



Evaluation de l'influence du choix des placettes de prélèvement sur l'indice IBGN

**Expérimentation réalisée dans le cadre
du Groupe National Qualité des Eaux**
*(Groupe de travail des cellules qualité des milieux aquatiques des
Directions Régionales de l'Environnement)*



Direction Régionale de l'Environnement
LORRAINE

Version Mai 2005

Sommaire

Sommaire	2
Résumé	4
Introduction	5
I. Méthodologie	6
I.1) But poursuivi	6
I.2) Protocole expérimental	6
I.3) Les différentes DIREN ayant participé à l'étude.....	8
I.4) Le traitement informatique des données.....	8
I.5) Représentativité de l'échantillon	11
II. Résultats expérimentaux obtenus	12
II.1. Amplitude de variation de l'IBGN et premiers résultats généraux	12
II.2 Situation détaillée par station	16
➤ La Crusnes à Fillières (Lorraine).....	16
➤ Le Rançon à Saint-Wandrille (Haute-Normandie).....	22
➤ La Vienne à Valdivienne (Poitou-Charente)	24
➤ La Remarde à St Cyr-sous-Dourdan (Ile-de-France).....	27
➤ L'Ecole à Oncy B (Ile-de-France)	31
➤ La Bièvre à Igny (Ile-de-France)	34
➤ La station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (commune de Laveissière, Auvergne)	36
➤ La Sioule à Montfermy (Auvergne)	39
➤ Le Nanheul à Pierrepont (Lorraine).....	43
➤ L'Allan à Bart (Franche-Comté)	46
➤ L'Aa à Wizernes (Nord Pas-de-Calais)	49
➤ La Vienne à Condat sur Vienne (Limousin).....	51
➤ La Corrèze à Brive (Limousin).....	54
➤ Le Durdent à Vittefleur (Haute-Normandie)	56
➤ La Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye (Poitou-Charentes).....	59
➤ Le Woigot à Mance (Lorraine).....	62
➤ La Vézère en amont de Bugeat (Limousin).....	66
➤ La station de La Dordogne à Saint-Sauves (Auvergne)	69
➤ La station de l'Arroux à Laizy (Bourgogne)	72
➤ La station de La Sioule à Jenzat (Auvergne).....	75
➤ Le Dessoubre à Saint Hippolyte (Franche-Comté).....	79
➤ La Garonne à Chaum (Midi-Pyrénées).....	81
➤ La Cance à Annonay (Rhône-Alpes).....	84
➤ L'Eure à La Croix St Leufroy (Haute-Normandie)	87
➤ Le Clain à Cercigny (Poitou-Charentes).....	91
➤ La station de l'Arros à Tasque (Midi-Pyrénées)	94
➤ La station de Saint-Clair (Midi-Pyrénées).....	98
➤ Le Gelon à La Rochette (Rhône-Alpes)	100
II.3 La variation de l'IBGN dans chaque type de substrat et dans chaque classe de vitesse	103
➤ Introduction	103
➤ Evolution du GFI	105

➤ Evolution de la richesse taxonomique	106
➤ Conséquences sur l'indice IBGN	109
II.4 Cas des substrats doublés ou triplés	111
II.5 Influence des paramètres d'environnement des placettes.....	111
III Discussion	112
III.1) Limites de l'étude	112
III.2) L'évolution de la richesse et de l'indice IBGN au niveau de la station.....	- 114 -
Conclusion.....	- 117 -
Liste des références bibliographiques	- 119 -
Liste des Annexes.....	- 121 -
Liste des abréviations	- 122 -

*Rapport rédigé par J.L. Matte (jean-luc.matte@lorraine.ecologie.gouv.fr),
reprenant pour partie celui rédigé par Sophie Damlencour dans le cadre de son stage de
maîtrise à la DIREN Lorraine pour l'Université de Metz – UFR Sci.F.A. I.U.P. Génie de
l'Environnement
(le présent rapport annule et remplace ce dernier).*

Résumé

L'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) est la méthode indicielle biologique la plus utilisée en France. Elle estime la qualité biologique globale d'un cours d'eau en lui donnant une note entière sur vingt points.

Mais la valeur des indices est tributaire des incertitudes liées aux opérations successives nécessaires à l'établissement de ceux-ci : prélèvement, tri, détermination taxonomique et mode de calcul.

Ces nombreuses sources d'incertitudes ont été répertoriées par le Groupe National Qualité des Eaux des DIREN (GNQE) dans le cadre de l'application de la démarche qualité (selon la norme ISO CEN 17025) aux laboratoires d'hydrobiologie des DIREN.

La quantification de ces différentes incertitudes n'a encore jamais été réalisée et il est apparu opportun de tenter une expérimentation, en conditions réelles de prélèvement selon la norme IBGN, permettant de quantifier l'une de ces sources d'incertitudes.

Le présent rapport tente d'estimer la variabilité liée au choix de la placette prélevée pour un habitat (couple substrat-vitesse) donné, c'est-à-dire la variabilité obtenue en respectant la même grille d'échantillonnage mais en prélevant à des endroits différents (tout en respectant la norme IBGN).

Il porte sur l'exploitation des résultats expérimentaux de onze Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) qui ont prélevé selon le protocole fixé vingt-huit stations en tout.

Ce travail ne constitue qu'une étape dans l'évaluation de l'incertitude globale de l'IBGN et permet de mesurer la difficulté de quantifier chaque incertitude élémentaire, celle choisie ici l'ayant été sur des critères de faisabilité pratique.

Outre l'intérêt pour le calcul d'incertitude proprement dit, les enseignements tirés de cette expérimentation devraient permettre de guider les hydrobiologistes lors de la phase de prélèvement.

Introduction

L'hydrobiologie* fournit des méthodes qui permettent l'évaluation de la qualité d'un cours d'eau grâce à l'étude de sa faune et de sa flore. Elle s'appuie sur divers types d'organismes (poissons, macroinvertébrés, diatomées, macrophytes, phytoplancton etc.) réagissant de manières diverses aux altérations de la qualité de l'eau et du milieu.

La méthode la plus ancienne et la plus développée repose sur l'analyse des communautés de macroinvertébrés* benthiques* qui présentent plusieurs avantages :

- ceux-ci sont présents dans tous les écosystèmes* aquatiques ;
- il en existe une grande variété taxonomique* (plus de cent cinquante familles, sept cent genres et près de quatre mille cinq cents espèces* recensées en France) ;
- ces organismes sont sensibles à des facteurs locaux de milieux tels que la qualité de l'eau ou du substrat* et de nombreuses espèces sont de ce fait indicatrices* d'un niveau de qualité ;
- leur échantillonnage et leur détermination sont relativement aisés ;
- ils occupent plusieurs niveaux trophiques (consommateurs primaires, secondaires, décomposeurs).

Les invertébrés constituent donc de bons indicateurs de la qualité globale des écosystèmes aquatiques et sont facilement exploitables.

En France, ils sont prélevés, triés et déterminés selon le protocole IBGN (Indice Biologique Global Normalisé)¹. La méthode IBGN (AFNOR, 1992, légèrement révisée en 2004) est une méthode basée sur un calcul indiciel. Il s'agit de la plus ancienne méthode biologique d'évaluation de la qualité d'un milieu faisant l'objet d'une normalisation française.

Malheureusement, comme tout protocole, l'indice* IBGN comprend de nombreuses sources d'incertitudes qui rendent son interprétation complexe. L'évolution interannuelle de l'indice moyen d'une région ou d'un bassin-versant est-elle représentative de l'évolution globale de la qualité des cours d'eau ou de phénomènes climatiques, ou bien témoigne-t-elle d'effets laboratoires, voire d'effets préleveurs ?

Les causes possibles d'incertitude des résultats de la méthode IBGN ont été listées par un groupe de travail émanant du Groupe National Qualité des Eaux (GNQE) dans le cadre des réflexions initiées par le paragraphe 5.4.6.2 de la norme CEN/ISO 17025

En 2003, en prolongement à ce travail, la DIREN Lorraine s'est proposée pour assurer le pilotage et l'exploitation des données d'une expérimentation liée à la phase de prélèvement. Elle a demandé aux DIREN (Directions Régionales de l'Environnement) volontaires de participer à l'acquisition des données nécessaires à cette expérimentation, dans le but de partager la tâche et de disposer d'un échantillon diversifié tant sur le plan géographique que par la diversité des agents préleveurs et de l'adaptation locale de la norme.

Ce rapport est le résultat de cette proposition. Il tente de déterminer l'importance de l'impact sur le résultat de l'indice IBGN d'un aspect particulier de l'échantillonnage lié au choix des placettes* de prélèvement.

¹ La manipulation sur le terrain et au laboratoire s'est conformée à la norme IBGN parue en 1992, mais une nouvelle version de cette norme est parue en mars 2004 (cette nouvelle version a été exploitée pour l'interprétation des résultats) **à voir**.

I. Méthodologie

I.1) But poursuivi

L'application de l'IBGN conduit à prélever 8 placettes au sein d'habitats bien définis par leur couple substrat/vitesse. Le respect de la grille d'échantillonnage (prélèvement des substrats les plus biogènes en priorité puis, pour chaque substrat, prélèvement dans la classe de vitesse dominante pour ce substrat) devrait conduire deux préleveurs quelconques placés devant la même station au même instant à prélever dans huit habitats semblables du point de vue du couple substrat/vitesse et donc de garantir, de ce point de vue, une bonne reproductibilité à la méthode. Ceci n'est, en fait, pas entièrement vrai, car il peut y avoir divergence dans la perception des substrats (substrat non vu, jugé inférieur à la surface minimale ou non représentatif etc), des vitesses (perception de la classe de vitesse dominante pour un substrat donné). Ceci implique également que les limites du site prélevé aient été clairement établies, notamment pour la détermination de la classe de vitesse dominante par substrat à prélever. Nous ne nous pencherons toutefois pas sur ces diverses causes de variabilité et ne considérerons, comme annoncé, que la variabilité liée au choix des placettes prélevées pour une grille d'échantillonnage préalablement fixée selon la norme.

L'intérêt de cette problématique est d'être quasiment systématiquement rencontrée : mis à part les cas plutôt rares où le couple substrat/vitesse n'est représenté que par une placette (dont la taille est alors égale ou légèrement supérieure seulement à celle minimale requise par la norme soit 1/20ème de m²), il est toujours nécessaire à l'agent préleveur de choisir l'endroit exact où il posera son filet Surber².

Elle correspond à un choix à prendre par l'agent préleveur sans aucun guide autre que son expérience et ses connaissances en matière d'hydroécologie. Le choix est donc susceptible d'être différent d'un agent à l'autre.

Les facteurs susceptibles d'entrer en compte pour expliquer une différence de population entre deux placettes d'un même habitat sont nombreux : type précis de substrat (espèce végétale par exemple), état du substrat (colmatage, vieillissement des végétaux..), ensoleillement, profondeur, distance à la berge, proximité d'autres substrats, présence de substrats secondaires sur le substrat principal (duvet d'algues sur des pierres par exemple), vitesse précise à l'intérieur d'une classe de vitesse donnée, écart entre la vitesse en surface prise en compte par la norme et la vitesse au niveau du substrat prélevé etc.

I.2) Protocole expérimental

L'acquisition des données s'est faite selon le protocole de la norme AFNOR NF T 90 350 et en tenant compte également des exigences du programme 100.3 (tous les laboratoires participants sont accrédités par le COFRAC).

Pour chaque station, huit prélèvements de 1/20 m² ont été réalisés dans huit habitats distincts. Une station est définie comme un tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à 10 fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement (AFNOR,

² Nous emploierons ce terme de manière générique, y compris dans les cas où le prélèvement peut être réalisé avec un filet monté en Troubleau.

1992). Chaque habitat est caractérisé par son couple substrat-vitesse. Les huit couples substrat-vitesse sont choisis dans la station dans l'ordre de succession figurant en ordonnée du tableau d'échantillonnage (de 9 à 0) de la norme IBGN. Ces huit prélèvements ont été séparés afin de faire des tris et déterminations en listes séparées, et les couples prélevés ont été notés.

L'objet de notre étude étant d'évaluer l'incertitude liée au choix de la placette de prélèvement, sur chaque station huit autres prélèvements ont été effectués sur les mêmes habitats mais à des endroits différents. Soit il s'agissait de nouvelles placettes qui auraient pu être choisies au même titre que les huit premières, soit certaines placettes ont été jugées moins adaptées par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement, mais celles-ci respectaient dans tous les cas strictement les règles définies par la norme et le programme 100.3.

En pratique, afin de limiter le piétinement et les risques de perturbation des habitats, les prélèvements n'ont pas forcément été réalisés dans l'ordre préconisé par la norme, ni en prélevant d'abord les 8 premières placettes puis les 8 duplicats mais, généralement, de l'aval vers l'amont après avoir approximativement défini les seize placettes à prélever.

Si des couples substrat-vitesse ont été doublés au sein de la grille d'échantillonnage IBGN, par manque de diversité de la station, ils ont été prélevés quatre fois en tout.

A l'inverse, dans quelques cas, le strict doublement du couple substrat/vitesse n'a pu être réalisé (présence limitée du couple substrat/vitesse ne permettant qu'un prélèvement par exemple), un couple proche (au sens substrat/vitesse) a alors été échantillonné (changement de classe de vitesse par exemple).

Un modèle de fiche descriptive de l'environnement a été proposée par la DIREN Lorraine. Elle comprend la vitesse du courant (en cm/s), le sous-substrat* prélevé (selon la codification SANDRE), les substrats secondaires présents (s'il y en a), la distance à la berge, etc... Ces différentes données ont été demandées car elles sont susceptibles d'être utiles par la suite pour interpréter les éventuels écarts entre placettes.

Le remplissage de ces fiches a été divers selon les DIREN (quelques problèmes de compréhension des termes employés).

Pour obtenir les données expérimentales à exploiter, chaque DIREN participant à l'étude a procédé selon des méthodes voisines (respect strict de la norme IBGN garanti par l'accréditation COFRAC) mais pas forcément identiques, la norme laissant certaines latitudes (la DIREN Auvergne, par exemple, pratique la détermination directement sur le terrain, d'autres DIREN pratiquent un pré-tri sur le terrain).

Le traitement des échantillons a été effectué par chaque DIREN conformément à la norme et à ses modes opératoires et avec le souci de minimiser les causes éventuelles de non reproductibilité. Il a ainsi été demandé, que, pour chaque station, le même agent soit responsable des seize prélèvements sur le terrain et qu'un même agent réalise le travail de tri et détermination sur les seize échantillons au laboratoire.

Chacun des 16 sous-échantillons d'une station a été, naturellement, lavé, trié et déterminé séparément. Un modèle informatique de saisie des données a été proposé par la DIREN Lorraine.

I.3) Les différentes DIREN ayant participé à l'étude

Onze DIREN se sont investies dans cette étude (la réalisation d'un IBGN selon ce protocole demande, en moyenne, environ trois fois plus de temps que la réalisation d'un IBGN classique de par le doublement des prélèvements et des échantillons, la nécessité d'effectuer des tris séparés, une organisation de terrain et des relevés plus pointus, une saisie informatique spécifique etc.) :

- la DIREN d'Auvergne ;
- la DIREN de Bourgogne ;
- la DIREN de Franche-Comté ;
- la DIREN de Haute-Normandie ;
- la DIREN d'Ile-de-France ;
- la DIREN du Limousin ;
- la DIREN de Lorraine ;
- la DIREN des Midi-Pyrénées ;
- la DIREN du Nord Pas-de-Calais ;
- la DIREN du Poitou-Charentes ;
- la DIREN du Rhône-Alpes.

La DIREN Lorraine a proposé à chacune de ces DIREN volontaire d'échantillonner trois stations, de types différents si possible, et présentant une homogénéité minimale (pas de rejet ou d'affluent sur le site ou à l'amont proche de celui-ci).

Deux DIREN par manque de disponibilité, n'ont pu échantillonner qu'une station (Nord Pas-de-Calais et Bourgogne), deux autres en ont prélevé deux (Franche-Comté et Rhône-Alpes). Six DIREN ont travaillé sur trois stations (Haute-Normandie, Ile-de-France, Limousin, Lorraine, Midi Pyrénées, Poitou-Charentes) et la DIREN d'Auvergne a opéré sur quatre stations. L'ensemble de ces investigations représente donc vingt-huit stations.

I.4) Le traitement informatique des données

La première étape a été la détermination de l'indice IBGN de chaque station. Cette détermination s'effectue à partir de la détermination du groupe faunistique indicateur (GFI) et de la classe de variété taxonomique grâce à la formule :

$$\text{IBGN} = \text{GFI} + \text{Classe de variété taxonomique} - 1$$

Un calcul d'IBGN classique est obtenu pour une combinaison de huit prélèvements. Or dans notre étude, nous disposons de deux jeux de données puisque l'échantillonnage de chaque station a été doublé (les prélèvements élémentaires ont été rangés, pour chaque station, en deux séries consécutives dans le même ordre des couples substrat-vitesse, le couple substrat-vitesse de la placette 1 et donc toujours le même que celui de la placette 9 ; le second correspond au dixième...).

L'exploitation de ces données ne s'est pas limitée à comparer les deux séries de huit prélèvements réalisés sur chaque station. Afin d'avoir une vision plus exhaustive de la variabilité des résultats, nous avons calculé, pour chaque station, les 256 combinaisons

possibles réalisables en échangeant les deux prélèvements de chaque paire (il y a donc bien 8 puissance 2 combinaisons).

Pour chacune de ces combinaisons, nous avons donc calculé le GFI, la richesse taxonomique et l'indice IBGN. Pour chacun de ces trois indices ou sous-indices, une moyenne a été déduite sur l'ensemble de la station (moyenne des 256 combinaisons). Si les valeurs d'indice, GFI ou Richesse sont toujours, selon la norme, des valeurs entières, les moyennes de celles-ci sur des ensembles de combinaisons, seront parfois données, dans le présent rapport, avec une ou deux décimales, afin de mieux appréhender l'effet de telle ou telle modification dans le choix des placettes.

- Le **GFI** est généralement considéré comme révélateur de la sensibilité des invertébrés aquatiques à la pollution (essentiellement organique mais également toxique).

Il est déterminé en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins trois individus, voire dix individus pour certains taxons plus proliférants.

Sa détermination s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau de détermination de la norme IBGN de haut en bas (GI 9 à GI 1) et en arrêtant l'examen à la première présence significative ($n > 3$ individus ou $n > 10$ individus) d'un taxon de la liste faunistique considérée.

Sur les 138³ taxons répertoriés par l'IBGN, seulement 38 sont des taxons indicateurs.

Le tableau de détermination de la norme IBGN comprend en ordonnée les neuf groupes faunistiques indicateurs et en abscisse les quatorze classes de variété taxonomique. L'IBGN en est déduit.

Comme le montre la formule de calcul ci-dessus, l'IBGN est directement corrélé avec le GFI, toute variation du GFI entraînant la même variation de l'indice. Il est donc important de surveiller l'évolution de ce sous-indice.

Mais, comme nous le verrons ci-après, dans le cadre de la présente expérimentation dès qu'un taxon GFI est présent en effectif suffisant (3 ou 10) dans les deux duplicats* d'un couple substrat-vitesse au moins, il est forcément présent en effectif suffisant pour chacune des 256 combinaisons de la station. La variabilité de l'indice est donc nulle de ce point de vue pour le prélèvement global de la station considérée.

Le GFI dépend, comme nous venons de le voir, uniquement du taxon le plus polluosensible de l'échantillon. Il est intéressant, pour tout IBGN, de vérifier si celui-ci constitue ou non une exception au sein de la station, c'est-à-dire si d'autres taxons ont la même polluosensibilité ou si, au contraire, le taxon immédiatement inférieur en terme de polluosensibilité se situe à un niveau nettement en dessous, ce qui indiquerait que la valeur de l'indice peut être surestimée (notamment si la présence du taxon GFI est accidentelle : dérive d'individus par exemple)

On évalue donc la robustesse de l'IBGN. L'indice dit « IBGN robuste »⁴ est la valeur qu'aurait l'indice IBGN si le groupe faunistique indicateur le plus élevé n'avait été récolté qu'avec un nombre d'individus inférieurs à 3 (10 pour certains groupes indicateurs) : on passe donc au groupe faunistique indicateur suivant (éventuellement de même valeur) mais la

³ IBGN version de 1992. Si la norme de 2004 fait passer le nombre de taxons utilisés à 152, les taxons pris en compte pour la détermination du GFI ne changent pas, pas plus que les classes de variété taxonomique ou le tableau de détermination de l'IBGN.

⁴ Il s'agit en réalité d'une dérive de vocabulaire, en réalité on teste la robustesse de l'IBGN en faisant ce calcul.

richesse reste identique (certains hydrobiologistes calculent un IBGN robuste en diminuant également la richesse d'une unité, c'est-à-dire en supposant le taxon indicateur totalement absent, nous n'utiliserons pas cette variante de calcul qui met moins en lumière l'influence du groupe indicateur : avec la méthode que nous employons, si un second taxon de même groupe indicateur est présent en nombre suffisant, l'IBGN robuste est identique à l'IBGN).

Si l'écart entre les deux valeurs est important, alors l'indice surestime peut-être la qualité biologique du milieu car il tient à peu que l'on ait une image moins bonne de la qualité de la station. Ce principe de vérification de la valeur de l'indice est très répandu et très utilisé mais il ne remet en cause que la valeur du GFI et non celle de la richesse taxonomique.

Notons qu'il est également possible, à l'inverse, de calculer un « IBGN maximisé » en supposant que tous les taxons sont présents en nombre suffisant pour être GFI. IBGN robuste et IBGN maximisé fournissent alors une fourchette autour de la valeur de l'indice. Malgré l'intérêt que cette information présente, cette fourchette ne doit pas être considérée directement comme une valeur d'incertitude mais uniquement comme un élément permettant d'apprécier celle-ci. Nous n'emploierons pas ce calcul dans la présente étude. Les valeurs d'IBGN robuste moyen seront données à titre indicatif mais n'entrent pas directement dans le cadre de cette étude.

- La **richesse taxonomique** (ou variété taxonomique) correspond au nombre total de taxons recensés, même s'ils ne sont représentés que par un seul individu.

Ce nombre est réparti en classes de variété taxonomique dont l'amplitude est de 3 à 5 taxons (3 pour les faibles valeurs et 5 pour l'avant dernière classe, voire davantage pour la classe supérieure qui n'a pas de limite haute). Si l'IBGN varie linéairement de la même façon que les classes de variété (**IBGN = GFI + Classe de variété taxonomique – 1**) Cette notion de classe rend irréguliers les effets des éventuelles incertitudes de la richesse sur l'indice : une variation de richesse, même de plusieurs unités, sera sans effet sur l'indice tant que la richesse demeure au sein de la même classe. A l'inverse, une variation d'une seule unité peut faire varier d'autant l'indice si on se situe à une limite de classe.

Globalement, l'adjonction ou le retrait d'un seul taxon peut faire varier l'indice de 2 points s'il fait varier le niveau de GFI et la classe de variété taxonomique (les deux variant forcément dans le même sens, selon qu'il s'agit d'une adjonction ou d'un retrait).

L'étude de l'influence du choix des placettes sur l'indice IBGN de la station est principalement faite ci-après grâce à l'analyse des variations de la richesse taxonomique car celle-ci est un résultat quantitatif (contrairement au GFI qui est davantage qualitatif) et il varie donc plus facilement que la valeur du GFI.

Pour l'ensemble de ces calculs, nous avons volontairement travaillé sur des valeurs issues, conformément à la méthode IBGN, de la somme des individus récoltés sur huit prélèvements élémentaires plutôt que sur les données isolées d'un prélèvement élémentaire. Ceci dans le but, fixé par le sujet de l'étude, de déterminer la variabilité de l'indice IBGN en fonction du choix des placettes. Pour comparer deux duplicats d'un même substrat, on comparera donc les deux ensembles de 126 résultats correspondants à chacun des deux duplicats. Nous montrerons d'ailleurs ci-après que la richesse individuelle d'un prélèvement individuel ne préjuge pas toujours de son apport à la liste globale de la station.

I.5) Représentativité de l'échantillon

Nous avons déjà vu ci-dessus l'origine des données par régions. Celles-ci sont relativement bien réparties sur le territoire français, mais certaines régions que l'on peut supposer plus particulières ne sont pas représentées : régions méditerranéennes (PACA, LR), Bretagne, Aquitaine (cas particulier de Landes), Alsace (cours d'eau phréatiques). De même le nombre limité de stations prises en compte ne peut permettre prétendre prendre en compte tout l'éventail des types de cours d'eau français, même en se limitant à ceux où l'IBGN est praticable.

Les IBGN moyens des stations étudiées se répartissent ainsi :

IBGN moyen	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤ 4
Nombre de stations	10	11	7	0	0

Tableau I : Indices IBGN moyens des vingt-huit stations étudiées

Les stations considérées dans cette étude sont donc en moyenne de bonne voire de très bonne qualité.

Cette étude est par conséquent, dès le départ, orientée pour l'évaluation de l'incertitude de stations non ou faiblement dégradées car les DIREN ont préféré travailler sur de bonnes stations, relativement diversifiées (pour avoir un choix de placettes important (et ne pas trop quadrupler d'habitats) d'une part, et certainement également parce qu'il est plus agréable de travailler sur ce type de station tant au niveau du prélèvement que du tri, et enfin, parce que l'information supplémentaire recueillie sur ces stations a davantage d'intérêt au niveau local (hors du but de cette étude) que sur des stations dégradées).

On peut penser que l'incertitude étudiée ici est plus grande sur ce type de station : plus la station est variée plus on a le choix, donc plus celui-ci va engendrer d'incertitude. Sur une station monotone, il est probable que le choix des placettes aura une influence moindre. De même, si la faune est limitée à quelques espèces, le plus souvent ubiquistes, il y a moins de probabilité de ne pas prélever celles-ci⁵.

⁵ Insistons sur le fait que l'IBGN est un indice et non une mesure, c'est-à-dire que son intérêt est lié à sa reproductibilité est non à une quelconque exhaustivité ou aptitude à prélever les taxons les plus polluosensibles. La surestimation de l'indice par non respect du protocole est donc aussi condamnable que sa sous-estimation et si l'application du protocole conduit à ne pas prélever un taxon présent, il ne faut en aucun cas corriger cet état de fait (soit en rajoutant les taxons à la liste soit en « infléchissant » le protocole d'échantillonnage.)

II. Résultats expérimentaux obtenus

II.1. Amplitude de variation de l'IBGN et premiers résultats généraux

Comme indiqué ci-dessus nous avons établi, pour chacune des 28 stations, les 256 combinaisons possibles à partir des deux séries de huit prélèvements élémentaires. Pour chacune de ces 256 combinaisons de prélèvements élémentaires, GFI et richesse taxonomique ont été déterminés et l'indice IBGN a été calculé.

Dans le tableau de la page qui suit, les valeurs minimales et maximales des GFI, richesses taxonomiques les indices IBGN ont été relevés station par station.

Attention, il s'agit d'amplitude maximale de variation, correspondant donc aux deux combinaisons extrêmes rencontrées au sein des 256 combinaisons possibles avec 2 séries de 8 prélèvements élémentaires. Ceci ne doit pas être assimilé à une valeur d'incertitude.

L'indice IBGN varie au maximum de :

- 1 point pour 5 stations
- 2 points pour 15 stations
- 3 points pour 4 stations
- 4 points pour 4 stations

Comme nous le verrons plus loin, sur quatre stations (repérées par une astérisque dans le tableau) le protocole défini n'a pas été strictement appliqué et deux ou trois prélèvements ont été dupliqués sur un substrat légèrement différent ou dans une classe de vitesse voisine mais non identique, voire les deux simultanément (Gelon à la Rochette). Le cas de ces quatre stations doit donc être traité avec davantage de prudence et nous n'avons donc que trois stations avec duplicats exacts pour lesquelles l'amplitude maximale est de 4 points

La valeur du GFI ne varie que pour huit stations, dont les deux pour lesquelles le duplicat n'est pas exact et deux des trois restantes qui ont un IBGN variant de quatre points.

L'amplitude de variation de la richesse taxonomique est de 4 taxons pour les stations les plus stables à 14 taxons pour la plus variable qui n'est d'ailleurs pas la plus riche.

Les classes de richesse taxonomique varient de une à quatre classes mais ce dernier cas n'est rencontré que sur une station. Le graphique ci-dessous montre l'effet des bornes des classes de richesse qui perturbe fortement la corrélation entre l'amplitude de variation de la richesse et celle des classes de richesse (fort recouvrement des deltas de richesse d'une et deux classes).

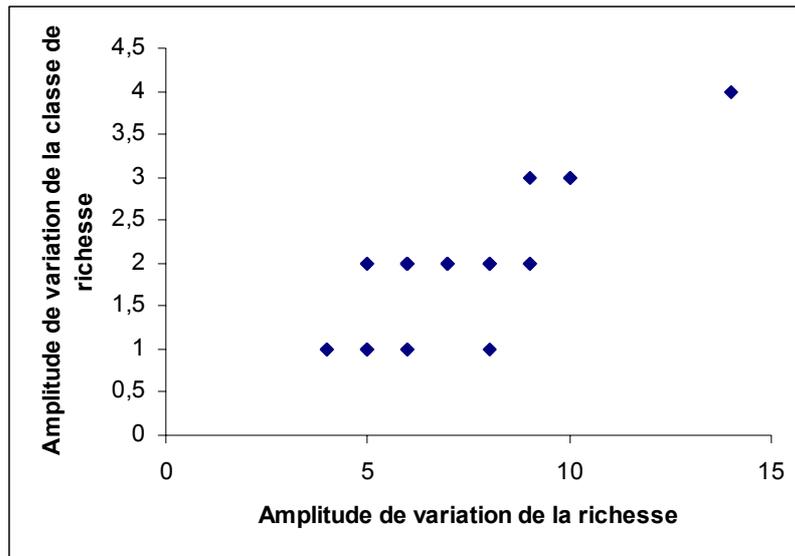


Figure 1 : amplitude de variation des classes de richesse en fonction de celle de la richesse.

Le graphique suivant présente la relation entre variation de la richesse et variation de l'IBGN. Nous y retrouvons, naturellement la perturbation ci-dessus, à peine perturbée par l'effet de la variation de GFI sur 8 stations :

- sur la station de l'Aa à Wizernes, qui présente la plus faible variation de richesse mais pour laquelle la variation de GFI est tout de même d'un point : c'est ce qui explique la disparition du point en bas à gauche.
- la station présentant le plus fort écart de richesse (L'Eure à La Croix St-Leufroy) est stable du point de vue du GFI (6), elle est donc rejointe dans le groupe des stations présentant une amplitude de variation de l'IBGN de quatre points par des stations de moindre amplitude de richesse.

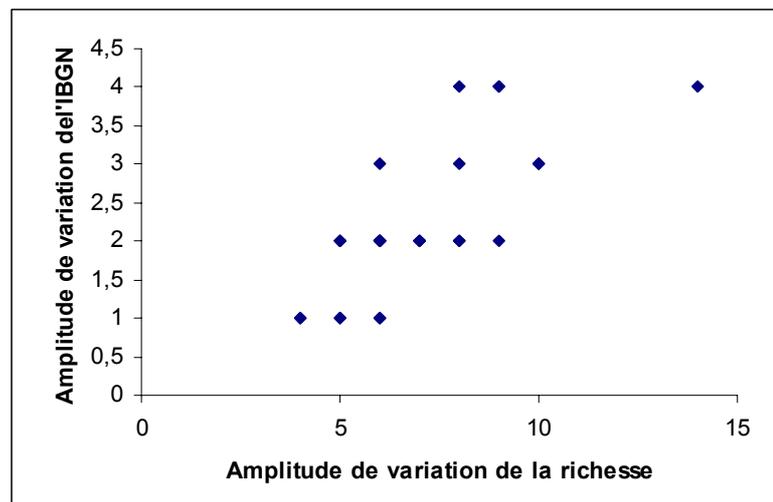


Figure 2 : amplitude de variation de l'IBGN en fonction de celle de richesse.

Ce premier examen de l'amplitude de variation de la richesse, du GFI et de l'IBGN sur les différentes stations, nous donne un premier aperçu de la situation. Il est nécessaire d'approfondir cette étude en examinant en détail chaque station. Nous le ferons selon un classement par écart-type d'IBGN croissant (c'est-à-dire des stations les moins perturbées par un changement de placette à celles ayant le plus réagi.). On constatera d'ailleurs dès le

tableau suivant que l'amplitude de variation de l'IBGN n'est pas non plus directement liée à l'écart-type de l'IBGN : les deux stations présentant l'écart-type le moindre ont une amplitude de variation de l'IBGN de 2 et les cinq stations présentant une amplitude de variation d'IBGN de 1 présentent des écart-types plus importants. Ceci conforte donc l'importance de travailler avec ces deux variables statistiques, l'une témoignant de la variation maximale possible et l'autre de la dispersion réelle des résultats.

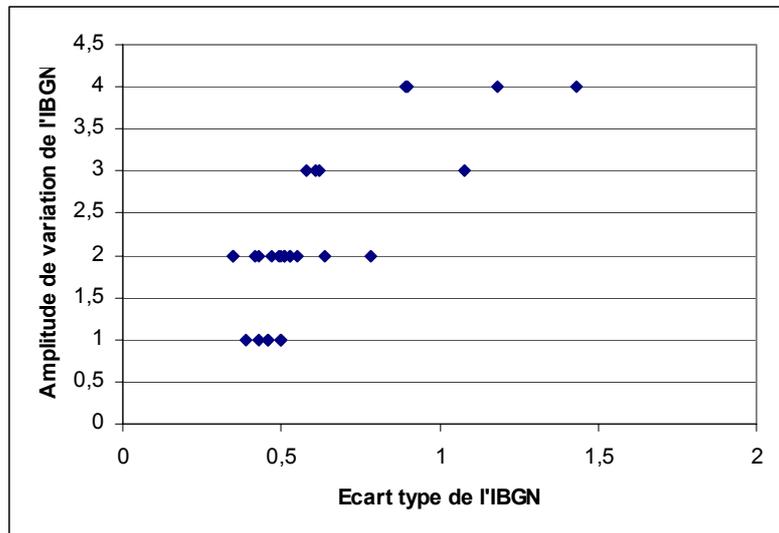


Figure 3 : amplitude de variation de l'IBGN en fonction de l'écart-type de celui-ci.

Nom de la station	GFI rencontrés au sein des 256 combinaisons	Δ GFI	variété taxon.	Δ rich .	Classes de variété taxonom.	Δ CI Var.	Variation de l'indice IBGN	Delta IBGN	Ecart Type IBGN
La Crusnes à Fillières	7 (<i>Leuctridae</i> , <i>Goeridae</i> , <i>Glossosomatidae</i>)		28-33	5	8-10	2	14-16	2	0.35
Rançon à St Wandrille	7 (<i>Goeridae</i>)		19-25	6	6-8	2	12-14	2	0.35
La Vienne à Valdivienne	8 (<i>Brachycentridae</i>)		37-42	5	11-12	1	18-19	1	0.39
La Remarde à St-Cyr-sous-Dourdan	7 (<i>Goeridae</i>)		31-37	6	9-11	2	15-17	2	0.42
L'Ecole à Oncy B	7 (<i>Beraeidae</i>)		43-48	5	12-13	1	18-19	1	0.43
La Bièvre à Igny *	5 (<i>Hydroptilidae</i>)		24-29	5	7-9	2	11-13	2	0.43
L'Alagnon à La Fraisse-Haut	9 (<i>Perlidae</i>)		26-30	4	8-9	1	16-17	1	0.46
La Sioule à Montfermy	9 (<i>Perlidae</i> ; <i>Perlodidae</i>)		34-40	6	10-11	2	18-19	1	0,46
Le Nanheul à Pierrepont	8 (<i>Odontoceridae</i>)		26-34	8	8-10	2	15-17	2	0.47
L'Allan à Bart	5 (<i>Hydroptilidae</i>) – 4 (<i>Leptoceridae</i> ; <i>Psychomyiidae</i>)	1	27-32	5	8-9	1	11-13	2	0.49
L'Aa à Wizernes *	6 (<i>Sericostomatidae</i>) -5 (<i>Hydroptilidae</i>)	1	32-36	4	9-10	1	14-15	1	0.50
La Vienne à Condat sur Vienne	8 (<i>Brachycentridae</i>)		21-27	6	7-8	1	14-15	1	0.50
La Corrèze à Brive	4 (<i>Leptoceridae</i> ; <i>Polycentropodidae</i>)		20-26	6	6-8	2	9-11	2	0.50
Le Durdent à Vittefleury	7 (<i>Glossosomatidae</i>)		34-41	7	10-12	2	16-18	2	0.51
La Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye	7 (<i>Goeridae</i>)		25-33	8	8-10	2	14-16	2	0.51
Le Woigot à Mance	5 (<i>Hydroptilidae</i>)		19-26	6	6-8	2	10-12	2	0.53
La Vézère en amont de Bugeat	9 (<i>Perlidae</i>)		32-39	7	9-11	2	17-19	2	0.53
La Dordogne à Saint-Sauves	7 (<i>Leuctridae</i>)		15-22	7	5-7	2	11-13	2	0.55
L'Arroux à Laizy	8 (<i>Brachycentridae</i>)		36-46	10	10-13	3	17-20	3	0.58
La Sioule à Jenzat	7 (<i>Leuctridae</i>)		32-42	10	9-12	3	15-18	3	0.61
Le Dessoubre à Saint-Hippolyte	8 (<i>Brachycentridae</i> ; <i>Odontoceridae</i>) - 7 (<i>Leuctridae</i>)	1	31-37	6	9-11	2	15-18	3	0.62
La Garonne à Chaum	9 (<i>Perlidae</i>)		26-35	9	8-10	2	16-18	2	0.64
La Cance à Annonay *	5 (<i>Hydroptilidae</i>) -4 (<i>Psychomyiidae</i>)	1	37-43	6	11-12	1	14-16	2	0.78
L'Eure à La Croix St Leufroy	6 (<i>Lepidostomatidae</i>)		28-42	14	8-12	4	13-17	4	0.89
Le Clain à Cercigny	8 (<i>Philopotamidae</i>) -7 (<i>Leuctridae</i>)	1	32-41	9	9-12	3	15-19	4	0.90
L'Arros à Tasque	7 (<i>Leuctridae</i>) -5 (<i>Hydroptilidae</i>)	2	41-49	8	12-13	1	16-19	3	1.08
Saint-Clair	5 (<i>Hydroptilidae</i>) - 4 (<i>Rhyacophilidae</i>) - 2 (<i>Elmidae</i>)	3	19-28	9	6-8	2	8-12	4	1.18
Le Gelon à La Rochette *	5 (<i>Hydroptilidae</i>) -3 (<i>Hydropsychidae</i>)	2	22-30	8	7-9	2	9-13	4	1.43

Tableau II : Variation des indices IBGN dans chacune des vingt-huit stations étudiées par ordre croissant de variation d'écart-type IBGN puis de richesse.

* stations pour lesquelles les huit duplicats ne sont pas exactement sur les mêmes couples substrats/vitesse

II.2 Situation détaillée par station

La fiche de la première station (La Crusnes à Fillières) étant un peu plus détaillée (davantage d'explication sur les méthodes d'analyse, report de certains tableaux et courbes présents en annexe seulement pour les autres stations), sa lecture en est conseillée avant lecture des autres fiches.

Sont disponibles en annexe, station par station, une fiche récapitulative et une fiche comportant les 8 graphiques permettant de comparer les prélèvements des 8 duplicats.

➤ La Crusnes à Fillières (Lorraine)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Litières	Cailloux	Sables	Bryophytes	Granulats grossiers	Hydrophytes	Dalles	Hélophytes
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau III : Habitats prélevés dans la station de la Crusnes à Fillières

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN sont de quatorze à seize selon les combinaisons de prélèvements :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	30	7	15
Maximum	33	7	16
Minimum	28	7	14
Etendue	5	0	2
Médiane	30	7	15
Mode	30	7	15
Variance	1,74	0,00	0,12
Ecart-type	1,32	0,00	0,35
CV	4,34	0,00	2,36

Tableau IV : Résumé statistique pour la station de la Crusnes à Fillières

Le GFI de 7 est donné principalement par la famille des *Leuctridae*. Un seul *Odontoceridae* a été trouvé (dans les sables), ce qui ne suffit pas à assurer un GFI de 8 à cette station..

Substrat	Litières	Cailloux	Sables	Bryophytes	Granulats grossiers	Hydrophytes	Dalles	Hélophytes
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	1	1
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nbre de <i>Leuctridae</i>	31 / 23	3 / 15	0 / 1	-	17 / 7	4 / 2	-	-
Nbre de <i>Goeridae</i>	-	- / 14	- / 2	-	44 / 45	1 / -	7 / 1	- / 1
Nbre de <i>Glossosomatidae</i>	-	-	-	-	2 / -	-	1 / -	-

Tableau V : Répartition des taxons de GFI 7 dans les habitats de la station de la Crusnes à Fillières

Trois paires de prélèvements sont stables pour les *Goeridae*. Cette valeur de GFI est donc sûre et même robuste puisque l'on a également une paire stable de *Goeridae* et quelques *Glossosomatidae*, tous de GFI 7.

Rappelons que l'IBGN robuste indique la valeur qu'aurait l'IBGN si le groupe faunistique indicateur le plus élevé n'avait été récolté qu'en un nombre d'individus inférieur à

3 (10 pour certains groupes indicateurs) : on passe donc au groupe indicateur suivant dans la liste (éventuellement de même valeur) mais la richesse reste identique (certains hydrobiologistes calculent l'IBGN robuste en diminuant également la richesse d'une unité, nous ne procéderons pas de cette manière et ceci permettra de mieux voir l'influence du seul GFI : si, comme ici, un autre taxon assure le même GFI, l'IBGN robuste reste égal à l'IBGN.)

La présence de la famille des *Leuctridae* dans ce biotope s'explique probablement par le fait que les ressources alimentaires (débris végétaux) sont abondantes. En effet, cette famille se développe normalement dans des substrats meubles dans des courants rhéophiles. Dans cette station, il n'y a pas de substrat meuble et les courants sont limnophiles.

La richesse taxonomique varie entre vingt-huit et trente-trois taxons. Sa répartition obéit à une loi quasi-normale qui ne laisse pas deviner l'écart entre les deux prélèvements d'hélophytes (écart de richesse moyenne de 2 unités)

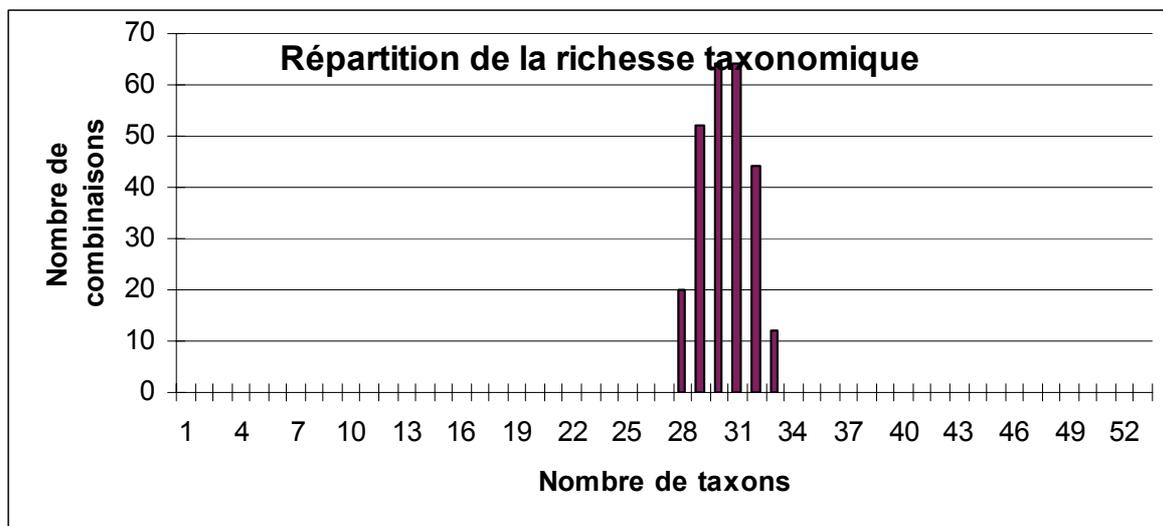


Figure 4 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Crusnes à Fillières

Le tableau ci-dessous donne pour chaque couple de prélèvement (duplicat), les écarts induits sur les résultats globaux de la station. Pour chaque duplicat, sont comparés les 128 combinaisons faisant intervenir la première placette (série 1) avec les 128 combinaisons faisant intervenir la seconde placette (série 2). Ne sont donc pas pris en compte les simple différence de liste entre les deux placettes mais bien l'impact de ces différences au sein des listes globales (sur la station) résultantes.

A titre d'exemple, le premier duplicat (litières en classe de vitesse <5cm/s) est sans impact ni sur la richesse, ni sur le GFI, donc sans impact sur l'IBGN : les valeurs statistiques des deux séries de combinaisons sont identiques. Si on regarde les listes faunistiques respectives, on constate pourtant que le prélèvement 1 comporte 11 taxons alors que son homologue, le prélèvement 9 en comporte 8 seulement. Mais ces taxons sont tous présents dans l'ensemble des 256 combinaisons possible du fait de leur présence dans les deux prélèvements d'au moins un duplicat.

Substrat	vitesse	Richesse			GFI		Classe de richesse		IBGN		
		Série 1	Série2	Delta	Série 1	Série2	Série 1	Série2	Série 1	Série2	Delta
Litière	moyenne	30,38	30,38	0	7,00	7,00	8,97	8,97	14,97	14,97	0
	1	ET	1,32	1,32	0	0	0,35	0,35	0,35	0,35	0
		CV	4,35	4,35		0	0	3,94	3,94	2,36	2,36
Pierres	moyenne	30,13	30,63	0,50	7,00	7,00	8,88	9,06	14,88	15,06	0,19
	1	ET	1,37	1,22	0	0	0,42	0,24	0,42	0,24	0,17
		CV	4,54	3,99		0	0	4,69	2,68	2,80	1,61
Sable	moyenne	30,00	30,75	0,75	7,00	7,00	8,88	9,06	14,88	15,06	0,19
	1	ET	1,33	1,20	0	0	0,42	0,24	0,42	0,24	0,17
		CV	4,43	3,91		0	0	4,69	2,68	2,80	1,61
Bryophytes	moyenne	30,38	30,38	0	7,00	7,00	8,97	8,97	14,97	14,97	0
	1	ET	1,32	1,32	0	0	0,35	0,35	0,35	0,35	0
		CV	4,35	4,35		0	0	3,94	3,94	2,36	2,36
Gravier	moyenne	30,00	30,75	0,75	7,00	7,00	8,88	9,06	14,88	15,06	0,19
	1	ET	1,23	1,30	0	0	0,33	0,35	0,33	0,35	0,02
		CV	4,10	4,24		0	0	3,74	3,85	2,23	2,32
Hydrophytes	moyenne	30,75	30,00	0,75	7,00	7,00	9,03	8,91	15,03	14,91	0,13
	1	ET	1,35	1,18	0	0	0,40	0,29	0,40	0,29	0,10
		CV	4,40	3,92		0	0	4,38	3,29	2,63	1,96
Dalles	moyenne	30,63	30,13	0,50	7,00	7,00	9,03	8,91	15,03	14,91	0,13
	1	ET	1,37	1,22	0	0	0,40	0,29	0,40	0,29	0,10
		CV	4,47	4,06		0	0	4,38	3,29	2,63	1,96
Hélophytes	moyenne	31,38	29,38	2,00	7,00	7,00	9,09	8,84	15,09	14,84	0,25
	1	ET	0,86	0,86	0	0	0,29	0,36	0,29	0,36	0,07
		CV	2,74	2,93		0	0	3,22	4,12	1,94	2,46

Tableau VI: influence de chacun des duplicats de la station de La Crusnes à Fillières

Note : ce type de tableau est disponible en annexe pour chacune des stations, il ne figure dans le texte que pour cette première station, à titre explicatif.

A l'inverse, en bas du tableau, on remarque l'écart de richesse moyenne de 2 unités entre les deux séries de 128 combinaisons comprenant soit l'une soit l'autre placette d'hélophytes et que l'on peut analyser sur les courbes de répartition de richesse ci-après, la courbe jaune étant la somme (256 combinaisons) des courbes bleue (128 combinaisons faisant intervenir la placette 8) et verte (128 combinaisons faisant intervenir la placette 16).

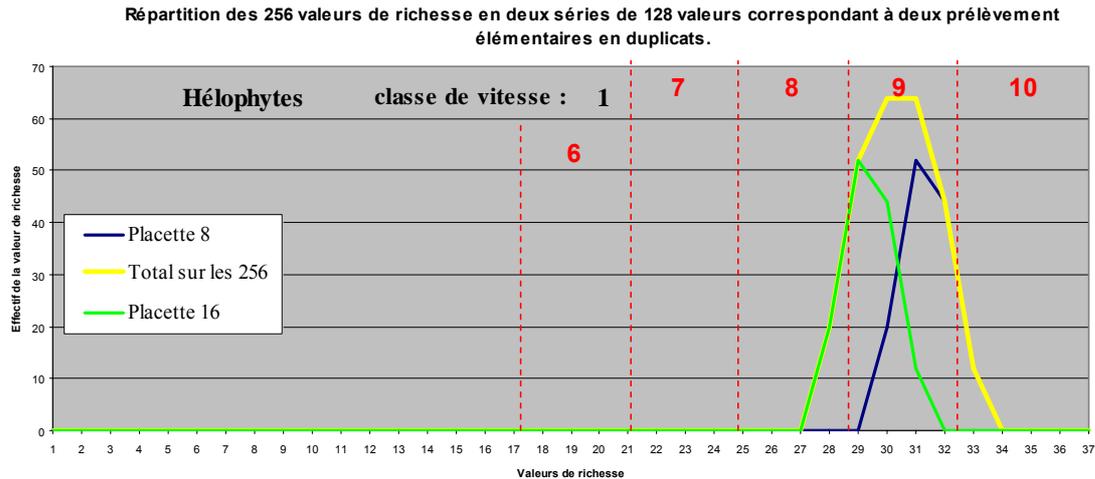


Figure 6 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements d'hélophytes de la station de la Crusnes à Fillières

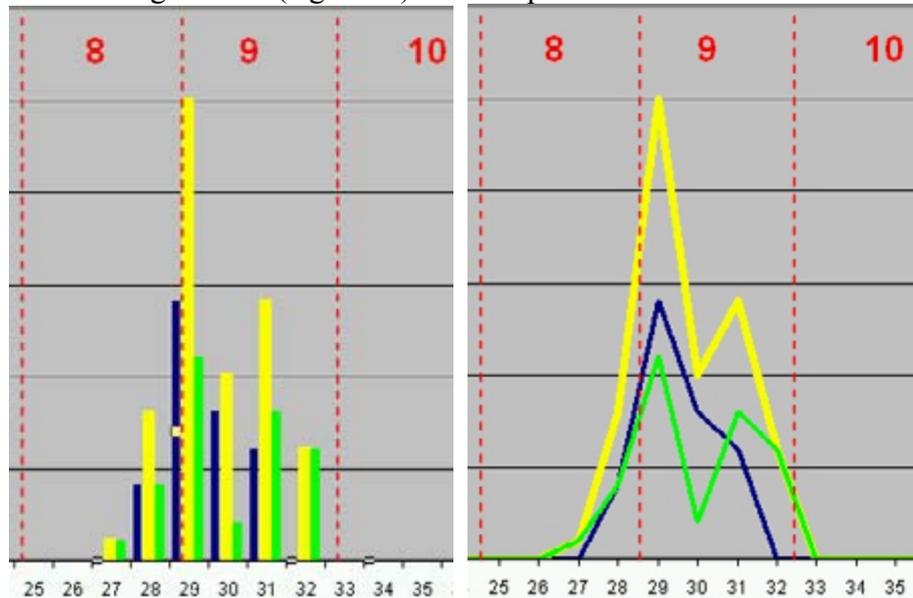
Légende : ∴ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux courbes (vertes et bleues) sont de forme strictement identique, l'écart est donc dû à deux taxons présents dans toutes les combinaisons faisant intervenir la placette 8 et absent des 128 autres combinaisons. L'examen de la liste permet de confirmer ce fait :

- la placette 8 comporte 13 taxons dont 2 lui sont entièrement propres au sein de la station : 1 *Helolidae* et 1 *Veliidae*.
- Elle comporte, en outre, 4 taxons non présents sur la placette 16 mais présents dans les deux prélèvements d'au moins un support, donc dans toutes les combinaisons de prélèvement, ces quatre taxons interviennent donc toujours dans la richesse.
- La placette 16 comporte 12 taxons dont aucun ne lui est propre. Parmi ceux-ci 5 ne sont pas présents sur la placette 8 mais le sont tout de même dans toutes les combinaisons du fait de leur présence, dans les deux prélèvements d'au moins un autre support.
- 7 taxons, enfin, sont présents sur les deux placettes.

Le tableau ci-dessus nous apprend également que l'impact de cet écart moyen de 2 taxons sur la richesse conduit à un écart d'indice IBGN moyen entre les deux séries de 0,25 points d'indice (l'indice IBGN est, naturellement, entier mais il est possible ici de parler en valeurs décimale puisqu'il s'agit de l'écart des moyennes d'indices sur deux ensembles de 128 combinaisons)

Attention, cette représentation en courbes est plus facile à lire qu'une représentation juxtaposant des histogrammes. Elle présente toutefois le défaut de faire apparaître une surface triangulaire non significative en début de montée entre la dernière valeur de richesse non représentée et la première valeur de richesse représentée et de même en fin de courbe. Cela peut, en particulier laisser penser à tort à une part de présence dans une classe de richesse. Sur l'exemple ci-dessous, par exemple, la représentation par courbes (à droite) peut laisser penser qu'une part des combinaisons des courbes jaune et verte est en classe 10 alors que la représentation en histogrammes (à gauche) montre qu'il n'en est rien.



Examinons, à titre explicatif, le cas du second duplicat du tableau : Pierres en classe de vitesse $v < 5 \text{ cm/s}$.

L'écart de richesse moyenne entre les deux séries de combinaisons n'est que de 0,5 taxons.

L'examen des listes faunistiques montre pourtant que la placette 10 comporte 21 taxons soit plus du double de la placette 2 qui n'en comporte que 10.

Si l'on détaille cet examen on constate :

- que les 10 taxons de la placette 2 sont présents également sur la placette 10, ils ne peuvent donc intervenir pour modifier la richesse moyenne des deux séries,
- que 10 des taxons présents uniquement sur la placette 10 le sont également dans les deux prélèvements d'au moins un autre duplicat. Ils sont donc également présents au sein de l'ensemble des 256 combinaisons possible sur la station et n'induisent donc pas de différence entre les combinaisons faisant intervenir la placette 2 et celles faisant intervenir la placette 10.
- qu'un taxon (*Ptychopteridae*) est présent sur la placette 10 et également sur l'une des deux placettes de sable (placette n°11). Ces deux placettes sont les seules des 16 prélevées sur lesquelles il est présent. Il sera donc présent dans les 128 combinaisons comportant la placette de pierres n°10 mais également dans les 64 combinaisons faisant intervenir la placette de pierres n°2 (dont il est absent) et la placette de sable n°11 (où il est présent). Il sera donc présent dans la moitié des combinaisons faisant intervenir la placette 2 et dans toutes celles faisant intervenir la placette 10, ce qui explique l'écart final de 0,5 taxons entre les richesses moyennes des deux placettes de pierres.

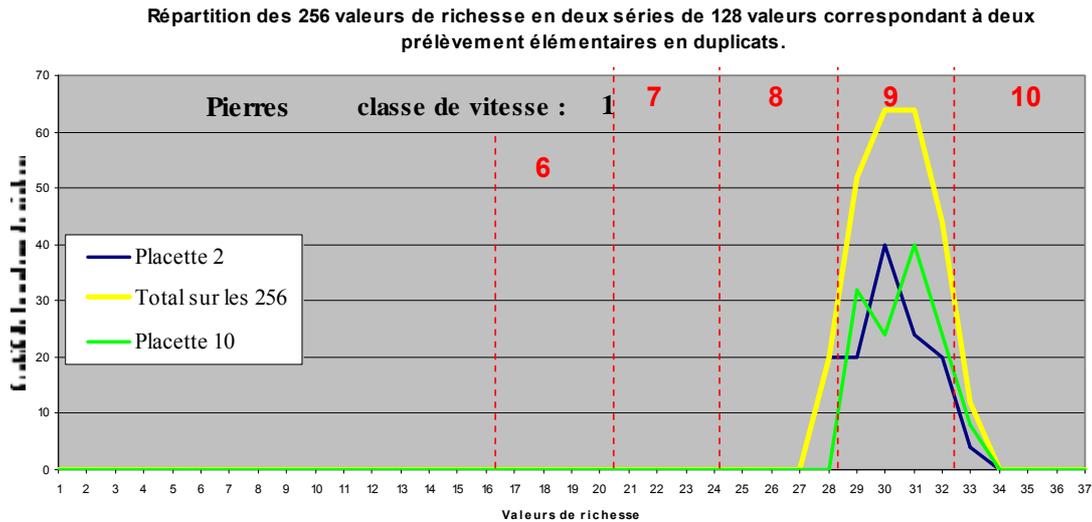


Figure 7 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements de pierres de la station de la Crusnes à Fillières

On remarquera sur le tableau ci-dessus, que si l'impact du choix de la placette de pierres n'a qu'un impact de 0,5 taxons sur la richesse moyenne, l'impact sur l'IBGN moyen est de 0,19 points d'indices soit relativement beaucoup comparé au 0,25 points d'indices induits par le choix de la placette d'hélophytes étudié ci-dessus et dont l'impact sur la richesse était quatre fois supérieur (2 taxons). Ceci s'explique par les effets de bornes de classes.

Les deux exemples ci-dessus, relativement simples, permettent de comprendre comment les différences entre listes de deux prélèvements d'un même duplicat influent ou non sur la richesse moyenne et sur l'IBGN moyen de la station ainsi, naturellement que sur leurs écarts-types. On retiendra essentiellement que le choix entre deux placettes présentant des listes faunistiques très différentes (c'est ici le cas des deux placettes de pierres) peuvent avoir un impact relativement limité si elles ne contiennent pas de taxons particuliers.

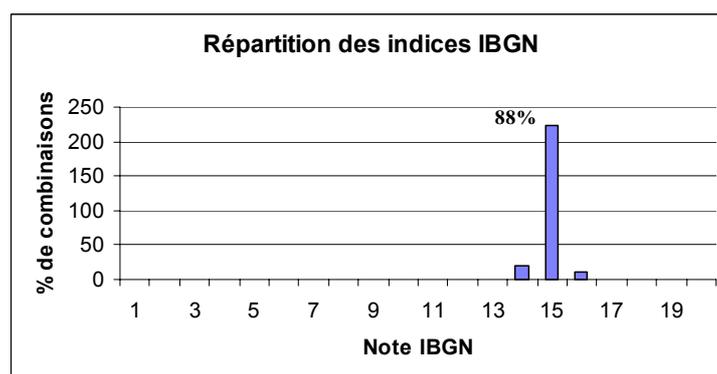


Figure 8 : Répartition des IBGN sur la Crusnes à Fillières

L'IBGN moyen de cette station est de 15 pour 88% des combinaisons de prélèvements soit une excellente stabilité due en grande partie au fait que les richesses constatées sont centrées au sein de la classe 9 (29-32 taxons). Cette apparente stabilité est donc due en partie à un effet de classe (ce qui explique qu'en revanche l'amplitude de l'IBGN soit de trois unités, du fait du léger débordement dans chacune des classes de richesse voisine).

➤ Le Rançon à Saint-Wandrille (Haute-Normandie)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Limons	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	3	5	5	3	5	5

Tableau VII : Habitats prélevés dans la station de la commune de la Rançon

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN sont de douze à quatorze

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	22	7	13
Maximum	25	7	14
Minimum	19	7	12
Etendue	6	0	2
Médiane	22	7	13
Mode	22	7	13
Variance	1,66	0,00	0,12
Ecart-type	1,29	0,00	0,35
CV	5,80	0,00	2,70

Tableau VIII : Résumé statistique pour la station de la commune de la Rançon

Le GFI est donné par la famille des *Goeridae*.

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Limons	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	3	5	5	3	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	3 / 2	-	1 / 0	8 / 18	0 / 11	0 / 1	2 / 0	21 / 31

Tableau IX : Répartition des Glossosomatidae dans les habitats de la station de la commune de la Rançon

Deux duplicats sont stables. La valeur de GFI est donc stable. Les deux duplicats stables sont bien des substrats durs qui se situent dans des courants rhéophiles.

Le GFI et, par voie de conséquence l'IBGN, ne sont toutefois pas robustes du tout car si l'on réduit le nombre de *Goeridae* en dessous de 3 nécessaires au GFI, celui-ci tombe de 7 à 3 et l'IBGN moyen de 13 à 9 !

La richesse taxonomique varie entre dix-sept et vingt-trois taxons. Sa répartition suit une loi d'allure normale qui ne laisse pas transparaître que 4 des 8 duplicats présentent des courbes de richesse sensiblement différentes.

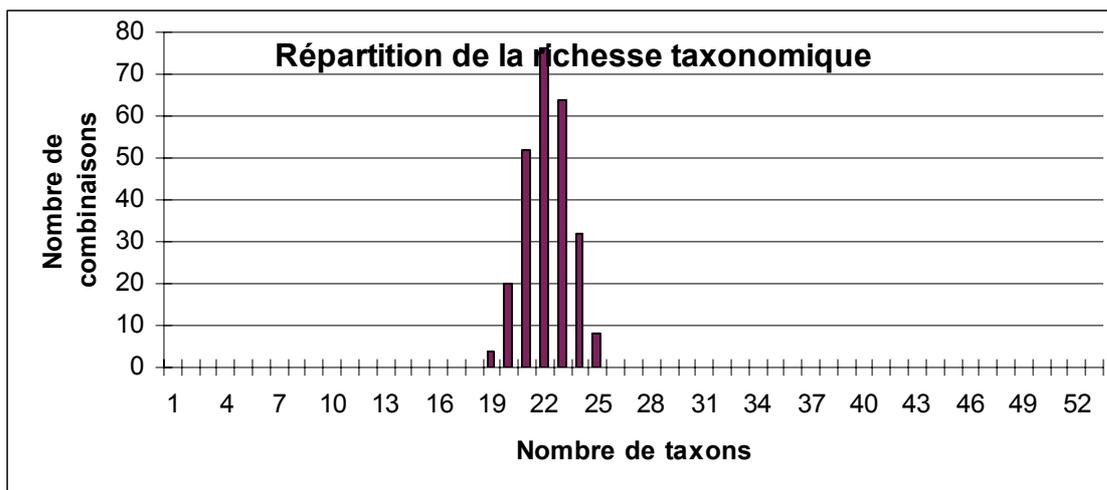


Figure 9 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements de la Rançon à Saint-Wandrille

Le duplicat le plus divergent est celui formé des placettes de pierre (quatre/douze) : les combinaisons avec le prélèvement quatre présentent une richesse moyenne supérieure d'environ 1,6 taxons.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

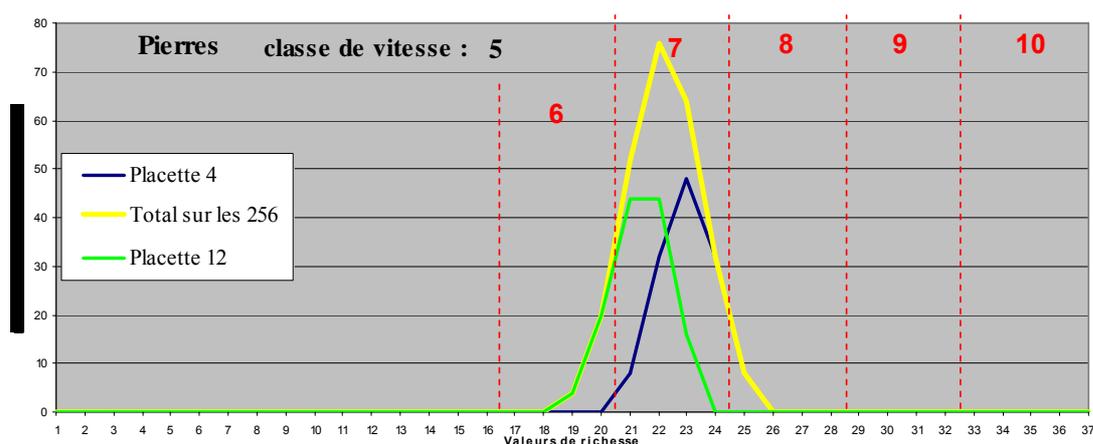


Figure 10 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements de pierres de la Rançon à Saint-Wandrille

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Avec 88% de valeurs d'IBGN égales à 13, l'indice est relativement stable sur cette station, ce qui s'explique en grande partie par un GFI stable et par le fait que la courbe de richesse est, comme sur la station précédente, centrée dans la classe de richesse 7. En revanche, cette situation conduit, ici aussi, à une amplitude de variation de trois points (débordement sur les classes 6 et 8)

➤ La Vienne à Valdivienne (Poitou-Charente)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	2	5	1	5	5	3	5	5

Tableau X : Habitats prélevés dans la station de la Vienne à Valdivienne

Toutes les placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Les indices IBGN sont de dix-huit ou dix-neuf :

Tableau XI : Résumé statistique pour la station de la Vienne à Valdivienne

Le GFI est la <i>Brachycentridae</i> .		Richesse	GFI	IBGN	famille	des
	Moyenne	39	8	18		
	Maximum	42	8	19		
	Minimum	37	8	18		
	Etendue	5	0	1		
	Médiane	39	8	18		
	Mode	38	8	18		
	Variance	1,88	0,00	0,15		
	Ecart-type	1,37	0,00	0,39		
	CV	3,51	0,00	2,15		

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	2	5	1	5	5	3	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	2 / 10	4 / 10	-	5 / 1	-	-	-	-

Tableau XII : Répartition des Brachycentridae dans les habitats de la station de la Vienne à Valdivienne

Il y a un duplicat stable (prélèvements deux et dix). Le GFI de la station est donc constamment de huit.

Cette famille se développe principalement dans la végétation et sur les substrats durs, ce qui explique sa présence dans les bryophytes, les hydrophytes et sur les pierres et galets. On la trouve bien dans des courants rapides (courants de classes deux et cinq).

La richesse varie de trente-sept à quarante-deux taxons. Elle ne suit pas une loi normale car la moyenne ne correspond pas au mode :

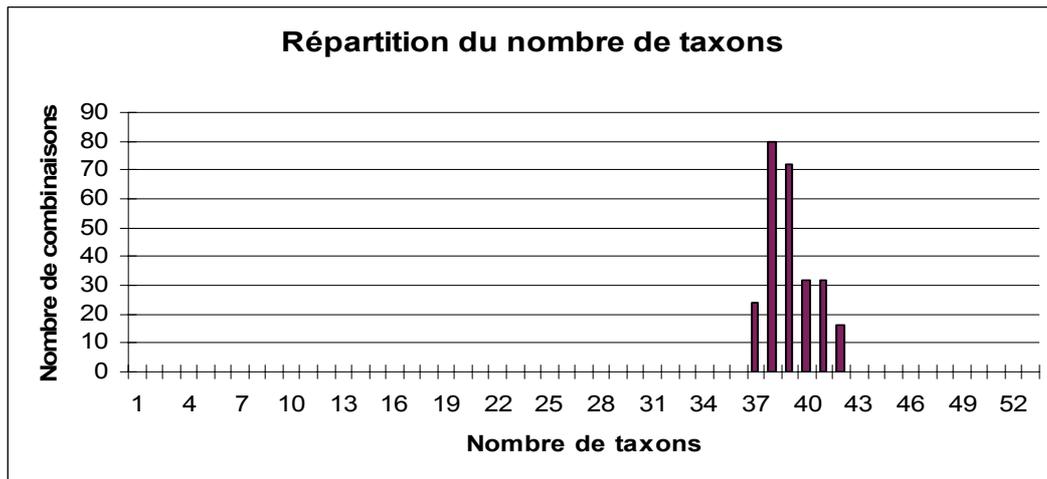


Figure 11 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Vienne à Valdivienne

Si les duplicats de gravier, sable et roche présentent des courbes de richesse confondues, les autres duplicats ont des comportements différents et celui de pierres en classe de vitesse 5 en particulier : l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement quatre a, en moyenne, deux taxons de moins que celui avec le douze. De plus, l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement deux a un taxon de moins que celui avec le dix (duplicat d'hydrophytes).

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

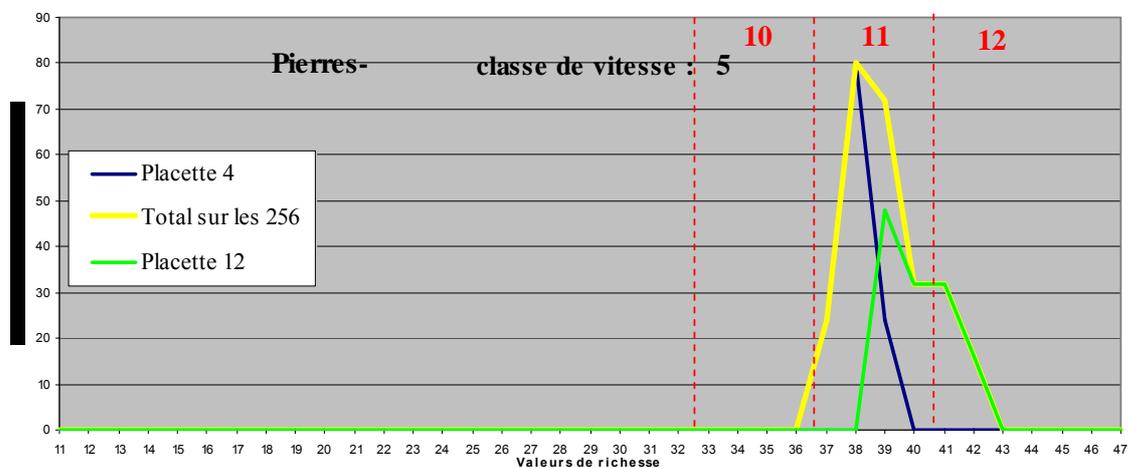


Figure 12 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements quatre et douze de la station de la Vienne à Valdivienne

Légende : Limite entre deux classes de richesse taxonomique
 6, 7... Classes de richesse taxonomique

Le prélèvement douze s'étend sur deux classes de variété alors que le quatre ne se trouve quasiment que dans une seule classe de variété.

Les données détaillées relevées lors du prélèvement (ombrage, distance à la berge, vitesse exacte du courant, hauteur d'eau etc...) ne permettent pas d'expliquer cette différence.

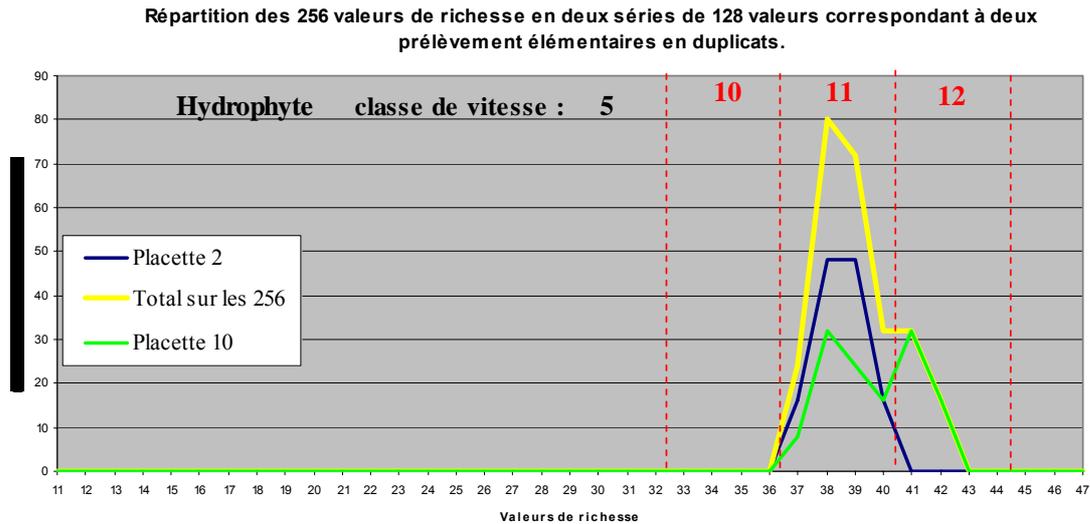


Figure 13 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix de la station de la Vienne à Valdivienne

Le prélèvement dix s'étend aussi sur deux classes de variété et il a une répartition bimodale, alors que le deux ne se trouve que dans une seule classe de variété et a une répartition gaussienne.

Pourtant, il y a peu de différence entre les deux placettes : la seconde a cinq centimètres d'eau au-dessus du substrat prélevé de plus que la dixième, et elle se situe à 6,5 mètres de moins de la berge.

Les combinaisons qui aboutissent à une classe de variété de onze auront un indice de 18/20, elles représentent 81% des combinaisons. Celles qui aboutissent à une classe de variété de douze auront un indice IBGN de 19/20.

➤ La Remarde à St Cyr-sous-Dourdan (Ile-de-France)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Pierres
Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	5	3

Tableau XIII : Habitats prélevés dans la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient entre quinze et dix-sept :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	34	7	16
Maximum	37	7	17
Minimum	31	7	15
Etendue	6	0	2
Médiane	34	7	16
Mode	35	7	16
Variance	2,10	0,00	0,18
Ecart-type	1,45	0,00	0,42
CV	4,24	0,00	2,66

Tableau XIV: Résumé statistique pour la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Le GFI est donné par la famille des *Goeridae*.

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Pierres
Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	5	3
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nbre <i>Leptophlebiidae</i>	-	-	37 / 12	2 / 3	1 / 4	-	5 / 1	1 / 2
Nbre <i>Goeridae</i>	2 / 0	-	-	2 / 1	-	-	3 / 0	2 / 2

*Tableau XV : Répartition des *Leptophlebiidae* et *Goeridae* dans les habitats de la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan*

Les *Leptophlebiidae* présentent une paire stable (racines) et la somme des deux prélèvements de pierres est stable également. Le GFI est donc stable.

Il est également robuste car s'il n'y a pas de paire de prélèvements stables pour les *Goeridae*, les combinaisons 12 + (8 ou 16) et 4 + (8 ou 16) sont stables. L'IBGN robuste moyen est donc de seize, identique à l'IBGN moyen.

Les *Goeridae* se développent préférentiellement sur des substrats durs, dans des courants lotiques. Ce sont des racleurs de substrats qui se nourrissent de diatomées et d'autres microphytes.

Les *Leptophlebiidae* sont également présents sur tous les supports minéraux prélevés (durs) mais sont préférentiellement prélevés sur les racines.

La richesse taxonomique varie entre trente-et-un et trente-sept taxons. Sa répartition obéit à une loi d'allure quasi normale mais quatre duplicats présentent des écarts de richesse moyenne notables (de l'ordre de 1) à importants (supérieur à 2) :

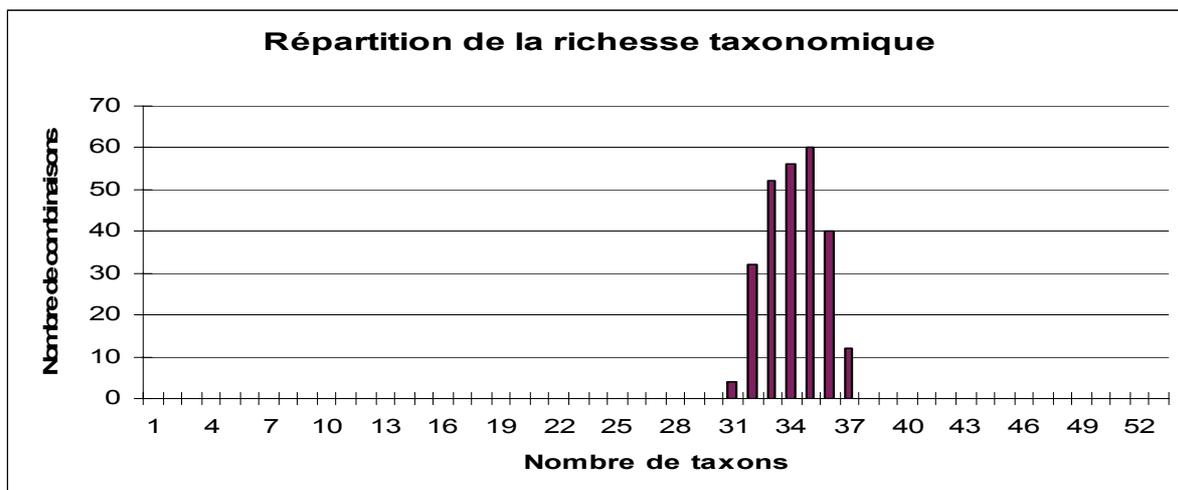
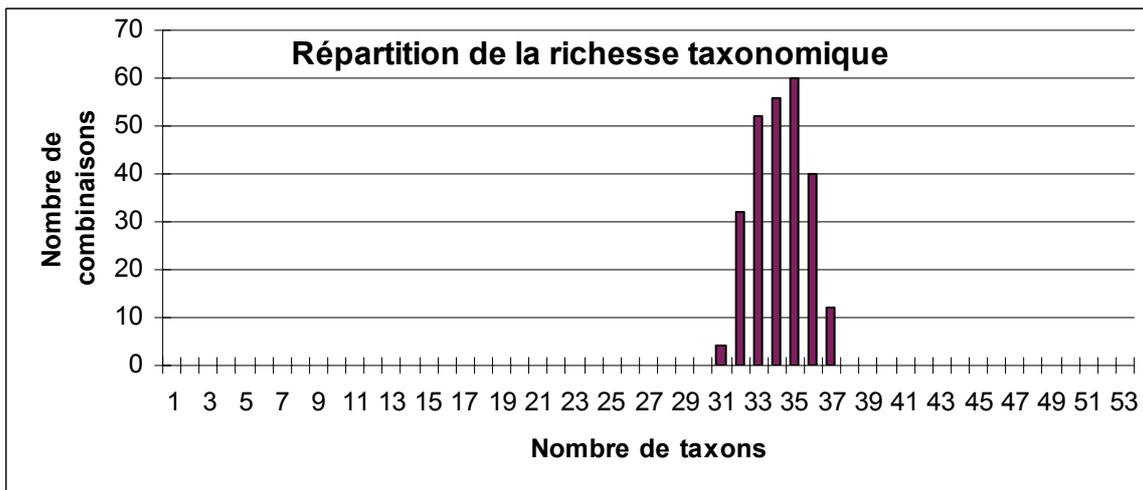


Figure 14 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Le duplicat qui présente le plus grand écart de richesse est celui sur racines, avec un écart moyen de 2,13 taxons, qui, cependant, ne se traduit que par un écart moyen de l'indice de 0,38, soit à peine plus que les deux suivants qui malgré un écart de richesse de moins de la moitié, ont chacun un impact de 0,31 sur la valeur de l'IBGN moyen. Ce faible impact sur l'IBGN est dû au fait que la courbe de richesse (jaune) est relativement centrée dans une classe de richesse.

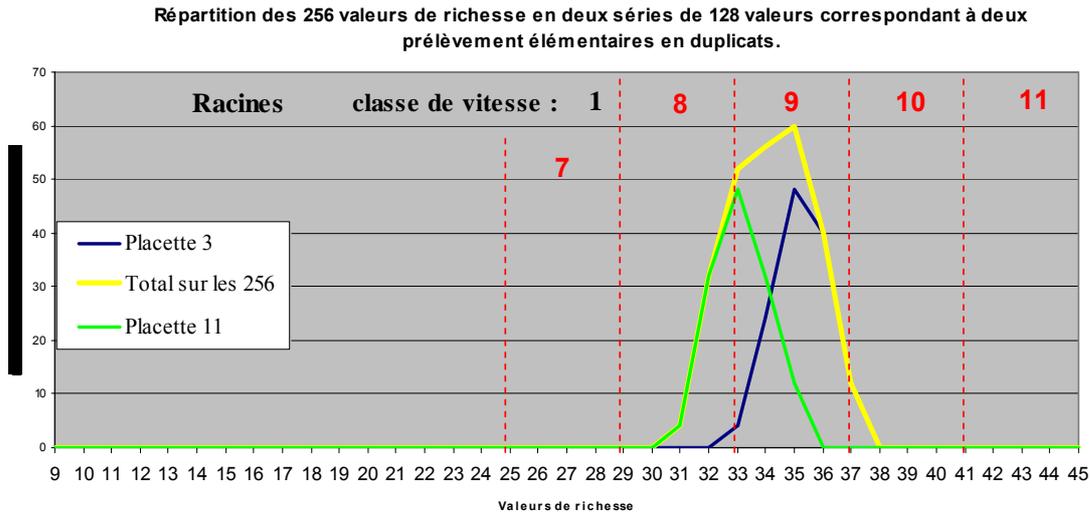


Figure 15 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements trois et onze de la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

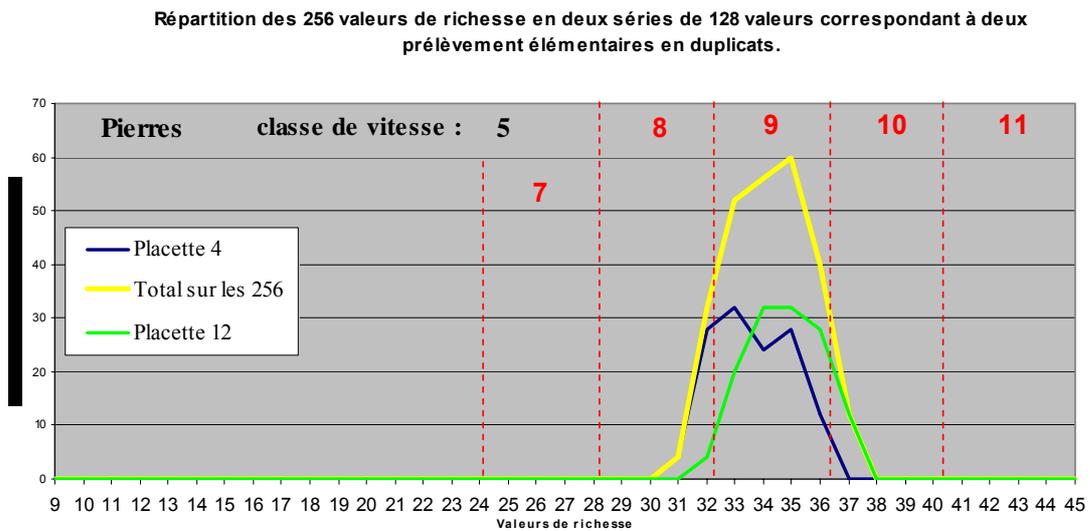


Figure 16 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements quatre et douze de la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Les deux duplicats de pierre présentent des courbes assez larges (effet de la dispersion due au duplicat ci-dessus) et décalées d'un peu plus d'un taxon.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

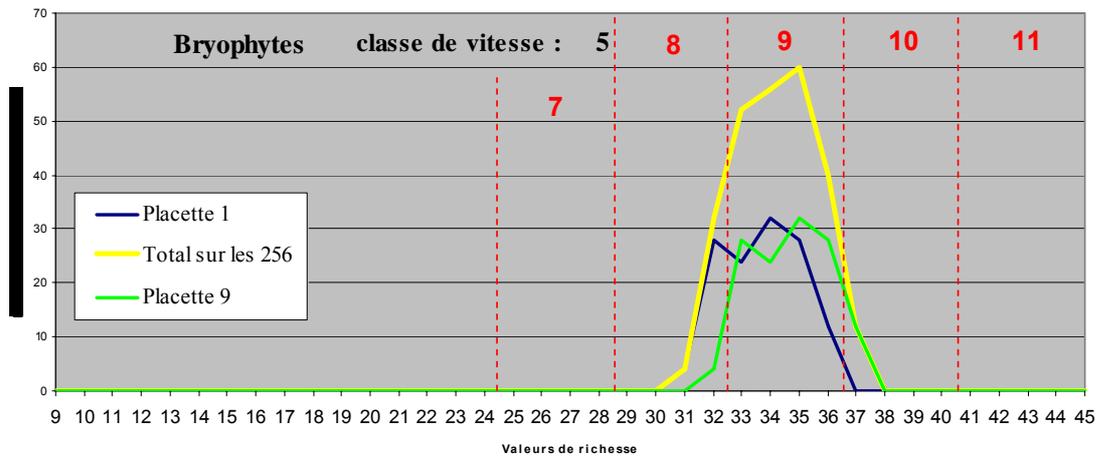


Figure 17 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station de la Remarde à St Cyr-sous-Dourdan

Les deux courbes des duplicats sur bryophytes, présentent la même allure avec un décalage d'un taxon.

A contrario, les duplicats de vase et d'hydrophytes présentent des courbes de richesse confondues.

Malgré un débordement de la courbe de richesse dans la classe 8 qui peut paraître notable sur les graphiques ci-dessus, le pourcentage de valeurs d'IBGN de 16 (classe de richesse 9) est, tout de même de 81% (avec 14% de 15 et 5% de 17).

➤ L'École à Oncy B (Ile-de-France)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Vases	Sables	Roches	Pierres
Classe de vitesse	3	5	5	1	1	5	5	5

Tableau XVI : Habitats prélevés dans la station de la commune d'Oncy

Toutes ces placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Un couple substrat-vitesse a été quadruplé (pierres en classe de vitesse 25-75 cm/s)

Les indices IBGN sont de dix-huit (25%) ou dix-neuf (75%) :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	45	7	19
Maximum	48	7	19
Minimum	43	7	18
Etendue	5	0	1
Médiane	45	7	19
Mode	45	7	19
Variance	1,75	0,00	0,19
Ecart-type	1,32	0,00	0,43
CV	2,91	0,00	2,31

Tableau XVII : Résumé statistique pour la station de la commune d'Oncy

Le GFI est donné par la famille des *Beraeidae* qui appartient à l'ordre des Trichoptères.

Substrat	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Vases	Sables	Roches	Pierres
Classe de vitesse	3	5	5	1	1	5	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	-	-	-	1 / 0	15 / 29	-	2 / 0	-

Tableau XVIII : Répartition des Beraeidae dans les habitats de la station de la commune d'Oncy

Cette famille est abondamment présente dans la station mais quasiment uniquement grâce aux prélèvements cinq et treize effectués dans des vases et qui forment un duplicat stable. Elle se développe préférentiellement dans les mousses, les racines, les détritus, et dans les courants limnophiles.

La richesse taxonomique varie peu. Sa répartition suit une loi quasi-normale, légèrement décentré vers les fortes valeurs. L'examen détaillé du comportement des différents prélèvements (courbes en annexe) montre que les duplicats d'hydrophytes et de vases présentent une forme de courbe légèrement différente et que le duplicat de sable présente deux courbes semblables mais décalées d'une unité (présence d'un *Lepidostomatidae* dans ce seul prélèvement parmi les 16)

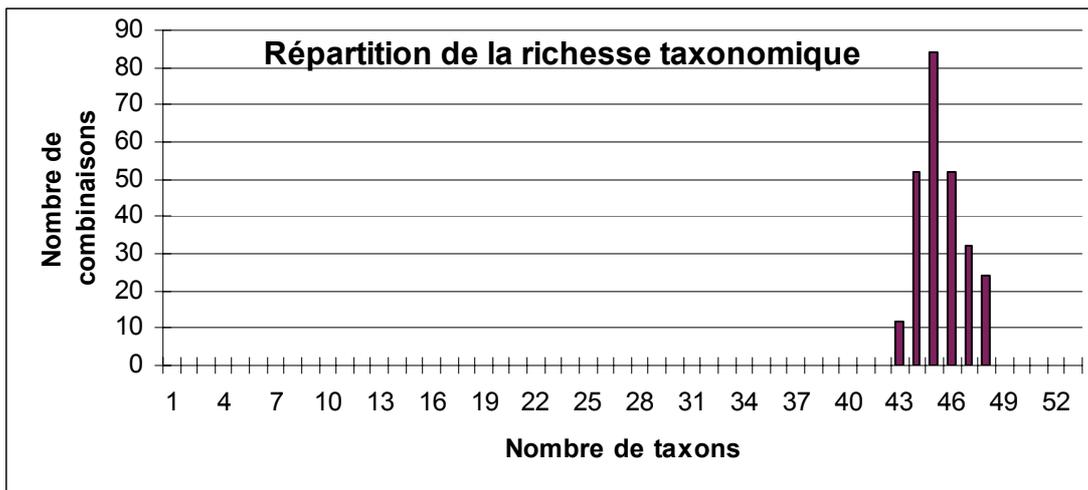


Figure 18 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la commune d'Oncy

Trois prélèvements présentent des écarts de richesse moyenne, supérieurs ou égal à 1 point

: Hydrophytes (1,63) , Vases (1,5) et sables (1). L'impact moyen sur l'IBGN est de 0,39 pour les hydrophytes et de 0,31 pour les deux autres supports.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvement élémentaires en duplicats.

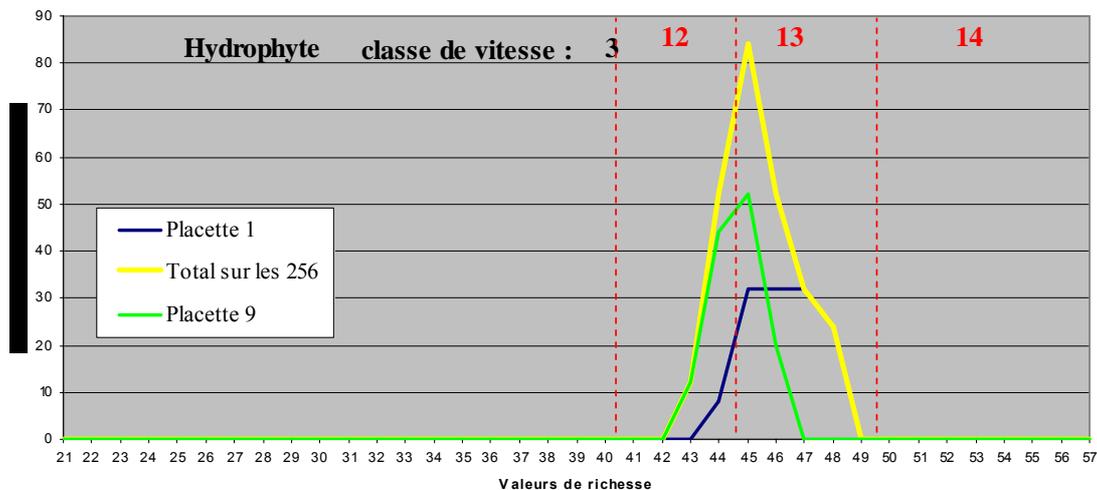


Figure 19 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Ecole à Oncy B. en fonction des prélèvements de litière

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

La meilleure richesse des combinaisons comportant le placette 1 est due à la présence exclusive d'un *Ephemerellidae* sur celle-ci, à celle quasi exclusive d'un *Corixidae* (1 seul autre présent sur la station, dans l'un des deux prélèvements de vase) et à celle d'un *Caenidae*, présent dans trois autres prélèvements seulement dont aucun duplicat. On a donc respectivement $1,63 = 1 + 0,5 + 0,13$

Les données annexes sur ces prélèvements ne permettent pas de connaître les conditions détaillées de ceux-ci mais permette de vérifier que les deux prélèvements ont été réalisés sur le même type de plante (élodée)

Les courbes relatives aux deux prélèvements de vase sont tout à fait similaires du fait de l'impact du même taxon *Corixidae*. Mais, dans le cas des vases, c'est l'autre prélèvement qui comporte deux taxons exclusifs : *Stratyomidae* et *Platycnemidae*, en un individu unique pour chacun. On a donc respectivement $1,5 = - 0.5 + 2$

Dans le cas des prélèvements de sable, c'est la présence exclusive d'un *Ceratopogonidae* au sein d'un des prélèvements qui provoque l'écart d'un point de richesse entre les deux séries de combinaison.

A noter que les deux prélèvements de graviers comportent chacun un individu d'un taxon qui leur est exclusif : *Bithyniidae* pour l'un et *Lepidostomatidae* pour l'autre. L'impact sur la richesse moyenne des deux série de combinaison s'annulent donc. Même chose pour les hélrophytes.

Notons enfin que les 4 prélèvements de pierres en classe de vitesse 5 présentent quasiment les mêmes courbes de richesse, il y a donc apparemment bonne reproductibilité pour ce support.

L'étalement de la courbe de richesse sur deux classes de richesse (12 et 13) fait que les IBGN de cette station se répartissent, selon les combinaisons prises en compte entre les valeurs 18 pour 25% de celles-ci et 19 pour 75%. Les différences de richesse sont, dans la plupart des cas, dus à la présence d'un individu exclusif dans l'un seulement des deux prélèvements d'un duplicat.

➤ La Bièvre à Igny (Ile-de-France)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Hydrophytes	Racines	Pierres	Gravier	Hélophytes	Vase	Sable	Algues
Classe de vitesse	5	3	5	5	3	1	5	5

Tableau XIX : Habitats prélevés dans la station de la Bièvre à Igny

Cette station est relativement bien diversifiée malgré l'absence de bryophytes et de dalles ayant conduit à descendre jusqu'aux algues au sein de la grille de prélèvement.

Les indices IBGN vont de onze à treize mais avec une majorité (81%) sur la valeur médiane de 12

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	26	5	12
Maximum	29	5	13
Minimum	24	5	11
Etendue	5	0	2
Médiane	26	5	12
Mode	27	5	12
Variance	1,95	0,00	0,18
Ecart-type	1,39	0,00	0,43
CV	5,31	0,00	3,60

Tableau XX : Résumé statistique pour la station de la Bièvre à Igny

Pour cette station, l'eau est visiblement de qualité médiocre (GFI = 5) et les habitats relativement peu biogènes (Richesse = 25).

La valeur du groupe faunistique indicateur (5) est constante, donnée par la famille des *Hydroptilidae* qui appartient à l'ordre des Trichoptères.

Substrat	Hydrophytes	Racines	Pierres	Gravier	Hélophytes	Vase	Sable	Algues
Classe de vitesse	5	3	5	5	3	1	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	1 / 3	2 / 0	3 / 6	-	-	0 / 1	-	0 / 2

Tableau XXI : Répartition des Hydroptilidae dans les habitats de la station de la Bièvre à Igny

Il n'y a qu'un duplicat stable (pierres en classe de vitesse 5), et il se compose de peu d'individus.

Si moins de trois individus de cette famille avaient été prélevés, le GFI serait tombé à 3 et l'IBGN moyen robuste n'est donc que de neuf (deux points de moins que l'IBGN moyen calculé).

Les *Hydroptilidae* se trouvent en général dans les algues filamenteuses, les plantes vasculaires et sur les pierres, dans des courants lenticules* (TACHET et al., 1981). Ils se nourrissent d'algues filamenteuses et autres macrophytes (ce sont des suceurs de cellules).

Les couples substrat-vitesse où ils ont été trouvés sont effectivement ceux correspondant aux substrats végétaux ou organiques, à l'exception des deux placettes de

pierres sur lesquels ils sont, paradoxalement, les plus présents (et ni substrat secondaire (sable) ni substrat proche (gravier) ne permettent de l'expliquer).

La richesse taxonomique varie entre vingt-quatre et vingt-neuf taxons. Sa répartition suit une loi à peu près normale comme on peut le constater sur le graphe qui suit.

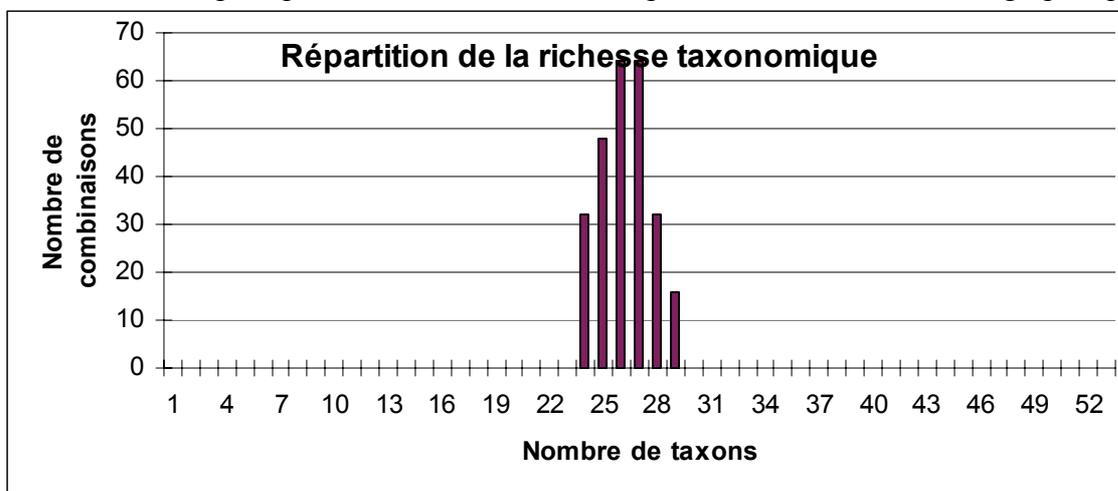


Figure 20 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Bièvre à Igny

Quatre des duplicats conduisent à des courbes de richesse strictement identiques (pierres, gravier, sable et algues) mais les quatre autres duplicats présentent des écarts de richesse moyenne de 1 à 1,5 points (écart maximal entre les deux duplicats d'hélophytes).

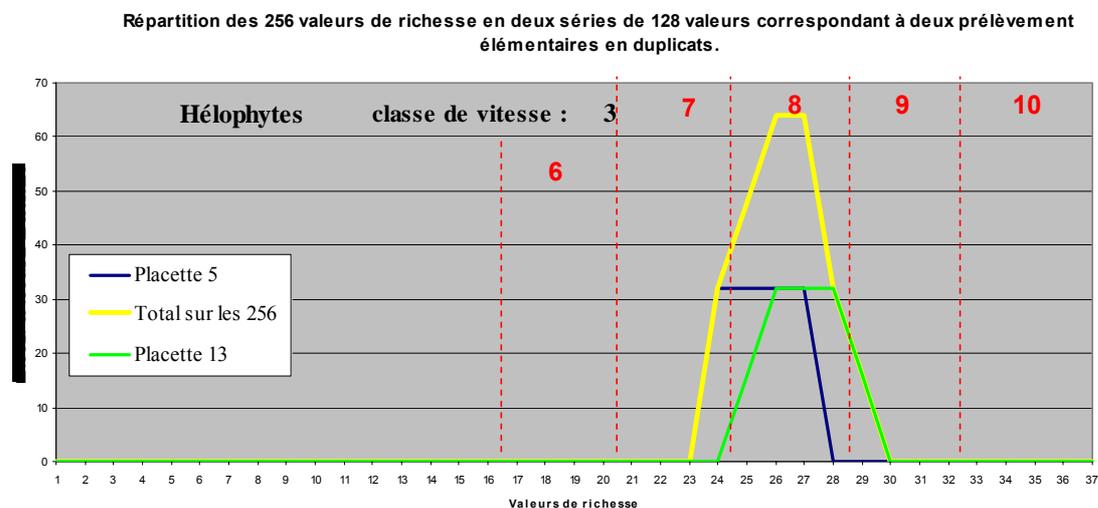


Figure 21 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Bièvre à Igny en fonction des prélèvements d'hélophytes

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

81% des valeurs d'IBGN de cette station sont de 12, le restant se répartissant de part et d'autre sur les valeurs 11 et 13. Cette dispersion des résultats aurait été plus importante si les richesses constatées n'étaient pas centrée au sein de la classe de richesse 8 (25-28 taxons). L'effet des bornes de classe se manifeste ainsi

➤ La station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (commune de Laveissière, Auvergne)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Granulats grossiers	Galets	Dalles	Bryophytes	Sables	Litières	Vases	Galets
Classe de vitesse	3	5	5	3	1	1	1	3

Tableau XXII : Habitats prélevés dans la station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (Auvergne)

Toutes ces placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

L'indice IBGN ne varie au maximum que de un point comme l'indique le tableau suivant, ce qui représente une faible variation.

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	28	9	16
Maximum	30	9	17
Minimum	26	9	16
Etendue	4	0	1
Médiane	28	9	16
Mode	28	9	16
Variance	1,14	0,00	0,21
Ecart-type	1,07	0,00	0,46
CV	3,82	0,00	2,82

Tableau XXIII : Résumé statistique pour la station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (Auvergne)

Le groupe faunistique indicateur est de neuf, quelle que soit la combinaison. Il est donné par la famille des *Perlidae* présente dans les deux prélèvements de galets en classe de vitesse cinq (placettes deux et dix), mais en effectif insuffisant dans les deux cas. Cependant son effectif est supérieur à trois individus en classe de vitesse de trois (placettes huit et seize) comme le montre le tableau qui suit. Ce GFI est donc stable (*identique dans les 256 combinaisons car celles-ci comportent obligatoirement le prélèvement huit ou le prélèvement seize*).

Substrat	Granulats grossiers	Galets	Dalles	Bryophytes	Sables	Litières	Vases	Galets
Classe de vitesse	3	5	5	3	1	1	1	3
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	0 / 2	1 / 2	-	-	-	-	-	4 / 6

Tableau XXIV : Répartition des Perlidae dans les habitats de la station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (Auvergne)

La famille des *Perlidae* appartient à l'ordre des Plécoptères. Elle vit préférentiellement sur des substrats durs. Dans cette station, les individus de cette famille ont, effectivement, été récoltés. Les Plécoptères se développant dans des biotopes rhéophiles, il est logique de les retrouver dans des classes de vitesse de trois et cinq (d'autant que les prélèvements effectués en classe de vitesse 1 le sont sur des substrats meubles peu propices à leur présence). Cette famille se compose de prédateurs se nourrissant d'autres invertébrés. Les facteurs tels que la distance à la berge n'ont donc, a priori, pas d'influence.

Comme il n'y a qu'un duplicat stable pour aboutir à cette valeur de GFI, on peut s'intéresser à la valeur de l'IBGN robuste. Il s'agit de la valeur qu'aurait l'indice IBGN si le groupe faunistique indicateur le plus élevé n'avait été récolté qu'en un nombre d'individus inférieurs à 3 (10 pour certains groupes indicateur) : on passe donc au groupe faunistique indicateur suivant dans la liste (éventuellement de même valeur) mais la richesse reste identique (certains hydrobiologistes calculent l'IBGN robuste en diminuant également la richesse d'une unité).

Pour cette station, l'indice IBGN perdrait un point puisque sa valeur moyenne descendrait à quinze avec, comme nouveau GFI, la famille des *Brachycentridae* (GFI=8) qui est abondamment présente dans les prélèvements (trois paires stables : galets, dalles et bryophytes et présence dans l'un des deux prélèvements de gravier) ainsi que par la famille des *Odotonceridae* (une paire stable : graviers).

La richesse taxonomique varie entre vingt-six et trente taxons. Elle suit une loi d'aspect normal. Cette population peut être qualifiée de « normale » car :

- la courbe a une forme de cloche ;
- l'axe de symétrie correspond à la moyenne (médiane = moyenne) ;
- entre la moyenne + l'écart-type et la moyenne - l'écart-type, il y a environ 68% de la population.

Ce type de courbe montre, en principe, qu'aucun couple substrat-vitesse ne fait significativement varier l'indice IBGN de la station. L'examen des 8 paires de courbes de richesses établies en séparant, pour chaque paire de courbes, les 128 combinaisons obtenues avec un prélèvement des 128 combinaisons obtenues avec son duplicat montrent toutefois que les duplicats de galets et ceux de dalles présentent un écart de richesse moyenne de plus d'une unité et, pour les deux duplicats de dalle, l'écart entre les modes (pointes) des deux courbes est de 5 taxons. Leur somme présente toutefois une allure normale.

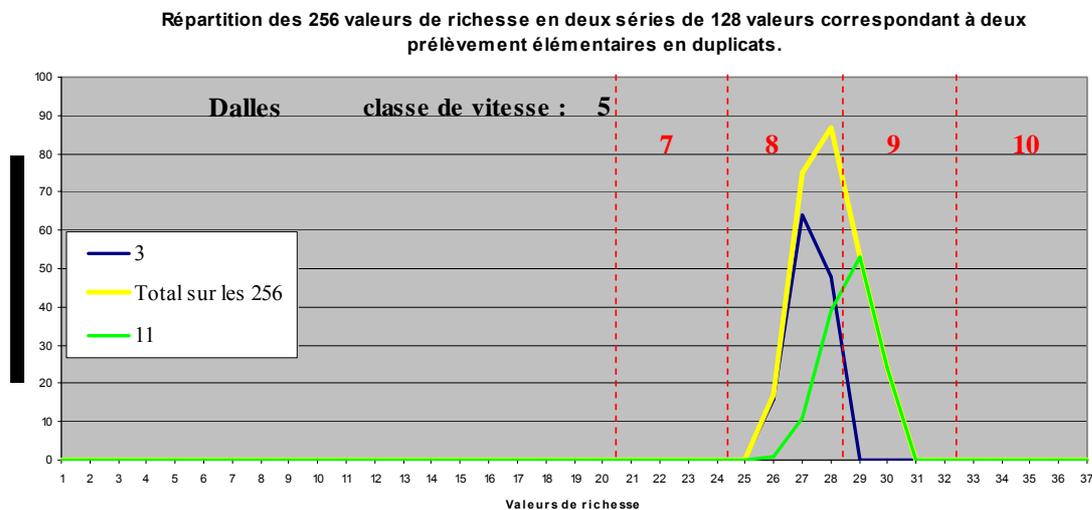


Figure 22: comparaison des richesses pour les combinaisons des deux prélèvements de dalles sur L'Alagnon à La Fraisse-Haut

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
4, 5... Classes de richesse taxonomique

Il est également intéressant de comparer (voir page récapitulative en annexe), la "richesse" de deux duplicats considérés de manière isolé (taxons présents dans chacun des

deux prélèvements élémentaires) et la richesse moyenne des deux ensembles de 128 combinaisons. Sur cette station, par exemple, la "richesse" des deux duplicats de graviers est de 12 et 17 alors que les moyennes de leurs 128 combinaisons respectives ne divergent que de 0,06 (les deux courbes sont très similaires)

Substrat	Vitesse	« Richesse »			« GFI »		« Classe de richesse »		« IBGN »		
		Prelev 1	Prelev 2	Delta	Prelev 1	Prelev 2	Prelev 1	Prelev 2	Prelev 1	Prelev 2	Delta
Gravier	3	12	17	5	8	8	4	6	11	13	2
Galets	5	18	15	3	5	7	6	5	10	11	1
Dalles	5	14	12	2	7	4	5	4	11	7	4
Bryophytes	3	8	10	2	2	2	3	4	4	5	1
Sable	1	9	11	2	6	7	3	4	8	10	2
Litière	1	12	10	2	7	7	4	4	10	10	0
Vase	1	6	8	2	5	6	2	3	6	8	2
Galets	3	14	16	2	9	9	5	5	13	13	0

Tableau XXV : Caractéristiques des prélèvements considérés individuellement indépendamment des 7 autres sur la station de L'Alagnon à La Fraisse-Haut (Auvergne)

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

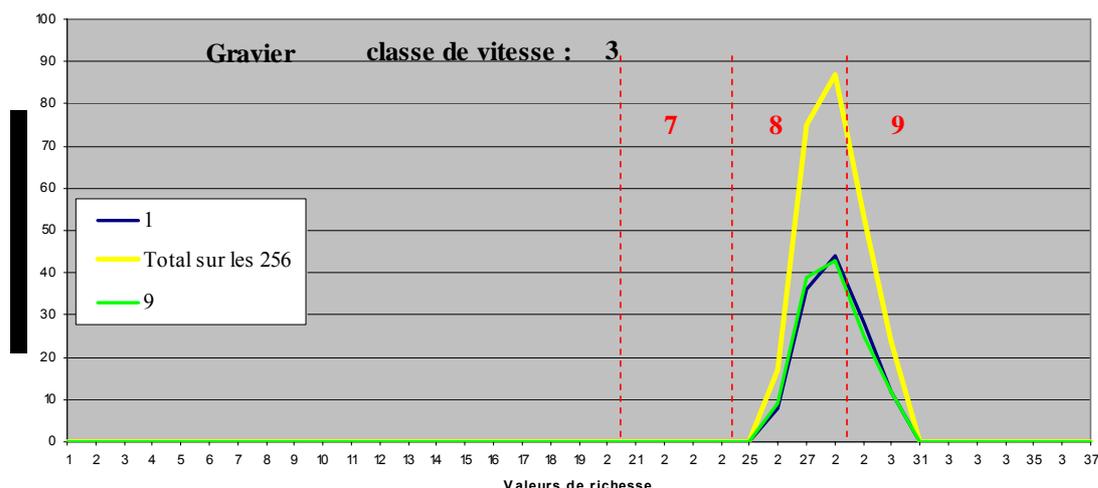


Figure 23 : comparaison des richesses pour les combinaisons des deux prélèvements de graviers sur L'Alagnon à La Fraisse-Haut

Conclusion sur cette station :

Les indices IBGN obtenus à partir des différentes combinaisons des 8 duplicats réalisés au cours de cette expérimentation, sont tous de 16 et 17, ces deux valeurs résultant uniquement d'écart de richesse selon les combinaisons de prélèvements, le GFI étant dans tous les cas de 9. Cette variation d'indice ne peut être considérée comme marginale puisque 30% des combinaisons de prélèvements donnent un indice de 17 et 70% un indice de 16, alors que toutes les placettes ont été jugées favorables par l'agent responsable du prélèvement. L'écart-type dû au seul choix des placettes est de 0,46 (pour autant que l'on puisse utiliser des décimales pour un indice dont les valeurs ne peuvent être qu'entières).

➤ La Sioule à Montfermy (Auvergne)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Granulats grossiers	Racines	Cailloux	Hélophytes	Sables	Cailloux	Roches, dalles	Hydrophytes
Classe de vitesse	3	3	3	1	3	5	5	3

Tableau XXVI : Habitats prélevés dans la station de la Sioule à Montfermy

Toutes ces placettes ont été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Pour cette station, les indices IBGN varient entre dix-huit et dix-neuf

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	37,1	9,0	18,7
Maximum	40	9	19
Minimum	34	9	18
Etendue	6	0	1
Médiane	37	9	19
Mode	38	9	19
Variance	1,80	0,00	0,21
Ecart-type	1,34	0,00	0,46
CV	3,62	0,00	2,45

Tableau XXVII : Résumé statistique pour la station de la Sioule à Montfermy

Pour cette station, l'eau est d'excellente qualité (GFI = 9) et les habitats sont très biogènes (Richesse = 37).

La valeur du GFI reste inchangée quelque soient les combinaisons de prélèvements élémentaires pris en compte. Elle est toujours donnée par la famille des *Perlidae* présents en nombre suffisant (3 individus) dans les deux prélèvements de cailloux et par celle des *Perlodidae* présents de manière plus éparse (1 individu par prélèvement) dans 4 prélèvements de granulats, roches ou cailloux.

Substrat	Granulats grossiers	Racines	Cailloux	Hélophytes	Sables	Cailloux	Roches, dalles	Hydrophytes
Classe de vitesse	3	3	3	1	3	5	5	3
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
<i>Perlidae</i>	-	-	-	-	-	3 / 3	-	-
<i>Perlodidae</i>	1/1					1 / -	- / 1	-

*Tableau XXVIII: Répartition des *Perlidae* et des *Perlodidae* dans les habitats de la station de la Sioule à Montfermy*

Les 64 combinaisons comportant les prélèvements 7 et 15 comportent 3 *Perlodidae* et conservent donc le GFI 9 même en l'absence de *Perlidae*. L'IBGN robuste ne descend d'un point que pour les autres combinaisons car il y a suffisamment d'individus pour chacun des

taxons indicateurs de niveau 8 : *Capniidae*, *Odontoceridae*, *Philopotamidae* et *Brachycentridae*. En moyenne l'IBGN robuste n'est donc que de 0,7 inférieur à l'IBGN.

Perlidae et *Perlodidae* sont deux familles de l'ordre des Plécoptères. Elles se développent préférentiellement sur des substrats durs, dans des courants lotiques. A un substrat dur sont généralement associées d'autres conditions écologiques tels que remous de l'eau, fort taux d'oxygène dissous, absence ou pauvreté de plantes aquatiques supérieures et présence d'espaces entre les pierres (SAGER, 1993). Ces deux familles se composent de prédateurs qui se nourrissent d'autres invertébrés (TACHET et al., 1981).

Les cailloux peuvent être considérés comme des substrats durs, ce qui favorise le développement des *Perlidae*. De plus, les individus de cette famille ont été récoltés dans une placette avec un courant rhéophile (classe de vitesse de 5) et sont absente de la seconde placette de cailloux, de moindre courant. Les *Perlodidae* sont également présent sur les supports durs et de préférence en classe de courant 5.

La richesse taxonomique varie de 34 à 40 et s'étend ainsi sur deux classes. Elle suit une courbe d'allure presque normale mais le mode (38) est plus élevé que la médiane et la moyenne (37) :

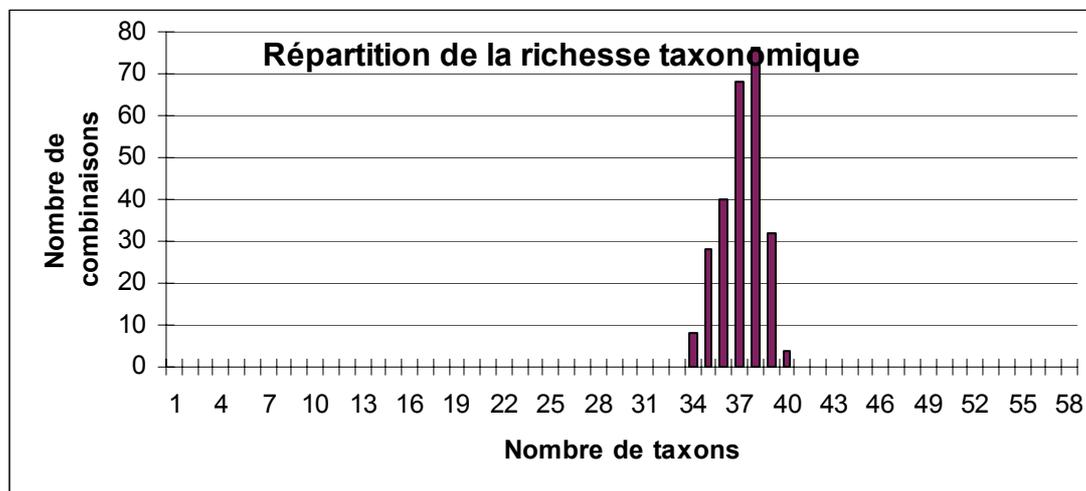
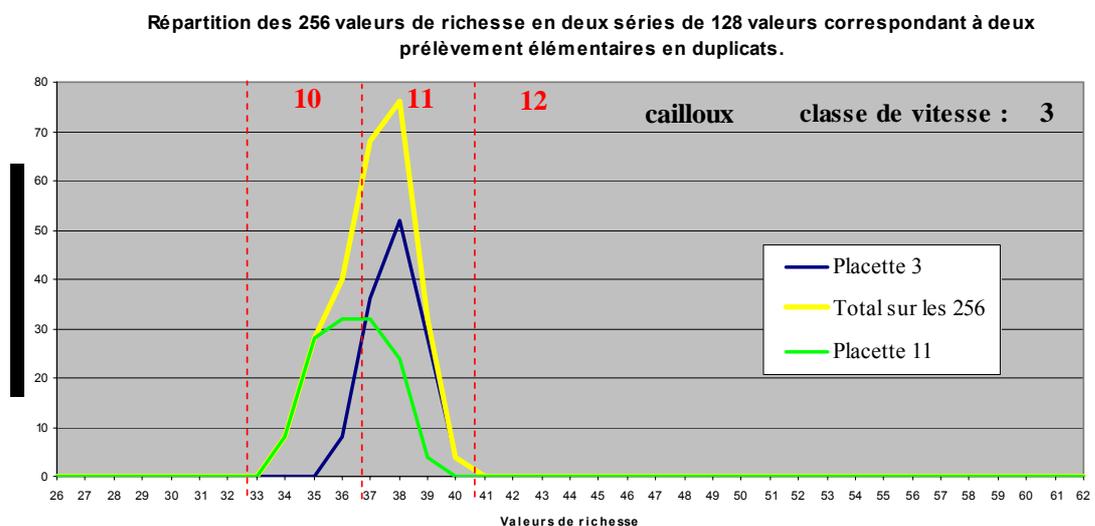
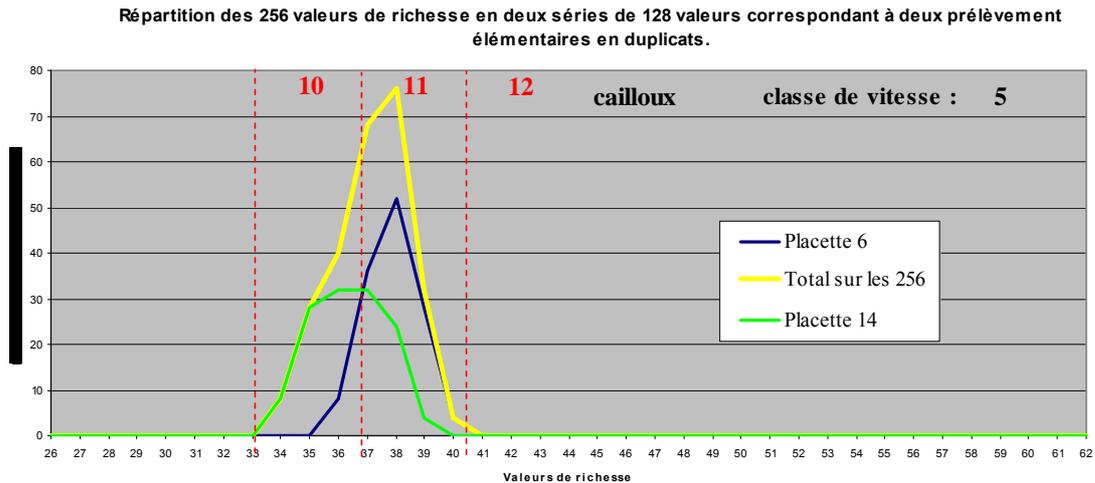


Figure 24 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Sioule à Montfermy

Parmi les 8 duplicats, les duplicats de cailloux sont les seuls à accuser un écart de richesse moyenne supérieur à 1 (1,5).



Figures 25 et 26 : comparaison des richesses pour les deux combinaisons des deux prélèvements de cailloux à Montfermy

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
10, 11... Classes de richesse taxonomique

On aurait d'ailleurs pu s'attendre à ce qu'un substrat doublé (même si dans une classe de vitesse différente) induise une diversité moindre, par le fait de la présence dans toutes les combinaisons de deux placettes du même substrat, donc susceptibles d'héberger des taxons voisins : l'absence d'un taxon dans l'un des prélèvements d'un duplicat aurait pu être compensé par sa présence au sein des prélèvements de l'autre duplicat, venant ainsi annihiler l'écart. Nous étudierons ce cas d'une manière plus générale au chapitre II.4)

Le duplicat de granulats accuse lui un écart de 1. Les deux courbes sont de forme strictement similaire mais décalées d'une unité, témoignant de la simple présence d'une *Nématelminthe* dans le seul prélèvement 1, tous les autres taxons présents dans l'un des prélèvements de granulats le sont aussi soit dans l'autre prélèvement, soit dans au moins un duplicat de manière stable (1 individu au moins dans chacun des deux prélèvements).

70% des combinaisons de cette station obtiennent un IBGN de 19, les 30% restant étant à 18. Cette amplitude aurait pu être supérieure si la courbe de richesse n'avait été parfaitement comprise dans les classes de richesse 10 et 11 comme on peut le voir sur les courbes ci-dessus. La présence d'un *Perlodidae* de moins sur l'un ou l'autre des deux prélèvements aurait également contribué à accroître la dispersion des résultats.

Le schéma de prélèvement de cette station nous apprend que les deux prélèvements de tous les duplicats ont été réalisés à proximité immédiate l'un de l'autre. Ceci peut expliquer que cette station se trouve parmi les plus stables.

➤ Le Nanheul à Pierrepont (Lorraine)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Litières	Granulats grossiers	Sables	Argiles	Dalles	Pierres	Pierres
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	5	1

Tableau XXXII : Habitats prélevés dans la station du Nanheul à Pierrepont

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN sont de quinze ou seize :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	30	8	16
Maximum	34	8	17
Minimum	26	8	15
Etendue	8	0	2
Médiane	30	8	16
Mode	31	8	16
Variance	2,57	0,00	0,22
Ecart-type	1,60	0,00	0,47
CV	5,30	0,00	2,97

Tableau XXXIII : Résumé statistique pour la station du Nanheul à Pierrepont

Le GFI est donné par la famille des *Odontoceridae*.

Substrat	Bryophytes	Litières	Granulats grossiers	Sables	Argiles	Dalles	Pierres	Pierres
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	5	1
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	27 / 29	1 / 4	2 / 6	2 / 0	2 / 1	1 / 0	0 / 1	0 / 3

*Tableau XXXIV: Répartition des *Odontoceridae* dans les habitats de la station du Nanheul à Pierrepont*

Il y a un duplicat stable. De plus, la présence d'au moins un individu sur douze prélèvements sur seize assure la stabilité du GFI. La robustesse de l'indice est toutefois assez moyenne puisque si le nombre d'*Odontoceridae* n'était pas suffisant, le GFI descendrait de un à deux points selon les combinaisons et l'IBGN robuste également (pas d'autre taxon de GFI=8, un seul de GFI=7 (*Leuctridae*), en effectif réduit et, donc, sans duplicat stable.)

La famille des *Odontoceridae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement dans les substrats meubles (sables, argiles), dans les zones lotiques. Or dans cette station il n'y a quasiment que des courants faibles. On s'étonnera donc de rencontrer ce taxon principalement dans les bryophytes en faible courant et non sur les pierres dans le seul prélèvement courant. Ce sont toutefois des prédateurs et des racleurs qui se nourrissent de végétaux et d'invertébrés. Ceci peut expliquer leur présence dans les bryophytes (duplicat stable).

La richesse taxonomique varie entre vingt-cinq et trente-deux taxons. Sa répartition suit une loi d'allure presque normale.

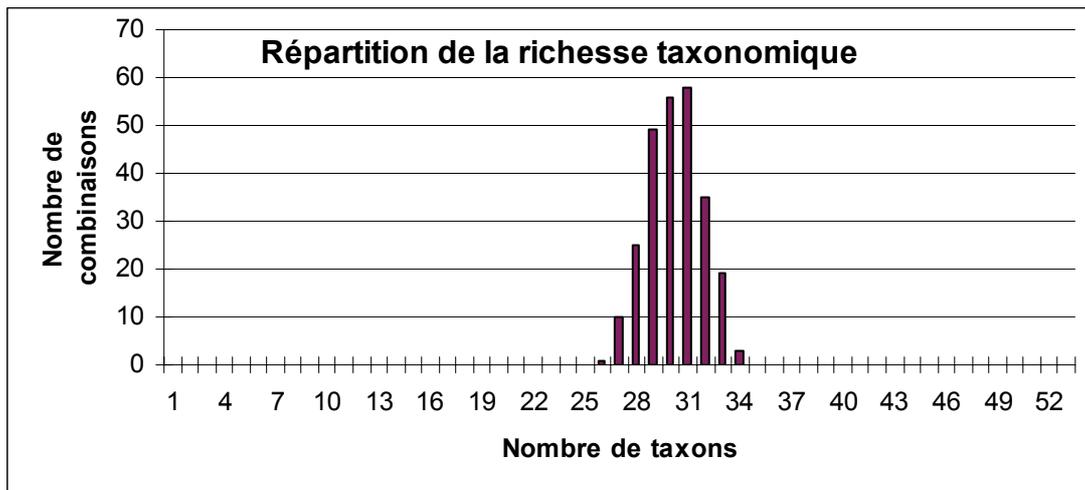


Figure 29 : Répartition de la richesse taxonomique de la station du Nanheul à Pierrepont

Trois duplicats présentent un écart de richesse moyenne supérieur à 1 point : litière (prélèvement 2/10, écart de 1,75), Pierres en classe de vitesse 5 (prélèvements 7 et 15, écart de 1,5) et pierres en classe de vitesse 1 (prélèvements 8 et 16, écart de 1,13). L'impact du choix de la placette sur l'IBGN varie, pour ces trois duplicats, de 0,39 à 0,28, ce qui reste modéré et s'explique encore une fois par le centrage de la courbe de richesse sur une classe de richesse.

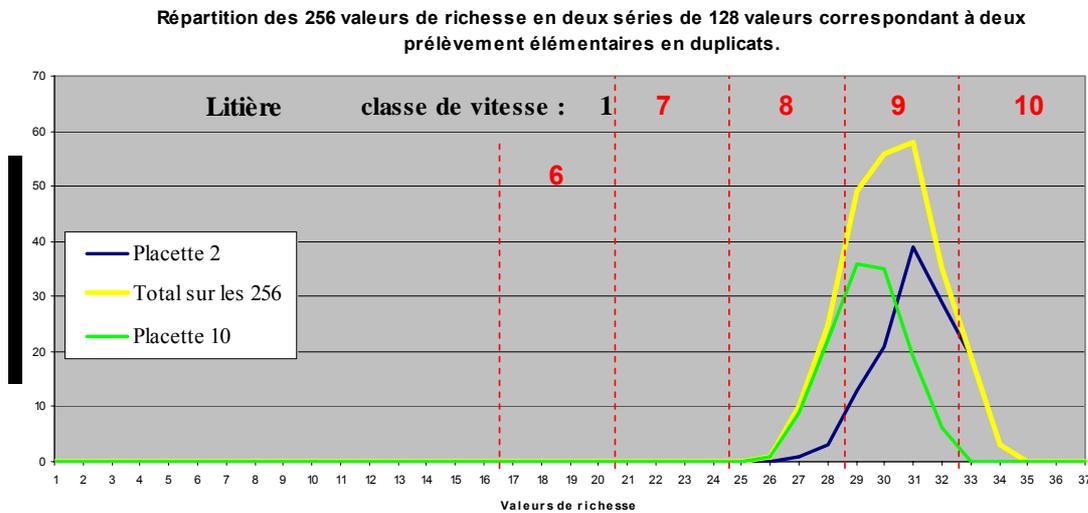


Figure 30 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements 2 et 10 (litière) de la station du Nanheul à Pierrepont

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

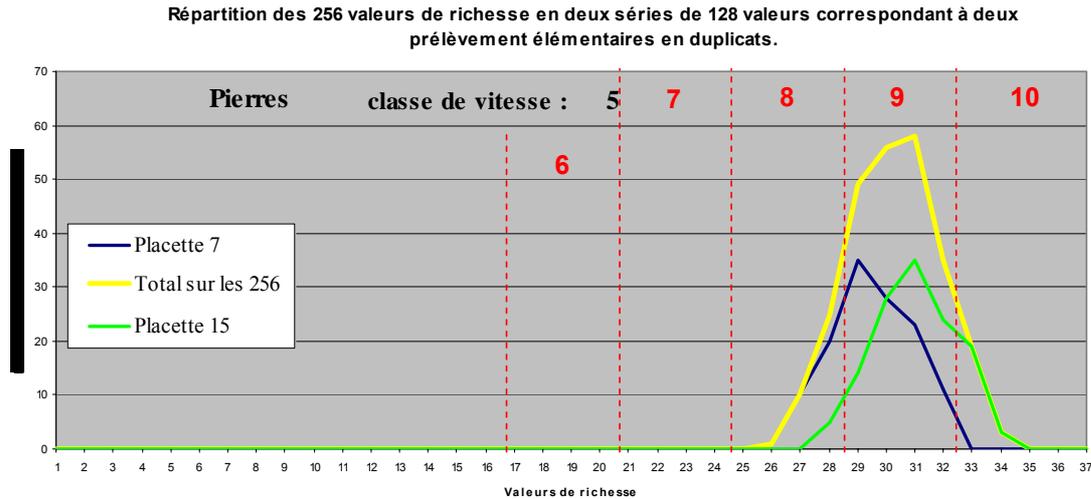


Figure 31 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements sept et quinze de la station du Nanheul à Pierrepont

Ce qui différencie les deux prélèvements 7 et 15 (pierres en classe de vitesse 5) : le prélèvement sept est à dix centimètres de profondeur de moins que le quinze, il se trouve à l'ombre (le quinze est moyennement ensoleillé) et il est plus éloigné de un mètre de la berge.

L'allure des courbes des prélèvements 8 et 16 (pierres en classe de vitesse 1) est très proche de celle ci-dessus.

A noter que si le préleveur a considéré que lors d'un prélèvement IBGN, la placette 9 de bryophytes, peu fournie mais faisant toutefois bien $1/20^{\text{ème}}$ de m^2 , n'aurait pas été choisie à priori, les résultats de cette placette sont identiques, en terme de richesse à celle de l'autre placette de bryophytes, jugée plus intéressante. Toutes deux présentent également le taxon GFI en abondance comparable. La placette 1 comporte uniquement, en sa faveur, 1 *Leuctridae* (GFI 7 à condition d'en prélever 3).

➤ L'Allan à Bart (Franche-Comté)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles	Algues
Classe de vitesse	5	1	5	5	1	1	1	1

Tableau XXXV : Habitats prélevés dans la station de l'Allan à Bart

Toutes les placettes ont été jugées favorables aux prélèvements, sauf la placette deux qui correspond à des racines en lame d'eau très faible (inférieure à deux centimètres). Cette placette, conforme à la norme, n'aurait donc sans doute pas été prélevée en conditions normales par l'hydrobiologiste en question s'il avait eu un autre choix.

Les indices IBGN varient de onze à treize mais la plupart (68%) sont de treize et très peu descendent à 11 (1%), le tiers restant valant, naturellement, 12 :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	30	5	13
Maximum	32	5	13
Minimum	27	4	11
Etendue	5	1	2
Médiane	29	5	13
Mode	29	5	13
Variance	1,55	0,15	0,24
Ecart-type	1,25	0,39	0,49
CV	4,19	8,13	3,84

Tableau XXXVI : Résumé statistique pour la station de l'Allan à Bart

Le GFI n'est pas stable sur cette station : les GFI de cinq sont donnés par la famille des *Hydroptilidae*. Les GFI de quatre sont donnés par les familles des *Leptoceridae* et des *Psychomyidae*.

	Substrat	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles	Algues	
	Classe de vitesse	5	1	5	5	1	1	1	1	
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16	
GFI = 4	GFI = 5	Nombre d'individus	-	-	0 / 3	0 / 1	-	-	0 / 2	1 / 2
	<i>Leptoceridae</i>	Nombre d'individus	-	0 / 1	-	-	2 / 0	1 / 1	-	-
	<i>Psychomyidae</i>	Nombre d'individus	-	1 / 0	14 / 2	2 / 5	-	0 / 1	1 / 1	-

*Tableau XXXVII : Répartition des *Leptoceridae* et des *Psychomyidae* dans les habitats de la station de l'Allan à Bart*

Il n'y a aucun duplicat stable pour le GFI de cinq, ce qui explique qu'il y ait des GFI de quatre. Pourtant les différents biotopes de cette rivière présentent des conditions de vie optimales pour les *Hydroptilidae* (présence d'algues filamenteuses, de pierres, courant limnophile). La faible quantité d'individus semble donc due à la qualité de l'eau.

Les *Leptoceridae* et les *Psychomyidae* sont deux familles qui appartiennent à l'ordre des Trichoptères.

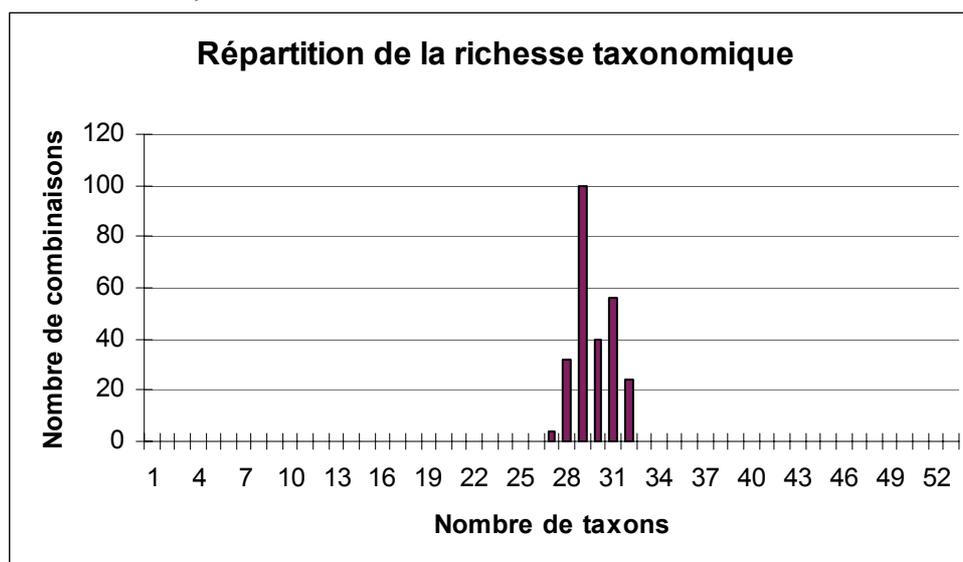
Il n'y a pas de duplicat stable pour les *Leptoceridae*. Ceux-ci se développent préférentiellement dans les sables et les pierres avec de la végétation et ils préfèrent les courants limnophiles. Ce sont des broyeur et des racleurs qui se nourrissent de plantes vasculaires vivantes et de microphytes.

Il n'y a pas non plus de duplicat stable pour les *Psychomyidae*. Ils se développent préférentiellement sur des substrats durs et sur des bois immergés d'où leur présence sur les pierres, galets, granulats grossiers, roches et dalles. Ils préfèrent les ambiances rhéophiles. C'est peut-être pour cette raison que le duplicat 7/15 n'est pas stable. Ce sont des filtreurs ou des capteurs de seston qui s'alimentent de microphytes.

Malgré l'absence de duplicat stable pour chacun des trois taxons concernés des GFI 4 et 5, le GFI ne peut descendre plus bas car le duplicat 3/11 comporte toujours au moins 3 *Hydroptilidae* ou 14 *Psychomyidae* et assure donc toujours un GFI de 5 ou 4.

L'IBGN robuste est de douze, soit un point de moins que l'IBGN moyen calculé mais avec un % de valeurs supérieur : (86%, les 14% restant étant à la valeur 11).

La richesse taxonomique s'étend de vingt-sept à trente-deux taxons. Sa répartition ne suit pas une loi normale, elle est bimodale :



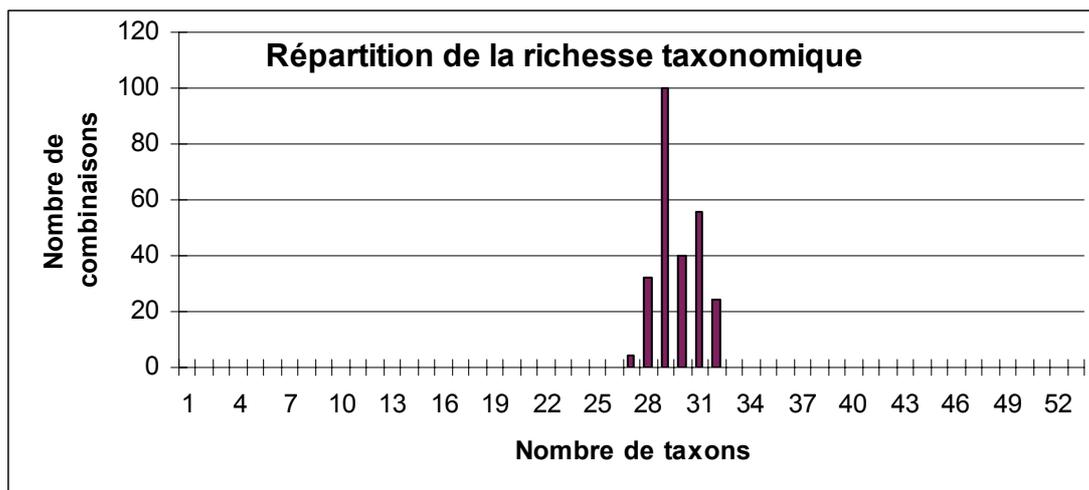


Figure 32 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Allan à Bart

Les combinaisons contenant le prélèvement deux ont, en moyenne, deux taxons de moins que celui avec le prélèvement dix.. Ainsi, certaines combinaisons se retrouvent dans la classe de variété huit. Elles aboutiront à un indice de douze, voire onze selon le GFI associé. Le graphique ci-dessous montre bien comment cet écart important provoque l'apparition de deux modes dans la courbe globale de richesse (jaune).

Ce résultat était prévisible car la seconde placette n'avait pas un avis favorable car elle n'était pas profonde. D'autres facteurs différencient ces deux placette : la placette 2 a pour substrat secondaire des vases (la 10 n'en a pas mais les deux placettes sont déclarées colmatées par des vases). Le substrat très proche du prélèvement deux est composé de troncs. Celui du dix est composé d'hélophytes.. Le second prélèvement est réalisé à dix-huit centimètres de profondeur et sur la berge. Le dixième prélèvement est réalisé à cinq centimètres de profondeur et à deux mètres de la berge.

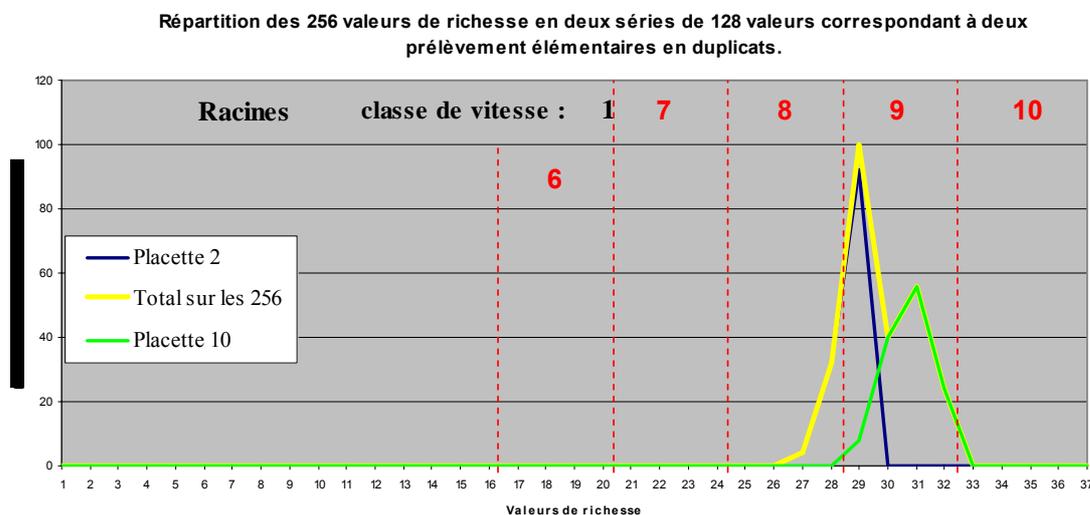


Figure 33 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix (racines) de la station de l'Allan à Bart

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Bien que seuls les duplicats de roches et algues présentent des courbes identiques, les autres duplicats n'induisent pas d'écarts importants.

➤ L'Aa à Wizernes (Nord Pas-de-Calais)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau sur lequel on constatera que deux prélèvements n'ont pu être doublés dans la même classe de vitesse :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Pierres, galets	Granulats grossiers	Limons	Racines	Roches, dalles	Hélophytes
Classe de vitesse	5	5	5	5	1	1	1	1
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes						
Classe de vitesse	3	4						

Tableau XXIX : Habitats prélevés dans la station de l'Aa à Wizernes

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient de quatorze à quinze :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	34,3	5,6	14,5
Maximum	36	6	15
Minimum	32	5	14
Etendue	4	1	1
Médiane	34	6	14,5
Mode	35	6	15
Variance	1,38	0,25	0,25
Ecart-type	1,17	0,50	0,50
CV	3,43	8,94	3,46

Tableau XXX : Résumé statistique pour la station de l'Aa à Wizernes

Les GFI de six aboutissent à des IBGN de quatorze ou quinze. Ils sont donnés par la famille des *Sericostomatidae*. Les GFI de cinq aboutissent à des IBGN de quatorze. Ils sont donnés par la famille des *Hydroptilidae*.

	Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Pierres, galets	Granulats grossiers	Limons	Racines	Roches, dalles	Hélophytes
	Classe de vitesse	5	5	5	5	1	1	1	1
	Substrat	Bryophytes	Hydrophytes						
	Classe de vitesse	3	4						
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 6	Nbre <i>Sericostomatidae</i>	4 / 0	-	0 / 1	1 / 0	-	0 / 1	-	-
GFI = 5	Nbre <i>Hydroptilidae</i>	-	1 / 0	50 / 25	2 / 0	-	0 / 1	1 / 8	-

*Tableau XXXI : Répartition des *Sericostomatidae* et des *Hydroptilidae* dans les habitats de la station de l'Aa à Wizernes*

Le GFI de six est uniquement donné par le prélèvement un (non strictement doublé) ou par la combinaison des prélèvements 4-11-14. Le GFI de cinq est, par contre, assuré par le duplicat stable de pierres galets 3-11. L'IBGN robuste est de quatorze (un point de moins que l'IBGN moyen calculé). La famille des *Sericostomatidae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement dans les pierres, débris et sables, dans des courants lotiques. Ces individus sont des broyeurs et détritivores qui se nourrissent de détritus et d'invertébrés.

La richesse varie entre trente-deux et trente-six taxons. Sa répartition ne suit pas une loi normale :

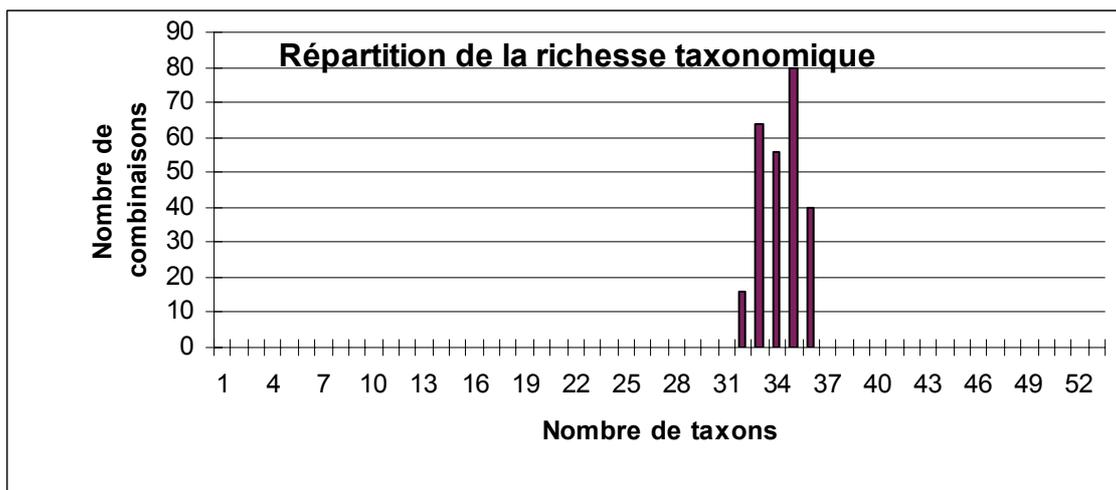


Figure 27 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Aa à Wizernes

L'examen des courbes de richesse des différents duplicats montre que la variation de richesse est due quasi uniquement au duplicat 1-9 (bryophytes), prélevé dans deux classes de vitesses différentes. Les combinaisons incluant le prélèvement 1 ont une richesse taxonomique moyenne de 33,25 ; celles avec le neuf (bryophytes prélevés dans un courant de vitesse trois) en ont une 35,25 soit un écart de deux taxons. Cette variation a un impact limité sur l'indice IBGN final car on reste principalement dans la classe de richesse 10 comme on peut le voir sur le graphique (le débordement sur la classe 11 n'est pas réel, il est uniquement du au type de représentation sous forme de courbe et non d'histogramme). Par contre, ce même duplicat est celui qui a le plus d'incidence sur le GFI de la station et, au final, l'incidence du choix de la placette de bryophytes entraîne une amplitude de variation d'IBGN de 0,75.

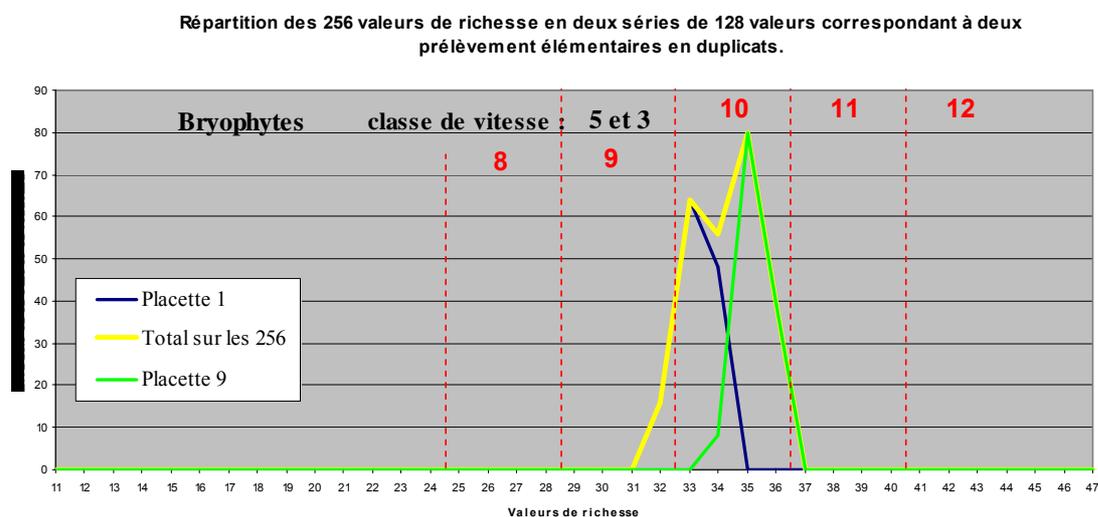


Figure 28 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station de l'Aa à Wizernes

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

L'IBGN a une amplitude de 2 mais avec une équirépartition (50/50) entre les valeurs 14 et 15. Cet écart restant limité si on prend en compte le fait que deux prélèvements n'ont pu être doublés dans la même classe de vitesse (cela à visiblement une incidence pour l'un des deux mais pas pour le second) et que le GFI n'est pas stable sur cette station.

➤ **La Vienne à Condat sur Vienne (Limousin)**

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches	Roches	Algues
Classe de vitesse	5	5	3	1	1	2	5	5

Tableau XXXVIII : Habitats prélevés dans la station de la Vienne à Condat sur Vienne

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement, sauf celles se composant de pierres (placettes deux et dix).

Les indices IBGN varient entre treize et quinze :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	24	8	14
Maximum	27	8	15
Minimum	21	8	14
Etendue	6	0	1
Médiane	24	8	14
Mode	25	8	14
Variance	2,75	0,00	0,25
Ecart-type	1,66	0,00	0,50
CV	6,87	0,00	3,45

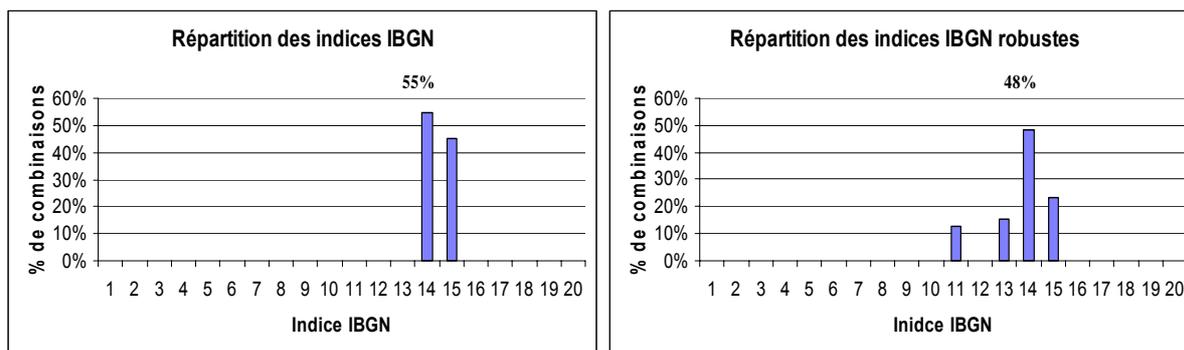
Tableau XXXIX : Résumé statistique pour la station de la Vienne à Condat sur Vienne

Le GFI est donné par la famille des *Brachycentridae*.

Substrat	Bryophytes	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches	Roches	Algues
Classe de vitesse	5	5	3	1	1	2	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	1 / 3	-	-	-	-	29 / 32	1 / 0	-

*Tableau XL : Répartition des *Brachycentridae* dans les habitats de la station de la Vienne à Condat sur Vienne*

Il y a un duplicat stable. Le GFI est donc stable sur toutes les combinaisons. A noter qu'en l'absence de *Brachycentridae*, le GFI descendrait directement à 7 (*Leuctridae*) mais de manière non stable, c'est-à-dire avec un certain nombre de combinaisons à 5 seulement, voire à moins. L'IBGN robuste s'étalerait ainsi de 11 à 15 : perte jusqu'à 3 points d'indices dans certains cas mais avec un mode demeurant à 14.



Figures 34 et 35 : Répartition de l'IBGN et de l'IBGN robuste sur la station de la Vienne à Condat sur Vienne

Les *Brachycentridae* préfèrent vivre dans la végétation et sur des substrats durs, et dans des courants lotiques. Les trois duplicats dans lesquels ils sont trouvés répondent à ces exigences.

La richesse taxonomique varie entre vingt et vingt-six taxons. Sa répartition ne suit pas une loi normale puisqu'elle est bimodale (modes à 23 et à 25) :

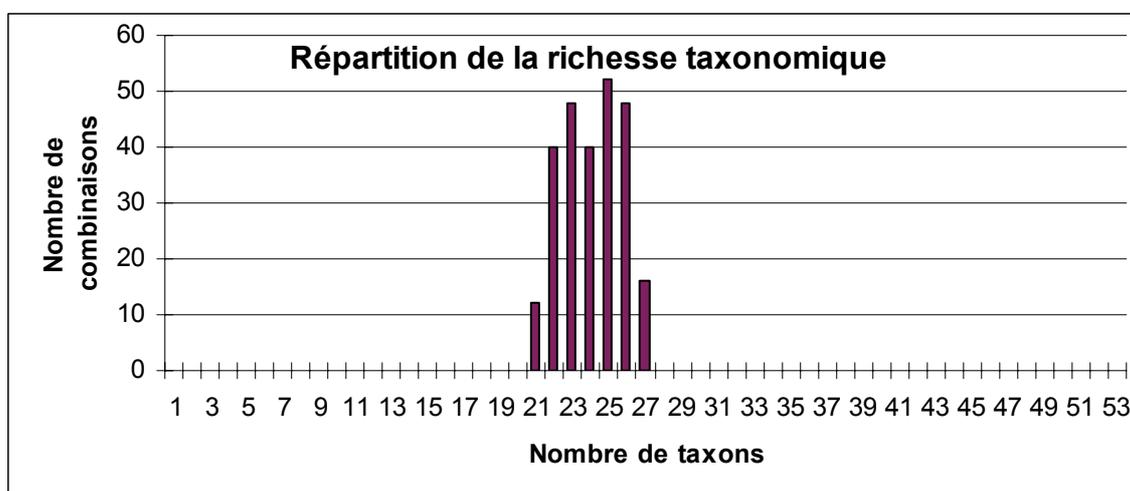


Figure 36 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Vienne à Condat sur Vienne

Cette anomalie de la courbe s'explique quasi-entièrement par la différence de comportement des deux duplicats sur blocs en classe de vitesse 2 (les courbes sont identiques pour vases et algues, similaires pour bryophytes et blocs en classe de vitesse 5 et similaires mais décalées d'une unité pour pierre, sable et gravier)

L'ensemble des combinaisons avec le prélèvement six a environ trois taxons de plus que celui avec le prélèvement quatorze ; son indice IBGN a un point de plus. Ce grand écart de richesse explique clairement la présence des deux modes, comme on peut le voir sur la figure ci-dessous..

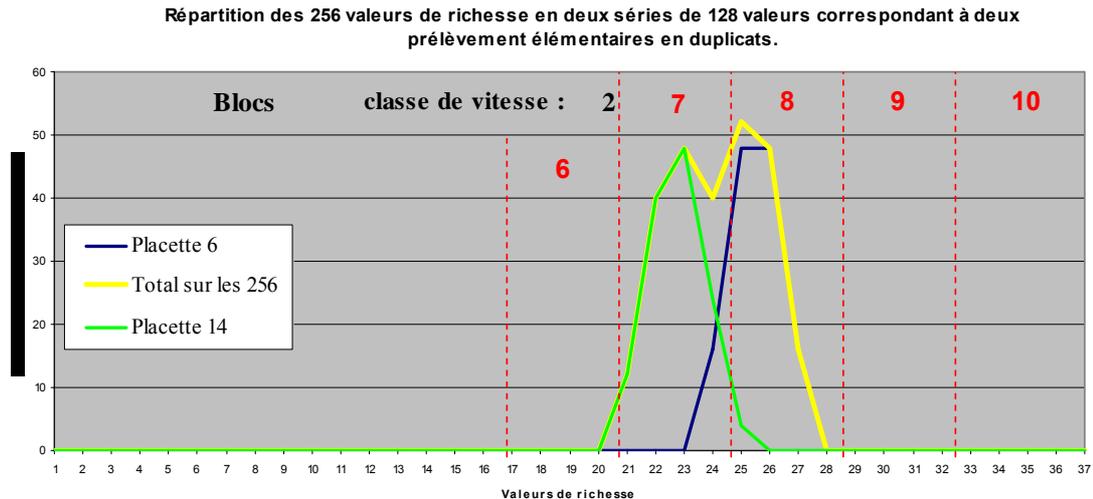


Figure 37: Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements six et quatorze de la station de la Vienne à Condat sur Vienne

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux prélèvements concernés ont les mêmes caractéristiques principales d'après les données recueillies lors du prélèvement, la différence de comportement n'est donc pas expliquée

Si l'IBGN n'a qu'une amplitude d'un point sur cette station, la répartition entre les indices 14 et 15 est relativement équivalente avec 55% de valeurs à 14 au sein de 256 combinaisons de prélèvements élémentaires. Cette incertitude sur l'indice n'est due qu'à un écart sur un des 8 duplicats seulement. Du seul choix de la placette de blocs en classe de vitesse rapide dépend donc l'indice obtenu sur cette station.

A noter également que si la richesse des deux prélèvements réalisés également sur blocs mais en classe de vitesse 5 est similaire à l'une des deux richesses observées sur blocs en classe de vitesse 2, le GFI qui est de 8 sur les deux prélèvements en classe de vitesse 2 descend à 3 sur les deux prélèvements en classe de vitesse 5, rappelant ainsi l'importance de la vitesse du courant sur la faune.

➤ La Corrèze à Brive (Limousin)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Racines	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches	Algues
Classe de vitesse	5	1	5	5	1	3	5	5

Tableau XLI : Habitats prélevés dans la station de la Corrèze à Brive

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN vont de neuf ou onze selon les combinaisons de prélèvement prises en compte

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	23	4	10
Maximum	26	4	11
Minimum	20	4	9
Etendue	6	0	2
Médiane	23	4	10
Mode	21	4	10
Variance	2,95	0,00	0,25
Ecart-type	1,72	0,00	0,50
CV	7,61	0,00	5,01

Tableau XLII : Résumé statistique pour la station de la Corrèze à Brive

Le GFI est donné par la famille des *Leptoceridae* et par celle des *Polycentropodidae*.

	Substrat	Bryophytes	Racines	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches	Algues
	Classe de vitesse	5	1	5	5	1	3	5	5
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
<i>Leptoceridae</i>	Nombre d'individus	-	1 / 0	2 / 4	-	-	-	-	-
<i>Polycentropodidae</i>	Nombre d'individus	-	-	3 / 0	-	-	-	0 / 1	-
<i>Psychomyidae</i>	Nombre d'individus			18/4				11/5	2 / 0

Tableau XLIII : Répartition des *Leptoceridae* et des *Polycentropodidae* dans les habitats de la station de la Corrèze à Brive

Les *Psychomyidae* présentent deux duplicats stables (correspondant bien à leur préférendum de vie : substrat dur et courant) et les prélèvements de pierres trois et onze forment un duplicat stable bien que ce ne soit pas avec la même famille. L'IBGN robuste est donc égal à l'IBGN sur cette station.

La famille des *Leptoceridae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle préfère vivre dans les sables, les pierres avec de la végétation, et dans les courants rhéophiles (et parfois limnophiles). Ceci explique sa présence principale sur les pierres de zone courante de cette station. Ce sont des broyeurs, racleurs qui se nourrissent de plantes vasculaires vivantes et de microphytes.

La richesse taxonomique varie entre vingt et vingt-six taxons. Sa répartition ne suit pas une loi normale puisqu'elle est nettement bimodale.

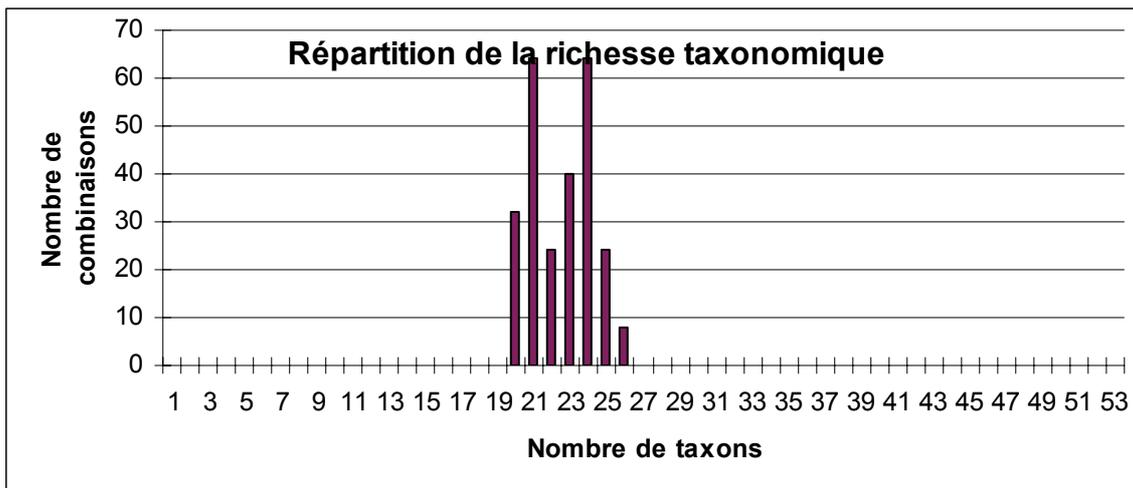


Figure 38 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Corrèze à Brive

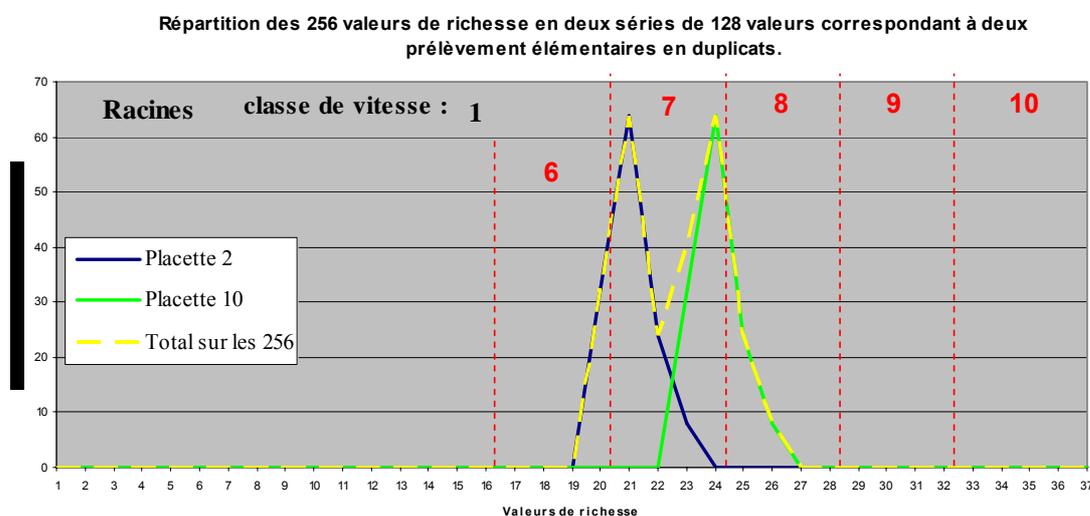


Figure 39 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix de la station de la Corrèze à Brive

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Cette bimodalité est issue de la différence de richesse moyenne (trois points) entre les combinaisons comprenant de prélèvement 2 et celles comprenant le prélèvement 10 (duplicat de racines) ; l'impact de cette seule variation de prélèvement sur l'indice IBGN est de 0,5 points. Pourtant les deux prélèvements ont les mêmes caractéristiques principales d'après les données recueillies lors du prélèvement.

Avec 74% de valeurs d'IBGN égales à 10, l'indice est relativement stable sur cette station, ce qui s'explique en grande partie par un GFI stable et par le fait que la courbe de richesse est essentiellement contenue dans la classe de richesse 7. En revanche, cette situation conduit à une amplitude de variation de trois points (débordement symétrique sur les classes 6 et 8 de près de 13% d'effectif chacun)

➤ Le Durdent à Vittefleury (Haute-Normandie)

Les habitats prélevés dans cette station sont donnés dans le tableau qui suit.

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Bryophytes	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Limons	Algues
Classe de vitesse	2	5	5	5	2	3	3	5

Tableau XLIV : Habitats prélevés dans la station du Durdent à Vittefleury

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient de seize à dix-huit ; mais il y a moins de 1% (2 sur 256) valeurs à dix-huit.

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	37	7	17
Maximum	41	7	18
Minimum	34	7	16
Etendue	7	0	2
Médiane	37	7	17
Mode	37	7	17
Variance	2,12	0,00	0,26
Ecart-type	1,46	0,00	0,51
CV	3,95	0,00	3,07

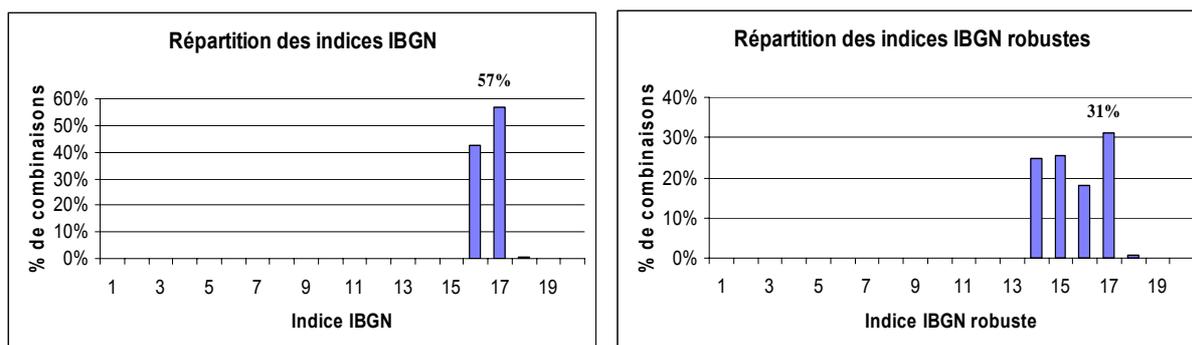
Tableau XLV : Résumé statistique pour la station du Durdent à Vittefleury

Le GFI est principalement donné par la famille des *Glossosomatidae* qui appartient à l'ordre des Trichoptères. On trouve également quelques *Goeridae* de même GFI

Substrat	Bryophytes	Bryophytes	Hydrophytes	Pierres	Granulats grossiers	Hélophytes	Limons	Algues
Classe de vitesse	2	5	5	5	2	3	3	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nbre Glossosomatidae	3 / 0	-	-	2 / 19	14 / 25	-	0 / 1	3 / 0
Nbre Goeridae	-	-	-	0 / 3	-	-	1 / 0	-

Tableau XLVI : Répartition des Glossosomatidae dans les habitats de la station du Durdent à Vittefleury

Il y a un duplicat stable pour *Glossosomatidae*. Cette valeur de GFI est donc stable. Elle est, par contre peu robuste puisque, les *Goeridae* étant en nombre insuffisant sauf pour un prélèvement, si les *Glossosomatidae* n'étaient pas en nombre suffisant, le GFI descendrait, selon les combinaisons de prélèvements entre 5 et 7 ce qui induirait une distribution des IBGN entre 14 et 18 (avec toujours moins de 1% de 18) et une répartition relativement homogène de 14 à 17



Figures 40 et 41 : Répartition de l'IBGN et de l'IBGN robuste sur la station du Durdent à Vittefleux

Les *Glossosomatidae* se développent préférentiellement sur des substrats durs (faces supérieures). Ils sont donc en grandes quantités sur les pierres et granulats grossiers. Ils sont rhéophiles (courants de classes deux et cinq). Ce sont des racleurs de substrat qui se nourrissent de microphytes (débris).

La richesse taxonomique varie entre trente-quatre et quarante et un taxons. Sa répartition suit une loi d'allure quasi normale.

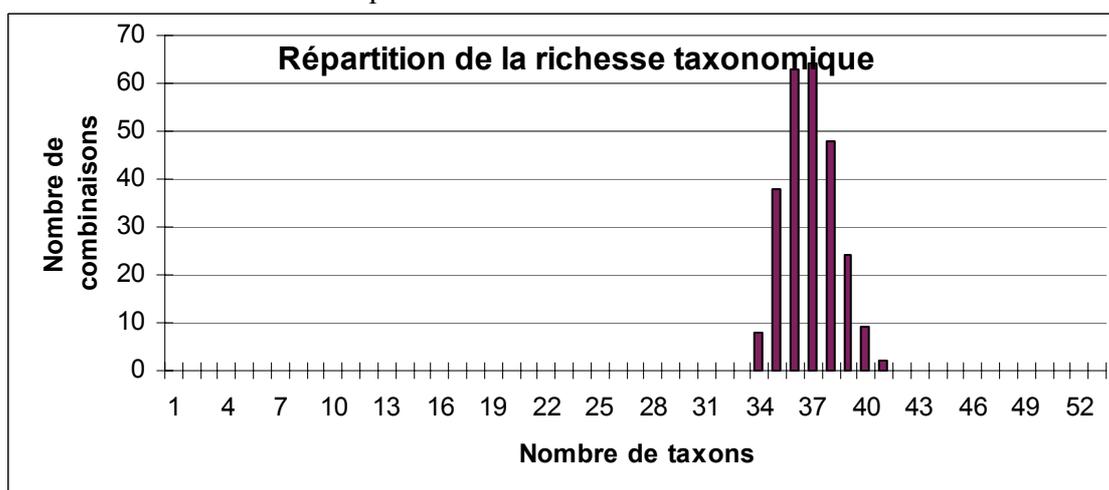


Figure 42 : Répartition de la richesse sur la station du Durdent à Vittefleux

- Quatre duplicats présentent un écart de richesse moyenne de 1 à 1,5 taxons :
- 1/9 (bryophytes) : l'ensemble des combinaisons qui a le prélèvement un a 1,5 taxon de plus que celui avec le neuf, et son indice IBGN a 0,48 point de plus ;
 - 7/15 (limons) : l'ensemble des combinaisons qui a le prélèvement sept a 1,25 taxons de moins que celui avec le quinze, et son indice IBGN a 0.35 point de moins ;
 - 5/13 (graviers) : l'ensemble des combinaisons qui a le prélèvement cinq a 1,13 taxons de moins que celui avec le treize, et son indice IBGN a 0.34 point de moins.
 - 8/16 (algues) : l'ensemble des combinaisons qui a le prélèvement cinq a 1,13 taxons de moins que celui avec le treize, et son indice IBGN a 0.34 point de moins.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

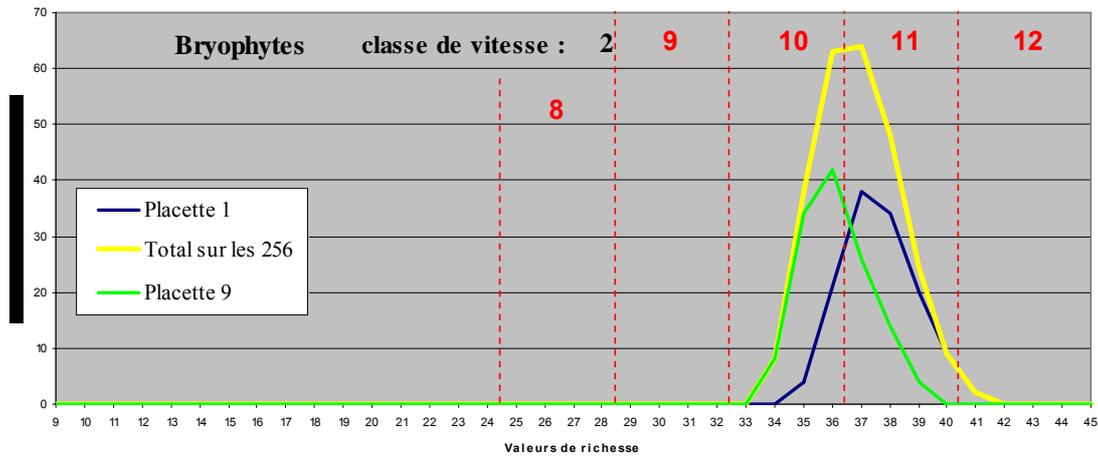


Figure 43 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station du Durdent à Vittefleury

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Contrairement aux nombreuses stations de cette expérimentation qui présentent une courbe de richesse centrée à l'intérieur d'une classe de richesse, celle de la présente station se trouve quasi-également répartie entre les classes 10 et 11. Les valeurs d'IBGN se répartissent donc presque à égalité (43% et 57%) entre les valeurs de 16 et 17, tandis qu'un léger débordement permet à moins de 1% des combinaisons d'atteindre l'indice IBGN 18.

➤ La Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye (Poitou-Charentes)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Hélophytes	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	3	3	3	3	3	3	3

Tableau XLV : Habitats prélevés dans la station de la Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye

Toutes ces placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Les indices IBGN varient de deux points mais avec 71% des combinaisons sur la valeur centrale de 15 :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	30	7	15
Maximum	33	7	16
Minimum	25	7	14
Etendue	8	0	2
Médiane	30	7	15
Mode	31	7	15
Variance	3,42	0,00	0,26
Ecart-type	1,85	0,00	0,51
CV	6,16	0,00	3,46

Tableau XLVI : Résumé statistique pour la station de la Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye

Le GFI est donné par la famille des *Goeridae*.

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Hélophytes	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	3	3	3	3	3	3	3
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	-	-	-	0 / 1	1 / 0	-	10 / 10	-

*Tableau XLVII : Répartition des *Goeridae* dans les habitats de la station de la Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye*

Le GFI n'est significativement présent que dans les sables. Mais le fait qu'il y ait au moins un duplicat stable suffit à le rendre stable pour toute la station. S'il n'y avait pas eu le nombre d'individus suffisants, l'IBGN robuste moyen aurait été de quatorze (perte de un point exactement, même distribution). En résumé, le taxon GFI n'est quasiment présent que sur un habitat mais sa présence dans les deux habitats de celui-ci le rend stable et l'IBGN robuste ne perd qu'un point par rapport à l'IBGN.

La famille des *Goeridae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement sur les substrats durs, ce qui explique sa présence sur les pierres, galets et granulats grossiers (même s'il n'y a qu'un seul individu dans ces biotopes) ; mais le biotope ne semble pas être à l'origine de sa présence dans le duplicat stable puisqu'il s'agit de sables. De plus, cette famille préfère les ambiances rhéophiles. Ici, elle a été prélevée dans des classe de courant de trois (vingt, six, dix et dix cm/s) ce qui ne correspond pas à un courant très fort. Ces individus sont des racleurs de substrat qui se nourrissent de diatomées et d'autres macrophytes.

La richesse est comprise entre vingt-cinq et trente-trois taxons. Elle ne suit pas une loi normale car si médiane et moyenne sont de trente taxons, le mode est à trente et un taxons. Outre cette dissymétrie, la forme de la courbe n'est pas celle d'un cloche.

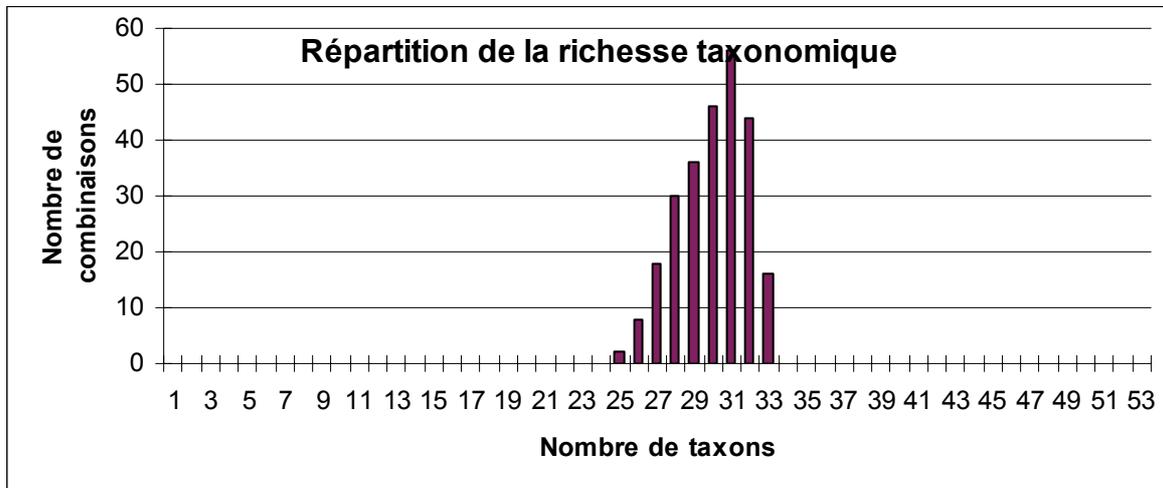


Figure 44 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Sèvre Niortaise à Sainte Némoye

Ce phénomène en partie par le fait que l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement un a, en moyenne, 2,75 taxons de moins que celui avec le neuf (trente et un taxons), ces deux prélèvements portant sur des bryophytes. Lorsque l'on sépare les deux ensembles de combinaison on obtient deux courbes d'allures bien plus gaussienne que leur somme.

La seule différence décrite entre ces deux placettes est leur distance à la berge.

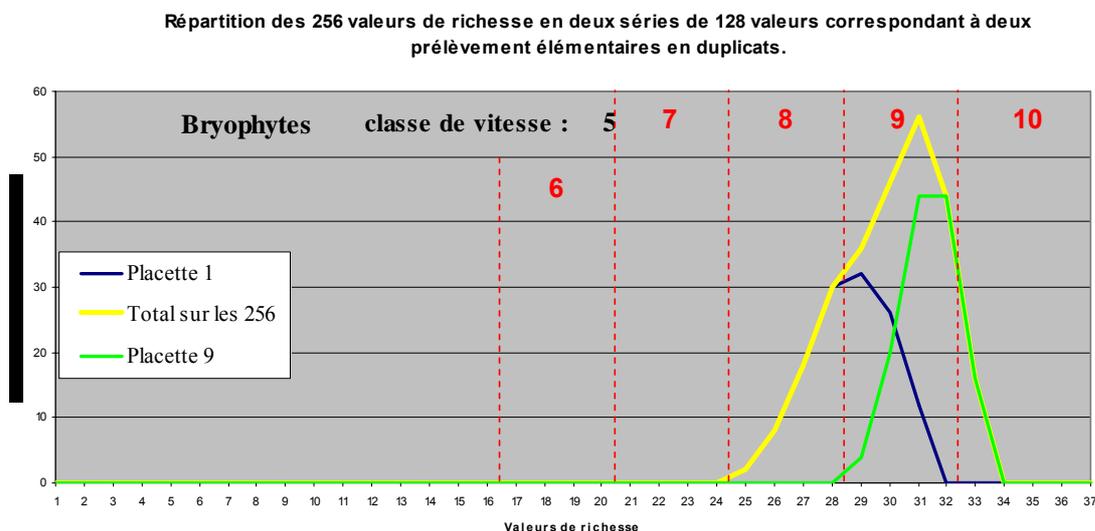


Figure 45 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station de la Sèvre Niortaise à Sainte Némoye

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
 6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux taxons de différence entre les deux placettes font qu'elles s'étendent sur trois classes de variété et donc l'indice IBGN sur trois valeurs (le GFI étant, comme nous l'avons vu, stable). Cette station présente, comme de nombreuses précédentes, une courbe de richesse centrée sur une classe (9) ce qui confère à l'indice central (15) une valeur prépondérante au sein des 256 combinaisons (71%). Le choix de l'une ou l'autre de ces deux placettes entraîne un écart moyen de 0,58 sur l'IBGN.

Notons que les prélèvements 2 et 10 (Hydrophytes) ainsi que 3 et 11 (racines) présentent un écart de richesse moyenne de 1,25 points et qu'aucun des duplicats de cette station ne présente un écart de richesse nul.

➤ Le Woigot à Mance (Lorraine)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans le tableau qui suit.

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Litières	Cailloux	Sables	Bryophytes	Granulats grossiers	Hydrophytes	Dalles	Hélophytes
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau XLVIII : Habitats prélevés dans la station du Woigot à Mance

Bien que respectant les critères d'application de la norme, les placettes cinq, sept, onze, douze, quatorze et seize n'ont pas été considérées comme parfaitement favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN s'étalent entre 10 et 12 avec toutefois une dominante de la valeur centrale (72% d'indice à 11, 20% à 10 et 8% à 12). Malgré le nombre de placettes jugées peu favorables, les résultats de cette station ne connaissent pas une dispersion très importante :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	23	5	11
Maximum	26	5	12
Minimum	19	5	10
Etendue	7	0	2
Médiane	23	5	11
Mode	22	5	11
Variance	3,39	0,00	0,28
Ecart-type	1,84	0,00	0,53
CV	8,18	0,00	4,83

Tableau XLIX : Résumé statistique pour la station du Woigot à Mance

Le GFI est donné par la famille des *Hydroptilidae*.

Substrat	Litières	Cailloux	Sables	Bryophytes	Granulats grossiers	Hydrophytes	Dalles	Hélophytes
Classe de vitesse	1	1	1	1	1	1	1	1
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	1 / 0	1 / 1	2 / 0	26 / 11	4 / 4	1 / 7	0 / 52	1 / 0

Tableau L : Répartition des Hydroptilidae dans les habitats de la station du Woigot à Mance

Deux paires de prélèvements sont stables, et cette famille est présente dans douze prélèvements sur seize. Cette valeur de GFI est donc sûre. L'IBGN robuste est un point en dessous de l'IBGN, avec la même distribution (72% d'indice robuste à la valeur 10). Les *Hydroptilidae* sont bien trouvés dans les plantes vasculaires et sur les pierres, dans des courants lentières. De plus aucune algue n'a été prélevée, mais leur taux de recouvrement est de 60%. Or les *Hydroptilidae* se nourrissent d'algues (et d'autres macrophytes). Leurs ressources alimentaires sont donc abondantes. La richesse taxonomique varie entre dix-huit et vingt-quatre taxons. Sa répartition suit une loi normale.

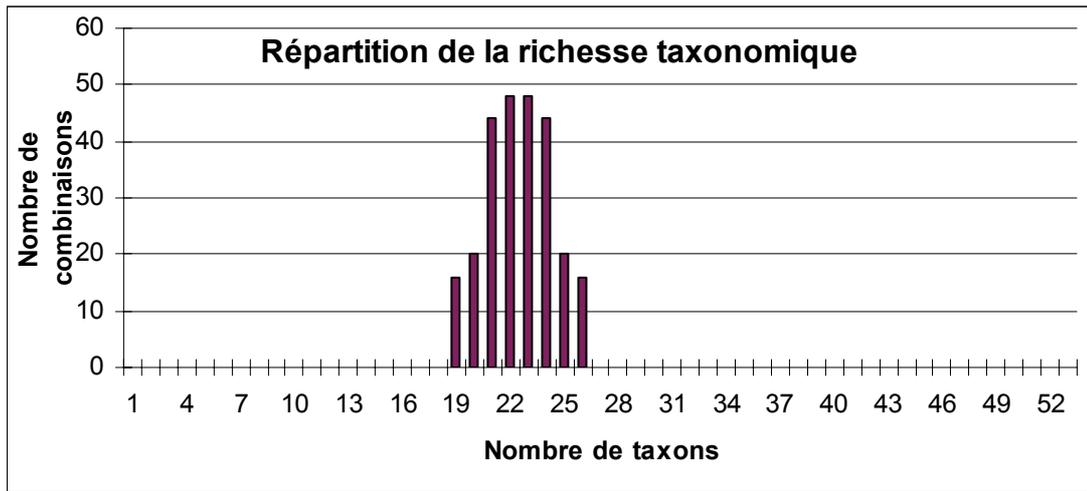


Figure 46 : Répartition de la richesse taxonomique de la station du Woigot à Mance

Trois duplicats présentent un écart de richesse moyenne sur l'ensemble de leurs combinaisons respectives égal à 2 : duplicat 1/9 sur les bryophytes, 7/15 sur les algues et 8/16 sur vases. L'impact correspondant sur l'indice IBGN est respectivement de 0,5 , 0,56 et 0,5 points d'indice..

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvement élémentaires en duplicats.

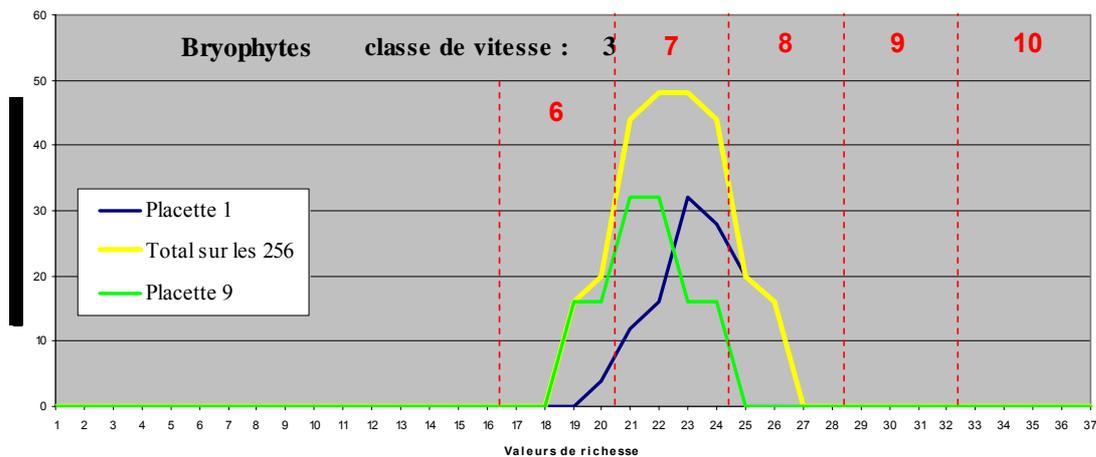


Figure 47 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station du Woigot à Mance

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux placettes de bryophytes ont été jugées favorable par le préleveur. La placette 9, moins riche, est située sous un courant de surface inférieur mais, d'après le commentaire du préleveur, balayée en réalité par un courant plus fort que la placette 1. Ceci ne semble pas l'avoir avantagé...

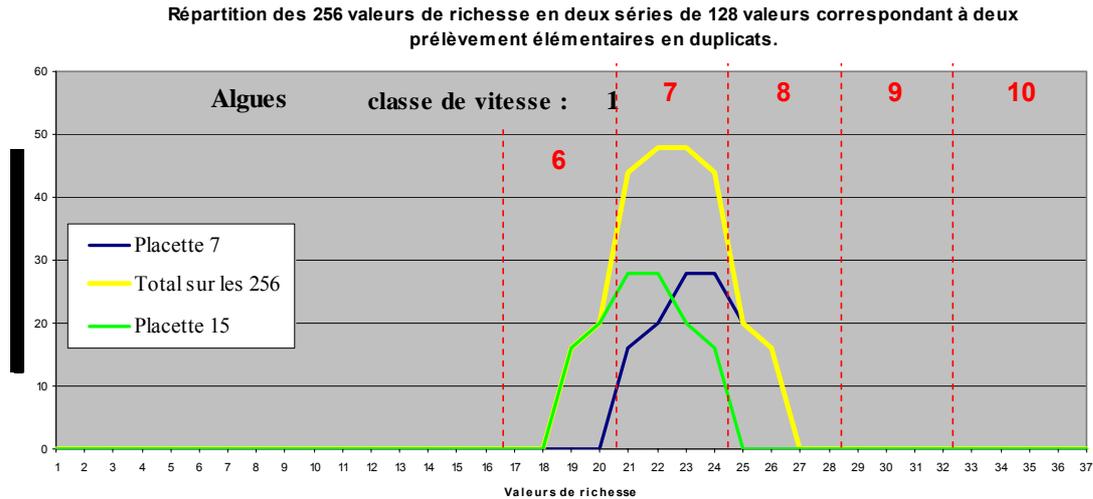


Figure 48 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements d'algues de la station du Woigot à Mance

La placette sept n'avait pas été jugée favorable au prélèvement car l'hydrobiologiste considérait que ces spyrogyres avaient une habitabilité inférieure à *Vaucheria*, voire à *Enteromorpha*. En fait cette placette est plus riche en taxons que celle d'*Enteromorpha* (placette 15) mais elle ne possède le taxon indicateur, celui-ci étant abondamment présent dans *Enteromorpha* (la présence de bryophytes à proximité de ces derniers y est-elle pour quelque chose ?). Le GFI de la station étant stable, le choix de l'hydrobiologiste, visant une habitabilité potentielle plus forte aurait, paradoxalement conduit à un IBGN plus faible de 0,5 points en moyenne.

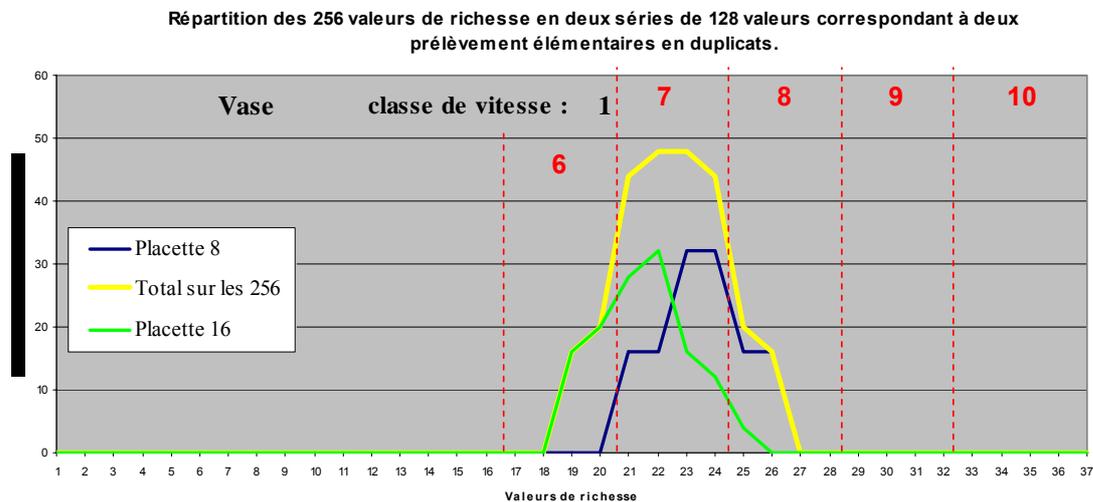


Figure 49 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements de vases de la station du Woigot à Mance

Ici, le constat de l'hydrobiologiste est vérifié : la placette 16, colmatée par les limons est moins favorable que la placette 8. L'impact est toutefois plus limité que ce que l'on pouvait craindre.

A noter, à contrario, que les duplicats de racines, hélophytes et dalles présentent strictement des courbes de richesse confondues pour les deux prélèvements de chaque duplicat alors qu'une des placettes d'hélophytes a été considérée comme limite pour le prélèvement (hydrophytes assimilables à des hélophytes) ainsi qu'une des placette de dalle (présentant des algues gazonnantes, des hépatiques et des limons alors que l'autre placette est beaucoup plus "propre").

Comme on peut le voir sur les figures ci-dessus, la courbe de richesse est centrée sur la classe de richesse 7. le GFI étant stable, l'IBGN est donc majoritairement sur la valeur 11 mais déborde de part et d'autre (indices 10 et 12).

➤ La Vézère en amont de Bugeat (Limousin)

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Litières	Galets	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	1	5	3	1	3	5

Tableau LI : Habitats prélevés dans la station de la Vézère en amont de Bugeat

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient entre dix-sept et dix-neuf :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	36	9	18
Maximum	39	9	19
Minimum	32	9	17
Etendue	7	0	2
Médiane	36	9	18
Mode	36	9	18
Variance	3,07	0,00	0,28
Ecart-type	1,75	0,00	0,53
CV	4,87	0,00	2,91

Tableau LII : Résumé statistique pour la station de la Vézère en amont de Bugeat

Le GFI, maximum (9), est principalement donné par la famille des *Perlidae*. Quelques *Perlodidae* de même GFI sont également présents

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Litières	Galets	Granulats grossiers	Vases	Sables	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	1	5	3	1	3	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nbre <i>Perlidae</i>	-	-	-	5 / 2	3 / 6	-	-	3 / 4
Nbre <i>Perlodidae</i>		4 / 0						0 / 1

Tableau LIII: Répartition des *Perlidae* dans les habitats de la station de la Vézère en amont de Bugeat

Il y a deux duplicats stables, et presque trois pour les *Perlidae*. Compte tenu de la présence de *Perlodidae* en nombre suffisant dans un prélèvement, si moins de trois individus de cette famille avaient été prélevés, le GFI serait demeuré à 9 pour une moitié des combinaisons et serait descendu à 8 pour l'autre moitié. L'IBGN robuste serait donc descendu d'un point pour une moitié seulement des combinaisons.

La famille des *Perlidae* préfère vivre sur des substrats durs, dans des courants lotiques. Les trois duplicats dans lesquels on la retrouve répondent à ces exigences.

La richesse taxonomique varie entre trente et un et trente-huit taxons. Sa répartition ne suit pas vraiment une loi normale, celle-ci étant marquée par deux creux aux valeurs 35 et 37 :

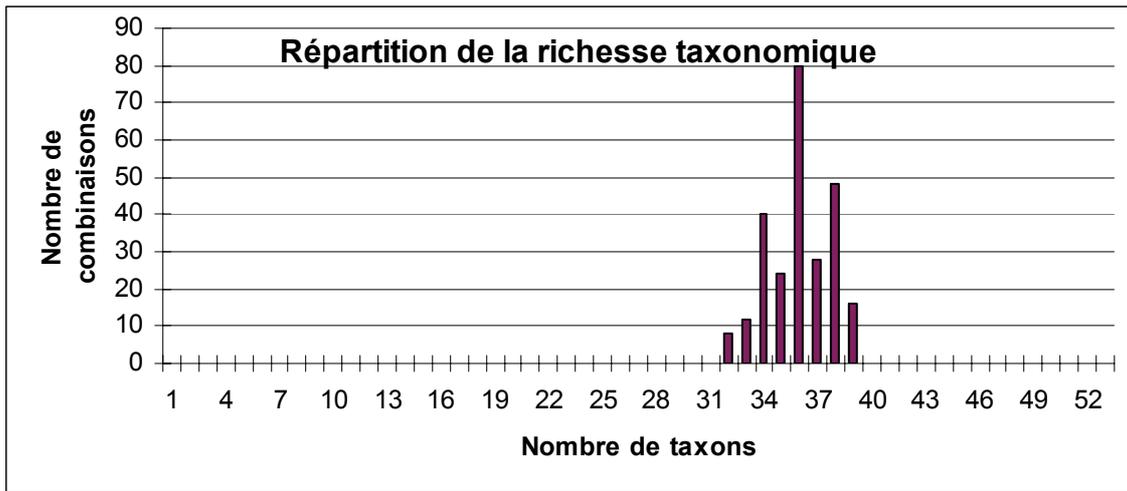


Figure 50 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Vézère en amont de Bugeat

Deux duplicats présentent un écart de richesse moyenne supérieur ou égal à 2, tous les autres présentent des écarts inférieurs à 1.

Dans les galets, l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement quatre a en moyenne 2.5 taxons de moins que celui avec le douze ; son indice IBGN a 0.59 points de moins. Les deux prélèvements ont les mêmes caractéristiques principales d'après les données recueillies lors du prélèvement.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

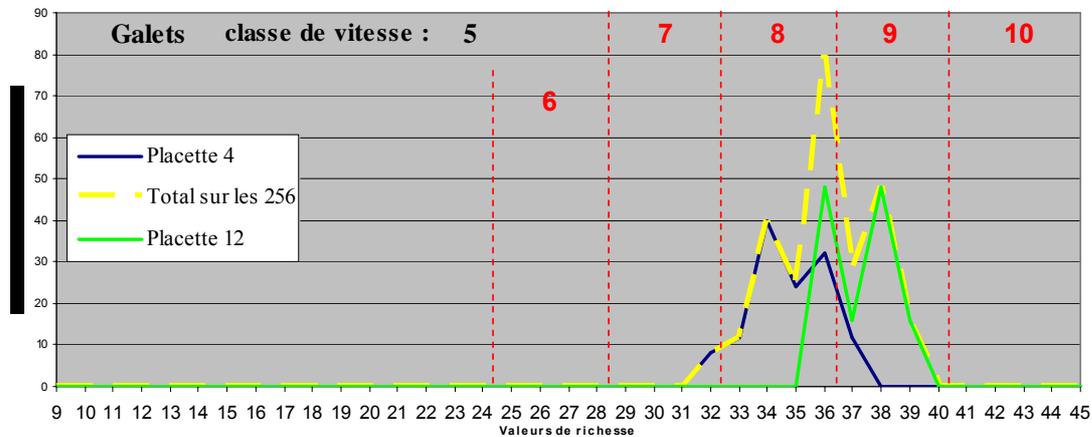


Figure 51 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements quatre et douze de la station de la Vézère en amont de Bugeat

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

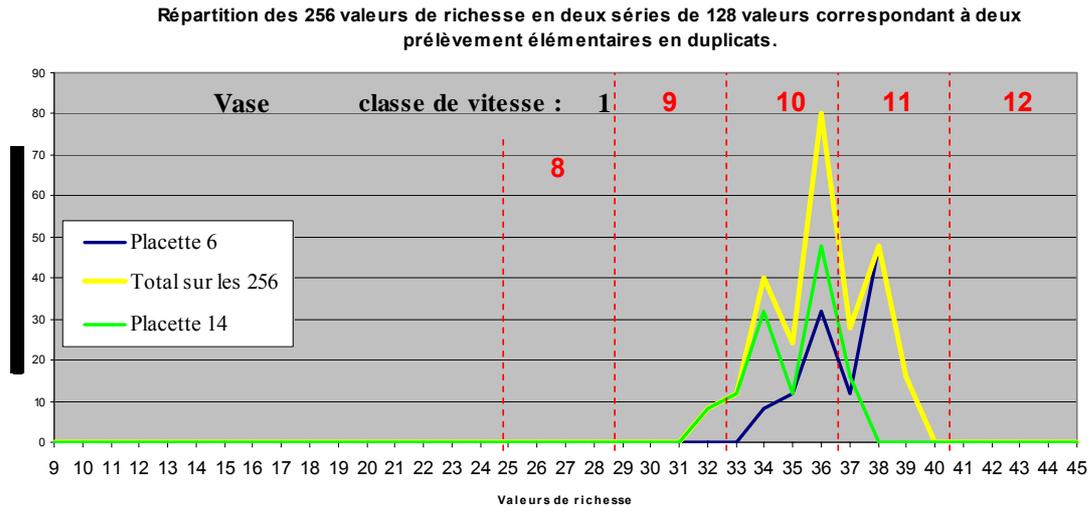


Figure 52 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements six et quatorze (vase) de la station de la Vézère en amont de Bugeat

Aucun duplicat ne permet d'expliquer à lui seul la curieuse forme de la courbe de richesse qui résulte des écarts entre les courbes de 6 des duplicats (les duplicats de litière et sable produisent des courbes de richesses identiques pour leur deux prélèvements respectifs.)

La courbe de richesse, étalée sur trois classes, n'est ni vraiment centrée sur la classe centrale (10), ni vraiment à cheval sur deux classes, il en résulte une répartition des valeurs d'indices plutôt favorable à la classe 10 (61% d'IBGN à 18) mais avec tout de même 36% de valeurs supérieures d'un point.

➤ La station de La Dordogne à Saint-Sauves (Auvergne)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Galets	Bryophytes	Hydrophytes	Granulats grossiers	Sables	Racines	Roches	Galets
Classe de vitesse	5	5	5	3	1	1	3	3

Tableau LIV : Habitats prélevés dans la station de La Dordogne à Saint-Sauves

Toutes ces placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient de deux points selon les combinaisons de prélèvements :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	19	7	12
Maximum	22	7	13
Minimum	15	7	11
Etendue	7	0	2
Médiane	19	7	12
Mode	19	7	12
Variance	2,95	0,00	0,30
Ecart-type	1,72	0,00	0,55
CV	8,92	0,00	4,46

Tableau LV : Résumé statistique pour la station de La Dordogne à Saint-Sauves

La valeur du GFI ne change pas. Elle est donnée par la famille des *Leuctridae*.

Substrat	Galets	Bryophytes	Hydrophytes	Granulats grossiers	Sables	Racines	Roches	Galets
Classe de vitesse	5	5	5	3	1	1	3	3
Prélèvement	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	2 / 8	8 / 1	6 / 3	3 / 2	-	-	-	10 / 5

Tableau LVI : Répartition des Leuctridae dans les habitats de la station de La Dordogne à Saint-Sauves

Il y a deux duplicats stables. La valeur du GFI semble donc sûre. Elle n'est, par contre pas robuste car si les *Leuctridae* n'étaient pas en nombre suffisant, le GFI tomberait à 4, voire 3 et l'IBGN moyen à 9 soit 3 points de baisse !

La courbe de richesse présente une allure légèrement bimodale et semble tronquée vers les fortes valeurs

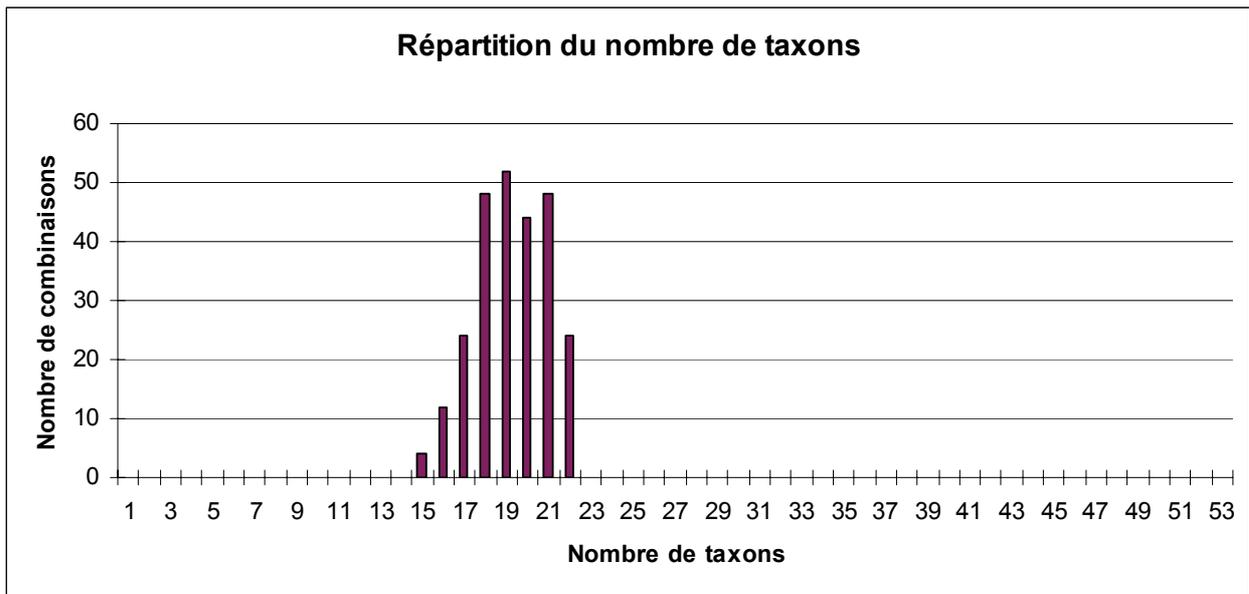


Figure 53 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de La Dordogne à Saint-Sauves

Quatre duplicats influencent la richesse taxonomique de la station de manière notable (1 à 1,5 taxon) ou importante (plus de 2 taxons) : ce sont en premier lieu les hydrophytes en classe de vitesse de courant cinq (l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement onze a 2,5 taxons de plus que celui avec le trois). L'impact du seul choix entre ces deux placettes est de 0,69 sur l'IBGN moyen de la station (on voit sur le graphique ci-dessous que le prélèvement 11 fait passer une bonne partie des combinaisons où il intervient (courbe verte) en classe de richesse 7 soit un IBGN de 13).

Le prélèvement trois se situe à un mètre de la berge alors que le onze est à 2,5 mètres. Il est moyennement ombragé alors que le onze est totalement à l'ombre. Tous deux ont huit centimètres de hauteur d'eau au dessus du substrat prélevé.

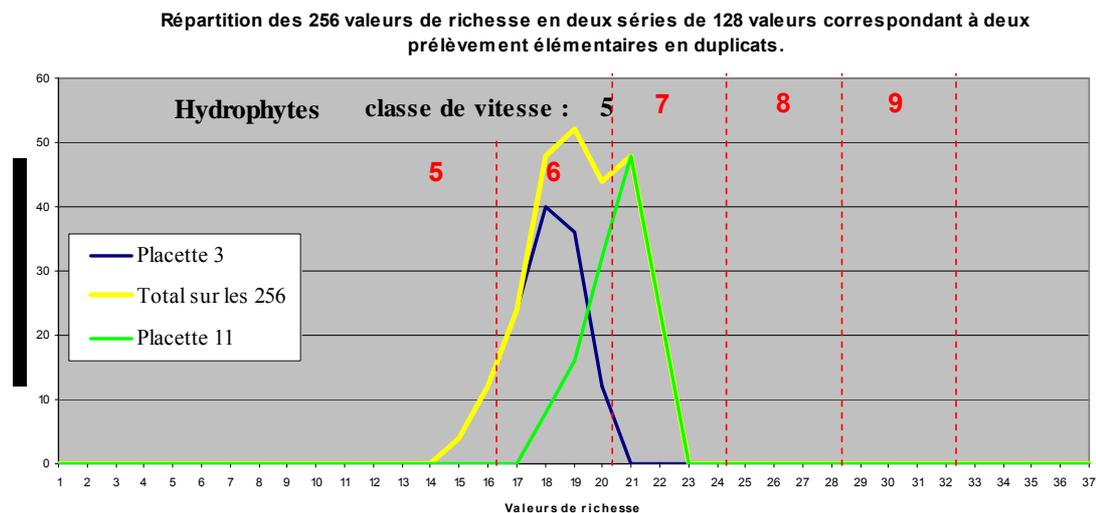


Figure 54 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements trois et onze de la station de La Dordogne à Saint-Sauves

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Le duplicat de galets en vitesse de courant de trois présente un écart de richesse moyenne de 1,5 taxons (l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement huit a environ deux taxons de plus que celui avec le seize). Ils aboutissent respectivement à une variation de l'indice IBGN de 1 et 0 point.

Le prélèvement huit est à une profondeur de trente centimètres (prélèvement seize : trente-cinq centimètres) et il se trouve à trois mètres de la berge (seize : 1,5 mètre). Les prélèvements huit et seize se situent tous les deux à l'ombre ; mais sur des berges opposées.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

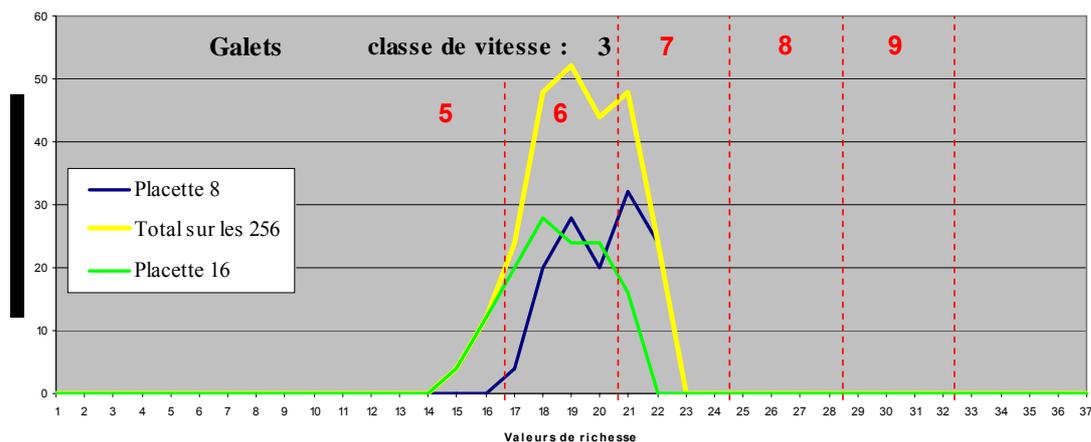


Figure 55 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements huit et seize de la station de La Dordogne à Saint-Sauves

La courbe de richesse est, encore une fois, relativement centrée sur une classe de richesse (en l'occurrence la classe 6) et cela permet à 66% des combinaisons de présenter le même indice IBGN de 12. Le net débordement en classe 7, introduit notamment par les prélèvements 11 et 8 fait passer 28% des combinaisons à la valeur supérieure d'indice IBGN de 12 tandis que 6% descendent à 10.

➤ La station de l'Arroux à Laizy (Bourgogne)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Pierres	Galets	Hydrophytes	Pierres, galets	Granulats grossiers	Sables	Racines
Classe de vitesse	5	5	5	1	3	3	3	1

Tableau LVII : Habitats prélevés dans la station de l'Arroux à Laizy

Pour la station de Laizy située en Bourgogne, les indices IBGN varient de trois points selon les combinaisons de prélèvements.

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	41	8	19
Maximum	46	8	20
Minimum	36	8	17
Etendue	10	0	3
Médiane	41	8	19
Mode	41	8	19
Variance	4,33	0,00	0,34
Ecart-type	2,08	0,00	0,58
CV	5,06	0,00	3,12

Tableau LVIII : Résumé statistique pour la station de l'Arroux à Laizy

La valeur du GFI ne change pas. Elle est donnée par la famille des *Brachycentridae*.

Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Pierres	Galets	Hydrophytes	Pierres, galets	Granulats grossiers	Sables	Racines
Classe de vitesse	5	5	5	1	3	3	3	1
Nombre d'individus	10 / 10	4 / 0	-	-	-	4 / 0	-	0 / 1

*Tableau LIX : Répartition des *Brachycentridae* dans les habitats de la station de l'Arroux à Laizy*

Il n'y a qu'un duplicat stable (prélèvements un et neuf).

L'IBGN robuste moyen descend de 1,5 unités sur cette station car *Brachycentridae* est le seul taxon de GFI 8, le GFI inférieur, 7 n'est pas stable et le GFI 6 n'est pas représenté. Certaines combinaisons descendent ainsi directement au GFI 5 avec un IBGN de 15.

La famille des *Brachycentridae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement dans de la végétation (avec des substrats durs). Dans cette station, le duplicat stable se compose de bryophytes. On retrouve également quelques individus dans des pierres, des granulats grossiers ; et un individu se situait dans des racines.

On retrouve cette famille dans les courants rhéophiles. Le duplicat stable a une classe de vitesse de cinq ; les autres ont des classes de vitesse de cinq, trois et un.

Ce sont des broyeurs, racleurs et capteurs de seston qui se nourrissent d'algues, végétaux divers (d'où leur présence dans les bryophytes) et détritits.

La richesse taxonomique évolue de trente-six à quarante-six taxons :

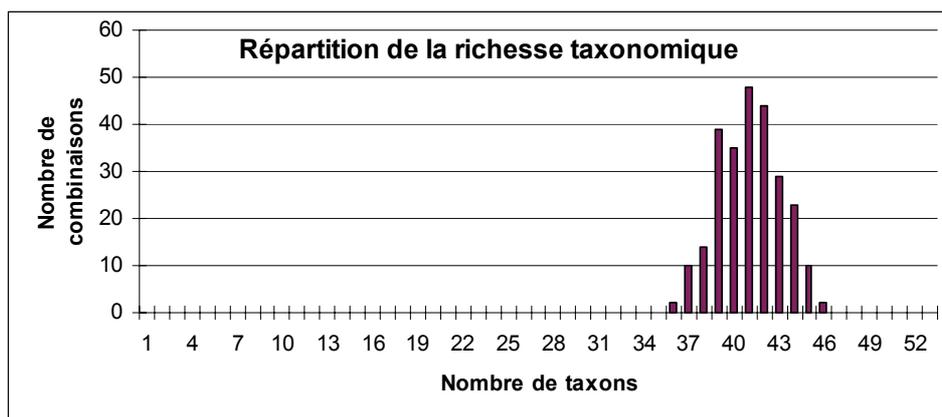


Figure 56 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Arroux à Laizy

La courbe a toutes les caractéristiques d'une loi normale (moyenne égale à la médiane...) avec, toutefois, une petite anomalie non expliquée au niveau de l'effectif trente-neuf supérieur à ce qu'il devrait être en théorie.

Quatre duplicats présentent un écart de richesse moyenne de leurs 128 combinaisons respectives supérieur ou égal à 1 (et même à 1,5)

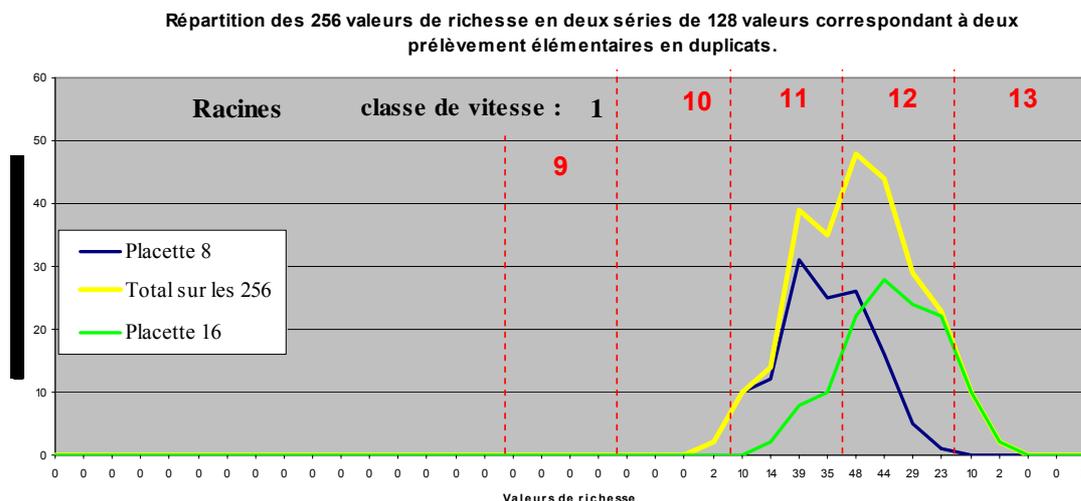


Figure 57 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements huit et seize (racines) de la station de l'Arroux à Laizy

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Le choix de la placette de racine entraîne une variation moyenne de la richesse de 2,38 entraînant un écart d'IBGN moyen de 0,58. La somme des deux courbes explique la petite anomalie de forme de la courbe résultante, correspondant au mode de la courbe de richesse de la placette 8. Ces deux prélèvements sont ceux qui possèdent la plus grande richesse individuelle sur la station et la placette 16 présente 5 taxons de plus que son homologue, dont 5 exclusifs à ce prélèvement (3 exclusifs pour le prélèvement 8), ce qui explique une bonne part de l'écart de richesse constaté (deux points sur les 2,38 d'écart s'expliquent ainsi, les 0,38 restant s'expliquant par deux taxons présents dans le prélèvement 16 et deux ou trois autres prélèvements ne formant aucun duplicat stable mais pas dans le prélèvement 8.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

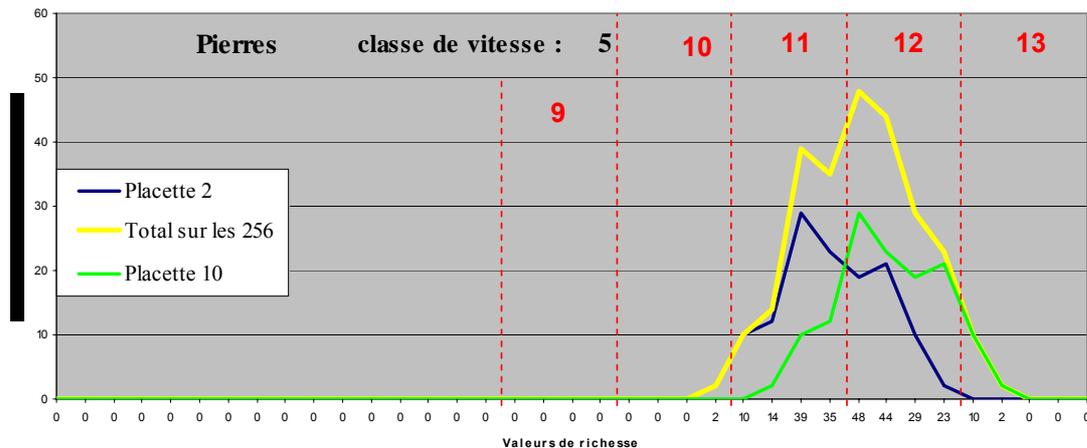


Figure 58 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix (pierres) de la station de la commune l'Arroux à Laizy

Les deux courbes présentent la même forme mais un décalage de 2 unités. On pourrait en déduire que les deux prélèvements possèdent les mêmes taxons à deux près en plus pour la placette 10. Il n'en est rien : la placette 10 possède même une richesse individuelle de 13 seulement alors que son homologue recèle 14 taxons. Mais si on observe plus en détail la liste on constate que 9 taxons sont communs, 5 propres à la placette 2 et 4 propres à la placette 10. Les 5 taxons propres à la placette 2 sont tous également présents dans les deux prélèvements d'un autre duplicats, ils n'ajoutent donc jamais rien à la richesse de la station. Par contre 2 des taxons présents sur la placette 10 sont exclusifs à cette placette au sein de la station (*Rhyacophilidae* et *Hydraenidae*). On retrouve donc l'écart de richesse constaté entre les deux séries de combinaisons.

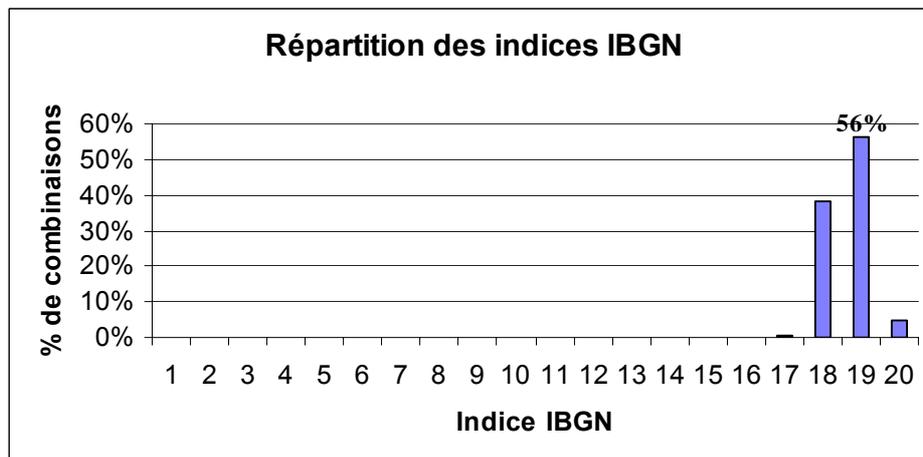


Figure 59 : Répartition de l'IBGN de la station de l'Arroux à Laizy

Les valeurs d'IBGN de cette station se répartissent, selon les combinaisons IBGN de placettes prises en compte au sein des 16 prélèvements, de 17 à 20. Les valeurs 17 et 20 restent cependant marginales et l'indice se répartit surtout entre les valeurs 18 et 19 avec une prédominance de ce dernier. Quatre des choix de placettes (par ordre décroissant d'importance : racines, pierres, hydrophytes et galets) expliquent la plus grande partie de cet amplitude due uniquement à des variations de richesse. Le seul choix de la placette de racine entraîne une variation de l'IBGN moyen de 0,58.

➤ La station de La Sioule à Jenzat (Auvergne)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Racines	Hélophytes	Cailloux	Sables	Hydrophytes	Granulats grossiers	Cailloux	Roches, dalles
Classe de vitesse	1	1	3	3	5	5	5	1

Tableau LX : Habitats prélevés dans la station de la commune de La Sioule à Jenzat

Toutes les placettes ont été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	37	7	17
Maximum	42	7	18
Minimum	32	7	15
Etendue	10	0	3
Médiane	37	7	16,5
Mode	36	7	16
Variance	4,50	0,00	0,37
Ecart-type	2,12	0,00	0,61
CV	5,79	0,00	3,67

Tableau LXI : Résumé statistique pour la station de La Sioule à Jenzat

Les indices IBGN varient de trois points entre les différentes combinaisons de prélèvements. Toutefois, le coefficient de variation n'est que de 3,67% ce qui signifie qu'il y a peu de indices qui s'éloignent de l'IBGN moyen (sur 256 combinaisons, il n'y a que trois quinze et douze dix-huit). Les valeurs d'IBGN se répartissent essentiellement entre 16 et 17 avec une légère majorité de 16 (49% contre 45% de 17)

La valeur du groupe faunistique indicateur reste constante. Elle est donnée par la famille des *Leuctridae* qui est présente en grande quantité et dans de nombreux prélèvements (neuf sur seize, dont six en effectif suffisant ; mais surtout trois paires de placettes avec effectif suffisant de ce taxon), comme le montre le tableau suivant.

Substrat	Racines	Hélophytes	Cailloux	Sables	Hydrophytes	Granulats grossiers	Cailloux	Roches, dalles
Classe de vitesse	1	1	3	3	5	5	5	1
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre de <i>Leuctridae</i>	-	-	20 / 20	1 / 1	-	7 / 6	20 / 15	1 / 0

*Tableau LXII : Répartition des *Leuctridae* dans les habitats de la station de La Sioule à Jenzat*

Malgré cette très bonne représentation des *Leuctridae*, l'IBGN robuste moyen est inférieur de 1,5 point car seul ce taxon représente le GFI 7 et le GFI inférieur (6) n'est pas stable et une partie des combinaisons descend au GFI 5, voire dans quelques cas au GFI 4.

Les *Leuctridae* appartiennent à l'ordre des Plécoptères. Ils se développent préférentiellement dans des courants rhéophiles (courant supérieur à 50 cm/s) ce qui explique qu'on les retrouve dans des courants de classes trois (vitesse de courant comprise entre 5 et 25 cm/s) et cinq (vitesse de courant comprise entre 25 et 75 cm/s). En effet, les larves de Plécoptères sont en général exigeantes vis-à-vis de l'oxygénation de l'eau.

Toutefois, on les retrouve en général dans des substrats meubles. Or, dans cette station, ils se situent dans des cailloux et des granulats grossiers. De plus, les *Leuctridae* sont des broyeurs qui s'alimentent de débris végétaux. Or, le taux de recouvrement des hydrophytes n'est que de 2%, et celui des héliophytes aussi. L'alimentation de ces individus doit donc se faire grâce aux débris végétaux provenant des berges, la rivière traversant une prairie. Les cailloux des prélèvements trois et onze ont été prélevés à trois mètres de la berge alors que ceux des prélèvements sept et quinze se situaient à vingt mètres de la berge. Ceci pourrait expliquer qu'il y ait quelques individus de différence. Les granulats grossiers se trouvent à cinq mètres de la berge, mais ce substrat semble moins convenir à la famille des *Leuctridae*.

La variation de l'indice IBGN est due à la variation de la richesse taxonomique de la station. Celle-ci s'étend de trente-deux à quarante-deux taxons en fonction de la combinaison de prélèvements étudiée. Elle suit une loi normale comme le prouve la courbe suivante :

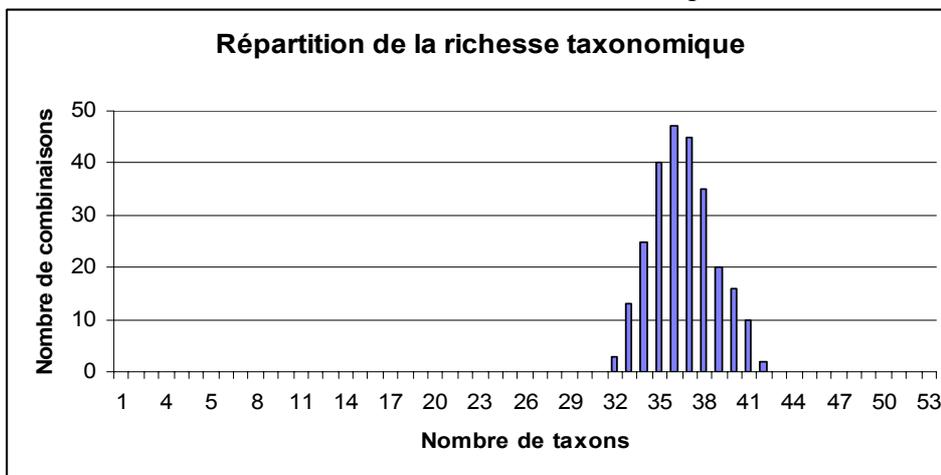


Figure 60 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de La Sioule à Jenzat

Si cette courbe présente un aspect presque normal (le mode est toutefois légèrement plus faible que moyenne et médiane), elle est assez étendue (richesse variant de 32 à 42 selon les combinaisons). Ceci s'explique par le fait que cinq duplicats présentent un écart de richesse moyenne supérieur ou égal à 1. Nous ne nous intéresserons qu'au deux duplicats présentant les plus grands écarts (supérieurs ou égal à deux)

Les prélèvements de racines présentent un écart de richesse moyenne de 2,75 induisant à eux seul une variation d'IBGN moyen de 0,72.

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvements élémentaires en duplicats.

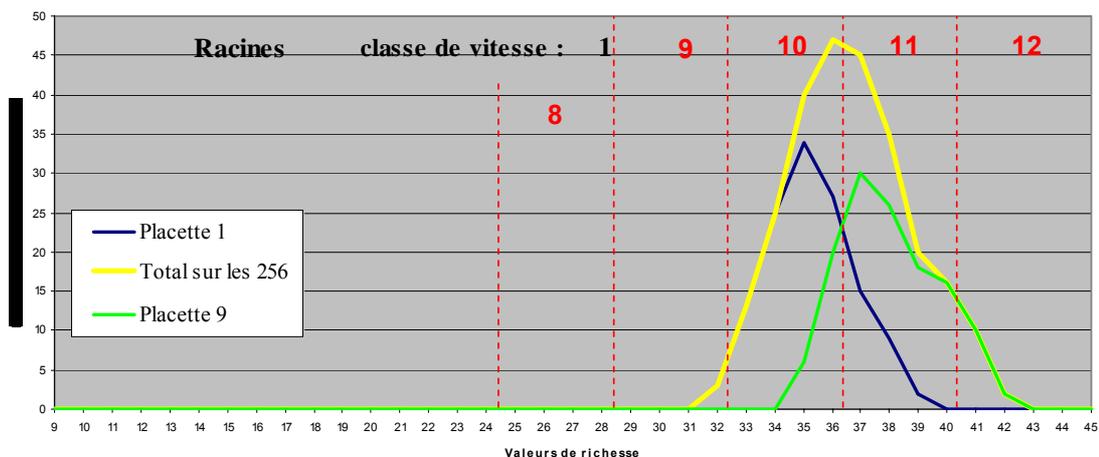


Figure 61 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf (racines) de la station de La Sioule à Jenzat

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Sur ce graphe, les pointillés en rouge représentent les limites des classes de variété. On constate que chacune des courbes bleue ou verte s'étend sur trois classes différentes et la courbe sommant l'ensemble des combinaisons s'étend, du fait du décalage des deux courbes, sur quatre classes (d'où un IBGN également sur quatre unités, le GFI étant constant). L'écart de richesse individuel entre les deux prélèvements est plus important (8 et 13 soit 5 unités d'écart), mais les deux prélèvements présentent essentiellement des taxons communs (GFI maximum 4 et un individu de GFI 5), ce qui minimise l'écart de richesse des combinaisons de 8 prélèvements.

Les deux duplicats d'hélophytes présentent un écart de richesse de 2. Leur écart de richesse individuelle est nettement moindre que pour les racines (13-16 soit 3 unités) mais ces prélèvements présentent des taxons un peu moins communs.

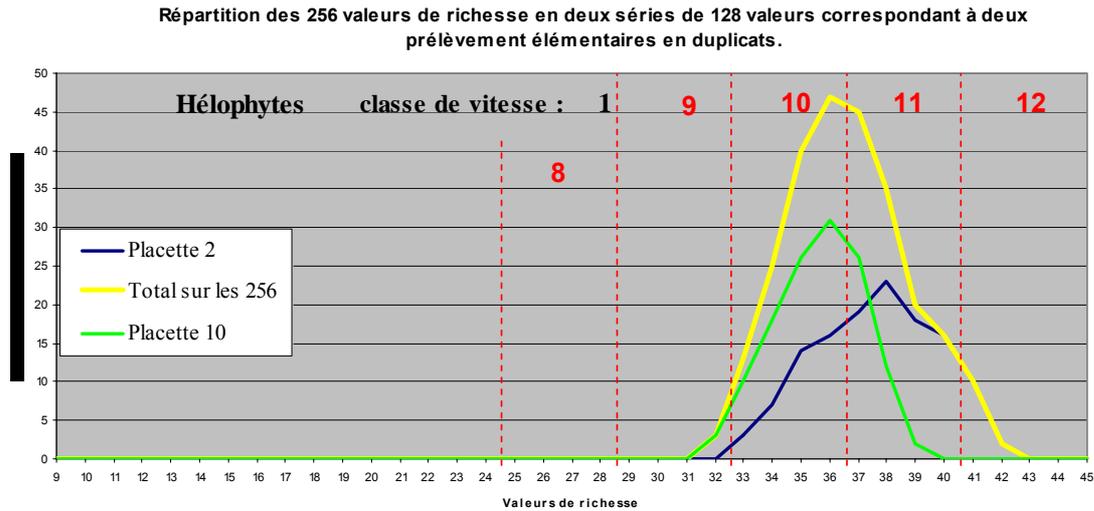


Figure 62 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix (hélophytes) de la station de La Sioule à Jenzat

Ces deux courbes sont les seules, sur cette station, à présenter une allure différente, la courbe de la placette 2 étant beaucoup plus étendue que celle de la placette 10 et couvrant, à elle seule, 4 classes de richesse.

Les autres graphiques, présentent tous deux courbes de forme relativement similaire mais éventuellement décalées.

Cette station présente des IBGN répartis sur quatre valeurs mais les deux valeurs extrêmes restent anecdotiques. Le centrage de la courbe de richesse sur une limite de classe de richesse entraîne, par contre, une quasi équi-répartition des indices entre la valeur 16 et la valeur 17.

➤ Le Dessoubre à Saint Hippolyte (Franche-Comté)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	1	3

Tableau LXIII : Habitats prélevés dans la station du Dessoubre à Saint Hippolyte

Toutes les placettes ont été jugées favorables aux prélèvements, sauf la onzième qui correspond à des racines qui étaient en lame d'eau très faible (inférieure à deux centimètres). Cette placette n'aurait donc pas été prélevée dans une campagne d'échantillonnage.

Les indices IBGN varient de quinze à dix-huit, mais la plupart sont proches de la moyenne (17) :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	35	8	17
Maximum	37	8	18
Minimum	31	7	15
Etendue	6	1	3
Médiane	35	8	17
Mode	34	8	17
Variance	2,32	0,11	0,38
Ecart-type	1,52	0,33	0,62
CV	4,40	4,21	3,65

Tableau LXIV : Résumé statistique pour la station du Dessoubre à Saint Hippolyte

Les GFI de huit sont donnés par les familles des *Brachycentridae* et des *Odontoceridae*. Les GFI de sept sont donnés par la famille des *Leuctridae*.

		Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles
		Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	1	3
		Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 8	<i>Brachycentridae</i>	Nombre d'individus	0 / 3	0 / 11	0 / 2	-	-	-	-	-
	<i>Odontoceridae</i>	Nombre d'individus	-	-	-	0 / 3	0 / 1	-	-	-
GFI = 7	<i>Leuctridae</i>	Nombre d'individus	5 / 0	8 / 1	0 / 1	20 / 4	19 / 6	-	-	-

Tableau LXV : Répartition des *Brachycentridae*, des *Odontoceridae* et des *Leuctridae* dans les habitats de la station du Dessoubre à Saint Hippolyte

Il n'y a aucun duplicat stable qui permettrait d'obtenir un GFI de huit sur toute la station. En revanche, il y a deux duplicats stables pour le GFI de sept. Si le GFI avait été constamment de sept, l'IBGN moyen aurait été de 16/20.

La famille des *Brachycentridae* est retrouvée dans les habitats qui lui sont favorables : des végétaux présents dans des courants rapides. La famille des *Odontoceridae* est aussi rhéophile, mais elle se développe préférentiellement dans les substrats meubles, tout comme la famille des *Leuctridae*.

L'IBGN est relativement robuste : si la diminution d'effectif des *Odontoceridae* ne provoque qu'un glissement de 10% environ des indices de 17 vers 16 et 4% de 18 vers 17, celle des *Brachycentridae* est un peu plus sensible, elle n'affecte pas la part d'indice 18 mais

fait glisser 28% des valeurs de 17 vers 16 (qui devient, de peu, le mode avec 39%) et 15 (qui passe de 2 à 11%)

La richesse taxonomique s'étend de trente et un à trente-sept taxons. Sa répartition suit une loi pas tout à fait normale car, en particulier, tronquée dans les fortes valeurs..

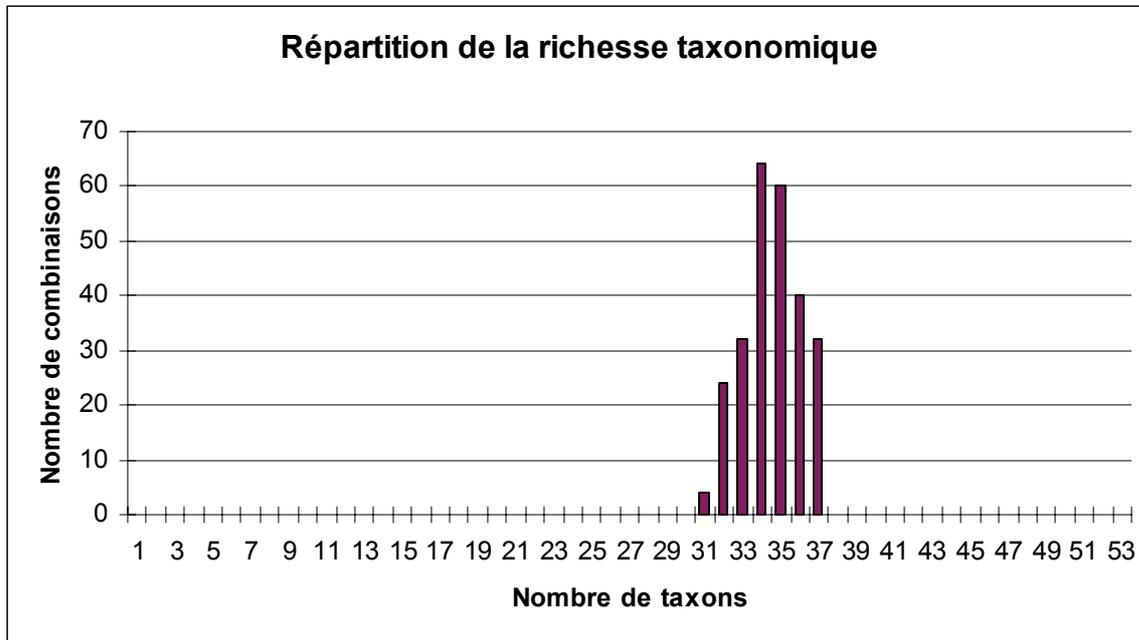


Figure 63 : Répartition de la richesse taxonomique de la station du Dessoubre à Saint Hippolyte

Deux duplicats présentent un écart de richesse supérieur à 1 : celui sur dalles (prélèvements 8 et 16) avec un écart moyen de 2 taxons et celui sur pierres (prélèvements 4 et 12) avec un écart moyen de 1,88.

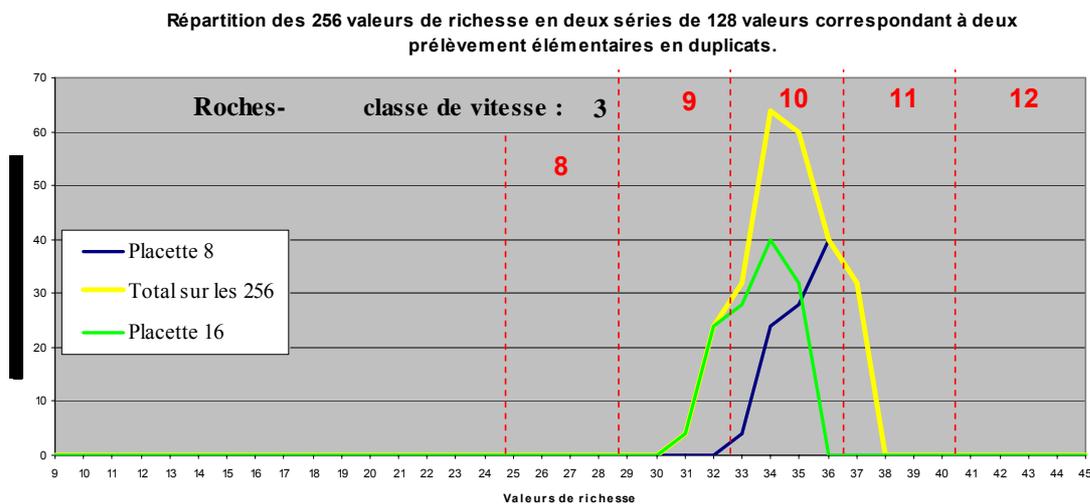


Figure 64 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements huit et seize de la station du Dessoubre à Saint-Hippolyte

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Le onzième prélèvement (racines) qui n'avait pas été considéré comme une placette favorable n'a eu que très peu d'influence sur l'indice IBGN, sa richesse est d'ailleurs légèrement au dessus de son duplicat et son GFI propre est identique (6).

Les duplicats de vase et limons présentent les mêmes courbes de richesse pour leur deux prélèvements respectifs.

➤ **La Garonne à Chaum (Midi-Pyrénées)**

Les habitats prélevés dans cette station sont indiqués dans ce tableau :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Sables	Roches, dalles	Algues
Classe de vitesse	1	5	3	5	5	3	5	5

Tableau LXVI : Habitats prélevés dans la station de la Garonne à Chaum

Toutes ces placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Pour cette station, l'IBGN varie de seize à dix-huit comme l'indique ce tableau :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	32	9	17
Maximum	35	9	18
Minimum	26	9	16
Etendue	9	0	2
Médiane	32	9	17
Mode	35	9	17
Variance	5,51	0,00	0,40
Ecart-type	2,35	0,00	0,64
CV	7,36	0,00	3,68

Tableau LXVII : Résumé statistique pour la station de la Garonne à Chaum

Pour cette station, l'eau est d'excellente qualité (GFI = 9) et les habitats semblent biogènes (richesse = 32).

La valeur du GFI ne change pas. Elle est donnée par la famille des *Perlidae*. Les GFI ont été récoltés dans les prélèvements suivants :

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Sables	Roches, dalles	Algues
Classe de vitesse	1	5	3	5	5	3	5	5
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	-	3 / 4	-	3 / 0	10 / 1	-	6 / 8	-

*Tableau LXVIII : Répartition des *Perlidae* dans les habitats de la station de la Garonne à Chaum*

Il y a deux duplicats stables. le GFI sera donc de neuf pour toutes les combinaisons. L'IBGN robuste est, par contre, de deux points exactement (même distribution) inférieur à l'IBGN, le GFI passant directement de 9 à 7 (également stable).

La richesse varie de vingt-six à trente-cinq taxons. On peut constater que sa répartition ne suit pas une loi normale puisqu'elle est nettement bimodale (à trente-cinq et à trente-deux taxons) comme le montre cette figure :

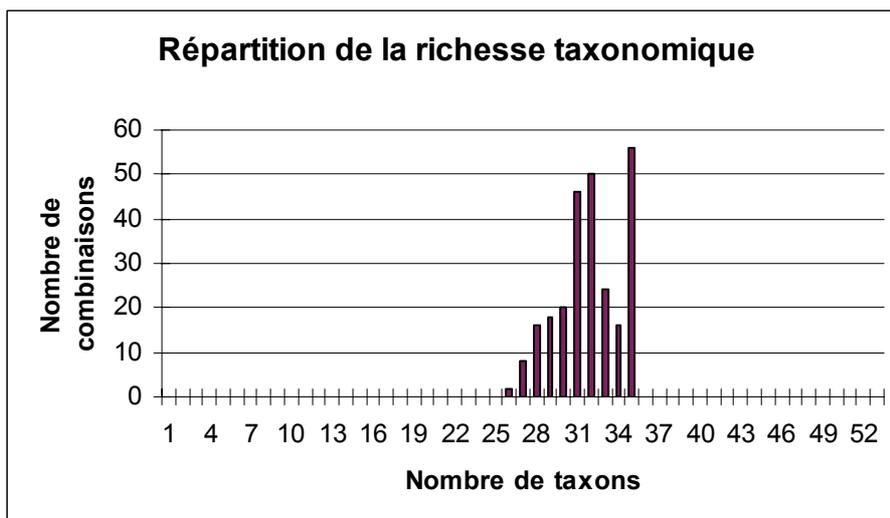


Figure 65 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Garonne à Chaum

Deux couples substrat-vitesse ont des écarts de richesse taxonomique importants entre leurs deux réplicats :

- L'ensemble des combinaisons avec les racines du prélèvement trois a en moyenne 3,5 taxons de moins que celui avec les racines du prélèvement onze, c'est l'un des plus forts écarts constaté dans ce rapport (le plus important étant de 4,81 sur l'Eure à La Croix St-Leufroy). L'impact du choix de cette placette sur l'IBGN moyen de cette station est de 0,89 point d'indice.

Les répartitions taxonomiques sont schématisées sur le graphe qui suit. Les prélèvements trois et onze ont exactement les mêmes caractéristiques relevées par l'hydrobiologiste préleveur.

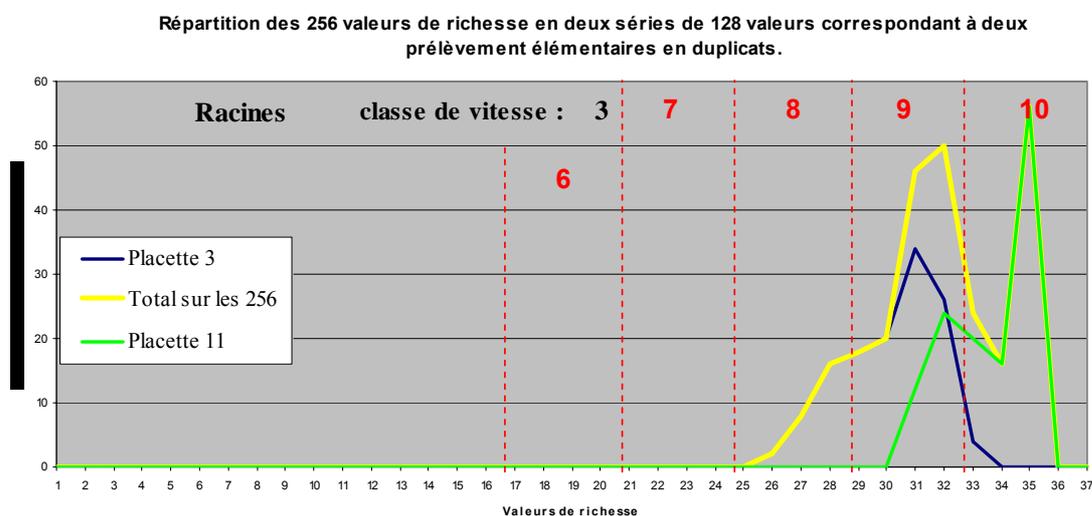


Figure 66 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements trois et onze de la station de la Garonne à Chaum

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Le prélèvement trois a un *Lepidostomatidae* (le onze n'en a pas). Mais le prélèvement onze contient un *Limnephilidae*, un *Hydraenidae*, un *Limnebiidae*, cinq *Psychodidae*, 28 *Gammaridae*, un *Asellidae*, un *Lymnaeidae*, un Mollusque et un Némathelminthe.

Le biotope* du prélèvement trois semble donc moins biogène pour les macroinvertébrés que celui du prélèvement onze. Toutefois, la plupart des taxons présents uniquement dans le prélèvement onze ne sont représentés que par un seul individu. Ils auraient donc pu ne pas être récoltés et cet écart de richesse taxonomique entre les deux duplicats semble par conséquent peu stable.

- L'ensemble des combinaisons avec le prélèvement quatre a en moyenne 2,5 de plus que celui avec le prélèvement douze. Il s'agit de deux prélèvements de pierres en classe de vitesse 5. Leurs répartitions taxonomiques sont schématisées ci-dessous. Le prélèvement quatre est situé à cinq mètres de la berge alors que le douze est à dix mètres.

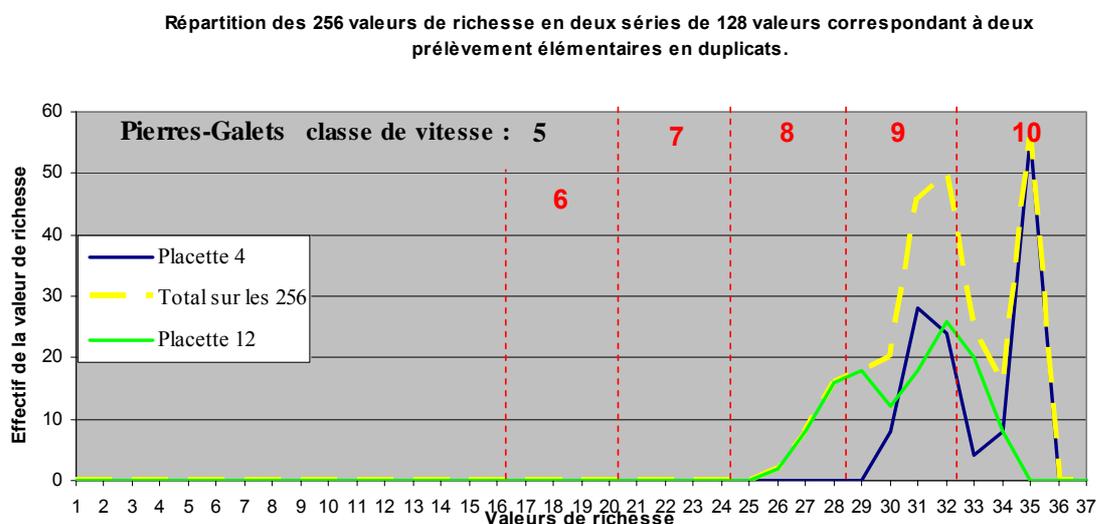


Figure 67 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements quatre et douze de la station de la Garonne à Chaum

Les familles trouvées uniquement dans le prélèvement douze sont les *Ancylidae* (quatre individus), les Hydroacariens (sept individus) et les Mollusques (quatre individus).

Celles trouvées uniquement dans le prélèvement quatre sont les *Perlidae* (trois individus), les *Brachycentridae* (un), les *Sericostomatidae* (un), les *Oligoneuriidae* (un), les *Athericidae* (deux) et les *Blephariceridae* (un).

Là aussi la plupart des taxons retrouvés dans le prélèvement à la plus forte richesse taxonomique ne sont représentés que par un individu.

Les écarts pour ces deux duplicats sont inférieurs à 1 taxon, voire nul pour les deux duplicats de sable.

La courbe de richesse résultante (en jaune ci-dessus) s'étale sur trois classes mais plus particulièrement sur les classes 9 et 10. Le GFI étant stable, on retrouve la même répartition des IBGN avec une valeur 17 sur 52% des combinaisons, une valeur 18 sur 38% et, enfin une valeur de 16 sur 10% des combinaisons.

➤ La Cance à Annonay (Rhône-Alpes)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Vases	Roches	Hélophytes	Racines	Roches	Roches	Pierres	Sables
Classe de vitesse	1	1	1	3	3	5	3	3
		Pierres		Racines				
		1		1				

Tableau LXIX : Habitats prélevés dans la station de la Cance à Annonay

Comme on peut le constater sur le tableau ci-dessus, deux duplicats de cette station ne sont pas exacts, c'est-à-dire que deux des prélèvements de la seconde série n'ont pas pu être prélevés dans le même couple substrat-vitesse que le prélèvement de la première série. Le prélèvement 10 à, ainsi, été réalisé sur des pierres alors que le prélèvement homologue 2 l'avait été sur des roches (les roches ou blocs ont un diamètre supérieur à 25 cm alors que les pierres ont un diamètre compris entre 25mm et 25cm). Ces deux prélèvements ont été, toutefois, réalisés dans la même classe de vitesse. A l'inverse, les prélèvements 4 et 12 ont bien été réalisés sur le même substrat (racines) mais dans des classes de vitesse différentes.

Les indices IBGN varient de quatorze à seize.

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	40	4	15
Maximum	43	5	16
Minimum	37	4	14
Etendue	6	1	2
Médiane	40	4	14
Mode	41	4	14
Variance	2,44	0,19	0,60
Ecart-type	1,56	0,43	0,78
CV	3,91	10,21	5,30

Tableau LXX : Résumé statistique pour la station de la Cance à Annonay

Le GFI de cinq est donné par la famille des *Hydroptilidae* et celui de quatre, par celle des *Psychomyiidae*.

	Substrat	Vases	Roches	Hélophytes	Racines	Roches	Roches	Pierres	Sables
	Classe de vitesse	1	1	1	3	3	5	3	3
	Substrat		Pierres		Racines				
	Classe de vitesse		1		1				
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 5	Nbre <i>Hydroptilidae</i>	-	0 / 2	-	0 / 1	-	-	-	-
GFI = 4	Nbre <i>Psychomyiidae</i>	-	-	-	1 / 4	-	6 / 26	3 / 6	1 / 0

*Tableau LXXI : Répartition des *Hydroptilidae* et des *Psychomyiidae* dans les habitats de la station de la Cance à Annonay*

Il n'y a pas de duplicat stable pour le GFI de cinq et seules les combinaisons comportant les prélèvements 10 et 12 arrivent tout juste à ce niveau. La qualité de l'eau influence sûrement ce fait ; mais il y a aussi peu de couples substrat-vitesse favorables au développement des *Hydroptilidae*. Ceux-ci vivent de préférence dans les algues filamenteuses, les plantes vasculaires et sur les pierres, dans des courants rapides. On aurait donc pu éventuellement en trouver dans les hélophytes. Il y en a si peu dans le prélèvement

dix et aucun dans le second car le taux de recouvrement des hélophytes est inférieur à 1% et il n'y a pas d'autres macrophytes sur cette station. Leur ressource alimentaire est donc restreinte.

Les *Psychomyiidae* sont plus tolérants vis à vis des conditions de vie puisqu'ils se développent sur tous les substrats durs, en courants rapides.

Nous venons de voir que toutes les combinaisons comprenant les prélèvements dix et douze ont un GFI de 5. Or ces deux prélèvements sont les deux duplicats non exacts de cette station, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été prélevés dans le même couple substrat-vitesse que le prélèvement de la première série. Si ce changement de substrat ou de vitesse a, ici, permis d'obtenir un GFI plus élevé, on ne peut toutefois présumer de ce qui aurait été rencontré dans un duplicat exact et faire la part, sur ce seul exemple, entre l'incertitude liée au hasard de l'échantillonnage et l'écart provoqué par le changement de substrat ou de vitesse.

La richesse varie entre trente-cinq et quarante et un taxons. Sa répartition n'obéit pas à une loi normale puisque le mode ne correspond pas à la moyenne.

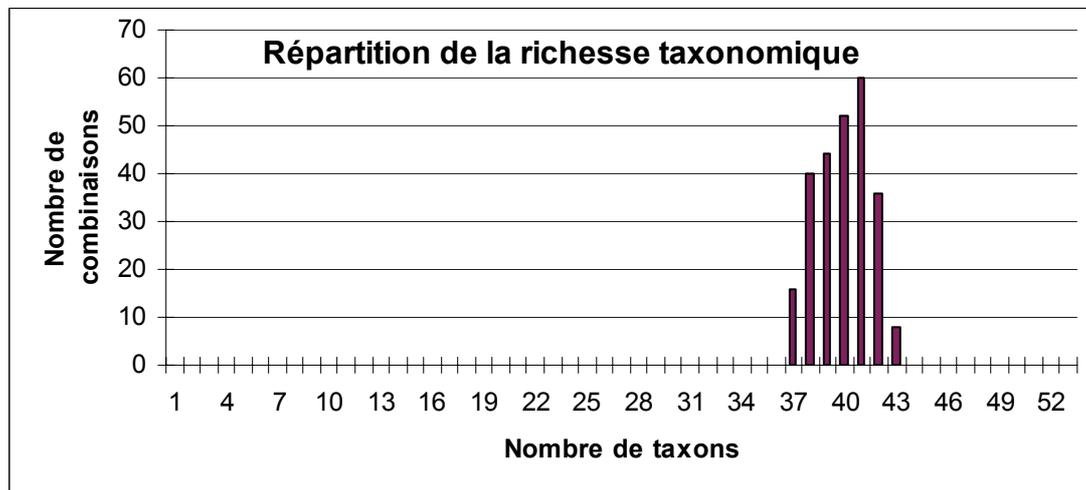


Figure 68 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de la Cance à Annonay

Trois duplicats présentent un écart de plus d'une unité entre les richesses moyennes des 2 ensembles de 128 combinaisons. Parmi ces trois duplicats, on retrouve à nouveau les deux duplicats non exacts : écart de richesse moyenne de 2,13 entre les prélèvements 2 et 10 (blocs pour le 2, pierres pour le 10), de 1,13 entre les prélèvements 4 et 12 (racines en classe de vitesse 3 pour le 4 et 1 pour le 12) et de 1,38 pour les prélèvements 6 et 14 (blocs en classe de vitesse 5). La conjonction de ces écarts avec les variations de GFI indiquées ci-dessus conduisent à des variations d'IBGN moyen de 1,05 entre les combinaisons comportant les prélèvements 2 ou 10, 0,69 entre les combinaisons comportant les prélèvements 4 ou 12 et 0,44 (pas d'écart de GFI) entre les combinaisons comportant les prélèvements 6 et 12.

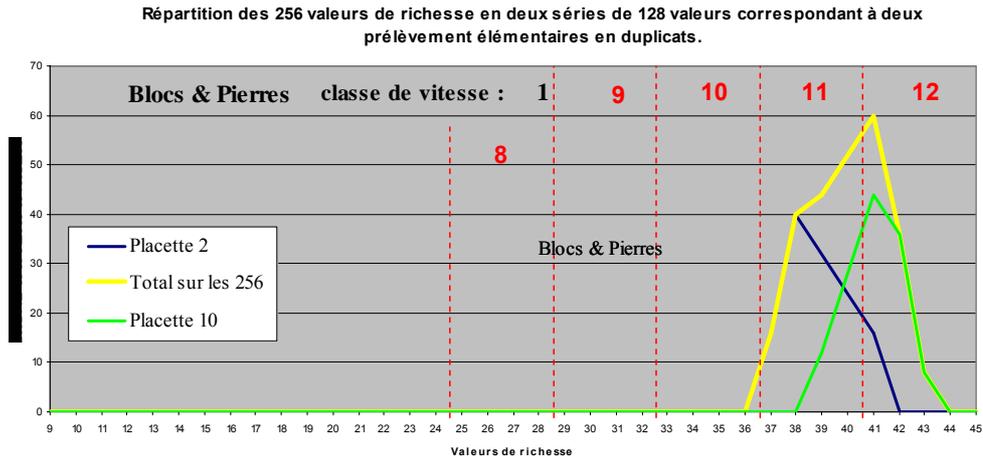


Figure 69 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix de la station de la Cance à Annonay

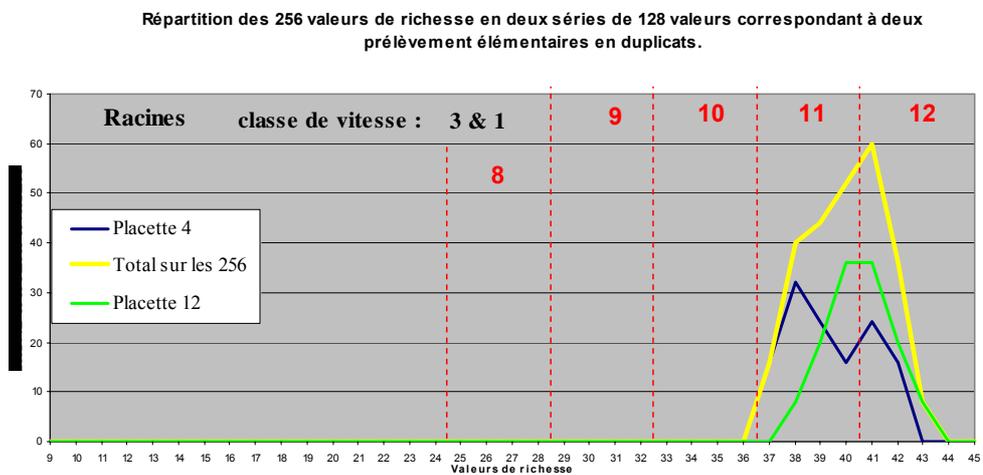


Figure 70 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements de racines de la station de la Cance à Annonay

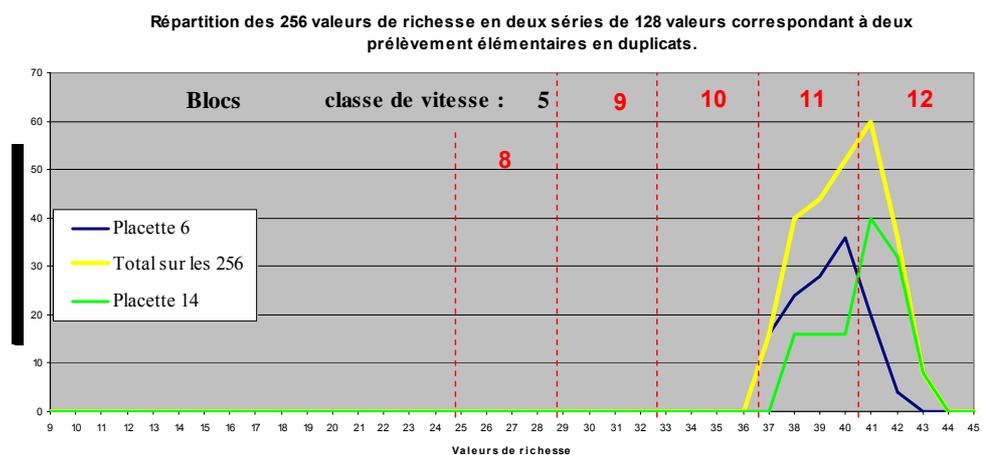


Figure 71 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements six et quatorze de la station de la Cance à Annonay

Légende : Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

➤ L'Eure à La Croix St Leufroy (Haute-Normandie)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Hydrophytes	Litières	Pierres	Pierres	Granulats grossiers	Vases
Classe de vitesse	3	5	3	3	5	3	5	3

Tableau LXXII : Habitats prélevés dans la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

Toutes les placettes ont été considérées comme favorables par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Les indices IBGN varient de treize à dix-sept avec un mode à 16 représentant moins de la moitié (44%) des combinaisons

Cette station fait partie de celles qui accusent la plus grande amplitude et le plus grand écart-type sur l'IBGN. On notera d'ailleurs qu'une simple comparaison des deux séries de prélèvements (1 à 8 d'une part et 9 à 16 d'autre part, ne permet pas de percevoir l'impact du choix des placettes, ces deux combinaisons particulières donnant la même valeur d'IBGN.)

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	36	6	15
Maximum	42	6	17
Minimum	28	6	13
Etendue	14	0	4
Médiane	37	6	15,5
Mode	38	6	16
Variance	11,56	0,00	0,80
Ecart-type	3,40	0,00	0,89
CV	9,45	0,00	5,81

Tableau LXXIII : Résumé statistique pour la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

Le GFI (6) est donné par la famille des *Lepidostomatidae*.

Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Hydrophytes	Litières	Pierres	Pierres	Granulats grossiers	Vases
Classe de vitesse	3	5	3	3	5	3	5	3
Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Nombre d'individus	2 / 10	-	-	7 / 0	2 / 1	1 / 0	1 / 0	-

Tableau LXXIV : Répartition des Lepidostomatidae dans les habitats de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

On retrouve cette famille dans plusieurs types de substrats, en faibles quantités et il n'y a aucune paire de prélèvements stable ; mais la somme des individus des prélèvements 1+(5 ou 13) et 9+(5 ou 13) aboutit à une valeur de GFI stable.

La famille des *Lepidostomatidae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle vit de préférence dans la végétation ou des débris, d'où leur forte présence dans les bryophytes et les litières. Elle est rhéophile. Les individus qui la composent sont des broyeur qui se nourrissent de détritus.

S'il y avait eu moins de trois *Lepidostomatidae*, l'IBGN robuste moyen aurait baissé d'un peu plus d'un point et ce pour deux raisons contradictoires :

- un quart des combinaisons seraient restées à un GFI 6 du fait de la présence de quelques individus, toujours isolés, d'Ephemeridae (GFI = 6) dans 4 des 16 prélèvements dont deux en duplicats. La somme de trois des prélèvements

- comportant chacun un individu permet d'atteindre tout juste l'effectif minimum requis,
- parmi les autres combinaisons, l'absence de duplicat stable pour le GFI 5 fait descendre le GFI à 4, voire 3 pour certaines combinaisons, le GFI5 ne représentant que 47% des combinaisons.

La richesse taxonomique varie entre vingt-six et quarante taxes. Sa répartition ne suit pas une loi normale puisqu'elle est bimodale. Elle s'étale largement, entre 28 et 42 taxes

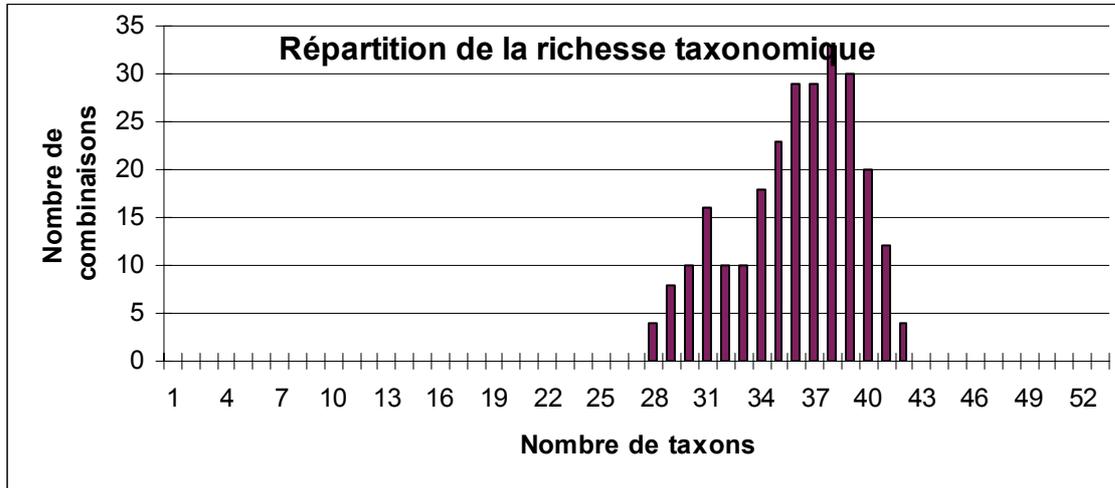


Figure 72 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

Cinq duplicats présentent un écart de richesse moyenne entre les deux ensembles de 128 combinaisons de leurs prélèvements respectifs, supérieur ou égal à 1 et atteignant 4,81 pour le prélèvement de litières (placettes 4 et 12)

Répartition des 256 valeurs de richesse en deux séries de 128 valeurs correspondant à deux prélèvement élémentaires en duplicats.

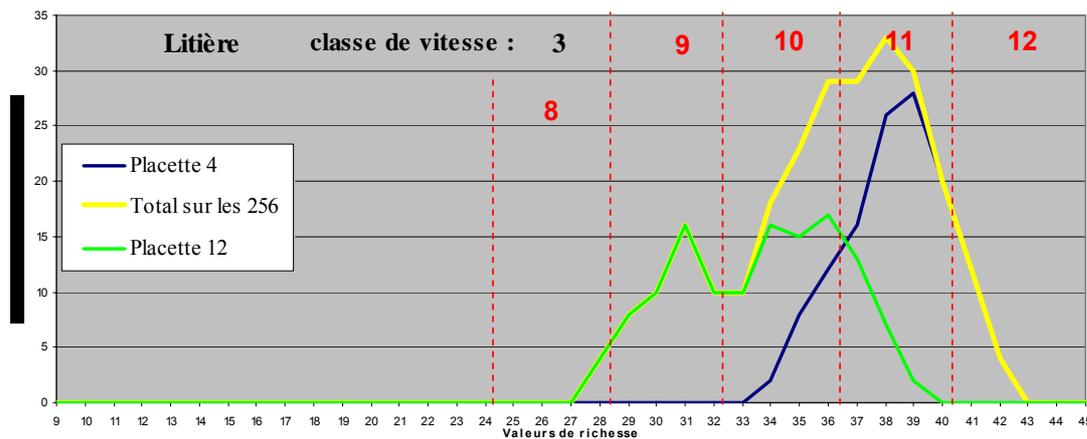


Figure 73 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements quatre et douze de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

Légende : \vdots Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux prélèvements de litières ne comportent que 7 taxons en commun, la richesse du prélèvement 4 est nettement supérieure à celle du prélèvement 12 : 28 taxons dont 4 totalement spécifiques à ce prélèvement (*Limnephilidae*, *Chaoboridae*, *Tabanidae* et *Piscicolidae*) et 8 jamais présents dans les deux prélèvements d'autres duplicats. La richesse du prélèvement 12 n'est que de 11, dont un taxon spécifique (*Psychomyidae*) et 1 jamais présent dans les deux prélèvements d'un autre duplicat. La différence d'effectif de taxons spécifiques au prélèvements au sein des 16 explique dont $4-1 = 3$ points d'écart et la différence d'effectif de taxons jamais présents dans les deux prélèvements d'autres duplicats ($8-1 = 7$) explique le reste de l'écart et la différence de forme des deux courbes.

Le quatrième prélèvement a comme substrat très proche des vases ; le douzième a des argiles. Le prélèvement quatre est à quarante centimètres de profondeur, le douze à trente-cinq centimètres.

Les vases sont un peu plus biogènes que les argiles, ce qui peut expliquer que l'ensemble des combinaisons avec le prélèvement quatre ait une richesse taxonomique un peu plus élevée que celui avec le prélèvement douze.

Le choix de l'une ou l'autre de ces deux placettes entraîne, à lui seul, un écart de 1,19 sur l'indice IBGN moyen des combinaisons concernées.

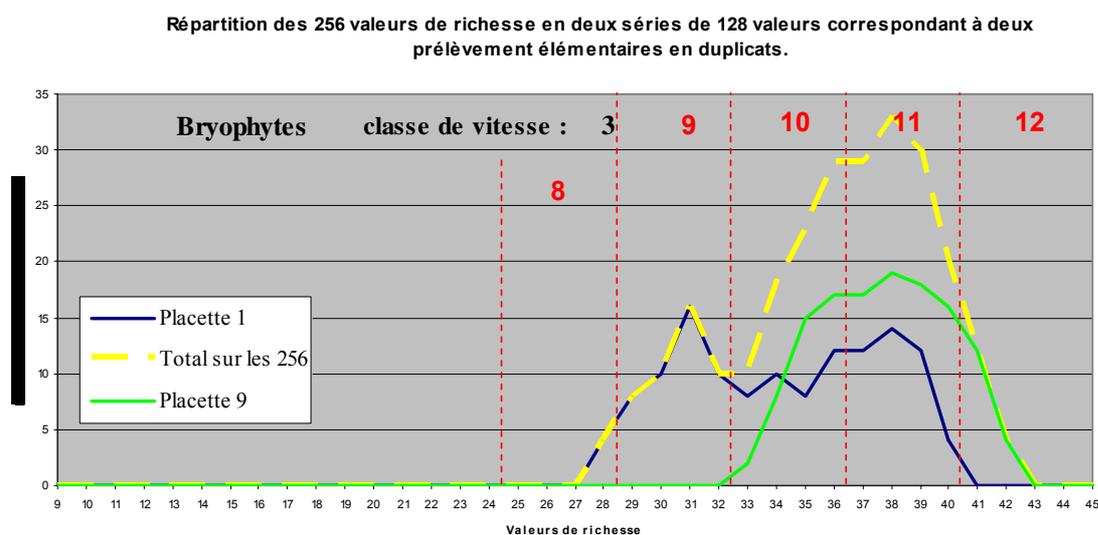


Figure 74 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements un et neuf de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

L'écart de richesse moyenne entre les deux prélèvements de bryophytes est de 3,5, induisant un écart d'IBGN moyen de 0,88.

L'explication de cet écart est du même type que précédemment : la placette 1 ne présente qu'une richesse de 13 sans taxon spécifique ni taxon jamais présent dans les deux prélèvements d'un autre duplicat. Elle présente donc uniquement 4 taxons comptant toujours dans la richesse car présents de manière stable dans d'autres duplicats et 9 taxons communs avec la placette 9 alors que celle-ci présente une richesse nettement supérieure (21) mais, comportant surtout 1 taxon spécifique (*Planorbidae*) et 7 taxons jamais présents dans les deux prélèvements d'un autre duplicat.

Le substrat très proche du prélèvement un (bryophytes) est constitué d'hydrophytes ; celui du neuf est une vase. Le premier échantillonnage s'est fait à un mètre de la berge alors que le neuvième était à soixante centimètres. Il est donc logique que l'on ait davantage de

diversité dans le second cas compte tenu de la plus grande différence de nature de substrat entre bryophytes et vases qu'entre bryophytes et hydrophytes.

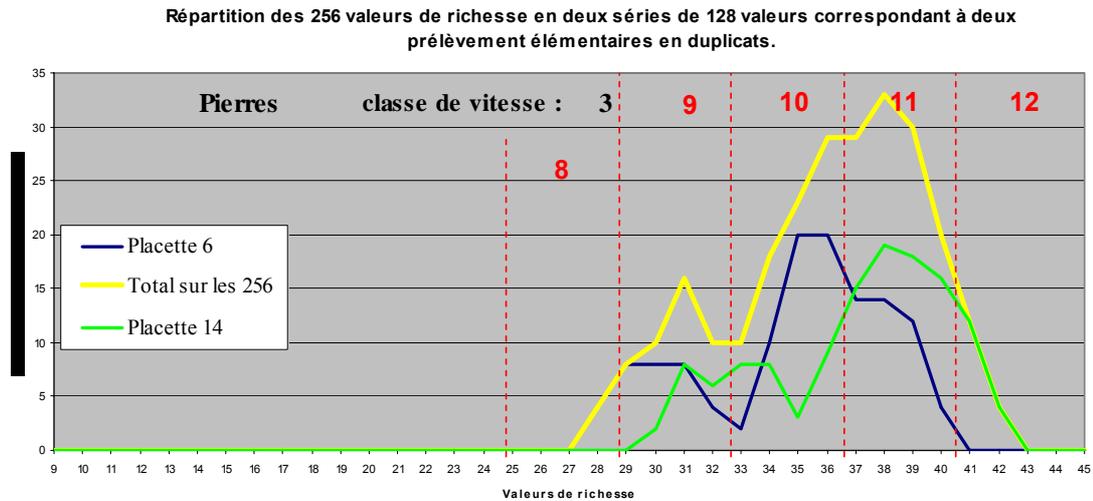


Figure 75 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements six et quatorze de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

L'écart de richesse moyenne entre les deux prélèvements de pierres en classe de vitesse 3 est de 2,19, induisant un écart d'IBGN moyen de 0,59.

La relative similitude des courbes montre que cet écart est essentiellement dû à la présence de taxons spécifiques à la placette 14 au sein des 16 prélèvements: *Unionidae* et *Hydroptiidae* alors que la placette 6 n'en comporte pas. Les 0,19 d'écart restant s'expliquent par la présence d'un seul taxon jamais présent dans les deux prélèvements d'autres duplicats pour la placette 6 alors que la 14 en comporte 3.

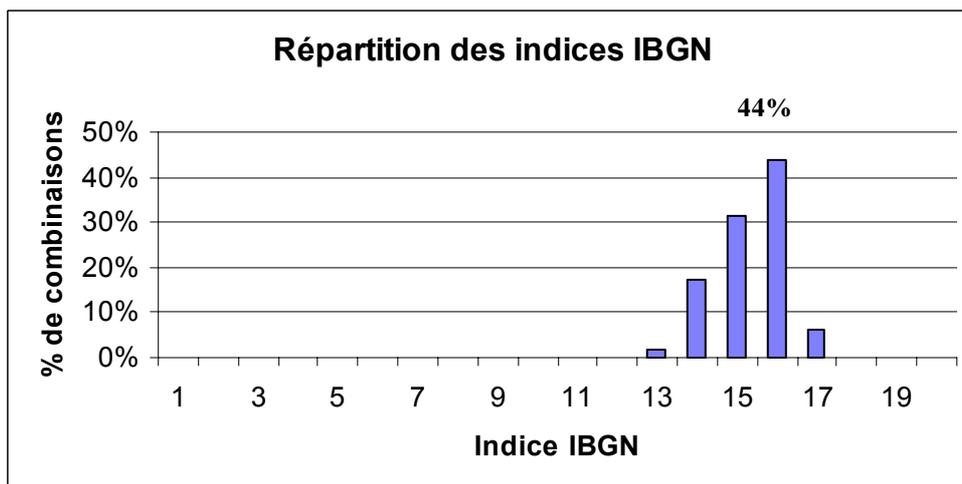


Figure 76 : Répartition de l'IBGN de la station de l'Eure à la Croix St Leufroy

Malgré un GFI stable, les IBGN des 256 combinaisons réalisables avec les 16 prélèvements de cette station en respectant la norme, s'étalent de 13 à 17 et ceci est dû principalement aux différences de listes faunistiques de 5 des duplicats.

➤ Le Clain à Cercigny (Poitou-Charentes)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Hélophytes	Vases	Sables
Classe de vitesse	5	5	3	5	5	3	1	5

Tableau LXXV : Habitats prélevés dans la station du Clain à Cercigny

Toutes les placettes ont été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient de quinze à dix-neuf mais sont peu dispersés autour de la moyenne (coefficient de variation de 5,25%) car les valeurs 15 et 19 restent peu représentées au sein des 256 combinaisons :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	37	8	17
Maximum	41	8	19
Minimum	32	7	15
Etendue	9	1	4
Médiane	37	7,5	17
Mode	37	7	18
Variance	3,75	0,25	0,81
Ecart-type	1,94	0,50	0,90
CV	5,25	6,68	5,25

Tableau LXXVI : Résumé statistique pour la station du Clain à Cercigny

Il y a autant de GFI de sept que de GFI de huit (128 combinaisons pour chacun). La valeur huit est donnée par la famille des *Philopotamidae*, présente sur un seul prélèvement donc sur la moitié exactement des combinaisons. Or seulement trois individus représentent cette famille. Ce GFI est donc fragile. Naturellement, l'IBGN robuste moyen est 0,5 points en dessous de l'IBGN (puisque'il baisse d'une unité pour la moitié des combinaisons et reste inchangé pour les autres.)

La valeur sept est donnée par la famille des *Leuctridae*. Les prélèvements cinq et treize (duplicat stable) ont les mêmes caractéristiques.

	Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Racines	Pierres, galets	Granulats grossiers	Hélophytes	Vases	Sables
	Classe de vitesse	5	5	3	5	5	3	1	5
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 8	Nombre d'individus	-	-	-	-	0 / 3	-	-	-
GFI = 7	Nombre d'individus	0 / 1	-	3 / 0	2 / 1	5 / 10	-	-	0 / 1

Tableau LXXVII : Répartition des *Leuctridae* dans les habitats de la station du Clain à Cercigny

La famille des *Philopotamidae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement sur des substrats durs. Ici, il s'agit de granulats grossiers. Ces individus vivent dans des courants rapides (ici, la classe de vitesse est de cinq). Ce sont des filtreurs qui se nourrissent d'algues et de fins débris organiques.

La richesse évolue de trente-deux à quarante et un taxons. Sa répartition suit une loi d'allure normale et d'une étendue de 9
 Quatre des duplicats présentent un écart de richesse moyenne compris entre 1 et 2 points, nous nous intéresserons aux deux présentant un écart de 2 points

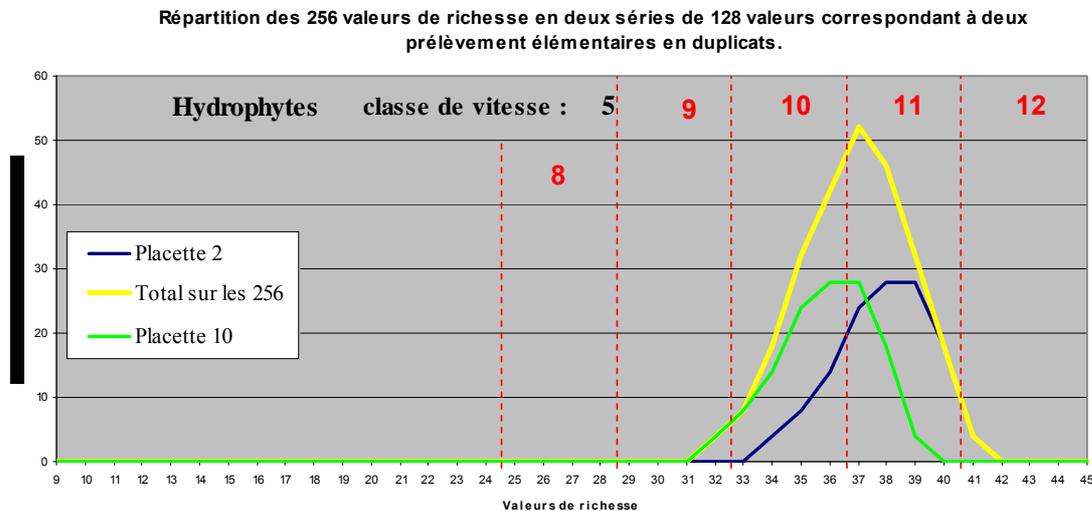


Figure 77 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements deux et dix(hydrophytes) de la station du Clain à Cercigny

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les deux courbes sont identiques et décalées d'exactly deux unités : les deux prélèvements présentent 8 taxons en commun, chaque prélèvement présente 3 taxons qui ne sont pas dans le prélèvement homologue mais qui sont présents dans d'autres duplicats de la station. Tous ces taxons n'introduisent donc pas de distorsion entre les deux courbes. Le prélèvement 2 comporte, par contre, 2 taxons qui lui sont strictement propre : *Limnephilidae* et *Dugesidae* qui provoquent donc ce décalage de deux points en sa faveur.

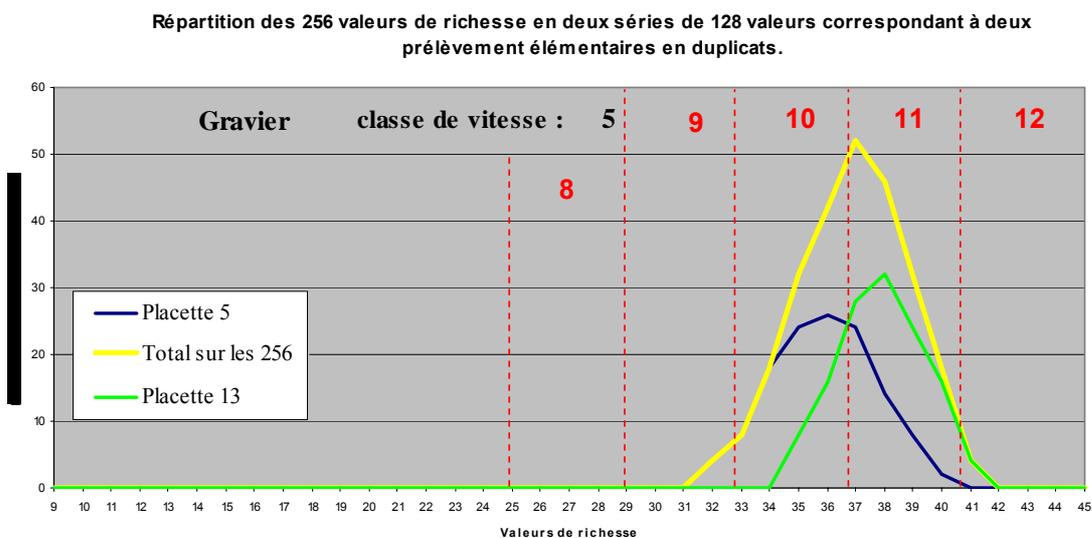


Figure 78 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements cinq et treize (graviers) de la station du Clain à Cercigny

Le décalage des moyennes est, ici également, de deux unités mais les courbes ne présentent pas la même forme. Les deux placettes présentent la même richesse individuelle de 17 taxons dont 12 taxons en commun. La placette 5 comporte 4 taxons présents par ailleurs dans les deux prélèvements d'au moins un autre duplicat, la placette 13 en comporte 2 dans le même cas. Ces derniers n'interviennent donc pas non plus dans l'écart des courbes.

Chaque placette présente un taxon qui n'est présent que dans un seul autre prélèvement. Ce sont ces deux taxons qui provoquent la différence d'allure des courbes, mais cela n'induit pas d'écart puisque la situation est identique pour les deux prélèvements.

Le prélèvement 13 comporte, par contre, 2 taxons qui lui sont propres (*Ceratopogonidae* et *Philopotamidae*) et ce sont eux qui expliquent l'écart de richesse moyenne.

Les prélèvements cinq et treize ont les mêmes caractéristiques. Leur contenu s'étend sur quatre classes de variété. Les courbes de chaque placette ne s'étendent quasiment que sur trois classes de richesse, mais leur somme s'étend bien sur quatre classes.

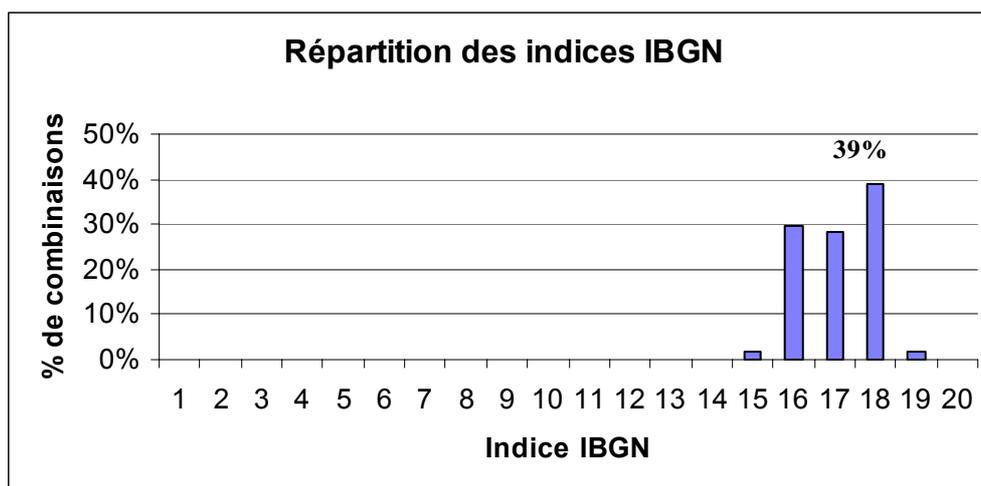


Figure 79 : Répartition de la richesse taxonomique de la station du Clain à Cercigny

Notons que le seul choix de la placette de gravier, conduit à une variation moyenne de l'IBGN de cette station de 1,5 points (du fait de la variation simultanée de la richesse moyenne et de la variation du GFI)

➤ La station de l'Arros à Tasque (Midi-Pyrénées)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Branchages	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles
Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	3	5

Tableau LXXVIII : Habitats prélevés dans la station de la commune de L'Arros à Tasque

Toutes les placettes ont aussi été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement. Les indices IBGN se répartissent entre seize et dix-neuf (coefficient de variation de 6,23%) :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	45	6	17
Maximum	49	7	19
Minimum	41	5	16
Etendue	8	2	3
Médiane	45	5	17
Mode	45	5	17
Variance	2,21	0,94	1,17
Ecart-type	1,49	0,97	1,08
CV	3,32	16,87	6,23

Tableau LXXIX : Résumé statistique pour la station de l'Arros à Tasque

La valeur du GFI est de cinq ou sept. La valeur de sept est donnée par la famille des *Leuctridae* ; la valeur de cinq est donnée par la famille des *Hydroptilidae*.

	Substrat	Bryophytes	Hydrophytes	Branchages	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles
	Classe de vitesse	5	5	1	5	5	1	3	5
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 7	Nombre d'individus	0 / 1	-	-	1 / 0	0 / 2	-	-	-
GFI = 5	Nombre d'individus	200 / 500	10 / 50	-	20 / 13	0 / 3	-	0 / 1	29 / 4

Tableau LXXX : Répartition des *Leuctridae* et des *Hydroptilidae* dans les habitats de la station de l'Arros à Tasque

On remarque qu'aucun prélèvement n'assure, à lui seul, les trois individus requis pour obtenir le GFI de sept, seules les combinaisons comportant les prélèvements 9 et 13 ou 4 et 13 (soit 37% des combinaisons) atteignent tout juste les 3 individus, celui-ci est donc fragile et la chute de GFI est de deux unités compte-tenu de l'absence quasi-totale de taxon du GFI 6 (*un seul Epheméridae*). Si aucun autre taxon de GFI 7 n'est présent, même en nombre insuffisant, on remarquera, en revanche, la présence de deux *Brachicentridae* de GFI 8. Le GFI 7 ne paraît donc pas accidentel et usurpé puisqu'un *Brachicentridae* supplémentaire aurait permis d'atteindre, dans certains cas, un GFI encore supérieur.

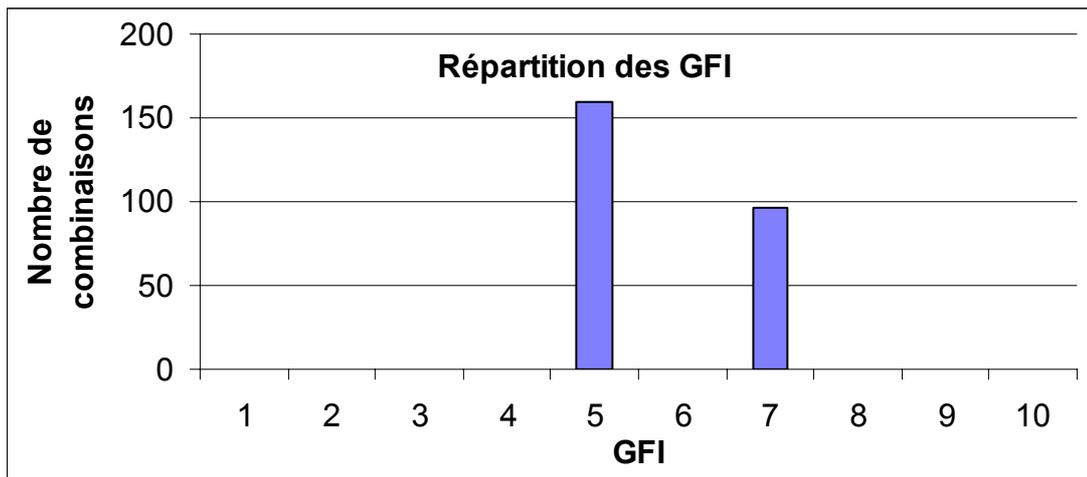


Figure 80 : Répartition du GFI de la station de l'Arros à Tasque

Compte tenu de la nécessité de disposer du prélèvement 13 pour atteindre le GFI 7, le choix de la placette de gravier influence nettement sur l'IBGN de la station : variation de l'indice moyen des deux ensembles de combinaisons (avec prélèvement 5 ou 13) de 1,56 unités. Les caractéristiques des deux prélèvements sont identiques sauf que le treize se trouve trois mètres plus loin de la berge que le cinq, si la richesse du prélèvement 5 considéré isolément est légèrement supérieure (24 contre 21), la richesse moyenne des combinaisons de prélèvement les concernant est identique.

Trois duplicats stables assurent que le GFI ne peut être inférieur à cinq.

S'il n'y avait pas au moins trois *Leuctridae*, l'IBGN robuste moyen aurait été de 16,59 (0,75 points de moins que l'IBGN moyen calculé, l'IBGN se répartissant alors uniquement entre les valeurs 16 et 17). Il y a peu de *Leuctridae* dans les prélèvements car on les retrouve normalement dans des substrats meubles. En revanche, ils ont bien été récoltés dans des courants rapides (classe de vitesse de cinq). Le fait qu'ils se nourrissent de débris végétaux peut expliquer leur présence parmi les bryophytes.

Les *Hydroptilidae* sont, en revanche, moins sensibles aux habitats qu'ils colonisent puisqu'ils sont présents dans les algues filamenteuses, les plantes vasculaires et sur les pierres. Il y a donc plus de substrats favorables qui pourraient expliquer leur présence. De plus, leur cycle biologique diffère de celui des *Leuctridae* puisque ce sont des organismes plurivoltins (ils ont trois stades de développement dans l'année) alors que les *Leuctridae* sont univoltins.

La richesse taxonomique varie de quarante et un à quarante-neuf taxons. Elle suit une loi relativement proche d'une loi normale.

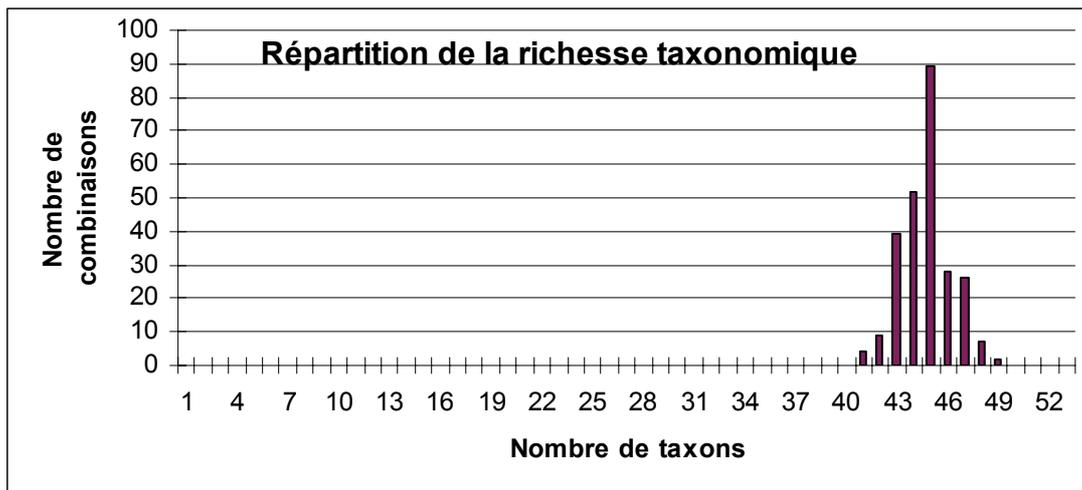


Figure 81 : Répartition de la richesse taxonomique de la station de l'Arros à Tasque

Trois des couples présentent un écart de richesse moyenne supérieur ou égal à 1 : Roches-dalles (écart de 1,5), vase (1,13) et hydrophytes (1).

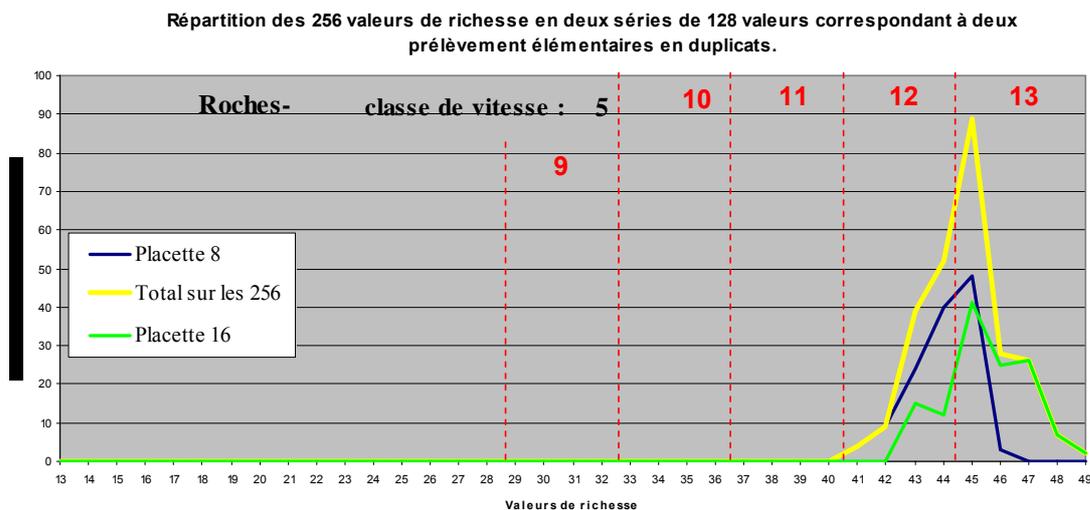


Figure 82 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements huit et seize (roches-dalles) de la station de l'Arros à Tasque

Légende : : Limite entre deux classes de richesse taxonomique

6, 7... Classes de richesse taxonomique

Si le mode des deux courbes est confondu, la placette 16 tend davantage vers les richesses plus élevées et la somme de ces deux courbes asymétriques produit une courbe quasi normale.

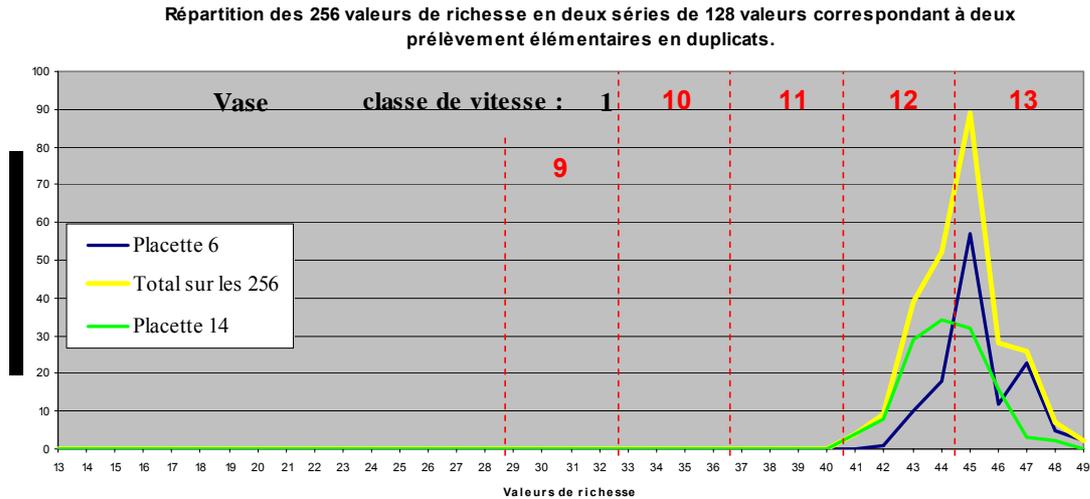


Figure 83 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements six et quatorze (roches-dalles) de la station de l'Arros à Tasque

La courbe de richesse de la placette 16 présente une forme plus écrasée et une plus large amplitude.

Selon le choix des placettes réalisé au sein des 16 prélevées, l'IBGN de cette station s'étend sur 4 valeurs, la plus importante ne représentant que 38% des combinaisons.

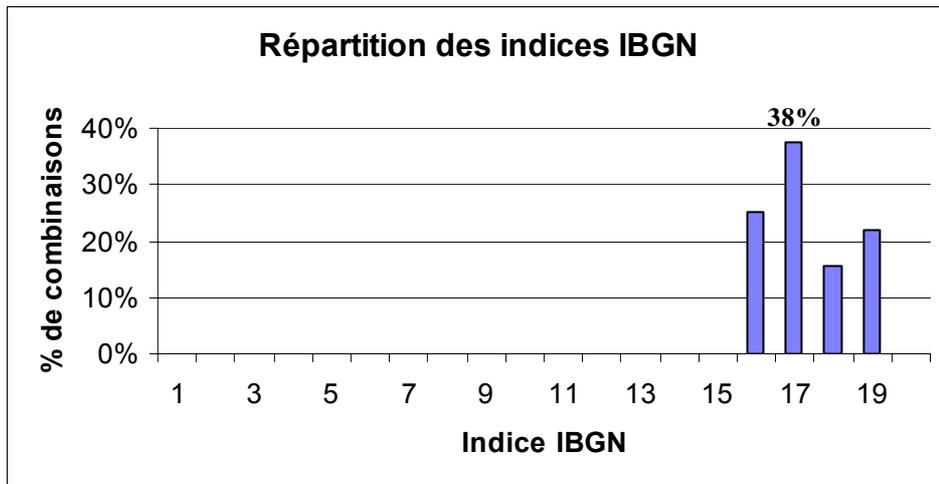


Figure 84 : Répartition de l'IBGN de la station de l'Arros à Tasque

Cette large amplitude est due en grande partie au fait que le GFI passe directement de 7 à 5. Les variations de richesse achèvent d'étaler la valeur de l'IBGN.

➤ La station de Saint-Clair (Midi-Pyrénées)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Bryophytes	Litières	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles	Algues
Classe de vitesse	3	1	1	1	1	1	1	3

Tableau LXXXI : Habitats prélevés dans la station de la commune de Saint-Clair

Toutes les placettes ont été jugées favorables aux prélèvements par l'hydrobiologiste responsable du prélèvement.

Les indices IBGN varient de quatre points et ils sont assez bien répartis entre 8 et 12/20 (coefficient de variation de 11,25%) avec, toutefois, une majorité relative de valeurs à 11 (34%).

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	24	4	11
Maximum	28	5	12
Minimum	19	2	8
Etendue	9	3	4
Médiane	23	4,5	11
Mode	24	5	11
Variance	3,61	0,94	1,40
Ecart-type	1,90	0,97	1,18
CV	8,08	22,83	11,25

Tableau LXXXII : Résumé statistique pour la station de la commune de Saint-Clair

La valeur du GFI varie entre deux et cinq. Elle est de cinq grâce à la famille des *Hydroptilidae*. Elle est de quatre grâce à la famille des *Rhyacophilidae*. Enfin, elle est de deux grâce à la famille des *Elmidae*.

	Substrat	Bryophytes	Litières	Pierres, galets	Granulats grossiers	Vases	Sables, limons	Roches, dalles	Algues
	Classe de vitesse	3	1	1	1	1	1	1	3
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 5	Nombre d'individus	-	-	-	-	-	-	-	1 / 4
GFI = 4	Nombre d'individus	-	-	3 / 1	-	-	-	4 / 0	-
GFI = 2	Nombre d'individus	56 / 9	1 / 0	14 / 8	1 / 7	1 / 2	0 / 1	6 / 8	34 / 9

Tableau LXXXIII : Répartition des *Hydroptilidae*, des *Rhyacophilidae* et des *Elmidae* dans les habitats de la station de la commune de Saint-Clair

Il aurait suffi de deux *Hydroptilidae* supplémentaires dans le prélèvement huit pour assurer une paire stable 8/16 avec un GFI de cinq dans toutes les combinaisons. De même deux *Rhyacophilidae* supplémentaires dans le prélèvement trois aurait assuré un duplicat stable de GFI = 4.

La famille des *Hydroptilidae* appartient à l'ordre des Trichoptères. Elle se développe préférentiellement dans les algues filamenteuses, les plantes vasculaires et sur les pierres.

Dans cette station, elle a été trouvée dans des algues. Elle préfère les courant lenticues (on peut aussi la retrouver dans les zones lotiques). Ici, elle est trouvée dans une classe de vitesse de trois. Ce sont des suceurs de cellules qui se nourrissent d'algues filamenteuses. Ceci explique leur présence dans les prélèvements huit et seize.

S'il n'y avait pas eu au moins trois *Hydroptilidae* dans la station, l'IBGN robuste moyen aurait baissé de 0,75, une baisse logiquement inférieure à 1 puisque seule une partie des combinaisons atteignait le GFI 5.

La famille des *Rhyacophilidae* appartient aussi à l'ordre des Trichoptères. Elle vit sur des substrats durs (face supérieure) et parmi les macrophytes. Dans cette station, elle a été trouvée sur des roches et des dalles, ainsi que sur des pierres et des galets. Elle préfère les courants lotiques. Or, les placettes la contenant se situaient dans une classe de vitesse de un, ce qui n'est pas logique. Les individus sont des prédateurs errants qui se nourrissent d'invertébrés (et éventuellement d'algues, de débris et de plantes vasculaires).

La répartition de la richesse taxonomique suit une loi d'allure normale mais avec une étendue assez importante (19 à 28 taxons selon les combinaisons).

Sept duplicats présentent une variation de richesse moyenne supérieure ou égale à 1, mais aucune ne dépasse 1,75 (le huitième présente un écart de richesse moyenne non nul : 0,25). On peut donc constater sur cette station, qu'il n'y a pas un duplicat particulier qui explique l'étalement de la richesse, mais que tous les duplicats y participent.

Pour chaque duplicat, les deux courbes de richesse sont relativement similaires avec un décalage. Seul le duplicat de pierre présente des courbes d'allures un peu différentes, celle du prélèvement 3 étant plus écrasée et légèrement asymétrique.

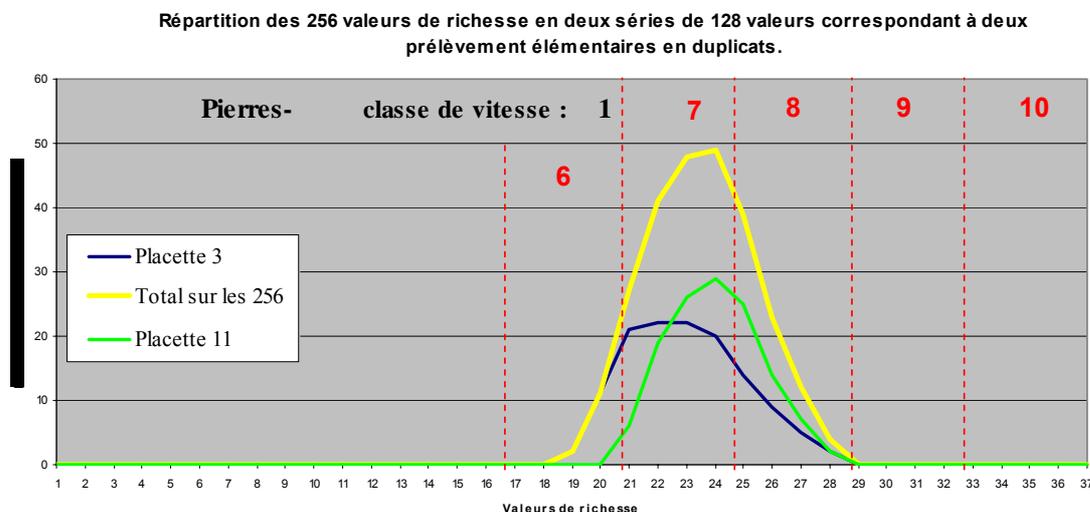


Figure 85 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements trois et onze (pierres) de la station de la commune de Saint-Clair

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

Les écarts d'indice IBGN de cette station s'expliquent tout d'abord par l'instabilité du groupe indicateur mais également par un étalement de la richesse sur trois classes du quasiment à l'ensemble des duplicats.

➤ Le Gelon à La Rochette (Rhône-Alpes)

Les habitats prélevés dans cette station sont les suivants :

	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
Substrat	Roches	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Racines	Bryophytes	Pierres	Pierres
Classe de vitesse	5	5	3	1	3	1	3	1
			Granulats grossiers		Litières	Bryophytes		
			1		1	5		

Tableau LXXXVI : Habitats prélevés dans la station du Gelon à La Rochette

Avec trois prélèvements doublés dans des classes de vitesses différentes, les résultats de cette station ne peuvent être exploités qu'avec prudence au sein de cette étude.

Les indices IBGN varient de neuf à treize et se répartissent nettement entre ces différentes valeurs (coefficient de variation de 12,49%) :

	Richesse	GFI	IBGN
Moyenne	26	4	10
Maximum	29	5	13
Minimum	22	3	9
Etendue	7	2	4
Médiane	26	3	10
Mode	24	3	9
Variance	5,33	0,75	1,66
Ecart-type	2,31	0,87	1,29
CV	8,89	24,79	12,49

Tableau LXXXVII : Résumé statistique pour la station du Gelon à La Rochette

Pour cette station, l'eau est de très mauvaise qualité (GFI = 4) et les habitats sont peu biogènes (Richesse = 26).

Les GFI de cinq sont donnés par la famille des *Hydroptilidae*, et ceux de trois sont donnés par la famille des *Hydropsychidae*. La famille des *Hydropsychidae* appartient aussi à l'ordre des Trichoptères. Ils ont été récoltés dans les prélèvements de le tableau qui suit.

	Substrat	Roches	Pierres	Granulats grossiers	Vases	Racines	Bryophytes	Pierres	Pierres
	Classe de vitesse	5	5	3	1	3	1	3	1
	Substrat			Granulats grossiers		Litières	Bryophytes		
	Classe de vitesse			1		1	5		
	Prélèvements	1 / 9	2 / 10	3 / 11	4 / 12	5 / 13	6 / 14	7 / 15	8 / 16
GFI = 5	Nombre d'individus	0 / 1	-	-	-	2 / 0	-	-	-
GFI = 3	Nombre d'individus	58 / 195	101 / 29	189 / 1	6 / 4	598 / 15	142 / 591	214 / 87	86 / 92

Tableau LXXXVIII : Répartition des Hydroptilidae et des Hydropsychidae dans les habitats de la station du Gelon à La Rochette

Il n'y a aucun duplicat stable pour le GFI de cinq, et au contraire il n'y a qu'un duplicat qui n'est pas stable pour le GFI de trois. L'IBGN robuste est de 10/20, c'est-à-dire qu'il égale l'IBGN moyen calculé.

La famille des Hydropsychidae vit sur des substrats durs, dans les courants lotiques. Ses individus sont des filtreurs qui se nourrissent de fins débris, d'algues microscopiques et d'invertébrés (TACHET et al., 1981).

La famille des *Hydroptilidae*, qui est plutôt limnophile*, peut aussi se développer parfois dans des courants lotiques, ce qui explique la présence de l'individu du prélèvement neuf. Les bryophytes ont un taux de recouvrement inférieur à 1%. Il y a donc peu de ressources alimentaires pour ces individus dans cette station, d'où leur faible présence.

Si le prélèvement treize avait été le doublon du cinq, peut-être qu'au moins la moitié des combinaisons auraient eu un GFI de cinq. Le prélèvement un est à vingt centimètres de profondeur de plus que le neuf ; et il est à 1,5 mètre de moins de la berge.

La richesse varie entre vingt-deux et vingt-neuf taxons. Leur répartition ne suit pas une loi normale car elle est bimodale comme le montre ce graphe :

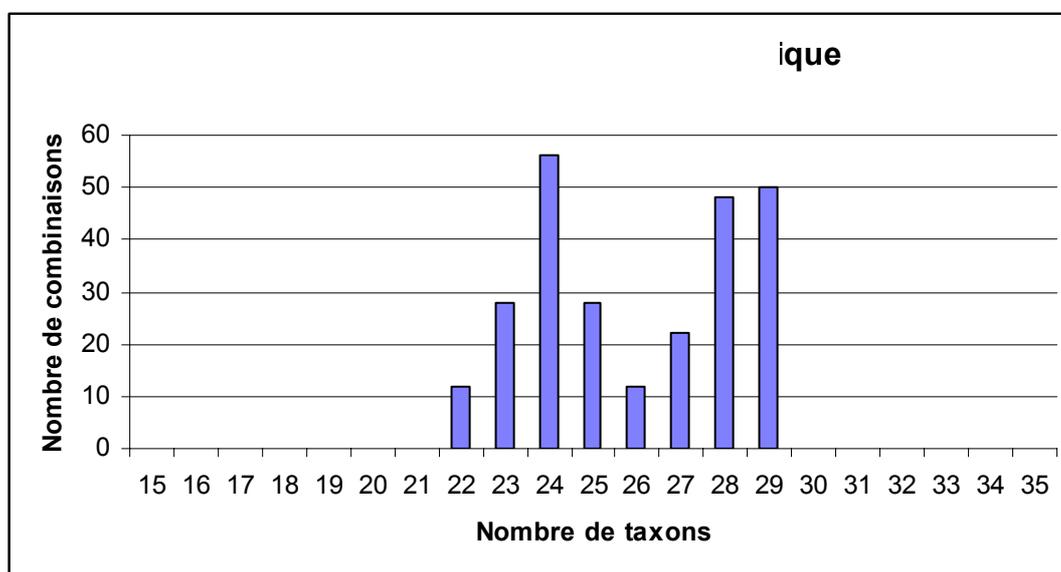


Figure 86 : Répartition de la richesse taxonomique de la station du Gelon à La Rochette

Les duplicats trois-onze et six-quatorze n'ont pas les mêmes vitesses de courant, mais ces différences ne font pas varier significativement la richesse taxonomique ou l'indice IBGN de la station.

En revanche, le cinquième prélèvement (racines prélevées dans un courant de vitesse trois) ne correspond pas du tout au treizième (litières prélevées dans un courant de vitesse un). Leurs répartitions taxonomiques sont schématisées ci-dessous. L'ensemble des combinaisons avec le prélèvement cinq a donc environ quatre taxons de plus que celui avec le prélèvement treize ; et les indices IBGN qui en résultent ont un écart de deux points. Ceci illustre l'importance du bon respect de la grille de prélèvement et du choix de la classe de vitesse mais cela sort du cadre fixé par cette étude.

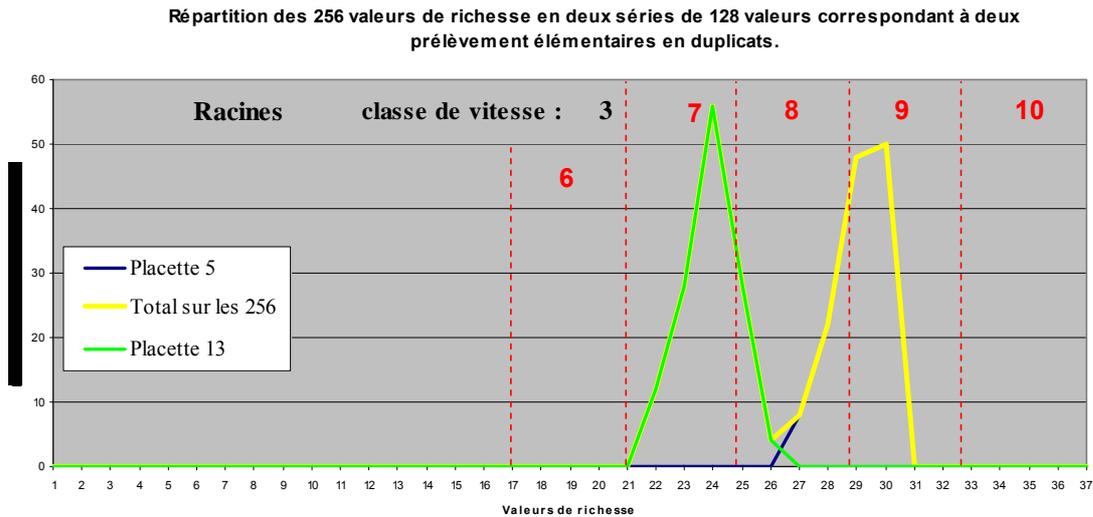


Figure 87 : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements cinq et treize de la station du Gelon à La Rochette

Légende : ⋮ Limite entre deux classes de richesse taxonomique
6, 7... Classes de richesse taxonomique

	Taxon stable*	Taxon instable	Taxon propre à la placette
Placette 5 seule	<i>Glossiphonidae</i>	<i>Hydroptilidae</i> <i>Limnephilidae</i> <i>Hydrozoaires</i> <i>Hydrobiidae</i>	<i>Dugesidae</i> <i>Sericostomatidae</i> <i>Dolichopodidae</i> <i>Pyalidae</i> <i>Planorbidae</i>
Placette 13 seule	-	<i>Elmidae</i> <i>Empididae</i>	<i>Nemouridae</i>
Placette 5 et 13	<i>Hydropsychidae</i> <i>Baetidae</i> <i>Chironomidae</i> <i>Psychodidae</i> <i>Simuliidae</i> <i>Gammaridae</i> <i>Sphaeridae</i> <i>Ancylidae</i> <i>Lymnaeidae</i> <i>Physidae</i> <i>Némathelminthes</i> <i>Hydroacariens</i> <i>Oligocheta</i>		

* *taxon stable* : présent dans les deux prélèvements d'au moins un duplicat (y compris celui-ci)

Tableau LXXXIX : Répartition de la richesse taxonomique des prélèvements cinq et treize de la station du Gelon à La Rochette

Les taux de recouvrement des racines et des litières étant inférieurs à 1%, ceci explique certainement que ces deux substrats n'aient pas pu être doublés.

II.3 La variation de l'IBGN dans chaque type de substrat et dans chaque classe de vitesse

➤ Introduction

Pour travailler par type de substrat et par classe de vitesse, donc par type de placette élémentaire prélevée, toujours dans l'optique d'apprécier l'impact sur l'incertitude de l'indice IBGN et de ses composantes (richesse et GFI), il nous est aisé d'utiliser les écarts des valeurs moyennes entre les deux ensembles de 128 combinaisons par station qui représentent parfaitement l'impact du changement de placette dans un même couple substrat-vitesse.

Nous le ferons donc successivement pour le GFI, puis la richesse et, enfin, pour l'indice IBGN proprement dit. Chaque tableau présentera la répartition par type de substrat d'une part et par classe de vitesse d'autre part. Notre échantillon n'est toutefois pas assez complet et homogène pour pouvoir fournir un nombre de résultats suffisant pour chaque type de substrat et chaque type de vitesse (ceci est d'ailleurs directement lié au principe de la norme IBGN qui favorise le prélèvement des substrats les plus biogènes). Nous mentionnerons tout de même tous les résultats obtenus mais en précisant l'effectif de l'échantillon correspondant (nombre de duplicats concernés).

Il avait été demandé aux DIREN de préciser le substrat exact prélevé, c'est-à-dire de différencier litière, branchages et racines, algues et argiles, sables et limons etc... Ceci a été toujours respecté pour les deux premiers mais les codes SANDRE utilisés nous font identifier des prélèvements de sables, des prélèvements de limons et des prélèvements de sables ou limons. (idem pour Pierres et galets, roches et dalles). Nous avons cumulé certains substrats de manière à ne pas multiplier des occurrences de faible effectif. Nous avons toutefois conservé certaines différenciations qui nous semblaient intéressantes et qui étaient suffisamment représentées (racines et litières, par exemple, n'ont pas été assimilés.)

Outre « Eléments organiques grossiers » (litière, branchage ou racine) et « algues ou argiles », les codes des substrats suivants, prévus par le SANDRE n'ont jamais été utilisés : sols, parois, troncs, bactéries et champignons (ces deux derniers ne figurant d'ailleurs pas dans la norme mais leur codification par le SANDRE permet de signaler leur présence en substrat secondaire.)

Branchages et argiles n'ont été prélevés qu'une fois chacun. Ceci est logique pour les argiles, substrat à prélever en dernier lieu (à défaut d'algues) selon la norme IBGN et compte-tenu du fait que les DIREN ont, dans l'ensemble, choisi des stations diversifiées. L'absence de prélèvements de branchages est moins logique, car sept litières et 14 racines (même substrat d'après la norme) ont été prélevés et, en théorie, c'est le sous-substrat dominant au sein des éléments organiques grossiers qui doit être prélevé. Mais les branchages sont souvent majoritaires au sein des éléments organiques grossiers sans pour autant présenter de véritable placette de 1/20^{ème} de m² et leur prélèvement s'avère plus délicat (difficulté à les faire entrer dans le Surber.)

Ce type de calcul ne peut être mené que sur les duplicats exacts, nous avons donc supprimé les 6 duplicats non exacts des stations de la Cance à Annonay et l'Aa à Wizernes (rappelés en rouge dans le tableau ci-dessous mais non comptabilisés) mais nous avons conservé les autres duplicats de ces stations. Pour le Gelon à La Rochette par contre, compte tenu de l'écart important introduit par les duplicats non exacts, nous écarterons l'ensemble de la station. Nous disposons donc de 8 duplicats sur 27 stations soit 216 duplicats moins 4 = 212 duplicats.

Nombre de valeurs	Classes de vitesse							
	1	3	4	5	3 & 1	5 et 3	5 et 4	Total
Substrats								

Algues	1	2		5				8
Argile	1							1
Blocs et Pierres	1							1
Blocs-Dalles	6	5	1	11				23
Branchages	1							1
Bryophytes	3	5	2	11		1		21
Gravier	3	7	1	14				25
Hélophytes	7	5						12
Hydrophytes	2	6		14			1	22
Litière	5	1						6
Pierres	4	9		24				37
Racines	10	5			1			15
Sable-limons	8	11		6				25
Vase	14	2						16
Total	65	58	4	85	1	1	1	212

Tableau XC : Nombre de duplicats par type de couple substrat/vitesse (en rouge les duplicats non stricts)

De manière à mettre en évidence la valeur de la donnée en fonction de l'effectif de l'échantillon correspondant, nous avons coloré les cases du blanc à l'orange selon la règle ci-dessous :

<5 : blanc

5 à 9 : jaune clair

10 à 29 : jaune vif

30 et plus : orange clair

Notre donnée de base pour chacun de ces 212 duplicats étant l'écart entre les valeurs moyennes de richesse, de GFI ou d'IBGN des deux ensembles de 128 combinaisons réalisables avec les 16 prélèvements, nous agrégerons ces valeurs selon le tableau ci-dessus, les colonnes et lignes « total » donnant respectivement la moyenne par type de substrat d'une part et par classe de vitesse d'autre part⁶ et nous fournirons, la moyenne, l'écart-type et l'intervalle de confiance calculé sur la base de la moyenne plus ou moins un écart-type.

⁶ Lignes et colonnes « total » donnent bien la moyenne ou l'écart-type de l'ensemble des duplicats correspondants et non pas la moyenne ou l'écart-type des moyenne ou écart-type figurant sur la ligne ou de la colonne (on aurait alors une moyenne ou un écart-type non pondéré par le nombre de duplicat de chaque case du tableau et qui n'aurait donc pas de signification)

➤ Evolution du GFI

Moyenne	Classes de vitesse				Total
	1	3	4	5	
Substrat					
Algues	0,00	0,81		0,00	0,20
Argile	0,00				0,00
Blocs-Dalles	0,15	0,00	0,00	0,00	0,04
Branchages	0,00				0,00
Bryophytes	0,00	0,00	0,00	0,07	0,04
Graviers	0,00	0,00	0,00	0,20	0,11
Hélophytes	0,00	0,00			0,00
Hydrophytes	0,00	0,00		0,02	0,01
Litière	0,00	0,00			0,00
Pierres	0,13	0,00		0,05	0,05
Racines	0,01	0,00			0,01
Sable-limons	0,00	0,00		0,00	0,00
Vase	0,00	0,00			0,00
Total	0,02	0,03	0,00	0,06	0,04

Tableau XCI : Variations moyennes du GFI entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

Comme on peut le constater sur ce tableau, le GFI obtenu pour chaque duplicat varie peu d'une placette à l'autre. En effet, pour l'ensemble des duplicats, le GFI ne change que de 0,04, ce qui est très faible.

L'examen par classe de vitesse ou par support peut laisser penser que certains substrats sont plus de nature à induire un écart de GFI (les graviers par exemple), mais l'examen des valeurs d'écart-type (tableau ci-dessous) montre que ces valeurs ne sont pas significatives, les écarts-types étant supérieurs aux moyennes, ce qui s'explique aisément du fait du nombre important de stations stables pour le GFI et, donc de valeurs nulles.

Delta de GFI					
Ecart-Type	Classes de vitesse				Total
	1	3	4	5	
Substrat					
Algues		0,97		0,00	0,53
Argile					
Blocs-Dalles	0,23	0,00		0,00	0,13
Branchages					
Bryophytes	0,00	0,00	0,00	0,16	0,12
Gravier	0,00	0,00		0,46	0,35
Hélophytes	0,00	0,00			0,00
Hydrophytes	0,00	0,00		0,07	0,05
Litière	0,00				0,00
Pierres	0,25	0,00		0,13	0,13
Racines	0,04	0,00			0,03
Sable-limons	0,00	0,00		0,00	0,00
Vase	0,00	0,00			0,00
Total	0,10	0,20	0,00	0,21	0,18

Tableau XCII : Ecart-types des variations du GFI entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

➤ Evolution de la richesse taxonomique

Les mêmes calculs ont été réalisés pour la richesse taxonomique.

Delta de Richesse					
Moyenne	Classes de vitesse				
Substrat	1	3	4	5	Total
Algues	2,00	0,66		0,35	0,63
Argile	0,00				0,00
Blocs-Dalles	0,38	0,55	2,75	0,71	0,68
Branchages	0,75				0,75
Bryophytes	0,08	1,51	0,81	0,66	0,79
Gravier	0,88	0,63	1,13	0,43	0,57
Hélophytes	0,69	0,80			0,73
Hydrophytes	0,63	1,06		0,77	0,84
Litière	0,70	4,81			1,39
Pierres	0,78	0,95		1,09	1,03
Racines	1,32	1,70			1,45
Sable-limons	0,57	0,47		0,48	0,50
Vase	0,83	0,28			0,76
Total	0,77	0,93	1,38	0,74	0,81

Tableau XCIII : Ecart-types des variations de la richesse entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

Le choix d'une placette entraîne une variation moyenne de la richesse de 0,81 qui semble relativement homogène selon les classes de vitesses (on ne prendra pas en compte la valeur de la classe 4, insuffisamment représentée). De même, l'examen par type de support ne permet pas de vraiment mettre en évidence de comportement particulier : la forte valeur des litières est due principalement au cas de l'Eure à La Croix St-Leufroy (écart de 4,81).

Il est d'ailleurs intéressant de relativiser ces valeurs en observant leur dispersion au travers des écarts-types :

Ecart-Type	Delta de Richesse				Total
	Classes de vitesse				
Substrat	1	3	4	5	Total
Algues		0,84		0,49	0,75
Argile					
Blocs-Dalles	0,38	0,87		0,52	0,72
Branchages					
Bryophytes	0,14	1,41	0,97	0,77	0,98
Gravier	0,13	0,39		0,56	0,49
Hélophytes	0,91	0,45			0,73
Hydrophytes	0,18	0,60		0,73	0,66
Litière	0,78				1,82
Pierres	0,33	0,68		0,77	0,71
Racines	1,24	1,11			1,17
Sable-limons	0,44	0,53		0,53	0,48
Vase	0,74	0,31			0,72
Total	0,78	0,95	1,08	0,70	0,81

Tableau XCIV : Ecart-types des variations de richesse entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

On voit que les écarts-types sont importants, du même ordre de grandeur que les moyennes, ce que confirme le tableau ci-dessous donnant les rapports moyenne sur écart-type.

	Delta de Richesse				
Rapport Moyenne/Ecart-type					Classes de vitesse
Substrat	1	3	4	5	Total
Algues		0,78		0,72	0,85
Argile					
Blocs-Dalles	0,99	0,63		1,35	0,94
Branchages					
Bryophytes	0,58	1,07	0,84	0,86	0,81
Gravier	7,00	1,64		0,77	1,15
Hélophytes	0,76	1,79			1,01
Hydrophytes	3,54	1,77		1,06	1,27
Litière	0,90				0,76
Pierres	2,38	1,40		1,43	1,45
Racines	1,06	1,53			1,23
Sable-limons	1,29	0,88		0,91	1,04
Vase	1,12	0,91			1,06
Total	0,99	0,98	1,27	1,06	1,01

Tableau XCV : Rapports Moyenne sur Ecart-type des variations de richesse entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

Les rapports moyenne sur écart-type sont de l'ordre de l'unité, ce qui montre bien la dispersion de ces résultats et l'absence de différence significative entre les différents supports ou les différentes classes de vitesse. Le calcul d'intervalles de confiance à plus ou moins un écart-type autour de la moyenne confirme ce fait : ces intervalles partent quasiment de 0 pour monter à 1,5 ou 2.

Seuls les prélèvements de pierres et de racines semblent présenter une variabilité de la richesse significativement plus importante que les autres supports.

Delta de Richesse					
Intervalle de confiance à + ou - 1 écart type	Classes de vitesse				
Substrat	1	3	4	5	Total
Algues		-0,18 / 1,50		-0,14 / 0,84	-0,12 / 1,38
Argile					
Blocs-Dalles	0,00 / 0,75	-0,32 / 1,42		0,19 / 1,23	-0,05 / 1,40
Branchages					
Bryophytes	-0,06 / 0,23	0,10 / 2,92	-0,16 / 1,78	-0,11 / 1,43	-0,18 / 1,77
Gravier	0,75 / 1,00	0,25 / 1,02		-0,13 / 0,99	0,07 / 1,06
Hélophytes	-0,22 / 1,60	0,35 / 1,25			0,01 / 1,46
Hydrophytes	0,45 / 0,80	0,46 / 1,66		0,05 / 1,50	0,18 / 1,50
Litière	-0,08 / 1,48				-0,43 / 3,20
Pierres	0,45 / 1,11	0,27 / 1,63		0,33 / 1,86	0,32 / 1,73
Racines	0,08 / 2,56	0,59 / 2,81			0,27 / 2,62
Sable-limons	0,13 / 1,01	-0,06 / 1,00		-0,05 / 1,01	0,02 / 0,99
Vase	0,09 / 1,56	-0,03 / 0,59			0,04 / 1,47
Total	0,01 / 1,55	0,02 / 1,88	-0,29 / 2,46	-0,04 / 1,44	0,00 / 1,62

Tableau XCVI : Intervalle de confiance des variations de richesse entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

Il est intéressant de revenir sur les 4 valeurs écartées car relevant de duplicats non exacts :

Delta de Richesse								
Moyenne	Classes de vitesse							Total
Substrat	1	3	4	5	3 & 1	5 et 3	5 et 4	Total
Algues	2,00	0,66		0,35				0,63
Argile	0,00							0,00
Blocs et Pierres	2,13							2,13
Blocs-Dalles	0,38	0,55	2,75	0,71				0,68
Branchages	0,75							0,75
Bryophytes	0,08	1,51	0,81	0,66		1,94		0,85
Gravier	0,88	0,63	1,13	0,43				0,57
Hélophytes	0,69	0,80						0,73
Hydrophytes	0,63	1,06		0,77			0,06	0,80
Litière	0,70	4,81						1,39
Pierres	0,78	0,95		1,09				1,03
Racines	1,32	1,70			1,13			1,43
Sable-limons	0,57	0,47		0,48				0,50
Vase	0,83	0,28						0,76
Total	0,79	0,93	1,38	0,74	1,13	1,94	0,06	0,82

Tableau XCVII : Moyenne des variations du GFI entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat avec prise en compte des duplicats non stricts

On remarque qu'à une exception près, les écarts induits par les duplicats non exacts sont largement supérieurs à la moyenne, ce qui confirme l'importance du bon choix des couples substrat-vitesse à échantillonner : un écart à la procédure définie par la norme n'est pas sans conséquence.

➤ Conséquences sur l'indice IBGN

Delta d'IBGN					
Moyenne	Classes de vitesse				
Substrat	1	3	4	5	Total
Algues	0,56	0,96		0,11	0,38
Argile	0,02				0,02
Blocs-Dalles	0,26	0,15	0,84	0,24	0,25
Branchages	0,16				0,16
Bryophytes	0,02	0,38	0,30	0,21	0,23
Gravier	0,22	0,13	0,34	0,32	0,26
Hélophytes	0,14	0,18			0,15
Hydrophytes	0,09	0,25		0,23	0,22
Litière	0,16	1,19			0,33
Pierres	0,20	0,27		0,29	0,28
Racines	0,27	0,41			0,32
Sable-limons	0,13	0,13		0,11	0,13
Vase	0,20	0,00			0,18
Total	0,19	0,26	0,45	0,24	0,24

Tableau XCVIII : Variations moyennes de l'indice IBGN selon le choix entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

En valeur moyenne le choix de l'un ou l'autre prélèvement au sein d'un duplicat, entraîne une variation d'indice IBGN de 0,24 point. On pourrait être tenté de multiplier cette valeur par 8 afin d'obtenir l'incertitude liée à l'ensemble des choix réalisés lors d'un prélèvement complet selon la norme IBGN. On obtiendrait en réalité, à peu de choses près, la valeur moyenne de l'amplitude de variation de l'IBGN en fonction du choix des placettes soit environ 2 points d'indice, la simple somme de ces huit écarts nous donne donc une valeur excessive. Plutôt que de chercher à cumuler des écarts élémentaires selon d'autres principes, nous travaillerons plutôt à partir des données obtenues par station complète et non par prélèvement élémentaire.

Comme pour la richesse, l'examen classe de vitesse par classe de vitesse ou support par support ne permet pas de mettre en évidence de classe de vitesse ou de support plus sensible, les variations apparaissant sur le tableau ci-dessous n'étant pas significative si on les met en regard des écarts-types correspondant comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous donnant les intervalles de confiance calculés sur la base de la moyenne plus ou moins un écart-type :

Delta d'IBGN					
Intervalle de confiance à + ou - 1 écart type	Classes de vitesse				Total
	1	3	4	5	
Substrat					
Algues		-0,26 / 2,18		-0,04 / 0,26	-0,24 / 0,99
Argile					
Blocs-Dalles	0,07 / 0,44	-0,05 / 0,35		0,05 / 0,42	0,03 / 0,47
Branchages					
Bryophytes	0,00 / 0,04	0,03 / 0,73	0,05 / 0,55	-0,01 / 0,42	-0,02 / 0,48
Gravier	0,19 / 0,26	0,04 / 0,23		-0,21 / 0,84	-0,14 / 0,65
Hélophytes	-0,04 / 0,31	0,07 / 0,30			0,00 / 0,31
Hydrophytes	0,05 / 0,14	0,09 / 0,42		0,03 / 0,42	0,04 / 0,40
Litière	-0,02 / 0,34				-0,11 / 0,78
Pierres	0,10 / 0,30	0,08 / 0,46		0,10 / 0,48	0,10 / 0,46
Racines	0,01 / 0,53	0,12 / 0,71			0,05 / 0,59
Sable-limons	0,03 / 0,23	-0,01 / 0,27		-0,02 / 0,25	0,00 / 0,25
Vase	0,01 / 0,39				-0,01 / 0,37
Total	-0,01 / 0,37	0,06 / 0,58	-0,14 / 0,75	0,03 / 0,52	0,03 / 0,50

Tableau XCIX : Intervalle de confiance des variations de l'indice IBGN selon le choix entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

L'intervalle de confiance choisi dans le tableau ci-dessus couvre la plage 20-90% des valeurs soit 70% de celles-ci comme le montre la courbe des valeurs classées ci-dessous :

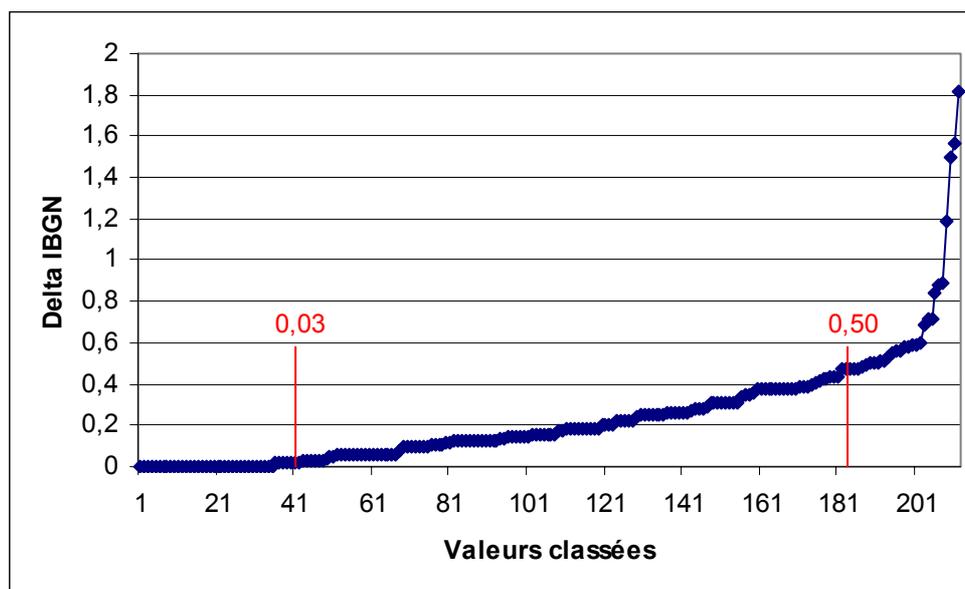


Figure 88 : Courbe classée des variations de l'indice IBGN selon le choix entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat

L'examen des 4 duplicats non exacts, écartés des calculs précédents et figurant en rouge dans le tableau ci-dessus confirme, naturellement, et sous réserve de ce qui peut être déduit d'un échantillon aussi faible, ce que nous avons dit à propos de la richesse : si le choix de la placette, pour un coupe substrat-vitesse donné engendre une incertitude sur la valeur de l'indice, un écart dans l'application de la grille d'échantillonnage entraîne généralement une différence plus importante sur la valeur de l'IBGN.

Delta d'IBGN								
Moyenne	Classes de vitesse							Total
Substrat	1	3	4	5	3 & 1	5 et 3	5 et 4	Total
Algues	0,56	0,96		0,11				0,38
Argile	0,02							0,02
Blocs et Pierres	1,05							1,05
Blocs-Dalles	0,26	0,15	0,84	0,24				0,25
Branchages	0,16							0,16
Bryophytes	0,02	0,38	0,30	0,21		0,58		0,25
Gravier	0,22	0,13	0,34	0,32				0,26
Hélophytes	0,14	0,18						0,15
Hydrophytes	0,09	0,25		0,23			0,02	0,21
Litière	0,16	1,19						0,33
Pierres	0,20	0,27		0,29				0,28
Racines	0,27	0,41			0,69			0,34
Sable-limons	0,13	0,13		0,11				0,13
Vase	0,20	0,00						0,18
Total	0,20	0,26	0,45	0,24	0,69	0,58	0,02	0,24

Tableau C : Variations moyennes de l'indice IBGN selon le choix entre les deux placettes de prélèvement d'un même duplicat avec prise en compte des duplicats non exacts

II.4 Cas des substrats doublés ou triplés

Suite au constat fait sur la station de Montfermy sur lequel les impacts les plus importants sont obtenus sur les deux placettes de pierres alors que l'on pourrait s'attendre à ce qu'un substrat doublé ait moins d'impact sur l'indice global de la station, nous avons extrait les 35 placettes doublées ou triplées au sein des 224 placettes prélevées (soit 15% environ de celles-ci). Il s'agit principalement de placettes de pierres (20 placettes).

La variation moyenne de richesse sur ces placettes est de 0,9 soit légèrement plus que la valeur moyenne sur l'ensemble des placettes (0,81). De même, la variation moyenne de l'IBGN est de 0,26 soit légèrement plus que sur l'ensemble des placettes (0,24)

Par contre, aucune placette ne conduit à une variation de GFI. mais ce résultat n'est pas vraiment significatif car moins de 10% de l'ensemble des 224 placettes conduisent à une variation de GFI.

Si l'on ne considère que les 20 placettes de pierres doublées ou triplées, la moyenne de variation de richesse est de 1,05 soit la même valeur que pour l'ensemble de 35 placettes de pierres.

En conclusion, on peut donc dire que le choix de la placette reste tout aussi important lorsque l'on double ou triple un même substrat que lors d'un prélèvement unique.

II.5 Influence des paramètres d'environnement des placettes

Il a été demandé aux hydrobiologistes participant à cette expérimentation, de relever les paramètres d'environnement de chaque placette (substrats secondaires éventuels, distance à la berge, ombrage, substrats proche, vitesse exacte de courant, profondeur etc...). Certains ont même établi un schéma de la station localisant les placettes prélevées.

L'examen au cas par cas de ces paramètres a rarement permis d'expliquer les écarts entre placettes les plus divergentes lors de l'examen station par station ci-dessus.

Cependant, il ne pourra être statué sur l'influence de ces paramètres que par une analyse statistique globale que nous n'avons malheureusement pas encore eu le loisir de

mener, d'autant que pour un certain nombre de paramètres (colmatage, ombrage, profondeur), le nombre de placettes présentant une différence de situation est trop faible pour pouvoir établir une quelconque exploitation statistique

III Discussion

III.1) Limites de l'étude

Nous avons déjà souligné en I.5) que l'échantillon de station utilisé n'est pas représentatif du panel de situations rencontrées : la plupart des stations choisies par les DIREN sont de bonne, voire très bonne qualité ce qui ne correspond malheureusement pas à la situation de l'ensemble de nos cours d'eau. D'autre part, nous avons également vu que dans ce même chapitre, que certains types particuliers de cours d'eau français ne sont pas représentés. Si le premier biais d'échantillonnage cité (stations de bonne qualité quasi uniquement) a très probablement un impact sur les résultats de cette étude (dans le sens de la surestimation de l'incertitude), on peut douter que le second biais (absence de certains types de cours d'eau) ait une influence notable sur les conclusions auxquelles nous avons abouti.

Nous avons également souligné que les hydrobiologistes n'ont pas cherché à comparer les placettes qui leurs semblaient bonnes avec des placettes répondant aux exigences de la norme mais qu'ils n'auraient choisies qu'en dernier recours. Dans certain cas, même, les couples de placettes prélevées sont voisines l'une de l'autre et bénéficient donc de conditions d'environnement similaires. Cette expérimentation reflète donc plutôt l'écart de reproductibilité entre deux prélèvements réalisés par un même opérateur sur le même site plutôt que l'écart entre un hydrobiologiste confirmé et un hydrobiologiste inexpérimenté.

Reprenons toutefois (page suivante) le tableau II en le complétant par la mention du nombre de placettes jugées non favorables par l'hydrobiologiste préleveur.

Deux valeurs figurent entre parenthèses dans ce tableau :

- Le Nanheul à Pierrepont : seconde placette d'un duplicat jugée favorable mais l'hydrobiologiste a précisé que la première aurait tout de même été préférée lors d'un IBGN
- La Vienne à Condat sur Vienne : deux placettes jugées non favorables mais toutes deux du même duplicat (pierres)

Ce tableau permet de vérifier que les stations comportant des placettes jugées non favorables par les hydrobiologistes ne se distinguent pas par un classement plus défavorable. Nous avons d'ailleurs pu voir, dans le cas du Woigot, que ce ne sont pas forcément ces placettes qui s'avèrent présenter le plus de divergence.

Ce critère dépend également du jugement de l'hydrobiologiste et il est possible que celui-ci soit hétérogène au sein de l'ensemble des hydrobiologistes ayant participé à cette expérimentation

Nom de la station	Nombre de placettes jugées non favorables	GFI	Δ GFI	variété taxon.	Δ rich .	Classes de variété taxonom.	Δ CI Var.	Variation de l'indice IBGN	Delta IBGN	Ecart Type IBGN
La Crusnes à Fillières	0	7		28-33	5	8-10	2	14-16	2	0.35
Rançon à St Wandrille	0	7		19-25	6	6-8	2	12-14	2	0.35
La Vienne à Valdivienne	0	8		37-42	5	11-12	1	18-19	1	0.39
La Remarde à St-Cyr-sous-Dourdan	0	7		31-37	6	9-11	2	15-17	2	0.42
L'Ecole à Oncy B	0	7		43-48	5	12-13	1	18-19	1	0.43
La Bièvre à Igny *	0 ?	5		24-29	5	7-9	2	11-13	2	0.43
L'Alagnon à La Fraisse-Haut	0	9		26-30	4	8-9	1	16-17	1	0.46
La Sioule à Montfermy	0	9		34-40	6	10-11	2	18-19	1	0,46
Le Nanheul à Pierrepont	(1)	8		26-34	8	8-10	2	15-17	2	0.47
L'Allan à Bart	1	5 - 4	1	27-32	5	8-9	1	11-13	2	0.49
L'Aa à Wizernes *	0	6 - 5	1	32-36	4	9-10	1	14-15	1	0.50
La Vienne à Condat sur Vienne	(2)	8		21-27	6	7-8	1	14-15	1	0.50
La Corrèze à Brive	0	4		20-26	6	6-8	2	9-11	2	0.50
Le Durdent à Vittefleury	0	7		34-41	7	10-12	2	16-18	2	0.51
La Sèvre Niortaise à Sainte Néomaye	0	7		25-33	8	8-10	2	14-16	2	0.51
Le Woigot à Mance	6	5		19-26	6	6-8	2	10-12	2	0.53
La Vézère en amont de Bugeat	0	9		32-39	7	9-11	2	17-19	2	0.53
La Dordogne à Saint-Sauves	0	7		15-22	7	5-7	2	11-13	2	0.55
L'Arroux à Laizy	?	8		36-46	10	10-13	3	17-20	3	0.58
La Sioule à Jenzat	0	7		32-42	10	9-12	3	15-18	3	0.61
Le Dessoubre à Saint-Hippolyte	1	8 - 7	1	31-37	6	9-11	2	15-18	3	0.62
La Garonne à Chaum	0	9		26-35	9	8-10	2	16-18	2	0.64
La Cance à Annonay *	?	5 - 4	1	37-43	6	11-12	1	14-16	2	0.78
L'Eure à La Croix St Leufroy	0	6		28-42	14	8-12	4	13-17	4	0.89
Le Clain à Cercigny	0	8 - 7	1	32-41	9	9-12	3	15-19	4	0.90
L'Arros à Tasque	0	7 - 5	2	41-49	8	12-13	1	16-19	3	1.08
Saint-Clair	0	5 - 4 - 2	3	19-28	9	6-8	2	8-12	4	1.18
Le Gelon à La Rochette *	?	5 - 3	2	22-30	8	7-9	2	9-13	4	1.43

Tableau CI : Variation des indices IBGN dans chacune des vingt-huit stations étudiées par ordre croissant de variation d'écart-type IBGN puis de richesse.

* stations pour lesquelles les huit duplicats ne sont pas exactement sur les mêmes couples substrats/vitesse

On pourrait reprocher à cette expérimentation le fait que tous les types de substrats n'ont pas été échantillonnés et qu'aucune placette ne soit située dans un courant de classe quatre ou deux (zones de forts courants). Mais l'examen classe de vitesse par classe de vitesse ou substrat par substrat a montré que l'incertitude liée au choix de la placette est relativement indépendante de la classe de vitesse ou du support. Il est donc probable qu'une prospection plus généralisée des vitesses et support n'aurait pas changé fondamentalement les valeurs obtenues.

Nous verrons, à la fin du chapitre suivant, que cette expérimentation prend certainement en compte également l'imparfaite reproductibilité d'autres étapes de la méthode.

III.2) L'évolution de la richesse et de l'indice IBGN au niveau de la station

Comme on peut le constater dans le tableau III (p.12), le groupe faunistique indicateur varie rarement dans une station : ceci ne concerne que huit stations sur vingt-huit dont trois présentent des duplicats non exacts.

En remontant aux placettes concernées, seuls 17 des 210 duplicats stricts (soit moins de 8%) induisent un écart de GFI qui demeure limité puisque deux seulement atteignent la valeur 1,5, un la valeur 1 et le reste demeurant inférieur ou égal à 0,5

Au niveau de la station, le GFI ne varie le plus souvent (5 cas) que d'une unité mais il peut y avoir une variation de deux (2 cas), voire trois niveaux (1 cas) au sein d'une même station, ce qui est important (ceci est généralement du à l'absence de taxon de GFI intermédiaire).

Richesse	Sur les 26 stations avec duplicats satisfaisants			
Par station	Moyenne	Médiane	Mini	Maxi
Moyenne	32,1	33,0	19,25	45,4
Maximum	35,4	36	22	49
Minimum	28,4	28	15	43
Etendue	7,0	6,5	4	14
Médiane	32,0	33	19	45
Mode	32,3	34,5	19	45
Variance	3,0	2,4	1,1	11,6
Ecart-type	1,7	1,6	1,1	3,4
CV	5,4	5,2	2,9	9,5

Tableau CII : tableau de synthèse des variations de richesse par station

Le richesse varie selon les stations avec une amplitude (étendue) de 4 à 14 taxons et une amplitude moyenne de 7 taxons soit un peu plus de deux classes de richesse.

L'écart-type moyen de la richesse au sein des 256 combinaisons d'une station est de 1,7 (il est au minimum de 1,1 et au maximum de 3,4), ce qui signifie que si l'amplitude de variation de la richesse au sein des 256 combinaisons d'une station est relativement important (7 taxons en moyenne), la dispersion est bien moindre, ce que traduisent les courbes de richesse, d'allure le plus souvent quasi-normale avec un effectif important dans les valeurs centrales.

La variation des classes de richesse n'est pas directement proportionnelle à celle de la richesse du fait de l'effet de classe : si la courbe de richesse est centrée sur une classe de vitesse ce qui arrive fréquemment dans notre échantillon, l'amplitude de variation couvre facilement trois classes mais la part de combinaisons concernées (probabilité de variation) est faible. A l'inverse, si la courbe de richesse est centrée sur une limite de classe, l'amplitude de

variation peut se limiter à couvrir deux classes mais le pourcentage de combinaisons peut se répartir quasiment à égalité entre les deux valeurs.

Rappelons que la richesse faunistique est liée à la diversité des habitats, il paraît donc évident que l'incertitude sur les stations diversifiées en habitats sera plus grande que sur les stations moins diversifiées (les taxons peu polluosensibles sont généralement plus proliférants), notre échantillon étant constitué de stations relativement bonnes comme nous l'avons vu en introduction, les valeurs auxquelles nous arrivons en conclusion peuvent être sur-estimées par rapport à la situation générale de nos cours d'eau.

IBGN	Sur les 26 stations avec duplicats satisfaisants			
	Moyenne	Médiane	Mini	Maxi
Par station				
Moyenne	15,3	15,9	10	18,8
Maximum	16,3	17	11	20
Minimum	14,2	15	8	18
Etendue	2,2	2	1	4
Médiane	15,3	16	10	19
Mode	15,4	16	10	19
Variance	0,4	0,3	0,1	1,4
Ecart-type	0,6	0,5	0,3	1,2
CV	3,9	3,5	2,2	11,2

Tableau CIII : tableau de synthèse des variations d'IBGN par station

Il résulte de ces fluctuations que l'indice IBGN varie en moyenne de 2,2 points d'amplitude dans une station (2 points en valeur médiane), mais l'écart type médian est de 0,5. Si l'on estime l'incertitude liée au choix de la placette à plus ou moins un écart-type (car on voit bien ici que deux écarts-type seraient largement excessifs puisqu'ils atteindraient l'amplitude de variation moyenne), celle-ci serait donc de l'ordre de plus ou moins 0,5 points d'indice, ce qui est important compte-tenu du fait que cette expérimentation ne porte que sur un seul facteur d'incertitude de la méthode.

Si on considère le document de recensement des incertitudes réalisé par le GNQE, trente et une causes d'incertitudes sont recensées. On peut estimer grossièrement que certaines sont bénignes et d'autres plus importante que celle étudiée ici. En prenant l'hypothèse que l'incertitude sur le choix de la placette se situe dans la moyenne des incertitude, il est possible d'appliquer la formule figurant dans ce rapport GNQE et permettant de déterminer l'incertitude globale obtenue à partir de plusieurs incertitudes indépendantes quantifiées : supposons que chaque source d'incertitude aboutisse à une variation de l'indice IBGN de 0,5 points.:

$$I_G = \pm 2 \times \sqrt{\sum(\lambda_i/\alpha_i)^2}$$

I_G représente l'incertitude globale élargie ;

α vaut 1 la plupart du temps, il vaut 2 s'il s'agit déjà d'une incertitude globale élargie ;

λ correspond à l'incertitude liée au choix de la placette.

On a donc : $I_G = \pm 2 \times \sqrt{(31 \times 0,5^2)}$

$$I_G = \pm 5,5 \text{ points}$$

Cette valeur est largement trop importante par rapport à ce que nous pouvons évaluer par expérience (dispersion des résultats obtenus années après années sur les stations des réseaux de surveillance par exemple, y compris avec changement de prestataires) et ce calcul

prend en compte des incertitudes toutes égales à la moyenne, la valeur s'accroît encore si l'on fait varier la dispersion des valeurs individuelles d'incertitude.

Il ressort donc que cette incertitude liée au choix des placettes à prospector ne se situe pas dans la moyenne des sources d'incertitudes de l'IBGN mais bien parmi les causes majeures de celles-ci. Mais il est également probable, à contrario, que cette expérimentation ne prenne pas en compte uniquement le choix de la placette mais intègre également d'autres aspects liés au prélèvement (fuites d'individus lors de la mise en filet par exemple), voire à la suite de la manipulation (conservation, tri, détermination, saisie...) et que si ces facteurs sont, en théorie, identique du fait de leur réalisation par les même personnes sur chaque station, les défauts de reproductibilité éventuels, ont pu augmenter les écarts entre résultats de placettes jumelles.

Conclusion

Cette expérimentation visait à quantifier l'incertitude sur l'indice IBGN liée au choix des placettes de prélèvement, une fois la grille d'échantillonnage établie.

Pour y parvenir, ont été analysées les données de vingt-huit stations prospectées par onze DIREN, ce qui a représenté un investissement important en temps (temps de prélèvement, de tri/détermination et de saisie multiplié plutôt par trois que par deux, traitement des données etc).

Il en a été déduit que le choix des placettes de prélèvement influence notablement l'indice IBGN de la station puisque l'écart-type médian de l'ensemble des combinaisons par station est de 0,5 points d'indice, l'amplitude de variation maximale étant, en moyenne, de 2,2 points. Cette variation d'IBGN est essentiellement due à une variation de richesse (l'écart-type médian de la richesse par station est de 1,6 taxons, la valeur moyenne de l'amplitude de variation maximale par station étant de 7 taxons), le GFI étant, dans l'ensemble, plutôt stable.

Cependant, les résultats obtenus dans cette expérimentation sont à relativiser car certains facteurs ont sans doute tendance à minimiser cette variation :

- la plupart des placettes prélevées ont été jugées favorables par les hydrobiologistes responsables du prélèvement, ceux-ci ne sont donc pas allés chercher les cas limites.

et d'autres facteurs ont sans doute tendance à la surestimer :

- l'expérimentation concerne essentiellement des stations de bonne qualité et l'incertitude n'est certainement pas entièrement absolue mais en partie relative (plus faible sur des stations comportant essentiellement des taxons proliférants)
- elle prend en compte, malgré les précautions prises, des incertitudes de reproductibilité des différentes étapes de la méthode,

l'effet d'autres facteurs est plus incertain, voire sans doute négligeable :

- tous les types de substrat ainsi que toutes les classes de vitesses n'ont pas été analysés.

L'incertitude liée au choix des placettes ne semble liée ni à la classe de courant ni au type de substrat : le choix à effectuer par le préleveur est donc tout aussi sensible quelque soit le support et son habitabilité théorique. Seuls les substrats pierres et racines semblent présenter une variabilité un peu supérieure à la moyenne.

L'explication des écarts entre placettes en fonction des conditions du milieu ne sont pas évidentes à mettre en avant et ce d'autant qu'une forte différence de listes faunistiques entre deux placettes peut n'avoir qu'une faible incidence sur l'IBGN de la station si les taxons considérés sont présents par ailleurs sur la station et qu'à l'inverse, un écart de quelques taxons seulement mais propres à l'une ou l'autre des deux placettes au sein de la station peut avoir des conséquences importantes sur l'IBGN. Ainsi, des placettes jugées non favorables par l'hydrobiologiste se sont révélées sans impact sur l'indice alors que des placettes jugées comparables engendrent des indices différents.

Quelques duplicats non stricts (classe de vitesse ou substrat légèrement différent entre deux placettes homologues) semblent montrer que l'écart entre placettes est bien supérieur

dès que l'on change de couple substrat-vitesse. Ceci indique donc que le respect de la grille d'échantillonnage de l'IBGN est important pour assurer la reproductibilité de la méthode.

Cette première tentative de quantification d'une des causes d'incertitude de l'IBGN a été menée sur celle qui semblait le plus facile à isoler et à quantifier. Il ressort de cette expérimentation, que malgré un travail important d'acquisition de données, le résultat demeure encore d'une fiabilité perfectible (biais d'échantillonnage, incertitudes parasites...). Le groupe National Qualité des Eaux des DIREN a listé 31 causes d'incertitudes de l'IBGN et il semble illusoire d'espérer pouvoir les quantifier successivement. Le principal frein à ce type d'expérimentation en hydrobiologie étant l'impossibilité de faire reproduire la même opération à plusieurs opérateurs, l'action du premier perturbant de manière irréversible la situation à reproduire, non seulement lors des opérations de prélèvement, mais également lors des opérations de tri.

Liste des références bibliographiques

AFNOR, 1992, *Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), essais des eaux*, NFT 90-350, 9 p.

AFNOR, 2004, *Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)*, NFT 90-350, 16 p.

AQUASCOP, AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, 1993, *Etude de l'évolution saisonnière de l'indice biologique Global (I.B.G.)-Etude sur 10 rivières tests du bassin Rhin-Meuse*, 89 p.

BEISEL J.-N., USSEGLIO-POLATERA P., THOMAS S., MORETEAU J.-C., 1998, Influence de l'échantillonnage des communautés macrobenthiques sur l'évaluation de la qualité biologique d'un cours d'eau, *Annales de Limnologie*, **34** (4), 445-454

COFRAC, 2000, Programme N° 100-3 : Analyses biologiques des milieux aquatiques, Commission Permanente d'Accréditation « Eau et milieux aquatiques », 10 p.

DIREN Lorraine, 2001, Rapport d'essai : Note sur les incertitudes des indices IBGN, IT 08/01, Annexe 11

DIREN Rhône-Alpes, 2001, Réflexions sur la notion d'incertitude pour la méthode IBGN, 11 p.

GAY ENVIRONNEMENT, 1994, Guide technique de l'indice biologique global normalisé, NF T 90-350, Rapport inter-Agences de l'Eau, 69 p.

GNQE, 2003, Note sur l'estimation de l'incertitude de mesure sur les indices IBGN et IBD, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Direction de l'Eau, 15 p.

GRAF W., WARINGER J., 1997, *Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven*, Facultas-Universitätsverlag, Wien, 286 p.

LAPCHIN L., INGOUG-LE-THIEC M., 1977, Le dépouillement des échantillons d'invertébrés benthiques : étude comparée de différentes méthodes de tri, *Annales d'hydrobiologie*, **8** (2), 231-245

LEGER M., 2003, L'indice IBGN : Evaluation de l'incertitude de mesure – Cas de la variabilité des placettes prélevées, MST Environnement, Université de Rouen, DIREN Haute-Normandie, 44 p.

MARIDET L., 1994, La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau : Influence sur les communautés benthiques et hyporhéiques et sur les peuplements de poissons dans trois cours d'eau du Massif Central, Université Claude Bernard, Lyon I

RAMADE F., 1998, *Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau*, Ed. Ediscience international, Paris, 786p.

RODRIGUEZ S., 2003, Bilan de stage, ITR Concours Direct 2002-2003, DIREN Lorraine

SAGER M., 1993, Etude bibliographique et appliquée des préférendum écologiques de macroinvertébrés benthiques, Maîtrise de mesure et contrôle en Chimie-Biologie-Biochimie, Université de Metz, DIREN Lorraine, 31 p.

SANSONI G., 1988, *Atlante per il riconoscimento dei Macroinvertebrati dei corsi d'aqua italiani*, Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, Trento, 190 p.

TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX P., 1981, *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*, Université de Lyon 1 & Association Française de Limnologie, Paris, 150 p.

TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M., USSEGLIO-POLATERA P., 2000, *Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie*, CNRS éditions, Paris, 588 p.

TAYLOR B. R., 1997, Optimization of field and laboratory methods for benthic invertebrate biomonitoring – Final Report, Taylor Mazier Associates, 101 p.

Liste des Annexes

Les fichiers Excel des différentes stations sont fournies avec la version numérique de ce rapport, présentant l'ensemble des données brutes de chaque station ainsi que toutes les données calculées à partir des 256 combinaisons possibles, les diagrammes de répartition de l'IBGN, de la richesse et du GFI

Une zone d'impression, définie sur l'onglet « combi » permet l'impression d'une fiche récapitulative par station en format A4, ces fiches sont à joindre en annexe aux versions imprimées du présent rapport.

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de NORmalisation

COFRAC : COmité FRançais d'ACcréditation

DIREN : Direction Régionale de l'ENvironnement

GFI : Groupe Faunistique Indicateur

GNQE : Groupe National Qualité des Eaux

IBD : Indice Biologique Diatomées

IBGN : Indice Biologique Global Normalisé

ISO : International Standard Organization

IUP : Institut Universitaire Professionnalisé

MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

NF : Norme Française

RNB : Réseau National de Bassin

SREMA : Service Régional Eau et Milieux Aquatiques