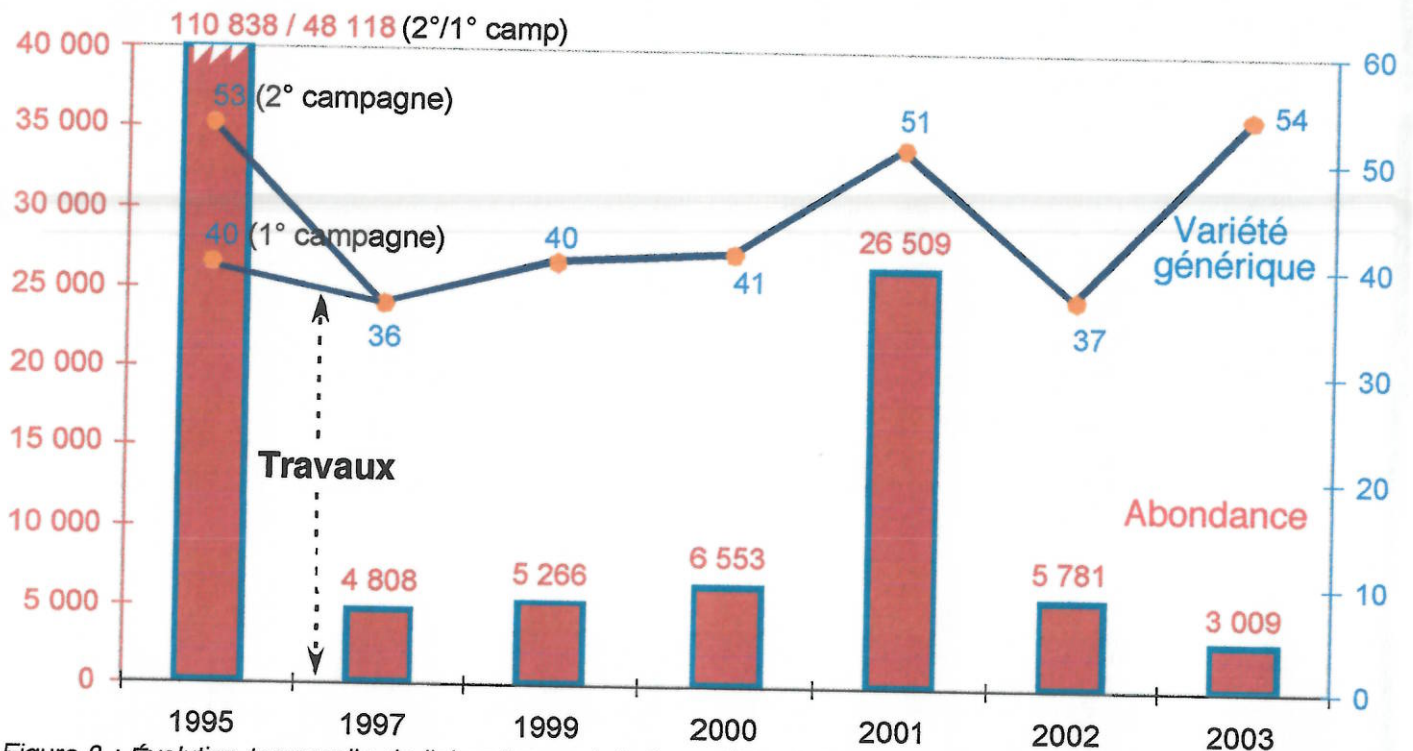


Figure 3 : Évolution temporelle de l'abondance et de la variété générique sur 20 placettes de 1995 à 2003 de l'Isle Pernet.

Si nombre de genres sensibles ou assez sensibles sont mieux représentés dans le peuplement, avec une augmentation des individus recensés pour chacun d'eux par rapport 2002, le reste de la macrofaune compte **de plus en plus de taxons isolés**. En effet, la comparaison des échantillons sur les 7 campagnes menées depuis 1995 montre qu'en 2003 les taxons faiblement représentés n'ont jamais été aussi nombreux quelle que soit la limite fixée : de un individu à moins de 10 individus au m² (Fig. 4). Il peut donc en être déduit que le **peuplement est encore instable** malgré la hausse des indices biologiques et la recolonisation en cours est probablement inachevée et/ou perturbée.

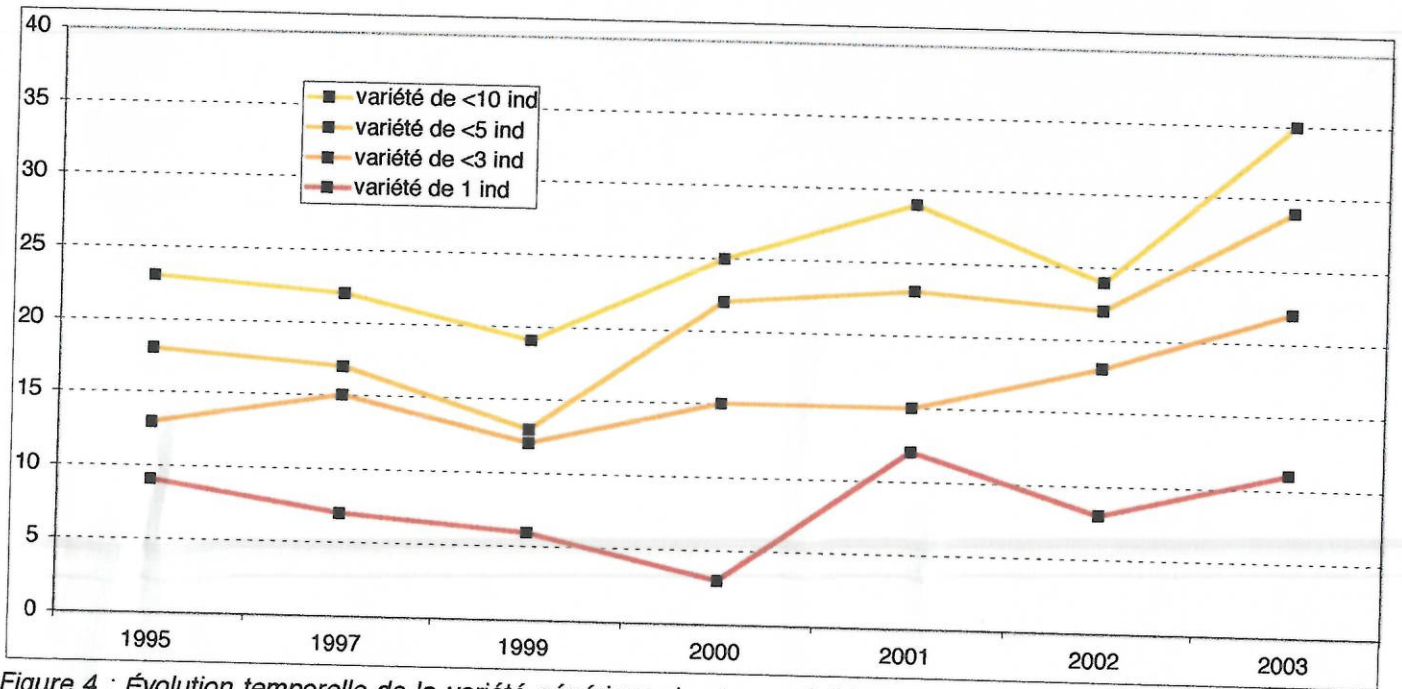


Figure 4 : Évolution temporelle de la variété générique des taxons faiblement représentés de 1995 à 2003 sur l'Isle Pernet.

Les apparitions et les disparitions

* Sur les 55 taxons qui forment le peuplement de 2003, 9 (soit 16 %) apparaissent : 2 genres d'Éphéméroptères (*Paraleptophlebia*, *Pseudocentropilum*), 3 genres de Trichoptères (*Mystacides*, *Tinodes*, *Lepidostoma*), 1 genre d'Odonates (*Calopteryx*), 1 genre d'Isopodes (*Asellus*), 1 genre de Gastéropodes (*Valvata*) et 1 genre de Sangsues (*Theromyzon*). Ces apparitions sont un signe encourageant par rapport aux disparitions enregistrées en 2002 et font progresser la variété générique de manière importante.

Toutefois, ces apparitions ne témoignent pas objectivement d'une amélioration de la qualité du peuplement.

➤ Tout d'abord, les genres concernés n'appartiennent pas aux taxons les plus sensibles vis-à-vis de la qualité de l'eau et certains sont même tolérants à une surcharge organique comme *Asellus*, *Valvata*, *Calopteryx*, *Mystacides*, *Pseudocentropilum*.

➤ De plus, ces nouveaux genres sur l'Isle Pernet ne sont représentés que par quelques individus (< 5 larves) voire un seul pour la majorité.

➤ Enfin, les 5 genres de Trichoptères et d'Éphéméroptères rentrent dans une gamme typologique plutôt basale donc assez éloignée du niveau bio-typologique d'origine de la station. Hormis *Paraleptophlebia (submarginata ?)* ces néo-taxons de l'Isle Pernet étaient absents du Dugeon en 1973 et ne sont mentionnés dans les données postérieures (1993, Bouchard, Dumontier & Vigile et 1994, Parmentier) que sur des stations situées nettement plus en aval. Ces observations illustrent la **remontée des espèces (et/ou genres)** signe que le glissement typologique constaté avant les travaux de réhabilitation continue à s'effectuer.

* Le *Baetidae Centropilum* est le seul genre qui réapparaît en 2003 depuis les travaux de réhabilitation (citations en 1994 et 1995).

* 22 taxons absents en 2002 réapparaissent en 2003, dont certains présentent une sensibilité assez forte tels que *Beraeodes*, *Ephemera*, *Lepidostoma*, *Psychodidae* ; mais par contre 7 taxons disparaissent en 2003 alors qu'ils étaient présents en 2002 dont notamment *Protonemura*, *Siphonurus* et *Empididae*. Le bilan 2002/2003 en termes d'apparition et de disparition de taxons sensibles paraît assez équilibré avec le signe d'un léger mieux en 2003.

* La comparaison des peuplements depuis 1995 montre que 36 taxons présents antérieurement (de 1995 à 2002) ne sont pas retrouvés en 2003, ce qui indique que 40 % des taxons retrouvés au moins une fois de 1995 à 2003 sont absents en 2003. Ce qui montre que le stock faunistique pourtant riche en 2003 pourrait être potentiellement bien supérieur. Il faut ajouter que globalement ces taxons ne possèdent pas une polluo-sensibilité remarquable.

L'effet des produits des scieries

Les différents suivis réalisés sur le secteur ont montré que la recolonisation était enrayée tant par les pollutions d'origine organique issues de Vaux-et-Chantegrue que par les produits de traitements du bois issus des deux scieries installées sur la commune. Si l'ensemble du peuplement est susceptible d'être perturbé par les produits issus de ces établissements, certains organismes y sont particulièrement sensibles et montraient en 2002 des densités très basses. **En 2003, ces derniers sont tous en progression même si ils ne montrent pas des abondances très fortes (Fig. 5).** Certains comme les Pisidies atteignent une densité jamais recensée depuis 1995 (voire 1994) et d'autres comme *Ephemera* des densités assez fortes. **Toutefois, les *Gammaridae* – un des taxons les plus sensibles à ces produits – présentent toujours une abondance très limitée (7 individus).**

Ces taxons qui possèdent des biologies différentes (cycles vitaux de durées variables et nombres de générations par an différents) présentent une recolonisation plus ou moins rapide selon les conditions.

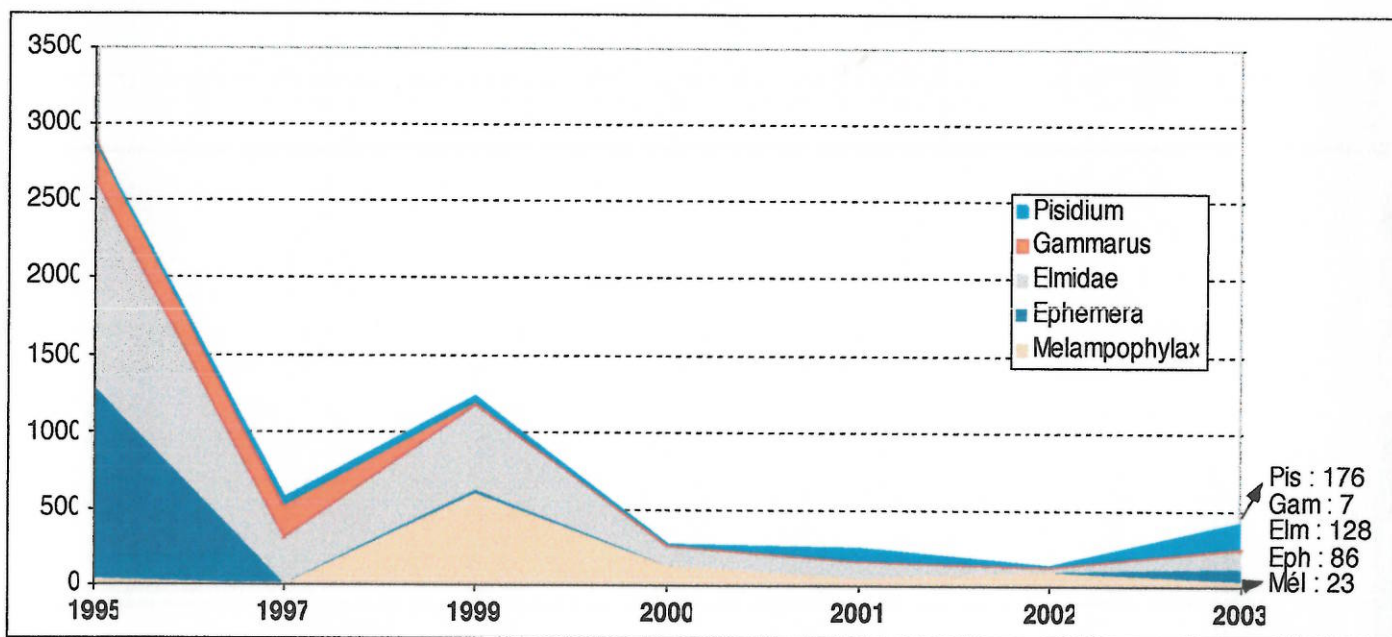


Figure 5 : Évolution temporelle de l'abondance de quelques taxons sensibles aux rejets de scieries de 1995 à 2003 sur l'Isle Pernet.

La station de l'Isle Pernet paraît donc moins atteinte par les perturbations issues des traitements du bois en 2003. La fin de l'activité de la scierie Beschet, située sur l'amont de la commune, est peut-être à l'origine de cette amélioration, mais l'hydrologie particulière de la période estivale (étiages prononcés) est susceptible d'avoir réduit le transfert du flux polluant. Cette dernière hypothèse peut être étayée par un relais plus soutenu de l'alimentation de la nappe du Drugeon.

Toutefois, comme tous les indicateurs ne sont pas à des niveaux optimaux, la scierie du Martinet et jusqu'à preuve du contraire le site de la scierie Beschet (non assaini) restent potentiellement générateurs de dérèglements des peuplements benthiques. L'évolution du site de Beschet est à surveiller.

Pour conclure, la station de l'Isle Pernet possède en 2003 un peuplement plus riche que les autres années, notamment qu'en 2002. Cette augmentation de la variété se répercute sur les indices IBGN et Cb2 qui atteignent des niveaux assez bons. Cette progression s'accompagne de l'arrivée de nouveaux taxons et surtout de l'implantation de genres sensibles comme *Leuctra*, *Ephemera*, *Ecdyonurus*, *Beraeodes*, *Silo*, *Lepidostoma*, *Odontocerum*, ... Le niveau atteint en 2003 se rapproche de celui qui a été évalué avant les travaux.

En revanche, la très faible abondance, le nombre croissant de taxons très faiblement représentés et la proportion anormalement faible des organismes saprobiontes dénoncent une pyramide trophique déstabilisée.

1.1.4 Analyse du peuplement piscicole de 2003

L'Isle Pernet a bénéficié d'un inventaire piscicole par pêche électrique réalisé par le Conseil Supérieur de la Pêche en septembre 2003. Cette station est inventoriée chaque année depuis les travaux et le suivi de la recolonisation peut ainsi être apprécié et les résultats comparés aux données de la campagne de 1994 (CSP, 1995).

La figure 6 permet de suivre l'évolution de la biomasse totale (ainsi que de celle de la truite) exprimée en kg/ha. Le caractère oscillatoire du peuplement depuis le reméandrement du secteur se poursuit et une **progression de 42 % de la biomasse totale s'observe entre 2002 et 2003**. Les Truites montrent une hausse de 56 %, les Loches franches de 119 % alors que le Vairon régresse de 20 % (Annexe D1). Il faut noter la présence non significative du Gardon (1 individu sur la station).

Si le niveau global du peuplement est en nette progression par rapport à 2002, il reste inférieur à la campagne de 2001, qui reste pour le moment la référence post-travaux. Le niveau de 2003 correspond à peu près à celui de 1999 qui ne possédait qu'un peuplement âgé de 2 ans.

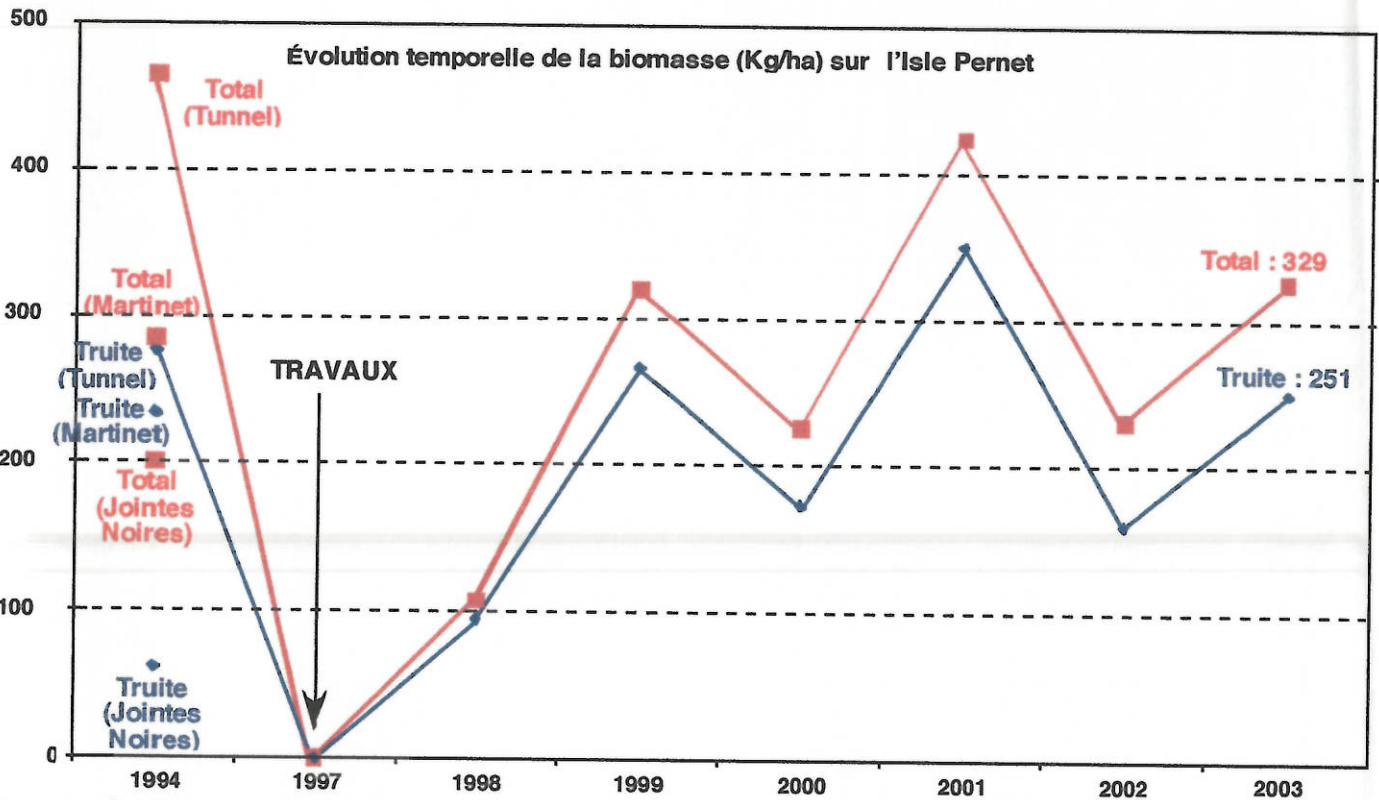


Figure 6 : Évolution temporelle de la biomasse (total et Truite) en kg/ha de 1994 à 2003 sur l'Isle Pernet.

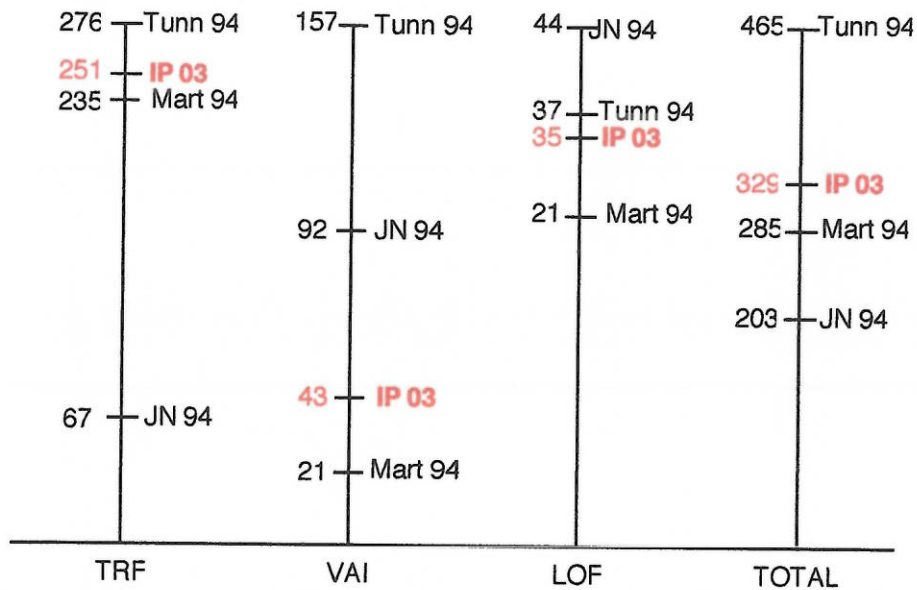


Figure 7 : Comparaison des biomasses spécifiques et globales (en kg/ha) de l'Isle Pernet en 2003 et des trois stations du secteur en 1994.

La comparaison avec les trois stations du secteur étudiées en 1994 (Fig. 7) indique qu'en 2003 :

- La biomasse de Truite est du même niveau que celle des stations du Tunnel sncf et du Martinet et qu'elle est nettement supérieure à celle des Jointes Noires.
- La biomasse de Vairon est nettement inférieure à celle des stations du Tunnel et des Jointes Noires.
- La biomasse de Loche franche est équivalente à celle de la station du Tunnel, inférieure à celle de la station des Jointes Noires et supérieure à celle de la station du Martinet.

- La biomasse totale est supérieure à celle des stations du Martinet et des Jointes Noires et inférieure à celle de la station du Tunnel.

L'analyse de la structure du peuplement exprimée en classe d'abondance montre que la Truite et le Vairon sont en classe optimale et la Loche en classe 4/5 (Annexe D6). La comparaison avec la structure de 1973 indique une nette progression et le référentiel associé à B3 + est nettement dépassé. Actuellement, la structure en classe d'abondance de l'Isle Pernet en 2003 tend plus vers un peuplement de niveau typologique B4, pour ces 3 espèces.

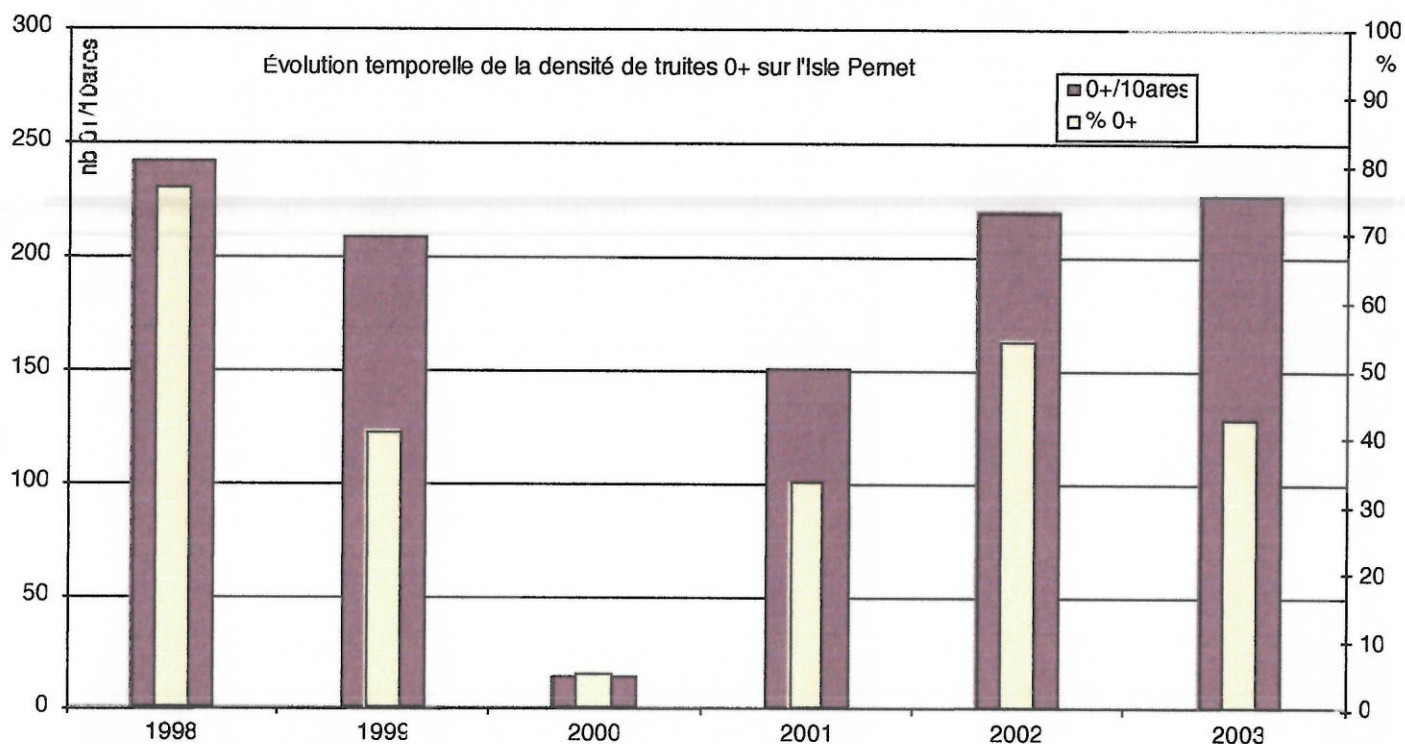


Figure 8 : Évolution temporelle de la densité de Truitelles 0+ de l'Isle Pernet.

La figure 8 qui montre l'évolution temporelle de la densité de truitelles d'un été, indique que sur l'Isle Pernet leur nombre global stagne alors que leur représentation dans la population de Truite régresse légèrement.

En 2003, le peuplement piscicole de l'Isle Pernet montre une progression par rapport à 2002. Les conditions hydrologiques particulières de l'été n'ont apparemment pas eu d'effet significatif sur le peuplement, bien que la température en étiage ait assez fortement augmenté. L'habitat aquatique a certainement permis à cette faune de se maintenir pendant cette période difficile.

Les perturbations engendrées par les scieries se font apparemment moins sentir sur le peuplement piscicole de l'Isle Pernet, la Loche franche particulièrement sensible a même vu sa biomasse doubler par rapport à 2002.

I.1.5 Bilan des analyses réalisées sur l'Isle Pernet en 2003

Les différentes investigations sur la station de l'Isle Pernet montre que **le compartiment biologique y a évolué positivement en 2003**. En effet, le macrobenthos s'est diversifié et la biomasse pisciaire a augmenté en dépit des conditions mésologiques peu favorables de l'été : la faiblesse des débits d'étiage, la perte concomitante en attractivité et en hétérogénéité de l'habitat aquatique ainsi que l'augmentation de la température de l'eau liées à la sécheresse auraient pourtant pu (ou du) s'opposer à cette amélioration. Et il est probable que ce soit la capacité d'accueil obtenue suite au reméandrement qui ait permis à la faune de résister aux conditions difficiles et de se développer.

La progression du niveau des peuplements aquatiques par rapport à 2002 peut s'expliquer par une amélioration de la qualité de l'eau, la contamination organique et toxique étant moins intense. Les flux polluants issus des scieries semblent notamment avoir eut moins d'impact sur l'Isle Pernet en 2003, probablement en raison de la faiblesse du ruissellement superficiel (et donc du lessivage des bois et du sol) et d'une dilution relative plus forte par les eaux de la nappe.

En revanche, la structure du peuplement benthique montre des signes de fragilité et de déséquilibre assez forts notamment une densité générale très faible (la plus basse jamais observée) une sous-représentation des taxons saprobiontes (base de l'édifice) et l'existence d'un grand nombre de taxons présentant peu d'individus. Ces éléments qui ne transparaissent pas dans les indices biologiques montrent la persistance de freins relictuels à l'implantation du peuplement dense et varié que la mosaïque d'habitats autorise maintenant.

Une étude pourrait amener à déterminer l'impact spécifique sur les peuplements benthiques (poissons et macro-invertébrés) attribué aux deux scieries en amont de l'Isle Pernet. Elle comprendrait l'analyse détaillée avec des protocoles appropriés, des peuplements benthiques (poissons et macro-invertébrés) en amont et en aval de chaque site et accompagnée d'une expertise des risques de transferts de contamination toxique depuis la place de la scierie Beschet vers les cours d'eau qui l'encadrent.

I.2 Station du Mont du Rang

I.2.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

Cette station se situe sur la commune de Bouverans et à quelques centaines de mètres de la confluence du Ruisseau du Lotaud (juste en aval de la petite passerelle). Elle s'inscrit dans un secteur renaturé en 1998 et a déjà bénéficié d'une analyse de son habitat aquatique en 2000. Le secteur a particulièrement souffert de la sévérité de l'étiage qui a entraîné un assèchement des radiers (fig. 9).

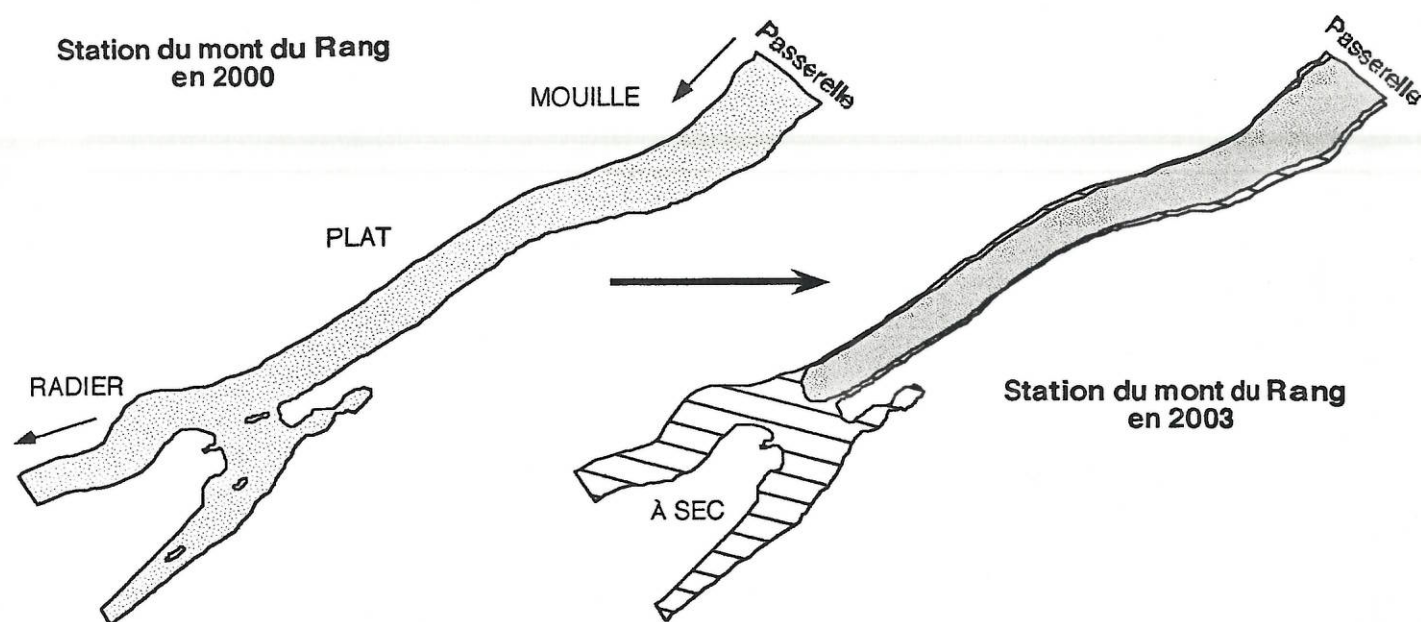


Figure 9 : Évolution de la station du Mont du Rang entre 2000 et 2003.

La comparaison des mosaïques d'habitats entre 2000 et 2003 est biaisée par la réduction surfacique de la station : sans tenir compte de la surface asséchée, **les indices d'attractivité et de diversité régressent fortement** en raison de la perte de deux classes de vitesses et d'une classe de hauteur d'eau (Tab. IV). L'IAM passe alors de 2 432 à 665 soit une baisse significative de 73 %.

	2000	2000' (secteur lentique)	2003
Nombre de pôles	46	-	21
Indice de diversité	1,34	-	1,04
Nombre de substrats	9	9	8
Nb. de cl. de hauteurs	4	4	3
Nb. de cl. de vitesses	3	1	1
Attractivité des substrats	22,5	19,8	27,7
IAM	2 432	711	665

Tableau IV : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station du Mont du Rang en amont de Bouverans.

L'absence de zones de courant imposée par l'assec du secteur aval est le facteur principal de la régression de la qualité habitationnelle en 2003.

Afin de confronter l'évolution des substrats entre 2000 et 2003, une comparaison peut être effectuée sur les surfaces en eau communes aux deux campagnes soit sur les 2/3 amont de la station.

Les affleurements de marnes bien visibles deux ans après la restauration sont recouverts de vases en 2003. La végétation aquatique s'est nettement développée en trois ans avec une forte progression des Hydrophytes immergés et l'apparition des Nénuphars. La surface d'Hélophytes (Iris essentiellement) n'a pas évolué significativement.

L'attractivité comparée des deux secteurs montre une amélioration de l'attractivité des substrats grâce au développement de la végétation aquatique.

Cette progression de l'attractivité compense la perte d'une classe de hauteur d'eau et d'un substrat (un petit branchage immergé) et permet d'obtenir sur la zone lentique un habitat de valeur comparable.

Le piétinement intense des bovins sur la station déstructure la mosaïque habitationnelle et s'oppose à l'obtention d'une qualité habitationnelle plus forte, même si les conditions hydrologiques sont responsables d'une situation peut favorable imposée par l'absence de vitesses de courant.

1.2.2 Analyse du peuplement piscicole en 2003

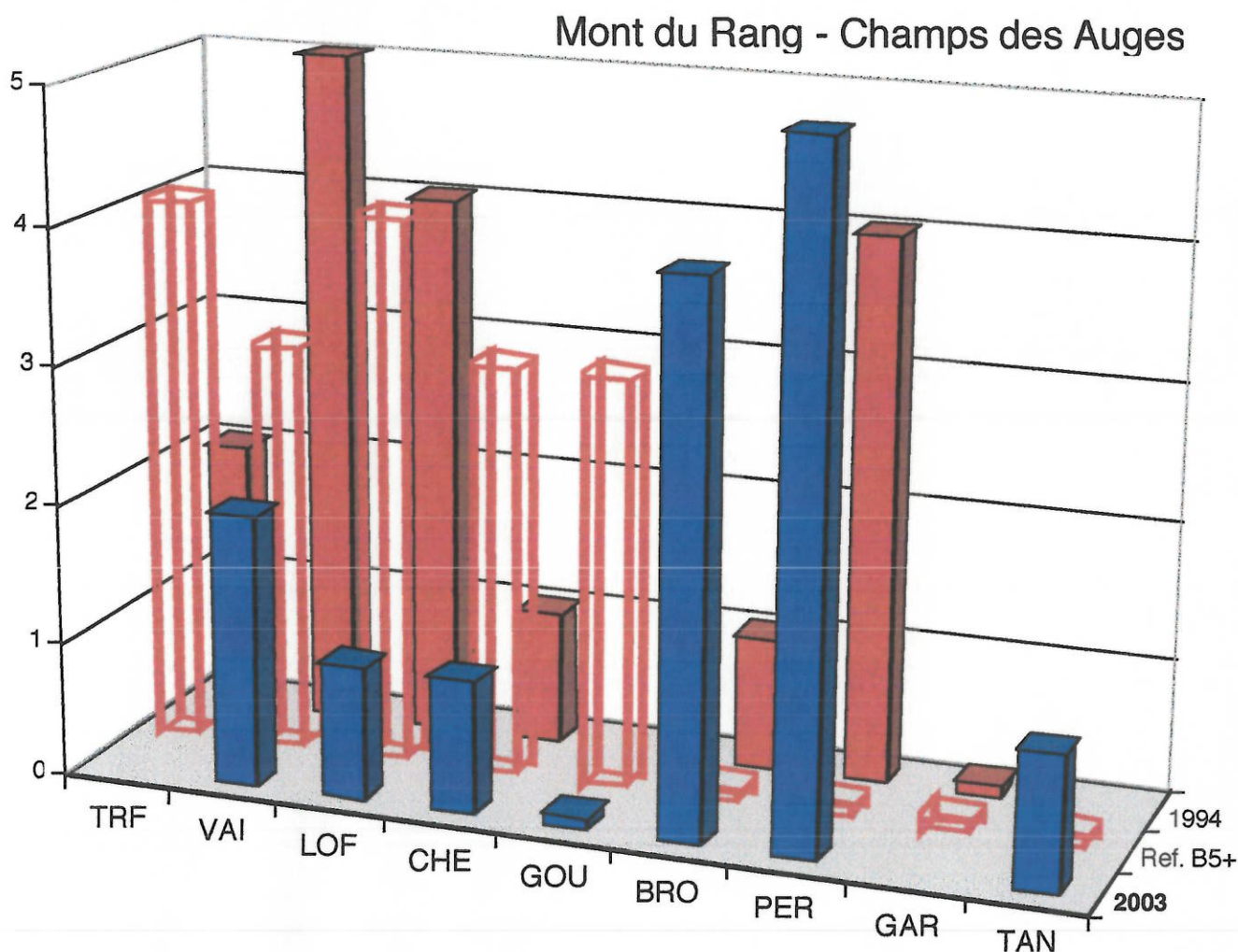


Figure 10 : Évolution temporelle de la structure du peuplement du Mont du Rang (exprimée en classe d'abondance).

Le radier qui délimite l'aval de la station était à sec au moment de la pêche, dont l'efficacité a par ailleurs été réduite du fait de l'existence d'un dépôt organique intense lié au piétinement des vaches dans le cours d'eau.

7 espèces ont été répertoriées sur la station : Vairon, Loche, Chevesne, Goujon, Brochet, Perche et Tanche (Fig. 10). **La biomasse totale n'est que de 108 kg /ha** et est largement dominée par la Perche et le Brochet avec respectivement 51 et 41 kg/ha.

Outre la faible biomasse, la structure du **peuplement piscicole s'avère nettement perturbée** par rapport celle du peuplement théorique du biocénotype associé (B5+). Tout d'abord, **la Truite fario est absente du peuplement**. Ensuite, le Vairon, la Loche, le Chevesne et le Goujon ont des classes d'abondance très inférieures à celles du référentiel alors que le Brochet, la Perche et accessoirement la Tanche présentent des densités et des biomasses supérieures à celles de ce référentiel.

En 1994 la Truite était présente sur la station (Champs des Auges). Par ailleurs, la Loche et le Vairon ont nettement régressé alors que la Perche et surtout le Brochet ont fortement progressé depuis cette date. Enfin, la biomasse totale en 1994 avec 167 kg/ha était significativement supérieure.

La structure habitationnelle du secteur et *a fortiori* de la station favorise actuellement le développement du Brochet et de la Perche au détriment de la Truite, du Vairon et de la Loche franche. La végétation aquatique luxuriante permet notamment à ces espèces de prospérer assez nettement. La thermie, qui montre une tendance au réchauffement, favorise également l'implantation de cette faune.

Les assecs réguliers des secteurs amont (en aval de Bonnevaux) potentialisent une déstructuration du peuplement marquée par **la régression ou la disparition des espèces électives du secteur**. Les conditions hydrologiques de l'été associées aux piétinements des bovins dans le lit ont manifestement favorisé cette déstructuration. Et il serait intéressant de reprendre, hors conditions exceptionnelles, le suivi du peuplement piscicole de cette station qui présente un potentiel biologique assez fort au vu des résultats de l'échantillonnage du Macrobenthos réalisé en 2000.

I.3 Station en amont de la STEP - Chaseaux

I.3.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

Cette station est située en aval de la commune de la Rivière-Drugeon, à environ 500 m de la ligne SNCF et à 500 m en amont de la station d'épuration, sur un secteur renaturé en 1998. Ce site est suivi depuis 1999.

	1999	2000	2001	2003
Nombre de pôles	33	39	38	33
Indice de diversité	1,07	1,08	1,03	1,00
Nombre de substrats	7	8	7	9
Nb. de cl. de hauteurs	4	4	4	4
Nb. de cl. de vitesses	4	4	4	2
Attractivité des substrats	36,0	41,9	36,6	36,8
IAM	4028	5 327	4 096	2 646

Tableau V : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station Chaseaux.

L'indice d'attractivité morphodynamique de la station passe de 4 096 en 2001 à 2 646 en 2003 soit une régression de 35 % (Tab. V). L'évolution est principalement causée par la disparition de deux classes de vitesses de courant, la classe 3 (40-80 cm/s) et la classe 4 (80-150 cm/s), provoquée par la faiblesse des débits de l'été 2003. Des vitesses de 100 cm/s étaient enregistrées sur le radier en 2001 contre seulement 26 cm/s en 2003. De plus, il faut noter qu'en amont du site d'étude un grand linéaire était à sec, les écoulements ne reprenant qu'au niveau de la station.

Hormis la perte des zones de courant fort, la structure de la mosaïque habitationnelle n'a pas subi de changements flagrants et la diversité de pôles d'attraction est stable. Les fonds ont une composition similaire à celle de 2001 avec une nette dominance des substrats minéraux (90 % de la surface) et en particulier du mélange galets-graviers (50 %). L'attractivité des substrats est alors très proche (36,6 contre 37,8) et soutenue par la présence d'une petite source en rive gauche qui apporte des eaux particulièrement fraîches. L'apparition de vases et surtout de graviers et de Bryophytes montre une diversification intéressante sur quelques placettes.

Toutefois la disparition d'une sous-berge en rive gauche n'est pas encourageante pour l'évolution de l'habitat aquatique d'autant plus que **les supports les plus attractifs sont absents ou peu représentés** de la station (branchages, racines, végétation, ...) et que **90 % des fonds sont colmatés par des algues filamenteuses**.

1.3.2 Analyse biocénotique des prélèvements

1.3.2.a. Étude du peuplement actuel

La station de Chaseaux présente en 2003 un peuplement benthique d'une **qualité assez médiocre avec une abondance totale moyenne** (11 610 individus) et **surtout une variété générique plutôt basse** (47 genres différents). Le tableau VI montre que les principaux ordres sont affectés par cette faible variété : une seule larve de Plécoptère (*Leuctra*), trois genres d'Éphéméroptères, huit de Trichoptères, ...

AMONT STEP - CHASEAUX	20/08/03 20 placettes
Abondance	11 609
Variété générique	47
Variété familiale	38
Variété géné. Plécoptères	1
Variété géné. Éphéméroptères	3
Variété géné. Trichoptères	8
Variété géné. Coléoptères	7
IBGN	13 / 20
Taxon indicateur	<i>Hydroptilidae</i> (5)
Variété IBGN	30
Cb2	13,5 / 20
Iv	6,6
In	6,7

Tableau VI : Caractérisation du peuplement benthique de Chaseaux en 2003

La qualité synthétique que caractérise ce peuplement est moyenne, avec des indices IBGN et Cb2 de 13 et 13,5 / 20, où variété taxonomique et nature de la macrofaune ont des niveaux médiocres. **L'absence des taxons les plus sensibles et la prolifération des organismes saprobiontes** (*Oligochètes*, *Chironomidae* et *Asellidae* correspondent à 81 % de l'abondance stationnelle) permettent de mettre en avant une qualité de l'eau déficiente, les intenses recouvrements d'algues filamenteuses montrant la persistance d'apports organiques excédentaires en provenance de La Rivière-Drueon.

Ce secteur est particulièrement perturbé en 2003 puisque l'amont immédiat est à sec. Les écoulements n'apparaissent qu'au niveau de la station, la température y est alors assez élevée et les zones de courant se limitent au seul radier de l'aval (vitesse maximale de 26 cm/s). L'habitat aquatique présente de ce fait un attrait limité qui se répercute sur la qualité de la faune benthique avec des variétés génériques et familiales affaiblies.

La distribution spatiale de la faune montre que les placettes baignées par une vitesse de courant (> 5 cm/s) renferment la même abondance moyenne que celles sans courant et une variété peu supérieure (6 genres de plus), ce qui semblerait indiquer qu'il n'y a pas de désertion du faciès lentique au profit des zones un peu courantes et donc une absence de perturbation par accumulation ou dépôt au niveau des calmes.

Toutefois, étant donné que le peuplement benthique est globalement affaibli, la faune associée aux faciès lotiques a disparu de la station et les taxons restant en 2003 sont ubiquistes et présentent peu d'exigences habitationnelles. De plus, les trois prélèvements réalisés en substrats fins ne renferment qu'une faible variété et surtout une abondance extrêmement limitée (17 genres

et 5 % de l'abondance), ce qui permet de soupçonner l'existence d'une **toxicité** au niveau des vases et des sables.

Il faut noter également que la végétation (Bryophytes, Spermaphytes immergés et émergents) qui présente un recouvrement d'environ 2 % sur la station, contient 49 % de l'abondance et 72 % de la variété générique sur 4 placettes prélevées. La végétation aquatique bien que peu abondante est donc particulièrement biogène sur la station. De plus le prélèvement réalisé à proximité de la petite source froide perchée en rive gauche possède deux taxons spécifiques : le *Limnephilidae Melampophylax mucoreus* et le *Dytiscidae Hydroporinae* ; les autres taxons étant communs, il apparaît que cet apport d'eau froide n'a qu'un effet limité sur la nature de la faune.

L'analyse des résultats obtenus sur la station de Chaseaux depuis 1993 permet d'apprécier l'évolution de la macrofaune depuis la restauration du secteur.

1.3.2.b. Comparaison avec les données antérieures (de 1993 à 2001)

Alors qu'en 2001, trois ans après la restauration du secteur, la recolonisation semblait s'être amorcée avec réapparition de nombreux taxons et établissement d'un peuplement de qualité, le constat est très différent en 2003 avec la régression de tous les paramètres et indices caractérisant le peuplement benthique de la station (Tab. VII).

Année	1993 (* 8 placettes)	2000 20 placettes	2001 20 placettes	2003 20 placettes
Abondance	11 363 * (28 408 /m ²)	36 173	26 628	11 609
Variété générique	32 *	48	57	47
IBGN /20	14	16	17	13
Taxon indicateur (GI)	<i>Goeridae</i> (7)	<i>Leuctridae</i> (7)	<i>Leuctridae</i> (7)	<i>Hydroptilidae</i> (5)
Variété taxonomique	27	36	38	30
Cb2 /20	12,5	15,0	15,0	13,5

Tableau VII : Caractérisation du peuplement benthique de Chaseaux depuis 1993.

En deux ans, l'abondance régresse de moitié et la variété compte 10 genres de moins ; l'IBGN perd 4 points et le Cb2 1,5. Si 9 taxons apparaissent en 2003 (3 Trichoptères : *Lepidostoma hirtum*, *Melampophylax mucoreus*, *Psychomyia pusilla* - 2 Odonates : *Onychogomphus*, *Orthetrum* - 2 Diptères : *Culicidae*, *Ephydriidae* - 1 Vers : *Dendrocoelum* - et *Hydra*), 22 disparaissent par rapport à 2001. De plus, la majorité des taxons polluo-sensibles présents en 2001 régressent comme *Leuctra*, *Hydroptila*, *Halipus*, *Psychodidae* ou disparaissent tels *Goera*, *Silo*, *Helophorus*, *Empididae*, ...

La proportion de taxons saprobiontes stagne entre 2001 et 2003 autour de 85 %, alors que leur densité passe de 23 000 à 9 500 individus. Tous les ordres sont touchés par des diminutions d'abondance et de variété. Ces érosions sont le signe d'une atteinte profonde de la biocénose.

Les densités de *Gammaridae* sont toujours préoccupantes avec seulement 9 individus au m² contre 500 en 1993 (48 en 200 et 2001). Il peut en être déduit que les toxiques utilisés pour le traitement du bois sont encore en cause et limitent les possibilités de recolonisation benthique.

Les reculs conjoints de la qualité de l'eau et de la qualité de l'habitat sont responsables de la régression du peuplement benthique de la station de Chaseaux en 2003. L'étiage particulièrement sévère de cet été a favorisé cette régression, mais ce sont les perturbations liées aux rejets de La Rivière-Drueon qui à la base ne permettent pas de stabiliser la macrofaune benthique en place, notamment lors d'épisodes hydrologiques et thermiques particulièrement difficiles.

I.4 Station en aval de la STEP - Cornereau

I.4.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

	2000	2001	2003
Nombre de pôles	44	26	33
Indice de diversité	1,20	1,09	0,74
Nombre de substrats	9	8	11
Nb. de cl. de hauteurs	4	4	3
Nb. de cl. de vitesses	3	2	3
Attractivité des substrats	29,6	27,7	24,5
IAM	3 201	1 770	2 426

Tableau VIII : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station Cornereau.

Cette station située juste en aval de la station dépuratoire de la Rivière-Drueon se caractérise par deux plats séparés par un radier central.

La comparaison entre 2001 et 2003 montre que l'**indice d'attractivité morphodynamique (IAM) progresse de 37 %**, le niveau atteint restant toutefois inférieur à celui identifié en 2000. La progression s'explique par l'apparition de 3 substrats-soutiens supplémentaires (Tab. VIII). En effet, les sables, les chevelus racinaires et les sous-berges sont répertoriés en 2003 alors qu'ils ne l'étaient pas en 2001 : en revanche les sous-berges et le chevelu étaient présents en 2000.

L'attractivité des substrats-soutiens diminue de 12 % en raison de la régression de la végétation aquatique et de la mise hors d'eau des branchages implantés en bordure. Cette régression profite au mélange galets-graviers moins attractif.

La structure du lit a permis au radier central de persister pendant les faibles débits de l'été 2003 en raison d'une largeur d'écoulement ramenée à moins de 2 m. Cet auto-ajustement du lit d'étiage permet d'obtenir des vitesses de courant de 72 cm/s dans le radier et ainsi de gagner une classe par rapport à 2001, alors que dans le même temps les hauteurs perdent une classe.

Le fort colmatage algal sur la station est encore présent en 2003 et amoindrit potentiellement l'attractivité des fonds même si cet élément n'est pas pris en compte dans la méthodologie utilisée.

Les conditions hydrologiques exceptionnelles de l'été 2003 ont certainement bridé, mais de façon limitée, la progression enregistrée par rapport à 2001.

I.4.2 Bilan de la qualité habitationnelle stationnelle en amont et en aval de la STEP et de leur évolution

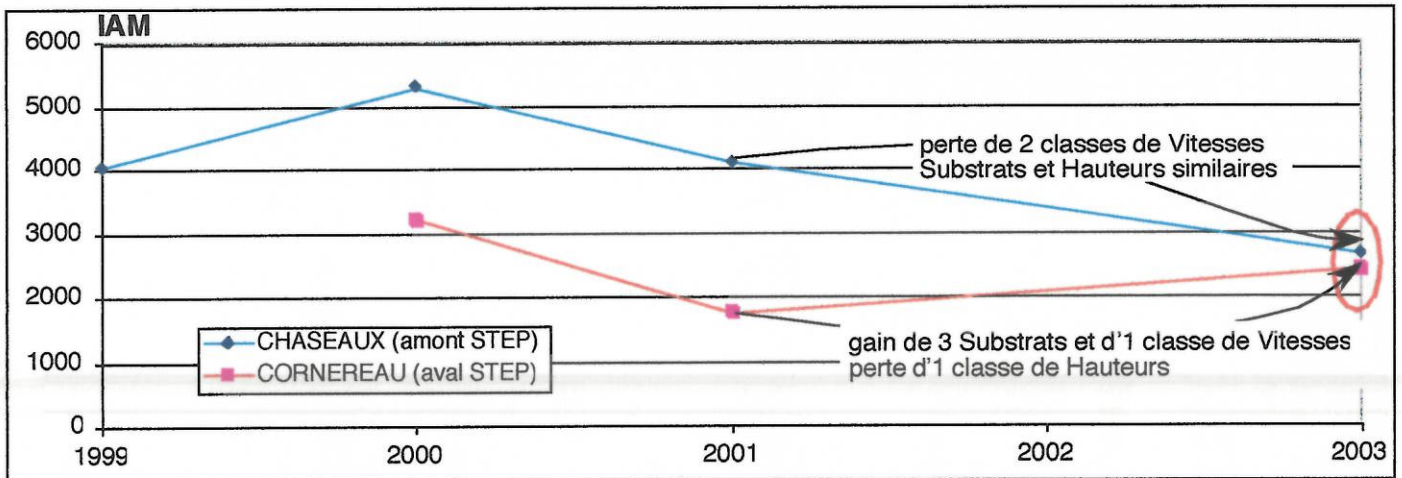


Figure 11 : Évolution temporelle de l'indice d'attractivité morphodynamique de 1999 à 2003 pour les deux stations encadrant la STEP.

La figure 11 montre que le niveau atteint est proche en 2003 pour les deux stations qui encadrent la STEP. Ces valeurs d'IAM sont inférieures aux maximales obtenues les années précédentes. Si les conditions hydrologiques particulières de l'été 2003 ont perturbé la structure habitationnelle des deux sites, la station de Chaseaux est particulièrement affectée par la baisse des débits d'étiage alors que la station de Cornereau est moins touchée.

La qualité de l'habitat aquatique est nettement insuffisante sur les deux stations et elle ne montre pas d'amélioration très significative de la structure morphologique. Le niveau est très éloigné d'un état satisfaisant en raison d'un lit trop homogène et globalement peu attractif.

I.4.3 Évolution du métabolisme thermique estival sur le secteur entre La Rivière-Druegon et Bannans

Sur le secteur du Druegon moyen, les sondes de La Rivière-Druegon et de Bannans montrent **des températures maximales moyennes de l'été 2003 supérieures à 2002 et à toutes les autres années** (Fig. 12). Ici encore, l'étiage sévère a favorisé un net réchauffement du Druegon.

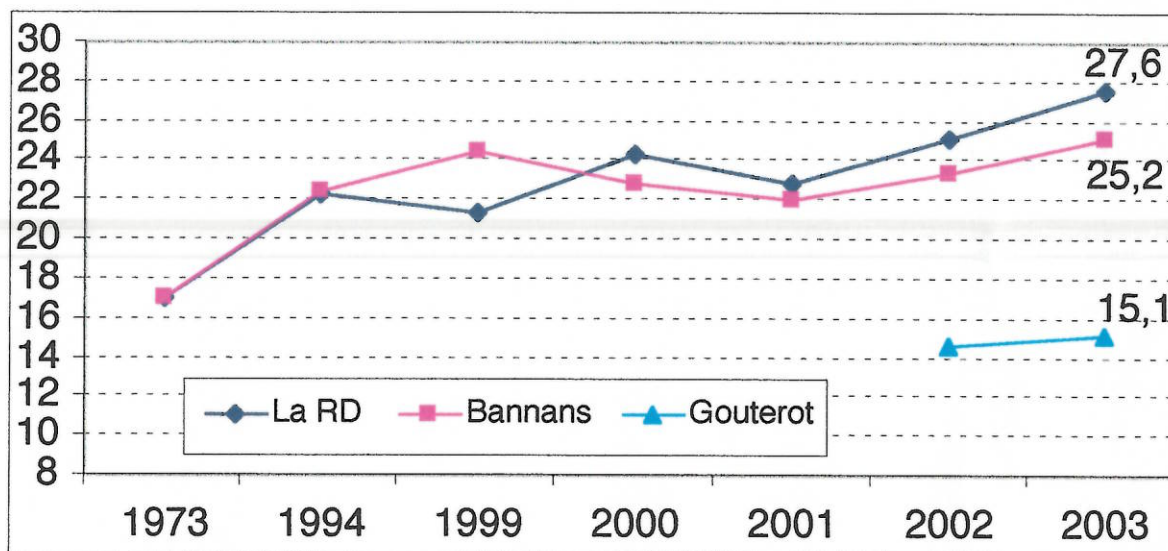


Figure 12 : Évolution temporelle des températures maximales moyennes du mois le plus chaud à La Rivière-Druegon, à Bannans sur le Gouterot.

Toutefois, le graphique indique également que depuis les travaux de restauration, qui ont eu lieu en 1998 et 1999 sur le secteur entre les deux communes, l'aval montre des températures plus fraîches l'amont. Les températures de La Rivière-Druegon sont influencées par l'étang de la commune (exutoire en surface) et celles de Bannans par la retenue du moulin. Mais l'arrivée des eaux du Gouterot (dont le débit est resté assez conséquent durant tout l'été) doit refroidir localement le Druegon et la sonde de Bannans est située juste en aval de cette confluence. Une alimentation par la nappe est également possible d'autant plus que l'aval immédiat de La Rivière-Druegon était à sec, lors de la période la plus chaude.

Les valeurs classées des maximales journalières des trois sites dénoncent l'ampleur du réchauffement de l'été 2003 (Annexes E2a à E2f). Ces valeurs sont les plus fortes sur 100 % de la période pour La Rivière-Druegon, 94 % pour Bannans et également 100 % pour le Gouterot (avec une seule année de recul).

La TMM à La Rivière-Druegon est la plus haute mesurée sur le Druegon en 2003 ; c'est aussi la plus haute jamais obtenue sur toute la rivière depuis la mise en place des sondes.

1.4.4 Analyse biocénotique des prélèvements

1.4.4.a. Étude du peuplement actuel

AVAL STEP - CORNEREAU	20/08/03 20 placettes
Abondance	6 736
Variété générique	55
Variété familiale	41
Variété géné. Plécoptères	0
Variété géné. Éphéméroptères	4
Variété géné. Trichoptères	10
Variété géné. Coléoptères	9
IBGN	12 / 20
Taxon indicateur	<i>Leptoceridae</i> (4)
Variété IBGN	32
Cb2	13,0 / 20
lv	7,0
ln	6,1

Tableau IX : Caractérisation du peuplement benthique de Cornereau en 2003

La station de Cornereau en aval immédiat de la station d'épuration de la Rivière-Drugeon présente une macrofaune benthique aux caractéristiques **peu satisfaisantes** (Tab. IX). **L'abondance est particulièrement insuffisante** : seulement 6 700 individus sont répertoriés dans un m². Les **indices IBGN et Cb2 sont médiocres** avec 12 et 13 / 20, et soulignent des carences dans la nature du peuplement.

Si le niveau atteint par la variété peut paraître contradictoire, avec 55 genres dénombrés dans les 20 échantillons, la répartition de cette variété montre que les Coléoptères, les Mollusques et les Vers renferment 26 taxons. La sensibilité de ces trois groupes vis-à-vis de la qualité de l'eau étant assez faible, leur présence massive dans le peuplement n'est pas aussi importante que si cela concernait les Plécoptères, les Éphéméroptères ou les Trichoptères. **Les taxons les plus pollu-sensibles font défaut et la prolifération d'organismes polluo-résistants** comme les *Asellidae* montre que les rejets de la station d'épuration ne permettent pas actuellement de développer une faune riche et sensible.

Toutefois, les densités de certains organismes saprobiontes comme les Oligochètes et surtout les *Chironomidae* sont faibles avec respectivement 830 et 480 individus /m², soit moins de 20 % de l'abondance stationnelle. Cette observation montrerait que la surcharge organique issue des rejets ne serait pas la seule cause de perturbation de la biocénose.

Les fonds de cette station sont nettement colmatés par des développements d'algues filamenteuses qui réduisent l'attractivité globale de l'habitat aquatique. Les Bryophytes, support le plus biogène pour le Macrobenthos, sont toujours absents sur la station.

Les algues paraissent comme un support de substitution pour la faune, puisqu'elles possèdent l'abondance moyenne et la variété les plus élevées des substrats/supports. Toutefois les taxons répertoriés dans ces prélèvements sont quasiment tous présents dans les autres échantillons, ce qui montre que ces algues ne renferment qu'une faune peu spécifique, qu'elles ne favorisent pas l'apparition de nouveaux taxons et qu'elles profitent de l'environnement stationnel.

Enfin, il faut ajouter que **80 % de la variété est localisée dans les 7 échantillons lotiques** (avec une vitesse supérieure à 5 cm/s) ce qui correspond à un net déséquilibre dans la répartition des taxons concentrés au niveau du radier central. La comparaison de la variété des placettes situées en amont (donc plus proche du rejet) et en aval de ce radier ne montre pas de différence marquée. En revanche les prélèvements réalisés en aval du radier renferment une abondance moyenne doublée et bénéficient d'une auto-épuration et/ou d'une dérive plausible du radier.

Si une migration de la faune des substrats lentiques vers les lotiques peut donc être observée, la bonne composition des trois prélèvements caractérisant les éléments déposés (vases et sables) avec 55 % de la variété souligne que leur toxicité n'est pas si élevée que la migration pourrait le laisser supposer.

1.4.4.b. Comparaison avec les données antérieures (de 1993 à 2001)

Année	1993 (* 8 placettes)	2000 20 placettes	2001 20 placettes	2003 20 placettes
Abondance	11 363 * (28 408 /m ²)	36 757	25 353	6 736
Variété générique	32 *	40	49	55
IBGN /20	14	11	15	12
Taxon indicateur (GI)	<i>Goeridae</i> (7)	<i>Leptoceridae</i> (4)	<i>Goeridae</i> (7)	<i>Leptoceridae</i> (4)
Variété taxonomique	27	28	31	32
Cb2 /20	12,5	12,5	14,0	13,0

Tableau X : Caractérisation du peuplement benthique de Cornereau depuis 1993.

En 2001, le peuplement benthique de Cornereau présentait des signes encourageant de restauration quelque peu freinée par un habitat peu diversifié et une qualité de l'eau limitante (Teleos, 2002).

En 2003, la progression mesurée en 2001 ne se poursuit pas. En effet, **exceptée la variété générique qui progresse de 6 unités les autres descripteurs de la macrofaune régresse nettement** (Tab. X) :

- **L'abondance chute** de 73 % par rapport à 2001 et de 82 % par rapport à 2000.
- Les indices synthétiques IBGN et Cb2 perdent respectivement 3 et 1 points.
- Le taxon indicateur passe du groupe 7 (*Goeridae*) au groupe 4 (*Leptoceridae*).

La comparaison des listes faunistiques montre que :

- 14 taxons apparaissent en 2003 par rapport aux campagnes de 2000 et 2001 mais excepté l'Éphéméroptère *Cloeon*, qui se développe massivement quand les eaux se réchauffent, tous ces néo-taxons comptent moins de 10 individus. Parmi ceux-ci, deux genres sont assez sensibles à la qualité de l'eau, le Trichoptère *Sericostoma* et le Coléoptère *Brychius*, représentés chacun par un seul individu.

- 13 taxons disparaissent par rapport à 2001, dont certains présentent une polluo-sensibilité assez élevée : *Silo*, *Ephemera*, *Dryops*, ... mais il convient d'ajouter que ces derniers n'étaient représentés que par 1 ou 2 individus en 2001.

Ce bilan faunistique dénonce **une qualité de l'eau insuffisante** qui ne permet pas le développement et l'apparition de taxons présentant une sensibilité marquée.

De plus, si la variété croit, l'édifice benthique semble plus fragile en 2003 avec notamment une déstabilisation de la base de la pyramide trophique : **les organismes saprobiontes passent ainsi de 77 à 31 %** (soit une diminution de 90 %) et il est noté par ailleurs une nette augmentation des taxons peu représentés, le pourcentage de taxons avec un seul individu passant de 14 à 20 % et ceux avec moins de 5 individus de 39 à 47 %.

Étant donné que l'habitat aquatique de la station s'améliore et que les supports les plus biogènes sont encore faiblement représentés (Herbiers) ou absents (Bryophytes), **les conditions habitationnelles ne sont pas responsables de cette régression du peuplement benthique**. En revanche, la synergie associant **un débit estival particulièrement bas, une température d'étiage en hausse et une qualité de l'eau médiocre** parvient à déstabiliser la macrofaune benthique et il ne reste que les organismes les plus résistants.

1.4.5 Bilan sur les biocénoses en amont et en aval de la STEP et de leur évolution

La figure 13 qui présente l'évolution de l'abondance globale des deux stations qui encadrent la STEP, montre qu'après une phase de prolifération des taxons pionniers – 2 ans après la restauration du secteur – une stabilisation s'opérait en 2001 vers un niveau similaire à celui de 1993 avant que ne soit enregistrée une forte régression en 2003. **Cette évolution parallèle des abondances de l'amont et de l'aval indique qu'il n'y aurait pas d'influence des rejets sur ce paramètre**, même si la pente est plus accentuée en aval de la STEP.

L'évolution des variétés génériques montre que seule la station en aval de la STEP voit une constante progression alors qu'en amont la variété marque le pas (Fig. 14). L'analyse comparative des 2 listes faunistiques indique que seulement 36 taxons sont communs aux 2 peuplements en 2003 sur les 66 qui composent le site amont/aval STEP, soit seulement 55 %. Cette relative dissemblance n'a pas évolué par depuis 2001 où 39 taxons sur 70 étaient en commun soit 56 %. De plus, cette analyse montre que 11 taxons disparaissent entre l'amont et l'aval en 2003 et que 19 apparaissent en aval de la STEP. Cette balance positive en faveur de l'aval pourrait indiquer que la diversité de l'habitat y serait supérieure. En fait les conditions habitationnelles, provoquée par l'hydrologie particulière de l'été, étaient nettement plus pénalisantes en amont de la STEP qu'en aval.

Enfin, la figure 15 qui suit l'évolution des indices synthétiques montre que les notes n'ont jamais été aussi proches en 2003 entre l'amont et l'aval et qu'une régression touche les 2 stations entre 2001 et 2003. La station amont STEP paraît la plus affectée par ce recul. Cette convergence des indices semble montrer que durant l'étiage de l'été 2003, **la qualité de l'eau ne présente pas une différence très marquée entre l'amont et l'aval**. **Le rejet issu de la STEP n'aurait donc pas, dans ces conditions de débit et de température, une influence décisive sur la macrofaune benthique**.

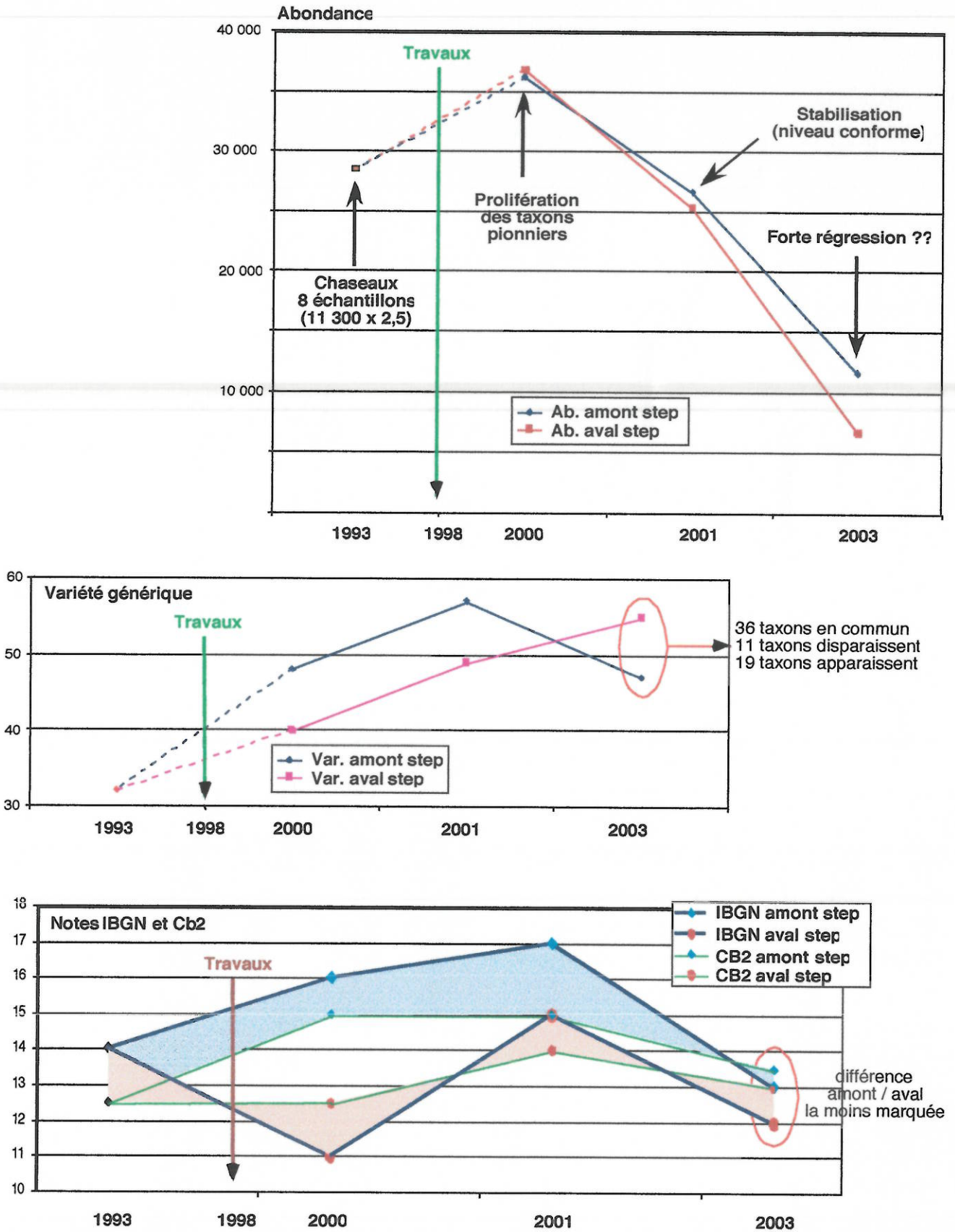


Figure 13 à 15 : Évolution de l'abondance, de la variété et des indices IBGN / Cb2 des stations amont et aval STEP depuis 1993.

I.5 Station du Crêt de l'île

I.5.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

	2001	2003
Nombre de pôles	47	35
Indice de diversité	1,33	1,20
Nombre de substrats	11	9
Nb. de cl. de hauteurs	3	3
Nb. de cl. de vitesses	3	3
Attractivité des substrats	27,0	23,7
IAM	2 674	1 922

Tableau XI : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station du Crêt de l'île.

Cette station se situe sur les communes de Chaffois et des Granges Narboz, en aval de la confluence du Bief Voulain ; elle se caractérise par un méandre restauré en 2000.

En 2001, l'analyse de la mosaïque habitationnelle concluait à une qualité morphodynamique intéressante et prometteuse. Deux années plus tard, **le niveau a régressé** : l'IAM passe de 2 674 à 1 922 soit une réduction de 28 % et l'indice de diversité diminue de 10 % (Tab. XI).

Ce recul s'explique par la disparition de trois substrats-supports : les litières, les affleurements marneux et les chevelus racinaires alors que parallèlement un seul apparaît : la sous-berge. De plus, l'attractivité des fonds diminue principalement en raison de l'accroissement des vases qui ne présentent qu'un caractère biogène très faible. En revanche, la végétation aquatique représentée par les Hydrophytes immergés, les Hélophytes et les Hydrophytes flottants occupent une surface constante entre les deux campagnes.

La variété des classes de hauteur d'eau et de vitesse est inchangée, mais les petites valeurs (hauteurs inférieures à 5 cm et vitesses inférieures à 10 cm/s) progressent nettement au détriment des plus fortes. Cette évolution traduit l'effet des débits faibles de l'été 2003, dont l'impact n'est par contre pas perceptible sur les modifications des substrats-supports.

La mosaïque habitationnelle atteint un **niveau nettement insuffisant en 2003** contrairement à ce que pouvait laisser présager l'évolution morphodynamique engagée en 2001 alors que la structure n'était âgée que d'une année.

1.5.2 Analyse biocénotique des prélèvements

1.5.2.a. Étude du peuplement actuel

CRET DE L'ÎLE	20/08/03 20 placettes
Abondance	5 330
Variété générique	60
Variété familiale	46
Variété géné. Plécoptères	0
Variété géné. Éphéméroptères	4
Variété géné. Trichoptères	10
Variété géné. Coléoptères	11
IBGN	16 / 20
Taxon indicateur	<i>Hydroptilidae</i> (5)
Variété IBGN	41
Cb2	15,5/ 20
Iv	9,0
In	6,7

Tableau XII : Caractérisation du peuplement benthique du Crêt de l'île en 2003

Cette station sur le Drugeon inférieur accueille trois ans après la restauration du secteur une **variété générique assez élevée** (Tab. XII). Avec 60 genres (ou unités taxonomiques du mag20) dénombrés, le Crêt de l'île présente la plus grande variété recensée sur le Drugeon en 2003 et la deuxième plus grande valeur sur une station néo-restaurée derrière le Mont du Rang en 2000 (77 genres).

Les **indices synthétiques** atteignent des **valeurs assez hautes** grâce à la variété taxonomique (41 taxons). Ainsi avec un indice variété du Cb2 de 9,0/ 10, la note globale est de 15,5/ 20 et 16/ 20 pour l'IBGN.

Ce niveau de variété générique est imputable à quelques groupes comme les Coléoptères (11 genres), les Odonates (5 genres), les Mollusques Gastéropodes (7 genres) qui présentent des diversités assez fortes. D'autres groupes comme les Éphéméroptères et les Diptères sont plus démunis avec respectivement 4 et 5 taxons.

L'analyse de la liste faunistique et l'observation des taxons indicateurs des indices (*Hydroptilidae* GI=5 et In = 6,7/ 10) montrent que la nature du peuplement n'a pas un niveau aussi élevé que la variété. En effet, **les taxons les plus sensibles** appartenant aux Plécoptères (absence de représentants), aux Trichoptères et aux Éphéméroptères comme *Ephemera*, *Heptageniidae*, *Siphonurus*, *Leptophlebiidae*, ... **sont absents** et ce qui indique que la **qualité de l'eau n'est pas optimale**. De plus l'absence de famille entière comme les Trichoptères *Limnephilidae* est préoccupante, d'autant plus qu'ils tolèrent une légère surcharge organique et que les conditions habitationnelles favorables à cette vaste famille sont présentes.

Toutefois, la présence de genres ayant une polluo-sensibilité assez intéressante est à souligner comme *Goera*, *Lepidostoma*, *Molanna*, *Sericostoma*, *Halipilus*, et secondairement comme *Hydroptila*, *Polycentropus*, *Psychomyia*. Les faibles densités des premiers d'entre eux soulignent en revanche la fragilité de l'implantation de ces taxons. **La faible abondance globale du peuplement avec seulement 5 330 individus dénombrés est également un signe de fragilité de l'édifice.**

En tout état de cause, **la qualité de l'habitat aquatique ne peut expliquer cet état** du macrobenthos sur la station du Crêt de l'île. Même si les Bryophytes sont absentes et les algues un peu trop proliférantes, tous les substrats-soutiens sont bien représentés et la gamme des vitesses assez hétérogène.

La répartition spatiale indique que les galets, les algues et les hydrophytes immergées renferment la faune la plus riche et la plus variée et que si l'abondance moyenne dans le courant est supérieure à celle des zones lenticques, la variété est plus forte dans les placettes sans courant que dans celles des secteurs lenticques. Et les zones de dépôts (vases, sables et litières) possèdent une variété générique élevée avec 36 genres soit 60 % du total. **Les fonds de la station ne présentent donc pas de zones particulièrement abiogènes** et présentent globalement une bonne qualité suffisante pour autoriser une répartition plutôt homogène de la faune.

Le peuplement benthique du Crêt de l'île en 2003 possède des caractéristiques intéressantes trois ans après la restauration du secteur, mais certains signes mettent en avant une qualité de l'eau non exempte de reproches.

1.5.2.b. Comparaison avec les données antérieures (de 1993 à 2001)

Année	1993 (* 8 placettes)	2001 20 placettes	2003 20 placettes
Abondance	9 089 * (22 723 /m ²)	33 659	5 330
Variété générique	36 *	59	60
IBGN /20	14	15	16
Taxon indicateur (GI)	<i>Goeridae</i> (7)	<i>Lepidostomatidae</i> (6)	<i>Hydroptilidae</i> (5)
Variété taxonomique	28	36	41
Cb2 /20	13,0	15,0	15,5

Tableau XIII : Caractérisation du peuplement benthique du Crêt de l'île depuis 1993.

L'analyse comparative des paramètres qualitatifs des peuplements du Crêt de l'île montre qu'en 2003, **les indices IBGN et Cb2 connaissent une légère progression imputable à une augmentation de la variété taxonomique** (Tab. XIII). En revanche, le nombre de genres répertoriés sur les 20 échantillons est stable par rapport à 2001 et les deux peuplements présentent de nombreuses divergences. En effets, les listes faunistiques montrent qu'un remaniement assez important s'est opéré entre 2001 et 2003, puisque seulement 59 % des taxons sont communs aux deux échantillons : 16 taxons apparaissent et 15 disparaissent.

Les 16 taxons qui apparaissent le font avec des abondances faibles. Parmi ceux-ci l'arrivée de *Sericostoma* (1 larve) reste encourageante car ce Trichoptère est assez sensible ; l'apparition de 4 genres d'Odonates témoignerait par ailleurs d'une diversification de l'habitat (*Calopteryx*, *Onychogomphus*, *Orthetrum*, *Coenagrionidae*).

Ces 16 genres étaient également absents en 1993, ce qui montre une évolution intéressante du peuplement.

En revanche, les 15 taxons qui disparaissent indiquent une régression de la nature de la biocénose, et les disparitions de *Melampophylax mucoreus* et des *Simuliidae* sont d'autant plus préoccupantes que les conditions habitationnelles sont favorables à leur développement. Ces 15 taxons présentaient déjà de faibles densités en 2001.

Le bilan des taxons présentant une certaine sensibilité à la qualité de l'eau, que résume le tableau XIV, indique que la **situation en 2003 est en fait assez inquiétante** en dépit du bon niveau des indices IBGN et Cb2 et de leur évolution.

Taxons	Situation en 2003	
<i>Leuctra</i>	Disparus depuis 1993.	
<i>Ecdyonurus</i>		
<i>Empididae</i>		
<i>Athericidae</i>		
<i>Tinodes</i>		
<i>Brychius</i>	Disparus depuis 2001.	
<i>Phryganea</i>		
<i>Rhyacophyla</i>		
<i>Goera pilosa</i>	En diminution entre 2003 et 2001.	
<i>Lepidostoma hirtum</i>		
<i>Molanna</i>		
<i>Sericostoma</i>	Apparition en 2003	Mais une seule larve.
<i>Haliphus</i>	En augmentation en 2003 (mais souvent très faible)	De 8 individus en 2001 à 10 en 2003. (en relation avec les développements algaux, ces larves étant algivores)
<i>Hydroptila</i>		(en relation avec les développements algaux, ces larves utilisant ces végétaux pour les fourreaux.
<i>Polycentropus</i>		De 1 larve en 2001 à 6 en 2003.
<i>Psychomyia pusilla</i>		De 3 larves en 2001 à 5 en 2003.

Tableau XIV : Situation et évolution des taxons les plus polluo-sensibles de la station du Crêt de l'île en 2003..

La nette diminution de l'abondance totale entre 2001 et 2003, qui passe de 33 700 à 5 300 individus au m², corrobore cette déstabilisation du peuplement.

Les Gammaridae sont particulièrement affectés par cette régression puisque leur densité chute de 98 %. Avec 336 individus dénombrés, le niveau atteint est bas sans que les toxiques utilisés dans les scieries puissent être fortement incriminés, et ceci d'autant plus que les autres organismes sensibles aux produits de traitements du bois sont bien représentés (1 500 *Elmidae* en 2001 et 2003). Les Pisidies sont également en baisse, mais restent bien représentées.

De profonds changements se sont donc opérés entre 2001 et 2003 dans l'édifice consommateur avec **une érosion des taxons les plus sensibles** à la qualité de l'eau et **une nette chute d'abondance**. La variété générique reste conséquente grâce à un habitat aquatique assez biogène pour la macrofaune benthique.

1.5.3 Analyse du peuplement piscicole en 2003

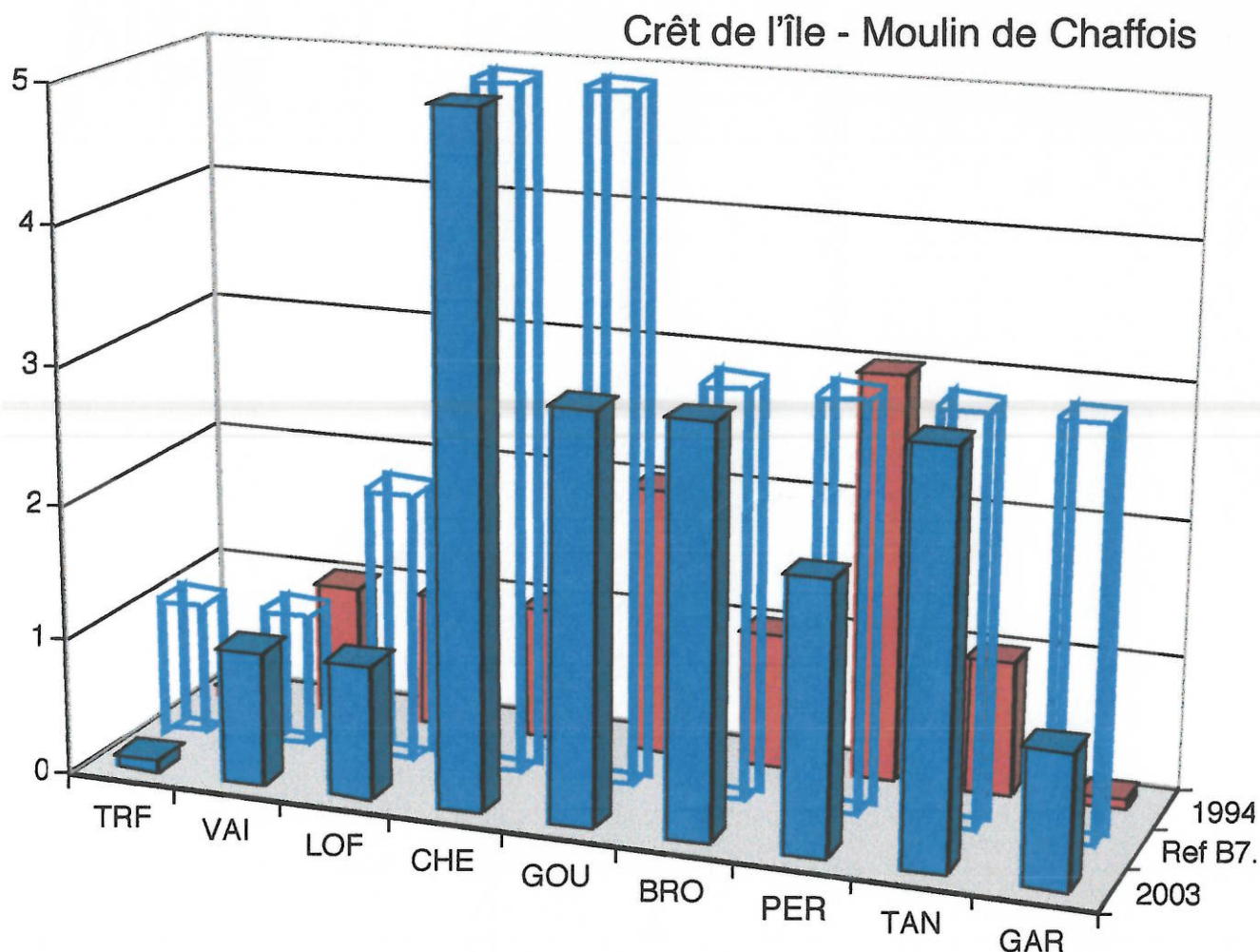


Figure 16 : Évolution temporelle de la structure du peuplement du Crêt de l'île (exprimée en classe d'abondance).

L'étude du peuplement piscicole de la station du Crêt de l'île montre qu'un **niveau intéressant** de qualité est atteint en 2003. En effet, la comparaison avec l'inventaire réalisé en 1994 (Moulin de Chaffois) et avec le référentiel de ce type de cours d'eau indique que ce **niveau de qualité est nettement supérieur** à celui avant travaux et que **la structure actuelle du peuplement est plus proche du référentiel**.

Avec 345 kg/ha, la biomasse totale en 2003 est 5 fois supérieure à celle de 1994 et quasiment toutes les espèces montrent des densités pondérale et numérique supérieures (seule la Truite fario et la Perche ont des densités inférieures à 1994).

La structure du peuplement exprimée en classe d'abondance montre que le niveau de 2003 se rapproche du référentiel B7 sans toutefois l'atteindre pour toutes les espèces (Fig. 16). Parmi les espèces présentes en 2003, le Goujon, le Gardon, la Perche et la Truite présentent des côtes d'abondance inférieures à ce référentiel.

Les travaux de restauration réalisés en 2000 ont donc permis au peuplement piscicole du Crêt de l'île de progresser nettement par rapport à ce qu'il était dans le lit rectifié et de se rapprocher

assez significativement du référentiel. Ce secteur n'a pas été perturbé par des assecs durant l'été, ce qui a contribué à maintenir le niveau du peuplement en place.

Toutefois, la répartition du poisson lors de l'inventaire n'était pas uniforme ; la grande majorité de la biomasse a été capturée sur le seul pôle attractif de la station, un branchage de saule en rive droite avec un contre-courant. La qualité habitationnelle donnée par l'indice d'attractivité morphodynamique comme étant d'un niveau globalement encore insuffisant n'est donc pas contredite par ces bons résultats d'inventaire piscicole.

Si, le niveau avant travaux étant particulièrement bas, la progression est aujourd'hui spectaculaire, une amélioration plus forte est possible avec le développement d'un habitat aquatique plus biogène.

I.5.4 Bilan des analyses réalisées sur le Crêt de l'Isle en 2003

Les investigations menées, sur ce secteur réhabilité en 2000, montrent que les peuplements piscicoles et macrobentiques présentent des **niveaux encourageants**. **La biomasse de poisson et la variété d'invertébrés sont assez satisfaisants et surtout en nette progression par rapport aux campagnes d'avant travaux**. La reprise des méandres a donc eu un effet très positif sur la vie aquatique du Crêt de l'Isle qui présentait des niveaux particulièrement bas auparavant (surtout pour les peuplements piscicoles).

Toutefois l'habitat aquatique, après trois ans de maturité, ne présente pas encore un niveau très fort d'attractivité et de diversité et montre même une régression entre 2001 et 2003.

De plus, des signes d'affaiblissements dans le peuplement de macrobenthos montrent que la **qualité de l'eau n'est pas satisfaisante** : les taxons les plus sensibles ont disparu et l'abondance a fortement chuté. La bonne position des indices synthétiques est soutenue par la variété taxonomique qui progresse (associé à un habitat plus favorable) et masque les érosions dans les groupes polluo-sensibles.

I.6 Station du Méandre des Artilleurs

I.6.1 Analyse de la mosaïque habitationnelle

	2003
Nombre de pôles	19
Indice de diversité	0,79
Nombre de substrats	7
Nb. de cl. de hauteurs	5
Nb. de cl. de vitesses	1
Attractivité des substrats	17,3
IAM	607

Tableau XV : Évolution des paramètres caractérisant l'habitat de la station du Méandre des Artilleurs.

Cette station se situe en amont du pont des Artilleurs dans le méandre restauré en 2000 mais sous l'influence du seuil implanté en 2001 de façon à compenser les différences de cote de fond entre l'aval devant être réhabilité ultérieurement et l'amont reméandré. Elle présente une **structure habitationnelle simplifiée** imposée par l'absence de courant et la profondeur conséquente du secteur. La hauteur d'eau moyenne est de 80 cm ; elle atteint 160 cm en zone centrale et les 5 classes possibles sont répertoriés avec une nette domination de la catégorie 70-150 cm (61 %).

Si la végétation aquatique (Hydrophytes immergés ou flottants, Hélophytes) représentent 21 % du recouvrement total en se concentrant aux niveaux des bordures, les fonds sont largement dominés par des vases et des débris tourbeux peu attractifs. Une fraction minérale grossière (composée d'un mélange de galets et de graviers) peut être identifiée dans la zone profonde centrale et relève légèrement l'attractivité des fonds. Quelques branchages et placettes de sables sont localisés sur deux petites zones. Ce sont donc 7 substrats-soutiens qui sont recensés au total.

L'Indice d'Attractivité Morphodynamique calculé sur la station est médiocre avec seulement 607 points, ce qui correspond bien à la nature lenticule et profonde d'un méandre ne présentant des zones intéressantes **qu'en bordure grâce aux développements d'une végétation assez diversifiée.**

1.6.2 Analyse biocénotique des prélèvements

1.6.2.a. Étude du peuplement actuel

Cette station présente un habitat exclusivement lenticule au niveau duquel les substrats-soutiens associés aux zones calmes sont bien représentés : Nénuphars et autres Spermaphytes émergents, vases, sables ... La profondeur moyenne avoisine 80 cm.

MÉANDRE DES ARTILLEURS	21/08/03 20 placettes
Abondance	1 169
Variété générique	46
Variété familiale	42
Variété gén. Plécoptères	0
Variété gén. Éphéméroptères	2
Variété gén. Trichoptères	5
Variété gén. Coléoptères	4
IBGN	13 / 20
Taxon indicateur	<i>Leptoceridae</i> (4)
Variété IBGN	34
Cb2	14,0 / 20
lv	7,5
ln	6,5

Tableau XVI : Caractérisation du peuplement benthique du Méandre des Artilleurs en 2003

Ces caractéristiques habitationnelles expliquent en partie que le peuplement " âgé " de 2 ans présente une **abondance très faible** avec 1 200 individus et une **variété médiocre** avec 46 genres (Tab. XVI). Toutefois, même si les faciès lenticules accueillent naturellement une faune peu

riche, ils ne sont pas exclusifs de peuplement de qualité ; ce n'est pas le cas ici où les taxons répertoriés sur la station ne présentent pas une sensibilité très forte. En effet, les genres présents sur le méandre des artilleurs se caractérisent par une **polluo-résistance assez élevée** : *Athripsodes*, *Mystacides*, *Cyrtus*, *Cloeon*, *Caenis*, ... Les indices de qualité synthétique restent malgré tout moyens avec un IBGN de 13/20 et un Cb2 de 14/20, principalement en raison de la variété taxonomique assez élevée.

Les variétés générique et familiale sont proches car la majorité des familles n'est représentée que par un seul genre, ce qui souligne l'influence de cet habitat simplifié.

L'analyse de la répartition de la faune dans les substrats montre que la végétation est nettement plus biogène que les supports minéraux (galets, graviers et sables) aussi bien en terme d'abondance qu'en terme de variété, précision étant faite que les galets et les graviers présentent un colmatage organique prononcé ce qui inévitablement réduit leur attractivité.

Les 4 prélèvements réalisés dans les substrats déposés (vases et sables) sont particulièrement peu biogènes : ils ne renferment que 12 taxons différents et seulement 16 individus/m² en moyenne.

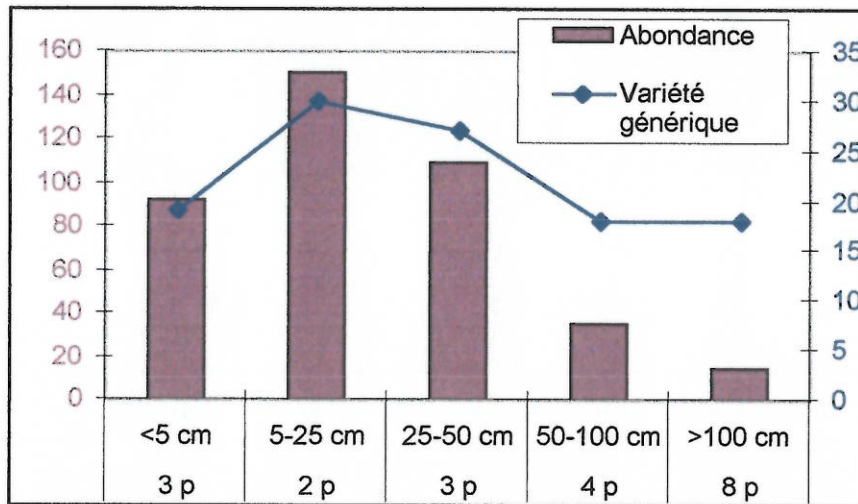


Figure 17 : Distribution bathymétrique de la macrofaune benthique du méandre des Artilleurs en 2003.

La répartition de la faune en fonction de la profondeur (figure 17) n'est pas uniforme : **les fortes profondeurs (> 50 cm) sont particulièrement sous-représentée** au profit de la classe 5 – 25 cm et accessoirement de celle 25 – 50 cm, alors que ces deux classes n'ont fait l'objet que de 5 prélèvements sur les 20 réalisés.

Si l'habitat lentique est susceptible d'influer sur la nature, la variété et la densité de la faune aquatique, **la qualité de l'eau est également à mettre en cause ici**. Les taxons présents et surtout ceux qui font défaut sur la station montrent que des dysfonctionnements physico-chimiques existent. Et **l'arrivée du Bief Rouget**, à l'amont immédiat du secteur, n'est certainement pas étrangère à ces problèmes de qualité d'eau (Teleos, 2002).

I.6.2.b. Comparaison avec les données antérieures (de 1993 à 2001)

Année	1993 (* 8 placettes)	1994 20 placettes	1995 1° campagne 20 placettes	1995 2° campagne 20 placettes	2003 20 placettes
Abondance	1 790 * (4 475 /m ²)	13 248	19 263	11 366	1 168
Variété générique	28 *	41	53	62	46
IBGN /20	10	15			13
Taxon indicateur (GI)	<i>Polycentropodidae</i> (4)	<i>Lepidostomatidae</i> (6)			<i>Leptoceridae</i> (4)
Variété taxonomique	24	36			34
Cb2 /20	11,5				14,0

Tableau XVII : Caractérisation du peuplement benthique du Méandre des Artilleurs depuis 1993.

La comparaison du peuplement de 2003 avec celui existant avant travaux montre qu'il s'est nettement modifié en nature. Le caractère lentique exclusif pris par la station suite à l'implantation du seuil y a contribué en faisant disparaître toute vitesse de courant perceptible alors qu'elle pouvait légèrement dépasser 25 cm/s avant travaux (Glaizal & al. 1995).

Les 11 taxons qui apparaissent en 2003 sont alors nettement associés à la vie dans des zones sans courant et à la végétation aquatique. Ces nouveaux taxons appartiennent aux Trichoptères (*Phryganea*, *Cyrnus*), aux Odonates (*Aeshna*, *Coenagrionidae*, *Orthetrum*), aux Diptères (*Culicidae*, *Tipulidae*), aux Crustacés Branchiopodes, aux Gastéropodes (*Radix*) et aux Planaires (*Dendrocoelum*).

Par rapport à la seconde campagne réalisée en 1995, l'abondance chute de 90 % (Tab. XVII), la variété générique régresse de 16 taxons (plus ou moins adaptés à la vie rhéophile - *Goera*, *Hydropsyche*, *Baetis*, *Seratella*, *Elmis*, *Simulidae*, ...) et seulement 40 % des taxons sont communs aux deux échantillons.

Les changements habitationnels occasionnés par la réhabilitation du secteur ne sont certainement pas les seuls responsables de ces modifications rencontrés dans le peuplement benthique. En effet, si une grande partie de la faune polluo-sensible a disparu en même temps que disparaissaient les taxons rhéophiles, certains comme *Ephemera*, qui affectionnent les milieux sableux et vaseux, ne sont pas retrouvés en 2003.

De plus, la proportion des organismes saprobiontes qui avoisinait 70 % en 1995 (72,5 % en 1° campagne et 73,0 % en 2°) passe à 34,1 % en 2003. Cette réduction drastique de la base de l'édifice trophique milite pour l'existence une pollution d'origine toxique.

Toutefois, la régression des *Gammaridae* et *Elmidae*, taxons sensibles aux rejets de scieries, peut tout autant s'expliquer par l'absence de courant que par une pollution de ce type.

I.6.3 Analyse du peuplement piscicole en 2003

La station du méandre des Artilleurs a bénéficié d'un inventaire piscicole par le CSP. Contrairement aux autres stations du Drugeon, la prospection n'a pas été réalisée à pied, mais en bateau, en raison de la profondeur. Une pêche par filets a permis de compléter l'inventaire.

Sur la station, 7 espèces ont été répertoriées : le Vairon, le Chevenne, le Goujon, le Brochet, la Perche, le Gardon et la Tanche, pour une biomasse rapportée à l'hectare de 322 kg. Le Brochet domine largement (59 %) l'échantillon pondéral (189 kg/ha)

Par rapport à 1994, les abondances spécifiques sont, Vairon excepté, nettement supérieures : la **biomasse totale inventoriée est plus de 3 fois supérieure en 2003** alors que la densité inventoriée l'est de 2 fois. Cependant, les méthodologies utilisées entre 1994 (inventaire à pied) et 2003 (échantillonnage par pôles) ayant différé, les abondances de captures peuvent avoir été biaisées en 2003, période à laquelle par ailleurs la Truite fario, la Loche franche et la Brème bordelière n'ont plus été recensées.

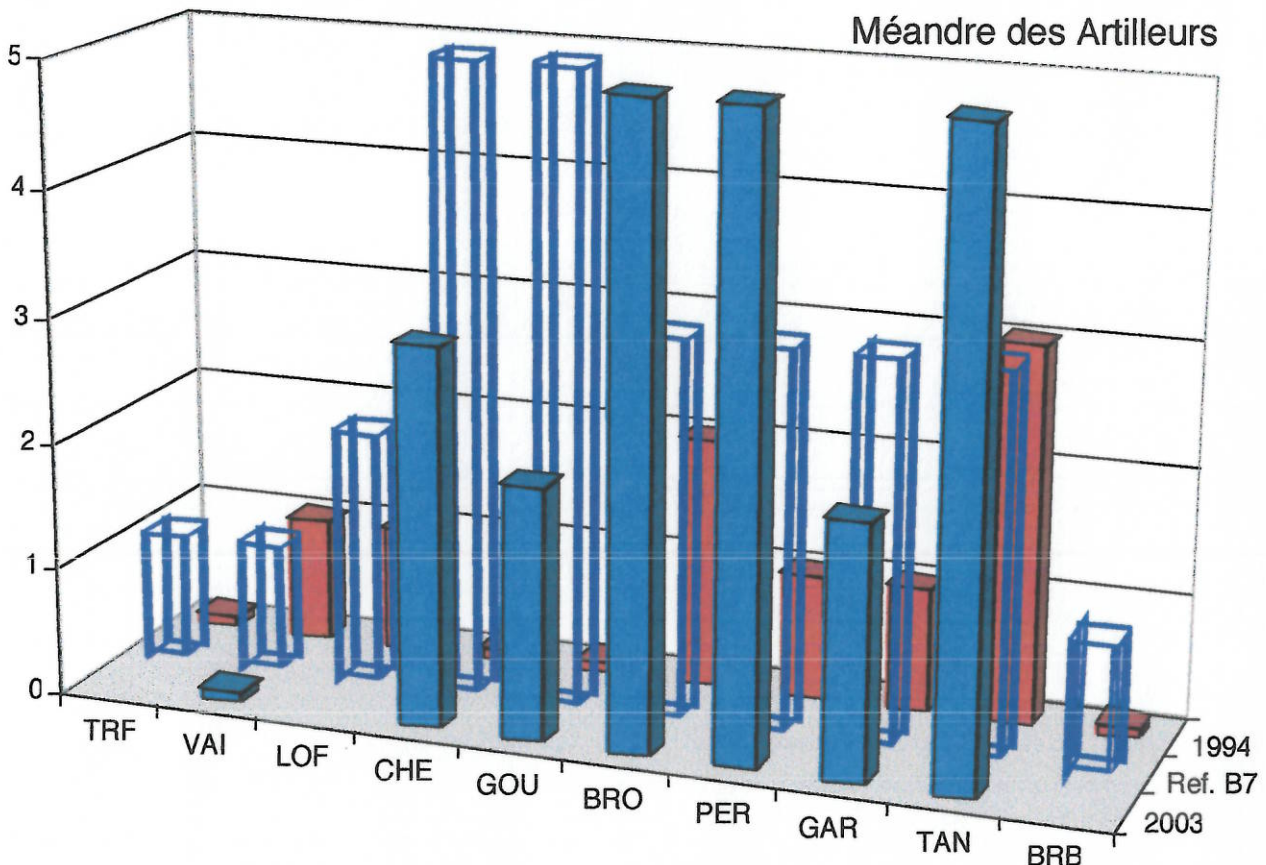


Figure 18 : Évolution temporelle de la structure du peuplement du Méandre des Artilleurs (exprimée en classe d'abondance).

La figure 18, qui compare la structure des peuplements de 1994 et de 2003, montre une densification pour 6 des 10 espèces constituant le peuplement de référence, la régression du Vairon et la disparition de 3 espèces, avec in fine des représentations spécifiques toutes non conformes à la référence.

Le Brochet, la Perche et la Tanche, espèces phytophiles, présentent des abondances nettement supérieures à ce qu'elles devraient être, ce qui est à relier à l'importance du développement des bordures végétales. Les autres espèces sont soit absentes soit sous-représentées ce à quoi **l'homogénéité de l'habitat lentique** participe indiscutablement.

Enfin, même si de façon moindre que pour le macro-benthos, la qualité de l'eau fortement influencée par les apports du Bief Rouget, qui véhicule une charge polluante non négligeable, pourrait également participer à l'explication de ce constat.

Actuellement, le peuplement piscicole du Méandre des Artilleurs peut être considéré comme nettement déséquilibré du fait d'un des éléments même de cette restauration et probablement dans une moindre mesure du fait d'une qualité d'eau déficiente.

1.6.4 Bilan des analyses réalisées sur le Méandre des Artilleurs en 2003

La restauration du secteur, qui a consisté en la reprise du méandre avec implantation d'un « seuil d'attente », a abouti à l'obtention d'un habitat aquatique totalement lentique.

Si la réhabilitation a favorisé des développements conséquents en termes de biomasse et de densité numérique de certaines espèces de poissons, le peuplement macro-benthique marque une nette régression (abondance, variété, polluo-sensibilité).

Mais comme la macro-faune benthique, dont les taxons rhéophiles ont disparu, le peuplement piscicole est largement dominé par des espèces d'eaux calmes et chaudes alors que celles d'eaux vives et fraîches ont régressé ou disparu. La différence de réaction de ces deux peuplements n'est donc in fine qu'apparente et l'état des peuplements post-travaux est moins satisfaisant qu'il ne l'était auparavant.

La mouille profonde à l'amont du « seuil d'attente » présente manifestement une cote d'altitude de fond nettement inférieure à ce qu'elle devrait être sur cette partie terminale d'un secteur reméandré. À l'opposé, la cote de la crête de seuil qui durant l'été, il est vrai exceptionnel, de 2003 s'opposait à l'existence d'écoulements perceptibles, est probablement trop haute.

Cette situation devrait en toute logique être corrigée si elle ne devait pas être transitoire.

Et il conviendra de veiller, lors de la continuation vers l'aval de la réhabilitation, de redonner à l'ensemble « mouille amont du seuil actuel / méandre aval réhabilité » des cotes de fond conformes à ce qu'elles doivent être.

II Analyse de la qualité physique de la Combe Levier à l'échelle des tronçons

Une analyse de la structure habitationnelle de la Combe Levier a été réalisée pour décrire, à l'échelle du tronçon, la qualité morphologique de cet affluent restauré en 2001.

La Combe Levier est un petit cours d'eau de 1 kilomètre de long environ, qui rejoint le Drugeon apical, entre Vaux et Bonnevaux, en amont du pont sncf. Elle prend naissance en milieu forestier dans la Montagne du Laveron ; dès sa source, un captage ponctionne une partie de son débit. La Départementale 9 la traverse 3 fois et la grande majorité de son cours serpente actuellement dans le lit majeur du Drugeon.

En 2001, la confluence avec le Drugeon a été déplacée de 400 m vers l'aval. Le nouveau tracé emprunterait actuellement d'anciens systèmes latéraux du Drugeon, antérieurs à la correction (Comm. communes) et le cours aval de la Combe Levier passe maintenant par trois petites zones humides, au niveau desquelles le lit n'est pas clairement défini.

Une pré-reconnaissance a été effectuée durant l'été 2003, la présence d'un secteur asséché (en aval du pont-cadre de l'Isle Pernet) ayant conduit à reporter les prises de mesures à une période plus favorable. La reconnaissance définitive a eu lieu en période d'eaux moyennes, ce qui a pu entraîner une surévaluation des différents scores traduisant la qualité morphologique.

Deux tronçons ont été définis : ils correspondent au cours amont, qui n'a pas été touché lors de la restauration, et au nouveau tracé créé en 2001. Au sein de cette dernière unité, deux éléments ont été distingués de façon à séparer le tracé réellement ouvert et les trois zones diffuses. Cette distinction présente l'avantage de permettre la qualification réelle du tracé correspondant à un lit différencié créé en 2001 (Fig. 19).

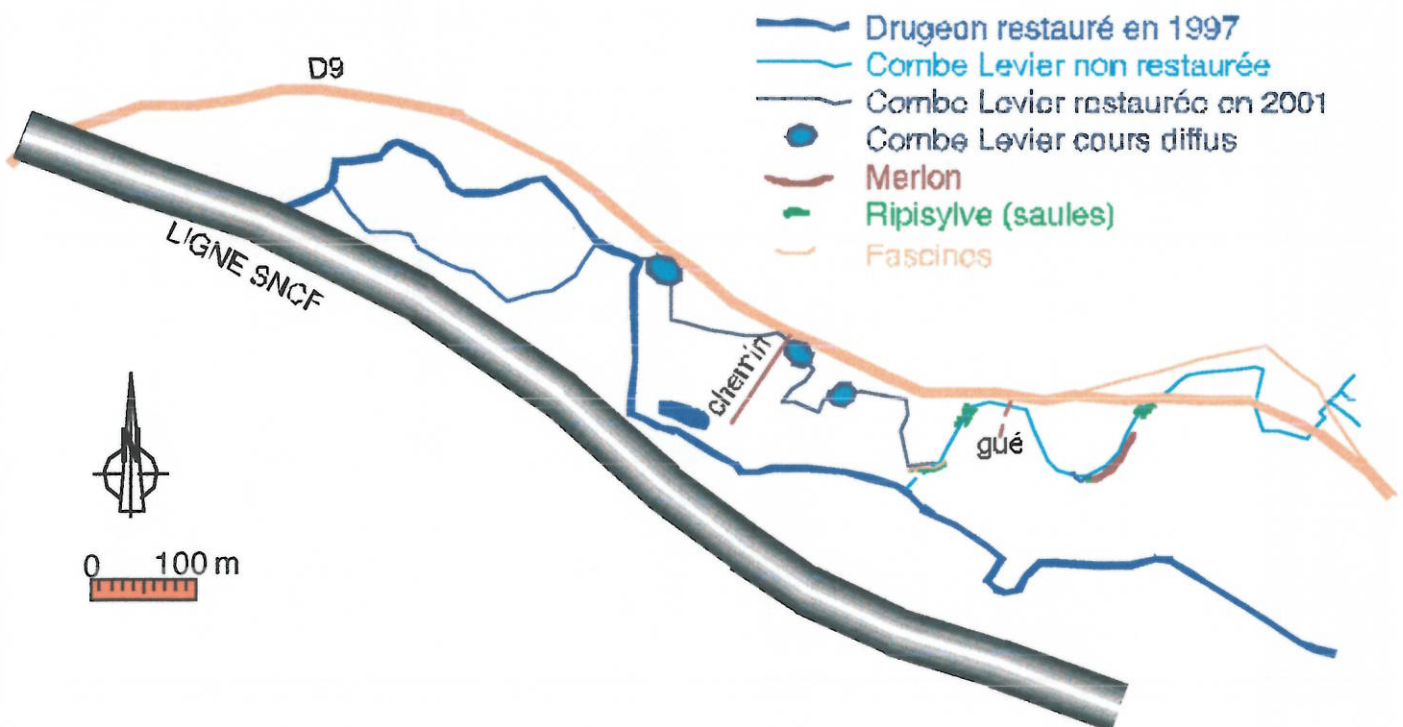


Figure 19 : Schéma de situation de la Combe Levier.

Le tableau XVIII récapitule les principaux scores et classes de qualité habitationnelle de la Combe Levier. Le détail des scores et calculs pour chaque composante est donné en annexe .

Tronçons	Hétérogénéité /111	Attractivité /90	Connectivité /130	Stabilité -60/40	Qualité Physique /30600
C L amont	35 - C	37 - B	74 - A	5 équilibre	4 529 - B
C L 2001	49 - B	16 - D	81 - A	7 équilibre	4 475 - B
C L 2001 " lit différencié "	29 - C	9 - E	81 - A	-6 équilibre	2 616 - C

Tableau XVIII : Scores de la qualité physique de la Combe Levier.

II.1 La Combe Levier amont

Cette partie apicale non restaurée a été étudiée uniquement dans le lit majeur du Dugeon, en aval de la D9, soit sur 304 mètres.

L'hétérogénéité définit le degré de variété des formes, des substrats/supports, des vitesses de courant et des hauteurs d'eau du lit d'étiage ; plus ce score est élevé, plus les ressources physiques sont diversifiées. Cette composante présente un niveau moyen en raison de l'existence de paramètres peu diversifiés, comme les largeurs du lit (entre 2,5 et 5,0 m), les vitesses d'écoulement (0 à 33 cm/s) et les hauteurs d'eau (entre 25 et 80 cm). Cette homogénéité se traduit principalement par la domination du faciès mouille sur 81 % du linéaire.

La présence de quelques merlons indique que la Combe Levier a du être « travaillée » lors de la rectification du Dugeon des années 70, ce qui a contribué à son homogénéité actuelle. Toutefois, le tracé n'a pas été modifié et le cours méandrique permet de maintenir un niveau d'hétérogénéité certes insatisfaisant, mais non nul.

Ce secteur montre une attractivité assez intéressante grâce à un lit présentant quelques caches et des substrats assez biogènes. En effet, quelques sous-berges et branchages immergés permettent d'offrir des abris non négligeables à la faune piscicole. Les substrats dominants s'articulent autour d'une base minérale formée de graviers (et une zone de blocs) et d'une végétation aquatique d'Hélophytes et d'Hydrophytes.

La connectivité caractérise la fonctionnalité de la zone inondable ainsi que la fréquence des contacts entre la rivière et les interfaces emboîtées que constituent la ripisylve et le lit " moyen ". Elle peut être considérée comme forte sur ce tronçon avec omniprésence de berges assez basses (40 cm en moyenne), ce qui permet à la frange herbacée d'être en contact avec l'eau sur la majorité du linéaire.

La présence d'un petit système latéral (bras secondaire) témoigne par ailleurs des potentiels anciens du secteur à développer des annexes et à diversifier les écoulements.

Ce secteur présente actuellement un équilibre morphodynamique qui s'est constitué en 30 ans. Les caractéristiques habitationnelles, malgré un déficit dans l'hétérogénéité, sont d'un assez bon niveau, en raison notamment d'une connectivité forte.

II.2 La Combe Levier aval

Sur ce secteur restauré en 2001, le nouveau lit dessine des méandres et traverse trois zones humides où le cours n'est pas clairement constitué. Ces trois zones doivent correspondre à des affleurements de la nappe du Dugeon qui sont (ré)apparus depuis la restauration de 1997 et la hausse concomitante des niveaux qu'elle a engendrés.

Pris dans son ensemble (lit constitué + zones humides), le cours aval présente une hétérogénéité assez bonne. La sinuosité a été reconstituée et les faciès se diversifient autour de l'articulation plat – radier – mouille. Les variations des largeurs et des hauteurs d'eau sont élevées en raison des valeurs fortes prises au niveau des zones où le lit n'est pas différencié.

Le lit différencié considéré seul (sous-unité CL av') montre en revanche un **niveau d'hétérogénéité beaucoup moins intéressant**, le lit possédant des largeurs trop homogènes (1,6 à 2,8 m), coulant essentiellement sur de la marne et présentant un faciès "plat" dominant sur le linéaire.

L'attractivité qui intègre la qualité des substrats, la qualité et la quantité des caches et des abris pour le poisson montre également une disparité selon que l'on considère la totalité du secteur ou le seul lit différencié : ce dernier (sous-unité CL av') présente **un niveau très bas d'attractivité** en raison notamment d'un substratum non biogène, des affleurements de marne. L'ensemble du secteur se caractérise par une attractivité légèrement supérieure en raison de la présence d'une végétation aquatique dans les 3 zones à lit diffus.

Pour des raisons de signification, la connectivité n'a été définie que par rapport au tronçon considéré dans son intégralité.

Le niveau présenté par cette composante est excellent grâce à la faible hauteur des berges (25 cm en moyenne) favorisant les échanges avec les interfaces. La végétation rivulaire très majoritairement herbacée est en contact sur tout le linéaire.

Le tronçon présente un équilibre morphodynamique avec une tendance à la sédimentation pour les zones diffuses au niveau desquelles des dépôts apparaissent entre la végétation aquatique constituée principalement d'Hélophytes.

Ainsi, la qualité physique du tronçon réhabilité, même si elle est relevée grâce à une très forte connectivité, n'atteint pas un niveau satisfaisant en raison d'un important déficit d'hétérogénéité et surtout d'attractivité au niveau du lit différencié. Ce déficit va à l'encontre des attentes, les travaux mis en œuvre (reméandrement) s'accompagnant généralement de l'obtention de fortes valeurs pour ces éléments.

II.3 Bilan de la qualité habitacionnelle de la Combe Levier

La qualité habitacionnelle du tronçon pris dans son intégralité présente **un niveau qui s'avère *in fine* très proche du tronçon amont**. Cette similitude de niveau traduit des caractéristiques différentes : si la connectivité et la stabilité sont similaires, le tronçon amont possède un lit plus homogène mais aussi plus biogène que le tronçon réhabilité.

La prise en compte du seul lit différencié montre que **le tracé creusé est trop peu diversifié** notamment au niveau des largeurs et qu'un **déficit flagrant de caches** restreint l'attractivité dans les secteurs où la marne affleure majoritairement.

En tout état de cause, après plus de deux ans, la morphologie initiale donnée au lit n'a pas permis d'évoluer vers une qualité satisfaisante telle que ce fut le cas sur le Drugeon dans le secteur. Un surdimensionnement du gabarit de projet (?), une capacité hydraulique nettement plus faible et l'influence directe du Drugeon sur le tracé empruntant son lit majeur sont probablement à l'origine de ces évolutions différentes sur un même secteur entre le Drugeon et son affluent.

La nature des fonds ne permettra guère par ailleurs un réajustement naturel allant dans le sens d'un comblement du déficit granulométrique perçu, l'absence de graviers étant d'autant plus regrettable qu'un des objectifs de la réhabilitation était de développer une zone de frayères à Truites en complément de celles existant sur le Drugeon.

Enfin alors que les sources coulaient et que toute la partie amont était en eau, la présence d'assecs sur le secteur réhabilité pose le problème de la création d'un lit sur des substrats dont l'imperméabilité en grand (jonction entre les dalles de marne ?) peut se révéler déficiente.

Ce problème est sans doute le plus difficile à résoudre, sauf si des pertes peuvent être individualisées et par suite colmatées. Pour le reste, les déficits d'hétérogénéité et d'attractivité devraient pouvoir être compensés assez facilement par l'apport de graviers et plantation de quelques bosquets d'arbustes buissonnants principalement et par l'augmentation de la rugosité (implantation de petits blocs).

III Bilan sur les analyses des mosaïques habitationnelles du Drugeon

Les 6 stations étudiées qui jalonnent le Drugeon supérieur et moyen présentent pour la majorité **des niveaux d'attractivité morphodynamique nettement insuffisants**. Hormis pour la station de l'Isle Pernet, les IAM calculés sont compris entre 2 000 et 3 000 points pour les secteurs lotiques et inférieurs à 700 points pour les secteurs lentiques (Fig. 20). Ces résultats sont éloignés des états physiques que le Drugeon devrait présenter (IAM de 6 000 à 8 000 points) suite à la restauration de son habitat aquatique et après 3,4 ou 5 années d'ajustement.

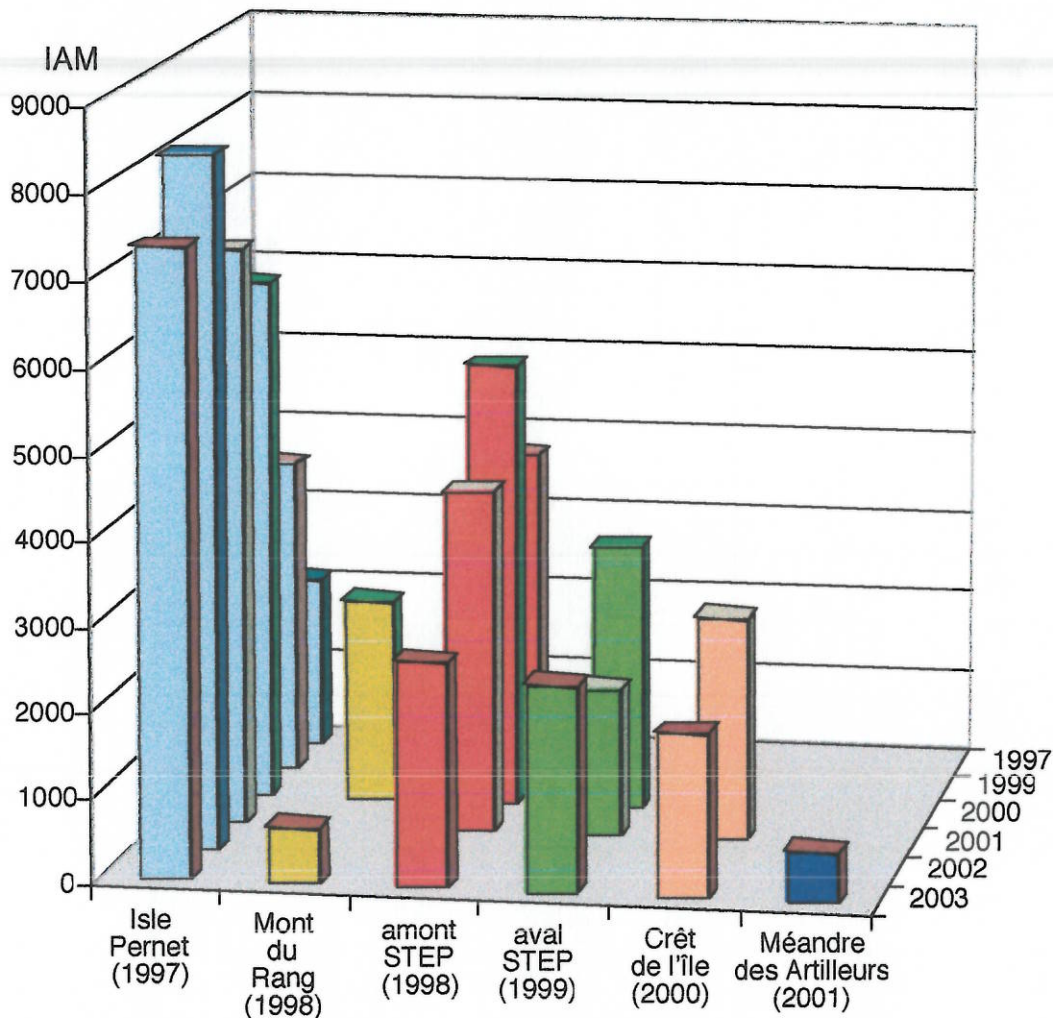


Figure 20 : Évolution temporelle de l'IAM pour les 6 stations du Drugeon.

En 2003, à l'exception de celle de l'aval de la STEP qui progresse, **toutes les stations présentent une régression de l'IAM**. L'étiage particulièrement accentué de l'été 2003 est responsable en partie de ces reculs habitationnels, les conditions hydrologiques particulières n'ayant fait que mettre en avant les imperfections de la réhabilitation et les auto-ajustements qui n'ont pu se réaliser.

	Attractivité des Substrats	Nombre de classes de Profondeur	Nombre de classes de vitesses	Commentaire
Isle Pernet	↘	=	=	Effet négligeable du fort étiage
Mont du Rang	=	↘	↘	Secteur de perte en aval de Bonnevaux
Amont STEP	=	=	↘	Secteur de perte en aval de La Rivière-Drugeon
Aval STEP	↘	↘	↗	Lit trop large malgré auto-ajustement central
Crêt de l'île	↘	=	=	Effet négligeable du fort étiage

Tableau XIX : Évolution temporelle de quelques paramètres de l'habitat aquatique du Drugeon en 2003 par rapport aux dernières données antérieures.

Les effets les plus marquants de ces débits estivaux singuliers ont été la régression de la végétation aquatique de bordure et des habitats intéressants connectifs en rives (branchages, sous-berges, ...), ce qui a limité l'attractivité des sites, ainsi que la perte, pour certaines stations, de classes de vitesses de courant voire de classes de hauteur d'eau (Tab. XIX).

L'Isle Pernet et le Crêt de l'Isle sont les stations les moins affectées par le recul habitationnel dû à l'étiage de 2003 ; les autres sites le sont beaucoup plus alors qu'elles sont " âgées " de 4 ou 5 ans. Les stations du Mont du Rang et de Chaseaux sont situées à la jonction amont entre secteur non renaturé et secteur restauré. La station de Cornereau, qui bénéficie d'un resserrement localisé du lit d'étiage, possède un lit mineur trop constant et surtout trop large pour pouvoir favoriser une diversification des fonds.

En tout état de cause, les conditions estivales particulières de 2003 n'ont fait qu'amplifier les défauts morphologiques liés à des travaux de réhabilitation imparfaits ou incomplets, le niveau de qualité obtenu étant, à l'exception du lit différencié de Combe Levier, toujours plus haut que celui avant restauration.

IV Bilan du métabolisme thermique estival sur la vallée

Le réseau de sondes thermiques implantées par la Communauté de communes sur le Drugeon (10 sondes) et ses affluents (8 sondes) permet d'apprécier l'évolution de ce paramètre essentiel à la vie aquatique, principalement par l'analyse des températures maximales moyennes des 30 jours les plus chauds de l'année (Fig. 21).

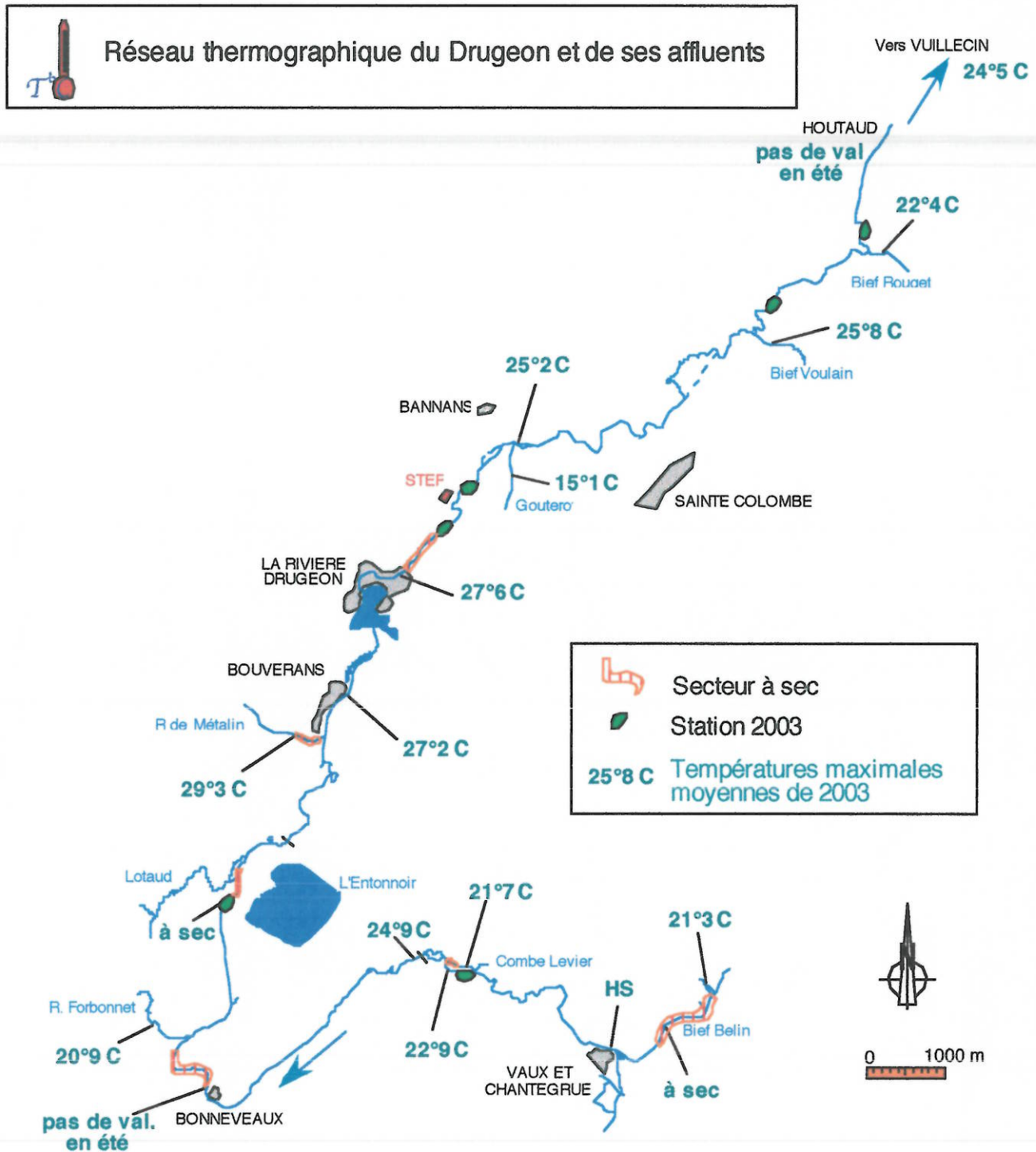


Figure 21 : Carte du réseau thermique sur la vallée du Drugeon et TMM de 2003.

STATIONS	1973	1994	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Évolution 2002/2003	Évolution 1994/2003
Isle Pernet		18	23,9	20	20,3	18,1	18,1	22,9	+ 4,8	+ 4,9
Pont SNCF	9,5	18,1	24,5	24,0	22,5	20,3	21,1	24,9	+ 3,8	+ 6,8
Bouverans	16,0	26,9			25,0	23,8	24,6	27,2	+ 2,6	+ 0,3
La Rivière Drugeon		22,3		21,4	24,3	22,9	25,1	27,6	+ 2,5	+ 5,3
Bannans	17,1	22,5		24,5	22,9	22,1	23,4	25,2	+ 1,8	+ 2,7
Vuillecin	18,1	20,6		20,7	22,4	21,0	26,3	24,5	-1,8	+ 3,9
Les Grandes Rayes (Aff Bief Belin)								21,3		
Combe Levier								21,7		
Rau de Forbonnet								20,9		
Rau de Métalin							27,4	29,3	+ 1,9	
Gouterot							14,6	15,1	+ 0,4	
Bief Voulain							25,2	25,8	+ 0,6	
Bief Rouget							19,9	22,4	+ 2,5	

Tableau XX : Évolution des températures maximales moyennes du mois le plus chaud

Le tableau XX indique que la majorité des sondes donnent des températures maximales moyennes (TMM) supérieures en 2003 à celles de 2002. Paradoxalement, Vuillecin qui n'a pas encore été réhabilité, bénéficie d'un rafraîchissement de près de 2° C par rapport à l'année précédente.

L'analyse détaillée du thermogramme de Vuillecin montre que les pics journaliers mesurés vers 11h00 sont d'une moindre ampleur cette année que ceux observés auparavant (Diren 1995) mais toujours bien présents (Annexe E1). Et il est probable que la nappe de l'Arlier a soutenu les débits sur la basse vallée et entraîné le rafraîchissement enregistré.

Toutes les TMM de 2003 sont également nettement supérieures à celles obtenues en 1994 avant restauration du Drugeon. Les conditions hydrologiques exceptionnelles de l'été 2003 sont indéniablement en cause. En effet, outre la chaleur estivale exceptionnelle, les débits minimaux de 30 jours consécutifs (VCN 30) enregistrés à Vuillecin depuis 1968 montrent que la valeur de l'été 2003 est la plus basse jamais atteinte avec 0,160 m³/s. La valeur qui faisait référence jusqu'alors était de 0,167 m³/s en 1972 (année pour laquelle aucune donnée thermique n'est disponible) et la plus forte enregistrée date de 2001 avec 1,090 m³/s.

Toutefois l'ampleur du réchauffement mesuré en 2003 aurait sans doute pu être plus faible, la réhabilitation de la vallée devant favoriser les échanges entre la nappe et les cours d'eau, soutenir les débits d'étiage et donc maintenir une thermie basse.

Les discontinuités longitudinales dans la renaturation du Drugeon et l'absence de réhabilitation au niveau des sources sont certainement des freins à une amélioration conséquente des niveaux thermiques estivaux.

V Bilan sur les peuplements benthiques du Drugeon

La figure 22 qui présente les degrés de similarité au plan qualitatif entre deux peuplements d'une même station à différentes dates par rapport à 2003, montre que les pourcentages de similarité augmentent de façon linéaire et que les différences entre les peuplements d'avant et d'après travaux ne sont pas si fortes. Cette observation signifie que **les travaux n'apportent pas une distinction flagrante des peuplements** : de 30 à 40 % de similitude par rapport aux campagnes avant travaux contre 40 à 60 % par rapport aux campagnes postérieures aux travaux.

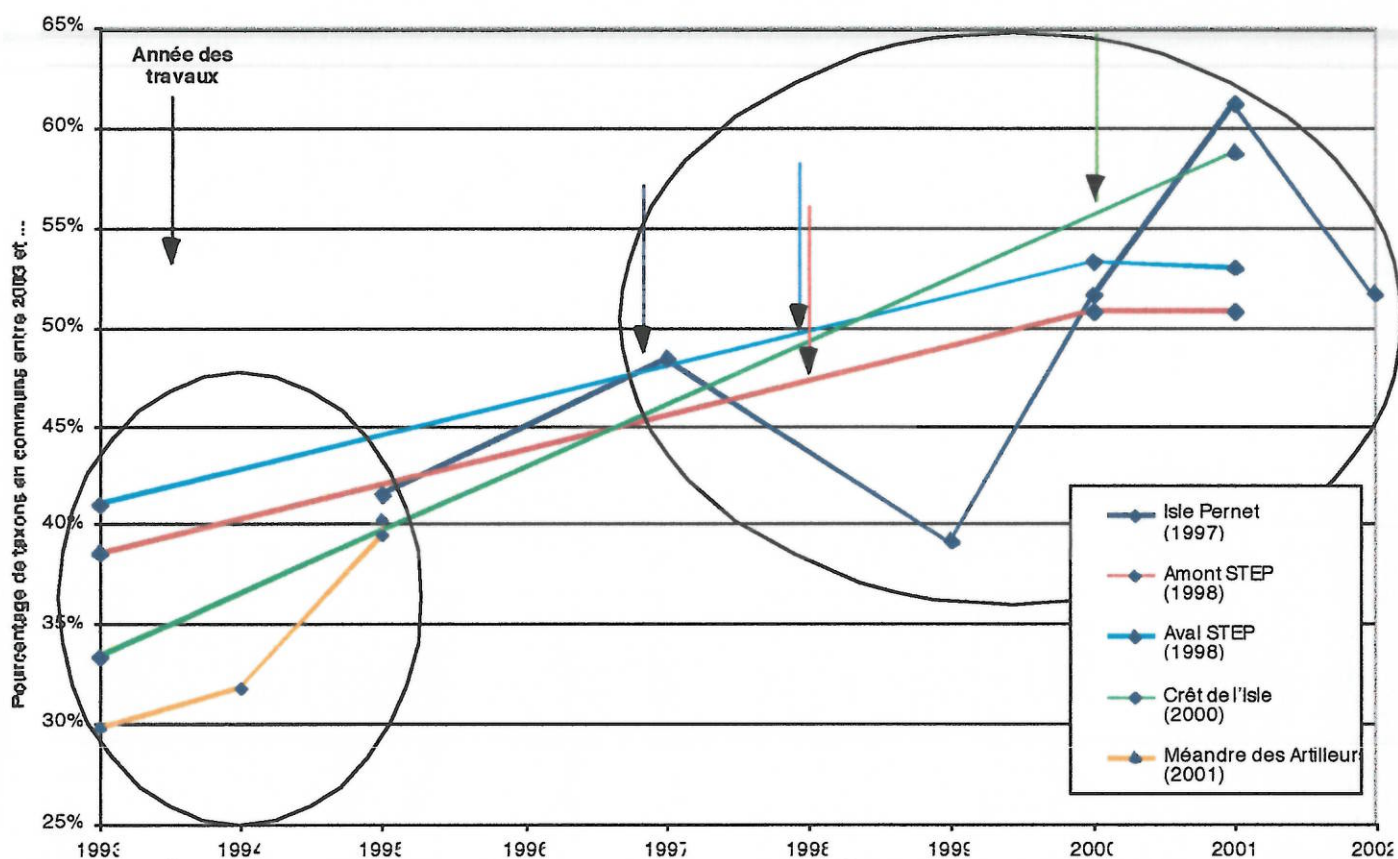


Figure 22 : Évolution du pourcentage de taxons communs entre différentes campagnes et 2003 pour 5 stations du Drugeon.

Les différences entre 2003 et les campagnes avant travaux témoignent du fait qu'un certain nombre d'apparition contrebalance des disparitions.

Ces différences entre 2003 et les campagnes après travaux (pour l'Isle Pernet notamment) montrent qu'il existe des évolutions inter-annuelles, attestant que la **macrofaune ne recolonise qu'assez difficilement les nouveaux milieux quand la qualité de l'eau n'est pas satisfaisante**. La restauration d'une qualité de peuplement (avec des taxons polluo-sensibles) équivalente ou supérieure à celle qui subsistait avant restauration devient de ce fait aléatoire. Et l'apparition de nouveaux taxons présentant une forte sensibilité à la qualité de l'eau sera très

probablement compromise tant que la charge organique et les pollutions toxiques engendrées par les activités développées dans le bassin versant ne seront pas réduites.

Stations	Isle Pernet	Chaseaux (amont STEP)	Cornereau (aval STEP)	Crêt de l'île	Méandre des Artilleurs
Année de restauration	1997	1999	1999	2000	2001
Niveau du peuplement en 2003	Assez satisfaisant, malgré abondance très faible	Assez moyen, variété basse	Médiocre, abondance faible	Assez satisfaisant, malgré abondance faible	Moyen, abondance et variété faible
Évolution par rapport aux peuplements antérieurs post-travaux	En progression, mais toujours des perturbations liés à la qualité de l'eau	En régression car qualité de l'eau (organique + t°C) et habitat (attractivité + étiage) insuffisant	En régression car qualité de l'eau médiocre (surcharge organique + t°C + étiage)	En (légère) régression car qualité de l'eau médiocre	
Évolution par rapport aux peuplements antérieurs pré- travaux	Même niveau	Similaire	Assez proche	En légère progression (habitat plus attractif mais qualité d'eau suspect)	Moins sensible (qualité de l'eau et de l'habitat problématique)

Tableau XXI : Statut des peuplements benthiques du Dugeon en 2003 et évolution par rapport aux données antérieures.

Le bilan des analyses faunistiques du Dugeon en 2003 montre des niveaux et des évolutions assez hétérogènes (Tab. XXI). **Les peuplements ne sont globalement pas conformes à ce qu'ils devraient être : leur polluo-sensibilité est globalement insatisfaisante.**

Seules les stations de l'Isle Pernet et du Crêt de l'île se démarquent des autres en présentant des faunes assez intéressantes ; mais les abondances recensées y sont anormalement faibles ce qui est le signe de l'existence de perturbations dans la constitution de l'édifice trophique.

L'évolution des faunes benthiques depuis la restauration est marquée pour les stations amont-aval STEP et Crêt de l'île par un recul au plan qualitatif, recul pouvant être imputé à la sévérité de l'étiage estival 2003, à une hausse concomitante des températures et à leurs effets synergiques sur une qualité de l'eau encore déficiente.

Seule l'Isle Pernet, au niveau de laquelle la qualité habitacionnelle a probablement permis de palier aux conditions hydrologiques défavorables, est le siège d'une évolution positive faiblement marquée.

Les comparaisons avec les peuplements antérieurs aux travaux indiquent que les niveaux de qualité atteints aujourd'hui sont assez similaires pour les trois stations de l'amont, légèrement meilleur pour le Crêt de l'île et en moins bon pour le méandre des Artilleurs.

Les évolutions différentes de ces dernières stations trouvent probablement une cause dans les modifications de leur mosaïque d'habitats devenue plus attractive pour le Crêt de l'Isle et plus homogène pour le méandre des Artilleurs.

VI Bilan sur les analyses des peuplements piscicoles du Drugeon

L'étude des peuplements piscicoles est indispensable en raison du haut niveau d'intégration de la qualité des milieux par les poissons. Ces derniers assimilent en effet des variations spatio-temporelles à une autre échelle que ne fait le Macrobenthos, ce qui rend complémentaires ces deux groupes d'indicateurs biologiques et les approches qui les utilisent.

Les figures 23 et 24 récapitulent les biomasses et les densités spécifiques des 4 stations inventoriées sur le Drugeon en 2003. Les biomasses totales inventoriées, autour de 300 kg/ha, sont assez proches pour les stations de l'Isle Pernet, du Crêt de l'île et du Méandre des Artilleurs. Sur toutes les stations, une ou deux espèces dominent la biomasse totale, avec d'amont en aval la Truite sur l'Isle Pernet (76 %), le Brochet et la Perche au Mont du Rang (47 et 38 %), le Chevenne au Crêt de l'île (74 %) et le Brochet au Méandre des Artilleurs (58 %).

Les biomasses et densités estimées en 2003 s'avèrent d'un niveau moyen à faible et la comparaison avec l'ensemble de la campagne de 1994 montre que les maximums de ces deux paramètres ne sont jamais atteints.

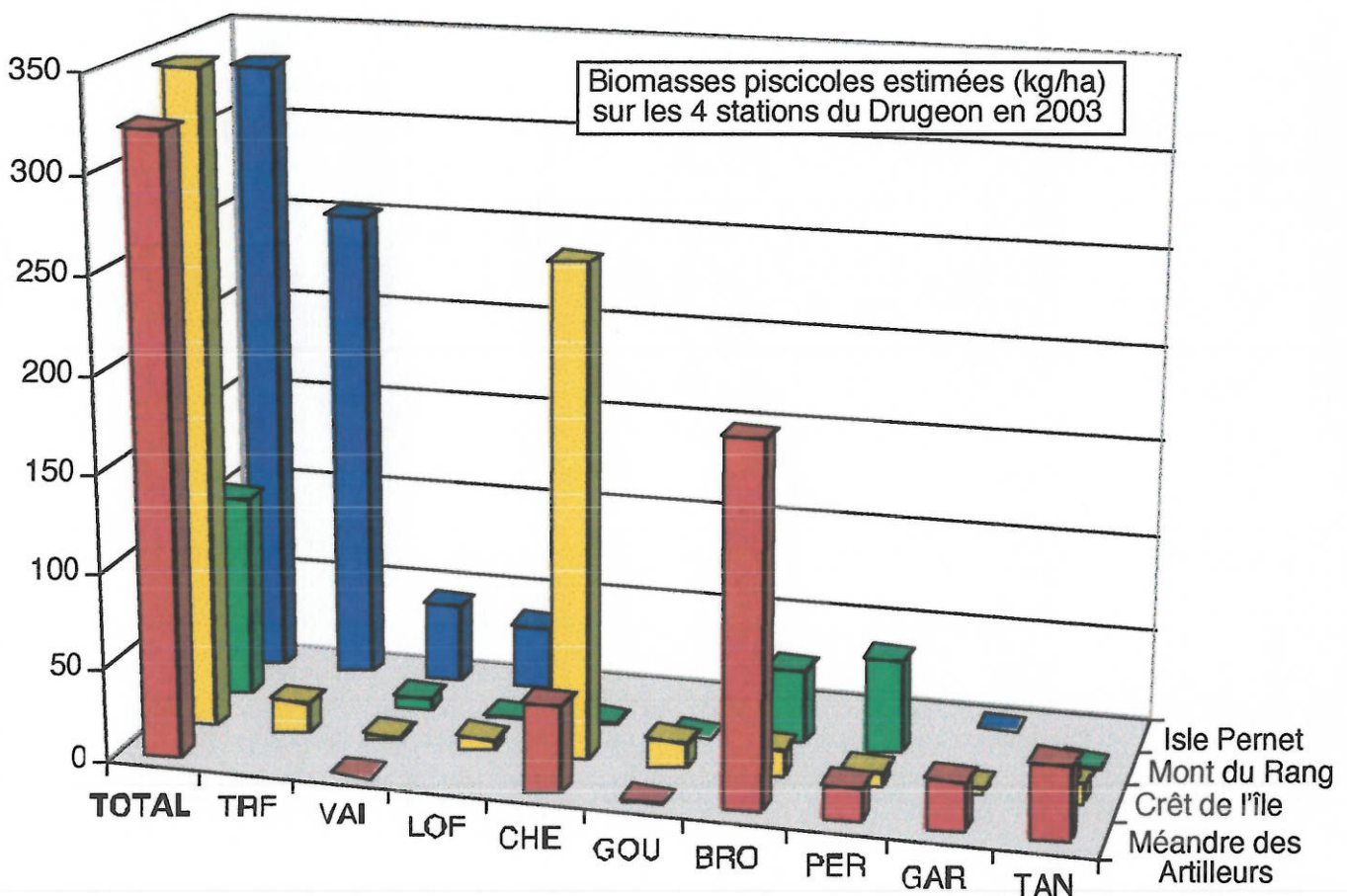


Figure 23 : Densités spécifiques en ind./10 ares obtenues sur les 4 stations du Drugeon en 2003.

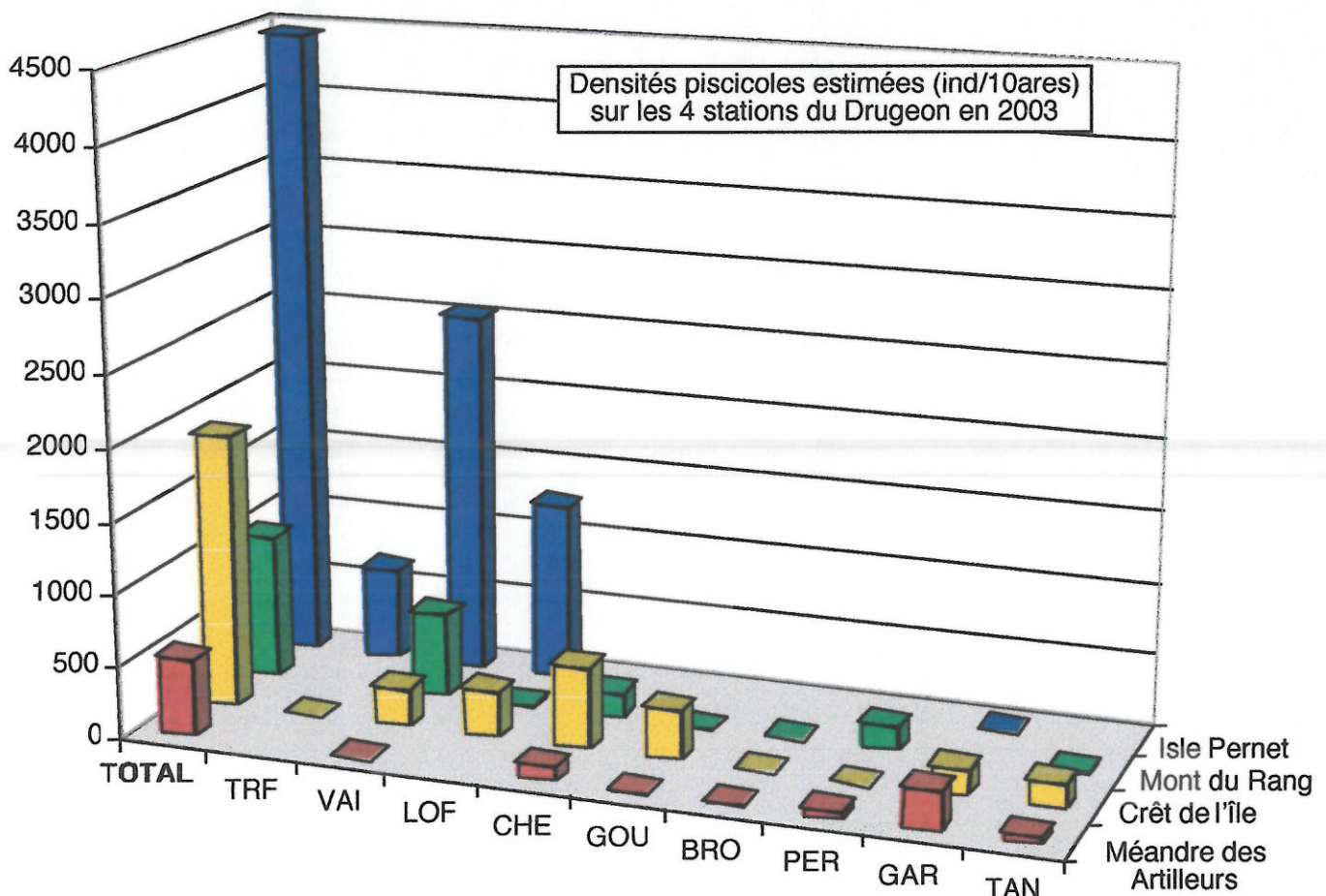


Figure 24 : Biomasses spécifiques en kg/ha obtenues sur les 4 stations du Drugeon en 2003.

La composition spécifique sur les trois stations de l'aval est assez proche, avec un pôle d'espèces communes regroupant le Vairon, le Chevenne, le Goujon, le Brochet, la Perche et la Tanche.

La comparaison des peuplements inventoriés en 2003 avec les peuplements de référence fait apparaître deux groupes de stations :

- **l'Isle Pernet et le Crêt de l'île qui ont des peuplements proches de la référence**, avec quelques faiblesses en abondance pour la seconde station,
- **le Mont du Rang et le Méandre des Artilleurs qui abritent des peuplements très déséquilibrés par rapport au référentiel**, les cotes d'abondance de toutes les espèces n'étant pas conformes à celles du biotype associé.

Globalement les poissons rhéophiles (Truites, Loches, Vairons, Chevennes, Goujons) sont déficitaires, voire absents de certaines stations, alors que les espèces phytophiles qui affectionnent les faciès lentiques (Brochet, Perche, Tanche) sont excédentaires. À l'exception de l'Isle Pernet qui présente un niveau typologique plus apical, cette tendance générale a été certainement favorisée par les conditions hydrologiques de l'été 2003, avec des signes de perturbations plus poussés au niveau de la station du Mont du Rang qu'au niveau des autres stations.

La comparaison avec la campagne de 1994 montre que la station du Mont du Rang est la seule à présenter une régression de biomasse totale. La station de l'Isle Pernet présente une biomasse intermédiaire entre celle des deux stations inventoriées l'encadrant en 1994. Cette biomasse a particulièrement progressé sur les deux stations de l'aval.

Les altérations de la qualité de l'eau suspectées sur le Drugeon peuvent interagir avec la température lors de périodes d'étiages très soutenus comme ceux de l'été 2003. Et globalement les peuplements piscicoles présentent des états encourageants mais encore insatisfaisants même si certains indicateurs, comme la biomasse, pourraient laisser penser qu'ils bénéficient plus des travaux de restauration du Drugeon que les macro-invertébrés benthiques.

Conclusion générale

Le suivi réalisé depuis 1997 permet d'évaluer l'impact des travaux de restauration engagés dans la vallée du Drugeon. Les compartiments biologiques, composés ici par les peuplements de macro-invertébrés benthiques et les peuplements de poissons, sont particulièrement appropriés à sanctionner la qualité des milieux et à mesurer les évolutions enregistrées, en raison de leur haut niveau d'intégration dans les édifices. Par ailleurs, l'estimation de la qualité habitationnelle est appréciée par des analyses morphodynamiques stationnelles afin de situer l'évolution dans le temps et de comprendre les éventuels décalages et retards par rapport à un optimum attendu. Enfin, le suivi thermique estival permet conjointement d'apprécier un fonctionnement global de l'hydrosystème, puisque ce paramètre primordial pour la vie aquatique traduit également la qualité des échanges entre la nappe et le cours d'eau. Le tableau XXII présente les principales conclusions relatives aux différents paramètres mésologiques et à leurs effets sur les peuplements aquatiques.

Stations	Isle Pernet	Mont du Rang	Amont STEP	Aval STEP	Crêt de l'île	Méandre des Artilleurs
Qualité de l'habitat	Très satisfaisant	(Encore) nettement insuffisant				
Thermie estivale	En hausse					
Effet de la sécheresse	Négligeable	Très fort	Assez fort	Assez fort	Limitée	Négligeable
Qualité de l'eau	Médiocre					
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Macrobenthos	Assez satisfaisant	 	Médiocre		Assez satisfaisant	Médiocre
Poissons	Satisfaisant	Non conforme	 	 	Assez satisfaisant	Non conforme

Tableau XXII : Récapitulatif stationnel des conclusions des investigations du suivi 2003.

La nature exceptionnelle de l'étiage estival 2003 a selon les secteurs plus ou moins perturbé les peuplements aquatiques et souligné les imperfections habitationnelles sur les stations sur lesquelles des morphologies imposées ne permettent pas à une diversité et à des ajustements naturels de se mettre en place.

Les analyses sur la faune aquatique montrent que les peuplements en 2003 sont assez éloignés des niveaux de références que le Dugeon se doit de posséder. Par rapport aux années précédentes, et hormis pour l'Isle Pernet, la macrofaune benthique a enregistré une régression dans la nature et la qualité de l'édifice consommateur.

L'ichtyofaune montre une évolution plus contrastée avec des déséquilibres importants combinés à des augmentations de biomasses. L'Isle Pernet et le Crêt de l'île sont les deux stations qui se détachent avec une évolution réellement positive.

Sur tous les sites, la qualité de l'eau et la thermie en hausse perturbent la recolonisation et le retour de la faune attendue. Les faibles abondances mesurées (et en régression) dans la macrofaune dénoncent des perturbations profondes et nouvelles dans les édifices benthiques. La nature des pollutions évoluerait vers une toxicité plus aiguë.

En 2003, les altérations des systèmes aquatiques provoquées par perturbations identifiées depuis plusieurs années de suivi ont été sans doute amplifiées par les conditions hydrologiques particulières de l'été et le recul qui a pu être mis en évidence ne doit pas masquer les évolutions encourageantes prises sur l'Isle Pernet et le Crêt de l'île.

Bibliographie

- ADAM (O.), 2002.- Impact des produits de traitement du bois en scieries sur les biocénoses aquatiques. Approche autécologique sur trois cours d'eau du Haut-Doubs (Bief Belin, Drésine, Drugeon). Mem. DESS Qualité et traitement des Eaux. Option Systèmes Aquatiques et Bassins versants, Univ. Franche-Comté, 44 p. + annexes.
- AFNOR. 1992.- Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Association Française de Normalisation. 64.
- AUBERT (J.). 1959.- Plecoptera. Insecta Helvetica Fauna. Lausanne : 139 p.
- BAUERNFEIND (E.) & HUMPECH (U.H.). 2001.- Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta : Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien. 239 p.
- BERTRAND (H.), 1954.- Les insectes aquatiques d'Europe. Lechevalier. 2 vol. 1103 p.
- BOUCHARD (S.), DUMONTIER (M), VIGILE (T.), 1993.- Étude des biocénoses benthiques des affluents du Doubs, des lacs de St-Point et Remoray – Bilan de qualité générale – Analyse biocénotique générique – Propositions méthodologiques. Mem. DESS Eaux Continentales, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté, 80 p. + annexes.
- CSP DR 5, 1995.- Étude des peuplements piscicoles du Drugeon – Diagnose de l'état actuel à 2 échelles – Guides pour les modalités de restauration. 31p + annexes.
- CSP DR 5, 2000.- Guide technique – Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante. 196 p. + annexes.
- DIREN Franche-Comté, 1995.- Programme communautaire LIFE, sauvegarde de la richesse biologique du bassin du Drugeon – Etudes hydrologique, physico-chimique et hydrobiologique du Drugeon – Eléments guide pour le schéma de réhabilitation. 115p + annexes
- DIREN Franche-Comté, 2002.- Impact des installations de traitements préventifs du bois de sciage sur les milieux aquatiques de Franche-Comté. 47 p. + annexes.
- EDINGTON (J.M.), HILDREW (A.G.). 1981.-Caseless Caddis Larvae of the British Isles. Scient. Publ. Freswat. Biol. Ass., 43 : 1-91.
- ECO EURO CONSEIL, ISL, 1995.- Etude de réhabilitation du Drugeon - Synthèse des interventions – Schéma de réhabilitation. Syndicat mixte d'étude pour l'aménagement du bassin de la Saône et du Doubs. 72p + annexes.

- GLAIZAL (B.), SAGET (M.), BOISSET (S.), 1995.- Analyse comparative des biocénoses benthiques du Drugeon rectifié et de ses systèmes latéraux. Mém. DESS Eaux Continentales, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté, 28 p. + annexes.
- MAGNON (G.), 1999.- Suivi des aménagements de la Vallée du Drugeon, 12-16 Octobre 1998. Rapport de stage réalisé dans le cadre des formations du CSP, Syndicat Intercommunal du plateau de Frasne. Vallée du Drugeon, 11 p. + annexes.
- MACAN (T.T.). 1961.- A key to the nymphes of British Ephemeroptera. Scient. Publ. Freshwat. Biol. Ass., 20 : 1-63.
- MOUTHON (J.), 1982.- Les mollusques dulcicoles – données biologiques et écologiques – Clés de détermination des principaux genres de Bivalves et de Gastéropodes de France. Bull. Fr. Pêche Piscic., 27p.
- PARMENTIER (E.), 1994 – Étude de la biocénose benthique du Drugeon – Application d'un nouveau protocole d'échantillonnage – Bilan de qualité habitacionnelle – Analyse biocénotique générique – Bilan de qualité faunistique. Mem. DUEHH, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté, 69 p. + annexe.
- RICHARD (S.), 1999.- Analyse technique et scientifique de l'impact des travaux de reméandrement du Drugeon à l'aval de Vaux et Chantegrue. Syndicat mixte de la Vallée du Drugeon et du Plateau de Frasne. 16p+ annexes.
- RICHOUX (P.), 1982.- Coléoptères aquatiques. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises, AFL. 56p. Mem. DESS Eaux Continentales, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté, 80 p. + annexes.
- ROBINEAU (G.), 1999.- restauration de la Haute Vallée du Drugeon – Evolution spatiale et temporelle de l'habitat aquatique et des biocénoses benthiques – Sites du Gué SNCF, de Pré Vaillon, de l'Isle Pernet et de St-Cyr. Mem. DESS Eaux Continentales, Lab. Hydrobiol. Univ. Fr. Comté, 32 p. + annexes.
- STUDEMANN (D), LANDOLT (P), SARTORI (M), HEFTI (D), TOMKA (I). 1992.- Ephemeroptera. Insecta Helvetica Fauna ; tome 9. Société entomologique de Suisse. 172 p.
- TACHET (H.), RICHOUX (P.), BOURNAUD (M.), USSEGLIO-POLATERA (P). 2000.-Invertébrés d'eau douce - Systématique, biologie et écologie. CNRS Editions. 588 p.
- TELEOS. 2000.- Suivi technique et scientifique de l'impact des travaux de restauration du Drugeon sur sa qualité physique et ses capacité biogènes. Syndicat mixte de la Vallée du Drugeon et du Plateau de Frasne. 88 p. + annexes.
- TELEOS. 2001.- Estimation des gains biologiques et morphodynamiques obtenus par la restauration du Drugeon. Syndicat mixte de la Vallée du Drugeon et du Plateau de Frasne. 58 p. + annexes.

- TELEOS. 2002.- Analyses scientifiques des gains biologiques et habitationnels obtenus par la restauration du Dugeon – Suivi 2001. Syndicat mixte de la Vallée du Dugeon et du Plateau de Frasne. 59 p. + annexes.
- TELEOS. 2003.- Étude des capacités écologiques aquatiques après restauration de la vallée du Dugeon – Suivi 2002. Communauté de Communes du Plateau de frase et du Val du Dugeon. 44p. – annexes.
- VERNEAUX (J). 1973.- Cours d'eaux de Franche-Comté. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs- Essai de biotypologie. Mém. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Besançon, 260 p.
- WALLACE (I.D.), WALLACE (B.), PHILIPSON (G.N.). 1990.- A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Elliot ed. Scient. Publ. Freshwat. Biol. Ass., 51 : 1-237.
- WARINGER (J.) & GRAF (W.). 1997.- Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einsluß der angrenzenden Gebiete. Facultas Universitätsverlag Wien. 286 p.

ANNEXES

Annexe A : Analyse cartographique standard des mosaïques d'habitat

Annexe A1 : Protocole de l'IAM

Annexe A2 : Cartes des substrats-supports, des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et des pôles d'attraction :

Annexe A2a : Isle Pernet

Annexe A2b : Mont du Rang

Annexe A2c : Chaseaux

Annexe A2d : Cornereau

Annexe A2e : Crêt de l'île

Annexe A2f : Méandre des Artilleurs

Annexe A3 : Indices de diversités et IAM de 2003

Annexe B : Protocole de la qualité physique et habitationnelle au niveau du tronçon

Annexe C : Analyse de la macrofaune benthique

Annexe C1 : Protocole du MAG 20

Annexe C2 : Listes faunistiques de 2003 :

Annexe C2a : Isle Pernet

Annexe C2b : Chaseaux

Annexe C2c : Cornereau

Annexe C2d : Crêt de l'île

Annexe C2e : Méandre des Artilleurs

Annexe C3 : Liste récapitulative de 2003

Annexe C4 : Tableau des indices IBGN et Cb2

Annexe D : Analyse ichtyologique

Annexe D1 : Tableau des résultats des inventaires 1994 et de 2003 de l'Isle Pernet

Annexe D2 : Évolution temporelle de la densité et de la biomasse de la truite de l'Isle Pernet

Annexe D3 : Tableau des résultats du Mont du Rang

Annexe D4 : Tableau des résultats du Crêt de l'île

Annexe D5 : Tableau des résultats du Méandre des Artilleurs

Annexe D6 : Évolution temporelle de la structure du peuplement de l'Isle Pernet

Annexe E : Métabolisme thermique

Annexe E1 : Thermogramme du Drugeon à Vuillecin

Annexe E2 : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant (du 1^{er} juin au 30 septembre).

Annexe E2a : Pont sncf

Annexe E2b : Bouverans

Annexe E2c : Rivière Drugeon

Annexe E2d : Bannans

Annexe E2e : Vuillecin

Annexe E2f : le Gouterot

Annexe A1 : Protocole l'analyse standard des mosaïques d'habitats (IAM)

La méthode utilisée est fondée sur une analyse cartographique standard des mosaïques de substrats/supports, de hauteurs d'eau et de vitesses de courant. Mise au point par la DR 5 du CSP (1993-1997), puis finalisée par TELEOS (1999-2003), cette approche fournit des images comparables de l'hétérogénéité et de l'attractivité biogène d'un cours d'eau à l'échelle de la station. La station est définie comme une séquence de faciès "type" et doit être représentative des situations rencontrés sur le tronçon. Sa longueur est déterminée dans la pratique en fonction de la largeur moyenne du lit, par un facteur compris entre 5 et 20. Dans de nombreux cas, la longueur de la station est proche de 10 fois la largeur.

À qualité d'eau et niveau trophique égaux, les potentialités piscicoles d'un site d'eau courante sont en effet déterminées par la diversité et la qualité des combinaisons de hauteurs d'eau, de vitesses de courant et de substrats/supports. La démarche diagnostique utilisée consiste donc à réaliser une cartographie codifiée de chacune de ces composantes de la qualité physique, puis de considérer leur combinaison. Les compositions respectives des différentes mosaïques, considérées une par une, puis superposées, peuvent ainsi être appréciées et confrontées d'une station à l'autre.

Les limites des classes d'hétérogénéité de chaque composante ont été déterminées statistiquement. Leur combinaison définit des zones d'attraction différentielle vis-à-vis des poissons : elles sont appelées "pôles d'attraction". Cette notion intègre l'aspect dynamique de l'intérêt offert par un habitat pour l'ensemble des espèces.

Les capacités piscicoles associées à la structure physique d'une station sont chiffrées globalement, et non pas reconstituées placette par placette, ni fondées sur la définition de *preferenda* spécifiques associées séparément à chaque descripteur fondamental (substrat, profondeur, vitesse). Leur évaluation diffère donc, sur le plan conceptuel, de celle qui est obtenue par la mise en œuvre de la méthode dite des "micro-habitats" ou de ses dérivés.

Sur le terrain, les vitesses et les hauteurs d'eau sont mesurées et repérées sur des transects à l'aide d'une jauge graduée, d'un courantomètre et de plusieurs décimètres tandis que les placettes associées aux différents substrats/supports, dont l'attractivité est hiérarchisée, sont métrées à l'aide d'un topofil. Des lignes d'iso-vitesses et d'iso-profondeurs sont alors tracées par intrapolation entre les différents transects ; dans certains cas, les limites de zones obtenues sont vérifiées par des mesures ponctuelles complémentaires.

Les cartographies doivent être réalisées dans les conditions limitantes de l'étiage et, dans le cas de démarche comparative, pour des gammes de débits similaires. Les cartes obtenues permettent de visualiser l'attractivité ou l'uniformité des mosaïques d'habitats.

De façon plus synthétique, une série d'indices re-situe les résultats obtenus pour chaque station sur des échelles d'hétérogénéité et d'attractivité biogène.

* Var = variété : nombre de catégories (de substrats/supports) ou de classes (de vitesses et de profondeurs) pour chacune des composantes de la qualité des mosaïques d'habitats. La variété des substrats/supports ne prend en compte que les grandes catégories descriptives. Les éléments composites (mélanges de substrats) ne rentrent dans le calcul que si les matériaux qui composent le mélange ne sont pas présents de façon isolée sur la station.

Exemple : Le mélange de galet-gravier (GGR) n'est pas comptabilisé pour la variété des substrats/supports si galets (GAL ou GLS) et graviers (GRA) sont rencontrés seuls sur la station. En revanche GGR rentre dans la variété si Galets et/ou graviers sont absents.

Idem pour les blocs à anfractuosités (BLO) et les blocs sans anfractuosités (BLS)

Idem pour les hélrophytes (HEL) et ses dérivés denses HED ou éparses HLE, pour les hydrophytes immergés (HYI) et ses dérivés denses HYD et éparses HYE, ...

* Div = Diversité : mesure de la complexité et de l'hétérogénéité quantitative de la répartition des surfaces entre les catégories de chaque composante de la qualité de l'habitat.

$$\text{Div} = - \sum^n S_i \times [(\log_{10}(S_i))]$$

où : n est le nombre de catégorie (n=var)
S_i est la surface cumulée des placettes appartenant à la ième catégorie

* Reg = Régularité : rapport entre la diversité observée et la diversité optimale pour une même variété correspondant à l'équirépartition.

* IAM = Indice d'Attractivité Morphodynamique : cet indice sanctionne la variété des classes de hauteurs d'eau, de vitesses et de substrats/supports ainsi que l'attractivité des substrats/supports pour l'ichtyofaune.

$$\text{IAM} = [\sum^n S_i \times \text{Attract.}(\text{subs.})] \times \text{Var}(\text{subs.}) \times \text{Var}(\text{h.e.}) \times \text{Var}(\text{v.})$$

où : v. : vitesses
h.e : hauteurs d'eau
subs. : substrats/supports
Attract. : attractivité des substrats supports.

La hiérarchisation et la cotation de l'attractivité des substrats/supports a été déterminée statistiquement sur plusieurs dizaines de rivières.

Substrat		Attractivité
branchages, grosses racines	BRA	100
sous-berges	BER	90
hydrophytes immergés	HYI	80
blocs avec caches	BLO	60
galets	GAL	50
hélrophytes	HEL	40
chevelus racinaires, végétations rases	CHV	40
blocs sans anfractuosités	BLS	30
galets et graviers mélangés	GGR	25
graviers	GRA	20
galets pavés	GLS	10
litières organiques	LIT	10
sables	SAB	8
éléments fins, limons	FIN	4
fonds nus organiques, vases	FNO	3
dalles, surfaces indurées (sans cache)	DAL	1
Affluents, sources, résurgences		BONUS +25%

Cotation hiérarchisée de l'attractivité globale des substrats supports

L'IAM, encore expérimental, constitue une approche simplifiée car il ne tient pas compte de l'attractivité des pôles et en particulier de la variation de la valeur piscicole des substrats/supports selon les hauteurs d'eau et les courants qui les baignent. Toutefois, la démarche suivie permet d'apprécier et de comparer l'homogénéité et l'attractivité des habitats aquatiques, d'une station à l'autre au même moment ainsi qu'au cours du temps pour une même station.

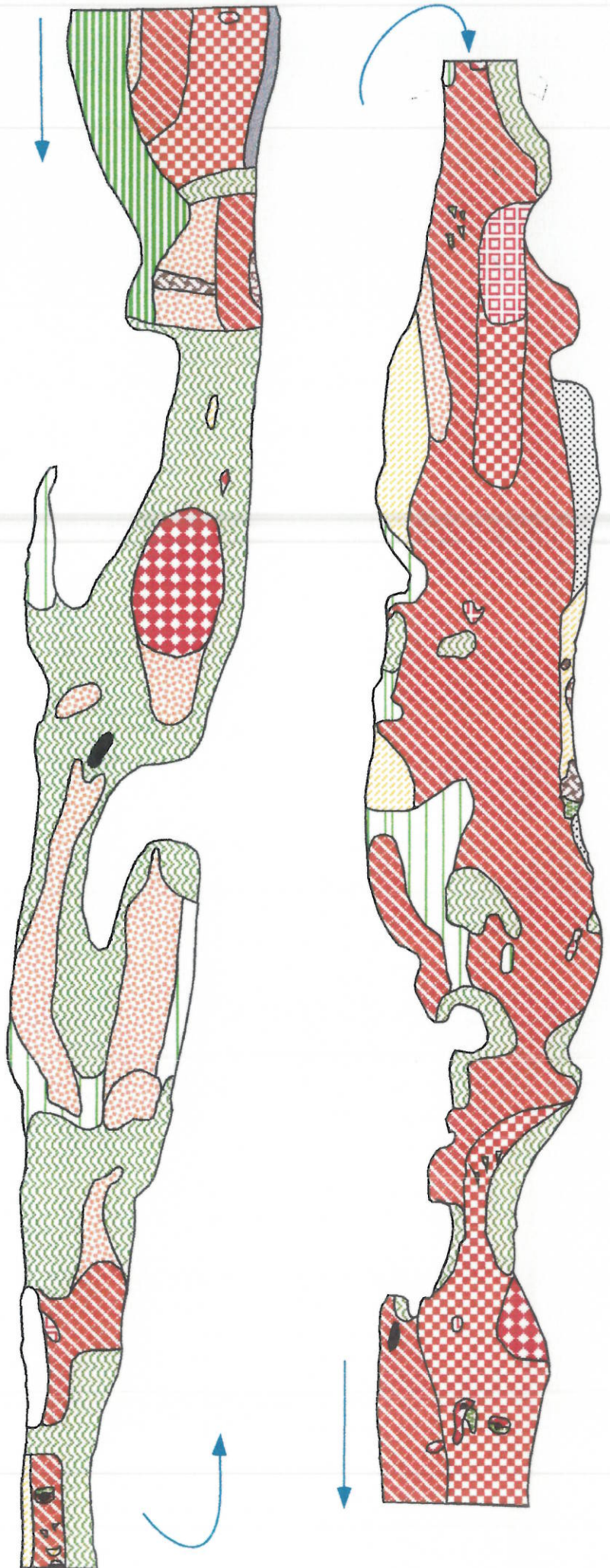
ANNEXE A2a
 LE DRUGEON : Isle Pernet
 Cartographie des substrats-supports
 25/08/2003

Surface : 440,5 m²
 70 pôles
 Indice diversité : 1,24
 IAM : 7 373

**Couverture algale = 75 %
 sur substrats minéraux**








	GGR	35,43 %
	HYI	24,60 %
	GAL	10,98 %
	GRA	9,32 %
	HEL	4,29 %
	HED	3,46 %
	BLO	3,31 %
	SAB	3,02 %
	HLE	1,65 %
	BLS	1,38 %
	FNO	1,31 %
	DAL	0,46 %
	BRA	0,35 %
	CHV	0,34 %
	SBR	0,11 %

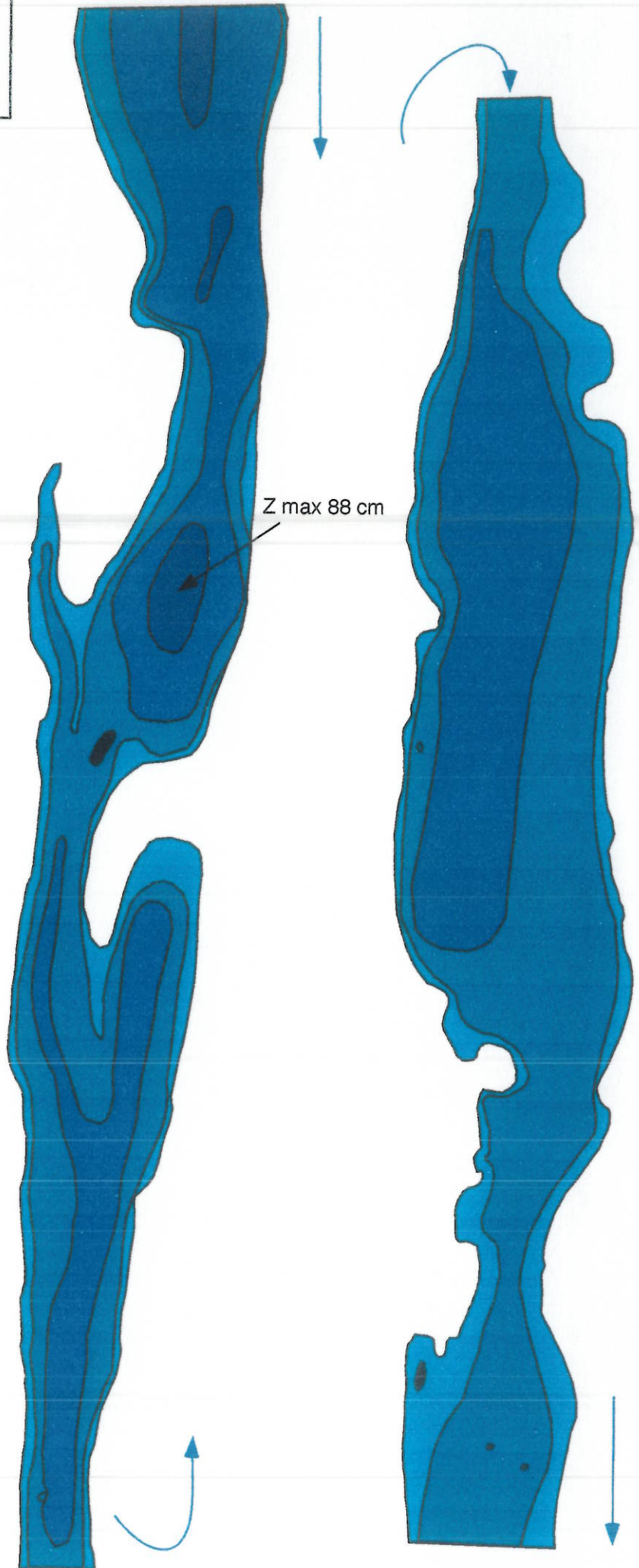


ANNEXE A2a
LE DRUGEON : Isle Pernet
Cartographie des hauteurs d'eau
25/08/2003

0 5 m








	< 5 cm	19,14 %
	6 à 20 cm	43,74 %
	21 à 70 cm	34,78 %
	71 à 150 cm	2,34 %
	> 151 cm	0,00 %



ANNEXE A2a
LE DRUGEON : Isle Pernet
Cartographie des vitesses
25/08/2003

0 5 m



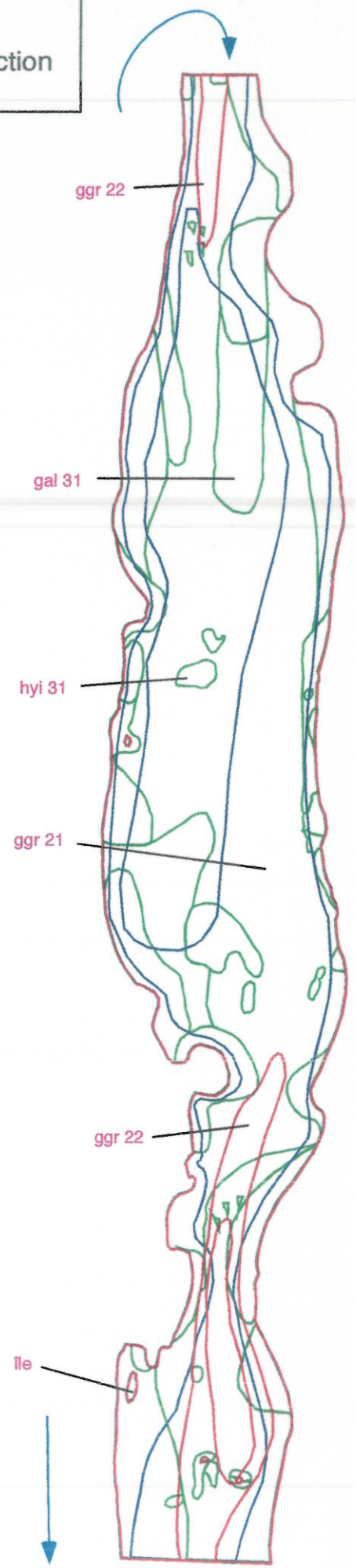
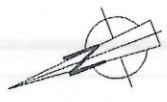
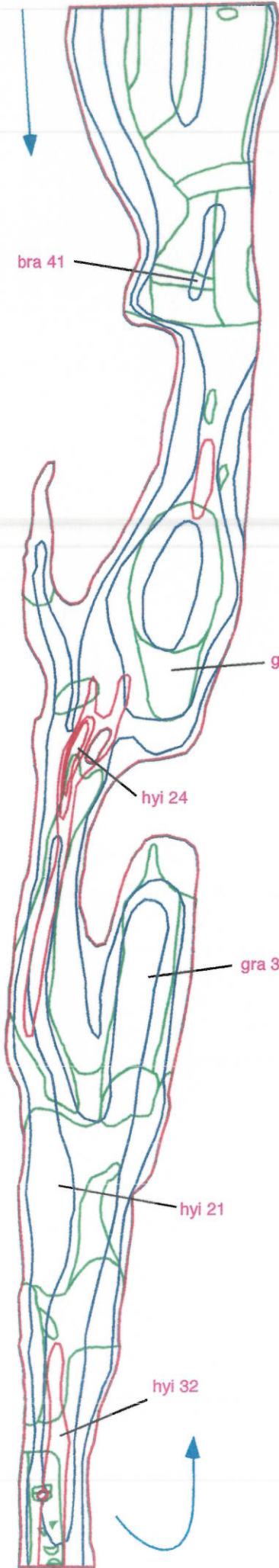
	< 10 cm/s	91,12 %
	11 à 40 cm/s	7,05 %
	41 à 80 cm/s	1,73 %
	81 à 150 cm/s	0,11 %
	> 151 cm/s	0,00 %

Vmax 94 cm/s



ANNEXE A2a
LE DRUGEON : Isle Pernet
Cartographie des pôles d'attraction
25/08/2003

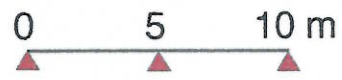
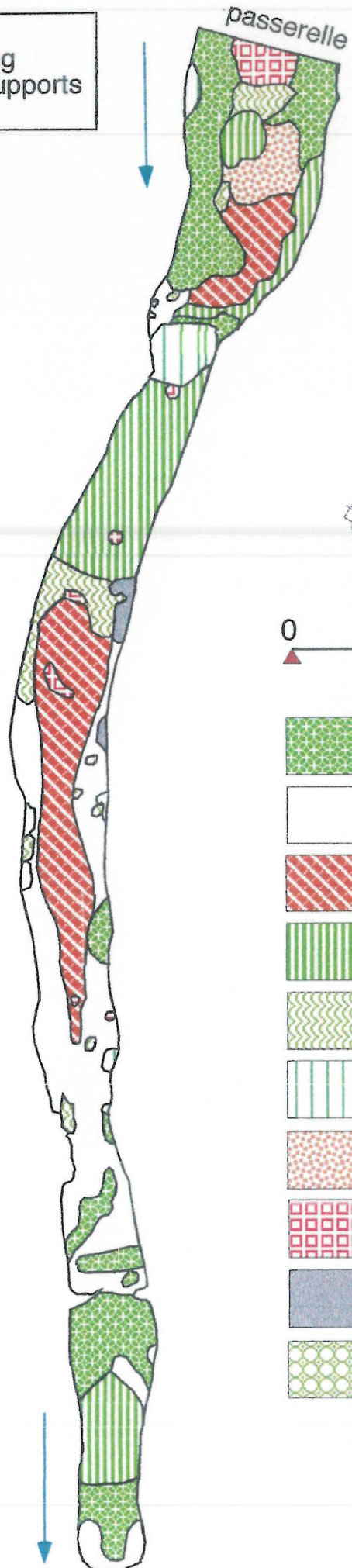
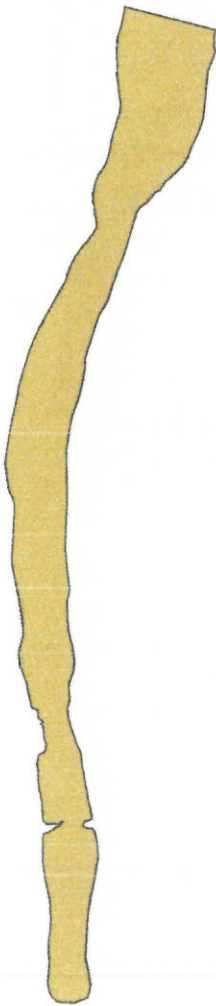
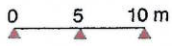
Surface : 440,5 m²
70 pôles
pôle dominant :
gal 31 - 17,25 %



ANNEXE A2b
 LE DRUGEON : Mont du Rang
 Cartographie des substrats-supports
 26/08/2003

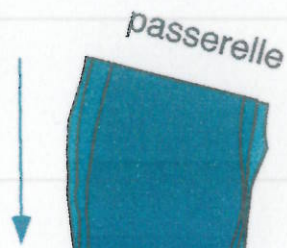
Surface : 310,9 m²
 21 pôles
 Indice diversité : 1,04
 IAM : 665

Vitesse d'écoulement :
 Classe < 5cm/s : 100 %



	HYD	33,88 %
	FNO	23,16 %
	GGR	18,27 %
	HED	8,82 %
	HYI	5,17 %
	HEL	3,54 %
	GRA	3,17 %
	BLS	2,57 %
	DAL	0,92 %
	HYF	0,41 %

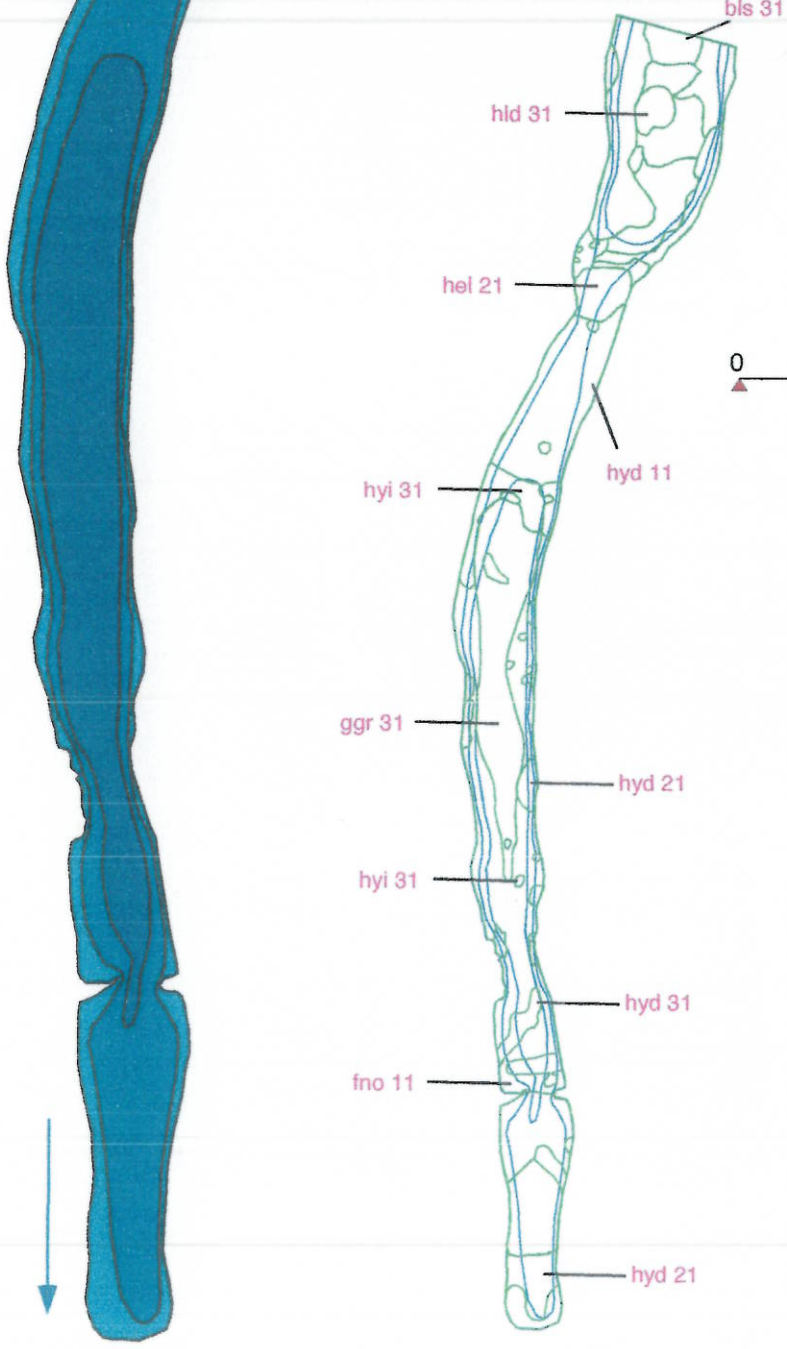
ANNEXE A2b
 LE DRUGEON : Mont du Rang
 Cartographie des hauteurs d'eau
 et des pôles d'attraction
 26/08/2003



Z max : 65 cm



	< 5 cm	19,94 %
	6 à 20 cm	37,15 %
	21 à 70 cm	42,91 %
	71 à 150 cm	0,00 %
	> 151 cm	0,00 %



ANNEXE A2c
 LE DRUGEON : Amont STEP "Chaseaux"
 Cartographie des substrats-supports
 et des pôles d'attraction
 25/08/2003

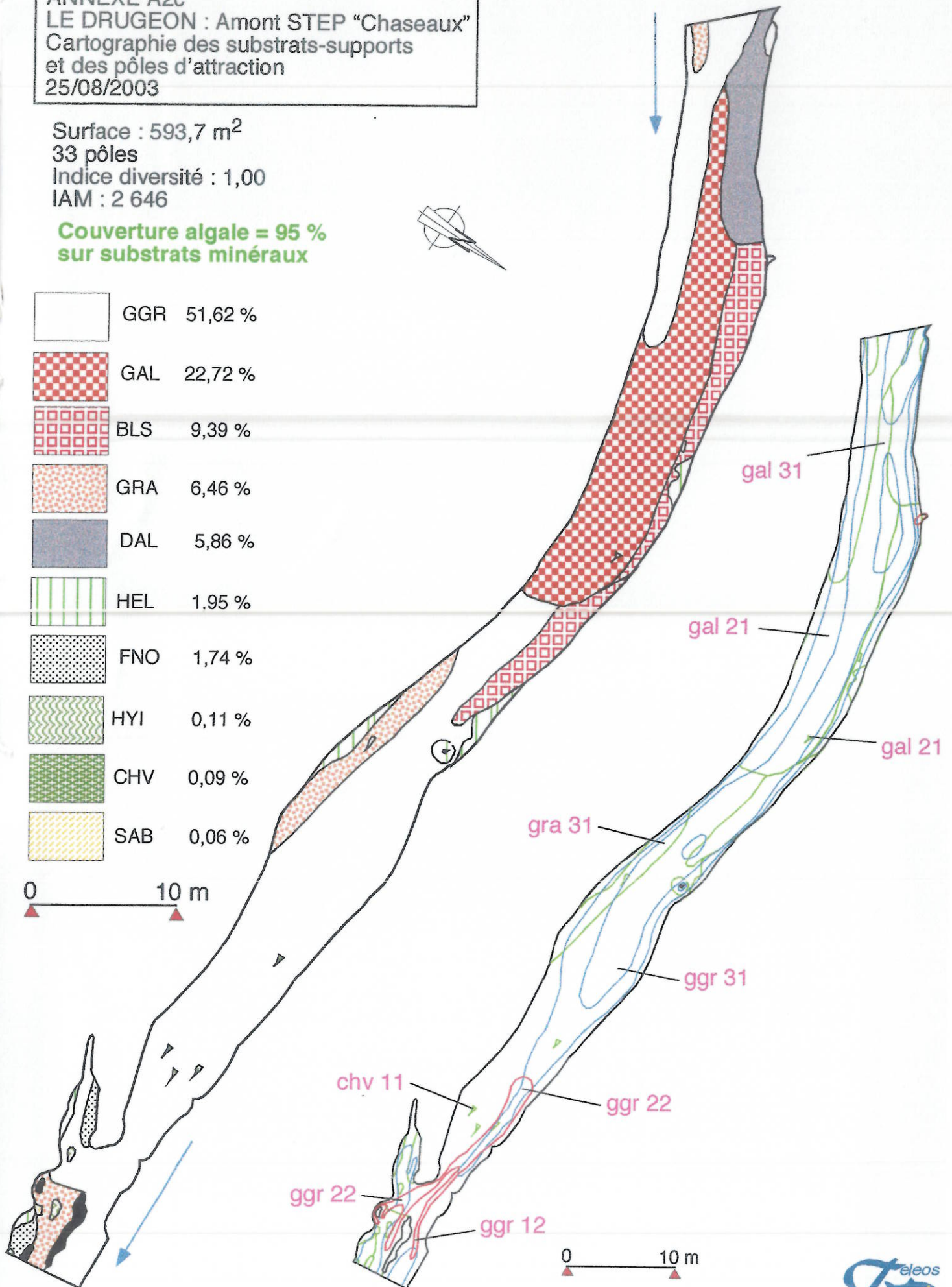
Surface : 593,7 m²
 33 pôles
 Indice diversité : 1,00
 IAM : 2 646

Couverture algale = 95 %
 sur substrats minéraux



	GGR	51,62 %
	GAL	22,72 %
	BLS	9,39 %
	GRA	6,46 %
	DAL	5,86 %
	HEL	1,95 %
	FNO	1,74 %
	HYI	0,11 %
	CHV	0,09 %
	SAB	0,06 %

0 10 m



0 10 m

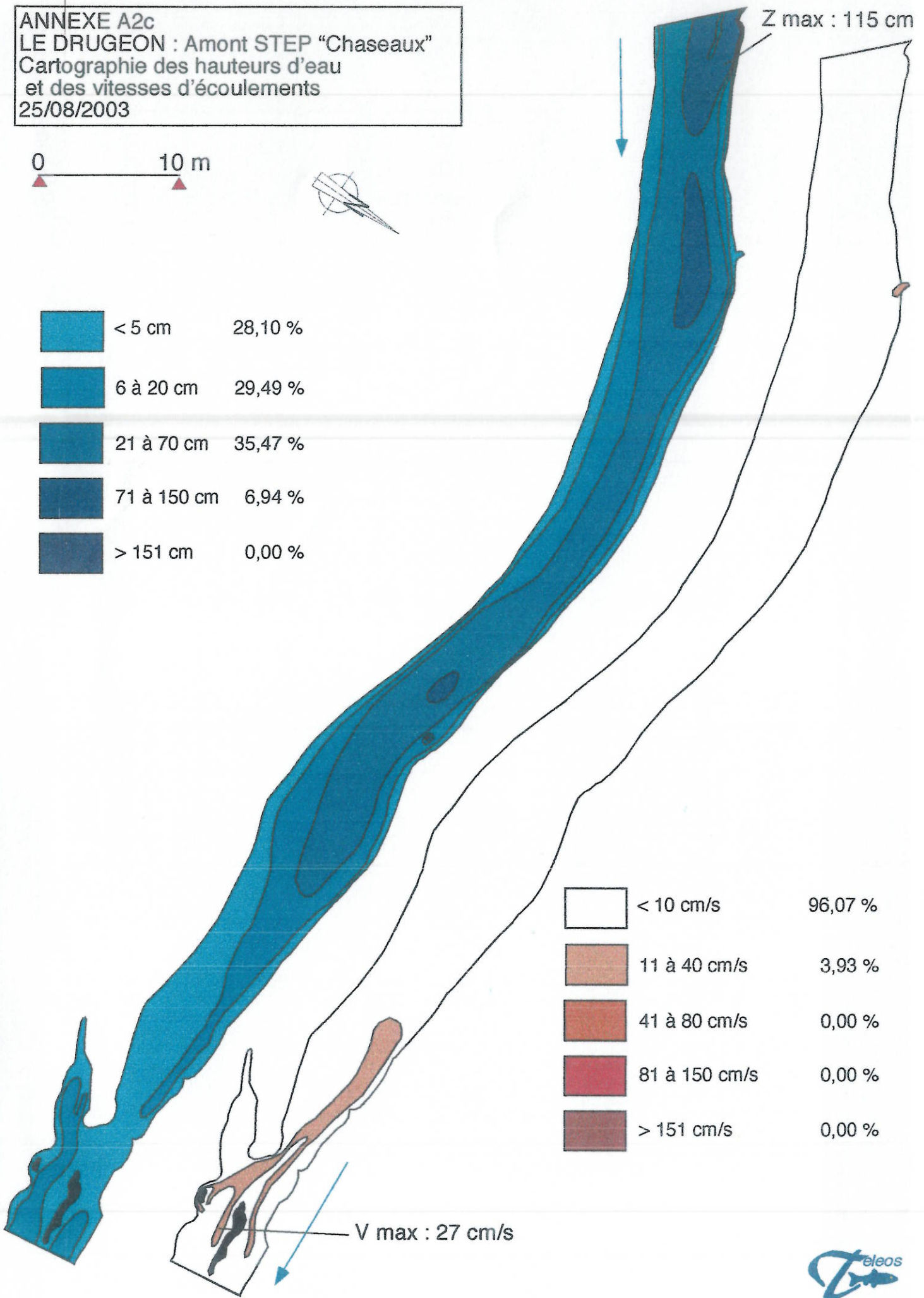
ANNEXE A2c
 LE DRUGEON : Amont STEP "Chaseaux"
 Cartographie des hauteurs d'eau
 et des vitesses d'écoulements
 25/08/2003

0 10 m



	< 5 cm	28,10 %
	6 à 20 cm	29,49 %
	21 à 70 cm	35,47 %
	71 à 150 cm	6,94 %
	> 151 cm	0,00 %

	< 10 cm/s	96,07 %
	11 à 40 cm/s	3,93 %
	41 à 80 cm/s	0,00 %
	81 à 150 cm/s	0,00 %
	> 151 cm/s	0,00 %



ANNEXE A2d
 LE DRUGEON : Aval STEP " Cornereau"
 Cartographie des substrats-supports
 et des pôles d'attraction
 25/08/2003

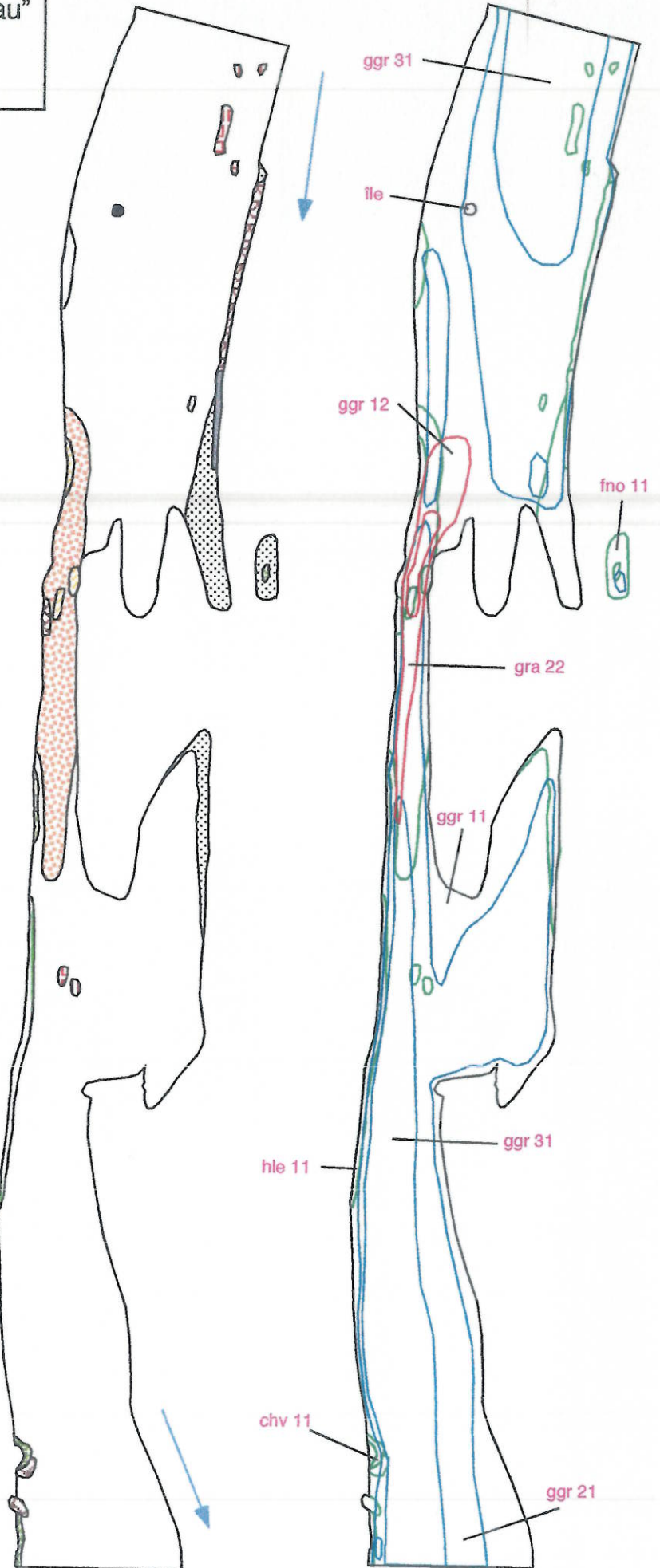
Surface : 659,7 m²
 33 pôles
 Indice diversité : 0,74
 IAM : 2 426



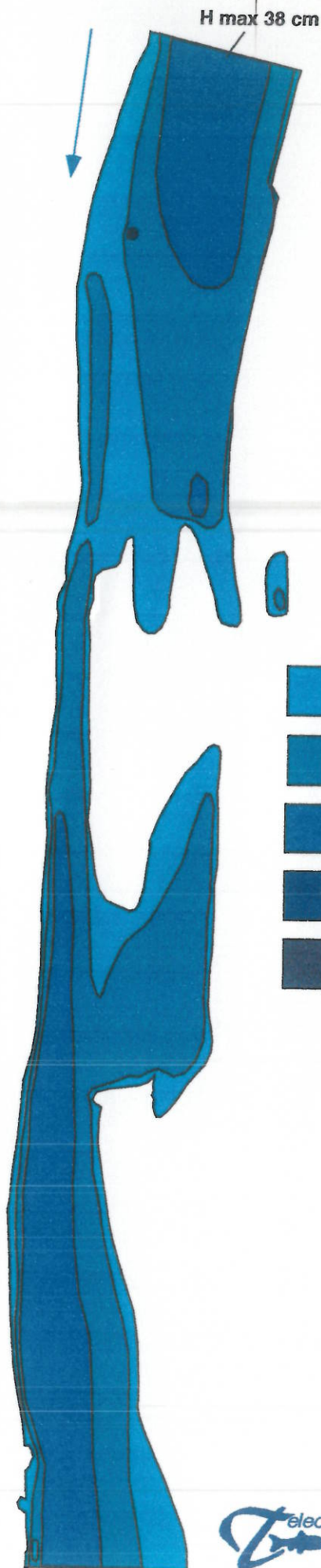
Couverture algale = 95 %
 sur substrats minéraux






0 10 m






	GGR	86,84 %
	GRA	5,83 %
	FNO	3,85 %
	HLE	0,87 %
	SBR	0,63 %
	BLS	0,44 %
	HEL	0,34 %
	SAB	0,34 %
	BRA	0,27 %
	DAL	0,24 %
	CHV	0,18 %
	HYI	0,15 %



ANNEXE A2d
 LE DRUGEON : Aval STEP " Cornereau"
 Cartographie des hauteurs d'eau
 et des vitesses d'écoulement
 25/08/2003



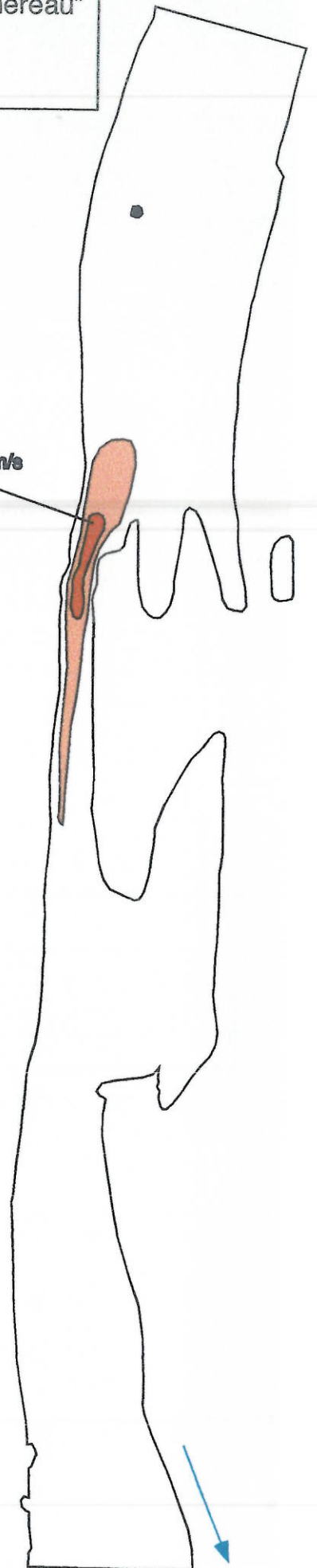
	< 5 cm	28,80 %
	6 à 20 cm	44,40 %
	21 à 70 cm	26,80 %
	71 à 150 cm	0,00 %
	> 151 cm	0,00 %

	< 10 cm/s	96,34 %
	11 à 40 cm/s	3,08 %
	41 à 80 cm/s	0,58 %
	81 à 150 cm/s	0,00 %
	> 151 cm/s	0,00 %





V max 75 cm/s



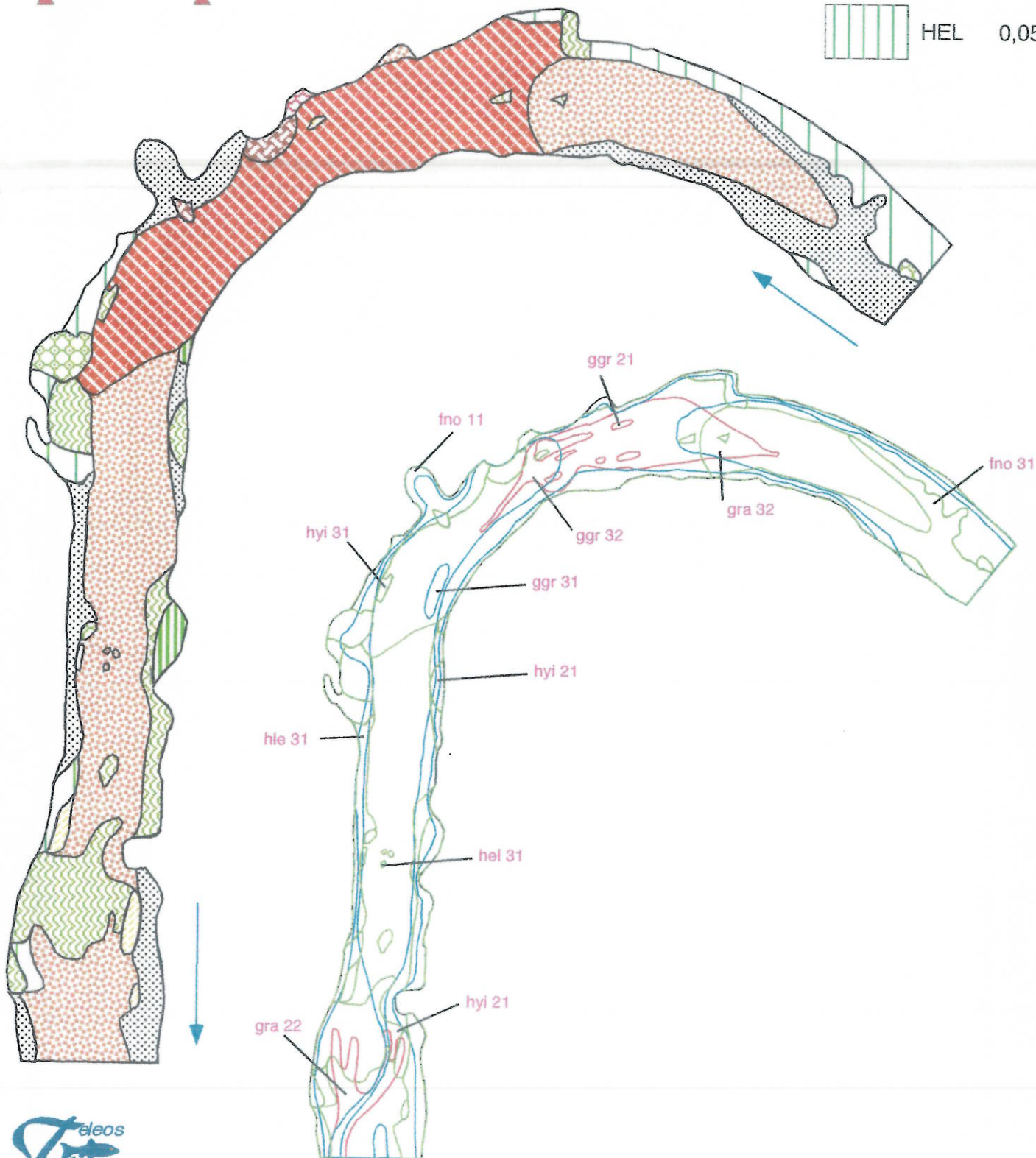
ANNEXE A2e
LE DRUGEON : Crêt de l'île
 Cartographie des substrats-supports
 et des pôles d'attractivité
 25/08/2003

Surface : 778,4 m²
 35 pôles
 Indice diversité : 1,20
 IAM : 1 922

0 10 m

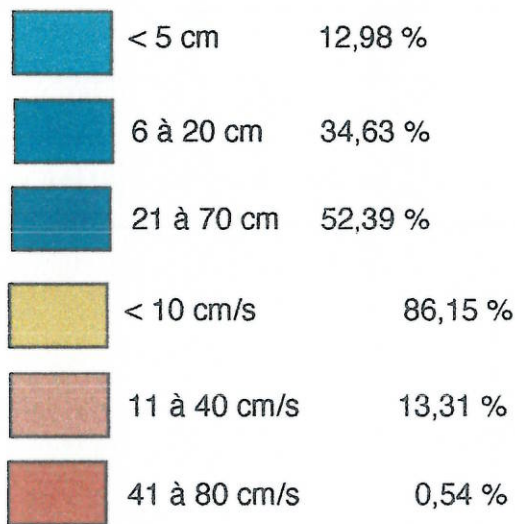


	GRA	35,56 %		HYF	1,36 %
	GGR	35,43 %		HED	0,89 %
	FNO	18,07 %		SAB	0,89 %
	HLE	9,37 %		BRA	0,77 %
	HYI	7,70 %		SBR	0,20 %
				HEL	0,05 %



Zmax : 65 cm/s

Vmax : 60 cm/s



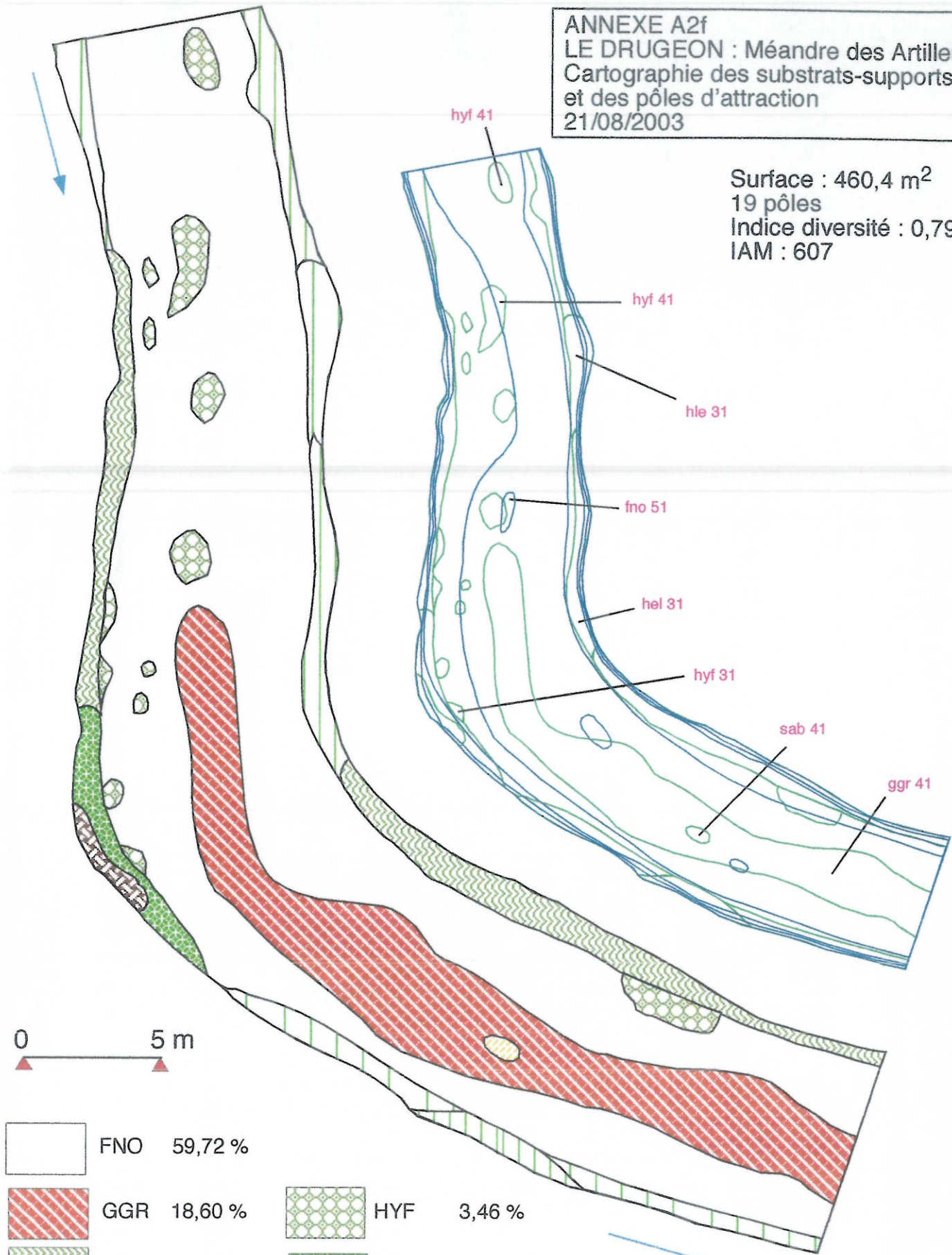
0 10 m



ANNEXE A2e
LE DRUGEON : Crêt de l'île
Cartographie des hauteurs d'eau
et des vitesses d'écoulement
25/08/2003

ANNEXE A2f
LE DRUGEON : Méandre des Artilleurs
 Cartographie des substrats-supports
 et des pôles d'attraction
 21/08/2003

Surface : 460,4 m²
 19 pôles
 Indice diversité : 0,79
 IAM : 607




0 5 m

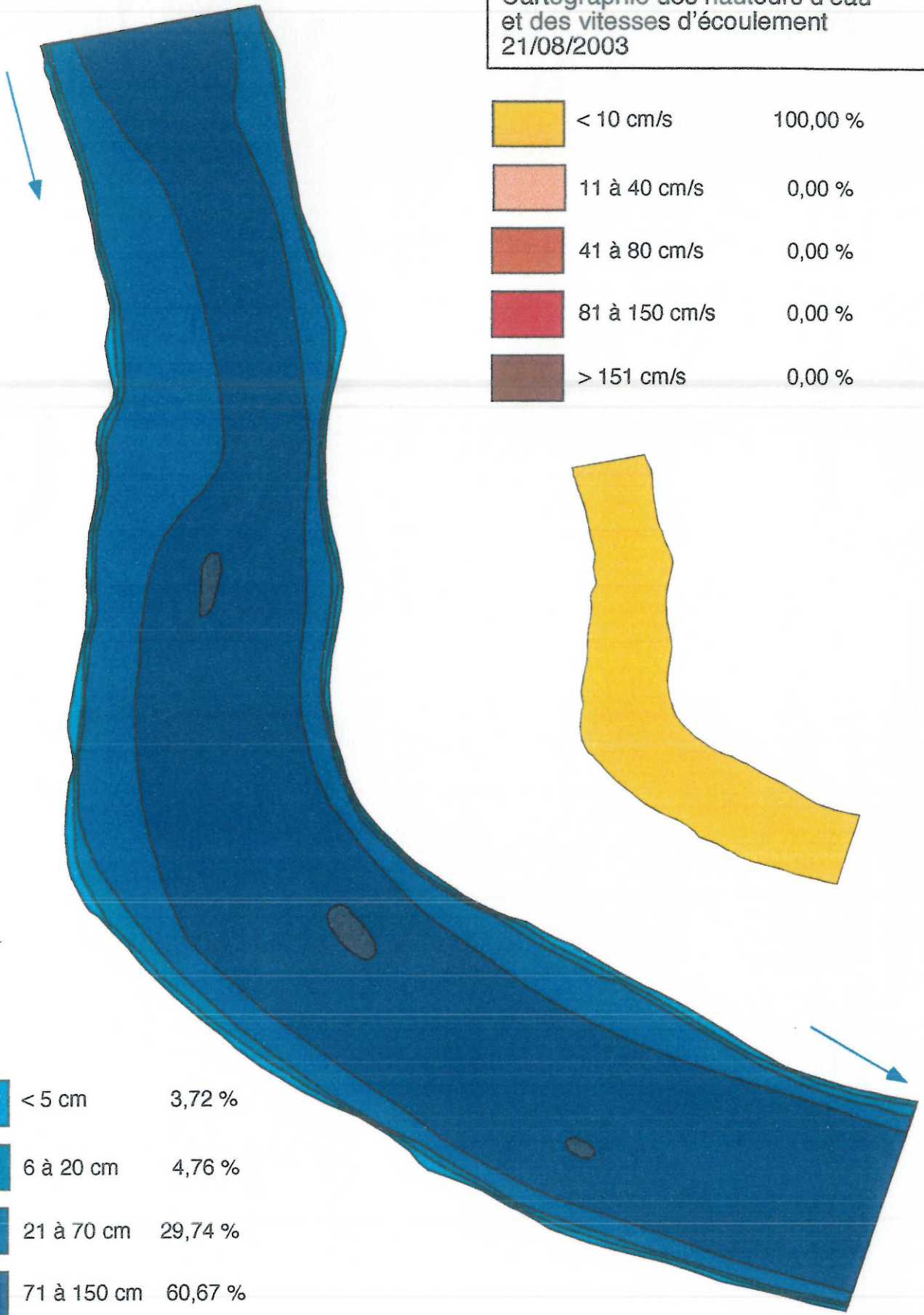
	FNO	59,72 %			
	GGR	18,60 %		HYF	3,46 %
	HYI	7,35 %		HYD	0,85 %
	HLE	4,95 %		BRA	0,55 %
	HEL	4,37 %		SAB	0,16 %








0 5 m

ANNEXE A2f
 LE DRUGEON : Méandre des Artilleurs
 Cartographie des hauteurs d'eau
 et des vitesses d'écoulement
 21/08/2003

	< 10 cm/s	100,00 %
	11 à 40 cm/s	0,00 %
	41 à 80 cm/s	0,00 %
	81 à 150 cm/s	0,00 %
	> 151 cm/s	0,00 %



	< 5 cm	3,72 %
	6 à 20 cm	4,76 %
	21 à 70 cm	29,74 %
	71 à 150 cm	60,67 %
	> 151 cm	1,10 %

Indice de diversité

	70 POLES	m²	%	pi	log10 pi	pi*(log10 pi)
ber	1	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
ber	3	0,37	0,08%	0,0008	-3,0758	-0,0026
bio	1	4,11	0,93%	0,0093	-2,0301	-0,0189
bio	1	0,61	0,14%	0,0014	-2,8596	-0,0040
bio	2	2,32	0,53%	0,0053	-2,2785	-0,0120
bio	2	0,93	0,21%	0,0021	-2,6755	-0,0056
bio	2	0,15	0,03%	0,0003	-3,4679	-0,0012
bio	3	6,94	1,58%	0,0158	-1,8026	-0,0284
bio	3	0,18	0,04%	0,0004	-3,3887	-0,0014
bio	4	5,4	1,23%	0,0123	-1,9116	-0,0234
bio	4	0,61	0,14%	0,0014	-2,8586	-0,0040
bra	2	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
bra	3	0,67	0,15%	0,0015	-2,8179	-0,0043
bra	4	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
chv	1	0,18	0,04%	0,0004	-3,3887	-0,0014
chv	1	0,18	0,04%	0,0004	-3,3887	-0,0014
chv	2	0,85	0,19%	0,0019	-2,7145	-0,0052
chv	2	0,03	0,01%	0,0001	-4,1668	-0,0003
chv	3	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
chv	3	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
dal	2	1,11	0,25%	0,0025	-2,5986	-0,0065
dal	3	0,92	0,21%	0,0021	-2,6802	-0,0056
fno	1	3,5	0,79%	0,0079	-2,0999	-0,0167
fno	2	0,85	0,19%	0,0019	-2,7145	-0,0052
fno	2	2,27	0,52%	0,0052	-2,2879	-0,0118
gal	1	24,79	5,63%	0,0563	-1,2497	-0,0703
gal	1	0,86	0,20%	0,0020	-2,7095	-0,0053
gal	2	0,18	0,04%	0,0004	-3,3887	-0,0014
gal	2	17,86	4,05%	0,0405	-1,3921	-0,0564
gal	2	6,57	1,49%	0,0149	-1,8264	-0,0272
gal	3	75,99	17,25%	0,1725	-0,7632	-0,1317
gal	3	2,15	0,49%	0,0049	-2,3115	-0,0113
gal	3	3,93	0,89%	0,0089	-2,0496	-0,0183
gal	4	1,35	0,31%	0,0031	-2,5136	-0,0077
gra	1	11,3	2,57%	0,0257	-1,5909	-0,0408
gra	2	1,41	0,32%	0,0032	-2,4947	-0,0080
gra	2	0,25	0,06%	0,0006	-3,2460	-0,0018
gra	2	0,12	0,03%	0,0003	-3,5648	-0,0010
gra	3	23,94	5,43%	0,0543	-1,2648	-0,0687
gra	3	1,84	0,42%	0,0042	-2,3791	-0,0099
gra	4	0,86	0,20%	0,0020	-2,7095	-0,0053
gra	4	11,91	2,70%	0,0270	-1,5681	-0,0424
hel	1	16,77	3,81%	0,0381	-1,4194	-0,0540
hel	2	12,71	2,89%	0,0289	-1,5398	-0,0444
hyi	1	32,04	7,27%	0,0727	-1,3383	-0,0828
hyi	1	0,24	0,05%	0,0005	-3,2638	-0,0018
hyi	2	48,93	11,11%	0,1111	-0,9544	-0,1060
hyi	2	1,78	0,40%	0,0040	-2,3935	-0,0097
hyi	2	0,43	0,10%	0,0010	-3,0105	-0,0029
hyi	3	0,37	0,08%	0,0008	-3,0758	-0,0026
hyi	3	22,41	5,09%	0,0509	-1,2935	-0,0658
hyi	3	2,15	0,48%	0,0048	-2,3115	-0,0113
sab	1	3,8	0,86%	0,0086	-2,0642	-0,0178
sab	1	6,75	1,53%	0,0153	-1,8147	-0,0278
sab	2	0,06	0,01%	0,0001	-3,8658	-0,0005
sab	3	2,71	0,62%	0,0062	-2,2110	-0,0136
Somme		440,52	100,00%	1,0000		
					Ind. diversité	1,24

Régularité 0,67

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m²	%	si	Attractivité	si*attract.
ggr	156,09	35,43%	0,354	25	8,86
hvi	108,35	24,60%	0,246	80	19,88
gal	48,37	10,98%	0,110	50	5,49
gra	41,07	9,32%	0,093	20	1,86
hel	18,91	4,29%	0,043	40	1,72
hid	15,23	3,46%	0,035	20	0,69
bio	14,57	3,31%	0,033	60	1,98
sab	13,32	3,02%	0,030	8	0,24
hle	7,25	1,65%	0,016	20	0,33
bis	6,07	1,38%	0,014	30	0,41
fno	5,77	1,31%	0,013	3	0,04
dal	2,03	0,46%	0,005	1	0,00
bra	1,52	0,35%	0,003	100	0,35
chv	1,48	0,34%	0,003	40	0,13
ber	0,49	0,11%	0,001	90	0,10
Somme	440,52	100,00%	1		41,89

nb substrats différents : 11
 nb classes hauteurs : 4
 nb classes vitesses : 4

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE 7373

Hauteurs	m²	%
Classe 1	84,3	19,14%
Classe 2	192,69	43,74%
Classe 3	153,22	34,78%
Classe 4	10,31	2,34%
Classe 5	0	0,00%
Somme	440,52	100%

Vitesses	m²	%
Classe 1	401,38	91,12%
Classe 2	31,04	7,05%
Classe 3	7,61	1,73%
Classe 4	0,49	0,11%
Classe 5	0	0,00%
Somme	440,52	100%

Indice de diversité

	21 POLES	m ²	%	pi	log10 pi	pi*(log10 pi)
bls	1	0,22	0,07%	0,0007	-3,1502	-0,0022
bls	2	0,58	0,19%	0,0019	-2,7292	-0,0051
bls	3	7,18	2,31%	0,0231	-1,6365	-0,0378
dal	1	0,76	0,24%	0,0024	-2,6118	-0,0064
dal	2	0,29	0,09%	0,0009	-3,0302	-0,0028
dal	2	1,72	0,55%	0,0055	-2,2571	-0,0125
dal	3	0,1	0,03%	0,0003	-3,4926	-0,0011
fno	1	20,28	6,52%	0,0652	-1,1855	-0,0773
fno	2	20,74	6,67%	0,0667	-1,1758	-0,0784
fno	3	30,97	9,96%	0,0996	-1,0016	-0,0998
ggr	1	0,2	0,06%	0,0006	-3,1915	-0,0021
ggr	2	6,22	2,00%	0,0200	-1,6988	-0,0340
ggr	3	50,38	16,21%	0,1621	-0,7903	-0,1281
gra	3	9,85	3,17%	0,0317	-1,4991	-0,0475
hel	1	12,91	4,15%	0,0415	-1,3817	-0,0574
hel	2	19,23	6,19%	0,0619	-1,2086	-0,0748
hel	3	6,6	2,12%	0,0212	-1,6730	-0,0355
hyf	2	1,26	0,41%	0,0041	-2,3922	-0,0097
hyl	1	27,62	8,88%	0,0888	-1,0514	-0,0934
hyl	2	65,46	21,06%	0,2106	-0,6766	-0,1425
hyl	3	28,3	9,10%	0,0910	-1,0408	-0,0947
Somme		310,87	100,00%	1,0000	Ind. diversité	1,04

Régularité

0,79

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m ²	%	si	Attractivité	si* attract.
hyd	105,31	33,88%	0,339	40	13,55
fno	71,99	23,16%	0,232	3	0,69
ggr	56,8	18,27%	0,183	25	4,57
hid	27,74	8,92%	0,089	20	1,78
hyl	16,07	5,17%	0,052	80	4,14
hel	11	3,54%	0,035	40	1,42
gra	9,85	3,17%	0,032	20	0,63
bls	7,98	2,57%	0,026	30	0,77
dal	2,87	0,92%	0,009	1	0,01
hyf	1,26	0,41%	0,004	40	0,16
Somme	310,87	100,00%	1		27,72

nb substrats différents :

8

nb classes hauteurs :

3

nb classes vitesses :

1

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE

665

Hauteurs	m ²	%
Classe 1	61,99	19,94%
Classe 2	115,5	37,15%
Classe 3	133,38	42,91%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	310,87	100%

Vitesses	m ²	%
Classe 1	310,87	100,00%
Classe 2	0	0,00%
Classe 3	0	0,00%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	310,87	100%

Indice de diversité

33 POLES	m²	%	pi	log10 pi	pi*(log10 pi)
bis	12,22	2,06%	0,0206	-1,6865	-0,0347
bis	13,33	2,25%	0,0225	-1,6488	-0,0370
bis	26,56	4,47%	0,0447	-1,3494	-0,0604
bis	3,67	0,62%	0,0062	-2,2089	-0,0137
chv	0,22	0,04%	0,0004	-3,4312	-0,0013
chv	0,11	0,02%	0,0002	-3,7322	-0,0007
chv	0,11	0,02%	0,0002	-3,7322	-0,0007
chv	0,11	0,02%	0,0002	-3,7322	-0,0007
dal	2,89	0,49%	0,0049	-2,3127	-0,0113
dal	6,33	1,07%	0,0107	-1,9722	-0,0210
dal	11,67	1,97%	0,0197	-1,7065	-0,0335
dal	13,89	2,34%	0,0234	-1,6309	-0,0382
fno	6,34	1,07%	0,0107	-1,9715	-0,0211
fno	4,01	0,68%	0,0068	-2,1704	-0,0147
gal	112,92	19,02%	0,1902	-0,7208	-0,1371
gal	12,67	2,13%	0,0213	-1,6708	-0,0357
gal	122,13	20,57%	0,2057	-0,6868	-0,1413
gal	8,67	1,46%	0,0146	-1,8356	-0,0268
gal	161,68	27,23%	0,2723	-0,5649	-0,1538
gal	23,1	3,89%	0,0389	-1,4100	-0,0549
gra	11,23	1,89%	0,0189	-1,7232	-0,0326
gra	1,66	0,28%	0,0028	-2,5535	-0,0071
gra	15,56	2,62%	0,0262	-1,5816	-0,0414
gra	9,89	1,67%	0,0167	-1,7784	-0,0296
hel	5,89	0,99%	0,0099	-2,0035	-0,0199
hel	4,43	0,75%	0,0075	-2,1272	-0,0159
hel	0,67	0,11%	0,0011	-2,9475	-0,0033
hel	0,56	0,09%	0,0009	-3,0254	-0,0029
hvi	0,33	0,06%	0,0006	-3,2551	-0,0018
hvi	0,33	0,06%	0,0006	-3,2551	-0,0018
sab	0,33	0,06%	0,0006	-3,2551	-0,0018
sou	0,11	0,02%	0,0002	-3,7322	-0,0007
sou	0,11	0,02%	0,0002	-3,7322	-0,0007
Somme	593,73	100,00%	1,0000		
Ind. diversité					1,00

Régularité 0,66

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m²	%	si	Attractivité	si* attract.
ggr	306,49	51,62%	0,516	25	12,91
gal	134,9	22,72%	0,227	50	11,36
bis	55,78	9,39%	0,094	30	2,82
gra	38,34	6,46%	0,065	20	1,29
dal	34,78	5,86%	0,059	1	0,06
hel	11,55	1,95%	0,019	40	0,78
fno	10,35	1,74%	0,017	3	0,05
hvi	0,66	0,11%	0,001	80	0,09
chv	0,55	0,09%	0,001	40	0,04
sab	0,33	0,06%	0,001	8	0,00
Somme	593,73	100,00%	1		29,40

nb substrats différents : 9

nb classes hauteurs : 4

nb classes vitesses : 2

bonus source : 1,25

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE

2646

Hauteurs	m²	%
Classe 1	166,81	28,10%
Classe 2	175,12	29,49%
Classe 3	210,58	35,47%
Classe 4	41,22	6,94%
Classe 5	0	0,00%
Somme	593,73	100%

Vitesses	m²	%
Classe 1	570,4	96,07%
Classe 2	23,33	3,93%
Classe 3	0	0,00%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	593,73	100%

Indice de diversité

33 POLES	m²	%	pi	log10*pi	pi*(log10*pi)
ber	1	0,03%	0,0003	-3,4576	-0,0012
ber	2	0,60%	0,0060	-2,2228	-0,0133
bis	2	0,17%	0,0017	-2,7663	-0,0047
bis	3	0,27%	0,0027	-2,5641	-0,0070
bra	1	0,20%	0,0020	-2,6890	-0,0055
bra	2	0,07%	0,0007	-3,1662	-0,0022
chv	1	0,15%	0,0015	-2,8150	-0,0043
chv	2	0,03%	0,0003	-3,4971	-0,0011
dal	1	0,14%	0,0014	-2,8651	-0,0039
dal	2	0,10%	0,0010	-2,9869	-0,0031
fno	1	2,82%	0,0282	-1,5494	-0,0437
fno	2	0,99%	0,0099	-2,0031	-0,0199
fno	3	0,03%	0,0003	-3,4576	-0,0012
ggr	1	21,48%	0,2148	-0,6680	-0,1435
ggr	1	1,08%	0,0108	-1,9675	-0,0212
ggr	1	0,02%	0,0002	-3,7780	-0,0006
ggr	2	38,23%	0,3823	-0,4176	-0,1596
ggr	3	26,04%	0,2604	-0,5843	-0,1522
gra	1	1,28%	0,0128	-1,8915	-0,0243
gra	1	0,24%	0,0024	-2,6180	-0,0063
gra	1	0,12%	0,0012	-2,9217	-0,0035
gra	2	1,71%	0,0171	-1,7659	-0,0303
gra	2	1,66%	0,0166	-1,7796	-0,0296
gra	2	0,36%	0,0036	-2,4446	-0,0088
gra	3	0,41%	0,0041	-2,3864	-0,0098
gra	3	0,03%	0,0003	-3,4576	-0,0012
hel	1	0,92%	0,0092	-2,0340	-0,0188
hel	1	0,29%	0,0029	-2,5383	-0,0073
hyl	1	0,12%	0,0012	-2,9217	-0,0035
hyl	2	0,03%	0,0003	-3,4769	-0,0012
sab	1	0,19%	0,0019	-2,7259	-0,0051
sab	2	0,07%	0,0007	-3,1662	-0,0022
sab	2	0,08%	0,0008	-3,0712	-0,0026
Somme		100,00%	1,0000		-0,7427

Ind. diversité

0,74

Régularité

0,49

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m²	%	si	Attractivité	si*attract.
ggr	572,92	86,84%	0,8684	25	21,71
gra	38,43	5,83%	0,0583	20	1,17
fno	25,4	3,85%	0,0385	3	0,12
hle	5,75	0,87%	0,0087	20	0,17
ber	4,18	0,63%	0,0063	90	0,57
bis	2,93	0,44%	0,0044	30	0,13
hel	2,26	0,34%	0,0034	40	0,14
sab	2,25	0,34%	0,0034	8	0,03
bra	1,8	0,27%	0,0027	100	0,27
dal	1,58	0,24%	0,0024	1	0,00
chv	1,22	0,18%	0,0018	40	0,07
hyl	1,01	0,15%	0,0015	80	0,12
Somme	659,73	100,00%	1		24,50

nb substrats différents :

11

nb classes hauteurs :

3

nb classes vitesses :

3

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE

24,26

Hauteurs	m²	%
Classe 1	190,00	28,80%
Classe 2	292,95	44,40%
Classe 3	176,78	26,80%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	659,73	100%

Vitesses	m²	%
Classe 1	635,56	96,34%
Classe 2	20,34	3,08%
Classe 3	3,83	0,58%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	659,73	100%

Indice de diversité

35 POLES	m ²	%	pi	log10*pi	pi* (log10 pi)
ber	1,53	0,209%	0,0020	-2,7065	-0,0053
bra	0,24	0,03%	0,0003	-3,5110	-0,0011
bra	5,64	0,72%	0,0072	-2,1399	-0,0155
bra	0,12	0,02%	0,0002	-3,8120	-0,0006
fno	35,48	4,56%	0,0456	-1,3412	-0,0611
fno	45,01	5,78%	0,0578	-1,2379	-0,0716
fno	60,04	7,71%	0,0771	-1,1128	-0,0858
fno	0,12	0,02%	0,0002	-3,8120	-0,0006
ggr	18,45	2,37%	0,0237	-1,6252	-0,0385
ggr	0,12	0,02%	0,0002	-3,8120	-0,0006
ggr	41,26	5,30%	0,0530	-1,2757	-0,0676
ggr	50,27	6,46%	0,0646	-1,1899	-0,0768
ggr	1,76	0,23%	0,0023	-2,6457	-0,0060
ggr	66,27	8,51%	0,0851	-1,0699	-0,0911
ggr	15,5	1,99%	0,0199	-1,7009	-0,0339
ggr	2,12	0,27%	0,0027	-2,5649	-0,0070
gra	7,04	0,90%	0,0090	-2,0436	-0,0185
gra	44,76	5,75%	0,0575	-1,2403	-0,0713
gra	12,92	1,66%	0,0166	-1,7799	-0,0295
gra	194,54	24,99%	0,2499	-0,6022	-0,1505
gra	17,5	2,25%	0,0225	-1,6482	-0,0371
hel	23,26	2,99%	0,0299	-1,5246	-0,0456
hel	21,52	2,76%	0,0276	-1,5584	-0,0431
hel	35,48	4,56%	0,0456	-1,3412	-0,0611
hyf	3,88	0,50%	0,0050	-2,3024	-0,0115
hyf	4,93	0,63%	0,0063	-2,1984	-0,0139
hyf	1,77	0,23%	0,0023	-2,6432	-0,0060
hyl	12,81	1,65%	0,0165	-1,7836	-0,0294
hyl	33,72	4,33%	0,0433	-1,3633	-0,0591
hyl	5,05	0,65%	0,0065	-2,1879	-0,0142
hyl	7,76	1,00%	0,0100	-2,0013	-0,0200
hyl	0,59	0,08%	0,0008	-3,1203	-0,0024
sab	5,17	0,66%	0,0066	-2,1777	-0,0145
sab	1,41	0,18%	0,0018	-2,7420	-0,0050
sab	0,35	0,04%	0,0004	-3,3471	-0,0015
Somme	778,39	100,00%	1,0000		-1,1971
Ind. diversité					1,20

Régularité

0,78

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m ²	%	si	Attractivité	si*attract.
gra	276,76	35,56%	0,356	20	7,11
ggr	195,75	25,15%	0,251	25	6,29
fno	140,65	18,07%	0,181	3	0,54
hle	72,97	9,37%	0,094	20	1,87
hyl	59,93	7,70%	0,077	80	6,16
hyl	10,58	1,36%	0,014	40	0,54
hld	6,93	0,89%	0,009	20	0,18
sab	6	0,89%	0,009	8	0,07
bra	1,53	0,20%	0,002	100	0,77
hel	0,36	0,05%	0,000	90	0,18
Somme	778,39	100,00%	1	40	23,73

nb substrats différents :

nb classes hauteurs :

nb classes vitesses :

9

3

3

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE

1922

Hauteurs	m ²	%
Classe 1	101,04	12,98%
Classe 2	269,55	34,63%
Classe 3	407,8	52,39%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	778,39	100%

Vitesses	m ²	%
Classe 1	670,56	86,15%
Classe 2	103,6	13,31%
Classe 3	4,23	0,54%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	778,39	100%

Indice de diversité

19 POLES	m ²	%	pi	log10*pi	pi*(log10*pi)
brc	1,13	0,25%	0,0025	-2,6101	-0,0064
brc	1,38	0,30%	0,0030	-2,5233	-0,0076
fno	0,19	0,04%	0,0004	-3,3844	-0,0014
fno	0,88	0,19%	0,0019	-2,7187	-0,0052
fno	82,09	17,83%	0,1783	-0,7488	-0,1335
fno	189,46	41,15%	0,4115	-0,3856	-0,1587
fno	2,32	0,50%	0,0050	-2,2976	-0,0116
fno	84,96	18,45%	0,1845	-0,7339	-0,1354
ggr	0,69	0,15%	0,0015	-2,8243	-0,0042
hel	8,48	1,84%	0,0184	-1,7347	-0,0320
hel	8,8	1,91%	0,0191	-1,7187	-0,0329
hel	25,62	5,56%	0,0556	-1,2546	-0,0698
hyf	9,69	2,10%	0,0210	-1,6768	-0,0353
hyf	4,15	0,90%	0,0090	-2,0451	-0,0184
hyf	2,07	0,45%	0,0045	-2,3472	-0,0106
hyi	7,34	1,59%	0,0159	-1,7974	-0,0287
hyi	10,87	2,36%	0,0236	-1,6269	-0,0384
hyi	19,53	4,24%	0,0424	-1,3724	-0,0582
sab	0,75	0,16%	0,0016	-2,7881	-0,0045
Somme	460,4	100,00%	1,0000		-0,7927
Ind. diversité					0,79
Régularité					0,62

Indice d'attractivité morphodynamique

Substrats	m ²	%	si	Attractivité	si*attract.
fno	274,94	59,72%	0,597	3	1,79
ggr	85,65	18,60%	0,186	25	4,65
hvi	33,84	7,35%	0,074	80	5,88
hle	22,8	4,95%	0,050	20	0,99
hel	20,1	4,37%	0,044	40	1,75
hyf	15,91	3,46%	0,035	40	1,38
hyd	3,9	0,85%	0,008	40	0,34
brc	2,51	0,55%	0,005	100	0,55
sab	0,75	0,16%	0,002	8	0,01
Somme	460,4	100,00%	1		17,34

nb substrats différents : 7

nb classes hauteurs : 5

nb classes vitesses : 1

INDICE D'ATTRACTIVITE MORPHODYNAMIQUE

607

Hauteurs	m ²	%
Classe 1	17,14	3,72%
Classe 2	21,93	4,76%
Classe 3	136,93	29,74%
Classe 4	279,32	60,67%
Classe 5	5,08	1,10%
Somme	460,4	100%

Vitesses	m ²	%
Classe 1	460,4	100,00%
Classe 2	0	0,00%
Classe 3	0	0,00%
Classe 4	0	0,00%
Classe 5	0	0,00%
Somme	460,4	100%

Annexe B1 : Méthodologie de l'évaluation de la qualité physique et habitationnelle à l'échelle du tronçon

Contrairement aux approches physico-chimiques ou biologiques suffisamment pratiquées pour qu'aient pu être définis des protocoles d'échantillonnage normalisés et des référentiels interprétatifs, la détermination de la qualité physique des cours d'eau n'en est qu'à ses balbutiements. Sur la dizaine de méthodes expérimentales recensées au niveau national, la méthode retenue présente plusieurs avantages majeurs :

- 1 Parmi l'ensemble des **échelles d'actions emboîtées**, elle privilégie celles du tronçon fonctionnel, de la station et du faciès, dont la prise en compte simultanée sanctionne les variations des différents ressorts de la qualité physique déterminant les capacités biogènes.
- 2 Elle fournit des résultats qui sont interprétés par rapport à une **référence** propre permettant de démêler l'importance relative des pressions anthropiques et des limites naturelles du potentiel.
- 3 Sa **portée globale, doublée d'une orientation piscicole marquée**, la rend particulièrement adaptée à la problématique posée.
- 4 Sa capacité à **quantifier un état et à en différencier les causes** permet d'exploiter les résultats obtenus dans le triple cadre du diagnostic initial, de la définition des remèdes et de l'évaluation objective, après travaux, de l'impact des actions entreprises.

La mise en œuvre de cette méthode commence par la **sectorisation** du cours d'eau qui est découpé en tronçons. Puis la capacité biogène de chacune de ces unités est caractérisée par la **description des 4 composantes fondamentales de la qualité physique** telle qu'elle est peut être définie à notre échelle de travail : l'hétérogénéité du lit d'étiage, son attractivité, sa stabilité et sa connectivité avec les autres compartiments du corridor fluvial . Enfin, les éléments favorables et défavorables recensés sont quantifiés et des **scores synthétiques** peuvent être calculés.

Sectorisation

La sectorisation du cours d'eau consiste à découper la rivière en tronçons mesurant de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres de long. Ces unités délimitent des secteurs homogènes sur les plans géomorphologique (pente, forme du lit, nature du substratum,...) et habitational (qualité des substrats, diversité des vitesses du courant et des profondeurs), ainsi qu'en termes d'état dynamique (érosion, sédimentation, état des berges) et de degré d'artificialisation (aménagements structurants en particulier).

Ce découpage en tronçons est basé sur l'étude des cartes IGN 1/25 000^e et géologique (pente, dimension et forme du lit, sinuosité, changement de substratum ...). La sectorisation est généralement affinée par une première reconnaissance de terrain.

Modalités pratiques de descriptions standard des tronçons

Chaque tronçon fait ensuite l'objet sur des séquences type de faciès d'une description standard fondée sur des mesures de terrain opérées à l'aide d'une grille normalisée. Dans ce cadre, l'hétérogénéité et l'attractivité biogène sont appréhendées à partir de descripteurs et de métriques divers, dont le linéaire de chaque faciès d'écoulement, la quantité des différents abris et caches rencontrés, la largeur du lit mineur et de la lame d'eau, les profondeurs minimales et maximales rencontrées, la présence d'affluents, ...

Parallèlement, l'appréciation de l'état dynamique est réalisée par la même approche à l'aide de plusieurs descripteurs, dont le nombre de seuils d'érosion régressive, le linéaire de berges stables et instables, la hauteur d'incision, le type de substratum, ... Les relevés de terrain doivent, autant que possible, être réalisés en étiage estival, période durant laquelle la visibilité du fond et des substrats est la meilleure, où la végétation aquatique est bien développée et où les conditions limitantes apparaissent le mieux.

Chiffrage des 4 composantes pour chaque tronçon

Les données récoltées sur le terrain sont intégrées dans le calcul de scores et de notes destinées à faciliter leur interprétation. Pour chaque tronçon, les 4 composantes fondamentales de qualité physique sont appréciées à l'aide de scores différents :

- 1 **Le score d'hétérogénéité** sanctionne le degré de variété des formes, des substrats/supports, des vitesses de courant et des hauteurs d'eau du lit d'étiage ; plus ce score est élevé, plus les ressources physiques sont diversifiées.
- 2 **Le score d'attractivité** intègre la qualité des substrats (= intérêt global des substrats/supports pour les poissons), la qualité et la quantité des caches et des abris ainsi que l'existence et la variété des frayères.
- 3 **Le score de connectivité** caractérise la fonctionnalité de la zone inondable ainsi que la fréquence des contacts entre la rivière et les interfaces emboîtées que constituent la ripisylve et le lit " moyen " ; il apprécie également le degré de compartimentage longitudinal par les barrages et les seuils, ainsi que les possibilités de circulation des poissons migrateurs ou " sédentaires ".
- 4 **Le score de stabilité** des berges et du lit traduit l'importance des érosions régressives (fréquence des seuils), progressive et latérale (proportion de méandres instables), de l'état des berges (degré d'érosion), de l'incision, ...
- 5 **Le score de qualité physique globale**, qui associe les scores obtenus pour chacune des 4 composantes de base.

Évidemment, **les 4 composantes** ne sont pas indépendantes : elles **interfèrent** largement les unes sur les autres, **sans toutefois être redondantes**. En outre, les 3 premiers scores sont relatifs, et doivent être comparés avec ceux qui sont obtenus sur l'ensemble des tronçons.

L'interprétation peut être fondée sur les notes obtenues sur un secteur " référentiel " ou " sub-référentiel " présentant une qualité physique intacte dont témoignent des peuplements et des populations piscicoles de bonne qualité (en relation avec le niveau typologique auquel le secteur de référence peut être rattaché).

Toutefois, la démarche idéale consiste, lorsque les données existent, à pouvoir évaluer le degré d'altération de chaque tronçon d'après l'évolution historique de sa qualité physique.

Dans cet esprit, chaque composante est définie par 5 classes de A à E. La classe supérieure – A – répond en fait à une situation conforme pour le paramètre étudié et ne correspond pas nécessairement à une condition optimale.

Limites des classes retenues pour les différents scores de qualité physique					
Hétérogénéité	Attractivité	Connectivité	Stabilité		Qualité Physique (QP)
H sur 111	A sur 90	C sur 130	S. de - 60 à + 40		= (H + A) x C x K sur 30 600
A > 50	A > 45	A > 65	Sédimentation	> +10	A > 6 500
B 40 - 50	B 34 - 45	B 49 - 65	Équilibre	-10 / +10	B 3 500
C 28 - 40	C 23 - 34	C 33 - 49	Érosion	-25 / -10	C 1 500
D 14 - 28	D 11 - 23	D 16 - 33	Forte érosion	-60 / -25	D 400
E < 14	E < 11	E < 16	S détermine le coefficient de stabilité dont la valeur dépend de l'hétérogénéité		E < 400

Valeurs prises par le coefficient de stabilité K en fonction de l'Hétérogénéité du tronçon				
Si la valeur du score de stabilité S est	-60 < S < -26	-25 < S < -11	-10 < S < 9	10 < S < 40
Et si le milieu est hétérogène (H > 50)	K = 0,85	K = 1	K = 1,25	K = 0,75
Et si le milieu est homogène (H < 50)	K = 0,85	K = 1	K = 0,85	K = 0,75

Annexe C1 : Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques : le MAG20.

DECOURCIERE H. (Teleos) et DEGIORGI F. (Teleos et LBE de l'Université FC)

Contexte, objectifs et fondements

Les méthodes d'analyse simplifiée des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de **l'aptitude biogène globale** des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour **mesurer quantitativement l'impact** de plusieurs catégories de perturbations affectant le fonctionnement des milieux lotiques à des échelles plus larges ou suivant des mécanismes pernicieux.

Par exemple, l'Indice Biologique Global Normalisé (NF.T 90.350) ne sanctionne pas assez fidèlement les altérations de la qualité physique subie par les mosaïques d'habitat à l'échelle stationnelle. Généralement, il ne permet pas non plus de **quantifier les effets de contaminations toxiques insidieuses**, ni d'évaluer les conséquences des **colmatages minéraux ou algaux**.

Ces « défauts » de sensibilité sont dus à la construction même de ces indices, conçus dans un dessin de perception plus générale et plus synthétique de l'état de santé des cours d'eau. En particulier, le nombre de prélèvements et la finesse de la prospection spatiale des macro invertébrés préconisée par la norme IBGN sont insuffisants pour apprécier, même de façon semi-quantitative, la densité des différents taxons. Parallèlement, son niveau de détermination, « familial » pour la plupart des groupes, est trop imprécis pour garantir sa sensibilité dans le cas d'altérations pernicieuses.

Ces limites s'avéraient déjà flagrantes pour les indices précurseurs de l'IBGN, depuis l'indice biotique (VERNEAUX et TUFFERY 1967) jusqu'à l'IBG (VERNEAUX 1983), en passant par l'IQBG (VERNEAUX et al. 1980) et le CB2 (VERNEAUX et al. 1981). Certes des nuances importantes doivent être apportées sur la significativité et la robustesse des différentes méthodes (VERNEAUX 1984). En outre, la performance des indices a nettement augmenté depuis la mise au point de l'IBG (MONNOT 1983). Toutefois, ces différentes approches restent purement qualitatives et insuffisamment sensibles.

Par conséquent, une méthode pratique plus puissante, le **MAG20**, a été élaborée. Les prémices de cette approche ont été conçues en 1994 au laboratoire d'hydrobiologie de la Faculté des Sciences de Besançon (BACCHI 1994, PARMENTIER 1994). Finalisée par TELEOS en 2000, elle est fondée sur une prospection beaucoup plus complète de l'espace fluvial, s'appuyant sur une description fine de l'habitat aquatique et sur une détermination plus poussée des taxons prélevés.

Modalités spatiales : nombre et répartition des prélèvements

Ce protocole d'échantillonnage balaye systématiquement les trois composantes majeures de l'habitat aquatique : nature du substrat, vitesse de courant et hauteur d'eau (Tab), alors que le protocole de l'IBGN ne tient pas compte du dernier descripteur. En outre, le nombre de placettes prospectées, c'est-à-dire de prélèvements élémentaires réalisés au filet Sürber de 1/20 de m², est fixé à 20, contre 8 pour l'IBGN, afin de prospecter une gamme d'habitats plus diversifiée.

Codification des substrats/supports et hiérarchisation de leur attractivité

Codes	Désignation
S9	Bryophytes
S8	Spermaphytes immergés
S7	Éléments organiques grossiers (Litières, branchages, racines)
S6	Sédiments minéraux de grande taille (galets) 2,5 cm à 25 cm
S5	Granulats grossiers (graviers) 0,25 cm à 2,5 cm
S4	Spermaphytes émergents
S3	Sédiments fins +- organiques "vases" ≤ 0,1 mm
S2	Sables et limons < 0,25 cm
S1	Surfaces naturelles et artificielles (Roche, dalle, sols, parois) >25 cm
S0	Algues ou à défaut marne et argile

Codification non hiérarchisée des vitesses et de hauteurs d'eau

Code	Vitesses	Code	Hauteurs
V1	< 5 cm/s	H1	< 5 cm
V3	6 à 25 cm/s	H2	6 à 25 cm
V5	26 à 75 cm/s	H3	26 à 50 cm
V4	76 à 150 cm/s	H4	51 à 100 cm
V2	> 151 cm/s	H5	> 101 cm

Tableau : codification directive de l'espace fluvial pour échantillonner les biocénoses benthiques

Lors de l'échantillonnage, chaque couple substrat-vitesse recensé est échantillonné au moins une fois dans la classe de hauteur d'eau où il est le plus représenté. Dans le cas d'une variété de substrat-vitesse inférieure à 20, les prélèvements sont dupliqués pour les couples dominants dans des classes de profondeurs différentes.

Par rapport à la formulation initiale de ce protocole, certains substrats ont été regroupés tandis que les classes de vitesse sont explorées prioritairement aux profondeurs pour choisir les placettes de prélèvements, conformément aux recommandations de BACCHI (1994). Ces adaptations ont également permis de faire coïncider l'échantillonnage stratifié des macro-invertébrés avec la description objective des mosaïques d'habitats qui peut être réalisée parallèlement selon le protocole CSP-DR 5 (1997) finalisé par TELEOS (2001).

Enfin, pour permettre d'effectuer des comparaisons temporelles avec des données acquises antérieurement à l'aide de l'application du protocole IBGN, les 8 premiers prélèvements élémentaires (sur 20), doivent être effectués en suivant les modalités directives cette norme, afin de pouvoir calculer l'indice stationnel correspondant. Puis, les 12 dernières placettes sont échantillonnées selon le protocole MAG20, qui fournit des données semi-quantitatives standard sur l'organisation spatiale des macro-invertébrés.

Modalités temporelles : conditions d'application

Comme préconisé dans le protocole IBGN, l'échantillonnage doit être réalisé pendant l'étiage estival, afin de mieux percevoir l'impact des perturbations liée à la qualité de l'eau. Parallèlement, le débit doit être stabilisé depuis au moins 10 jours afin d'éviter les pertes ou les apports de faune par la dérive.

Niveaux de détermination

Les prélèvements, fixés sur le terrain à l'aide d'une solution de formol à 10 %, ont été tamisés à 500 μm , puis triés et examinés à l'aide d'une loupe binoculaire.

Les Plécoptères, les Éphéméroptères, les Trichoptères, les Coléoptères, les Hétéroptères, les Odonates, les Mégaloptères, les Lépidoptères, les Décapodes, les Mollusques, les Achètes et Turbellariés sont déterminés au genre, ou parfois à l'espèce lorsque la taxonomie larvaire le permet. Les Amphipodes, les Isopodes, les Bryozoaires, les Cnidaires sont identifiés à la famille, les Branchiopodes à l'ordre, les Oligochètes, les Némathelminthes et les Hydracariens à la classe.

Cette détermination au genre pour la majorité des ordres, par rapport à la famille pour l'IBGN, paraît le niveau minimum indispensable pour analyser les structures semi-quantitatives des biocénoses benthiques. L'identification à l'espèce serait idéale mais beaucoup plus coûteuse en temps pour la capture, puis la détermination en laboratoire.

L'exemple de la famille des *Limnephilidae* (Trichoptère) qui compte en France 36 genres et 135 espèces potentielles, regroupant des exigences écologiques différentes, est, à cet égard, démonstratif. En effet, dans ce cas, la palette de nuances constituées par les variations d'abondance de chacun des 36 genres, perçue par l'analyse semi-quantitative utilisée ici, est réduite, dans l'IBGN, à la présence / absence de la famille.

Calcul indiciel et analyse semi-quantitative des biocénoses

La séparation des vingt prélèvements en deux groupes comportant respectivement huit et douze placettes de 1/20ème de m^2 permet de calculer les indices IBGN et Cb2 avec le premier ensemble. Cette approche permet de comparer les données obtenues antérieurement, et qui ont, pour la plupart, été effectuées suivant le protocole IBGN.

Pour l'instant, en l'absence de classification ou de cotation de la sensibilité des genres larvaires identifiables, il n'existe pas d'indice semi-quantitatif MAG20. En revanche les métriques classiques de description des peuplements peuvent être utilisés. Il s'agit essentiellement de la variété et de l'abondance, considérées globalement et par ordre.

INSECTES	PRELEVEMENTS																				Prélevements IBGN	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL taxons	TOTAL taxons IBGN
TRICHOPTERES	Gra	Hvi	Sab	Vase	Alg décc	Héli	Alg (raic)	Vase	Sable	Gra	Gal	Alq	Lit	Gal	Gal	Alq	Gra	Marme	Hvi	Gra	1	181
Hydropsyche	4	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	181
Hydropsychidae	4	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	181
Hydroptilidae	1	24																			4	227
Lepidostoma hirtum	4	54																			4	227
Athripsoides	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	87
Leptoceridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7
Molannidae	1	2																			6	3
Polycentropus																					5	5
Psychomyiidae																					1	1
Psychomyia pusilla																					1	1
Sarcosomatidae																					1	1
Baetidae	4	2	11	1	3	14	14	5	4	1	1	19	6		31	64	14	2	4	1	162	72
Cloeon	6	6										5	1		1	1	2	3	3	2	66	66
Autre Ind												24	1								3	3
Caenis	1	3										105	9		15	72	3	3	3	1	13	19
Sarcotellina ignita	2											14	9		386	191	297	3	3	1	1006	476
Elmis	3	8	9	2	5	13	1	2	2	21	109	30	2	43	26	40	41	4	35	10	25	25
Limnius	1											1	1		1	1	1	1	1	1	34	34
Oulimnius	1											1	1		1	1	1	1	1	1	10	10
Riolus	1											1	1		1	1	1	1	1	1	5	5
Dytiscidae												1	1		1	1	1	1	1	1	12	12
Dytiscinae												1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Hydroponinae												1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Hydrophilus pusillus												1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Oreochilus villosus												1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Falipius												1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
ODONATES																						
Aeshnidae	1																				1	1
Calopterygidae	2																				2	2
Coenagrionidae	2																				2	2
Gomphidae	1																				1	1
Libellulidae	1																				1	1
Orthetrum	1																				1	1
DIPTERES																						
Ceratopogonidae	33	190	68	16	42	34	39	2	2	3	32	101	30	36	190	208	127	1	145	15	1311	481
Chironomidae	1																				2	2
Limoniidae	1																				11	11
Tabanidae	1																				2	2
Tipulidae	1																				32	15
MEGALOPTERES																						
Salicidae	1																				2	2
Conidae	1																				2	2
HETEROPTERES																						
Cymatula																					1	1
Sigara																					1	1
Ind (Larvules)																					1	1
LEPIDOPTERES																						
(Cateckysta lemnata)	2	4	3	2	2	3	2	2	2	2	10	74	17	10	83	93	34	1	5	2	15	10
Paracoryn stratiolata	1																				3	3
GAMMAIDAE																						
AMPHIPODES																						
BRANCHIOPODES																						
ISOPODES																						
BIVALVES																						
GASTEROPODES																						
Planidium	1																				4	4
Ancylus fluviatilis																					4	4
Acroloxus																					5	5
Bithynia																					3	3
Radix																					3	3
Physa																					30	25
Gyraulus																					16	16
Panorbis																					27	15
Planorbis																					3	3
ACHETES																						
Erebodella	2	2	1	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	53	61
Glossiphonia	13	6	17	1	10	7	24	3	7	17	33	4	2	15	4	2	15	4	2	11	169	3
Heliodobella stagnalis																					1	1
Hemicleipsis marginata																					1	1
Theromyzon tessulatum																					1	1
Planariidae	3	33	36	54	9	1	29	5	4	60	1	9	1	1	3	26	18	54	24	24	387	81
OLIGOCHETES																						
HYDROZOAIRES																						
HYDRACARIENS																						
Hydra	4	1																			31	11
Abundance relative	79	371	150	158	88	108	67	67	25	60	277	511	186	187	1098	994	601	43	362	98	5330	1883
Abundance relative	1,5%	7,0%	2,8%	3,0%	1,7%	2,0%	1,6%	1,3%	0,5%	1,1%	5,2%	9,8%	3,5%	3,5%	19,3%	16,9%	11,3%	0,8%	6,8%	1,8%	100%	100%
Variétés	17	27	12	20	14	21	6	9	9	16	18	28	28	19	24	27	25	12	27	18	60	41
Variétés relative	28,3%	45,0%	20,0%	33,3%	23,3%	35,0%	10,0%	15,0%	15,0%	26,7%	30,0%	46,7%	35,0%	31,7%	40,0%	45,0%	41,7%	20,0%	45,0%	30,0%	100%	100%

INSECTES	PRELEVEMENTS																			TOTAL LAKORS BEGN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
S	Gra	Nénu	Vase	Hyl	Sable	Alg	Hel	Gal	Vase	Mammout	Flacine	Vase	Hel	Gra	Gal	Nénu	Hyl	Gal	Hel	Jam-tour
V	5	4	3	8	2	0	4	6	3	0	7	3	4	5	6	4	8	6	4	0
H	4	4	5	2	1	1	3	5	1	5	2	4	1	5	5	1	3	5	3	4
TRICHOPTERES																				
EPHEMEROPTERES																				
COLEOPTERES																				
ODONATES																				
DIPTERES																				
MEGALOPTERES																				
HETEROPTERES																				
LEPIDOPTERES																				
AMPHIPODES																				
BIRANCHIOPODES																				
ISOPODES																				
BIVALVES																				
GASTÉROPODES																				
VERS																				
TRICLADES																				
OLIGOCHETES																				
CNIDAIRES																				
HYDRACARIENS																				

Abondance relative	21	44	5	116	18	182	159	13	11	29	185	31	43	15	22	53	119	8	51	44
Abondance relative	1,8%	3,8%	0,4%	9,9%	1,5%	15,6%	13,6%	1,1%	0,9%	2,5%	15,3%	2,7%	3,7%	1,3%	1,9%	4,5%	10,2%	0,7%	4,4%	3,8%
Variété	7	11	3	21	6	17	18	5	5	8	24	7	10	6	11	10	15	4	13	6
Variété relative	15,2%	23,9%	6,5%	45,7%	13,0%	37,0%	39,1%	10,9%	10,9%	17,4%	52,2%	15,2%	21,7%	13,0%	23,9%	21,7%	32,6%	8,7%	28,3%	13,0%

Prélevements BEGN	
TOTAL	13
LAKORS	2
BEGN	11

1169	502
100%	100%
46	34
100%	100%

Annexe C3 : Liste récapitulative des 5 stations du Dugeon en 2003

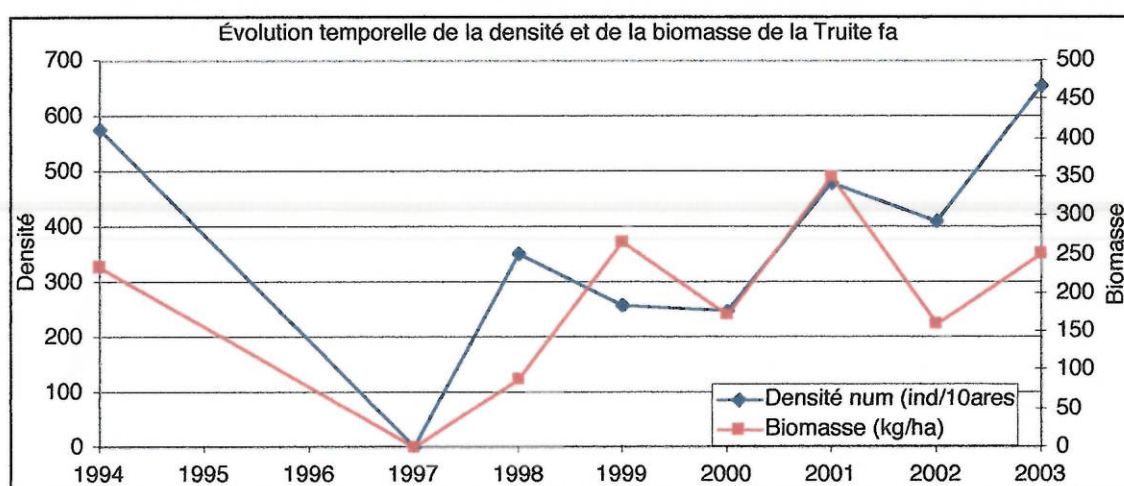
				Isle Pernet	Amont STEP	Aval STEP	Crêt de l'Isle	Méandre des Artilleurs	TOTAL	
INSECTES	PLECOPTERES	Leuctridae	<i>Leuctra</i>	45	1				46	
		Nemouridae	<i>Nemoura</i>	1					1	
	TRICHOPTERES	Beraeidae	<i>Beraeodes minutus</i>	2					2	
		Goeridae	<i>Goera pilosa</i>			1	1		2	
			<i>Silo</i>	27					27	
		Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	269	25	3	294		591	
		Hydroptilidae	<i>Hydroptilia</i>	4	30	6	227		267	
		Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma hirtum</i>	1	4		4		9	
		Leptoceridae	<i>Athripsodes</i>		118	219	282	12	631	
			<i>Mystacides</i>	5		4	3	2	14	
		Limnephilidae	<i>Anabolia nervosa</i>			3			3	
			<i>Melampophylax mucoreus</i>	23	1	1			25	
			Autre <i>Limnephilinae</i>	1		1			2	
		Molannidae	<i>Molanna</i>				7	4	11	
		Odontoceridae	<i>Odontocerum albicorne</i>	9					9	
		Phryganeidae	<i>Phryganea</i>					1	1	
		Polycentropodidae	<i>Cymus</i>					41	41	
			<i>Polycentropus</i>				6		6	
		Psychomyiidae	<i>Tinodes</i>	1	6				7	
			<i>Psychomyia pusilla</i>		1		5		6	
			Ind (Nymphes)			1			1	
		Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	21					21	
	Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i>			1	1		2		
	EPHEMEROPTERES	Baetidae	<i>Baetis</i>	54	11	3	153		221	
			<i>Centroptilum</i>	3					3	
			<i>Cloeon</i>		66	49	68	192	375	
			<i>Pseudocentropilum pennulatum</i>	1					1	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	1	124	586	8	2	721	
			<i>Seratella ignita</i>	145		5	121		271	
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	86					86	
		Ephemeridae	<i>Ephemerella</i>	7					7	
		Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i>	2					2	
		Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i>	1					1	
	(<i>Paraleptophlebia</i>)		1					1		
	COLEOPTERS	Elmidae	<i>Elmis</i>	124	54	28	1006		1212	
			<i>Esolus</i>	1	8	5	24		38	
			<i>Limnius</i>		7	3	25		35	
			<i>Oulimnius</i>	3	361	952	404	16	1736	
			<i>Riolus</i>				34		34	
		Dytiscidae	<i>Colymbetinae</i>	14					14	
			<i>Dytiscus</i>			1	1		2	
			<i>Hydroglyphus pusillus</i>				1		1	
			<i>Hydroponinae</i>		59	51	12	5	127	
		Gyrinidae	<i>Orectochilus villosus</i>				34		34	
		Halipidae	<i>Brychius</i>			1			1	
			<i>Halipus</i>	8	46	245	10	25	334	
		Hydraenidae	<i>Hydraena</i>	4		2		1	7	
		Hydrophilidae	Ind		4	8	2	2	16	
		ODONATES	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>				1	3	3
	<i>Boyeria irene</i>			2			2		4	
	Calopterygidae		<i>Calopteryx</i>			2	19	15	36	
	Coenagrionidae		Ind		2		6		8	
	Gomphidae		<i>Onychogomphus</i>		1	3	9	5	18	
	DIPTERES	Anthomyiidae		13	1				14	
		Ceratopogonidae		3	1	6	1	1	12	
		Culicidae			1				1	
		Chironomidae		717	2862	477	1311	187	5554	
		Culicidae					3		3	
		Dixidae		1					1	
		Ephyridae			38				38	
		Limoniidae		17		1	2		20	
		Psychodidae		1	1	5			7	
		Tabanidae		10	14	7	11	4	46	
		Tipulidae		4	7	5	2	1	19	
		Simuliidae		91					91	
	MEGALOPTERES	Sialidae	<i>Sialis</i>	24	1	21	32	47	125	
	HETEROPTERES	Corixidae	<i>Cymatia</i>				1		1	
			<i>Sigara</i>		10	44	4	1	59	
		Nepidae	<i>Nepa</i>			1			1	
	LEPIDOPTERES	Crambidae	(<i>Cataclysta lemnata</i>)				1		1	
			<i>Parapopynx stratiolata</i>				15	1	16	
	CRUSTACES	AMPHIPODES	Gammaridae	7	9	179	336	76	607	
	BRANCHIPODES			2	27	53	3	1	86	
	ISOPODES	Asellidae		2	626	903	40	58	1629	
	MOLLUSQUES	BIVALVES	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	176	58	53	75	97	459
				<i>Sphaerium</i>			3			3
		GASTEROPODES	Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>				1		1
				<i>Acroloxus</i>				4	15	19
			Bithyniidae	<i>Bithynia</i>			40	5	43	88
				<i>Galba truncatula</i>			2			2
			Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i>					1	1
				<i>Radix</i>	519	32	15	3	2	571
			Physidae	<i>Physa</i>				3	3	6
				<i>Planorbis</i>		1				1
			Planorbidae	<i>Amigra cristata</i>						2
				<i>Bathyomphalus contortus</i>	2					2
		<i>Gyraulus</i>			35	24	30	50	139	
		Valvatidae	<i>Planorbis</i>				16	42	58	
			<i>Valvata</i>	1				91	92	
	VERS	ACHETES	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i>	98	279	421	27	5	830
				<i>Glossiphonia</i>	15	59	251	33	2	360
			Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	4	436	436	169		1045
				<i>Hemiclepsis marginata</i>		20	17	3		40
				<i>Theromyzon tessulatum</i>	4	3	8	1		16
		Piscicolidae	<i>Piscicola geometra</i>			1		1	2	
		TRICLADES	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum</i>		9	5		1	15
							1		2	3
			Dugesidae	<i>Dugesia</i>		158	726	12	2	898
	Planariidae	<i>Polycelis</i>			826	387	77	1402		
OLIGOCHETES			169	5943	826	387	77	7402		
NEMATHELMINTHES	Gordiaces		3				1	4		
	Nématodes			2			1	3		
CNIDAIRES	HYDROZOAIRES	Hydridae	2	47		1	2	52		
HYDRACARIENS			259		21	31	24	335		
				3009	11609	6736	5330	1168	27852	
				54	47	55	60	46	102	

	Isle Pernet 21/08/2003	Amont STEP 20/08/2003	Aval STEP 20/08/2003	Crêt de l'Isle 20/08/2003	Méandre des Artilleurs 21/08/2003
Calcul IBGN sur les 8 prélèvements de la norme :					
Variété taxonomique :	39	30	32	41	34
Taxon indicateur (GI) :	8	5	4	5	4
IBGN (/20) :	18	13	12	16	13
Calcul de robustesse :					
Taxon indicateur (GI) :	7	4	2	4	4
Robustesse IBGN' (/20) :	17	12	10	15	13
Calcul Cb2 sur les 8 prélèvements de la norme :					
Variété taxonomique :	39	30	32	41	34
Indice variété IV (/10) :	8,6	6,6	7,0	9,0	7,5
Nombre total de taxons indicateurs n :	26	22	23	30	20
Nombre de taxons indicateurs retenus k :	7	6	6	8	5
kTaxons indicateurs (i) :					
Goeridae	8	6	6	6	6
Ephemeridae	7	6	6	6	6
Odontoceridae	7	6	6	6	5
Halplidae	6	5	5	6	5
Hydroptilidae	6	5	5	6	5
Leuctridae	6	5	5	5	5
Elmidae	5	5	4	5	5
Indice nature ln (/10) :	7,8	6,7	6,1	6,7	6,5
IV + ln :	16,4	13,3	13,1	15,7	14,0
Cb2 (/20) (IV+ln±0,25) :	16,5	13,5	13,0	15,5	14,0
SUR LES 20 PRÉLÈVEMENTS DU MAG20 :					
Abondance :	3009	11609	6736	5330	1169
Variété familiale :	46	38	41	46	43
Variété générique :	54	47	55	60	46
Variété gén. Plécoptères :	2	1	0	0	0
Variété gén. Trichoptères :	10	8	10	10	5
Variété gén. Ephéméroptères :	6	3	4	5	2
Variété gén. Coléoptères :	4	7	9	11	4

Annexe D : Résultats des inventaires piscicoles et comparaisons avec données antérieures

Espèces	1994 (Tunnel)	1998	1999	2000	2001	2002	2003
TRF	276	88	266	173	350	161	251
VAI	152	7	24	37	27	54	43
LOF	37	4	29	15	46	16	35
GAR							0,1
TOTAL	465	99	319	225	423	231	329

Annexe D1 : Évolution temporelle de la biomasse piscicole (kg/ha) de 1994 à 2003 sur l'Isle Pernet.



Annexe D2 : Évolution temporelle de la densité et de biomasse de la Truite fario de 1994 à 2003 sur l'Isle Pernet.

ESPECES	1994 (Champs des Auges)			2003		
	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	Classe d'ab.	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	Classe d'ab.
BRO	1	0,6	1	11	41	4
CHE*	8	1,7	1	184	4	1
GAR	9	0,8	0,1			
GOU				1	0,03	0,1
LOF*	1406	41,8	4	22	1	1
PER	37	2,3	4	180	51	5
TAN				26	3	1
TRF	94	37,6	2			
VAI*	3103	82,4	5	601	8	2
TOTAL	4658	167,2		1025	108	

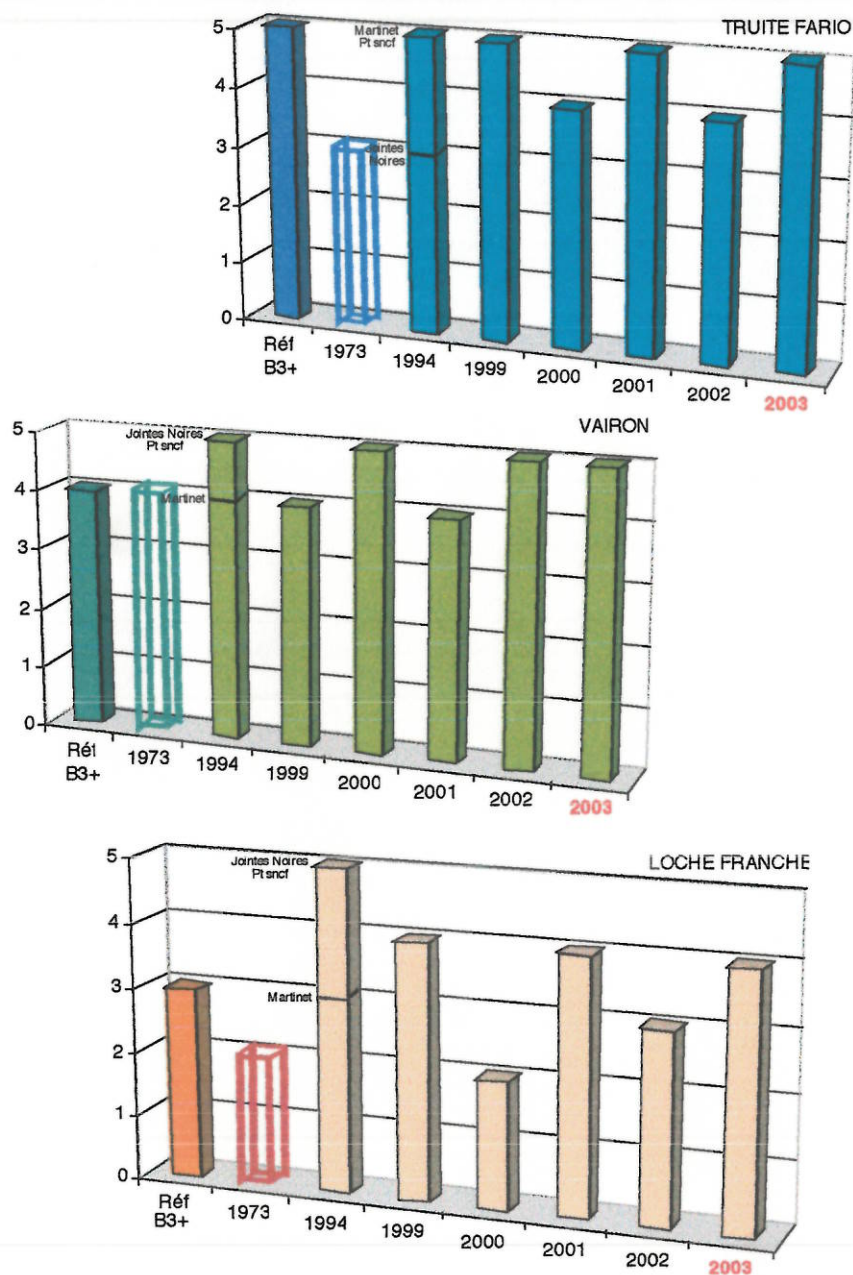
Annexe D3 : Tableau des résultats des inventaires piscicoles de 1994 et de 2003 au Mont du Rang.

ESPECES	1994 (Moulin de Chaffois)			2003		
	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	classes d'ab.	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	classes d'ab.
BRO	4	6,1	1	5,4	16	3
CHE	8	28,8	1	574	257	5
GAR	3	0,1	0,1	190	6	1
GOU	94	8,5	2	354	15	3
LOF	133	5,6	1	333	7	1
PER	9	1,8	3	4	9	2
TAN	1	0,1	1	178	13	3
TRF	3	9,3	0,1	1	18	0,1
VAI	53	1,2	1	275	4	1
TOTAL	308	61,5		1916	345	

Annexe D4 : Tableau des résultats des inventaires piscicoles de 1994 et de 2003 au Crêt de l'île.

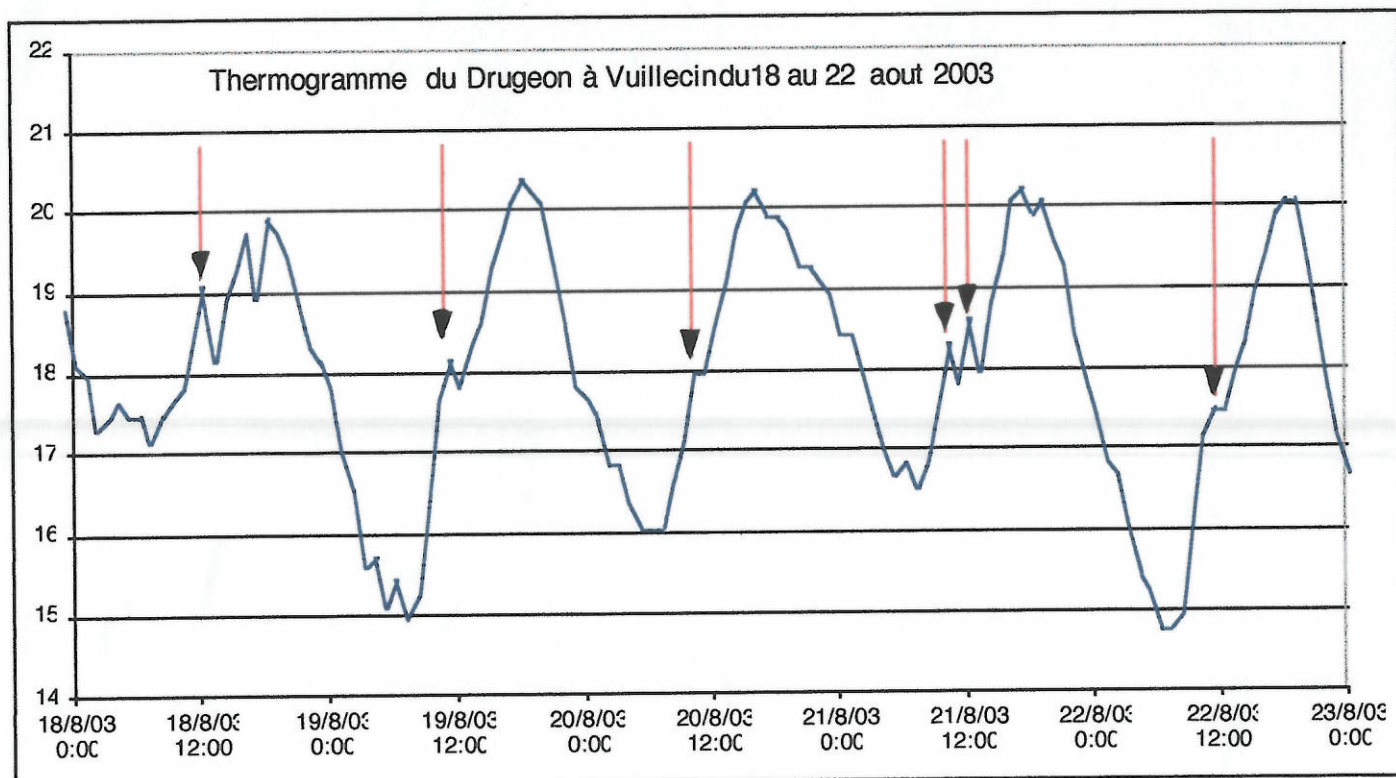
ESPECES	1994			2003		
	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	classes d'ab.	DENSITE /10ares	BIOMASSE kg/ha	classes d'ab.
BRB	4	6,3	0,1			
BRO	11	14,6	2	21,2	189	5
CHE	4	0,2	0,1	111	47	3
GAR	54	13,6	1	277	27	2
GOU	4	0,4	0,1	15	1	2
LOF	43	1,5	1			
PER	4	0,2	1	55	19	5
TAN	7	48,8	3	59	40	5
TRF	4	0,01	0,1			
VAI	129	0,6	1	4,5	0,1	0,1
TOTAL	264	86,21		542	322	

Annexe D5 : Tableau des résultats des inventaires piscicoles de 1994 et de 2003 au Méandre des Artilleurs.

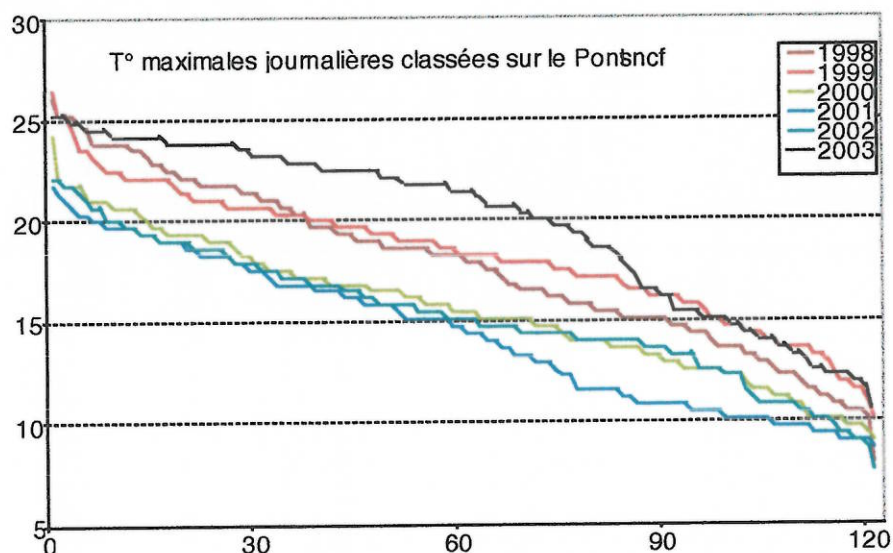


Annexe D6 : Évolution temporelle de la structure du peuplement de l'Isle Pernet (exprimée en classe d'abondance).

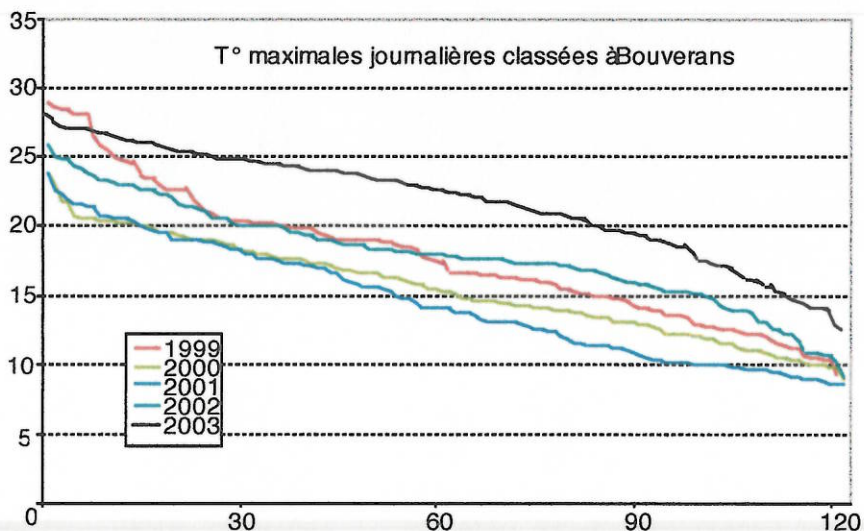
Annexe E : Graphiques thermiques



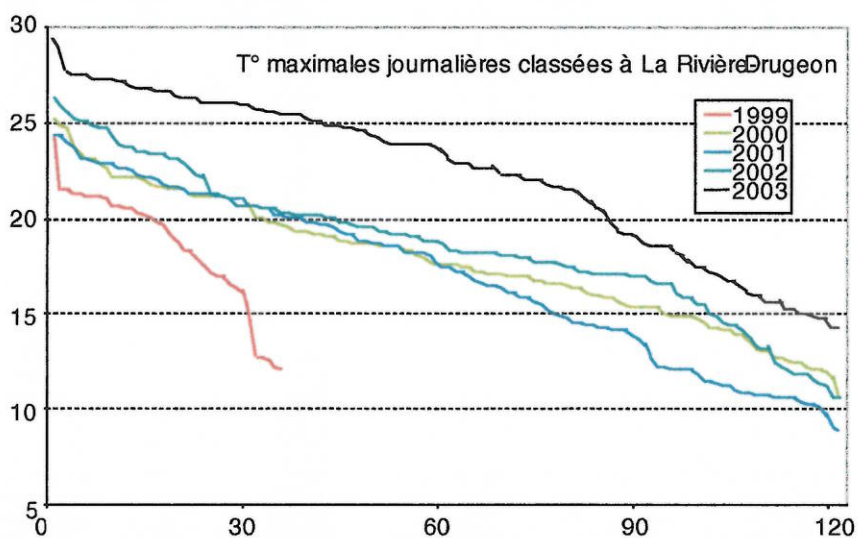
Annexe E1 : Thermogramme du Drugeon à Vuillecin du 18 au 23 août 2003



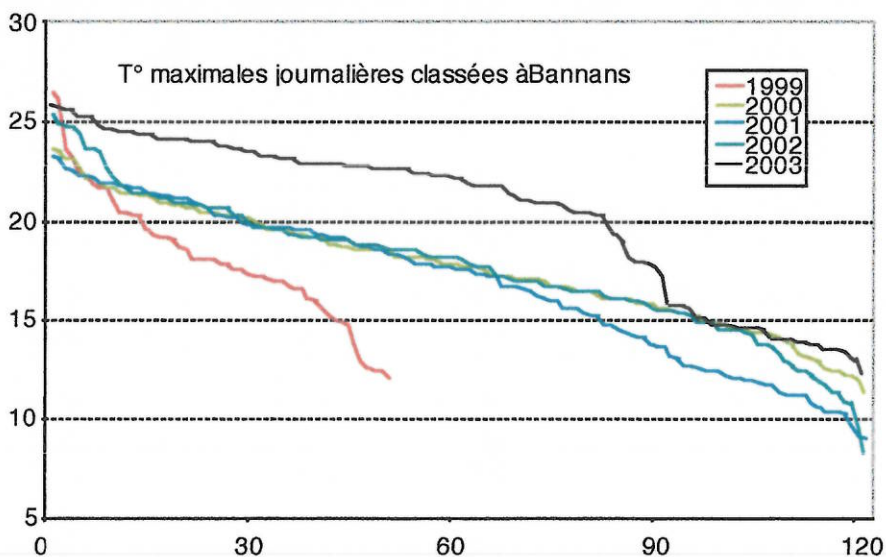
Annexe E2a : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant sur le Pont snctf sur 6 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).



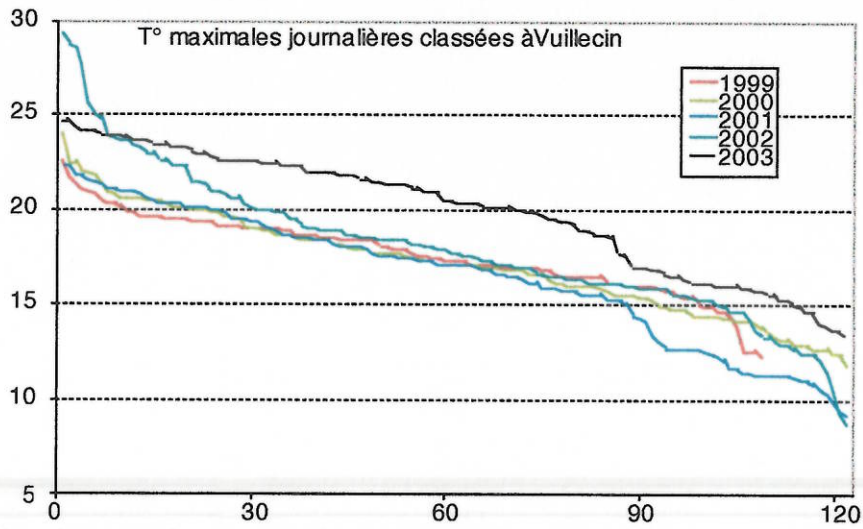
Annexe E2b : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant à Bouverans sur 5 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).



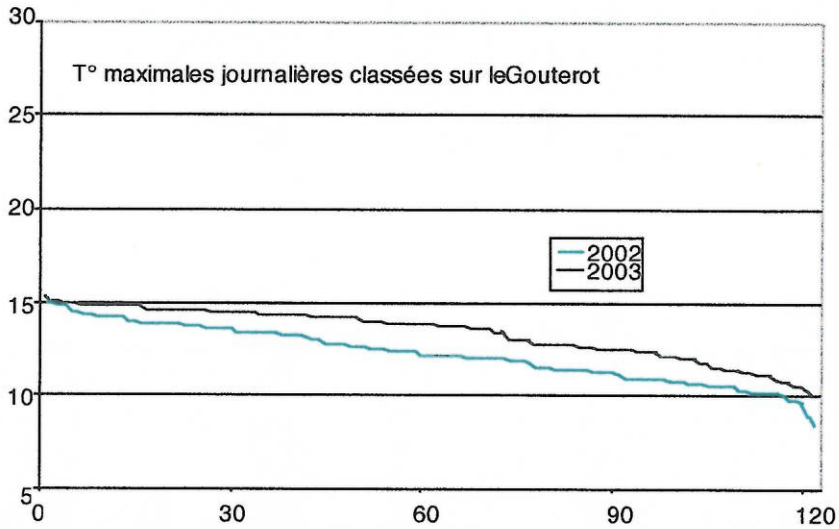
Annexe E2c : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant à la Rivière Druegon sur 5 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).



Annexe E2d : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant à Bannans sur 5 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).



Annexe E2e : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant à Vuillecin sur 5 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).



Annexe E2f : Évolution des températures maximales journalières classées par ordre décroissant sur le Gouterot sur 2 saisons estivales (du 1er juin au 30 septembre).