

**INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL
NORMALISÉ I.B.G.N
NF - T 90 - 350.
GUIDE TECHNIQUE**



AGENCES DE L'EAU
(2^{ème} ÉDITION)

Chargé d'étude C. GAY (Cabinet GAY Environnement)

Comité de pilotage de l'étude ayant permis la réalisation de ce document :
Agences de l'Eau X. BOURRAIN (AE Seine-Normandie)
G. DEMORTIER (AE Rhin-Meuse)
C. LASCOMBE (AE Rhône-Méditerranée-Corse)
S. STROFFEK (AE Rhône-Méditerranée-Corse)

DIREN - SEMA C. BORNARD (SEMA Rhône-Alpes)
C. LALANE CASSOU (SEMA Ile de France)
P. FERLIN (SEMA Haute-Normandie)
J. MENY (SEMA Aquitaine)
P. MAZUER (SEMA Lorraine)

Ministère de l'Environnement
Direction de l'Eau Y. GALVIN
F. MARTINET

Autres P. COMPAGNAT (CSP - DR Lyon)
F. VANCAYSEELE (CSP - CEMAGREF Lyon)
A. RUMEAU (CSP - CEMAGREF Paris)

ISSN : 1161-0425
Tiré à 4 000 exemplaires/Juin 2000
Prix : 150 F



SOMMAIRE

INTRODUCTION	Page 3
1 L'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES EAUX COURANTES À L'AIDE DES MÉTHODES BIOLOGIQUES	4
2 AIDE A L'APPLICATION DE LA NORME I.B.G.N.	7
3 AIDE A L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	27
BIBLIOGRAPHIE	35





INTRODUCTION

La gestion des eaux douces courantes nécessite une bonne connaissance de leur état et de leur degré de transformation.

Les méthodes utilisées pour asseoir cette connaissance relèvent de deux démarches différentes mais complémentaires :

- la démarche physico-chimique qui consiste à caractériser les perturbations par leurs causes et, en l'occurrence, la présence d'éléments polluants.
- la démarche biocénotique qui vise à caractériser les perturbations par leurs effets sur les communautés en place.

La prise en compte des organismes vivants apporte un complément d'information essentiel à la connaissance de la qualité des milieux, chaque organisme présentant des exigences particulières vis à vis des différents facteurs du milieu, qu'ils soient de nature physique, chimique ou biologique. Cette seconde démarche est la seule valable pour l'appréciation globale de la qualité des systèmes d'eau courante et des effets réels des perturbations.

Sur la base de cette capacité indicatrice et intégratrice des organismes, des méthodes qualitatives de type «indice biologique» ont été mises au point. L'I.B.G.N. aujourd'hui normalisé (AFNOR, 1992) est l'aboutissement d'une longue démarche qui repose sur l'application durant de nombreuses années de différents indices biologiques «intermédiaires» qui ont été progressivement améliorés (chapitre I). L'intérêt d'une telle méthode est, outre sa fiabilité, son accès relativement aisé des groupes taxonomiques utilisés, sa rapidité de mise en œuvre et donc son coût relativement modéré.

Une norme étant seulement descriptive pour ce qui concerne la méthode d'application, il convenait d'en préciser la signification et le domaine d'utilisation, c'est-à-dire ses «limites d'application».

De la même façon, un rappel de certaines règles de base d'échantillonnage (choix des habitats, des périodes, des fréquences, influence de l'hydrologie,...), d'établissement du répertoire des taxons et de détermination de l'indice semblait nécessaire.

Enfin, l'I.B.G.N. prenant toute sa valeur avec l'interprétation qui en est faite, il convenait de fournir des aides à l'interprétation de l'indice et de suggérer des extensions du protocole normalisé en vue d'affiner le diagnostic hydrobiologique.

Tels sont les objectifs du présent cahier technique qui, pour cette raison, après un rapide tour d'horizon **des méthodes biologiques** (chapitre I) comporte deux chapitres principaux :

- **Aide à l'application de la norme** (chapitre II).
- **Aide à l'interprétation des résultats** (chapitre III).

Ce cahier technique est destiné tout d'abord aux opérateurs hydrobiologistes, répondant ainsi à une demande souvent formulée, pour les conduire à une application optimisée et homogène de la méthode I.B.G.N. par l'usage de bonnes pratiques de terrain et de laboratoire et pour les aider dans l'interprétation des résultats. Il sera également utile aux commanditaires d'études qui y trouveront matière à clarifier leurs besoins ou leurs objectifs et à préciser leurs cahiers des charges. Il ne s'agit en aucun cas d'un ouvrage à l'attention des non spécialistes.

Les informations et les conventions contenues dans ce cahier technique émanent de nombreuses enquêtes effectuées auprès des utilisateurs et des praticiens de la norme ainsi que des scientifiques. C'est ainsi que plusieurs contacts géographiques ont été établis sur l'ensemble de la métropole, dans les locaux des Agences de l'Eau, de manière à faire état de la diversité des conditions d'application de l'I.B.G.N.. Pour chacun d'eux, des spécialistes d'origine très diverses ont été regroupés : Agences de l'Eau, Bureaux d'Études, CEMAGREF, Conseil Supérieur de la Pêche, DIREN, Universitaires. Les recommandations que contient ce cahier technique, résultant d'un compromis entre les membres du groupe de travail, peuvent être mises en défaut dans certains cas particuliers.

Le texte de la norme I.B.G.N., propriété de l'AFNOR, peut être disponible auprès de cet organisme, Tour Europe, Cedex 7 - 92080 PARIS LA DÉFENSE.



1. L'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES EAUX COURANTES À L'AIDE DES MÉTHODES BIOLOGIQUES

1.1 LES ANALYSES BIOLOGIQUES

L'appréciation de la qualité d'un milieu aquatique à l'aide des méthodes biologiques est fondée sur l'application d'un principe général selon lequel à un milieu donné correspond une biocénose (ensemble des être vivants peuplant un écosystème) particulière. De ce fait, les peuplements d'un habitat peuvent être considérés comme l'expression synthétique de l'ensemble des facteurs écologiques qui conditionnent le système. Les altérations du milieu qui se traduisent par l'évolution de certains de ces facteurs, provoquent alors des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge. Aussi, l'analyse de la composition d'un répertoire faunistique considéré isolément permet de définir l'état du milieu tandis que l'analyse biocénotique comparative («amont - aval» ou «avant - après») permet d'évaluer l'effet des changements de l'environnement qui affectent les communautés.

Dans le domaine des eaux courantes, les diagnostics sont le plus souvent fondés sur l'analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques (inféodés au substrat). En effet, le benthos combine un grand nombre d'avantages dans l'appréciation globale de la qualité des milieux par rapport aux autres groupes faunistiques ou floristiques, parmi lesquels :

- sa répartition dans l'ensemble des écosystèmes aquatiques,
- sa grande diversité taxonomique (environ 150 familles, 700 genres et plus de 2 000 espèces recensées en France) et le fait qu'il regroupe de nombreuses espèces bio-indicatrices (indices précoces de modifications du milieu) et constitue des biocénoses souvent variées,
- la relative stabilité dans le temps et dans l'espace de populations suffisamment sédentaires pour établir une bonne correspondance avec les conditions du milieu,
- la sensibilité de ses organismes au climat stationnel à travers la qualité de l'eau et du substrat,
- sa situation à plusieurs niveaux trophiques du système (consommateurs primaires et secondaires, décomposeurs),
- la facilité d'échantillonnage et la bonne conservation des échantillons.

Les invertébrés constituent donc de bons intégrateurs de la qualité globale de l'écosystème aquatique et sont facilement exploitables.

Cependant d'autres communautés sont également utilisées. Les analyses biologiques mises au point et pratiquées à travers le monde sont très nombreuses (Bureau

d'études I.D.E., 1994(1)). A l'instar de Verneaux (1984), il est possible de les regrouper en deux grands types :

■ Le premier comprend toutes les analyses qui reposent **sur la comparaison de biocénoses** appartenant à différentes stations d'un même cours d'eau ou sur la comparaison d'une biocénose d'un site avec une biocénose témoin ou potentielle établie pour une aire biogéographique donnée. Tous les types d'organismes peuvent être utilisés depuis les poissons jusqu'à la microflore (diatomées) ou la microfaune (rotifères) en passant par les macro-invertébrés et les hydrophytes (plantes supérieures aquatiques). La comparaison des biocénoses est facilitée par l'utilisation de méthodes d'analyses numériques et statistiques (indices de diversité, coefficients de similarité, analyses factorielles, modèles de structure des communautés...).

■ Le deuxième type d'analyses comprend les méthodes qui fournissent pour chaque station de rivière étudiée **un niveau ou indice de qualité.**

- Certaines de ces méthodes sont fondées sur la **présence d'espèces indicatrices.** Le relevé faunistique (tout type d'organismes pouvant être utilisé) est alors confronté à une liste où les espèces sont classées en fonction de leur tolérance à un facteur particulier du milieu et affectées d'un coefficient qui permet, à l'aide de formules, le calcul d'un indice de qualité.

Parmi elles, les méthodes basées sur le système des saprobies (associations d'organismes aquatiques vivant dans des eaux riches en matières organiques) sont utilisées pour définir des niveaux de pollution organique. Elles sont pratiquées en particulier en Allemagne et en Hollande où elles sont normalisées.

Certains groupes taxonomiques ont fait l'objet d'indices spécifiques. C'est le cas des diatomées, des macrophytes (pour la qualité générale de l'eau), des oligochètes et des diptères chironomides (pour la qualité de l'eau et des sédiments).

- D'autres méthodes, dites des «indices biotiques», fondées **sur l'étude simplifiée de la faune invertébrée benthique**, tiennent aujourd'hui une place prépondérante par les possibilités d'application beaucoup plus étendues que les méthodes précédentes, qui sont considérablement plus lourdes et nécessitent un personnel important et très spécialisé.

Elles sont basées sur un examen global de la macrofaune benthique récoltée suivant un protocole

(1) Nous renvoyons le lecteur à cette référence qui fait l'analyse bibliographique des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux.

d'échantillonnage standard. L'indice est donné par un tableau faisant intervenir la nature de la faune récoltée (groupes indicateurs de sensibilité différente aux perturbations) et sa variété. Leur utilisation ne nécessite ni détermination à l'espèce des organismes, ni comptage exhaustif des individus.

Différentes méthodes ont été utilisées en France, depuis l'Indice Biotique (Ib, Verneaux et Tuffery, 1967) adapté du Biotic Index utilisé par la Trent River Authority en

Angleterre (Woodiwiss, 1964), suivi de l'Indice de Qualité Biologique Globale (I.Q.B.G., Verneaux et al, 1976), puis de l'Indice Biologique de qualité Générale (I.B.G. Verneaux et coll., 1982), proposé comme indice expérimental (Indice Biologique Global, AFNOR, 1985), normalisé enfin sous l'appellation «Indice Biologique Global Normalisé» (I.B.G.N.). 10

La comparaison de leurs différentes caractéristiques est résumée dans le tableau 1.

TABEAU 1 : COMPARAISON DES DIFFÉRENTS INDICES BIOLOGIQUES MACROINVERTÉBRÉS UTILISÉS EN FRANCE AYANT AMENÉ À L'ÉLABORATION DE L'IBGN

	Indice Biotique	Indice de Qualité Biologique Globale	Indice Biologique Global	
	Ib 1967	IQBG 1976	IBG expérimental 1985	I.B.G.N. 1992
Échantillonnage	• 3 prélèvements en faciès lotique (courant) • 3 prélèvements en faciès lentique (calme)	- 6 prélèvements effectués en fonction de couples granulométrie/ vitesse de courant, repérés par ordre d'habitabilité	• 8 prélèvements en fonction de couples granulovégétation/vitesse de courant, repérés par ordre d'habitabilité	• Idem I.B.G. Modification de l'ordre des supports dans le protocole d'échantillonnage
Matériel	• Surber 1/10 m ² (courant) • drague ou filet troubleau (calme)	• Idem Ib	• Surber (1/20 m ²) transformable en haveneau (courant + calme)	• Idem I.B.G. exp.
Identification taxonomique	• Unité systématique (U.S) variable selon les groupes (ordre, classe, famille ou genre)	• Idem Ib mais mieux adapté aux connaissances taxonomiques	• Unité taxonomique très généralement la famille (sauf exception)	• Idem I.B.G. exp.
Méthode de détermination de l'indice	Tableau : - 7 groupes faunistiques repères (= 16 indicateurs) subdivisés en 2 selon le nombre d'U.S. représentées - 5 classes de variété taxonomique (nbre d'U.S.) avec limite inf. de la classe maxi à 16 U.S.	- Tableau : - 8 groupes faunistiques repères (= 25 indicateurs) subdivisés en 2 selon le nombre d'U.S. - Idem Ib, avec limite inf. de la classe maxi à 31 U.S.	Tableau : - 8 groupes faunistiques repères non subdivisés (= 38 indicateurs) - 12 classes de variété taxonomique avec limite inf. de la classe maxi à 40 U.S., et répertoire de 135 taxons pris en compte	Tableau ajusté : - Déplacement de taxons indicateurs - 14 classes de variété avec limite inférieure de la classe maxi à 50 U.S. et répertoire de 138 taxons
Seuil de représentativité (= nombre mini. d'individus nécessaire pour la prise en compte du taxon)	2	2	1 pour la variété taxonomique, 3 pour les taxons indicateurs	1 pour la variété taxonomique, 3 ou 10 pour les taxons indicateurs
Notation	• Ind. biotique lotique Ibc/10 • Ind. biotique lentique Ibl/10 • Ind. biotique moyen $Ib/10 = \frac{Ibc + Ibl}{2}$	Indice / 20	Indice global / 20	Indice global / 20

1. L'APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES EAUX COURANTES À L'AIDE DES MÉTHODES BIOLOGIQUES

1.2 L'INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL

Cet indice repose sur les mêmes principes fondamentaux que l'Indice Biotique et l'Indice de Qualité Biologique Globale. Mais de profondes modifications de l'échantillonnage et de l'exploitation des données faunistiques ont été apportées, afin de disposer d'une méthode plus sensible et plus précise et qui prenne mieux en compte l'ensemble des niveaux typologiques des systèmes d'eau courante.

La mise au point de cet indice s'est appuyée sur des analyses statistiques de nombreuses données issues de l'application des protocoles expérimentaux antérieurs.

Ces démarches ont permis de définir (Verneaux, 1984) :

- la taille minimale pratique du prélèvement (1/20 m²),
- le nombre nécessaire et suffisant de relevés (8),
- un protocole précis d'échantillonnage donnant une image de la mosaïque d'habitats,
- un répertoire bien défini des taxons utilisés. L'unité taxonomique retenue est, à de rares exceptions près, la famille. Cela limite les risques d'erreur d'identification et donne moins de poids aux influences typologiques.
- un tableau standard de détermination des valeurs indicelles (0 - 20) suivant la nature et la variété taxonomique de la faune benthique récoltée selon le protocole proposé.

Le classement des groupes indicateurs est issu de deux séries d'analyses factorielles de la distribution des familles dans des stations non ou faiblement dégradées puis diversement altérées du rhithron et du potamon.

Depuis sa publication par l'AFNOR en octobre 1985, la norme expérimentale I.B.G. a fait l'objet de nombreuses applications, principalement par les Services de l'Eau et des Milieux Aquatiques des DIREN (ex SRAE). Une exploitation mathématique des résultats disponibles (965 relevés I.B.G. couvrant la période 1986 - 1989 et répartis sur 603 stations du Réseau National de Bassin) a permis de confirmer la valeur indicatrice des notes obtenues par l'I.B.G. et de dégager des enseignements sur les relations entre les facteurs du milieu et la macrofaune benthique des rivières (GREBE, Étude Inter Agences, 1991).

Par ailleurs, l'analyse de la co-structure faune / physico-chimie a amené une réorganisation de la liste des groupes indicateurs du tableau d'analyse faunistique afin d'évaluer plus correctement la note indicelle, ainsi qu'une extension de la gamme de diversité pour mieux

rendre compte de la capacité biogène des grandes rivières (Bourrain, 1992).

Actuellement homologuée (AFNOR, décembre 1992), l'I.B.G.N. constitue aujourd'hui la forme officialisée de l'I.B.G. Il en reprend l'essentiel de la méthodologie avec certains changements concernant :

- la modification de l'ordre des supports dans le protocole d'échantillonnage,
- l'ajustement du tableau de détermination de l'indice (déplacement de certains taxons indicateurs, modification des classes de variété, ...),
- Un répertoire de 138 taxons au lieu des 135 taxons précédemment utilisés.



2.1 OBJET, SIGNIFICATION ET LIMITES DE L'I.B.G.N.

«L'Indice Biologique Global constitue une information synthétique exprimant l'aptitude d'un site d'eau courante au développement des invertébrés benthiques toutes causes confondues. Il permet un classement objectif des qualités biogènes de sites appartenant à des systèmes différents, naturels, modifiés, artificiels ou diversement dégradés». (Verneaux et coll., 1982).

En raison du caractère intégrateur des organismes étudiés, cette méthode permet de situer la qualité biologique d'un site en dehors de toute présomption relative à la nature d'une quelconque perturbation. Appliquée comparativement, elle permet d'évaluer l'effet d'une modification du milieu, de type naturel (affluence, modification du substrat, réchauffement des eaux...) ou provoquée artificiellement (rejet, recalibrage du lit...).

Cette méthode est utilisée pour compléter les techniques usuelles de qualification et de détection des sources de perturbation (analyses physico-chimiques des eaux par exemple) par une indication ayant une signification différente, puisque visant à caractériser les perturbations par leurs effets et non par leurs causes, et plus globale puisque traduisant à la fois les caractéristiques de l'eau et du substrat.

L'I.B.G.N. est un outil de diagnostic parmi d'autres, une aide à l'interprétation de l'ensemble des informations recueillies sur le milieu étudié et, comme tous les outils de ce genre, il présente des limites d'application. En effet, les observations suivantes sont à considérer :

- la valeur de référence est voisine de 20 dans la plupart des milieux non perturbés, mais elle peut être plus faible dans des situations typologiques extrêmes ou dans des milieux particuliers, sans qu'une perturbation en soit la cause (2.2, 3.2).
- la valeur de l'I.B.G.N. peut présenter une variabilité saisonnière, conséquence des cycles biologiques de la macrofaune benthique et de l'évolution des conditions du milieu (2.4)
- les invertébrés réagissent moins à certaines composantes spatiales du milieu telles que la hauteur d'eau et la largeur du lit mouillé (qui agissent surtout au niveau des poissons) et présentent des sensibilités sélectives aux différents facteurs de perturbation (3.4).
- les effets d'une même perturbation peuvent s'exprimer de manière différente selon le niveau typologique du site (3.4.1).

C'est pourquoi l'I.B.G.N. est une note indicelle qui prend toute sa valeur avec l'interprétation indispensable qui en est faite. Son utilisation implique de la part de l'hydro-

2. AIDE À L'APPLICATION DE LA NORME

biologiste une bonne connaissance du terrain, de l'organisation et du fonctionnement de l'hydrosystème et des problèmes liés aux perturbations.

Quant à la limite de précision de la méthode, un écart de 1 point entre deux stations peut être considéré comme significatif, en particulier lorsqu'il est répétitif. En contrepartie, une note invariable ne signifie pas forcément qu'il n'y a pas d'effet perturbant, celui-ci pouvant ne pas être traduit par cette méthode.

2.2 MILIEUX CONCERNÉS

Tous les milieux d'eau douce courante peuvent faire l'objet d'un I.B.G.N. dans la mesure où le protocole normalisé d'échantillonnage peut être strictement respecté (condition première d'utilisation de la norme). De ce fait, les stations praticables avec le matériel préconisé par la norme (2.6) peuvent faire l'objet d'un I.B.G.N..

La norme ne sera donc pas appliquée aux cours d'eau pour lesquels :

- la profondeur excède environ 1m sur la majorité du lit mouillé,
- la vitesse excessive du courant ne permet pas d'échantillonner l'ensemble de la mosaïque d'habitats,
- la turbidité de l'eau empêche de visualiser les supports.

■ Milieux exclus

• **Les zones estuariennes** sont exclues du fait que leur faune benthique n'est pas strictement dulçaquicole (disparition de certaines espèces d'eau douce strictes, apparition d'espèces d'eau saumâtre), ainsi que **les sources et les ruisselets** qui leur font suite et qui ne sont pas échantillonnables selon la norme en raison de leurs petites dimensions.

• **Cas des grands cours d'eau** : La grande profondeur de ces milieux ne permet généralement pas l'échantillonnage dans le strict respect des conditions de la norme : nécessité d'utiliser un appareillage particulier différent du matériel préconisé par la norme (2.6), impossibilité de prélever selon l'agencement du tableau de protocole d'échantillonnage (2.7) puisque les prélèvements se font le plus souvent en aveugle, difficulté de respecter la surface de prélèvement préconisée.

Pour ceux-ci, une méthodologie adaptée s'inspirant de l'I.B.G.N. peut être utilisée. Les prélèvements peuvent être effectués uniquement en rives si on s'est assuré auparavant que le chenal n'amène rien sur le plan faunistique. Dans le cas contraire, le chenal fera l'objet d'investigations sur les hauts fonds à partir d'un bateau ou en zone de radier de pont par exemple, ou bien en grande profondeur avec du matériel et des méthodes particu-



lières (plongée, carottier, benne, drague, pompe aspirante...), l'objet étant de pratiquer de **manière reproductible et comparative entre les stations**.

Le tableau d'analyse faunistique de l'I.B.G.N. peut être utilisé mais la note obtenue, qui a l'intérêt d'être comparative, ne doit pas être dénommée I.B.G.N.

Des expériences de ce type ont été réalisées sur des cours d'eau des bassins Rhône - Méditerranée - Corse (Rhône, Saône, Isère) (Agence de l'eau RMC, 1990). et Seine - Normandie (Marne)

■ Milieux particuliers

Dans le cas des milieux pauvres au sens de peu diversifiés naturellement (zones de source, rivières de haute altitude, exutoires de lac, rivières sur substrat tourbeux, marneux, sableux ...) ou de par leur conception (petits canaux peu profonds), ainsi que des milieux particuliers comme les zones calmes annexes des grands cours d'eau de plaine, les résultats sont à interpréter avec prudence. La note indicelle peut être faible même en dehors de toute perturbation (3.2).

Appliquée comparativement, la méthode y est peu sensible en raison même de la nature de la faune et de la faible valeur de l'indice.

Les zones de source ou d'exutoire de lac ne peuvent donc correspondre à des milieux de référence absolue pour les stations situées plus en aval sur le cours d'eau.

2.3 DOMAINES D'APPLICATION

2.3.1 OBJECTIFS

L'I.B.G.N. peut être utilisé avec des objectifs différents :

- **Situer la qualité biologique d'un site d'eau courante considéré isolément**, dans une gamme typologique générale, dans le but par exemple de compléter le diagnostic mené par d'autres techniques plus usuelles (analyses de l'eau), d'en préciser les potentialités ou les sensibilités, de dresser un état de référence avant aménagement...
- **Suivre l'évolution au cours du temps** (au cours de l'année ou d'une année à l'autre) **de la qualité biologique d'un site**.

Dans ce cas, on tente de définir les causes de l'évolution éventuelle de l'indice. Elles peuvent être de plusieurs sortes :

- soit naturelles et induites par les cycles saisonniers des espèces, l'hydrologie, la température, le développement de la végétation ...,

- soit humaines et provoquées par la modification des caractéristiques du milieu (qualité de l'eau et du substrat),
- soit mixtes, certaines causes naturelles pouvant également entraîner une évolution de la qualité du milieu (altération de la qualité de l'eau en période d'étiage).
- **Suivre l'évolution dans l'espace** (amont - aval) **de la qualité biologique d'un cours d'eau**. Dans ce cas également on tente d'évaluer les causes de l'évolution éventuelle de l'indice et là encore, elles peuvent être de plusieurs sortes :
 - soit naturelles et induites par l'évolution des caractéristiques du milieu. Par exemple une baisse d'indice entre deux stations peut être due à une moins bonne habitabilité du substrat. L'évolution de la typologie stationnelle peut également être invoquée.
 - soit humaines et conditionnées par l'évolution des conditions du milieu (altération ou amélioration de la qualité de l'eau par exemple),
 - soit mixtes, dans ce cas on tente de les distinguer.
- **Évaluer, dans les limites de ses sensibilités, l'effet d'une perturbation sur le milieu** (par exemple en amont et en aval d'un rejet).

Chacun des objectifs et des problèmes posés nécessite l'adoption de méthodes adaptées en ce qui concerne le choix de la station (2.5), le nombre et la période d'échantillonnage (2.4), l'analyse des échantillons (2.9).

L'objectif de l'étude doit donc être notifié par le commanditaire à l'organisme opérateur.

2.3.2 PRINCIPALES CATÉGORIES DE PERTURBATION

Les activités humaines font souvent partie des principaux facteurs de variabilité de l'indice. Mais la réponse de l'I.B.G.N. peut être plus ou moins précise selon le type de perturbation.

L'étude mathématique de la relation entre les facteurs du milieu et l'I.B.G. réalisée dans le cadre du bilan d'application de cet indice en France (GREBE, Étude Inter Agences, 1991), a montré que la corrélation est bonne avec :

- les pollutions classiques à dominante organique, surtout par l'intermédiaire de la variation du groupe faunistique indicateur (3.4.1),
- les perturbations physiques du milieu qui induisent une modification de la nature du substrat, par l'intermédiaire surtout de la variation de la richesse faunistique et dans une moindre mesure du groupe indicateur (3.4.5 et 3.4.6).

Remarque : signalons que la vitesse d'écoulement a une influence sur le groupe indicateur qui est expliquée par le caractère souvent rhéophile des groupes indicateurs les plus polluosensibles. Par ailleurs, on notera que les habitats de type cailloux - galets en faciès lotique et les débris végétaux en faciès lentique sont parmi les plus hospitaliers à la faune et que les bryophytes constituent un élément favorable à l'obtention d'un groupe indicateur élevé.

Par contre, l'I.B.G.N. répond de façon moins précise à d'autres types de perturbation comme celles liées aux modifications du régime hydrologique (3.4.7) ou aux rejets toxiques (3.4.2).

Aussi, dans le cadre de l'évaluation des effets d'une perturbation, l'emploi de l'I.B.G.N. est spécialement indiqué pour les perturbations qui induisent une modification de la qualité organique de l'eau et de la nature du substrat :

- **rejet de type urbain (à dominante organique),**
- **pollution par les matières en suspension (vidange, extraction de granulats...),**
- **effets secondaires de certains types de rejets (organiques, métalliques) et de l'eutrophisation par dénaturation des fonds.**

Pour les autres types de perturbation, et en l'état actuel de nos connaissances, l'I.B.G.N. semble être moins performant et des extensions au protocole normalisé de base sont à envisager pour affiner le diagnostic (3.4).

Par ailleurs, l'I.B.G.N. traduisant la structure d'une biocénose constituée d'organismes intégrateurs sur le long terme, il est surtout sensible à des perturbations de type chronique ou bien à des perturbations de type intermittent suffisamment intenses pour entraîner une mortalité immédiate ou une accentuation de la dérive naturelle.

2.4 PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE

La norme n'impose pas de période du prélèvement si ce n'est que cette dernière doit correspondre à **un débit stabilisé depuis au moins 10 jours**. Cependant, l'I.B.G.N. peut être influencé par l'époque à laquelle il est effectué.

La norme précise par ailleurs que la mise en évidence des perturbations est facilitée dans les situations extrêmes, au moment des basses eaux, (débit minimal, température

maximale) ou en période critique (rejets, activités humaines saisonnières, etc...).

2.4.1 NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS ET PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE

Il est connu que les communautés invertébrées aquatiques évoluent au cours de l'année du fait des cycles saisonniers des espèces et de l'évolution des conditions du milieu (hydrologie, qualité de l'eau, végétation aquatique...).

Il n'est donc pas étonnant de constater que les valeurs des indices biologiques ne sont pas totalement indépendantes du facteur saisonnier. L'exploitation statistique des résultats obtenus ces dernières années (Études Inter Agences, GREBE, 1991; AQUASCOP, 1993) montre que globalement trois périodes peuvent être reconnues :

- une période d'hiver, de décembre à avril,
- une période de printemps - début d'été, de mai à juin - juillet,
- une période d'été - automne, de juillet à novembre.

Les valeurs de l'indice peuvent évoluer différemment entre ces trois périodes selon les milieux considérés, même si souvent la période estivale correspond à la note indicelle la plus faible (période critique en termes de débit, de température...).

Se pose alors le problème du choix de la période de l'année la plus favorable à l'évaluation biologique par l'I.B.G.N.

- **La période de basses eaux estivo-automnales**, qui conjugue des conditions particulières : concentration maximale des pollutions, températures élevées, faibles perturbations hydrauliques, bonnes conditions de prélèvement, **peut être considérée comme la période d'application standard de la méthode.**

Cependant, si la période estivale correspond souvent à la période la plus critique sur le plan du potentiel biogène de la rivière, ce n'est pas toujours le cas : hautes eaux froides pour les rivières à régime nival, arrêt saisonnier des activités industrielles polluantes, développement de la végétation aquatique qui favorise la richesse faunistique...

C'est pourquoi, en définitive la période de prélèvement est choisie surtout en fonction de l'objectif de l'étude (il va de soi que l'étude des effets des rejets d'une station de ski ne pourra être menée qu'en période hivernale, qui de plus a le mérite de correspondre aux conditions de basses eaux).



- Une seconde période de prélèvement permet de mesurer l'écart entre la situation la plus défavorable et la situation la moins défavorable, généralement au printemps (Verneaux, 1984), ou bien de suivre deux situations non simultanées jugées défavorables (par exemple un étiage à une époque de l'année et des rejets maximums à une autre époque).

D'après l'expérience des utilisateurs de la méthode, **un minimum de deux périodes par an apparaît le meilleur choix pour bien juger le milieu.**

Signalons que, dans certains cas particuliers, la mise en évidence d'une perturbation ponctuelle peut être plus facile en situation globale peu défavorable quand la note de référence en amont de la perturbation n'est pas trop faible (l'écart indiciel entre l'amont et l'aval de la perturbation est alors plus important).

Par ailleurs, la période des hautes eaux est toujours exclue compte tenu des difficultés d'échantillonnage à cette époque.

■ Cas d'un réseau de mesures

Il est préconisé d'effectuer deux campagnes de prélèvements, l'une en période critique, l'autre en période plus favorable. La période critique dépend de l'hydrologie et des variations saisonnières d'apports polluants. Du point de vue de l'hydrologie, elle s'observe le plus souvent en étiage estival pour les rivières à régime pluvial, en étiage hivernal pour les rivières à régime nival. La période favorable s'observe souvent au printemps pour les rivières à régime pluvial.

■ Cas d'une étude de perturbation

Une campagne de prélèvement peut être suffisante, à une période où les effets de la perturbation sont le mieux transcrits par l'I.B.G.N.

Si l'activité polluante est saisonnière, on procède au minimum deux à trois semaines après sa reprise.

■ Cas d'un profil en long d'un cours d'eau

La totalité des prélèvements doit être réalisée dans le minimum de temps de façon à s'affranchir des conditions climatiques (variations de débit).

■ Cas d'un suivi dans le temps d'un site

Il convient de prélever chaque année à la même époque pour s'affranchir des variations saisonnières de l'I.B.G.N.

■ Cas des études d'impact

La circulaire du 15 avril 1981 rappelle que «pour être techniquement valable, l'étude d'un milieu hydrobiologique

doit être poursuivie sur une période minimale d'un an, correspondant à un cycle hydrobiologique et nécessitant au moins une campagne de prélèvements par trimestre». Mis à part le fait que l'utilisation de l'I.B.G.N. n'est pas toujours la méthode la plus appropriée (chapitre III) et jamais suffisante pour apprécier un état initial et les effets d'un projet, les 4 campagnes trimestrielles ne paraissent pas toujours justifiées, compte tenu des considérations évoquées, surtout dans la mesure où l'une d'elles correspond à une époque de hautes eaux difficilement échantillonnable. Il pourrait être plus pertinent de regrouper certains des prélèvements en périodes critiques.

2.4.2 CONDITIONS HYDROLOGIQUES

Le prélèvement est réalisé pour des conditions de débit qui permettent l'investigation de l'ensemble des habitats d'une station (donc en dehors des périodes de hautes eaux) et pour un régime hydrologique stabilisé de façon à s'affranchir des effets consécutifs à des événements hydrologiques exceptionnels tels que :

- tarissement du cours d'eau qui entraîne la disparition d'une partie de la biocénose ou son enfouissement dans le substrat sous-jacent,
- crue qui entraîne le remaniement des communautés par dérive invertébrée et bouleversement du substrat.

On attend, pour prélever, le retour à une situation plus normale pour l'époque tant sur le plan hydrologique que biocénotique. L'opérateur doit estimer cette durée qui dépend de l'importance de l'événement hydrologique et des facultés de recolonisation du milieu par la dérive invertébrée (présence ou non d'affluents permettant l'ensemencement, richesse et diversité de leurs biocénoses...).

Cette durée est au minimum de 10 à 15 jours (temps de colonisation d'un substrat artificiel), de préférence 3 semaines pour s'affranchir de tout risque, et peut demander quelques mois pour des crues exceptionnelles dans des réseaux hydrographiques pauvres au plan faunistique.

Pour ces différentes raisons, il est indispensable de reporter sur la fiche descriptive de la station ou sur le tableau d'échantillonnage les conditions hydrologiques lors du prélèvement et des jours précédents. On portera dans le procès verbal d'essai l'hydrogramme de la rivière dans la mesure des disponibilités. Il en sera tenu compte pour l'interprétation de l'indice.

2.5 CHOIX DE LA STATION

L'I.B.G.N. est établi par station. La norme ne renseigne pas quant à la nature de celle-ci.

2.5.1 CRITÈRES DE CHOIX

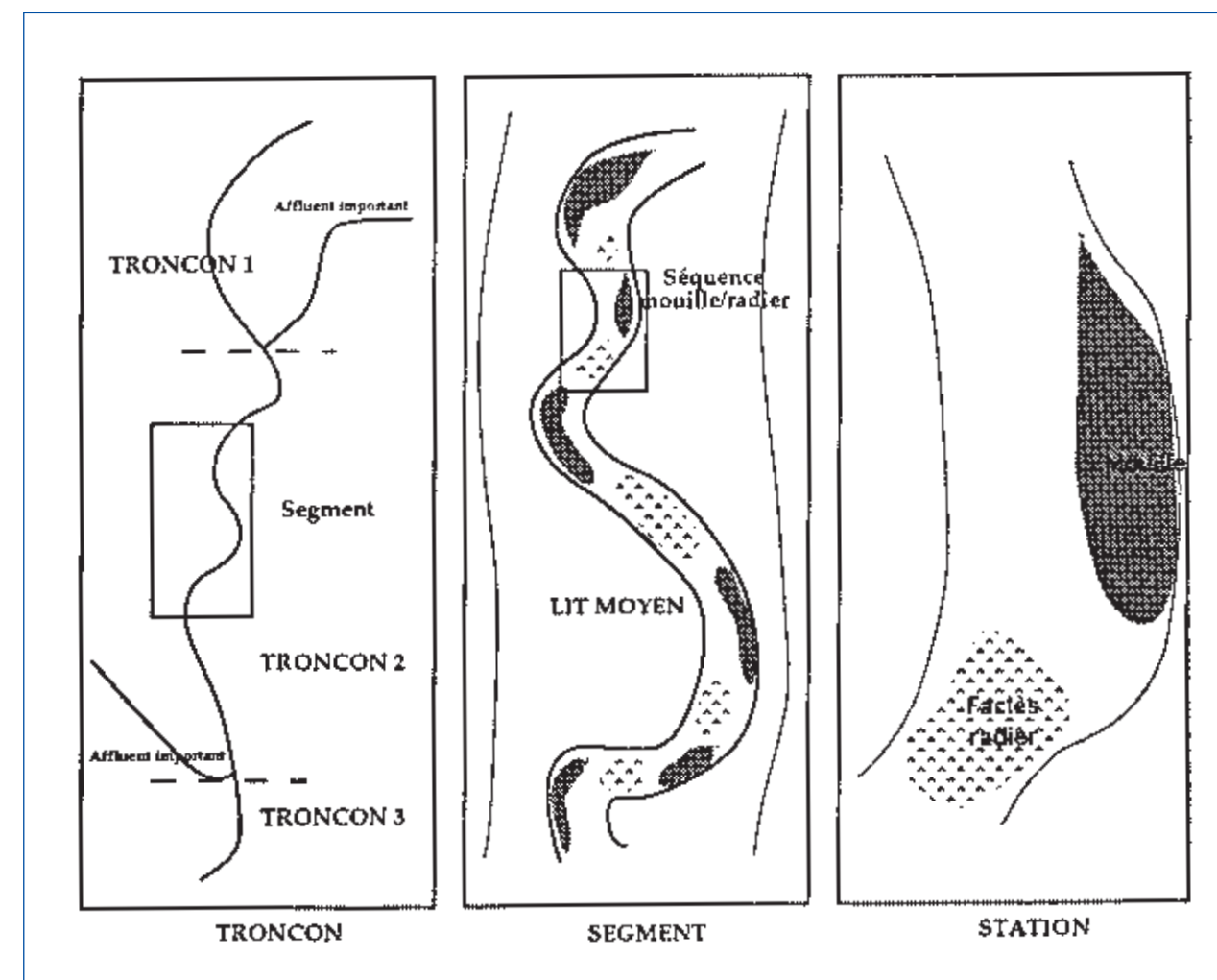
Le choix de l'emplacement de la station est fait en fonction de l'objectif de l'étude. Pour cela on distinguera sans exclusivité trois grands types de stations qui correspondent à des critères particuliers (les appellations ci-après sont conventionnelles) :

- **La station «représentative» d'un segment de cours d'eau. Elle est retenue pour évaluer la qualité générale du milieu par rapport aux segments qui l'encadrent.**

À l'instar de Malavoi (1989), un segment de cours d'eau est caractérisé par une relative homogénéité des faciès ou séquences de faciès ainsi que de la morphologie en plan (par exemple, segment méandriforme à séquence radier / mouille, segment rectiligne à rapides...). Il s'inscrit dans un tronçon dont les limites sont établies sur la base de paramètres géomorphodynamiques se traduisant par de nettes modifications de la morphologie générale de la rivière.

Les 8 habitats de l'échantillon sont recherchés dans le faciès ou la séquence de faciès caractéristique du segment (figure 1).

FIGURE 1 : IDENTIFICATION D'UNE STATION «REPRÉSENTATIVE» D'UN SEGMENT DE COURS D'EAU (D'APRÈS MALAVOI, 1989)





À l'intérieur de ce segment on peut éventuellement distinguer des sous-unités sur des critères particuliers qui peuvent agir sur la composition de la biocénose : ombrage, nature des rives, qualité de l'eau...

- La station «informative» correspond à un site isolé dans un segment de cours d'eau qui constitue un accident écologique et de ce fait n'est pas représentatif de ce segment (par exemple, un radier installé dans un faciès de type chenal profond).

De telles stations sont parfois utilisées pour un suivi dans le temps de la qualité de cours d'eau qui ne sont pas prélevables ailleurs que dans ce type de milieu (cours d'eau profonds, grandes rivières) ou bien de cours d'eau à fond homogène et peu biogène (exemple, rivière à fond de sable, de marnes...) pour lesquels la faune benthique occupe préférentiellement ce type de faciès.

Dans ce cas, la note obtenue est porteuse d'une information qui ne peut pas être extrapolée au cours d'eau. L'interprétation sera menée avec beaucoup de précautions.

- La station «de comparaison» fait partie d'un couple de stations qui sont choisies de part et d'autre d'une perturbation dont on veut évaluer les effets sur le milieu.

Elle devra satisfaire à certains critères spécifiques de façon à répondre au mieux au problème étudié. Par exemple, les habitats des 2 stations encadrant un rejet polluant dont on veut étudier les effets devront être comparables, sauf bien entendu si le rejet entraîne une modification du substrat (envasement).

On tentera dans la mesure du possible de faire en sorte que ces stations «de comparaison» soient également «représentatives» du segment du cours d'eau concerné, mais parfois les conditions locales imposées par l'objectif de l'étude en font autrement.

2.5.2 PARAMÈTRES DESCRIPTIFS

Les principales caractéristiques de la station sont portées dans une fiche descriptive qui renseigne avec précision les conditions d'environnement dans lesquelles se situe la biocénose, que celles-ci soient stables et dépendantes du choix de la station (altitude, nature du substrat, catégorie piscicole...) ou variables en fonction de la période de l'année (vitesse d'écoulement, profondeur, végétation aquatique, ensoleillement...). Ces données seront utilisées pour l'interprétation de l'inventaire faunistique.

La liste des composantes environnementales fournie ci-après constitue un minimum pour une correcte description de la station.

Identification de la station

- Nom du cours d'eau
- Nom de la station ou code
- Département
- Coordonnées Lambert
- Localisation exacte
- Catégorie piscicole
- Nature de l'étude
- Station «représentative», «informative», «de comparaison».

Caractéristiques du lit

- Largeur du lit mouillé
- Faciès d'écoulement : mouille, radier, plat, rapide, escalier, cascade, chenal lotique...
- Nature des berges : naturelles, artificielles, plates, inclinées, verticales
- Végétation des rives : absente, éparse, dense, herbacée, arbustive, arborée
- Ensoleillement : nul, moyen, fort
- Environnement : prairial, forestier, agricole, urbain
- Nature géologique du B.V. : saline, calcaire, argileuse, gréseuse, cristalline
- Pente

Granulométrie du fond

- Bloc : > 250 mm (petits : 250 - 600 mm, gros > 600 mm)
- Pierre-galets : 25 mm - 250 mm : (petits : 25 - 150 mm, gros : 150 - 250 mm)
- Granulats grossiers : 2,5 mm - 25 mm
- Sables et limons : < 2,5 mm
- Sédiments fins +/- organiques, vases : ≤ 0,1 mm

Pour chacun de ces éléments granulométriques, on précisera leur recouvrement en granulométrie dominante et granulométrie accessoire.

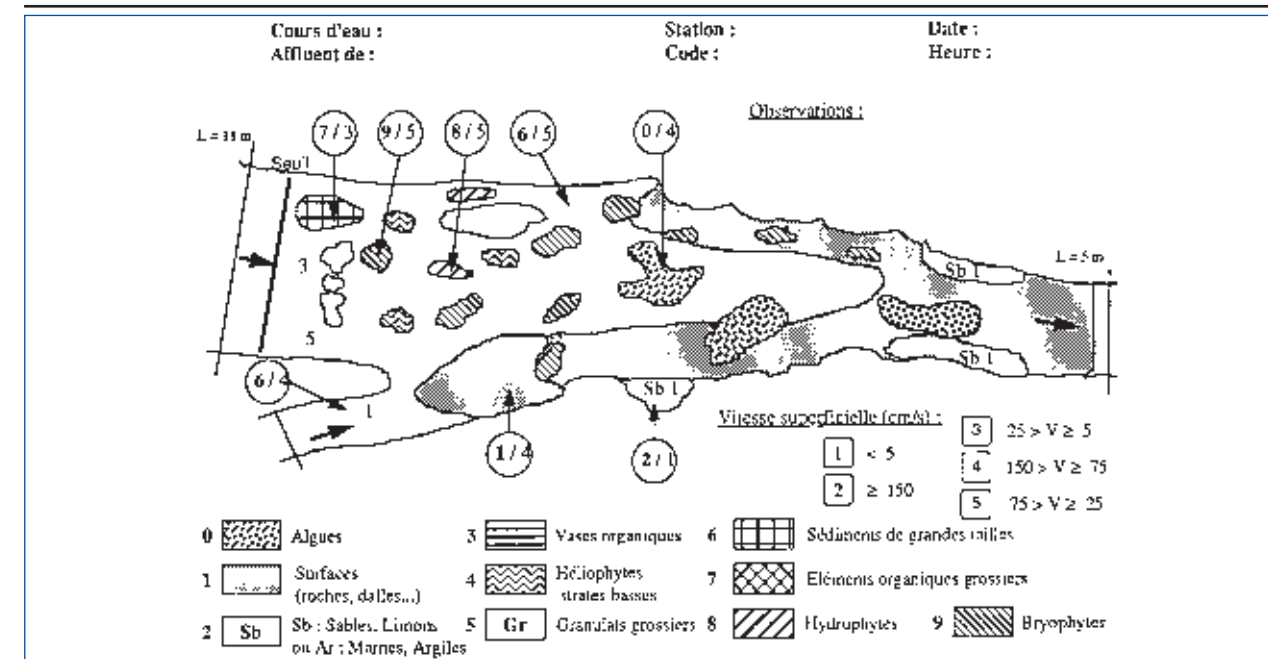
On précisera en outre si le substrat est ouvert ou fermé, stable ou instable, l'abondance des débris végétaux, la présence d'un colmatage et sa nature (minéral, organique).

Végétation aquatique

- Bactéries et champignons
- Mousses
- Diatomées
- Phanérogames émergées
- Algues filamenteuses
- Phanérogames immergées

On précisera l'importance du recouvrement (accessoire ou dominante) de ces catégories végétales.

FIGURE 2 : CARTOGRAPHIE DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS (D'APRÈS DIREN LORRAINE)



2.5.3 CARTOGRAPHIE

Pour permettre des comparaisons, notamment lorsque les opérateurs sont différents, il est conseillé de cartographier la station en indiquant l'emplacement des habitats échantillonnés. Cela permet, outre une bonne appréhension de la nature de la station, de prélever à chaque passage les mêmes habitats ou d'apprécier leur éventuelle modification. Il est généralement suffisant de cartographier les deux paramètres les plus importants : le substrat et le mode d'écoulement (figure 2).

2.5.4 NOMBRE DE STATIONS A ÉTUDIER

Le nombre de stations est fonction des objectifs de l'étude.

Rappelons que pour l'étude des effets d'une perturbation, il est souvent utile de retenir deux stations en aval de la perturbation : une première à proximité de la source perturbante pour évaluer les effets maximums, une seconde plus éloignée pour estimer la récupération du milieu.

2.6 APPAREILLAGE DE PRÉLÈVEMENT

L'appareillage utilisé pour le prélèvement est celui décrit dans la norme à l'exclusion de tout autre type.

Il est équipé d'un filet d'ouverture de maille Ø 500 µm. Ce filet sera suffisamment long pour limiter le colmatage et la fuite des individus. Il est nécessaire de le vider et de le

nettoyer après chaque prélèvement pour éviter des mélanges de faune.

- Utilisé pour le faciès lotique en échantillonneur de type "Surber" avec une base de surface de 1/20 m² (figure 3).

La base du Surber est posée sur le fond du lit de façon à encadrer l'habitat à échantillonner, l'ouverture du filet face au courant. Le support est "nettoyé" à la main. Les substrats meubles seront échantillonnés sur une épaisseur de quelques centimètres.

Lorsque le support présente une surface supérieure à 1/20 m² (bloc) et ne peut entrer dans la base du Surber, il est préconisé de le prospecter devant l'appareil, les organismes étant emportés par le courant vers le filet. La surface supplémentaire échantillonnée par rapport à celle du Surber compense la perte d'une partie des organismes.

- Utilisé pour le faciès lentique en troubleau (figure 4).

La prospection au troubleau s'effectue, si possible, par traction sur 50 cm ou, à défaut, par mouvement de va et vient sur une surface équivalente. La surface supplémentaire prospectée par rapport à celle du "Surber" compense la fuite d'une partie des individus.

Pour la prospection des végétaux immergés, on prélève la totalité de la touffe qui correspond à une surface de 1/20 m² au niveau de sa base, excepté la partie qui est en contact avec le fond, souvent riche en sédiments fins et qui constitue un habitat à part. Dans la pratique, on introduit le végétal dans le filet, on le coupe et on le nettoie.



AFNOR, 1992

FIGURE 3 : ÉCHANTILLONNEUR DE TYPE "SURBER"

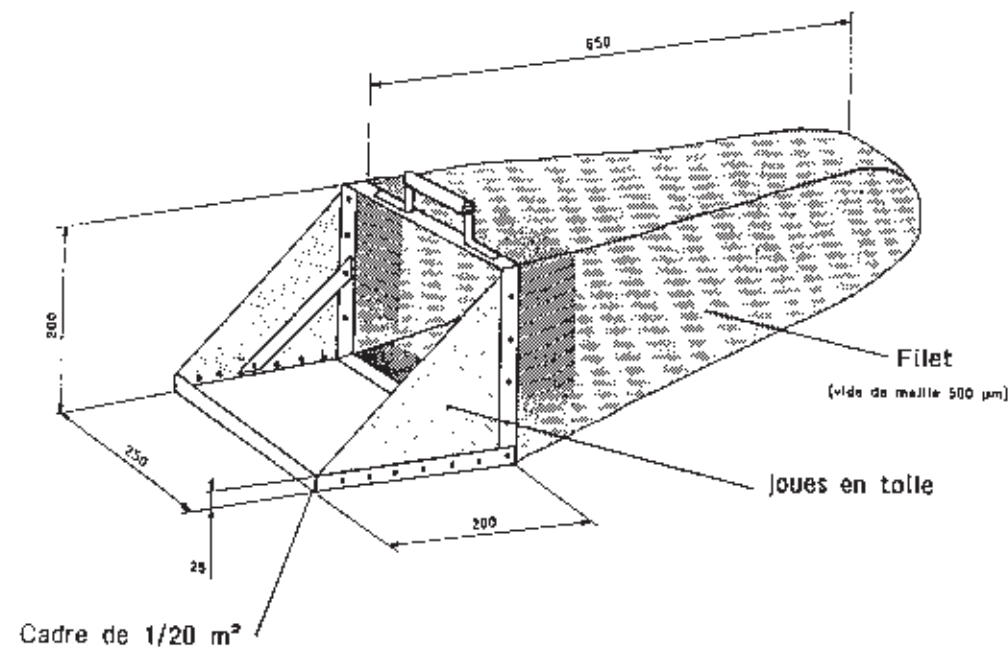
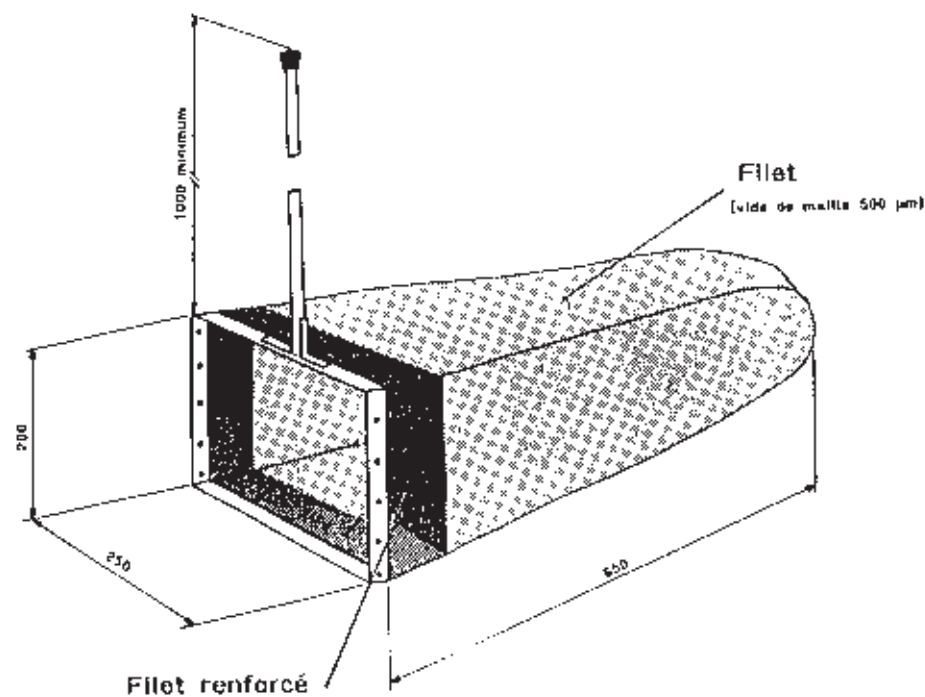


FIGURE 4 : ÉCHANTILLONNEUR DE TYPE "HAVENEAU"



Le troubleau peut être exceptionnellement utilisé en faciès lotique profond lorsque la hauteur d'eau reste importante à l'étiage.

Ce type d'appareillage entraîne des contraintes en termes de profondeur du milieu échantillonné. On considère qu'au-delà de 1 m de profondeur, ces appareils sont difficilement utilisables. **Aussi la norme n'est applicable en toute rigueur qu'aux cours d'eau dont la profondeur à l'étiage n'excède pas 1 m environ sur la majorité du lit mouillé.**

Les milieux qui nécessitent un appareillage particulier (par exemple, les cours d'eau profonds qui sont échantillonnés à l'aide de drague, carottier...), peuvent faire l'objet d'une étude biocénotique du type de l'I.B.G.N., **mais la note obtenue n'est pas dénommée I.B.G.N. (2.2).**

2.7 PRATIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour une station, l'échantillonnage de faune benthique est constitué de 8 prélèvements de 1/20 m² effectués séparément dans 8 habitats distincts parmi les combinaisons définies dans le tableau de protocole d'échantillonnage à remplir pour chaque station (tableau 2).

L'ensemble des 8 prélèvements doit donner une idée de la diversité des habitats de la station.

Des études (Lionnet et Nicod, 1982, In Verneaux, 1982) ont montré que ces 8 prélèvements permettaient de récolter en règle générale près de 95 % des taxons présents dans la station.

L'utilisation du tableau d'échantillonnage (2.7.2) permet de prélever les substrats par hospitalité décroissante pour la faune. Ce mode opératoire précis a pour objectif d'éviter, par une prospection méthodique, l'oubli d'un support à forte capacité biogène ou susceptible d'apporter des taxons associés à des habitats particuliers.

On recherche ainsi l'obtention d'un bilan le plus complet possible des taxons présents sur le site à l'aide d'une technique qui permet également de réduire les écarts entre opérateurs (Verneaux, 1982).

2.7.1 CHOIX DES HABITATS PROSPECTÉS

- Un habitat est caractérisé par son couple substrat - vitesse (S-V)
- Les différents supports prélevés sont recherchés dans la station dans l'ordre de la succession figurant en ordonnée du tableau d'échantillonnage (de 9 à 0). On passe à la catégorie suivante, soit lorsque le précédent support a été prospecté, soit

après avoir vérifié qu'il n'est pas présent de façon significative dans la station (cf. ci-après).

- Pour chaque catégorie de support (S), le prélèvement est réalisé pour la classe de vitesse (V) où le support est le plus représenté (démarche qui diffère de la norme provisoire qui privilégiait les vitesses les plus biogènes).

■ Vitesse

La vitesse en surface est au mieux mesurée au micro-moulinet, le plus souvent évaluée par la méthode du flotteur. Cette technique rudimentaire, plus facile à mettre en œuvre, est suffisante compte tenu de l'échelle des classes de vitesse qui est utilisée dans le tableau du protocole d'échantillonnage (la codification des classes de vitesse de la norme provisoire est maintenue dans le tableau d'échantillonnage du 2.7.2 pour des raisons pratiques d'informatisation).

■ Support

- Un support, pour être prélevé et comptabilisé comme tel, doit être **présent de façon significative dans la station**. Il doit pour cela représenter une surface minimale de 1/20 m² au niveau de l'habitat échantillonné. Par exemple, si les bryophytes ne sont présents qu'à l'état de quelques filaments fixés sur un bloc, le support correspondant est celui des blocs (S = 1), la mousse n'étant alors qu'un végétal associé au substrat.
- Pour certaines catégories de supports, l'opérateur a le choix entre plusieurs supports différents. **On choisit toujours le support dominant sans considération d'habitabilité**, de façon à privilégier la reproductibilité du résultat et réduire "l'effet opérateur". Par exemple, S = 7 : litières, branchages, racines ? ; S = 6 : pierres, galets ? ; S = 8 : myriophylles, callitriches, cératophylles, renoncules, potamots, élodées ?... Le support prélevé est alors noté sur le tableau d'échantillonnage.
- Catégorie de supports S = 7 : parmi les racines, on inclut dans cette catégorie les parties basses des hélophytes de type typha, roseau, jonc...
- Catégorie de supports S = 4 : les spermaphytes émergents de strate basse correspondent à des végétaux de type cresson, véronique, berule...
- Catégorie de supports S = 1 : les supports artificiels de type tôle, pneu... ne sont pas prélevés si leur présence est accidentelle, de façon à favoriser la reproductibilité des résultats.
- Il est évident que les catégories de supports S = 1 et S = 0 ne sont prélevées qu'à défaut d'un nombre insuffisant d'autres supports.



• **Algues** : dans le cas où les algues recouvrent une grande partie du fond du lit, elles sont retirées avant de prélever le substrat sous-jacent retenu (galet, bloc...). Les algues ne sont prospectées que lorsque toutes les autres catégories de support ont été échantillonnées. Leur position dans le bas du tableau d'échantillonnage s'explique par le fait qu'elles sont habituellement peu riches en faune et que, jouant souvent un rôle de "filtre", elles hébergent des organismes de la dérive dont la présence n'est pas forcément significative de la qualité de la station.

• Lorsqu'une station monotone (cours redressé, canal, lit de marne ou de sable...) ne présente pas les 8 types de supports différents, le nombre de prélèvements est complété à 8 par des prospections réalisées sur le **support dominant mais dans une gamme de vitesse différente** de celle déjà prospectée. Par exemple, si en premier passage le substrat dominant qui est de type 5 a été prélevé pour une gamme de vitesse 25 - 75 cm/s, en second passage un substrat de même type est recherché pour une gamme de vitesse voisine. **On cherche alors la gamme de vitesse sub-dominante.**

Il est suggéré d'en profiter pour prospecter les zones de bordures qui sont des milieux souvent riches et présentant des organismes particuliers. Dans le cas des prélèvements de bordures, on s'assurera que les habitats échantillonnés ne sont pas soumis à exondations régulières (cas des rivières aménagées subissant des marnages).

• Chaque opérateur a la possibilité, s'il le juge utile, de faire des prélèvements supplémentaires dans les habitats que le protocole peut ne pas l'avoir autorisé à prélever et qui pourraient apporter des renseignements complémentaires. Par exemple, on pourra échantillonner les algues si elles sont abondantes et si la station présente les 8 catégories de support précédentes. De la même façon, on pourra échantillonner les blocs en courant très rapide qui

peuvent ne pas constituer un habitat suffisamment bien représenté dans la station pour être échantillonnable, mais qui hébergent souvent des groupes indicateurs de type Perlidae. Dans ce cas, **les prélèvements sont effectués et dépouillés à part et ne sont pas pris en compte dans la détermination de l'indice.** Leur analyse peut être une aide à l'interprétation.

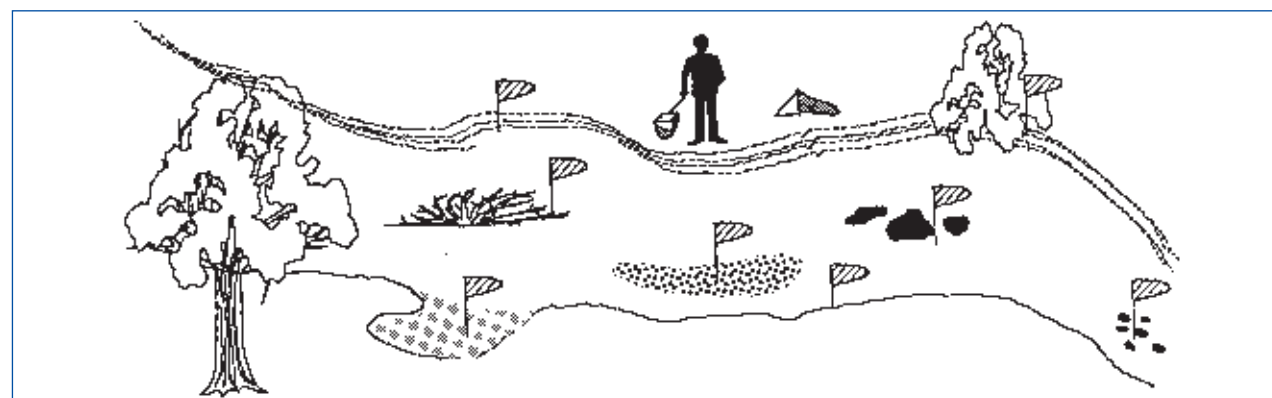
• Pour une application comparative de l'I.B.G.N. destinée à mettre en évidence l'impact d'un rejet sur la qualité de l'eau, il est nécessaire d'opérer dans des conditions similaires d'échantillonnage, **en effectuant les prélèvements dans des habitats semblables.**

• Signalons que la "Remarque" du paragraphe 4.1 de la norme (page 3 de la norme) mérite d'être explicitée. Il y est dit que, à défaut de la présence de certains habitats, on peut opérer les prélèvements suivant les strates, chacune d'elles étant prélevée séparément et constituant ainsi un prélèvement à part entière. Dans la pratique, pour les blocs, il est difficile de distinguer lors du prélèvement le bloc du substrat sous-jacent. En outre, une partie de la faune vivant à la surface inférieure du bloc peut fuir dans le substrat sous-jacent lors de la manipulation. Par contre pour les bryophytes on peut pratiquer de cette façon : une touffe de bryophytes et le bloc qu'elle recouvre peuvent constituer deux habitats différents et peuvent faire l'objet de deux prélèvements distincts : les bryophytes d'une part et le bloc d'autre part.

■ Méthode

L'ensemble des 8 habitats doit être repéré dans la station avant leur échantillonnage. Il peut être utile par exemple de matérialiser chacun d'eux par un drapeau (figure 5). Cette méthode permet d'avoir une bonne vision d'ensemble de la station et de choisir les habitats les plus représentatifs. Le repérage se fait en prenant soin de ne pas perturber le fond du lit. Nous laissons le soin à l'opérateur de juger de l'opportunité d'une telle pratique.

FIGURE 5 : PRATIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE - TECHNIQUE DU DRAPEAU



2.7.2 REMPLISSAGE DU TABLEAU D'ÉCHANTILLONNAGE

Le tableau de protocole d'échantillonnage est rempli pour chaque station **au fur et à mesure du prélèvement de chacun des habitats.** On y porte :

- les 8 couples support - vitesse échantillonnés
- pour chacun d'eux, on fournit la classe de recouvrement (R) estimée de chaque couple dans la station, selon un barème qui est à indiquer sous le tableau

- la hauteur d'eau au niveau de chacun des habitats
- le support prospecté dans le cas où un catégorie de supports en propose plusieurs
- l'habitat dominant dans la station

Un exemple est fourni (tableau 2).

Cette représentation permet la comparaison des mosaïques d'habitat des stations. Cette image facilite la distinction entre l'influence de la qualité de l'eau et celle de la structure de l'habitat sur la composition du peuple-

TABLEAU 2 : EXEMPLE DE TABLEAU D'ÉCHANTILLONNAGE - (AFNOR, 1992, COMPLÉTÉ)

Cours d'eau :		Station :				
Hydrologie : <input type="checkbox"/> Étiage <input type="checkbox"/> Moyennes eaux <input type="checkbox"/> Autres situations (à préciser)		Débit : l/s				
Hydrologie les jours précédents :						
Conditions de prélèvement : <input type="checkbox"/> Facile <input type="checkbox"/> Difficile						
Si difficiles préciser pourquoi :						
Vitesses superficielles * V (cm/s)	V	V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Supports	V S	2	4	5	3	1
Bryophytes	9		1 (1) 20 cm			
Spermaphytes immergés	8			2 (2) 80 cm Élodée		
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)						3 (2) 30 cm Racines
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	6		4(3) 25 cm Galets			
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	5			5 (2) 35 cm		
Spermaphytes émergents de strate basse	4				6 (1) 60 cm Véronique	
Sédiments fins ± organiques «vases» Ø ≤ 0,1 mm	3					7 (2) 40 cm
Sables et limons Ø < 2,5 mm	2				8 (2) 60 cm	
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs > Ø 250 mm	1					
Algues ou à défaut, marne et argile	0					

* Les limites des classes de vitesses sont données à titre indicatif

Numéro de l'échantillon : 1 à 8
Recouvrement du couple S - V :
(1) accessoire (≤1 %)
(2) peu abondant (< 10 %)
(3) abondant (10 - 50 %)
(4) très abondant (>50 %)

Hauteur d'eau : 25 cm
Support prélevé : Galets

Habitat dominant :

4 (3)
25 cm
Galets

Commentaire : la description des habitats peut être plus précise en utilisant par exemple les rubriques des logiciels de la Banque Hydrobio-Poisson et celles conseillées par le SANDRE (Secrétariat Administratif National des Données Relatives à l'Eau).



ment. Cela est en particulier indispensable pour permettre l'interprétation des perturbations qui entraînent une modification de l'habitat (curage, recalibrage...) (3.4).

2.7.3 CONDITIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS

Chaque prélèvement est fixé sur le terrain par addition d'une solution de formol à concentration finale de 10 % (V/V). On veillera à homogénéiser correctement l'échantillon pour une bonne conservation des organismes, celle-ci étant indispensable à la détermination. Pour la même raison, on pourra neutraliser le formol à l'aide de carbonate de calcium de façon à éviter la dissolution des coquilles de mollusques.

L'application de la norme n'impose pas de distinguer explicitement les 8 prélèvements qui constituent l'échantillon d'une station au niveau de la détermination des taxons. En effet, la note indicielle est déterminée à partir de la biocénose constituée par l'ensemble des 8 prélèvements. De ce fait, les 8 prélèvements peuvent être conditionnés dans un unique récipient de stockage.

Cependant, il est conseillé de conditionner séparément chacun des 8 prélèvements car leur analyse faunistique comparée amène souvent des indications indispensables à l'interprétation, ou bien de les regrouper par faciès. Cela est indispensable pour certaines études particulières (3.4).

Signalons par ailleurs que pour des aspects de commodité de tri de la faune, il est souvent intéressant de conditionner séparément les habitats riches en algues ou en débris divers pour les trier à part. Cela amène un gain de temps appréciable.

Sur le terrain, on peut effectuer un pré-tri qui consiste à éliminer de l'échantillon les éléments les plus grossiers (petites pierres) de façon à réduire le volume du récipient et limiter les risques de détérioration de la faune lors du transport et de la manutention. Les récipients seront suffisamment étanches pour éviter l'évaporation et l'assèchement de l'échantillon.

2.7.4 IDENTIFICATIONS SUR LE TERRAIN

Dans la pratique, il s'avère que certains organismes **capturés et identifiés** sur le terrain ne sont pas toujours retrouvés lors du tri au laboratoire en raison de leur petite taille ou de leur mauvais état de conservation (hydrozoaires, spongiaires, bryozoaires, acariens...). Ils sont alors notés et inclus dans la liste faunistique et la détermination de l'I.B.G.N.. Cela est également vrai des jeunes larves de taxons indicateurs, de

haut rang, parfois peu nombreuses (chloroperlidae, capniidae...), dont la disparition lors des manipulations peut entraîner une erreur dans la détermination de l'I.B.G.N.

Au contraire, les organismes **vus sur la station mais non récoltés dans les échantillons** ne seront pas inclus dans la liste faunistique ni pris en compte dans la détermination de la note.

Certains organismes capturés pourront être remis vivants dans leur milieu d'origine après avoir noté leur présence s'ils présentent une valeur patrimoniale (écrevisses, libellules, coléoptères, hétéroptères...).

2.8 TRI, DÉTERMINATION ET DÉNOMBREMENT FAUNISTIQUE

2.8.1 TRI

■ Techniques

Au laboratoire, la faune est totalement extraite du substrat contenu dans l'échantillon. Les organismes (benthiques) sont considérés ou comptabilisés sous forme larvaire, nymphale ou adulte lorsque ce dernier stade a une vie immergée. Les fourreaux et coquilles vides ne sont pas pris en compte.

Plusieurs techniques facilitent cette opération de tri :

- Utilisation d'une colonne de 3 ou 4 tamis dont le dernier a une maille de 500 µm (exemple : 5 000, 2 500, 1 250, 500 µm). L'échantillon est nettoyé à l'aide d'une douche. Le dernier tamis est trié à la loupe binoculaire ou avec un matériel équivalent. Des dispositifs vidéo peuvent faciliter cette opération.

Dans la pratique, l'échantillon est fractionné en plusieurs sous-échantillons avant passage dans la colonne de tamis, en particulier s'il est riche en algues ou en sédiments fins pour éviter le colmatage des tamis. Chaque refus de tamis est ensuite, après lavage, dédoublé en plusieurs plats de tri.

On peut à cette occasion commencer par séparer le surnageant du refus, riche en organismes, du substrat pour faciliter le tri. Les végétaux sont débarrassés de leur faune dans une cuvette à part. Les individus extraits à la pince sont regroupés dans des récipients par unité taxonomique ou par type morphologique. Ils sont ensuite déterminés à la loupe binoculaire (grossissement minimal requis : x 60) et comptabilisés.

- Utilisation de la méthode par "flottation", surtout pratiquée pour les substrats meubles (vases) très riches en oli-

gochètes et chironomides. On mélange le substrat à de l'eau additionnée de sucre. Les organismes remontent à la surface et sont récupérés avec une époussette de maille 500 µm. A l'usage, il apparaît qu'une concentration de 400 g de saccharose par litre d'eau est la plus efficace. Cette technique demande plusieurs jours de pratique pour une efficacité optimale.

- Utilisation de colorants (rose de Bengale) pour distinguer plus facilement la faune dans un échantillon riche en éléments fins divers (environ 50 µg/l formol).

■ Tri différentiel

La norme n'impose pas de trier les 8 habitats séparément puisque la note indicielle est calculée sur la base de la totalité de la biocénose de la station. Le tri différentiel des 8 habitats séparés amène cependant des informations souvent utiles pour affiner le diagnostic.

L'interprétation de l'I.B.G.N. est facilitée par l'image de la mosaïque d'habitats et l'examen de la répartition des taxons dans les relevés constituant chaque échantillon. Mais le surcoût par rapport au tri global est élevé (temps de tri 2 à 3 fois plus long) et le recours à cette pratique ne se justifie que pour certaines études particulières (chapitre III). Le regroupement en deux (lotique, lentique) ou trois (lotique, lentique, bordures) lots constitue souvent un bon compromis.

Le tri différentiel exige, pour être exploitable, un dénombrement des taxons, soit de type exhaustif, soit en classes d'abondance (2.8.3).

■ Sous-échantillonnage

Au niveau du tri, la pratique du sous échantillonnage d'un prélèvement riche en faune est à **exclure** car elle peut entraîner une sous-estimation de la diversité taxonomique et l'absence d'un taxon indicateur peu représenté dans l'échantillon.

2.8.2 DÉTERMINATION

L'unité taxonomique retenue est la famille, à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels c'est l'embranchement ou la classe.

La famille a été retenue en raison du caractère incertain de nombreuses déterminations génériques effectuées par des "non spécialistes", de l'inégalité des connaissances en taxonomie des différents ordres de stades aquatiques et du temps trop important nécessaire pour une approche plus sensible.

Par ailleurs, du point de vue typologique, la famille est une unité taxonomique plus stable que le genre et de ce fait l'I.B.G.N. présente une assez bonne stabilité sur ce plan.

Pour certains groupes faunistiques, le choix de limiter la détermination à l'embranchement ou à la classe vient de la disproportion entre l'effort de détermination et l'apport en signification (oligochètes), ou bien de particularités écologiques.

Pour la France, les familles peuvent être identifiées à l'aide des ouvrages de détermination suivants :

- Tachet, Bournaud et Richoux, 1980 - Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces - Université de Lyon I, Biologie Animale et Écologie, 69622 Villeurbanne Cedex.
- Collection: Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises (disponible à l'Université Claude-Bernard de Lyon I, Laboratoire de Biologie Animale et Écologie, 43 boulevard du 11 novembre 1919, 69622 Villeurbanne Cedex).
 - Dethier, 1985 - Insectes hétéroptères.
 - Dethier, Haenni, 1986 - Insectes planipennes, mégalo-ptères et lépidoptères à larves aquatiques.
 - Nourrisson, Thierry, 1988 - Crustacés branchiopodes.
 - Pattée, Gourbault, 1981 - Turbellariés triclades paludicoles.
 - Richoux, 1982 - Coléoptères aquatiques.
- Faessel, 1985 - Les trichoptères. Bull. Fr. Piscic., 299 : 1-41.
- Mouthon, 1982 - Les mollusques dulçaquicoles. Bull. Fr. Piscic., 27 p.
- Vigneux, 1981 - Écrevisses. Bull. Fr. Piscic., numéro spécial, 147 - 236.

Nota :

Une certaine pratique est tout de même nécessaire pour une détermination correcte des macroinvertébrés. En effet, pour un débutant qui n'est pas familiarisé avec les différents taxons, la simple utilisation de clés générales de détermination n'est pas toujours suffisante. Il lui est vivement conseillé d'avoir recours, dans un premier temps, à un tuteur expérimenté et de constituer une collection d'invertébrés de référence.

L'ouvrage « Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces » de l'Université LYON 1 est un ouvrage qui rend de grands services sur une majorité de taxons reconnus par l'IBGN. Une nouvelle version est en cours d'édition pour une parution en 2000.

L'utilisation de la version antérieure (1980), doit être obligatoirement assortie de clés plus précises notamment pour les groupes suivants :

- les Mollusques (certaines familles telle que par exemple les Corbiculidae qui ne sont pas présentées),
- les Coléoptères (les Curculionidae et certaines larves « atypiques » d'Halipidae ou d'Hydrophilidae qui ne sont également pas présentées).

De même, les différentes familles de Trichoptères, d'Hétéroptères et de Triclades verront leur identification consolidée par les clés plus spécialisées citées plus haut.



2.AIDE À L'APPLICATION DE LA NORME

Rappelons que les diagnoses qui accompagnent ces clés seront systématiquement lues par les débutants car elles contiennent de précieux renseignements utiles à la détermination.

Des erreurs quelquefois lourdes de conséquences sur la note de l'IBGN sont fréquemment rencontrées sur les Plécoptères (cet ordre comprend en effet de nombreux groupes indicateurs fortement polluosensibles). Certaines familles telles que les Chloroperlidae ou les Capniidae présentent des critères de détermination relativement difficiles pour les novices en particulier lorsque l'on a affaire à des stades juvéniles. Malheureusement cet ordre ne fait pas encore l'objet de clés AFL, il faut donc se reporter si possible aux clés internationales (DESPAX, 1951 ; ILLIES, 1955 ; AUBERT, 1959 ; HYNES, 1977 ; CONSIGLIO, 1980) ou bénéficier de l'aide d'un tuteur.

Certaines familles de larves de Diptères posent également quelques problèmes aux débutants (notamment les Limoniidae, les Empididae, les Dolichopodidae et les Rhagionidae) et un défaut de détermination sur l'ordre des Diptères tend souvent à diminuer la diversité totale de l'IBGN. Là encore, pour compléter les informations contenues dans « Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces », il faudra dans un premier temps être conseillé par un hydrobiologiste plus expérimenté et constituer sa collection personnelle.

Le répertoire des organismes pouvant être retenus pour l'analyse biocénotique (tableau 3) contient 138 taxons susceptibles de participer à la variété totale (Σt du tableau), dont 38 indicateurs qui constituent les 9 groupes faunistiques indicateurs (GI du tableau). Des regroupements ont été effectués pour les mollusques et les achètes.

2.8.3 DÉNOMBREMENT

La norme n'impose pas le dénombrement de la faune triée, si ce n'est pour les groupes indicateurs dont la présence n'est significative qu'à partir de 3 individus, exceptés pour certains (voir le tableau 6 d'analyse faunistique, § 2.9.2) qui doivent être représentés par au moins 10 individus. **Pour cette raison il est fortement conseillé de compter les individus jusqu'à 10 unités.**

On peut se limiter au critère présence - absence en notant par exemple P (présence) pour les taxons dont le nombre d'individus est inférieur à 3 (ou à 10 pour les taxons su nommés) et + pour les autres, ou encore P, 1 (abondance faible), 2 (abondance moyenne), 3 (abondance forte), afin de donner une image simplifiée de l'abondance relative des taxons.

Il s'avère dans la pratique que ce type d'estimation est souvent insuffisant pour une interprétation correcte des résultats (chapitre III). Un dénombrement plus poussé s'impose donc.

L'estimation en 3 ou 4 classes d'abondance telle que signalée ci-dessus est très subjective et donc peu reproductible d'un opérateur à l'autre.

Le comptage exhaustif a l'avantage d'être la méthode la plus reproductible, de fournir des effectifs par taxon qui peuvent être utilisés dans des calculs pour l'aide à l'interprétation (fréquences, indices de diversité...) et de conserver la totalité de l'information. Mais cette technique est souvent longue et fastidieuse.

Pour réduire les temps de comptage, il est possible de sous-échantillonner les taxons présents en grande quantité. Des boîtes de sous échantillonnage peuvent être utilisées à cette effet (figure 6).

Afin de gagner du temps en dénombrement et sans perdre pour autant en précision compte tenu de la

FIGURE 6 : BOÎTE DE SOUS-ÉCHANTILLONNAGE

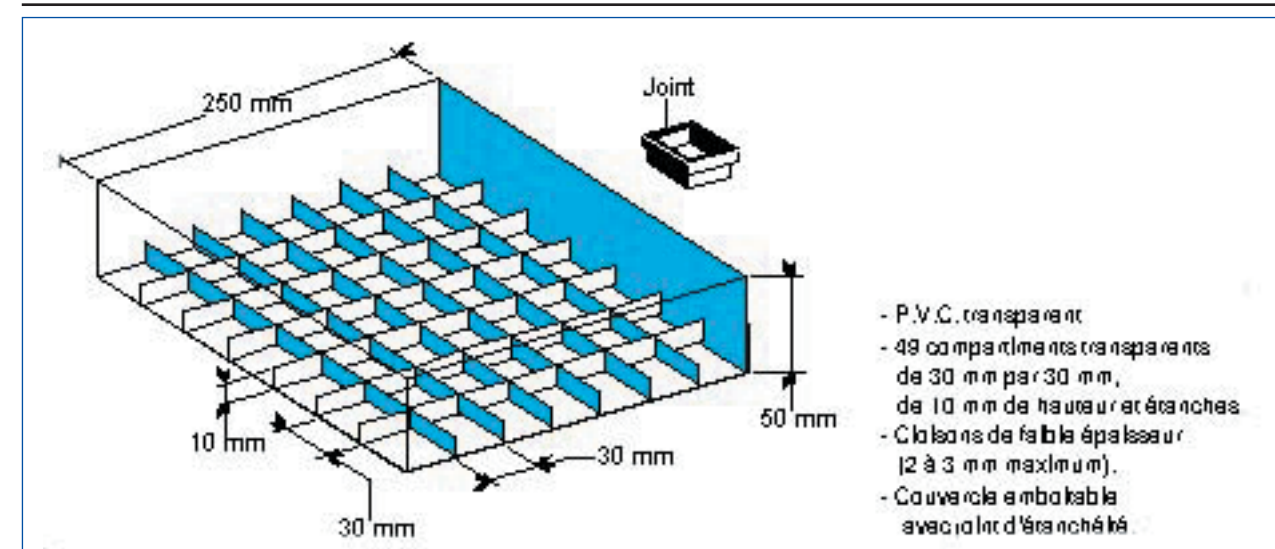


TABLEAU 3 : LISTE DES 138 TAXONS UTILISÉS (LES 38 TAXONS INDICATEURS SONT SOULIGNÉS) - (AFNOR, 1992)

INSECTES	HÉTÉROPTÈRES	Rhagionidae	MOLLUSQUES
PLÉCOPTÈRES	Pléidae	Scatophagidae	BIVALVES
<u>Capniidae</u>	<u>Aphelocheiridae</u>	Sciomyzidae	Corbiculidae
<u>Chloroperlidae</u>	Corixidae	Simuliidae	Dreissenidae
<u>Leuctridae</u>	Gerridae	Stratiomyidae	Sphaeriidae
<u>Nemouridae</u>	Hebridae	Syrphidae	Unionidae
<u>Perlidae</u>	Hydrometridae	Tabanidae	
<u>Perlodidae</u>	Naucoridae	Thaumaleidae	
<u>Taeniopterygidae</u>	Nepidae	Tipulidae	GASTÉROPODES
	Notonectidae		Ancylidae
	Mesoveliidae		Bithynidae
TRICHOPTÈRES		ODONATES	Bythinellidae
<u>Beraeidae</u>	Veliidae	Aeschnidae	Hydrobiidae
<u>Brachycentridae</u>		Calopterygidae	Limnaeidae
Ecnomidae	COLÉOPTÈRES	Coenagrionidae	Neritidae
<u>Glossosomatidae</u>	Curculionidae	Cordulegasteridae	Physidae
<u>Goeridae</u>	Donaciidae	Corduliidae	Planorbidae
Helicopsychidae	Dryopidae	Gomphidae	Valvatidae
<u>Hydropsychidae</u>	Dytiscidae	Lestidae	Viviparidae
<u>Hydroptilidae</u>	Eubriidae	Libellulidae	
<u>Lepidostomatidae</u>	<u>Elmidae</u>	Platycnemididae	
<u>Leptoceridae</u>	Gyrinidae		VERS
<u>Limnophilidae</u>	Haliplidae	MÉGALOPTÈRES	<u>ACHÈTES</u>
Molannidae	Helodidae	Sialidae	Erpobdellidae
<u>Odontoceridae</u>	Helophoridae		Glossiphoniidae
<u>Philopotamidae</u>	Hydraenidae	PLANIPENNES	Hirudidae
Phryganeidae	Hydrochidae	Osmylidae	Piscicolidae
<u>Polycentropodidae</u>	Hydrophilidae	Sysyridae	
<u>Psychomyidae</u>	Hydroscaphidae		HYMÉNOPTÈRES
<u>Rhyacophilidae</u>	Hygrobidae		LÉPIDOPTÈRES
<u>Sericostomatidae</u>	Limnobiidae		Pyrilidae
Thremmatidae	Spercheidae		
		CRUSTACÉS	TRICLADES
ÉPHÉMÉROPTÈRES	DIPTÈRES		Dendrocoelidae
<u>Baetidae</u>	Anthomyidae		Dugesiidae
<u>Caenidae</u>	Athericidae		Planariidae
<u>Ephemerellidae</u>	Blephariceridae	BRANCHIOPODES	
<u>Ephemeridae</u>	Ceratopogonidae		OLIGOCHÈTES
<u>Heptageniidae</u>	Chaoboridae		
<u>Leptophlebiidae</u>	<u>Chironomidae</u>		NEMATHELMINTES
Oligoneuriidae	Culicidae	AMPHIPODES	
<u>Polymitarcidae</u>	Dixidae	<u>Gammaridae</u>	
<u>Potamanthidae</u>	Dolichopodidae		HYDRACARIENS
Prosopistomatidae	Empididae		
Siphonuridae	Ephydriidae	ISOPODES	
	Limoniidae	<u>Asellidae</u>	
	Psychodidae		SPONGIAIRES
	Ptychopteridae	DÉCAPODES	
		Astacidae	
		Atyidae	BRYOZOAIRES
		Grapsidae	
		Cambaridae	NEMERTIENS



méthode d'échantillonnage, il est possible d'utiliser des classes d'abondance **dont les échelles tiennent compte de la fréquence habituelle des divers taxons dans les cours d'eau**. Ci-après est fournie à titre d'exemple une échelle d'abondance mise au point pour la région Rhône-Alpes par la DIREN., modifiée (tableau 4).

Les 3 groupes de taxons ont été définis de façon empirique en fonction de ce que l'on connaît de leur abondance habituelle dans les rivières non perturbées de la région Rhône-Alpes. Les classes d'abondance sont de progression géométrique 2 pour le groupe 1, 4 pour le groupe 2 et 8 pour le groupe 3. (les valeurs de 3 et

10 individus - présence significative pour les groupes indicateurs - ont été regroupées en classe 2). A titre d'exemple, les Perlidae sont habituellement des organismes relativement peu abondants dans les échantillons. La présence de 10 individus traduit que la population est riche et justifie leur positionnement en classe 4.

De telles échelles d'abondance seraient à adapter aux différentes écorégions du territoire. En cas d'utilisation, il est indispensable de les joindre au compte rendu de l'étude. Par ailleurs, toute précaution doit être prise pour que l'on ne puisse pas confondre le rang de classe de telles échelles avec une estimation quantitative du nombre d'individus.

TABLEAU 4

Groupes	Taxons	Classes d'abondance			
		1	2	3	4
1	<i>Perlidae, Chloroperlidae, Perlodidae</i> <i>Trichoptères sauf Hydropsychidae et Limnephilidae</i> <i>Ephemeridae, Prosopistomatidae</i> <i>Hétéroptères sauf Corixidae</i> <i>Dytiscidae, Gyrinidae, Hygrobiidae, Limnebiidae, Eubriidae,</i> <i>Curculionidae, Donacidae, Spercheidae</i> <i>Brachycères, Chaoboridae, Limoniidae, Ptychopteridae</i> <i>Odonates</i> <i>Mégaloptères</i> <i>Planipennes</i> <i>Hyménoptères</i> <i>Lépidoptères</i> <i>Branchiopodes, Astacidae, Grapsidae, Cambaridae</i> <i>Unionidae</i> <i>Glossiphoniidae, Hirudidae, Piscicolidae</i> <i>Dendrocoelidae</i> <i>Némathelminthes, Némertiens</i>	1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 et +
2	<i>Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Nemouridae</i> <i>Hydropsychidae</i> <i>Éphéméroptères (sauf Baetidae, Ephemeridae, Ephemerellidae,</i> <i>Caenidae, Prosopistomatidae)</i> <i>Blephariceridae, Ceratopogonidae, Culicidae, Dixidae,</i> <i>Psychodidae, Simuliidae, Tipulidae</i> <i>Haliplidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydrophilidae,</i> <i>Helophoridae, Dryopidae, Helodidae</i> <i>Corixidae</i> <i>Atyidae</i> <i>Mollusques sauf Unionidae</i> <i>Erpobdellidae</i> <i>Dugesiiidae, Planariidae</i> <i>Hydracariens</i>	1 - 2	3 - 16	17 - 64	65 et +
3	<i>Limnephilidae</i> <i>Baetidae, Ephemerellidae, Caenidae</i> <i>Elmidae</i> <i>Chironomidae</i> <i>Gammaridae et Asellidae</i> <i>Oligochètes</i>	1 - 9	10 - 64	65 - 512	513 et +

2.8.4 CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Il est préconisé de conserver les échantillons triés et exploités au moins pendant 5 ans afin de permettre des vérifications éventuelles ou leur utilisation ultérieure à des fins d'expertises ou de travaux à caractère scientifique ou patrimonial.

2.9 ANALYSE FAUNISTIQUE

2.9.1 LISTE FAUNISTIQUE

Une liste faunistique globale pour l'ensemble des prélèvements d'une même station est suffisante pour déterminer la valeur de l'I.B.G.N.. Cependant, pour rendre l'interprétation plus aisée tout en conservant un maximum d'informations, il est souhaitable d'établir une liste de taxons pour chaque habitat (couple S - V) traité séparément ou par type de faciès (2.8.1).

Dans la liste faunistique, les taxons sont répertoriés par groupe (généralement l'ordre). L'établissement de l'indice est facilité lorsque les groupes et le classement des taxons dans ceux-ci apparaissent dans l'ordre du répertoire standard (tableau 3) (exemple : Plécoptère : Capniidae, Chloroperlidae ..., Trichoptères : Beraeidae, Brachycentridae...). Le taxon repère du groupe indicateur (GI) est pointé ou figuré en caractères gras.

La liste faunistique comportera également la valeur de l'indice calculé (I.B.G.N.), le numéro du groupe indicateur retenu (GI = 1 à 9), le nombre de taxons (Σt) et la classe de variété correspondante (de 1 à 14).

Un exemple de liste faunistique est fourni (tableau 5).

2.9.2 DÉTERMINATION DE L'INDICE

L'I.B.G.N. est établi à partir du tableau d'analyse (tableau 6) comprenant en ordonnée les 9 groupes faunistiques indicateurs et en abscisse les 14 classes de variété taxonomique.

On déterminera successivement :

- La variété taxonomique de l'échantillon (Σt), égale au nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Ce nombre est confronté aux classes figurant en abscisse du tableau.
 - le groupe faunistique indicateur (GI) en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins 3 individus ou 10 individus selon les taxons (cf. tableau 6).
- La détermination du GI s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau 6 de haut en bas (GI 9 à GI 1) et en arrêtant l'examen à la première présence significative

($n \geq 3$ individus ou $n \geq 10$ individus) d'un taxon du répertoire en ordonnée du tableau.

On déduit l'I.B.G.N. du tableau à partir de son ordonnée (GI) et de son abscisse (Σt). Par exemple :

- Si GI = 8 et $\Sigma t = 33$ alors I.B.G.N. = 17
- Si GI = 5 et $\Sigma t = 30$ alors I.B.G.N. = 13
- Si GI = 3 et $\Sigma t = 14$ alors I.B.G.N. = 7

Cette même note I.B.G.N. peut également être calculée par la relation suivante :

I.B.G.N. = GI + classe de variété - 1, avec I.B.G.N. ≤ 20

En l'absence significative de taxons indicateurs ($n < 3$ ou 10 individus), la note I.B.G.N. est égale à 0.

2.9.3 EXPRESSION DE LA QUALITÉ BIOLOGIQUE

L'évaluation de la qualité biologique globale des peuplements d'invertébrés résulte d'une mesure de l'écart entre la valeur observée de l'IBGN et sa valeur théorique maximale. L'indice de qualité biologique utilisé est l'expression du rapport :

$$R = (\text{IBGN observé} / \text{IBGN théorique}) \times 100$$

Note : Cette évaluation ne préjuge pas des différences plus fines, non restituées par les paramètres ou l'indice qui sont par définition très intégrateurs, telles que la disparition de certaines espèces remplacées par d'autres, au même niveau de bio-indication.

Une exploitation des données IBGN disponibles sur des stations non ou très peu influencées a permis d'identifier certaines situations typologiques pour lesquelles l'indice théorique maximal est différent de 20 (Aguascope-Gay, 1998). Les valeurs théoriques maximales suivantes ont ainsi été proposées :

Type physique	IBGN maximal
torrents à lit fixe	16
torrents à lit mobile	16 du crénon au métarhitron 20 dans l'hyorhitron
rivières à substrats homogènes de type sableux, limoneux, argileux ou crayeux	18
autres types physiques	20

Les torrents à lit fixe représentent environ 4,3 %, les torrents à lit mobile environ 4,6 % et les rivières de faible énergie à substrats homogènes et fins (sables, limons, argile ou craie) environ 12,1 % des quelques 58 600 km de cours d'eau susceptibles d'être inventoriés dans le cadre des réseaux de mesures. Au total, la **valeur théorique maximale de 20 s'applique dans au moins 80 % des cas** à l'échelle du territoire national.

2.AIDE À L'APPLICATION DE LA NORME



TABLEAU 5 : EXEMPLE DE LISTE FAUNISTIQUE

TAXONS	Numéros des échantillons								Effectif total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
PLÉCOPTÈRES	1								1
Leuctridae	1			1					1
Nemouridae	1								1
TRICHOPTÈRES									
Brachycentridae					1				1
Philopotamidae					3	5			8
Lepidostomidae				1					1
Hydroptilidae	10		6				2	2	20
Leptoceridae						5			5
Polycentropodidae		7	2						9
Psychomyidae			1			2			3
Limnephilidae				1	3			1	11
Hydropsychidae	2	1	10	6			1		20
HEPHEMEROPTÈRES									
Ephemeridae					4				4
Ephemerellidae		58	2	32	2		7	6	107
Baetidae					88	100	25	15	228
Caenidae	20	57	23	5	285	156	106	293	945
DIPTÈRES									
Chironomidae	89	56	75	159	283	135	69	473	1339
Anthomyidae			1						1
Athericidae		1				2	8		11
Ceratopogonidae	2		3		8				13
Empididae		2					1		3
Limoniidae						3			3
Psychodidae				2			1		3
Simuliidae	2				2			8	12
COLÉOPTÈRES									
Dytiscidae						2			2
Elmidae	19	5		22	12		5	5	68
Hydrophilidae					1				1
ODONATES									
Calopterygidae					6				6
Coeagrionidae						2			2
Gomphidae			1				1		2
Platycnemididae					24	17	55	6	102
MEGALOPTÈRES									
Sialidae					2				2
HÉTÉROPTÈRES									
Aphelocheiridae		2							2
Naucoridae							6		6
Notonectidae					5				5
CRUSTACÉS									
Gammaridae			29		102	52	31	80	294
Asellidae			1		9			9	19
Limnadiidae					2	1			3
MOLLUSQUES									
Ancylidae	1	1	2		3		1	2	10
Bythinellidae	2					3			5
Hydrobiidae					30	12		8	50
Limnaeidae	2								2
Neritidae	5		3						8
Physidae					23	15	25	4	67
Planorbidae					2	12		14	28
Sphaeriidae	1				10	22	44	13	90
OLIGOCHÈTES		6		10	120	52	250	500	938
PLANAIRES									
Dugesidae					1				1
NÉMATODES	1								1
HYDRACARIENS	7		8		3				18
Effectif total	164	196	167	239	1034	598	638	1445	4481
Variété totale									49
classe de variété									13
Groupe indicateur									8
I.B.G.N.									20

TABLEAU 6 : VALEUR DE L'IBGN SELON LA NATURE ET LA VARIÉTÉ TAXONOMIQUE DE LA MACROFAUNE - (AFNOR, 1992)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\sum t$	> 50	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI		45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlidae															
Perlidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Perlodidae															
Taeniopterygidae															
Capniidae															
Brachycentridae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Odontoceridae															
Philopotamidae															
Leuctridae															
Glossosomatidae															
Beraeidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Goeridae															
Leptophlebiidae															
Nemouridae															
Lepidostomatidae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Sericostomatidae															
Ephemeridae															
Hydroptilidae															
Heptageniidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Polymitarcidae															
Potamanthidae															
Leptoceridae															
Polycentropodidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Psychomyidae															
Rhyacophilidae															
Limnephilidae 1)															
Hydropsychidae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Ephemerellidae 1)															
Aphelocheiridae															
Baetidae 1)															
Caenidae 1)															
Elmidae 1)	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Gammaridae 1)															
Mollusques															
Chironomidae 1)															
Asellidae 1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Achètes															
Oligochètes 1)															

1) Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus

2.9.4 PROCÈS-VERBAL DE L'ESSAI

Le procès-verbal de l'essai doit comporter au minimum :

- la fiche descriptive de la station d'étude (inspirée du 2.5.2), avec éventuellement le schéma descriptif de la station (selon le modèle de la figure 2, § 2.5.3)

- le tableau de protocole d'échantillonnage rempli (selon le modèle du tableau 2, § 2.7.2)

- la liste faunistique établie comportant les résultats de l'analyse (selon le modèle du tableau 5, § 2.9.1).

Ce procès-verbal sera complété par une interprétation des résultats (cf. chapitre III).

2.AIDE À L'APPLICATION DE LA NORME

2.9.5 REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

Pour une représentation cartographique des résultats, chaque tronçon de cours d'eau peut être affecté, suivant la valeur du rapport R (voir 2.9.3), d'une couleur selon le tableau 7 ci-dessous :

Correspondance entre classes de qualité et indice de qualité biologique.

$R = \frac{\text{IBGN observé}}{\text{IBGN théorique}} \times 100$	$R > 80$	$80 \geq R > 60$	$60 \geq R > 40$	$40 \geq R > 20$	$R \leq 20$
Couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge

Remarques :

- Lorsque, comme c'est le cas le plus fréquent, l'I.B.G.N. théorique est égal à 20, ce tableau est cohérent avec la norme AFNOR.
- La présentation cartographique doit être basée sur des indices obtenus au niveau de stations représentatives de segments de cours d'eau.

2.10 MATÉRIEL DE BASE POUR LA MISE EN ŒUVRE D'UN I.B.G.N.

- Échantillonneurs de type Surber et Haveneau (cadre de 1/20 m²)
- Récipients de stockage
- Formaldéhyde
- Plats de tri
- Pincettes fines
- Ouvrages de détermination
- Tamis
- Loupe binoculaire

2.11 TEMPS DE MISE EN ŒUVRE

Le temps de mise en œuvre d'un I.B.G.N. est très variable selon :

- l'expérience de l'opérateur
- les caractéristiques de la rivière et de la station pour ce qui est de l'échantillonnage (facilité d'accès, dimensions du milieu, complexité des faciès et des conditions anthropiques, diversité des habitats...)
- la méthodologie employée (tri global ou tri des échantillons séparés, comptage exhaustif ou non...)
- la richesse de la faune et la "propreté" du substrat pour ce qui est du tri, de la détermination et du dénombrement (la présence d'algues ou de débris végétaux peut augmenter considérablement le temps de tri).

A titre d'exemple, les écarts extrêmes mesurés pour un même opérateur ont été les suivants : de 1 à 8 d'une rivière à une autre et de 1 à 3 pour la même station selon l'époque de l'année.

On peut considérer que globalement un prélèvement nécessite une à deux heures de temps, une fois l'opérateur arrivé à pied d'œuvre, selon que la station est déjà repérée ou non.

Les opérations de laboratoire permettant la détermination de l'indice demandent en moyenne 1 journée (moyenne qui s'inscrit dans une fourchette large) pour l'application stricte de la norme, c'est-à-dire l'élaboration d'une liste faunistique tous habitats confondus avec dénombrement semi-quantitatif.

La distinction dans une station des habitats ou des faciès avec dénombrement entraîne la multiplication du temps nécessaire par 2 ou 3.



3.AIDE A L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

3.1 ÉLÉMENTS D'ANALYSE

Si la mise en œuvre de la norme I.B.G.N. aboutit "in fine" au calcul d'une note indiciaire, cette dernière nécessite auparavant :

- l'établissement d'une liste faunistique
- la détermination du groupe faunistique indicateur
- la détermination de la variété taxonomique.

L'ensemble de ces éléments doit être utilisé pour l'interprétation de la note indiciaire et l'établissement du diagnostic final.

- Les deux éléments que sont le groupe indicateur et la richesse taxonomique apportent des informations essentielles et complémentaires sur les communautés aquatiques :

- Le groupe indicateur montre habituellement une bonne corrélation avec la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres de pollution classique à dominante organique (GREBE, 1991).
- La richesse faunistique est plus modérément affectée par ce phénomène en raison du niveau de détermination à la famille, une famille pouvant être représentée par un nombre plus ou moins élevé de genres. Par contre, cette richesse est habituellement bien corrélée avec la nature des habitats quand la qualité de l'eau n'est pas limitante.

L'analyse de ces deux éléments est indispensable pour expliquer la signification de la note. Par exemple, deux cours d'eau peuvent montrer un même indice pour des causes différentes :

Rivière 1	I.B.G.N. = 14 GI = 9 $\Sigma t = 20$	Eau d'excellente qualité mais habitats peu biogènes (rivière de haute montagne par exemple)
Rivière 2	I.B.G.N. = 14 GI = 4 $\Sigma t = 37$	Eau de mauvaise qualité mais habitats très biogènes (rivière de plaine eutrophe-riche en herbiers- par exemple)

- Par ailleurs, l'analyse de la liste faunistique amène des éléments supplémentaires pour affiner le constat, en particulier lorsque le site étudié est affecté par des perturbations pour lesquelles l'I.B.G.N. montre une moins bonne sensibilité.

On étudie alors la proportion relative des différents taxons, soit d'une station à l'autre ou d'une époque à l'autre, soit pour un même prélèvement d'un habitat à l'autre, dans la mesure où les différents habitats ont été distingués (2.7.3). On cherche à savoir par exemple dans quel type d'habitat se positionne le groupe indicateur et si les groupes polluosensibles sont rares ou nombreux.

- Ce diagnostic devra être confrontée à toutes les composantes de l'environnement disponibles (qualité physico-chimique de l'eau, des sédiments, nature des habitats, activités humaines, caractéristiques du bassin versant, hydrologie, station de référence...) dont l'examen permet d'effectuer un contrôle de la validité des résultats et une interprétation non mécanique de l'indice. Ces éléments participent au même titre que l'indice au processus d'exploitation des résultats et permettent d'éviter d'attribuer à des interventions extérieures des phénomènes dus à des conditions naturelles.

3.2 INFLUENCES TYPOLOGIQUES ET RÉGIONALES

3.2.1 AMPLITUDE TYPOLOGIQUE

L'I.B.G.N. a été conçu de façon à ce que, en règle générale, un site non dégradé appartenant à un type écologique allant de la zone supérieure à salmonidés (B3, épirhithron) jusqu'à la zone moyenne à cyprinidés (B8) puisse atteindre une note proche de 20.

Par contre, pour les zones des sources et ruisselets (B0 - B2, crénon) et les zones calmes des grands cours d'eau de plaine (B9), la valeur maximale de 20 s'avère difficilement accessible en raison de la trop faible diversité faunistique (zones des sources) ou de l'absence de groupes repères supérieurs (potamon inférieur).

De ce fait, la comparaison entre deux stations sera d'autant plus pertinente qu'elles appartiennent au même niveau typologique.

3.2.2 CONDITIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

De la même façon, des indices inférieurs à 20 peuvent être relevés, dans des conditions naturelles, pour des milieux particuliers tels qu'exutoire de lac, rivière froide de montagne, milieu peu minéralisé, sous couvert végétal dense ou en zone de tourbière, rivière à fond homogène de



3.AIDE A L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

sable, marne... Certaines particularités biogéographiques peuvent également influencer la signification de la valeur absolue de l'indice. Par exemple, en région méditerranéenne, la pauvreté naturelle des rivières en plécoptères sétipalpes peut conduire à une minoration de la valeur indicielle de référence (Guidicelli et al., 1982) (voir également 2.2).

Ainsi, si en règle générale à un milieu non perturbé peut correspondre un indice maximum, ce n'est pas toujours le cas. Une note inférieure à 20 peut signifier une aptitude biogène modérée sans qu'une perturbation quelconque puisse en être la cause.

Par exemple :

- les rivières froides et peu minéralisées des Alpes du Nord présentent fréquemment des indices d'environ 15/20, hors toute perturbation (diversité faunistique faible).
- certaines rivières landaises à fond homogène de sable présentent des indices d'environ 12/20 hors perturbation.

Pour l'interprétation de la note indicielle et pour savoir en particulier si une note non maximale est imputable aux conditions naturelles du milieu ou à une perturbation humaine, on recherchera des références dans le bassin étudié ou dans des bassins proches et de même nature.

3.3 INFLUENCES SAISONNIÈRES

La valeur de l'I.B.G.N. peut présenter une variabilité temporelle au cours d'un cycle annuel, laquelle, en l'absence de toute perturbation peut être la conséquence :

- des cycles biologiques des invertébrés benthiques (émergence des adultes d'insectes, vie hyporhéique de certains stades larvaires...).
- de l'évolution de l'habitabilité du site en cours d'année (les rivières de plaine présentent souvent des indices maximums en été quand les herbiers aquatiques sont bien développés).

Le choix de la période de prélèvement est guidé par les objectifs de l'étude (2.4) et l'interprétation sera faite en conséquence.

3.4 INFLUENCES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

D'une façon générale, l'altération d'un cours d'eau se traduit par la simplification plus ou moins brutale de la bio-

cénoze d'origine, la disparition de certains groupes faunistiques plus sensibles que d'autres à certains types de perturbation, éventuellement l'apparition d'organismes adaptés aux nouvelles conditions de milieu, ou la prolifération de taxons ubiquistes ou polluo-résistants tant que les conditions de milieu ne sont pas trop défavorables, auquel cas ils disparaissent à leur tour.

En principe l'I.B.G.N. par construction, doit répondre à toute perturbation qui affecte soit la diversité des habitats, soit la qualité des eaux, soit les deux à la fois. Il s'avère en pratique que la méthode est plus ou moins adaptée selon le type de perturbation étudié. Cela vient du fait que les invertébrés présentent des niveaux de sensibilité différents selon le type de perturbation, que l'indice est une méthode qualitative alors que certaines perturbations entraînent surtout des modifications biocénologiques d'ordre quantitatif, enfin que les sites aquatiques ont une aptitude à réagir aux perturbations qui peut différer selon leur niveau typologique ou leurs caractéristiques biogéographiques.

Ainsi, l'étude de certains types de perturbation ou bien la nécessité de détecter les premiers symptômes d'une altération peut justifier l'utilisation de techniques particulières destinées à affiner le diagnostic.

3.4.1 PERTURBATIONS DE TYPE ORGANIQUE ET NUTRITIONNELLE

Rappelons tout d'abord que l'approche biocénologique du type I.B.G.N. et l'approche physico-chimique ne répondent pas à la même question (2.1). **Il n'y a donc pas de raison de rechercher une relation systématique entre les deux à l'échelle d'un bassin versant.** Cependant, cette relation est observable lorsque les stations sont comparables sur le plan de la mosaïque d'habitats.

Toutes choses par ailleurs étant égales, la corrélation de l'I.B.G. avec les paramètres de pollution organique est bonne (GREBE, 1991). Elle a été améliorée par le réordonnement des taxons (Bourrain, 1992). Cette méthode est donc pertinente pour l'étude des effets de ce type de perturbation.

Les manifestations biologiques des phénomènes de pollution organique peuvent présenter deux niveaux de réponse :

- lorsque l'apport en substances nutritives est correctement assimilé par le système (en fonction de son débit, de ses caractéristiques morphodynamiques et thermiques, de son type écologique) un processus d'enrichissement du milieu peut se mettre en place. Il se traduira par un développement des algues ou des herbiers

en rivière de plaine, et concomitamment par un enrichissement de la biocénose benthique en nombre d'individus voire en taxons (taxons qui affectionnent les végétaux, qui vivent dans les milieux en décomposition), par création d'habitats nouveaux : herbiers, litières, sédiments fins plus ou moins organiques... **L'I.B.G.N. peut alors augmenter.**

- Lorsque l'apport en substances nutritives dépasse un certain seuil et qu'une partie ne peut être assimilée, on assiste alors à la simplification des biocénoses : les algues ou les végétaux envahissent la totalité du fond et appauvrissent la mosaïque d'habitats, les particules plus ou moins organiques en suspension dans l'eau déposent et colmatent les supports. Les macro-invertébrés les plus sensibles disparaissent tandis que des espèces qui affectionnent les matières organiques apparaissent. **L'I.B.G.N. diminue alors.**

Signalons par ailleurs que les systèmes lotiques (eaux rapides des cours supérieurs) sont moins sensibles que les systèmes lentiques (eaux lentes des cours inférieurs) car ils assimilent peu les matières organiques qui sont transportées vers l'aval où elles sont stockées et transformées. De ce fait, l'écart de note entre l'indice de perturbation et l'indice de référence est souvent plus faible, pour une même intensité de rejet, en zone de montagne qu'en zone de plaine.

Ce phénomène peut s'observer également au niveau d'un même site où les faciès lotiques sont moins perturbés que les faciès lentiques, ce qui entraîne alors une "changement imposé d'habitat" (Vermeaux, 1980) pour les organismes polluosensibles qui évitent les zones lentiques polluées pour se regrouper dans les zones lotiques.

Perturbation de type organique et nutritionnelle : pour affiner le diagnostic, il peut être utile d'avoir recours à l'analyse biocénologique par habitat ou par faciès qui permet d'apprécier plus justement l'évolution de la biocénose et de détecter les "changements imposés" d'habitat aux invertébrés.

Remarque : les Taeniopterygidae ont été maintenus en G1 n° 9 malgré leur moindre polluosensibilité afin que les potamons des rivières, où ce plécoptère est présent, puissent atteindre la note maximale sur l'échelle des I.B.G.N. Cela a pour effet de surestimer la qualité des rhithrons. L'interprétation devra en tenir compte pour ces derniers, pour lesquels il sera utile d'évaluer la robustesse de la note (3.5.3).

Cela est également vrai pour les Odontoceridae, Ephemeridae, Sericostomatidae et Goeridae, dont la polluosensibilité est également un peu moins grande que ne

le laisse supposer leur emplacement dans les groupes indicateurs.

3.4.2 PERTURBATIONS DE TYPE TOXIQUE

Les perturbations de type toxique se traduisent la plupart du temps par des effets à la fois qualitatifs (disparition de groupes faunistiques) et quantitatifs (diminution du nombre d'individus de l'ensemble des taxons). Contrairement à la perturbation organique, la perturbation toxique n'entraîne généralement pas l'augmentation de l'effectif des taxons résistants. L'effet polluant peut amener la disparition plus ou moins rapide et plus ou moins complète de l'édifice biologique (pesticides, cyanures, détergents, certains métaux...).

La corrélation de l'I.B.G. avec les perturbations de type toxique est moins bonne que pour les perturbations de type organique (GREBE, 1991). Cela s'explique par le fait que la sensibilité des groupes indicateurs vis à vis des substances toxiques, diffère de leur sensibilité à la pollution organique, mieux prise en compte par l'I.B.G.N..

Par exemple, les insectes répondent de manière souvent inattendue aux métaux (André, Lascombe, 1987) : les éphéméroptères sont souvent présentés comme très sensibles, en particulier les familles qui appartiennent aux G1 les plus hauts dans la hiérarchie de l'I.B.G.N. : Leptophlebiidae, Ephemeridae, Heptageniidae, Ephemerellidae disparaissent souvent en aval des rejets métalliques. Par contre, les plécoptères ont une sensibilité très variable à l'intérieur d'une même famille. D'autres groupes globalement assez résistants à la pollution organique régressent dans les zones de pollution métallique, comme les gammares, la plupart des mollusques, des achètes, des planaires (cf. tableau 7).

Même si ces éléments doivent être considérés avec beaucoup de précautions (bibliographie non exhaustive, non prise en compte de la spéciation des métaux...), on peut tout de même en tirer certains enseignements.

En définitive on remarque que, si l'I.B.G.N. peut traduire une pollution métallique, la réponse est moins précise, moins progressive que pour la pollution organique.

L'analyse de la liste faunistique est alors indispensable pour une interprétation correcte de l'indice.

Pour l'étude d'une perturbation de type métallique, on comparera utilement les biocénoses de stations qui auront été choisies de façon à minimiser l'effet des facteurs d'habitat. Le dénombrement des taxons est nécessaire.



TABLEAU 7

Éléments bibliographiques sur la polluosensibilité des organismes invertébrés aux métaux (Synthèse Agence de l'Eau RMC, Avril 1987)	
PLÉCOPTÈRES	Avis partagé des auteurs
ÉPHÉMÉROPTÈRES	Paraissent globalement très sensibles aux métaux (Zinc, Cadmium, Plomb) Les familles les plus polluosensibles : Leptophlebiidae - Ephemeridae - Heptageniidae - Ephemerellidae. Caenidae sensibles aux métaux - Baetidae tolérants
TRICHOPTÈRES	Trichoptères libres paraissent globalement plus résistants que Trichoptères à fourreau. Sericostratiidae - Leptoceridae sont ponctuellement considérés comme résistants
COLÉOPTÈRES	Hydraenidae sensibles au Zinc.
DIPTÈRES	Chironomidae sont résistants. Tipulidae, Rhagionidae sensibles. Simuliidae résistants (Zinc + Plomb)
MÉGALOPTÈRES	Résistant au Zinc et Fer.
ODONATES	Tolérants au Zinc et au Fer
CRUSTACÉS	Sensibles
MOLLUSQUES	Une forte sensibilité au Zinc, Plomb et Cadmium
ACHÈTES	Les Hirudidae sont sensibles au Zinc, Fer. Le genre Erpobdella est résistant au Plomb, Cuivre, Zinc.
TRICLADES	Sensibles aux métaux Dugesia résistante au Cadmium.
OLIGOCHÈTES	Grande tolérance, en particulier le genre Tubifex, au Plomb, Zinc, Cadmium, Cuivre.

Pour mieux évaluer le niveau de pollution métallique on peut utiliser en complément des méthodes intégratrices telles que l'analyse chimique des sédiments (elle permet de connaître l'état de contamination d'un habitat important pour les invertébrés), l'analyse chimique des bryophytes, ainsi que l'étude de certains groupes faunistiques qui sont à la base d'indices spécifiques, les oligochètes (Lafont, 1989), et les mollusques (Mouthon, 1981) par exemple.

Pour les autres types de perturbation toxique (micropolluants organiques), les études concernant la réponse de l'I.B.G.N. sont peu nombreuses, d'autant que ces pollutions sont souvent associées à d'autres types de perturbations dont il est difficile de distinguer les effets propres. Il est probable que la réponse de l'indice soit de même nature que pour la pollution métallique.

Perturbation de type toxique :

effectuer le dénombrement des taxons et analyser la liste faunistique

3.4.3 MODIFICATION DU PH

De nombreux travaux ont montré qu'une réduction des biocénoses invertébrées en termes d'abondance

et de diversité apparaissait concomitamment à une baisse du pH. Le déterminisme en est actuellement mal connu. La sensibilité des insectes aquatiques vis à vis des conditions rencontrées dans les eaux acides se traduit différemment d'un taxon à l'autre et l'on peut distinguer 3 niveaux de réponses (Guerold et al., 1991) :

- Extrême sensibilité des éphéméroptères rhéophiles, à l'exception des Leptophlebiidae, ainsi que des plécoptères sétipalpes.
- Grande sensibilité de certains trichoptères comme les Hydropsychidae, Philopotamidae, Glossosomatidae, des coléoptères.
- Tolérance de plécoptères filipalpes, des trichoptères Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, des diptères Chironomidae et Simuliidae.

Ainsi la diminution de la diversité faunistique et la disparition de certains taxons indicateurs parmi les plus polluosensibles dans les eaux acides (pH<6) font que l'I.B.G.N. peut traduire convenablement ce type de pollution.

Modification du pH :

l'analyse de la liste faunistique peut aider à l'interprétation de la note indicelle.

A contrario, les effets des pH fortement basiques sur les communautés aquatiques sont peu connus.

3.4.4 PERTURBATIONS THERMIQUES

Les effets des perturbations thermiques sont mal connus car étant surtout le fait des grands cours d'eau qui subissent d'autres types de perturbations et pour lesquels les écarts de température sont tamponnés. L'I.B.G.N. serait susceptible de répondre à une pollution de ce type car les groupes faunistiques indicateurs les plus polluosensibles utilisés dans le tableau d'analyse sont généralement des espèces qui supportent mal les grandes variations de température (plécoptères en particulier).

D'après Verneaux (1977) le facteur thermique intervient sensiblement pour moitié dans le déterminisme général de la structure biotypologique de l'écosystème d'eau courante. L'exploitation statistique de données disponibles a permis d'établir qu'une augmentation de 1,8 °C de la température maximale moyenne des 30 jours les plus chauds de l'année correspond à un changement de niveau typologique (Verrel, 1983). Ainsi, une augmentation de la température des eaux de quelques degrés seulement doit entraîner une évolution de la biocénose, qui pourrait éventuellement être traduite par l'I.B.G.N.

Sur le Rhône supérieur, une augmentation de la température des eaux de 6 °C en moyenne en aval du centre nucléaire du Bugey a entraîné une réduction de la richesse taxonomique et une diminution de certains organismes en période chaude (oligochètes, chironomides, gammares) (Roger et al., 1991).

Toutefois, l'utilisation de la famille atténuée de façon importante la réponse de l'I.B.G.N. à ce type de pollution, en particulier pour les faibles écarts de température. Par ailleurs, dans les cours inférieurs des rivières, les taxons rencontrés sont généralement moins sensibles à ce paramètre et l'I.B.G.N. semble alors peu approprié.

Perturbation thermique :

effectuer l'analyse faunistique en dénombant les taxons et pousser si possible la détermination jusqu'au genre pour les groupes sensibles (plécoptères en particulier).

Pour mieux évaluer le niveau de pollution thermique, on peut utiliser des méthodes basées sur l'évolution des populations piscicoles.

3.4.5 AMÉNAGEMENT DES COURS D'EAU

Toute intervention sur un cours d'eau qui a pour objectif d'organiser le milieu afin de le rendre compatible avec les

activités humaines, entraîne une modification des descripteurs physiques du milieu que sont la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la nature du substrat. Ces modifications peuvent être très variables selon le type d'aménagement et de rivières concernées :

	Modification des paramètres physiques		
	Vitesse	Profondeur	Substrat
Digue	accélérée	accrue	uniformisé
Épis	accélérée localement	accrue localement	diversifié
Barrage	ralentie	accrue	uniformisé (fonds déposés)
Seuils	ralentie	accrue	diversifié
Curage	accélérée	accrue	modifié
Chenalisation	modifiée	modifiée	uniformisé
Dragage	modifiée	accrue	uniformisé et colmaté
Gestion de la Végétation	diversifiée	diversifiée	diversifiée

La diversité faunistique étant habituellement bien corrélée avec la nature des habitats, l'I.B.G.N. peut répondre de façon significative à ce type de perturbation. Ainsi les travaux de chenalisation, curage prononcé, entraînent habituellement une baisse de la diversité faunistique, tandis que la création de petits seuils et épis, les curages doux (décolmatage), la gestion de la végétation rivulaire et aquatique vont induire un enrichissement faunistique par création d'habitats nouveaux.

Cependant la réponse n'est pas toujours très nette dans la mesure où les groupes faunistiques indicateurs ne sont pas forcément concernés par certains de ces aménagements.

Aménagement des cours d'eau :

effectuer l'analyse faunistique en distinguant les 8 habitats de la station dont on évalue le pourcentage de recouvrement.

Le dénombrement des taxons est indispensable.

3.4.6 PERTURBATIONS DE TYPE MÉCANIQUE

Les matières en suspension inertes (MES), qu'elles soient d'origine naturelle (bassin versant) ou humaine (rejet de gravières, vidange de barrage, activité agricole...) modifient les habitats, surtout en faciès lentique, par colmatage des fonds. Par ailleurs, les MES agissent également directement sur certains organismes sensibles.

Ces perturbations contribuent à des effets du même ordre que certains aménagements du milieu (3.4.5), en simplifiant la mosaïque d'habitats.



Ces perturbations se traduisent par des effets à la fois quantitatifs (diminution du nombre d'individus de l'ensemble des taxons) et qualitatifs (disparition de groupes faunistiques). Toutefois les taxons les plus polluosensibles ne sont pas forcément ceux qui répondent le mieux à ce type de perturbation. Tout dépend du type d'habitat concerné. Par exemple, dans une rivière à forte pente soumise à la vidange d'une retenue, ce sont surtout les faciès lenticules qui sont détruits, les faciès lotiques pouvant, dans certains cas, conserver leur faune rhéophile, en particulier les organismes des groupes indicateurs apicaux.

Perturbation de type mécanique :

effectuer une analyse biocénétique en distinguant les 8 habitats de la station, au minimum le faciès lotique du faciès lentique, dont on évalue les pourcentages de recouvrement.

Le dénombrement des taxons est indispensable.

3.4.7 MODIFICATION DU RÉGIME HYDROLOGIQUE

Les invertébrés benthiques répondent assez mal dans leur ensemble aux modifications spatiales du milieu (hauteur d'eau) pour lesquelles les poissons sont de meilleurs descripteurs. Par contre, les variations de la vitesse d'écoulement influencent les communautés, ce facteur jouant un rôle fondamental dans la répartition des organismes.

- À l'expérience on remarque que l'I.B.G.N. répond assez mal à la réduction des débits, toutes autres conditions de milieu restant inchangées par ailleurs (température et qualité de l'eau en particulier), car il subsiste le plus souvent dans le secteur de rivière dérivé des zones lotiques où la faune d'origine subsiste, en particulier dans les rivières à forte pente. Dans les rivières de plaine à pente faible, la réponse est parfois plus nette (exemple du Rhône où les espèces potamiques rhéophiles ont régressé dans les tronçons court-circuités par les aménagements hydroélectriques) car la vitesse peut être ralentie sur l'ensemble du lit et la réduction de la largeur mouillée entraîne par ailleurs la disparition d'habitats particuliers de bordure (chenaux de tressage, îles...) (ARALEPBP, 1986).
- Quant aux effets des éclusées, ils sont encore imparfaitement connus. L'analyse de la bibliographie (Lauters, 1992) tend à montrer que les variations de débit dans un sens ou dans l'autre entraînent un appauvrissement tant quantitatif que qualitatif du benthos par accentuation de la dérive, certains taxons semblant être plus facilement entraînés que d'autres. Dans les zones à éclu-

sées, la faune est généralement moins diversifiée (et les I.B.G.N. plus faibles) et moins abondante que dans les secteurs naturels de référence et souvent dominée par des taxons réophiles. La réponse de l'indice I.B.G.N. dépend de l'importance de la variation de débit, des possibilités de recolonisation par l'amont ou les annexes latérales, la nature des habitats, dans les cas extrêmes la faune pouvant être presque totalement éliminée du milieu (Cabinet GAY, 1994).

Modification du régime hydrologique :

effectuer une analyse biocénétique en distinguant les 8 habitats dont on évalue le pourcentage de recouvrement (cartographie de la station) et opérer le dénombrement des taxons.

3.5 EXTENSION DE L'INTERPRÉTATION

Si la méthode I.B.G.N. dans le strict respect de son application de base, est en mesure d'apporter des réponses souvent suffisantes pour la connaissance générale de la qualité des milieux, elle s'avère parfois mal adaptée ou pas assez sensible à l'étude de certains types de perturbations. Dans ce cas il est justifié, pour affiner le diagnostic, d'effectuer un traitement particulier de l'échantillon faunistique obtenu à partir du prélèvement I.B.G.N.

3.5.1 DÉNOMBREMENT DES ORGANISMES

Comme on l'a vu précédemment, le dénombrement des organismes récoltés permet d'affiner le diagnostic, et si il n'est pas indispensable à l'obtention de la note indicienne, **il est vivement conseillé de le pratiquer systématiquement**. Pour certaines études cette pratique est indispensable. C'est en particulier le cas pour :

- les perturbations de type toxique (3.4.2)
- les perturbations liées aux modifications du pH (3.4.3)
- les perturbations thermiques (3.4.4)

3.5.2 DISTINCTION DES HABITATS

La distinction des huit habitats échantillonnés ou des faciès que comprend la station lors de l'élaboration de la liste faunistique est indispensable pour l'étude de certaines perturbations.

C'est le cas en particulier pour :

- les perturbations liées aux aménagements du cours d'eau (3.4.5)

- les perturbations de type mécanique (3.4.6)
- les perturbations liées aux modifications du régime hydrologique (3.4.7)

Pour être efficace, cette méthode nécessite d'évaluer le pourcentage de recouvrement de chacun des 8 habitats prélevés à l'intérieur de la station et de dénombrer les taxons récoltés. On étudie alors la répartition de la faune entre les différents habitats. On peut également comparer (habitats et faune associée) la station perturbée avec une station témoin qui aura été échantillonnée de la même manière.

3.5.3 ÉVALUATION DE LA ROBUSTESSE DE LA NOTE

Certaines familles polluosensibles peuvent présenter un genre ou une espèce plus résistante que les autres aux perturbations. La note indicienne peut alors être surestimée. On évalue la robustesse du résultat, c'est à dire la pertinence de la note, en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique et en déterminant l'I.B.G.N. avec le groupe indicateur suivant. Si l'écart entre les deux valeurs est important, c'est que l'I.B.G.N. est probablement surestimé. On en tiendra compte lors de l'interprétation.

3.5.4 REPRÉSENTATION GRAPHIQUE

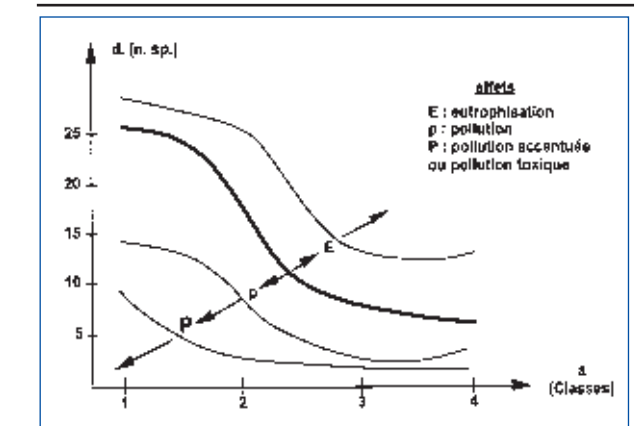
La représentation graphique de l'abondance relative des taxons qui constituent la biocénose échantillonnée facilite la comparaison de plusieurs stations entre elles. Cette méthode simple, qui nécessite le dénombrement des taxons, permet en particulier de détecter des différences entre stations qui présentent une même valeur indicienne. Dans le même esprit on peut regrouper les taxons d'après leur régime alimentaire (brouetteurs, détritivores, filtreurs, carnassiers...) ou en fonction de leur affinité à certaines composantes du milieu dont on veut étudier l'effet des modifications (vitesse de courant, substrat).

3.5.5 COURBES DIVERSITÉ - ABONDANCE

La traduction graphique du concept d'Odum (1975), selon lequel "les communautés biologiques naturelles présentent comparativement un petit nombre d'espèces communes représentées par un grand nombre d'individus et un grand nombre d'espèces comptant peu d'individus", donne une courbe caractéristique d'allure sigmoïde. La forme de cette courbe permet de mettre en évidence les effets biologiques d'une perturbation du milieu (figure 7, Verneaux, 1980). Une telle courbe est construite à partir de classes d'abondance.

Son intérêt est de permettre la comparaison globale de peuplements appartenant à des sites différents, ou d'un peuplement à des saisons différentes. Pour une même rivière, elle peut permettre de distinguer les effets sur plusieurs stations de différents types de perturbations (Faessel, 1994).

FIGURE 7 : DIAGRAMME DIVERSITÉ - ABONDANCE



3.5.6 ANALYSES NUMÉRIQUES ET STATISTIQUES

- De nombreuses expressions mathématiques ont été mises au point pour exprimer la structure des peuplements à partir de l'abondance et de la diversité taxonomique. L'indice de diversité de Shannon (1948) semble être le plus pratiqué. La principale difficulté dans leur utilisation consiste à rechercher les corrélations entre les variations indicieuses et les facteurs du milieu susceptibles de modifier les structures des biocénoses. Par ailleurs, il arrive que des stations possédant des structures biologiques très différentes présentent des indices de diversité - abondance très voisines. Ces indices pourront être éventuellement utilisés, pour conforter les résultats de l'I.B.G.N., par des hydrobiologistes ayant une bonne expérience dans ce domaine.
- Les analyses statistiques descriptives, type analyses en composantes principales et analyses factorielles des correspondances permettent de comparer des échantillons de stations différentes et de mettre en correspondance la distribution des biocénoses avec les facteurs du milieu. Ces analyses, qui peuvent être très utiles dès que l'information disponible est abondante, nécessitent pour leur utilisation, la collaboration d'un hydrobiologiste qui connaît le milieu étudié et d'un statisticien qui connaît la procédure.

3.5.7 AUTRES APPROCHES BIOCÉNOTIQUE ET PERSPECTIVES

A côté de la méthode I.B.G.N., d'application très générale et basée sur l'analyse simplifiée des communautés benthiques, d'autres méthodes plus fines sont utilisées en fonction des besoins et des moyens disponibles. Nombre d'entre elles sont également fondées sur l'examen des communautés de macroinvertébrés. Parmi elles les oligochètes, les diptères Chironomidae et les mollusques constituent les taxons les plus utilisés (I.D.E., 1993). Ces groupes nécessitent cependant une identification plus poussée qui rend l'étude plus lourde et donc plus coûteuse. Par ailleurs, ils sont surtout abondants en milieu

lentiques et les indices correspondant fonctionnent mal dans les milieux de type érosif.

D'autres groupes sont cependant utilisés parmi lesquels les diatomées et les poissons (I.D.E., 1993). Un regain d'intérêt se manifeste en France vis à vis des macrophytes, dont il convient cependant de mieux comprendre le déterminisme (Leglize, 1991).

Tous ces indices doivent être considérés comme étant complémentaires pour l'information qu'il apportent (qualité de l'eau, du substrat, perturbation organique, toxique...). Il revient au chargé d'étude de rechercher les ou les méthodes les plus appropriées à la résolution du problème posé.

Bibliographie

- AFNOR, 1992 : Détermination de l'indice biologique global normalisé (I.B.G.N.) - 9 p.
- Agence de l'Eau R.M.C., 1990 : Application de l'indice biologique global (I.B.G.) aux grands cours d'eau du bassin Rhône Méditerranée Corse, 14 p
- André, Lascombe, 1987 : Impact de la pollution métallique des cours d'eau sur les peuplements d'invertébrés benthiques Note d'approche bibliographique - Agence de Bassin R.M.C., 35 p
- AQUASCOP, 1993 : Étude de l'évolution saisonnière de l'indice biologique global (I.B.G.) - Agence de l'Eau Rhin Meuse
- A.R.A.L.E.P.B.P., 1986 : Suivi hydrobiologique de l'aménagement de Chautagne sur le Haut-Rhône - 68 p.
- Armitage et al., 1983 : The performance of a new biological water quality score system based on macrovertebrates on a wide range of unpolluted running-water sites - Wat. Res., 17 (3), 333 - 347
- Blandin, 1986 : Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques - Bull. Écol., t. 17, 4, p. 215 - 307
- Bourrain, 1992 : Ordonnement des taxons indicateurs pour la définition de la note I.B.G. - Étude Inter-Agences
- Cabinet GAY Environnement, 1994 : Suivi hydrobiologique de la chute de Grand'Maison sur l'Eau d'Olle - Les communautés animales d'une rivière régulée.
- Faessel et al., à paraître : Incidences de rejets ponctuels et diffus sur les communautés d'invertébrés benthiques d'un cours d'eau du Beaujolais : l'Ardières
- G.R.E.B.E., 1992 : L'indice biologique global (AFNOR T 90 350) - Bilan d'application au réseau national de bassin - Ordonnement des taxons indicateurs - Étude Inter-Agences, hors série
- Guerold et al., 1991 : Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : première approche - Rev. Sci. Eau, 4 : 299 - 314
- Giudicelli J. et al, 1981 : Impact des pollutions organiques sur deux cours d'eau de la région méditerranéenne. Recherches sur la validité des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux courantes en région méditerranéenne. Lab. Biol. Animale Université Aix-Marseille III, 99p
- I.D.E., 1994 : Étude bibliographique des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales. Étude interagences.
- Kolkwitz et Marsson, 1908 : Ökologie der pflanzlichen saprobien - Ber. Deutsch. Bot. Ges., 26 a, 505 - 519
- Lafont, 1989 : Contribution à la gestion des eaux continentales : utilisation des oligochètes comme descripteurs de l'état biologique et du degré de pollution des eaux et des sédiments. Thèse Doctorat d'Etat, UCBL Lyon I : 311 p + annexes 92p.
- Lascombe, 1992 : Les méthodes d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques - Application à la gestion des eaux en France - Limites - Perspectives de développement - Tribune de l'Eau, 555 (1) : 18 - 29
- Lascombe et Cardot, 1984 : Connaissance de la pollution des eaux courantes. Bull. Écol., t. 15, 1, 39 - 45
- Lauters, 1992 : Impacts sur l'écosystème rivière de la gestion par éclusées des ouvrages hydroélectriques : étude bibliographique. EDF DER.
- Leglize et al., 1991 : Étude des végétaux fixés en relation avec la qualité du milieu. Étude inter Agences, 107 p.
- Malavoi, 1989 : Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie - Bull. Fr. Pêche Piscic., 315 : 189 - 210
- Mouthon, 1981 : Typologie des Mollusques des eaux courantes - Organisation biotypologique et groupements socio-écologiques. Annes Limnol, 17 (2) : 143 - 162
- Roger et al., 1991 : Impact thermique des effluents du Centre de Production Nucléaire du Bugey sur les invertébrés benthiques du Rhône - Hydroécol. Appl., 1 : 63 - 110
- Shannon et Waever, 1948 : The mathematical Theory of communication - Univ. Of Illinois Press, Urbana Ill.
- Tuffery, 1980 : Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes - Révélateurs biologiques de la pollution. In : la pollution des eaux continentales, Éd. Gauthier - Villars

Verneaux, 1977 : Biotypologie de l'écosystème eau courante - Déterminisme approché de la structure biotypologique - C.R. Acad. Sci. Paris, t. 284, Série D : 77 - 79

Verneaux, 1980 : Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales - Principales méthodes biologiques - In : la pollution des eaux continentales, Éd Gauthier - Villars

Verneaux, 1982 : Expression biologique, qualitative et pratique, de l'aptitude des cours d'eaux au développement de la faune benthique - Un coefficient d'aptitude biogène : le Cb2 - Trav. Lab. Hydrobiol. Univ. Besançon, ronéo 20 p.

Verneaux, 1984 : Méthodes et problèmes de détermination des qualités des eaux courantes - Bull. Écol. t. 15, 1, p. 1 - 6

Verneaux et coll., 1982 : Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes - Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.) - Ann. Sci. Fr. Comté, Besançon, Biol. Anim., 4 (3), 11 - 21

Verneaux, Faessel et Malesieu, 1976 : Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes - Trav. Lab. Hydrobiol. Univ. Besançon et C.T.G.R.E.F., ronéo 14p.

Verneaux et Tuffery, 1967 : Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes - Indices biotiques - Ann. Sci. Univ. Besançon, 3, 79 - 89

Verrel, 1983 : Impact hydrobiologique des centrales thermoélectriques en cours d'implantation sur le Rhône - Cah. Lab. Montereau, 14 : 45 - 54

Vesconsi, 1990 : Indicateurs biologiques et rejet urbains de temps de pluie - Étude bibliographique - Agence de l'Eau Seine Normandie, 52 p.

Wasson, 1981 : Méthodes biologiques d'appréciation de la qualité des eaux courantes - In : Écologie appliquée, indicateurs biologiques et techniques d'étude - AFIE, 92 - 108

Woodiwiss, 1964 : The biological system of stream classification used by the Trend River Board - Chem. and Indust., 443 - 447

