

## I. Concepts et terminologie à connaître :

### I.1. Protocole

Un plan d'étude détaillé expliquant comment les données doivent être collectées, organisées et analysées

### I.2. Méthode (de collecte)

Une méthode de collecte est un ensemble de **techniques, de savoir-faire et/ou d'outils** spécifiques mobilisés **de manière logique** (règles, étapes et principes) pour **collecter des données** associées à un paramètre à observer ou à un facteur écologique à prendre en compte.

### I.3. 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 »

### I.4. Surveillance :

La surveillance est une série de collectes de données (série d'inventaires) répétées dans le temps»

### I.5. Suivi

Face à un problème bien identifié, le suivi repose sur une série de collectes de données répétées dans le temps.

## I.6. UNE ÉTUDE

on regroupera sous le terme « étude » les notions d'inventaires, de surveillance et de suivi. **I.7. La recherche**

Un programme de recherche, c'est la réalisation des recueils de données dans des conditions bien particulières afin de vérifier les hypothèses de départ, après traitement statistique des données et analyse des résultats.

## I. Notions de base en échantillonnage

### I.1. Population cible (Target population)

Ensemble des éléments visés, en principe, par une problématique scientifique. Il est fréquent que l'échantillonnage ne puisse pas couvrir toute la population cible. “

La population cible est un ensemble plus vaste d'où est extrait la population statistique.

### I.2. Population statistique

ensemble des éléments effectivement représentés par l'échantillonnage.

#### I.2.1. La taille de la population

La taille de la population statistique est l'effectif de cette population

#### I.2.2. Les paramètres décrivant une population

##### I.2.2.1. Les paramètres individuels

### **I.2.2.2. Les effectifs**

Les effectifs peuvent être estimés de manières très différentes :

- La densité

la biomasse (poids de matière vivante sèche ou fraîche).

les descripteurs **semi-quantitatifs**. Par exemple, les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet sont parfois utilisés par les forestiers et très souvent par les phytosociologies. Ils servent à établir des relations d'ordre lors de relevés de végétation.

Ainsi, on note :

5 quand l'espèce couvre plus de 75 % de la surface,

4 quand l'espèce couvre plus de 50 % de la surface,

3 quand l'espèce couvre plus de 25 % de la surface,

2 quand l'espèce est abondante, mais couvre de 5 à 25 % de la surface,

1 quand l'espèce est bien représentée, mais couvre moins de 5 % de la surface,

+ quand l'espèce est présente en petite quantité.

- D'autres méthodes sont également utilisées pour les populations animales. On parle ainsi d'indice kilométrique d'abondance (**IKA**) pour les grands animaux des forêts ou d'indice ponctuel d'abondance (**IPA**) pour les oiseaux. Dans ce dernier cas, ce sont des écoutes qui sont effectuées, les oiseaux étant reconnus à leur chant.

### **I.2.2.3. Natalité et mortalité**

### **I.2.2.4. Le sex-ratio I.2.2.5.**

### **La distribution spatiale des individus**

#### **I.2.2.5.1. La répartition régulière ou uniforme**

#### **I.2.2.5.2. La répartition au hasard(aléatoire)**

#### **I.2.2.5.3. La répartition en agrégats (ou contagieuse)**

### **I.3. Population biologique**

Ensemble des individus de la même espèce qui occupent un espace et un temps déterminés.

### **I.4. Communauté**

L'ensemble des individus de diverses espèces qui occupent une zone déterminée.

### **I.5. Échantillon**

**D1:** En langage courant et en chimie/biologie/géologie, « un échantillon est un fragment d'un ensemble prélevé pour juger de cet ensemble »

**D2:** Dans le contexte statistique : « l'échantillon est une collection d'éléments prélevés d'une façon particulière sur une population, afin de tirer des conclusions sur cette dernière »

### **II. l'échantillonnage (Sondage)**

L'échantillonnage consiste essentiellement à tirer des informations d'une fraction d'un grand groupe ou d'une population

#### **II.1. Élément ou unité d'échantillonnage**

L'élément ou unité d'échantillonnage est une entité sur laquelle on observe la variable étudiée.

## II.2. Variable(caractère)

Toute caractéristique mesurable ou observable sur un élément d'échantillonnage

### II.2.1. Différents types de variables statistiques :

**II.2.1.1. Le caractère qualitatif** : Elle peut être ordonnée ou non, dichotomique ou non.

**II.2.1.2. Le caractère quantitatif** : Lorsque la variable peut être exprimée numériquement, qui peut être mesuré ou repéré par un nombre. *Exemple* : la taille et le poids d'un individu. Dans ce cas, elle peut être discontinue ou continue.

## V. Les Types d'échantillonnage

Les différentes techniques d'échantillonnage souvent appelées **plan d'échantillonnages** sont régulièrement utilisées. On les regroupe dans deux catégories :

- échantillonnage Subjectif (non probabiliste)
- L'échantillonnage probabiliste qui englobe échantillonnage systématique, aléatoire, stratifié.... Ces méthodes sont plus rigoureuses et plus fiables car elles permettent l'inférence statistique.

### V.1. Échantillonnage probabiliste

Basé sur les lois du calcul des probabilités, chaque élément de la population a une chance égale d'être choisi (le choix se fait aléatoirement).

#### V.1.1. Échantillonnage aléatoire simple

#### V.1.2. Echantillonnage systématique

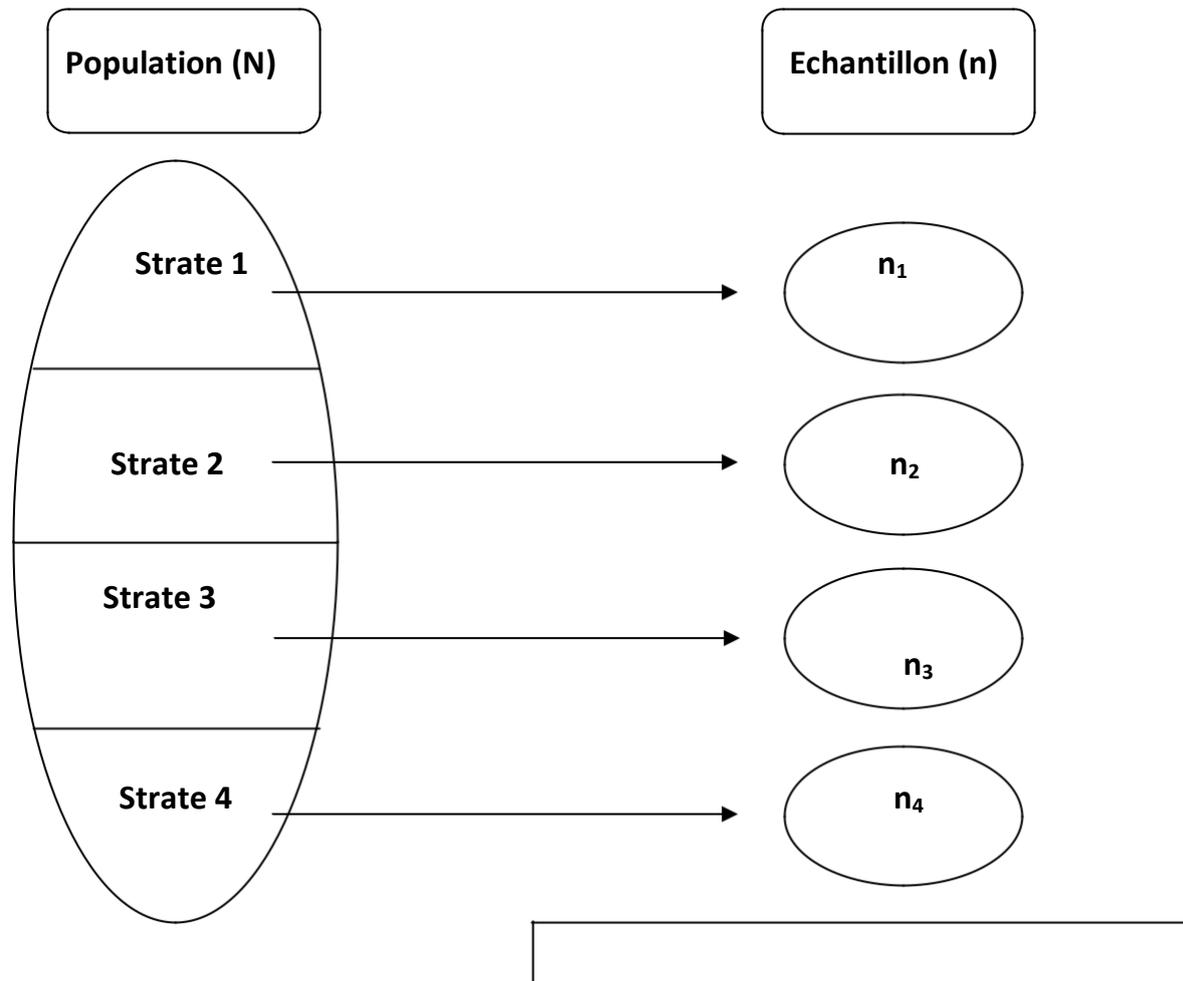
#### V.1.3. Echantillonnage stratifié

**il s'agit de subdiviser une population hétérogène en strate (sous-groupe).** représentant certaines de ses caractéristiques

(la population peut être divisé en groupes distincts tels que le sexe, l'âge, etc....) Ces différents groupes sont appelés des strates.

Par exemple, on peut regrouper des insectes par leurs types de pièces buccale.

$$\frac{\text{Taille de la strate dans l'échantillon}}{\text{Taille de l'échantillon}} = \frac{\text{Taille de la strate dans la population}}{\text{Taille de la population}}$$



**Echantillon finale (n) =  $n_1+n_2+n_3+n_4$**

**Exemple 1 : J'ai une population d'insectes qui compte 250 individus. Répartie comme suit :  
150 sont des coléoptères et 100 sont lépidoptères.**

**Je veux un échantillon de 50 individus et je veux qu'il représente fidèlement ma population. Je vais donc utiliser les proportions pour obtenir quelque chose de représentatif.**

Ma population statistique : insectes

La taille de ma population : 250 individus

Les strates de ma population sont les deux ordres des insectes : Coléoptères et Lépidoptères

La taille de mon échantillon est de 50 individus

Les proportions que représente chaque groupe(Ordre):

Coléoptères : 60 %, Lépidoptères : 40 %

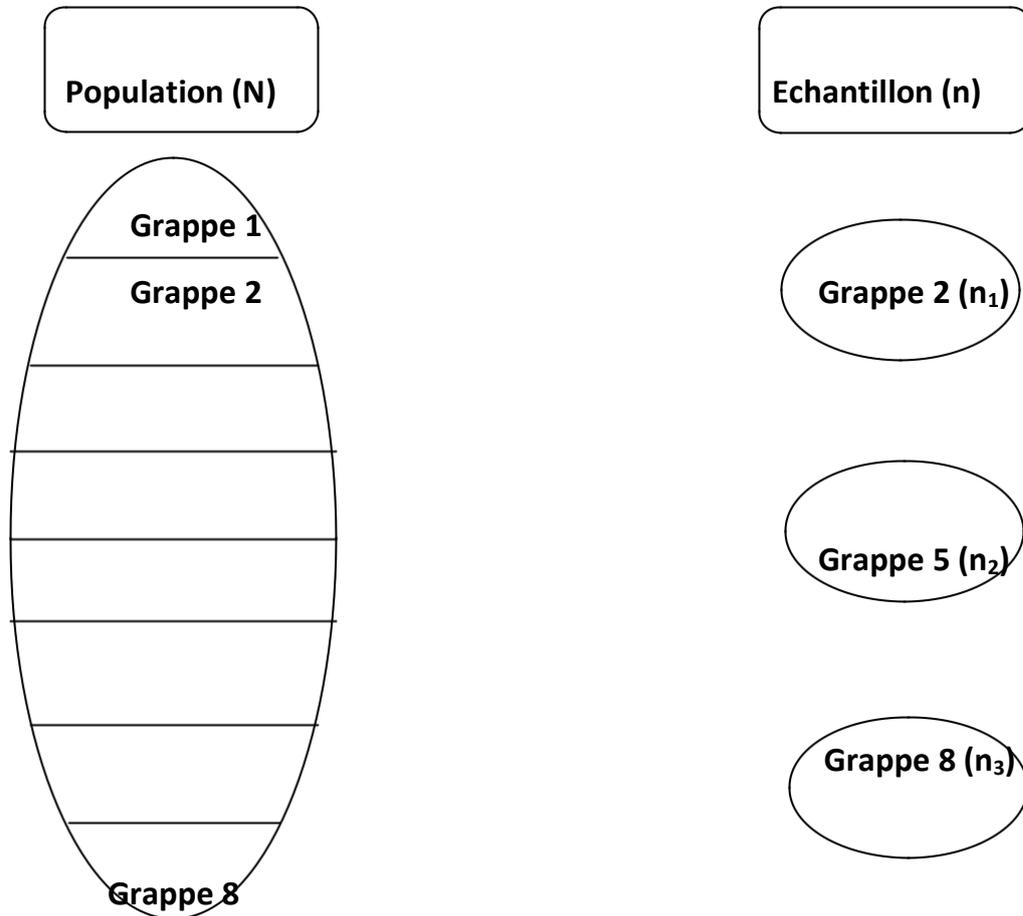
Pour que mon échantillon représente fidèlement ma population (soit représentatif), il faut que parmi les 50 individus choisie, 60 % doivent être des Coléoptères et 40 %, des Lépidoptères

Coléoptères :  $50 \times 60 \% = 30$  individus

Lépidoptères :  $50 \times 40 \% = 20$  individus

#### V.1.4. L'échantillonnage par grappes

Exemple : Les insectes appartiennent à un genre. Les genres sont regroupées par famille. Plusieurs familles constituent un ordre. Plusieurs ordres font partie d'une classe. Une grappe, ce peut être un genre, une famille, un ordre.



Echantillon final (n) =  $n_1 + n_2 + n_3$

#### V.2. Échantillonnage non probabiliste

Ce sont des méthodes où la sélection des entités est tout à fait subjective et motivée par des raisons précises.

Parmi les méthodes les plus couramment utilisées, on cite :

V.2.1. *L'échantillonnage à l'aveuglette* ou de convenance (de commodité)

V.2.2. *L'échantillonnage de volontaires*

V.2.3. *L'échantillonnage par quotas*

V.2.4. *L'échantillonnage par boules de neige*

Échantillonnage au jugé

## I. Quelques notions fondamentales

**I.1. La flore** d'une région est le catalogue des espèces de plantes que l'on trouve dans cette région. Ce catalogue peut différer considérablement d'un lieu géographique à un autre, soumis pourtant tous les deux aux mêmes conditions de milieu.

### I.2. Les formations végétales

Une **formation végétale** est une communauté d'espèces végétales, caractérisée par une certaine physionomie, et qui détermine un paysage caractéristique et qualifie la structure des peuplements végétaux.

**I.3. Les types biologiques** qualifient les différentes formes et architectures végétales, en fonction de leur stratégie d'adaptation au milieu où elles vivent.

On distingue **cinq types** fondamentaux reconnus par **Raunkiaer (1934)**.

**I.3.1. Les phanérophytes et nanophanérophytes** (de "phaneros", visible) sont représentées par des plantes dépassant **25cm** de hauteur.

**I.3.2. Les chaméphytes** (de "chamai", à terre) Les bourgeons pérennants sont dans ce cas à moins de 25 cm du sol, sur des pousses aériennes courtes, rampantes ou érigées, mais vivaces.

**I.3.3. Les hémicryptophytes** (de "cryptos", caché) regroupent les plantes basses à bourgeons **pérennants** situés au ras du sol.

### I.3.4. Les cryptophytes.

Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passent la mauvaise saison à l'aide de bulbes (scille), tubercules (cyclamen) ou rhizomes (parisette) enfouis sous terre (géophytes).

**I.3.5. Les thérophytes** (de "théros", été) ou plantes annuelles passent la mauvaise saison à l'état de graine. (Coquelicot, par exemple).

**I.4. Les groupements végétaux** désignent les combinaisons d'espèces végétales que l'on trouve en un lieu sans préjuger de leur statut. Il existe schématiquement deux types d'approches pour décrire les groupements végétaux:

### I.4.1. Les associations végétales

**La notion d'association** C'est l'unité de base de la systématique phytosociologique (joue en phytosociologie le rôle de l'espèce en systématique)

### I.4.2. Les groupes écologiques

Ce sont des groupes d'espèces ayant les mêmes exigences de milieu.

**II.5. La dynamique de la végétation** : c'est l'étude des changements de la végétation avec le temps

**II.5. Relevé** : Un relevé est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé (GODRON, 1968).

### III. Etude et analyse de la végétation

Il existe plusieurs méthodes d'étude des peuplements végétaux

#### III.1. Méthodes physiologiques

La physiologie de la végétation est caractérisée par les types de formations végétales. HOUEROU (1975)  
Largement utilisée dans la description de la végétation en Algérie

Selon HOUEROU (1975) on distingue :

##### III.1.1. La forêt

##### III.1.2. Matorral

##### III.1.3. La pelouse

#### III.2. Méthode dynamique

En général, les communautés végétales ne sont pas stables, elles évoluent (régression et progression) en passant successivement dans le temps par une série de communautés végétales, ces dernières constituent une succession

**La série est dite progressive si elles tendent vers le groupement climacique, elle est régressive si elle s'en éloigne (Guinochet, 1973).**

Sol labouré -> jachère -> ancienne jachère - friche – pelouse

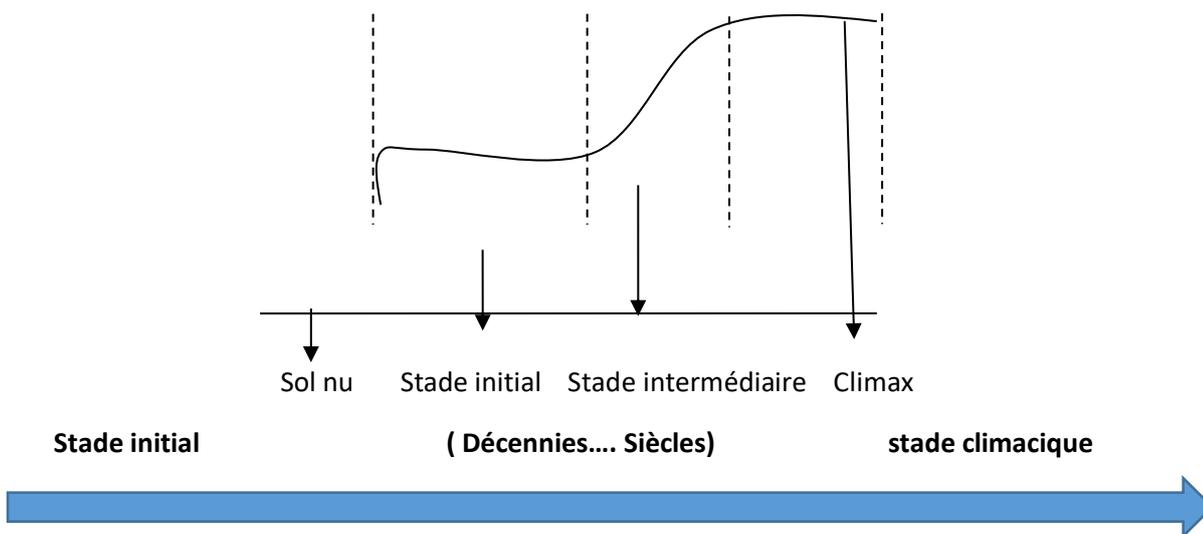


Fig. n°1-Schéma d'une série (succession) progressive

**Définition :** La succession écologique est le processus d'évolution graduelle de la composition d'une communauté à la suite d'une perturbation (naturelle ou causée par l'activité humaine).

**La Jachère :**

État d'une terre labourable qu'on laisse ordinairement reposer de deux, de trois ou de quatre années l'une, pour être ensuite cultivée &ensemencée de nouveau.

**Friche:** Terre vierge ou (le plus souvent) laissée à l'abandon.

**Pelouse :** Terrain couvert d'une herbe serrée.

### III.3- Méthode phytosociologique

La méthode phytosociologique comprend deux étapes :

- une étape analytique correspond à la confection de relevés floristiques relatifs aux communautés observées
- une étape synthétique qui consiste en leur comparaison, permettant de dégager des lots de composition homogène.

#### III.3.1. Etape analytique : Technique des relevés

##### III.3.1.1. Choix et délimitation des emplacements

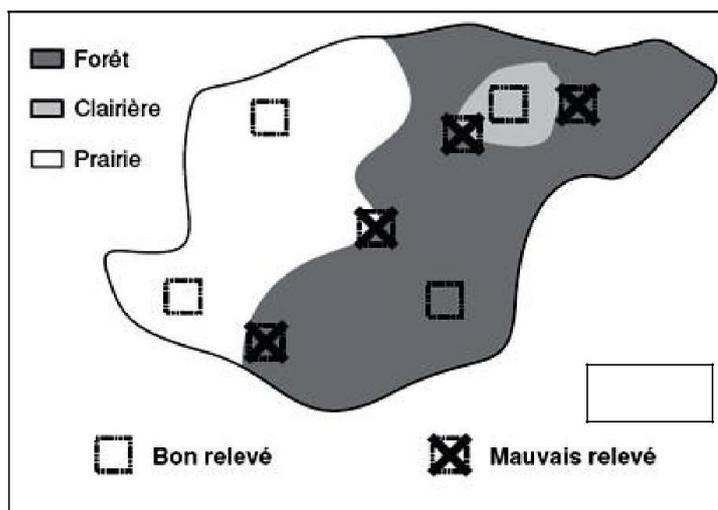
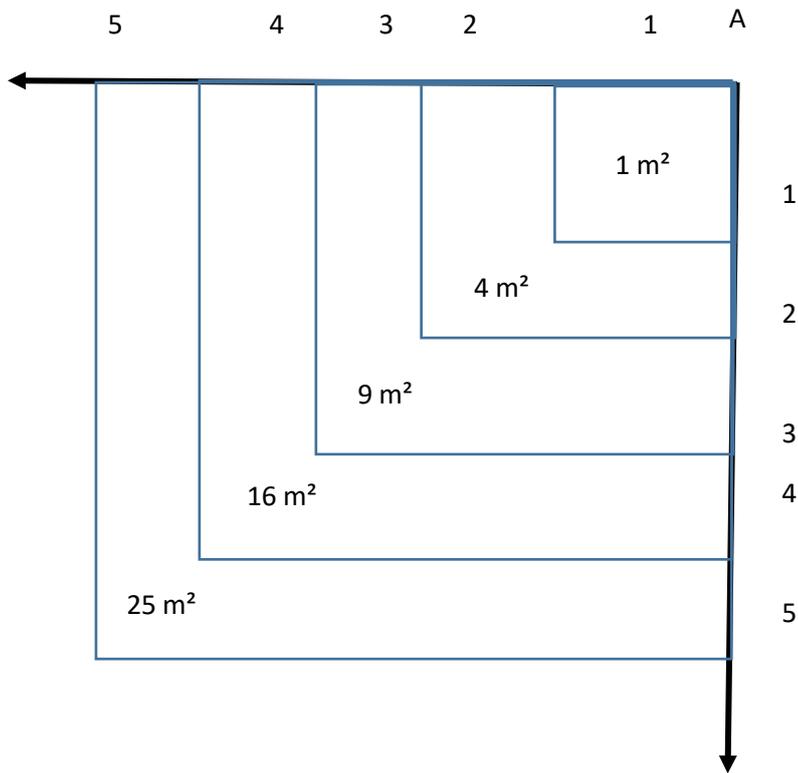


Figure 2 - Choix des emplacements des relevés

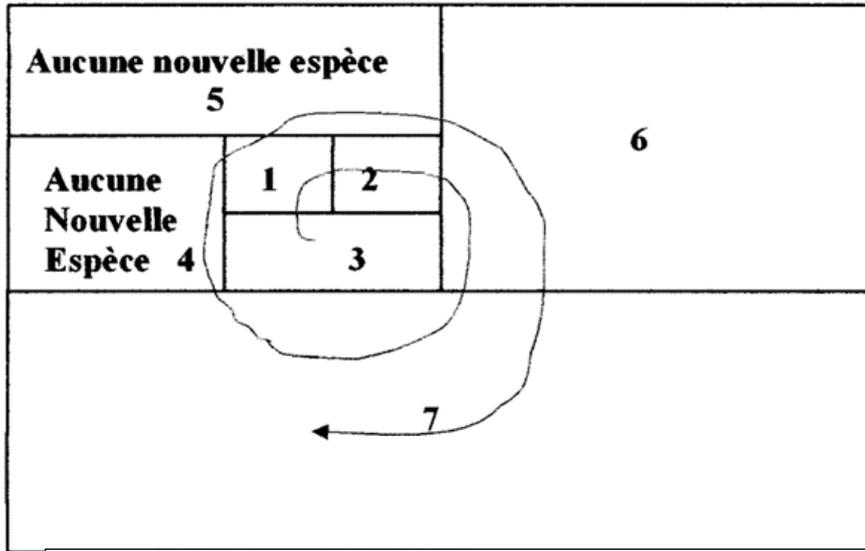
##### III.3.1.2. Calcul de l'aire minimale des relevés

###### a- la technique des accroissements progressifs



*Figure3*• Utilisation de la technique des accroissements progressifs.

**b- La technique des accroissements en hélice**



**Fig.4** : Utilisation de la technique des accroissements en hélice

**c- Matérialisation de l'aire minimale**

L'aire minimale va être matérialisée par la construction d'une courbe. On établit un graphique en mentionnant en abscisse la surface étudiée en mètres carrés et en ordonnée le nombre d'espèces rencontrées (figure 5).

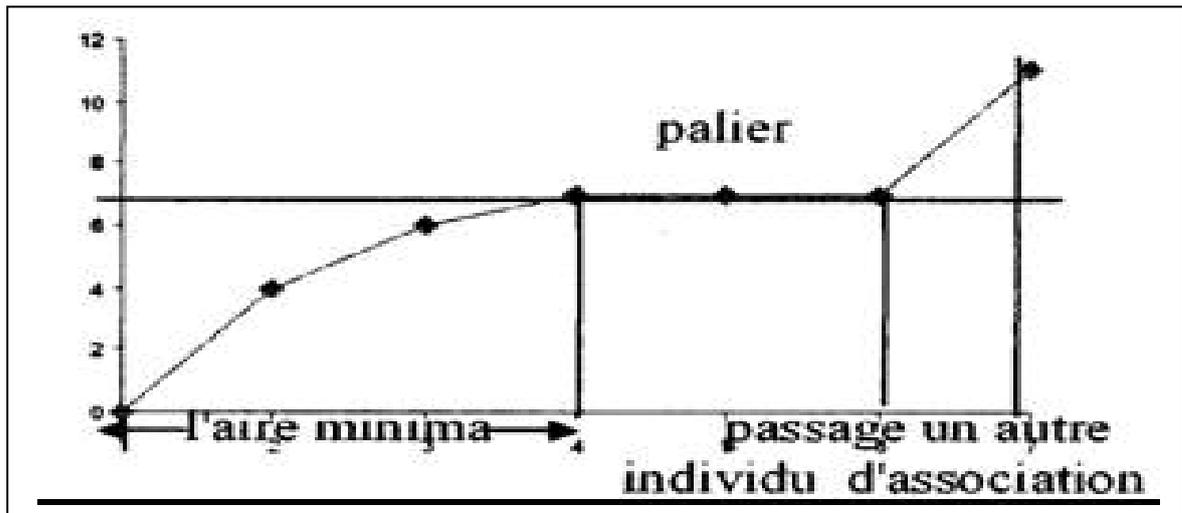


Fig. 5 Calcul de l'aire minimale

#### d- Taille de l'aire minimale

Selon Faurie et al (2012), L'ordre de grandeur de cette aire dépend de la nature de l'association. Il est de :

- 100 à 200 m<sup>2</sup> pour des peuplements forestiers ;
- 20 à 100 m<sup>2</sup> pour des peuplements de landes;
- 10 à 20 m<sup>2</sup> pour des peuplements de prairies ;
- 1 à 5 m<sup>2</sup> pour des peuplements de tourbières ;
- quelques cm<sup>2</sup> pour des groupements de rochers.

Selon DELASSUS (2015)

- pelouse : 1-2 à 10 m<sup>2</sup>
- bas-marais/tourbière : 5 à 20 m<sup>2</sup>
- prairie : 16 à 25 m<sup>2</sup> ; 50 m<sup>2</sup> si nécessaire
- mégaphorbiaie : 16 à 25 m<sup>2</sup> ; 50 m<sup>2</sup> si nécessaire
- roselière/cariçaie : 30 à 50 m<sup>2</sup> voire plus
- ourlet linéaire : 10 à 20 m<sup>2</sup>
- lande : 50 à 200 m<sup>2</sup>
- fourré : 50 à 100 m<sup>2</sup> voire 200 m<sup>2</sup>
- forêt : 300 à 800 m<sup>2</sup>

### III.3.1.3. Organisation horizontale : Recouvrement

#### III.3.1.3.1. Coefficient d'abondance-dominance

On affecte à chaque espèce de plante un coefficient qui tient compte de l'abondance de la plante et de son importance dans le milieu, il s'agit du coefficient d'abondance –dominance défini par Braun Blanquet. L'abondance d'une espèce permet d'estimer le degré de présence de celle-ci. C'est le nombre d'individus de cette espèce sur une surface. On rencontre ainsi :

- des espèces très rares ;
- des espèces rares ;
- des espèces assez fréquentes ;
- des espèces fréquentes ;
- des espèces très fréquentes.

Dans la pratique ces deux notions (abondances-dominance) sont très voisines, ainsi on les estime d'une manière globale permettant de les apprécier simultanément grâce à l'échelle de Braun Blanquet qui va du signe + à la valeur 5 (Fig.6).

+ Nombre d'individus et degré de recouvrement très faibles (1 ou 2 pieds).

1 Espèce peu ou assez abondante mais à degré de couverture faible.

2 Espèce à nombre d'individus abondant, couvrant environ 1/5 du relevé soit 20 % de la surface.

3 Nombre quelconque d'individus couvrant entre le 1/4 et la moitié de la surface.

4 Nombre quelconque d'individus couvrant entre la moitié et les trois quarts de la surface.

5 Espèce numériquement prédominante et occupant plus 3/4 de la surface.

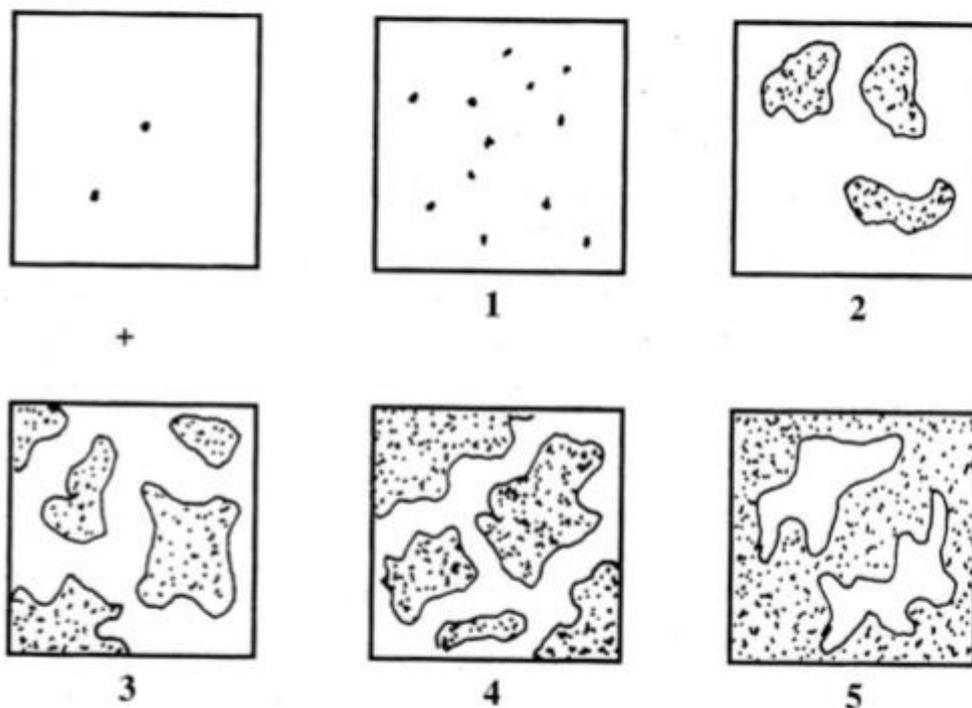


Figure 29 ■ Échelle d'abondance-dominance définie par Braun-Blanquet.

Figure 6

### III.3.1.3.2. Coefficient de sociabilité

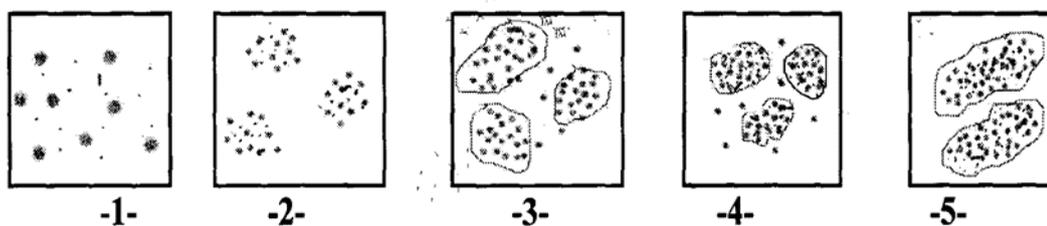


Fig. 7 : Schéma montrant les regroupements de la sociabilité

1 : individus isolés

2 : individus en groupes (petites groupes)

3 : individus en troupes (groupes plus compacts)

4 : individus en petites colonies (plus ou moins dense)

5 : individus en peuplement (peuplement compacts)

### III.3.1.3.3. Fréquence d'une espèce

Ce nouveau caractère analytique est souvent utile. C'est une notion statique qui s'exprime par un rapport. La fréquence d'une espèce (X) est égale au rapport du nombre de relevés (n° où l'espèce est présente sur le nombre total (N) de relevés réalisés, on l'exprime le plus souvent par un %

$$F(x) = n/N \times 100$$

Exemple : si dans 25 relevés on trouve 5 fois l'espèce x ;  $F = 5/25 \times 100$  c'est 20%

#### III.3.1.3.3.1. Procédés utilisés pour déterminer la fréquence

##### \* Le procédé de Raunkier

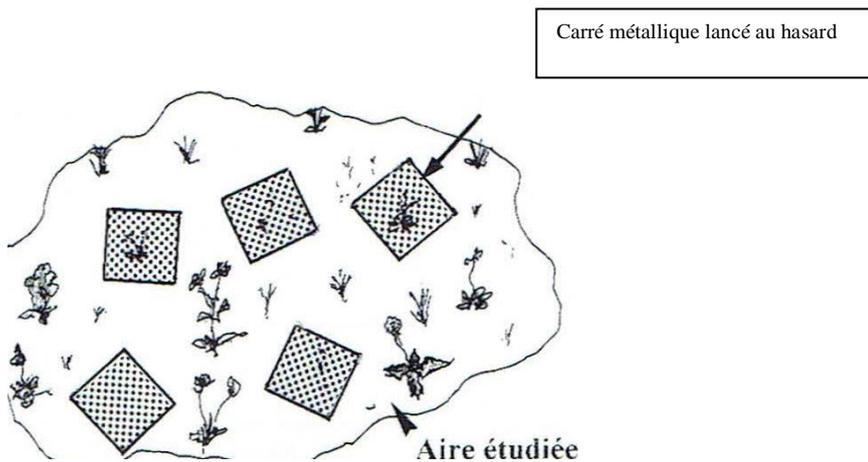


Fig 8: Le procédé de Raunkier

##### \*Le procédé de Jaccard

Carrés juxtaposés

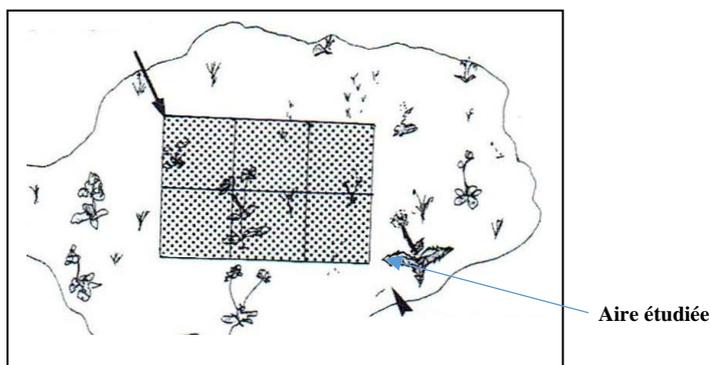


Fig 9: Le procédé de Jaccard

#### La technique de la poignée

Les phytotechniciens déterminent la fréquence en prélevant çà et là dans un champ une poignée de végétaux au hasard.

#### III.3.1.3.3.2. Les classes de fréquences ou indices de présence.

Du rietz range les fréquences en 5 classes :

- Classe I : la fréquence est comprise entre 0 et 20% (espèce est très rare).
- Classe II : la fréquence est comprise entre 21 et 40% (espèce est rare ou accidentelle).
- Classe III : la fréquence est comprise entre 41 et 60 % (espèce est relativement fréquente).
- Classe IV : la fréquence est comprise entre 61 et 80 % (espèce est abondante).
- Classe V : la fréquence est comprise entre 81 et 100 % (espèce est très abondante ou constante).

### III.3.1.4 Organisation verticale ou « stratification »

dans une forêt, on peut généralement distinguer 4 strates superposées :

- Strate arborescente pour les arbres de plus de 5m
- Strate arbustive de 1 à 5 m (exemple le houx)
- Strate herbacée, les plantes atteignent jusqu'à 1 m (exemple fougère).
- Strate muscinale localisé à la surface du sol (champignons, lichens, mousses...)
- Strate souterraine : située dans le sol, elle est occupée par les racines des autres strates. On y trouve des tubercules, des rhizomes, bulbes.

L'intérêt de cette répartition en strates est de montrer comment chaque couche de végétation peut entretenir des conditions écologiques particulières au niveau des autres couches.

**Exemple** : la strate arborescente peut créer un microclimat favorable à l'installation d'autres essences sous son couvert. Elle peut aussi entretenir un degré d'ensoleillement ou humidité qui conviendront à certaines plantes.

### III.3.1.5 Organisation saisonnière "Périodicité"

Les variations saisonnières de facteurs climatiques s'accompagnent de variations de la végétation. Cette évolution s'effectue selon un rythme avec tout un cortège de modification, physiologique (germination, floraison, fructification, chute de feuilles...)

## Chapitre IV.....Méthodes d'échantillonnage des invertébrés (Arthropodes)

### I. Principales méthodes d'échantillonnage des Arthropodes

#### II.1 - Méthodes utilisées en milieu terrestre

**Méthodes actives** : battage, collecte à vue et au filet, troubleau, fauchage, recherche de larves

**Méthodes semi-actives** : mise en émergence de bois abritant des larves

**Méthodes passives** englobant tous les types de pièges:

**Les pièges attractifs** : piège lumineux, piège à Nymphalidae, piège à coprophages, piège aérien...

**Les pièges passifs** basés sur des principes d'interception de l'entomofaune circulante

**Ces Méthodes se répartissent en**

#### **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.

Filet

Piège lumineux

Piège fosse et variantes

Battage

Piège d'interception en vol (Malaise et impact)

Piège à phéromone

Piège Lindgren

#### **Absolues**

Méthodes d'échantillonnage Permettent de calculer la densité d'une espèce (nombre d'individus par unité de surface, n par m<sup>2</sup>, 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.

Collecte à la main

Cages d'émergence

Aspiration (D-Vac)  
Séparation du substrat

### **I.1.1. Méthodes (Récoltes) actives**

#### **I.1.1.1. Prospection de gîtes ou micro-habitats et chasse à vue**

- **L'écorçage**

**Le brossage**

- **Le battage (parapluie japonais)**
- **Le fauchage (filet fauchoir)**

**La chasse à vue et au filet à papillons**

#### **I.1.1.2. Quadrat, carré de ramassage et biocenometre**

### **I.1.2. Méthodes (Récoltes) passives** (englobant tous les types de pièges)

#### **I.1.2.1. Pièges au sol (Piège fosse ou piège de Barber ou pitfalls traps)**

Un récipient enfoncé dans le sol intercepte les arthropodes mobiles qui tombent à l'intérieur .

#### **I.1.2.2. Piège vitre**

#### **I.1.2.3. Le piège lumineux**

#### **I.1.2.4. Pièges à phéromones**

C'est l'utilisation des phéromones sexuelles pour attirer certaines espèces bien précises. Ils sont très utilisés

#### **I.1.2.5. Piège colore**

#### **I.1.2.6. Piège adhésif**

### **I.1.3. Méthodes semi-actives**

#### **I.1.3.1. Mises en émergence d'insectes xylophages**

## **II.2 - Méthodes pour échantillonner la faune de litière et du sol**

**L'appareil de BERLESE**

## **II.3 - Méthodes utilisées en milieux aquatiques**

### **II.3.1 - Méthodes actives**

#### **Prospection de gîtes ou micro-habitats et chasse à vue**

Selon les outils de prospection et les habitats prospectés, on peut distinguer :

- **La chasse au filet troubleau**

- **Recherche d'exuvies**

### **II.3.2 - Méthodes passives**

**Nasse à émergence aquatique**

## **Chapitre 5.....Méthodes de dénombrements des peuplements vertébrés**

### **I. Les méthodes de recensements (quantification)des Vertébrés**

#### **I. 1- Méthodes absolues ou directes (Méthode par comptage direct)**

Recenser directement l'ensemble des individus de la population.

#### **I. 2- Méthodes relatives ou indirectes**

##### **I.2.1. Méthode de Petersen (capture, marquage, recapture ou CMR)**

**I.2.2. Indice de présence** (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...)

### **I.2.3. Itinéraire échantillon = transect:**

## **II. Méthodes utilisées pour le dénombrement des oiseaux**

### **Méthodes de dénombrement absolu:**

- Comptage direct- Plan quadrillé- Le baguage

### **Méthodes de dénombrement relative:**

- Ligne transect (dont les I.K.A.) Indice Kilométrique d'Abondance

- I.P.A. (Indice Ponctuel d'Abondance)

- E.F.P. (Echantillonnage Fréquentiel Progressif)

- E.P.S. (Echantillonnage Ponctuel Simple)

### **II.2. 1. la méthode de dénombrement absolu (quadrat) ou plans quadrillés**

Il s'agit de déterminer dans un milieu donné un échantillon représentatif de la végétation mais aussi de l'avifaune. La surface du quadrat dépend de l'abondance des oiseaux. Elle va de 10 à 30 ha pour les passereaux et jusqu'à plusieurs milliers d'hectares pour les plus grandes espèces dont la densité du peuplement est faible

	(Indice ponctuel d'abondance)	IKA (Indice kilométrique d'abondance)	EFP (Échantillonnage Fréquentiel progressif)	Quadrat (cartographie des territoires)	Capture recapture
Type de méthodes	relative (nombre de couples de l'espèce recensés depuis un point en 20 minutes)	relative (nombre de couples recensés le long d'un km linéaire)	relative et en fréquence (présence/absence de l'espèce depuis un point en 20 minutes)	absolue (nombre d'oiseaux nicheurs au km <sup>2</sup> )	absolue
Surface recensée	autour du point d'écoute, sans limite de distance	le long d'un trajet rectiligne, sans limite de distance	autour du point d'écoute, sans limite de distance	sur un échantillon de superficie délimitée	sur un échantillon de superficie délimitée
Normalisation	normalisation IBCC (1977)			normalisation IBCC*	
Nombre de relevés	2 relevés par an par station	2 relevés par an par trajet	1 relevé par an par station	8 à 10 selon le milieu	variable
Oiseaux étudiés	nicheurs	nicheurs	nicheurs	nicheurs non grégaires	nicheurs et non nicheurs mais stationnaires
Limites de l'étude	<ul style="list-style-type: none"> <li>observateur de forte compétence</li> <li>saturation de l'indice aux fortes densités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>milieu homogène et chemin rectiligne sur 800 à 1000 m</li> <li>la vitesse doit rester constante</li> <li>observateur de forte compétence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nombre de points importants</li> <li>milieu homogène ou non, de vaste superficie</li> <li>observateur de forte compétence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nombre important de relevés</li> <li>mise en place d'un quadrillage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dilution nécessaire des individus</li> <li>accoutumance aux pièges</li> <li>besoin d'un grand nombre de captures</li> </ul>
Type d'échantillonnage pour un milieu étudié	une dizaine de comptages de deux fois 20 minutes, sur des points distants d'au moins 300 m l'un de l'autre	plusieurs trajets le long de chemins existants, distants de plus de 300 m	nombreux points contacts de 20 minutes, distants de plus de 300 m	cartographie des territoires sur au moins 10 à 20 ha, ou plus selon les espèces	capture et marquage des espèces accessibles
Temps nécessaire	4 à 5 comptages de 20 minutes par matinée, à deux reprises dans la saison	1 heure par parcours, à deux reprises dans la saison	1 à 10 heures pour 100 ha	au moins 10 visites par saison, soit 10 matinées	2 à 3 demi-journées au minimum
Nombre d'espèces recensées	grand	grand	grand	faible	très faible

## I. Exploitation des résultats par Les indices écologiques

Les peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir par des descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces qu'ils comportent. Il sera possible de décrire la biocénose à l'aide de paramètres telle que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance et la diversité etc.

### I.1. Qualité de l'échantillonnage

la qualité d'échantillonnage est donnée par la formule suivante :

$$Q = \frac{a}{N}$$

**a** : est le nombre des espèces de fréquence 1 (désigne le nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire au cours de tout la période d'étude.)

**N** : est le nombre de relevés.

Il met en évidence un manque à gagner. Il permet de savoir si la qualité de l'échantillonnage est bonne.

### I.2. les indices écologiques de composition

#### I.2.1. Richesse spécifique

Richesse spécifique (= diversité spécifique) : nombre d'espèces d'un groupe systématique donné dans un écosystème déterminé.

##### I.2.1.1. Richesse spécifique totale (S)

La richesse spécifique totale est le nombre d'espèces contactées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. Elle permet de déterminer l'importance numérique des espèces présentes

**Selon RAMADE (1984)**, la richesse totale (S) est le nombre des espèces présentes dans un écosystème.

##### I.2.1.2. Richesse moyenne (Sm)

La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces piégées à chaque relevé. Elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans l'échantillon.

Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

$$S_m = S_i / N_r$$

**S<sub>m</sub>** : richesse moyenne d'un peuplement

**S<sub>i</sub>** : somme des espèces observées à chaque relevé

-- **N<sub>r</sub>**: Nombre de relevés

#### I.2.2. Abondance absolue (Aa)

C'est le nombre total d'individus capturés d'une espèce ou d'un groupe d'espèce

#### I.2.3. Abondance relative (Ar %) ou La fréquence centésimale(F.C.)

La fréquence centésimale (Fc) représente l'abondance relative(Ar) , encore appelée probabilité d'occurrence de l'espèce i, elle correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement .

$$F.C = \frac{ni \cdot 100}{N} \quad \text{ou} \quad Ar = Aa \times \frac{100}{At}$$

**F.C:** est la fréquence centésimale des espèces d'un peuplement .

$n_i$  : est le nombre des individus de l'espèce  $i$  prise en considération .

**N** : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

**D'après FAURIE et al (2003) Selon la valeur de l'abondance relative d'une espèce les individus seront classés de la façon suivante :**

Si  $AR\% > 75\%$  alors l'espèce prise en considération est très abondant.

Si  $50\% < AR\% < 75\%$  alors l'espèce prise en considération est abondant.

Si  $25\% < AR\% < 50\%$  alors l'espèce prise en considération est commune.

Si  $5\% < AR\% < 25\%$  alors l'espèce prise en considération est rare.

Si  $AR\% < 5\%$  alors l'espèce prise en considération est très rare.

#### **I.2.4. La Fréquence relative ou La fréquence d'occurrence F.O ou (Constance) (C %)**

La constance désigne en écologie le degré de fréquence avec lequel une espèce d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière.

$$F.O (\%) \text{ ou } C (\%) = p_i \cdot 100/p \quad \text{ou} \quad Fr = \frac{F_1}{F_2} \times 100$$

**C** : Fréquence(%)

**P<sub>i</sub>** : Nombre de relevés contenant l'espèce  $i$

**P** : Nombre total de relevés.

Selon DAJOZ (1982), En fonction de la valeur de FO on distingue les catégories suivantes :

Il est égale à 100 % l'espèce prise en considération est omniprésente.

Des espèces constantes si  $75\% \leq Fo < 100\%$ ;

Des espèces régulières si  $50\% \leq Fo < 75\%$ ;

Des espèces accessoires si  $25\% \leq Fo < 50\%$ ;

Des espèces accidentelles si  $5\% \leq Fo < 25\%$ ;

Des espèces rares si  $Fo < 5\%$ .

### **I.3. Les indices écologiques de structure**

#### **I.3.1. L'indice de diversité de Shannon -Weaver**

Elle informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (DAGET, 1979). L'indice de diversité de Shannon -Weaver est le meilleur indice que l'on puisse adopter. Une communauté est d'autant plus diversifiée que si la valeur de  $H'$  est plus grande . Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \text{Log}_2 P_i$$

**H' = -  $\sum q_i \text{Log}_2 q_i$  ou**

**H'** est l'indice de diversité exprimé en unités bits .

$p_i$  représente la probabilité de rencontrer l'espèce  $i$  .

Il est calculé par la formule suivante  $p_i = n_i/N$

$n_i$  est le nombre des individus (l'effectif) de l'espèce  $i$ .

$N$  est le nombre total des individus toutes espèces confondues

**Log<sub>2</sub> : logarithme à base 2.**

### I.3.2. La diversité maximale

La diversité maximale ou théorique correspond à la valeur la plus élevée possible de la diversité du peuplement. Elle est représentée par  $H'_{\max}$ . Elle calculé par la formule suivante :

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

$S$  est le nombre total des espèces trouvées lors de  $N$  relevés.

$H'_{\max}$  : Indice de diversité maximale

### I.3.3. L'indice d'équirépartition ou l'équitabilité

L'équirépartition est très importante dans la caractérisation de la diversité. Elle permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes. on définit l'équitabilité par le rapport de la diversité observée  $H'$  à la diversité maximale  $H'_{\max}$ .

$E$  : varie entre 0 et 1

Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement (cela traduit un déséquilibre entre les effectifs de différentes espèces de la population prise en considération. C'est à dire lorsqu'une espèce domine largement) et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Cela explique une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces. (Toutes les espèces ont la même abondance).

De plus, une valeur de  $E$  proche de 1 signifie que l'espace écologique est plein. Le milieu apporte les conditions nécessaires au bon développement des espèces. Il n'y a pas d'espèces prédominantes, la Compétition alimentaire est équilibrée. Une valeur proche de 0 indique un déséquilibre dans la distribution taxonomique. Le milieu est plus favorable au développement de certaines espèces pouvant être préjudiciables à d'autres.

$$E = (H' / H'_{\max}) \times 100 = (H' / \log_2 S) \times 100$$

$H'$ : Diversité de Shannon-Weaver ;

$H'_{\max}$  : Diversité maximale ;

$E$  : Equitabilité.

### I.3.4. Indice de Simpson

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. L'indice variera entre 0 et 1.

Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées. Pour un échantillon infini, l'indice est donné par :

$$I_s = \sum (p_i)^2 = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

$p_i$  = proportion des individus dans l'espèce  $i$

$n_i$  = nombre d'individus dans l'espèce  $i$

$N$  = nombre total d'individus.

L'indice est inversement proportionnel à la diversité. De ce fait, une autre formulation a été proposée afin d'établir un indice directement représentatif de l'hétérogénéité en retranchant l'indice de Simpson à sa valeur maximale : 1 (Piélou, 1969 ; Pearson et Rosenberg, 1978).

Cette nouvelle formulation constitue l'**indice de diversité de Simpson D** ou l'indice de **Greenberg**:

$$D = 1 - I_s$$

L'indice de diversité Simpson est l'inverse de l'indice Simpson, Donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum). Cet indice permet d'exprimer la dominance d'une espèce lorsqu'il tend vers 0, ou la codominance de plusieurs espèces lorsqu'il tend vers 1.

#### **Indice de similitude (indice de Jaccard )**

D'après le botaniste suisse **Paul Jaccard**. Afin de comparer les peuplements à travers plusieurs stations, nous utilisons le coefficient de similitude de Jacquard (Qij). Ce dernier ne tient compte que de la présence ou l'absence des espèces. Ce coefficient s'obtient par la formule suivante :

$$\phi_{ij} = \frac{a}{a + b + c} \times 100$$

$\phi_{ij}$  : coefficient coenotique de Jaccard calculé entre les stations i et j .

**a** : nombre d'espèces communes aux stations.

**b** : nombre d'espèces propre à la station i .

**c** : nombre d'espèces propre à la station j.

Ce coefficient est utilisé pour comparer la composition spécifique des peuplements dans les différentes stations prises deux à deux.

Les valeurs du coefficient sont comprises entre 0 et 100 plus elles sont proches de 100, plus les deux peuplements sont qualitativement semblables.

