



65, Route de St Brieuc
35042 RENNES Cedex

DESS IHCE
Faculté des Sciences et
Techniques
Parc de Grandmont
37200 - TOURS

Rapport pour l'obtention du DESS IHCE

Effectué par M. Gadet Aymeric

ANALYSE DE L'IMPACT D'UNE PISCICULTURE SUR LES INVERTEBRES BENTHIQUES UTILISATION DE LA METHODE NORMALISEE IBGN ET ANALYSE DES TRAITS BIOLOGIQUES DE QUELQUES TAXONS DE REGIMES ALIMENTAIRES DIFFERENTS

Maître de stage : Monsieur Jacques HAURY

Mai-octobre 2004

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement Monsieur Jacques Haury, Professeur à l'Agrocampus Rennes, pour m'avoir permis de faire ce stage et pour l'aide qu'il m'a apportée et pour ses précieux conseils.

Je remercie également Monsieur Marc Roucaute et l'UMR EQHC de l'INRA de Rennes, pour son aide dans la vérification des macroinvertébrés.

Je tiens aussi à remercier vivement monsieur Nicolas Jeannot, technicien INRA à la station de comptage de Saumon, Monsieur Thomas Dauphin, technicien de la Fédération de pêche du Morbihan à la station, ainsi que tous le personnel de l'Odyssaum pour m'avoir si bien accueilli à Pont Scorff.

Enfin, je remercie aussi tous les autres stagiaires présents durant cet été pour avoir passé d'agréables moments en leur compagnie.

Résumé

Cette étude a pour objectif d'analyser l'impact d'une pisciculture sur les invertébrés benthiques par l'étude de six stations. Elle utilise pour cela la méthode normalisée IBGN, une méthode de bio-indication. Elle permet l'analyse des traits biologiques de quelques taxons polluosensibles, grâce à une détermination générique.

L'étude des peuplements macrobenthiques du Scorff indiquent une bonne qualité d'eau et une amélioration au niveau des taxons indicateurs. Les notes sont de 20 jusqu'au rejet de la pisciculture et de 19 pour les deux stations aval.

Cette bonne qualité apparente cache en réalité des dysfonctionnements. La pisciculture perturbe le milieu notamment au niveau du rejet : elle l'eutrophise, entraîne des variations de température de l'eau du Scorff. De plus, bien que les peuplements ne soient pas équilibrés sur le Scorff, la pisciculture déstructure fortement ces peuplements.

Le cours semble néanmoins bien récupérer en aval de la pisciculture, et l'étude de l'évolution pluriannuelle des peuplements conclue à une amélioration de ceux-ci.

Mots-clefs : bio-indication, impact d'une pisciculture, IBGN, traits biologiques, macroinvertébrés, taxons polluosensibles.

Abstract

The aim of this report is to assess the effects of a fishfarm on benthic invertebrates in six sites. For this purpose, bioindication is involved and the standardised method IBGN is used. On 6 reaches, analysis of biological traits is applied for some pollution sensitive taxa, with a generic determination.

In the River Scorff, benthic macroinvertebrates indicate good water quality. On this topic macroinvertebrates communities are improved with more indicator taxa. The scores are 20 upstream below the fishfarm and 19 in the two downstream sites.

Such an apparently good water quality hides some real dysfunctions. The fishfarm disturbs the ecosystem specially near the sewage. It leads to eutrophication and increase of water temperature. Unless macroinvertebrate communities cannot be considered as « equilibrated », the fishfarm leads to a worse structure of the communities.

The river improves itself downstream quickly. The study on three years shows a real improvement of the macroinvertebrates communities indicating a water quality improvement.

Keywords : Bioindication, fishfarm effects, IBGN, macroinvertebrates, biological traits, pollution-sensitive taxa.

Présentation de l'organisme d'accueil et de l'étude

L'Institut National de la Recherche Agronomique

L'INRA fut créé en 1946 avec pour missions l'organisation, l'exécution et la publication de tous les travaux de recherche sur l'amélioration et le développement des productions végétales et animales et la conservation et la transformation des produits agricoles.

En 1984, il devient un établissement public national à caractère scientifique et technologique et est placé sous la double tutelle du Ministère de la Pêche et de l'Agriculture et celui de la Recherche ; il travaille conjointement avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Il est chargé d'œuvrer au service de l'intérêt public tout en maintenant les exigences de la recherche et les demandes de la société ; de produire et de diffuser des connaissances scientifiques et des innovations, principalement dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement ; de contribuer à l'expertise, à la formation et à la promotion de la culture scientifique et technique au débat sciences/société. L'INRA dispose aujourd'hui de 17 départements, 257 unités de recherche et 80 unités expérimentales, pour un budget annuel de 573 millions d'euros (<http://www.inra.fr>).

L'étude pluridisciplinaire de caractérisation de l'impact des piscicultures notamment sur les peuplements macrobenthiques est menée par l'UMR INRA-Agrocampus Rennes (Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes) "Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux". Elle est coordonnée par Jacques HAURY ; j'ai bénéficié de l'aide de Marc ROUCAUTE, technicien INRA de l'UMR.

L'Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie Aquatiques du Moulin des Princes

La station de Pont-Scorff (56) est la propriété de la Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu

Aquatique (FDAAPPMA) du Morbihan. L'INRA y conduit des activités de recherche avec la collaboration du Conseil Supérieur de la Pêche. Depuis 1994, une station de contrôle des migrations des saumons y a été mise en place. Elle permet le piégeage, le comptage et le marquage des salmonidés du Scorff. Elle dispose d'un laboratoire équipé du matériel notamment nécessaire à l'étude des invertébrés benthiques.

Objectifs du stage

Ce stage rentre dans le cadre d'une analyse écologique multicompartiments. L'objectif du stage consiste à participer à cette étude sur le Scorff, en étudiant la macrofaune benthique.

L'étude des macrophytes a été réalisée par d'autres stagiaires.

Déroulement du stage

J'ai été basé sur une station de terrain durant les cinq mois d'étude.

Je suis venu quelques fois sur Rennes pour effectuer une analyse bibliographique complète de l'ensemble des documents disponibles concernant le Scorff, et pour avoir accès à toutes les recherches effectuées sur la problématique invertébrés, qu'elles soient françaises ou internationales. Une liste bibliographique annexe, non exhaustive présente quelques une de mes recherches bibliographiques, non citées dans le rapport.

Je me suis rendu disponible pour la participation au fonctionnement de la station de terrain, qui est aussi une station de comptage de Saumon atlantique (passage, marquage et mesures des saumons), ainsi que pour la participation à toutes les activités de la station. J'ai notamment participé à la campagne de prélèvements IBMR (surtout la phase terrain), IBD, mais aussi à un suivi par radiopistage de Vison d'Amérique, et à une campagne de pêches électriques pour estimer l'abondances en juvéniles de Saumon. Ces participations m'ont permis d'approfondir et de parfaire mes connaissances générales en Hydrobiologie, et de connaître les différentes recherches effectuées sur le Scorff.

De plus, à l'occasion du Festival Saumon (grande animation autour de ce migrateur et de son milieu de vie), j'ai effectué une présentation Powerpoint (dont vous trouverez une copie sur CD-ROM en annexe 1), ainsi que l'animation autour des macroinvertébrés (collecte d'individus vivants, présentation au public...).

Sommaire

Introduction.....	6
I - Contexte et objectif de l'étude	7
II – Le bassin versant du Scorff	8
III – L'Indice Biologique Global Normalisé IBGN (1992)	15
IV – Qualité du milieu autour de la pisciculture.....	22
V - Résultats des IBGN	27
VI – Etudes des traits de vie et comparaison interannuelle des peuplements	41
VII – Quelques éléments sur l'approche de modélisation RIVPACS	66
Conclusion.....	70
Bibliographie.....	72
Table des matières	75
Liste des figures	77
Liste des tableaux	78
Liste des annexes	79

Introduction

L'évaluation de la qualité des cours d'eau est devenue une priorité depuis la loi sur l'eau de 1992, puis la Directive Cadre Européenne. Elle constitue une étape préalable à toute utilisation de l'eau et à tout projet de gestion.

Cette évaluation se fait à travers l'étude de différents paramètres physico-chimiques, mais aussi de l'étude des compartiments biologiques. Ainsi, des indices biologiques ont été mis au point afin de mieux évaluer la qualité d'un milieu. Ces méthodes, dites de bio-indication, sont basées sur l'étude d'organismes vivants (macroinvertébrés, microinvertébrés, poissons, algues, macrophytes) qui intègrent les conditions physiques, écologiques et biologiques de ces milieux.

Ce travail d'évaluation a été entrepris sur le Scorff et ses affluents. Ce cours d'eau est un site d'étude très important pour l'UMR INRA-Agrocampus Rennes depuis trente ans.

Ainsi, suite à la mise aux normes de la dernière pisciculture en activité présente sur le Scorff, il a semblé intéressant d'étudier l'impact éventuel de cette dernière sur les invertébrés benthiques en utilisant la méthode normalisée IBGN. L'analyse des traits de vie de taxons sensibles aux perturbations du milieu nécessite une détermination générique. Ces données s'intègrent dans un programme de recherche pluriannuel visant à qualifier la pollution engendrée par la pisciculture de Pontcalleck et à suivre les modifications induites par les changements de processus de production sur la qualité d'eau et les éléments biologiques (diatomées, macrophytes, invertébrés et densités de Saumon atlantique) .

I - Contexte et objectif de l'étude

Le Scorff est un site Natura 2000 qui fait l'objet de politiques de gestion des cours d'eau (Contrat Restauration Entretien) et d'amélioration de la qualité des eaux (Bassin d'action renforcée "Bretagne Eau Pure"). D'autre part, il s'agit d'un site-atelier de l'unité expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie (U3E) de l'INRA sur lequel l'UMR INRA-ENSAR Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux mène des recherches depuis plus de 30 ans.

Suite à la fermeture de deux piscicultures et à la mise aux normes d'une troisième (celle de Pont-Calleck), la qualité des eaux du Scorff s'est améliorée.

Ainsi, le but de cette étude est d'analyser l'impact de cette dernière pisciculture, récemment mise aux normes définies par arrêté préfectoral, d'intégrer les résultats antérieurs et de proposer de nouvelles métriques de l'environnement issues de la bibliographie.

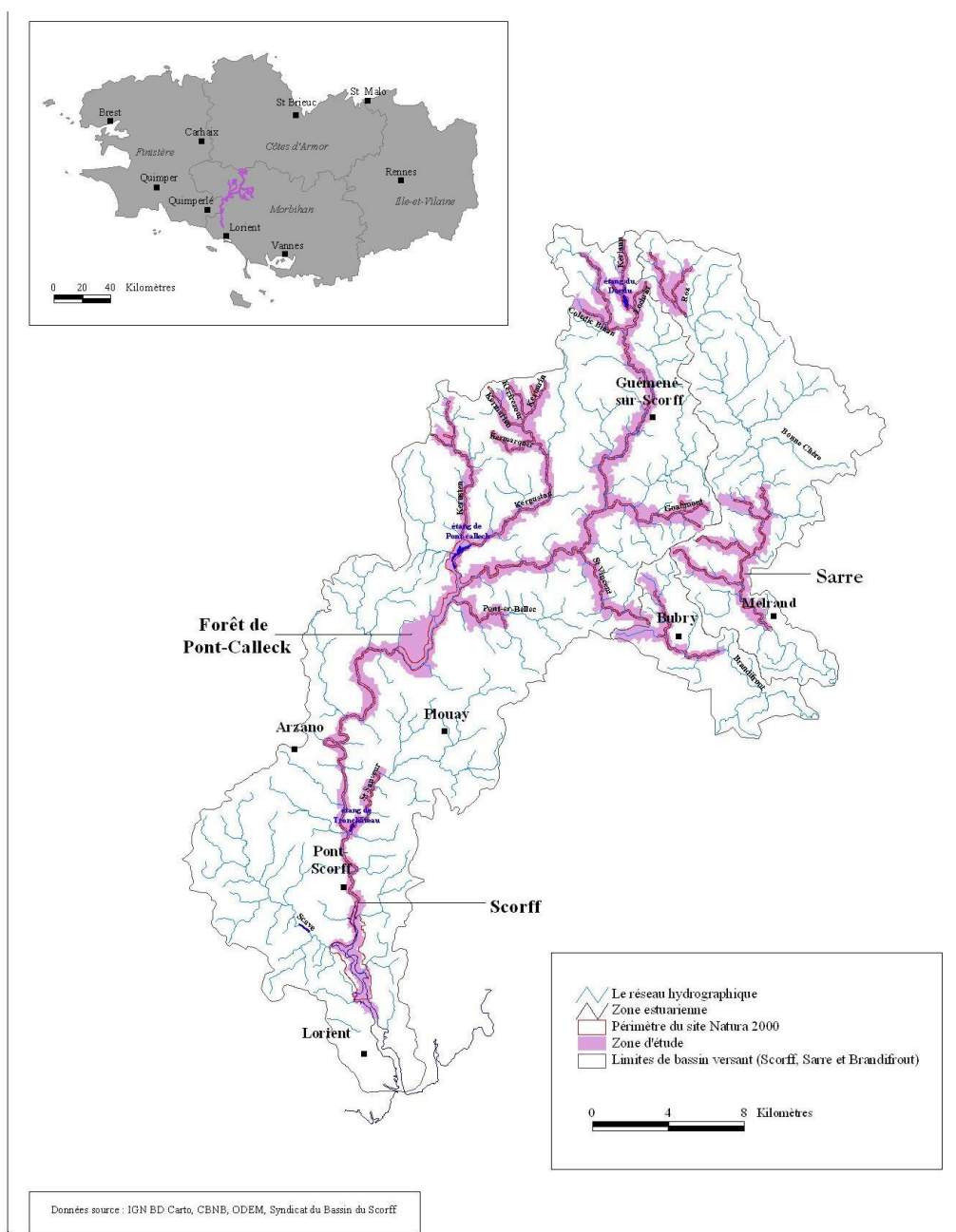
II – Le bassin versant du Scorff

2.1 Caractéristiques physiques

(Source principale : Syndicat du Scorff ; et BATAILLE F., 2003)

2.1.1 Le réseau hydrographique

Figure n°1 : Le réseau hydrographique du Scorff



Le Scorff est un petit fleuve côtier de première catégorie, à migrateurs, orienté nord-sud, du sud de la Bretagne. Il se jette dans l'océan Atlantique à Lorient . son cours principal est long de 75 km dont 12 km d'estuaire (la limite étant Pont-Scorff). Il draine un bassin versant de 480 km².

Le Scorff prend sa source dans les Côtes d'Armor sur la commune de Lescouet-Gouarec, à 225m d'altitude. La majorité de son cours se situe dans le Morbihan.

L'ensemble du réseau hydrographique du Scorff est d'environ 390 km. Il reçoit les eaux de nombreux petits ruisseaux et de quelques affluents plus importants dont le ruisseau de Pont-Calleck (où se situe une des stations IBGN).

2.1.2 L'Hydrologie

Le débit moyen interannuel du Scorff est de 5 m³/s. Il est mesuré à la station de Pont Kerlo, se situant dans le tiers aval du Scorff. La répartition des débits dans l'année (débits moyens mensuels) montre des écarts allant de 1,4 m³/s en août à 10 m³/s en février. Le débit de crue instantanée peut atteindre 50 m³/s voire même dépasser les 70 m³/s.

Les eaux du Scorff sont fraîches et de faible amplitude thermique –de 6°C à 20°C-, légèrement acides –pH de 6,2 à 7,8-, et sont bien oxygénées. (CLAUDE A., 1995)

2.1.3 Le climat

Le bassin versant du Scorff a un climat océanique typique marqué par une pluviométrie importante, relativement bien répartie dans l'année, et des températures aux amplitudes faibles. La pluviométrie annuelle moyenne augmente du sud au nord du bassin : de près de 900 mm à Lorient à plus de 1100 mm en amont du bassin. (CLAUDE A., 1995)

2.1.4 Le sol

La quasi-totalité du bassin versant du Scorff est située sur des sols classés "sols bruns ou lessivés, acides et hydromorphes, excepté la tête du bassin où l'on retrouve des sols bruns peu acides. (CLAUDE A ., 1995)

2.1.5 L'occupation du sol

Les espaces boisés : Leur superficie représente environ un peu moins du tiers de la surface du bassin versant du Scorff. Dans cette région, ils constituent une ressource importante pour la production de bois d'industrie, ainsi qu'un vaste patrimoine naturel abritant un grand nombre d'habitats et d'espèces d'intérêt européen.

Les landes : Il s'agit pour le bassin versant du Scorff d'un stade temporaire du recouvrement végétal dont le climax conduit à la forêt de feuillus. On y trouve des landes sèches (xérophiles), des landes mésophiles et des landes humides (hygrophiles).

Les zones humides : Elles sont très peu représentées. Seule une véritable tourbière existe sur le bassin versant, sur la commune de Ploêrdut (56). Elle joue un rôle hydrologique considérable, car du fait de sa capacité de rétention (par les sphaignes) elle contribue à la régulation du débit des cours d'eau. Par ailleurs, de nombreux plans d'eau naturels et artificiels jalonnent le réseau hydrographique du site.

L'estuaire : Cet espace représente moins de 1% du territoire.

2.2 La pisciculture de Pontcalleck

2.2.1 Description

La pisciculture de Pontcalleck est composée de 47 bassins alimentés par le Scorff où s'effectue le grossissement de truites. Elle fait partie du système de production et de commercialisation des entreprises AQUADIS ET GOURVENNEC S.A.. En période de hautes eaux, la totalité des bassins se déverse dans le Scorff (une seule utilisation de l'eau). En 2003, la pisciculture s'est mise en conformité avec les quantités autorisées, suite à la reconduction de l'autorisation de production. De

ce fait, elle produit depuis l'année dernière les 150 tonnes autorisées par l'arrêté préfectoral contre 640 tonnes produites en 2002 (soit plus de quatre fois la quantité définie dans l'autorisation).

2.2.2 Perturbations générées par une pisciculture

Les piscicultures entraînent des perturbations de l'écosystème aquatique de plusieurs ordres (PETIT, 1993) :

- Les aliments consommés, ainsi que les déjections des poissons modifient la composition de l'eau. On peut rencontrer des problèmes de toxicité, notamment au niveau des teneurs en ammoniacque.
- Les piscicultures entraînent des rejets de phosphates ce qui favorise l'eutrophisation. Ces éléments sont considérés comme des facteurs limitant du développement macro-algal.
- On observe une augmentation de la turbidité de l'eau, induisant des effets négatifs sur le développement de la végétation.
- Les taux d'O₂, la température et le pH sont modifiés.
- La matière organique rejetée par la pisciculture entraîne un colmatage des fonds, et donc des frayères, ce qui limite la reproduction des salmonidés.
- Les résidus de traitements sanitaires (hormones, antibiotiques) peuvent avoir de graves conséquences sur les populations sauvages avec de phénomènes de sexisation (xénoestrogènes) et de résistance des bactéries.
- Les germes pathogènes (virus, parasites) développés préférentiellement chez les espèces d'élevage se retrouvent dans le milieu naturel.
- Il existe des risques d'échappements de poissons, et donc d'introduction accidentelle dans le milieu naturel, posant des problèmes de compétition avec la souche sauvage (hybridation, disparition à terme).
- Il y a une modification du profil d'écoulement du cours d'eau (barrage, portion de cours d'eau en débit réservé).

Nature des rejets de pisciculture :

- Les rejets sont de plusieurs types : des aliments non consommés, des fécès (part non digestible de l'aliment et pertes endogènes) et des produits d'excrétion (produits finaux de l'utilisation métabolique de la part digestible des nutriments ingérés). Ils contribuent ainsi à l'enrichissement du milieu. (BOUJARD T. et *al.*, 2003)

Les rejets sous forme de nitrites et nitrates dus aux poissons sont négligeables. L'azote rejeté l'est essentiellement sous forme ammoniacale, et le phosphore sous forme d'orthophosphates.

- Les rejets directs des poissons sont constitués non seulement des rejets issus de l'activité métabolique mais également d'autres rejets, directement liés à l'activité d'élevage et beaucoup moins bien documentés.

Les sous-produits du métabolisme sont rejetés par l'animal sous forme dissoute et particulaire. Les différents éléments de ces sous-produits (N, P, C, oligo-éléments et métaux traces, principalement) peuvent, selon leur flux et le milieu d'accueil, entraîner un accroissement de la production primaire ou des pollutions.

L'ammoniaque est la principale forme d'excrétion de l'azote (80 à 90%) et chez la majorité des poissons, l'azote excrété représente 50 à 70% de l'azote ingéré. L'excrétion du phosphore ne représente en moyenne qu'environ 20% du phosphore ingéré.

L'azote, excrété passivement à travers les branchies, et le phosphore excrété par le rein, sont rejetés à des taux qui varient en fonction de la qualité de l'aliment, du stade d'élevage et de l'espèce de poisson.

Les rejets dissous et particuliers : si on les compare à des rejets urbains, les rejets aquacoles sont caractérisés par une extrême dilution des polluants dissous et particuliers mais aussi par une concentration en O₂ dissous proche de la saturation. Beaucoup moins concentrés en MES, leur DCO (calculée à partir de la concentration en C organique total –COT) est de quelques dizaines de mg/L, donc 10 à 20 fois moins importante qu'un effluent urbain standard dont la DCO se situe entre 500 et 1 000 mg/L.

Les rejets dissous : La concentration en azote d'une eau d'élevage en système ouvert est de quelques mg/L sous forme essentiellement d'ammoniaque. La concentration en substances dissoutes est fonction d'un ratio R, qui représente le

degré d'ouverture du système et qui est exprimé en m³ d'eau neuve introduite par kg d'aliment ingéré par le cheptel. Plus R est faible, plus la concentration en matières dissoutes est élevée ;

Les rejets particuliers : La taille des particules produites est le critère le plus important vis-à-vis de leur effet polluant dans le milieu d'élevage lui-même et dans l'environnement ensuite. Les grosses particules, de taille > à 80-100 µm, peuvent être facilement retirées du milieu d'élevage et de l'effluent par filtration mécanique peu coûteuse ou par décantation.

Les petites particules restent dans le milieu d'élevage ou l'effluent et elles sont source de rejets difficilement contrôlables.

Par ailleurs, plus le temps de séjour des particules dans l'eau est long, plus la matière particulaire est remise en suspension par le lessivage direct et par la dégradation bactérienne. Les petites particules qui ne sont pas retenues par séparation physique se comportent comme de la matière dissoute et leur concentration dépend du ratio R au même titre que les matières dissoutes.

(BLANCHETON J.P, *et al.*, 2003)

2.3 Le contexte juridique de protection

2.3.1 Natura 2000

Le Scorff est un site qui devra intégrer le réseau Natura 2000. Officiellement la surface concernée correspond à une bande de 50 m de part et d'autre de la rivière ; mais il existe un projet beaucoup plus vaste pour le site Natura 2000 étendu.

Cette rivière présente un réel intérêt notamment la protection du milieu car il s'agit d'une rivière à migrateurs dont le Saumon atlantique.

2.3.2 Le Contrat de Vallée du Scorff

Le Syndicat Intercommunal de la Vallée du Scorff existe depuis 1975. Depuis sa création, il a entrepris de nombreuses actions de restauration et d'entretien du cours d'eau ainsi qu'un certain nombre d'aménagements tels que des passes à poissons et des sentiers pour randonneurs et pêcheurs. Il est à l'origine du "Contrat de Vallée" signé en 1991 avec le concours des services administratifs, des associations et de tous les organismes compétents en matière d'environnement et d'aménagement.

Ce contrat vise à sauvegarder les richesses naturelles et culturelles du bassin du Scorff et à les mettre en valeur par quatre grands types d'action : La gestion des ressources en eau, de la ressource halieutique, la protection de l'environnement, l'aménagement, la gestion et la valorisation du patrimoine naturel et culturel, et le développement de l'économie touristique.

2.3.3 Habitats et espèces d'intérêt communautaire de Bretagne (DIREN)

La directive habitat de l'Union Européenne définit deux composantes végétales à haute valeur patrimoniale qui sont particulièrement bien représentées dans les cours d'eau à salmonidés : les végétations rhéophiles à renoncules et *Luronium natans* (HAURY, 1993a). C'est également un site régional prioritaire pour la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), ainsi que pour le Saumon atlantique (*Salmo salar*).

2.3.4 Le CRE : Contrat Restauration Entretien

Signé en décembre 2002 par l'Agence de l'eau, le Département et le Syndicat notamment, il est défini pour le bassin versant du Scorff et ses enjeux concernant l'amélioration de la qualité de l'eau, la préservation de son potentiel écologique (préservation de la fonctionnalité des milieux, celle de la biodiversité et des habitats, ainsi que la gestion des espèces) et le développement des activités culturelles et ludiques liées à l'eau.

III – L'Indice Biologique Global Normalisé IBGN (1992)

3.1 Description de la norme IBGN

3.1.1 Généralités

L'IBGN a été normalisé par l'AFNOR (Agence Française de Normalisation) en 1992 (norme française T90-350). Elle décrit un protocole de détermination de l'IBGN dans le but d'apprécier la qualité biologique des cours d'eau.

L'IBGN est une méthode indicielle qui repose sur les caractéristiques pollu-sensibles ou polluo-résistantes des communautés d'invertébrés présentes dans le milieu. Un protocole strict d'échantillonnage a donc été défini de façon à obtenir une vision la plus représentative possible du milieu étudié.

3.1.2 Protocole d'échantillonnage

- **Méthode :**

Sur chaque station étudiée, huit prélèvements sont effectués à l'aide d'un échantillonneur "Surber".

Chaque prélèvement est défini par son couple substrat-vitesse : les prélèvements sont réalisés sur différents types d'habitats présents sur la station et définis par la nature du substrat et de la vitesse d'écoulement de l'eau.

Ainsi, les prélèvements sont effectués dans huit habitats distincts correspondant aux habitats les plus représentatifs de la station.

Quand plusieurs habitats de même nature sont possibles à échantillonner, on privilégie la vitesse de courant la plus représentative de la station.

En cas de moins de huit habitats différents à échantillonner, on double l'habitat le plus représentatif, mais à une vitesse de courant différente de sorte à changer le couple substrat-vitesse. Cette précaution vise à diversifier les catégories de prélèvement et donc à optimiser la diversité de la liste faunistique tout en conservant la représentativité de l'échantillon par rapport à la station.

- **Matériel :**

L'échantillonneur de type Surber a un cadre qui mesure 1/20 de m². Le filet qui l'équipe a des mailles de 500 microns.

Les prélèvements sont immédiatement fixés au formol (4 à 10%). La vitesse superficielle de chaque habitat est estimée par classes.

- **L'identification :**

Une fois le tri effectué à l'aide de tamis de mailles différentes, les macroinvertébrés sont déterminés. L'unité taxonomique retenue par la norme est la famille, à l'exception de quelques groupes difficiles à identifier au-delà de la classe ou de l'embranchement. Ne sont retenus dans la liste faunistique de la station que les individus appartenant à l'un des 138 taxons définis par la norme IBGN et sous la forme larvaire, nymphale ou adulte (quand ce dernier stade a une vie aquatique).

- **Le calcul de la note :**

La norme retient 138 taxons (annexe n°2) qui interviennent dans le calcul de l'indice. Parmi eux 38 constituent 9 groupes faunistiques indicateurs (GI) listés dans la norme par ordre de polluosensibilité (annexe n°2), le groupe 9 regroupant les taxons les plus sensibles et donc les indicateurs de bonne qualité de l'eau.

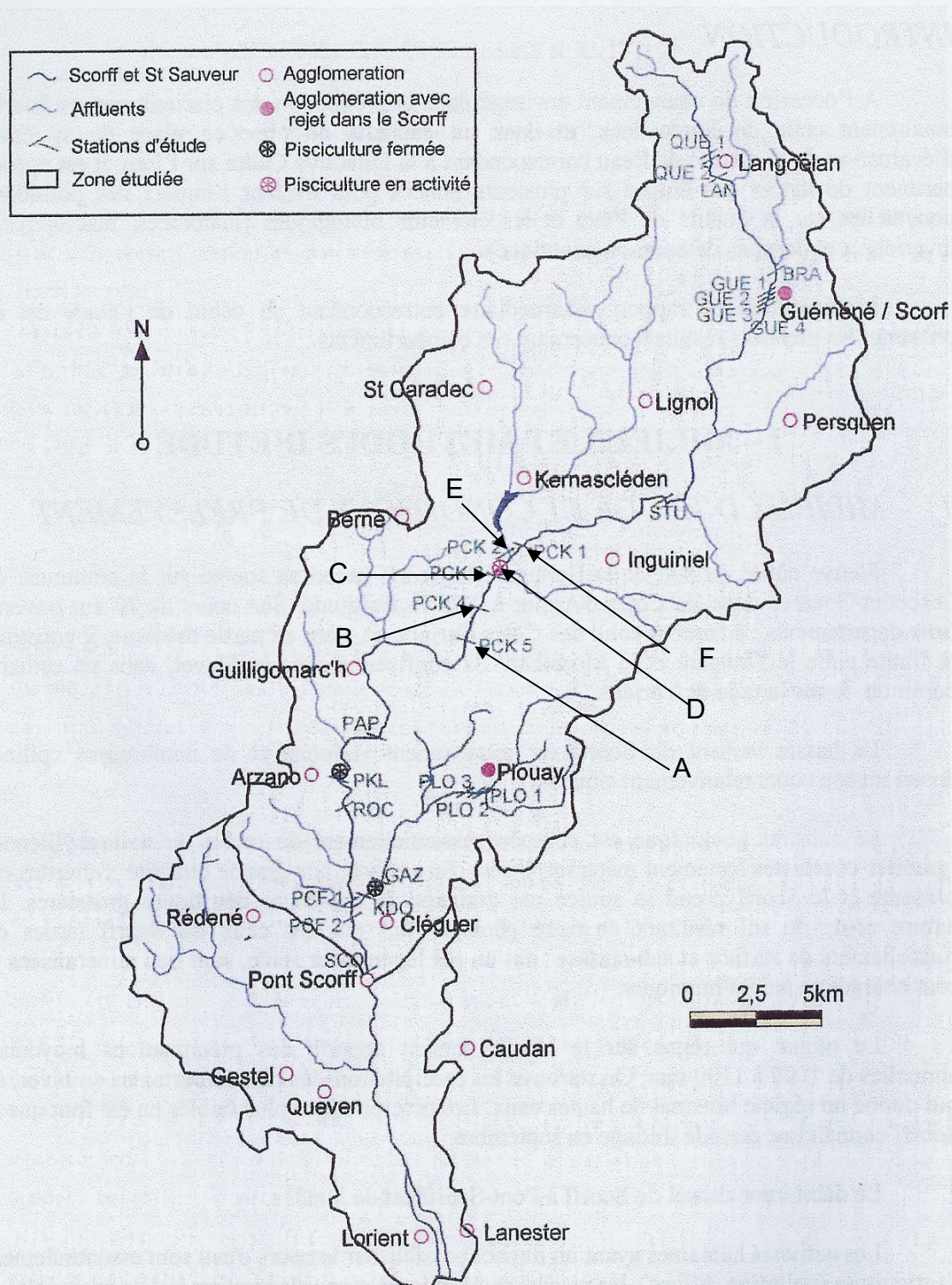
Pour chaque station, on détermine la variété taxonomique (VT), qui correspond au nombre total de taxons récoltés, et le groupe indicateur de l'échantillon en se référant au tableau fourni par la norme et proposant la liste des taxons associés à leur valeur indicatrice, de 9 à 1 (annexe n°2). La note est trouvée en croisant la colonne et la ligne correspondant aux valeurs de GI et VT sur ce même tableau. Si aucun taxon indicateur n'est trouvé, la note IBGN est de 0.

3.2 Application de l'IBGN à l'étude

3.2.1 Les stations de prélèvement

Dans le but de quantifier l'impact de la pisciculture de Pont-Calleck, six stations de prélèvements ont été définies sur le Scorff : A, B, C, D, E et F.

Figure n°2 : Situation des stations de prélèvement IBGN



Les stations A et B sont situées bien en aval de la pisciculture de façon à savoir si cette dernière exerce toujours une influence sur le Scorff, et à délimiter une zone d'influence.

La station C se trouve à l'aval immédiat du rejet de la pisciculture. Il sert à déterminer l'impact direct et immédiat de la pisciculture sur la faune benthique.

La station D est dans le bras du Scorff en débit réservé, une partie de l'eau étant captée pour alimenter la pisciculture.

La station E se situe sur le ruisseau de Pont-Calleck. Il permet de connaître l'influence éventuelle de ce ruisseau sur les peuplements benthiques.

Enfin, la station F est la station située le plus en amont sur le Scorff, avant la confluence avec le ruisseau de Pont Calleck. Elle sert de station de référence pour le reste des autres prélèvements.

3.2.2 Le matériel utilisé

Un échantillonneur de type "Surber" a été utilisé pour les prélèvements, conformément à la norme.

Pour le tri, quatre tamis de mailles différentes ont été employés : 2 mm, 1 mm, 500 μm et 250 μm .

Une loupe binoculaire de grossissement x6, x12, x25 et x50 a permis l'identification des invertébrés.

3.2.3 La détermination

Les différents macroinvertébrés ont été déterminés jusqu'au genre afin d'étudier les traits de vie de certains à partir d'un livre de détermination (TACHET et al., 2003).

Pour le calcul de la note et les comparaisons aux autres années, les résultats présentés ne tiennent compte que de la famille.

3.3 Caractéristiques des peuplements

(BACCHI M., 2003)

3.3.1 L'abondance des espèces (N = Q) : fréquence absolue

Le dénombrement des individus (n_i) de chaque espèce i dans un échantillon est effectué suite au tri et déterminations. La somme ($\sum n_i$) est l'abondance. Il s'agit d'une mesure de densité de l'abondance des organismes par unité d'échantillonnage. L'abondance relative d'une espèce est :

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^S n_i} = \frac{n_i}{N}$$

S : nombre total d'espèces

On peut classer les S espèces par rang décroissant d'abondance et déterminer dans cette succession des classes d'abondance – dominance.

$p_i \geq 0.05$: espèce dominante

$0.02 \leq p_i < 0.05$: espèce subdominante

$0.01 \leq p_i < 0.02$: espèce résidente

$p_i < 0.01$: espèce subrésidente

L'abondance apporte des renseignements sur le degré d'eutrophisation du milieu aquatique. Une grande abondance traduit un degré d'eutrophisation élevé.

3.3.2 La richesse ou variété spécifique S

La richesse ou variété spécifique d'un peuplement est le nombre d'espèces qui le constituent.

Cette variable nous renseigne sur la qualité du peuplement en mesurant l'ampleur de la gamme des espèces. C'est l'analogue au niveau du peuplement de l'étendue de la variation de l'abondance au niveau de chaque espèce. On met souvent en rapport la valeur S avec le nombre de niches disponibles dans le milieu.

3.3.3 La fréquence

C'est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus (abondance relative x 100)

3.3.4 La diversité spécifique

3.3.4.1 Indice de diversité de Shannon et Weaver (1949) : H'

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

H' mesure la diversité d'un peuplement total.

La diversité permet de comparer des peuplements différents ou l'état d'un même peuplement à des moments différents. Si pour un même peuplement, H' ne varie que dans des limites étroites au cours du temps, on peut considérer que le peuplement est homogène.

Une diversité élevée caractérise un peuplement mûr ou sénile avec une composition spécifique complexe et des abondances faibles. Ceci traduit des conditions favorables et/ou un milieu diversifié.

Une diversité faible caractérise un peuplement jeune, doté d'un haut pouvoir de multiplication (grandes abondances) et dominé par certaines espèces. Ceci traduit des conditions défavorables et/ou un milieu spécialisé.

3.3.4.2 Diversité maximale

H' est maximale quand il existe une équirépartition des espèces, c'est-à-dire quand $p_i = 1/S'$ pour toutes les espèces

$$H'_{\max} = \log_2 S'$$

La valeur H'_{\max} n'est jamais atteinte dans la nature.

3.3.4.3 Diversité minimale

H' est minimal quand $(S'-1)$ espèces représentées par 1 individu et 1 seule espèce par $N - S' + 1$ individus d'où

$$H'_{\min} = - \frac{S' - 1}{N} \log_2 \frac{1}{N} - \frac{N - S' + 1}{N} \log_2 \frac{N - S' + 1}{N}$$

3.3.5 La diversité relative ou équitabilité ou régularité (J')

Les valeurs que prennent les indices de diversité dépendent à la fois de la richesse spécifique S' et de la répartition des effectifs n_i entre les différentes espèces. Des peuplements de physionomie différente peuvent avoir la même diversité. C'est pourquoi on calcule une diversité relative en rapportant la diversité mesurée à la diversité maximale que puisse atteindre le peuplement (équirépartition des effectifs entre les S' espèces présentes).

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S'}$$

L'équitabilité varie entre 0 (une seule espèce présente) et 1 : équirépartition des effectifs des S' espèces ($0 \leq J' \leq 1$). Quand $J' \geq 0.8$, on considère que le peuplement est équilibré.

3.3.6 La dominance

L'indice de dominance q de Simpson (1949)

La dominance représente la probabilité d'obtenir le même taxon, donc $(1 - q)$ un taxon différent, en tirant au hasard deux fois de suite un individu du peuplement. Cette notion exprime la probable influence exercée par une espèce sur un peuplement.

$$q = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Cette probabilité est grande dans le cas où les taxons dominants sont bien représentés.

3.3.7 La redondance R'

$$R' = \frac{H'_{\max} - H'}{H'_{\max} - H'_{\min}}$$

La redondance est l'estimation du chemin qu'il reste à parcourir à un peuplement pour qu'il atteigne son optimum fonctionnel.

3.4 La méthode EPT (*Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères*)

Cette méthode est utilisée par les Américains qui ont pris l'habitude de s'intéresser systématiquement aux trois ordres les plus sensibles et placés en haut des groupes indicateurs : les Plécoptères, les Trichoptères et les Ephéméroptères. Il se contentent de prélever une centaine d'individus dans un ou deux substrats biogènes et regardent la proportion de ces taxons par rapport à l'effectif total (BARBOUR et al., 1999).

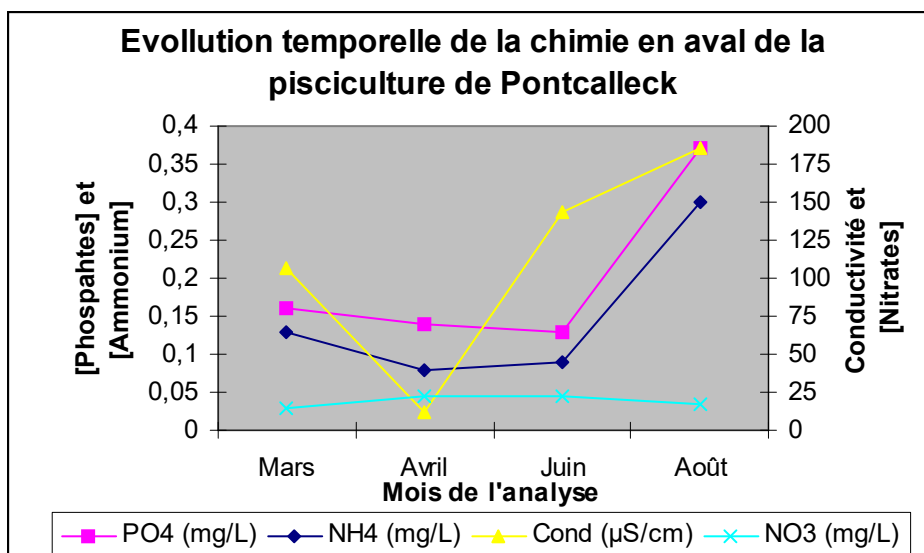
IV – Qualité du milieu autour de la pisciculture

4.1 Qualité physico-chimique de l'eau

Les mesures et prélèvements physico-chimiques sont réalisés chaque mois, sur chaque station par un technicien de l' UMR EQHC de l' INRA, D. HUTEAU. Durant les mois de mai et juillet, ils n'ont pas été effectués.

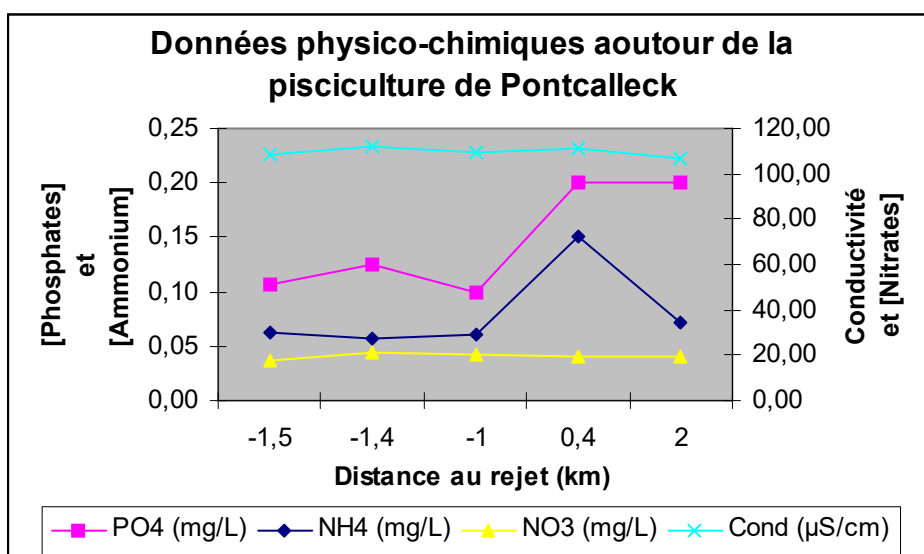
A partir de l'ensemble des résultats d'analyses chimiques effectuées sur le Scorff, deux tableaux (Figures n°3 et n°4) ont été dressés afin de montrer les évolutions spatiales et temporelles de la qualité des eaux autour de la pisciculture de PontCalleck. Seuls quatre paramètres sont représentés, c'est-à-dire ceux qui semblent les plus judicieux parmi les nombreux à notre disposition.

Figure n°3: Evolution de quatre paramètres chimiques effectués au niveau de la station aval de la pisciculture de Pontcalleck de mars à août 2004



Ce graphique, montrant l'évolution de différents paramètres entre mars et août 2004 au niveau de la station directement en aval du rejet, nous indique que quel que soit le paramètre étudié, les eaux subissent un pic de concentration de substances entre juin et août. Cela provient vraisemblablement d'un effet conjoint entre l'augmentation de l'activité de la pisciculture (rejets massifs d'ammoniaque) et une diminution du niveau de l'eau (sur-concentration des produits présents). Quoi qu'il en soit, le cours d'eau est à cette période plus vulnérable aux rejets de l'installation.

Figure n°4: Evolution de quatre paramètres physico-chimiques autour de la pisciculture de Pontcalleck. Moyennes des valeurs sur mars, avril, juin et août 2004



Ce graphique illustre la variation des mêmes paramètres chimiques en amont et en aval du rejet de la pisciculture du mois de mars au mois d'août (encadrant la date de la campagne IBGN). Si les nitrates et la conductivité semblent rester constantes entre l'amont et l'aval du rejet, en revanche les moyennes sur six mois des concentrations en ammonium (0.06 à 0.015 mg/l) et en phosphates (0.10 à 0.20 mg/l) subissent une hausse assez spectaculaire. Toutefois il faut relativiser ce constat . En effet, ces moyennes sont basées sur des prélèvements quasi mensuels et non sur des prélèvements journaliers. Ceci introduit très certainement des erreurs, mais ces augmentations semblent quand même montrer une augmentation des concentrations en NH_4 et PO_4 due à la pisciculture.

D'une façon générale, la valeur du pH de l'eau (voir annexe 4) augmente régulièrement d'amont en aval du cours d'eau, ce qui témoigne d'un enrichissement continu des eaux en éléments alcalins. Notons que l'oxygène dissous n'a pas été inclus dans la campagne de mesures. En effet, la morphodynamique global du Scorff fait que ses eaux sont constamment sursaturées en oxygène, hormis dans quelques zones lenticues.

4.1 Qualité d'eau à travers l'IBMR

4.1.2 L'IBMR

L'IBMR ou Indice Biologique Macrophytique en Rivière, est un indice permettant d'estimer la qualité d'eau à travers l'étude des végétaux aquatiques.

Il se compose de deux relevés : un relevé mésologique et un relevé floristique qui consiste en une recherche systématique de toutes espèces aquatiques visibles à l'œil, comprenant les colonies bactériennes, de champignons, de cyanobactéries, les micro-algues, les bryophytes, les lichens aquatiques, les ptéridophytes et les phanérogames..).

Dans cet indice, une liste d'espèces contributives est retenue. Pour chacune d'elle, une cote spécifique ainsi qu'un coefficient d'euryécie-sténoécie sont attribués.

Le calcul de l'indice est basé sur le caractère sténoèce/euryèce (E_i), le coefficient de recouvrement (réparti en 5 classes)(K_i) et une cote spécifique (de 0 à 20) (C_{si}) de chaque espèce contributive.

$$I.B.M.R. = \frac{\sum_i E_i * K_i * C_{si}}{\sum_i E_i * K_i}$$

L'interprétation des résultats de l'IBMR est réalisée par l'intégration de ces résultats dans une grille de qualité à cinq niveaux.

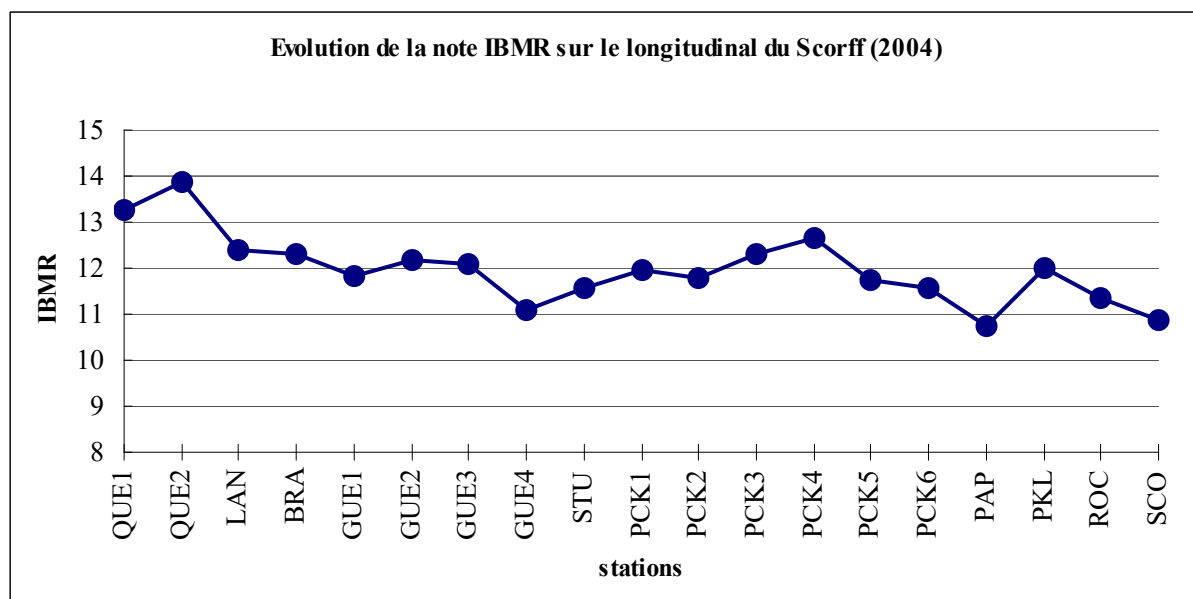
Tableau n°1 : Grille de qualité de la note IBMR (AFNOR, 2003)

Note I.B.M.R.]0-8]]8-10]]10-12]]12-14]]14-20]
Qualité écologique	Mauvaise	Médiocre	Passable	Bonne	Très bonne

4.1.3 Résultats IBMR des stations d'étude

Les stations IBMR autour de la pisciculture de Pontcalleck sont nommées PCK 1, PCK 2, PCK 3, PCK 4, PCK 5 et PCK 6. Elles correspondent respectivement aux stations F, E, D, C, B et A de l'IBGN.

Figure n°5: Evolution de la note IBMR sur le longitudinal du Scorff.



On remarque sur ce graphique une chute importante de la note au niveau de la station *PCK 5* d'environ 1 point (qui correspond à la station B de l'IBGN, c'est à dire la station en aval du rejet de la pisciculture). Toutes les stations au niveau de Pontcalleck reflètent une qualité d'eau passable, sauf les stations C et D qui semblent indiquer une bonne qualité d'eau.

V - Résultats des IBGN

5.1 Année 2002

Tableau n° 2: Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2002

	2002					
	A	B	C	D	E	F
Abondance N	6451	5031	15046	8968	10193	5736
Variété S	45	49	49	51	44	51
Diversité H'	3,766	3,481	2,416	2,855	3,14	3,406
H' max	5,492	5,615	5,615	5,672	5,46	5,672
H' min	0,096	0,131	0,049	0,081	0,062	0,121
Equitabilité J'	0,689	0,62	0,43	0,503	0,576	0,6
Dominance q	0,113	0,154	0,378	0,0239	0,184	0,175
taxon indicateur	Brachycentridae					Perlodidae
Groupe indicateur	8	8	8	8	8	9
Abondance taxon indic	271	132	109	190	34	3
Abondance relative des taxons indicateurs	0,0420	0,026	0,007	0,021	0,003	0,0005
dominance / résidence	subdominante	subdominante	subrésidente	subdominante	subrésidente	subrésidente
Note IBGN	20	20	20	20	19	20
Remarques	Moulin de Coët Crèn très en aval de la pisciculture	aval de la pisciculture	pisciculture	Q réservé	bras de Pontcallec	amont de la confluence avec le bras
Cours d'eau	Scorff	Scorff	Scorff	Scorff	affluent	Scorff
redondance R'	32,0%	38,9%	57,5%	50,4%	43,0%	40,8%

Les résultats IBGN (annexe 5) sur le Scorff paraissent à première vue excellents. En effet, la note IBGN est de 20/20 partout sauf sur l'affluent où elle est de 19/20. Dans tous les cas, le taxon indicateur est Brachycentridae, excepté pour la station la plus en amont (F) où le taxon indicateur est Perlodidae. Ce dernier n'est présent qu'avec trois individus. Il faudrait une station plus en amont afin de savoir si on en retrouve de façon conséquente ou si ce sont des individus qui ont dérivé, provenant par exemple d'affluents..

Mais ces notes seules ne permettent en rien de savoir si le milieu fonctionne bien.

L'abondance est très élevée au niveau de la pisciculture (C : 15046 individus) et dans l'affluent (E : 10193). Ceci traduit un fort degré d'eutrophisation de la rivière et de l'affluent. Ce fort degré dans le Scorff est directement une conséquence de la pisciculture, et dans l'affluent des STEP qui se déversent en amont de l'étang et de l'étang lui-même. On constate que dans le bras de rivière en débit réservé (D), cette abondance est supérieure à l'abondance "normale" obtenue dans les autres stations à savoir un nombre d'individus qui oscillent entre 5000 et 6500. Cette supériorité de l'abondance pourrait s'expliquer d'une part par l'influence des eaux de l'affluent, par un changement des paramètres physiques dus à la diminution des débits et par l'existence de la retenue alimentant la pisciculture.

La variété est très grande sur le Scorff. Elle varie de 44 à 51 taxons différents, correspondant à des classes de variété allant de 12 à 14. Le Scorff présente donc d'importantes ou de nombreuses niches potentielles.

La diversité est moyenne à basse. Elle est de l'ordre de 3.4 à 3.77 sur le Scorff ce qui signifie que toutes les niches ne sont pas utilisées. On observe une nette diminution de H' en aval de la pisciculture ($H'_C = 2.4$). Cette baisse de H' est moins forte mais quand même importante dans le Scorff à débit réservé ($H'_D = 2.855$) du fait de la diminution des débits qui induit une diminution de l'utilisation des niches potentielles.

De plus, H' est loin de H'_{max} dans tout le cours d'eau d'où des disfonctionnements apparents dans le milieu et pas d'équirépartition des différentes espèces. Cet écart est bien plus important en C et D soit au niveau même de la pisciculture. En effet, la redondance est de 57.5% en C et de 50.4% en D contre une

valeur moyenne de 32 à 40 % sur le Scorff, ce qui signifie qu'au niveau de la pisciculture, la rivière est à moins de 50% de son fonctionnement optimal contre 60 à 70 % ailleurs. On remarque également que la rivière récupère bien dans le sens où sa redondance diminue très nettement dans les stations aval par rapport à la pisciculture.

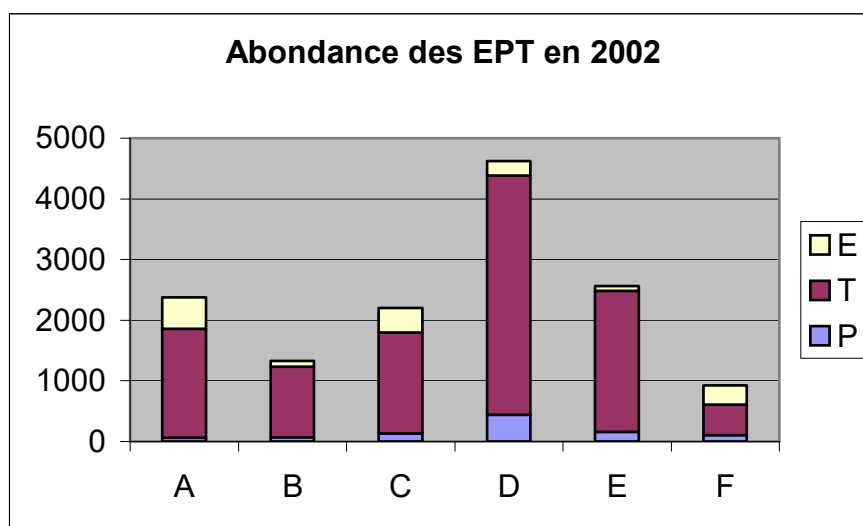
L'équitabilité est tout le temps < 0.8 sur le cours d'eau ce qui montre que le peuplement est déséquilibré et que l'utilisation des niches est partielle. En moyenne, J' se situe près des 0.6 – 0.7. Par contre, en aval direct de la pisciculture, J' chute à 0.43 ce qui prouve que la pisciculture accentue très nettement ce déséquilibre du peuplement macrobenthique. Il en est de même sur la partie amont de la pisciculture, avec la diminution des débits, mais dans une moindre mesure.

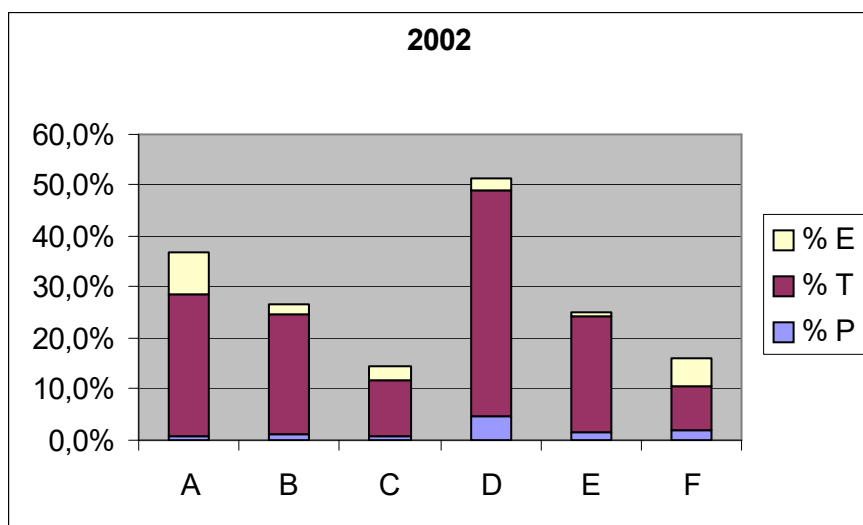
Le peuplement macrobenthique tend à se restructurer à l'aval la pisciculture car on observe une augmentation de J', qui tend même à se rapprocher d'un peuplement équilibré.

Donc, la pisciculture a un réel impact sur le Scorff même si ceci ne transparaît pas au travers de la note IBGN. Elle eutrophise localement le milieu (car l'abondance des individus triple). Les niches potentielles sont nombreuses (car la richesse S' est élevé) mais peu utilisées au niveau de la pisciculture (diversité H' faible).

Analyse des EPT

Figure n°6 : Evolution de l'abondance relative d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2002 (déterminés au niveau de la famille)





On observe une chute de l'abondance des EPT entre la station D et C (de 4619 individus à 2198). Ramenée à l'abondance totale, cette baisse est encore plus flagrante puisque l'on passe de 51.5% de l'effectif total à 14.6%. En effet, l'abondance totale des macroinvertébrés à la station C est la plus importante (15056 contre 5736 à la station F, la plus en amont). Elle est surtout le fait d'une forte présence de Chironomidae (8944 individus). De plus, cette abondance totale est très nettement supérieure à celle de la station D (5614).

On remarque aussi une diminution de l'abondance en EPT au niveau de la station B, par rapport à la C : on passe de 2198 individus en C à 1333 en B. Cette baisse a notamment pour origine la chute de l'abondance en Hydropsychidae (diminution de 1271 individus en C à 788 en B) et la diminution de l'abondance en Plécoptères (surtout pour les Nemouridae et dans une moindre mesure les Leuctridae). Par contre, on observe une augmentation de l'abondance relative des EPT en B puisque l'on passe de 14.6% en C à 26.5% d'EPT en B. Cette augmentation provient de la nette régression de l'abondance en Chironomidae qui chute de 8944 individus à 1537 entre ces deux stations.

Enfin, l'abondance et l'abondance relative des EPT augmentent au niveau de la station aval, confirmant bien que la qualité du peuplement s'améliore.

Donc, l'influence de la pisciculture se fait bien ressentir et ce particulièrement par une forte augmentation en Chironomidae.

5.2 Année 2003

Tableau n° 3 : Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2003

	2003					
	A	B	C	D	E	F
Abondance N	2424	2122	2435	3063	2040	2524
Variété S	37	47	41	42	42	39
Diversité H'	2,948	2,478	2,632	3,104	3,279	3,294
H' max	5,209	5,555	5,358	5,392	5,392	5,285
H' min	0,188	0,270	0,208	0,174	0,250	0,192
Equitabilité J'	0,566	0,446	0,491	0,576	0,608	0,623
Dominance q	0,223	0,404	0,303	0,212	0,188	0,166
taxon indicateur	Brachycentridae		Perlodidae		Brachycentridae	Perlodidae
Groupe indicateur	8	8	9	9	8	9
Abondance taxon indic	289	18	5	10	6	19
Abondance relative des taxons indicateurs	0,119	0,008	0,002	0,003	0,003	0,008
dominance / résidence	dominante	subrésidente	subrésidente	subrésidente	subrésidente	subrésidente
Note IBGN	18	20	20	20	19	19
Remarques	Moulin de Coët Crèn très en aval de la pisciculture	aval de la pisciculture	pisciculture	Q réservé	bras de Pontcallec	amont de la confluence avec le bras
Cours d'eau	Scorff	Scorff	Scorff	Scorff	affluent	Scorff
redondance R'	45,0%	58,2%	52,9%	43,9%	41,1%	39,1%

Tout comme en 2002, les résultats IBGN sur le Scorff (annexe 6) paraissent très bons. Les notes sont inchangées sauf à la station A qui diminue de 2 points (note de 18/20) et à la station F qui perd un point (19/20).

Les taxons indicateurs changent quelque peu. En effet, trois stations sur 5 sur le Scorff ont pour taxon indicateur les Perlodidae et ce pour les stations C, D, F c'est à dire toutes les stations de l'amont par rapport à la pisciculture. Les autres sites de prélèvement ont comme taxon indicateur les Brachycentridae. La majorité des stations amont se trouve donc dans le groupe indicateur 9.

L'abondance est relativement faible en comparaison avec l'année 2002 : elle varie de 2122 à 3063 sur le Scorff, avec pour maximum la station se situant dans le bras à débit réservé.

La variété diminue nettement par rapport à 2002. Cela peut venir des différences de dates de prélèvements : en 2002, les sites ont été échantillonnés le 30 août, et en 2003, le 30 mai. Tous les différents taxons ne sont pas forcément développés en mai, alors qu'en août-septembre, un bon nombre de larves le sont. Il apparaît quand même que le Scorff a beaucoup de niches potentielles car cette variété est élevée.

La diversité H' diminue nettement de l'amont vers l'aval : elle est de 3.294 sur la station la plus en amont (F), diminue faiblement sur le secteur à débit réservé (3.104) et chute brutalement en aval immédiat de la pisciculture ($H'_C = 2.632$). Elle atteint son minimum au niveau de la station B soit en aval de la pisciculture ($H'_B = 2.478$) et a des difficultés à augmenter plus en aval.

De plus, H' est toujours très éloigné de H'_{max} ce qui confirme un certain disfonctionnement du cours d'eau et une non équirépartition des différents taxons. Cet écart est bien plus important en aval immédiat de la pisciculture et au niveau de la station suivante en aval. En effet la redondance est de 52.9% en C et de 58.2% en B. Donc, le cours d'eau est à nouveau à moins de 50% de son fonctionnement optimal à l'aval immédiat de la pisciculture. Enfin, il semble que le cours d'eau a du mal à récupérer car la station la plus en aval a une diversité qui n'est que légèrement supérieure à celle en aval immédiat de la pisciculture. Il ressort donc de ce calcul que toutes les niches ne sont pas utilisées car la diversité est moyenne et que la pisciculture accentue encore ce non remplissage des niches.

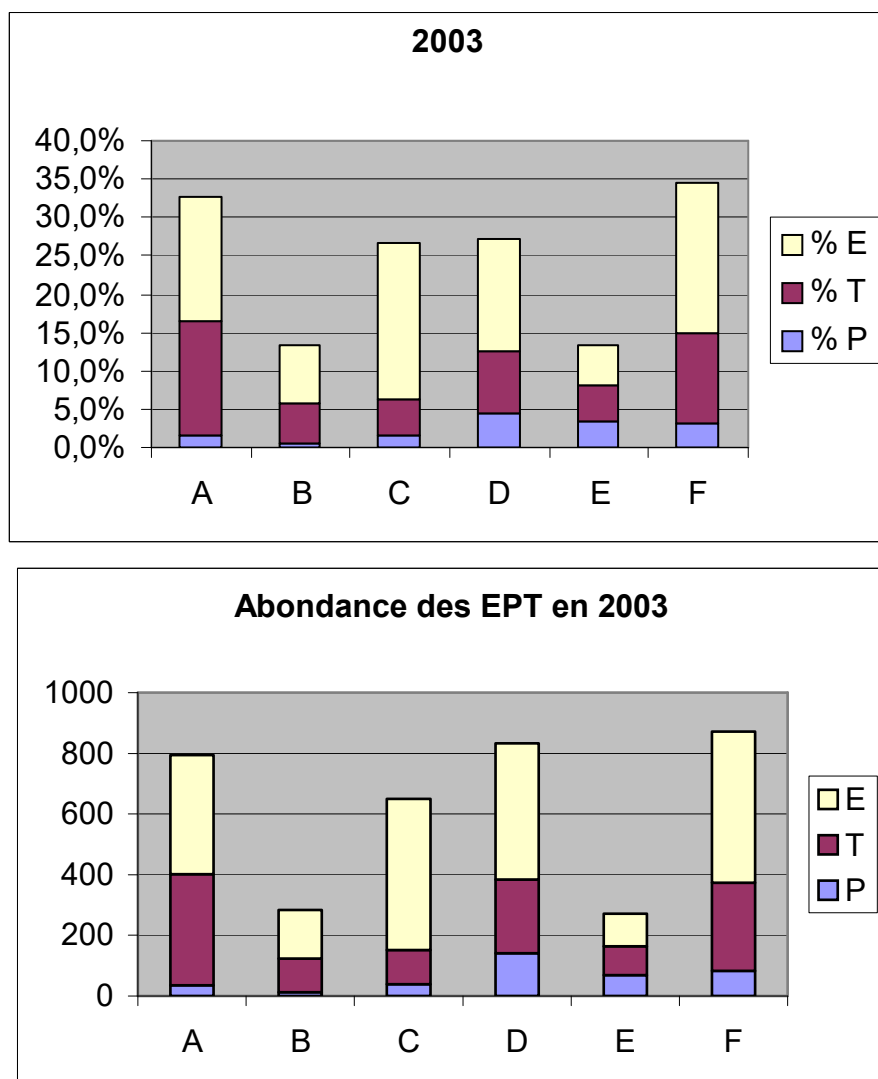
L'équitabilité est inférieure à 0.8 sur tout au long du Scorff sur les stations étudiées ce qui montre que les peuplements ne sont pas équilibrés. On voit très nettement qu'à partir de l'aval immédiat de la pisciculture, elle chute de façon importante ce qui

traduit bien l'influence de cette dernière sur l'équilibre des peuplements macrobenthiques. Cette équitabilité a même du mal à augmenter et à retrouver son niveau normal. Elle est même plus basse en aval à celle obtenue en 2002.

Donc, malgré des taxons plus polluosensibles présents qui semblent indiquer une amélioration de la qualité d'eau, les peuplements restent perturbés. Les niches écologiques semblent nombreuses mais peu ou partiellement remplies. Il faut toutefois prendre ces résultats avec prudence car les prélèvements n'ont pas du tout été effectués à la même saison en 2002 et en 2003, l'effet saison ayant un réel impact sur l'abondance et la variété. Il convient donc de comparer ces derniers résultats à ceux de la campagne de prélèvements de 2004.

Analyse des EPT

Figure n°7 : Evolution de l'abondance relative d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2003 déterminés à la famille



Les abondances des EPT sur les six stations présentent des variations importantes. Aux stations A, D et F, celles-ci sont assez comparables et avoisinent les 800 individus. Par contre, en terme d'abondance relative, on observe des différences. L'abondance relative de la station F, en théorie la moins perturbée est maximale et atteint 34.5 %, celle de la station A s'en approche (32.8%). Cependant, celle de la station D est nettement inférieure (27.2%).

Les abondances des autres stations diffèrent nettement. Ainsi, l'abondance de la station B est faible (284 individus). Celle située au niveau du rejet de la pisciculture est quand à elle inférieure à l'abondance de la station D (649 individus en C contre 833 en D).

Si l'on observe les abondances relatives, on remarque que la différence d'abondance entre les stations C et D n'est plus aussi flagrante (26.7% en C contre 27.2% en D). Cette faible différence a pour cause une abondance très forte en Elmidae en D (634 individus en D contre 112 en C) et une abondance totale un peu plus importante en D (3063 individus en D contre 2435 en C). Toutefois une hypothèse permettrait d'expliquer cette faible différence. La station D reçoit les eaux du Scorff (station F) et celles du bras de Pontcalleck (station E). Or, en E, l'abondance en EPT, comme l'abondance relative est très faible et bien en dessous de celles en F. De ce fait, ceci peut tirer vers le bas les abondances en D.

Enfin, on remarque une diminution des abondances en B, c'est-à-dire plus la station en premier aval lointain après celle du rejet, surtout du fait de la chute de l'abondance des Baetidae et des Ephemerellidae.

Donc, pour l'année 2003, la méthode des EPT ne prouve pas que la pisciculture a un impact sur les peuplements macrobenthiques du Scorff. Un effet habitat physique est peut-être à suspecter.

5.3 Année 2004

Tableau n°4 : Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2004

	2004					
	A	B	C	D	E	F
Abondance N	3206	3364	11841	4182	3190	4987
Variété S	43	41	44	48	47	41
Diversité H'	3,134	3,508	2,429	3,470	3,250	2,884
H' max	5,426	5,358	5,459	5,585	5,555	5,358
H' min	0,171	0,156	0,054	0,151	0,188	0,110
Equitabilité J'	0,577	0,655	0,445	0,621	0,585	0,538
Dominance q	0,181	0,136	0,311	0,145	0,157	0,220
taxon indicateur	Brachycentridae	Brachycentridae	Perlodidae	Perlodidae	Perlodidae	Perlodidae
Groupe indicateur	8	8	9	9	9	9
Abondance taxon indic	906	228	7	19	8	16
Abondance relative tax indic	0,283	0,068	0,001	0,005	0,003	0,003
dominance / résidence	dominante	dominante	subrésidente	subrésidente	subrésidente	subrésidente
Note IBGN	19	19	20	20	20	20
Remarques	Moulin de Coët Crèn très en aval de la pisciculture	aval de la pisciculture	pisciculture	Q réservé	bras de Pontcallec	amont de la confluence avec le bras
Cours d'eau	Scorff	Scorff	Scorff	Scorff	affluent	Scorff
redondance R'	43,6%	35,6%	56,1%	38,9%	42,9%	47,1%

Les résultats de l'année 2004 paraissent être très corrects. Les notes IBGN diffèrent quelque peu des années précédentes. Les stations A, E et F gagnent un point par rapport à 2003, tandis que la station B perd un point.

Les taxons indicateurs restent inchangés sur les différentes stations, excepté sur le bras de Pontcalleck où le taxon indicateur devient Perlodidae. De ce fait, toutes les stations amont, y compris l'aval immédiat de la pisciculture se situent dans le groupe indicateur 9.

L'abondance est plus forte que celle de l'année 2003 : elle varie de 3206 à 11841 sur le Scorff, le maximum se situant au niveau du rejet de la pisciculture. Cette abondance très élevée au niveau du rejet de la pisciculture traduit l'eutrophisation du cours d'eau directement imputable à cette dernière, même si sa production a diminué.

La variété est légèrement supérieure à celle de 2003 sur l'ensemble des stations, excepté sur la station B où elle diminue. Elle reste élevée sur le Scorff ce qui confirme donc que le Scorff a de nombreuses ou importantes niches potentielles.

La diversité est moyenne et même basse sur certaines stations. Globalement, elle oscille entre 3.134 et 3.470 ce qui indique que toutes les niches ne sont pas utilisées. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur qu'en 2003. Cependant, deux valeurs sont faibles. En effet, la diversité n'est que de 2.429 à la station C, soit au niveau du rejet de la pisciculture. Elle chute de 1 point entre les deux stations qui lui sont limitrophes. Cette baisse est due au fait que la variété est faible comparativement à l'abondance qui est très élevée. Le peuplement est dominé par certains taxons, notamment les Chironomidae et les Oligochètes.

La diversité baisse très fortement par rapport à l'année 2003 au niveau de la station F. Elle est de 2.884 en 2004 contre 3.406 en 2003. Cette chute est due au fait que les Elmidae et les Simuliidae dominent très largement le peuplement.

De plus, la diversité H' est toujours très loin de H'_{max} dans le cours d'eau, même si H'_{max} n'est jamais atteint dans la nature. Cette différence est la plus importante au niveau des stations C et F, soit au niveau du rejet de la pisciculture et de la station la plus en amont sur le Scorff. En effet, la redondance est de 56.1% en C et de 47.1% en F. Cela signifie qu'au niveau du rejet de la pisciculture la rivière n'est qu'à 44% de son fonctionnement optimal, contre près de 57% à 65% ailleurs. Le cours d'eau récupère bien en aval lointain de la pisciculture car sa redondance chute de 20%.

Sur le Scorff, l'équitabilité J' est toujours inférieure à 0.8 ce qui prouve que les peuplements macrobenthiques ne sont pas équilibrés et que l'utilisation des niches n'est pas totale. J' oscille entre 0.5 et 0.65 sur le Scorff, mais chute à 0.445 au niveau du rejet de la pisciculture. Cette baisse prouve l'impact de la pisciculture sur les peuplements macrobenthiques. On observe quand même une amélioration de cette équitabilité par rapport aux années précédentes surtout au niveau de la station B où elle est maximale. Donc, le peuplement macrobenthique tend à se restructurer en aval lointain de la pisciculture.

Donc, la pisciculture influe toujours de façon non négligeable sur le Scorff. Elle eutrophise très localement le milieu. En effet, au niveau du rejet, l'abondance est maximale et triple par rapport aux autres stations. La richesse S' est élevée sur l'ensemble des stations ce qui signifie que les niches potentielles sont nombreuses mais peu utilisées au niveau de la pisciculture du fait d'une diversité H' encore faible.

On observe également une amélioration au niveau des taxons polluosensibles tant au niveau de la famille (on note le changement de taxon indicateur sur la station E), que de leur abondance. On peut remarquer que l'abondance de ces taxons indicateurs en aval de la pisciculture augmente très fortement. A première vue, il semble donc que la qualité de l'eau s'améliore, même si les peuplements restent perturbés.

Il est pertinent de vérifier la robustesse des notes IBGN sur les six stations afin de se rendre compte si la note reflète réellement la qualité des peuplements.

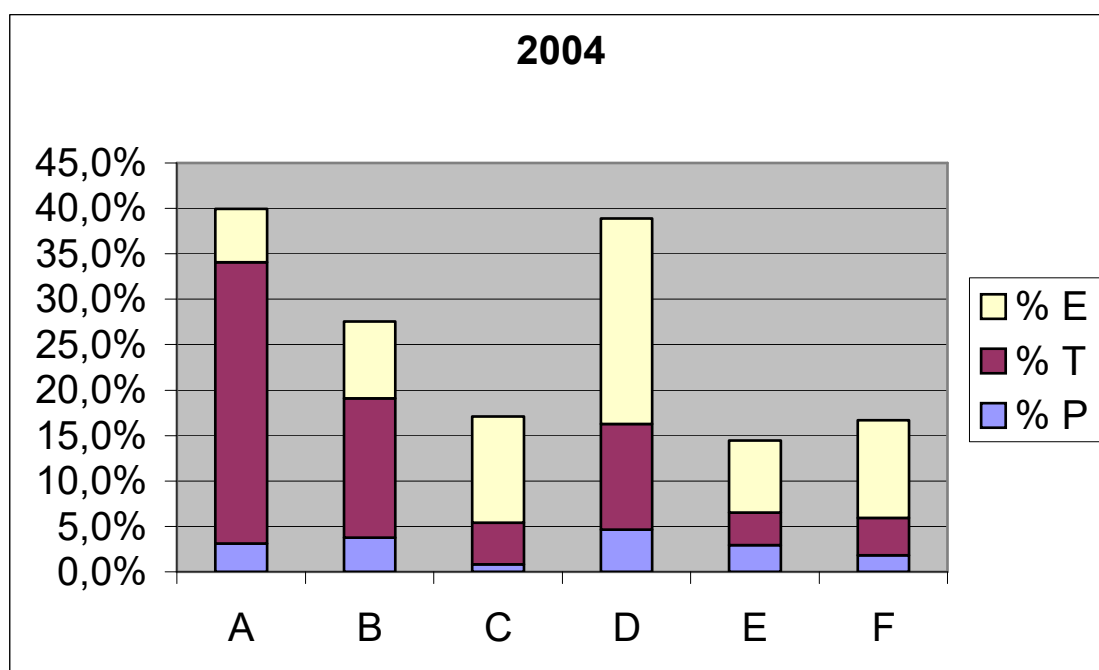
Tableau n°5 : Calcul de la robustesse de la note IBGN sur chacune des six stations.

Stations	A	B	C	D	E	F
Note IBGN	19	19	20	20	20	20
Note recalculée	19	17	19	20	20	18
Taxon indicateur	Leuctridae		Brachycentridae			
Groupe indicateur	7	7	8	8	8	8

Les notes varient peu. Elles changent sur trois des six stations. La note chute de 2 points au niveau des stations B et F car non seulement on change de groupe indicateur, mais aussi de classe de variété. De plus, la note baisse de un point au niveau de la station C car on change de groupe indicateur. Donc certaines notes sont peut-être surestimées mais les conclusions sur l'étude sont inchangées.

Analyse des EPT

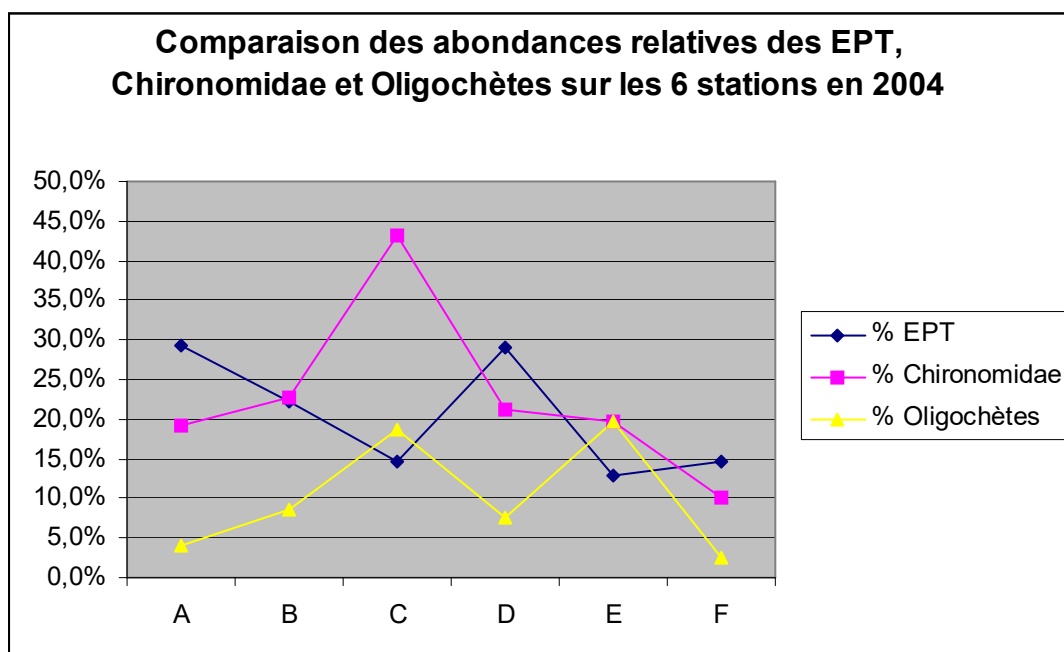
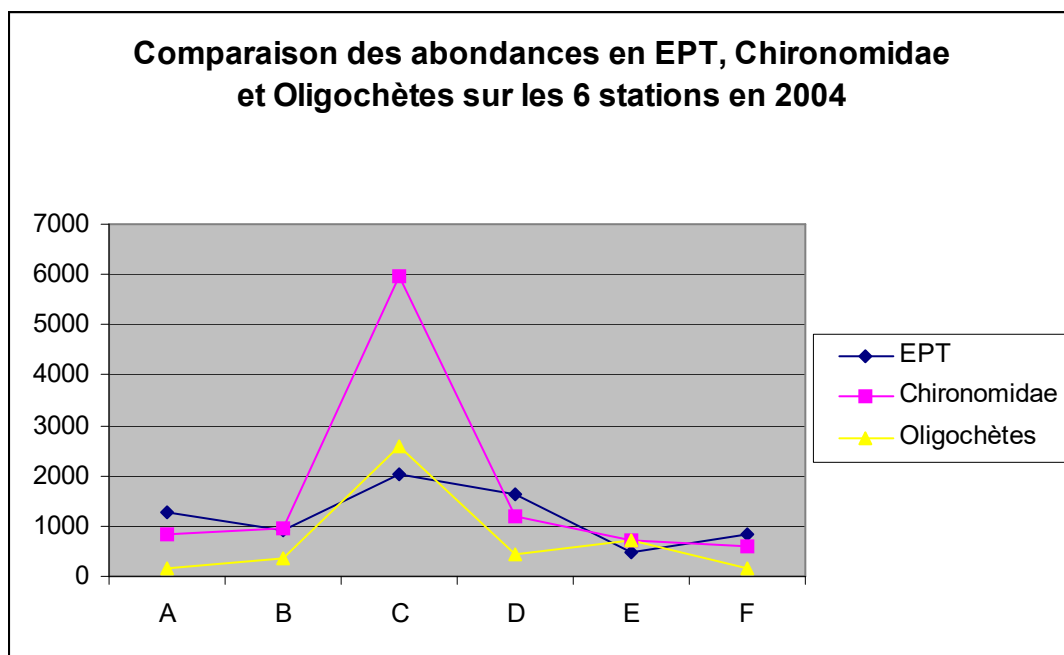
Figure n°8 : Evolution des proportions d'Ephémères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2004



Les résultats des abondances relatives des EPT donnent des résultats contrastés. On observe une chute importante de l'abondance relative des EPT au niveau du rejet de la pisciculture (station C). En effet, cette abondance relative diminue de 38.9% à 17.1%, alors que l'abondance des EPT augmente entre les deux stations: elle passe de 1626 à 2024 individus. Bien que l'on a une diminution de l'abondance en Plécoptères, on a une légère augmentation du nombre de Trichoptères (station D : 541 individus ; station D : 486 individus) due à une abondance bien plus importante en Hydropsychidae, et surtout une augmentation de l'abondance en Ephéméroptères (station C : 1387 individus; station D : 946 individus), imputable à l'augmentation très forte en Baetidae (on passe de 173 Baetidae au niveau de la station D à 718 Baetidae au niveau de la station D).

Cette forte diminution de l'abondance relative des EPT à pour origine une très forte augmentation de l'abondance en Chironomidae et en Oligochètes.

Figure n°10 : Représentation des abondances et abondances relatives des Chironomidae, Oligochètes et EPT sur l'ensemble des 6 station étudiées en 2004



Ces deux tableaux permettent de mieux comprendre les variations d'abondances relatives des EPT enregistrées au niveau des stations C et D.

Tout d'abord, on remarque une très nette augmentation de l'abondance en Chironomidae au niveau de la station C : elle est de 5962, contre 1188 au niveau de la station D. Cette tendance se répercute sur l'abondance relative : le Chironomidae dominant très largement le peuplement en C : ils représentent 43.3% du peuplement total, contre 21.2% en D.

D'autre part, on observe une augmentation de l'abondance en Oligochètes en C : elle est de 2575 individus, contre 423 en D. En terme d'abondance relative, ceci correspond à une augmentation de 11.2% ($p_{IC} = 18.7\%$ et $p_{ID} = 7.5\%$).

Sur les stations plus en aval, ces abondances en Chironomidae et Oligochètes diminuent. Ainsi, au niveau de la station B, on retrouve des valeurs identiques à celles de la station D, et ces abondances continuent de décroître très nettement en A.

Donc, ces variations semblent liées au rejet de la pisciculture, notamment du fait de la forte présence de Chironomidae qui s'alimentent pour la plupart de débris organiques fins.

VI – Etudes des traits de vie et comparaison interannuelle des peuplements

6.1 Etude des traits de vie des taxons les plus polluo-sensibles pour l'année 2004

6.1.1 Résultats des déterminations au genre sur les six stations en 2004

Le tableau ci-après présente les résultats des déterminations sur les six stations. La plupart des différents taxons ont été déterminés au genre, notamment ceux qui vont servir à étudier les traits de vie des taxons les plus polluo-sensibles, à savoir les taxons des ordres des Plécoptères, des Trichoptères et des Ephéméroptères.

Tableau n°6 : Résultats des déterminations au genre des macroinvertébrés sur les six stations étudiées

INSECTES		Stations	A	B	C	D	E	F
		Genre						
PLÉCOPTÈRES	Capniidae		0	0	0	0	0	0
	Chloroperlidae		0	0	0	0	0	0
	Leuctridae	Eulectra	96	111	88	149	85	55
	Nemouridae	Protonemura	4	15	1	26	1	21
	Perlidae		0	0	0	0	0	0
	Perlodidae	Perlodes	0	1	7	19	8	16
	Taeniopterygidae		0	0	0	0	0	0
TRICHOPTÈRES	Beraeidae		0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae	Brachycentrus	850	226	160	87	3	74
		Micrasema	56	2	0	140	0	13
		Oligoplectrum maculatum	0	0	1	1	0	2
	Ecnomidae		0	0	0	0	0	0
	Glossosomatidae	Glossosoma	0	0	0	0	0	9
	Goeridae		0	0	0	0	0	0
	Helicopsychidae		0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	Cheumatopsyche lepida	5	9	3	0	2	7
		Diplectrona felix	0	1	25	0	0	0
		Hydropsyche	14	51	289	90	70	36
	Hydroptilidae	Oxyethira	1	0	1	4	4	4

		Tricholeiochiton fagesi	0	0	1	1	0	0
		Orthotrichia	0	0	0	1	2	0
	Lepidostomatidae	Lepidostoma hirtum	3	177	1	4	0	3
	Leptoceridae	Athripsodes	0	2	2	1	1	5
		Setodes	0	0	4	0	0	0
	Limnephilidae	Allogamus	2	0	0	0	0	0
		Halesus	14	0	0	0	1	0
		Melampophylax	0	0	0	0	5	0
	Molannidae		0	0	0	0	0	0
	Odontoceridae		0	0	0	0	0	0
	Philopotamidae	Chimarra	1	0	0	0	0	0
	Phryganeidae	Agrypnia crassicornis	0	0	1	0	0	0
		Hagenella clathrata	1	0	0	0	0	0
		Oligostomia reticulata	0	1	0	1	0	0
		Trichostegia minor	0	3	0	0	0	10
	Polycentropodidae	Holocentropus	0	1	0	0	1	0
		Neureclipsis	0	0	0	4	0	0
		Plectonemia	0	0	0	2	0	0
		Polycentropus	5	4	8	24	3	2
	Psychomyiidae	Lype	1	0	1	0	0	0
	Rhyacophilidae	Hyperhyacophila	10	3	14	0	5	7
		Hyporhyacophila	15	1	0	0	0	8
		Pararhyacophila	0	1	9	36	8	1
		Rhyacophila s. stricto	0	1	1	4	0	0
	Sericostomatidae	Sericostoma	14	32	20	86	9	23
	Thremmatidae		0	0	0	0	0	0
ÉPHÉMÉROPTÈRES	Baetidae	Baetis	67	98	718	173	133	259
	Caenidae	Caenis	15	14	9	6	34	5
	Ephemerellidae	Ephemerella	94	160	653	763	73	273
	Ephemeridae	Ephemera	9	11	6	0	2	0
	Heptageniidae	Ecdyonurus	3	0	0	0	0	0
	Leptophlebiidae	Paraleptophlebia	0	2	1	4	11	0
	Oligoneuriidae		0	0	0	0	0	0
	Polymitarcidae		0	0	0	0	0	0
	Potamanthidae		0	0	0	0	0	0
	Prosopistomatidae		0	0	0	0	0	0
	Siphonuridae		0	0	0	0	0	0
HÉTÉROPTÈRES	Aphelocheiridae	Aphelocheirus	44	33	12	11	23	85
	Corixidae	Micronecta	1	0	0	0	0	0
	Gerridae	Gerris	0	1	0	3	5	2
	Hebridae		0	0	0	0	0	0

	Hydrometridae		0	0	0	0	0	0
	Naucoridae		0	0	0	0	0	0
	Nepidae		0	0	0	0	0	0
	Notonectidae	Notonecta	3	1	0	0	2	0
	Mesoveliidae	Mesovelia	4	0	1	1	0	0
	Pleidae		0	0	0	0	0	0
	Veliidae	Microvelia	23	2	2	3	1	54
COLÉOPTÈRES	Curculionidae		0	0	0	0	0	0
	Donaciidae	Macroplea	0	0	0	0	6	6
	Dryopidae	Dryops	0	0	0	1	0	1
	Dytiscidae	Deronectes	0	0	0	0	1	0
		Hydroporus	0	1	3	5	1	0
		Platambus	0	0	1	0	3	0
	Eubriidae		0	0	0	0	0	0
	Elmidae	Elmis	296	321	153	319	225	1142
		Esolus	3	1	30	0	0	1
		Limnius	191	183	64	112	161	175
		Macronychus	0	0	0	2	0	0
		Potamophilus	0	0	0	4	0	0
	Gyrinidae	Gyrinus	0	0	1	0	4	0
		Hydroporus	0	0	0	0	0	0
		Orectochilus	0	0	0	0	4	0
	Haliplidae	Brychius	2	1	1	0	0	0
	Helodidae		0	0	0	0	0	0
	Helophoridae		0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	Hydraena	0	0	1	0	0	10
		Limnebius	0	0	0	1	0	0
	Hydrochidae	Hydrochus	0	0	0	0	1	0
	Hydrophilidae	Coelostoma	0	0	0	2	1	0
		Hydrochara	1	0	0	0	2	1
	Hydroscaphidae		0	0	0	0	0	0
	Hygrobiidae		0	0	0	0	0	0
	Limnebiidae		0	0	0	0	0	0
	Spercheidae		0	0	0	0	0	0
DIPTÈRES	Anthomyidae		0	0	0	0	0	0
	Athericidae	Atherix	0	1	2	40	6	4
		Atrichops crassipes	0	0	1	3	15	0
	Blepharoceridae		0	0	0	0	0	0
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	7	3	13	16	5	11
		Dasyheleinae	0	0	0	16	0	0
		Forcipomyiinae	0	0	0	13	0	0
	Chaoboridae	Chaoborus	0	0	0	1	0	1
	Chironomidae	Chironomi	701	816	3229	1120	401	351
		Orthoclaadiinae	132	116	2457	57	278	224
		Tanypodinae	11	16	276	11	26	2
	Culicidae	Mochlonyx	0	0	0	12	0	0
	Dixidae		0	0	11	0	6	3
	Dolichopodidae		0	0	0	0	0	0
	Empididae	Clinocerinae	0	0	0	2	0	0
		Hemerodromiinae	0	0	0	1	0	0

	Ephydriidae		0	0	0	0	0	0
	Limoniidae		0	0	0	0	0	0
	Psychodidae		0	0	0	0	0	1
	Ptychopteridae		0	0	0	0	0	0
	Rhagionidae		0	0	0	1	0	1
	Scatophagidae		0	0	0	0	0	0
	Sciomyzidae		0	5	0	0	0	0
	Simuliidae	Simuliini	56	73	491	173	641	1787
	Stratiomyidae		0	0	0	0	0	0
	Syrphidae		0	0	0	1	0	0
	Tabanidae		0	0	0	0	0	0
	Thaumaleidae		0	0	0	0	0	0
	Tipulidae		0	0	0	0	0	0
ODONATES	Aeschnidae	Boyeria irene	0	0	0	0	2	0
	Calopterygidae	Calopteryx	0	0	0	1	2	0
	Coenagrionidae		0	0	0	0	0	0
	Cordulegasteridae	Cordulegaster	0	1	0	0	2	1
	Corduliidae		0	0	0	0	0	0
	Gomphidae	Ophiogomphus	1	0	0	2	1	0
	Lestidae		0	0	0	0	0	0
	Libellulidae		0	0	0	0	0	0
	Platycnemididae		0	0	0	0	0	0
MÉGALOPTÈRES	Sialidae	Sialis	1	0	0	8	0	0
PLANIPENNES	Osmylidae		0	0	0	0	0	0
	Sysyridae		0	0	0	0	0	0
HYMÉNOPTÈRES			2	1	0	1	0	0
LÉPIDOPTÈRES	Pyalidae		2	0	0	0	2	0
CRUSTACÉS								
BRANCHIOPODES			0	0	0	0	0	0
AMPHIPODES	Gammaridae		19	8	6	34	111	21
ISOPODES	Asellidae		1	0	1	0	0	0
DÉCAPODES	Astacidae		0	0	0	0	0	0
	Atyidae		0	0	0	0	0	0
	Grapsidae		0	0	0	0	0	0
	Cambaridae		0	0	0	0	0	0
MOLLUSQUES								
BIVALVES	Corbiculidae		0	0	0	0	0	0
	Dreissenidae		0	0	0	0	0	0
	Sphaeriidae	Pisidium	2	0	8	0	0	8
		Sphaerium	1	6	157	8	37	4
	Unionidae		0	0	0	0	0	0
GASTÉROPODES	Ancylidae	Ancylus fluviatilis	139	316	213	87	3	11
	Bithynidae	Bithynia	0	0	3	0	0	0
	Bythinellidae	Bythinella	6	3	4	0	0	0
	Hydrobiidae	Bythiospeum	2	27	0	0	0	0
		Potamopyrgus antipodarum	0	0	10	1	0	0
	Lymnaeidae	Myxas glutinosa	0	0	0	0	4	0
		Radix	5	23	19	8	9	3
		Stagnicola	0	1	0	0	0	0

	Neritidae		0	0	0	0	0	0
	Physidae		0	0	0	0	0	0
	Planorbidae	Armiger crista	0	0	0	0	1	0
		Gyraulus	0	0	0	0	6	0
	Valvatidae		0	0	0	0	0	0
	Viviparidae		0	0	0	0	0	0
PLATHELMINTHES	Dendrocoelidae		0	0	0	0	0	0
	Dugesidae		0	0	0	0	0	0
	Planariidae		0	8	1	0	4	10
NEMATHELMINTHES	Nématodes		0	3	1	3	1	1
ANNÉLIDES			0	0	0	0	0	0
ACHÈTES	Erpobdellidae	Erpobdella	0	0	0	1	0	0
	Glossiphoniidae	Braticobdella paludosa	0	0	1	0	0	0
		Glossiphonia	1	2	1	2	1	0
		Haementeria costata	1	3	0	1	0	0
		Helobdella stagnalis	0	0	1	0	1	0
	Hirudidae		0	0	0	0	1	0
	Piscicolidae		0	0	0	0	0	0
OLIGOCHÈTES			172	358	2575	423	702	151
HYDRACARIENS			96	103	67	45	21	82
HYDROZOAIRE			0	0	0	0	0	0
SPONGIAIRES			0	0	0	0	0	0
BRYOZOAIRE			0	0	0	0	0	0
NÉMERTIENS			0	0	0	0	0	0

6.1.2 Traits de vie étudiés

Suite aux recherches bibliographiques sur les impacts des piscicultures, il a été choisi d'étudier certains traits de vie qui permettraient de voir l'éventuel impact de la pisciculture sur les peuplements en macroinvertébrés.

Quatre traits de vie ont ainsi été retenus :

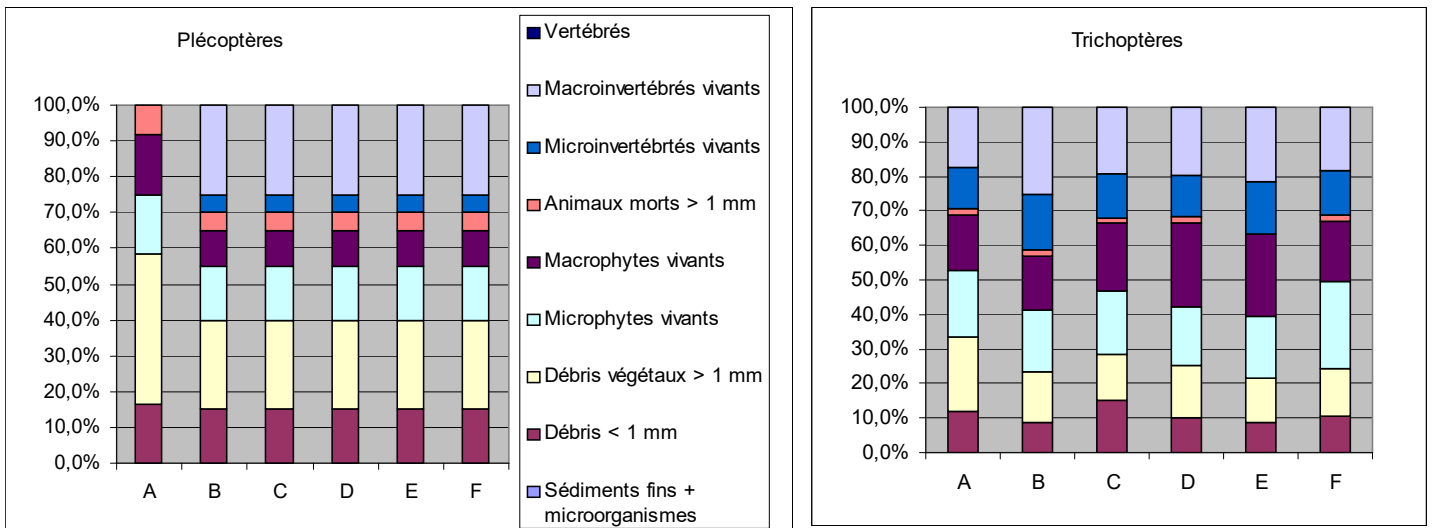
- le type de nourriture : il va permettre de nous informer sur les matières consommées par les macroinvertébrés.
- La température : on distingue deux types d'organismes en fonction de leur relation avec la température ; des organismes eurythermes, capables de supporter des variations importantes de température, et des organismes sténothermes qui ne peuvent supporter que des variations importantes de température de faible amplitude. De ce fait, l'étude de ce trait de vie va nous renseigner sur l'éventuel impact des eaux de rejets de la pisciculture.

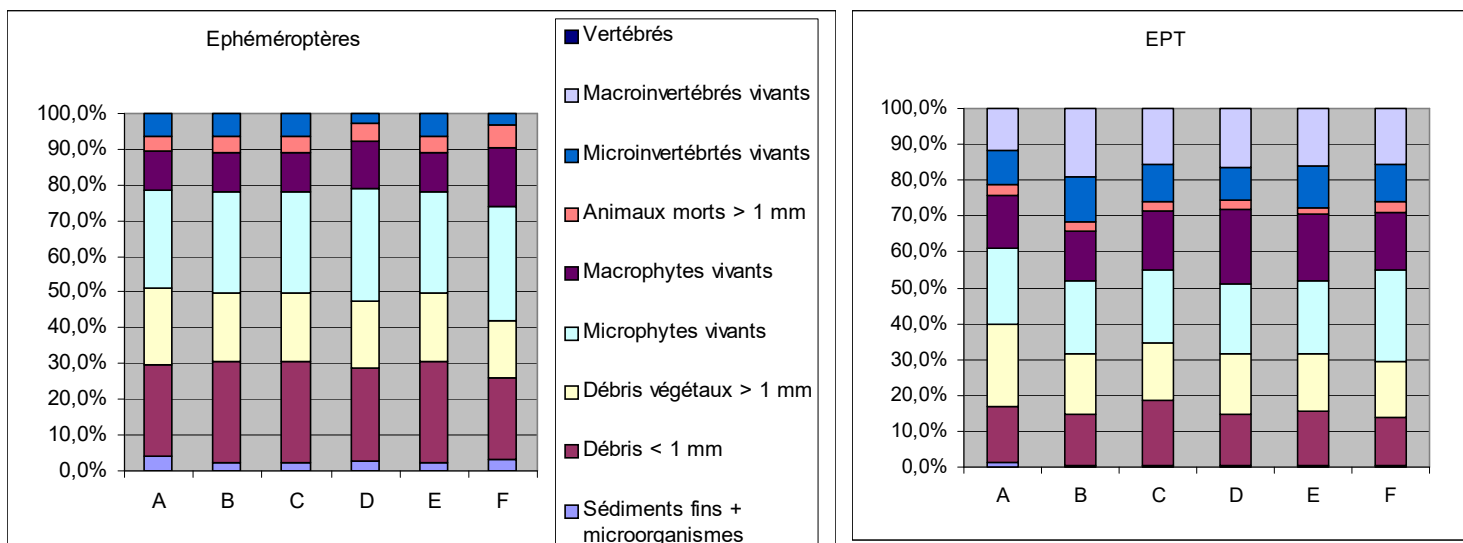
- Le degré de trophie : il est lié notamment à la teneur en azote et phosphore des eaux.
- La valeur saprobiale : il s'agit d'un indicateur de la qualité de l'eau, très relié à la teneur en matières organiques de l'eau. Il met en évidence la polluosensibilité des taxons à une pollution organique. On distingue ainsi cinq modalités pour classer les espèces en fonction de leur polluorésistance, d'où des espèces :
 - xénosaprobe : espèce pas du tout polluorésistante.
 - oligosaprobe : espèce faiblement polluorésistante.
 - β -mésaprobe : espèce relativement polluorésistante.
 - α -mésosaprobe : espèce polluorésistante.
 - polysaprobe : espèces très polluorésistante.

6.1.3 Etude des traits de vie

6.1.3.1 Le type de nourriture

Figure n°9 : Relation entre le type de nourriture et les EPT



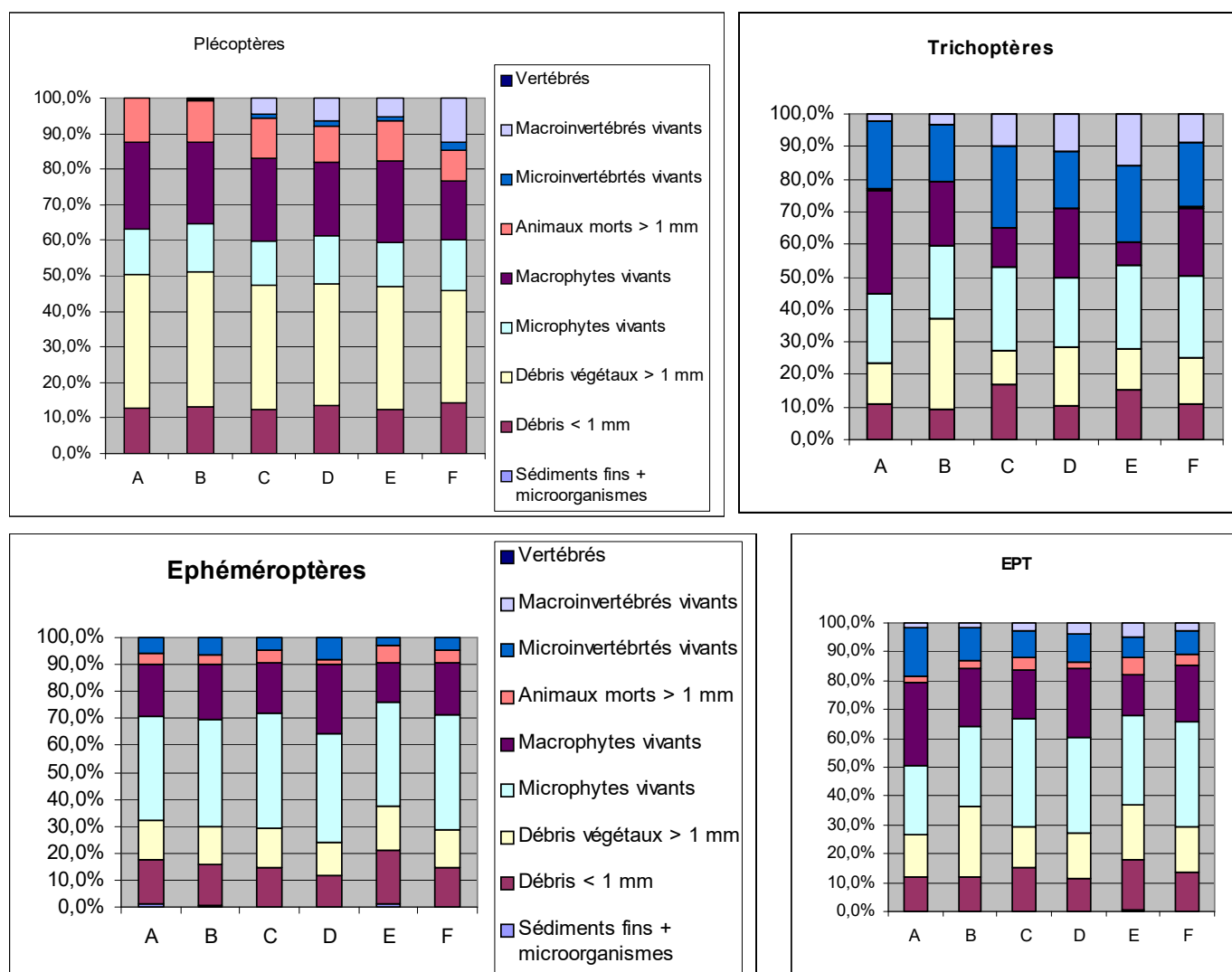


Chez les Plécoptères, on n'observe pas d'évolution dans les proportions d'affinité des taxons pour le type de nourriture, excepté au niveau de la station A où on a une disparition totale des prédateurs due à l'absence de *Perloides*. Autrement, quand ce taxon est présent, il représente près de 30% des modalités. Le reste est constitué de taxons mangeant des organismes végétaux (25%), et des débris.

Chez les Trichoptères, on observe des variations selon les stations, dues à des variétés nombreuses. 30 à 40% (station B) des différents Trichoptères sont des taxons prédateurs, notamment les Rhyacophilidae. Globalement, on observe une augmentation au niveau de la station C des affinités pour les débris < 1 mm et pour les microphytes.

Chez les Ephéméroptères, les représentations des différentes affinités sont quasiment constantes. On retrouve beaucoup de mangeurs de débris et de végétaux.

Figure n°10: Relation entre le type de nourriture et l'abondances relative des EPT



Chez les Plécoptères, on remarque une augmentation de la proportion de taxons se nourrissant de débris végétaux notamment, tandis que l'on a une diminution des prédateurs (diminution et disparition de *Perlodes*) dans les stations aval à la pisciculture.

Chez les Trichoptères, les proportions de taxons présentant des affinités pour les types de nourriture sont très variables du fait de la variété très grande en taxons. Cependant, on observe une augmentation du taux de taxons ayant une affinité pour les débris < 1 mm au niveau du rejet de la pisciculture, notamment due à l'abondance en *Hydropsyche* qui est très forte, conséquence éventuelle des matières organiques rejetées par la pisciculture.

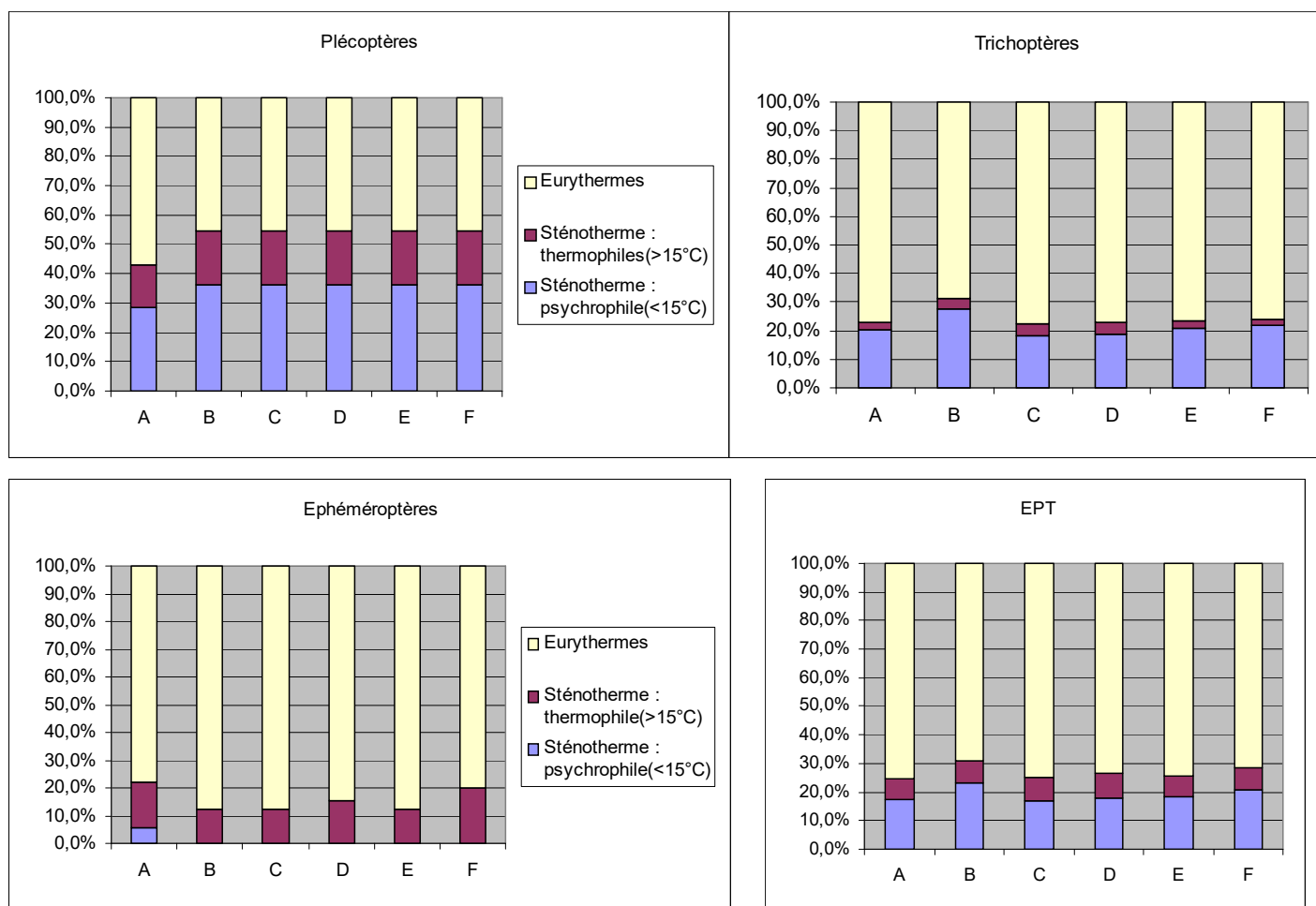
Chez les Ephéméroptères, on n'observe que très peu de variations des proportions de taxons présentant des affinités pour les différentes modalités. Tout

comme les Trichoptères, on observe une augmentation des taxons mangeant des débris < 1mm , ainsi qu'une augmentation de ceux qui mangent des débris végétaux au niveau de la station C.

Les proportions d'EPT présentant des affinités pour les débris < 1 mm augmente en C, laissant toujours penser à une réponse des peuplements à l'apport en matières organiques de la pisciculture. On remarque également que l'abondance des taxons mangeant des macrophytes vivants diminue aux profils de ceux qui ingèrent des microphytes vivants, probable réponse des peuplements non seulement à l'apport en matières organiques mais aussi à l'arrivée d'eaux plus chaudes de la pisciculture.

6.1.3.2 La température

Figure n°11 : Relation des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la température sur les six stations étudiées



Chez les Plécoptères, on n'observe que peu d'évolution dans les proportions d'affinités des taxons aux modalités caractérisant la température. Plus de 45% des taxons présents supportent des variations importantes de température sur 5 des 6 stations, la station A présentant un taux de taxons eurythermes > 57%. Cette augmentation peut avoir pour cause la présence d'un seuil plus en amont. Ce fort pourcentage a pour origine la présence d'*Euleuctra geniculata* sur les six stations, ce Plécoptère ayant une forte affinité pour cette modalité.

34% des taxons sont sténothermes et psychrophiles, c'est-à-dire qu'il s'agit d'insectes d'eaux froides ne supportant pas des variations importantes de température, excepté pour la station A (29%). Cette variation se justifie par l'absence de *Perlodes* au niveau de la station A, ce taxon ayant une affinité moyenne pour cette modalité.

Enfin, 18% des types de Plécoptères sont sténothermes et thermophiles, c'est-à-dire qu'il s'agit de taxons ne supportant pas des eaux froides et les grandes variations de température, excepté pour la station A (14%). Cette diminution est de la même façon imputable à la non présence de *Perlodes* qui présente une faible affinité pour cette modalité.

Chez les Trichoptères, les proportions d'affinité des taxons aux modalités caractérisant la température sont quasi constantes. 69% (station B) à 77% des Trichoptères sont eurythermes, la plupart d'entre eux ayant une forte affinité pour cette modalité. Près de 20% à 27% (station B) des Trichoptères sont sténothermes et psychrophiles. Enfin, près de 2% (stations A, E et F) à 4% (stations B, C et D) des Trichoptères déterminés sont sténothermes et thermophiles. Donc, au niveau des Trichoptères, on peut constater que la majorité des taxons est à même à supporter des variations importantes de températures. Par contre, l'abondance relative de ces taxons pourrait nous indiquer un éventuel impact thermique de la pisciculture sur le milieu.

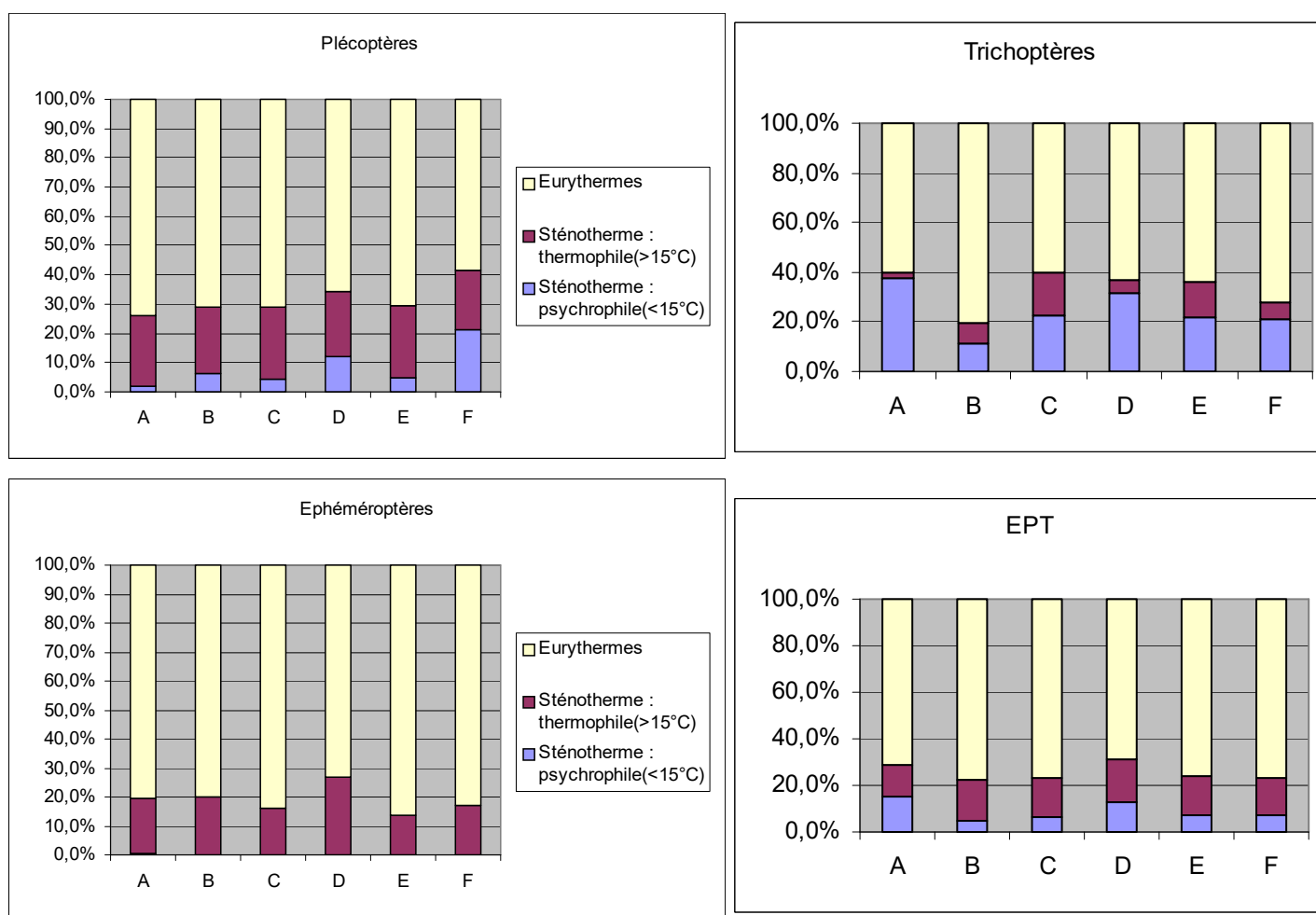
Chez les Epheméroptères, on observe une large prédominance des taxons eurythermes (de 79% à 87%). En effet, tous les taxons présentent une forte affinité pour cette modalité, excepté *Ephemerella* dont l'affinité est moyenne pour cette modalité. On note l'apparition pour près de 6% de taxons sténothermes et

psychrophiles au niveau de la station A. Ceci est dû à la présence d'*Ecdyonurus*, Ephéméroptère d'eaux vives, donc d'eaux plus fraîches.

A la vue du graphique final exprimant la relation entre les différents taxons des trois ordres et la température, aucune influence thermique de la pisciculture sur le cours d'eau n'apparaît.

Si on rapporte ces affinités aux abondances dans chaque prélèvement, les résultats diffèrent sensiblement.

Figure n°12 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la température sur les six stations étudiées



Chez les Plécoptères, on remarque une diminution progressive des proportions de Plécoptères sténothermes et psychrophiles au profit des Plécoptères eurythermes à cause d'une diminution de l'abondance relative en *Perlodes* et *Protonemura* de l'amont vers l'aval. Entre les stations D et C, cette diminution est importante. Les fortes abondances relatives en *Euleuctra geniculata* et leur prédominance entraînent cette tendance.

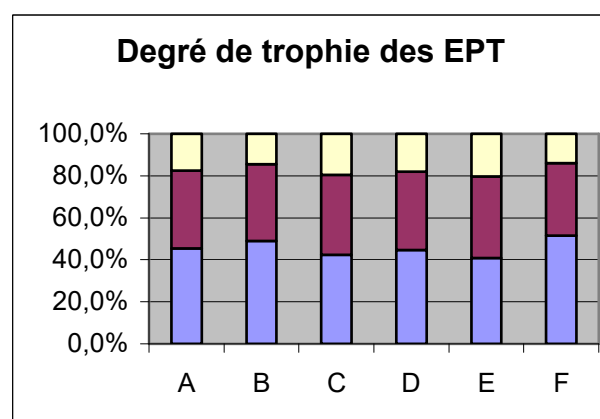
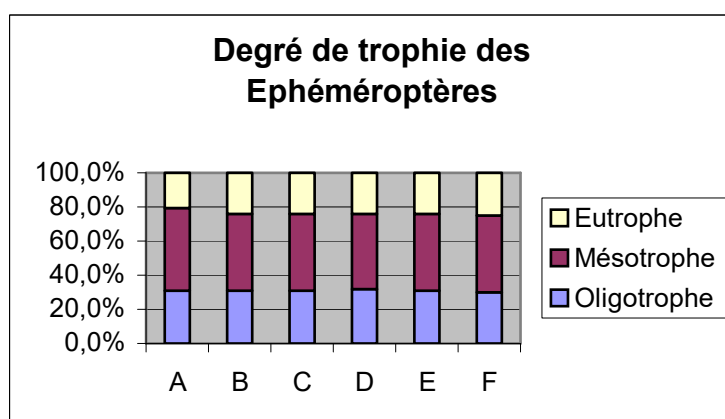
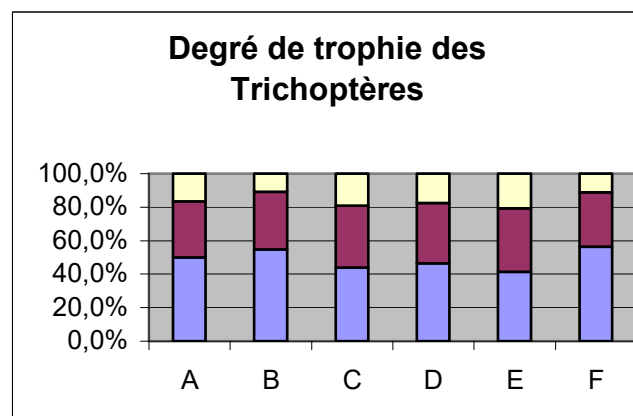
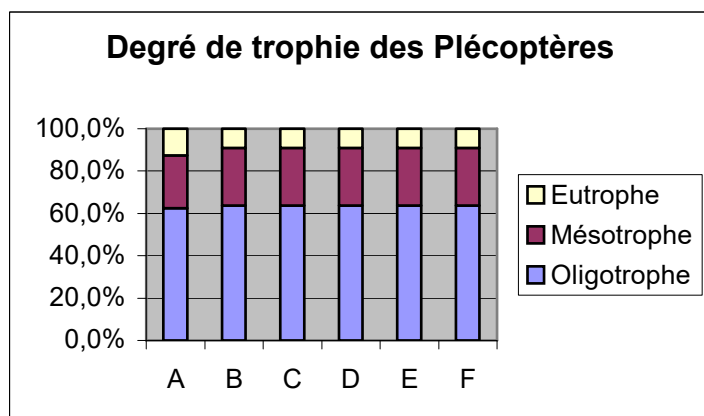
Chez les Trichoptères, l'influence thermique de la pisciculture semble beaucoup plus se révéler. En effet, on observe une nette augmentation de la proportion en taxons eurythermes en B, mais surtout des taxons sténothermes et thermophiles. Celle-ci a notamment pour origine une forte augmentation de l'abondance en *Hydropsyche* et en *Cheumatopsyche lepida*. Cette augmentation est notable au niveau du rejet de la pisciculture (station C).

Chez les Ephéméroptères, les peuplements sont dominés par des taxons eurythermes du fait de fortes abondances en *Baetis* et *Ephemerella*. L'augmentation du taux de taxons eurythermes entre D et C provient d'une augmentation très importante de *Baetis* (718 individus en C contre 173 en D), ce taxon supportant très bien les variations de température.

Enfin, à la vue du graphique représentant les EPT, on note une diminution globale des taxons sténothermes et psychrophiles au profit des taxons eurythermes en C. La pisciculture exerce donc une réelle influence sur la température de l'eau du Scorff.

6.1.3.3 Le degré de trophie

Figure n°13 : Relation (en présence-abondance) des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec le degré de trophie sur les six stations étudiées



Les Plécoptères présents sur les stations sont caractéristiques d'eaux oligotrophes pour plus de 60% des types de taxons. L'importance de cette modalité vient du fait que, sur les stations de B à F, on retrouve *Perlodes* dans les prélèvements (son affinité est moyenne pour cette modalité), et que *Protonemura* est présent sur l'ensemble des stations (son affinité est moyenne pour cette modalité). On observe une diminution de la proportion de cette modalité au niveau de la station A (de 63.6% en B, on baisse à 62.5% en A) à cause de la disparition de *Perlodes*. Il est à noter qu'au niveau de la station B, ce taxon n'est plus représenté que par un individu.

Près de 25% des types de taxons ont une affinité pour les eaux mésotrophes. En effet, *Euleuctra geniculata* et *Perlodes* ont une faible affinité pour cette modalité.

Enfin, près de 9% des types de taxons sont caractéristiques des eaux eutrophes. Il s'agit d'*Euleuctra geniculata* qui a une forte affinité pour les eaux riches en matières organiques et dans une moindre mesure (affinité faible), de *Perlodes* et de *Protonemura*.

Donc, à première vue, les peuplements en Plécoptères semblent caractériser des eaux oligotrophes, et l'impact éventuel de la pisciculture n'apparaît pas.

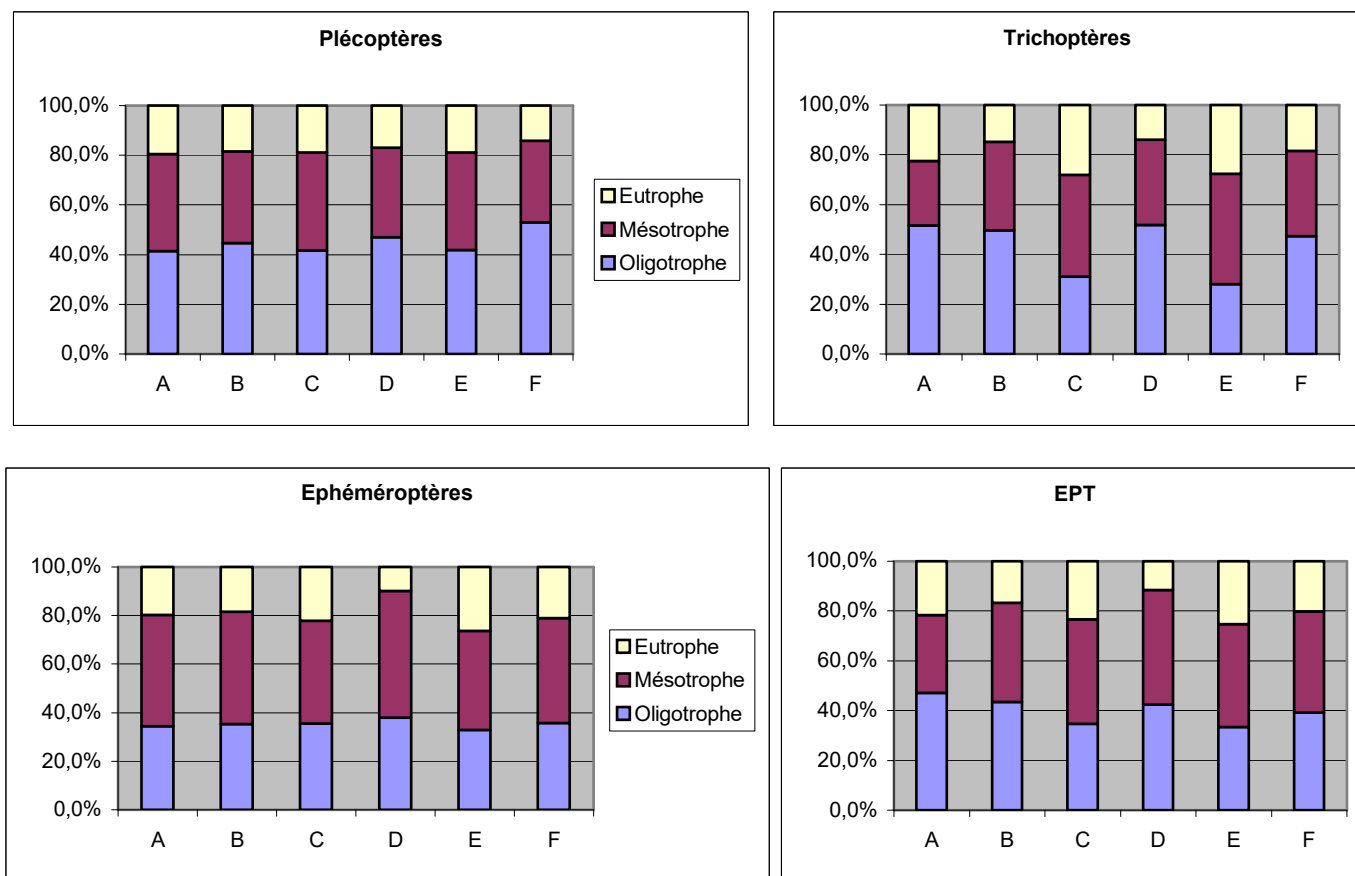
Les Trichoptères semblent présenter des résultats plus disparates. Près de 57% des différents taxons présents en amont (station F) symbolisent une eau oligotrophe, 32% une eau mésotrophe et 11% une eau eutrophe. Les eaux issues du bras de Pontcalleck apparaissent un peu plus chargées en matières organiques (M.O.) car on a une augmentation des peuplements symbolisant une eau faiblement à moyennement chargée en M.O. (38%), et une eau fortement chargée (21%). Ceci peut expliquer le fait qu'au niveau de la station D, les peuplements en Trichoptères reflètent apparemment une teneur en M.O. supérieure à celle de l'amont. Cette tendance s'accroît légèrement au niveau du rejet de la pisciculture (on ne retrouve seulement que 46% de taxons synonymes d'eaux oligotrophes). Par contre, il semblerait qu'il y ait une bonne assimilation des nutriments sur les stations plus en aval : plus de 50% des taxons présentent une affinité pour les eaux oligotrophes. La pisciculture semble donc avoir un impact sur la teneur en M.O.

Pour les Epheméroptères, les proportions de types de taxons présentant une affinité pour les différentes teneurs en M.O. n'évoluent presque pas du fait que l'on retrouve souvent les mêmes taxons sur toutes les stations. Seules les absences de *Paraleptophlebia*, d'*Ephemera* et d'*Ecdyonurus* sur quelques stations font quelque peu varier ces proportions. Il ressort que la majorité des taxons supportent des eaux faiblement à moyennement chargées en M.O.

A la vue du graphique final représentant les affinités des taxons des trois ordres, on peut s'apercevoir qu'il y a une légère diminution des proportions de taxons sensibles à la teneur en M.O. au profit des taxons appréciant les eaux plus chargées.

Par contre, si l'on tient compte de l'abondance relative des différents taxons, les impacts de la pisciculture sur la teneur en M.O. de l'eau peuvent être plus visibles.

Figure n°14 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec le degré de trophie sur les six stations étudiées



Au niveau de la station F, les peuplements en Plécoptères sont caractéristiques d'eaux eutrophes. En effet, 53,1% de l'abondance relative en Plécoptères a une affinité moyenne à forte pour les eaux oligotrophes. Cette proportion diminue en D à cause des eaux issues du bras de Pontcalleck qui semblent moins oligotrophes. On remarque une diminution des Plécoptères appréciant les eaux oligotrophes au profit de ceux ayant une affinité pour les eaux mésotrophes à eutrophes. En effet, entre D et C, la proportion de taxons caractéristiques des eaux oligotrophes diminue de 47% à 41,6%, tandis qu'elle augmente de 36% à 39,4% et de 16,9% à 19% pour le taux de taxons respectivement caractéristiques d'eaux mésotrophes à eutrophes. Cette augmentation est due à une diminution plus importante de l'abondance en *Perlodes* et *Protonemura*, qu'en *Euleuctra geniculata*. Plus en aval, les valeurs sont quasi

identiques *Perlodes* n'étant plus présent, et *Euleuctra geniculata* dominant très largement l'abondance en Plécoptères.

Chez les Trichoptères, les proportions de taxons caractéristiques des eaux oligotrophes sont relativement stables sur le linéaire du Scorff, excepté au niveau de la station C. En effet, ce taux chute de 51.9% à 31%, tandis que les proportions de taxons indicateurs d'eaux mésotrophes à eutrophes augmentent respectivement de 34.2% à 40.9% et de 13.9% à 28.1%. Ces augmentations symbolisant l'apport de matières organiques sont attribuables notamment à l'accroissement très fort du nombre d'*Hydropsyche* et à la réduction de l'abondance en *Sericostoma* et *Micrasema*.

Au niveau des stations plus en aval, les proportions tendent à se rapprocher de celles de la station F, même si au niveau de la station A le taux de taxons mésotrophes diminue au profit des taxons eutrophes, peut-être en raison du profond précédent le barrage de Coët-Cren, juste en amont de cette station.

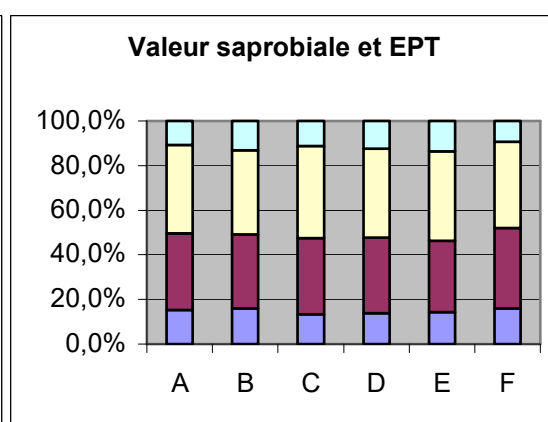
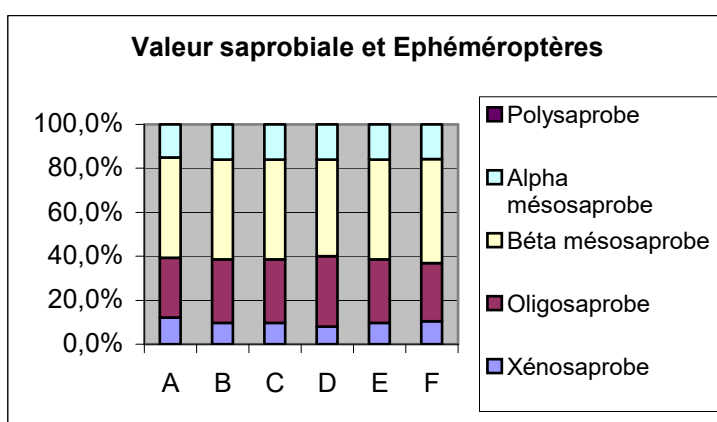
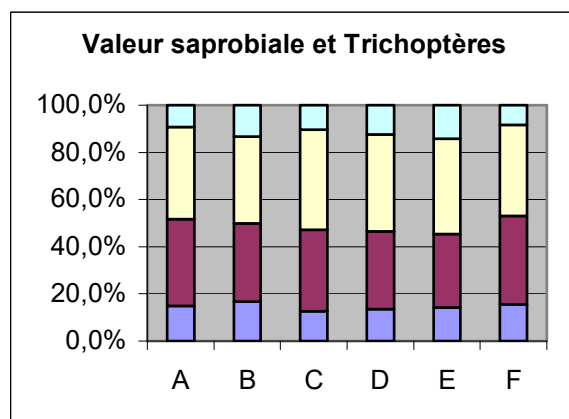
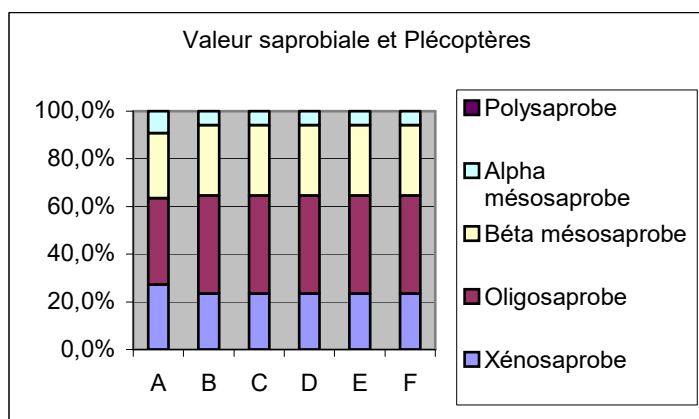
Les Ephéméroptères présentent encore moins de fluctuation du degré de trophie. A près de 80 % ils caractérisent des eaux faiblement à moyennement chargées en matières organiques. Cependant, on observe une augmentation de près de 10% de ces derniers en D, les individus appartenant au taxon *Ephemerella* étant largement majoritaires dans la représentation de cet ordre.

Sur le graphique des EPT, on remarque une diminution des proportions de taxons caractéristiques d'eaux oligotrophes au profit de ceux symbolisant des eaux plus fortement chargées en matières organiques au niveau de la station C. Cette diminution est surtout influencée par les diminutions observées chez les Trichoptères, et dans une moindre mesure chez les Plécoptères.

Donc, il semble que la pisciculture apporte de la matière organique et qu'elle eutrophise le Scorff.

6.1.3.4 La valeur saprobiale

Figure n°15 : Relation des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la valeur saprobiale sur les six stations étudiées



Les Plécoptères ne semblent pas affectés par les rejets de la pisciculture. En effet, on n'observe pas d'évolution nette des valeurs de saprobie. Plus de 60% des types de taxons ne sont pas ou faiblement polluo-résistants. Cette observation est faussée dans le sens où ces graphiques ne tiennent pas compte des abondances relatives des taxons. Le fait que *Perlodes* ne soit pas présent ou très peu au niveau des stations aval, et que l'abondance de *Protonemura* chute au niveau du rejet tend à prouver le contraire, ces deux taxons étant très polluosensibles.

Les Trichoptères semblent en revanche réagir plus franchement à ce trait de vie. Les variations observées sont aussi liées au fait que la variété en Trichoptères est nettement supérieure aux deux autres ordres d'insectes et notamment aux Plécoptères qui ne sont représentés que par trois taxons différents. On observe ainsi une diminution des proportions de taxons polluosensibles entre la station amont (53% sont polluosensibles), et la station de rejet de la pisciculture (47% sont polluosensibles). Cette diminution est imputable à la qualité des eaux du

bras de Pontcalleck, mais aussi à celles de rejets de la pisciculture. On observe ainsi une augmentation très nette de *Hydropsyche*, taxon polluo-résistant, et une diminution de taxons polluo-sensibles comme *Micrasema* et *Pararhyacophila*.

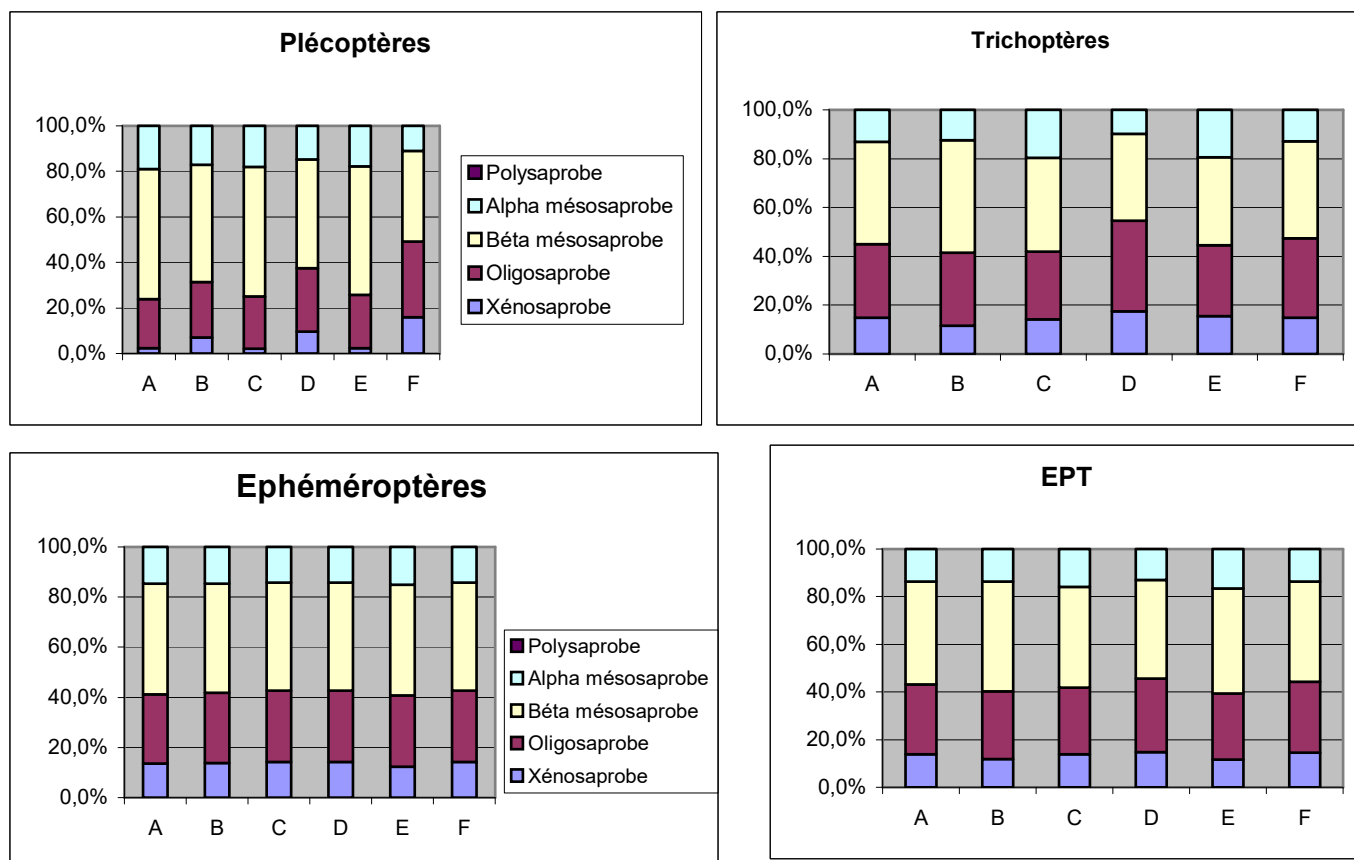
Cependant il convient d'étudier ce trait de vie en fonction des abondances relatives afin de mieux se rendre compte de l'impact de la pisciculture.

Les Ephéméroptères ne peuvent que peu nous renseigner sur l'impact de la pisciculture pour ce trait de vie. Les taxons omniprésents sur toutes les stations, à savoir *Baetis*, *Caenis* et *Ephemerella*, sont des taxons relativement polluo-résistants, même si des espèces qui les composent semblent présenter des traits de polluo-sensibilité (mais pour des affinités faibles). Seuls *Paraleptophlebia* et *Ecdyonurus* sont plus polluo-sensibles. Il est à noter que ce dernier n'est présent qu'au niveau de la station aval. En revanche, *Paraleptophlebia* fortement présente sur le bras de Pontcalleck a une abondance qui diminue au niveau de la station D. Il n'est présent que de façon relictuelle après cette même station. Il n'est donc pas évident de le prendre en considération car les individus retrouvés au niveau de la pisciculture peuvent avoir dérivé.

A la vue du graphique final, représentant les affinités des taxons des trois ordres pour la valeur saprobiale, on n'observe qu'une légère diminution des taxons polluo-sensibles au niveau de la pisciculture, diminution due entre autres aux Trichoptères.

L'étude de ce trait de vie en fonction des abondances relatives des différents taxons pourrait donner des résultats plus probants.

Figure n°16 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la valeur saprobiale sur les six stations étudiées



Près de 50% des Plécoptères présents au niveau de la station F sont polluosensibles, 39.6% relativement polluo-résistants et 11% polluo-résistants. L'abondance en taxons polluosensibles est beaucoup plus faible sur le ruisseau de Pontcalleck. De ce fait, celle-ci est plus faible en D : elle n'est plus que de 37.6%, l'abondance des taxons relativement polluo-résistants augmentant nettement (47.8%), à cause de la prédominance d'*Euleuctra geniculata*.

Au niveau de la station C, on remarque une chute très importante des taxons polluosensibles. En effet, on ne retrouve plus que 2% de Plécoptères polluosensibles contre 9.6% en D, et 23% de taxons faiblement polluo-résistants contre 28% en D. En effet, l'abondance en *Perlodes* et *Protonemoura* diminue très fortement. Par la suite, la proportion de taxons polluosensibles augmente quelque peu, mais on ne retrouve surtout que des taxons relativement polluo-résistants.

Donc, on observe un réel impact de la pisciculture, notamment au niveau du rejet, sur les peuplements en Plécoptères.

Les proportions de Trichoptères présentant des affinités pour les différentes valeurs saprobiales sont quasiment identiques aux station Fet A, soit les stations les plus en amont et en aval. On retrouve près de 15% de taxons xénosaprobés, 13% de taxons alpha mésosaprobés. La station F a légèrement plus de taxons oligosaprobés (32.5% en F contre 30.1% en A) et un peu moins de taxons bêta mésosaprobés (39.8% contre 42%). De ce fait, ces deux stations ont un peu moins de 50% de taxons polluosensibles.

Cette proportion augmente en D où elle atteint 54.7%, les taux de Trichoptères relativement polluo-résistants à polluo-résistants diminuant considérablement (chute de 52.6% en F à 45.3% en D).

Le rejet de la pisciculture semble avoir un impact non négligeable car on a noté une diminution très importante de la proportion de taxons polluosensibles. En effet, entre les station D et C, le taux de taxons xénosaprobés décroît de 17.5% à 14.1%, celui des taxons oligosaprobés de 32.5% à 29.2%. En même temps, la proportion de taxons relativement polluo-résistants augmente de 35.5% à 38.4%, et celle des taxons polluo-résistants de 9.8% à 19.6%. De ce fait, la pisciculture influe fortement sur les peuplements en Trichoptères, et on a un développement des taxons peu sensibles aux perturbations (*Hydropsyche* notamment dont l'abondance triple), avec en parallèle une diminution des taxons plus polluosensibles (*Pararhyacophila*, *Micrasema* et *Sericostoma* notamment).

Les peuplements d'Ephéméroptères ne semblent pas à première vue perturbés par le rejet de la pisciculture. En effet, les proportions de taxons sensibles à différentes valeurs saprobiales restent quasi constantes. Les différents taxons rencontrés sur les stations ne permettent pas de caractériser une éventuelle pollution car leurs gammes d'affinités pour la valeur saprobiale est trop importante.

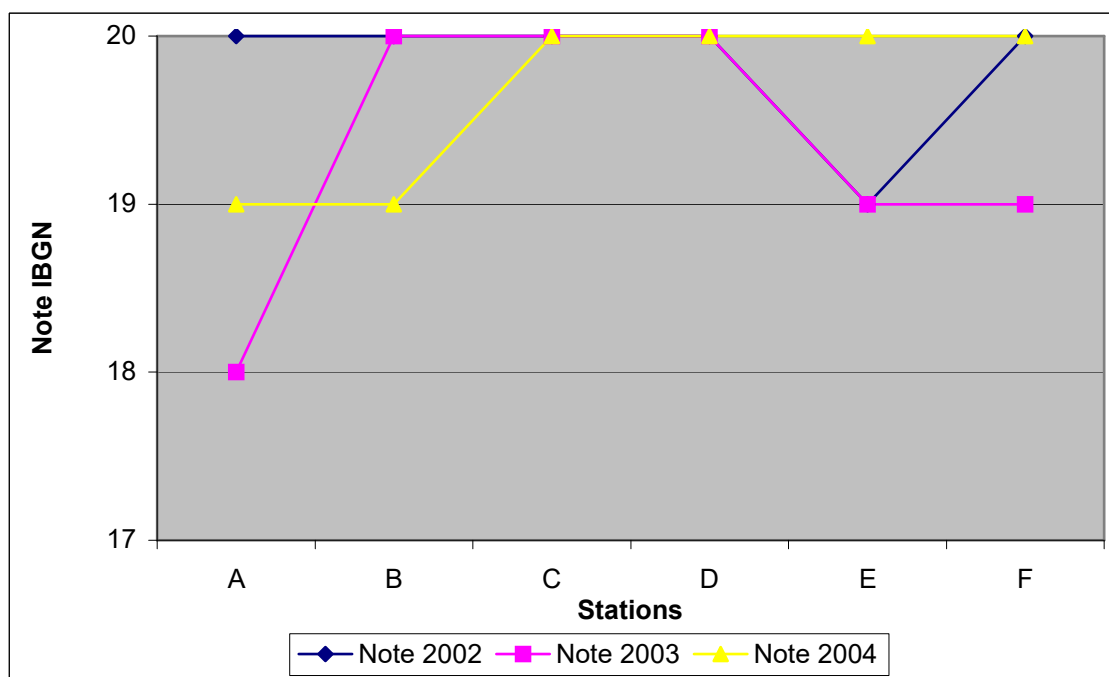
Enfin, sur le graphique des EPT, on remarque une diminution des taxons polluosensibles entre D et C, conséquence logique du fait des variations observées chez les Plécoptères et Trichoptères. Mais, cette diminution est atténuée par les fortes abondances d'Ephéméroptères (*Baetis* et *Ephemerella*).

Donc, à la vue de des différents graphiques, on remarque une influence certaine de la pisciculture. Les taxons les plus sensibles diminuent voire disparaissent même au niveau du rejet de la pisciculture.

En définitive, la pisciculture semble fortement influencer les peuplements macrobenthiques, même si sa production est maintenant aux normes. Les variations de température qu'elle entraîne sur le Scorff conduisent à une augmentation des taxons eurythermes au niveau du rejet. La pisciculture apporte aussi des quantités de matières organiques non négligeables dans le cours d'eau étant donné que l'on constate une diminution des taxons présentant une forte affinité pour les eaux oligotrophes, doublée d'une augmentation des taxons caractérisant des eaux plus eutrophes. Cette influence de la pisciculture semble toutefois relativement localisée. Ces perturbations entraînées par la pisciculture se répercutent donc logiquement sur la nature même des taxons indicateurs, les taxons polluosensibles diminuant fortement ou disparaissant même dès le rejet.

6.2 Comparaison interannuelle des résultats IBGN

Figure n°17 : Evolution des notes IBGN en 2002, 2003 et 2004



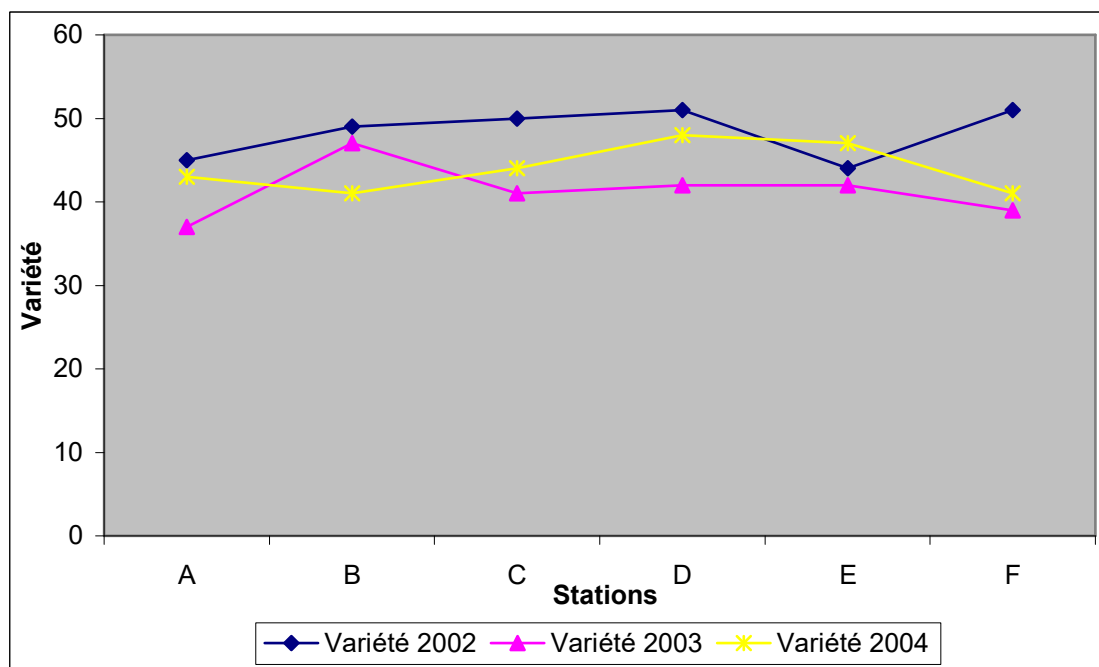
Durant les trois années, les notes sont très bonnes. Elles oscillent entre 18 et 20. A la vue de ce graphique, il semble qu'il y ait une amélioration de la qualité de l'eau. En effet, les notes sont de 20 à partir de la station C, soit du bras en débit réservé, jusqu'à la station la plus en amont. L'affluent du Scorff – bras de Pontcalleck- paraît de la même façon présenter une qualité bien meilleure.

Cependant, les notes sont élevées du fait d'abondances assez fortes et de taxons appartenant aux groupes indicateurs 8 et 9.

La période de prélèvement étant différentes pour l'année 2002 (fin août), la comparaison avec les deux autres années est difficile. Si les prélèvements avaient été effectués fin mai, début juin comme en 2003 et 2004, les variétés et abondances auraient sûrement été modifiées, entraînant peut-être un changement des notes IBGN .

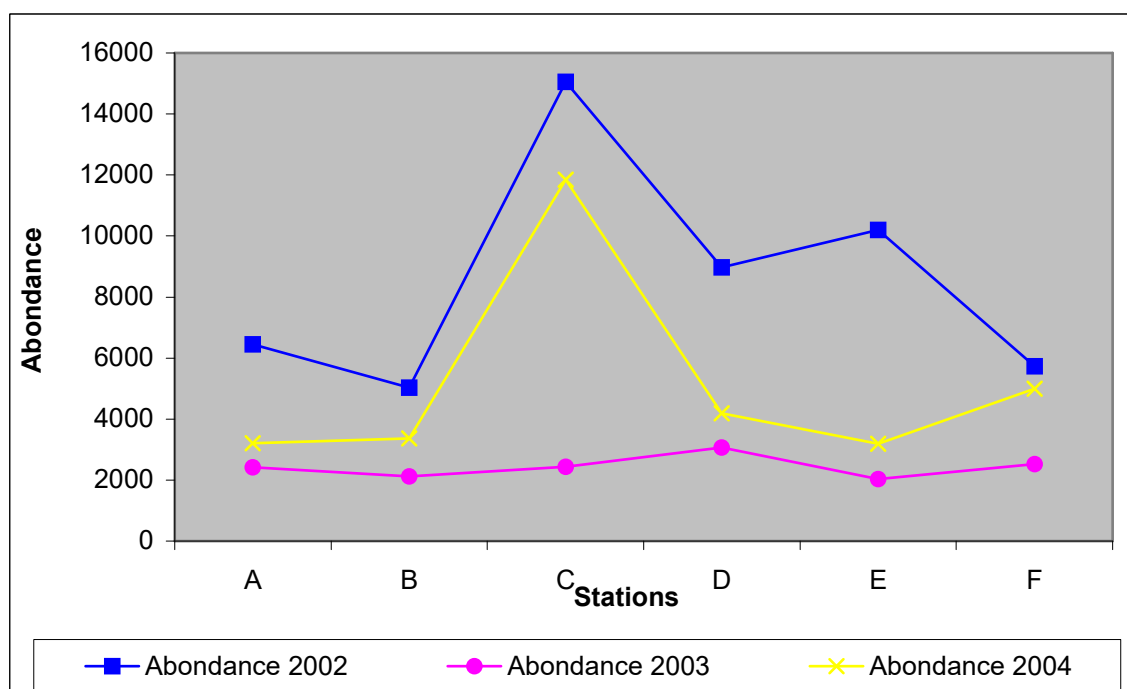
Il semble que la qualité des eaux du Scorff s'améliore globalement en 2004, mais que la pisciculture, bien qu'elle ait réduit sa production, exerce toujours une influence sur les eaux du Scorff.

Figure n°18 : Evolution de la variété sur les six stations en 2002, 2003 et 2004



Ce graphique montre une importante variété de taxons durant les trois années. En effet, on se situe toujours dans des classes supérieures ou égales à la classe 11. Le Scorff présente donc de nombreuses niches écologiques disponibles.

Figure n°19 : Evolution de l'abondance en 2002, 2003 et 2004



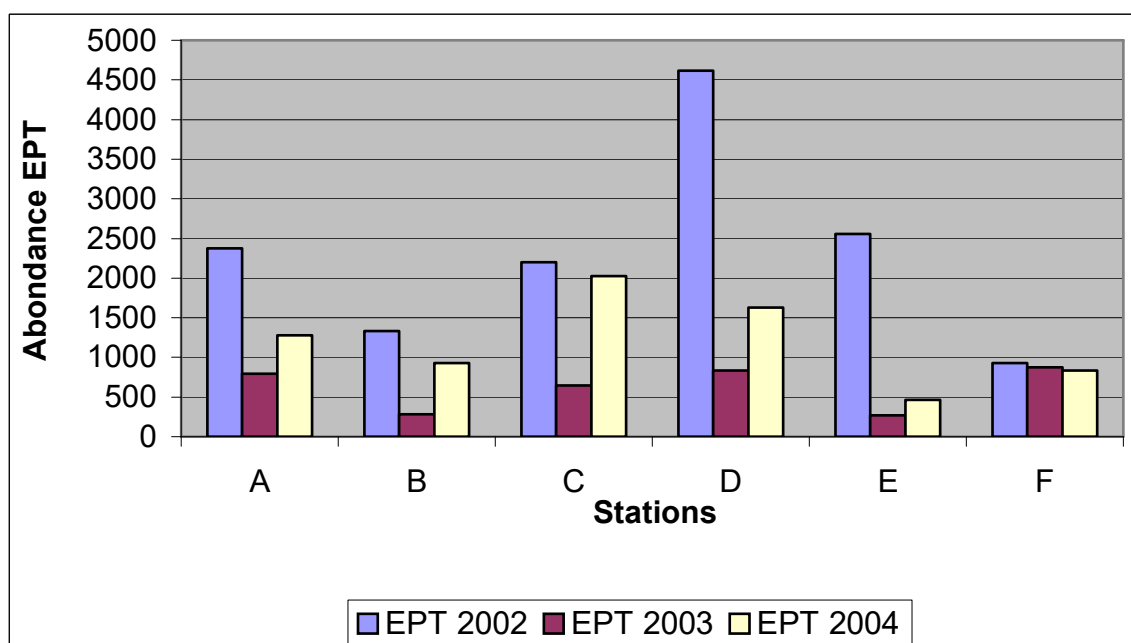
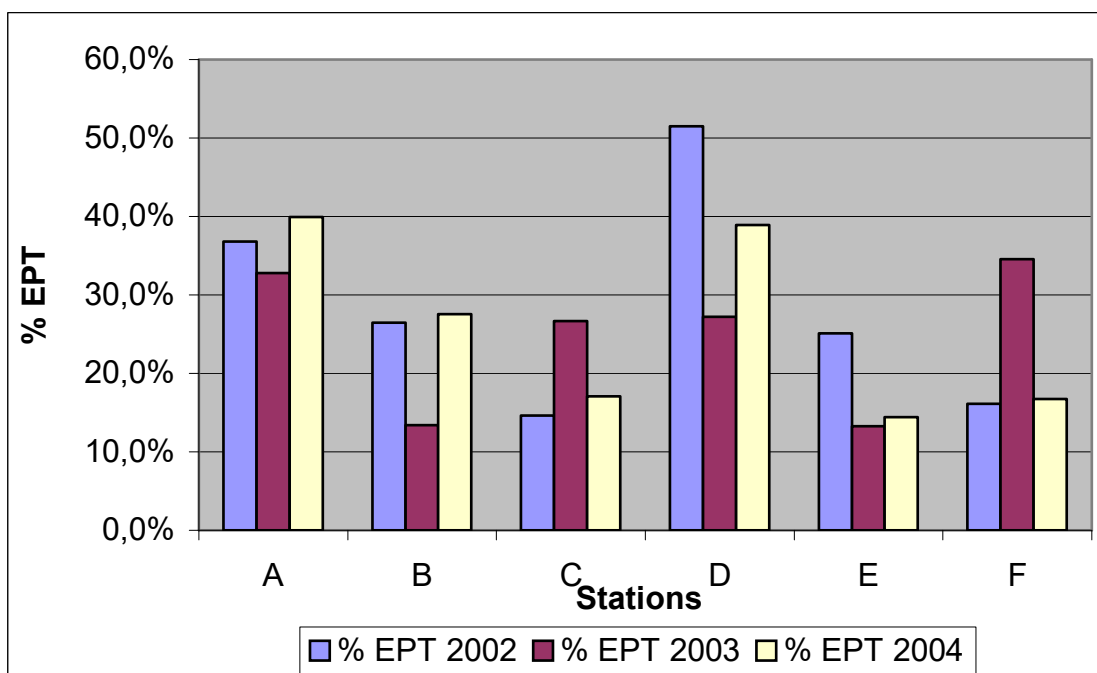
L'année 2002 se situe toujours très au dessus des deux autres années en terme d'abondance. Cette importante abondance de taxons peut être imputée à la saison des prélèvements, ceux-ci ayant été effectués fin août et non début juin comme les deux autres années. En effet, bon nombre de macroinvertébrés qui sont trop petits pour être retenus par les mailles des tamis ou du filet en juin seront suffisamment grands en août pour faire partie des prélèvements.

L'année 2003 présente des abondances relativement constantes sur les six stations contrairement aux deux autres années, ne mettant pas en évidence une quelconque eutrophisation du milieu par la pisciculture.

L'année 2004 a des abondances plus importantes que celles de 2003 et on remarque très nettement un pic au niveau du rejet de la pisciculture (station C). Ce pic vient d'un nombre très importants de Chironomidae et d'Oligochètes. Cette très forte abondance prouve une eutrophisation ponctuelle du Scorff par les rejets de la pisciculture.

Méthode Ephémères, Trichoptères, Plécoptères

Figure n°20 : Evolution pluriannuelle des l'abondances d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations



Les résultats des EPT sur les trois années d'études diffèrent de manière importante.

Pour la station F, située la plus en amont et en théorie la moins perturbée, les abondances en EPT sont similaires, ce qui n'est pas le cas pour les abondances relatives. En effet, l'année 2003 présente une abondance relative des EPT très

nettement supérieure aux deux autres à cause d'une abondance totale des taxons présents près de deux fois plus faible.

Au niveau des autres stations, les abondances en EPT de l'année 2002 sont toujours très nettement plus importantes, l'effet saison rentrant en compte. Il est donc difficile de comparer des prélèvements qui ne sont pas réalisés aux mêmes époques.

Toutefois, on peut observer une chute des abondances relatives en EPT pour les années 2002 et 2004, entre les stations D et C, notamment à cause d'une abondance relative très importante en Chironomidae en C.

On peut en déduire un impact toujours important de la pisciculture au niveau du rejet, même si de toute évidence, il semble moins important en 2004, la différence entre les abondances relatives en EPT en 2004, entre les stations D et C étant nettement moins importante (21.8% d'écart en 2004 contre 36.9% en 2002).

VII – Quelques éléments sur l'approche de modélisation RIVPACS

7.1 Généralités

La Directive Cadre Européenne reconnaît le besoin et la valeur des études biologiques. Son application requière le développement de plans de gestion de l'eau dans chaque Etat membre, en incluant des objectifs de qualité chimique et aussi écologique. Les indices basés sur l'étude des organismes vivants font référence à des mesures de qualité biologique ou écologique. (CLARKE R.T. *et al.*, 2003)

De ce fait, chaque état membre doit mettre en place et utiliser des indices de bio-indication pour caractériser la qualité écologique de ses cours d'eau.

Le Conseil des Communautés européennes (WFD : Council of the European communities) requière qu'une variété des groupes taxonomiques, incluant les macroinvertébrés, soit étudiée dans l'évaluation de l'état écologiques des cours d'eau.

Une approche de modélisation, connue sous le nom de « River invertebrate prediction and Classification System » (RIVPACS) pour l'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau, et basée sur les communautés en macroinvertébrés a été développée en Angleterre. Depuis 1990, l'approche RIVPACS et son logiciel associé ont été adoptés par les agences des gouvernements britannique, gallois, écossais et irlandais comme étant le principal outil pour l'évaluation de la qualité des rivières.

Quelques aspects généraux de l'approche RIVPACS sont maintenant incorporés dans les méthodes prescrites par le WFD pour l'évaluation de la qualité écologique et de l'état écologiques des surfaces d'eau européennes.

L'approche RIVPACS dépend de l'utilisation d'une série de sites références. Ces derniers sont des petites parties de rivières, qui sont considérées comme étant d'une très haute qualité écologique et chimique, et représentatifs des meilleurs exemples de leur type de rivières particulières. Elles sont sélectionnées avec grande attention. Des modèles statistiques sont ensuite développés, reliant les caractéristiques de chaque site référence à sa faune en macroinvertébrés.

Les échantillons en macroinvertébrés collectés sur les sites références et sur les sites à évaluer sont tous basés sur un protocole d'échantillonnage bien précis dans lequel tous les habitats, incluant le substratum et les macrophytes, sont échantillonnés en proportion à leur occurrence sur chaque site. La durée totale des prélèvements sur chaque site ne doit pas excéder 3 minutes, les temps de prélèvements étant cumulés. Un filet de type Surber de maille 0.5 mm est utilisé pour la récolte de ces prélèvements

7.2 Difficultés de la mise en application de cette approche : exemple en république Tchèque : « The PERLA sampling method »

(Programme STAR)

7.2.1 Description générale

Le système de prévision PERLA est une méthode biologique de l'évaluation de l'état écologique des eaux courantes. La méthode est basée sur la comparaison entre un site étudié et un site référence.

Ce système est basé sur la prévision de la composition des communautés de macroinvertébrés sur un site spécifique en utilisant plusieurs variables environnementales, et sur la comparaison future de la communauté prévue avec la communauté en macroinvertébrés trouvée actuellement sur un site étudié.

Le système de prédiction PERLA est basé sur l'approche RIVPACS.

7.2.2 Méthodologie pour la sélection des stations références :

Critères de définition des sites références :

Un site référence est un site où les stress naturels sont présents et les perturbations humaines sont considérées comme insignifiantes.

Critères pour la définition de sites références en République Tchèque :

Spécification de base :

- un site référence doit se rapprocher des conditions naturelles.

- Les conditions de référence doivent présenter un minimum de perturbations dues à l'homme.
- Le degré d'urbanisation, d'agriculture et de sylviculture dans le secteur défini doit être aussi bas que possible.

Le lit de la rivière et l'habitat :

- le lit majeur du site de référence doit de préférence ne pas être cultivé.
- Les débris de végétaux morts ne doivent pas être enlevés.
- Le fond du cours d'eau et les berges ne doivent pas être fixés.
- La végétation naturelle de bords de cours d'eau et les plaines d'inondations doivent toujours exister, entraînant des connexions latérales entre le cours d'eau et sa plaine alluviale.

Conditions hydrologiques :

- pas d'altération de l'hydrographie naturelle et des régimes de crues.
- Pas de plans d'eau ou de réservoirs retenant les sédiments.

Conditions physico-chimiques :

- pas de source de pollutions
- pas de signe d'acidification
- les conditions physico-chimiques sont approuvées par l'analyse physico-chimique de l'eau et des sédiments.

Conditions biologiques :

- il ne doit pas y avoir de diminution significatives des espèces allochtones par l'introduction de crustacés ou de mollusques.
- La valeur de l'indice saprobique tchèque ne doit pas dépasser 2.2 (béta-mésosaprobe).

Il n'est pas possible de trouver des sites références réels pour tous les types de cours d'eau présents en République Tchèque, en total accord avec les critères listés ci-dessus.

De ce fait, les sites présentant les caractéristiques les plus proches de l'état naturel ont été considérés comme sites références pour chaque types de cours d'eau. Cependant, pour les grands cours d'eau, il n'a pas été possible d'identifier de site référence.

7.2.3 Conclusion

On s'aperçoit que l'application de cette approche RIVPACS est difficile car les cours d'eau subissent des influences directes ou indirectes des activités humaines. Ainsi, il est très difficile voire quasiment impossible de trouver des sites vierges de toute perturbation humaine. Cependant, les sites présentant le moins de perturbations servent de site référence.

Cette méthode trouve ses limites dans l'étude des grands cours d'eau où l'activité humaine se fait inévitablement fortement ressentir.

Conclusion

L'étude de la qualité de l'eau d'un cours d'eau ne se limite pas à l'étude physico-chimique de l'eau. Elle nécessite l'étude des organismes qui y vivent. Ainsi, la DCE a rendu obligatoire l'étude de ces deux compartiments qui sont la physico-chimique et la composante biologique. Différents types d'indices dits de bio-indication ont donc été mis en place.

L'étude des perturbations occasionnées par une pisciculture à travers la méthode IBGN, s'inscrit pleinement dans cette démarche.

L'étude des peuplements macrobenthiques du Scorff indique une bonne qualité d'eau et une amélioration de ceux-ci au niveau de l'abondance des taxons indicateurs. Les notes IBGN obtenues en attestent : elles sont maximales jusqu'au rejet de la pisciculture inclus. Elles diminuent d'un point pour les deux stations situées en aval lointain. Cette baisse peut être due à l'effet des barrages présents en amont de ces stations.

Cette bonne qualité apparente cache en réalité des dysfonctionnements. La pisciculture perturbe assez fortement la structure des peuplements. Elle eutrophise de manière non négligeable le cours. L'étude des traits de vie confirme cette constatation. La pisciculture semble aussi influencer les peuplements par les variations de température qu'elle entraîne dans le cours d'eau.

Les peuplements en macroinvertébrés ne sont pas équilibrés sur l'ensemble des stations. La pisciculture les déstructure encore plus au niveau du rejet.

Les stations situées plus en aval semblent cependant très bien récupérer de cette perturbation.

On observe une amélioration par rapport aux années précédentes, laissant penser à une durabilité de la production de poissons sur le Scorff, du fait notamment d'une zone impactée réduite et très localisée.

Enfin, cette étude de suivi montre des changements interannuels. Des problèmes apparaissent par rapport à la période d'échantillonnage. Pour la dernière année d'étude sur le Scorff, il faudrait donc faire des prélèvements fin mai et fin août pour avoir une idée de cette variabilité saisonnière.

Ce stage aura donc été très intéressant . J'ai pu acquérir de nombreuses connaissances et découvrir des nouvelles méthodes d'études.

La participation au fonctionnement de la station et au Festival Saumon ont été très enrichissant, notamment pour l'aspect relationnel, que ce soit avec le personnel de la station ou avec le public qui vient visiter.

Bibliographie

AFNOR, 1992 – Essais des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association Française de Normalisation ; norme homologuée T90-350 : 1 – 8.

AFNOR, 2003 – NF T90–395 Norme Indice Biologique Macrophytique en Rivière : 12 p. + ann. (rédaction J. HAURY pour le GIS Macrophytes et l'AFNOR) : en cours de publication.

BACCHI M., 2003. *Les peuplements macrobenthiques. Caractéristiques des peuplements et techniques d'analyse de la macrofaune benthique*. Cours magistraux. Faculté des Sciences et Techniques de Tours.

BARBOUR M.T., GERRITSEN J., SNYDER B.D., STRIBLING J.B., 1999. *Rapid bioassessment Protocols for use in Stream and Wadeable Rivers : Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and fish*, Second Edition. EPA 841 – B – 99 – 002. US. Environmental Protection Agency ; Office of Water ; Washington, DC. 281p.

BATAILLE F., 2003. *La bio-indication pour évaluer la qualité des eaux de rivières à Salmonidés. Comparaison des métriques et propositions de gestion du bassin du Scorff*. DESS « Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables » - INRA – pp. 54

BLANCHETON J.P, DOSDAT A., DESLOUS PAOLI J.M., 2003. *Minimisation des rejets biologiques issus d'élevages de poissons*. Les dossiers de l'environnement de l'INRA (26). pp. 67-78.

BOUJARD T., VALLEE F., VACHOT C., 2003 . *Evaluation des rejets d'origine nutritionnelle de truiticultures par la méthode des bilans. Comparaison avec les flux*. Les dossiers de l'environnement de l'INRA (26). pp. 31-34

CLARKE R.T., WRIGHT J.F., FURSE M.T., 2003. *RIVPACS models for predicting the expected macroinvertebrates fauna and assessing the ecological quality of rivers*.

Center for Ecology and Hydrology Dorset, Winfrith Technology Center, Winfrith Newburgh, Dorchester, UK. Elsevier Science B.V. pp. 219-233

CLAUDE A., 1995. *Relations entre les activités humaines et les populations de Saumon atlantique : évolution des activités et des surfaces de production en juvéniles sur le Scorff*. Rapport de DEA Géographie et Environnement Global, INRA Rennes, 35 p.

HAURY J., 1993a. *Macrophytes des cours d'eau armoricains - Eléments pour la mise en place de zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (Z.N.I.E.F.F.)*. E.N.S.A. Rennes, Botanique & I.N.R.A., Lab. Ecol. hydrobiol., Rennes : 88 p. + ann.

PETIT J., 1993 – Rapport de campagne 1992/1993 et recommandations concernant les dispositions à prendre pour diminuer l'impact des piscicultures. *Contrat de vallée de SCORFF. Etude globale sur la gestion des ressources en eau de la vallée du SCORFF*. 32 p.

STAR (Standardisation of River classification). *Description of the macroinvertebrates sampling methods to be applied in STAR. The PERLA sampling method*. www.eu-star.at/frameset.htm

TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M., USSEGLIO-POLATERA P., 2003. *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS EDITIONS. 587pp.

Autre bibliographie consultée :

WRIGHT J.F., SUTCLIFFE D.W., FURSE M.T., 2000. *Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and others techniques*. Freshwater Biological Association. pp.373

WHITTON B.A. ,1984. *Ecology of European Rivers*. Blackwell Scientific Publications.
pp. 644

GUEROLD F., 1992 . *l'acidification des cours d'eau : impact sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques : application au massif vosgien*. Thèse soutenue à l'université de Metz. pp.251

Table des matières

Introduction.....	6
I - Contexte et objectif de l'étude	7
II – Le bassin versant du Scorff	8
2.1 Caractéristiques physiques	8
2.1.1 Le réseau hydrographique.....	8
2.1.2 L'Hydrologie.....	9
2.1.3 Le climat	9
2.1.4 Le sol.....	10
2.1.5 L'occupation du sol	10
2.2 La pisciculture de Pontcalleck	10
2.2.1 Description	10
2.2.2 Perturbations générées par une pisciculture	11
2.3 Le contexte juridique de protection	13
2.3.1 Natura 2000.....	13
2.3.2 Le Contrat de Vallée du Scorff	13
2.3.3 Habitats et espèces d'intérêt communautaire de Bretagne (DIREN).....	14
2.3.4 Le CRE : Contrat Restauration Entretien.....	14
III – L'Indice Biologique Global Normalisé IBGN (1992)	15
3.1 Description de la norme IBGN	15
3.1.1 Généralités	15
3.1.2 Protocole d'échantillonnage.....	15
3.2 Application de l'IBGN à l'étude	16
3.2.1 Les stations de prélèvement.....	16
3.2.2 Le matériel utilisé.....	18
3.2.3 La détermination.....	18
3.3 Caractéristiques des peuplements	19
3.3.1 L'abondance des espèces ($N = Q$) : fréquence absolue	19
3.3.2 La richesse ou variété spécifique S	19
3.3.3 La fréquence	20
3.3.4 La diversité spécifique	20
3.3.5 La diversité relative ou équitabilité ou régularité (J').....	21
3.3.6 La dominance	21
3.3.7 La redondance R'	21
3.4 La méthode EPT (Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères).....	22
IV – Qualité du milieu autour de la pisciculture.....	22
4.1 Qualité physico-chimique de l'eau	22
4.1 Qualité d'eau à travers l'IBMR	24
4.1.2 L'IBMR.....	24
4.1.3 Résultats IBMR des stations d'étude	25
V - Résultats des IBGN	27
5.1 Année 2002.....	27
5.2 Année 2003.....	31
5.3 Année 2004.....	35

VI – Etudes des traits de vie et comparaison interannuelle des peuplements	41
6.1 Etude des traits de vie des taxons les plus polluo-sensibles pour l'année 2004	41
6.1.1 Résultats des déterminations au genre sur les six stations en 2004	41
6.1.2 Traits de vie étudiés	45
6.1.3 Etude des traits de vie	46
6.2 Comparaison interannuelle des résultats IBGN	61
VII – Quelques éléments sur l'approche de modélisation RIVPACS	66
7.1 Généralités	66
7.2 Difficultés de la mise en application de cette approche :exemple en république Tchèque : « The PERLA sampling method »	67
7.2.1 Description générale	67
7.2.2 Méthodologie pour la sélection des stations références :	67
7.2.3 Conclusion	69
Conclusion	70
Bibliographie	72
Table des matières	75
Liste des figures	77
Liste des tableaux	78
Liste des annexes	79

Liste des figures

Figure n°3: Evolution de quatre paramètres chimiques effectués au niveau de la station aval de la pisciculture de Pontcalleck de mars à août 2004.....	22
Figure n°4: Evolution de quatre paramètres physico-chimiques autour de la pisciculture de Pontcalleck. Moyennes des valeurs sur mars, avril, juin et août 2004	23
Figure n°5: Evolution de la note IBMR sue le longitudinal du Scorff.....	25
Figure n°6 : Evolution de l'abondance relative d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2002 (déterminés au niveau de la famille)	29
Figure n°7 : Evolution de l'abondance relative d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2003 déterminés à la famille	33
Figure n°8 : Evolution des proportions d'Ephémères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations en 2004.....	38
Figure n°10 : Représentation des abondances et abondances relatives des Chironomidae, Oligochètes et EPT sur l'ensemble des 6 station étudiées en 2004	39
Figure n°9 : Relation entre le type de nourriture et les EPT	46
Figure n°10: Relation entre le type de nourriture et l'abondances relative des EPT .	48
Figure n°11 : Relation des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la température sur les six stations étudiées.....	49
Figure n°12 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la température sur les six stations étudiées.....	51
Figure n°13 : Relation (en présence-abondance) des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec le degré de trophie sur les six stations étudiées.....	52
Figure n°14 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec le degré de trophie sur les six stations étudiées.....	55
Figure n°15 : Relation des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la valeur saprobiale sur les six stations étudiées.....	56
Figure n°16 : Relation des abondances relatives des différents ordres d'insectes étudiés (Plécoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) avec la valeur saprobiale sur les six stations étudiées.....	59
Figure n°17 : Evolution des notes IBGN en 2002, 2003 et 2004	61
Figure n°18 : Evolution de la variété sur les six stations en 2002, 2003 et 2004	62
Figure n°19 : Evolution de l'abondance en 2002, 2003 et 2004	63
Figure n°20 : Evolution pluriannuelle des l'abondances d'Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères sur les 6 stations	63

Liste des tableaux

<u>Tableau n°1</u> : Grille de qualité de la note IBMR (AFNOR, 2003)	25
<u>Tableau n° 2</u> : Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2002. 27	
<u>Tableau n° 3</u> : Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2003 31	
<u>Tableau n°4</u> : Synthèse des résultats IBGN pour les six stations étudiées en 2004. 35	
<u>Tableau n°5</u> : Calcul de la robustesse de la note IBGN sur chacune des six stations.	37
<u>Tableau n°6</u> : Résultats des déterminations au genre des macroinvertébrés sur les six stations étudiées	41

Liste des annexes

Annexe n°1 : Présentation de l'IBGN lors du Festival Saumon

Annexe n°2 : Liste de 138 taxons retenus par la norme IBGN

Annexe n°3 : Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune (AFNOR, 1992).

Annexe n°4 : Résultats bruts des analyses de chimie réalisées sur le Scorff

Annexe n°5 : Résultats des IBGN 2002

Annexe n°6 : Résultats des IBGN 2003

Annexe n°1 : Présentation de l'IBGN lors du Festival Saumon

Annexe n°2 : Liste de 138 taxons retenus par la norme IBGN

liste des 138 taxons utilisés			
(les 38 taxons indicateurs sont en caractères gras) ✕			
<u>INSECTES</u>	<u>HÉTÉROPTÈRES</u>	<i>Rhagionidae</i>	✕ <u>MOLLUSQUES</u>
PLÉCOPTÈRES	✕ <i>Aphelocheiridae</i>	<i>Scatophagidae</i>	BIVALVES
✕ <i>Capniidae</i>	<i>Corixidae</i>	<i>Sciomyzidae</i>	<i>Corbiculidae</i>
✕ <i>Chloroperlidae</i>	<i>Gerridae</i>	<i>Simuliidae</i>	<i>Dreissenidae</i>
✕ <i>Leuctridae</i>	<i>Hebridae</i>	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Sphaeriidae</i>
✕ <i>Nemouridae</i>	<i>Hydrometridae</i>	<i>Syrphidae</i>	<i>Unionidae</i>
✕ <i>Perlidae</i>	<i>Naucoridae</i>	<i>Tabanidae</i>	
✕ <i>Perlodidae</i>	<i>Nepidae</i>	<i>Thaumaleidae</i>	
✕ <i>Taeniopterygidae</i>	<i>Notonectidae</i>	<i>Tipulidae</i>	GASTÉROPODES
	<i>Mesoveliidae</i>		<i>Ancylidae</i>
TRICHOPTÈRES	<i>Pleidae</i>	ODONATES	<i>Bithynidae</i>
✕ <i>Beraeidae</i>	<i>Veliidae</i>	<i>Aeschnidae</i>	<i>Bythinellidae</i>
✕ <i>Brachycentridae</i>		<i>Calopterygidae</i>	<i>Hydrobiidae</i>
<i>Ecnomidae</i>	COLÉOPTÈRES	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Limnaeidae</i>
✕ <i>Glossosomatidae</i>	<i>Curculionidae</i>	<i>Cordulegasteridae</i>	<i>Neritidae</i>
✕ <i>Goeridae</i>	<i>Donaciidae</i>	<i>Corduliidae</i>	<i>Physidae</i>
<i>Helicopsychidae</i>	<i>Dryopidae</i>	<i>Gomphidae</i>	<i>Planorbidae</i>
✕ <i>Hydropsychidae</i>	<i>Dytiscidae</i>	<i>Lestidae</i>	<i>Valvatidae</i>
✕ <i>Hydroptilidae</i>	<i>Eubriidae</i>	<i>Libellulidae</i>	<i>Viviparidae</i>
✕ <i>Lepidostomatidae</i>	✕ <i>Elmidae</i>	<i>Platycnemididae</i>	
✕ <i>Leptoceridae</i>	<i>Gyrinidae</i>	MÉGALOPTÈRES	<u>VERS</u>
✕ <i>Limnephilidae</i>	<i>Haliplidae</i>	<i>Sialidae</i>	✕ <u>ACHÈTES</u>
<i>Molannidae</i>	<i>Helodidae</i>		<i>Erpobdellidae</i>
✕ <i>Odontoceridae</i>	<i>Helophoridae</i>	PLANIPENNES	<i>Glossiphoniidae</i>
✕ <i>Philopotamidae</i>	<i>Hydraenidae</i>	<i>Osmiidae</i>	<i>Hirudidae</i>
<i>Phryganeidae</i>	<i>Hydrochidae</i>	<i>Sysiridae</i>	<i>Piscicolidae</i>
✕ <i>Polycentropodidae</i>	<i>Hydrophilidae</i>		
✕ <i>Psychomyidae</i>	<i>Hydroscaphidae</i>	HYMÉNOPTÈRES	TRICLADES
✕ <i>Rhyacophilidae</i>	<i>Hygrobiidae</i>		<i>Dendrocoelidae</i>
✕ <i>Sericostomatidae</i>	<i>Limnebiidae</i>	LÉPIDOPTÈRES	<i>Dugesidae</i>
<i>Thremmatidae</i>	<i>Spercheidae</i>	<i>Pyrilidae</i>	<i>Planariidae</i>
ÉPHÉMÉROPTÈRES	DIPTÈRES	CRUSTACÉS	✕ <u>OLIGOCHÈTES</u>
✕ <i>Baetidae</i>	<i>Anthomyidae</i>		NÉMATHELMINTHES
✕ <i>Caenidae</i>	<i>Athericidae</i>	BRANCHIOPODES	
✕ <i>Ephemerellidae</i>	<i>Blephariceridae</i>		<u>HYDRACARIENS</u>
✕ <i>Ephemeridae</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	AMPHIPODES	<u>HYDROZOAIRIES</u>
✕ <i>Heptageniidae</i>	<i>Chaoboridae</i>	✕ <i>Gammaridae</i>	<u>SPONGIAIRES</u>
✕ <i>Leptophlebiidae</i>	✕ <i>Chironomidae</i>		<u>BRYOZOAIRIES</u>
<i>Oligoneuriidae</i>	<i>Culicidae</i>	ISOPODES	<u>NÉMERTIENS</u>
✕ <i>Polymitarcidae</i>	<i>Dixidae</i>	✕ <i>Asellidae</i>	
✕ <i>Potamanthidae</i>	<i>Dolichopodidae</i>		
<i>Prosopistomatidae</i>	<i>Empididae</i>	DÉCAPODES	
<i>Siphonuridae</i>	<i>Ephydriidae</i>	<i>Astacidae</i>	
	<i>Limoniidae</i>	<i>Atyidae</i>	
	<i>Psychodidae</i>	<i>Grapsidae</i>	
	<i>Ptychopteridae</i>	<i>Cambaridae</i>	

Annexe n°3 : Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune (AFNOR, 1992).

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

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

Annexe n°4 : Résultats bruts des analyses de chimie réalisées sur le Scorff

Code	distance	PO4 (mg/L)				NH4 (mg/L)				Cond (µS/cm)				NO3 (mg/L)				pH			
station	au rejet	Mars	Avril	Juin	Août	Mars	Avril	Juin	Août	Mars	Avril	Juin	Août	Mars	Avril	Juin	Août	Mars	Avril	Juin	Août
PCK1	-1,5	0,16	0,05	0,04	0,18	0,1	0,07	0,06	0,02	105,0	11,3	135	182	17	21	13	20	6,67	7,21	7,25	7,02
PCK2	-1,4	0,13	0,12	0,11	0,14	0,11	0,03	0,04	0,05	107,0	12,1	146,4	184	14	29	22	20	6,69	7,19	7,14	7,04
PCK3	-1	0,14	0,05	0,04	0,17	0,11	0,06	0,05	0,02	106,0	11,6	139,5	180	18	19	25	18	6,67	7,23	7,26	6,99
PCK4	0,4	0,16	0,14	0,13	0,37	0,13	0,08	0,09	0,3	106,0	11,6	143	185	14	23	22	17	6,58	7,26	7,23	7,45
PCK5	2	0,16	0,13	0,11	0,4	0,12	0,07	0,06	0,04	106,0	11,6	141,1	170	15	18	25	19	6,78	7,32	7,39	7,51

Annexe n° 5 : Résultats des IBGN 2002

		A	B	C	D	E	F	Total
INSECTES								
PLÉCOPTÈRES	Capniidae	0	0	0	0	0	0	0
	Chloroperlidae	0	0	0	0	0	0	0
	Leuctridae	15	59	79	55	37	75	320
	Nemouridae	47	10	52	381	124	27	641
	Perlidae	0	0	0	0	0	0	0
	Perlodidae	0	0	1	1	0	3	5
	Taeniopterygidae	0	0	0	0	0	0	0
TRICHOPTÈRES	Beraeidae	0	0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae	271	132	109	190	34	44	780
	Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	0
	Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Goeridae	0	3	0	1	0	0	4
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	1153	788	1271	3529	1706	128	8575
	Hydroptilidae	4	0	2	16	0	8	30
	Lepidostomatidae	178	96	5	86	9	128	502
	Leptoceridae	66	62	66	56	217	85	552
	Limnophilidae	1	0	1	0	0	0	2
	Molannidae	0	0	0	0	0	0	0
	Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0
	Philopotamidae	0	0	0	0	0	0	0
	Phryganeidae	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae	83	44	123	30	311	40	631
	Psychomyidae	0	0	0	0	0	21	21
	Rhyacophilidae	38	22	83	32	18	5	198
	Sericostomatidae	1	19	6	4	22	47	99
	Thremmatidae	0	0	0	0	0	0	0
ÉPHÉMÉROPTÈRES	Baetidae	456	35	203	139	14	144	991
	Caenidae	1	8	7	6	19	7	48
	Ephemerellidae	53	26	148	79	9	148	463

	ae							
	Ephemeridae	5	23	31	7	38	14	118
	Heptageniidae	2	6	11	7	1	1	28
	Leptophlebiidae	0	0	0	0	1	1	2
	Oligoneuriidae	0	0	0	0	0	0	0
	Polymitarcidae	0	0	0	0	0	0	0
	Potamanthidae	0	0	0	0	0	0	0
	Prosopistomatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Siphonuridae	0	0	0	0	0	0	0
HÉTÉROPTÈRES	Aphelocheiridae	64	59	14	17	7	43	204
S	Corixidae	0	0	0	0	0	0	0
	Gerridae	20	0	0	0	0	5	25
	Hebridae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrometridae	0	0	0	0	0	1	1
	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0
	Nepidae	0	0	0	0	0	0	0
	Notonectidae	0	0	0	1	0	1	2
	Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	0
	Pleidae	0	0	0	0	0	0	0
	Veliidae	0	0	0	0	1	0	1
COLÉOPTÈRES	Curculionidae	2	2	0	9	0	2	15
	Donaciidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	0	0	0	1	0	0	1
	Dytiscidae	0	1	2	0	1	24	28
	Eubriidae	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	712	524	1145	871	795	1887	5934
	Gyrinidae	20	8	18	17	9	8	80
	Haliplidae	25	19	10	11	1	12	78
	Helodidae	0	0	0	0	0	0	0
	Helophoridae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	0	4	3	21	9	1	38
	Hydrochidae	0	0	0	1	0	0	1
	Hydrophilidae	1	0	1	1	0	0	3
	Hydrosaphidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hygrobiidae	0	0	0	0	0	0	0
	Limnebiidae	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0
DIPTÈRES	Anthomyidae	0	4	2	6	0	2	14
	Athericidae	21	2	6	29	3	15	76

	Blepharoceridae	0	0	0	0	0	0	0
	Ceratopogonidae	0	2	1	2	0	0	5
	Chaoboridae	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	1420	1537	8944	2361	3545	1298	19105
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dixidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	5	5	23	28	17	10	88
	Ephydriidae	4	0	0	0	2	0	6
	Limoniidae	0	0	0	2	0	0	2
	Psychodidae	0	2	2	2	0	0	6
	Ptychopteridae	0	0	0	0	0	0	0
	Rhagionidae	0	0	0	0	0	0	0
	Scatophagidae	0	0	0	0	0	0	0
	Sciomyzidae	0	0	0	0	0	0	0
	Simuliidae	535	299	152	355	1489	440	3270
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0
	Tabanidae	0	4	2	0	0	0	6
	Thaumaleidae	0	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	0	0	0	1	0	2	3
ODONATES	Aeschnidae	0	0	0	0	0	6	6
	Calopterygidae	2	2	11	3	5	9	32
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0
	Cordulegasteridae	0	0	0	0	0	1	1
	Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0
	Gomphidae	4	0	0	1	0	5	10
	Lestidae	0	0	0	0	0	0	0
	Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0
	Platycnemididae	0	0	0	0	0	0	0
MÉGALOPTÈRES	Sialidae	0	0	0	0	1	0	1
PLANIPENNES	Osmylidae	0	1	0	0	0	0	1
	Sysiridae	0	0	0	0	0	0	0
HYMÉNOPTÈRES		0	0	0	0	0	0	0
LÉPIDOPTÈRES	Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACÉS		0	0	0	0	0	0	0

BRANCHIOPODES		0	0	0	0	0	0	0
AMPHIPODES	Gammaridae	215	31	104	230	180	266	1026
ISOPODES	Asellidae	0	1	5	0	5	0	11
DÉCAPODES	Astacidae	0	0	0	0	0	0	0
	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0
	Grapsidae	0	0	0	0	0	0	0
	Cambaridae	0	0	0	0	0	0	0
MOLLUSQUES		0	0	0	0	0	0	0
BIVALVES	Corbiculidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dreissenidae	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeriidae	15	114	232	13	410	241	1025
	Unionidae	0	0	0	0	0	0	0
GASTÉROPODES	Ancylidae	294	63	43	6	2	15	423
	Bithynidae	0	0	0	0	0	0	0
	Bythinellidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrobiidae	74	58	66	0	0	3	201
	Limnaeidae	146	37	29	14	17	9	252
	Neritidae	0	0	0	0	0	0	0
	Physidae	5	3	10	0	0	0	18
	Planorbidae	38	0	2	5	17	0	62
	Valvatidae	0	0	0	1	0	0	1
	Viviparidae	0	0	0	0	0	0	0
PLATHELMINTHES	Dendrocoelidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dugesidae	63	78	180	151	229	209	910
	Planariidae	0	1	1	0	2	0	4
NÉMATHELMINTHES	Nématodes	1	4	35	1	8	2	51
ANNÉLIDES		0	0	0	0	0	0	0
ACHÈTES	Erpobdellidae	25	10	45	5	33	17	135
	Glossiphoniidae	1	30	20	0	48	4	103
	Hirudidae	0	0	0	0	0	0	0
	Piscicolidae	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHÈTES		125	694	1520	59	82	187	2667
HYDRACARIENS		228	76	57	109	86	75	631
HYDROZOAIRE		8	15	100	6	47	4	180
SPONGIAIRES		0	1	0	0	0	0	1
BRYOZOAIRE		4	7	73	9	582	6	681
NÉMERTIENS		0	0	0	0	0	0	0
Abondance Totale		6451	5031	15056	8968	10193	5736	51435
Nombre de		45	49	50	51	44	51	70

taxons							
Groupe indicateur	8	8	8	8	8	9	
IBGN	20	20	20	20	19	20	

Annexe n°6 : Résultats des IBGN 2003

		A	B	C	D	E	F	Total
INSECTES								
PLÉCOPTÈRES	Capniidae	0	0	0	0	0	0	0
	Chloroperlidae	0	0	0	0	0	0	0
	Leuctridae	36	10	32	100	68	62	308
	Nemouridae	0	1	2	30	0	1	34
	Perlidae	0	0	0	0	0	0	0
	Perlodidae	0	2	5	10	0	19	36
	Taeniopterygidae	0	0	0	0	0	0	0
TRICHOPTÈRES	Beraeidae	0	0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae	289	18	1	42	6	127	483
	Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	0
	Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Goeridae	0	0	1	0	0	1	2
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	14	11	25	85	28	66	229
	Hydroptilidae	1	0	3	1	0	2	7
	Lepidostomatidae	25	27	17	20	8	43	140
	Leptoceridae	8	22	14	40	43	31	158
	Limnophilidae	1	1	3	3	2	0	10
	Molannidae	0	0	0	0	0	0	0
	Odontoceridae	0	0	0	0	0	0	0
	Philopotamidae	0	0	0	1	0	0	1
	Phryganeidae	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae	5	18	19	9	4	9	64
	Psychomyidae	4	1	0	0	2	0	7
	Rhyacophilidae	18	13	29	42	2	13	117
	Sericostomatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Thremmatidae	0	0	0	0	0	0	0
ÉPHÉMÉROPTÈRES	Baetidae	157	66	323	163	36	133	878
	Caenidae	0	5	3	5	11	13	37
	Ephemerellidae	234	87	172	272	41	348	1154

	ae							
	Ephemeridae	1	1	0	4	16	2	24
	Heptageniidae	0	0	0	0	1	2	3
	Leptophlebiidae	1	1	0	6	3	0	11
	Oligoneuriidae	0	0	0	0	0	0	0
	Polymitarcidae	0	0	0	0	0	0	0
	Potamanthidae	0	0	0	0	0	0	0
	Prosopistomatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Siphonuridae	0	0	0	0	0	0	0
HÉTÉROPTÈRES	Aphelocheiridae	14	13	2	3	26	35	93
S	Corixidae	0	0	0	0	0	0	0
	Gerridae	0	9	3	0	6	0	18
	Hebridae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrometridae	1	1	0	0	0	0	2
	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0
	Nepidae	0	0	0	0	0	0	0
	Notonectidae	0	1	2	0	0	0	3
	Mesoveliidae	0	0	0	0	1	0	1
	Pleidae	0	0	0	0	0	0	0
	Veliidae	1	2	0	0	0	0	3
COLÉOPTÈRES	Curculionidae	4	1	0	0	2	2	9
	Donaciidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	0	1	0	2	0	0	3
	Dytiscidae	25	3	2	0	0	1	31
	Eubriidae	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	272	152	112	634	618	798	2586
	Gyrinidae	0	6	6	1	2	1	16
	Haliplidae	0	3	3	0	0	1	7
	Helodidae	0	0	0	0	0	0	0
	Helophoridae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	5	7	1	5	1	2	21
	Hydrochidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrosaphidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hygrobiidae	0	0	0	0	0	0	0
	Limnebiidae	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0
DIPTÈRES	Anthomyidae	0	1	0	4	1	0	6
	Athericidae	0	0	0	1	3	3	7

	Blepharoceridae	0	0	0	0	0	0	0
	Ceratopogonidae	7	1	7	4	7	3	29
	Chaoboridae	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	1025	1326	1259	1199	586	476	5871
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dixidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dolichopodidae	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	0	2	1	10	2	7	22
	Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0
	Limoniidae	0	0	0	0	0	0	0
	Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0
	Ptychopteridae	0	0	0	0	0	0	0
	Rhagionidae	0	0	0	0	0	0	0
	Scatophagidae	0	0	0	0	0	0	0
	Sciomyzidae	0	0	0	0	0	0	0
	Simuliidae	57	25	76	67	75	30	330
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0
	Tabanidae	0	0	1	0	0	0	1
	Thaumaleidae	0	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	0	0	0	2	0	0	2
ODONATES	Aeschnidae	0	0	0	0	2	0	2
	Calopterygidae	0	1	0	1	0	2	4
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0
	Cordulegasteridae	0	0	0	0	1	0	1
	Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0
	Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0
	Lestidae	0	0	0	0	0	0	0
	Libellulidae	0	0	0	0	1	1	2
	Platycnemididae	0	0	0	0	0	0	0
MÉGALOPTÈRES	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0
PLANIPENNÉS	Osmylidae	0	0	0	0	0	0	0
	Sysiridae	0	0	0	0	0	0	0
HYMÉNOPTÈRES		2	0	0	0	0	1	3
LÉPIDOPTÈRES	Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0
CRUSTACÉS								

BRANCHIOPODES		0	0	0	0	0	0	0
AMPHIPODES	Gammaridae	6	2	4	72	160	36	280
ISOPODES	Asellidae	0	0	0	0	0	0	0
DÉCAPODES	Astacidae	0	0	0	0	0	0	0
	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0
	Grapsidae	0	0	0	0	0	0	0
	Cambaridae	0	0	0	0	0	0	0
MOLLUSQUES								
BIVALVES	Corbiculidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dreissenidae	0	0	0	0	0	0	0
	Sphaeriidae	2	4	8	1	70	0	85
	Unionidae	0	0	0	0	0	0	0
GASTÉROPODES	Ancylidae	7	3	1	3	1	0	15
	Bithynidae	1	1	0	0	0	0	2
	Bythinellidae	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrobiidae	0	14	7	2	0	1	24
	Limnaeidae	1	51	4	2	0	0	58
	Neritidae	0	0	0	0	0	0	0
	Physidae	0	0	0	0	0	0	0
	Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0
	Valvatidae	0	0	0	0	0	0	0
	Viviparidae	0	0	0	0	0	0	0
PLATHELMINTHES	Dendrocoelidae	0	0	0	0	0	0	0
	Dugesidae	2	0	1	8	22	0	33
	Planariidae	3	7	2	60	35	50	157
NÉMATHELMINTHES	Nématodes	2	2	4	4	8	11	31
ANNÉLIDES								
ACHÈTES	Erpobdellidae	2	3	0	0	2	1	8
	Glossiphoniidae	2	4	4	0	12	0	22
	Hirudidae	0	0	0	0	0	0	0
	Piscicolidae	0	0	0	0	0	0	0
OLIGOCHÈTES		97	117	238	99	65	150	766
HYDRACARIENS		92	67	20	39	21	38	277
HYDROZOAIRE		0	0	1	1	0	0	2
SPONGIAIRES		0	0	0	0	0	0	0
BRYOZOAIRE		0	8	17	6	39	2	72
NÉMERTIENS		0	0	0	0	0	0	0
Abondance Totale		2424	2122	2435	3063	2040	2524	14608
Nombre de		37	47	41	42	42	39	61

taxons							
Groupe indicateur	8	8	9	9	8	9	
IBGN	18	20	20	20	19	19	

