

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



Faculté des sciences

Département des sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

1 Année Master

Ecologie des Milieux naturels

*Méthodes d'étude et d'inventaire des
peuplements (cours)*

Par

Enseignant : Biskri mohammed

Année universitaire 2020/2021

1. Généralités :

L'échantillonnage est la sélection d'une partie dans un tout. Il s'agit d'une notion importante en métrologie : lorsqu'on ne peut pas saisir un événement dans son ensemble, il faut effectuer des mesures en nombre fini, afin de représenter l'événement.

Le terme prend un sens précis dans certains domaines : exemples :

- En analyse chimique, lorsqu'on analyse un produit, une des questions qui se pose est celle de l'homogénéité. Les méthodes d'analyse ne permettent d'avoir la composition que d'une quantité finie de produit (en général, de quelques microgrammes à quelques centaines de grammes). Lorsque la quantité est importante (fût, cuve, soude, tas de gravier, etc.), la composition peut varier d'un endroit à l'autre (hétérogénéité, stratification, décantation, etc.). Lorsqu'il n'est pas possible d'homogénéiser, il faut donc effectuer des prélèvements en plusieurs endroits, selon un protocole précis. On obtient des échantillons.
- en archéologie, l'échantillonnage consiste à prélever une partie seulement du matériel archéologique d'un site pendant une prospection.
- en écologie, lorsqu'un protocole d'observation est mis en œuvre : observatoire de l'environnement

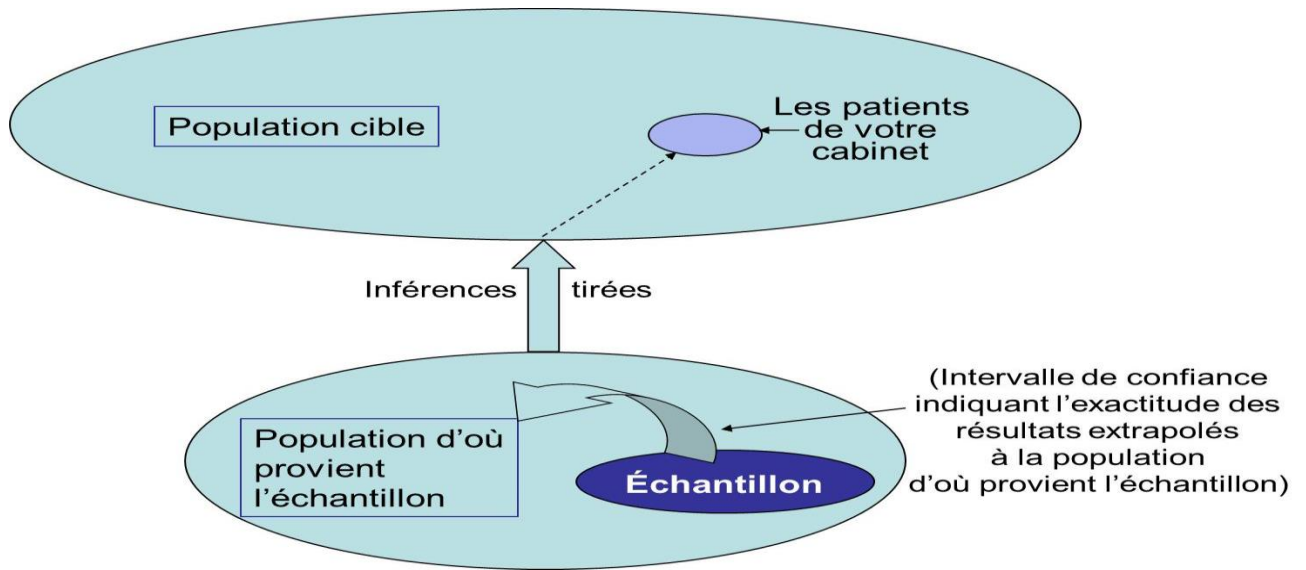
Alors d'une autre manière Un échantillon ou spécimen est une quantité limitée d'un ensemble qui est utilisée pour représenter et étudier les propriétés de cet ensemble.

2. Le recensement et l'échantillonnage :

Lors d'un recensement : tous les sujets de la population sont examinés. Alors que lors d'un

Echantillonnage : Une partie des sujets de la population sont examinés de manière que :

- Plusieurs échantillons peuvent être constitués.
- L'échantillon en lui-même n'est pas intéressant, ce sont les conclusions sur la population que l'on peut tirer de son observation qui en font l'intérêt : Inférence.



Pourquoi faire de l'échantillonnage :

- **Le temps** : l'échantillon permet de réduire le temps
- **Le coût** : l'échantillon permet aussi de réduire les coûts

3. Les étapes d'échantillonnage :

Former un échantillon n'est pas une tâche simple .elle n'est pas à prendre à la légère. Il vaut mieux suivre une démarche systématique car il y a des tâches à exécuter auxquelles on ne peut se soustraire .par conséquent, puisque ces tâches doivent être effectuées, aussi bien les accomplir avec soin.

A. 1ère étape: énoncer les objectifs

Le but de l'échantillon doit faire état de la raison sociale de l'échantillon, des ressources matérielles et financières qui y seront affectées et des limites qui seront imposées.

D'autre terme c'est d'évaluer les avantages et les inconvénients d'un recensement par rapport à un échantillon ou l'utilisation de dossiers administratifs.

B. 2ème étape : définir la population : Les caractéristiques qui représentent un intérêt vital doivent être décrites (par ex. l'âge des individus, le sexe, leur état civil, leur niveau de scolarité, leur lieu de résidence, et bien d'autre encore).

Ainsi, la population cible c'est la population totale pour laquelle on a besoin de l'information

- Il faut définir les unités qui composent la population sous forme de caractéristiques les identifiant :
 - ✓ Nature des données dont on a besoin : sur des personnes, des animaux, des plantes...
 - ✓ Emplacement géographique : périmètre géographique (région, canton...)
 - ✓ Période de référence : Date
 - ✓ Autres caractéristiques dont on veut pouvoir tenir compte : caractéristiques morphologiques par exemple.

De toute évidence, plus vous souhaitez que l'échantillon possède des caractéristiques similaires à la population cible, plus vous devrez augmenter la taille de votre échantillon afin de diminuer les différences entre les deux.

C. 3ème étape : définir les unités d'échantillonnage : Cette fonction est cruciale et déterminante parce qu'elle permet de définir, d'isoler et de choisir chaque membre de l'échantillon selon une probabilité préétablie. C'est l'opérationnalisation de l'échantillon.

4. Les avantages et les erreurs d'échantillonnage :

Premier avantage :

Par rapport au recensement, l'échantillon permet de réduire les coûts à bien des égards. Un recensement mobilise tellement de ressources humaines et matérielles que seul un pays peut le permettre à l'intervalle régulier.

Deuxième avantage :

L'échantillon permet de mieux suivre les unités échantillonnées. Si votre enquête consiste à rejoindre 250 personnes par téléphone, vous pourrez aisément exécuter les rappels téléphoniques pour les personnes absentes lors de votre appel

Troisième avantage :

Puisque votre échantillon est restreint, vous pourrez poser un plus grand nombre de questions aux personnes interrogées.

Ainsi, votre recherche gagnera en qualité

Quatrième avantage :

La qualité de données que vous obtiendrez auprès de votre échantillon pourra être manipulée aisément à l'aide de la technologie informatique courante. Aussi, les analyses statistiques seront exécutées avec plus de rapidité

5. Les erreurs d'échantillonnage :

Les méthodes d'échantillonnage peuvent être sources d'erreurs. Un certain nombre d'erreurs pourront être éliminées, certaines pourront être réduites, mais d'autres persisteront :

- Les erreurs dues aux instruments de mesure.
- Les erreurs dues à l'organisation.
- Les erreurs dues à la méthode de l'échantillonnage.
- Les erreurs dues aux non réponses.
- L'erreur total.

6.1 Les erreurs dues aux instruments de mesure :

Un instrument est fidèle s'il répond exactement de la même façon quand il est placé dans deux situations identiques. Exemple le thermomètre. Une question claire est dite fidèle quand tout le monde la comprend de la même façon.

6.2 Les erreurs dues à l'organisation

Ce sont les erreurs qui se glissent lors de la collecte des données.

- Est-ce que les consignes ont été respectées?
- Les enquêteurs ont-ils agi de la même façon?

Pour éviter ces erreurs il faut utiliser les mêmes instruments et les mêmes conditions.

6.3 Les erreurs dues à la méthode d'échantillonnage

Il faut toujours vérifier, à la lumière des objectifs de l'étude statistique, que la méthode d'échantillonnage est adaptée.

6.4 Les erreurs dues au phénomène de non-réponse :

Même avec la meilleure méthode d'échantillonnage, il se présente toujours un certain nombre de non-répondants, ce qui peut entacher la représentativité de l'échantillon et amener des conclusions erronées.

6.5 L'erreur totale :

Le fait d'étudier un échantillon plutôt qu'un autre engendre forcément une erreur. Cette erreur appelée erreur d'échantillonnage est inévitable.

Erreur totale = Erreur d'échantillonnage + Erreur d'observation + Erreur due au défaut de couverture et au non réponse

6. Vocabulaire

Enquête : ensemble des opérations de collecte et de traitement de données relatives à quelques domaines que ce soit.

Population : rassemblement de tous les cas qui répondent à un ensemble de caractères spécifiques. Appelée aussi univers ou ensemble statistique, c'est l'ensemble des éléments auxquels on s'intéresse.

Population cible : une partie de la population totale pour laquelle nous voulons généraliser les résultats de l'échantillon.

Unité de base : unité d'échantillonnage ou unité de sondage, c'est l'élément pris en considération dans l'enquête.

Recensement : enquête complète ou enquête exhaustive, c'est enquête au cours de la quelle toutes les unités de base de la population sont observées.

Sondage : enquête incomplète, enquête partielle ou enquête par échantillonnage, c'est une enquête au cours de laquelle seulement une partie des unités de base de la population sont observée .N .

Echantillon : ensemble des unités de base sélectionnées et réellement observées au cours d'un sondage.

Echantillonnage : ensemble des opérations qui permettent de sélectionner de façon organisée les éléments de l'échantillon.

Erreur d'échantillonnage : écart entre les résultats obtenus auprès d'un échantillon et ce que nous apprendrait un recensement comparable de la population. Plus la taille de l'échantillon est grande plus l'erreur d'échantillonnage diminue.

Enquête exhaustive: enquête complète ou recensement.

7. Étapes pour sélectionner un échantillon :

Former un échantillon n'est pas une tâche simple .elle n'est pas à prendre à la légère. Il vaut mieux suivre une démarche systématique car il y a des tâches à exécuter auxquelles on ne peut se soustraire. Par conséquent, puisque ces tâches doivent être effectuées, aussi bien les accomplir avec soin.

a. Établir les objectifs de l'enquête :

Évaluer les avantages et les inconvénients d'un recensement par rapport à un échantillon ou l'utilisation de dossiers.

b. Définir la population cible :

- C'est la population totale pour laquelle on a besoin de l'information
- Il faut définir les unités qui composent la population sous forme de caractéristiques les identifiant :
 - Nature des données dont on a besoin : sur des personnes, des animaux, plantes...etc
 - Emplacement géographique : périmètre géographique (région, canton...)
 - Période de référence : Date.
 - Autres caractéristiques dont on veut pouvoir tenir compte : caractéristiques sociodémographiques par exemple.

c. Déterminer les données à recueillir

- Définition des termes
- Libellé des questions
- Définitions des méthodes de mesures
- S'assurer que les exigences de l'enquête seront respectées sur le plan opérationnel

d. Fixer le degré de précision :

Il y a un degré d'incertitude associé aux estimations établies à partir d'un échantillon qui dépend notamment de la méthode d'échantillonnage et de la taille de l'échantillon

Les méthodes d'échantillonnage :

Introduction

Les méthodes d'échantillonnage

1 - Méthode probabiliste

- Echantillonnage aléatoire et simple
- Echantillonnage stratifié
- Echantillonnage en grappes
- Echantillonnage par degré
- Echantillonnage systématique

2 - Méthode non probabiliste

- Echantillonnage accidentel (de convenance)
- Echantillonnage à priori
- Echantillonnage "Boule de neige"
- Echantillonnage par Quotas.

Les méthodes d'échantillonnage :

Introduction :

Lorsqu'on souhaite collecter les informations sur une population, deux possibilités s'offrent : la première solution consiste à observer ou interroger les éléments de la population, c'est ce qu'on appelle une enquête complète ou recensement. La seconde solution consiste à observer ou interroger une partie de la population, c'est ce qu'on appelle enquête partielle ou sondage. Les éléments de la population qui sont réellement observés constituent l'échantillon et l'opération qui consiste à choisir ces éléments est appelée échantillonnage.

I. Les méthodes d'échantillonnage:

La théorie moderne de l'échantillonnage nous propose une distinction fondamentale entre échantillonnage basés sur la probabilité: échantillons probabilistes, et échantillons non basés sur la probabilité : échantillons non probabilistes ou empiriques.

A. La méthode d'échantillonnage probabiliste :

1. Echantillonnage aléatoire et simple :

Un échantillonnage est aléatoire si tous les individus de la population ont la même chance de faire partie de l'échantillon, il est simple si les prélèvements des individus sont réalisés indépendamment les uns des autres. Pour prélever un échantillon aléatoire et simple il faut :

- Constituer la base de sondage qui correspond à la liste complète et sans répétition des éléments de la population.
- Numéroter ces éléments de 1 à N.
- Procéder, à l'aide d'une table de nombres aléatoires ou d'un générateur de nombres pseudo aléatoires à la sélection des unités différentes qui constitueront l'échantillon.

Exemple 01:

Cas de prélèvement aléatoire et simple d'un annuaire téléphonique: S'il y avait 10 000 entrées dans l'annuaire téléphonique et si la taille de l'échantillon était 2 000 numéros, un ordinateur devrait alors générer au hasard 2 000 numéros entre 1 et 10 000. Chaque numéro aurait la même chance qu'un autre d'être généré par l'ordinateur (ce qui respecterait l'exigence de l'échantillonnage

aléatoire simple : une chance égale pour chaque unité). Les 2 000 entrées dans l'annuaire téléphonique correspondant aux 2 000 numéros aléatoires générés par l'ordinateur composeraient l'échantillon.

Exemple 02 :

On souhaite évaluer la satisfaction des étudiants d'une université de 30 000 étudiants à propos de la propreté générale du campus. On décide donc de construire un échantillon de 2000 étudiants par la méthode d'échantillonnage aléatoire. Un ordinateur choisit donc au hasard le nom de 2000 des étudiants. Ces gens formeront l'échantillon qui représente la population.

2. L'échantillonnage stratifié :

L'échantillonnage stratifié est une technique qui consiste à subdiviser une population hétérogène, d'effectif N, en P sous populations ou "strates" plus homogènes d'effectif N_i de telle sorte que $N=N_1+N_2+\dots +N_p$. Un échantillon, d'effectif n_i , est par la suite, prélevé indépendamment au sein de chacune des strates en appliquant un plan d'échantillonnage au choix de l'utilisateur.

Pour la répartition de l'effectif total, n, de l'échantillon dans les différentes strates, la première solution dite proportionnelle, consiste à conserver la même fraction d'échantillonnage dans chaque strate. Une seconde solution, dite optimale, tient compte du budget de l'enquête.

2.1 La répartition proportionnelle :

La répartition consiste à répartir la taille de l'échantillon n en utilisant la même fraction de sondage f dans chacune des strates. Cette solution compte d'un seul facteur qui est le poids de chaque strate.

Désignons par w_i : le poids de la strate et f : la fraction de sondage constante.

$$f = n/N \text{ et } w_i = N_i/N.$$

Le nombre d'unités à choisir dans chacun des strates est donc : $n_i = w_i * n = f * N_i$

Exemple :

Dans une population de 10000 entreprises, réparties en 5000 petites entreprises, 3000 moyennes entreprises et 2000 grandes, on souhaite avoir un échantillon de 500 entreprises.

2.2 La répartition optimale :

Cette deuxième solution constitue à répartir l'effort d'échantillonnage de façon inégale dans les différents strates. Elle tient compte de quatre facteurs :

-Budget total de l'enquête

- Poids de la strate,
- Coût de la collecte de l'information dans la strate.

2.3 Avantages :

Il est peu probable de choisir un échantillon absurde puisqu'on s'assure de la présence proportionnelle de tous les divers sous-groupes composant la population.

2.4 Désavantages :

La méthode suppose l'existence d'une liste de la population. Il faut aussi connaître comment cette population se répartit selon certaines strates.

3. L'échantillonnage en grappe :

- Dans les méthodes précédentes, l'unité statistique était choisie individuellement.
- La technique de l'échantillonnage en grappes entraîne la division de la population en groupes ou grappes.
- On sélectionne au hasard un certain nombre de grappes (unités primaires) pour représenter la population.
- On sélectionne tous les individus des grappes choisies.

3.1 Avantage :

La méthode ne nécessite pas une liste globale de la population puisque seuls les individus inclus dans les grappes comptent. Elle permet de limiter l'échantillon à des groupes compacts ce qui permet de réduire les coûts de déplacement, de suivi et de supervision.

3.2 Désavantage :

La méthode peut entraîner des résultats imprécis (moins précis que les méthodes précédentes) puisque les unités voisines ont tendance se rassembler. Elle ne permet pas de contrôler la taille finale de l'échantillon.

4. L'échantillonnage par degrés :

L'échantillonnage par degrés regroupe toute une série de plans d'échantillonnage caractérisés par un système ramifié d'unités.

Il permet une concentration du travail sur le terrain et donc une réduction des coûts.

- Ressemble à l'échantillonnage en grappes, sauf que dans ce cas on prélève un échantillon à l'intérieur de chaque grappe
- On a au moins deux degrés
 - On identifie au premier les grandes grappes (unités primaires). Ces grappes renferment plus d'unités qu'il n'en faut dans l'échantillon
 - Au second degré, à l'intérieur de chaque grappe, on sélectionne les unités (unités secondaires) qui vont faire partie de l'échantillon.
- On peut utiliser plus de 2 degrés.

Exemple :

Pour étudier le niveau de consommation des ménages d'une ville, on a tiré aléatoirement 5 quartiers. Dans chaque quartier sélectionné, on retient une rue sur 5, dans chaque rue retenue, on retient un immeuble sur 3, et dans chaque immeuble, un ménage par étage sera questionné.

4.1 Avantage :

Échantillon plus concentré ce qui réduit les coûts, pas besoin de disposer de la liste de toutes les unités. La méthode permet de contrôler la taille de l'échantillon notamment par stratification.

4.2 Désavantage :

précision des résultats

5. L'échantillonnage systématique :

L'échantillonnage systématique est une technique qui consiste à prélever des unités d'échantillonnage situées à intervalle égaux. Le choix du premier individu détermine la composition de tout l'échantillon.

Si on connaît l'effectif total de la population N et qu'on souhaite prélever un échantillon d'effectif n , l'intervalle entre deux unités successives à sélectionner est donné par : $k = N/n$
L'échantillonnage systématique est facile à préparer et, en général facile à exécuter, il réduit le temps

consacré à la localisation des unités sélectionnées et donne des résultats plus précis que l'échantillonnage aléatoire.

Exemple :

On veut sélectionner un échantillon de 30 entreprises au sein d'une population de 1800 entreprises. $K=N/n=1800/30=60$

Ainsi on va tirer une entreprise toutes les 60 en partant d'un nombre tiré aléatoirement entre 1 et 60. Supposons ce nombre est le 15. On va donc sélectionner la 15ème entreprise puis la 75ème la 135ème jusqu'à la 1755ème ce qui nous donnera l'échantillon de 30 entreprise.

B. Méthodes d'échantillonnage empiriques :

1. Echantillonnage accidentel (de convenance) :

Il s'agit d'un échantillon constitué d'individus qui se trouvaient accidentellement à l'endroit et au moment où l'information a été collectée.

Exemple :

Les Enquête réalisées dans la rue, les lieux publics, les universités ...

Les échantillons accidentels ne peuvent être considérés représentatifs d'aucune population. Il est risqué de généraliser à une population donnée des résultats obtenus par un échantillon accidentel.

2. Echantillonnage à priori :

C'est un échantillonnage par jugement à priori. Il consiste à sélectionner des individus dont on pense, avant de les interroger, qu'ils peuvent détenir l'information.

Le risque de ce type d'échantillonnage est de considérer des individus, apparemment représentatif de la population étudiée.

3. Echantillonnage "Boule de neige" :

Cette méthode est réservée aux populations composées d'individus dont l'identification est difficile ou qui possèdent caractéristiques rares.

La méthode consiste à faire construire l'échantillon par les individus eux-mêmes. Il suffit d'en identifier un petit nombre initial et de leur demander de faire appel à d'autre individus possèdent les mêmes caractéristiques.

D'autre manière, l'échantillonnage "Boule de neige" est un échantillon non probabiliste, utilisé pour étudier des phénomènes complexes dont la population de base est difficilement identifiable.

On interroge un premier sous-groupe de la population, qui identifie d'autres membres du groupe, lesquels, interrogés à leur tour, désignent d'autres personnes appartenant à la population, et ainsi de

suite. Ce procédé itératif d'interrogation permet, par exemple, d'étudier les décisions d'achat de biens industriels quand plusieurs catégories de personnes interviennent dans ces décisions.

4. L'échantillonnage par quotas:

C'est la méthode empirique la plus fréquemment utilisée. Elle consiste à construire par choix raisonné un modèle réduit de la population mère, en tenant compte d'un nombre restreint de ces caractéristiques appelées variables de contrôles, cette méthode se base sur l'hypothèse que l'échantillon reproduit fidèlement les caractéristiques sur lesquelles va porter l'enquête.

La méthode des quotas comporte trois étapes :

- description de la structure de la population selon des critères choisis au préalable appelées variable de contrôle.
- construction d'une maquette de la population à partir des mesures prises précédemment (choix des variables de contrôle, cette maquette constitue l'échantillon).
- chaque enquêteur voit attribué des quotas qu'il doit réaliser, on connaît donc le nombre de personne à interroger à l'aide d'une feuille de quotas.

Exemple :

La population étudiée lors d'un sondage contient 60% de personnes francophones et 40% de personnes anglophones. Si on choisit de construire un échantillon par quotas, on fera en sorte que 60% des membres de l'échantillon soient francophones et 40% des membres soient anglophones.

Méthodes d'études des macro-invertébrés aquatiques :

I- Les milieux aquatiques :

Les eaux aquatiques continentales se partagent entre eaux salées, eaux saumâtres et eaux douces, celles-ci sont soit souterraines, soit superficielles. Les eaux continentales superficielles se répartissent en deux grands ensembles : les eaux stagnantes (lacs, mares, étangs, flaques temporaires, espaces péri-fluviaux, marais et tourbières) et les eaux courantes qui se caractérisent par une structure linéaire (rapport largeur/ longueur est très petit) souvent très ramifiés et présence d'un flux hydrique amont-aval, qui se distingue des eaux stagnantes par une série de particularités d'importance fondamentale pour les organismes et pour les communautés qui y vivent.

On distingue dans un lac de type naturel une zone benthique littorale, une zone benthique profonde et une zone pélagique. La zone littorale présente une ceinture de végétation avec héliophytes et hydrophytes, la zone pélagique est dépourvue de macrophytes ainsi que la zone benthique profonde.

Par contre dans un cours d'eau, on distingue deux types de structures : longitudinale et transversale.

Dans la première, on trouve une alternance de seuils (rapides) et de mouilles. Les seuils sont caractérisés par des courants assez vifs, une profondeur relative faible et une granulométrie grossière (zones d'érosion ou de transport), les mouilles se caractérisent par des courants plus lents, une profondeur relative plus grande et une granulométrie plus fine (zone de sédimentation ou de dépôt).

Dans la deuxième structure, on peut distinguer une zone littorale (la rive) et une zone profonde (le chenal).

II- Quelques définitions :

Bassin hydrographique : ensemble des terres drainées par un cours d'eau et ses tributaires.

Benthique : du fond des lacs ou des cours d'eau.

Biocénose : ensemble d'êtres vivants qui, dans des conditions écologiques définies, constitue par le choix des espèces et le nombre des individus, une communauté d'organismes se tolérant, se complétant mutuellement et s'y perpétuant.

Ecosystème : réunion d'une biocénose et d'un biotope.

Ecorégions : Régions écologiques homogènes.

Endobenthique : se dit des animaux vivant enfoncés dans le substrat.

Habitat : lieu dans le quel ou sur lequel vit normalement une communauté, une espèce, un individu.

Hydrosystème : l'ensemble des biotopes et biocénoses liés à la présence d'une nappe aquifère ou d'un cours d'eau, ou bien tout simplement l'ensemble du réseau hydrographique et son bassin versant.

Invertébré : animal dépourvu de colonne vertébrale par exemple, les insectes, les crustacés...

Lénitique (ou lentique) : caractère des eaux calmes, stagnantes ou faiblement courantes.

Lotique : caractère des eaux courantes, agitées. Contraire : lénitique, lentique.

Niveaux trophiques : les différentes étapes de la chaîne alimentaire dans un écosystème.

Rapide : secteur de faible profondeur où le courant est rapide et turbulent.

Macro-invertébrés : invertébrés dont la taille dépasse 1mm.

Mouille : secteur avec une profondeur relativement grande où le courant est plus lent.

Taxon : groupe faunistique ou floristique correspondant à un niveau de détermination systématique donné (classe, ordre, genre, famille, espèce).

III. Echelle de perception :

Un écosystème est défini par l'ensemble des compartiments biotiques et abiotiques et par l'ensemble des interactions entre les paramètres biotiques d'une part, entre les paramètres abiotiques d'autre part et enfin entre les paramètres biotiques et abiotiques. Mais tout écosystème possède une variabilité dans l'espace et dans le temps. De plus, tout écosystème est contenu lui-même dans un système plus vaste pouvant être appelé lui-même écosystème (par exemple, l'écosystème "rivière" est contenu dans l'écosystème "bassin versant"). Ce principe hiérarchique régit l'organisation de la matière vivante à toutes les échelles d'observation, de micro-habitats aux écosystèmes, ces derniers étant interdépendants dans le cadre de la biosphère.

La rivière se situe dans un système hiérarchisé allant de l'échelle régionale (dans le sens de région naturelle ou écorégion) à l'échelle du micro-habitat le plus proche de la faune et de la flore (de l'ordre de 10^{-1} m) en passant par le bassin versant, le tronçon, les faciès. Fig 01

IV- Les macro-invertébrés :

Les macro-invertébrés benthiques sont des hôtes coutumiers des lacs et des cours d'eaux, où ils contribuent au flux d'énergie des réseaux alimentaires. Le terme benthique (ou benthonique) qualifie les organismes qui habitent généralement le substrat (le fond) pendant une partie de leur cycle vital ; la préfixe macro désigne les organismes qui sont piégés dans des filets dont les mailles mesurent de ~ 200 à 500 μ m. Les insectes aquatiques forment le groupe le plus diversifié de macro-invertébrés benthiques dulcicoles ; ils représentent 70 % des espèces connues des grands groupes de macro-invertébrés aquatiques. À cause de leur grande diversité, les macro-invertébrés benthiques constituent d'excellents candidats pour les études de la variation de la biodiversité.

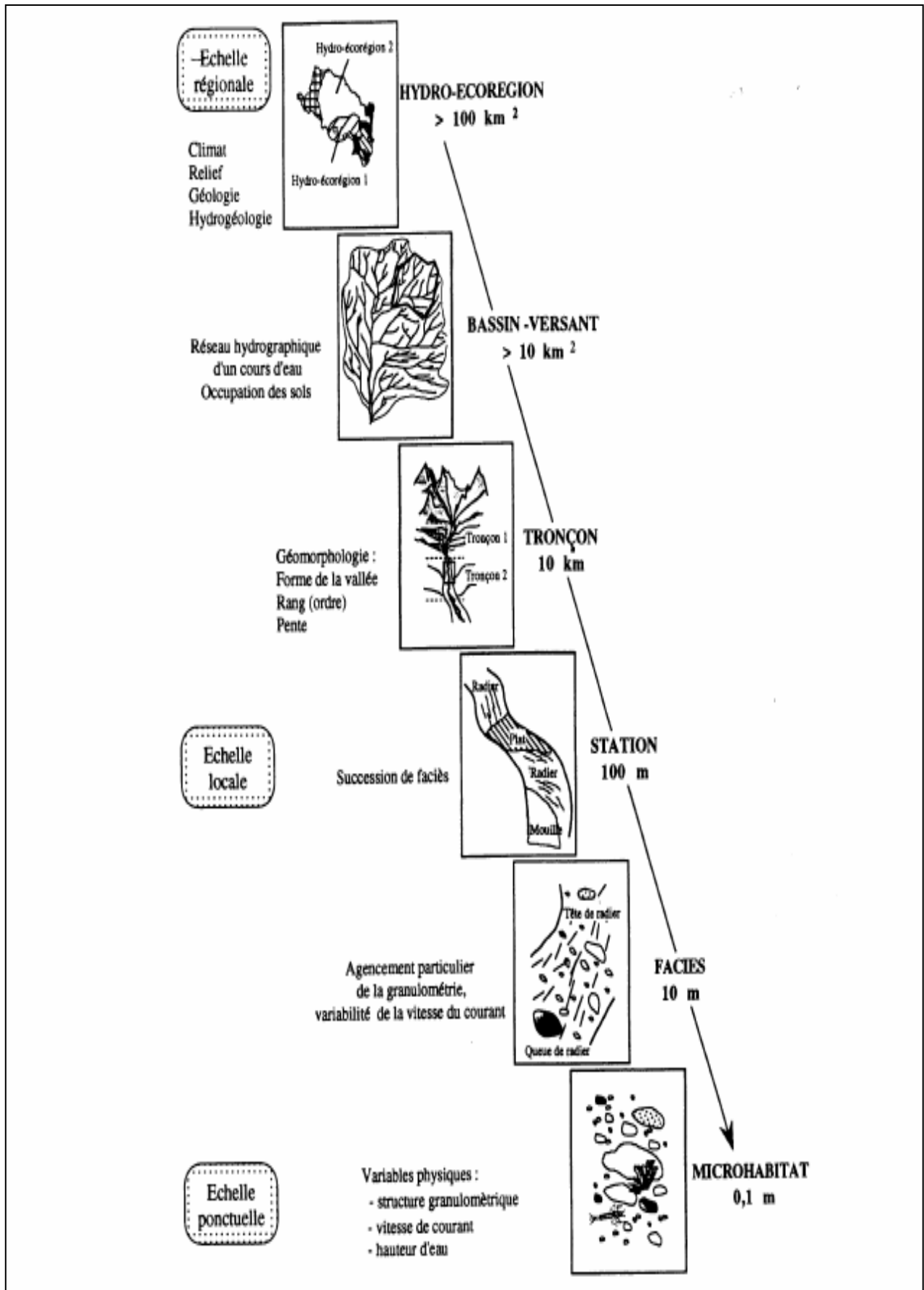


Figure 01 : Hiérarchie d'échelles spatiales dans les études d'hydrosystèmes.

L'utilisation des macro-invertébrés benthiques dans les études de biodiversité des lacs et des cours d'eau s'appuie aussi sur les connaissances considérables que nous possédons déjà sur ces organismes. Certains progrès techniques nous permettent d'utiliser efficacement les macro-invertébrés benthiques dans les études de biodiversité.

- l'échantillonnage quantitatif et les analyses des échantillons sont possibles avec un équipement simple et peu coûteux ;
- la taxinomie de plusieurs groupes et les critères d'identification sont accessibles ;
- plusieurs méthodes bien élaborées d'analyse des données sont disponibles.

Habituellement, la collecte de macro-invertébrés benthiques de lacs et de cours d'eau est simple et requiert des instruments standards. Cependant la séparation de ces organismes du matériel du fond peut être fastidieuse et longue, à moins d'utiliser les stratégies disponibles pour simplifier le travail ; et l'identification de l'espèce des organismes, quand elle est possible, exige beaucoup de formation et d'habileté. Le traitement des échantillons peut être accompli avec succès par un profane, mais on recommande de confier l'identification des espèces, à des systématiciens. Les procédures d'analyse des données sont standardisées et peuvent être effectuées par toute personne maîtrisant les statistiques élémentaires.

IV.1 Rôles des macro-invertébrés :

Les invertébrés benthiques constituent l'une des sources principales de nourriture pour la faune piscicole, joue un rôle primordial dans l'auto-épuration (décomposition de la matière organique) et enfin dans la bioindication.

- Les macro-invertébrés constituent un élément essentiel de nourriture des poissons.
- Une part très importante de feuilles des arbres tombe dans les eaux stagnantes ou courantes. Ces feuilles, dans un milieu aquatique ne se dégradent que très lentement sous l'action des micro-organismes, les macro-invertébrés vont dissocier ces feuilles en éléments plus fins facilitant l'action des micro-organismes.
- Le pouvoir auto-épuratoire du milieu se traduit par la capacité des organismes à biodégrader la majeure partie des polluants, à condition que les doses introduites ne soient pas trop élevées. La dégradation de la matière organique se manifeste par différentes phases : colonisation progressive après l'assimilation et la minéralisation, et l'ensemble de ces étapes est désigné par le phénomène d'auto-épuration.
- Comme analyse biologique, les macro-invertébrés sont les meilleurs indicateurs de pollution (qualité du milieu).

IV.2 Relation habitats-macro-invertébrés :

La vitesse du courant et la quantité d'oxygène dissous, semblent être deux facteurs essentiels de la répartition de la faune et de la flore dans les milieux aquatiques. La faune présente une grande diversité, et de la source à l'embouchure, on note l'existence de biocénose très diverses dont la composition est directement liée aux conditions écologiques du milieu.

Un cours d'eau est constitué par trois éléments fondamentaux, une source, un cours principale et une embouchure, et il peut avoir trois types de secteurs suivant la nature de substrat et de la pente (le secteur rectiligne, des secteurs avec tressage ou des secteurs à méandre). Donc de l'amont vers l'aval on trouve une faune qui varie suivant les variations des conditions écologiques.

- Dans les sources, où la température est basse, constante, et l'oxygénation importante, la diversité spécifique est généralement faible ; on trouve quelques larves d'insectes et des vers du groupe des plathelminthes.
- Dans le cours supérieur, le courant est fort, ce sont les larves d'insectes qui dominant, accompagnées de quelques mollusques et crustacés. Elles sont souvent très nombreuses et trouvent sur les fonds pierreux quantité de refuges ainsi une abondante nourriture (couverture de périphyton sur les pierres).
- Dans le cours inférieur, les espèces précédentes ont disparu et font place à des organismes mieux adaptés aux conditions nouvelles qui règnent ici : la faible vitesse du courant favorise l'augmentation de la température et entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous.

V. Méthodes d'échantillonnage :

Dans cette partie, nous décrivons les méthodes de collecte d'échantillon des macro-invertébrés benthiques, dans les habitats lotiques (eaux courantes) et lénitiques (eaux dormantes ou stagnantes). Un programme optimal de collecte d'échantillon devrait tenir compte de plusieurs échelles spatiales de l'habitat échantillonné :

1. Les variables géographiques comme la latitude, la longitude et l'altitude ;
2. Les variables liées au terrain comme l'utilisation du sol, l'importance du couvert forestier sur la rive d'un lac ou le couvert au-dessus du canal d'un cours d'eau ;
3. Les variables liées au site d'échantillonnage comme la profondeur de l'eau, la composition du substrat et la productivité primaire ;
4. Les variables liées à l'eau comme le pH, la concentration d'oxygène dissous et les matières totales en suspension.

Il est souvent utile de photographier le site d'échantillonnage afin d'avoir un document permanent de la région environnante et de son utilisation.

Il est important de documenter la position exacte des stations sur les lacs et les cours d'eau, si l'on doit prélever d'autres échantillons. Les coordonnées tirées de cartes à une échelle adéquate sont de bons points de départ ; les systèmes mondiaux de positionnement électroniques (GPS) sont aussi utiles.

Pour les lacs, il est important de savoir quelle zone est échantillonnée : littorale (vers le rivage) ; en profondeur ou pélagique (eaux libres). Pour les cours d'eaux, on devrait noter si on a prélevé l'échantillon dans un rapide ou dans une mouille, dans la rive ou dans le chenal...

Weber (1973), décrit une méthode de terrain pour caractériser le substrat des lacs et des cours d'eau, sur la base du pourcentage des tailles des composants inorganiques ou des types de composants organiques. Dans les lacs, la composition du substrat peut être dénotée comme la couverture fractionnaire d'au plus trois catégories, en utilisant une combinaison de nombres et de lettres comme suit : 3R/2S/5G qui signifie que cette zone contient 30 % de roches, 20 % de sable et 50 % de gravier. La combinaison 7V/3D représente un fond formé de 70 % de vase de 30 % de débris (brindilles, feuilles, aiguilles, etc.)...

La profondeur de l'eau, la pente de la rive et l'exposition aux vents sont des mesures importantes pour la faune du rivage des lacs. L'écoulement des eaux et les variables qui lui sont associées sont des mesures importantes pour la faune des cours d'eau.

Les mesures de la productivité primaire (habituellement la concentration de chlorophylle A) sont généralement utiles pour les habitats lénitiques et lotiques.

En plus du pH, l'oxygène dissous et les solides totaux en suspension, utilisés comme exemple plus haut, on devrait considérer la mesure de la température, de la conductivité, de l'alcalinité, des phosphores totaux, des nitrates et des ions importants. Certaines de ces variables peuvent être mesurées à l'aide d'instruments de terrain portatifs (par exemple : le pH, l'oxygène dissous, la conductivité), alors que d'autres analyses doivent être effectuées en laboratoire (phosphores totaux, nitrates, ions importants).

V.1 Milieux lénitiques :

Ce protocole met l'accent sur des stratégies pratiques d'échantillonnage de la biodiversité des lacs. Les méthodes recommandées sont simples, peu coûteuses, facilement standardisées et largement applicable, mais elles ne recensent pas tout le biotope.

V.1.1 Prélèvements le long de la rive :

A. Collecte sur les pierres : les chercheurs devraient passer de 15 à 20 minutes sur les plages rocheuses à retourner des pierres et à chercher des invertébrés. Il est facile de ramasser deux ou trois pierres à la fois, de les placer dans un baquet de plastique blanc et de les retourner à la rive afin de les examiner, plutôt que de jongler avec de l'équipement, les deux pieds dans l'eau. On peut détacher les organismes des pierres avec des pinces et les conserver dans une fiole ou un bocal.

B. Troubleau : Cette technique est très souple : on peut l'utiliser sur des fonds rocheux, sableux, graveleux et vaseux, bien qu'elle soit difficile sur les substrats très organiques. Le troubleau est constitué d'un cadre métallique triangulaire ou circulaire maintenant un filet en forme de poche. Le cadre métallique est attaché à un long manche.

Le chercheur va et vient au-dessus de la zone sélectionnée en frappant le substrat et en passant le filet au-dessus de la zone perturbée pour capturer les invertébrés délogés ou tentant de fuir, mais en laissant derrière la plupart des débris. On devrait garder le filet en mouvement vers l'avant ou le soulever hors de l'eau entre les dragages pour prévenir la fuite des spécimens. Vider régulièrement le sac dans un seau réduira la perte d'échantillons causée par l'obstruction des mailles.

Puisque l'on effectue le prélèvement à des profondeurs allant jusqu'à 1 m, l'utilisation de cuissardes de pêcheur (bottes-pantalons), de pantalons isothermes (combinaison de plongée) ou de pantalons isothermes avec des bottes à semelle dure est nécessaire.

C. Nasse : C'est une bonne méthode pour échantillonner les plus gros invertébrés comme les écrevisses, les sangsues et les larves de libellule.

V.1.2 Prélèvement au large :

A. Bennes : Le prélèvement d'échantillons à la benne (ou drague) est particulièrement efficace pour les substrats finement granulés ou meubles. Les échantillons sont prélevés à partir d'un bateau, à mi-profondeur ou dans la zone profonde oxygénée. Ce matériel coûteux nécessite beaucoup plus de manutention que les autres outils décrits précédemment, et cela, tant pour ce qui est du prélèvement des échantillons que du tri des organismes. Pour ces raisons, les bennes ne sont pas préconisées pour l'inventaire rapide des macros invertébrés benthiques.

B. Coup de chalut vertical, de nuit : Un coup de chalut vertical, de nuit, capturera les invertébrés qui sont benthiques de jour, mais planctoniques la nuit.

V.2 Milieux lotiques :

Le protocole général décrit ici s'applique à la plupart des situations d'échantillonnage de macro-invertébrés benthiques, dans les cours d'eau dans lesquels on peut marcher ou les berges praticables de rivières larges et profondes. Dans ces habitats, on doit prendre des précautions particulières :

1. Travaillez avec un partenaire sur la rive,
2. Restez dans des eaux d'une profondeur inférieure à 1 m ;
3. Portez un gilet de sauvetage ;
4. Laissez en aval, une corde de sécurité qui pourra être lancée par le partenaire si la personne prélevant l'échantillon tombe et est emportée par le courant.

Pour la plupart des espèces des cours d'eau, il est préférable de prélever les échantillons tôt au printemps ou tard à l'automne, comme pour les lacs, mais plusieurs espèces lotiques ont un cycle biologique particulier qui nécessite un calendrier particulier. Par exemple, il est facile de prélever un échantillon de perle (plécoptères) d'hiver au stade de nymphe, pendant l'hiver ou comme adulte au printemps. Certains éphémères (éphéméroptères) ont une vie très courte et on peut les manquer si un seul échantillonnage est effectué. Des prélèvements plus fréquents seront nécessaires si l'étude vise à collecter ces espèces.

Une étude générale de la biodiversité exige d'échantillonner différents tronçons du bassin d'un cours d'eau. Les sites d'échantillonnage peuvent être définis dans le contexte d'un seul bassin versant et en relation avec l'hydrologie locale.

Les stations d'échantillonnage peuvent être choisies à l'échelle d'une station, que l'on peut définir comme ayant 10 fois la largeur de la section mouillée.

Une dernière note sur la stratégie d'échantillonnage du cours d'eau : pour éviter de perturber le substrat, on devrait effectuer avant les analyses hydrologiques, les mesures in situ, comme la température, l'oxygène dissous et la conductivité, le prélèvement d'échantillons pour l'analyse en laboratoire et l'échantillonnage biologique.

Voici une description des techniques du troubleau et du Surber recommandée pour l'échantillonnage général de la biodiversité des cours d'eau dans lesquels on peut marcher.

V.2.1 Le Troubleau : Le filet troubleau est placé dans le courant en aval de l'observateur, la partie plate du triangle reposant sur le substrat du cours d'eau. L'échantillonneur recule en s'éloignant du filet et en frappant le substrat pour le déranger jusqu'à une profondeur de ~ 5 cm. S'il y a de gros

rochers le filet est maintenu en aval, pendant que l'on frotte à la main le rocher. Le filet est maintenu proche de la région que l'on perturbe, de façon que le courant pousse les animaux délogés.

L'échantillonneur zigzag en marchant sur le fond du cours d'eau d'une rive à l'autre vers l'amont pendant une période chronométrée. Les temps précis de prélèvement permettent de comparer les sites entre-eux. Le prélèvement en zigzag permet de capter des invertébrés de plusieurs habitats du cours d'eau. Il est important que l'échantillonnage soit prolongé dans des zones directement adjacentes à la rive, parce que dans cette région peut pousser des macrophytes aquatiques qui supportent une faune particulière.

V.2.2 Le Surber : Dans ce cas le filet Surber à maille de 275 microns est déposé sur le fond du cours d'eau à contre-courant. Les pierres et galets de la surface échantillonnée sont retournés et nettoyés à l'ouverture du filet pour arracher les espèces fixées ainsi que celles agrippés au substrat.

Le nombre des points de prélèvements par station reste à déterminer suivant le but du travail ou de l'échantillonnage.

V.2.3 Méthodes d'échantillonnage supplémentaires : Les substrats artificiels, des pièges à lumière ou à eau, la dérive...

Les échantillons récoltés sont mis dans des sachets en plastiques, puis fixés par le formol à 10% sur place. Au laboratoire, le contenu des sachets est lavé et débarrassé de la vase et des débris végétaux sur une série de tamis à maille allant de 2 mm à 250 μ m.

Remarque :

- Lors de la visite d'un site de collecte d'échantillons aquatiques, c'est une bonne idée de balayer avec un filet fauchoir la végétation des rives pour recueillir les insectes adultes. Si nécessaire, on peut normaliser le prélèvement en passant le filet pendant un temps déterminé ou au-dessus de la même zone déterminée. Les spécimens recueillis ne permettent pas seulement de caractériser qualitativement la biodiversité, mais constituent un matériel de référence précieux pour l'identification des formes aquatiques immatures de la même espèce. On peut aussi capter les spécimens à l'aide d'un piège à lumière ou un piège à eau. Un programme d'élevage pour obtenir des échantillons à différents stades de leur cycle biologique est aussi recommandé.
- Certaines méthodes facilitent l'isolement des organismes des débris et leur dénombrement : La coloration vitale, la flottation, le sous-échantillonnage et les compteurs automatiques.

Méthode de suivi et évaluation de l'état de conservation des populations d'amphibiens et de reptiles :

I) Amphibiens :

Une classe de vertébré anamniote à peau nue, aux membres conformés en pattes, généralement capable de respirer hors de l'eau à l'état adulte, tel que la grenouille ou la salamandre. Synonyme : batracien. Par leur mode de vie, les amphibiens (du grec *amphi*, des deux côtés, et *bios*, vie) se situent à la charnière entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. Leurs plus anciens représentants furent les premiers vertébrés à s'aventurer hors de l'eau, il y a environ 350 millions d'années.

1. Nécessité d'un système standardisé et quantitatif de suivi des amphibiens. Considération initiales:

La fonction primordiale de toute étude de terrain, sur les inventaires ou le suivi d'espèces d'amphibiens et de reptiles, est de fournir des données comparables dans des études de biodiversité, utilisables dans l'analyse des tendances des populations. Elle doit aussi permettre de détecter des extinctions locales et d'évaluer l'impact de l'activité humaine.

2. Données associées dans les échantillonnages sur l'abondance et la densité des amphibiens :

2.1 Données atmosphériques et environnementales :

Les données atmosphériques sont spécialement importantes pour les amphibiens étant donné que ceux-ci sont extrêmement dépendant de l'eau. Quoique les différences espèces d'amphibiens présentent des nécessités hydriques très distinctes et des rangs de tolérance très variables, elles sont toutes extrêmement vulnérables à la sécheresse environnementale car elles perdent l'eau à travers la peau. La plupart des espèces d'amphibiens sont plus actives durant les périodes humides que les périodes sèches et de même durant les périodes chaudes que les plus froides. Si les conditions environnementales ne sont pas relevées durant les prospections, les résultats obtenus ne peuvent être évalués rigoureusement. En général, la meilleure période d'échantillonnage est toujours la saison pluvieuse ou immédiatement après de fortes pluies.

Les variables les plus importantes à relever sont :

2.1.1 Temperature:

La température de l'air doit être prise au début et à la fin de l'échantillonnage ; à 2 m au-dessus du sol. Il est aussi convenable de mesurer la température corporelle de l'animal, celle de l'eau ou du substrat. Elles doivent être mesurées une fois par jour à l'aide d'un pluviomètre installé dans la zone d'étude.

2.1.2 Précipitation :

Elles doivent être mesurées une fois par jour à l'aide d'un pluviomètre installé dans la zone d'étude.

2.1.3. Autres variables.

D'autres variables sont aussi à considérer, tels que : l'humidité relative, la pression atmosphérique, la vitesse et direction du vent, le niveau d'eau dans les zones de ponte, le PH, etc.

2.2 Données générales:

Lors des prospections d'autres données doivent également être considérées : localisation géographique, type d'habitat, méthodologie d'échantillonnage employée, nombre de participants à l'échantillonnage, et description du microhabitat.

3. Description des types de techniques d'échantillonnage :

Les techniques qui seront décrites ne s'excluent pas mutuellement, et plusieurs peuvent être combinées. Toutefois, chaque technique vise des objectifs différents et possède un intérêt suffisant pour être considérée comme indépendante.

Tableau 1. Différentes techniques d'échantillonnage.

Technique	Information obtenue	Temps	Coût économique	Coût humain	Espèces susceptibles
Inventaire	Richesse spécifique	élevé	bas	bas	Toutes
Observation directe	Abondance relative	bas	bas	bas	Toutes
Prospections acoustiques	Abondance relative	moyen	moyen	bas	Anoures (à l'exception de <i>Discoglossus</i> , <i>Bufo bufo</i> et <i>Rana</i>)
Parcelles de prospections	Densité	élevé	bas	moyen	Toutes
Transects	Densité	élevé	bas	moyen	Toutes
Prospections par taches (parchs)	Densité	élevé	bas	moyen	Toutes
Pièges "Pitfall"	Abondance relative	élevé	élevé	élevé	Toutes (à l'exception de <i>Alytes</i>)
Prospections dans les lieux de ponte	Abondance relative	élevé	élevé	élevé	Toutes (à l'exception de <i>Alytes</i> et <i>Salamandra</i>)
Barrières sur lieux de ponte	Abondance relative	élevé	élevé	élevé	Toutes (à l'exception de <i>Alytes</i> et <i>Salamandra</i>)
Comptage de larves	Densité / Abondance relative	moyen	moyen	moyen	Toutes

3.1 Inventaire exhaustif :

Il existe plusieurs techniques permettant de dresser la liste des espèces d'amphibiens présentes dans une zone donnée. En général, il faut prospector tous les microhabitats appropriés durant le jour et la nuit, le long de l'année. La réalisation d'un inventaire d'espèces peut également se faire de manière graduelle, en accumulant des données lors d'échantillonnages intenses en une courte période.

3.2 Observation directe :

Une ou plusieurs personnes parcourent une zone durant un temps établi, à la recherche d'amphibiens. Le temps est exprimé en nombre de personnes/heure dans chaque zone étudiée. Cette technique est surtout utilisée pour des études rapides, dans des zones ouvertes, où les substrats ne sont pas très homogènes. Elle est spécialement utile pour les espèces qui se rassemblent en groupes (grenouilles réunies dans une mare d'eau lors de la période de reproduction, larves dans des petites masses d'eau contenant peu de végétation). La technique d'observation directe considère que :

- Chaque individu a la même probabilité de détection durant l'échantillonnage.
- Chaque espèce a la même probabilité de détection durant l'échantillonnage.
- Chaque individu est enregistré une seule fois durant l'échantillonnage.
- Les résultats obtenus par deux chercheurs prospectant la même zone simultanément sont identiques.

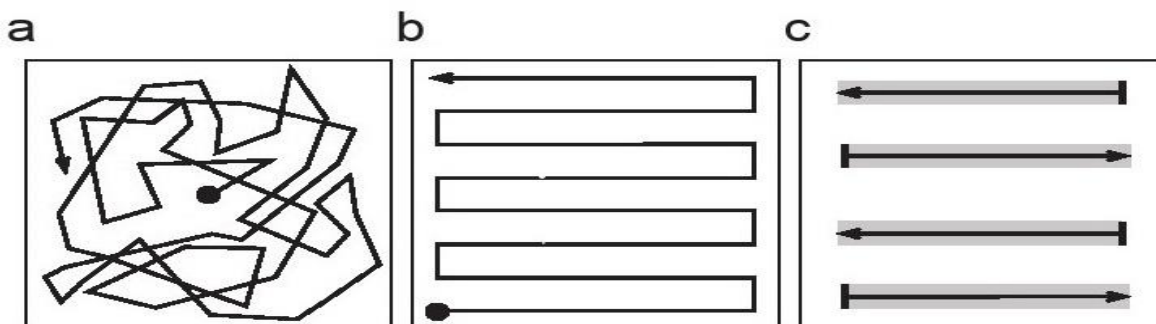


Figure 1. Modèles d'échantillonnages employés en observation directe. a) Tracéaléatoire, b) échantillonnage systématique dans un quadrant, c) échantillonnage en transects.

Il est recommandable d'utiliser 10 transects de 100 m. Tous les microhabitats possibles doivent être prospectés et le temps par unité d'air doit être le même.

3.3. Echantillonnages acoustiques avec transects :

Ce type d'échantillonnage est logiquement restreint aux espèces d'amphibiens dont les mâles utilisent les cris d'accouplement pour avertir de leur présence et attirer ainsi les femelles sur les lieux de reproduction. Les cris d'accouplement apportent donc une information spécifique. La technique cependant requiert une connaissance des types de chants de la part des personnes la pratiquant. Cette méthode permet de connaître la composition des espèces présentes dans une zone, l'abondance relative des mâles chanteurs et l'abondance relative des adultes d'une population.

3.4 Parcelles d'échantillonnage :

La méthode de travail consiste à diviser l'aire d'étude en carré à l'aide d'une carte et choisir alors de manière aléatoire des parcelles d'échantillonnage. Le nombre de parcelles d'échantillonnage doit être déterminé en fonction des moyens techniques et humains disponibles, le nombre conseillé est cependant 50 unités. Les dimensions de parcelles utilisées traditionnellement sont 8x8 m. La localisation exacte des parcelles se fait à l'aide d'un GPS. Une fois celles-ci localisées, une personne s'occuperait de les délimiter au moyen de cordes et bâtonnets, une autre surveillerait les limites afin qu'aucun individu n'en sorte sans être aperçu, pendant qu'une ou deux autres prospecteraient l'intérieur de la parcelle. Tout objet (pierres, troncs d'arbres morts etc.) susceptible d'abriter des amphibiens doit être soulevé et chaque individu observé noté. Chaque individu ayant été noté doit être retenu dans un sac en plastique et n'être relâché qu'à la fin de l'échantillonnage. Comme pour les techniques antérieures, toutes les données doivent être prises (température, type de végétation, pente, durée de la prospection, nombre de personnes, etc).

3.5 Transect :

Cette méthode permet d'étudier la distribution graduelle des amphibiens en fonction du milieu. Elle peut être utilisée pour prospecter des types d'habitats distincts de l'aire d'étude ou lorsqu'il existe un gradient d'une certaine caractéristique environnementale au sein du même habitat (altitude, par exemple).

Exemple.

Pour une zone de grande superficie, 20 à 30 transects parallèles, de 100 m de longueur et 2 m de largeur, sont réalisés. Chaque transect est divisé en 100 sections (1x2 m) parmi lesquelles 10, choisies au hasard, sont échantillonnées intensivement. La localisation des transect se fait à l'aide d'un GPS et une corde de longueur déterminée. Tous les individus observés sont notés et les différentes données citées pour les autres méthodes, relevées. Si chaque transect est prospecté dans sa totalité, les données peuvent être exprimées en unité de surface (nombre d'individu/m). Si ce sont les sections qui sont considérées, chacune peut être prise comme une donnée indépendante. Cependant, il est préférable de considérer leur moyenne comme valeur unique pour tout le transect.

3.6 Echantillonnage par taches ou « parchs » :

Les amphibiens sont normalement répartis de manière non uniforme dans une zone, en congrégation dans les microhabitats les plus favorables. Par exemple, plusieurs individus de *Pleurodeles waltl* peuvent se rencontrer sous de grands objets durant certaines périodes de l'année en des zones déterminées. Toutes les espèces d'amphibiens d'une zone peuvent même se retrouver réunies dans un bassin d'eau abandonné ou n'importe quelle autre structure artificielle ou naturelle durant les périodes de sécheresse. Lorsque ces zones peuvent être identifiées et prospectées, il est alors possible de déterminer le nombre d'espèces présentes ainsi que leur abondance et même leur densité.

3.7 Echantillonnage avec pièges « pitfall » et barrières d'interception :

Cette méthode utilise des barrières courtes qui conduisent les amphibiens vers des pièges enterrés dans le sol, disposés à leurs extrémités. Cette technique est très utilisée pour étudier la richesse spécifique d'une zone ou pour détecter la présence d'espèces rares ou difficiles à être observées. Elle permet aussi d'estimer l'abondance relative de certaines espèces. Cette technique est appropriée pour les espèces terrestres ne présentant pas des mœurs saltatoires ou grimpeuses. Les barrières doivent avoir une largeur approximative de 60 cm (dont 20 enterrés dans le sol). Les caractéristiques des pièges « pitfall » variant selon les espèces mais il s'agit généralement de seaux en plastique enterrés à ras le sol, munis d'orifice pour qu'ils ne se remplissent pas d'eau. Les pièges doivent être visités chaque jour, surtout que le soleil est directement dirigé vers eux. Les données obtenues peuvent être exprimées sous forme de taux en les divisant par effort de piégeage (par piège ou par système de piégeage et en divisant les données de capture par le nombre de nuit durant lesquelles le piégeage a été positif).

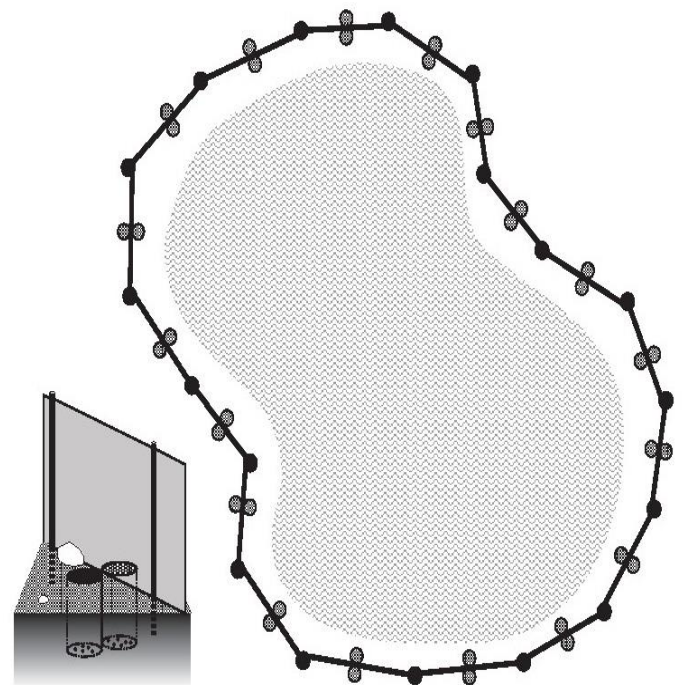
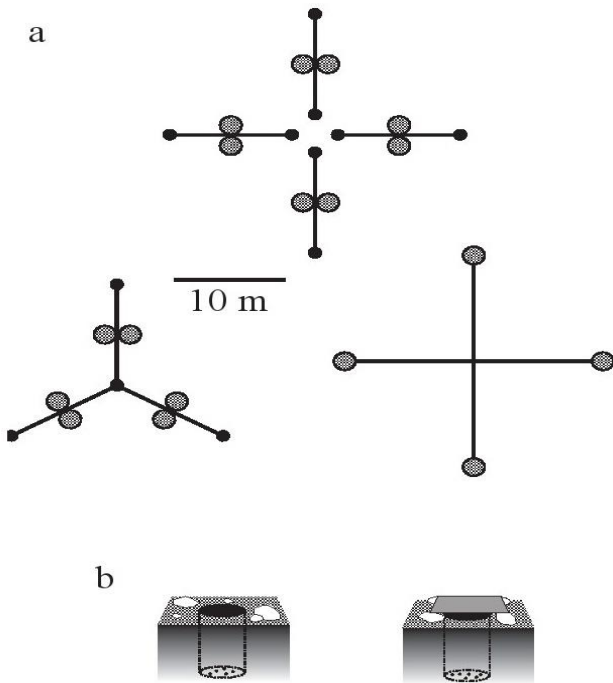


Figure 2. a) Modèles de barrières d'interception.
b) Disposition des pièges de terrain sur le sol.

Figure 3. Exemple de disposition des barrières et pièges de sol dans une lagune, étang, mare.

3.8 Echantillonnage dans les lieux de ponte :

Etant donné que les amphibiens sont plus faciles à observer au moment de leur reproduction, les prospections des zones de reproductions comme les mares sont spécialement intéressants. Cette méthode se base sur le comptage du nombre d'adultes se reproduisant en un moment donné. Cette technique peut être utilisée pour l'évaluation des changements au cours du temps dans une population. Elle exclue les espèces à reproduction terrestre telles qu'Alytes et Salamandra. Elle est par contre spécialement utile dans les zones où la plupart des espèces qui concentrent leur période de reproduction en peu de semaines et dans des masses d'eau restreintes, comportant peu de végétation.

3.9. Barrières sur lieux de ponte :

Cette méthode s'applique aux espèces qui se déplacent à une surface d'eau pour se reproduire. Elle consiste à entourer une masse d'eau par une barrière et disposer des pièges « pitfall » sur les bords de la barrière afin de capturer aussi bien les individus entrant que sortant de l'eau. Cette méthode est appropriée pour les petites masses d'eau, résultant trop coûteuse et peu pratique pour les grandes masses d'eau. La haie doit entourer et s'adapter parfaitement à la forme de la masse d'eau. La végétation doit être éliminée afin que les animaux ne puissent pas l'utiliser pour s'échapper hors de la barrière. Les pièges doivent être disposés deux par deux et ce de part et d'autre de la haie. Les paires de pièges doivent être séparés d'une dizaine de mètres. La méthodologie basique consiste à capturer les animaux dans les pièges, puis de les libérer, une fois les variables prises et le marquage réalisé. Les animaux doivent être relâchés du côté opposé.

3.10. Comptage de larves :

Il s'agit d'une méthode rapide, nécessitant peu de personnel et permettant l'obtention de données précises et quantitatives. Il s'agit d'utiliser des filets à manche longue ou courte selon les caractéristiques de la surface d'eau à échantillonner. Les larves sont alors prélevées puis déterminées.

4. Problèmes de conservation des populations d'amphibiens :

Lors des prospections, une attention spéciale doit être prêtée à la détection et description détaillée des problèmes de conservation existant dans la zone étudiée.

A. Destruction du milieu :

- A1. Constructions et/ou urbanisation.
- A2. Carrières.
- A3. Construction de barrages (grande ou petite échelle).
- A4. Restauration, aménagement ou construction de voies de communications.

B. Modification/dégradation du milieu :

- B1. Colmatage de mares ou étangs.
- B2. Disparition du couvert végétal.
- B3. Rejets :
 - Rejets de restes de constructions.
 - Rejets d'ordures.
 - Rejets industriels toxiques.
 - Lavage et vidange de voitures.

C. Incendies forestiers.

D. Problèmes liés à l'agriculture et au pâturage :

- D1. Surexploitation des nappes aquifères
- D2. Changement des utilisations traditionnelles
- D3. Concentrations de parcelles cultivées
- D4. Utilisations de fertilisants.

E Introduction d'espèces exotiques/allochtones.

F. Accidents de routes

G. Actions directes de l'homme :

- G1. Collecte d'animaux pour consommation, commerce illégal, pharmacopée traditionnelle.
- G2. Mort d'animaux par phobie.
- G3 Dérangement par tourisme et utilisation récréative de la zone.

5. Définition du système d'évaluation de l'état de conservation des populations :

Afin de réaliser une évaluation de l'état de conservation des populations d'amphibiens, il est nécessaire d'employer les catégories des taxons des listes rouges de l'UICN. De cette manière, l'échelle d'état de conservation des populations d'amphibiens suivante peut être établie :

-Extinct (EX) : Une population est éteinte lorsqu'il n'y a plus aucun doute sur le fait que le dernier individu de la dite population soit mort.

-En danger critique (CR) : Une population est en danger critique lorsqu'il existe un risque extrêmement élevé dans un futur immédiat. Les critères descriptifs de ces types de risques sont définis par l'UICN (A à E).

-En danger (EN) : Une population est en danger lorsqu'elle n'est pas en danger critique mais est confrontée à un très haut risque d'extinction dans un futur proche. Les types de risques sont définis par l'UICN (A à E).

-Vulnérable (VU) : Une population est vulnérable lorsqu'elle n'est pas en danger critique, ni en danger mais est confrontée à un très haut risqué d'extinction à moyen terme. Les types de risques sont définis par l'UICN (A à E).

-Moindre risque (LR) : Une population se dit à moindre risque lorsque, ayant été évaluée, aucune des différentes catégories de danger critique, danger, vulnérable, n'a pu lui être attribuée. Les populations incluses dans la catégorie de « Moindre Risque » est à son tour divisée en trois sou catégories :

1. Dépendant de sa conservation.
2. Presque menacée.
3. Moindre préoccupation.

-Données insuffisantes (DD) : Une population appartient à cette catégorie lorsque l'information disponible sur son état de conservation reste inadéquate pour établir une évaluation, directe et/ou indirecte, du risque de son extinction.

-Non évaluée (NE) : Une population est considérée comme Non évaluée lorsqu'elle n'a toujours pas été évaluée selon ces critères.

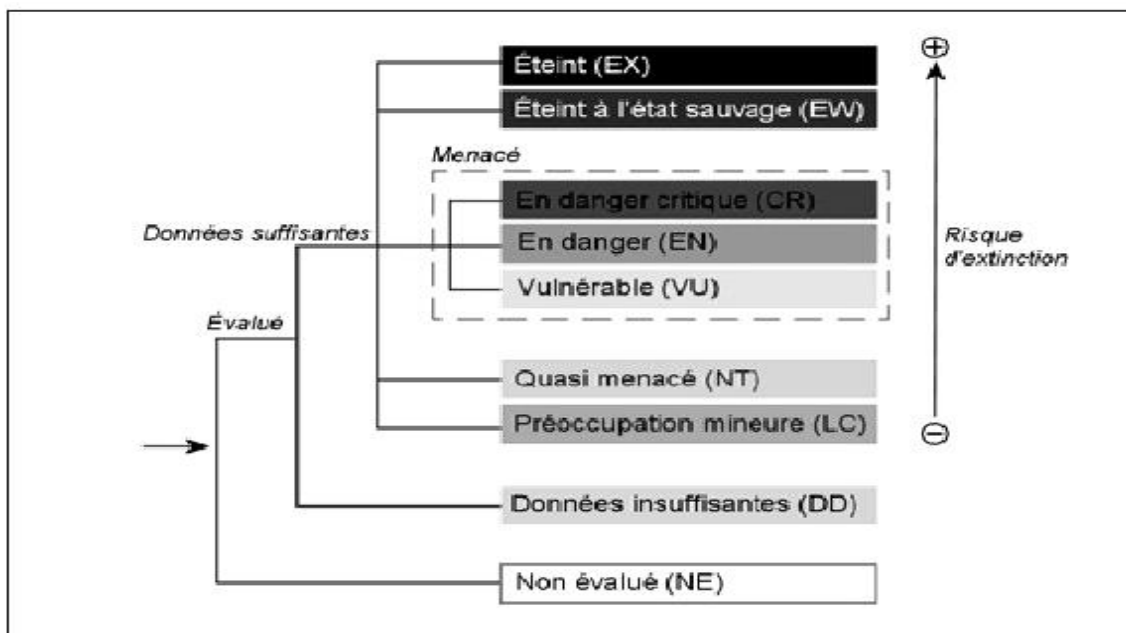


Figure (4) : Structure des catégories

B. reptiles:

Un reptile est un animal vertébré qui regroupe les animaux terrestres à température variable (ectotherme). Les premiers animaux à pouvoir être classés dans les reptiles sont apparus sur terre dès le Carbonifère. La classe des reptiles connut un développement très intense au cours de l'ère secondaire en se différenciant en plusieurs ordres. Aujourd'hui, il ne reste plus que 4 ordres distincts :

-les **crocodiliens** : 25 espèces de crocodiles, gavials, caïmans et alligators.

-les **rhynchocéphales** : 1 espèce de sphénodons.

-les **squamates** : environ 9 670 espèces de lézards (au sens large), serpents et amphispènes « lézard-ver ».

-les **tortues** : environ 330 espèces.

1. Caractères généraux :

- Vertébrés amniotes, en majorité tétrapodes, pentadactyles (sauf Ophidiens et quelques sauriens).
- Poïkilothermes.
- Corps recouvert d'écailles ou de plaques kératinisées d'origine épidermiques souvent doublées d'os dermiques en formant une véritable carapace.
- Orifices ano-uro-génitaux réunis en un cloaque transversal (Chéloniens, Rhncocéphales et Squamates) ou longitudinal (Crocodiliens).
- Pas de larves.

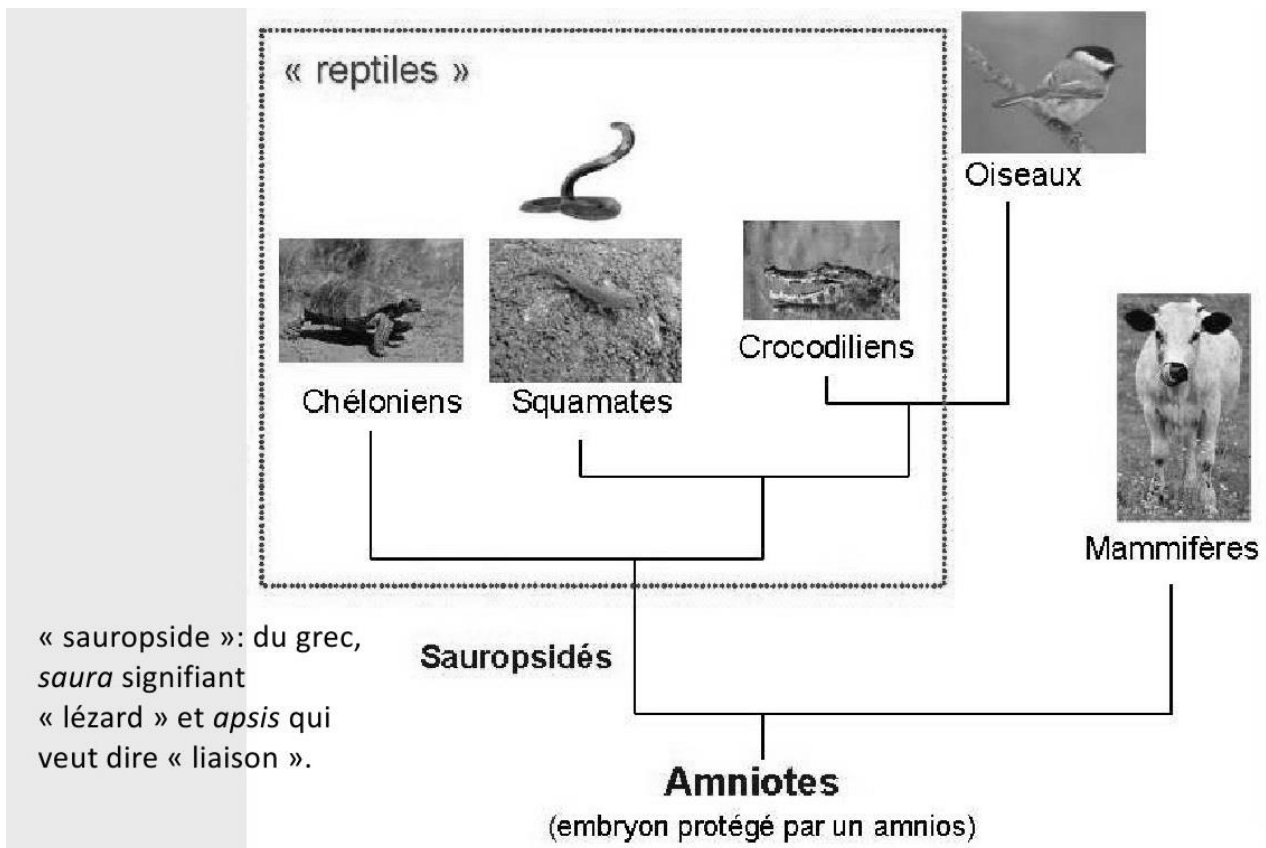


Figure 1. Position des reptiles.

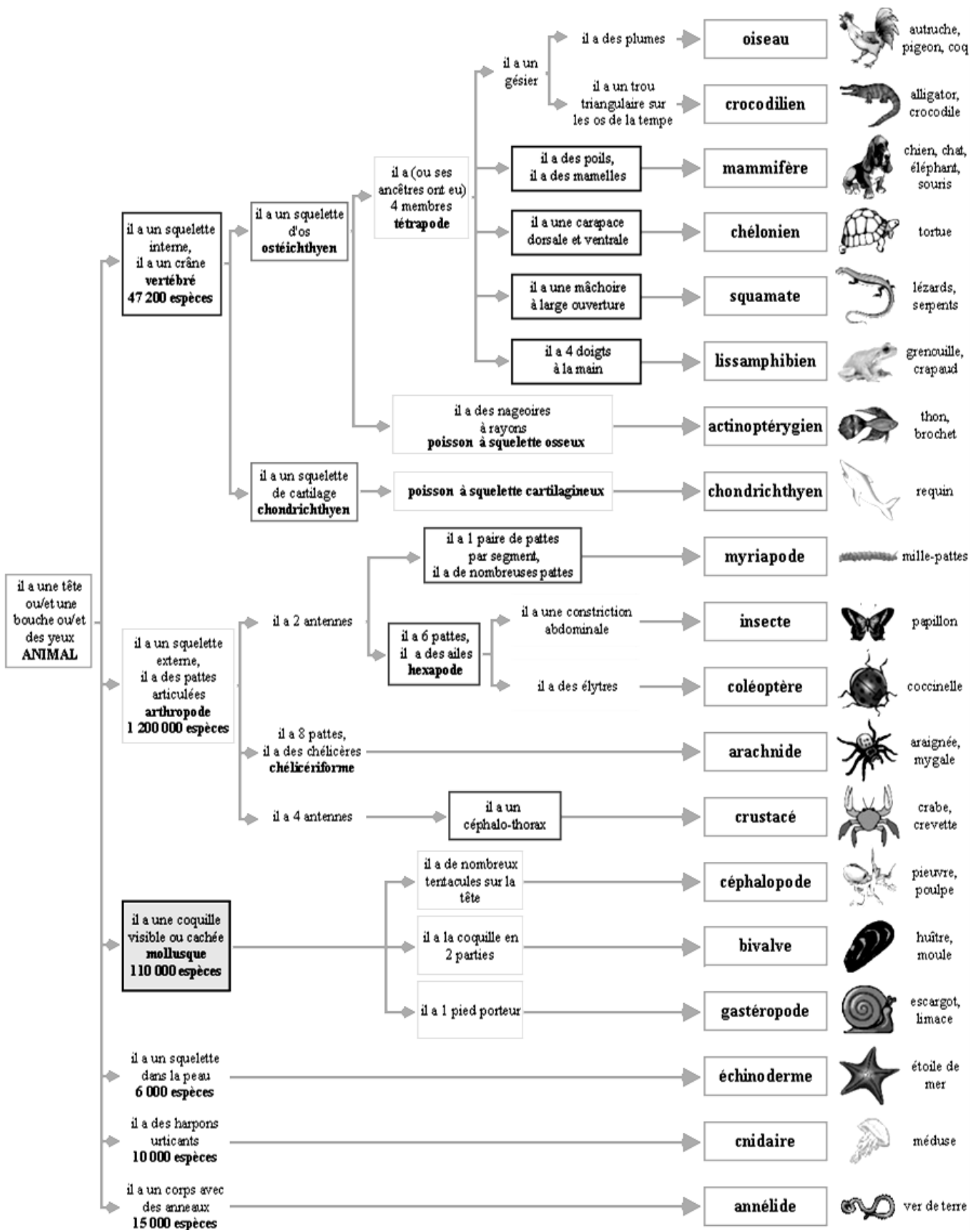


Figure 2. la classification phylogénétique

2. Méthodologies pour le suivi des reptiles:

Espèce	Aquatique		Propres des eaux douces	Transect linéaire et échantillonnage systématique du lit du cours d'eau au moyen de nasses	les tortues et couleuvres aquatiques. Genres : <i>Emys, Mauremys</i> et <i>Natrix</i>
	Terrestre	Activité diurne	Fouisseuses	Echantillonnage systématique, prospectant des pierres	Genre: <i>Blanus, Trogonophis, Chalcides, Psammophis</i>
			Non fouisseuses	Méthode de la parcelle	Tortues terrestres.
				Méthode de la parcelle et pièges pitfall	Lézards lacertidés des genres : <i>Acanthodactylus, Lacerta, Podarcis, Psammodromus.</i>
				Echantillonnage systématique, prospectant des pierres	Serpents des genres : <i>Coluber, Coronella, Malpolon, Vipera</i>
				Méthode de la parcelle	Autres espèces. Genres : <i>Agama, saurodactylus, Eumeces, Mesalina</i>
			Arboricoles	Méthode de la parcelle avec des recensements nocturnes	Caméléons
	Activité nocturne		Méthode de la parcelle avec recensement nocturne	<i>Tarentola, Hemidactylus</i>	

3. Description des méthodes de suivi:

3.1. Procédures générales

Quoique les techniques d'échantillonnage puissent être distinctes, il existe des normes communes à toutes.

- **Dates pour la réalisation du travail.** Etant donné le caractère poïkilotherme du groupe d'animaux à étudier, les prospections sur le terrain auront lieu au printemps (mars, avril, mai) et en été (juin, juillet et août). Ces dates coïncident avec le maximum d'activité chez ces animaux.
- **Climatologie.** Les prospections doivent se réaliser durant les jours à climatologie favorable : jours ensoleillés, sans vent, ni brouillard, ni pluie.
- **Horaires.** 09h et 13h durant le jour. Les prospections nocturnes ne doivent commencer que l'obscurité est totale, vers 20 – 21h à l'aide de lampes frontales.
- **Nombre de personnes.** Le nombre de personnes dépend des ressources humaines et économiques disponibles. Dans le cas de la présence de plus d'un observateur, les prospections doivent être indépendantes et les résultats, standardisé tenant en compte leur nombre.
- **Aire à prospecter. Cartographie, GPS.**
- **Données à noter. fiche terrain.**
- **Biométrie.** Longueur corporelle, poids, sexe, âge, état de reproduction, marquage des individus.
- **Plan de suivi.** Pour le suivi des populations et leur état de conservation, les prospections doivent être réalisées chaque année.
- **Analyse des données:** Les résultats des prospections comporteront l'information suivante :
 - Inventaire des espèces. Espèces observées ou détectées indirectement (mues, traces, carapaces, cadavres, etc.).
 - Densité. Individu/ha.
 - Structure de la population. Composition en individus selon chaque classe de taille et d'âge.

Espèces:		Lieu:		Pente:	
Localité :			Feuille :		Date :
Province :				Heure :	
Coordonnées :				UTM	
Altitude :		Durée :		Nb de personnes :	
	Espèces		Hauteur		Couverture
Arbres					
Arbustes					
Couverture Pierres-roches :			Sol :		
Habitat :					
Etat :			Menaces :		
Observations :					

Figure 3. Fiche de terrain.

3.2 Description de la méthodologie :

3.2.1. Transect linéaire de bande fixe :

Approprié pour la prospection d'espèces aquatiques. Il s'agit de réaliser des transects linéaires de longueur connue, le long de la rive d'un cours d'eau. Un total de 10 itinéraires de 100 m, séparés par au moins 50 m, sont sélectionnés. Les distances se mesurent à l'aide d'un mètre ou d'un GPS. La séparation entre les 10 itinéraires peut varier selon les caractéristiques de l'aire à prospector selon qu'il s'agisse d'une surface d'eau de grande ou de petite taille. Durant le recensement, l'observateur parcourt chacun des 10 itinéraires à pied et comptabilise tous les animaux rencontrés dans une bande de 10 m (10 m vers l'intérieur de la surface d'eau et 10 m dans la marge terrestre. Les 10 transects se réalisent en une seule journée et de préférence durant les meilleures heures d'insolation.

Chaque transect est considéré comme étant un échantillonnage indépendant. Les résultats sont standardisés en utilisant la mesure suivante : nombre d'individus et d'espèces détectés par personne itinéraire- heure. Cette méthode est utile aussi bien pour les inventaires d'espèces que pour le suivi de populations.

3.2.2. Echantillonnage systématique du cours d'eau à l'aide de nasses :

Cette méthode se base sur la capture d'exemplaires au moyen de nasses disposées sur le bord de l'eau. Les nasses doivent être orientées de telle manière que leur entrée soit dirigée vers le centre de la masse d'eau à prospecter. Le tiers ou le quart de la partie supérieure de la nasse doit être émergée afin de permettre aux animaux piégés de respirer. Les nasses doivent de préférence contenir un appât à forte odeur telles que des sardines.

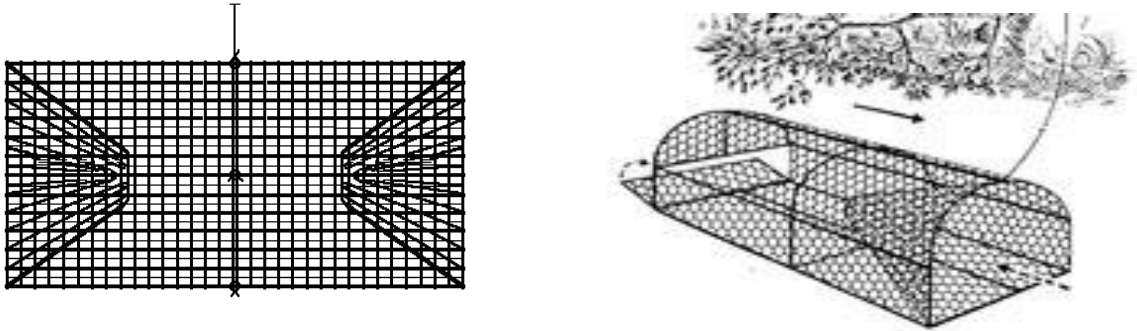


Figure 4. Les nasses.

3.2.3 Méthode de la parcelle :

Cette méthode permet de compter les individus présents dans une parcelle dont la taille est connue. L'observateur parcourant la parcelle note tous les individus enregistrés lors du recensement. La prospection est considérée comme achevée lorsque toute la parcelle a été échantillonnée et qu'aucun individu n'apparaisse plus après un temps fixé auparavant. Afin de standardiser les résultats, la densité est calculée selon la formule : nombre d'individus rencontrés par personne-heure et unité de surface. Le recensement de chaque parcelle est réalisé en une seule journée, durant la période la plus favorable.

3.2.4 Echantillonnage systématique prospectant des pierres :

Dans ce cas, nous recenserons la présence de reptiles habitant en dessous de structures adéquates (pierres de tailles moyennes, troncs d'arbres, etc.) dans différents points du terrain choisi, selon une trame de 25 m de côté. Comme résultat, un total de 16 échantillonnages/ha sera réalisé ; le nombre de points s'ajuste à celui de la parcelle (ex : 8, si la surface est de la moitié d'un ha).

La personne qui réalise l'échantillonnage se place à l'une des extrémités de la parcelle et marque ce premier point de prospection par un petit drapeau enfoncé dans le sol. A partir de ce point les structures susceptibles d'abriter des reptiles sont soulevées à des rayons de 10 m.

Cet échantillonnage est réalisé au milieu de la journée et en climatologie favorable (sans pluie ni vent). Les résultats sont standardisés en présentant l'information de la manière suivante :

- Nombre d'individu/ha. Le calcul se fait en fonction du nombre de points prospectés (16/ha).
- Nombre d'individus/échantillonnage. Seuls les points qui ont été prospectés sont considérés.

Cette méthode est utile pour les inventaires d'espèces et pour le suivi des populations.

3.2.5 Echantillonnage systématique à l'aide de pièges :

Cette méthode utilise des pièges de type (pit-falls) ou (funnel-trap) déposés sur le sol. Elle fournit une information sur la composition faunistique d'une zone et permet le calcul de l'abondance relative d'une espèce. Le piégeage s'effectue en deux sessions de 5 jours consécutifs (120h) et doit être répété deux fois durant le printemps et deux en été. Les pièges doivent être vérifiés chaque jour, le matin durant cette période. Les exemplaires capturés sont mesurés, pesés et marqués avant de les libérer. Les résultats sont standardisés selon le nombre d'exemplaires capturés par piège et par jour.

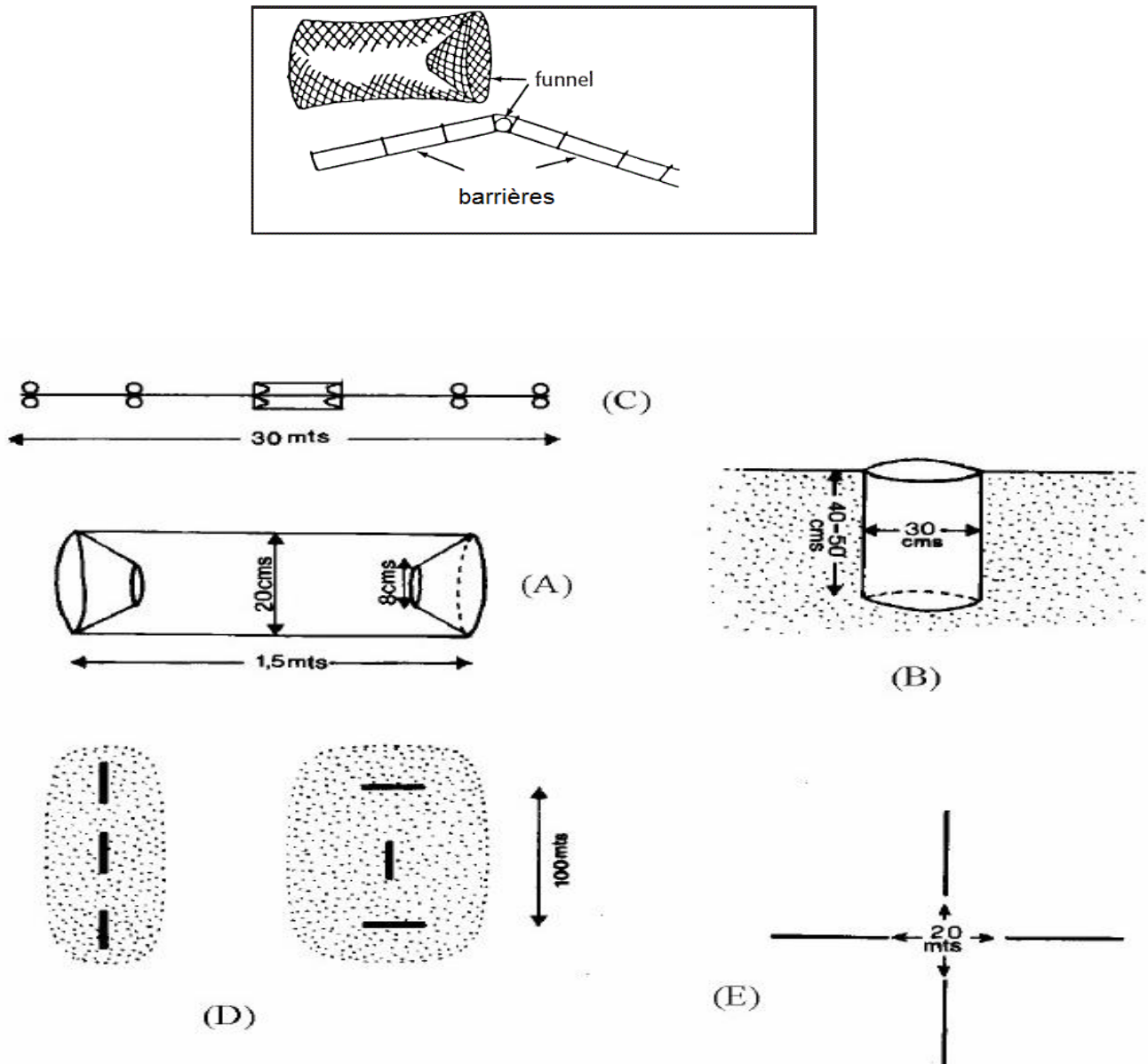


Figure 5. Caractéristiques techniques des pièges (pitfall) (A) et (funneltrap) (B). Les deux types de pièges sont construits avec des cylindres de 30x40 cm (pitfall) et 1,5 m x 20 cm (funneltrap). Les barrières ont une longueur de 30 m (C) et s'emploient avec 8 pièges pitfall (représentés par des cercles) et 2 pièges funneltrap (représentés par des rectangles). D et E représentent deux exemples pratiques de la disposition des barrières d'interception et pièges sur le terrain.

4. Procédures générales de suivi et évaluation :

Les techniques de suivi décrites ont pour objectifs l'utilisation d'une méthodologie standardisée applicable à n'importe quel type d'écosystème. Elles comportent une série d'étapes :

- Délimitation de l'aire géographique
- Caractérisation des unités environnementales
- Liste potentielle des espèces présentes
- Définir l'effort d'échantillonnage
- Planification du travail
- Travail de terrain
- Valorisation des résultats.

4.1. Délimitation de l'aire géographique :

Il est nécessaire de délimiter l'aire géographique car cela nous permettra de quantifier l'ampleur des investissements en moyens humains et économiques. Ex. zone réduite, telle qu'une petite île, ou bien de grande taille (une Province, un Parc National)

4.2. Caractérisation des unités environnementales :

Une fois l'aire à prospector choisie, il faut caractériser les unités environnementales (UE) qui y sont présentes. Par définition, les UE sont des zones présentant des caractéristiques écologiques similaires.

Exemples. Etages bioclimatiques dans les systèmes montagneux, Les cours d'eau de haute montagne, les lagunes, les formations végétales plus ou moins homogènes, zones de culture etc.

4.3. Liste potentielle des espèces présentes :

Une liste potentielle des espèces présente dans chaque UE doit être élaborée, selon la bibliographie existante

4.4. Définir l'effort d'échantillonnage :

La liste dressée pour chaque UE nous permettra de sélectionner le type de techniques appropriées. L'échantillonnage dans chaque UE doit être réalisé dans un nombre de parcelles (entre 5 et 10) favorables aux reptiles et où les possibilités de les trouver soient grandes. En principe, toute extension supérieure à 0.5 ha est adéquate. Afin d'éviter les interférences, les parcelles doivent être séparée d'une distance de 500 m.

4.5. Planification du travail :

La planification du travail a pour objectif d'optimiser les ressources humaines et économiques disponibles. Par exemple, il est recommandable de réaliser plusieurs échantillonnages durant la même journée tout en combinant la méthode de transect linéaire le long d'un cours d'eau avec la méthode de parcelle et la prospection de pierres avec recensements nocturnes.

4.6. Evaluation des résultats :

Avant la fin de chaque période, il est nécessaire d'évaluer les résultats obtenus afin de corriger les failles et de répéter (si nécessaire) les échantillonnages déficients.

4.7. Plan de suivi :

Le procédé décrit ici sera répété chaque année, dans toutes les parcelles sélectionnées dans chaque UE.

5. Evaluation de l'état de conservation :

Les différentes méthodes citées présentent plusieurs avantages.

1. Applicables dans n'importe quel type d'habitat et sur n'importe quelle extension.
2. Les résultats obtenus sont comparables entre habitats quoique contrastés, et aussi entre années.
3. Ces méthodes fournissent une information sur la composition faunistique d'un habitat et dans plusieurs cas, sur la densité des espèces. La répétition dans le temps, nous permettra d'analyser l'état de conservation et les tendances des populations chez bon nombre d'espèces.

5.1 Critères d'évaluation :

Une première approximation se base sur l'analyse du nombre de parcelles où l'espèce est présente. Le suivi dans le temps d'un grand nombre de parcelles pourrait nous informer par exemple, de la diminution de l'aire de répartition de quelques espèces et dans quelques cas ; de la densité et de sa variation dans le temps.

Evaluer l'état de conservation d'une espèce pourrait se faire en suivant les critères de catalogation recommandés par l'IUCN. Les catégories considérées sont les suivantes :

En danger critique (**CR**).

En danger (**EN**).

Vulnérable (**VU**).

Moindre risque (**MR**).

Méthode d'étude des poissons d'eau douce :

L'objectif de l'échantillonnage est de connaître les propriétés d'une population à partir de l'analyse d'une fraction de celle-ci. Cette pratique est née de l'impossibilité de procéder pour des raisons de coûts et de temps, à des recensements exhaustifs d'une population. En général la question qui se pose est la suivante : Comment effectuer le choix des échantillons à utiliser de manière à en tirer le maximum de renseignement sur les poissons des eaux douces dans le minimum de temps et avec le maximum de précision.

L'eau douce : une eau est définie par sa faible teneur en sels (une eau dont la salinité est inférieure à 0,5), qui contient peu d'ions en termes chimiques. C'est l'eau des rivières et des lacs.....etc.

Les poissons : un bon indicateur de la qualité du milieu. Ils occupent toute la chaîne trophique, et notamment son dernier maillon. Ils constituent aussi à ce titre un excellent intégrateur de la qualité du milieu aquatique dans ses dimensions physiques et biologiques, et sont particulièrement propices à l'évaluation de l'état de l'environnement aquatique d'eau douce.

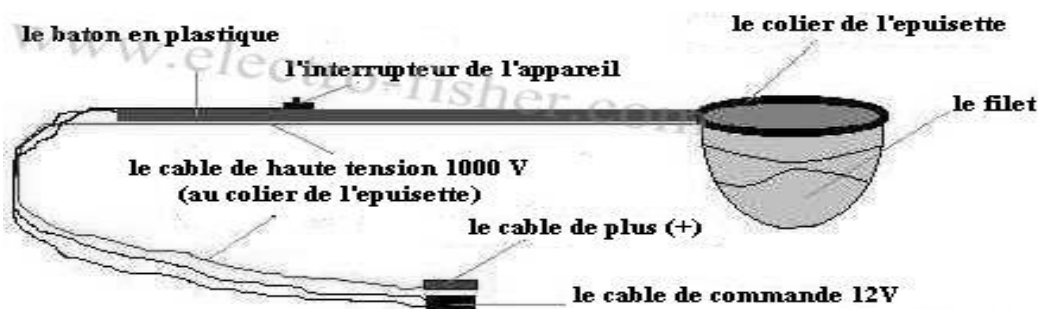
1.2 Les méthodes de pêche:

1.2.1 La pêche électrique:

L'expression pêche électrique ou électropêche (electrofishing), une technique d'échantillonnage désigne tous les moyens de pêcher des organismes aquatiques (poissons en général) au moyen d'un courant électrique. C'est dans tous les cas un moyen de pêche interdit ou contrôlé ou réservé à certains usages, car permettant trop facilement d'accéder à la ressource, au risque de la faire rapidement disparaître par surexploitation de la ressource.

A. Matériel utilisé:

Une pêche à l'électricité fonctionne selon le principe suivant : lorsqu'on plonge deux électrodes de charges opposées dans un cours d'eau, on crée un champ électrique. Le courant se propage alors, entre l'anode (**pôle +**) et la cathode (**pôle -**). Le poisson qui se trouve dans ce champ électrique va avoir une nage forcée vers l'anode où il pourra être attrapé à l'aide d'une épuisette puis stocké dans un bassin oxygéné. Pour autant qu'elle soit pratiquée au moyen d'appareils prévus à cet usage, réglés correctement et utilisés dans les règles de l'art, cette méthode de capture très efficace n'a pas de conséquences négatives pour les poissons capturés. Le matériel est constitué d'une batterie sur le dos branchée à un fil. Il y a un manche avec un cercle métallique pour tétaniser les poissons. Derrière, il y a deux hommes avec une épuisette et un seau. Lorsqu'ils pêchent des poissons de différentes dimensions, ils utilisent du matériel pour mesurer les poissons. Il est fait en bois avec une règle qui était vissée dessus. Il y avait des bacs pour conserver les poissons. Dans le ruisseau il y avait des bacs avec des trous pour laisser les poissons dans leur habitat



B. Réalisation de la pêche électrique :

- Le chantier de pêche électrique se déroule en plusieurs étapes :
- Reconnaissance rapide de la station et installation du matériel
- Répartition des postes de pêche (anode, épuisette, fil, seaux, sécurité, biométrie, ...)
- Rappel des consignes de sécurité et vérification de l'équipement.
- Départ de la pêche, après avoir testé le matériel.
- Une fois le poisson capturé à l'épuisette, il sera transporté dans un seau pour être acheminé au poste de biométrie, où il sera stabulé dans un bac.
- Sur le poste de biométrie le poisson est trié puis pesé et mesuré, il arrive que des prélèvements soient réalisés (écailles et nageoires).
- Après son passage au poste de biométrie, le poisson est stocké dans un vivier.
- Réalisation d'un deuxième passage.
- Une fois que la pêche et la biométrie sont finies, le poisson est relâché.
- Nettoyage, désinfection et rangement de l'ensemble du matériel.
- Description de la station (voir même cartographie).

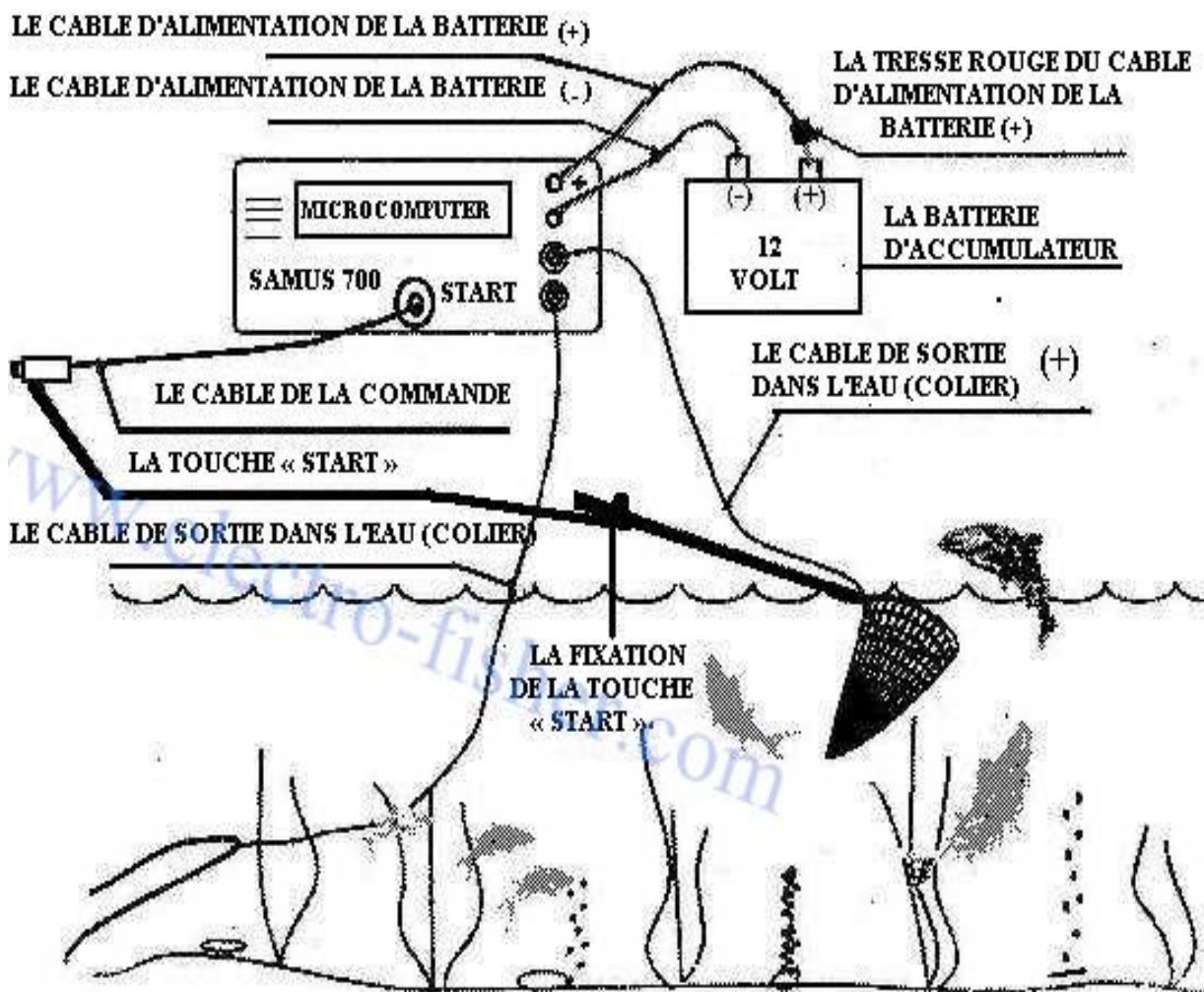
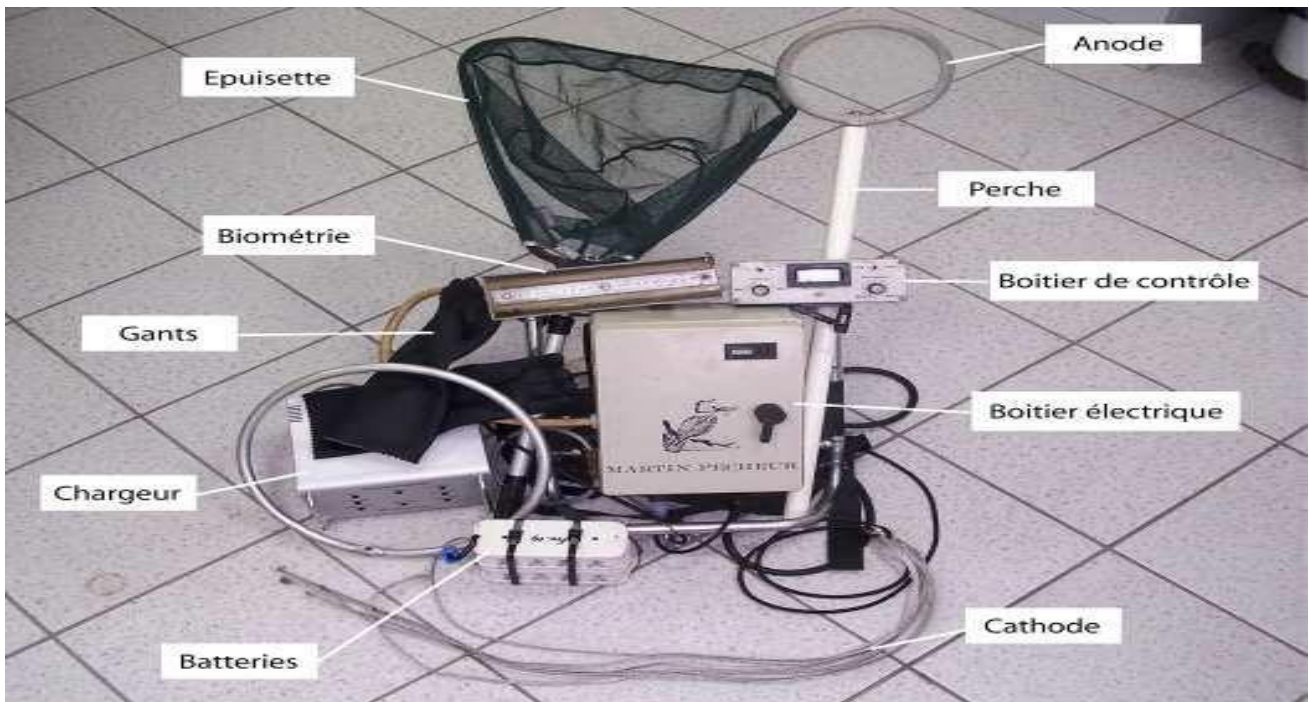
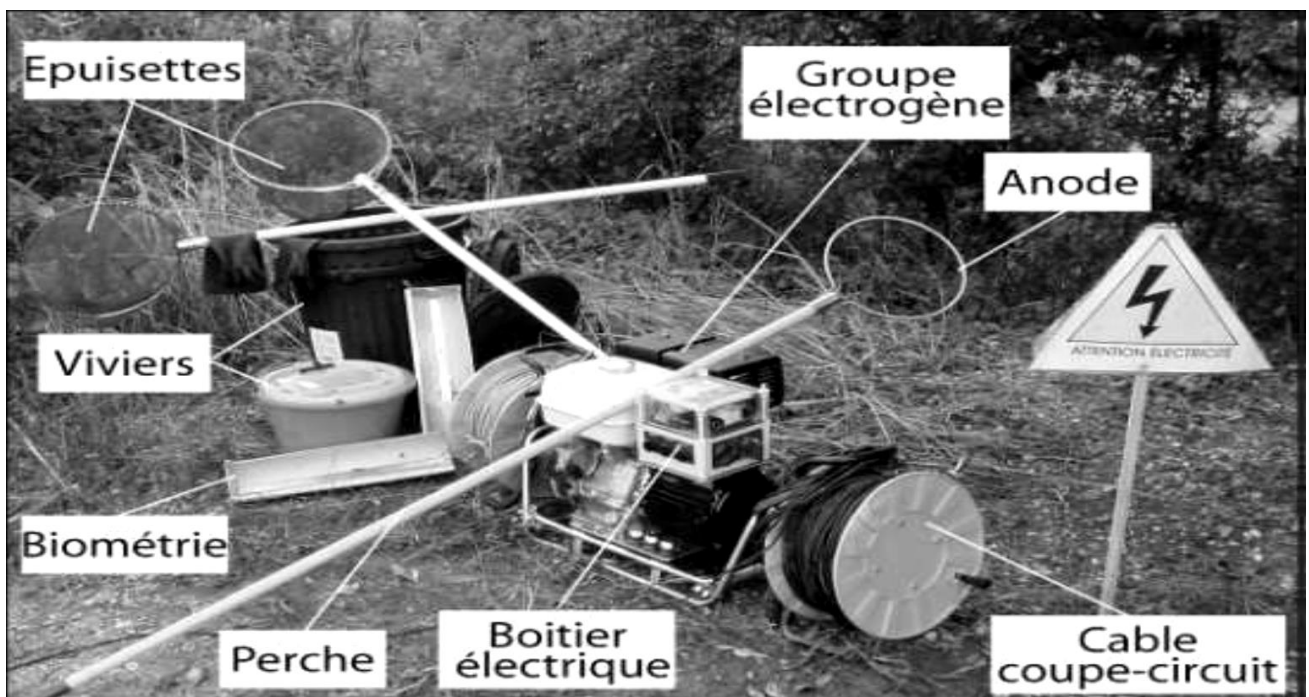


Figure 1 : la technique.

Sur les rivières de faibles tailles et largeurs (< 3 m) et parfois difficiles d'accès les pêches sont réalisées par deux techniciens à l'aide d'un appareil léger portable alimenté par une batterie (type "Martin pêcheur").



Sur les rivières plus larges (>3m), il est employé un matériel équipé par un groupe électrogène posé en berge ou dans une embarcation. Ce matériel dispose d'un important rayon d'action et se révèle efficace dans les grands volumes d'eau.



MATÉRIEL :

- A : groupe électrogène
dynamo ou alternateur
- B : boîtier électrique (redressement/
transformation/réglages)
- C : cathode (électrode négative)
généralement grille ou tresse
- D : sortie positive (généralement
courant continu) et bobine isolée
- E : anode (électrode positive)
- F : télécommande de sécurité
(herzienne ou à fil)
- G : épaisseur (Ø 5 mm)
- H : vivier portable
- I : filet barrage amont
- J : filet barrage aval
- K : viviers fixes
- L : table de tri et de mesure

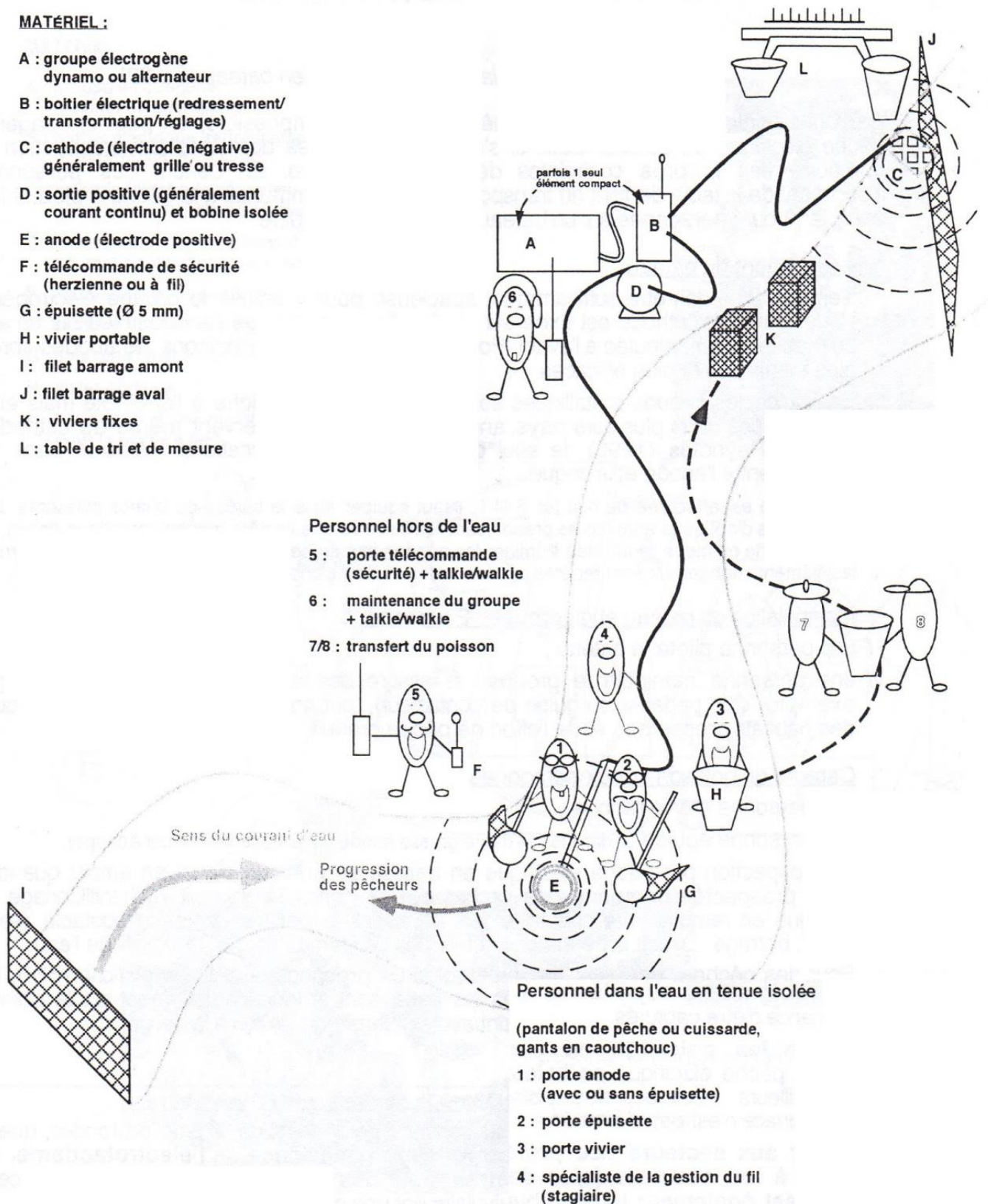


Figure 2. Principe et illustrations du déroulement d'une pêche électrique.

C. Avantages :

- Elle permet la prospection de nombreux habitats différents sur un même site (berges, dalles, sable, vase...)
- Sa mise en œuvre est optimale avec un nombre restreint de personnes mobilisées.
- Elle permet un échantillonnage efficace de nombreux sites en un temps réduit.

D. Inconvénients:

- Modification physiologiques (du sang par exemple).
- Retard de croissance (notamment en cas d'exposition répétée¹).
- Mortalité à court terme d'embryons (d'autant plus que l'embryon est développé).
- Mortalité à court terme de juvéniles Mortalité à court ou moyen terme d'adultes, rare (1 % des poissons environ) si le matériel est correctement utilisé, mais plus importante en cas de tension trop élevée ou d'exposition répétée d'un même poisson ou de tension élevée.

1.2.2 Engins passifs :

On range dans cette catégorie toutes sortes de pièges fixes qui mettent à profit les déplacements des poissons pour les capturer.

- les nêcheries barrages de toutes natures : Leur principe est partout le même et consiste, en barrant la route au poisson, à l'amener dans des chambres de capture où il est récupéré. Suivant leur disposition elles mettent à profit les mouvements longitudinaux (éventuellement d'un milieu à un autre : rivière lagune, lagune-mer.. .) ou transversaux (platier-chenal central, mangrove eaux libres.. .) et sont donc particulièrement adaptées à l'échantillonnage des populations en migration et des juvéniles.
- Les nasses et les casiers Engins en général très sélectifs et peu utilisés pour les études de peuplement.

1.2.3 Echantillonnage par filet :

- **Les filets maillants** : sont les plus couramment utilisés pour les études de peuplement. Généralement différentes tailles de mailles et plusieurs types de filets sont associés afin d'élargir au maximum la gamme des espèces capturées.

A. Les avantages :

- L'avantage de ces méthodes sont principalement leur facilité et leur souplesse d'utilisation et surtout la possibilité de définir avec une certaine précision une unité d'effort de pêche ce qui est primordial pour l'exploitation et l'interprétation des données récoltées.
- Toutes ces techniques peuvent être mises en œuvre dans une grande variété de biotopes aussi bien en mer qu'en rivière, en lac, en lagune,...etc

B. Les inconvénients:

Leurs inconvénients majeurs dans le cadre des études de peuplement sont liés à leur mode fonctionnement (fondé sur l'exploitation des déplacements) qui induit une sélectivité importante liée à la taille, la morphologie (forme), biologique du poisson. L'éthologie (comportement) et au rythme d'activité aisée de plus, bien que l'unité d'effort d'échantillonnage soit en principe à définir l'interprétation des résultats peut se révéler délicate car l'efficacité de ce type d'engins est fortement soumise aux modifications des conditions environnementales dans lesquelles ils opèrent.

Ainsi, par exemple, un filet maillant, disposé en un même endroit n'aura, pas la même efficacité lors de la crue et durant l'étiage (influence du courant, de la turbidité).

Enfin, il faut noter que la durée de séjour dans l'eau peut induire des modifications de l'efficacité par colmatage, attraction des prédateurs par les poissons capturés, saturation en cas de capture abondante... et que, particulièrement en eau chaude, elle entraîne une dégradation du matériel biologique récolté.

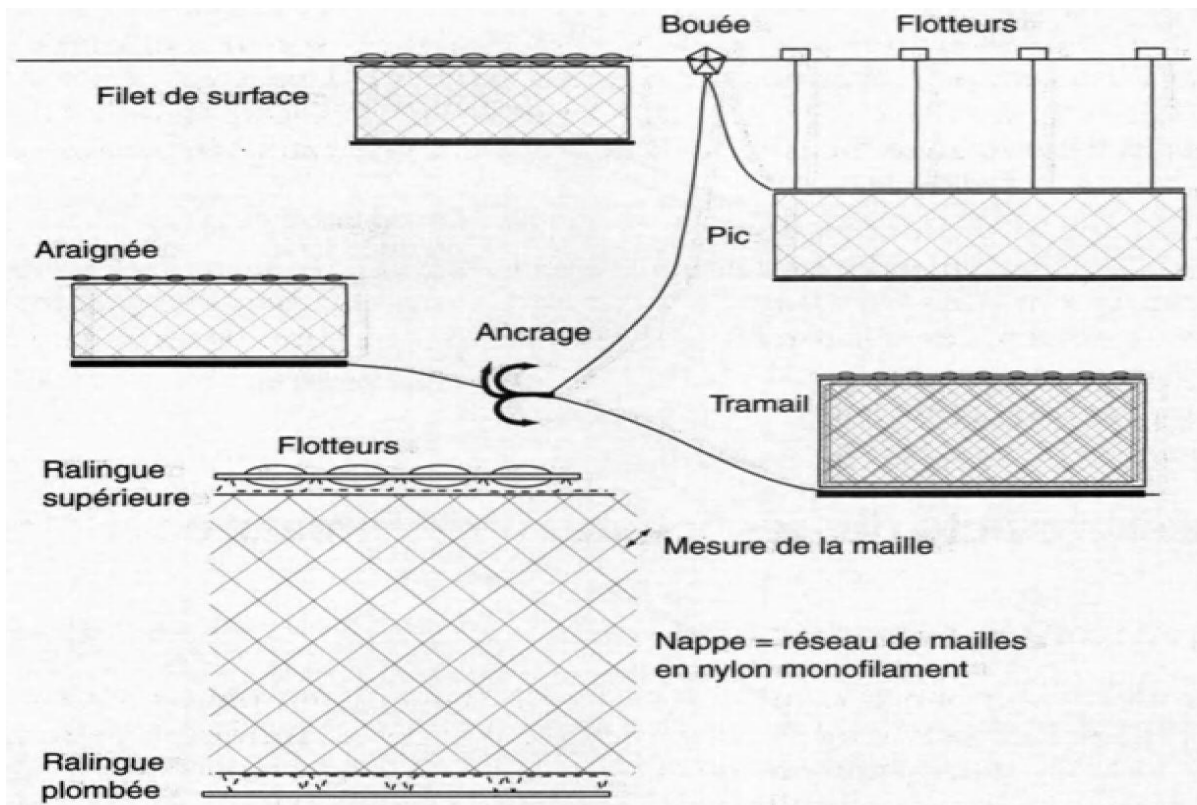


Figure 3. Technique et mode d'action des filets maillants.

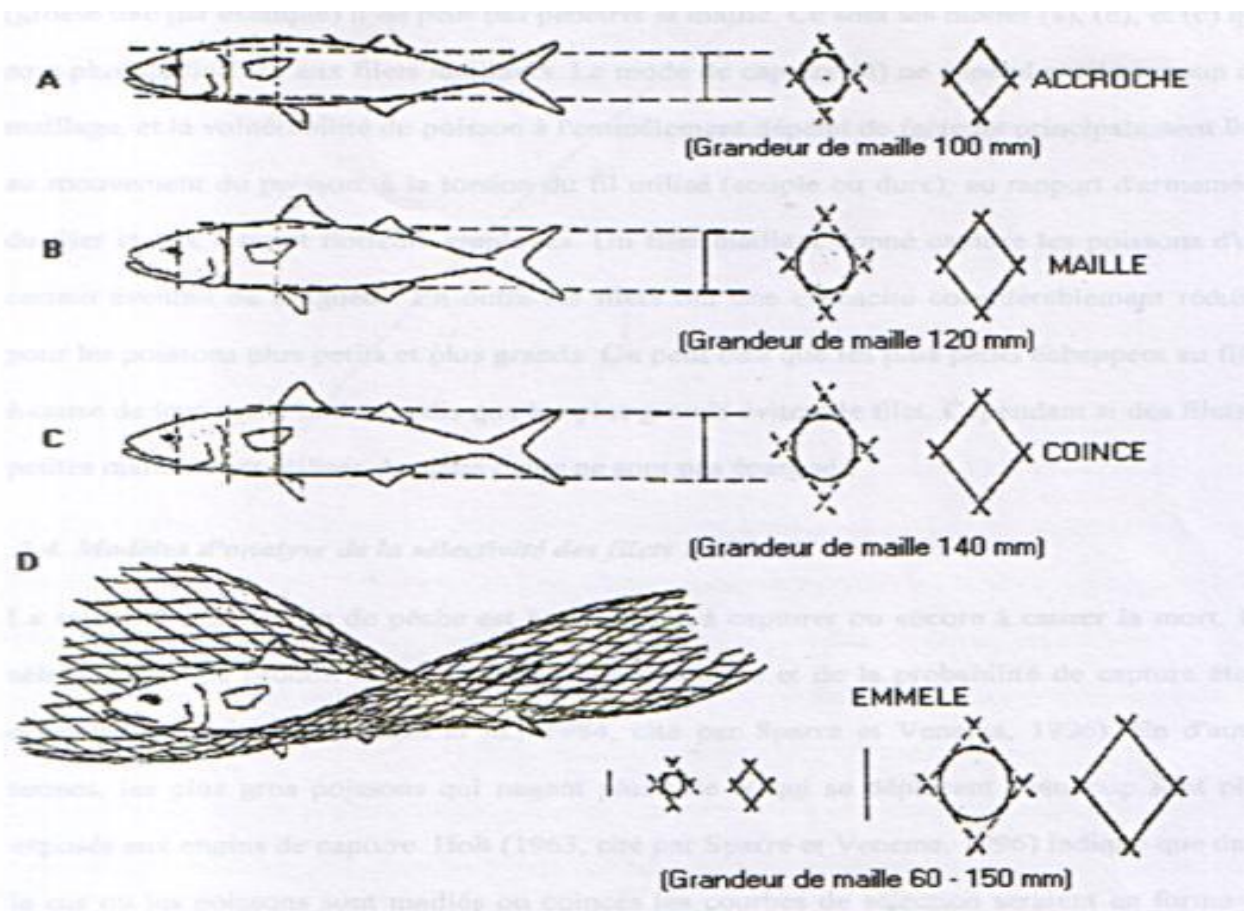


Figure 4. Modes de capture du poisson par le filet maillant.