



**DESS Gestion des Ressources
Naturelles Renouvelables**



**Université des Sciences
et Technologies de Lille**

**Propositions pour la mise en œuvre de tests
inter-laboratoires pour les indices
biologiques : I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S.,
dans le cadre de l'assurance de la qualité
en hydrobiologie**



Sericostomatidea, photo cemagref



Diatomées, photo cemagref



Tubificidae, photo gill Marigny

Alice HAPPE

Année universitaire 2000 - 2001



**DESS Gestion des Ressources
Naturelles Renouvelables**



**Université des Sciences
et Technologies de Lille**

**Propositions pour la mise en œuvre de tests
inter-laboratoires pour les indices
biologiques : I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S.,
dans le cadre de l'assurance de la qualité
en hydrobiologie**



Seriscostomatidea, photo cemagref



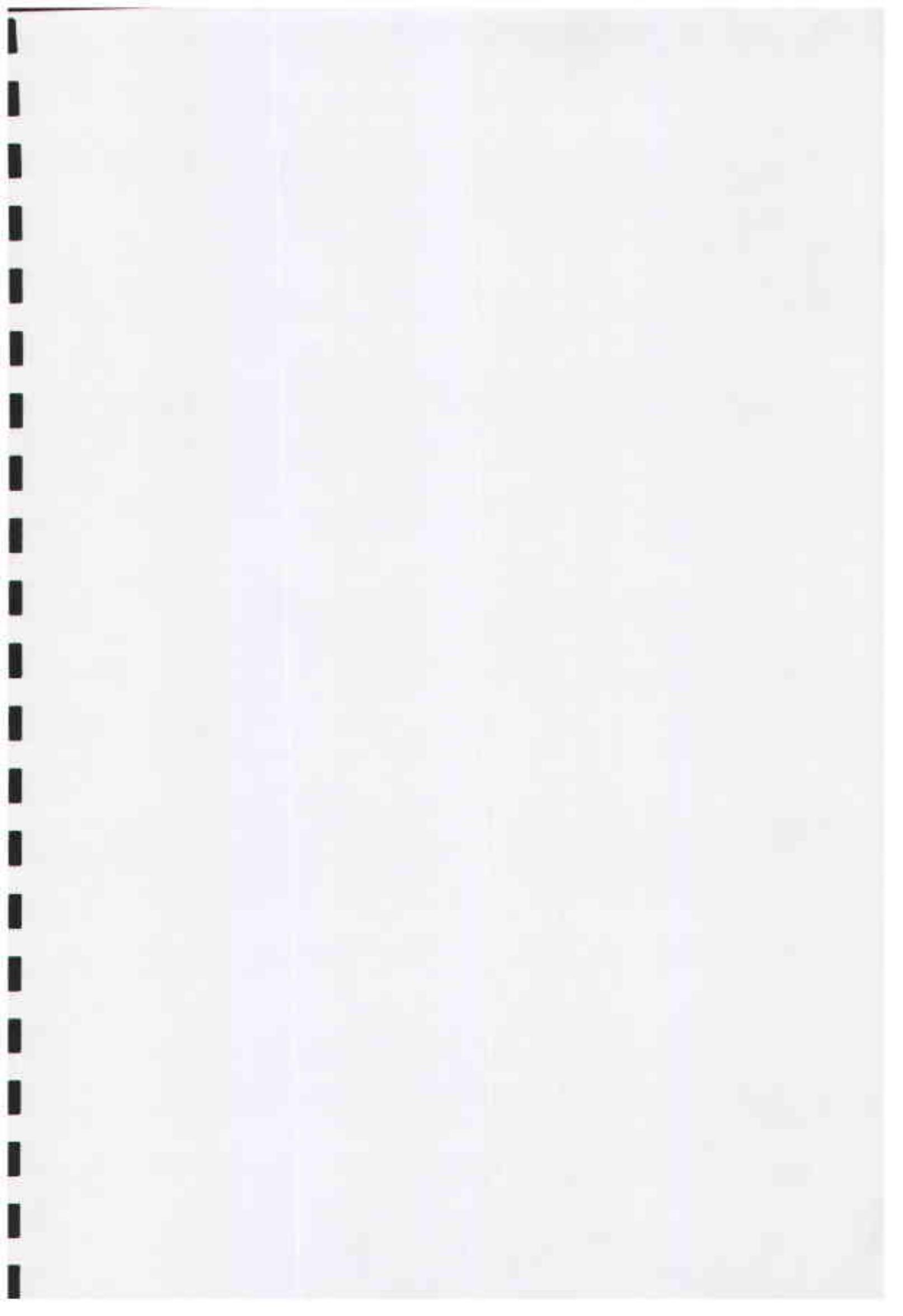
Diatomées, photo cemagref



Tubificidae, photo gill Marigny

Alice HAPPE

Année universitaire 2000 - 2001



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Jean Prygiel, chef de mission à l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, pour m'avoir permis de réaliser ce stage mais aussi pour l'aide et les conseils qu'il m'a apportés.

Je remercie également Alain Leprêtre pour son accueil au sein du laboratoire d'Ecologie Numérique et d'Ecotoxicologie, pour son aide et ses conseils apportés au cours du stage.

Je tiens à remercier Marie-Ange Honoré, responsable du service "Eau et Milieux Aquatiques" de l'Institut Pasteur de Lille et Patrick Verdevoye, responsable de la cellule "Milieux Aquatiques et Laboratoire" de la DIREN Nord-Pas-de-Calais pour m'avoir permis d'assister à une de leur journée d'échantillonnage ainsi que pour les informations et les conseils qu'ils m'ont donné,

Je tiens aussi à remercier pour leur temps qu'ils m'ont accordé et les renseignements fournis les personnes suivantes:

- Agnès Rosso, chargée de mission à la DIREN Alsace,
- Michel Coste, chargé de recherche au Cemagref de Bordeaux,
- Christian Gay, responsable du bureau d'étude Gay Environnement,
- Philippe Guarini, responsable de l'association AGLAE,
- Christophe Lesniak, de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie,
- Karine Vincent, responsable d'accréditation "Eaux et Milieux Aquatiques" au COFRAC,
- Gabriel Boisson, responsables des inter-comparaisons laboratoires au COFRAC.

Je remercie également l'Agence de l'Eau Artois-Picardie pour sa contribution financière accordée à cette étude.

Structures d'accueil

Cette étude a été effectuée au sein du laboratoire d'Écologie Numérique et d'Ecotoxicologie situé sur le domaine Universitaire Scientifique de Villeneuve d'Ascq (Université des Sciences et Technologies de Lille), en collaboration avec l'Agence de l'Eau Artois Picardie qui a également contribué à son financement.

L'équipe du laboratoire d'Écologie Numérique et d'Ecotoxicologie dirigée par Alain Leprêtre, est spécialisée dans le traitement numérique des données écologiques. Leurs recherches sont orientées sur le diagnostic de la qualité des milieux naturels ou perturbés à l'aide de méthodes écologiques et écotoxicologiques, et s'appuient sur l'élaboration de stratégies d'échantillonnage spécifiques et sur l'application et/ou le développement de méthode d'analyse statistique des données adaptées.

Depuis les années 1990, existe un partenariat entre le laboratoire d'Écologie Numérique et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie pour une meilleure connaissance des milieux aquatiques continentaux, mais aussi, la valorisation des données physico-chimiques et biologiques.

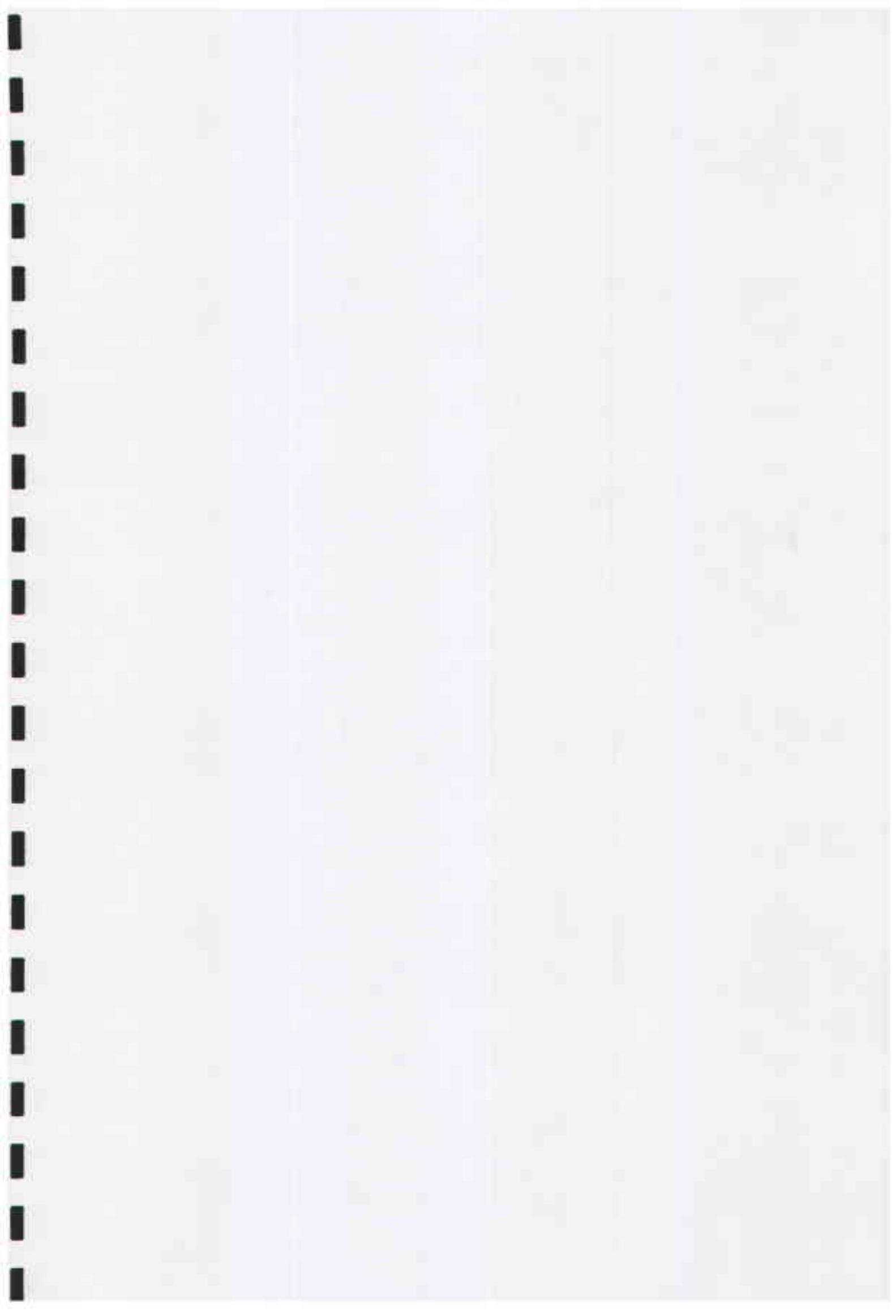
Les dernières études menées concernent les méthodes de prévisions et de typologie de qualité des cours d'eau, mais aussi la mise en place d'un réseau de surveillance des peuplements phytoplanctoniques des eaux courantes ou encore la réalisation d'une synthèse et critique du SEQ cours d'eau (application du concept du SEQ cours d'eau sur la rivière Aa).

L'Agence de l'Eau Artois-Picardie est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Cette Agence a été créée en 1966 et a son siège à Douai (59).

Elle est chargée de mener la politique de l'eau dans le bassin Artois-Picardie qui regroupe des départements du Nord, du Pas de Calais, de la Somme et l'arrondissement de Saint-Quentin dans le département de l'Aisne. Elle travaille avec les industriels, les élus et les agriculteurs, et les associations pour lutter contre la pollution, préserver la ressource en eau et mettre en valeur les cours d'eau.

L'Agence de l'Eau Artois-Picardie compte aujourd'hui 170 agents et a considérablement développé ses activités, en particulier en 1992, année au cours de laquelle, elle a doublé ses travaux et ses investissements engendrant une augmentation des effectifs de 30%.

L'Agence de l'Eau Artois-Picardie a investi entre 1997 et 2001, 6,4 milliards de francs, dans les villes, les industries et les campagnes pour préserver notre capital eau.



Sommaire

INTRODUCTION	3
MATÉRIELS ET MÉTHODES	6
PARTIE I : L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ	7
A. LA QUALITÉ.....	7
1. Définition.....	7
2. Les enjeux.....	8
3. La mise en place	8
B. L'ACCREDITATION DES LABORATOIRES	10
1. Qu'est ce que l'accréditation?	10
2. Présentation du COFRAC.....	12
C. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES LABORATOIRES.....	14
1. Contrôle interne de la qualité	14
2. Contrôle externe de la qualité	14
PARTIE II : L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ ET L'HYDROBIOLOGIE.....	16
A. L'ACCREDITATION DES LABORATOIRES D'HYDROBIOLOGIE	16
B. LES INDICES BIOLOGIQUES SOUMIS AU PROCESSUS D'ACCREDITATION	18
1. I.B.G.N. (Indice Biologique Global Normalisé).....	18
a) Objectifs	18
b) Principe et méthode de détermination.....	18
c) Analyse biologique	19
2. I.B.D. (Indice Biologique Diatomées).....	19
a) Objectifs	20
b) Principe et méthode de détermination.....	20
c) Analyse biologique	20
3. I.O.B.S. (Indice Oligochètes de Bio-indication des Sédiments).....	21
a) Objectifs	21
b) Principe et méthode de détermination.....	22
c) Analyse biologique	22
C. LE CONTRÔLE INTERNE ET EXTERNE	24
1. En France	24
2. A l'étranger	24

PARTIE III : LE CONTRÔLE EXTERNE EN HYDROBIOLOGIE	26
A. MISE EN PLACE DE CONTRÔLES EXTERNES	26
1. Bilan des tests inter-laboratoires en France.....	26
2. Bilan des tests inter-laboratoires à l'étranger.....	27
B. PRÉALABLES AUX PROPOSITIONS DE PROTOCOLES DE CONTRÔLE EXTERNE	28
1. Aspect technique : le problème de l'échantillonnage <i>in situ</i>	28
2. Disponibilité des laboratoires et aspects financiers.....	29
3. Aspect d'équité technique	29
4. Répétabilité.....	30
C. PROPOSITION DE PROTOCOLES DE CONTRÔLE EXTERNE.....	31
1. Protocole de contrôle externe pour l'I.B.G.N.	31
a) Caractérisation du segment de cours d'eau	31
b) Préparation des échantillons (aspect identification)	32
c) Exercice d'inter-comparaison	32
2. Protocole de contrôle externe pour l'I.B.D.....	33
a) Préparation de l'échantillon composite et des sous-échantillons	33
b) Exercice d'inter-comparaison	33
3. Protocole de contrôle externe pour l'I.O.B.S.	33
a) Préparation de l'échantillon composite et des sous-échantillons	33
b) Exercice d'inter-comparaison	34
D. MISE EN ŒUVRE DES CONTRÔLES EXTERNES	35
1. Organisation de l'exercice d'inter-comparaison	35
2. Choix de l'organisateur	35
3. Analyses statistiques et traitement des données.....	36
PARTIE IV : DISCUSSION	38
CONCLUSION	41
BIBLIOGRAPHIE.....	42
ANNEXES	45
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	70
GLOSSAIRE	71
PERSONNES CONTACTÉES.....	73

Introduction

Introduction

La loi sur l'eau de 1992 impose la protection et la restauration des milieux aquatiques. Elle est, depuis 2000, renforcée par la Directive CADRE sur le maintien et l'amélioration de la qualité écologique des eaux de surface. Afin de suivre cette qualité et suite à la réalisation d'un inventaire sur le degré de pollution des rivières, le Réseau National de Bassin (R.N.B.) a été créé en 1987. Dans le cadre de cette surveillance de nombreux paramètres sont mesurés : des paramètres physico-chimiques, des micro-polluants organiques, des métaux lourds mais aussi quelques indicateurs biologiques.

L'utilisation des variables biologiques s'est progressivement imposée comme moyen d'apprécier la qualité des eaux et des systèmes aquatiques. Ces variables biologiques sont de natures très diverses : composition floristique ou faunistique, présence ou absence d'espèces indicatrices, état physiologique d'une espèce sensible aux modifications d'état du milieu, etc. L'analyse qualitative et/ou quantitative des communautés faunistiques et floristiques permet d'apprécier l'état des milieux aquatiques, les perturbations de ces milieux entraînant des modifications plus ou moins marquées sur les communautés vivantes qu'ils hébergent, soit en terme de composition (présence ou absence, apparition ou disparition de certaines espèces), soit en terme de densité (changements des dominances ou fréquences absolues ou relatives des espèces). L'intérêt principal du diagnostic fondé sur les variables biologiques réside dans le fait que les organismes intègrent et révèlent par leur présence, leur abondance ou au contraire leur disparition, un nombre important de facteurs du milieu : facteurs physiques (habitat, débits, types d'écoulement,...), facteurs physico-chimiques (pH, conductivité,...), facteurs chimiques (composition de l'eau et des sédiments en éléments minéraux, organiques ou micro-polluants), facteurs climatiques, etc. Les méthodes biologiques de diagnostic ont ainsi pour objectif de caractériser l'effet des perturbations sur les communautés en place tandis que les variables physico-chimiques sont surtout des variables explicatives des modifications du milieu. En effet, même si l'inquiétude porte surtout sur les perturbations éventuelles du milieu vivant, les mesures et suivis de la physico-chimie des milieux sont nécessaires pour interpréter les perturbations chez les espèces et communautés vivantes et pour trouver l'origine des perturbations (pollutions urbaines, industrielles, agricoles, types de polluants, changements de débits, etc.). Enfin, les organismes ou les communautés vivantes conservent dans leur physiologie et leur organisation la trace de pollution ou perturbations passées. Les populations aquatiques se révèlent comme des "mémoires des conditions du milieu", même quand des conditions plus normales se sont rétablies, en conservant des séquelles des pollutions telles que des malformations chez les individus, des diminutions marquées de biodiversité, des disparitions définitives d'espèces très sensibles, etc.

Il existe de nombreuses méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux continentales (Agences de l'Eau, 1993) : méthodes biochimiques, écotoxicologiques et biocénologiques. Parmi les méthodes biocénologiques, on peut distinguer celles qui

sont basées sur l'utilisation d'espèces indicatrices : indices "macrophytes", "poissons", "chironomidiens" (Bazerque & al., 1989), "invertébrés" (I.B.G.N.¹ (Afnor, 1992), I.O.B.S.²(Afnor, 2001)), diatomées (I.B.D.³)(Afnor, 2000)...

Pour que de tels indices soient dignes de confiance, il importe que les organismes ou bureaux d'étude, qui utilisent les mêmes indices pour caractériser la qualité de l'eau, obtiennent les mêmes résultats (ou tout au moins des résultats proches) pour des situations identiques. Cette reproductibilité des résultats passe par une standardisation des protocoles, d'où l'important effort de normalisation. Ainsi, les méthodes telles que l'I.B.G.N. et l'I.B.D. sont déjà normalisées par l'Afnor et d'autres telles que l'I.O.B.S. ou l'indice macrophytique sont en cours de normalisation ou d'instruction. Les laboratoires et les bureaux d'étude qui utilisent ces indices biologiques doivent donc respecter les normes.

Mais imposer des normes ne suffit plus, même si les méthodes sont normalisées. L'importance des marchés nationaux et internationaux oblige les laboratoires à apporter la preuve de leur compétence, justesse, fiabilité et impartialité afin de rester compétitifs. Dans cette optique, le COFRAC (Comité Français d'Accréditation) a élaboré un programme d'accréditation spécifique à l'hydrobiologie, le programme 100.3, qui concerne actuellement les indices I.B.G.N., I.B.D., I.O.B.S.. Ce programme prévoit notamment des contrôles externes sous forme d'exercices d'inter-comparaison auxquels les laboratoires doivent participer quand ils existent (tests inter-laboratoires). Ceux-ci permettent de vérifier l'aptitude et l'efficacité des laboratoires à réaliser ces analyses biologiques, de repérer les problèmes éventuels et de proposer des solutions afin de les résoudre.

En France, 13 laboratoires et bureaux d'étude sont accrédités par le COFRAC pour les analyses biologiques des milieux aquatiques (*cf.* site Internet 1).

Conjointement à l'accréditation, la mise en place d'un programme d'assurance de la qualité s'impose. Les composantes d'une assurance de la qualité hydrobiologique incluent une organisation du labo centrée sur la qualité (règles générales du document 1002 : manuel qualité prenant en compte l'organisation, la formation du personnel, les locaux, la métrologie etc. (*cf.* site Internet 1)), l'utilisation et le respect de procédures normalisées, et des exigences spécifiques aux différents indices figurant dans le programme 100.3 (formation minimale des utilisateurs, pratiques régulières des indices, collections de référence...) et des contrôles internes et externes des performances (règles générales du document 1002 et reprises dans le programme 100.3) (*cf.* site Internet 1).

Actuellement, peu de méthodes existent pour comparer les performances des laboratoires utilisant ces indices. Quelques propositions ont été faites pour les diatomées mais pour les invertébrés aucun protocole de terrain n'existe.

L'objectif principal de cette étude était donc d'élaborer et de proposer des protocoles de contrôle externe pour les indices biologiques tant pour la partie terrain que pour la partie laboratoire.

¹ Indice Biologique Global Normalisé

² Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments

³ Indice Biologique Diatomées

D'emblée, plusieurs questions se posent : comment créer des protocoles avec les bureaux d'étude concernés, comment les mettre en oeuvre? Les coûts seront-ils abordables pour tous les participants en particulier pour les petites structures?

Nous présenterons dans un premier temps les différents indices biologiques concernés par l'étude et en particulier les modalités de leur mise en application et du calcul de la valeur indicielle. Puis, les éléments de base pour la compréhension du fonctionnement de l'assurance de la qualité, des accréditations et des contrôles externes seront exposés. Enfin, des protocoles pour la réalisation de ces tests d'inter-comparaison seront proposés et discutés.

Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

Le travail a consisté dans un premier temps à réaliser une étude bibliographique portant sur la mise en œuvre des indices biologiques. Celle-ci s'est faite à partir de divers documents officiels : normes I.B.G.N (Afnor, 1992), I.B.D. (Afnor, 2000), I.O.B.S. (Afnor, 2001), guides techniques I.B.G.N. (Agences de l'Eau, 1995) et I.B.D. (Prygiel & Coste, 2000), ainsi qu'à partir d'ouvrages ou de publications concernant les macro invertébrés, les oligochètes et les diatomées en tant qu'indicateurs (Agences de l'Eau, 1992 et 1993 ; Kelly, 1999 ; Lecointe, 1999 ; Prygiel et al, 2000 (a), (b) et (c) ; Veen & Van der Velde, 2000 ; Verneaux et Tuffery, 1967).

Les documents et ouvrages relatifs à l'assurance qualité, l'accréditation et l'intercomparaison ont également été étudiés :

- programme 100.3 (cf. site Internet 1) et document 1002 du COFRAC (cf. site Internet 1),
- norme internationale sur la qualité 17025 (ISO, 1998) et guide d'utilisation (cf. site Internet 1),
- documents de travail de la Commission Européenne de Normalisation (travaux du CEN/TC 230 WG2/TG6),
- documents de la Coopération Européenne pour l'Accréditation des Laboratoires (E.A.L., 1996),
- documents de la Coopération Internationale pour l'Accréditation des Laboratoires (I.L.A.C.) (cf. site Internet 3).

Ceci a été complété par des recherches sur Internet, par des interrogations de bases de données bibliographiques et des prises de contact avec des personnes ou organismes utilisant les indices biologiques ou concernés par la qualité en hydrobiologie (cf. sites Internet 1, 2, 3, 4 et 5 ; les références bibliographiques et la liste des personnes contactées).

Deux sorties sur le terrain, avec des spécialistes de l'Institut Pasteur puis de la DIREN, ont permis de voir comment étaient effectués les échantillonnages pour les indices I.O.B.S. et I.B.G.N.

Après avoir pris connaissance de ce qui pouvait exister dans le domaine de l'assurance de la qualité, des accréditations, et des exercices d'inter-comparaison, nous avons pu réfléchir aux différentes façons de mettre en place des protocoles de contrôle externe. Différentes options ont été présentées lors d'une réunion du comité de pilotage associant l'Institut Pasteur de Lille, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, la DIREN Nord-Pas-de-Calais et l'Université des Sciences et Technologies de Lille pour valider les protocoles proposés.

L'étape suivante a consisté en la rédaction de ces protocoles sous forme de cahier des charges.

Partie I
L'assurance de la qualité

Partie I : L'assurance de la qualité

C'est aux États-Unis, vers 1950, que s'est développée l'assurance de la qualité. Confrontés aux problèmes de sécurité et de disponibilité des équipements aérospatiaux, nucléaires et militaires, les États-Unis décident de lancer un nouveau concept dans le secteur de l'armement de manière à obtenir la confiance des clients. Le but est de vérifier que l'organisation des entreprises fournissant les pièces nécessaires est adaptée de façon à assurer la maîtrise du processus de fabrication et le contrôle de conformité aux exigences (Froman *et al.*, 1998).

En France, l'assurance de la qualité apparaîtra dans les années soixante, lors de la construction du premier satellite français FR1 réalisé par le CNES. Puis elle prendra de l'importance dans la construction des centrales nucléaires et les fabrications pour l'armement. Grâce au succès des normes ISO 9000 publiées en 1987, son application s'étendra progressivement à tous les secteurs industriels et économiques et sera de plus en plus reconnue en tant qu'outil de bonne gestion (Froman *et al.*, 1998).

A. La qualité

1. Définition

L'origine du mot qualité vient du latin "*qualitas*". Ce mot présente deux significations différentes : d'une part il permet de désigner les caractéristiques d'une personne, d'autre part, il a le sens d'une évaluation. Dans le langage courant, le terme qualité n'a pas le même sens pour tout le monde. Pour certains, il s'agit d'un degré d'excellence, pour d'autres de la conformité aux exigences.

En ce qui concerne les laboratoires, les industries et les entreprises, une des définitions de la qualité pourrait être : l'aptitude de ces unités à satisfaire les besoins exprimés ou implicites de leurs clients afin d'améliorer leurs performances et leurs résultats. Dans la norme ISO 8402, § 2.1, le terme **qualité** est défini comme "l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'une entité qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins explicites et implicites d'un client" (Froman *et al.* 1998 ; Feinberg *et al.* 1999). L'entité peut correspondre à un produit, un service également une activité, un processus, un organisme ou une personne.

Pour les analyses chimiques ou biologiques, plusieurs types de qualité peuvent être définis. On distingue :

- la qualité technique : ce sont les caractéristiques métrologiques liées à l'analyse (les mesures doivent être exactes, appropriées et fidèles),
- la qualité économique : les laboratoires doivent rechercher le meilleur rapport qualité/prix,
- la qualité écologique : il faut veiller au respect de la santé humaine et à la protection de l'environnement,
- la qualité informative : les résultats sont plus compréhensibles lorsqu'ils sont accompagnés de commentaires.

La qualité présente des aspects très différents selon le type de prestation ou de service que l'on considère et sera distinguée par celui qui la réalise, la valide et celui qui l'utilise.

2. Les enjeux

La préoccupation de tout laboratoire et de toute entreprise est de fournir des produits ou des prestations qui satisfont les clients au moindre coût, dans un environnement de concurrence. Elle doit tenir compte du fait que l'activité économique moderne présente deux caractéristiques majeures:

- la libéralisation et la mondialisation des échanges, qui exposent les entreprises à la concurrence nationale et internationale;
- la complexification des processus de conception, de réalisation, de distribution des produits et des services.

Le point essentiel du management de la qualité repose sur l'amélioration des processus. En améliorant la qualité à chaque stade des processus, on améliore la qualité des produits et des services. La qualité de l'offre est donc mieux maîtrisée tout en diminuant les coûts.

Il est en effet important de prévenir les non-conformités à tous les stades, la fonctionnalité et l'efficacité des produits. Tout défaut de conception ou de réalisation peut affecter plus ou moins la fonction d'un produit, sa mission ou l'accomplissement d'un service.

D'où la nécessité de faire bien du premier coup. La qualité peut paraître coûteuse mais selon une étude réalisée par le docteur Feigenbaum en 1945 (*in Froman et al. 1998*), il est plus économique de faire de la qualité que de la non-qualité.

L'enjeu de l'assurance de la qualité est donc d'être sûr à l'avance qu'un produit ou un service satisferont aux exigences spécifiées, par la prévention des non-conformités à tous les stades. C'est aussi l'établissement de relations de confiance entre le client et le fournisseur.

3. La mise en place

Les laboratoires doivent donc assurer le maintien et l'amélioration de la qualité et doivent développer une politique qui mobilise l'ensemble du personnel. Cette recherche de la qualité totale passe par l'assurance et le management de la qualité. Ceci permet de fixer les objectifs, de réunir et mettre en œuvre les moyens pour les atteindre, de contrôler les résultats, corriger les erreurs et améliorer les processus.

La mise en place d'un système d'assurance de la qualité passe par plusieurs étapes :

- Le laboratoire doit choisir un référentiel normatif selon l'activité qui sera exercée et la reconnaissance qu'il souhaite atteindre (un laboratoire d'essais candidat à l'accréditation s'orientera vers le référentiel ISO 17025).
- Un bilan des activités menées au sein du laboratoire doit être fait. Cela permettra de définir la politique qualité.

- Le personnel doit être informé et sensibilisé sur le système qualité.
- Un audit de diagnostic doit être réalisé afin de déterminer les moyens (aptitudes du personnel, locaux, équipements...) dont dispose le laboratoire pour atteindre la qualité des services proposés.
- Un plan d'action doit être mis en oeuvre pour une mise en conformité.
- Les objectifs seront fixés et planifiés.
- La répartition des tâches à accomplir et les responsabilités doivent être établies.
- L'état d'avancement du système qualité doit être suivi.
- Un manuel d'assurance de la qualité doit être rédigé. Il reprend la politique qualité, le système qualité et les pratiques "qualités". Il doit contenir trois points majeurs : les règles de qualité et les objectifs pour maintenir le niveau ; l'organigramme et les responsabilités, et enfin la description des procédures techniques.
- Une continuité de la qualité doit être assurée par des audits de contrôle.

Les exigences à satisfaire, pour l'assurance de la qualité, par les laboratoires d'essais et d'étalonnage sont décrites dans la norme NF EN ISO/CEI 17025 (Afnor, 1998). Cette norme reprend et développe les exigences des référentiels actuels (Guide ISO 25 ; NF EN 45001 ; document 1002 du COFRAC). Elle inclut également l'ensemble des exigences des normes ISO 9001 et 9002 (normes modèles pour l'assurance de la qualité) (Afnor, 1996). Ces normes traitent de la responsabilité de la Direction, du système qualité, des achats, de la maîtrise des processus, des contrôles et des essais, du stockage et conditionnement des produits, de la formation du personnel, etc. Un laboratoire conforme aux exigences de la norme ISO 17025 pourra donc fonctionner conformément aux certifications ISO 9001 et 9002. Cependant ces certifications ISO 9001 et 9002 ne permettent pas aux laboratoires de faire preuve de leur compétence technique et de leur aptitude à réaliser des essais et des étalonnages (cf. site Internet 1).

B. L'accréditation des laboratoires

1. Qu'est ce que l'accréditation?

Suite à la multiplication des échanges internationaux, les contrôles analytiques sont devenus nécessaires. Ceux-ci ont fait apparaître des disparités dans les résultats d'analyse. Afin que les laboratoires puissent prouver qu'ils utilisent des méthodes adéquates pour la réalisation des prestations demandées (ex : analyses de la qualité des eaux) et obtenir ainsi la confiance de leurs clients, la normalisation s'est mise en place et des méthodes ont été standardisées. Les laboratoires reconnus étaient ceux qui disposaient d'agrément nationaux ou internationaux. D'autres reconnaissances sont apparues par la suite: les certifications et les accréditations.

Il ne faut pas confondre les termes de certification et d'accréditation. Le premier est une reconnaissance de conformité, par exemple conformité à une norme telle que l'ISO 9001, alors que le second est une reconnaissance de compétence.

En effet, l'accréditation est définie comme "la reconnaissance formelle par des pairs de la compétence d'une entité (laboratoire, organisme certificateur, organisme d'inspection...) à effectuer des prestations concrètes, définies dans le domaine de validité".

La compétence couvre principalement l'indépendance et l'intégrité, les capacités techniques, l'expérience, la formation et le perfectionnement du personnel, une infrastructure technique intacte et son maintien, des procédures appropriées et validées d'étalonnage, d'essai, d'inspection ou de certification, des critères de décision clairs et un système de gestion de la qualité efficace qui garantit systématiquement la qualité des prestations fournies.

L'accréditation repose sur différentes normes de la série EN 45000 qui sont présentées dans le tableau 1. Conjointement à ces normes européennes, il existe aussi des normes et des guides internationaux de l'ISO (International Standard Organisation).

Tableau 1 : Les Normes de la série EN 45000 et les guides ISO correspondants

Norme européenne	Application	Guide ISO/CEI
EN 45001 (1989)	Laboratoires	ISO/CEI 17025 (1999)
EN 45002 (1989)	Evaluation de laboratoires	
EN 45003 (1995)	Organismes d'accréditation de laboratoires	Guide ISO/CEI 58 (1993)
EN 45004 (1995)	Organismes d'inspection	ISO/CEI 17020 (1998)
	Evaluation et accréditation d'organismes d'inspection	ISO/CEI TR 17010 (1998)
EN 45010 (1998)	Evaluation et accréditation d'organismes de certification	Guide ISO/CEI 61 (1996)
EN 45011 (1998)	Organismes de certification de produits	Guide ISO/CEI 65 (1996)

EN 45012 (1998)	Organismes de certification d'assurance de la qualité	Guide ISO/CEI 62 (1996)
	Organismes de certification d'environnement	Guide ISO/CEI 66 (1999)
EN 45013 (1989)	Organismes de certification de personnel	
EN 45014 (1998)	Exigences pour la déclaration du fabricant	Guide ISO/CEI 22 (1996)
EN 45020 (1998)	Vocabulaire général	Guide ISO/CEI 2 (1996)
	Étalonnage en chimie analytique et utilisation de matériaux de référence certifiés	Guide ISO 32 (1997)
	Lignes directrices pour le système qualité en production de matériaux de référence	Guide ISO 34 (1996)
	Essais d'aptitude des laboratoires par intercomparaison	Guide ISO 43-1 / -2 (1997)
	Code de bonne pratique ISO/CEI pour l'évaluation de la conformité	Guide ISO/CEI 60 (1994)

Un laboratoire souhaitant entreprendre une démarche d'accréditation devra donc, dans un premier temps, mettre en place :

- un système d'assurance de la qualité basé sur un référentiel donné (document 1002 et norme NF EN ISO/CEI 17025 pour les laboratoires d'essais) (cf. partie A.1.c),
- les moyens nécessaires pour assurer sa continuité.

Les principes généraux régissant la procédure d'accréditation mise en oeuvre par la section Laboratoire-Secteur Essais du COFRAC sont décrits dans le document n°1402 (cf. site Internet 1).

L'obtention d'une accréditation n'est pas une simple formalité et passe par un processus rigoureux. Depuis la réception de la demande d'accréditation jusqu'à la décision, les étapes à franchir sont bien identifiées (cf. annexe 1) :

- 1- Prise de contact avec la section Laboratoire-Secteur Essais du COFRAC,
- 2- Lecture de la documentation COFRAC
- 3- Demande officielle d'accréditation
- 4- L'audit (cf. annexe 2)
- 5- La phase de décision
- 6- Notification de l'accréditation
- 7- Le suivi de l'accréditation

La compétence devra être prouvée, entretenue et évolutive dans le cadre du référentiel choisi.

L'accréditation est considérée par la Commission Européenne comme un moyen efficace de suppression des entraves techniques aux échanges entre les pays européens. Dans le domaine réglementaire, elle sert de plus en plus souvent de support aux états membres pour notifier des organismes dans le cadre de directives européennes ou pour les agréer en application de règlements nationaux.

L'accréditation présente divers intérêts pour les laboratoires ou organismes. En effet, celle-ci leur permet :

- d'améliorer leur fonctionnement interne,
- d'obtenir la reconnaissance des prestations qu'ils effectuent aux niveaux européen et international,
- de faire évaluer par leurs pairs la qualité de leurs prestations,
- d'être audité pour obtenir un aperçu externe et impartial sur le fonctionnement du laboratoire. C'est une source d'idées nouvelles d'amélioration et générateur de progrès pour le laboratoire.

Bien qu'il s'agisse d'une démarche volontaire, actuellement les laboratoires sont le plus souvent contraints d'obtenir l'accréditation pour des raisons commerciales et de crédibilité.

2. Présentation du COFRAC

Le COFRAC¹, Comité Français d'Accréditation, est une association à but non lucratif, régie par la loi du 1er juillet 1901, dont les membres représentent l'ensemble des partenaires intéressés par l'accréditation.

Il a été mis en place par les pouvoirs publics en avril 1994 afin que, comme dans la plupart des pays européens, les laboratoires, les organismes d'inspection, les organismes certificateurs, les vérificateurs environnementaux, aient à leur disposition un système d'accréditation unique et complet, susceptible de traiter l'ensemble de leur demandes conformément aux usages internationaux.

L'activité du COFRAC s'exerce au sein de sections d'accréditation, on distingue quatre sections :

- section laboratoire
- section inspection
- section certification d'entreprise et de personnel et environnement
- section certification de produit et de service

Les différentes sections sont organisées selon des normes de la série NF EN 45000 et les guides ISO/CEI correspondants.

La section laboratoire résulte du regroupement depuis le 3 janvier 2000, des anciennes sections "Essais" et "Étalonnage" du COFRAC. Au sein de cette nouvelle section, le secteur Essais du COFRAC est issu de l'ancien Réseau National d'Essais créé en 1979 et se substitue à ce dernier. Il mène la procédure d'accréditation en France des laboratoires d'essais ou d'analyses selon la norme NF EN 45 001, ISO/CEI 17025 (cf. site Internet 1).

¹ De nombreux documents publiés par le COFRAC sont disponibles sur le site Internet : <http://www.cofrac.fr>

Le COFRAC effectue différentes missions :

- il atteste que les laboratoires et organismes qu'il accrédite sont compétents et impartiaux,
- il obtient la reconnaissance des prestations qu'ils effectuent aux niveaux européen et international.

Cette reconnaissance est la résultante d'exigences qui peuvent se traduire dans un laboratoire ou un organisme par :

- un personnel suffisant, compétent et bénéficiant d'un plan de formation pour améliorer continuellement son niveau,
- des locaux spécifiques et adaptés aux essais effectués,
- l'application de méthodes normalisées ou validées,
- une traçabilité parfaite des échantillons depuis leur arrivée jusqu'à la sortie (archivage),
- une gestion rigoureuse des documents qualité décrivant l'organisation, les méthodes analytiques, le traitement des analyses, c'est à dire l'ensemble de l'activité du laboratoire.

Le COFRAC offre ainsi aux entreprises, aux consommateurs et aux pouvoirs publics, une réelle garantie de confiance dans les prestations effectuées par les accrédités.

Le COFRAC est également impliqué dans les travaux internationaux sur l'accréditation. Il est signataire de différents accords :

- accord multilatéral européen (E.A. : European Cooperation for Accreditation) de reconnaissance mutuelle pour les essais, les étalonnages et la certification (cf. site Internet 2),
- accords internationaux équivalents pour les essais, les étalonnages (I.L.A.C. : International Laboratory Accreditation Cooperation) (cf. site Internet 3),
- accords pour la certification des systèmes qualités (I.A.F. : International Accreditation Forum).

Le COFRAC ouvre ainsi l'accès des marchés internationaux à toutes les entreprises industrielles et de services en leur évitant d'avoir à chaque fois les mêmes contrôles.

C. Contrôle de la qualité des laboratoires

Les contrôles internes et externes de la qualité sont nécessaires pour suivre la qualité des résultats des laboratoires.

1. Contrôle interne de la qualité

Le contrôle interne est un contrôle intra-laboratoire. Ce sont des vérifications qui utilisent les résultats d'un seul laboratoire. Ils permettent aux laboratoires de valider une série de mesures ou de données (exemple collection de référence en hydrobiologie) et d'assurer que leurs données possèdent les mêmes exactitudes que d'habitude.

Le contrôle interne s'effectue par des audits. Ceux-ci sont réalisés soit par des personnes internes au laboratoire mais sans relation directe avec le domaine d'étude ou alors par des auditeurs externes nommés par l'organisme accréditeur (COFRAC). Les audits permettent de vérifier la bonne marche des analyses et la bonne mise en pratique du système qualité tel qu'il a été rédigé dans le manuel qualité. Le contrôle s'effectue sur l'ensemble des processus utilisés, depuis l'arrivée des échantillons jusqu'à l'obtention du résultat final en passant par la traçabilité. Les audits sont, en général, réalisés, une fois par an.

Le contrôle interne permet de mettre en place des actions correctives et immédiates au niveau technique afin de corriger les causes d'anomalies détectées.

2. Contrôle externe de la qualité

L'évaluation externe de la qualité est un contrôle inter-laboratoire (tests inter-laboratoires, exercices d'inter-calibration ou d'inter-comparaison). Elle complète les contrôles intra-laboratoires.

Les exercices d'inter-comparaison servent à vérifier la compétence de laboratoires accrédités en comparant la qualité des analyses effectuées par différents laboratoires. Pour cela, les laboratoires participant à l'exercice d'inter-comparaison reçoivent un même échantillon à analyser. Les résultats des laboratoires doivent être similaires et proches de la valeur attendue.

Cette évaluation permet d'assurer que les laboratoires atteignent un niveau acceptable d'exactitude analytique et que les erreurs sont maîtrisées.

Ils informent, également, sur l'exactitude des méthodes employées. L'analyse de l'échantillon peut être faite selon une même méthode d'analyse pour tous les laboratoires ou selon la méthode de leur choix. Lorsque plusieurs techniques peuvent être utilisées, le contrôle externe compare l'efficacité des différentes méthodes proposées et permet de définir la méthode la plus efficace.

Ils permettent également de faciliter les échanges de connaissances (efficacité d'une méthode, pratiques de laboratoire, banque de résultats, impact d'un changement d'instrument ou de réactif sur les critères de performance analytique...).

Les tests inter-laboratoires peuvent être mis en place par divers organismes - associations, sociétés scientifiques, bureaux d'étude - à partir du moment où ils présentent les garanties nécessaires pour organiser ces tests (organismes agréés, certifiés ou accrédités pour l'organisation des tests inter-laboratoires).

Les tests inter-laboratoires peuvent être effectués même si l'organisateur n'est pas accrédité. Cependant, ces tests ne sont pas reconnus par les organismes délivrant les accréditations tel que le COFRAC. En France, il n'existe pas encore d'organisme accréditant les laboratoires pour organiser des exercices d'inter-comparaison. Cependant, cela devrait s'effectuer dans les années à venir car le COFRAC rédige actuellement un document définissant les exigences et les conditions requises pour les laboratoires organisateurs d'exercices d'inter-comparaison.

Toutefois, les laboratoires français souhaitant être accrédités pour organiser ces tests peuvent s'adresser à des comités d'accréditation étrangers tel que E.A.L.¹ (E.A.L., 1996).

¹ European cooperation for Accreditation of laboratories

Partie II
L'assurance de la qualité
et
l'hydrobiologie

Partie II : L'assurance de la qualité et l'hydrobiologie

A. L'accréditation des laboratoires d'hydrobiologie

La Commission Permanente d'Accréditation "Eaux et Milieux Aquatiques", Section Laboratoire - Secteur Essais du COFRAC, a établi un programme d'accréditation portant sur les "analyses biologiques des milieux aquatiques" : le programme 100.3. Ce programme s'adresse à tous les laboratoires d'hydrobiologie souhaitant être accrédités pour effectuer des analyses biologiques des milieux aquatiques.

Le programme 100.3 détaille les domaines d'application ainsi que les exigences spécifiques requises par le COFRAC.

Les domaines d'application désignent les méthodes biologiques d'évaluation des milieux aquatiques pour lesquels les laboratoires d'hydrobiologie peuvent demander leur accréditation. A ce jour, les méthodes biologiques sont l'I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S. et figurent dans le programme 100.3.

Pour chaque méthode biologique, le COFRAC précise (cf. site Internet 1) :

- le milieu où la méthode peut être appliquée (cours d'eau, sédiments, lacs etc.) (cf. tableau 2),
- la méthode de référence à utiliser (en général, norme de l'Afnor) (cf. tableau 2),
- les organismes aquatiques concernés (descripteurs biologiques) (cf. tableau 2),

Tableau 2 : Analyse biologique des milieux aquatiques (d'après COFRAC, 2000).

Milieux concernés	Nature de l'analyse	Méthode de référence	Descripteurs biologiques
Cours d'eau	I.B.G.N.	NF T90-350	Macro-invertébrés benthiques
Cours d'eau	I.B.D.	NF T90-354	Diatomées benthiques
Sédiments fins et sableux des cours d'eau	I.O.B.S.	Agence de l'eau, 2000. Bilan sur les indices oligochètes (I.O.B.S. et % de Tubificidae sans soies capillaires. Phase B : élaboration d'un guide méthodologique. Rapport d'étude Cemagref Groupement de Lyon Burgeap Lyon	Oligochètes benthiques

Les domaines d'application concernent aussi la classification biologique des rivières (cf. tableau 3):

Tableau 3 : Classification biologique des rivières

Milieux concernés	Nature de l'analyse	Méthode de référence	Descripteur biologique
Cours d'eau	Classification biologique - Interprétation des données	NF EN ISO 8689-1 (T 90-355-1)	Macro-invertébrés benthiques
Cours d'eau	Classification biologique - présentation des données	NF EN ISO 8689-2 (T 90-355-2)	Macro-invertébrés benthiques

La deuxième partie du programme 100.3 concerne les exigences requises au niveau de l'utilisation des méthodes ainsi que des règles générales. Les méthodes choisies doivent être respectées et non remplacées par des méthodes alternatives. Les règles générales concernent (cf. site Internet 1) :

- l'organisation du laboratoire,
- l'espace de travail, le matériel et la documentation nécessaires,
- les compétences suffisantes et justifiées du personnel,
- les essais et les analyses (objectif de l'étude, choix du site, reconnaissance du terrain),
- le rapport d'analyse clair et détaillé,
- la traçabilité relative au processus de mesure (le matériel biologique doit être disponible pendant 2 ans),
- la validation de la qualité (contrôles internes et externes),
- la sécurité au niveau du terrain et du laboratoire.

Le programme définit également des règles spécifiques pour chaque indice. Pour l'I.B.G.N., les règles reprennent certaines parties du guide technique I.B.G.N. (chapitre 2 - aide à l'application de la norme I.B.G.N., (Agences de l'Eau, 1995)). Les règles sur les oligochètes ne concernent que la collection de référence des espèces susceptibles d'être rencontrées. Pour les diatomées, l'accent est mis sur les compétences du personnel et le compte rendu de terrain.

Le programme 100.3 pourrait être complété dans les années à venir par de nouvelles méthodes d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques en cours de développement tels que : indices "macrophytes", "poissons", "oiseaux"...

B. Les indices biologiques soumis au processus d'accréditation

1. I.B.G.N. (Indice Biologique Global Normalisé) (Afnor, 1992 ; Agence de l'Eau, 1995)

L'Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N.) est la résultante des modifications et des améliorations qui ont été portées sur les indices macro-invertébrés qui l'ont précédé.

En 1967, Tuffery et Verneaux développent l'indice biotique (Ib).

En 1977 (Verneaux et al.), l'Indice de Qualité Biologique Globale (I.Q.B.G.) et sa variante l'Indice de Qualité Biologique Potentielle (I.Q.B.P.) sont créés pour les milieux canalisés et les grands cours d'eau.

Verneaux et al, en 1982, mettent en place l'Indice Biologique Global (I.B.G.), qui a fait l'objet d'une normalisation expérimentale en 1985 (norme T90-350, octobre 1985). Cet indice fut appliqué en réseau de 1985 à 1990. Le bilan des applications effectuées en 1991 a conduit à la mise en place de l'I.B.G.N., indice normalisé par l'Afnor en 1992 (norme T90-350, décembre 1992), suite à des réajustements effectués sur l'I.B.G. (ex : changements de quelques taxons dans la liste des taxons utilisés). (cf. annexe 3).

A la demande des Agences de l'Eau, un guide technique a été conçu (Agences de l'Eau, 1995) afin d'aider les utilisateurs de l'I.B.G.N. Le guide précise les conditions d'application et de non-application de la méthode normalisée. Il propose des solutions techniques aux problèmes rencontrés et aide également à l'interprétation des résultats.

a) Objectifs

L'I.B.G.N. permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau (pollution organique en particulier et qualité/diversité des habitats) grâce à l'analyse des macro-invertébrés benthiques. A l'aide de cet indice, on peut caractériser la qualité hydrobiologique d'un tronçon de cours d'eau considéré isolément, suivre l'évolution de la qualité biologique d'un site dans le temps et comparer des stations le long d'un cours d'eau pour évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu (comparaison entre l'amont et l'aval d'un rejet d'eau usée).

b) Principe et méthode de détermination de l'indice

La détermination de l'I.B.G.N. se fait par prélèvements de la macro-faune benthique selon un protocole d'échantillonnage tenant compte des différents types d'habitats. Les habitats sont caractérisés par leur couple substrat/vitesse (S-V) (cf. annexe 4).

Pour chaque station, l'échantillon est constitué de 8 prélèvements de 1/20^{ème} m² effectués séparément dans 8 habitats distincts quand cela est possible. Lorsque les 8 habitats ne sont pas présents, le nombre de prélèvements est complété à 8 par prospection des supports dominants. Les combinaisons substrat/vitesse sont définies

au niveau du tableau d'échantillonnage. Les différents substrats sont prélevés dans un ordre de succession allant des habitats les plus hospitaliers pour la faune (bryophytes : support n° 9) aux moins hospitaliers (algues, marne ou argile : support n° 0) (cf. annexe 4).

c) Analyse biologique

Après tri, détermination et dénombrement faunistique, une liste faunistique est établie. Elle comprend les différents taxons recensés, le numéro des échantillons ainsi que l'effectif pour chaque taxon (cf. annexe 5). Pour les taxons situés en haut du tableau d'analyse (cf. annexe 6), plus de 3 individus doivent être comptés pour être pris en compte dans le calcul. Pour certains taxons du bas du tableau, (notés "1") dans le tableau d'analyse (cf. annexe 6), 10 individus doivent être recensés. Par contre, pour la diversité, tous les taxons interviennent quelle que soit leur abondance.

L'I.B.G.N. est établi à partir du tableau d'analyse (cf. annexe 6) comprenant 9 groupes faunistiques indicateurs (ordonnée) et 14 classes de variété taxonomique (abscisse). Deux valeurs doivent être déterminées dans un premier temps :

- la variété taxonomique de l'échantillon (Σt), correspondant au nombre de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu.
- le groupe faunistique indicateur (GI). La détermination du GI s'effectue en prospectant les taxons indicateurs du tableau de détermination de haut en bas. Le GI correspondra à la première présence significative d'un taxon de la liste faunistique (taxons indicateurs représentés dans l'échantillon par au moins 3 ou 10 individus selon les taxons).

On déduit l'I.B.G.N. du tableau à partir de son GI (ordonnée) et de sa variété taxonomique (abscisse) par simple croisement.

Un exemple de calcul de l'I.B.G.N. est donné en annexe (cf. annexe 7).

2. I.B.D. (Indice Biologique Diatomées) (Afnor, 2000 ; Prygiel et Coste, 2000)

Les diatomées présentent un intérêt important au niveau de leur utilisation comme bio-indicateur de la qualité des eaux. En effet, de nombreux utilisateurs reconnaissent l'intérêt de ces organismes par leur facilité de prélèvement, de conservation, de stockage et leur aptitude à coloniser tous les milieux aquatiques même les plus hostiles ou pollués (Agence de l'Eau, 1993).

En 1994, les Agences de l'Eau ont décidé de mettre au point, en partenariat avec le Cemagref, un Indice Biologique Diatomées (I.B.D.) applicable à l'ensemble du réseau hydrographique français. L'indice s'appuie sur la constitution d'une base de données biologiques (inventaires diatomiques : 1332 inventaires réalisés entre 1977 et 1994, ce qui correspond à 1028 espèces) et chimiques (14 paramètres mesurés). Après une réduction du nombre de taxons, en regroupant les espèces trop difficiles à discerner

entre elles en taxons appariés¹ et en éliminant les espèces considérées comme rares, le calcul de l'I.B.D. repose finalement sur 209 taxons appariés et 78 taxons associés avec leurs synonymies soit un total de 600 taxons.

L'I.B.D. a été normalisé par l'Afnor en mai 2000 (norme NF T 90-354 - juin 2000). Il existe également un guide méthodologique, réalisé par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et le Cemagref de Bordeaux, qui fournit aux utilisateurs l'ensemble des éléments nécessaires pour la mise en œuvre de l'I.B.D.

a) Objectifs

L'I.B.D. permet d'évaluer la qualité biologique d'un cours d'eau à l'aide de l'analyse de la flore diatomique benthique. L'I.B.D. peut être appliqué à tous les types de cours d'eau dès que le mode d'échantillonnage est respecté.

De même que pour l'I.B.G.N., l'Indice Biologique Diatomées permet d'évaluer la qualité biologique d'une station bien définie, de suivre l'évolution temporelle et spatiale de la qualité biologique d'un cours d'eau ainsi que d'évaluer les conséquences d'une perturbation sur le milieu.

b) Principe et méthode de détermination

La détermination de l'I.B.D. s'effectue par le prélèvement de diatomées benthiques dans une station selon un protocole d'échantillonnage tenant compte des conditions hydrologiques, de la nature et de la taille des supports. L'échantillonnage est réalisé dans la station en ne prospectant qu'un seul type de support (support dur naturel ou non naturel ou support végétal). Un échantillon composite est constitué à partir de 5 à 10 supports choisis aléatoirement représentant au total une surface de l'ordre de 100 cm².

Après extraction des diatomées, celles-ci sont montées entre lame et lamelle afin d'être identifiées.

c) Analyse biologique

Le calcul de l'I.B.D. nécessite le comptage des 400 premiers individus rencontrés au cours de l'observation de la lame, seuls les 209 taxons appariés étant à déterminer. Après avoir recensé les différents taxons, le calcul peut être effectué manuellement ou à l'aide de logiciels (macro-commande Excel, téléchargeable sur <http://wwwclub-internet.fr/perso/clci>, cédérom TAX'IBD qui intègre la macro commande, logiciel Omnidia version 3 (Lecoite, 1999)).

5 étapes doivent être réalisées préalablement :

- déterminer l'abondance A, en %, de chaque taxon apparié,
- éliminer les taxons appariés présentant une abondance inférieure aux valeurs seuils (cf. annexe 8),

¹ Taxon pouvant regrouper sous une même appellation plusieurs espèces et variétés de diatomées présentant des caractéristiques morphologiques proches (Afnor, 2000).

calculer la probabilité de présence d'un taxon apparié fictif représentatif du peuplement étudié pour chacune des 7 classes de qualité d'eau (i) à l'aide de la formule $F(i)$:

$$F(i) = \left(\sum_{x=1}^n A_x \times P_x(i) \times V_x \right) \div \left(\sum_{x=1}^n A_x \times V_x \right)$$

A_x : abondance du taxon apparié x exprimé en %,

$P_x(i)$: probabilité de présence du taxon apparié x pour la classe de qualité i ,

V_x : valeur écologique du taxon apparié x ,

n : nombre de taxons appariés retenus après application du seuil de présence.

calculer B , valeur de l'I.B.D. sur 7 et qui constitue une valeur intermédiaire. B est donné par la formule du barycentre :

$$B = 1 \times F(1) + 2 \times F(2) + 3 \times F(3) + 4 \times F(4) + 5 \times F(5) + 6 \times F(6) + 7 \times F(7)$$

La transformation de la valeur de B sur une échelle de 20 s'obtient à l'aide du tableau suivant donnant ainsi la valeur finale de l'I.B.D. :

Valeur de B	[0 ;2]]2 ;6[[6 ;7]
Valeur de I.B.D.	1	Appliquer la formule : $(\frac{4,75\%}{B}) - 8,5$	20

Un exemple de calcul de l'I.B.D. est donné en annexe (cf. annexe 9).

3. I.O.B.S. (Indice Oligochètes de Bio-indication des Sédiments) (Afnor, 2001 ; Agences de l'Eau, 1992)

Suite à une étude basée sur le prélèvement d'oligochètes des sédiments fins de la Saône, du Doubs et de la Seine, Lafont (*in* Agence de l'Eau, 1992) a constaté que dans les situations les plus dégradées, le nombre d'espèces diminuait et les *Tubificidae* devenaient dominants. Ces observations ont conduit l'auteur à mettre en place un indice de qualité des sédiments fins : l'indice I.O.B.S.. Cet indice a été testé par différentes agences de bassin, en particulier en Artois-Picardie, Rhin-Meuse et Rhône-Méditerranée-Corse.

L'I.O.B.S. est actuellement en cours de normalisation (Afnor/T 95 F (version 5)).

a) Objectifs

L'I.O.B.S. permet d'évaluer la qualité biologique des sédiments fins ou sableux permanents et stables dans les cours d'eau naturels ou artificialisés. Il est également sensible à la présence de micro-polluants organiques et métalliques.

b) Principe et méthode de détermination

La pollution d'un milieu se traduit sur les communautés d'oligochètes par une diminution du nombre d'espèces, une diminution du nombre d'individus et par la prolifération d'espèces résistantes appartenant à la famille des *Tubificidae* présentant des soies capillaires en cas de pollution organique ou sans soies capillaires dans le cas de sédiments contaminés par les métaux.

L'indice I.O.B.S. est donc basé sur la richesse spécifique d'un échantillon d'oligochètes pondérée par le pourcentage des formes les plus tolérantes à la pollution.

Il s'agit de prélever des oligochètes dans une station donnée selon un protocole d'échantillonnage tenant compte du type dominant de sédiment fin ou sableux présent (le plus représenté en superficie). Un échantillon composite est réalisé dans chaque station ; celui-ci est constitué de 3 à 5 prélèvements selon le type d'appareil de prélèvement choisi (carottier, filet Suber, filet Haveneau, benne).

Les oligochètes sont extraits de l'échantillon selon un protocole de sous-échantillonnage. Ils sont ensuite montés entre lame et lamelle pour être identifiés et dénombrés.

c) Analyse biologique

La détermination de l'indice nécessite le dénombrement de 100 oligochètes intacts. Le calcul de l'I.O.B.S. se fait à partir de la formule suivante :

$$\text{I.O.B.S.} = (10 \times S) / T$$

- ❖ S étant le nombre total d'espèces identifiées parmi les 100 oligochètes,
- ❖ T est le pourcentage de la catégorie dominante de *Tubificidae* : *Tubificidae* avec ou sans soies capillaires. Les individus matures et immatures sont confondus dans le pourcentage T.

En fonction de la valeur de l'indice et à l'aide du tableau 4, on détermine la classe de qualité biologique des sédiments :

Couleur	I.O.B.S.	Niveau de qualité des sédiments
Bleu	I.O.B.S. ≥ 6	Très bon
Vert	$6 > \text{I.O.B.S.} \geq 3$	Bon
Jaune	$3 > \text{I.O.B.S.} \geq 2$	Moyen
Orange	$2 > \text{I.O.B.S.} \geq 1$	Médiocre
Rouge	I.O.B.S. < 1	Mauvais

Tableau 4 : Calage de l'indice I.O.B.S. sur les critères de la classification biologique des rivières, selon la directive cadre CE sur l'eau du 22 décembre 2000 (d'après Afnor, 2001).

La détermination du pourcentage de *Tubificidae* sans soies capillaires complète l'analyse et permet de décrire un effet des micro-polluants (métaux) pour des valeurs supérieures à 60%.

Les résultats de l'examen des peuplements d'oligochètes (I.O.B.S., la classe de qualité des sédiments, le pourcentage de *Tubificidae* sans soies capillaires) sont réunis sous forme d'un abaque aidant à l'interprétation des résultats.

Un exemple de calcul de l'I.O.B.S. est donné en annexe (cf. annexe 10).

C. Le contrôle interne et externe

1. En France

Le programme 100.3, programme d'accréditation pour les analyses biologiques des milieux aquatiques, prévoit la mise en œuvre de contrôles internes et externes de la qualité pour obtenir la validation des prestations effectuées par les laboratoires.

Le contrôle interne est réalisé sous forme d'audits internes. Ces audits doivent être effectués périodiquement (tous les ans) et permettent de vérifier que les activités du laboratoire (échantillonnages, tris, déterminations, etc.) continuent de se conformer aux exigences du système qualité.

Le contrôle interne repose également sur la mise en place de collections de référence. Celles-ci se présentent soit sous forme de photos électroniques ou papier, de lames d'observation ou de piluliers contenant des organismes formolés. Les éléments de ces collections sont vérifiés et validés par des pairs de compétence reconnue. La vérification des collections permet de dépister les erreurs de déterminations. Les collections de référence ainsi validées servent, par la suite, aux hydrobiologistes pour vérifier l'exactitude de leurs déterminations, et facilitent le cas échéant la formation de nouveaux personnels. Ces collections de référence doivent être accessibles en permanence aux hydrobiologistes.

Des contrôles externes sont également prévus par le programme 100.3 sous forme d'exercices d'inter-comparaison. Ces exercices doivent permettre de s'assurer des compétences en taxonomie des laboratoires, en comparant les inventaires des laboratoires, en particulier à un inventaire de référence réalisé par un expert reconnu.

Tel qu'ils existent actuellement, les contrôles internes restent satisfaisants. En ce qui concerne les contrôles externes, très peu d'études ont été réalisées dans le domaine de l'hydrobiologie. Les seuls exercices d'inter-comparaison que l'on peut recenser en hydrobiologie sont des tests sous forme d'expérimentation et concernent uniquement les diatomées. Il n'existe à ce jour aucun contrôle externe concernant les invertébrés benthiques.

2. A l'étranger

Les pays étrangers, en particulier européens (Royaume-Uni, pays Scandinaves), ont également prévu des contrôles internes et externes dans leur système d'assurance de la qualité.

Ces contrôles internes et externes portent essentiellement sur le tri des échantillons et la détermination des taxons.

Pour le contrôle interne des laboratoires anglais, les hydrobiologistes doivent participer à des formations de systématique sur les invertébrés et diatomées (Storey et Humphrey, 1996; Kelly, 1999). Une fois les formations achevées, leur niveau de compétence est évalué par des audits internes : après avoir effectué l'identification d'une série d'échantillons, un contrôleur hautement qualifié vérifie un pourcentage donné de ces échantillons (en général 5 ou 10% selon la qualification de

l'hydrobiologiste : débutant ou confirmé). La comparaison des listes taxonomiques permet de s'assurer de l'exactitude des identifications et du niveau de compétence de l'hydrobiologiste contrôlé. Ils peuvent ainsi détecter les mauvaises identifications, les confusions faites entre certains taxons (cas des diatomées) et donc recenser les taxons qui posent le plus de difficultés à la détermination.

Les autres laboratoires étrangers participent également à des contrôles externes. Ces contrôles portent surtout sur le tri des échantillons et la taxonomie quelque soit le type d'organisme considéré (diatomées et invertébrés).

Bien que les contrôles internes et externes des pays européens portent uniquement sur le tri des échantillons et la taxonomie, ils garantissent que la qualité des données est suffisante et permettent aux hydrobiologistes d'étendre leur connaissance sur la taxonomie des diatomées (Kelly, 1999) et des macro-invertébrés.

Partie III

Le contrôle externe en hydrobiologie

Partie III : Le contrôle externe en hydrobiologie

A. Mise en place de contrôles externes

1. Bilan des tests inter-laboratoires en France

Comme nous l'avons vu précédemment, les seuls tests inter-laboratoires mis en place en France concernent les diatomées (I.B.D.). Ces exercices ont été proposés par le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) "Diatomées des Eaux Continentales" (Prygiel et al., 2000 (b); Prygiel et al., à paraître)

Une première inter-comparaison a été réalisée en septembre 1999, en France lors du 18^{ème} séminaire de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF), sur la rivière Loup (Alpes Maritime) et réunissait 24 participants. Cet exercice concernait l'ensemble du protocole de mise en oeuvre de l'I.B.D. : échantillonnage, préparation des lames, comptage, détermination et calcul de l'indice.

L'exercice avait pour objectifs :

- de définir les conditions nécessaires pour mettre en place une inter-comparaison,
- d'estimer la robustesse de l'I.B.D.,
- de définir quelles étaient les variabilités de chaque étape du protocole (échantillonnage, préparation des lames, comptage et détermination) ainsi que celle due à l'opérateur et quelles étaient celles qui biaiserait le plus la valeur indicielle.

Le deuxième exercice d'inter-comparaison a été réalisé au cours de l'année 2001 sur la rivière Escaut (Nord de la France et Belgique). Il n'a réuni que 5 participants et n'a concerné que la partie comptage et détermination des diatomées.

L'Agence de l'Eau Artois-Picardie et la DIREN ont procédé au prélèvement d'échantillons, en octobre 2000, sur 9 points de l'Escaut (3 en France et 6 en Belgique). Les lames ont ensuite été préparées par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie puis envoyées à chacun des participants (9 lames pour chaque participant).

Le but était de faire une seule lecture de chaque lame et de déterminer les taxons présents. Chaque participant devait ensuite renvoyer ses résultats à l'Agence de l'Eau. Dans l'attente des derniers inventaires, les résultats de cet exercice n'ont pas encore été traités.

L'exercice d'inter-comparaison, réalisé sur la rivière Loup, a démontré que l'échantillonnage est une étape importante du protocole et que lorsque la norme n'est pas respectée, la variabilité d'échantillonnage peut être élevée. La préparation des lames et le comptage peuvent être également des sources de moindre variabilité même si la norme est respectée. Mais la principale source de variabilité reste l'identification des taxons : la détermination de certains taxons s'avère difficile et est à l'origine des nombreuses confusions constatées.

2. Bilan des tests inter-laboratoires à l'étranger

Les différents documents consultés sur les tests d'inter-comparaison concernent notamment les objectifs, les principes et les règles devant être respectés par les organisateurs et les participants. Certains documents décrivent l'organisation générale pour mettre en place ces tests (information des participants, nombre et sélection des participants, moyen de financement et calendrier des analyses...) (E.A.L., 1996).

Quelques exercices d'inter-comparaison ont été mis en place pour les analyses biologiques établies à partir du macro-benthos marin mais aussi à partir du phytoplancton, des diatomées et des macro-invertébrés benthiques des eaux de surfaces continentales.

Les exercices d'inter-comparaison effectués sur le macro-benthos marin, (cf. site Internet : <http://www.helcom.fi/proceedings/bsc38.pdf>) ont été réalisés en mer Baltique. Ces exercices portaient sur différents aspects :

- l'efficacité du matériel de navigation pour le positionnement du bateau par rapport à la station d'échantillonnage,
- les techniques de tamisage des échantillons sur différents sédiments,
- la détermination et le poids des espèces.

Pour le phytoplancton, un échantillon d'eau a été envoyé à 12 laboratoires allemands. L'exercice était orienté sur l'aspect quantitatif des analyses de phytoplancton microscopique. L'analyse quantitative (nombre et composition des cellules) portait sur 4 espèces de phytoplancton microscopique (*Synechocystis*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium* et *Microcystis*), (Veen & Van der Velde, 2000).

En ce qui concerne les indices biotiques utilisés à l'étranger pour l'analyse de la qualité des milieux aquatiques (T.D.I.¹, BMWP² score), peu de tests inter-laboratoires ont été mis en place et les seuls exercices réalisés jusque maintenant portent essentiellement sur le tri des échantillons, le comptage et la détermination (Kelly, 1999 ; Storey & Humphrey, 1996).

Selon les conclusions des différents exercices d'inter-comparaison réalisés à l'étranger (macro-benthos marin, phytoplancton, diatomées et macro-invertébrés des eaux continentales), le point critique des analyses effectuées était l'identification des espèces. Les exercices ont également montré que les espèces plus petites ou/et rares étaient bien souvent oubliées lors du tri des échantillons.

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'exercices d'inter-comparaison prenant en compte la partie terrain (échantillonnage) pour les indices biotiques (I.B.G.N., I.O.B.S., T.D.I., BMWP score) utilisés pour déterminer la qualité des milieux aquatiques continentaux. Cette absence de tests inter-laboratoires sur l'échantillonnage concerne aussi bien les laboratoires d'hydrobiologie français qu'étrangers.

¹ Trophic Diatom Index

² Biological Monitoring Working Party

B. Préalables aux propositions de protocoles de contrôle externe

1. Aspect technique : le problème de l'échantillonnage *in situ*

Les indices de diagnostic de la qualité des eaux comportent de nombreuses phases avant d'obtenir la valeur indicielle. Pour chaque indice, la procédure comporte les phases suivantes :

- ✓ l'échantillonnage qui constitue la partie terrain (*in situ*),
- ✓ le tri des échantillons afin de recueillir les organismes vivants,
- ✓ le sous-échantillonnage pour les oligochètes,
- ✓ la préparation des lames pour les diatomées,
- ✓ le détermination et le comptage des taxons,
- ✓ le calcul de l'indice.

Le contrôle externe devrait donc, pour être optimal, porter sur toutes les phases de la procédure. Cependant, toutes les phases ne pourront pas être contrôlées notamment la partie échantillonnage. En effet, nous nous sommes rapidement rendus compte qu'il était concrètement impossible d'effectuer un test *in situ*, en particulier pour l'indice I.B.G.N.

Le calcul de l'indice I.B.G.N., conformément à la norme NF T90-350, nécessite le prélèvement d'organismes provenant d'habitats distincts. Il faut comprendre qu'il s'agit de prélever une partie de chaque habitat sélectionné, puis de récupérer les organismes. Il est donc difficile d'imaginer une méthode permettant à tous les participants de disposer de l'ensemble des habitats. Dans l'hypothèse d'un tel test réunissant par exemple 10 participants, le dernier ne disposerait plus dans le meilleur des cas que de quelques habitats non perturbés par les précédents opérateurs, les derniers habitats intacts n'étant pas forcément représentatifs du tronçon sélectionné. Ils ne resteraient que les habitats situés en mauvaise position dans le tableau d'échantillonnage (sables, vases, algues filamenteuses...).

Ce problème d'habitats ne se présente pas pour les indices I.B.D et I.O.B.S. car les échantillonnages ne sont pas basés sur des prélèvements effectués dans des habitats distincts (8 pour l'I.B.G.N.). En effet, l'échantillonnage des diatomées doit être réalisé sur un seul type de support (cf. partie III, B, I.B.D., (2)) et celui de l'I.O.B.S. doit être réalisé dans le sédiment dominant (cf. partie III, B, I.O.B.S., (2)). Il est donc relativement aisé de sélectionner des sites où les pierres ou les sédiments abondent.

Pour les contrôles externes, la question de l'échantillonnage reste cruciale. L'évaluation *in situ* n'étant malheureusement pas accessible pour l'indice I.B.G.N., elle pourrait être contournée à l'aide d'une méthode "virtuelle" (création d'un CD ROM par exemple). Ainsi, avant la mise en place de l'exercice d'inter-comparaison, l'organisateur effectuera une prospection minutieuse et très détaillée et constituera un inventaire poussé des habitats d'un segment de cours d'eau. Cette caractérisation du cours d'eau servira de base de données et sera transmise aux participants qui pourront alors simuler un prélèvement I.B.G.N.

2. Disponibilité des laboratoires et aspects financiers

Les laboratoires et les bureaux d'étude sont des prestataires de service, il effectuent des analyses biologiques pour divers clients (entreprises privées et publiques, Agences de l'Eau, communautés urbaines et de communes, etc.). Ils ont donc un planning d'échantillonnage et d'analyse à respecter. Ces prestations se déroulent à des périodes déterminées de l'année, si les tests d'inter-comparaison occupent ces périodes, les laboratoires ne pourront plus effectuer leurs activités commerciales.

Par conséquent, le temps consacré par les laboratoires pour effectuer le contrôle externe devra donc être léger et occuper une place minimale dans leur planning tel que le contrôle externe n'entrave pas leurs activités commerciales.

En outre, les laboratoires et bureaux d'étude accrédités par le COFRAC doivent faire face à de nombreuses charges en particulier celles des audits réalisés par le COFRAC et qui ont lieu tous les ans. Les coûts des exercices d'inter-comparaison ne devront pas alourdir ces charges et devront être supportables, en particulier pour les petites structures.

Pour essayer de limiter les frais, les protocoles devront être les moins coûteux possibles. Les exercices d'inter-comparaison ne seront donc pas effectués *in situ*, ce qui évitera des longs déplacements aux participants (3 jours pour les déplacements et la manipulation de terrain pour les laboratoires éloignés du site). Les différents éléments nécessaires pour réaliser l'exercice d'inter-comparaison seront donc envoyés par l'organisateur aux participants.

3. Aspect d'équité technique

L'inter-comparaison doit être réalisée de sorte qu'il y ait une égalité de traitement pour les participants.

Lorsqu'une comparaison est effectuée entre des laboratoires, chaque participant doit recevoir des échantillons strictement identiques. L'homogénéité des échantillons se pose donc. Comme il s'agit de "matériel" vivant, le partage de l'échantillon composite en x sous-échantillons, ne permet pas de garantir l'obtention de x sous-échantillons de composition rigoureusement identique. Les sous-échantillons devront donc être préparés de façon à ce que chacun ait un sous échantillon représentatif : le même nombre et les mêmes taxons pour l'I.B.G.N.; pour les diatomées (I.B.D.), le problème est moindre car le sous-échantillon comporte bien plus que ce qui est nécessaire (plusieurs millions d'individus contre 400 à compter, on peut donc considérer que l'image fournie par un sous-échantillon sera correcte si l'échantillon est bien homogène).

A cette difficulté s'ajoute le problème (biogéographique) d'une composition faunistique ou floristique très différente d'une région à l'autre. Par exemple, réaliser un test d'inter-comparaison à partir d'échantillons composites provenant d'une rivière du Sud de la France, reviendrait à désavantager les hydrobiologistes du Nord, de l'Ouest et de l'Est. Il est donc proposé, pour les trois protocoles, d'effectuer des échantillons composites homogènes réunissant des prélèvements provenant de

différentes régions de France. Les participants seront ainsi confrontés aux mêmes difficultés taxonomiques.

4. Répétabilité

Les exercices d'inter-comparaison doivent réunir un minimum de participants pour permettre la réalisation d'analyses statistiques (en général quelques dizaines). Lors des exercices, chaque laboratoire doit, en général, réaliser un certain nombre de répétitions permettant d'évaluer la répétabilité (moyenne, écart-type et coefficient de variation).

La répétabilité reflète la fiabilité des méthodes. Elle sert aussi à mesurer la justesse des méthodes et à vérifier si un laboratoire présente un biais par rapport aux autres. Un contrôle inter-laboratoires doit donc réunir p laboratoires qui effectueront n répétitions de l'analyse étudiée en appliquant la même méthode lorsqu'elle est imposée.

Dans notre cas, nous ne demanderons pas aux participants d'effectuer n répétitions des analyses pour éviter d'alourdir leur travail. La répétabilité sera donc déterminée par l'organisateur de l'exercice d'inter-comparaison.

Détermination des répétabilités pour chaque indice :

➤ I.B.G.N

A partir des informations recueillies sur le terrain au niveau de la faune aquatique, l'organisateur effectuera plusieurs fois le calcul de l'indice I.B.G.N. Ces calculs seront effectués à l'aide de multiples tirages dans les divers habitats recensés (un échantillon étant constitué de 8 prélèvements, effectués séparément dans 8 habitats distincts, un tirage correspondant à un prélèvement). Si nous recensons 15 habitats différents parmi les 9 habitats du tableau d'échantillonnage au niveau du tronçon de cours d'eau sélectionné, l'organisateur choisira 8 habitats parmi les 15 disponibles pour déterminer la valeur indicielle correspondante. Il effectuera cette opération n fois de façon à déterminer la répétabilité. Les multiples tirages seront effectués à l'aide d'un programme informatique tel que le programme Bootstrap (Efron et al., 1995).

➤ I.B.D.

La répétabilité sera mesurée à partir de 5 sous-échantillons provenant d'un échantillon composite. Pour chacun des sous-échantillons, l'organisateur préparera, selon la norme NF T90-354, une seule lame d'observation microscopique et effectuera un seul inventaire par lame et déterminera l'indice I.B.D., la manipulation sur la rivière Loup (Alpes Maritime) ayant montré que ces deux phases n'avaient pas une influence majeure sur la valeur indicielle.

➤ I.O.B.S

De la même façon que pour l'I.B.D., l'organisateur déterminera la répétabilité à partir de 5 sous-échantillons provenant d'un échantillon composite. L'organisateur appliquera le mode opératoire décrit dans la norme AFNOR/T 95F N148 pour effectuer le tri, le sous-échantillonnage, la détermination et le calcul de l'indice.

C. Proposition de protocoles de contrôle externe

Pour chaque indice biologique, nous avons essayé de définir un protocole permettant d'effectuer la comparaison des résultats de différents laboratoires ou organismes pratiquant l'analyse biologique des milieux aquatiques en respectant les conditions préalables précédemment énoncées.

1. Protocole de contrôle externe pour l'I.B.G.N.

Comme nous l'avons précisé dans la partie "Aspect technique" (partie III, B, 1), l'évaluation des laboratoires sur le choix des habitats (échantillonnage) ne se fera pas *in situ*. Elle nécessitera donc la mise en place d'une base de données concernant un tronçon de cours d'eau. Cette phase préliminaire à l'exercice d'inter-comparaison sera définie comme la "caractérisation du segment de cours d'eau".

a) Caractérisation du segment de cours d'eau

La rivière sera choisie en fonction de ces différentes caractéristiques : cours d'eau suffisamment large (10m), peu profond, avec une bonne diversité des habitats et une facilité d'accès.

Le segment de cours d'eau sera entièrement analysé par une équipe d'une dizaine de personnes. Toutes les caractéristiques du tronçon devront être déterminées. Ces caractéristiques concernent :

L'identification de la station:

- ❖ Nom du cours d'eau, nom de la station
- ❖ Localisation exacte (coordonnées, région, département)
- ❖ Catégorie piscicole

Les caractéristiques du lit

- ❖ Profondeur et largeur du lit mouillé
- ❖ Pente
- ❖ Température
- ❖ Vitesse d'écoulement¹ (rive droite et gauche, centre du lit)
- ❖ Faciès d'écoulement¹
- ❖ Granulométrie¹ (blocs, galets, sables, limons, sédiments fins) + % de recouvrement¹
- ❖ Nature des berges (naturelles, artificielles ; plates, inclinées, verticales)
- ❖ Végétation¹ des rives (nom des espèces, types de strate, % de recouvrement)
- ❖ Végétation aquatique (bactéries, champignons, mousses, diatomées, algues filamenteuses, phanérogames émergées et immergées) + % de recouvrement

- ❖ Faune² des berges
- ❖ Faune² aquatique
- ❖ Ensoleillement¹ (nul, moyen, fort)
- ❖ Environnement (agricole (polyculture, élevage), prairial, forestier, urbain)
- ❖ Nature géologique du bassin versant (calcaire, argileuse, saline, gréseuse, cristalline).

¹ Ces informations doivent être disponibles pour chacun des habitats recensés. C'est à partir des caractéristiques des habitats que le biologiste choisira tel habitat bryophytes plutôt qu'un autre si la possibilité existe.

² Il sera très important d'effectuer une identification minutieuse de la faune associée à chacun des habitats recensés.

Le milieu sera également cartographié, filmé et photographié selon différents angles de vue.

La caractérisation du cours d'eau doit apporter à la fois des informations générales et des informations spécifiques à chaque habitat et l'ensemble de ces informations constituera une base de données sur la rivière et servira à la création d'un CD-ROM.

b) Préparation des échantillons (aspect identification)

Parallèlement à ce travail, l'organisateur devra constituer les échantillons qui seront envoyés à chaque participant.

Les échantillons comprendront plusieurs familles de macro-invertébrés benthiques et chaque famille sera représentée par 2 à 3 individus. Les macro-invertébrés benthiques proviendront de divers cours d'eau français (Nord, Est, Ouest et Est) afin d'obtenir une bonne représentativité des différentes familles pouvant être recensées en France. Si certaines régions retenues rencontrent des conditions climatiques ne permettant pas d'effectuer le prélèvement de macro-invertébrés benthiques, il sera possible d'utiliser des organismes fixés.

Les échantillons envoyés aux différents laboratoires seront homogènes entre eux, ils comporteront donc les mêmes familles de macro-invertébrés et en même quantité.

c) Exercice d'inter-comparaison

L'exercice d'inter-comparaison portera sur le choix des habitats, le tri des échantillons et la détermination des taxons.

A l'aide des données mises à leur disposition (documents avec les caractéristiques du tronçon de cours d'eau sélectionné et des habitats, photos, films...), chaque participant devra définir son tableau d'échantillonnage.

Les participants recevront également un échantillon à partir duquel ils effectueront le tri et la détermination des taxons (familles). Les résultats des déterminations seront présentés sous forme de liste faunistique en distinguant les taxons simplement présents (1 unité) ceux présents à plus de 3 unités et ceux présents à plus de 10 unités.

2. Protocole de contrôle externe pour l'I.B.D.

a) Préparation de l'échantillon composite et des sous-échantillons

L'échantillon composite sera constitué de prélèvements effectués dans différentes rivières de France.

Afin de réaliser l'échantillon composite, 4 laboratoires pilotes (Nord, Sud, Est, Ouest) seront chargés de placer, chacun dans une rivière préalablement définie, 3 carreaux de faïence (3 pour éviter les pertes et l'éventuel vandalisme).

Au bout de 4 semaines, les carreaux seront récupérés et les diatomées prélevées.

L'organisateur collectera l'ensemble des prélèvements effectués par les quatre laboratoires pilotes et constituera à partir de ceux-ci un échantillon composite homogène. L'échantillon composite sera ensuite divisé en sous-échantillons homogènes.

b) Exercice d'inter-comparaison

Chaque participant recevra un sous-échantillon de l'échantillon composite. Il préparera, à partir du sous-échantillon, une seule lame d'observation microscopique et effectuera un seul inventaire portant sur 400 diatomées (procédure utilisée actuellement).

La préparation des lames et la détermination se feront selon la norme AFNOR NF T 90-354.

Une liste taxonomique I.B.D. sera établie pour chaque laboratoire.

3. Protocole de contrôle externe pour l'I.O.B.S.

a) Préparation de l'échantillon composite et des sous-échantillons

Les oligochètes ne présentant pas de répartition biogéographique, l'échantillon composite homogène sera constitué de 100 litres de sédiments, prélevés dans une rivière de référence suffisamment diversifiée. Si les sédiments ne sont pas assez abondants, l'échantillon composite sera constitué de prélèvements issus de plusieurs stations.

Le laboratoire organisateur prélèvera la moitié de l'échantillon composite (50 litres) afin de déterminer la répétabilité.

Le reste servira à constituer les sous-échantillons qui seront envoyés aux participants. Ces sous-échantillons seront considérés par les laboratoires comme l'échantillon qu'ils auraient obtenu s'ils avaient, eux-mêmes, procédé à l'échantillonnage d'un tronçon de cours d'eau.

b) Exercice d'inter-comparaison

A partir du sous-échantillon de sédiments reçus, les laboratoires procéderont à son analyse. Ils effectueront le tri, le sous-échantillonnage, la détermination et le calcul de l'indice I.O.B.S. selon la norme AFNOR/T 95F (version 5).

D. Mise en œuvre des contrôles externes

1. Organisation de l'exercice d'inter-comparaison

La coordination et la planification des exercices d'inter-comparaison doivent être minutieuses. L'organisateur devra établir un planning comprenant :

- les périodes au cours desquelles seront effectués les échantillonnages et celles où seront placés les carreaux de faïence pour l'indice diatomées,
- la préparation des échantillons,
- les dates d'expédition des échantillons et autres documents,
- la période impartie aux laboratoires pour réaliser leurs analyses (tri, détermination, etc.) (en général 15 jours dès réception des documents et de l'échantillon.),
- la date à laquelle devront être retournés les résultats,
- l'analyse statistique des données,
- la publication des résultats.

On pourra se référer au document EAL-P7 pour la planification et la préparation des exercices d'inter-comparaison (EAL, 1996).

Tous les laboratoires ou bureaux d'étude accrédités au programme 100.3 par le COFRAC, seront prévenus par courrier, de la mise en place d'un exercice d'inter-comparaison. Les laboratoires non accrédités pourront participer à ces exercices s'ils le souhaitent.

Chaque organisme devra confirmer sa participation ou non à l'exercice d'inter-comparaison dans les 10 jours suivant la réception du courrier.

Les participants, en collaboration avec l'organisateur et le COFRAC, définiront clairement les objectifs recherchés.

Un groupe d'experts en hydrobiologie, une commission ou un comité de pilotage pourra être établie afin d'aider l'organisateur à la coordination des tests. Ce groupe d'experts devra sélectionner les rivières françaises les mieux adaptées pour les échantillonnages afin d'obtenir les échantillons nécessaires. Le choix des rivières se fera selon les critères requis par les normes de l'AFNOR : NF T90-350, NF T90-354 et T95 F.

Le groupe d'experts devra également prendre les décisions en cas de litige ou d'évènements inattendus (personnel malade, retard dans le planning...) qui pourraient se produire au cours de l'exercice d'inter-comparaison.

2. Choix de l'organisateur

L'organisateur des exercices d'inter-comparaison peut-être une association rassemblant plusieurs laboratoires d'analyses, une société scientifique, un bureau d'étude ou un laboratoire d'hydrobiologie.

L'organisateur ne sera pas obligé de s'occuper de toutes les phases de l'exercice d'inter-comparaison, en particulier les étapes qui précèdent la mise en place de

l'exercice telle que la caractérisation du cours d'eau pour l'I.B.G.N., les échantillonnages (I.B.G.N., I.B.D., I.O.B.S.), préparation des sous-échantillons. Ces étapes pourront être sous-traitées par un organisme d'hydrobiologie travaillant régulièrement sur les indices biologiques.

Cependant l'organisateur devra obligatoirement s'occuper de l'organisation, la planification et de la logistique des exercices.

L'association AGLAE (Lille), qui organise déjà des exercices d'inter-comparaison pour les laboratoires effectuant des analyses physico-chimiques, est prête à intégrer ces inter-comparaisons propres aux laboratoires d'hydrobiologie. Cette association qui rassemble divers organismes - Institut Pasteur de Lille, B.R.G.M., Lyonnaise des eaux, établissements publics et privés - sous-traite la préparation des échantillons à d'autres laboratoires agréés dans le domaine des analyses physico-chimiques.

Dans le cas où AGLAE serait choisie pour organiser les exercices d'inter-comparaison pour les laboratoires d'hydrobiologie, l'étude complète des rivières dans le cadre de l'I.B.G.N., l'échantillonnage et la préparation des échantillons devront être réalisés par un et/ou des organisme(s) agréé(s). Toutefois, l'étude complète des rivières et l'échantillonnage pourraient être effectués par des étudiants en écologie au cours d'un stage d'étude.

3. Analyses statistiques et traitement des données

Lorsque tous les participants auront renvoyé leurs résultats (tableau d'échantillonnage et listes faunistiques pour l'I.B.G.N., listes taxonomiques pour l'I.B.D. et liste taxonomique et valeur indicielle pour l'I.O.B.S.), l'organisateur procédera à l'analyse des données.

Dans un premier temps, il déterminera les valeurs de référence. Les résultats des exercices d'inter-comparaison des laboratoires de physique ou de physico-chimie sont comparés à des valeurs de référence (matériaux de référence). Ces valeurs vraies des échantillons sont déterminées par des organismes spécialisés.

Pour les laboratoires d'hydrobiologie, la valeur de référence ne peut pas être déterminée avec exactitude, on parle alors de valeur guide ou de valeur cible.

Pour chaque indice la valeur guide correspondra à une liste taxonomique. Ces listes taxonomiques, que l'on nommera sous le terme de « listes taxonomiques de "référence" », seront établies par des groupes d'experts (concertation de 2 à 3 experts), reconnus par leurs pairs pour leur compétence à utiliser les indices I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S.

Les laboratoires, utilisant l'indice I.B.G.N., étant également évalués sur le choix des habitats, une valeur guide concernant le tableau d'échantillonnage (« tableau d'échantillonnage de "référence" ») sera déterminée par 2 ou 3 hydrobiologistes reconnus. Ces hydrobiologistes se concerteront pour définir un « tableau d'échantillonnage de "référence" » à partir des mêmes informations fournies aux participants afin que tous soient dans les mêmes conditions de choix des habitats.

Un intervalle de tolérance sera également calculé par l'organisateur pour chaque indice biotique. L'intervalle d'un indice pourra être déterminé autour de sa valeur guide mais aussi par rapport à sa répétabilité. Les résultats, situés en dehors de cet intervalle, pourront être considérés comme "anormaux" par rapport aux résultats attendus par la méthode utilisée mais cela dépendra aussi de ce qu'attend le COFRAC en terme de justesse et de fiabilité des analyses.

Les analyses statistiques, de l'indice I.B.G.N., consisteront à comparer les tableaux d'échantillonnage des participants au « tableau d'échantillonnage de "référence" ». Il en sera de même pour la liste faunistique. Les tableaux d'échantillonnage et les listes faunistiques de l'ensemble des participants seront également comparées entre elles.

De la même façon, les listes taxonomiques des participants pour les indices I.B.D. et I.O.B.S. seront comparées entre elles et par rapport aux « listes taxonomiques de "référence" ».

Ces analyses statistiques permettront de caractériser la position des laboratoires par rapport à la valeur de référence mais aussi par rapport aux autres laboratoires.

L'organisateur sera également chargé de rédiger un rapport final afin que les laboratoires aient connaissance de leur situation. Une lettre personnalisée sera envoyée à chaque participant. Il y figurera les valeurs guides et ses résultats d'analyse interprétés. Si les participants le souhaitent, ils pourront également recevoir un rapport contenant l'ensemble des résultats obtenus par tous les participants. Dans un souci de confidentialité, les laboratoires resteront anonymes et seront identifiés par un numéro de code.

L'interprétation des résultats des tests inter-laboratoires doit apporter des éléments de réponse quant à l'utilisation des indices biologiques par les différents organismes accrédités pour l'analyse biologique des milieux aquatiques. Lorsque les résultats ne seront pas corrects, les laboratoires devront mettre en place des mesures correctives (situer le problème et le résoudre).

Partie IV
Discussion

Partie IV : Discussion

Pour les laboratoires d'hydrobiologie, l'exercice d'inter-comparaison parfait serait, en théorie, celui qui teste toutes les phases des méthodes biologiques, c'est à dire un exercice qui intègre à la fois les échantillonnages effectués sur le terrain et les analyses réalisées en laboratoire. Cependant, pour les diverses raisons qui ont été exposées précédemment (contraintes techniques, financières, disponibilité des laboratoires), la réalisation de tels exercices n'est pas concevable. Les protocoles proposés dans ce rapport sont conçus de manière à éviter ces contraintes. Les indices biologiques (I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S.) seront donc uniquement comparés sur la partie détermination afin de faciliter l'organisation et la réalisation des exercices d'inter-comparaison. Cependant, l'indice I.B.G.N. sera également testé sur la partie échantillonnage car le résultat final de l'indice repose surtout sur le choix des habitats. En effet, l'hydrobiologiste peut être un excellent systématiste mais s'il effectue des échantillonnages erronés par rapport aux protocoles de prélèvements prévus par la norme, les résultats finaux seront alors décevants et peut être non représentatifs de la qualité du cours d'eau ! Il est donc important de tester les laboratoires sur cette partie. L'échantillonnage ne pouvant pas être testé *in situ*, l'alternative proposée est de créer un échantillonnage "virtuel" grâce aux informations obtenues lors de l'examen minutieux de la rivière.

Ces premiers protocoles constituent un point de départ pour la mise en place des exercices d'inter-comparaison en hydrobiologie. Ils devraient donc, dans un premier temps, faire l'objet d'une étude expérimentale à laquelle participeront quelques laboratoires volontaires. L'étude expérimentale servira à :

- ✓ justifier et valider l'efficacité des protocoles proposés et permettra de dire s'ils peuvent être repris pour devenir des exercices d'inter-comparaison reconnus par le COFRAC,
- ✓ définir les coûts exacts qu'engendreront les exercices d'inter-comparaison,
- ✓ définir des "niveaux de qualité" pour classer les laboratoires,
- ✓ définir la période à laquelle ils devront être organisés,
- ✓ définir le rythme des inter-comparaisons.

Même si les résultats sont comparés à des valeurs guides, il semble nécessaire de définir des "niveaux de qualité". En effet, nous pouvons nous demander ce qui sera ou ne sera pas acceptable au vu des résultats des exercices d'inter-comparaison. Les intervalles de tolérance déterminés à partir de la répétabilité sont-ils suffisants ou justes pour apprécier les résultats ? Un laboratoire ayant oublié 2 taxons dans l'échantillon analysé, fournit-il pour autant des résultats peu fiables ? Pour définir ces "niveaux de qualité", nous pourrions nous inspirer de ce qui a été réalisé dans les procédures statistiques de maîtrise de la qualité (da Prato, 1999). Ce système prévoit différents niveaux de tolérance pour l'analyse d'échantillons de macro-invertébrés :

- Niveau 1 : seul 4 taxons peuvent être oubliés dans un échantillon (5 ou plus de taxons oubliés dans un échantillon n'est pas toléré).
- Niveau 2 : seulement 2 (ou moins) taxons peuvent être oubliés pour 80% de l'échantillon analysé.
- Niveau 3 : seulement 3 (voir moins) taxons peuvent être oubliés pour 90% de l'échantillon analysé.

En fonction des résultats obtenus lors de l'inter-comparaison, cela permettrait de classer les laboratoires dans des niveaux de qualité 1, 2 ou 3 (voir plus). Ainsi, selon le niveau dans lequel un laboratoire se situera, sa manière de procéder et les analyses qui en découlent seront considérées comme satisfaisantes ou non. Par exemple, en considérant que le niveau 1 est le niveau le plus élevé, un laboratoire classé en niveau 1 n'aura aucune mesure corrective obligatoire à mettre en oeuvre.

Bien entendu ce système ne concerne que la détermination mais il peut être développé pour l'échantillonnage.

Au-delà de cette difficulté, d'autres problèmes sont encore présents notamment la période au cours de laquelle seront organisés les exercices ainsi que leur rythme : quel sera l'intervalle de temps entre deux exercices d'inter-comparaison ? L'organisateur, le groupe d'experts, en concertation avec les participants, devront définir la période la plus favorable pour la mise en place des exercices d'inter-comparaison. Les laboratoires d'hydrobiologie et bureaux d'étude effectuent, en général, leurs prélèvements à partir du mois de mai et ce jusqu'en septembre-octobre. Il est donc préférable de ne pas organiser les exercices d'inter-comparaison pendant cette période. La période la plus adéquate pour organiser les exercices correspondrait donc à la période automnale et hivernale, ce qui pose entre autres, des problèmes de conditions hydrologiques. Parallèlement à ceci, le rythme des inter-comparaisons devrait être, au minimum, d'un exercice par an afin d'obtenir une évaluation efficace et évolutive des laboratoires. Cependant, en hydrobiologie, il est impossible d'organiser plus d'un test inter-laboratoire par an. En effet, l'organisation des exercices d'inter-comparaison en hydrobiologie est plus délicate que celle des laboratoires d'analyse médicale ou de physico-chimie. Les étapes d'échantillonnage, de préparation des échantillons et de sous-échantillons demandent beaucoup de temps. L'échantillonnage est également dépendant des conditions climatiques. De plus, les organisateurs de ces exercices et les laboratoires qui devront effectuer les échantillonnages ne sont pas nombreux et ne pourront pas être sollicités chaque année. De même, il est peu probable que tous les laboratoires puissent participer en même temps aux exercices prévus. Même si nous avons essayé de proposer des protocoles de façon à limiter les coûts, les inter-comparaisons entraîneront des coûts supplémentaires. Les laboratoires et bureaux d'étude ne pourront peut être pas intégrer des exercices d'inter-comparaison tous les ans dans leur budget (petites structures). Les exercices devraient donc être organisés selon des intervalles de 2 à 3 ans.

De nombreuses questions restent actuellement sans réponses, quant à l'organisation et l'exécution des exercices d'inter-comparaison. La réalisation d'une

étude expérimentale paraît donc nécessaire, elle apportera des réponses à ces diverses questions et soulèvera certainement d'autres problèmes.

Pour pallier à certaines de ces difficultés, un groupe de discussion en ligne pourrait, également, être mis en place pour l'échange d'information concernant les problèmes rencontrés par les hydrobiologistes lors de la mise en pratique des indices biotiques. Actuellement, il existe pour les diatomées un site Internet où les diatomistes de différents horizons échangent des informations (recherches de documents, colloques, nouvelles parutions, etc.). Pourquoi ne pas faire de même pour les invertébrés et les exercices d'inter-comparaison ? Les hydrobiologistes pourraient ainsi se donner des conseils mutuels sur les échantillonnages, les déterminations (harmonisation des identifications sur les espèces difficiles à identifier ou rares), et autres mais aussi émettre leurs idées, opinions sur les exercices d'inter-comparaison.

Conclusion

Conclusion

L'objectif du travail était de proposer des protocoles de contrôle externe concernant les indices biologiques inscrits dans le programme 100.3 du COFRAC (I.B.G.N., I.B.D. et I.O.B.S.), pour lesquels les laboratoires d'hydrobiologie peuvent demander à être accrédités. Les différentes contraintes énoncées dans la partie "préalables aux propositions de protocoles de contrôle externe" ont permis de démontrer l'impossibilité de mettre en place les exercices d'inter-comparaison sur l'intégralité de ces méthodes biologiques (problème de l'échantillonnage *in situ*). Il faut, toutefois, conserver à l'esprit que la phase de terrain est une étape cruciale pour les indices biologiques et, qu'il est dommageable de ne pouvoir tester les laboratoires sur cette phase.

Les démarches pour la mise en place des systèmes d'assurance de la qualité ont connu une véritable expansion au cours des années 1990. L'assurance de la qualité se développe dans tous les secteurs d'activité. Celles liées à l'hydrobiologie n'échappent pas à cette pratique. Le système d'assurance de la qualité des laboratoires d'hydrobiologie, tout comme le programme 100.3, prévoient des contrôles internes (audits) mais aussi la participation à des exercices d'inter-comparaison. Ces exercices, qui vont être mis en place, ne sont pas des outils pénalisants mais utiles aux laboratoires pour le contrôle permanent de la qualité et de la précision des analyses. Ils doivent être perçus comme une volonté d'aider les laboratoires à évaluer leurs performances et diagnostiquer les éventuelles sources d'erreur. Cependant sachant que l'obtention d'une accréditation a un coût élevé, on ne peut se permettre de remettre en question l'efficacité et la fiabilité des laboratoires d'hydrobiologie dans un contexte où la diversité des milieux aquatiques, la variabilité des paramètres physico-chimiques, climatiques, etc., ne permettent pas aux laboratoires d'avoir les mêmes méthodes de travail tout en respectant les normes. Actuellement, on peut se demander si, par rapport aux audits de contrôle, les exercices d'inter-comparaison vont apporter plus de renseignements sur l'efficacité des méthodes biologiques et la mise en place de celles-ci par les laboratoires. Ces exercices sont peut-être plus utiles pour comparer plusieurs méthodes entre-elles. Dans cette optique, il sera intéressant de mettre en place, au niveau européen, une inter-comparaison des laboratoires d'hydrobiologie. Cet exercice permettrait de comparer entre eux les différents indices biotiques utilisés actuellement en Europe (I.B.G.N. et B.M.W.P., etc.). Cela amènerait, éventuellement, les laboratoires européens d'hydrobiologie à harmoniser leurs méthodes d'analyses biologiques des milieux aquatiques, et ils seraient, de cette façon dans l'esprit de la nouvelle Directive CADRE.

Bibliographie

Bibliographie

- AFNOR, 1992. Norme française. Essais des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (I.B.G.N.) - NF T 90-350 décembre 1992. 9 p.
- AFNOR, 1996. Gérer et assurer la qualité - Qualité et efficacité des organisations. Recueil de normes françaises. Afnor, 6^{ème} édition, Paris 703 p.
- AFNOR, 2000. Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. Afnor NF EN ISO/CEI 17025. 27 p.
- AFNOR, 2000. Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (I.B.D.). Qualité écologique des milieux aquatiques. Afnor NF T 90-354. 83 p.
- AFNOR, 2001. Projet IOBS (version 5). Commission de Normalisation AFNOR T 95 F, Qualité écologique des milieux aquatiques. Afnor/T 95 F. 24 p. (soumis à enquête probatoire)
- Agences de l'Eau, 1992. L'indice biologique global (AFNOR NF T 90-350) 1- Bilan d'application au Réseau National de Bassin, 2- Ordonnancement des taxons indicateurs. Hors Série - Étude Inter-Agences, 67 p. + Annexes
- Agences de l'Eau, 1993. Étude bibliographique des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des eaux de surface continentales. Guide méthodologique. Etude inter-Agences, Ministère de l'Environnement, Paris, 410 p.
- Baigent, H., 1996. The Role of Testing and Laboratory Accreditation in International Trade (I.L.A.C.-13 : 1996). <http://www.ilac.org>, I.L.A.C. (ed.), 27 p.
- Bazerque, M.F., Laville, H., Brouquet, Y., 1989. Biological quality assessment in two rivers of the northern plain of France (Picardie) with special reference to chironomid and diatom indices. *Acta. Biol. Debr. Oecol. Hung.* 3, pp 29-39.
- COFRAC, 2000. Programme N°100-3. Analyses biologiques des milieux aquatiques. COFRAC, Paris, 10 p.
- Cruchant, L., 2000. La qualité (5^{ème} édition). Que sais-je ? Puf, Paris, 128 p.
- Da Prato, S., 1999. Statistical quality control procedure for the laboratory analysis of macroinvertebrate samples CEN/TC 230/WG 2/TG 6 : N16. 5 p.
- Dines, R.A., & Murray-Bligh, J.A.D., 2000. Quality Assurance and RIVPACS. Environment Agency, UK, pp 71-78.
- E.A.L., 1996. E.A.L. Interlaboratory Comparisons (Réf : E.A.L.-P7). E.A.L. Committee 2, United Kingdom, 27 p.

Efron, B., Jolivet, E. et Hordan, R., 1995. Le Bootstrap et ses applications - Discrimination et régression. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquée (C.I.S.I.A.), Saint-Mandé, 217 p.

Feinberg, M., Auffray, A., Ducauze, C., Gomy, C., Goupy, J., Hoenig, M., Lombard, B., Lustenberger, P., Roché, Y. et Truchaud, A., 1999. L'assurance qualité dans les laboratoires agroalimentaires et pharmaceutiques. Éd., Technique et Documentation, Paris, 309 p.

Froman, B., Gey, J-M, Laurans, B., 1998. Qualité et Environnement. Vers un système de management intégré. AFNOR, Paris La Défense, 274 p.

ISO, 1995. Management de la qualité et assurance de la qualité - Vocabulaire. ISO 8402 : 1995

Kelly, M.G., 1999. Progress Towards Quality Assurance of benthic diatom and phytoplankton analyses in the U.K. In : Prygiel, J., Whiton, B.A., Bukowska, J. (eds). Use of algae for monitoring Rivers III. Agence de l'eau Artois-Picardie, pp 208-215.

Lecoite, C., 1999. Omnidia version 3. Manuel d'utilisation. Mai 1999, CLCI, Monbazillac, 46 p.

Prygiel, J., Coste, M., 2000 (a). Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Agence de l'eau - CEMAGREF Bordeaux, 134p. + clés de détermination (89 planches) + cédérom bilingue français-anglais (Tax'IBD).

Prygiel J., Vidal H., Ector L., 2000 (b). Essai d'intercalibration de l'indice Biologique Diatomées : premiers tests sur le Loup (Alpes Maritimes, France). In Ector L., Compère P & Vidal H. (eds), *Compte rendu du 18^e colloque de l'association des Diatomistes de Langue Française*, Nice, 14-17 septembre 1999. *Cryptogamie-Algologie* 21: 213-258.

Prygiel J., Carpentier P., Almeida S., Coste M., Druart J-C., Ector L., Guillard D., Honoré M.-H., Iserentant R., Ledeganck P., Lalanne-Cassou C., Lesniak C., Mercier I., Moncaut P., Nazart M., Nouchet N., Peres-Weerts F., Peeters V., Rimet F., Rumeau A., Sabater S., Straub F., Torrisi M., Tudesque L., Van de Vijver B., Vidal H., Vizinet J., Zydek N., (c) Determination of the Biological Diatom Index (IBD NF T 90 - 354): results of an intercomparison exercise. *Soumis à Journal of Applied Phycology*

Storey, A.W., & Humphrey, C.L., 1996. Quality Assurance/Quality Control in rapid bioassessment projects with preliminary guidelines for implementation in the Australian Monitoring River Health Initiative. Report prepared for the Land and Water Resources Research and Development Corporation.

Timmerman, J.G., Gardner, M.J., & Ravenscroft, J.E., 1996. Quality Assurance (Vol. 4). UN/ECE Task Force on Monitoring & Assessment, Working programme 1994/1995. 81p.

Veen, A., Van der Velde, S.T., 2000. Inter laboratory research; project 196 - Phytoplankton (quantitative) in surface waters. Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA. 22p.

Verneaux, J. & Tuffery, G., 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes - Indices biotiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3, pp 79-89.

Verneaux, J., Faessel, B. et Malesieux, G., 1977. Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. C.T.E.G.R.E.F. Paris & Univ. De Besançon. 14 p.

Verneaux, J., Galmiche, P., Janier, F. & Monnot, A., 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (I.B.G.). *Ann. Sci. Hist. Nat. Toulouse*, 117 : 221-230

Sites Internet consultés

Site 1 : <http://www.cofrac.fr>

Site 2 : <http://www.european-accreditation.org>

Site 3 : <http://www.ilac.org>

Site 4 : <http://www.natur.cuni.cz/hydorbiology/molar/manual>

Site 5 : <http://www.helcom.fi/proceedings/bscp38.pdf>

Annexes

Annexes

ANNEXE 1 : la démarche complète pour faire accréditer un laboratoire d'essais.	p 46
ANNEXE 2 : Audit initial.....	p 48
ANNEXE 3 : Tableau de comparaison des indices macro-invertébrés (Ib, I.B.G., I.B.G.N.).....	p 50
ANNEXE 4 : Tableau d'échantillonnage (I.B.G.N.).....	p 53
ANNEXE 5 : Exemple de liste faunistique (I.B.G.N.).....	p 55
ANNEXE 6 : Valeur de l'I.B.G.N. selon la nature et la variété taxonomique de la macro-faune.....	p 58
ANNEXE 7 : Exemple de calcul I.B.G.N.....	p 60
ANNEXE 8 : Valeurs seuils et probabilité de présence des taxons appariés (I.B.D.).....	p 62
ANNEXE 9 : Exemple de calcul I.B.D.....	p 64
ANNEXE 10 : Exemple de calcul I.O.B.S.....	p 67

ANNEXE 1

LA DÉMARCHE COMPLÈTE POUR FAIRE ACCRÉDITER UN LABORATOIRE D'ESSAIS

LA DÉMARCHE COMPLÈTE POUR FAIRE ACCRÉDITER UN LABORATOIRE D'ESSAIS

1. Prise de contact avec la section Laboratoire-secteur Essais du COFRAC

Le laboratoire définit le ou les programmes pour lesquels il souhaite être accrédité.

2. Lecture de la documentation COFRAC

Après lecture de la documentation du COFRAC, le laboratoire s'emploie à se mettre en conformité avec les exigences générales (ISO 25- EN 45001) et les exigences spécifiques des analyses choisies définies dans les programmes.

3. Demande officielle d'accréditation

Le laboratoire remplit les formulaires ad hoc du COFRAC qui définissent notamment la portée de la demande d'accréditation souhaitée par le laboratoire. Cette portée est envoyée au COFRAC sous forme de disquette.

4. L'audit

Le COFRAC propose au laboratoire une équipe d'audit, composée d'un auditeur qualitatif et d'un ou plusieurs experts techniques.

5. La phase de décision

Le rapport d'audit, envoyé par le responsable d'audit, est examiné par Commission Sectorielle d'Accréditation (CSA), Eaux et Milieu Aquatique qui propose soit :

- ❖ l'accréditation sans restriction
- ❖ l'accréditation avec des mesures correctives préalables
- ❖ un audit complémentaire
- ❖ un refus d'accréditation

La proposition de la Commission Sectorielle d'Accréditation est ensuite présentée au Directeur qui décide d'octroyer ou non l'accréditation par délégation du Comité de Section.

6. Notification de l'accréditation

Le laboratoire reçoit une convention qui définit exactement les analyses pour lesquelles il est accrédité ainsi qu'un diplôme d'accréditation.

7. Le suivi de l'accréditation

Un système qualité qui n'est pas suivi, décline rapidement. C'est pourquoi des audits de suivi sont organisés périodiquement par le COFRAC.

ANNEXE 2
PROCÉDURE D'AUDIT

PROCÉDURE D'AUDIT

Lorsque le COFRAC est saisi d'une demande officielle et que toutes les pièces du dossier sont complètes, il programme dans les deux mois l'audit du laboratoire. Il propose au laboratoire une équipe d'audit composée :

- D'un auditeur qualitatif responsable de l'audit
- D'un auditeur technique.

Le laboratoire a toujours la possibilité de refuser les auditeurs qui lui sont proposés.

La date de l'audit est déterminée conjointement avec le laboratoire et les auditeurs.

Le laboratoire fournit aux auditeurs tous les documents nécessaires à la préparation de l'audit (manuel qualité, questionnaire, procédures...)

Un audit initial dure en général deux jours et se déroule en trois phases:

- Réunion d'ouverture

➤ Entretien avec les personnes impliquées dans les analyses, interview des personnes, examen des résultats d'inter comparaison afin de s'assurer que le laboratoire est apte à satisfaire les exigences du référentiel du COFRAC (document 1002) et qu'il est compétent pour réaliser les analyses pour lesquels il a demandé l'accréditation.

➤ Réunion de clôture. Au cours de cette réunion les écarts constatés sont présentés et discutés avec le laboratoire. Des actions correctives sont alors proposées le cas échéant.

Le responsable de l'audit a un mois pour rédiger son rapport et l'envoyer conjointement au laboratoire et au COFRAC qui engage alors la procédure de décision.

ANNEXE 3

TABLEAU DE COMPARAISON DES INDICES MACRO-INVERTÉBRÉS (IB, I.B.G., I.B.G.N.)

**TABLEAU DE COMPARAISON DES INDICES MACRO-INVERTÉBRÉS :
IB, I.B.G., I.B.G.N.**

	Indice Biotique	Indice de Qualité Biologique Globale	Indice Biologique Global	
	Ib 1967	I.Q.B.G. 1976	I.B.G. 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 granulométrie/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 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 taxonomique avec limite inf. de la classe maxi à 50 U.S. et répertoire de 138 taxons

Seuil de représentativité (=nombre mini. d'individus nécessaires 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	<ul style="list-style-type: none"> - Ind. biotique lotique Ibc/10 - Ind. Biotique lentique Ibl/10 - Ind. Moyen $Ib/10 = (Ibc + Ibl)/2$ 	Indice / 20	Indice global/ 20	Indice global/ 20

ANNEXE 4

**TABLEAU D'ECHANTILLONNAGE
(I.B.G.N.)**

EXEMPLE DE TABLEAU D'ÉCHANTILLONNAGE I.B.G.N. (AFNOR, 1992)

Cours d'eau : _____ Station : _____

Hydrologie : Étiage Moyennes eaux Autres situations (à préciser) Débit : l/s _____

Hydrologie les jours précédents : _____

Conditions de prélèvement : Facile 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)	7					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, sois, parois) blocs > Ø 250 mm	1					
Algues ou à défaut, marme et orfille	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).

ANNEXE 5
EXEMPLE DE LISTE FAUNISTIQUE
(I.B.G.N.)

**EXEMPLE DE LISTE FAUNISTIQUE
I.B.G.N. (AGENCES DE L'EAU, 1995)**

TAXONS	Numéro des échantillons								Effectif total	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
PLECOPTERES										
Leuctridae				1						1
Nemouridae	1									1
TRICHOPTERES										
Brachycentridae					1					1
Philopotamidae					3	5				8
Lepidostomatidae				1						1
Hydroptilidae	10		6				2	2		20
Leptoceridae						5				5
Polycentropodidae		7	2							9
Psychomyidae			1			2				3
Limnephilidae				1	3		6	1		11
Hydropsychidae	2	1	10	6			1			20
EPHEMEROPTERES										
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
DIPTERES										
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
COLEOPTERES										
Dytiscidae						2				2
Elmidae	19	5		22	12		5	5		68
Hydrophilidae					1					1
ODONATES										
Calopterygidae					6					6
Coenagrionidae						2				2
Gomphidae			1				1			2
Platycnemididae					24	17	55	6		102
MEGALOPTERES										
Sialidae					2					2

HETEROPTERES									
Aphelocheiridae		2						6	2
Naucoridae									6
Notonectidae					5				5
CRUSTACES									
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
Sphaeridae	1				10	22	44	13	90
OLIGOCHETES		6		10	120	52	250	500	938
PLANAIRES									
Dugesidae					1				1
NEMATODES	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

ANNEXE 6

**VALEUR DE L'I.B.G.N. SELON LA NATURE ET
LA VARIETE TAXONOMIQUE
DE LA MACRO-FAUNE
(I.B.G.N.)**

**VALEUR DE L'I.B.G.N. SELON LA NATURE ET LA VARIETE
TAXONOMIQUE DE LA MACRO-FAUNE (AFNOR, 1992)**

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	A	B	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlidae															
Perlidae															
Perlodidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Taeniopterygidae															
Capniidae															
Brachycentridae															
Odontoceridae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Philopotamidae															
Leuctridae															
Glossosomatidae															
Beraeidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Goeridae															
Leptophlebiidae															
Nemouridae															
Lepidostomatidae															
Sericostomatidae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Epheméridae															
Hydroptilidae															
Heptageniidae															
Polymitarcidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Potamanthidae															
Leptoceridae															
Polycentropodidae															
Psychomyidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Rhyacophilidae															
Limnephilidae 1)															
Hydropsychidae															
Ephemerellidae 1)	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
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)															
Achétes	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Oligochètes 1)															

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

ANNEXE 7

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.B.G.N.

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.B.G.N.

Cet exemple de calcul de l'indice I.B.G.N. est déterminé à partir de la liste faunistique donnée en annexe 3.

En bas de la liste (cf. annexe3), 2 paramètres sont déterminés :

1- la variété totale (= variété taxonomique de l'échantillon Σt) :

$$\Sigma t = 49$$

2- le groupe faunistique indicateur GI :

$$GI = 8$$

Pour obtenir le GI, nous avons prospecté, de haut en bas au niveau de l'ordonnée, le tableau donné en annexe 4 (GI 9 à GI 1). Le premier taxon significatif que nous avons rencontré est le taxon *Philopotamidae* (en gris dans le tableau d'échantillonnage, cf. annexe 4) dont le GI est 8.

L'indice est alors obtenu, à l'aide du tableau donné en annexe 4, par lecture de la valeur située à l'intersection entre le GI = 8 (ordonnée) et la $\Sigma t = 49$ (abscisse).

Dans notre cas, l'indice I.B.G.N vaut 20.

ANNEXE 8

EXEMPLE DE VALEURS SEUILS ET PROBABILITÉS DE PRÉSENCE DES TAXONS APPARIÉS POUR L'I.B.D.

EXEMPLE DE VALEURS SEUILS ET PROBALITE DE PRESENCE DES TAXONS APPARIES POUR L'I.B.D. (AFNOR, 2000)

Le tableau ne donne que les 6 premières valeurs seuils et les probabilités de présence des taxons appariés. Pour obtenir les autres valeurs seuils et probabilités de présence se référer à la norme de l'AFNOR NF T 90-354 (2000) ou au guide méthodologique (Prygiel & Coste, 2000).

Taxon apparié	Valeur seuil (%)	Probabilités de présence $P(i)$ des taxons pour les classes de qualité d'eau i						
		P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)
AAMB	7,500	0,179	0,121	0,153	0,142	0,132	0,131	0,142
ABIA	7,500	0,001	0,001	0,001	0,013	0,065	0,323	0,599
ABIO	7,500	0,001	0,001	0,001	0,068	0,038	0,244	0,698
ACLE	7,500	0,372	0,266	0,159	0,211	0,068	0,068	0,001
ACON	7,500	0,077	0,336	0,169	0,056	0,148	0,029	0,029
ADAU	7,500	0,001	0,001	0,001	0,113	0,133	0,530	0,281
ADEL	7,500	0,653	0,101	0,133	0,049	0,001	0,001	0,001

AAMB: (= MAMB) *Melosira ambigua* (Grunow), O. Muller

ABIA : *Achnanthes biasolettiana* Grunow var. *biasolettiana* Grunow in Cleve & Grun.

ABIO : *Achnanthes bioreti* Germain (= *Psammothidium*)

ACLE : *Achnanthes clevei* Grunow var. *clevei* (= *Karayevia*)

ACON : *Achnanthes conspicua* A. Mayer

ADAU : *Achnanthes dau* Foged var. *dau*

ADEL : *Achnanthes delicatula* (Kutz.) Grun. Ssp. *Delicatula* Grunow in Cl. & Grun.

ANNEXE 9

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.B.D.

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.B.D.

1. Exemple d'inventaire (Prygiel & Coste, 2000) :

Abréviation du taxon	Dénomination du taxon	Associé à	Abondance réelle en ‰		Abondance cumulée	Valeur seuil	Taxons retenus
AMIN	<i>Achnanthes minutissima</i>		354	885	917,5	7,52	AMIN
MAF	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>affinis</i>	AMIN	13	32,5	-	7,52	Cumulé AMIN
CMIC	<i>Cymbella microcephala</i>		11	27,5	27,5	7,50	CMIC
CAFF	<i>Cymbella affinis</i>		9	22,5	22,5	7,50	CAFF
GPUM	<i>Gomphonema pumilum</i>		8	20	20	7,50	GPUM
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		1	2,5	2,5	7,50	
NCCC	<i>Navicula cariocincta</i>		1	2,5	2,5		
DTEN	<i>Diatoma tenuis</i>		1	2,5	2,5	7,50	
NITZ	<i>Nitzschia</i> sp.		1	2,5	2,5		
Diat	Diatomée non déterminée		1	2,5	2,5		
	Effectif compté :		400	1000			

L'abondance du taxon associé AMAF est cumulée avec celle de AMIN avant application de la valeur seuil. Seuls sont retenus les taxons appariés dont l'abondance cumulée est supérieure à la valeur seuil correspondante.

Parmi les 400 individus comptés, 3 ne font pas partis des 209 taxons appariés : NCCC a été déterminée à l'espèce ; NITZ n'a été déterminée qu'au niveau générique ; DIAT correspond à une diatomée qui n'a pas été identifiée.

2. Valeurs des probabilités de présence des taxons retenus pour le calcul de l'I.B.D. et valeurs indicatrices :

Abréviation du taxon	Abondance en ‰	Valeur indicatrice	Probabilités de présence des espèces dans chacune des 7 classes de qualité d'eau P _x						
			1	2	3	4	5	6	7
	A _x	V _x							
AMIN	917,5	1,03	0,0180	0,0310	0,0404	0,1342	0,1975	0,2628	0,3160
CMIC	27,5	1,42	0,0010	0,0010	0,1481	0,3492	0,3439	0,1590	0,0010
CAFF	22,5	1,35	0,0010	0,0404	0,0452	0,1680	0,3910	0,3554	0,0010
GPUM	20	0,98	0,0415	0,0402	0,0816	0,0893	0,2870	0,3112	0,1492

3. Les valeurs contenues dans le tableau ci-dessus permettent le calcul des 7 valeurs F(i) selon la formule :

$$\sum(Ax \times Vx \times Px(i)) \div \sum(Ax \times Vx)$$

F(1)	F(2)	F(3)	F(4)	F(5)	F(6)	F(7)
0,02	0,03	0,05	0,14	0,21	0,26	0,29

Calcul détaillé de F(1) :

$$F(1) = [(917,5 \times 1,03 \times 0,018) + (27,5 \times 1,42 \times 0,001) + (22,5 \times 1,35 \times 0,001) + (20 \times 0,98 \times 0,0415)] / [(917,5 \times 1,03) + (27,5 \times 1,42) + (20 \times 0,98)]$$

$$F(1) = 0,02$$

4. La valeur du barycentre B est alors calculée selon la formule :

$$B = 1 \times F(1) + 2 \times F(2) + 3 \times F(3) + 4 \times F(4) + 5 \times F(5) + 6 \times F(6) + 7 \times F(7)$$

D'où B = 5,43

5. Valeur de I.B.D.

La valeur de B étant comprise dans l'intervalle] 2 ; 6 [, la formule à appliquer est :

$$\left(\frac{4,75\%}{\theta} \right) - 8,5$$

$$\boxed{I.B.D./20 = 4,75 \times 5,43 - 8,5 = 17,3 / 20}$$

ANNEXE 10

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.O.B.S.

EXEMPLE DE CALCUL DE L'I.O.B.S.

1. Exemple de données obtenues (AFNOR, 2001) :
Les tableaux suivants indiquent les espèces identifiées :

TUBIFICIDAE avec soies capillaires			
Espèces	Code	Nombre	Pourcentage
Tubificidae avec soies capillaires non reconnaissable à l'état immature	TUBC	2	2%
<i>Branchiura sowerbyi</i>	BRSO	1	1%
Sous-total	2 espèces	3	3%

TUBIFICIDAE sans soies capillaires			
Espèces	Code	Nombre	Pourcentage
Tubificidae sans soies capillaires non reconnaissable à l'état immature	TUSS	71	71%
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	LICL	2	2%
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	LIHO	6	6%
<i>Limnodrilus profundicola</i>	LIPR	3	3%
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	POMO	1	1%
Sous-total	4 espèces	83	83%

NAIDIDAE			
Espèces	Code	Nombre	Pourcentage
<i>Dero digitata</i>	DEDI	1	1%
<i>Nais communis</i>	NACO	3	3%
<i>Vejdovskyella comata</i>	VECO	7	7%
<i>Vejdovskyella intermedia</i>	VEIN	3	3%
Sous-total	4 espèces	14	14%

TOTAL	10 espèces	100
--------------	-------------------	------------

Les Tubificidae sans soies capillaires non reconnaissables à l'état immature (TUSS) ne sont pas comptabilisés comme une espèce car des espèces seulement reconnaissables à l'état mature (LICL, LIHO, LIPR et POMO) sont présentes dans la famille (Tubificidae sans soies capillaires). En revanche, les Tubificidae avec soies capillaires non reconnaissables à l'état immature (TUBC) sont comptabilisés comme une espèce car une espèce reconnaissable à l'état sexuellement immature (BRSO) est présente dans la famille des Tubificidae avec soies capillaires (AFNOR, 2001).

2. Calculs

Nombre d'oligochètes extraits (N)	132
Nombre de cases prospectées ©	9
Nombre de cases dans la cuve ©	100
Surface échantillonnée en m ² (X)	0,0768
Densité pour 0,1 m ² (D)	1,9101

Nombre d'espèces (S)	10
% de Tubificidae dominant (T)	83
I.O.B.S. = $(10 \times S) / T$	1,2

Sigles et abréviations

Sigles et abréviations

ADLaF : Association des Diatomistes de la Langue française

AFNOR : Association Française de Normalisation

B.R.G.M. : Bureau d'Etudes Géologiques et Minières

Cemagref : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement

C.N.E.S. : Centre National des Études Spatiales

COFRAC : Comité Français d'Accréditation

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

E.A.L. : European cooperation for Accreditation of Laboratories

GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique

I.B.D. : Indice Biologique Diatomées

I.B.G.N. : Indice Biologique Global Normalisé

I.L.A.C. : International Laboratory Accreditation Cooperation

I.O.B.S. : Indice Oligochète de Bio-indication des Sédiments

R.N.B. : Réseau National de Bassin

Glossaire

Glossaire

Abaque : graphique qui donne, par simple lecture, la valeur approchée d'une fonction pour divers valeurs et paramètres.

Bio-indicateurs : (indicateurs biologiques) espèces animales ou végétales, qui par suite de leurs particularités écologiques sont l'indice de modifications abiotiques ou biotiques de l'environnement dues à tel ou tel type d'action humaine (Ramade, 1998).

Certification : assurance donnée par écrit, de la régularité d'une pièce, d'une saisie ou d'un acte.

Echantillon composite : ensemble constitué de un ou de plusieurs prélèvements de sédiments dans une station donnée.

Echantillonnage : ensemble des opérations destinées à former un échantillon à partir d'une population donnée.

Entité : Une entité peut être une activité ou un processus, un produit, un organisme, un système ou une personne ou une combinaison de l'ensemble ci-dessus (ISO, 1995).

Macro-invertébrés benthiques : ensemble des invertébrés aquatiques benthiques ou vivant dans la colonne d'eau libre de taille supérieure à 0.5 mm dans le cas de l'I.B.G.N. (Ramade, 1998)

Macrophytes : ensemble des végétaux visibles à l'œil nu regroupant les végétaux supérieurs, les bryophytes, les fougères aquatiques et les algues filamenteuses (AFNOR, 2000).

Manuel qualité : document énonçant la politique qualité et décrivant le système qualité d'un organisme (ISO, 1995).

Milieu benthique : désigne les parties d'un écosystème aquatique constituées par la couche d'eau immédiatement en contact avec le substrat, la surface de ce dernier et les sédiments (Ramade, 1998).

Normalisation : ensemble des recommandations et prescriptions qui régissent la qualité des produits et leur mode d'élaboration, dans un but d'uniformisation, d'efficacité industrielle et de protection du consommateur.

Processus : ensemble de moyens et d'activités liés qui transforment des éléments entrant en éléments sortants (ISO, 1995).

Répétabilité : variabilité aléatoire des résultats d'une série de déterminations d'un même échantillon effectuée dans des conditions très proches.

Reproductibilité : variabilité aléatoire des résultats de plusieurs déterminations d'un même échantillon, effectuée de manière espacée dans le temps, donc dans des conditions qui peuvent être expérimentalement légèrement différentes.

Richesse spécifique : désigne le nombre d'espèces présentes dans un écosystème donné ou dans une aire pré-établie de ce dernier (Ramade, 1998).

Synonymie : rapport existant entre des mots ou des expressions synonymes.

Taxon : unité systématique (famille, genre, espèce, sous-espèce, variété)

Taxon apparié : taxon pouvant regrouper sous une même appellation plusieurs espèces et variétés de diatomées présentant des caractéristiques morphologiques proches (AFNOR, 2000).

Traçabilité : aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées (ISO, 1995).

Personnes contactées

Personnes contactées

NOM	FONCTION	COORDONNEES
BOISSON Gabriel	Assessment Manager - intercomparaison laboratoires COFRAC	37 rue de Lyon 75012 Paris ☎ : 01 44 68 82 30 @ : gabriel.boisson@cofrac.fr
COSTE Michel	Unité de recherche : "Qualité des Eaux" "Gestion des systèmes aquatiques continentaux" CEMAGREF Bordeaux	50 Av. de Verdun 33610 Cestas ☎ : 05 57 89 08 50 @ : michel.coste@cemagref.fr
GARINI Philippe	Responsable de l'Association AGLAE Institut Pasteur de Lille	rue du Professeur Calmette 5900Lille ☎ : 03 20 87 77 37 @ : philippe.garini@pasteur-Lille.fr
GAY Christian	Responsable du Bureau d'étude GAY Environnement	78 rue d'Alembert 38000 Grenoble ☎ : 04 76 96 38 10
HONORE Marie-Ange	Responsable du service "Eau et Milieux Aquatiques" Institut Pasteur de Lille	rue du Professeur Calmette 59000 Lille ☎ : 03 20 87 71 80 @ : Marie-Ange.Honore@pasteur-Lille.fr

- LEPRETRE Alain** Responsable du laboratoire
d'Ecologie Numérique et
d'Ecotoxicologie Université des Sciences et
Technologies de Lille, Bât. SN3
59000 Villeneuve d'Ascq
☎ : 03 20 43 65 79
@ : a.lepretre@univ-lille.fr
- LESNIAK Christophe** mission "Milieux Naturels"
Agence de l'Eau
Artois-Picardie 200 rue Marceline
59508 Douai
☎ : 03 27 99 90 00
@ : c.lesniak@eau-artois-picardie.fr
- PRYGIEL Jean** Chef de la mission
"Ecologie du Milieu"
Agence de l'Eau
Artois-Picardie 200 rue Marceline
59508 Douai
☎ : 03 27 99 90 21
@ : j.prygiel@eau-artois-picardie.fr
- ROSSO Agnès** Chargé de Mission
"Restauration Cours d'eau" -
Hydrobiologie
DIREN Alsace - SEMA 24, Gd' rue
BP 55
68 180 HORBOURG-WIHR
☎ : 03 89 20 38 85
- VERDEVOYE Patrick** Responsable de la Cellule
Milieux Aquatiques et
Laboratoire
DIREN Nord-Pas-de-Calais -
SEMA 109, Bd de la Liberté
59800 Lille
☎ : 03 59 57 83 44
@ : sema.diren@nord-pas-de-calais.environnement.gouv.fr
- VINCENT Karine** Responsable d'accréditation
"Eau et Milieux Aquatiques"
COFRAC 37 rue de Lyon
75012 Paris
☎ : 01 44 68 82 29
@ : karine.vincent@cofrac.fr

