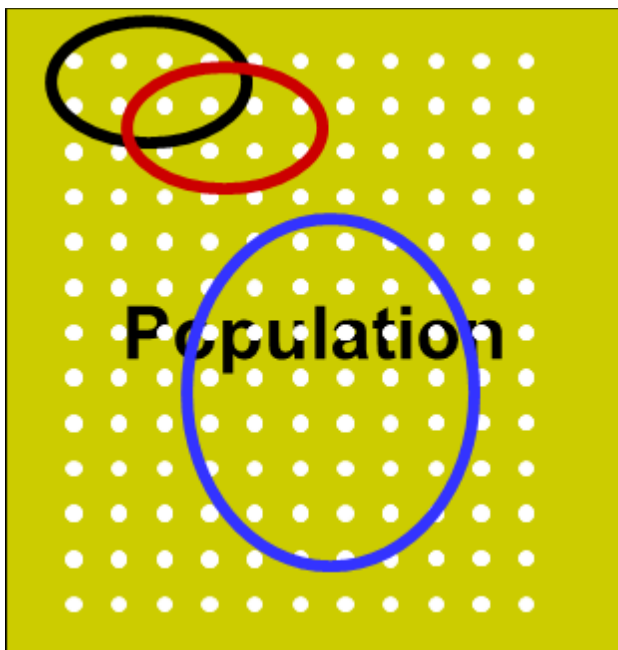


Techniques d'échantillonnage

1. Echantillonnage

- L'échantillonnage est la procédure par laquelle les échantillons (fragment d'un ensemble concret ou abstrait) sont prélevés. On ne mesure pas le **tout** d'un système biologique, mais un fragment de l'ensemble (de ce tout) prélevé pour juger de certaines propriétés de ce tout.
- L'échantillonnage : fournir suffisamment d'informations pour pouvoir faire des déductions sur les caractéristiques de la population, tout en travaillant sur des échantillons (réduire le temps et le coût de réalisation). Mais bien entendu, les résultats obtenus d'un échantillon à l'autre vont être en général différents. On dit qu'il y a des fluctuations d'échantillonnage.



1.2. Echantillon

L'échantillon est une collection d'éléments prélevés dans la population (partie de la population que l'on va examiner) selon un processus aléatoire ou une méthode dite à choix raisonné. C'est le fragment d'un ensemble pour le juger.

- L'échantillon doit être représentatif, c'est-à-dire, qu'il doit refléter fidèlement sa composition et sa complexité et fournir une estimation précise des paramètres mesurés sur les objets dans une aire donnée, à un moment donné.
- Les résultats d'une étude sont d'autant plus fiables que le nombre de données à traiter est important. Ce dernier dépend de l'intensité des prélèvements, donc du nombre d'échantillons.
- Par principe, plus le nombre d'échantillons est important, plus les résultats seront fidèles à la réalité, plus la valeur estimée s'approche de la valeur réelle. Le résultat devient plus précis.

Exemple : Si le nombre d'échantillons est insuffisant, dans le domaine des analyses de pollution par exemple, on peut être amené à déclarer qu'il n'y a pas d'impact alors que l'on n'a pas la quantité d'échantillons nécessaire

1.3. Élément ou unité d'échantillonnage

C'est une entité concrète comme un individu, un système, un objet, etc. ou abstraite comme une relation comportementale sur laquelle on mesure ou on observe la variable étudiée. Exemple : Pour étudier l'évolution d'une population de larves, on prélève avec une louche des échantillons d'eau ; on compte le nombre de larves par louche

Elément = louche si la variable étudiée est le nombre de larve/ louche.

- Il existe assez de similarités entre les éléments de la population de sorte que quelques éléments pris au hasard peuvent représenter les caractéristiques de la population.
- D'autres éléments de (P) entraînent une sous-estimation d'autres entraînent une surestimation.
 - ➔ Il doit y avoir assez d'éléments dans l'échantillon
 - ➔ L'échantillon doit être tiré de façon à ne pas favoriser les sous-estimations et les surestimations

Puisque la population est de taille relativement importante, on opte pour l'étude d'un/plusieurs échantillons afin d'extrapoler les résultats obtenus sur la population, c'est à dire :

- En théorie : c'est la population qui est visée
 - En pratique : c'est l'échantillon qui est pris en considération
- De ce fait, l'échantillon doit être représentatif de la population

Pour pouvoir étendre les résultats obtenus sur l'échantillon à la population

- Car l'intérêt porte sur la population et pas sur un échantillon en particulier

1.4. Taille de l'échantillon

*Plus le nombre d'échantillon devient important plus on se rapproche des données réelles (on couvre mieux la zone) par conséquent plus l'estimation devient précise.

*Par exemple dans le cas de quadrats, si la zone est divisée en 100 quadrats alors un échantillonnage de 10 quadrats pourra être suffisant mais un échantillon de 90 quadrats sera bien plus précis. A l'extrême la couverture des 100 quadrats fournit les valeurs exactes.

*Bien évidemment il faut trouver un bon compromis entre nombre d'échantillon, le temps de prospection sur chaque échantillon et le budget/temps disponible.

1.5. Echantillonnage des espèces animales

Plusieurs raisons pour échantillonner le vivant :

- Estimer la taille d'une population (Nombre total d'individus d'une espèce animale).
- Suivre les changements d'une population.
- Caractériser une communauté vivante.
- Déterminer l'intérêt écologique d'un site.

1.5.1 Différentes étapes d'un échantillonnage

- Choix du site : milieu naturel, agricole et forestier, en donnant une description détaillée du milieu (topographie, pédologie, hydrologie, facteurs abiotiques et biotiques).
- Chercher l'indice de présence de l'espèce animale à recenser, par exemple la présence des terriers pour les rongeurs, la présence des plumes pour les oiseaux...
- Choix de la technique ou des techniques de capture.
- Application de la technique d'échantillonnage, en se basant sur un protocole régulier (sorties mensuelles ou saisonnières).

- Identification et dénombrement des espèces au laboratoire, s'il s'agit des invertébrés ou de micro vertébrés.
- Exploitation des données obtenues par des indices écologiques et des méthodes statistiques.

2. Stratégie d'échantillonnage en écologie

2.1 Introduction

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, etc.) donc choisir une méthode pour localiser les échantillons.

Exemple :

Un biologiste veut estimer la densité de Grenouille léopard (*Rana pipiens*) au sein des étangs du Parc du Mont Saint-Bruno en ne choisissant que quelques étangs et/ou encore, en n'évaluant la densité que sur une portion de chaque étang. Mais combien et quels étangs choisir ? Quelle portion des étangs devrait être échantillonnée ? La densité des grenouilles varie-t-elle selon la taille des étangs ? Diffère-t-elle selon que nous sommes en marge ou au centre de l'étang ? Voilà bien des questions à prendre en compte avant même de pouvoir estimer une simple densité de grenouille

2.2. Comment planifier son échantillonnage?

La mise en place d'un plan d'échantillonnage est conditionnée par le choix du problème et la façon de le poser.

- Le choix des variables à étudier
- Le choix des échelles d'observation et du découpage de l'objet (zone d'étude).
- Le choix des méthodes de traitements des données recueillies. (par exemple réfléchir à l'exploitation statistique des résultats avant de commencer l'étude).

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 etc.).
- les contraintes techniques (temps disponible, fiabilité des mesures, etc.) et financières.
- les contraintes mathématiques (qualité des données et des instruments mathématiques, etc.)

Le compromis trouvé, écrit sous forme de mode opératoire, porte le nom de **plan d'échantillonnage**.

2. 3. Descripteurs

Les variables pouvant intervenir dans une description de structure ou de fonctionnement d'un objet étudié sont très nombreuses. Ils peuvent être classés en différentes catégories.

2.3.1. Descripteurs qualitatifs

Descripteurs qualitatifs sont des catégories définies sans assignation d'une mesure ni même d'un caractère permettant de les ordonner les unes par rapport aux autres.

Exemple : Les différents taxons constituant un peuplement. Pour chaque taxon considéré, le descripteur est la présence ou absence

2.3.2. Descripteurs ordinaux ou semi-quantitatifs

Descripteurs ordinaux sont définis par l'existence d'une relation d'ordre (plus petite ou plus grande ; ou bien antérieure ou postérieure, etc.)

Exemples : Les stades de développement d'une espèce. Pour un organisme à croissance continue, un ensemble de classe d'âge ou de taille délimitées arbitrairement. Stades de succession d'un peuplement naturel le long d'un gradient spatio-temporel

2.3.3. Descripteurs quantitatifs

Descripteurs quantitatifs sont définis comme des quantités véritables, pour lesquelles on peut déterminer des rapports et des différences. Cette définition concerne un très grand nombre de descripteurs utilisés en écologie et qui mesure des abondances, des taux, pourcentage, volume, biomasse, etc.

2.3.4. Descripteurs complexes ou synthétiques

Les descripteurs cités ci-dessus sont des descripteurs simples, c'est à dire, caractérisés, pour chaque observation, par un seul nombre ou par la spécification d'une modalité.

Descripteurs complexes permet de rendre compte de plusieurs observations simples dans le même plan d'échantillonnage.

Exemple : Soit un ensemble d'espèces (chacune caractérisée par son abondance relative en une station). On calcule un indice de diversité (descripteur quantitatif), et on établit la loi de décroissance des abondances des espèces rangées de la plus abondante à la plus rare (descripteur semi-quantitatif).

2.4 Choix des descripteurs

Les descripteurs utilisés en écologie sont extrêmement divers. Le choix des descripteurs dépend du type du modèle descriptif ou explicatif attendu en fin d'analyse. Quelques exemples de descripteurs sont cités ci-dessous.

2.4.1 Descripteur d'occupation de l'espace-temps

Ils peuvent être qualitatifs, présence ou absence d'un taxon; Semi-quantitatifs (échelle d'abondance/dominance) ou quantitatifs (biomasses, effectifs d'organismes par unité de volume ou de surface de biotope).

2.4.2 Descripteurs biométriques et démographiques

Ils sont nécessaires à l'application des modèles dynamiques de populations.

Exemple : démographie des populations.

2.4.3 Descripteur structuraux

Outre la structure spatio-temporelle et les structures démographiques, on a des structures liées à la répartition de la biomasse en espèces distinctes (distribution des individus par espèces, diversité spécifique), des structures trophiques, etc. Ces descripteurs peuvent être quantitatif, semi quantitatif ou qualitatif.

2.5 Echelle d'observation :

Après le choix des descripteurs, on choisit l'échelle d'observation. Les écosystèmes sont structurés dans l'espace et dans le temps. La définition de l'échelle, c'est d'envisager soit une souche d'arbre, soit une forêt, soit une région et étudier leurs variations sur une journée, une année ou plusieurs années. D'un point de vue pratique, la définition d'une échelle d'observation comporte deux éléments distincts : l'amplitude du domaine échantillonné et la densité des observations sur ce domaine. Cela revient, en fait, à définir pour chaque plan

d'échantillonnage deux échelles : l'une définissant la taille de l'objet analysé, l'autre l'échelle de variations observées à l'intérieur de l'objet.

Exemple : On étudie un cycle annuel au moyen d'échantillonnages mensuels, hebdomadaire ou journalier, ou bien le sol d'une savane par des prélèvements tous les un kilomètre, tous les 10 mètres, etc.

3. Méthodes d'échantillonnage en écologie

3.1 Introduction

Il existe deux grandes catégories de techniques (méthodes) d'échantillonnage, les méthodes d'échantillonnage non probabilistes et les méthodes d'échantillonnage probabilistes. Chez les méthodes d'échantillonnage non probabilistes, les éléments sont inclus dans l'échantillon sans probabilité connue. Chez les méthodes d'échantillonnage probabiliste, les éléments sélectionnés ont une probabilité connue de faire partie de l'échantillon. Un échantillon est dit aléatoire lorsque chaque élément de la population a une probabilité connue et différente de zéro d'appartenir à l'échantillon.

L'échantillonnage aléatoire simple (EAS) est le plan le plus utilisé en écologie.

Un échantillon est à choix raisonné lorsque les unités sont sélectionnées en fonction de critères choisis

3.2. Méthodes non probabilistes

Les méthodes d'échantillonnage non probabiliste, bien que moins coûteuse et plus pratiques, elles sont moins exactes. Bien des experts dans le domaine recommandent de s'en éloigner. Ces méthodes supposent que les caractéristiques de la population sont distribuées de manière aléatoire. C'est peut être vrai dans certains cas, mais pas dans tous les cas.

3.2.1 Échantillonnage de commodité

L'échantillonnage de commodité est une technique d'échantillonnage où les sujets sont choisis en raison de leur accessibilité et de leur proximité du chercheur. Cette technique est la plus commune et de nombreux chercheurs la préfèrent parce qu'elle est rapide, peu coûteuse et simple et parce que les sujets sont facilement disponibles.

Exemple :

Choisir cinq personnes dans une classe ou de choisir les cinq premiers noms d'une liste de patients. L'inconvénient de cette méthode est que le chercheur exclut une grande proportion de la population, c'est à dire l'échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble de la population, d'où dérive un biais (erreur) d'échantillonnage.

3.2.2 Échantillonnage à l'aveuglette

La technique d'échantillonnage à l'aveuglette consiste à former un échantillon en laissant le chercheur sélectionner des unités statistiques parmi celles qui se trouvent en un lieu et temps spécifique. Ce choix est totalement arbitraire. Les résultats obtenus seront acceptables seulement s'il existe une bonne homogénéité dans la population, ce qui est rarement le cas. Autrement, certaines caractéristiques risquent d'être sous-représentées.

Exemples :

1. Les interviews dans la rue où les personnes interrogées sont sélectionnées arbitrairement en fonction des rencontres de l'intervieweur donnent rarement une bonne représentation de l'opinion de la population.
2. Un technicien prélève un échantillon d'eau dans un lac pour déterminer la concentration d'un produit chimique. Si l'on suppose que la composition de l'eau dans le lac est homogène, tout échantillon devrait donner des résultats assez semblables. L'inconvénient de cette méthode est la possibilité d'un biais, c'est-à-dire de construire un échantillon NON représentatif de la population. L'avantage est d'obtenir rapidement et à très faible coût de l'information.

3.2.3 Échantillonnage volontaire

Certaines recherches ne pourraient s'exécuter autrement qu'en faisant appel à des volontaires. Les compagnies pharmaceutiques font appel à des volontaires qu'ils paient afin de vérifier les effets de leurs nouveaux produits. Un groupe de volontaires risque d'être plus homogène qu'un groupe tiré au hasard dans la population.

3.2.4 Échantillonnage par quotas

L'échantillonnage par quotas est largement employé dans les enquêtes d'opinion et les études de marché. Dans ce type d'échantillonnage, l'enquêteur choisit un échantillon qu'il veut le plus représentatif possible des différentes strates de la population : Au contraire de l'échantillonnage aléatoire simple qui ne permet pas de prédire qui fera part de l'échantillon, la méthode des quotas fait un choix des individus, selon plusieurs caractéristiques recherchés : sexe, âge, scolarité, etc. Certaines unités peuvent n'avoir aucune probabilité d'être sélectionnées. Cette méthode est peu coûteuse et assez rapide ; de plus, elle ne suppose pas que l'on possède une liste de tous les individus de la population. La différence avec l'échantillonnage par strate vient du fait que les individus ne sont pas choisis au hasard.

3.3 Méthodes probabilistes

3.3.1 Méthodes d'échantillonnage aléatoire simple (EAS)

3.3.1.1 Définition :

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. Ainsi, chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie d'un échantillon de n unités et chacun des échantillons possibles de tailles n , possède la même probabilité d'être constitué.

Remarque :

Il y a différents types d'échantillonnage aléatoire, aléatoire simple, systématique, stratifié et par grappes.

3.3.1.2 Protocole de sélection des unités d'échantillonnages :

Il est parfois difficile en écologie d'effectuer un échantillonnage aléatoire simple qui se conforme à la définition. En effet, pour qu'aucune erreur systématique ne s'introduise dans le prélèvement de l'échantillon, il faut :

- Dresser la liste complète et sans répétition des éléments de la population.
- Les numéroter de 1 à N
- **Procéder, à l'aide d'une table de nombres aléatoires, au tirage au sort de n unités différentes.**

Remarque :

L'échantillonnage A.S. s'avère facile à réaliser si la population n'est pas trop grande et si les éléments sont facilement identifiables et repérables. Toutefois, dans la majorité des autres cas, le processus s'avère difficile, voire irréalisable.

3.3.1.3 Comment utiliser une table de nombres aléatoires ?

Nous allons utiliser la table ci-dessous pour tirer au hasard un échantillon de 6 individus dans une population de 300 individus. On suppose que ces 300 individus ont été numérotés de 001 à 300 dans une base de sondage. On choisit la méthode suivante : on lira les 3 derniers chiffres de la troisième colonne de la table, en lisant de haut en bas, en ne retenant que les nombres compris entre 001 et 300, et en rejetant tout nombre qui apparaîtrait pour la deuxième fois (pour ne pas tirer deux fois le même individu). Enfin, on choisit le point d'entrée en décidant de commencer la lecture à la troisième ligne.

Tableau 1. La table de nombres aléatoires (Hill, 1977)

17406 39516 24449 74015 43890 55118 27902 39548 72071 59327	
73855 89884 56589 48471 36709 11110 31920 17626 67691 93202	
36164 92283 27244 05702 62405 73041 93132 01371 08683 21829	244
78994 18171 59840 62624 74518 99822 00293 88084 30716 53590	
83212 53819 70820 03945 68127 93070 44870 67948 01338 97258	
28619 99766 49157 09339 55573 6683 87189 89254 17652 67314	157
85240 11095 46806 33176 51940 23127 90561 36469 85603 83297	
98448 89051 17846 85123 76892 30908 04175 77862 13924 20099	
46186 14176 89969 37701 11456 20210 32542 32146 77162 18567	
35549 53554 76295 16048 38190 92244 56808 39717 83105 99486	295
34904 46147 60505 54418 78345 50570 58052 81085 26388 10243	
06953 03928 58301 79506 99089 00231 95700 55663 45833 87967	
85680 11023 45747 55475 97488 98531 02054 53841 70698 41772	
99513 65174 23148 88646 24301 27909 83026 50673 75087 61801	148
92336 80844 34686 44894 34011 82172 97959 57568 47239 35986	
53784 79567 64673 68622 87745 02165 94061 09140 63912 24787	
86457 26826 20293 37348 76714 26917 68221 08181 73036 39186	293
26903 50718 03261 22399 19519 03808 82688 93418 75681 96105	261
17307 67935 72471 95209 78716 21582 93147 80487 23588 97851	
50990 85208 68410 36019 02200 96138 53902 91022 17194 45198	

3.3.2. Échantillonnage aléatoire systématique

3.3.2.1. Définition :

L'échantillonnage systématique est une technique qui consiste à tirer au hasard un ième élément, situé entre le premier et le pième de la population puis à prélever systématiquement le $(i + p)$ ième, $(i + 2p)$ ième, $(i + 3p)$ ième, ..., $(i + (n-1)p)$ ième élément de la population. Les rangs des n unités sont ainsi en progression arithmétique dont la base est un nombre aléatoire i et la raison un nombre p calculé de telle sorte que l'échantillon se répartisse uniformément sur toute population. Contrairement à l'échantillonnage aléatoire simple, les unités ne sont pas prélevées de façon indépendante puisque le choix du 1er élément détermine la composition de tout l'échantillon.

3.3.2.2. Protocole de sélection des unités d'échantillonnage

Le protocole s'avère très simple lorsque les éléments de la population sont facilement accessibles et en nombre connu. Il suffit :

1. de choisir l'effectif n de l'échantillon
2. de calculer la raison p ($p = N/n$)
3. de tirer au hasard un ième élément que l'on considère comme le premier.
4. de prélever un élément toutes les p unités.

3.3.3. Échantillonnage aléatoire stratifié

Principe du plan

Il est particulièrement utilisé quand l'aire étudiée est hétérogène

3.3.3.1. Définition

L'échantillonnage stratifié est une technique qui consiste à subdiviser une population hétérogène en sous-populations ou "strates" plus homogènes, mutuellement exclusives (nettes) et collectivement exhaustives (complètes). La population hétérogène d'effectif N est ainsi découpée en K strates plus homogènes d'effectif N_h de telle sorte que $N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_K$.

3.3.3.2 Protocole de sélection des unités d'échantillonnage

L'application de l'échantillonnage stratifié soulève deux questions :

- comment construire les strates et quel plan d'échantillonnage adopter dans chacune des strates ?

Construction des strates :

La première étape consiste à choisir un critère de stratification. Le critère de stratification n'est pas obligatoirement une variable quantitative, ça peut être une variable qualitative (peuplements végétaux, sexes ... etc.)

La 2ème étape est le nombre de strates : d'une façon générale, l'augmentation du nombre de strates s'accompagne d'une amélioration de la précision

Choix du plan d'échantillonnage à l'intérieur des strates :

Dans la mesure où l'échantillonnage d'une strate est totalement indépendant de celui d'une autre, le chercheur peut choisir n'importe quel plan. Le choix d'un échantillonnage aléatoire simple stratifié, qui consiste à prélever un échantillon aléatoire simple ou un équivalent (échantillonnage systématique) dans chacune des strates, se révèle judicieux dans la majorité des cas.

3.3.4. Echantillonnage par degré

3.3.4.1. Définition :

L'échantillonnage par degré regroupe tout un ensemble de plans d'échantillonnage caractérisés par un système ramifié hiérarchisé d'unités. En effet, chacune des N unités de la population, aussi appelées unités primaire ou grappes, se compose de M_i sous-unités plus petites (unités secondaires), qui peuvent elles-mêmes comporter K_{ij} unités tertiaires et ainsi de suite. A chaque niveau, un échantillonnage du 1er du 2ème ou 3ème degré (2ème ou 3ème degré sont des sous-échantillonnages). Les unités primaires et secondaires ne sont pas obligatoirement de la même taille.

Fig.2 Représentation schématique d'échantillonnages du premier, deuxième, troisième degré à grappes égales et inégales

Exemple:

Pour étudier les ravages d'animaux sauvages dans un parc d'une superficie environ 13000 km² 20 d'entre elles ont été sélectionnées au hasard. La superficie des différents peuplements végétaux a été mesurée pour caractériser le couvert végétal. Chaque parcelle échantillon a été subdivisé en 59 placettes de 0,44km² et 6 d'entre elles ont été sélectionnées de façon aléatoire au sein de chacune des 20 parcelles-échantillons.

Deux plans d'échantillonnage, appliqués. $n = 20$ parcelles-échantillons (unités primaires) parmi $N = 500$ pour caractériser le parc $m = 6$ placettes (unités secondaires) sur $M = 59$ ont été mesurés.

3.3.4.2 Situations propices à l'application du plan

L'échantillonnage par degré s'impose lorsqu'il est impossible d'inventorier les éléments de la population et qu'il est possible d'énumérer les éléments de la grappe sélectionnée de façon aléatoire. Cette situation est particulièrement fréquente en écologie, car il n'est généralement pas possible d'énumérer tout les arbres d'une forêt ou tous les individus d'une population animale pour procéder au tirage aléatoire simple ou systématique de certains d'entre eux. L'échantillonnage par degré s'impose lorsqu'il n'est pas possible de procéder à la mesure complète de l'unité d'échantillonnage.

3. Les méthodes d'étude des animaux

3.1 Introduction

L'inventaire des organismes animaux soulève un certain nombre de difficultés. En effet, contrairement aux végétaux, les animaux sont des organismes mobiles. Les techniques d'observations utilisées sont souvent contraignantes physiquement qui demande de longue période de présence sur le terrain, ainsi que l'utilisation du matériel de capture qui oblige l'écologiste à installer et à surveiller).

Le monde animal est très diversifié, impose le recours à des méthodes d'étude adaptées presque à chaque cas

3.2 Analyse de la structure du peuplement

Au-delà de leur composition taxonomique on peut caractériser les peuplements par leur densité, par leur richesse et par leur diversité spécifique.

3.2.1 Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est représentée par a / N , dont a étant le nombre d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire au cours de N relevés. Plus la valeur de a / N est petite, plus la qualité de l'échantillonnage est grande (RAMADE, 1984). Elle est donnée par la formule suivante (BLONDEL, 1979) :

$$Q = a/N$$

Q : Qualité d'échantillonnage.

a : Nombre d'espèces vues une seule fois, en un seul exemplaire au cours de N relevés.

N : Nombre de relevés.

3.2.2 Abondance (ni) :

C'est le nombre d'individus d'une espèce.

3.2.3 Densité :

La densité est donc le nombre d'individus d'une espèce ramené à une unité de surface ou de volume. Par convention, la densité est toujours rapportée à 10 ha

3.2.4 Richesses :

3.2.4.1 Richesse totale (S)

La richesse totale est le nombre total des espèces recensées dans un peuplement.

3.2.4.2 Richesse moyenne (s)

C'est la moyenne des richesses stationnelles ou richesse par relevé. Ce paramètre exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu au sens de la fréquence de leur présence.

3.2.5 Fréquence relative :

C'est le nombre d'individus d'une espèce sur le nombre total des espèces.

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

n_i : abondance spécifique de l'espèce i

N : Abondance du peuplement

3.2.6 Fréquence d'occurrence et constance :

La fréquence d'occurrence est le pourcentage du nombre de relevés où une espèce est présente sur le nombre total de relevés. On considère qu'une espèce est accidentelle ($F < 25\%$), accessoire ($25\% < F < 50\%$), régulière ($50\% < F < 75\%$), constante ($75\% < F < 100\%$), omniprésente ($F = 100\%$).

$$C\% = \frac{N_a}{N} \times 100$$

N_a : nombre de relevés dans lequel l'espèce i est présente

N : nombre total de relevés

3.2.7 Diversité

La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques.

Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de Shannon et Weaver, 1949. $i = n$

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \text{ où } P_i = \frac{n_i}{N} \log_2 P_i = \log p_i * 3.322 \quad i = 1$$

n_i : Effectif de l'espèce i

N : Effectif total du peuplement

H' est exprimé en Bit (Binary digit).

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. 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'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante. Les valeurs varient entre 0 ou 0,5 à 4,5 0 et 0,5 : communauté composée d'une seule espèce (\log de 1 = 0)

Si $H' < 1,5$: peuplement dominé quantitativement par une ou q espèces : stade jeune d'un écosystème. $H' > 2,5$: évolution temporelle du peuplement.

Les valeurs commencent à se stabiliser aux alentours de 3,5 à 4.33

3.2.8 Equitabilité ou équipartition

Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir la même diversité. Il est donc nécessaire de calculer parallèlement à l'indice de diversité H' , l'équitabilité (E) en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale (H'_{\max}).

$$E = H' / H'_{\max} \text{ où } H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 ; elle tend vers 0 quand la quasitotalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance, cas théorique dans la mesure où il existe toujours des espèces rares dans un peuplement (Barbault, 1981).