

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Boudiaf- M'Sila
Faculté des Sciences
Département des Sciences de la nature et de la vie



Méthode d'étude et inventaire de la faune et la flore (Cours pédagogique)

2ème Année L.M.D.

Filière : Ecologie et environnement

Domaine : Science de la nature et de la vie

Dr. BENHISSEN Saliha

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

2018/2019

CONTENU DU COURS

Semestre : 04

Intitulé de la matière : Méthode d'étude et inventaire de la faune et la flore

Unité : UEF 2.2.2

Crédit : 6

Coefficient : 2

Objectif de l'enseignement : Le contenu de cette matière permettra l'étudiant d'acquérir les :

- Types d'échantillonnages
- Méthodes d'échantillonnage et de classification de la végétation
- Méthodes d'échantillonnage de la faune
- Collectes et analyses des données faunistiques et floristiques

Connaissances préalables recommandées ; (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes). L'étudiant doit avoir des notions élémentaires sur la biologie végétale et la biologie animale.

CONTENU DE LA MATIÈRE

Introduction.....	03
CHAPITRE 01. Quelques définitions.....	04
1.1. Qu'est-ce qu'un échantillonnage ?.....	04
1.2. C'est quoi un inventaire ?.....	04
1.3. C'est quoi une surveillance ?.....	04
1.4. C'est quoi un suivi ?.....	05
CHAPITRE 02. Les stratégies et les plans d'échantillonnages.....	05
2.1. Les stratégies d'échantillonnages.....	05
2.2. Choisir le plan d'échantillonnage.....	08
CHAPITRE 03. Méthode d'échantillonnage de la faune	13
3 .1. Méthodes d'échantillonnage des arthropodes (principalement insectes).....	13
3.2. Les techniques d'échantillonnage de petits mammifères.....	18
3.3. Méthodes d'échantillonnage des oiseaux.....	21
CHAPITRE 04. Méthode d'échantillonnage de la flore	29
4.1. Quelques définitions	29
4.2. Echantillonnage de la végétation.....	29
CHAPITRE 05. Exploitation des données faunistiques et floristiques ; Traitement, analyse et interprétation.....	34
5.1. Traiter les échantillons	34
5.2. Exploitation des données par des indices écologiques	35
5.3. Traitement statistique des données	37
5.4. Interpréter les résultats.....	38
Références bibliographiques.....	39

INTRODUCTION

D'après FINLAYSON (1991), le cadre de la conception d'une étude peut se résumer en plusieurs phases importantes indiquant la démarche à respecter. Ces étapes induisent notamment une série de questions auxquelles le gestionnaire se trouve confronté et auxquelles il doit tenter de répondre. Chaque question est importante et devrait être résolue avant de démarrer toute étude (USHER, 1991 ; ROBERTS, 1991). Les plus immédiates sont :

1. « Quels sont mes objectifs ? » : Quel est le but de l'étude ? Quelles sont les données requises ?

2. « Que dois-je suivre ? » : Quelles espèces ? Quelle échelle ? Qu'est-ce qui peut être obtenu par la lecture d'études existantes ? Quelle est la taille de l'échantillon, etc...

3. « Comment vais-je procéder ? », « Quand ? », « Avec quelle fréquence ? » :

Comment l'objectif peut-il être atteint ? Comment obtenir les données souhaitées ? Quelle méthode utiliser ? Combien de stations de prélèvement ? Comment choisir les aires d'échantillonnage ? Combien cela va coûter (temps, argent) ? Quelles sont les sources de biais ? Comment les résultats vont être enregistrés ? Cela implique de décider des techniques d'échantillonnage et de relevés sur le terrain.

4. « Est-ce que les méthodes sont suffisantes ? » Est-ce que l'on a besoin de mesurer d'autres variables ?

5. « Comment fonctionne l'analyse ? » Est-ce que la taille des échantillons est suffisante ? Sous quelle forme se présenteront les données qui seront collectées périodiquement ? Quelles méthodes statistiques sont facilitées par l'utilisation de l'ordinateur ?

6. « Que signifieront les données ? »

7. « Quand l'objectif visé sera-t-il atteint ? »

CHAPITRE 01 : Quelques définitions

1.1. Qu'est-ce qu'un échantillonnage ?

L'échantillonnage est fondamental et résulte de l'impossibilité de collecter des données sur tous les éléments d'une population ou d'une surface, souvent pour des raisons pratiques, techniques ou économiques.

L'échantillonnage permet alors d'étudier le tout par le biais des statistiques. Il est pourtant d'après Scherrer (1984), l'un des aspects les plus négligés de la biostatistique, c'est ce qu'on peut constater aussi dans les espaces naturels. La partie de la population que l'on va examiner s'appelle l'échantillon. Définir les modalités de l'échantillonnage consiste à définir la localisation, le nombre et la taille des échantillons de la population statistique.

1.2. C'est quoi un inventaire ?

Un inventaire est un « ensemble d'observations quantitatives et qualitatives et de mesures utilisant des protocoles normalisés, réalisées en une période de temps limitée » (Hellawell, 1991). On peut ajouter que les inventaires sont effectués selon des dispositifs d'échantillonnage représentatifs. Finlayson (1996) précise que cet exercice est effectué « sans idées préconçues quant à la teneur des résultats ». Lhonoré (2000) propose une définition proche : « recensement le plus exhaustif possible d'un ensemble de données taxonomiques sur une aire géographique précise et durant une période de temps limitée ». Un inventaire correspond donc à une campagne de collecte de données.

1.3. C'est quoi une surveillance ?

Une surveillance est un « programme étendu d'inventaires systématiquement mis en œuvre afin de fournir des séries temporelles d'observations et de mesures » (Hellawell, 1991). La surveillance consiste donc en « une série de collectes de données (série d'inventaires) répétées dans le temps » (Finlayson, 1996), sans hypothèse particulière, sans question préalable et sans idée préconçue sur l'évolution des paramètres mesurés. C'est le cas des données météorologiques ou des comptages d'oiseaux par exemple. L'objectif est principalement descriptif : disposer des données de base. On emploie parfois le terme de surveillance continue.

1.4. C'est quoi un suivi ?

Face à un problème bien identifié, le suivi repose sur une série de collectes de données répétées dans le temps. Il est basé sur la surveillance et consiste à recueillir systématiquement dans le temps des données et autres informations. Il diffère de la surveillance en ce sens qu'il est plus précis et vise des cibles ou buts spécifiques et que l'on a une raison spécifique pour recueillir les données et informations. Il est mis en œuvre pour « vérifier le niveau de conformité avec une norme ou position prédéterminée, en référence à un standard prédéterminé (ex. : état de référence) ou à un état recherché » (Hellawell, 1991 ; Goldsmith, 1991 ; Finlayson, 1996).

CHAPITRE 02 : Les stratégies et les plans d'échantillonnages

2.1. Les stratégies d'échantillonnages

De fait, on échantillonne correctement uniquement, si l'on sait ce que l'on va faire des données (d'où la nécessité de réfléchir à l'exploitation statistique des résultats avant de commencer l'étude), et si on a compris en quoi consiste l'interaction, nommée échantillonnage, entre l'objet analysé et l'acte d'analyse (Frontier, 1983).

La notion d'échantillonnage est donc liée à celle de stratégie, qui doit assurer le meilleur compromis entre :

- l'objectif de l'étude (question/hypothèse préalablement correctement posée).
- les contraintes naturelles (hétérogénéité spatiale, variété d'échelles significantes, etc.).
- les contraintes techniques (temps disponible, fiabilité des mesures, etc.) financières
- les contraintes mathématiques (qualité des données et des instruments mathématiques, etc.).

2.1.1. Choix de la question biologique

Qu'il s'agisse d'un échantillonnage, un inventaire, d'une surveillance ou d'un suivi, la première étape consiste à identifier le contexte dans lequel l'étude se positionne. C'est-à-dire qu'il sera nécessaire d'identifier la problématique, donc les questions auxquelles on veut répondre, d'estimer son ampleur et ses causes, et de faire le bilan des connaissances actuelles qui pourraient permettre de répondre, au moins en partie, à la ou aux questions posées.

2.1.2. Définir les objectifs

Selon Hellawell (1991), des études sont parfois mises en place avec une vague idée des objectifs, et l'espoir que les données récoltées sur le terrain, sans protocole particulier, seront utilisables par la suite pour élaborer des analyses statistiques. Les études sont souvent planifiées à l'envers, sur le principe du « collecte maintenant » (les données) et « pense plus

tard » (aux questions utiles). La définition des objectifs est pourtant une étape essentielle pour identifier les éléments et paramètres à suivre, et préparer la stratégie d'échantillonnage qui conditionne l'ensemble de l'étude. Les objectifs constituent la base de la collecte de l'information car la manière de recueillir les données sera fonction de ce que l'on souhaite obtenir.

2.1.3. Etablir l'hypothèse

L'hypothèse est un énoncé explicite qui sous-tend l'objectif.

Une nécessité pour les suivis : L'hypothèse est nécessaire dans le suivi où elle indique le degré de conformité avec une norme ou un standard prédéterminé. Le gestionnaire devra alors se doter des informations nécessaires pour établir des hypothèses sur les causes des changements observés (Grillas, 1996).

Mais pas pour la surveillance ou les inventaires : Il n'est pas nécessaire de définir une hypothèse pour des programmes de surveillance continue. Le gestionnaire se basera sur les niveaux de population d'espèces ou surfaces d'habitats identifiés dans un premier temps (état de référence), et la collecte des données devra permettre de vérifier si les effectifs des populations ou la répartition des habitats ont régressé ou augmenté (évaluation des tendances).

L'hypothèse n'est pas nécessaire dans les inventaires. Il est cependant possible, si on connaît les habitats du site, de réaliser une liste d'espèces végétales potentiellement présentes, à partir des cahiers d'habitats, et partir de l'hypothèse que l'on va trouver ces espèces par le biais de l'inventaire.

2.1.4. Choix du matériel biologique

Choisir le matériel biologique revient à identifier ce que l'on veut étudier. Il s'agit en fait de l'objet de l'étude.

2.1.4.1. Choix de l'unité d'échantillonnage

L'**unité d'échantillonnage** est l'élément (de l'objet étudié) sur lequel vont se porter les mesures des variables. Cela revient en fait à dire si l'on souhaite mesurer les variables par exemple pour une espèce, sur les adultes, les jeunes, les mâles chanteurs, les individus nicheurs, ou travailler à partir des traces (crottes, pas...), ou pour un habitat sur une surface, etc. Cet élément doit être défini a priori pour être identifié sans ambiguïté.

Le choix de l'unité d'échantillonnage ne présente alors aucune difficulté. S'il s'agit d'un groupe d'espèces, le gestionnaire devra lister les espèces appartenant à ce groupe, et notamment les espèces cibles ou indicatrices.

2.1.4.2. Choix de la population statistique a été définie par Scherrer (1984) comme étant une collection d'éléments possédant au moins une caractéristique commune et exclusive,

permettant de l'identifier et de la distinguer sans ambiguïté de toute autre. Un échantillon est un sous-ensemble extrait de cet ensemble plus vaste qu'est la population statistique, en tenant pour acquise l'applicabilité de certaines lois de probabilité.

Le choix de la population statistique dépend en dernier ressort des contraintes d'ordre théorique et pratique. Ainsi, l'accessibilité ou la proximité de la population statistique s'avèrent souvent des facteurs de choix déterminants (Gounot, 1987). Cela dépend aussi de la configuration du site (grandes unités ou mosaïques de milieux) et surtout de sa taille.

2.1.5. Choisir les variables à mesurer

Une fois défini l'objet à étudier, le gestionnaire doit s'attacher à définir les mesures à effectuer. Il liste alors les variables ou paramètres à mesurer pour chaque unité d'échantillonnage. Les variables doivent correspondre exactement à la problématique et se reporter à l'objet et son unité d'échantillonnage.

Une variable est une caractéristique mesurée ou observée sur chacun des éléments de l'échantillon ou sur des entités prédéfinies qui se rattachent aux unités d'échantillonnage.

En effet, il peut s'agir d'un attribut de l'élément comme la taille, le poids d'un animal, on parlera alors de variables propres. S'il s'agit d'une composante particulière de son environnement comme la quantité de nourriture disponible, la température ambiante, etc., on parlera alors de variable associée, car elle n'est pas mesurée sur l'élément proprement dit. Les variables peuvent être de nature qualitative ou quantitative.

Une variable, est de nature **qualitative** si elle ne peut être mesurée tout en demeurant susceptible de classement, comme la classe d'âge (adulte ou immature), le sexe, la race, l'espèce...

Une variable est de nature **quantitative** si elle peut être mesurée, comme la hauteur d'un arbre, le poids d'un micromammifère, son nombre de parasites.

2.1.5.1. Les variables « propres »

Elles se rapportent directement à l'objet. Au minimum, la variable à mesurer est la présence/absence de l'élément à étudier à un endroit donné. Mais pour la plupart des espèces se déplaçant facilement par le vol, la simple observation n'est pas suffisante pour les intégrer à l'inventaire. Il est important dans ce cas de savoir comment elles exploitent la réserve (zone de repos, de nidification, etc.) de connaître leur statut biologique (reproducteur, migrateur, hivernant).

2.1.5.2. Les variables « associées »

On complètera aussi le jeu de données en relevant des variables sur les objets identifiés comme facteurs déterminants la présence de telle espèce ou tel habitat comme les conditions météorologiques, de sol, d'humidité... Le paramètre à mesurer peut-être le pH pour une étude portant sur la qualité de l'eau en lien avec une espèce végétale ou animale. Pour reprendre l'exemple de l'étude réalisée dans la RN de la Truchère-Ratenelle, consistant à caractériser les facteurs limitant le peuplement d'amphibiens sont mesurés :

- le pH,
- la température,
- et la concentration en oxygène des eaux.

Parmi les variables qu'il est possible de mesurer sur un objet, il faudra sélectionner en priorité celles mesurables par le gestionnaire lui-même sans nécessiter des moyens lourds et si possible sans faire appel à un spécialiste.

2.2. Choisir le plan d'échantillonnage

Choisir le plan d'échantillonnage consiste à choisir de quelle manière les données seront recueillies sur le terrain (en certains endroits choisis au hasard, dans tous les habitats fréquentés par l'espèce visée...) donc choisir une méthode pour localiser les échantillons. Il conditionne aussi le mode de traitement des données et donc les résultats. Les modalités de l'échantillonnage sont souvent déjà incluses dans les protocoles standards. Par exemple : écouter les oiseaux en parcourant un transect de 3 km à vitesse constante avec la méthode des IKA.

Selon le but visé et les contraintes rencontrées, plusieurs plans d'échantillonnage sont disponibles et répondent à des besoins particuliers. Les trois principaux types sont l'échantillonnage aléatoire simple (au hasard), l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage stratifié (Goldsmith, 1991). Mais il en existe d'autres : à probabilités inégales de sélection des unités, subjectif, mixte et par degré, que l'on ne détaillera pas ici.

2.2.1. Echantillonnage aléatoire simple au hasard :

L'échantillonnage aléatoire simple est une méthode qui consiste à prélever au hasard et de façon indépendante « n » unités d'échantillonnage d'une population de « N » éléments (Fig.1). Les échantillons sont répartis au hasard. Chaque point dans l'espace étudié a donc une chance égale d'être échantillonné. Les données ainsi récoltées ne sont pas biaisées. A partir d'une carte ou d'une photographie aérienne, l'oeil humain ne sait pas choisir les échantillons. Une pratique largement utilisée consiste à utiliser une grille pour les choisir de manière plus aisée.

Une méthode garantissant sécurité et représentativité consiste à dresser la liste complète et sans répétition des éléments de la population, à les numéroter, puis à tirer au sort «n» d'entre eux à l'aide d'une table de nombres aléatoires ou de tout autre système générant des chiffres aléatoires. Chaque élément sélectionné peut être remis dans la population après son tirage pour éventuellement être choisi une deuxième fois : on parle alors d'échantillonnage avec remise. Cette méthode se prête aux analyses statistiques, mais elle demande de prélever un grand nombre d'échantillons.

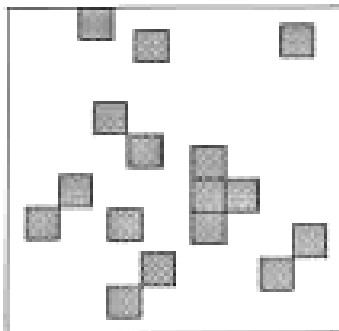


Figure 1. Echantillonnage au hasard.

2.2.2. Echantillonnage systématique :

Ce type d'échantillonnage consiste à répartir les échantillons de manière régulière (tous les «x» mètres par exemple) (Fig.2). Il est moins demandeur en temps qu'un échantillonnage aléatoire. On utilise habituellement un quadrillage (souvent positionné sur la photographie aérienne du territoire étudié). Les points d'échantillonnage sont ainsi faciles à localiser à chaque relevé, c'est un avantage considérable dans le cadre d'un suivi permanent. Si les espèces nichent au même endroit tous les ans, le comptage devient plus facile avec le temps. Le gestionnaire réalise aussi un échantillonnage systématique lorsqu'il privilégie les inventaires dans les secteurs les plus susceptibles d'abriter les espèces (habitats potentiels). Il porte alors une plus grande attention aux milieux répondant à leurs exigences écologiques.

L'étude des orthoptères et des coléoptères coprophages de la RN de Prats-de-Mollo repose par exemple sur l'échantillonnage systématique des principaux biotopes (Puissant *et al.*, 1998). Il peut s'agir d'une aire de nidification (gîtes, colonies de reproduction...), d'une zone de repos (dortoirs) ou de nourrissage des oiseaux, d'une zone d'hibernation ou d'estivage des chauves-souris. Par exemple, pour les chauves-souris, le gestionnaire cherchera en priorité dans les grottes mais aussi les galeries, mines, bâtiments, ponts, tunnels, arbres creux. La recherche des amphibiens nécessite de prospecter deux milieux. Ils exploitent en effet des habitats terrestres (sites d'hivernage ou de vie durant l'été) et aquatiques (sites de

reproduction). Pour certaines espèces il faut prospecter le long des cours d'eau ou près des lacs pour la capture au filet.

En termes de résultats, une recherche systématique par secteur fournit des cartes d'occupation des territoires par espèce. Le positionnement des pièges pour les espèces difficilement observables (invertébrés ou encore mammifères) est souvent fait de manière systématique sur un secteur donné ou le long de gradients. La figure n°3 nous montre comment sont localisés et répartis les pièges de micromammifères le long d'un transect dans une réserve naturelle.

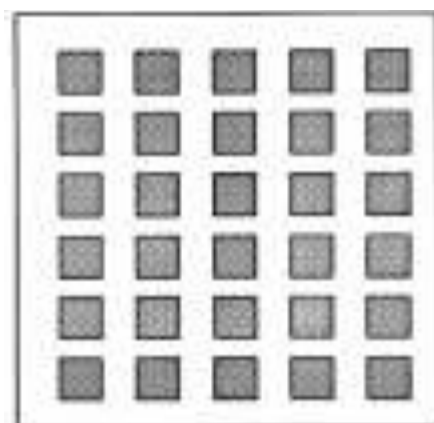


Figure 2. Echantillonnage systématique.

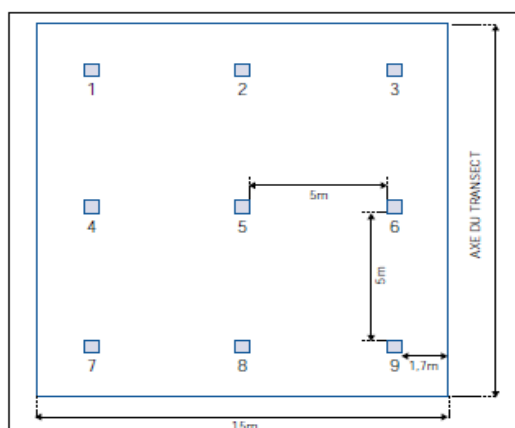


Figure 3. Positionnement des pièges de micromammifères le long d'un transect dans une réserve naturelle.

2.2.3. Echantillonnage stratifié :

Il est particulièrement utilisé quand l'aire étudiée est divisée en zones différenciées (Fig.4). Les strates peuvent correspondre à des divisions administratives, des unités de gestion, à des zones à topographie ou accessibilité différente... Il consiste à subdiviser une population hétérogène en sous-populations ou strates plus homogènes. La stratification s'impose lorsque les résultats sont recherchés au niveau de chacune des sous populations.

Le gestionnaire répartit alors les échantillons au sein des strates (en procédant éventuellement par un échantillonnage au hasard) avec un nombre proportionnel à l'aire de chacune. L'échantillonnage stratifié au hasard inclut les avantages d'un échantillonnage systématique (meilleure couverture de l'espace et meilleure exactitude des résultats). Le gestionnaire pourra utiliser toutes les connaissances acquises sur la végétation et le milieu pour découper la zone à étudier en sous-zones plus homogènes qui seront échantillonnées séparément. Un pré-échantillonnage est possible, notamment à l'aide de la cartographie (cartes géologique, géomorphologique, pédologique, topographique, ou de photographies aériennes. Dans un premier temps, la carte de la végétation réalisée dans le cadre du plan de gestion peut permettre de cibler les secteurs à échantillonner.

Dans le cas de mosaïque de milieux, il peut être souhaitable de réaliser des relevés à chaque changement de végétation.



Figure 4. Echantillonnage stratifié

2.2.4. Autres modes d'échantillonnage

- L'**échantillonnage subjectif** est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. L'observateur juge les emplacements représentatifs des conditions du milieu et choisit comme échantillons les zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience. Cette façon de procéder, très dépendante de la représentation conceptuelle d'un habitat (conforme à l'image de l'habitat typique par exemple), de la perception du milieu donné et de l'itinéraire de l'observateur , n'a rien d'aléatoire ni par conséquent, de représentatif. Ce type de méthode est donc à éviter.
- Les études bibliographiques montrent que l'on peut combiner plusieurs types d'échantillonnages pour les adapter à leur situation sur le terrain. On parle alors d'**échantillonnage mixte**.

- Il existe aussi une méthode dite **d'échantillonnage à choix raisonné**. Par exemple pour l'étude d'un lac, les prélèvements seraient au niveau de l'endroit le plus profond. Malgré la puissance des techniques d'analyses multidimensionnelles, cette stratégie d'échantillonnage possède de sérieuses limites.
- Il existe aussi l'échantillonnage au jugé ou encore par degré (en grappe) ...

Conclusion : *Quel type d'échantillonnage choisir ?*

Le choix du mode d'échantillonnage dépend de ce que l'on recherche. Chaque méthode possède ses propres caractéristiques techniques de mise en place et d'analyse des résultats.

La plus grande rigueur appelle **un échantillonnage aléatoire**, particulièrement un échantillonnage au hasard qui fournit un échantillon représentatif de la population statistique, dont les données seront plus faciles à analyser, et s'avère être l'instrument par excellence de l'approche descriptive. Si l'aire d'étude est trop grande, on choisira de travailler sur des unités échantillonnées au hasard, la donnée sera extrapolée à l'aire totale de l'étude.

Dans plusieurs cas cependant, les exigences de coût et de temps disponibles et de moyens humains peuvent rendre un **échantillonnage systématique** de meilleur rapport qualité-prix. Généralement, un plan d'échantillonnage systématique donne le maximum de résultats. Plus rapide à utiliser, il est intéressant, mais il faut bien choisir le maillage (l'intervalle entre les échantillons). Dans le cas d'une étude de la végétation, le point de départ et la direction du transect peuvent être localisés au hasard, mais les échantillons individuels le long d'un transect disposé systématiquement.

CHAPITRE 03 : Méthode d'échantillonnage de la faune

3.1. Méthodes d'échantillonnage des arthropodes (principalement insectes)

La récolte d'insectes est indispensable en entomologie :

- La plupart des espèces ne peuvent pas être identifiées « à l'œil » sur le terrain.
- La plupart des études demandent des résultats chiffrés (nombre d'individus d'une espèce, nombre d'espèces présentes, etc.). Donc, nécessité de récolter et conserver.

Il existe deux types de méthodes d'échantillonnage pour les insectes :

• **Relatives** : Renseignent sur la présence ou l'absence d'une espèce. Indiquent l'abondance d'une espèce par rapport à une autre. N'indiquent pas la surface échantillonnée ou le milieu précis échantillonné.

• **Absolues** : Permettent de calculer la densité d'une espèce (nombre d'individus par unité de surface, n par m², par exemple). Nécessitent l'échantillonnage complet d'une surface ou volume donné. Il faut souvent combiner plusieurs méthodes d'échantillonnage pour obtenir des résultats absolus.

3.1.1. Méthodes d'échantillonnage relatives :

3.1.1.1. Filet faucheur : Technique consistant à avancer sur une certaine distance en fauchant l'herbe avec le filet (Fig.05).

Cet instrument est généralement employé en milieu herbacé, certains auteurs l'ont aussi utilisé pour étudier la faune des arbustes (Whittaker, 1952), Barnes (1953) et Fichter (1954) ont même cherché à comparer la faune des herbes et la faune des feuillages par cette méthode.

Ex. nombre d'individus capturés d'une espèce donnée suite à 20 coups de filets sur une distance de x mètres.

Cette technique offre des limites d'utilisation :

- Difficile de standardiser la méthode (la façon de faucher varie d'une personne à l'autre, le résultat varie beaucoup selon la densité et la nature de la végétation).
- Méthode très sélective : certaines espèces sont beaucoup plus susceptibles que d'autres d'être capturées.
- Problème pour le calcul de la densité (superficie échantillonnée par un coup de filet ?)



Figure 05. Filet fauchoir

3.1.1.2. Pièges lumineux : Cette méthode est la plus utilisée pour l'inventaire des papillons nocturnes, à la fois actifs la nuit et attirés par la lumière. Nombre d'insectes à activité crépusculaire ou nocturne sont en effet sensibles aux rayonnements lumineux, en particulier les « UV proches » (280 à 310 nm). On utilise une source autonome d'énergie et une collecte manuelle sur un drap blanc éclairé par la lampe (Fig. 06).

On sait que les chasses à la lumière peuvent donner des résultats très variables d'une nuit à l'autre, ce qui incite à observer une certaine prudence quant à l'emploi d'indices écologiques précis (Paulian, 1947).

Ce qui est intéressant avec le piège lumineux c'est que l'on ne tue pas les insectes, on prélève ce qui intéresse.

- Très sélectif : ce ne sont pas toutes les espèces qui sont attirées par la lumière.
- Peut quand même donner une bonne idée (chiffrée) de l'abondance d'une espèce (n individus pendant une période de temps t à un moment donné de la nuit).

Le principal inconvénient de cette méthode c'est que l'on ne sait pas d'où viennent les insectes.



Figure 06. Méthode de pièges lumineux

3.1.1.3. Piège fosse (piège de Barber) : Une méthode de capture des Coléoptères se déplaçant à la surface du sol consiste à utiliser des pièges à fosse (type piège Barber) constitués d'un récipient enterré, dont l'ouverture affleure et dans lesquels les insectes chutent (Fig. 07). Relativement facile à mettre en œuvre, c'est la méthode qui sera conseillée pour réaliser un inventaire des Coléoptères et plus précisément des Carabidés.

Avantage : permet de laisser le piège en place plusieurs jours et même plusieurs semaines.

Inconvénient : le liquide de préservation rend le piège **sélectif** (attire certains et en repousse d'autres). Peut être rendu **plus efficace et surtout sélectif** en y ajoutant un appât. Ex: Viande faisandée, Fruits trop mûrs....

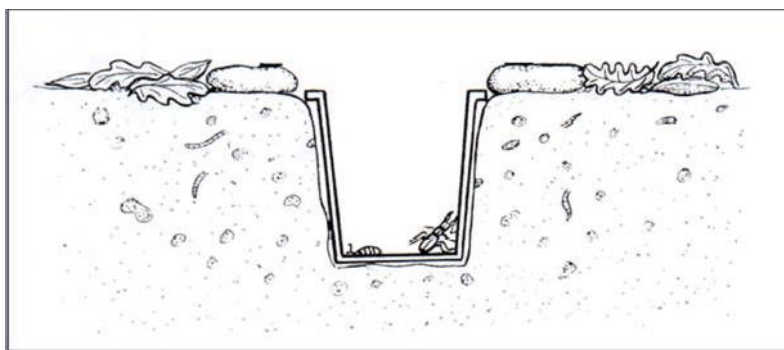


Figure 07. Représentation schématique d'un piège Barber

3.1.1.4. Battage de la végétation : Le battage consiste à tenir d'une main un filet sous la végétation jusqu'à hauteur d'homme, et de l'autre main, munie d'une canne ou d'un bâton, à frapper ou secouer énergiquement les branches et les buissons vivants ou de petits bois morts sans toutefois arracher les feuilles et les rameaux. De cette façon la faune recherchée tombe sur une toile dite « parapluie japonais » (Fig. 08 ; Fig. 09).

Pour limiter les pertes, la toile a pu être remplacée par un vaste entonnoir s'ouvrant, à sa partie- inférieure, dans un bocal par exemple. (Wilson, 1962 et Coineau, 1962).



Figure 08. Parapluie japonais



Figure 09. Le battage de la végétation

3.1.1.5. Piège malaise : Se fonde sur la tendance des insectes à monter lorsqu'ils rencontrent un obstacle. Efficace surtout pour Diptères, Hyménoptères et Lépidoptères.

Le piège malaise est une technique de capture qui a la particularité d'intercepter tout insecte volant. Cette technique est réservée aux insectes au vol adroit, qui montent le long d'un obstacle par « réflexe d'évasion ».

Il faut placer les pièges perpendiculairement au vent dominant. L'efficacité des pièges malaise est très dépendante de la forme du piège, de sa taille et de sa couleur (Fig. 10).



Figure 10. Type de pièges malaise

3.1.1.6. Les pièges adhésifs ou gluants : Les pièges gluants ou adhésifs consistent à des panneaux de grillages adhésifs placés sur le passage du vent qui constituent des sortes de « toiles d'araignées artificielles », ils sont dérivés du papier « tue mouche » où l'on a seulement modifié la substance pour qu'elle soit facilement dissociable, ce qui facilite la récupération (Fig. 11).

En effet, les insectes poussés par le vent sur les pièges verticaux semblent plus passifs que ceux qui se déplacent à la verticale (Heathcote, 1957a).



Figure 11. Piège adhésif ou gluant

3.1.1.7. Pièges sexuels ou pièges à phéromones : Les pièges sexuels utilisent des phéromones qui sont des hormones sexuelles produites par les femelles et qui vont attirer les mâles. Certaines papillons peuvent percevoir ce type de substance jusqu'à 11 km. Les individus sont alors récupérés sur des panneaux englués (Fig. 12).

Le principal inconvénient de cette méthode c'est qu'ils ne permettent que la capture d'un seul sexe.

L'appât des pièges est constitué par les derniers segments abdominaux, sectionnés et trempés dans le benzène, d'une quinzaine de femelles vierges (Holbrook, 1953).

Phéromone : substance sécrétée par un individu et qui agit, pas son odeur perçue, sur le comportement d'un autre individu. L'attrance sexuelle chez les insectes se fait généralement par l'émission de phéromones. Les phéromones jouent aussi un rôle important dans les communications entre individus chez les insectes sociaux.



Figure 12. Exemple d'un piège sexuel

3.1.1.8. Capture par P.E.C. (Piège Entomologique Composite) : Il existe plusieurs modèles de P.E.C., c'est une technique d'échantillonnage à large spectre de l'entomofaune terrestre circulante et volante permettant de récolter une vaste gamme d'insectes (Fig. 13).

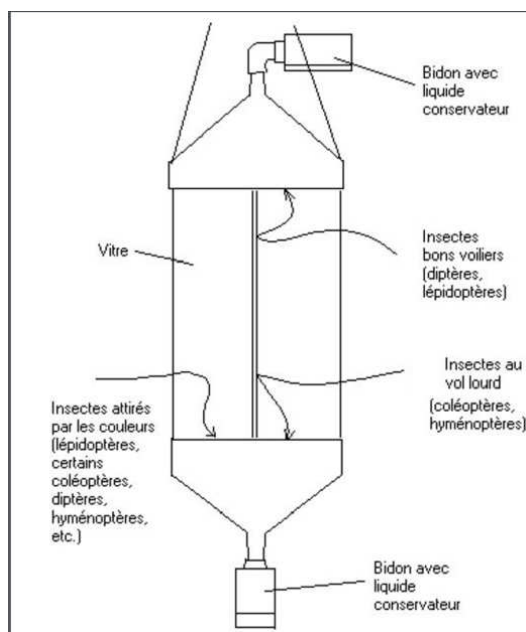


Figure 13. Représentation schématique d'un modèle de P.E.C

3.1.2. Méthodes absolues

3.1.2.1. Collecte à la main : Souvent la méthode la plus simple et la plus rapide pour échantillonner des insectes qui vivent à la surface des plantes (sur les feuilles, par exemple). Il est souvent utile d'utiliser un aspirateur pour récolter les petits insectes.

3.1.2.2. Cages d'émergence : Permet de récolter tous les individus volants qui émergent du sol ou de l'eau. Donnent d'excellents résultats (permet d'évaluer avec assez de précision la valeur absolue des populations).

Sur le même principe, une cage sans fond de 10 m² a été réalisée et utilisée pendant plus d'un an. Un collecteur par côté et une demi-journée de travail suffisent pour ramasser toute la faune sur cette surface, La comparaison avec les cages de 1m²montre que ce modèle peut rendre de précieux services (Gillon & Gillon 1968).

3.1.2.3. Aspirationti (D--Vac) : Donne des résultats beaucoup plus précis que le filet faucheur (beaucoup moins d'insectes échappent à la capture). Efficace pour les insectes vivant sur des plantes basses (champs cultivés, herbes).

- Ne capture pas tout, nécessite un calcul pour corriger les résultats (un calibrage de la méthode).

- Souvent difficile de standardiser la méthode (les appareils varient en puissance et l'efficacité peut varier selon l'utilisateur).

3.1.2.4. Séparation du substrat : Appareil de Berlese et tamis : L'idée, c'est de prélever une quantité connue de substrat en d'en extraire les insectes et autres arthropodes qui y vivent. Utile pour évaluer les populations d'Arthropodes et d'autres invertébrés de la litière et de l'humus. Fondé sur le fait que la plupart des Arthropodes préfèrent les milieux sombres et humides (et fuient la lumière et le sec). On peut utiliser, à la place de l'ampoule, un produit dégageant une odeur répulsive (naphtaline, paradichlorobenzène ou chloropicrine).

3.1.2.5. Séparation du substrat : Tamis : Plus rapide, mais moins efficace que l'appareil de Berlese. Permet d'éliminer rapidement les plus gros déchets et de concentrer les insectes dans ce qui reste.

Putnam et Shklov (1958) utilisent le tamisage pour étudier la densité de pontes d'Acridiens ans le sol.

3.2. Les techniques d'échantillonnage de petits mammifères

Introduction

Avec les petits mammifères, nous nous trouvons en présence de, vertébrés dont un grand nombre sont nocturnes et qui, même dans le cas d'une activité diurne, se dérobent admirablement à l'observation. Beaucoup d'espèces sont, en outre, représentées par des populations innombrables réparties sur de vastes aires géographiques où néanmoins chacune d'elles occupe une niche écologique assez précise.

Ces caractéristiques expliquent les difficultés que l'on rencontre aussi bien dans l'étude de la biologie individuelle que dans celle des populations. Pourtant les fluctuations en nombre de certaines espèces sont si remarquables, notamment chez les Rongeurs, qu'elles ont éveillé depuis longtemps l'intérêt des chercheurs, et que de nombreux travaux ont été accumulés sur le sujet, tout particulièrement au cours des dernières décennies.

Mais quel que soit le type d'étude abordé, le premier problème qui se pose toujours est celui de l'échantillonnage des espèces. Il faut savoir comment opérer pour caractériser, qualitativement et quantitativement, les espèces qui vivent sur la surface prospectée, de façon à obtenir une image aussi proche que possible de la réalité.

Les types d'échantillonnage

Nous distinguerons ainsi deux grands types d'échantillonnage :

- ✓ **L'échantillonnage indirecte** au cours duquel l'animal est décelé, et dénombré si possible, par les traces que laissent certaines de ses activités : pistes, terriers, nids, huttes, excréments, alimentation, etc ...

- ✓ **L'échantillonnage direct** au cours duquel les individus eux-mêmes sont perçus et comptés par observation, tir au fusil, capture au piège, etc ... En raison de l'importance

3.2.1. Les techniques d'échantillonnage indirect :

3.2.1.1. Les empreintes

L'utilisation des pistes pour localiser et même dénombrer les animaux est une méthode d'usage courant pour les grands Mammifères. Elle est préliminaire à tous les piégeages utilitaires ou scientifiques employés pour les petits Mammifères. Mais même lorsque le substrat est favorable : neige, sol boueux ou sablonneux, etc...

Quelques auteurs se sont appliqués à transposer la méthode pour la rendre d'emploi plus précis et moins occasionnel (Mayer. 1957, Justice. 1961).

3.2.1.2. Les terriers et constructions

Le dénombrement des terriers sur une surface déterminée représente une bonne méthode de recensement pour les espèces chez qui les terriers de chaque individu, couple ou famille, sont parfaitement séparés les uns des autres.

En 1930 et 1931, Taylor et Phillips utilisaient le comptage des terriers ou des gîtes pour recenser divers Lagomorphes, notamment les *Lepus* et *Sylvilagus*, en le complétant, il est vrai, par des données fournies par le piégeage.

3.2.1.1. La consommation d'aliments

Les services des ministères de l' Agriculture des différents pays basent le plus souvent leurs enquêtes au sujet des populations de Rongeurs sur l'estimation des dégâts, établie d'après le nombre des communes touchées par la calamité, l'importance des surfaces ravagées et l'acuité des déprédations. De telles enquêtes ne fournissent pour l'écologiste que des données

fortement critiquables. Mais se basant sur la seule importance des dégâts, Cloutier a montré que l'on pouvait avoir une idée assez précise des fluctuations du ravageur.

3.2.2. Les techniques d'échantillonnage direct

3.2.2.1. Le recensement visuel : Si le recensement direct, à vue, des petits mammifères n'a pas donné lieu aux mêmes développements que pour les oiseaux et les grands mammifères, il a servi cependant de base à un bon nombre de travaux. Suivant les cas, il s'agit du recensement systématique effectué sur une certaine surface, ou d'un comptage des animaux vus soit à partir d'un point d'observation fixe, soit le long d'un itinéraire déterminé parcouru par l'observateur. Dans chaque cas, certaines limites sont imposées à l'observation : tout animal vu au-delà n'est pas compté.

3.2.2.2. La prospection systématique : a été décrite par Kelber; elle consiste à quadriller le terrain puis à faire explorer simultanément chaque carré par un observateur qui compte les animaux vus, en complétant son comptage par un repérage des traces et indices.

3.2.2.3. Le recensement à partir d'un point fixe : est effectué en notant les animaux vus pendant un intervalle de temps déterminé.

3.2.2.4. Le recensement à partir d'un itinéraire : est cité dès 1930 par Taylor comme applicable à diverses espèces. Il semble possible d'appliquer aux petits mammifères nocturnes la méthode d'observation à poste fixe et à intervalles réguliers en s'aidant de la technique d'observation en infra-rouge.

3.2.2.5. Les statistiques d'animaux morts : La chasse, les marchés de pelleterie, les animaux tués sur les routes, voilà autant de sources de renseignements que les auteurs ont cherché à exploiter pour suivre les fluctuations naturelles de population.

En 1955 une étude moins vaste mais basée sur la même technique a été faite par Whittle sur *Oryctolagus cuniculus* d'après le nombre de carcasses commercialisées en Nouvelle-Zélande.

3.2.2.6. L'échantillonnage par les prédateurs: L'échantillonnage d'une communauté de micromammifères est sans doute faite de façon naturelle par leurs prédateurs et nous avons la possibilité de retrouver les restes des proies dans les pelotes de réjection, les fèces, les proies abandonnées auprès des nids et terriers, etc...

3.2.2.7. L'échantillonnage par piégeage : Le piégeage est la technique la plus couramment employée pour prélever un échantillon dans une population de petits mammifères. On peut distinguer deux grandes catégories de piégeage :

Les piégeages exhaustifs : au cours desquels les animaux capturés ne sont pas relâchés.

Les piégeages non exhaustifs: au cours desquels les animaux capturés sont relâchés, en général après avoir été marqués individuellement.

- **Les piégeages exhaustifs**

Le caractère essentiel du piégeage exhaustif est de retirer une partie de la population; il provoque donc une perturbation fondamentale dans la faune et l'étendue de cette perturbation demande à être définie, puisqu'elle se répercute sur les piégeages ultérieurs. Suivant la façon dont il est conduit, un piégeage exhaustif peut fournir un indice d'abondance d'une espèce ou une estimation absolue de la grandeur de la population.

- **Les piégeages avec marquage et relâcher (non exhaustifs)**

Généralités. - Entre 1930 et 1940 plusieurs mammalogistes américains, anglais et russes ont appliqué aux petits Rongeurs la technique du marquage individuel inaugurée sur les Poissons

par Petersen en 1893 et reprise à grande échelle pour les Oiseaux. Il est probable que les premiers utilisateurs cherchaient seulement à préciser les déplacements des animaux.

Conclusion :

Remarquons cependant qu'après une phase de recherches méthodologiques dans toutes les directions il commence à se dessiner une nette tendance des auteurs à se limiter aux techniques d'échantillonnage les plus intéressantes. On peut espérer de cette façon voir les études de populations fournir des résultats plus valables et plus comparables entre eux.

3.3. Méthodes d'échantillonnage des oiseaux :

Les dénombrements d'oiseaux présentent de particulières difficultés, dues à la biologie même de ces vertébrés. Il s'agit en effet d'animaux très mobiles, dont les territoires et les domaines vitaux occupent souvent de très vastes superficies (en particulier les rapaces). De plus beaucoup ne sont que difficilement repérables (notamment les espèces de petite taille propres aux habitats fermés).

Aussi les problèmes d'échantillonnage se révèlent-ils particulièrement ardu. Pour que les résultats obtenus aient une valeur certaine, les ornithologistes ne peuvent se limiter à des aires de petite superficie, le nombre des individus rencontrés étant alors trop bas pour que les erreurs absolues et relatives ne viennent pas fausser gravement les résultats. Il faut donc travailler sur de grandes surfaces, très rarement homogènes quant à leurs caractéristiques écologiques.

Comme dans le cas des autres animaux, l'évaluation des populations d'oiseaux comporte plusieurs méthodes très différentes :

3.3.1. Cartographie des territoires : Suffisamment de visites permettent de regrouper sur une carte les différentes observations et ainsi estimer le nombre de couples et/ou de territoires occupés pour chaque espèce présente (Fig.14).

- Nécessité d'utiliser des codes pour décrire les comportements des oiseaux observés et/ou entendus.

✓ Principe de la méthode

En période de nidification :

- Zones de faibles tailles occupées
- Défense active du territoire

- Présence importante à proximité du nid

✓ **Avantages de la méthode :**

Production d'une carte détaillée de la distribution et de la taille des territoires + mise en relation possible de la distribution des oiseaux en fonction des habitats (aménagement des habitats pour une réserve naturelle)

✓ **Désavantages de la méthode :**

- Nécessite l'élaboration d'une carte très précise de la zone d'étude
- Étude longue (un minimum d'une dizaine de sortie)
- Utilisable pour des zones de faible taille (< 4 km²)
- Nécessité de compétences ornitho importantes
- Interprétation des résultats difficile et subjective
- Pas utilisable pour espèces non territoriales, semi-coloniales
- Moins utilisable sous les tropiques (période de nidification - synchrone + comportements sociaux complexes).

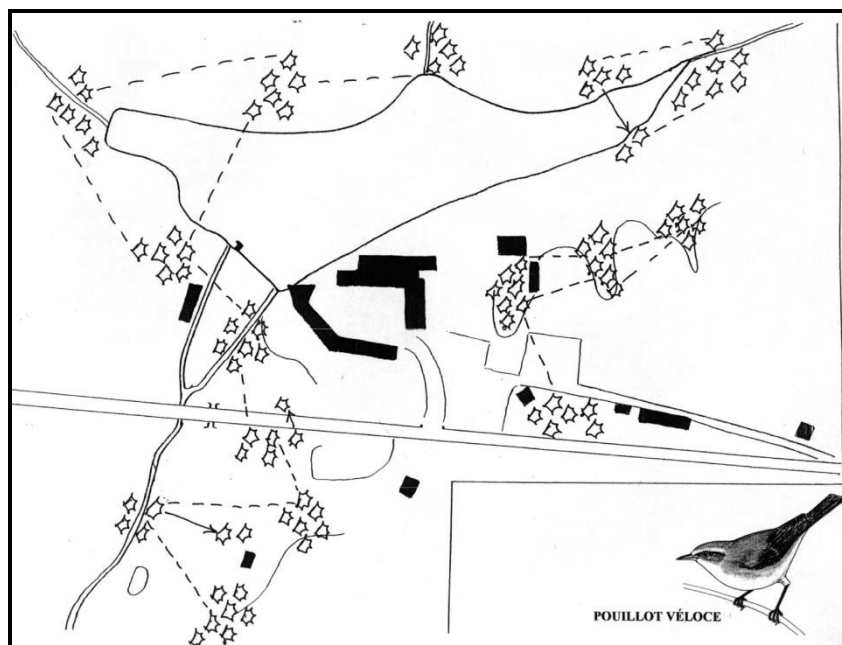


Figure 14. Un exemple concret : la station de Paimpont

3.3.2. Méthode des Points d'écoute– IPA (La méthode de Y app) :

Méthode reposant sur le principe des points transect. Les points d'écoute forment un réseau permettant de couvrir toute la zone échantillonnée (Fig.15).

✓ **Méthodologie**

Observateur demeure pendant une période fixée (5-20 min) au niveau d'un point échantillonnage et note tous les individus qu'il détecte (voit et/ou entend).

Mode opératoire peut être complété en incluant la distance et la direction de la localisation de l'animal ainsi qu'un certain nombre d'infos écologiques (male, femelle, chant alimentation).

La densité de chaque espèce est proportionnelle au nombre de contacts obtenus. A partir des chiffres obtenus, on peut calculer la densité d'une espèce en tenant compte de plusieurs éléments, à savoir le rayon d'action de l'oiseau considéré, sa vitesse de déplacement et bien entendu la vitesse de déplacement de l'observateur.

Minimum de 2 visites par zone à échantillonner :

- 1 visite avant l'arrivée des espèces migratrices
- 1 visite après l'installation des migrateurs

En France, entre le 15 avril et le 15 mai

✓ **Précautions à prendre**

- Relevés le matin (max. d'activité) par temps calme
- Distance mini de 200 m entre les stations (= éviter les doublons)

Nb de stations dépend du degré de précision et de justesse recherché

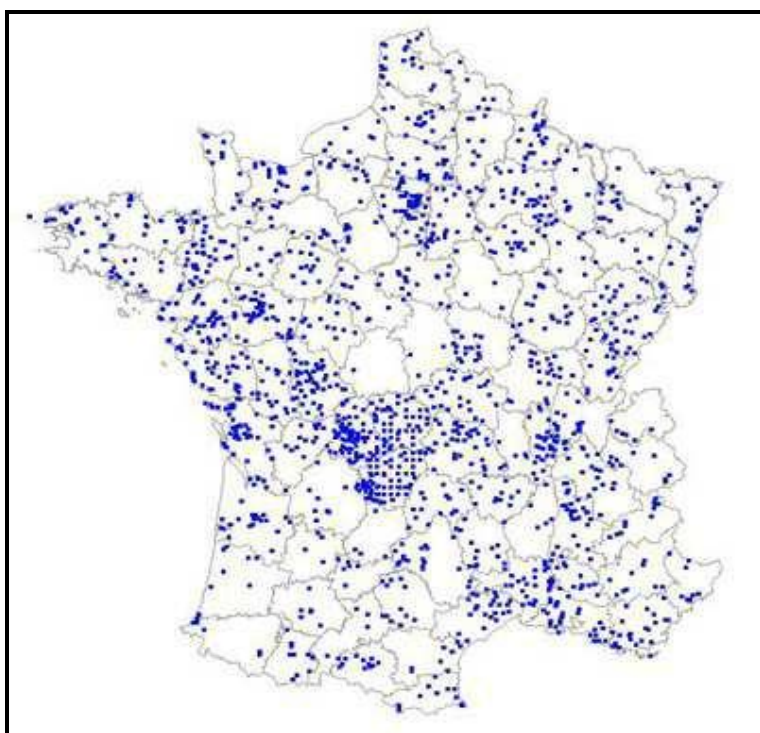


Figure 15. Localisation des 1524 carrés suivis au moins une fois entre 2001 et 2007

3.3.3. Transect en ligne – IKA (Indice kilométrique d'abondance) (La méthode de Ferry-Frochot)

Pour éviter les causes d'erreur de la méthode de Yapp, Ferry a proposé une autre technique. Il choisit un trajet en principe rectiligne, d'une longueur de 500 à 1000 m, dont il

étudie la partie qui s'étend à 200 m environ de large sur un seul côté du trajet. Il note, en parcourant lentement cette distance (1-2 km/h), tous les oiseaux vus et entendus et tous les nids trouvés du seul côté du trajet où s'étend la parcelle choisie.

✓ **Principe de la méthode**

- Échantillons – Itinéraires (= transect en milieu homogène)
- Détermination d'un tracé type
- Le tracé est parcouru à pied à une vitesse fixée (1km/h) et détection des oiseaux des deux côtés du chemin
- Estimation de la distance des oiseaux perpendiculairement au chemin = nécessaire pour estimation des densités aviennes
- Donne des indices d'abondance proportionnels à la densité

✓ **Avantage de la méthode**

Moins d'effet de saturation qu'avec les IPA

✓ **Inconvénients de la méthode**

Nécessite la présence d'un chemin existant d'où une utilisation très difficile dans des milieux d'accès difficile

Ex : *milieu montagnard* ou *garrigue méditerranéenne*, problèmes de détectabilité identiques aux autres méthodes

Ex: Un *Bruant fou* sera beaucoup plus difficile à détecter qu'une *Bouscarle de cetti* ou un *Troglodyte mignon*

3.3.4. Comptage des oiseaux coloniaux :

Oiseaux coloniaux = 15 % des espèces ; Falaises, arbres, sol, grottes, terriers

Comptage généralement facile car les colonies sont très visibles

Mais quelques problèmes peuvent se poser !

- Très grand nombre d'oiseaux rendant le comptage difficile d'où échantillonnage puis extrapolation.
- Cas de nidification asynchrone, tous les oiseaux n'étant alors pas présents au même moment
- Présence de non reproducteurs nécessitant le comptage des nids
- Cas difficile des oiseaux à reproduction hypogée



Figure 16. Exemple de la réserve naturelle des 7-iles (Cotes d'Armor)

3.3.5. Comptage des migrateurs- Comptage des grands migrateurs diurnes tels que les rapaces, les grues et les cigognes lors de leur passage migratoire sur des sites traditionnels (Fig.17).

Méthode plus facile et plus efficace que le recensement en période de reproduction ou ils sont dispersés.

- Nécessite plusieurs observateurs particulièrement bien coordonnés
- Comptage année après année sur les sites traditionnels de passage peut donner des informations sur l'évolution des effectifs.



Figure 17. Camp de migration – Organbidexka, France

3.3.6. Les techniques de capture

Certaines espèces vivantes dans les broussailles denses ou la canopée des forêts ne permettent pas d'être vues ou entendues d'où mise en place de méthodes alternatives pour leur recensement consistant à les capturer à l'aide de filets.

Deux méthodes différentes :

- Capture – marquage – recapture
- Capture par unité d'effort

3.3.6.1. Capture - marquage – recapture :

Rappelons que cette méthode consiste essentiellement à marquer une proportion aussi forte que possible d'animaux et, tout en continuant ensuite les captures, de considérer la proportion d'animaux marqués repris par rapport au nombre total de captures.

✓ Principe

Les ratios de capture entre oiseaux individuellement marqués et oiseaux non marqués permettent d'estimer la taille de la population (Fig.18).

Ex : le 1^{er} jour de capture, 100 oiseaux sont capturés, marqués puis libérés.

1 semaine + tard, 50 oiseaux sont capturés dont 25 ont été marqués le 1^{er} jour

- En pratique, la 2^{ème} capture n'est pas forcément nécessaire, les bagues étant visibles à distance, la proportion d'oiseaux marqués oiseaux non marqués peut être déterminée.



Figure 18. Cap Fréhel, Cotes d'Armor

Marais de Sougéal, Ile et Vilaine

3.3.6.2. Capture Par Unité d'Effort (CPUE)

✓ Principe

L'évolution de la densité des populations d'oiseaux peut être estimée de façon fiable si l'effort de capture est constant à la même saison chaque année

Plusieurs programmes sont en cours :

- RU : « Constant Effort Sites scheme of the British Trust for Ornithology
- USA : « The Monitoring Avian Productivity and Survival »

Ces programmes permettent d'estimer :

La dynamique des populations basée sur le nombre de captures. Le succès reproducteur de la saison avec le ratio de juvéniles Vs adultes en fin de saison

- Le taux de survie des adultes d'une année sur l'autre
- Technique particulièrement adaptée aux oiseaux discrets vivants en milieu dense telle que les roselières

3.3.7. La technique de la repasse

✓ Principe

- Basée sur le comportement territorial des oiseaux
- Utilisation de bande son avec chant ou cris d'un oiseau et attente de la réponse
- Précautions à prendre pour ne pas perturber le comportement des oiseaux
- Permet de déterminer la présence d'un oiseau dans un habitat et même produire des estimations de la densité de la population.

Exemple de l'enquête Chevêche d'Athéna en Bretagne

2 passages à effectuer entre 1er mars & 15 avril

- Toujours en début de nuit avec météo calme
- 1 km de distance entre les points

Le fichier son : 15mn" de chants, puis 1 mn de blanc total (pour l'écoute), puis 30" de chants, puis 1 mn de blanc, ...etc.

3.3.8. Comptage des leks

- Période de rassemblement des mâles où ils entrent en compétition pour l'accès aux femelles

- Un très grand nombre de mâles peut donc être détecté sur quelques sites traditionnels de rassemblement
- Les comptage de leks peuvent donc fournir une bonne approximation de la densité de mâles présents sur une zone (Fig.19).



Figure 19. Combattants varié males en lek

2.3.1.10- L'individualisation vocale

✓ Principe

- Les sons produits sont propres à chaque oiseau qui peut donc être ainsi individualisé à l'aide d'enregistrement et de sonagramme
- Utilisé pour les oiseaux difficile à marquer ou très sensible au dérangement

Ex Râle des genets, Butor étoilé

A permis de déterminer les taux de survie et produire un modèle de viabilité de la population britannique.

Conclusion

La littérature ornithologique moderne, principalement celle qui a trait à l'écologie des oiseaux, montre que les dénombrements ont pris une part considérable dans les recherches. Ces données objectives sont seules à permettre une étude approfondie des oiseaux et de leur biologie, souvent difficile en raison même de leur mobilité extrême.

CHAPITRE 04. Méthode d'échantillonnage de la flore

4.1. Quelques définitions :

- *Une communauté végétale* : est un sous ensemble de la communauté qui ne concerne que les végétaux, est en général l'ensemble des végétaux occupant une surface délimitée par un écologue pour l'étudier (Delpech *et al.*, 1985).
- *Population* : ensemble des individus d'une même espèce ayant des interactions fréquentes (flux géniques).
- *Peuplement* : ensemble des individus d'une même population présent en un lieu donné.
- *Faciès* : fragment d'une communauté ayant une certaine homogénéité physiologique

4.2. Echantillonnage de la végétation

Identifier les schémas de répartition des espèces est la première étape, notamment mettre en évidence une répartition non aléatoire.

✓ Mesurer quoi ?

- La fréquence : nombre (absolu ou relatif) de points de mesure où l'on a observé la présence d'une espèce.
- L'abondance : nombre d'individus d'une espèce en un point de mesure.
- Le recouvrement : surface relative couverte par une espèce (Lagerberg, 1916).
- La densité : nombre d'individus d'une espèce par unité de surface.

✓ Mesurer Comment ?

Quatre groupes principaux de méthodes : le relevé, les quadrats, les transects et les méthodes ponctuelles.

4.2.1. Le relevé : inventaire de la présence et/ou du recouvrement des espèces d'une communauté sur une surface donnée par estimation visuelle.

4.2.2. Les quadrats : un quadrat est une surface d'échantillonnage prédéfinie utilisée de manière répétée pour échantillonner une végétation (Fig.20).

- Les quadrats sont généralement carrés, mais peuvent être ronds ou rectangulaires.
- La taille des quadrats est dépendante de la végétation étudiée.
- Au sein d'un quadrat on peut mesurer : l'occurrence, la fréquence, l'abondance ou le recouvrement des espèces.

- L'utilisation de quadrats quadrillés peut permettre de faciliter la mesure de la fréquence et/ou du recouvrement.

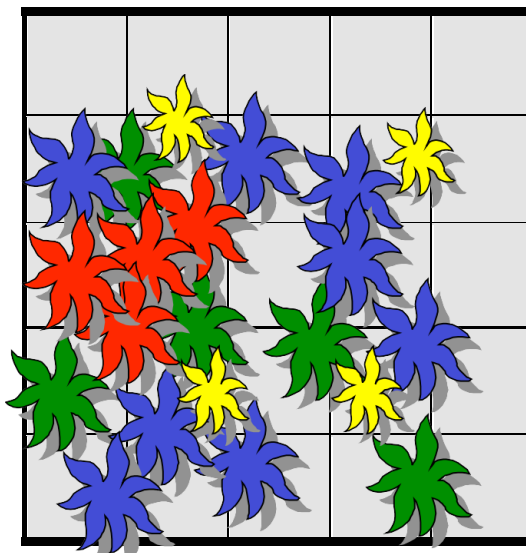


Figure 20. Un quadrat

4.2.3. Les transects : les transects sont des lignes utilisées pour définir une échelle linéaire d'échantillonnage.

Le long des transects, différentes méthodes peuvent être utilisées :

- Mesure continue (line intercept)
- Point-contact (point sampling)
- Quadrats (belt transects)

4.2.3.1. Les transects : Mesures continues : Il s'agit simplement de mesurer le % de ligne occupé par chacune des espèces interceptées par le transect (Fig. 21).

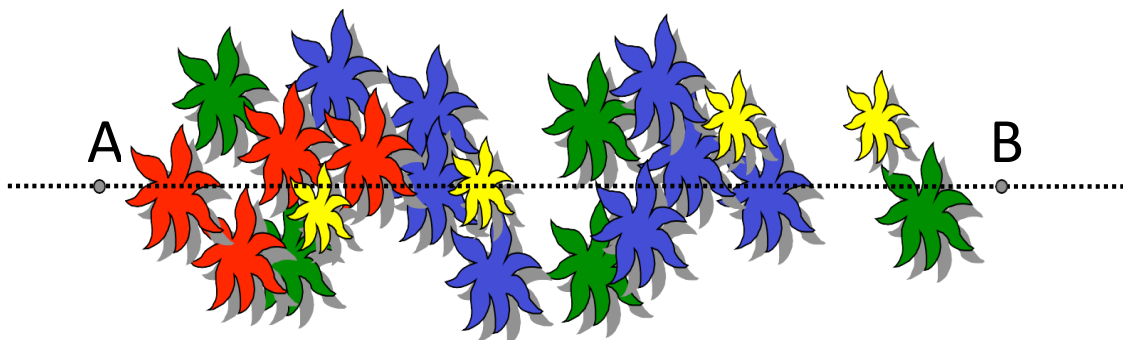


Figure 21. Les transects : Mesures continues

4.2.3.2. Les transects : points contacts : Il s'agit de compter le nombre d'interceptions d'une tige verticale avec les végétaux à intervalle régulier (Bruce Levy, 1933 ; Riepma *et al.*, 1963) (Fig.22).

- Points contacts pour Recouvrement
- Points contacts pour Abondance et biovolumes

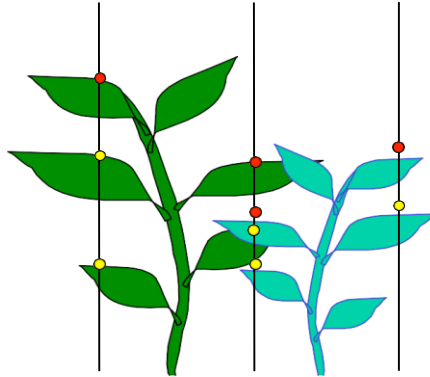


Figure 22. Les transects : Mesures continues

4.2.3.3. Les transects : quadrats : Séquence linéaire de quadrats continus, à intervalle régulier ou aléatoire, identiques aux quadrats classiques il est très précis, mais long (Fig.23).

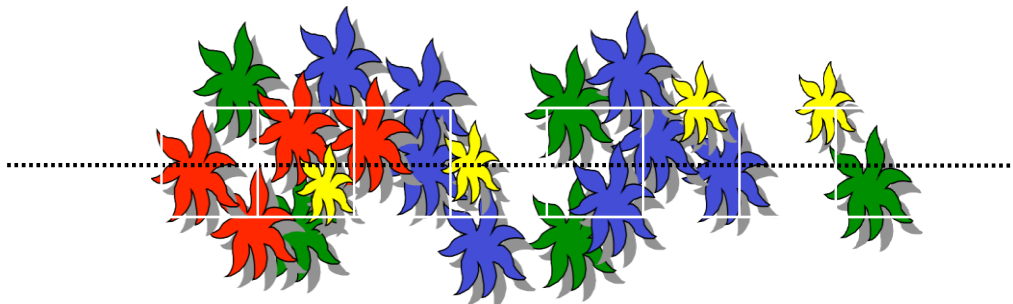


Figure 23. Les transects : quadrats

4.2.4. Les méthodes basées sur la distance (distance based, pointless sampling) :

Adaptées aux densités faibles ou aux espèces forestières mesurent la densité surfacique des espèces (Cottam & Curtis, 1949 ; Greig-Smith, 1957 ; Pielou, 1974).

- Plus proche voisin (Nearest Neighbour)
- Les quadrants (Point Quarter)

4.2.4.1. Plus proche voisin (Nearest Neighbour) : Positionner une série de points aléatoires sur une surface ou le long d'un transect et mesurer la distance à l'individu le plus proche de chaque point (Fig.24).

- Faire la somme des distances au plus proche voisin pour chacune des espèces.
- Faire la moyenne des distances.
- Faire le carré de la moyenne pour obtenir la surface/espèce.

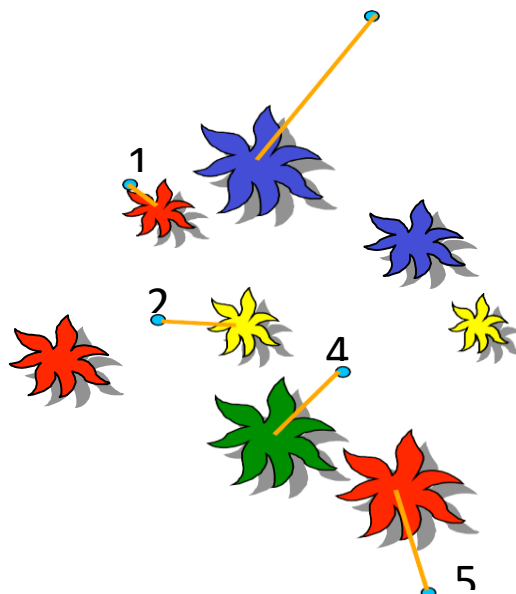


Figure 24. Plus proche voisin (Nearest Neighbour)

4.2.4.2. Les Quadrants (Point Quarter) :

- Positionner 1 point, Délimiter 4 quadrants.
- Mesurer la distance à l'individu le plus proche dans chaque quadrant.
- Procéder comme pour la méthode du plus proche voisin (Fig.25).

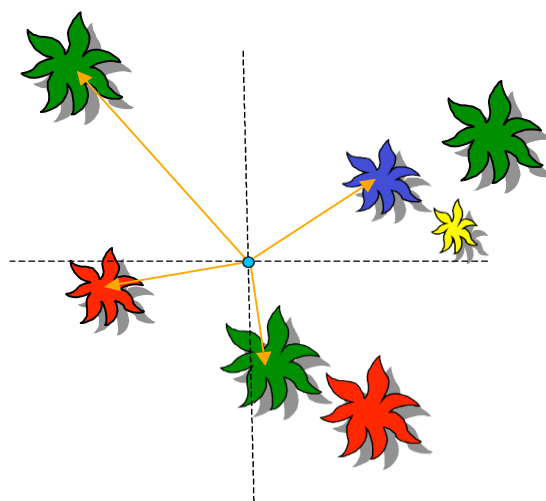


Figure 25. Les Quadrants (Point Quarter)

CHAPITRE 05. Exploitation des données faunistiques et floristiques ; Traitement, analyse et interprétation.

L'ensemble des informations collectées sur le terrain doit maintenant être traité. Dans un premier temps on validera les observations, puis les données seront saisies pour servir aux divers calculs et représentations graphiques nécessaires aux analyses.

5.1. Traiter les échantillons

5.1.1 Fournir les échantillons aux spécialistes

Le gestionnaire a parfois un doute sur la détermination des espèces recueillies sur le terrain (invertébrés ou flore par exemple). Les échantillons seront alors envoyés à des spécialistes, d'où l'importance de les avoir impliqué en amont (Fig.26).

Pour certaines espèces qui posent des problèmes de détermination à l'état larvaire (larves de *Sympetrum sp.* par exemple). Il est parfois plus simple d'élever les larves, afin d'obtenir les adultes dont la reconnaissance est plus aisée. L'élevage des larves permet également d'avoir des informations sur la biologie des espèces. Mais ces techniques sont utilisables dans des conditions bien particulières et dans tous les cas avec l'aide des spécialistes reconnus.

La plupart des mesures de paramètres abiotiques (étude de sédiments, d'échantillons d'eau, etc...) sont effectuées en laboratoire, rapidement après le retour du terrain.



Figure 26. Technique d'identification les moustiques dans un laboratoire

5.1.2. Saisir les données

Le traitement informatique devient indispensable sitôt que le volume de données prend de l'ampleur, ou sitôt que l'on cherche à utiliser des techniques d'analyse statistique

nécessitant beaucoup de calculs comme les analyses multidimensionnelles (Scherrer, 1984). La saisie des données doit être réalisée de manière raisonnée pour permettre un traitement statistique si nécessaire. Le gestionnaire doit avant tout avoir une compréhension très claire de la façon dont chaque type de donnée sera analysé et résumé. D'où l'importance de la réflexion préalable à la constitution du fichier ou du logiciel de saisie.

5.1.3. Organiser les données

Tout traitement informatique ou manuel des données nécessite au préalable de connaître le type de données que l'on utilise. La première chose à faire est de parcourir les données pour juger de l'importance du travail à effectuer, et découvrir quels types de variables entrent en jeu, quels traitements seront à effectuer. Le poids d'un individu, la couleur des pétales d'une fleur ne sont pas des données de même nature. Il est important de reconnaître les types de variables car «à chaque variable correspond ses calculs» soit quantitatives, soit qualitatives.

5.2. Exploitation des données par des indices écologiques

Les résultats seront traités par des indices écologiques de composition et de structure. Ces aspects permettent de connaître la qualité d'échantillonnage, l'abondance et la dispersion des espèces étudiées. La comparaison de la composition des peuplements dans les stations étudiées est également abordée.

5.2.1. Les indices écologiques de composition

- **Richesse totale (S)** : La richesse est le nombre total d'espèces constatées au cours d'une série de n relevés dans un milieu.
- **Richesse spécifique (Sm)** : nombre d'espèces que compte le peuplement (BA et al. 1998).

$$Sm = \frac{\sum_{i=1}^R ni}{R} \quad ni : \text{nombre des espèces du relevé } i. / R : \text{nombre total des relevés.}$$

- **La fréquence relative (FR) ou abondance relative** : pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement (Dajoz, 1982).

$$F (\%) = \frac{n_i \times 100}{N}$$

Elle se calcule comme suit :

- **Constance ou indice d'occurrence** : La constance est exprimée par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total des relevés (Dajoz, 1982). La constance est calculée par la formule suivante :

p_i : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée

$$C (\%) = \frac{p_i \times 100}{p}$$

p : nombre total des relevés effectués.

- Selon la valeur de C, on distingue les catégories suivantes :

- Des espèces constantes si $75\% \leq C \leq 100\%$.
- Des espèces régulières si $50\% \leq C \leq 75\%$.
- Des espèces accessoires si $25\% \leq C \leq 50\%$.
- Des espèces accidentelles si $5\% \leq C \leq 25\%$.

5.2.2. Les indices écologiques de structure

- **La diversité spécifique (H')** : L'indice de diversité de Shanon et Weaver (H'), est la quantité d'information apportée par un échantillon sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces (DAGET, 1976). Il se calcule comme suit :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \quad \text{Où : } P_i = n_i / N$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i . / N : effectifs ou nombre total d'individus de la collection. $\log_2 P_i = \frac{\ln p_i}{\ln 2} = \frac{\ln p_i}{0,69}$ **H' : est exprimé en bit**

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'individus ou pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

- **L'équitabilité** : Elle est le rapport entre la diversité spécifique (H') et la diversité maximale (H max), elle s'exprime comme suit :

$$E = H' / H \text{ max avec } H \text{ max} = \text{Log}_2 (S)$$

$$H' \text{ max (diversité maximale)} = \text{Log}_2 S \quad S : \text{La richesse totale.}$$

Cet indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement. Il tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984).

- **L'indice de Simpson** : il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés appartiennent à la même espèce, il est calculé par la formule suivante:

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce donnée. / N : nombre total d'individus.

$D = 0$ indique le maximum de diversité. / $D = 1$ indique le minimum de diversité.

5.3. Traitement statistique des données :

L'analyse des données recouvre un grand nombre de méthodes qui ont pour objectif de décrire, synthétiser, expliquer l'information contenue dans les tableaux de données.

5.3.1. Représenter graphiquement les données

- **L'histogramme (diagramme en bâton)** : Dans un histogramme, les effectifs des différentes classes sont reportées par des rectangles de hauteurs proportionnelles à chaque effectif. On peut représenter aussi bien des variables qualitatives que quantitatives.
- **Les polygones de fréquences** : Dans ce type de graphique, les indices de classe de la variable sont portés en abscisse et les fréquences en ordonnée. Il convient surtout aux données continues des séries statistiques simples. On peut se représenter les polygones de fréquence par des lignes brisées qui relient les sommets des rectangles dans un histogramme.
- **Les diagrammes en secteurs** : Dans un diagramme en secteur (appelé de façon familière «camembert»), les effectifs des différentes classes sont représentés par des secteurs d'angles proportionnels aux effectifs.
- **Les courbes de fréquence** : Les données issues de séries statistiques doubles avec une variable qualitative, l'autre quantitative, sont représentées graphiquement par une série de courbes de fréquence ou d'histogrammes.

5.3.2. Représentation graphique de séries statistiques multidimensionnelles (analyses factorielles)

Au travers de techniques de visualisation, les méthodes factorielles permettent de résumer, de structurer et de synthétiser l'information contenue dans des masses volumineuses de données, ceci pour ne garder que les données les plus pertinentes.

- **L'analyse en composantes principales (ACP)** : Ce type d'analyse traite de tableaux croisant les individus (lignes) et les variables numériques qui caractérisent ces individus (colonnes). L'ACP permet de déterminer les variables principales d'un échantillon.
- **L'analyse factorielle des correspondances (AFC)** : Ce type d'analyse traite des tableaux de fréquence, et de ce point de vue on peut considérer en première approche que c'est un mode de représentation graphique des tris croisés multiples. Elle permet de comparer des variables qualitatives entre elles et fait ressortir les différences relatives entre les variables. C'est une technique statistique très bien adaptée aux

analyses phytosociologiques d'ordination des relevés et donc des groupements végétaux (Guinochet, 1973).

5.3.3. Association des espèces : L'association des espèces animale définie si une espèce peut s'associer à différentes espèces selon les exigences écologiques de ces milieux (Maire et Aubin, 1980). C'est ainsi que nous avons pu appliquer la notion d'abondance-dominance (Guinochet, 1973).

5.3.4. La phénologie des espèces : la phénologie : est nécessaire pour estimer le nombre de générations annuelles, les périodes de présence des larves et des adultes, de pics de populations et d'entrée et de sortie de diapause, etc... La phénologie est l'étude des évènements saisonniers.

5.4. Interpréter les résultats

Il ne faut pas oublier que toute étude est menée dans le but d'apporter des informations utiles à la compréhension d'une dynamique naturelle ou liée à la gestion du site. S'il est important de savoir calculer, il est tout aussi important de savoir interpréter les résultats obtenus (ou au moins proposer une interprétation). Il faut avoir le personnel et les compétences pour l'exploitation des résultats.

L'interprétation des résultats n'est pas toujours immédiate. Elle doit se faire dans le cadre des limites de la méthode, dans l'optique de répondre à l'objectif visé par le gestionnaire, et doit apporter des réponses aux hypothèses formulées au départ. Si la méthodologie a été minutieusement planifiée, une seule interprétation est possible et les sources d'erreurs sont nulles ou faibles (Scherrer, 1984).

Reference bibliographique

BARNES, V.S. 1953. The ecological distribution of Spiders in non-forest maritime communities at Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogra.* 24 : 315-337.

COTTAM, G & CURTIS, J. T. 1956. The Use of Distance Measurements in Phytosociological Sampling. *Ecology.*37. 451-460.

DAGET, J. 1976. **Les modèles mathématiques en écologie.** Masson, Paris. 172 p.

DAJOZ, R .1982. Précis d'écologie Ed. Bordas Paris. 483pp.

DELPECH, R; DUMÉ, G; GALMICHE, P. 1985. Vocabulaire : typologie des stations forestières, IDF, Paris, 243 p.

FICHTBR, E. 1954 - An ecological study of Invertebrates of grassland and deciduous shrub savanna in Eastern Nebraska. *The american midland naturaliste* 51 (2) : 321-439.

FIERS, V. & COLL., 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahiers techniques de l'ATEN n°72. Réserves Naturelles de France. Montpellier : 96 p.

FINLAYSON, C.M., 1996. Cadre de conception d'un programme de suivi. In : Tomàs Vives P. (ed.), 1996. Suivi des zones humides méditerranéennes, Guide méthodologique. Med Wet, Wetlands International, Slimbridge, Royaume Uni & ICN, Lisbonne, Portugal : 25-34.

FRONTIER, S. 1983. **Stratégies d'échantillonnage en Écologie. Collection d'écologie 17. ISBN 2-7637-6957-8 (PUL). Paris. 494 pp.**

GILLON, Y. & GILLON, D. 1968. Méthodes d'estimation des nombres et des biomasses d'Arthropodes en savane tropicale. Colloque P.B.I. de Varsovie (Sept. 1966).

GOLDSMITH, F.B. (ed.). 1991. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman & Hall, London, UK: 275 p.

GOUNOT, M. 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson: 314 p.

GREIG-SMITH, P., KERSHAW, K. A. ANDERSON, D. J. 1963. The Analysis of Pattern in Vegetation: *Journal of Ecology.* Vol. 51, No. 1 .pp. 223-229.

GRILLAS, P. 1996. Identification d'indicateurs. In « Tomàs Vives P. (Ed.), 1996. Suivi des Zones humides Méditerranéennes : Guide Méthodologique. MedWet, Wetlands International, Slimbridge, Royaume-Uni & ICN, Lisbonne, Portugal» : 35-55.

GUINOCHE, M. 1973. Phytosociologie. Ed. Masson, Paris: 277 p.

HEATHCOTE, G.D. 1957 a. The comparison of yellow cylindrical, flat and water traps and of Johnson suction traps, for sampling aphids.

Ann, appl. Biol. 45: 133-139.

HELLAWELL, J.M. 1991. Development of a rationale for monitoring. In: Goldsmith F.B. (ed), Monitoring for conservation and ecology. Chapman & Hall, London: 1-14.

HOLBROOK, R.F. 1953. Gypsy Moth SGX attractant from Europe for use in trapping program. J. Econ. Entomol. 46 : 355-357.

JEAN, D. 1963. Les techniques d'échantillonnage dans l'étude des populations d'oiseaux. Rapport présenté au Colloque sur les Méthodes d'échantillonnage en écologie animale, tenu à Paris les 29 et 30 mars 1963. 202p.

LHONORE, J. 2000. Echantillonnages et inventaires. In BEZANNIER F. (Coord.), BOULONGNE R. (Réd.), 2000. La gestion des pelouses calcicoles. Actes du colloque de Blois des 27 et 28 novembre 1999.

MAYER, W.V. 1957. A method for determining the activity of burrowing animals. J. Mammalogy, 38: 531.

JUSTICE, K.E. 1961. A new method for measuring home ranges of small mammals. J. Mammalogy, 42: 462-470.).

PAULIAN, R. 1947. Observations écologiques en forêt de Basse Côte d'Ivoire. Encyclopédie biogéographique et écologique. P. Lechevalier ed. 147 pp.

PIELOU, E.C. 1974. Population and community ecology. Principles and methods. Reprint January 1974. Journal of Ecology 64(2).

PUTNAM, L.G. & SHKLOV, N. 1956. Observations on the distribution of grasshopper egg-pods in Western Canadian stubble fields. Canad. Ent. 88 : 225-294.

RAMADE, F. 1984. Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Me Graw-Hill, 397 p

RICHARD, C., GREGOIRE G., FREDERIC A. 2010. Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. *Rev. For. Fr. LXII - 2-2010.*

RIEPMA, P. & VENNPAS, A. 1963. Resultaten van de doperwtenrassen proef paw 881-1963. Weidebouw.Meded.89-79p. Dec 1963.

ROBERTS K.A., 1991. Field monitoring confessions of an addict. In F.B. Goldsmith, Chapman et Hall : 179-211.

SCHERRER B., 1984. Biostatistiques. Ed. Gaetan Morin : 850 p.

SPITZ. F.1963. Les techniques d'échantillonnage utilisées dans l'étude des populations de petits mammifères. Rapport présenté au Colloque sur les Méthodes d'échantillonnage en écologie animale, tenu à Paris les 29 et 30 mars 1963. 230p.

TAYLOR, W.P. 1930. Method of determining Rodent pressure on the range. Ecology, 11: 523-542.

PHILLIPS, J.F.V. 1931. Quantitative methods in the study of numbers of terrestrial animals in biotic communities. A review, with suggestions. Ecology, 12: 633-649.

USHER M.B. 1991. Scientific requirements of a monitoring program. In F.B. Goldsmith, Chapman et Hall : 15-32.

WHITTACKER, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecological Monographs. 22 : 1-144.

YVES G. 1967. Principes et méthodes d'échantillonnage des populations naturelles terrestres en écologie entomologique. Fiche de la recherche scientifique et technique. Laboratoire d'Entomologie (Côte d'Ivoire). 55p.