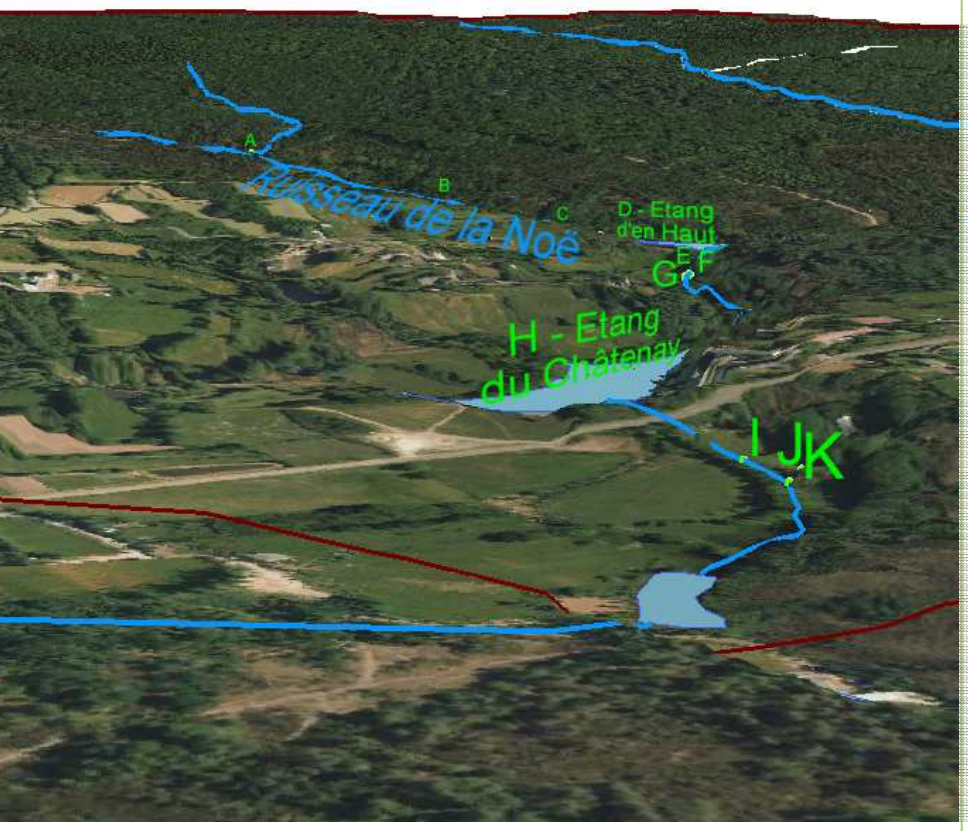
Master Ecologie, Biodiversité, Evolution
UE PAIM – Stage de terrain de Paimpont

Evaluation de la qualité de l'eau du ruisseau de la Noë.

Approche faunistique et physico-chimique de la source à la station biologique.



DUFFAU Sabine
ENGLAND Emma
JOREAU Charlotte
KERGROHEN Bruno
RENOUX Franck
TARTARIN Anne-Sophie

Encadrant : JARDILLIER Ludwig
Responsable : LATA Jean-Christophe

4 au 10 Avril 2010

Sommaire

Introduction……. Page 2

Problématique……..... Page 4

Matériels et Méthodes……. Page 5
1- Présentation du site……...…….……. Page 5
2- Prélèvements Physico-chimique…….…….Page 7
A- Mesures physiques……...…….. Page 7
B- Mesures chimiques……...…….. Page 8
C- Prélèvements biologiques……...…….. Page 9

Résultats……... Page 11
1- Résultats de l'IBGN……Page 11
2- Résultats statistiques……..…….. Page 16
3- Résultats physico-chimiques……..…… Page 17

Discussion…… Page 21

Conclusion……... Page 24

Annexes……Page 25

Bibliographie……Page 27

Introduction

L'eau est un élément fondamental de la vie, recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km^3 dans la biosphère (IFEN, 1994). Environ 97% de l'eau sur Terre est salée et donc seulement 3% est douce. Les eaux douces continentales regroupent les eaux de surface et souterraines, courantes et stagnantes, pérennes ou temporaires, avec tous les intermédiaires pouvant exister entre ces différentes catégories (Genin *et al.* , 2003).

De part sa répartition inégale sur le globe, elle est un enjeu mondial et demeure au centre des préoccupations d'administrations et d'organismes, notamment à cause d'une augmentation des besoins, de contraintes réglementaires renforcées et aussi par une lente mais réelle évolution de la mentalité des citoyens-usagers-consommateurs (Genin *et al.* , 2003).

Les écosystèmes aquatiques sont maintenant mieux appréhendés et gérés comme un ensemble riche, complexe, interactif et fragile. Ils représentent une grande diversité de milieux comme, par exemple, les ruisseaux, étangs et mares, qui font partie des milieux naturels les plus riches du monde (Ministère de l'écologie, 2010).

En France, les cours d'eau d'au moins un mètre de large totalisent une longueur d'environ 250 000 km. Cela comprend 150 000 km de ruisseaux, 80 000 km de rivières moyennes et 20 000 km de grandes rivières et fleuves. Chacun de ces éléments entretient des relations très étroites avec le milieu qu'il traverse (Genin *et al.* , 2003).

Néanmoins, les différentes activités humaines ont un impact important aussi bien sur la qualité de l'eau que sur la quantité d'eau potable disponible. Elles peuvent nuire à la qualité de l'eau de différentes manières, par une pollution diffuse (par exemple l'agriculture) ou ponctuelle (rejets d'usines). Toutes ces pollutions vont contribuer à changer les propriétés physico-chimiques et biologiques de l'eau (Gaiyous, 1993).

Dans ce rapport, nous allons étudier la qualité des eaux d'un ruisseau : la Noë. Ce cours d'eau se trouve dans la forêt de Paimpont, en Bretagne. La qualité de ses eaux va faire l'objet d'études physico-chimiques et un IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) sera mené sur trois stations bien choisies. Cette dernière technique d'étude, d'ailleurs norme AFNOR, s'intéresse aux macroinvertébrés endémiques qui vivent sur le fond des cours d'eau. Ils ont des sensibilités différentes par rapport à une perturbation dans le temps qui affecte la diversité des habitats et la qualité des eaux (Lata, Banas, 2006). A partir des espèces déterminées des stations, nous obtiendrons une valeur IBGN qui nous permettra d'avoir un équivalent de la qualité des eaux.

Celle-ci pourrait être influencée par différents facteurs comme par exemple la présence d'agriculture dans son bassin versant, par des pollutions ponctuelles, par une roche mère acide ou l'arrivée d'eau provenant de ces différents affluents. Afin de déterminer certains de ces effets potentiels, nous effectuerons des mesures des teneurs en nitrate, nitrite, ammonium, phosphate et fer sur le flux d'eau à 14 stations choisies, à un instant t. Nous essaierons de déterminer quels facteurs peuvent avoir une influence et dans quelle mesure.

En amont de la Noë se situe la forêt de Brocéliande et une zone humide protégée où l'on trouve bon nombre de *Drosera*, mais à l'aval, plus à l'ouest, il existe des exploitations agricoles qui peuvent potentiellement polluer ce ruisseau. D'autre part le réseau hydrobiologique est complexe et certains ruisseaux se rejoignent.

Est-ce que l'ensemble des cours d'eau qui rejoignent la Noë aura un effet sur ce ruisseau ? Le ruisseau traverse deux étangs, auront-ils une influence sur l'eau de la Noë ? Le ruisseau de la Noë a-t-il une capacité d'autoépuration ? Détecterons-nous un type de perturbation avec nos résultats?

Dans un premier temps nous verrons les méthodes et le matériel associé pour l'étude des paramètres physico-chimiques et faunistiques. Puis nous présenterons nos résultats et nous les exploiterons afin de dégager la qualité de la Noë, et les études complémentaires qui auraient pu être faites.

Photo 1 : Station IBGN 3

Photo 2 : Etang du Châtenay

Problématique

L'eau se charge naturellement des éléments présents dans les milieux qu'elle traverse. Certains éléments nutritifs (N, P, Si, C) sont déjà présents dans les cours d'eau et ils sont nécessaires au développement des producteurs primaires. Cependant, une augmentation de l'azote et du phosphore dans l'eau est une des premières causes de dégradation des écosystèmes d'eaux douces. Les activités agricoles (utilisation de fertilisants, simplification du paysage, mécanisation, drainage mal géré), le rejet d'eaux usées par les zones urbaines et les activités industrielles peuvent contribuer à cette eutrophisation. Ceci correspond à la transformation d'un écosystème pauvre en nutriments en un écosystème riche en nutriments (Groom *et al.*, 2006 ; Vervier *et al.*, 1999). Ce changement dans la répartition des éléments peut conduire à une augmentation de la productivité photosynthétique dans les étangs, qui sont des milieux stagnants (lentiques) dépourvus de zone profonde mais dont le fond est parfois soustrait à l'action thermique du soleil. Tout d'abord, les organismes aquatiques bénéficient de cette augmentation de nutriments, mais une augmentation en parallèle du taux de décomposition diminue la concentration en oxygène. A tel point que des conditions anoxiques peuvent être créées et auront tendance à diminuer drastiquement la biodiversité présente dans le système (Groom *et al.*, 2006). La surveillance de la quantité d'azote, de phosphore et d'oxygène présents dans l'eau est donc importante pour limiter la pollution des systèmes aquatiques (Vervier *et al.*, 1999; Groom *et al.*, 2006) et se fait par l'étude de paramètres physico-chimiques.

L'utilisation des bioindicateurs peut donner une indication à plus long terme de la qualité des eaux par rapport à ces mesures. La présence ou l'absence de certaines espèces sensibles de macroinvertébrés, par exemple, peut indiquer la suspicion d'un effet négatif de la pollution sur la biodiversité totale de l'écosystème (Larsen et al., 2009 ; BIOGEO, 1999).

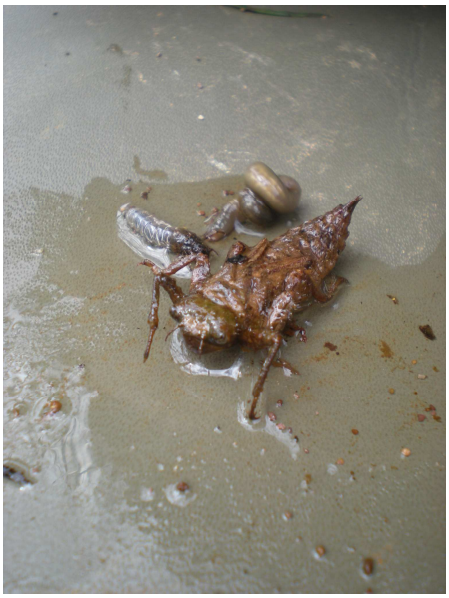


Photo 3 : Exemple de macroinvertébrés prélevés

Photo 4 : Identification des macroinvertébrés

Matériels et Méthodes

1- Présentation du site :

Le site (cf. annexe, Figure I et II) se situe à environ 80km de la côte atlantique, localisée en Bretagne dans le département d'Ille-et-Vilaine (35) (figure 1). La station biologique, lieu de notre étude, se situe au cœur de la Forêt de Paimpont anciennement appelée jusqu'à la révolution « forêt de Brocélien ». Elle est aujourd'hui avec ses 7 500 Ha le plus grand massif boisé de Bretagne (Dreuillaux, 2008,2009).

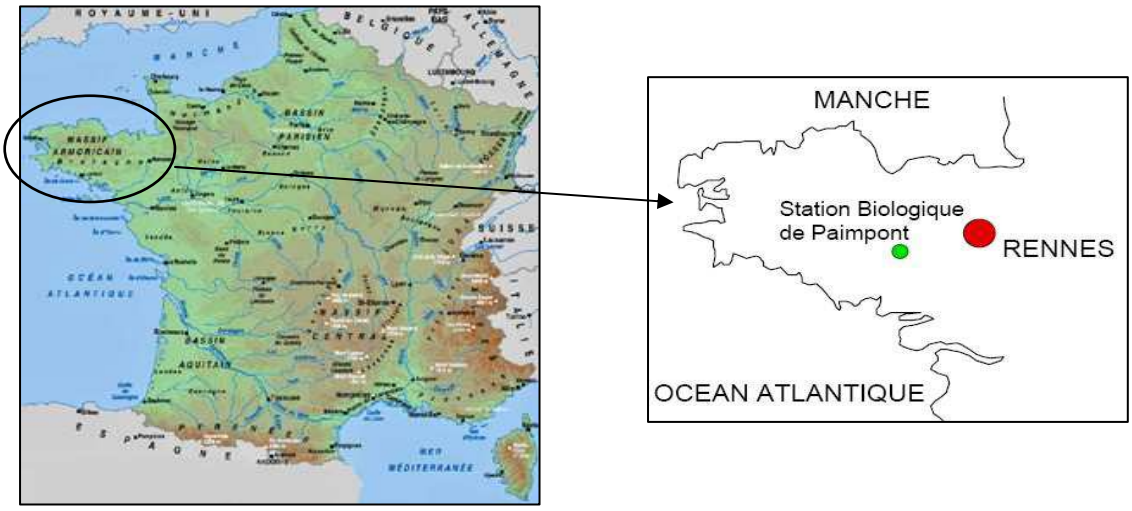


Figure 1 : Situation géographique de la station biologique de Paimpont

Le sous-sol est d'une nature schisto-gréseux sur l'ensemble du bassin versant si l'on considère l'Étang du Chatenay comme exutoire. Les schistes rouges proviennent du Cambrien et les Grès armoricains proviennent de l'Ordovicien. Ces roches sont très dures et riches en silice. Il en résulte donc un sol avec des caractéristiques particulières : acide et imperméable.

Le sol de notre bassin versant est complexe. Dans les parcelles de chênaie-hêtraie, le sol est un luvisol (figure 2). Dans les parcelles de résineux (principalement composées de pins maritimes), présentes sur notre bassin versant, le luvisol se transforme via un processus de podzolisation. Sur les parcelles de pâture le sol est un mull (Beaumelle *et al*, 2010). Le pH du sol est généralement compris entre 4 et 5.

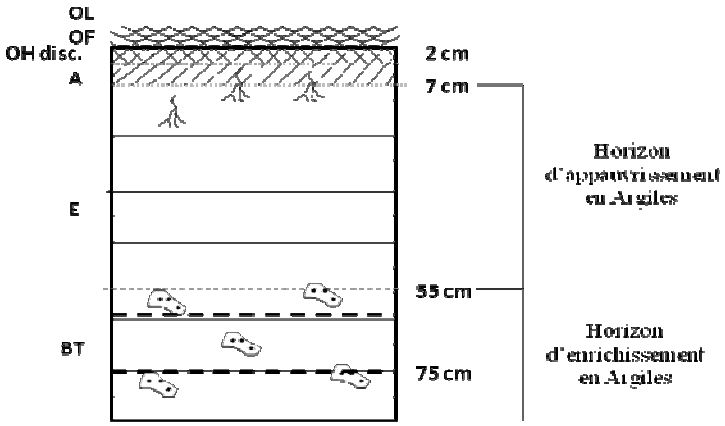


Figure 2 : Profil pédologique d'un luvisol, type Chênaie-hêtraie

Le peuplement présent sur notre zone d'étude est principalement composé pour la strate ligneuse de feuillus (type chênes, hêtres, bouleaux, merisier, charmes) et de résineux (pins sylvestres, pins maritimes). Ce type de végétation est caractéristique d'un sol acide au pH aux alentours de 4-6. La strate arbustive est composée majoritairement de Houx, d'Ajoncs d'Europe, Genêts à Balais, ainsi que d'arbrisseaux provenant de la germination des arbres. La strate herbacée comprend des Fougères aigle, Myrtilles, Callunes, Agrostis à soie, ainsi que de nombreuses Poacées. La strate muscinale présente des Sphaignes, des Polytrics communs, des lichens divers, et des Bryophytes. On notera aussi la présence de Drosera près de la source de la Noë qui sont des indicateurs de milieux humides et pauvres en azote (Beaumelle *et al*, 2010).

Structure hydrologique :

Le réseau que nous avons étudié comprend en amont 2 ruisseaux : celui de la Noë et de la Grève, suivis de 2 étangs dans la continuité du ruisseau de la Noë. Le premier étang se nomme l'Étang d'en Haut et le second l'Étang du Châtenay, celui-ci se prolongeant par un ruisseau (le ru du Châtenay) que l'on assimilera à la continuité de la Noë dans notre étude. Les rejets de la station de biologique de Paimpont se jettent dans ce dernier cours d'eau en aval de notre dernier point d'étude. Les étangs du Châtenay et d'en Haut sont artificiels et s'inscrivent dans un objectif de lutte contre les incendies forestiers (Abiven *et al.*, 2005). L'étang du Châtenay et d'en Haut occupent respectivement une superficie de 1,3 ha et de 0,48 ha. Le ruisseau de la Noë mesure 3,5 km sur sa partie étudiée et l'ensemble de ses affluents mesure environ 4 km (Géoportail, 2010). Le régime des cours d'eau est de type pluvial.

Occupation du sol sur le bassin versant :

Le bassin versant topographique de la Noë à une superficie de 7,423 km² en prenant la sortie de l'Étang d'en bas comme exutoire. Le périmètre du bassin versant est de 13,121 km (ArcGIS 9.3). L'indice de compacité de Gravelius est de 1,35. Le bassin est donc relativement compact ce qui favorise un débit de pointe élevé en cas de crue et un temps d'acheminement à l'exutoire assez court.

Le bassin versant étudié comprend une grande majorité de forêts (figure3).

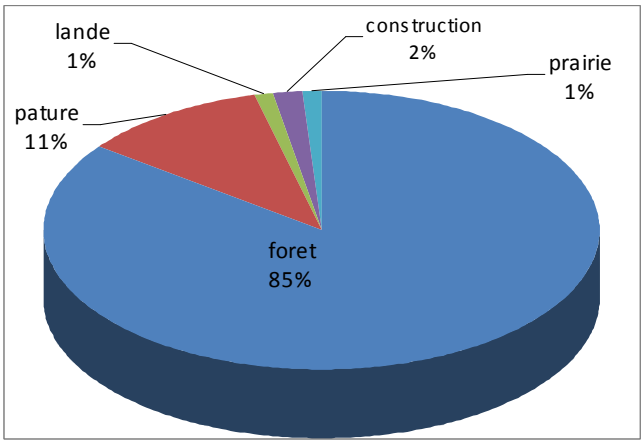


Figure 3 : Représentation en pourcentage de la forêt de Paimpont

Lors de notre étude nous avons étudié 14 stations (cf. annexe, Figure I) pour les analyses physico-chimiques. Parmi ces stations, 3 ont été retenues pour une analyse IBGN. Ces 3 stations ont été sélectionnées en fonction de leurs positions pour analyser au mieux les différentes qualités biotiques du ruisseau de la Noë sur sa longueur. La première station se situe juste en amont de

l'étang d'en Haut, la seconde station se situe à la sortie de cet étang, tandis que la troisième se situe en aval de l'étang du Châtenay.

2-Prélèvements physico-chimiques :

Pour tous les échantillons, le laps de temps entre le prélèvement et l'analyse était d'environ 1 heure. Les mesures de température de l'eau, concentration en oxygène, pH, conductimétrie ont été faites directement in situ. Les mesures de nitrite, nitrate, ammonium, phosphate, MES (matières en suspension), et de fer ont été réalisées en laboratoire.

Lors des prélèvements, la présence d'air dans les flacons fut limitée au maximum pour éviter les échanges gazeux lors du transport. Afin de minimiser l'altération des échantillons par adsorption sur les parois des flacons, par photodécomposition, volatilisation ou biodégradation, nous avons utilisé des bocaux en verre. Les prélèvements ont aussi été conservés au frais lors du transport puis lors de leur stockage au laboratoire avant analyse.

A - Mesures physiques :

La Température :
La température a été mesurée in situ avec une sonde. La solubilité des sels et des gaz, la conductivité, les vitesses des réactions chimiques et biochimiques dépendent de la température. Par exemple la concentration en oxygène dissous diminue fortement quand la température augmente. De plus chaque espèce ne vit que dans un intervalle de températures déterminé qui correspond à son préférendum thermique, ce qui peut être intéressant à évaluer. L'appareil utilisé est un checktemp 1.

Conductivité :
La conductivité a été mesurée avec un conductimètre (appareil Cond 340i de WTW, précision de ± 0,5%). La mesure de conductivité se fait in situ sans pré-filtration. Elle mesure la capacité de l'eau à conduire un courant électrique entre deux électrodes. Plus l'eau est chargée en éléments minéraux (cations et anions) plus la conductivité augmente. Ainsi la conductivité renseigne sur la minéralisation globale de l'eau. La conductivité dépend elle aussi de la température, on l'a donc mesurée in situ.

Mesure de la vitesse du courant :
Habituellement, la mesure s'effectue avec un courantomètre, mais celui disponible au laboratoire était hors d'état de marche. Nous avons donc effectué la mesure à l'aide de branches de bois de tailles proches. Celles-ci ont été suivies sur une distance déterminée avec un chronomètre ce qui nous permet de calculer la vitesse du courant. La mesure de la vitesse du courant à été faite pour respecter la norme AFNOR IBGN qui veut que l'on choisisse des zones de prélèvements avec des couples substrat/vitesse différents.

MES :
La mesure des matières en suspension renseigne sur la quantité de matière minérale et organique qui n'est pas dissoute dans l'eau. Un bidon d'un litre a été prélevé pour chaque station. L'eau est ensuite filtrée avec un filtre GF/C. Puis celui-ci après séchage est pesé ce qui nous permet de connaître la quantité de matière sèche en suspension qui se trouve dans l'eau par unité de volume. En effet il n'a pas toujours été possible de filtrer 1 litre d'eau, le filtre pouvant se saturer avant. Les filtres sont séchés dans deux étuves. Une première fois à 105°C pour déshydrater le filtre et ainsi obtenir la quantité de MES totale. Une seconde fois à 505°C pour oxyder la matière organique présente sur le filtre et ainsi ne garder que la part minérale (appareil utilisé pour la pesée des filtres : Denver instrument MXX-2001 ± 0,001g).

B - Mesures chimiques :

pH :
Le pH a été mesuré pour chaque station avec un pH-mètre. Cette mesure est un paramètre important de la qualité de l'eau. En effet, il influence de nombreux processus biologiques et chimiques. Le pH était mesuré avec une électrode de verre : pH testr10 Oakton.

Concentration en oxygène :
Pour chaque station, l'oxygène dissous dans l'eau était mesuré avec une électrode à membrane (Bioblock scientific CONSORT C534, précision ± 0,01 ppm). On a mesuré le pourcentage de saturation de l'oxygène dans l'eau, ainsi que la concentration en mg/L. Sa présence sous forme dissoute dans les eaux est primordiale pour la vie aquatique. L'oxygène provient du contact de l'air avec l'eau, et sa solubilisation, faible, est accentuée avec le brassage (notamment en rivière). La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

Remarque pour les mesures faites par absorbance : En laboratoire, on filtre l'eau avant de mesurer les concentrations. La partie dissoute ne contient que les espèces ioniques en solution. Ainsi, les minéraux dissous comme les composés azotés et phosphorés peuvent être déterminés d'une manière plus précise. En effet la mesure se fait selon la loi de Beer-Lambert. L'absorbance étant égale à la concentration de l'échantillon multipliée par la largeur de la cuve multipliée par le coefficient d'extinction molaire du composé dosé. La mesure pouvant être faussée si des matières en suspension interceptent le faisceau lumineux. Les mesures suivantes ont donc été réalisées après filtration au préalable de l'eau sur filtre GF/C.

Composés azotés :
Les composés azotés présents en excès sont souvent responsables de l'eutrophisation des lacs et des rivières. En effet l'azote est un élément limitant pour ce type d'écosystème.

L'azote ammoniacal (N du NH_4^+) des eaux superficielles peut provenir de la matière végétale des cours d'eau, de la matière organique animale ou de rejets industriels. A faible concentration il peut provoquer des lésions branchiales, ce qui limite les échanges gazeux entre les organismes et leur milieu. Il peut être transformé en nitrite (appareil utilisé : Hanna instruments HI 93700 ± 0,04 mg/L).

Les nitrites (NO_2^-) stimulent la croissance planctonique. Ils peuvent être toxiques pour la vie aquatique. Leur toxicité augmente avec la température. Ils peuvent être transformés en nitrate (appareil utilisé : Hanna instruments HI 93707 ± 0,02 mg/L).

Le nitrate (NO_3^-) est un élément fertilisant. Il influence donc directement la croissance du phytoplancton. Néanmoins si le milieu est pauvre en phosphates, les nitrates seront peu utilisés. La présence de nitrate est souvent corrélée à la présence d'une activité anthropique (engrais, STEP, …). Cependant c'est un élément présent naturellement en petite quantité dans l'eau via la dissolution des roches (appareil utilisé : HACH DR/2010).

Orthophosphates :
Le phosphate joue un rôle important pour la vie aquatique surtout sous sa forme orthophosphate (PO_4^{3-}) qui est directement assimilable par les plantes. Cet élément peut être limitant au développement biologique en milieu aquatique. Il provient naturellement de la dissolution de la roche mère. Cependant un apport anthropique peut augmenter la concentration et conduire à une dystrophie du système. (Appareil utilisé : HACH DR/2010).

Fer:
Le fer a été mesuré suite à une observation de terrain. L'eau était particulièrement rouge/ocre sur le lieu de prélèvement. C'est un oligoélément. Il rentre notamment dans la composition de l'hémoglobine, du cytochrome C ou encore des mitochondries (appareil utilisé : HACH DR/2010).

Les protocoles utilisés sont conformes aux notices des différents appareils utilisés.

C- Prélèvements Biologiques :

Méthode IBGN

L'eau est un milieu de vie. Son analyse ne peut être complète sans une évaluation de ses qualités en tant que telles. Le principe est alors d'utiliser les organismes aquatiques comme témoins de la capacité de l'eau à maintenir et entretenir la vie. Les êtres vivants sont en effet des réactifs infiniment complexes capables de détecter un bien plus grand nombre d'anomalies qu'un simple réactif chimique. Par leur présence ou leur absence, leur comportement ou leur mort, ils pourront donc nous renseigner sur une qualité de l'eau beaucoup plus globale.
Dans notre étude nous utiliserons un indice biologique pour des raisons de moyens limités dans le temps, dans l'espace, dans le financement et d'objectifs différents. Les indices biologiques, sont basés sur les macroinvertébrés récoltés directement sur le terrain. Ils témoignent de l'état fonctionnel et de la qualité aquatique lotique. Il est en effet souvent nécessaire de connaître la qualité, non pas de l'eau prise isolément, mais du milieu aquatique dans son ensemble (la rivière, avec son bassin versant) (Rodier, 1984).

Les écosystèmes lotiques sont constitués de communautés animales et végétales en équilibre dynamique avec leur milieu. Une modification de celui-ci, due par exemple à une pollution, entraîne un changement plus ou moins durable des caractéristiques de ces communautés. Il est ainsi possible de détecter des altérations de la qualité de l'eau par l'examen des communautés aquatiques.

Ils présentent deux avantages par rapport à une analyse physico-chimique :

- Ils intègrent le facteur temps. Alors qu'un dosage chimique donne un élément de qualité de l'eau à un instant donné, la présence d'un organisme vivant implique que ce dernier a pu accomplir son cycle de développement dans le milieu. Ce qui témoigne d'une certaine qualité de ce milieu dans le passé.
- Ils détectent toutes influences aussi diverses qu'elles puissent être, y compris celles de substances ou de phénomènes inconnus ou celle de facteurs autres que chimiques (aménagements). En effet certains éléments peuvent apparaitre rapidement dans les eaux et dépasser la capacité des analyses chimiques et des méthodes pour tester leurs effets physiologiques sur les organismes vivants. Ainsi toute anomalie de fonctionnement de l'ecosystème affecte ces indices biologiques.

L'interprétation suppose alors une connaissance du fonctionnement naturel de l'écosystème non transformé et l'établissement d'un état de référence. Cet état de référence est théorique. Il correspond à la note de 20 sur 20. De plus nous prendrons en compte les éventuels aménagements réalisés et la météorologie précédente (Rodier, 1984).

Les indices basés macroinvertébrés benthiques fournissent des renseignements de deux types :

- La présence d'un « Taxon » peut révéler un complexe de conditions de milieu, si ce taxon est un bon indicateur, c'est-à-dire s'il est présent que lorsque ces conditions sont réalisées. Ainsi un chironomidé indique la présence d'un milieu riche en matière organique.
- La structure du peuplement, exprimée notament par la richesse spécifique et les abondances des taxons, révèle l'état d'équilibre de la communauté. Mais pour conclure il faut connaitre l'état « normal » du système avant de conclure qu'il y a eu perturbation. D'où l'interêt de faire plutôt un suivi de mesures et d'observer une tendance que de faire des relevés sans régularité.

La méthode que nous avons employée lors de cette étude est l'indice biotique globale normalisé (IBGN – norme AFNOR T90-350, 1992), qui s'effectue grâce à la clé de détermination (Tachet *et al.*, 1980) et qui nécessite une grille IBGN (cf. annexe, Tableau I). L'IBGN est une méthode relativement simple à mettre en place par rapport aux informations qu'elle apporte ce qui fait qu'elle est très utilisée. Cette méthode s'appuie sur la notion d'espèces indicatrices. Les macroinvertébrés sont utilisés en raison de leur relative facilitée de récolte et de manipulation, grâce à un surber (cf. annexe, figure III). Cet indice biotique prend en compte à la fois le nombre de groupes indicateurs (GI) et la richesse en taxons. Ces groupes sont choisis en fonction de leur sensibilité aux pollutions aussi bien organiques que physico-chimiques, mais aussi à toutes perturbations naturelles ou artificielles du milieu. La richesse en espèces récoltées permet d'évaluer la complexité de la communauté vivante. Ces deux aspects, qui dépendent de la valeur écologique et de la richesse du peuplement, sont résumés par une note chiffrée, d'autant plus élevée que le milieu est plus apte à entretenir de façon durable la vie de taxons très diversifiés. Il ne s'agit donc pas d'indice de pollution proprement dit mais plutôt d'indice de qualité du milieu (les pollutions pouvant évidemment perturber et nuire à la qualité du milieu). On notera que le niveau « normal » auquel se situe un système lotique dépend du type de cours d'eau envisagée (Rodier, 1984).

Cette évaluation suppose des conditions d'application. La période de prélèvement préconisée est celle lors des basses eaux estivo-automnales. Le prélèvement ne peut se faire que si le débit est stabilisé depuis au moins 10 jours. Il faut aussi attendre au minimum 15 jours après une crue ou le tarissement d'un cours d'eau (Genin *et al*., 2003).

Cependant la période de prélèvement est choisie surtout en fonction de l'objectif d'étude. Un minimum de deux périodes par an est nécessaire pour bien estimer un milieu. Une seconde période de prélèvement permet de mesurer l'écart entre la situation la plus défavorable et la situation la moins favorable (généralement au printemps) (Rodier, 1984).

Tests Statistiques :

Pour analyser nos données nous avons réalisé des tests statistiques avec le logiciel « R ». Les tests de Student et de Wilcoxon, Kruskall-Wallis sont utilisés au seuil alpha de 5%. Nous avons testé la normalité avec un test de Shapiro, des données ainsi que l'homogénéité des différents échantillons.

Résultats

Suite à nos 3 jours de mesures, nous avons pu obtenir des données biologiques sur trois stations (numérotées C F et I) ainsi que des données physico-chimiques sur quatorze stations (numérotées de A à K).

1. Résultats de l'IBGN :

Nous avons représenté les ordres des différents taxons observés selon la liste des 138 utilisés dans la norme IBGN. En regroupant ces taxons selon leur ordre, nous avons un aperçu plus rapide de nos premiers résultats.

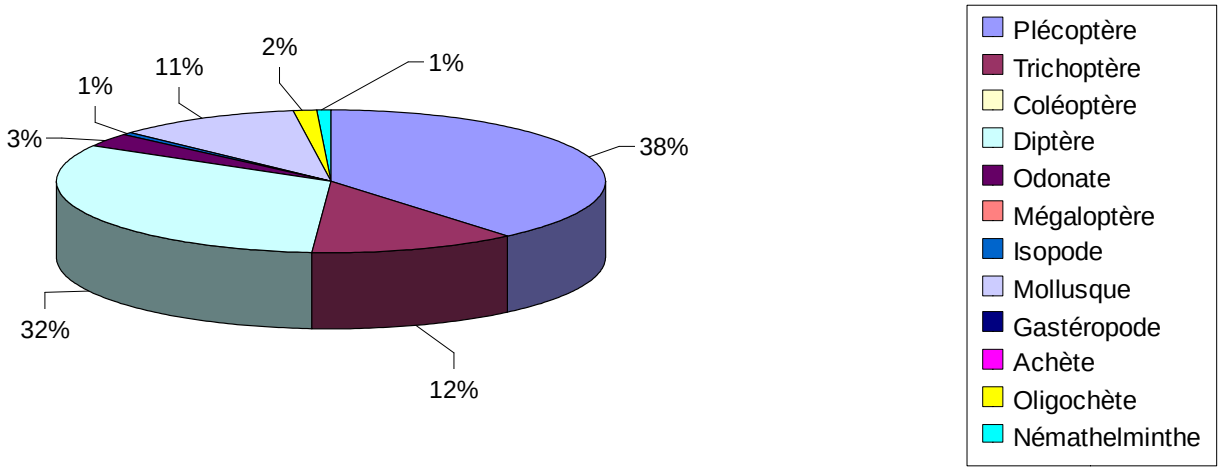


Figure 4 : Diagramme de répartition des macroinvertébrés de la station C

Dans la station en amont nous avons pu observer une majorité de Plécoptères (38%) et de Diptères (32%). En revanche nous avons une absence de Coléoptères, de Mégaloptères, de Gastéropodes et d'Achètes dont la présence fut remarquée sur au moins sur un site. Il est important de souligner que nous avons une présence importante de Trichoptères (12%) et de Mollusque (11%) (figure 4).

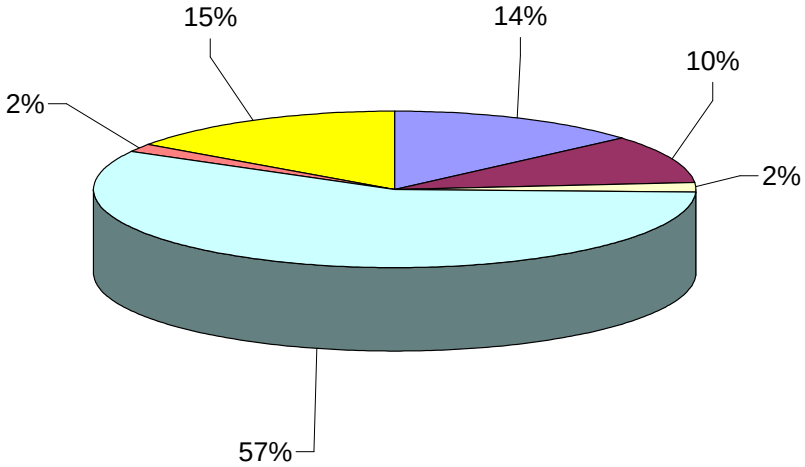


Figure 5 : Diagramme de répartition des macroinvertébrés de la station F

Dans la station qui se situe entre les deux étangs (figure 5) nous avons pu remarquer une majorité de Diptères (57%), et une minorité de Plécoptères (14%), Trichoptères (10%) et d'Oligochètes (15%). Nous avons une absence d'Odonates, d'Isopodes, de Mollusques, de Gastéropodes, d'Achètes et de Némathelminthes.

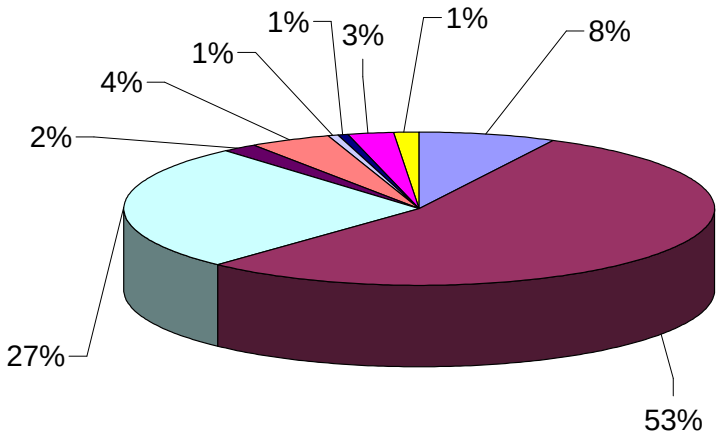


Figure 6 : Diagramme de répartition des macroinvertébrés de la station I

Dans cette dernière station (figure 6), nous avons observé une majorité de Trichoptères (53%). Une bonne partie de nos substrats contenaient des Diptères (27%) et quelques Plécoptères (8%). Nous n'avons pas remarqué de Coléoptères, d'Isopodes ou de Némathelminthes.

Si l'on compare ces trois sites, nous remarquons que les ordres présents en majorité diffèrent. Nous pouvons observer que les Plécoptères fortement présents en amont diminuent au fur et à mesure des stations. Les mollusques, tout comme cette dernière population, voient leur nombre diminuer au cours des stations (de 11% en passant par 0 et 1%). La population de Trichoptères présente à 12 et 10% dans les stations C et F respectivement, explosent à la station I avec 53 %. Au contraire, les Achètes apparaissent à la dernière station, et les Mégaloptères augmentent graduellement de la même façon.

Les Oligochètes sont présents en plus forte proportion dans la station F que dans les deux autres.

D'autre part, des espèces restent très faiblement distribuées, voire quasi inexistante sur les 3 sites (Coléoptères, Isopodes, Gastéropodes et Némathelminthes).

Nous avons représenté dans le tableau 1, les différents types de substrats en fonction des taxons. Les taxons utilisés pour calculer l'IBGN sont représentés dans l'avant dernière colonne, avec le nombre d'individus. Le nombre de taxon total (taxon indicateur et non indicateur) trouvé dans chaque substrat est indiqué dans la dernière colonne du tableau. Un tableau plus complet avec toutes les espèces est placé en annexe (cf. annexe, tableau III).

Tableau 1 Présentation des résultats IBGN par station et substrat.

	Substrat	**Vitesse du courant (faible, moyen, rapide)**	Taxons utilisés pour calculer l'IBGN x individu	Nombre total de taxons différents trouvés par substrat
Station C				
C.1	Sédiments fins ± organiques "vases" ø ≤ 0,1 mm	faible	Chironomidaex24 ;Nemouridaex2 ; Asellidaex1 ;Limnephilidaex1 ; Oligochétex1 ;Polycentropodidaex1 ; Leuctridaex2 ; Taeniopterygidaex2	12
C.2	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	moyen		3
C.3	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	rapide	Nemouridaex1 ;Philopotamidaex1	3
C.4	Sables et limons: ø 2,5 mm	rapide	Chironomidaex1 ; Nemouridaex1 ;Chloroperlidaex1	4
C.5	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets): 250 mm > ø ≥ 25 mm	rapide	Leuctridaex3, Nemouridaex1 ; Perlidaex1 :Polycentropodidaex6, Capniidaex7 ; Chironomidaex6	9
C.6	Spermaphytes immergés	faible	Capniidaex14 ; Chironomidaex1 ; Polycentropodidaex1	5
C.7	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets): 250 mm > ø ≥ 25 mm	moyen	Nemouridaex13 ; Oligochétex1 ;Leuctridaex2	5
C.8	Sables et limons: ø 2,5 mm	moyen		1
Types d'habitats différents sur 10	5		Nombre total de taxons différents présent sur la station C :	25
Station F				
F.1	Sables et limons: ø 2,5 mm	moyen	Capniidaex1 ; Chironomidaex2 ; Leptoceridaex1	4
F.2	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets): 250 mm > ø ≥ 25 mm	moyen		0
F.3	Sables et limons: ø 2,5	rapide	Chironomidaex1 ;	6

	mm		Oligochétex2 ;Chloroperlidaex1 ; Beraeidaex1 ;Limnephilidaex3	
F.4	Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois): blocs > ø 250 mm	moyen		0
F.5	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	moyen	Capniidaex1 ; Nemouridaex1 ; Oligochétex1	3
F.6	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	rapide	Oligochétex3	1
F.7	Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois): blocs > ø 250 mm	rapide		0
F.8	Eléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	rapide	Capniidaex4	3
Types d'habitats différents sur 10	5		Nombre total de taxons différents présent sur la station F	12
Station I				
I.1	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets): 250 mm > ø ≥ 25 mm	faible	Philopotamidaex3 ; Capniidaex1 ; Polycentropodidaex1 ; Limnephilidaex5	6
I.2	Spermaphytes immergés	rapide	Nemouridaex5 ;Hydropsychidaex6 ; Chironomidaex2	5
I.3	Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois): blocs > ø 250 mm	moyen	Chironomidaex7 ;	3
I.4	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	faible	Glossosomatidaex1 ; Sericostomatidaex1	4
I.5	Granulats grossiers: 25 mm > ø ≥ 2,5 mm	moyen	Leptoceridaex1 ; Hydropsychidaex1 ; Limnephilidaex1 ;	6
I.6	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets): 250 mm > ø ≥ 25 mm	moyen	Chloroperlidaex3,Chironomidaex2 ; Hydropsychidaex5, Brachycentridaex1 ;	9

			Polycentropodidaex1 ; Glossosomatidaex1 ;Beraeidaex1	
I.7	Eléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	faible	Chironomidaex10 ; Taeniopterygidaex1 ; Nemouridaex1	8
I.8	Sables et limons: ø 2,5 mm	faible	Chironomidaex15 ; Nemouridaex1	7
Types d'habitats différents sur 10	6		Nombre total de taxons différents présent sur la station I	25

10 habitats : Bryophytes Spermaphytes immergés Eléments organiques grossiers Sédiments minéraux de grande taille Granulats grossiers Sédiments fins ± organiques Spermaphytes émergents de la strate basse Surfaces naturelles et artificielles Algues ou à défaut, marnes et argiles Sables et limons

Vitesses du courant : faible, v ≤ 25 ; moyen, 25 > v > 75 ; rapide, v ≥ 75

Certains substrats n'ont pas été trouvés sur les différents sites, comme les Bryophytes, les Algues, marnes et argiles, et les Spermaphytes émergents de la strate basse. Comme nous n'avons pas observé les 8 substrats requis à chaque station, certains substrats sont pris 2 fois à des vitesses de courant différentes. Dans l'ensemble, nous avons retrouvé les mêmes substrats dans les trois stations (cf. tableau 1).

Pour la station C, nous remarquons que certains taxons apparaissent dans des substrats différents, comme par exemple les Nemouridae, les Oligochétes, les Chironomidae, les Polycentropodidae, les Capnidae... D'autres sont typiques d'un substrat particulier comme les Asellidae, les Limnephiladae… Nous pouvons remarquer que certains taxons ne sont pas présents dans un même substrat lorsque la vitesse du courant est différente (Philopotamidae dans les granulats grossiers). Toutes les vitesses de courant sont représentées dans cette station (cf.tableau 1).

En ce qui concerne la station F, les taxons indicateurs pour l'IBGN ne sont pas représentés dans 3 substrats différents (Sédiments minéraux de grande taille, Surfaces naturelles et artificielles pour un courant moyen ou rapide). Tout comme pour la station C, nous pouvons remarquer que certains taxons ne sont pas présents dans un même substrat lorsque la vitesse du courant est différente (Capniidae dans les sables et limons et dans les granulats grossiers).Un substrat en particulier ne contenait aucun taxon aussi bien à courant moyen que rapide. Il s'agit des surfaces naturelles et artificielles. Peu de diversité a été trouvée dans cette station (17 taxons différents).Certains taxons ne sont présents que dans un substrat donné tandis que d'autres sont présents dans plusieurs substrats. La vitesse du courant est très forte dans cette zone (cf.tableau 1).

Enfin, la station I présente les mêmes caractéristiques que les autres stations, à savoir des taxons présents sur différents substrats ou sur un seul (cf.tableau 1).
Sur cette station, tous les types de courant sont représentés.

Dans l'ensemble de ces trois stations, des organismes sont identiques à toutes les stations (Exemple : les Nemouridae) tandis que d'autres sont caractéristiques d'une station (Asellidae, station c ; les Leuctridae à la station F, Sericostomatidae à la station I).

Concernant les substrats, certains ne sont retrouvés qu'à une station comme les sédiments fins et organiques à la station C ou les éléments organiques grossiers à la station I. D'autres substrats sont commun à 2 stations comme par exemple les Spermaphytes immergés aux stations C et I.

Tableau 2 : Détermination de la note de l'IBGN selon la variété taxonomique de la macrofaune.

IBGN	Station C	Station F	Station I
Somme taxons (Σt)	25	12	25
Classe de variété	8	4	8
Note IBGN (/20)	15	11	16
Robustesse (/20)	14	6	15
Qualité hydrobiologique	1B	2	1B

Dans la liste des taxons pour déterminer la note IBGN, 38 taxons sont des indicateurs de la qualité de l'eau. Pour la station C, 25 taxons différents ont été répertoriés. Notre classe de variété est donc de 8 selon le tableau IBGN (cf. annexe, tableau I). Un nombre supérieur de 3 Capniidaes ont été observés, ce qui nous a permis de déterminer la note de 15. En ce qui concerne la robustesse, le 2ème taxon déterminant pour la liste IBGN est les Leuctridaes (cf. annexe, tableau III), et reflète une norme de 14. Ainsi, la différence entre ces deux notes est peu importante, montrant que la note 15 est peu surestimée. Il en est de même pour la station I, mais pour la station F l'écart est très important, montrant une robustesse moins grande. La valeur de 11 est donc probablement surestimée selon cette méthode. La qualité hydrobiologique 1B correspond à une bonne qualité de l'eau et d'une pollution modérée, la grille de qualité étant donnée en annexe (cf. annexe, tableau II). En revanche, une qualité hydrobiologique de 2 reflète une eau de qualité moyenne avec une pollution nette (Genin et al., 2003). Cependant, ces résultats sont à nuancer (tableau 2).

2- Résultats statistiques

Nous avons testé la normalité des données, celles ci ne sont pas distribuées normalement. De plus nos échantillons ne peuvent pas être considérés indépendants les uns des autres. En effet tous nos prélèvements sont sur le même cours d'eau. Nos échantillons ont été testés dans leur globalité en prenant en compte tous les paramètres qui les constituent. Nous avons ainsi pu remarquer que nos résultats pour l'ensemble physico-chimie, ne sont pas significativement différents les uns des autres (non rejet de H0). Les p-value ont une valeur comprise entre 0.4 et 1. (cf. annexe, tableau VII).

3-Résultats Physico-chimiques :

L'ensemble des résultats de physico-chimie pour chaque station est présenté dans le tableau en annexe, tableau IV et VI. Nous avons représenté nos résultats sous forme de diagrammes en bâtons avec un code couleur correspondant à la qualité de l'eau pour chaque station (cf. annexe, tableau V). Les résultats concernant les mesures de dioxygène (O_2), de pH et des MES seront également présentés sous cette forme de diagrammes.

Résultats Nitrates :

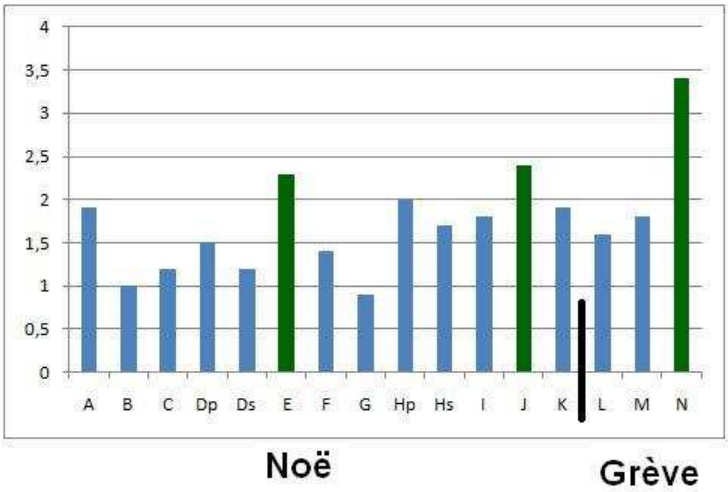


Figure 7 Nitrates, en mg/l, présents à chaque station (bleu = très bonne qualité d'eau, vert = bonne qualité d'eau, jaune = moyenne, orange = médiocre, rouge = mauvaise, d'après la grille SEQ-eau, 1999).

Les résultats montrent une très bonne qualité d'eau par rapport aux nitrates à toutes les stations sauf les stations E, J et N (cf. figure 7). Ces stations correspondent aux deux zones humides de couleur ocre contenant du fer et une mare vraisemblablement eutrophe. Malgré cela la qualité reste bonne.

Résultats Nitrites :

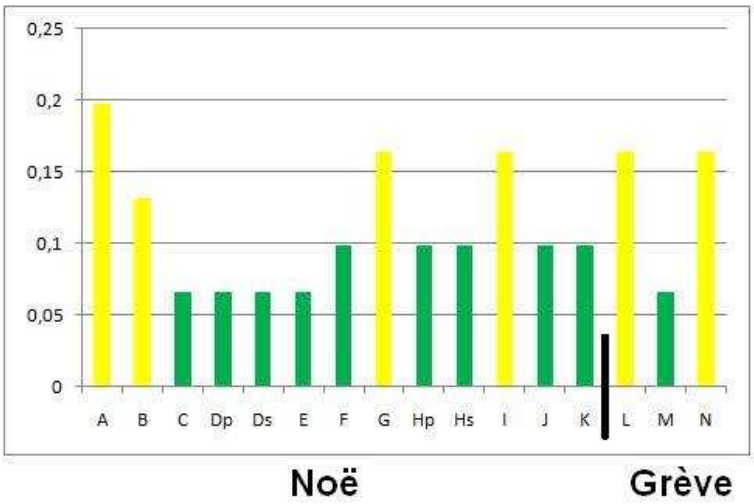


Figure 8 : Nitrites, en mg/l, présents à chaque station (bleu = très bonne qualité d'eau, vert = bonne qualité d'eau, jaune = moyenne, orange = médiocre, rouge = mauvaise, d'après la grille SEQ-eau, 1999).

Pour les nitrites l'eau a une qualité de bonne à moyenne. Avec six stations (A, B, G, I, L, N) de qualité moyenne et les autres de qualité bonne. Dont 2 près des sources [la Noë (0,2 mg/l), la Baranton (0,13 mg/l) et la Grève (0,16mg/l)], la mare ferreuse (0,16mg/l), le ruisseau près de l'IBGN2 (0,16mg/l), et la station après l'Etang de Chatenay (0,16mg/l). Les résultats sur les nitrites montrent dans l'ensemble une bonne qualité de l'eau (cf. figure 8). Donc notre eau ne serait pas ou peu polluée par les nitrites.

Résultats Ammoniaque :

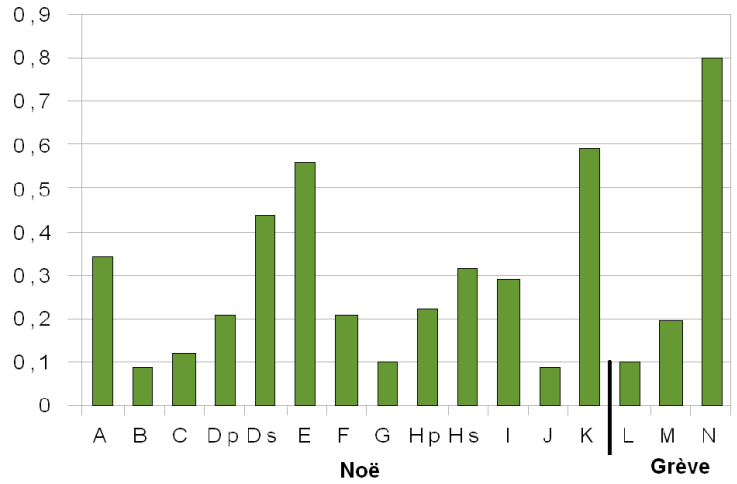


Figure 9 : Ammoniaque (NH3), en mg/l, présent à chaque station (bleu = très bonne qualité d'eau, vert = bonne qualité d'eau, jaune = moyenne, orange = médiocre, rouge = mauvaise, d'après la grille SEQ-eau, 1999).

Les résultats sont assez irréguliers sur l'ensemble des zones de prélèvements, avec des points particulièrement élevés (Ds, E, K, N) (cf. figure 9). Le point de prélèvement N possède le taux le plus élevé (0,8 mg/l), il se trouve au niveau de la zone riche en fer dans la zone humide proche du ruisseau de la Grève. Ensuite, viennent les points qui correspondent à l'étang d'en Haut (Ds avec 0,44 mg/l), la deuxième zone humide riche en fer après cet étang (E avec 0,56 mg/l) et enfin le dernier point d'échantillonnage sur la Noë (K avec 0,59mg/l).

Résultats Fer :

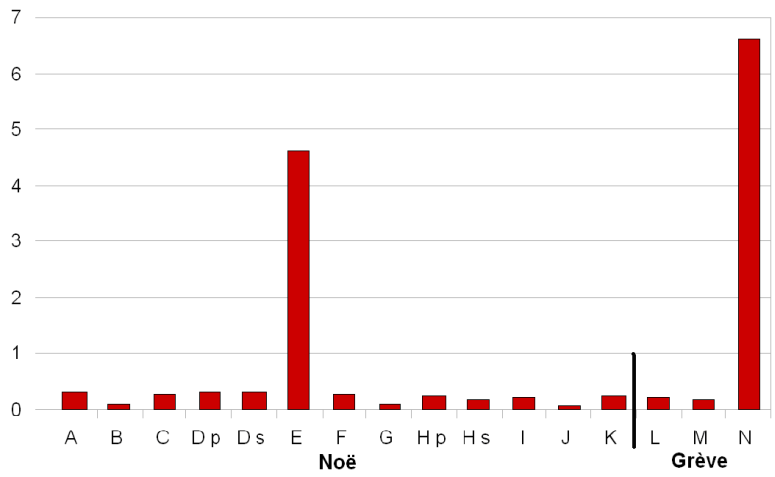


Figure 10 : Fer en mg/l, mesuré dans l'eau de chaque station (bleu = très bonne qualité d'eau, vert = bonne qualité d'eau, jaune = moyenne, orange = médiocre, rouge = mauvaise, d'après la grille SEQ-eau, 1999).

Le fer est peu présent sur l'ensemble de la zone d'étude, il reste globalement inférieur à 1mg/l. Deux points se distinguent des autres par leur teneur en fer particulièrement élevée, il s'agit des deux zones humides étudiées en parallèle (cf. figure 10). La première étant reliée au ruisseau de la Grève en amont de l'étang d'en Haut (N) et la seconde se situe après ce même étang près d'une cascade (E). Leurs teneurs en fer sont respectivement de 6,6mg/l (N) et 4,6 mg/l (E), et leurs eaux présentent une couleur ocre bien prononcée.

Résultats Phosphates :

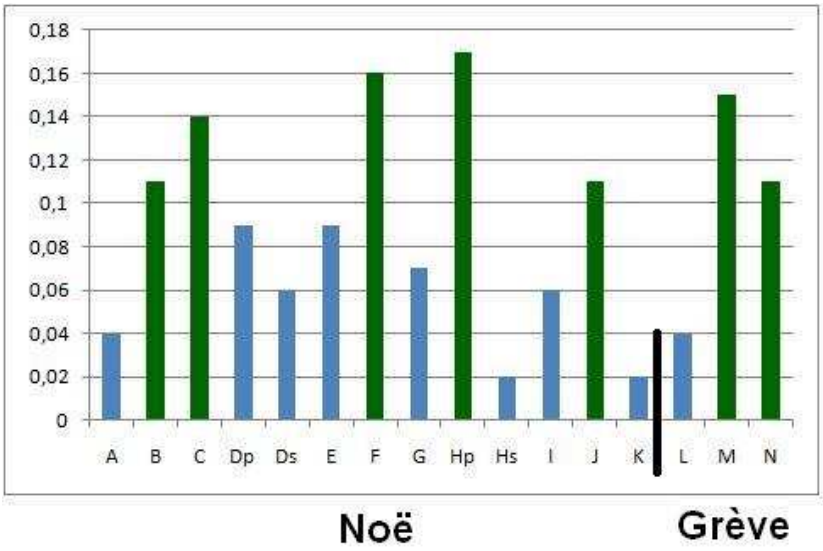


Figure 11 : Teneur en phosphate (mg/l) à chaque phosphate (bleu = très bonne qualité d'eau, vert = bonne qualité d'eau, jaune = moyenne, orange = médiocre, rouge = mauvaise, d'après la grille SEQ-eau, 1999).

A partir de la grille SEQ-eau nous obtenons une qualité des eaux pour les phosphates qui va de très bonne à bonne qualité (cf. figure 11). Les points de bonne qualité sont les points se trouvant en amont de la Noë (0,11 mg/l) et la station C (0,14 mg/l), le point correspondant à la station F (0,16 mg/l), le prélèvement fait en profondeur au niveau de l'étang de Châtenay (Hp 0,17 mg/l) et dans la mare eutrophe proche de la station I (0,11 mg/l). Au niveau de la Grève, deux points sont de bonne qualité, ils correspondent aux zones les plus en aval (M 0,11 mg/l et N 0,15mg/l), alors que le point en amont de ce ruisseau (L) est de très bonne qualité.

Résultats Dioxygène :

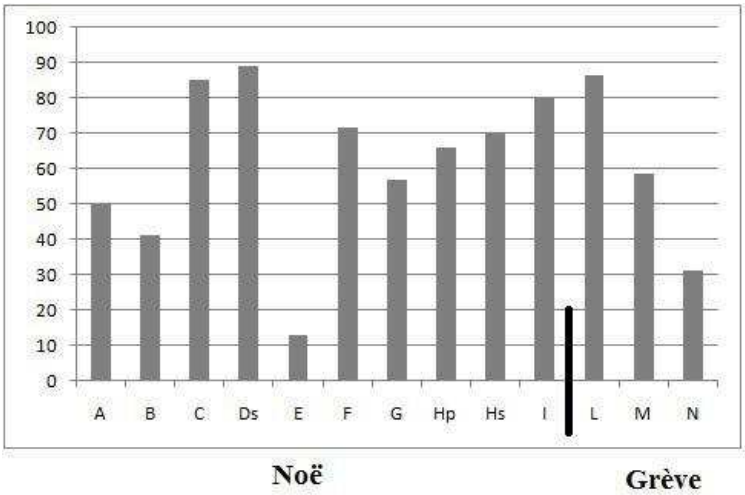


Figure 12 : Mesure du pourcentage de dioxygène aux différents points d'étude

La teneur en O_2 est globalement supérieure à 50%, sauf sur 4 points. Les deux premiers qui sont les points A et B (en amont de la Noë) ont des pourcentages de 50% et 41% (cf. figure 12). Le point E correspond à la zone riche en fer après l'étang d'en Haut et il possède le pourcentage d'O_2 le plus faible qui est 13%. La dernière zone pauvre en O_2 est l'autre zone riche en fer qui se trouve sur la Grève.

Résultats pH :

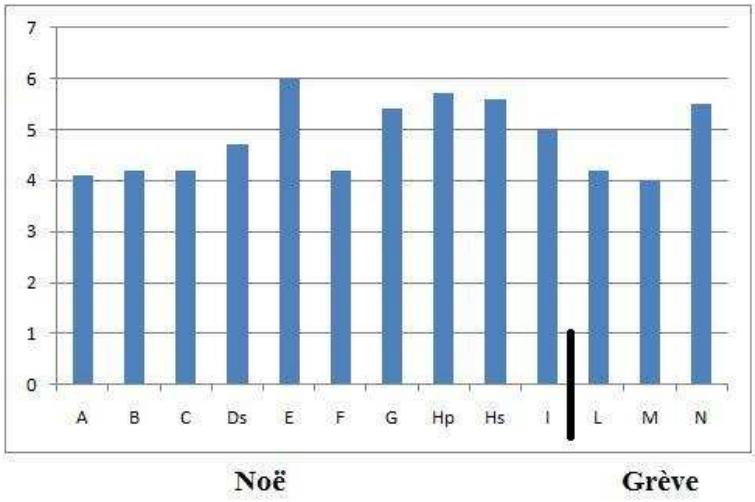


Figure 13 : Mesure du pH aux différentes stations sur la Noë et sur la Grève

Le pH de l'ensemble des eaux est acide et se trouve dans un intervalle de 4 à 6 (cf. figure 13). Nous sommes donc en présence d'eaux acides dans tous les cas.

Résultats MES :

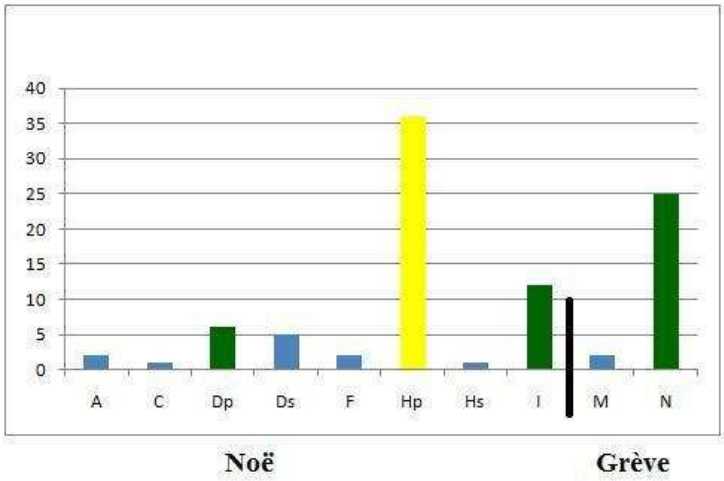


Figure 14 : Détermination des MES (en g/l) dans les différentes stations d'étude

La quantité de MES est relativement faible. Nous observons des pics au niveau des zones profondes des deux étangs (Dp et Hp), ainsi que dans la zone de surface de l'étang du haut (Ds), mais il reste plus faible que pour la zone profonde de ce même étang. Nous avons également deux pics au niveau de la station I et de la zone ferreuse sur la Grève. Les MES n'ont pas été analysées pour toutes les stations, il manque les points B, E, G, J, K et L (cf. figure 14).

Discussion

Au cours de l'étude, nous avons eu un temps très ensoleillé et relativement chaud, donc favorable à l'installation des espèces et à leur développement. Il n'y a pas eu de perturbation météorologique avant notre arrivée et pendant notre séjour.

Les notes IBGN obtenues traduisent une qualité générale de l'eau acceptable, malgré qu'elles reflètent plus le faible nombre de taxons trouvés plutôt que la véritable qualité des organismes. Nous avons par exemple une mauvaise note en station F alors que la qualité de l'eau, au niveau physico-chimique, est bonne. De plus, le substrat de cette station ne semble pas être particulièrement favorable à l'installation d'une grande diversité d'organismes. Nous nous trouvons dans un milieu sans petites granulométries ou autres substrats fins et le courant est rapide. L'IBGN doit donc être mis en parallèle avec les autres résultats obtenus afin de trouver d'autres relations auparavant non-envisagées. Le vent pourrait également avoir une influence sur cette station. Les éléments chimiques seraient transportés plus vite, ainsi ils n'auraient pas le temps de provoquer une pollution particulière (Vighi *et al*., 1991), mais aussi de permettre aux éléments indispensables de rentrer dans la chaîne alimentaire. La qualité physico-chimique de la station I est moins bonne que celle des deux stations en amont. Or, cette station possède la meilleure note pour ce qui est de l'IBGN. Nous avons notamment une baisse de la quantité de Diptères et une explosion du nombre de Trichoptères ainsi que de la diversité taxonomique. L'emplacement de la station est peut-être à considérer ici. En effet, elle se situe juste après l'étang de Châtenay, et est entourée par des pâtures. Celles-ci, bien qu'inutilisées au moment de l'étude, pourraient fournir une source diffuse de nitrates, expliquant leur taux de nitrites mesuré au dessus du seuil de « très bonne qualité », phénomène déjà observé en sortie de pâture à la station G. De plus, une station d'épuration se trouve à la sortie de l'étang. Celle-ci pourrait, par ses rejets, favoriser l'activité de bactéries nitrifiantes ou dénitrifiantes qui conduirait à une augmentation des nitrites. Il faut également noter que la quantité de MES à cette station IBGN augmente. Ceci serait aussi lié à la présence de la station d'épuration. Malgré tout, ceci ne semble pas influencer la biodiversité de cette zone, en dehors du fait que les Trichoptères deviennent majoritaires. Les MES des deux autres stations sont bas et n'ont donc pas d'influences sur la qualité biologique des eaux.

Somme toute, les données fournies par l'Agence de l'eau Loire et Bretagne corroborent ces résultats en donnant aux eaux de la zone géographique une note d'IBGN comprise entre 13 et 16, sans plus de précisions. Nos résultats, hormis ceux de la station F sont donc cohérents. Les rapports des années précédentes fournissent aussi une indication sur l'évolution des notes IBGN (Berlemont *et al*., 2006 ; Dahhaoui *et al*., 2009 ;Rogoz *et al*., 2007 ; Trémège *et al*., 2008). En sélectionnant les stations comparables géographiquement, on remarque une augmentation de la qualité biologique de l'eau (les stations ne sont néanmoins pas exactement aux mêmes endroits, ce qui peut nous faire négliger des variations dues au micromilieu).

Tableau 3 : Comparaison des notes IBGN

	Station C	Station F
2006	8	8
2007	13	10
2010	13	11

Le pH acide des eaux étudiées est sans doute dû au substrat lui aussi acide et empêche le développement de populations d'une faune piscicole et l'installation de certaines espèces de macroinvertébrés. La faible conductivité mesurée traduit une faible minéralisation, c'est-à-dire que nous avons une eau douce. Les données concernant le fer (stations E et N) s'expliquent par l'altération due à l'affleurement et aux microorganismes de couches ferrifères sédimentaires paléozoïques issues des schistes (Chauris *et al*., 1969). Leur présence est d'autant plus forte dans la forêt de Paimpont connue pour être un gite résiduel de fer, que l'eau sera stagnante et peu oxygénée. D'autres points comparables ont été observés dans la région (Val sans retour).

Les autres résultats physico-chimiques sont significativement homogènes entre stations et sont, probablement, seulement dus au substrat.

Le ruisseau de Noë formant des étangs, il était intéressant de voir ce que ceux-ci pouvaient apporter au cours d'eau. Les résultats physico-chimiques restant aussi bons dans les étangs, leur profondeur et les dépôts au fond de l'eau ne semblent pas changer la qualité de l'eau.

Les cours d'eau ont tous une capacité d'autoépuration naturelle. Elle est due à l'action d'organismes détritivores couplée au pouvoir oxydant du dioxygène dissous. Le milieu étudié le long du cours d'eau étant bien oxygéné (sauf exception), nous pouvons émettre l'hypothèse que notre ruisseau possède cette capacité. De plus, nos résultats sur les nitrites appuient cette hypothèse (quantité faible).

Les tests statistiques montrent que dans leur globalité (tous les paramètres pris en compte) les échantillons sont homogènes (non rejet de H0). Les p-value étaient comprises entre 1 et 0,16.

Il ne semble pas y avoir d'impact important de l'agriculture sur notre zone d'étude malgré la présence de pâturages et de zones de cultures maraîchères. Elle se trouve également dans une zone majoritairement forestière, et les champs possèdent pour la plupart des haies qui limitent le ruissellement des eaux (Polunin 2008). Dans les petits bassins versants agricoles comme le nôtre, le niveau de phosphore et de nitrate sont principalement dus à l'érosion de la roche mère et des eaux usées des maisons plutôt qu'à l'agriculture (Thomas *et al*., 1992).

La méthode que nous avons utilisée et les résultats obtenus permettent d'avoir une bonne vision d'ensemble de la physico-chimie de la zone d'étude. Ces derniers vont plus ou moins dans le même sens que les notes IBGN, malgré l'influence des eaux qui rejoignent le cours d'eau principal. Et également la note IBGN de 11 pour la station F qui s'expliquerait par les paramètres physiques (pente, vitesse du courant). De plus, nous avons obtenu une bonne diversité de macroinvertébrés, même si le tri s'est effectué à l'œil nu et rapidement. Cette méthode nous a aussi permis de choisir les stations d'études qui nous semblaient les plus intéressantes. Ceci peut aussi être considéré comme un biais, car nous avons pu laisser de côté des stations tout aussi intéressantes.

Cependant, nous avons rencontré quelques difficultés. Tout d'abord, des biais expérimentaux ont pu être introduits par les instruments de mesures et les manipulations, par exemple concernant les phosphates. En effet, en utilisant deux techniques différentes nous n'obtenons pas tout à fait les mêmes résultats. La sonde pour mesurer le dioxygène dissous est très fragile et mal adaptée pour du terrain, certaines mesures ont pu être approximatives. De plus, nous n'avons pas suffisamment de répétitions dans nos mesures pour pouvoir réaliser des tests statistiques plus puissants. Lors de l'identification des macroinvertébrés certains étaient trop endommagés pour être correctement identifiés et n'ont donc pas pu être pris en compte. C'est notamment le cas d'un Ephéméroptère qui aurait pu être comptabilisé, surtout que ce sont de bons bio-indicateurs.

Ce paragraphe concerne les mesures que nous aurions pu faire, mais laissées de côté par manque de matériel, de données ou de temps. Un suivi des populations et des paramètres physico-chimiques est bien sûr souhaitable, aussi bien pour des variations journalières que des évolutions annuelles. En plus des réplications des mesures effectuées, des dosages d'autres polluants potentiels (pesticides, produits phytosanitaires, métaux lourds), une analyse bactériologique, planctonique, et de la végétation associée seraient à envisager, dans la mesure où toutes les stations « se valent » et qu'il est difficile d'expliquer la note de 11 de la station F.

La dureté de l'eau n'a pas été étudiée non plus. Il aurait été intéressant d'étudier ce caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés par la rivière et correspondant à la teneur en calcium et magnésium de l'eau. L'utilisation d'un courantomètre plus précis et la mesure des débits des différents cours d'eau permettraient une mesure des flux. Pour compléter les mesures des MES, il faudrait effectuer une DBO5 (Demande biologique en oxygène), une DCO (Demande Chimique en Oxygène) et une méthode de Winkler. Ces mesures donnent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables et sur leur provenance.

Dans le prolongement de notre travail sur les 14 stations, nous pourrions déterminer une station représentative de la zone d'étude. Etant donné que les 14 échantillons sont homogènes, il faudrait plutôt prendre une station qui est sur le ruisseau principal. De plus, suivant si on veut prendre en compte les étangs ou pas, le point représentatif sera soit en amont de ces derniers, soit juste en aval. Il en va de même pour la prise en compte de la station d'épuration. Ce point de prélèvement représentatif correspondrait à une station de référence pour établir, par exemple, un suivi sur le long terme de la qualité des eaux du bassin versant.
Une évaluation des dépôts au fond des étangs pourrait permettre de comparer les deux milieux lentiques, par le type de vase, et son analyse.

Conclusion

En étudiant les 14 stations au cours de cette semaine de terrain, nous avons pu constater que la qualité biologique du ruisseau de la Noë (IBGN) n'était pas significativement influencée par le reste du réseau. Ceci limite les conclusions possibles sur ces influences. Les étangs présentent une bonne qualité physico-chimique et n'ont probablement pas d'effets négatifs, voire un rôle de puits pour les « composés lourds » qui se déposent au fond, d'où l'intérêt d'études complémentaires.

D'autre part, le ruisseau semble s'autoépurer de part sa bonne oxygénation, et le peu de nitrites, mais surtout grâce a des concentrations stables des teneurs malgré les apports annexes du réseau.

Enfin, une perturbation ponctuelle au moment des mesures serait prise en compte par la physico-chimie, et se basant sur l'IBGN serait préférable sur le long terme. Les effets de cette perturbation peuvent aussi être diminués par la capacité d'autoépuration du ruisseau.

Un temps magnifique et beaucoup de travail nous ont donc permis de classer les eaux du bassin versant de la Noë comme bonnes, dans le même ordre de grandeur que l'agence de l'eau Loire Bretagne, durant cette très bonne expérience scientifique et humaine.

Photo 5 : Vue de la station de Paimpont

Annexes

Remerciements……Page 25

Bibliographie……..Page 26

Figure I : Carte des stations d'étude…….……..Page 28

Figure II : Carte du relief du bassin versant de la Noë……..…….Page 28

Tableau I : Grille IBGN selon les normes AFNOR…….....Page 29

Tableau II: Paramètres des classes de qualité pour l'IBGN……...Page 30

Tableau III: Macroinvertébrés trouvés dans les 3 stations avec le nombre d'individus……...Page 30

Figure III: Dessin d'un surber utilisé pour IBGN…….Page 31

Tableau IV: Mesures réalisées sur le terrain, et au laboratoire pour les MES……. Page 32

Tableau V: Classes et indices de la qualité de l'eau douce pour les paramètres chimiques selon SEQ-eau……Page 33

Tableau VI: Mesures des composés chimiques effectuées au laboratoire... Page 34

Tableau VII : Résultats des comparaisons physico-chimiques entre les stations……Page 36

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les encadrants qui nous ont apporté soutien et attention durant cette semaine, et qui nous ont permis de vivre pleinement ce stage de terrain.

Un remerciement tout particulier à Ludwig Jardillier pour sa disponibilité, et sa présence avec nous sur le terrain, ainsi que son aide.

Merci à Mr Zanella pour sa bonne humeur.

Merci à Mr Dreuillaux de faire partager ses connaissances floristiques et son savoir sur la région.

Enfin, merci à Mr Lata sans qui ce stage ne se ferait plus.

Un merci aussi à tout le personnel de la Station biologique de Paimpont qui nous a accueillis et nourris pendant le stage.

Un remerciement spécial à « dame Nature » pour avoir amené le soleil jusqu'au bout, qui nous a donné le sourire.

Bibliographie

Références

Abiven, G., Baron, C., Crébassa, A., Graux, C. Porta, J. (2005) *Impacts de l'Etang-d'en-Haut et de l'Etang du Chatenay.* Université Paris-sud 11, accédé : 03 avril 2010, <http://hebergement.u-psud.fr/ecotp/paimpont/rapport_paimpont.htm>.

Agence de l'eau Loire-Bretagne (2010) *L'eau en Loire-Bretagne.* L'Agence de l'eau Loire-Bretagne, accédé : 06 avril 2010, <http://www.eau-loire-bretagne.fr/>.

Beaumelle, L., Huard, J., Kiviranta, A., Nalia, A. (2010) *Evaluation de l'état sanitaire de deux systèmes forestiers distinct.* Université Paris-sud 11.

Berlemont, D., Ducrocq, M., Lauters, M., Prioul, B., Thinzilal, F. (2006) *Etude du reseau hydraulique de la station biologique de Paimpont.* Université Paris-sud 11, accédé : 03 avril 2010, <http://hebergement.u-psud.fr/ecotp/paimpont/rapport_paimpont.htm>.

BIOGEO (1999) *SIG et hydrogéologie – Eduterre Usages*. INRP, accédé : 30 mars 2010, <http://www.inrp.fr/Acces/biogeo//cooper/eau/html/ibgnsom.htm>.

Chauris, L., & Guigues, J. (1969) *Gîtes minéraux de la France. 1 : Massif Armoricain (Feuilles de Brest, Rennes et Nantes).* Paris, France : Delbos.

Dahhaoui, I., Ducrocq, E., Mattioni, T., & Morel, A. (2009) *Impacts du Ruisseau du Baranton et de l'Etang-d'en-Haut sur le cours d'eau de la Noë.* Université Paris-sud 11, accédé : 03 avril 2010, <http://hebergement.u-psud.fr/ecotp/paimpont/rapport_paimpont.htm>.

Dreuillaux, J. M. (2008-2009) *Paimpont : Flore typique*. Polycopié de cours, Université Paris-sud, Paris.

Gaiyous, D. (1993) *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire*. Paris, France : Lavoisier.

Genin, B., Chauvin, C., Ménard, F. (2003) *Cours d'eau et indices biologiques : pollutions – méthodes – IBGN, 2e édn*. Dijon, France : Educagri.

Géoportail (2010) *Géoportail.* Institut Géographique National ; Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Dévelopment Durable et de la Mer ; BRGM, accédé : 05 avril 2010, <http://www.geoportail.fr/>.

Groom, M. J., Meffe, G. K., & Carroll, C. R. (2006) *Principles of Conservation Biology* (3rd Ed). Sinauer Associates, Inc: Sunderland, Massachusetts USA.

IFEN (1994) *L'Environnement en France*. Paris, France : JOUVE.

Larsen, F. W., Bladt, J., & Rahbek, C. (2009) Indicator taxa revisited: useful for conservation planning? *Diversity and Distributions, 15, 70-79.*

Lata, J-C., Banas, D. (2006-2007) *Limnologie : écologie, et étude des paramètres physicochimiques, faunistiques et floristiques*. Polycopié de cours, Université Paris-sud 11, Paris.

Ministère de l'Ecologie (2010) *Logement, aménagement durable et ressources naturelles.* Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Dévelopment Durable et de la Mer, accédé : 07 avril 2010, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>.

Polunin, N. V. C. (2008) *Aquatic Ecosystems: Trends and Global Prospects*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Rodier, J. (1984) *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7e édn*. Paris, France : BORDAS.

Rogoz, P., Qiu, X., Huvier Berkani, C., Lee, W. (2007) *Etude de l'impact de l'Etang-d'en-Haut sur le cour d'eau.* Université Paris-sud 11, accédé : 03 avril 2010, <http://hebergement.u-psud.fr/ecotp/paimpont/rapport_paimpont.htm>.

Tachet, H., Bournaud, M., Richoux, P. (1980) *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique).* Ministère de l'Environnement ; Université de Lyon 1, Biologie Animale et Ecologie ; Association Française de Limnologie.

Thomas, G. W., Haszler, G. R., & Crutchfield, J. D. (1992) Nitrate-nitrogen and phosphate-phosphorus in seven Kentucky streams draining small agricultural watersheds: eighteen years after. *J. Environ. Qual., 21, 147-150*.

Trémège, M., Criscuoli, I., Aguerre, E., Zhang, Y., Baetan, M. (2008) *Impact de la station biologique de Paimpont sur la qualité de l'eau de dû Ru du Chatenay*. Université Paris-sud 11, accédé : 03 avril 2010, <http://hebergement.upsud.fr/ecotp/paimpont/rapport_paimpont.htm>.

Vervier, P., Pinheiro, A., Fabre, A., Pinay, G., Fustec, E. (1999) Spatial changes in the modalities of N and P inputs in a rural river network. *Wat. Res., 33(1), 95-104*.

Vighi, M., Soprani, S., Puzzarini, P., Menghi, G. (1991) Phosphorus loads from selected watersheds in the drainage area of the Northern Adriatic Sea. *J. Environ. Qual., 20, 439-444*.

Logiciels

ERSI (version 9.3.1) *ArcGIS.* (2009) <http://www.esri.com/about-esri/locations.html>.

ERSI (version 9.0) *ArcScene.* (2009) <http://www.esri.com/about-esri/locations.html>.

The « R » Project for Statistical Computing (version 2.10.1) R. (2009) <http://cran.cict.fr/>.

Figure I: Carte des stations d'étude

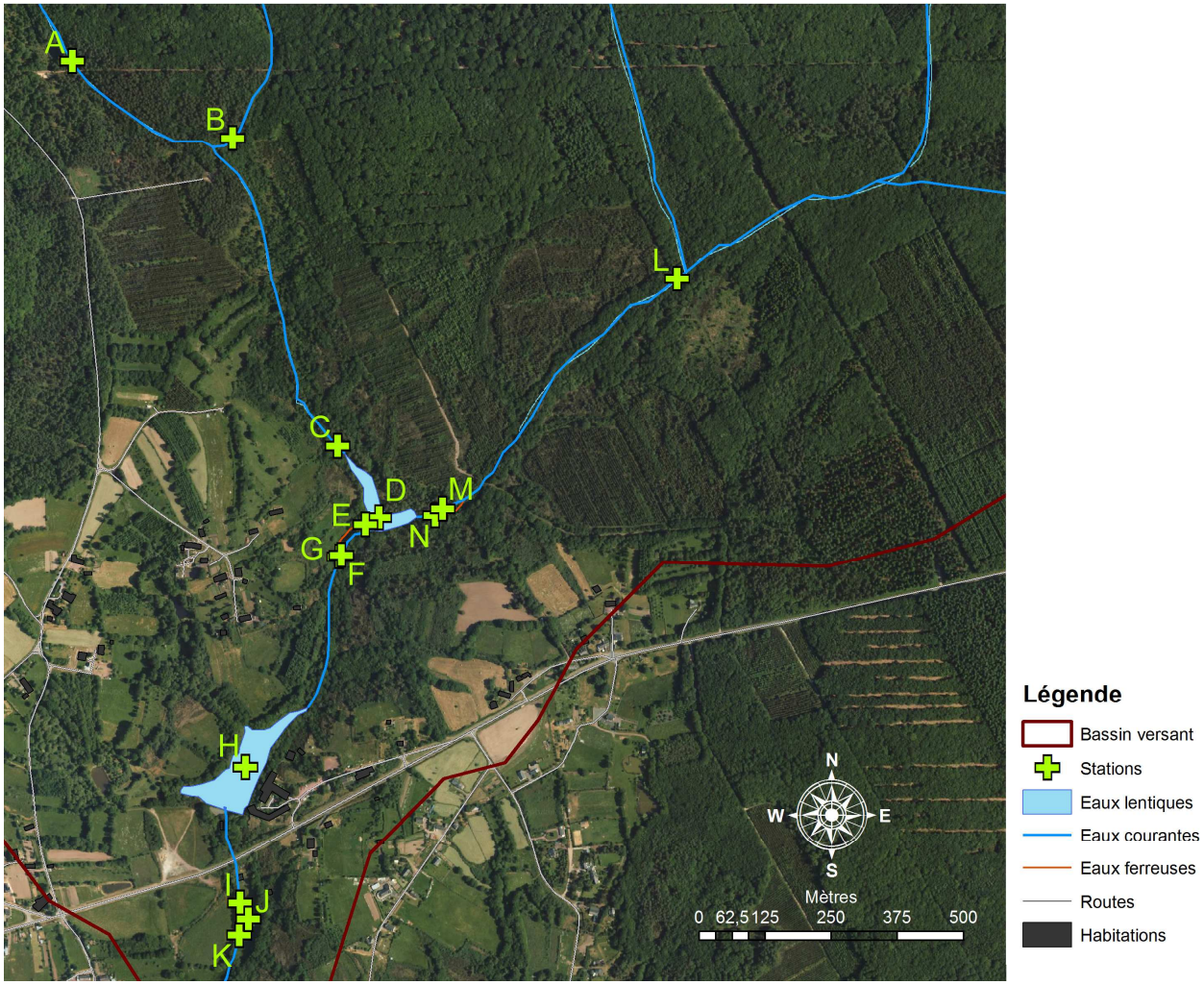


Figure II: Carte du relief du bassin versant du ruisseau de la Noë

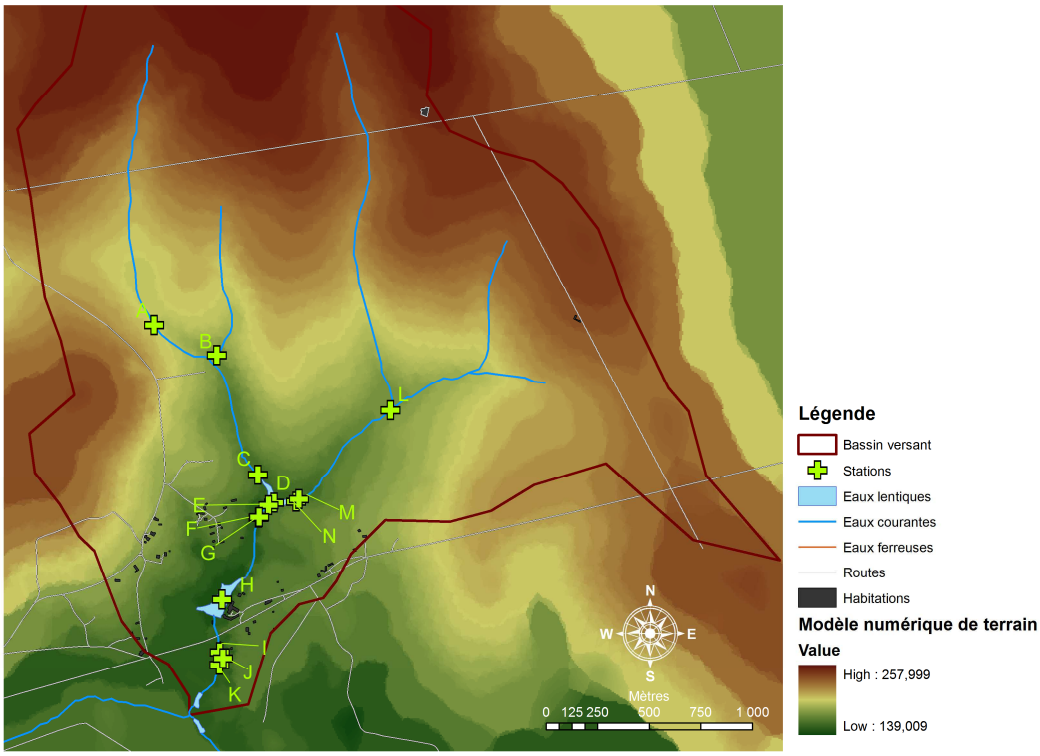


Tableau I : Grille IBGN selon les normes AFNOR, 1992

VALEURS DE L'IBGN SELON LA NATURE ET LA VARIETE TAXONOMIQUE DE LA MACROFAUNE

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

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

Tableau II: Paramètres des classes de qualité pour l'IBGN

IBGN	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤4
Classe	1A	1B	2	3	HC
Qualité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Mauvaise

Tableau III: Macroinvertébrés trouvés dans les 3 stations avec le nombre d'individus

Taxons trouvés	Station C	Station F	Station I
Plécoptère			
Capniidae	21	6	1
Chloroperlidae	1	1	3
Leuctridae	7		
Nemouridae	18	1	7
Perlidae	2		
Taeniopterygidae	2		1
Trichoptère			
Beraeidae		2	5
Brachycentridae			1
Ecnomidae	2		
Glossosomatidae			2
Hydropsychidae			15
Leptoceridae		1	1
Limnephilidae	1	3	6
Molannidae	2		2
Philopototamidae	1		3
Phryganeidae	2		48
Polycentropodidae	8		2
Sericostomatidae			1
Coléoptère			
Eubriidae		1	
Diptère			
Anthomyidae	3		
Blephariceridae		1	
Ceratopogonidae	1		2
Chironomidae	32	3	38
Dolichopodidae	1		
Empididae	1		
Limoniidae	2		
Simuliidae	2	30	1
Syrphidae			1
Odonate			
Aeschnidae	1		3
Cordulegasteridae	3		
Mégaloptère			
Sialidae		1	7
Isopode			
Asellidae	1		
Mollusque			
Sphaeriidae	14		1

Gastéropode			
Planorbidae			1
Achète			
Glossiphoniidae			4
Oligochète	2	9	2
Némathelminthe	1		
Somme taxons	25	12	25

Légende :

	Taxon déterminant pour l'IBGN
	2eme + abondant IBGN

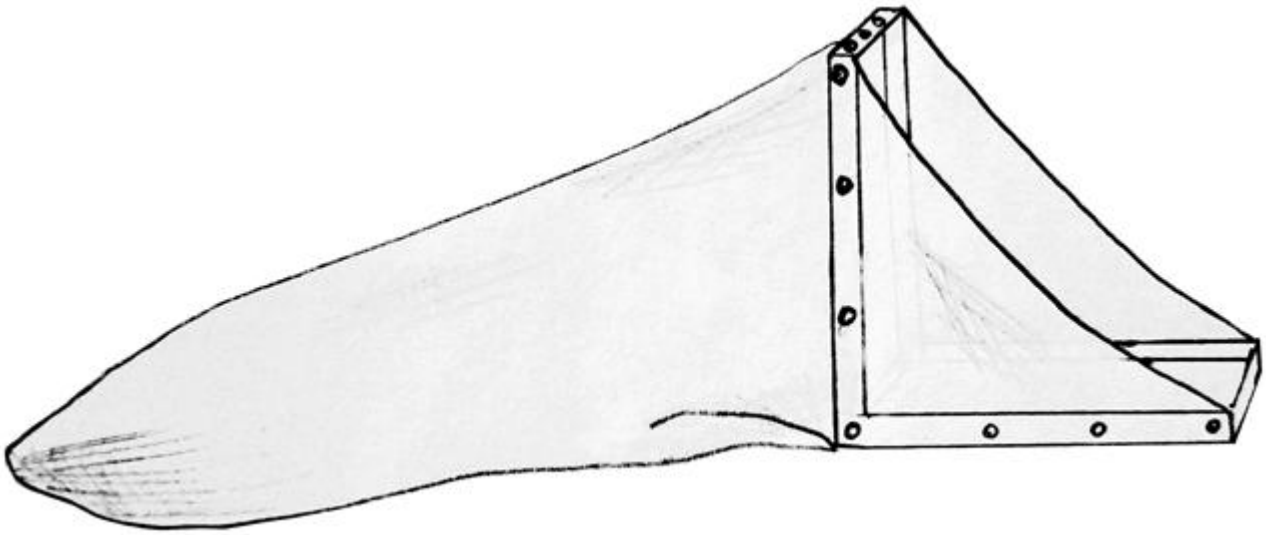


Figure III: Dessin d'un surber utilisé pour IBGN

Tableau IV: Mesures réalisées sur le terrain, et au laboratoire pour les MES

Stations	Température eau (℃)	Conductivité (µS/cm)	pH	GPS, ouest	GPS, ord	Altitude (m)	% O_2	Profondeur (m)	Largeur (m)	Disque de Secchi (m)	MES (mg/L)	MES four 500℃ (g/L)
A	6,6	78,3	4,1	002°14'04,1"	48°00'57,1"	189	50	0,2	0,5		2	0,384
B	7,3	81,5	4,2	002°13'48,5"	48°00'51,3"	168	41	0,1	0,3			
C	6,4	79,1	4,2	002°13'38,0"	48°00'34,0"	186	85	0,2	2,5		1,011	0,546
Ds	9,6	83,1	4,7				89	2,15		2,1	5	0,573
Dp											6	0,558
E	8,4	123,2	6	002°13'36"	48°00'29"		13	0,05				
F	7,4	83,5	4,2	002°13'38,4"	48°00'26,9"	157	71,5	0,5	1,5		2	0,536
G	9,1	72	5,4	002°13'38,4"	48°00'26,9"		57	0,05	2			
Hs	9,4	85,1	5,6				70,5	1,9		1,6	1	0,445
Hp	8,3	81,8	5,7				66			1,6	36	0,524
I	8,6	81,6	5	002°13'48"	48°00'06"		80	0,4	2,1		12	0,365
L	8,5	89,5	4,2	002°29'07,0"	48°00'44"		86,5	0,2	1			
M	6,1	87	4	002°13'30"	48°00'30"		58,5	0,35	1,5		2	0,431
N	8,8	84	5,5	002°13'31,4"	48°00'29,6"	162	31	0,15	4,5		25	0,601

Tableau V: Classes et indices de la qualité de l'eau douce pour les paramètres chimiques selon SEQ-eau.

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Matières organique & oxydables					
Oxygène dissous (mg/l)	**>8**	**>6**	**>4**	**>3**	<3
Matières azotées					
NH4+ (mg/l-NH4)	**<0.1**	**<0.5**	**<2**	**<5**	>5
NO2 (mg/l-NO2)	**<0.03**	**<0.1**	**<0.5**	**<1**	>1
Nitrates					
NO3 (mg/l-NO3)	**<2**	**<10**	**<25**	**<50**	>50
Matières phosphorées					
PO43 (mg/l-PO4	**<0.1**	**<0.5**	**<1**	**<2**	>2
Particules en suspension et pH					
MES (mg/l)	**<5**	**<25**	**<38**	**<50**	>50
Turbidité (NTU)	<5 claire		5 à 30 légèrement trouble		>50 trouble
pH	**<8**	**<8.5**	**<9.0**	**<9.5**	>9,5

Tableau VI: Mesures des composés chimiques effectuées au laboratoire

Station	NO_2^- (mg/l NO_2^-)	NO_3^- (mg/l NO_3^-)	NH_3 Ammoniaque (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)	Fe^{2+} (mg/l)
A	0,19716	1,9	0,33992	0,04	0,29
B	0,13144	1	0,08498	0,11	0,09
C	0,06572	1,2	0,1214	0,14	0,26
Dp	0,06572	1,5	0,20638	0,09	0,31
Ds	0,06572	1,2	0,43704	0,06	0,31
E	0,06572	2,3	0,55844	0,09	4,6
F	0,09858	1,4	0,20638	0,16	0,27
G	0,1643	0,9	0,09712	0,07	0,08
Hp	0,09858	2	0,21852	0,17	0,23
Hs	0,09858	1,7	0,31564	0,02	0,16
I	0,1643	1,8	0,29136	0,06	0,2

J	0,09858	2,4	0,08498	0,11	0,04
K	0,09858	1,9	0,59486	0,02	0,23
L	0,1643	1,6	0,09712	0,04	0,2
M	0,06572	1,8	0,19424	0,15	0,17
N	0,1643	3,4	0,80124	0,11	6,6

Tableau VII : Résultats des comparaisons physico-chimique entre les stations.

Station	A	B	C	Dp	Ds	E	F	G	Hp	Hs	I	J	K	L	M	N
A		P value = 0.7962	P value = 0.9314	P value = 0.8413									P value = 0.9166			
B			P value = 0.7572	P value = 0.7533												
C				P value = 0.9166	P value = 0.8597		P value = 0.8597									
Dp					P value = 1	P value = 0.5284	P value = 0.9166									
Ds						P value = 0.691	P value = 0.9314									
E							P value = 0.7962	P value = 0.7572								
F								P value = 0.5959	P value = 0.9648							
G									P value = 0.5076	P value = 0.7237						
Hp										P value = 0.8946	P value = 0.9314					
Hs											P value = 0.9648	P value = 0.7533				
I												P value = 0.4206	P value = 1			
J													P value = 0.7533	P value = 0.6742		
K														P value = 0.7533	P value = 0.8413	
L															P value = 1	P value = 0.627
M																P value = 0.6048
N																

P-value	inf à 0,05	sup à 0,05
	non homogène	Homogène