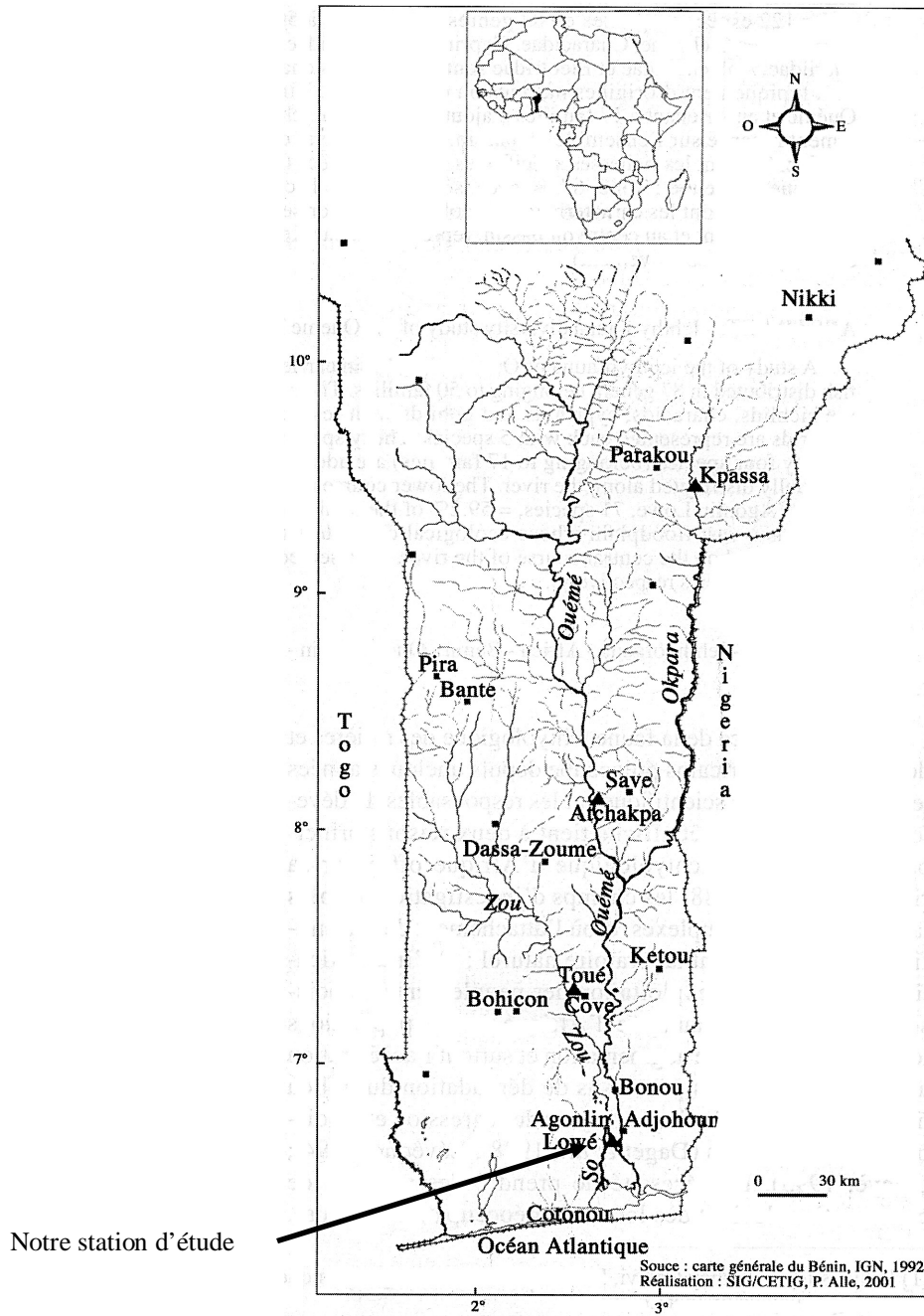


## **Chapitre 3**

### **Méthodes générales**



**Figure 3.1** : Carte du fleuve Ouémé montrant les stations d'échantillonnage du projet « Biodiversité et Aquaculture des Poissons-chats du Bénin » (BAPCB, 1998-2003) (d'après Lalèyè *et al.*, 2004).

### 3.1- Choix de la station d'Agonlin Lowé

L'étude a été limitée au village d'Agonlin Lowé, une des stations d'échantillonnage du projet « Biodiversité et Aquaculture des Poissons-chats du Bénin » (BAPCB) (Fig. 3.1). A première vue, notre choix peut paraître étonnant : en quoi la station d'Agonlin Lowé peut-elle être représentative de l'ensemble du delta de l'Ouémé pour le groupe de poissons que nous nous sommes donnés d'étudier : les poissons-chats.

La première raison de notre choix est liée au fait que de février à décembre 1998, une étude de prospection systématique des poissons-chats avait été réalisée dans le cadre du projet BAPCB ci-dessus cité dans 18 stations réparties sur l'ensemble du bassin de l'Ouémé (cfr. Rapport Philippart, Teugels et Lalèyè, 1999 *in* BAPCB, 1998-2003). Cette prospection a permis, sur la base de la présence effective et de l'abondance relative élevée des poissons-chats, de choisir 4 stations représentatives du bassin, dont celle d'Agonlin lowé. Ces 4 stations ont ensuite fait l'objet de deux années successives d'échantillonnages dont les résultats généraux relatifs à la biodiversité des poissons ont été publiés par Lalèyè *et al.* (2004). D'après ces auteurs, la station d'Agonlin Lowé est assez représentative de l'ensemble de la zone deltaïque de l'Ouémé sur le plan de la diversité ichtyologique avec 59,2 % de l'ichtyofaune du bassin et plus de 80 % des poissons-chats susceptibles d'être capturés dans celui-ci. Il était donc fort intéressant, au moment de faire le point de nos travaux dans le delta, bien entendu réalisés dans le cadre du projet BAPCB, de focaliser l'attention sur ce milieu en reprenant l'ensemble des données du projet et, de voir de près les paramètres qui y déterminent l'abondance de ces poissons.

En deuxième lieu, nous avons tenu compte du fait que pour comprendre les facteurs qui influencent la biologie générale et l'abondance des espèces en particulier, il faut rechercher à observer celles-ci dans l'espace et dans le temps. A cet égard, la station d'Agonlin Lowé occupe une position privilégiée dans le delta de l'Ouémé. Elle est localisée dans le moyen delta et comporte, en plus des habitats naturels, divers types d'habitats artificiels qui constituent de véritables pièges à poissons : les acadjas de rivière et les trous à poissons (Lalèyè *et al.*, 2004).



**Photo 3.1** : Un type de filets mono filament utilisé pour les pêches expérimentales à Agonlin Lowé de mai 1999 à mars 2001.

**Tableau 3.1-** Lieux de pose des filets maillants expérimentaux à Agonlin Lowé de mai 1999 à mars 2001.

Mois	Lit principal du fleuve	Plaine d'inondation	Bras conduisant les eaux vers Azowrissè
Mai 99	////////////////////		
Juin 99	////////////////////		
Juillet 99	////////////////////		
Août 99		////////////////////	
Septembre 99		////////////////////	
Octobre 99		////////////////////	
Novembre 99		////////////////////	
Décembre 99			////////////////////
Janvier 00	////////////////////		
Février 00	////////////////////		
Mars 00	////////////////////		
Avril 00	////////////////////		
Mai 00	////////////////////		
Juillet 00			////////////////////
Septembre 00		////////////////////	
Novembre 00			////////////////////
Janvier 01	////////////////////		
Mars 01	////////////////////		

Jusque dans la partie supérieure du moyen delta (stations d'Affamè et de Bonou par exemple), ces types d'habitats existent également mais le niveau très bas de l'eau dans le lit du fleuve en saison sèche n'autorise pas, sur plusieurs km, la pêche et l'installation des acadjas, ce qui risquait de la quantité de données à collecter. De plus, la pente du cours relativement plus élevée à ces endroits ne permet pas à certains trous à poissons d'être inondés si la crue n'est pas d'une certaine importance. Dans la partie basse du delta, en aval d'Agonlin Lowé, les stations semblent connaître une influence des eaux saumâtres (station de Hêtin Sota par exemple) et il était inapproprié de vouloir étudier nos poissons d'eau douce dans une telle station.

Enfin, le village d'Agonlin Lowé est situé non loin du marché international d'Azowrissè. Ainsi, les populations de pêcheurs de ce village sont habituées à toute forme de collaboration avec des personnes étrangères, ce qui constitue un atout important pour la collecte des données notamment pour l'installation de filets expérimentaux.

## **3.2- Organisation de la collecte des données**

### **3.2.1- Le planning des sorties sur le terrain en 1999 - 2001**

La collecte des données sur le terrain a porté sur une période de deux ans. Nous avons effectué des sorties mensuelles de deux jours au cours de la première année (mai 1999 à avril 2000) et des sorties bimestrielles également de deux jours au cours de la deuxième année (mai 2000 à mars 2001). Ce qui donne au total 18 sorties formelles sur le terrain. L'échantillonnage des poissons a été réalisé au moyen de pêches expérimentales organisées par nous-mêmes et de pêches artisanales (commerciales) quotidiennement réalisées par les populations de pêcheurs.

Au cours des deux journées de pêches expérimentales, nous avons mesuré les paramètres descripteurs du milieu de vie des poissons.

### **3.2.2- Les pêches expérimentales**

Elles ont été réalisées au moyen de deux batteries de filets maillants mono filament (photo 3.1). Une batterie comporte 9 filets de différentes mailles (10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40 et 45

mm). Chaque filet mesure 30 m de long et 2,5 m de hauteur (chute) et est muni de flotteurs et de plombs respectivement sur les ralingues supérieures et inférieures.

Au cours d'une sortie, les 9 filets d'une batterie sont mouillés pour une durée de 48 heures. Ils sont posés le premier jour à 7h du matin et sont ramassés le deuxième jour à la même heure. Les captures d'une journée sont relevées toutes les 3 heures, à savoir 10h15, 13h15, 16h15, 19h15, 22h15, 01h15, 04h15 et 07h15. Les mêmes heures sont respectées pour la deuxième journée, les filets étant laissés aux mêmes endroits. Pendant la période des basses eaux, les filets sont installés dans le lit du fleuve, tandis qu'ils sont installés dans la plaine d'inondation durant la période des grandes eaux.

Le tableau 3.1 présente les endroits de pose de ces filets au cours des différents mois d'échantillonnage.

Au total, les filets ont été posés dix (10) fois dans le lit du fleuve, 5 fois dans la plaine d'inondation et 3 fois dans le bras du fleuve amenant les eaux dans la plaine, vers Azowrissè. Pour raison de clarté dans la présentation des résultats par endroit de pêche (ou habitat), les poissons capturés dans le bras seront considérés dans la suite comme ayant été pêchés dans le lit du fleuve.

Les poissons capturés dans les pêches expérimentales sont rangés par heure de capture et par maille et sont tous traités sur place. Dans un premier temps, le traitement a consisté à une pesée globale de la capture de chaque filet, la biomasse totale capturée pour une heure donnée étant la somme de la biomasse des 9 filets relevés à cette heure. Dans un deuxième temps, les poissons sont identifiés par filet (par maille) et rangés par espèce. Le nombre total d'individus par espèce est compté et une pesée globale pour tous les individus de l'espèce est faite. Tous les spécimens de poissons-chats sont d'office traités, tandis que pour les non-poissons-chats, un échantillon d'individus par espèce est prélevé pour les mesures morpho-métriques et la détermination du sexe et des stades de maturité.

L'échantillonnage est réalisé de façon proportionnelle (1/3 au moins du nombre total) au nombre total d'individus représentant l'espèce. Si une espèce est représentée par moins de 50 individus, tous les individus sont systématiquement traités. De plus, les espèces de poissons-chats font toutes l'objet de traitements plus détaillés comprenant des prélèvements d'organes (gonades, pièces osseuses) pour l'étude de la reproduction et de la croissance. La méthode de collecte d'informations sur ces organes est précisée plus loin dans les résultats au début de chacun des chapitres les concernant.

### **3.2.3- Les pêches artisanales**

Durant les sessions de 48 heures de pêches expérimentales, les poissons capturés par les pêches artisanales sont également contrôlés. Il s'agit des captures dans les acadjas, les trous à poissons, les filets maillants artisanaux, les lignes simples ou composées, les barrages à nasses, les filets éperviers, les bambous, les paniers et plusieurs autres techniques utilisées de façon occasionnelle par les populations. Au total 17, techniques et engins de pêche furent exploités pour les pêches artisanales y compris les acadjas et les trous à poissons. La description détaillée de ces techniques traditionnelles de pêche utilisées dans le milieu est présentée au point 4.2 du chapitre 4.

En fonction des saisons, des mois et de l'état de la plaine d'inondation, les engins utilisés par les pêcheurs sont posés à différents endroits. Selon les habitats, on peut distinguer les engins utilisés uniquement dans le lit du fleuve, ceux utilisés uniquement dans la plaine inondable et ceux communs aux deux habitats.

Les données obtenues pour les captures dans les acadjas et les trous à poissons concernent, pour chaque année, la période de décembre à juin pour les acadjas et de février à mai pour les trous à poissons.

Les autres engins sont en général posés le soir entre 17h et 19h et relevés le matin entre 7h et 8h durant leur période d'utilisation. En période de crue, certains sont utilisés au cours de la journée où ils sont posés seulement pour quelques heures (4h en moyenne). Ils peuvent être ainsi contrôlés deux fois au moins durant les 48h.

Les captures de chaque pêcheur sont pesées par engin. Les différentes espèces sont identifiées et un échantillon de poissons-chats est prélevé en vue de faire les mêmes mesures que celles réalisées sur les sujets issus des pêches expérimentales.

Dans les pêches expérimentales comme artisanales, des données biologiques sur l'écologie, la croissance et l'exploitation des espèces ont été prises. Elles ont été développées dans les chapitres concernant chacun de ces aspects.

### **3.2.4- Les autres sources de données**

Les échantillons, collectés strictement dans le cadre du projet BAPCB, ont été complétés par ceux des travaux isolés réalisés au cours de la même période par des étudiants de la Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Université de Liège avec l'appui du projet Biodiversité et Aquaculture des Poissons-chats. Il s'agit des données récoltées dans les pêches artisanales à Agonlin Lowé par Avohou (1999) ; Gominan (1999) ; Djogo (1999) ; Salako (1999) ; Raemakers (1999) ; Houanyè (2000) ; Agbessi (2000) et Ezin (2001). Certains de ces auteurs ont collecté des données dans d'autres localités du delta ou du fleuve dans son ensemble. Nous n'avons utilisé que les données collectées à Agonlin Lowé, à l'exception des pièces osseuses récoltées à Hêtin Sota et à Toué et qui sont analysées par Raemakers (1999) pour l'étude de la détermination de l'âge, ceci du fait du peu de matériel récolté.

### **3.2.5- Les difficultés particulières liées à l'inventaire**

Il n'est pas possible d'installer des filets expérimentaux dans le lit principal du fleuve durant la période des grandes eaux du fait de la vitesse trop élevée du courant qui les emporte. Les filets maillants des pêches expérimentales, en ce moment, sont tous posés dans les plaines inondées. Dès lors, se pose la question de la représentativité des échantillonnages réalisés en cette période. N'y a-t-il pas des espèces de courant (rhéophiles) qui auraient été laissées ? Mais en se plaçant dans l'hypothèse que la majorité des poissons font leur migration de reproduction en période de hautes eaux, on estime fort minime la liste des espèces qui n'auraient pas été capturées.

Le nombre de pêcheurs qui pratiquent des pêches artisanales dans le lit du fleuve en crue est aussi très faible. Il n'y a en ce moment que quelques palangres qui sont installées pour la capture notamment de *Chrysichthys* et de *Schilbe*. La majorité des nasses utilisées en cette période sont des nasses à crevettes.



Une autre difficulté est liée à la capacité des filets expérimentaux de garder le même niveau de capturabilité sur les 48h. En effet, les filets étant sur place pour 2 jours, il est nécessaire à chaque contrôle de bien les nettoyer afin d'éviter que des débris s'y accumulent indiquant aux poissons la présence d'un obstacle, ce qui limiterait le pouvoir pêchant ou l'efficacité de l'engin. Il arrive quelquefois qu'on aperçoive au contrôle un filet fort colmaté par des débris de diverses sortes surtout pour les filets à petites mailles (10 et 12 mm). Depuis quand était-il dans cet état : une heure, deux heures ou aussitôt après le contrôle précédent ?

Par ailleurs, le filet sous l'action d'un gros poisson ou d'un morceau de bois peut être déchiré et il n'est pas évident de pouvoir le ramener avant le contrôle des heures suivantes, ce qui réduit bien évidemment la surface totale de capture de l'engin. Mais, il faut reconnaître que des situations du genre ne sont pas fréquentes et nous estimons que les échappements de poisson liés à de tel fait n'ont pas d'influence majeure sur notre échantillonnage.

De plus, après une série de sorties les filets déchirés sont réparés avec de nouvelles nappes de mêmes caractéristiques (ou de nouveaux fils si le dégât n'est pas important). Le contraste de cette nappe avec l'ancienne peut certainement induire une certaine forme d'échappement des poissons qui détectent plus aisément l'obstacle. Mais, nous pensons que ceci n'a pas eu d'effet majeur sur l'échantillonnage, compte tenu des eaux relativement troubles d'Agonlin Lowé (transparence moyenne de 30 cm).

Comme la plus petite maille utilisée est de 10 mm, nos filets n'ont pas la capacité de retenir les poissons de taille plus petite, du moins à maille étirée. Pour palier ce problème, une épuisette à mailles plus petites (genre moustiquaire) est de temps en temps utilisée pour capturer quelques juvéniles. Mais, la fréquence d'utilisation de celle-ci ne suit pas les relevés de toutes les 3h des filets expérimentaux, ce qui n'autorise pas l'utilisation de ces données pour certaines analyses.

Pour les pêches artisanales, il arrive qu'un pêcheur utilise deux ou plusieurs types d'engins au cours d'une même journée (filet maillant à mailles variables, nasses, etc.). Les captures sont souvent mélangées avant de nous parvenir. On procède souvent à toutes les observations possibles (relevé des différentes espèces), mais de telles données ne se prêtent pas pour toutes les analyses.

### 3.3- Identification des espèces

Les différentes espèces de poissons ont été identifiées sur la base des caractéristiques morphométriques et méristiques. Deux Clés d'identification ont été utilisées : la Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest (Lévêque *et al.*, 1990, 1992) et le Guide de Terrain des Ressources marines (FAO, 1992). Les spécimens dont la détermination était incertaine ont été envoyés au Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) à Tervuren en Belgique, au laboratoire d'Ichtyologie (Dr. G. G. Teugels), où l'identification est confirmée.

### 3.4- Mesures des variables physico-chimiques

#### Données météorologiques

Elles sont nécessaires pour la compréhension de l'hydrologie du cours d'eau. Les données de précipitations en mm (hauteur d'eau), de température de l'air, d'insolation et de débits concernant la période d'étude ont été obtenues à l'ASECNA et à la Direction de l'Hydraulique à Cotonou, ceci dans la mesure du possible sur ces 50 dernières années.

#### Analyses de routine

Les analyses dites de routine comprennent les mesures des variables suivantes de l'eau : la température en °C, le pH, l'oxygène dissous (O<sub>2</sub>) en mg/l et en pourcentage de saturation (%), la conductivité en µS/cm, le TDS (Total Dissolved Solids) en mg/l, la transparence en cm, et la profondeur de l'eau en m.

Les mesures ont été réalisées chaque mois en surface (entre 0 et 10 cm) de mai 1999 à mars 2001. Faute de bouteille d'échantillonnage de l'eau du fond, les analyses d'eau en profondeur n'ont pas été réalisées. Par saison (périodes de crue, de décrue, de saison sèche et de saison pluvieuse), des cycles de 24 h et/ou de 48 h ont été réalisés durant lesquels les différentes variables ont été mesurées toutes les 3 heures.

#### Analyse des teneurs en sels dissous

Nous avons analysé essentiellement la teneur de l'eau en cations Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et Fe<sup>+</sup> et en anions NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Entre mai 1999 et mars 2001, il était prévu un échantillonnage par mois en vue de réaliser une évolution dans le temps et dans l'espace des sels minéraux. Mais pour des raisons

indépendantes de notre volonté (défaut de réactifs et/ou d'appareils de mesure souvent défectueux au moment prévu), seulement quelques échantillonnages ont été effectués d'octobre à décembre 99 et en mars 2001 dans le fleuve et la plaine inondée.

### Méthodes d'analyses

Les variables de routine sont mesurées à 7h, 10h, 13h, 16h, 19h et 22h. Les mesures sont effectuées avec des sondes électroniques appropriées pour chacun des paramètres.

- L'oxygène dissous est mesuré au dixième de mg à l'aide d'un oxy-thermomètre (WTW oxi 197) préalablement calibré pour une température moyenne de 25°C. En eau salée cet appareil, doit être calibré en fonction de la teneur en sel, la valeur de l'oxygène en ce moment dépendant de la concentration en sel de l'eau. Notre station d'étude est relativement éloignée des lagunes du Sud-Bénin et ne contient que de l'eau douce en toute période de l'année comme on peut le constater dans les tableaux de résultats. Les lectures d'oxygène dissous sont donc faites en maintenant la salinité à zéro.

- La température de l'eau est repérée au dixième de °C à l'aide de la sonde couplée à l'oxy-thermomètre.

- Le pH est mesuré à l'aide d'un pHmètre ATC / HANNA / pHep3 avec une résolution de 0,1.

- La conductivité électrique est mesurée en micro-Siemens par cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) à l'aide d'un conductivimètre WTW LF 197. La conductivité augmente avec la teneur de l'eau en sels dissous et avec la mobilité des ions. Elle traduit ainsi la conductance d'une colonne d'eau comprise entre 2 électrodes métalliques de 1  $\text{cm}^2$  de surface, séparées l'une de l'autre de 1 cm.

- Le TDS (Total Dissolved Solids) est mesuré en mg par litre (mg/l) à l'aide du même conductivimètre. Il traduit la quantité de matières solides dissoutes dans l'eau et évolue dans le même sens que la conductivité électrique de l'eau.

- La transparence est mesurée en cm à l'aide du disque de Secchi muni d'une corde graduée. La transparence de l'eau permet d'évaluer la zone euphotique nécessaire dans l'estimation de la production primaire et la teneur de l'eau en charges solides de diverses natures.

- La profondeur de l'eau est mesurée en cm à l'aide de la corde graduée du disque de Secchi.

- Les ions et les cations cités ci-dessus sont dosés à l'aide du spectrophotomètre DR 2010 (marque HACH).

### **3.5- Méthodes spécifiques d'étude biologique des poissons**

Pour la clarté du document, les méthodes particulières d'étude biologique des poissons (croissance, reproduction, etc.) seront présentées en introduction à l'exposé des résultats correspondants.

### **3.6- Traitement des données et analyses statistiques**

Toutes les données sont encodées sur ordinateur PC. Diverses routines sont mises au point à l'aide des possibilités macro du logiciel Excel 2000 en vue de la réalisation des nombreux tableaux de synthèse qui s'imposent. Les tableaux de données sont ensuite analysés à l'aide des logiciels StatView (version 5.0.1) et Statistica (7.1) du Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie (LDPH/ULg). Le programme Elefan 1 incorporé au logiciel Fisat II (FAO-ICLARM, 2002) a été utilisé pour la détermination des paramètres de croissance, la mortalité et le taux d'exploitation pour les espèces étudiées.

Plusieurs calculs mathématiques ont été effectués en vue de caractériser les populations de poissons en ce qui concerne les relations poids longueur, la condition, le sex-ratio, l'indice gonado-somatique, la taille de première maturité, les coefficients de croissance, la mortalité et le taux d'exploitation. Ces calculs et les objectifs de la méthode utilisée sont présentés en début des chapitres de résultats concernés par l'un ou l'autre.

Les corrélations entre les différentes variables sont étudiées et les droites de régressions tracées. Pour divers groupes et sous-groupes de poissons, les pentes des droites de régression sont comparées entre eux ainsi que les ordonnées à l'origine.

Le test classique de Kolmogorov-Smirnov nous a permis de tester la normalité des variables. Différentes moyennes sont comparées à l'aide du test t de Student dans le cas de variables normales et de son équivalent non paramétrique, le U de Mann et Withnet, dans le cas contraire. Les proportions ont fait l'objet d'une comparaison au moyen du test de Chi-2. Plusieurs analyses de la variance (Anova) à 1, 2 et 3 critères de classification sont effectuées

pour déterminer si des moyennes présentent une différence significative entre elles pour les variables normales. Dans le cas contraire, son homologue, le test de Kruskal-Wallis est utilisé. Ces analyses permettent de voir l'effet des saisons, des mois et des descripteurs du milieu sur les valeurs des variables concernées.

Des analyses en composantes principales (ACP) et des analyses factorielles des correspondances (AFC) sont appliquées aux données, selon le cas, pour déterminer les structurations possibles dans le milieu. Pour les données de pêche (poids et nombre), l'analyse est effectuée après transformation logarithmique des données selon  $\ln(x + 1)$  afin de normaliser les variables (x).

Pour tous les tests réalisés, les résultats sont considérés significatifs pour  $p < 0,05$ . L'intervalle de confiance est systématiquement accru pour percevoir la puissance du test et vérifier la fiabilité du résultat lorsque les effectifs traités sont faibles. Dans ce dernier cas, la plus faible probabilité est indiquée. Un résultat donnant une p-value  $< 0,05$  est considéré comme significatif, tandis que une p-value  $< 0,01$  sera désigné comme hautement significatif.

Toutes ces analyses statistiques sont plus spécifiquement détaillées au niveau de chaque chapitre de résultats pour ce qui le concerne.