

RESEAU HYDROBIOLOGIQUE ET PISCICOLE (RHP)



24535 RM



Synthèse des données du bassin Rhin-Meuse
Année 1999

Conseil Supérieur de la Pêche
134, avenue de Malakoff
75 116 PARIS

Agence de l'Eau Rhin-Meuse
Rozérieulles – B.P. 19
57 161 MOULINS-LES-METZ



Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP)

Synthèse des données du bassin Rhin-Meuse

Année 1999

Rédacteur : Sébastien MANNE

Avec la participation de Nicolas ROSET pour les analyses statistiques

Directeurs des opérations de pêche successifs entre 1993 et 1999 :

Thierry CLAUSS
Sylvain ROGISSART
Marc COLLAS
Christophe JULIEN
Sébastien MANNE
David MONNIER

Avec l'appui technique des brigades départementales des gardes-pêche et des agents de la Délégation Régionale de Metz, ainsi que celui d'Aurélien FERRY

Financement du programme : 50% Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 50% Conseil Supérieur de la Pêche

Décembre 2000

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
PARTIE 1 : CARACTERISTIQUES DES STATIONS DU RESEAU	4
1.1. Le bassin Rhin-Meuse : un contexte international	5
1.2. Rappel de certains résultats	5
1.3. Paramètres naturels du milieu	5
1.3.1. La pente	7
1.3.2. La largeur	7
1.3.3. La profondeur	8
1.3.4. L'altitude	8
1.3.5. La température de l'air	8
1.3.6. La distance à la source	8
1.3.7. La surface du bassin versant drainé	9
1.4. Nature et intensité des perturbations anthropiques	9
1.4.1. Connexion RHP-RNB	9
1.4.2. Qualité chimique de l'eau	10
1.4.3. Intégrité du milieu physique	10
1.4.3.1. Principe de la méthode	11
1.4.3.2. Résultats	11
PARTIE 2 : ASPECTS METHODOLOGIQUES	14
2.1. Protocole d'échantillonnage	15
2.1.1. Techniques de pêche	15
2.1.2. Fréquence d'échantillonnage	15
2.2. Présentation de deux méthodes d'évaluation de la qualité des peuplements piscicoles	15
2.2.1. L'indice de ressemblance	16
2.2.2. L'indice poisson	17
2.2.2.1. Principe de la méthode	17
2.2.2.2. Les métriques	17
2.2.2.3. Modélisation	17
2.2.2.4. Notes des métriques	18
2.2.2.5. Note finale	18
PARTIE 3 : QUALITE DES PEUPELEMENTS PISCICOLES EN 1999 A TRAVERS L'INDICE DE RESSEMBLANCE ET EVOLUTION DEPUIS 1993	19
3.1. Qualité des peuplements piscicoles en 1999	20
3.2. Evolution de la qualité des peuplements piscicoles entre 1993 et 1999	22
3.2.1. A l'échelle du bassin	23
3.2.2. A l'échelle de la station	24

PARTIE 4 : RELATIONS ENTRE L'INDICE DE RESSEMBLANCE ET DES INDICES DE QUALITE DU MILIEU	28
4.1. Méthode	29
4.2. Indice de ressemblance et qualité générale de l'eau	30
4.3. Indice de ressemblance et indice « Milieu physique »	31
4.3.1. Analyse globale	31
4.3.2. Analyse par grande zone piscicole	32
4.3.3. Discussion	34
PARTIE 5 : PREMIERE APPLICATION DE L'INDICE POISSON (VERSION PRELIMINAIRE) AU BASSIN RHIN-MEUSE	36
5.1. Avertissement	37
5.2. Carte de qualité des peuplements piscicoles en 1999	37
CONCLUSION	39

INTRODUCTION

La fin du XX^{ème} siècle est entre autre marquée par une prise de conscience collective que l'eau n'est pas une ressource inépuisable, ni un bien marchand comme les autres, mais un patrimoine qu'il faut protéger. L'Union Européenne a également reconnu et affirmé la nécessité d'améliorer la qualité écologique des eaux de surface dans la Communauté.

C'est pourquoi le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne ont approuvé le 8 septembre 2000 la directive établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau. Cette directive obligera notamment les états membres à mettre en œuvre un programme de mesures destiné à surveiller l'état écologique des eaux de surface.

La qualité écologique des écosystèmes aquatiques est appréhendée par trois types de paramètres :

- les paramètres biologiques qui regroupent en particulier la flore aquatique, les invertébrés benthiques et l'ichtyofaune,
- les paramètres hydromorphologiques (conditions de débit et structure physique du cours d'eau),
- les paramètres physico-chimiques.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, les Directions Régionales de l'Environnement d'Alsace, de Lorraine et de Champagne-Ardenne et le Conseil Supérieur de la Pêche ont progressivement mis en place un réseau de mesures, le Réseau National de Bassin (RNB), visant à suivre l'évolution de ces différents paramètres sur le bassin Rhin-Meuse.

Le suivi de l'ichtyofaune est assuré par le Conseil Supérieur de la Pêche dans le cadre du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP) depuis 1993 pour le bassin Rhin-Meuse. Le RHP a été définitivement étendu à l'ensemble du territoire français en 1996, au moyen d'environ 650 stations de mesures. Rappelons ses principaux objectifs :

- établir l'état des peuplements piscicoles à une large échelle spatiale tout en identifiant les facteurs de perturbation,
- suivre l'évolution inter-annuelle des peuplements et dégager les tendances à long terme,
- mesurer les conséquences d'événements naturels exceptionnels (crues, sécheresse, ...).

L'évaluation de la qualité écologique des écosystèmes aquatiques à travers ses trois compartiments eau, milieu physique et milieu biologique requiert la mise au point de méthodes normalisées pour l'évaluation de chacun d'entre eux. Des études récentes menées par l'inter-Agences ont pour finalité d'obtenir ces outils. Il s'agit du Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ Eau), du SEQ Physique et du SEQ Bio. Pour le volet ichtyofaune, un indice poisson destiné à être normalisé et à intégrer dans le SEQ Bio, est en phase de tests.

Ce rapport présente pour la première fois la qualité des peuplements piscicoles du bassin Rhin-Meuse à travers l'utilisation d'une version préliminaire de l'indice poisson (partie 5). Ces résultats sont extraits de la carte nationale mentionnant la qualité des peuplements piscicoles publiée dans le cadre du Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE). Cette version de l'indice n'a cependant pas encore été validée et des modifications sont d'ores et déjà prévues. C'est pourquoi nous nous limiterons à donner les résultats sous la forme d'une carte de qualité, sans aucune interprétation ou exploitation supplémentaire de ces données. Dans l'attente de la version définitive de l'indice, nous exprimerons la qualité des peuplements en 1999 et leur évolution depuis 1993 à l'aide d'un indice régional : l'indice de

ressemblance (partie 3). Sa réaction vis à vis d'un indice de qualité de l'eau et vis-à-vis d'un indice évaluant l'intégrité du milieu physique a été testée (partie 4). Les deux premières parties du rapport sont respectivement consacrées à la présentation de l'échantillon de stations et aux aspects méthodologiques. Le principe de l'indice poisson en particulier est exposé dans le second chapitre et la méthode y est détaillée.

PARTIE 1 :
CARACTERISTIQUES DES STATIONS DU RESEAU

Après avoir allégé le réseau en réduisant le nombre de stations en 1998 de 74 à 65, il s'agit de stabiliser la structure de cet échantillon de stations. Cependant l'une d'entre-elles, la Bar à Brioules/Bar (08), dont les conditions de prospection ont été rendues de plus en plus difficiles, a été déplacée en 1999 d'une quinzaine de kilomètres vers l'aval à Sauville où se situe un point de mesure du RNB. La liste des stations est indiquée en annexe 1.

Nous rappellerons tout d'abord brièvement dans cette première partie la place du bassin Rhin-Meuse français dans son environnement international ainsi que la valeur du caractère représentatif des stations vis-à-vis d'éléments géographiques. La distribution des stations en fonction de caractéristiques physiques locales sera ensuite présentée ainsi que leurs facteurs de perturbation anthropique.

1.1. Le bassin Rhin-Meuse : un contexte international

De tous les grands bassins hydrographiques couvrant la France, le bassin Rhin-Meuse est le seul à drainer les eaux de vastes territoires de 6 pays différents (carte 1).

La directive-cadre fixe des règles pour la surveillance de la qualité des eaux superficielles pour l'ensemble du territoire de la Communauté Européenne. Concernant les bassins communs à plusieurs pays, seule une structure internationale permettrait d'harmoniser le recueil et l'expression des données et d'étalonner l'évaluation de la qualité des paramètres mesurés. Pour le bassin Rhin-Meuse, trois commissions ont pris en charge le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques : la Commission Internationale pour la Protection de la Meuse (CIPM), la Commission Internationale pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS) et la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR). Les deux dernières citées assurent déjà entre autre un suivi de l'ichtyofaune qui est respectivement annuel et quinquennal.

1.2. Rappel de certains résultats

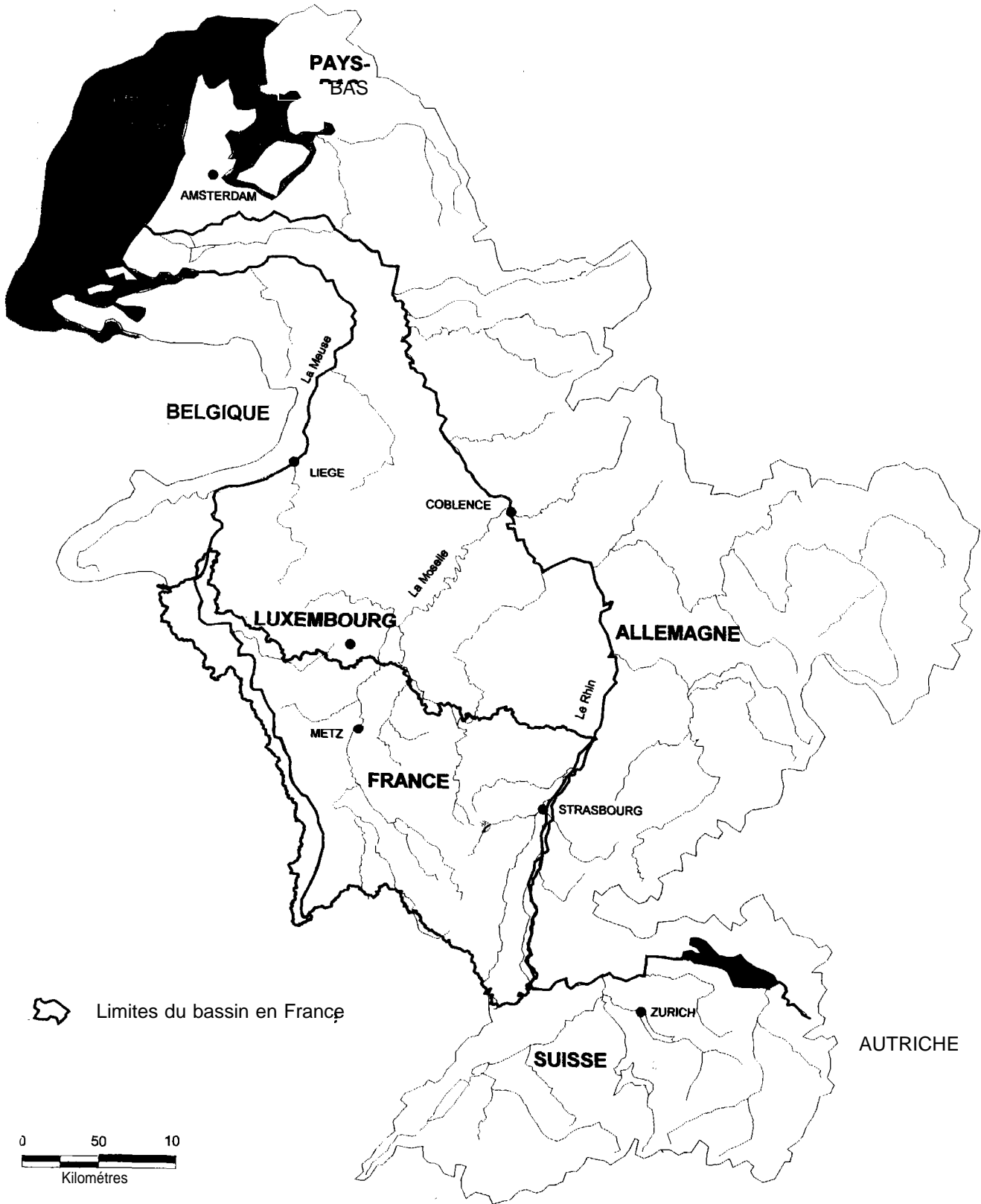
La répartition des stations par grand sous-bassin, par terrain géologique et par niveau typologique selon la biotypologie de Verneaux (1976a, 1976b, 1977a, 1977b) est précisée dans le rapport de l'année précédente (Manné, 1999). Les principales informations sont néanmoins rappelées.

Le choix des stations a été principalement guidé par la prise en compte de leur représentativité vis-à-vis des éléments géographiques cités ci-dessus. Elles se répartissent entre les sous-bassins de la Meuse (25%), de la Moselle (40%) et du Rhin (sans la Moselle) (35%). Cette répartition correspond globalement à l'importance relative des réseaux hydrographiques de chaque sous-bassin. En revanche, en abordant leur représentativité sous l'angle de leur distribution suivant l'axe longitudinal du réseau fluvial, on constate que la zone à truites (amont) et notamment le chevelu est sous-représentée (22% des stations). La zone intermédiaire et la zone aval sont respectivement représentées par 41% et 37% des stations.

1.3. Paramètres naturels du milieu

Les distributions des stations suivant les paramètres locaux du milieu retenus dans les modèles prédictifs de l'indice poisson (§ 2.2.2.3.) sont présentées ci-dessous. Les valeurs de ces paramètres pour toutes les stations sont précisées en annexe 1.

Carte 1 : Le bassin Rhin-Meuse en Europe



1.3.1. La pente

La pente et la section mouillée moyenne (largeur x profondeur moyennes) d'une station déterminent la vitesse moyenne d'écoulement de l'eau.

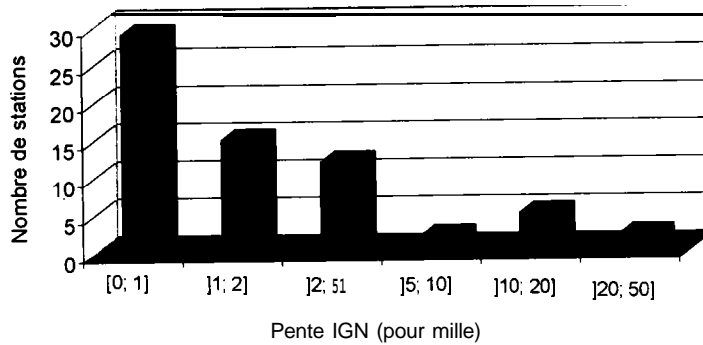


Fig. 1 : Répartition des stations en fonction de la pente IGN

Les 2/3 des stations ont une pente faible inférieure à 2‰ (Fig. 1). Les pentes les plus fortes sont enregistrées dans les massifs vosgien et ardennais et dans les zones du piémont vosgien. L'Andlau au Hohwald (67) a une pente de 45‰.

1.3.2. La largeur

La largeur d'un cours d'eau est également et accessoirement un facteur conditionnant le type d'échantillonnage utilisé sur une station (§ 2.1 .1.). Seules 12 stations ont une largeur inférieure à 5 mètres et peuvent ainsi être prospectées correctement sur toute leur largeur avec les moyens que nous mettons en œuvre (Fig. 2).

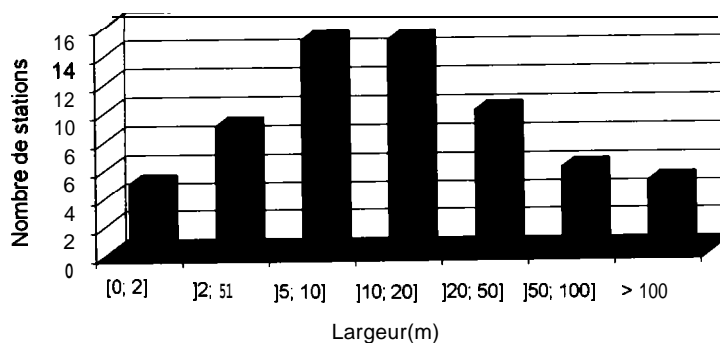


Fig. 2 : Répartition des stations en fonction de la largeur moyenne des cours d'eau

La majorité des stations a une largeur comprise entre 5 et 20 m. Le Rhin est le cours d'eau le plus large (250 m).

1.3.3. La orofondeur

La profondeur moyenne à l'étiage est en général inférieure à 1 mètre (annexe 1). Les grands cours d'eau navigués offrent les profondeurs moyennes les plus élevées (3-4 mètres). Il s'agit de la Moselle aval et du Rhin canalisé.

1.3.4. L'altitude

Elle conditionne la température de l'air et donc la température de l'eau. Elle est relativement faible pour la plupart des stations (<300 m) exceptées pour celles situées dans le massif vosgien (Fig. 3). L'altitude la plus élevée est enregistrée sur l'Andlau au Hohwald (638 m).

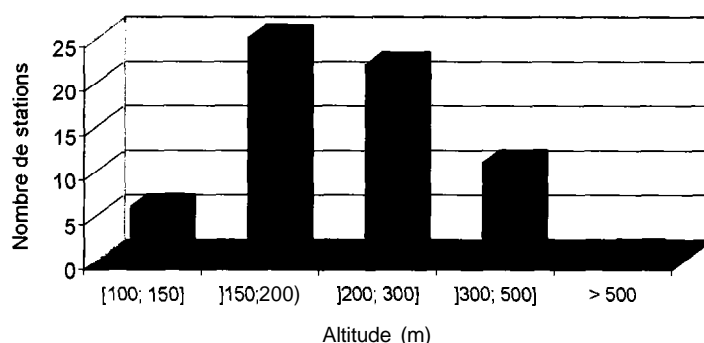


Fig. 3 : Répartition des stations en fonction de l'altitude

1.35 La température de l'air

La température moyenne de l'air au mois de janvier oscille suivant les petites régions entre -1 °C pour les stations du massif vosgien et $+1.5\text{ °C}$. Celle du mois de juillet varie entre 16 °C (massif vosgien) et $19,5\text{ °C}$ pour la plaine d'Alsace (annexe 1).

1.3.6. La distance à la source

Ce paramètre, ainsi que la surface du bassin versant drainé, sont des descripteurs de la position de la station sur le gradient amont-aval.

Moins de 10% des stations peuvent être considérées comme appartenant au chevelu (distance à la source inférieure à 10 km ; Fig. 4). La plupart des stations sont situées à une distance comprise entre 25 et 90 km de leur source. Les plus éloignées sont celles de Chooz sur la Meuse (2 stations) et de Gamsheim sur le Rhin (environ 480 km pour chacune de ces 3 stations).

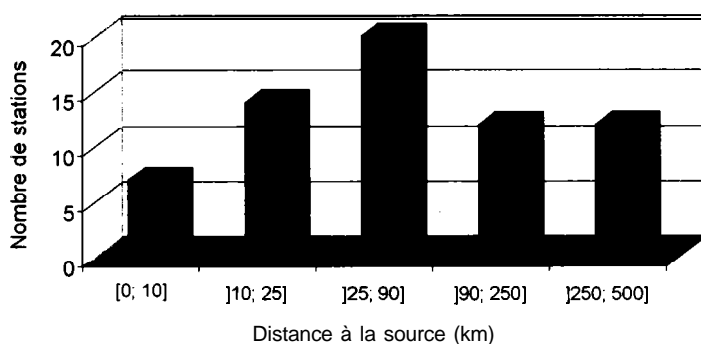


Fig. 4 : Répartition des stations en fonction de la distance à la source

1.3.7. La surface du bassin versant drainé

Environ 10% des stations ont une surface du bassin versant drainé inférieure à 50 km² (Fig. 5). Si l'on compare ce paramètre pour les stations de Chooz et de Gambsheim ayant la même distance à la source, on remarque qu'il est environ quatre fois plus faible pour celles de la Meuse que pour celle du Rhin. La vallée de la Meuse est en effet très étroite.

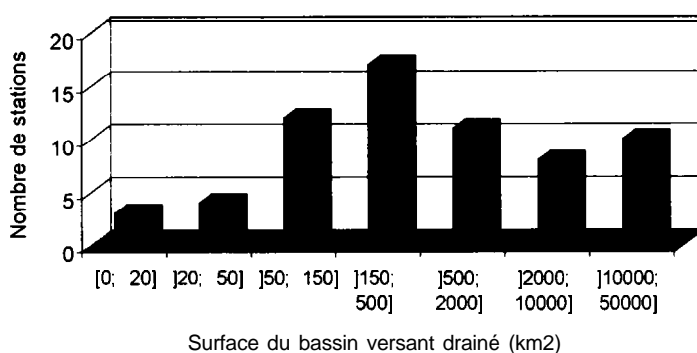


Fig. 5 : Répartition des stations en fonction de la surface du bassin versant drainé

1.4. Nature et intensité des perturbations anthropiques

Pour permettre l'identification des principaux facteurs de perturbation des peuplements piscicoles des stations du RHP, il convient d'estimer la qualité de l'eau et la qualité du milieu physique au niveau du plus grand nombre possible d'entre-elles.

1.4.1. Connexion RHP-RNB

L'évaluation de la qualité globale d'un cours d'eau est obtenue par la synthèse de l'évaluation de ses trois principales composantes : l'eau, le milieu physique et les biocénoses. C'est pourquoi, l'étude de l'association entre les stations du RHP et celles du RNB est indispensable. Par rapport à l'année précédente, une nouvelle sélection a été opérée sur la base de critères plus sévères. L'association entre une station du RHP et une station du RNB n'a été approuvée par l'Agence de l'Eau et par le Conseil Supérieur de la

Pêche qu'en l'absence de l'intrusion d'un rejet communal ou industriel ou d'un affluent conséquent entre les deux stations.

Ainsi 43 stations du RHP (sur 65) ont pu être raccordées à des stations actives du RNB en 1999. Quatre stations supplémentaires sont raccordées à des stations inactives dont celle située sur la Vologne à Granges/Vologne (88) qui a la particularité d'avoir une autre station active à proximité. Le détail des raccordements est mentionné en annexe 2. Les données piscicoles relevées sur ces 47 stations sont intégrées dans la base de données du RNB.

1.4.2. Qualité chimique de l'eau

La qualité de l'eau en 1999 sur ces 43 stations, évaluée selon l'ancienne grille d'exploitation de 1971, est présentée en annexe 2. La figure 6 synthétise cette information.

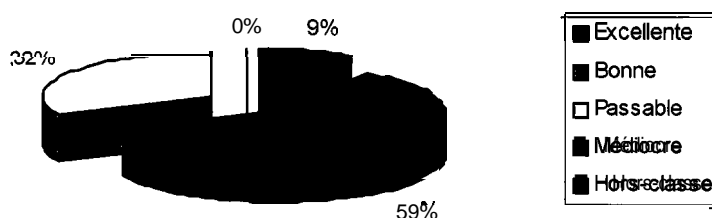


Fig. 6 : Répartition des stations par classes de qualité générale de l'eau en 1999

La qualité de l'eau est bonne ou excellente sur 68% des stations et passable sur les autres. Parmi les 43 stations pour lesquelles nous avons une information précise, il n'y en a donc aucune dont la qualité de l'eau soit fortement altérée. Précisons que ce résultat ne reflète pas la qualité de l'eau en 1999 de l'ensemble des stations du RNB Rhin-Meuse.

1.4.3 Intégrité du milieu physique

Les modifications de la structure physique des cours d'eau dues à des interventions humaines ont des origines diverses. La construction des ouvrages pour la production **hydroélectrique**, les travaux hydrauliques lourds (rectification-recalibrage-reprofilage-curage) entrant dans des opérations de lutte contre les inondations, de drainages agricoles ou de remembrements, la canalisation pour la navigation, le remblaiement pour l'urbanisation (extensions d'agglomérations, constructions de voies de communication, . . .) de zones appartenant à l'écosystème aquatique ou encore l'extraction de granulats dans les lits mineur et majeur, constituent la liste non exhaustive des causes de ces modifications.

Par leur action sur le fonctionnement et la dynamique des cours d'eau, elles vont profondément influencer la composition et la structure des communautés biologiques des cours d'eau.

Il est essentiel de disposer d'une méthode adaptée à l'évaluation objective et rigoureuse de l'intensité des perturbations du milieu physique. Il n'existe pour l'instant pas une telle méthode qui soit normalisée. L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a mis au point un outil opérationnel (Russo, 1999). Cet outil particulièrement pertinent pour le bassin Rhin-Meuse, rend compte du fonctionnement global des cours d'eau et n'est pas ciblé sur la composante

piscicole. Il a permis d'estimer pour la première fois en 2000 l'intégrité du milieu physique pour les 65 stations du RHP du bassin Rhin-Meuse.

Parallèlement, des travaux sont actuellement en cours au niveau national pour élaborer un outil applicable à tout le territoire dans le cadre de la mise au point du Système d'Evaluation de la Qualité du Milieu Physique (SEQ Physique).

1.4.3.1. Principe de la méthode

La méthode consiste à comparer le fonctionnement d'un tronçon homogène de cours d'eau à celui d'un cours d'eau non perturbé de même type, afin d'en dégager le niveau de dégradation de son milieu physique.

Trois aspects sont à considérer :

- l'évaluation porte sur des tronçons homogènes de cours d'eau vis-à-vis de critères environnementaux naturels et vis-à-vis de critères anthropiques,
- elle s'appuie sur la définition d'une typologie des cours d'eau basée sur leur mode de fonctionnement et leur dynamique. Sept grands types ont été distingués pour le bassin Rhin-Meuse. La comparaison d'un cours d'eau est donc réalisée avec son type géomorphologique de référence,
- l'analyse de la qualité physique d'un cours d'eau est décomposée en trois volets : le lit majeur, le lit mineur et les berges.

Un jeu pertinent de paramètres a été retenu pour décrire la qualité de ces trois volets. Une fiche de terrain construite de façon à pouvoir être remplie par un observateur non averti des questions relatives au fonctionnement des hydrosystèmes a été élaborée (annexe 3). Le résultat du dépouillement des fiches alimente un logiciel calculant un indice « Milieu Physique ». Cet indice, allant de 0 à 100% est décomposé en 5 classes de qualité de même amplitude.

1-4.3.2 Résultats

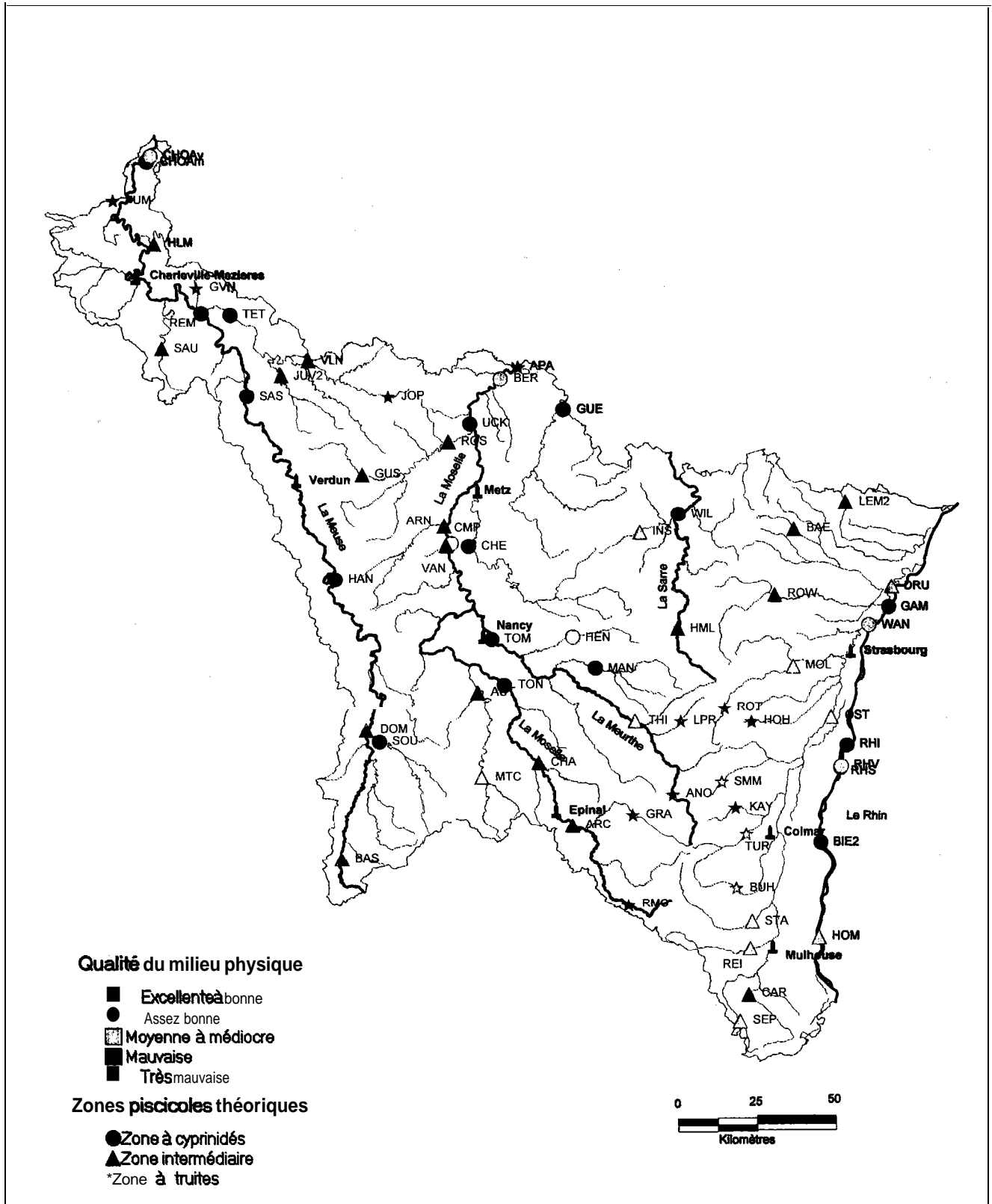
De 1995 à 1999, près de 2000 km de cours d'eau ont pu être décrits par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et par les DIREN. L'objectif est de réaliser un état de la qualité physique de 7000 km des principales rivières du bassin. Ce linéaire de 2000 km couvre 39 stations du RHP. Dans le cadre de son stage de fin d'études, Pianezzola (1999) a évalué la qualité physique de 19 stations. Enfin, 22 stations supplémentaires ont été étudiées par le CSP.

Au total la qualité du milieu physique des 65 stations du RHP a pu être évaluée. La note retenue pour les 15 stations bénéficiant d'une double évaluation correspond à la moyenne des 2 notes. La carte 2 présente les résultats pour chaque station et la figure 7 synthétise les résultats par grande zone piscicole. Ces zones correspondent à des regroupements de niveaux typologiques théoriques : la zone à truites (B2 à B4), la zone intermédiaire (B5 à B6) et la zone à cyprinidés (B7 à B9) (Manné, 1999).

L'annexe 4 détaille les notes indicielles par compartiment physique (lits majeur et mineur, berges) et par opérateur.

Carte 2 : Qualité du milieu physique des stations du RHP Rhin-Meuse

- Méthode d'évaluation proposée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse -



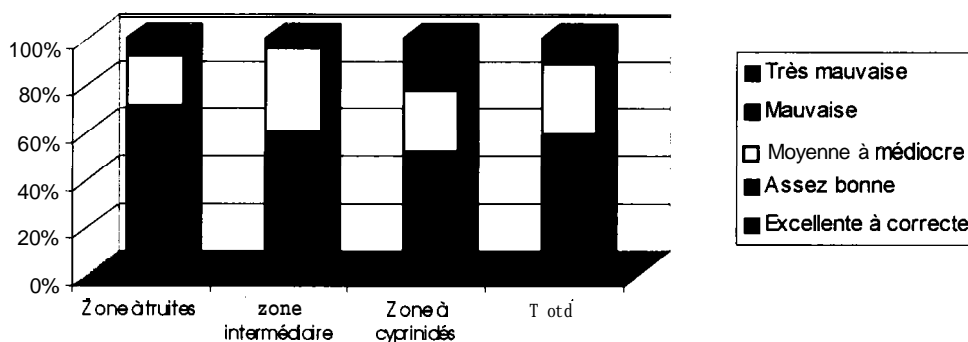


Fig. 7 : Répartition des stations par classe de qualité du milieu physique et par grande zone piscicole

La qualité du milieu physique est jugée assez bonne à excellente sur 60% des stations, mauvaise à très mauvaise sur 11% des stations. Les grands milieux apparaissent les plus perturbés. Les classes « mauvaise » et « très mauvaise » représentent en effet 22% des stations pour ces milieux. Ce sont des stations canalisées où la note de qualité du lit majeur est très faible (Rhin, Moselle et Meurthe aval). La moitié des stations de la zone à cyprinidés a un milieu physique jugé d'assez bonne qualité. Elles concernent principalement le bassin de la Meuse.

Les petits cours d'eau présentent la plus forte proportion de stations dont le milieu physique est excellent à correct (21%). Pourtant, une part non négligeable des stations a un milieu physique évalué moyen à mauvais (28,5%). Là encore, c'est le compartiment « lit majeur » qui tend à abaisser la note globale.

La situation de la zone intermédiaire est caractérisée par un resserrement des notes vers les valeurs moyennes. Il y a peu de stations dont la qualité du milieu physique est évaluée excellente et peu de stations dont la qualité est mauvaise.

PARTIE 2 :
ASPECTS METHODOLOGIQUES

2.1. Protocole d'échantillonnage

Le protocole est détaillé dans le rapport de l'année précédente (Manné, 1999). Néanmoins, nous rappellerons ci-dessous ses principales caractéristiques.

2.1 .I. Techniques de pêche

Le mode de capture utilisé est celui exclusif de la pêche à l'électricité. Deux types de techniques de pêche sont employés :

- Pêche en continu :

Sur les petits milieux peu profonds (largeur < 6 m), la totalité de la lame d'eau est prospectée à pied en un seul passage. Si la largeur devient plus importante, la prospection est partielle. Dès que la profondeur atteint un niveau trop élevé pour assurer la sécurité des agents de terrain et une progression efficace de l'équipe, la mise à l'eau d'un bateau est indispensable. Dans ce cas, la prospection ne concerne plus, en général, que les berges.

- Pêche par ambiance :

A partir de 1998, le protocole d'échantillonnage a été modifié pour 14 stations situées sur des milieux intermédiaires ou des grands milieux. L'échantillonnage stratifié par ambiance inspiré par Pouilly (1994) permet une meilleure prise en compte de l'ensemble des faciès d'écoulement et des habitats présents sur le tronçon de cours d'eau de la station.

En 1999 deux stations supplémentaires ont été échantillonnées suivant cette technique de pêche. Il s'agit de stations également suivies dans le cadre du réseau mis en place par la Commission Internationale pour la Protection de la Moselle et de la Sarre : la Moselle à Uckange et la Sarre à **Willerwald**.

2.1.2. Fréquence d'échantillonnage

La variabilité due à l'échantillonnage est plus forte sur les grands milieux que sur les petits cours d'eau. Pour aboutir à une meilleure image du peuplement des premiers cités, ceux-ci sont échantillonnés à 2 reprises au courant de l'année (46% des stations en 1999).

La première campagne de pêche est étalée entre fin mai et début juillet. La seconde campagne, plus dense car toutes les stations du réseau sont échantillonnées, commence fin août et s'achève vers la mi-octobre.

2.2. Présentation de deux méthodes d'évaluation de la qualité des peuplements piscicoles

Les méthodes d'évaluation de l'état écologique des écosystèmes aquatiques à travers l'ichtyofaune sont actuellement basées sur l'analyse de la composition, la structure **et/ou** le fonctionnement des peuplements de poissons. La plupart de ces méthodes ont en commun la comparaison de données observées à des données de référence. L'établissement de ces dernières est un épineux sujet dans la mesure où les sites indemnes de tout impact d'origine anthropique ne concernent plus en France et probablement en Europe que quelques très rares têtes de bassin. Par conséquent, les données de référence

sont déterminées à partir des sites les moins perturbés, sélectionnés suivant la qualité chimique de leurs eaux et la qualité physique de leurs milieux.

Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, les Agences de l'Eau et le Conseil Supérieur de la Pêche ont lancé, en 1996, un vaste programme sur 4 ans appelé « Indice Poisson » pour mettre au point une méthode normalisée destinée à évaluer la qualité des peuplements piscicoles sur l'ensemble du territoire national (coordination CSP). Elle sera intégrée au Système d'Evaluation de la Qualité Biologique des écosystèmes aquatiques développé par les Agences de l'Eau.

C'est une version provisoire datant du printemps 2000 probablement proche de la version définitive, qui est présentée ci-dessous. Elle a servi à établir la carte illustrant la cinquième partie.

L'année précédente, une autre méthode avait été utilisée pour l'évaluation de la qualité des peuplements, l'indice de ressemblance. Cet indice, spécialement adapté au bassin Rhin-Meuse, n'a qu'une application régionale. Cependant, dans l'attente de la version définitive de l'indice poisson, il reste l'outil de base pour l'évaluation de la qualité des peuplements en 1999.

2.2.1. L'indice de ressemblance

La version actuelle de cet indice a été mise au point et détaillée par Manné (1999). Elle dérive de celle de Maire et Paris (1996) et s'appuie fortement sur les travaux de Verneaux (1976a, 1976b, 1977a, 1977b, 1981).

C'est un indice de similarité décliné d'un indice de Jaccard (Legendre et Legendre, 1979) qui mesure la distance existant entre la structure du peuplement observé d'une station et celle du peuplement théorique qu'abriterait une station de même type si elle ne subissait aucune perturbation d'origine anthropique.

La structure du peuplement regroupe deux types d'informations. Le premier est relatif à la composition spécifique de l'échantillon, le deuxième aux abondances des espèces décrites par les Captures Par Unité d'Effort (CPUE).

La prédiction du peuplement théorique est fonction de la position de la station sur le gradient amont-aval. Ce gradient a été décomposé pour le bassin Rhin-Meuse en 8 niveaux décrits par des paramètres mésologiques. A chaque niveau, appelé niveau typologique théorique (NTTh) est associé un peuplement théorique. L'ensemble de ces peuplements permet d'obtenir un référentiel auquel les échantillons de poissons prélevés sont comparés. Un référentiel spécialement adapté au bassin Rhin-Meuse a pu être déterminé à partir des opérations de pêche à l'électricité réalisées sur les stations les moins perturbées du bassin (Manné, 1999).

L'atout majeur de l'indice de ressemblance repose incontestablement sur la valeur du référentiel actuel. Son approche est simple, uniquement basée sur la structure des peuplements. En revanche, il ne peut avoir, avec ce référentiel, qu'une portée régionale. De plus, la discrétisation du peuplement théorique le long du gradient amont-aval aboutit, dans quelques cas, à un mauvais diagnostic de la qualité du peuplement d'une station. Une modélisation du peuplement théorique qui ne tienne pas compte de compartiments ou niveaux typologiques, mais qui intègre le gradient longitudinal en tant que continuum fluvial (et donc sans discontinuité) serait plus pertinente. L'indice poisson répond à ce principe.

2.2.2. L'indice poisson

2.2.2.1. Principe de la méthode

C'est un indice multiparamétrique basé sur une approche fonctionnelle de l'organisation des peuplements de poissons. Il dérive de l'Index of Biotic Integrity (IBI) développé par Karr (1981), aujourd'hui très largement utilisé sur le continent nord américain. Il s'en écarte cependant principalement par la prise en compte de plusieurs descripteurs du milieu et par une approche **prédictive** de l'évolution des peuplements en fonction de ces paramètres (Oberdorff et al., 2000). Son principe repose également sur l'écart mesuré entre la structure du peuplement échantillonné et celle attendue pour un site identique ne subissant aucune perturbation d'origine anthropique.

2.2.2.2. Les métriques

L'originalité de ce type d'indice réside dans la définition de métriques rendant compte des caractéristiques écologiques des peuplements. Au total, 13 métriques ont été retenues, après avoir éliminé les moins pertinentes d'une liste plus longue. Six d'entre elles s'expriment en occurrence d'apparition d'espèces et six autres en fréquence d'abondance d'espèces. L'unité de la dernière métrique est un nombre d'individus ramené à 100m². La liste des métriques ainsi que leur signification écologique sont données dans le tableau 1.

Métriques	Signification écologique
1. Richesse spécifique globale	Richesse taxonomique
2. % d'individus invertivores	Composition trophique
3. % d'individus omnivores	
4. Nombre d'espèces benthiques	Conditions de l'habitat
5. Nombre d'espèces rhéophiles	
6. % d'individus rhéophiles	
7. Nombre d'espèces lithophiles	
8. % d'individus lithophiles	
9. Nombre d'espèces tolérantes	Sensibilité aux perturbations du milieu
10. % d'individus tolérants	
11. Nombre d'espèces intolérantes	
12. % d'individus intolérants	
13. Densité totale (nombre d'individus/1 00m ²)	Densité totale

Tab. 1 : Liste des métriques de l'indice poisson

2.2.2.3. Modélisation

L'objectif de la modélisation est de prédire, pour chaque métrique, la valeur attendue pour un échantillon prélevé sur un site non perturbé, à partir de facteurs environnementaux. Elle intègre par conséquent la variabilité naturelle des peuplements. Les métriques relatives aux fréquences d'abondance des espèces sont directement modélisées. En revanche, pour celles relatives aux occurrences des espèces, ce sont les probabilités de présence des différentes espèces qui sont modélisées (Oberdorff et al. 2000b).

Cette phase de modélisation a été réalisée à partir d'un jeu de 650 stations de référence (réputées non perturbées) couvrant l'ensemble du territoire national et impliquant l'essentiel des types de cours d'eau. Les facteurs environnementaux explicatifs des modèles sont au nombre de 8. Il s'agit de la distance à la source, de la surface du bassin versant drainé, de l'altitude, de la pente, la largeur et la profondeur moyenne du cours d'eau, de la température moyenne de l'air en janvier et en juillet.

Ces modèles prédictifs prennent également en compte les particularités régionales des peuplements à travers leur appartenance à six grands bassins hydrographiques (Anonyme, 1997).

2.2.2.4. Notes des métriques

Pour chacune des métriques est établi l'écart normalisé entre la valeur calculée à partir de l'échantillon prélevé et la valeur théorique donnée par le modèle. Une note allant de 0 à 5 est alors attribuée à la métrique en comparant cet écart à la distribution des résidus normalisés issus des données de référence. S'il est supérieur à 25% des valeurs des résidus normalisés et si la métrique exprime une caractéristique écologique d'un peuplement non perturbé, elle obtient la note maximale. S'il est inférieur à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, la métrique reçoit respectivement une note de 4, 3, 2, 1 ou 0. La métrique « richesse spécifique globale » est seuillée aux 2 extrémités.

2.2.2.5. Note finale

Elle est obtenue en sommant les notes des métriques. La gamme des valeurs s'échelonne par conséquent entre 0 pour un peuplement s'écartant totalement du peuplement attendu et 65 pour un peuplement très proche de celui prédit.

Cette échelle de valeurs est découpée en 5 classes de qualité des peuplements piscicoles :

- [60 - 65[: excellente
- [50 - 60[: bonne
- [40 - 50[: passable
- [30 - 40[: médiocre
- [0 - 30[: mauvaise

PARTIE 3 :

**QUALITE DES PEUPLEMENTS PISCICOLES EN 1999 A TRAVERS
L'INDICE DE RESSEMBLANCE ET EVOLUTION DEPUIS 1993**

3.1. Qualité des peuplements piscicoles en 1999

La qualité des peuplements piscicoles en 1999 pour chacune des stations est présentée à l'aide de la carte 3. Elle est respectivement excellente, bonne, passable et médiocre sur 12%, 31%, 46% et 11 % des stations (Fig. 8). Aucun peuplement n'est évalué de mauvaise qualité (classe 5).

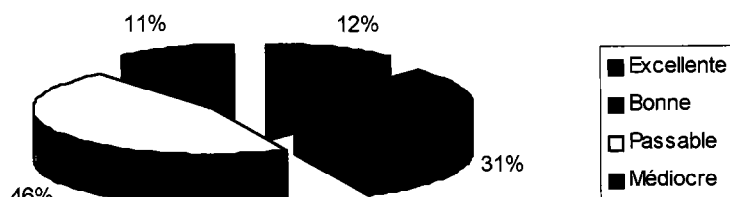


Fig. 8 : Qualité des peuplements piscicoles sur le bassin Rhin-Meuse en 1999
- Evaluation par l'indice de ressemblance -

Observons la répartition de ces résultats par bassin puis par grand type de milieu

Par bassin :

Le bassin de la Meuse regroupe les stations abritant la plus forte proportion de peuplements de bonne ou d'excellente qualité (56%) suivi par le bassin de la Moselle (46%) (Fig. 9). La rivière Meuse offre actuellement un profil de peuplements de bonne qualité sur un grand linéaire (de la station de Domrémy dans les Vosges à celle de Rémilly-Aillicourt dans les Ardennes). Le bassin du Rhin a la particularité de présenter à la fois une forte proportion de peuplements dégradés (70%) et la plus forte proportion de peuplements d'excellente qualité (17%). Cette observation s'explique par la présence de 2 zones géographiques aux caractéristiques géomorphologiques très différentes et ayant subi des pressions anthropiques inégales : le massif Vosgien aux cours d'eau plutôt préservés et la Plaine d'Alsace aux rivières plutôt dégradées

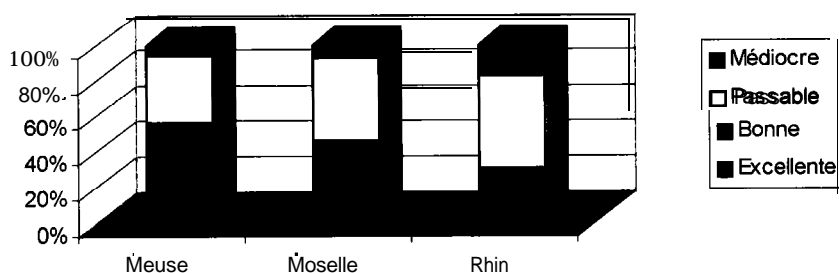
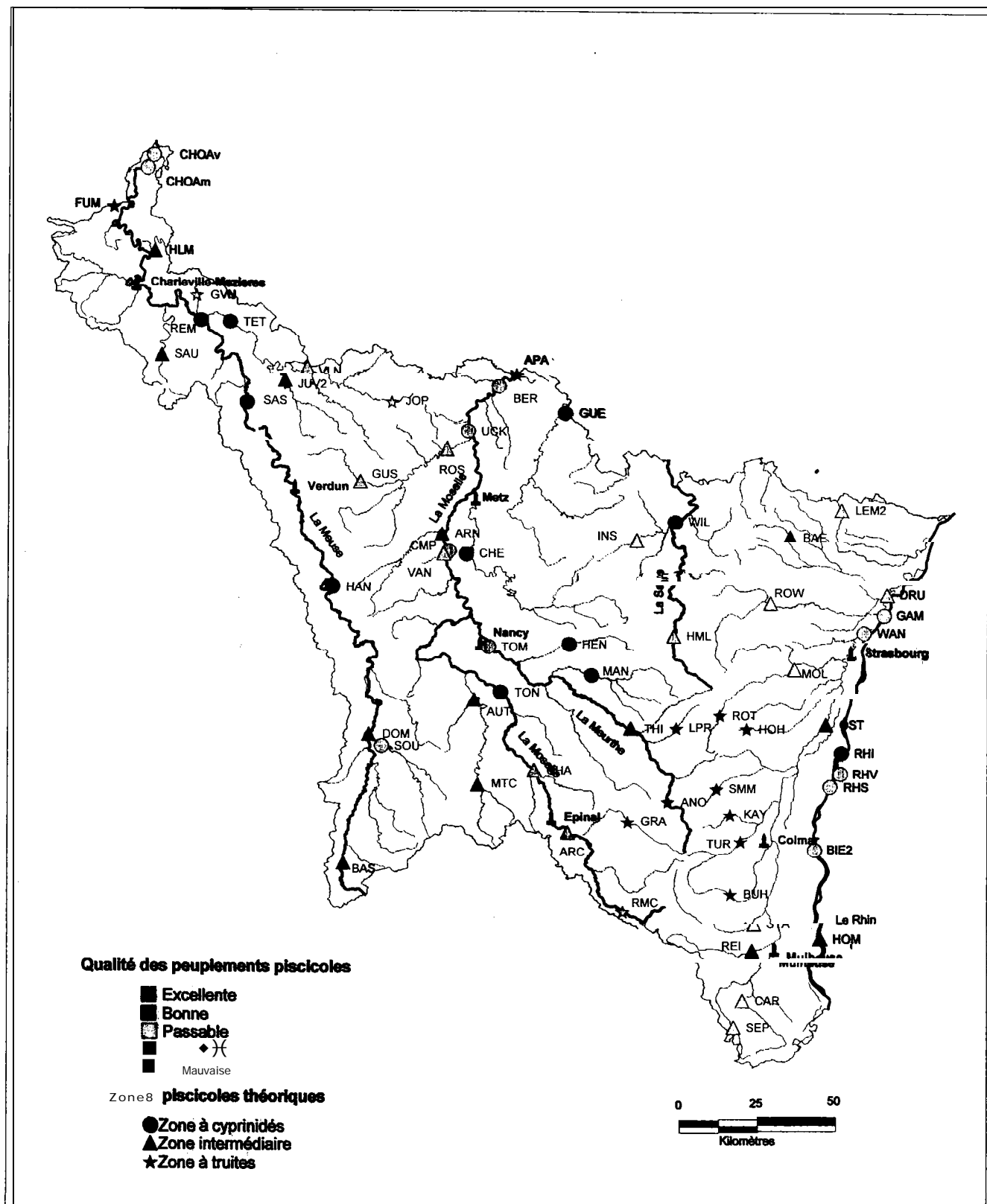


Fig. 9 : Qualité des peuplements piscicoles par bassin en 1999
- Evaluation par l'indice de ressemblance -

Carte 3 : Qualité des peuplements piscicoles des stations du RHP Rhin-Meuse en 1999 évaluée par l'indice de ressemblance



Par grande zone piscicole :

Les peuplements des petits cours d'eau de la zone à truites sont globalement de bonne (29%) ou d'excellente (50%) qualité (Fig.10). Les stations sont essentiellement localisées dans le massif vosgien. Les résultats de la zone à cyprinidés sont semblables à ceux de la zone intermédiaire. Près des trois quarts des peuplements sont perturbés (qualité passable ou médiocre).

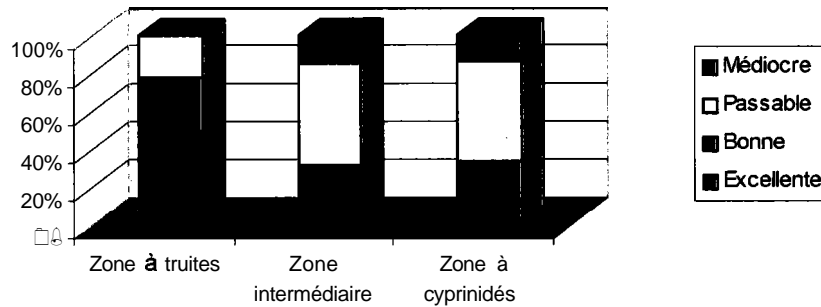


Fig. 10 : Qualité des peuplements piscicoles par grande zone piscicole en 1999
- Evaluation par l'indice de ressemblance -

3.2. Evolution de la qualité des peuplements piscicoles entre 1993 et 1999

L'analyse de l'évolution temporelle de la qualité des peuplements piscicoles est un des principaux objectifs du RHP. Elle sera abordée à deux échelles différentes.

La première est relative à l'ensemble du bassin. L'analyse correspondante permettra de déterminer si globalement, la qualité des peuplements piscicoles a évolué sur le bassin Rhin-Meuse entre 1993 et 1999. La méthode utilisée sera l'analyse de **variance** (ANOVA) avec mesures répétées sur un jeu de 53 stations fixes (échantillonnées tous les ans entre 1993 et 1999). La seconde échelle est celle de la station. Le calcul du coefficient de variation (CV) de chacune des stations permettra d'identifier celles dont les échantillons annuels recueillis présentent la structure la plus stable.

3.2.1. A l'échelle du bassin

L'analyse de **variance** montre une différence significative entre les moyennes annuelles des notes indicielles de qualité des peuplements au seuil de 5% ($p = 0.000$). Ces moyennes apparaissent à la figure 11.

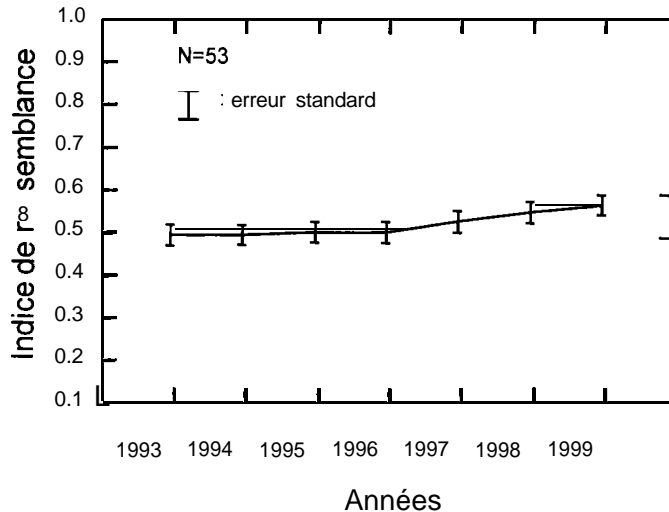


Fig. 11 : Evolution de la moyenne des notes de l'indice de ressemblance entre 1993 et 1999

Après une phase stable de 1993 à 1996, la qualité globale des peuplements mesurée par l'indice de ressemblance augmente de façon significative et continue. Trois hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette augmentation à partir de 1997.

La première concerne l'enregistrement d'une amélioration globale de la qualité des peuplements piscicoles par le jeu d'une amélioration de la qualité des milieux (composante chimique **ou/et** physique).

La seconde est relative à la modification de la technique de pêche apportée en 1998. Rappelons que pour 14 stations, la technique d'échantillonnage a évolué de la pêche en continu à la pêche par ambiance. Deux stations supplémentaires ont été concernées en 1999. Le passage à la pêche par ambiance s'accompagne en moyenne d'une augmentation de la diversité spécifique (+ 3 à 4 espèces) et d'un accroissement des Captures Par Unité d'Effort (CPUE) (Manné, 1999). Les notes de qualité des peuplements pour les stations échantillonnées par ambiance peuvent de ce fait être plus élevées à partir de 1998.

Une troisième hypothèse plus difficile à évaluer mais néanmoins plausible doit être évoquée. Elle est liée à l'amélioration, à partir de 1997, de l'efficacité de pêche sur l'ensemble des stations sans qu'on ait modifié la technique de pêche. Cette amélioration s'inscrit dans l'application du cahier des charges du RHP rédigé en 1996. Elle a été obtenue en consacrant un peu plus de temps à la réalisation des opérations de terrain, ce qui a permis aux équipes de pêche d'augmenter l'effort de pêche pour une surface donnée. Cette meilleure attention à la capture des poissons (on peut citer la lamproie de planer, les espèces d'accompagnement de la truite, certains cyprinidés notamment parmi les juvéniles) se traduit là aussi probablement par une légère augmentation du nombre d'espèces et des effectifs capturés.

S'il est certain que la seconde hypothèse explique en partie les écarts observés entre les moyennes de qualité des peuplements à partir de 1998, il est en revanche plus difficile de se prononcer sur la part effective des deux autres hypothèses.

La figure 12 exprime l'information relative à l'évolution de la qualité des peuplements à travers les classes de qualité. La proportion des stations de bonne ou d'excellente qualité a progressé de 26% à 38% entre 1993 et 1999, alors que celle des stations de qualité médiocre ou mauvaise a parallèlement diminué de 28% à 11%.

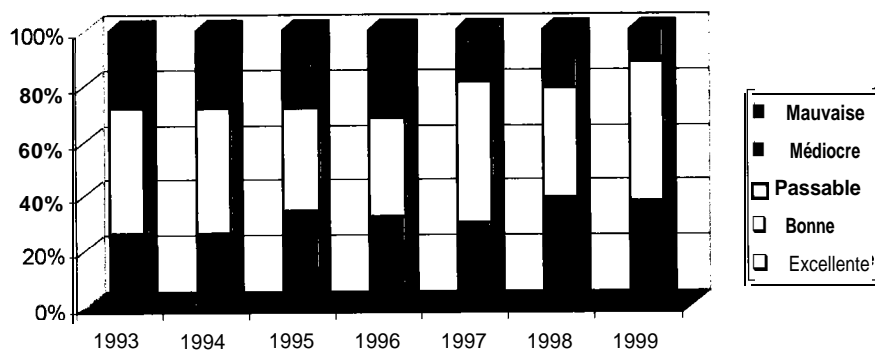


Fig. 12 : Evolution de la qualité des peuplements piscicoles entre 1993 et 1999
- Evaluation par l'indice de ressemblance sur 53 stations fixes -

3.2.2. A l'échelle de la station

Le tableau 2 présente l'évolution de la qualité des peuplements piscicoles des 65 stations du réseau entre 1993 et 1999. Le coefficient de variation calculé pour chaque station (CV sta) correspond au rapport entre l'écart type des notes de l'indice de ressemblance obtenues sur cette période et la moyenne de ces notes, multiplié par 100 (Grossman et al., 1990).

Une valeur faible traduit une forte stabilité de la note dans le temps. Une valeur élevée signifie que les notes varient mais sans donner le sens de cette variation. Il peut s'agir d'une augmentation ou d'une diminution de la note mais aussi, et c'est le cas le plus fréquemment rencontré, d'une fluctuation de la note. De surcroît, il ne faut pas oublier que la note intègre certes la qualité du peuplement piscicole, mais également la part de variabilité liée à l'échantillonnage. Cette part est d'autant plus forte que le milieu échantillonné est grand. C'est pourquoi l'étude de l'évolution de la qualité des peuplements piscicoles par station requiert la prise en compte simultanée du coefficient de variation, des classes de qualité annuelles et du type de milieu.

Mnémo- nique	Station	Zone piscicole théoriq.	Qualité des peuplements piscicoles							CV sta %
			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
RMC	La Moselle à Ramonchamp	Truites	3	3		3			3	27
LPR	Le Rabodeau à La Petite Raon	Truites	3							22
KAY	La Weiss à Kaysersberg	Truites			3					21
GVN	La Givonne à Givonne	Truites			3	3	3		3	18
ROT	La Bruche à Rothau	Truites								16

Mnémonique	Station	Zone piscicole théorig.	Qualité des peuplements piscicoles							CV sta %	
			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
APA	Le Ru de Manderen à Apach	Truites	3								14
JOP	La Crusne à Joppécourt	Truites	3					3		3	12
AN0	La Meurthe à Anould	Truites									12
TUR	La Fecht à Turckheim	Truites									9
GRA	La Vologne à Granges/V	Truites									8
FUM	L'Alyse à Fumay	Truites									6
SMM	La Liepvrette à Ste-Marie-aux-Mines	Truites									5
BUH	La Lauch à Buhl	Truites									4
HOH	L'Andlau au Hohwald	Truites									0
BAS	La Meuse à Bassoncourt	Intermédiaire		3			3	3			75
OST	L'Ill à Osthouse	Intermédiaire									32
SEP	La Largue à Seppois	Intermédiaire						3	3		31
STA	La Thur à Staffelfelden	Intermédiaire					3			3	23
ROS	L'Orne à Rosselange	Intermédiaire		3	3		3	3		3	22
ARC	La Moselle à Archettes	Intermédiaire								3	22
ARN	Le Rupt de Mad à Amaville	Intermédiaire	3	3	3		3	3			19
LEM2	La Sauer à Lembach	Intermédiaire			3		3	3	3		18
CAR	L'Ill à Carspach	Intermédiaire		3	3	3	3			3	19
DRU	La Moder à Drusenheim	Intermédiaire	3	3		3	3	3		3	17
HOM	Le Vieux Rhin à Hombourg	Intermédiaire				3		3			17
AUT	Le Brenon à Autrey	Intermédiaire		3	3	3	3	3			16
MOL	La Bruche à Molsheim	Intermédiaire				3	3	3		3	15
CHA	La Moselle à Châtel/M	Intermédiaire								3	13
THI	La Meurthe à Thiaville/M	Intermédiaire		3							13
VLN	La Chiers à Veslone	Intermédiaire	3	3	3	3	3	3	3		12
REI	La Doller à Reiningue	Intermédiaire									11
BAE	La Zinsel du Nord à Baerenthal	Intermédiaire	3	3			3				10
ROW	La Zom à Rosenwiller	Intermédiaire	3	3	3	3	3	3	3		10
HML	La Sarre à Hermelange	Intermédiaire	3		3	3	3	3	3		10
GUS	L'Orne à Gussainville	Intermédiaire		1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	9
HLM	La Semoy à Haulmé	Intermédiaire									9
MTC	Le Madon à Mattaincourt	Intermédiaire		3							9
DOM	La Meuse à Domrémy	Intermédiaire									8
VAN	Le Trey à Vandières	Intermédiaire	3	3	3	3	3	3	3		5
JUV2	Le Loison à Juvigny/Loison	Intermédiaire									4
JNS	L'Albe à Insming	Intermédiaire	3	3	3	3	3	3	3		3
SAU	La Bar à Sauville	Intermédiaire									/
WIL	La Sarre à Willerwald	Cyprinidés					3				36
TET	La Chien à Tétaigne	Cyprinidés		3			3				31
GAM	Le Rhin à Gambsheim	Cyprinidés								3	29
RHI	Le Rhin à Rhinau (bac)	Cyprinidés									28
GUE	La Nied à Guerstling	Cyprinidés				3					26
RHV	Le Vieux Rhin à Rhinau	Cyprinidés	3	3	3	3		3	3		23
TON	La Moselle à Tonnoy	Cyprinidés		3	3	3	3				23
UCK	La Moselle à Uckange	Cyprinidés				3				3	20
REM	La Meuse à Remilly-Aillicourt	Cyprinidés	3	3							18
BER	La Moselle à Berg/M	Cyprinidés	3		3	3		3	3		17
CHE	La Seille à Cheminot	Cyprinidés		3	3		3				13
CHOAm	La Meuse à Chooz (amont)	Cyprinidés	3	3	3		3	3	3		12
HAN	La Meuse à Han/M	Cyprinidés		3		3					12

Mnémo- nique	Station	Zone piscicole théoriq.	Qualité des peuplements piscicoles							CV sta %
			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
WAN	L'Il à la Wantzenau	Cyprinidés	3	3				3	3	11
CHOAv	La Meuse à Chooz (aval)	Cyprinidés	3	3	3	3	3	3	3	11
SAS	La Meuse à Sassey/M	Cyprinidés	3	3			3			10
RHS	Le Schaftheu à Rhinau	Cyprinidés		3				3	3	10
MAN	La Vezouze à Manonviller	Cyprinidés	3	3	3	3	3	3		9
BIE2	Le Rhin à Biesheim	Cyprinidés						3	3	8
SOU	Le Vair à Soulosse-sous-st-Elophe	Cyprinidés	3	3	3	3	3		3	7
TOM	La Meurthe à Tomblaine	Cyprinidés	3	3	3	3	3	3	3	4
HEN	Le Sanon à Hénaménil	Cyprinidés						3		2
CMP	La Moselle à Champey/M	Cyprinidés						3	3	2

Tab. 2 : Qualité des peuplements piscicoles des stations entre 1993 et 1999 et coefficients de variation

Examinons quelques stations pour lesquelles l'évolution relevée est nettement marquée.

■ Amélioration de la qualité du peuplement

L'amélioration de la qualité du peuplement relevée l'année précédente sur la Meuse à Bassoncourt (Haute-Marne) est confirmée. Cette station obtient le plus fort coefficient de variation (75%). Le peuplement décimé en 1995 suite à une pollution aiguë se reconstitue progressivement. Une douzaine d'espèces sont réapparues depuis 1998, leurs effectifs s'étant renforcés en 1999. Les espèces sensibles à la qualité du milieu sont cependant pour l'instant largement sous-représentées. Les mesures de la qualité physico-chimique de l'eau sur cette station viennent par ailleurs étayer ces observations (qualité générale de l'eau en 1995 : HC ; en 1999 : 2).

Les qualités des peuplements de la Largue à Seppois (Haut-Rhin) et de la Weiss à Kaysersberg (Haut-Rhin) se sont également sensiblement améliorées respectivement à partir de 1994 et 1997. L'origine de la mauvaise qualité des peuplements en 1993 pour la Largue et en 1996 pour la Weiss est probablement liée à des pollutions aiguës.

Le peuplement sur le Rabodeau à la Petite-Raon (Vosges) reste excellent en 1999, alors qu'en 1993, l'intrusion de nombreux gardons provenant d'étangs situés à proximité avait contribué à déclasser la qualité de la station.

■ Fluctuation de la qualité des peuplements

Sur les petits milieux, on peut notamment citer les stations de la Givonne à Givonne (Ardennes), de l'Il à Carspach (Haut-Rhin), de la Moselle à Ramonchamp (Vosges) et de la Thur à Staffelfelden (Haut-Rhin). Les raisons de ces fluctuations sont diverses. La Givonne est, comme le Rabodeau, soumise à l'influence d'étangs périphériques à la station. Les échappements plus ou moins importants de poissons de ces étangs suivant les années viennent modifier la note de l'indice. Les stations de Carspach, de Staffelfelden et de Ramonchamp sont sujettes à des déversements irréguliers de poissons pour la pratique de la pêche à ligne. Ce ne sont certes pas les seules stations à être l'objet de repeuplements, mais ceux-ci influent sur les résultats calculés. Un troisième élément peut être invoqué, notamment pour la Moselle à Ramonchamp. Les conditions hydrauliques assez variables sur

la station lors des pêches affectent fortement la variabilité de l'échantillonnage et donc la composition des échantillons recueillis.

Sur les grands cours d'eau, la fluctuation des peuplements concerne essentiellement les stations de la Chiers à Tétaigne (Ardennes), de la Sarre à Willerwald (Moselle), du Rhin à Gamsheim et à Rhinau (Bas-Rhin). Les deux premières sont caractérisées par la présence de berges abruptes qui assurent à la pêche à l'électricité une faible efficacité. Les stations du Rhin sont situées sur des secteurs canalisés.

Conclusion partie 3 :

Les peuplements sont évalués de bonne ou d'excellente qualité sur 43% des stations en 1999, passable sur 46% et médiocre sur 11%. L'analyse globale de la qualité des peuplements entre 1993 et 1999 montre une tendance significative et continue à l'amélioration de la qualité des échantillons recueillis à partir de 1997.

Il est possible qu'elle corresponde à une amélioration globale de la qualité des peuplements et des milieux. Mais cette considération est masquée par la modification de la technique d'échantillonnage en 1998 et par une probable augmentation de l'effort de pêche sur une surface donnée à partir de 1997.

Par conséquent, il est important non seulement de conserver la même méthode d'échantillonnage par station, mais aussi de stabiliser au mieux l'effort de pêche déployé sur chacune d'elle. L'examen de l'évolution des moyennes des notes de qualité des peuplements dans les années à venir devrait nous permettre de mieux identifier les facteurs explicatifs des tendances observées.

Partie 4 :
RELATIONS ENTRE L'INDICE DE RESSEMBLANCE ET DES
INDICES DE QUALITE DU MILIEU

L'objet de ce paragraphe est de déterminer s'il existe un lien fort entre l'indice de ressemblance d'une part et l'indice de qualité de l'eau ou l'indice « Milieu physique » d'autre part. L'examen de ces relations nous amènera à discuter :

- de la nature de la réaction des peuplements piscicoles à une détérioration de la qualité de l'eau ou à une dégradation de l'intégrité du milieu physique,
- de la pertinence de l'indice de ressemblance à mesurer une modification du peuplement consécutive à une dégradation du milieu.

4.1. Méthode

Le jeu de données qui nous a permis d'étudier ces relations était composé à l'origine des couples (note de l'indice de ressemblance ; classe de qualité générale de l'eau ou note de l'indice de ressemblance ; classe de qualité du milieu physique) pour lesquels nous disposions de l'information relative à la qualité de l'eau **et/ou** à la qualité du milieu physique.

La qualité de l'eau est fournie par les stations du RNB associées aux stations du RHP. Il y a ainsi, de 1993 à 1999, 311 échantillons de poissons auxquels nous pouvions associer une note de qualité d'eau. L'intégrité du milieu physique a pu être évaluée sur les 65 stations du réseau par la méthode proposée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (§ 133). En émettant l'hypothèse tout à fait raisonnable que la qualité du milieu physique n'a guère évolué sur ces stations entre 1993 et 1999, nous obtenons un second jeu de données constitué de 436 échantillons.

Or certains résultats antérieurs ont montré que la qualité de l'eau et la qualité du milieu physique sont en partie corrélées. Par conséquent, afin d'étudier l'action d'un seul facteur à la fois sur les peuplements piscicoles, nous avons réduit le premier jeu de données aux années-stations pour lesquelles l'indice « Milieu physique » attribue la note 2 (qualité assez bonne) (n=145) et le second jeu aux opérations pour lesquelles les stations bénéficiaient d'une note de qualité de l'eau de 1 B (qualité bonne) l'année d'échantillonnage (n=136).

L'analyse menée dans ce chapitre répond aux questions suivantes :

- (i) Y-a-t-il une différence significative entre les notes de l'indice de ressemblance obtenues pour des stations dont les classes de qualité d'eau sont différentes ?
- (ii) Y-a-t-il une différence significative entre les notes de l'indice de ressemblance obtenues pour des stations dont les classes de qualité du milieu physique sont différentes ?
- (iii) S'il y a une différence significative, quels sont les paramètres entrant dans la composition de la qualité générale de l'eau ou de l'indice « Milieu physique » qui expliquent la plus grande part de la variation de l'indice de ressemblance ?

Les réponses aux deux premières questions seront apportées par des analyses de **variance** (ANOVA) à un facteur. Une régression « pas-à-pas » permettra de hiérarchiser les paramètres explicatifs dans le cas où une différence significative a été mise en évidence.

4.2. Indice de ressemblance et qualité générale de l'eau

Pour une qualité du milieu physique de 2 (qualité assez bonne), l'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les moyennes des IR par classe de qualité de l'eau ($p=0.432$) (Fig. 13). Il faut cependant relever que le nombre d'opérations réalisées sur des stations où la qualité de l'eau était excellente (IA) est très faible ($n=2$). L'échantillon des opérations relevant d'une qualité de l'eau médiocre (3) est également faible ($n=10$). Par conséquent, ce résultat est principalement valable pour les niveaux de qualité d'eau 1B et 2 et à la limite pour le niveau 3.

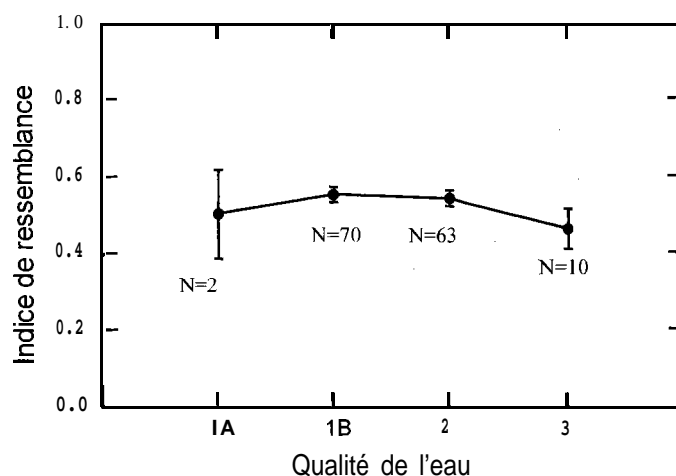


Fig. 13 : Moyenne des notes de l'IR par classe de qualité de l'eau (pour les stations dont l'indice « Milieu physique » est de 2)

En résumé, pour cette gamme de qualité d'eau 1B, 2 et 3 et pour une qualité du milieu physique assez bonne, on peut émettre les deux hypothèses suivantes sans pour autant privilégier l'une des deux :

- les peuplements piscicoles ne réagissent pas à des niveaux différents de qualité d'eau lorsque ceux-ci restent dans la gamme pré-citée. Ces niveaux de qualité ne correspondraient par conséquent pas à des seuils discriminants pour l'équilibre des peuplements piscicoles. Il aurait bien entendu été intéressant de disposer d'un jeu de données plus étoffé pour les valeurs extrêmes (IA, 3 et même Hors Classe). Cette hypothèse est relative à la sensibilité globale des peuplements à la qualité générale de l'eau. Elle ne doit pas dissimuler l'existence d'espèces particulièrement sensibles à la qualité de l'eau qui peuvent présenter des populations déséquilibrées ou inexistantes dès lors qu'apparaît ne serait-ce qu'une faible altération de la qualité de l'eau.
- l'indice de ressemblance ne rend pas bien compte des perturbations qu'il devrait enregistrer pour des peuplements de stations dont la qualité de l'eau est de 2 ou de 3. Il n'est pas sensible à la dégradation de la qualité de l'eau tant que celle-ci évolue dans la gamme 1 B, 2 et 3.

Précisons que la qualité générale de l'eau prend en compte la teneur et la saturation en oxygène dissous, la demande chimique et biochimique en oxygène, ainsi que la teneur en

ions ammonium. La relation entre l'indice de ressemblance et les concentrations d'autres éléments chimiques n'a pas été étudiée (phosphates, micropolluants, ...).

4.3. Indice de ressemblance et indice « Milieu physique »

4.3.1 Analyse globale

Pour une qualité de l'eau bonne (1B), les résultats après analyse de variance à un facteur indiquent une différence hautement significative entre les notes de l'IR obtenues pour des stations dont les classes de qualité du milieu physique sont différentes (Fig. 14). On peut là aussi noter le faible effectif de l'échantillon des opérations dont les stations ont un indice « Milieu physique » de 1 (n=7).

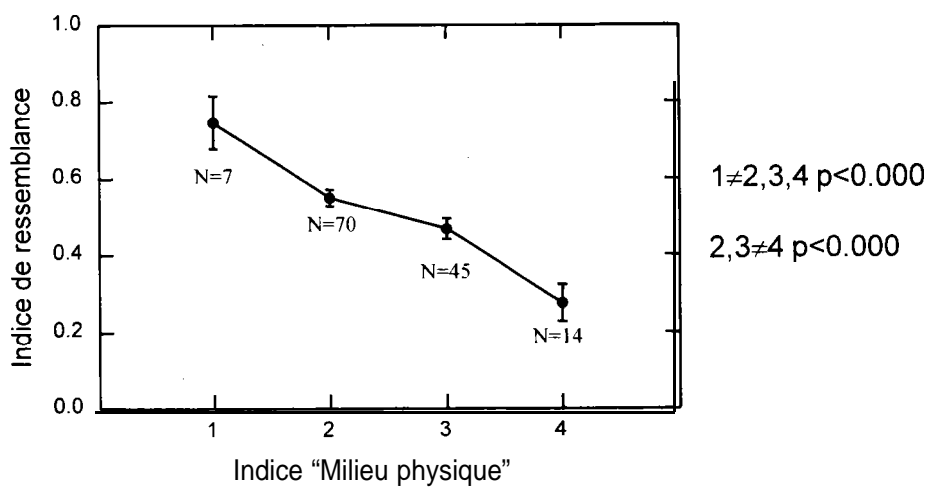


Fig. 14 : Moyenne des notes de l'IR par classe de qualité du milieu physique (pour les opérations dont la qualité de l'eau de la station était de 1 B)

Rappelons que cet indice se décompose en 3 parties : une note évaluant la qualité du lit majeur, une celle du lit mineur et une troisième la qualité des berges. Déterminons la composante qui explique la plus grande variation de l'indice de ressemblance à l'aide d'une régression « pas à pas » sur le même jeu de données.

Variabes	Coefficient	p
Constante	0.117	
Lit mineur	0.007	0.000
Berges	0.140	0.104 (NS)
Lit majeur	- 0.032	0.710 (NS)

Tab. 3 : Régression pas à pas entre les notes de l'indice de ressemblance et les 3 indices partiels de l'indice « Milieu physique » (pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1B), (n=136 ; R²=0.251 ; p=0.000)

Parmi les 3 variables prises en compte par l'indice « Milieu physique », le lit mineur est le seul facteur explicatif des notes de l'indice de ressemblance dont la contribution au modèle est significative (Tab. 3). Il explique 25% de la variation de l'indice. La figure 15 illustre la liaison entre l'évaluation de la qualité du lit mineur par l'indice « Milieu physique » et la qualité des peuplements estimée par l'indice de ressemblance.

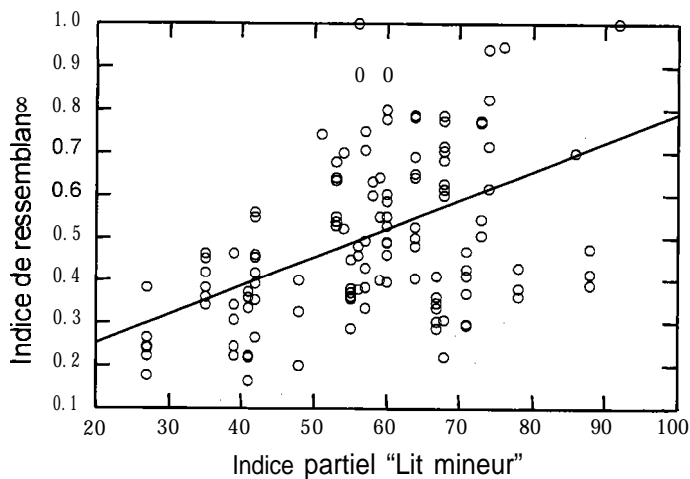


Fig. 15 : Régression linéaire entre l'IR et l'indice partiel « Lit mineur » (pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1B)

4.3.2. Analyse par grande zone piscicole

L'étape suivante consiste à examiner si la relation entre l'indice « Milieu physique » et l'indice de ressemblance s'exprime différemment suivant les grands types de milieu : zone à truites, intermédiaire et à cyprinidés. Le jeu de données précédent a par conséquent été partagé en 3, selon l'appartenance des opérations à ces 3 zones piscicoles. Des régressions « pas-à-pas » ont à nouveau été appliquées à ces 3 jeux de données.

Pour la zone à truites et la zone intermédiaire, aucune variable n'explique de façon significative les variations de l'indice de ressemblance au seuil de 5%. Il faut néanmoins noter d'une part que la taille de l'échantillon de la zone à truites est faible ($n=23$) et d'autre part que les variables « Lit mineur » et « Berges » deviennent significatives pour cette zone au seuil de 10%. En revanche, pour la zone à cyprinidés, deux facteurs ont une contribution significative dans l'explication des variations de l'indice. Il s'agit en premier lieu du lit mineur puis du lit majeur (Tab. 4).

Variables	Coefficient	p
Constante	0.054	
Lit mineur	0.006	0.000
Lit majeur	0.002	0.029
Berges	0.081	0.563 (NS)

Tab. 4 : Régression « pas-à-pas » entre les notes de l'indice de ressemblance et les 3 indices partiels de l'indice « Milieu physique » pour les stations de la zone à cyprinidés (et pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1 B), ($n=55$; $R^2=0.646$; $p=0.000$)

Ces 2 variables expliquent une part importante des variations de l'indice de ressemblance (65%). Les relations entre l'indice « Milieu physique », l'indice partiel « Lit mineur » et l'indice partiel « Lit majeur » avec l'indice de ressemblance sont respectivement présentées avec les figures 16, 17 et 18.

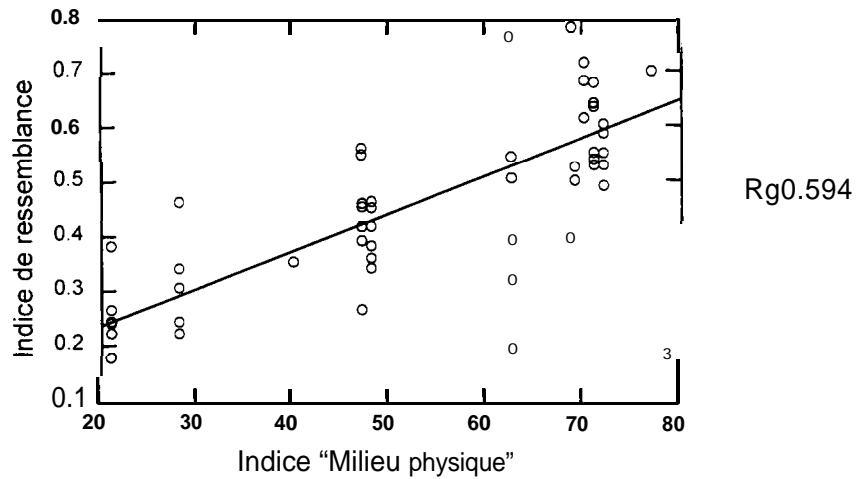


Fig. 16 : : Régression linéaire entre l'IR et l'indice « Milieu physique » pour les stations de la zone à cyprinidés (et pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1 B)

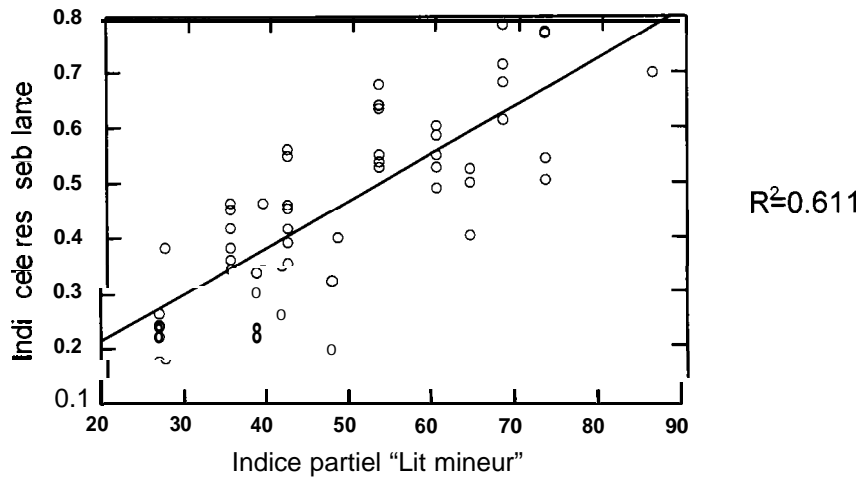


Fig. 17 : Régression linéaire entre l'IR et l'indice partiel « Lit mineur » pour les stations de la zone à cyprinidés (et pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1 B)

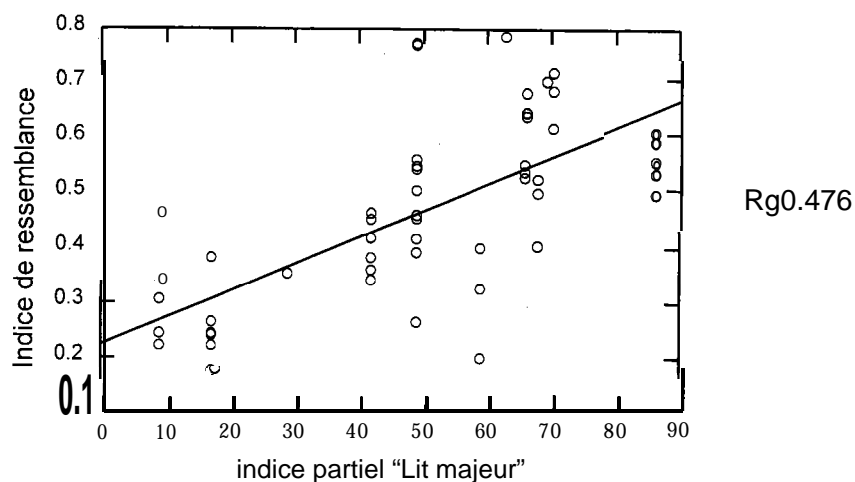


Fig. 18 : Régression linéaire entre l'IR et l'indice partiel « Lit majeur » pour les stations de la zone à cyprinidés (et pour les opérations dont la qualité de l'eau était de 1 B)

4.3.3. Discussion

En résumé, l'indice « Milieu physique » et l'indice de ressemblance sont globalement liés, principalement par la contribution de la note du lit mineur dans l'explication des notes de qualité des peuplements. Le lit majeur et les berges n'interviennent pas de façon significative dans les variations de l'indice de ressemblance. C'est dans la zone à cyprinidés que les 2 indices sont le plus corrélés ($R^2=0.646$), principalement par l'intermédiaire de la composante « Lit mineur » et, dans une moindre mesure, par le biais du facteur « Lit majeur ». Dans la zone à truites, la liaison entre les 2 indices est très faible. Dans la zone intermédiaire, elle n'est plus significative du tout.

On peut donc remarquer que la qualité des peuplements piscicoles évaluée par l'indice de ressemblance est sensible à la dégradation du milieu physique estimée par l'indice « Milieu physique ». Ainsi, les milieux canalisés sont par exemple sévèrement notés par les 2 systèmes. En revanche, la discrimination entre la qualité des peuplements des stations dont l'intégrité physique est évaluée à 2 avec celle des stations dont l'intégrité physique est de 3 (stations moyennement perturbées) est faiblement marquée.

On peut envisager d'obtenir, à partir de l'indice « Milieu Physique » actuel, un indice « Milieu Physique » qui prenne mieux en compte les exigences écologiques de la faune piscicole. L'intérêt d'une telle opération est de pouvoir mesurer l'amélioration apportée aux peuplements piscicoles par le biais de cet indice après des travaux de réhabilitation du milieu physique ou, à l'opposé, d'estimer l'impact négatif des interventions visant à simplifier l'hydraulique des cours d'eau ou la nature des berges (recalibrage, enrochement des berges, ...). Il s'agira dans un premier temps de déterminer les paramètres de l'indice « Milieu Physique » qui sont les plus importants pour expliquer la structure des peuplements piscicoles. Puis, si l'on fait le choix de ne pas intégrer de nouveaux paramètres dans l'indice (qui demanderait un travail de terrain supplémentaire), on pourra jouer sur la pondération des facteurs le définissant en accordant un poids plus élevé à ceux qui expliquent le plus la structure des peuplements. Cet exercice pourra se limiter à pondérer différemment uniquement les 3 composantes de l'indice (lits majeur et mineur, berges) suivant le type de milieu. On supprime par exemple celles qui n'expliquent pas les résultats de l'indice de ressemblance, à savoir le lit majeur pour la zone à truites et les berges pour la zone à

PARTIE 5 :
PREMIERE APPLICATION DE L'INDICE POISSON
(VERSION PRELIMINAIRE) AU BASSIN RHIN-MEUSE

cyprinidés. Il serait surtout intéressant d'augmenter la contribution des 3 composantes en modifiant la pondération des paramètres qui les déterminent, là aussi en fonction du type de zone piscicole. Des essais pour obtenir une meilleure adéquation entre les 2 indices pourraient être menés dans l'année à venir.

Ce court chapitre a pour objectif de présenter la carte de qualité des peuplements piscicoles des stations du bassin Rhin-Meuse en 1999 évaluée par une version préliminaire de l'indice poisson. Elle est extraite de la carte nationale mentionnant la qualité des peuplements piscicoles à l'échelle du territoire français publiée dans le cadre du Réseau National des Données sur l'Eau. Ces résultats ont également servi à illustrer un document relatif à la qualité écologique des cours d'eau lorrains (Mazuer et al., 2000).

5.1. Avertissement

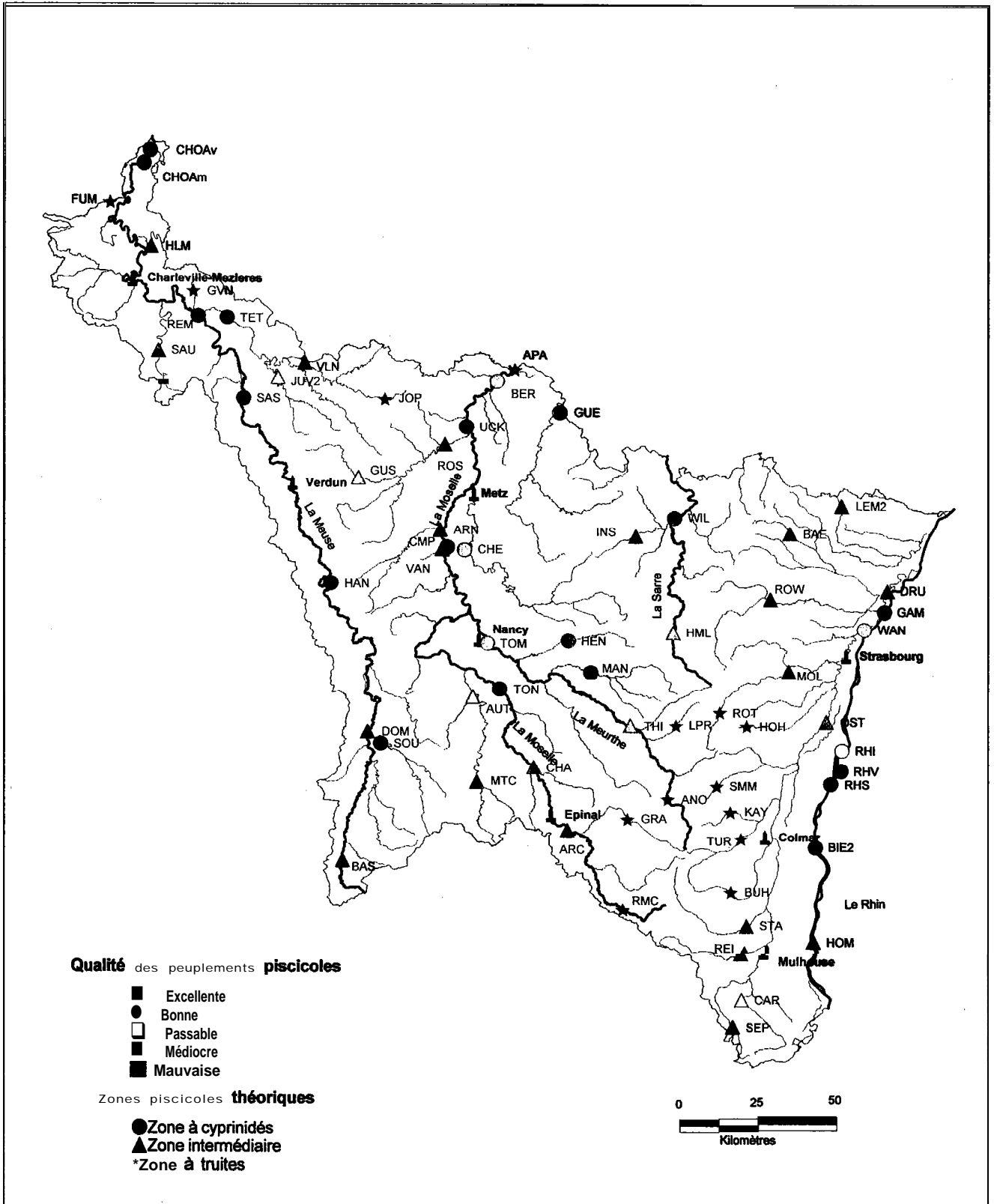
La version de l'indice poisson qui a servi à calculer les notes puis les classes de qualité des peuplements piscicoles a été mise au point au printemps 2000 et est en cours de validation. Les premiers tests réalisés par grand bassin hydrographique français ont révélés des informations utiles pour situer la pertinence actuelle de l'indice. Il a ainsi été reconnu, lors d'une réunion de travail rassemblant l'ensemble des utilisateurs de l'indice, qu'il est sensible à la dégradation de la qualité de l'eau. Parmi les inconvénients relevés, on peut citer sa tendance à sur-évaluer globalement la qualité des peuplements. Cette remarque s'applique particulièrement aux petits milieux de la zone à truites où, associée à une faible sensibilité, il évalue par exemple d'excellente qualité 13 des 14 stations du bassin Rhin-Meuse en 1999. Sur les grands milieux canalisés, nous avons également pu noter une tendance générale à la sur-évaluation de la qualité des peuplements, en raison du poids excessif accordé aux espèces rhéophiles.

L'exploitation et l'interprétation des résultats ne se feront, par conséquent, qu'avec la version modifiée et validée de l'indice à partir de 2001.

5.2. Carte de qualité des peuplements piscicoles en 1999

La qualité des peuplements piscicoles sur l'ensemble des stations du réseau en 1999, évaluée par l'indice poisson, est donnée par la carte 4.

Carte 4 : Qualité des peuplements piscicoles des stations du RHP Rhin-Meuse en 1999 évaluée par l'indice poisson (version printemps 2000)



CONCLUSION

L'évaluation objective et pertinente de la qualité des peuplements piscicoles dans le cadre d'un réseau de suivi de la qualité écologique des cours d'eau nécessite l'utilisation d'une méthode normalisée pour l'échantillonnage des peuplements et d'une méthode normalisée pour l'établissement du diagnostic de leur qualité. Dans un contexte international où différents états membres de l'Union Européenne tentent de mettre au point puis de proposer un tel outil à l'ensemble de leurs partenaires, la France s'est lancée dès 1996 dans un programme de recherche destiné à obtenir un indice poisson performant.

Les premiers tests effectués avec cet indice ont montré que certaines modifications devaient être apportées. En attendant sa validation définitive, la qualité des peuplements piscicoles est évaluée à l'aide de l'indice de ressemblance, dont la portée se limite au bassin Rhin-Meuse.

La qualité des peuplements en 1999 est jugée bonne ou excellente sur 43% des stations, passable sur 46% et médiocre sur 11%. Parmi les grands secteurs où la situation est estimée globalement bonne, on peut citer les petits cours d'eau de la zone à truites et la Meuse non naviguée. L'analyse de l'évolution de la qualité des peuplements piscicoles sur la période 1993-1999 montre que la qualité moyenne des échantillons recueillis depuis 1997 est supérieure aux moyennes des échantillons des années précédentes. Trois hypothèses sont avancées pour expliquer cette observation. La première est relative à la possible amélioration de la qualité des milieux et donc de la qualité des peuplements. Les deux suivantes se rapportent à la technique et la qualité de l'échantillonnage, notamment à l'apport de la pêche par ambiance en 1998.

Les tests de sensibilité entre l'indice de ressemblance et l'indice de qualité générale de l'eau indiquent que pour la gamme de valeurs étudiée avec nos données, ils ne sont pas significativement **corrélés**. La liaison entre l'indice de ressemblance et l'indice « Milieu physique » est en revanche forte, notamment pour les valeurs extrêmes. Cette liaison pourrait encore être renforcée pour les stations moyennement perturbées par le jeu des pondérations des paramètres entrant dans l'indice « Milieu physique ».

La phase de transition actuelle en matière de système d'évaluation de la qualité des peuplements piscicoles entre l'outil régional (l'indice de ressemblance) et l'outil national normalisé (l'indice poisson), devrait céder la place à une phase d'utilisation unique de l'indice poisson dans les mois à venir. Le rapport de synthèse de l'année prochaine devrait être entièrement orienté par l'indice poisson.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1997. Rapport final de la Phase I du programme national « Indice Poisson » Schémas régionaux d'organisation des peuplements de poisson de l'ensemble du réseau hydrographique français (définition des « Ichtyorégions »). CSP, 38 p. + annexes

Grossman G.D., Dowd J.F., Crawford M., 1990. Assemblage stability in streams : a review. *Environmental Management*, 14, 661-671

Karr, J.R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6, 21-27

Legendre L., Legendre P., 1979. *Ecologie numérique. Tome 2. La structure des données écologiques.* Masson, 247 p.

Maire, P. et Paris, P., 1996. Eléments d'interprétation des données 1992-1995. Application au bassin Rhin-Meuse pour la période 1992-1994. CSP DR3, Agence de l'Eau Rhin-Meuse , 19 p. + annexes

Manné, S., 1999. Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP). Synthèse des données du bassin Rhin-Meuse. Période 1993-1998. CSP DR3, 55 p. + annexes

Mazuer, P., Matte J.L., Riou C., Manné S., 2000. La qualité des cours d'eau lorrains en 1999. Exploitation des données du Réseau National de Bassin .DIREN Lorraine, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, CSP DR3 , 24 p. + annexes

Oberdorff, T., Pont D., Hugueny B., Chessel D., 2000. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*, 43, (sous presse)

Oberdorff, T., Pont D., Hugueny B., Porcher J.P.. Development and validation of a fish-based index (FBI) for the assessment of rivers "health" in France. (soumis à *Freshwater Biology*)

Pianezzola, A., 1999. L'habitat aquatique et le peuplement pisciaire dans le bassin Rhin-Meuse. Rapport de stage DESS, CSP DR 3 , 39 p. + annexes

Pouilly, M., 1994. Relations entre l'habitat physique et les poissons des zones à cyprinidés rhéophiles dans trois cours d'eau du bassin rhodanien : vers une simulation de la capacité d'accueil pour les peuplements. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, 256 p.

Russo P., 1999. Evaluation de la qualité du milieu physique des cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. 1^{ère} édition. Catalogue des données recueillies de 1995 à 1998 et prévisions 1999-2000. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 6 p. + annexes

Verneaux, J., 1976 a. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". La structure biotypologique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t 283, série D 1663, 5p.

Verneaux, J., 1976 b. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Les groupements socio-écologiques. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t 283, série D 1791, 4p.

Verneaux, J., 1977 a. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Déterminisme approché de la structure biotypologique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t 284, série D 77, 4p.

Verneaux, J., 1977 b. Biotypologie de l'écosystème "eaux courantes". Détermination approchée de l'appartenance typologique d'un peuplement piscicole. C.R. Acad. Sc. Paris, t 284, série D 675, 5p.

Verneaux, J., 1981. Le poisson et la qualité des eaux courantes. Ann. Sci. Univ. Fr. Comté, Besançon, Biol., 2, 33-41.