

Résumé du cours**Crédits : 4****Coefficient : 2****I. Méthodes d'étude des groupements végétaux**

1.1. Méthode physionomique : Elle se base sur la physionomie de la végétation sans référence à la composition floristique, (forêt, matorral, steppe..).

1.2. Méthode dynamique : En général les communautés végétales ne sont pas stables, elles évoluent dans le temps soit par évolution progressive, soit régressive en passant successivement par une série de communautés végétales.

1.3. Méthode phytosociologique : Cette méthode est utilisée pour déterminer les groupements végétaux ou les associations végétales.

1.3.1. Relevé de végétation

Le groupement végétal est un ensemble d'organismes végétaux vivant dans un territoire donné.

L'association végétale est une combinaison originale d'espèces, dont certaines dites caractéristiques lui sont particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes. L'association végétale est représentée par l'individu d'association qui est une surface de végétation représentative sur le terrain de l'association végétale, il est le seul objet concret de la phytosociologie, l'individu d'association sera décrit par le relevé.

Pour réaliser le relevé on doit considérer l'uniformité des conditions écologiques, la dominance d'une ou plusieurs espèces et l'homogénéité physionomique (répétition d'un même groupe d'espèces sur une certaine surface).

Ce relevé est accompagné par une description du milieu, l'altitude, la pente, l'exposition, le sol

les observations sur la station et la période du relevé.

L'aire minimale : C'est la plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces y soient représentées.

II. Méthodes d'analyse :**a. Coefficients de similitude**

Il existe plusieurs coefficients de : Jaccard (1902), Kulezenski (1928), Sorensen (1948) :

Le principe est de calculer le degré de similitude ou de ressemblance entre les relevés, le plus utilisé est : Le coefficient de Jaccard $P_j = \frac{100c}{a+b-c}$

$$a+b-c$$

a : C'est le nombre d'espèces dans le relevé a

b : C'est le nombre d'espèces dans le relevé b

c : C'est le nombre d'espèces dans le relevé c

Deux relevés qui ont plus de 30 % d'espèces communes appartiennent à la même association.

b. Analyse factorielle des correspondances

A pour but d'établir la relation entre deux ensembles les observations (Espèces) et les variables (Facteurs écologiques) mis en correspondance, le nuage de points obtenu dans un espace à 3 dimensions sera projeté selon les coordonnées factorielles, sur un plan formé de deux axes.

La signification des axes révélera les facteurs écologiques qui opposent les espèces des différents relevés

c. Classification hiérarchique ascendante

Elle est le complément de l'AFC, elle affine les résultats déjà obtenus, elle consiste à regrouper par similitude les relevés, elle est représentée par un dendrogramme.

III. Inventaire forestier

L'inventaire forestier consiste en la détermination des caractéristiques dendrométriques des arbres du peuplement à étudier à savoir :

- L'âge des arbres du peuplement, la hauteur des arbres, leur diamètre, leur volume et la fertilité des stations.

- La méthode du pied par pied :

Cette méthode sera préconisée pour les peuplements de Pin d'Alep clairs, les vides avec sujets uniques et les matorrals arborés.

- La méthode par placettes d'échantillonnage : Là, il s'agit de faire un inventaire par placettes. Si plus de la moitié du tronc est située à l'intérieur du cercle de sondage, l'arbre est compté. Il demeure en dehors de l'inventaire dans le cas contraire.

3.1. Inventaire pied par pied

Il est effectué dans les peuplements suivants :

- Les peuplements clairs avec des structures irrégulières
- Les peuplements adultes denses et moyennement denses isolés ayant une superficie inférieure à 3 ha
- Les vides avec sujets uniques
- Les matorrals arborés

3.1. 1. Mesure du diamètre

C'est la mesure du diamètre des arbres ou de la circonférence, on mesure le diamètre avec le compas forestier à 1,30 m du sol (c'est à cette hauteur qu'on détermine la surface terrière).

Si le tronc n'est pas cylindrique on prend 2 mesures et on considère le diamètre moyen ..

Si l'arbre est situé sur un plan incliné on prend le diamètre en amont

Lorsqu'il ya une bifurcation à moins de 1,30 m du sol, on considère 2 arbres

3.1.2. Mesure de la hauteur

La hauteur totale d'un arbre est la hauteur qui commence du pied de l'arbre jusqu'au bourgeon terminal, elle est mesurée à l'aide du dendromètre, il ya plusieurs dendromètres (Suuto, CHristen).

Le dendromètre Blum leiss est le plus simple à utiliser il a l'avantage :

- d'être peu encombrant.
- De posséder un système de mise à distance de l'arbre simple et précise
- Ses inconvénients :
- Il est d'un prix relativement élevé
- Il exige de stationner en un point précis d'où la hauteur à mesurer n'est pas toujours visible
- Le système optique est parfois difficilement utilisable dans les peuplements serrés.
- Il faut corriger les hauteurs mesurées lorsqu'on travaille sur des pentes.

3.1.3. Mesure de la surface terrière :

C'est la surface de la section de tronc à 1,30 m du sol. Elle est obtenue par la formule suivante :

$$g = \pi r^2 \qquad g = \pi d^2 / 4$$

3.1.4. Mesure de l'écorce

L'écorce est mesurée à l'aide d'un appareil appelé mesureur d'écorce le « Barkmatar » suédois. le diamètre sous écorce « d » se déduit du diamètre sur écorce « D »,

$$d = D - 2e$$

Soit en circonférence :

c : Circonférence sous écorce

C : Circonférence sur écorce

$$C = 2\pi (d/2) - e \longrightarrow c = C - 6,28 e$$

Si le mesureur d'écorce n'est pas disponible, on apprécie l'épaisseur de l'écorce en fonction de l'âge des arbres pour cela un tableau est établi et qui reprend le pourcentage d'écorce contenu dans le volume tige sur écorce.

3.1.5. Densité du peuplement

C'est le nombre d'arbres par unité de surface

Cependant, la meilleure façon d'avoir l'âge exact est le comptage des cernes, qui sont des anneaux annuels élaborés par l'arbre. (**Figure Ia**)

3.1. 6. Cubage des arbres

C'est la détermination du volume de bois produit, il est calculé par la formule suivante :

$$V (m^3) = h \times s \longrightarrow V = h \times \pi r^2$$

h : hauteur de l'arbre

r : rayon de l'arbre

3.1.7. Estimation du volume du houppier

C'est la projection horizontale des cimes c'est une notion intéressante, car elle nous permet de connaître les effets des éclaircies sur le développement de la cime qui est étroitement lié au diamètre du tronc, certains auteurs ont préconisé de prendre 8 rayons, le premier rayon étant pris au hasard, on le décale de 45 ° et on trace le prochain.

L'estimation du volume du houppier se fait à l'aide d'un appareil appelé :

- L'appareil de Cailliez et par planimétrie (Photos aériennes), on mesure les projections réelles à l'aide du planimètre.

Le rayon médian est obtenu par le calcul de la moyenne des rayons

$$S = \pi r^2 \quad S = \pi (r^2_1 + r^2_2 + \dots + r^2_8) / 8$$

Le bois du branchage n'a pas de valeur marchande, c'est un bois de chauffage, il est estimé en mètre cube ou en stère, le stère = 0,7 m³

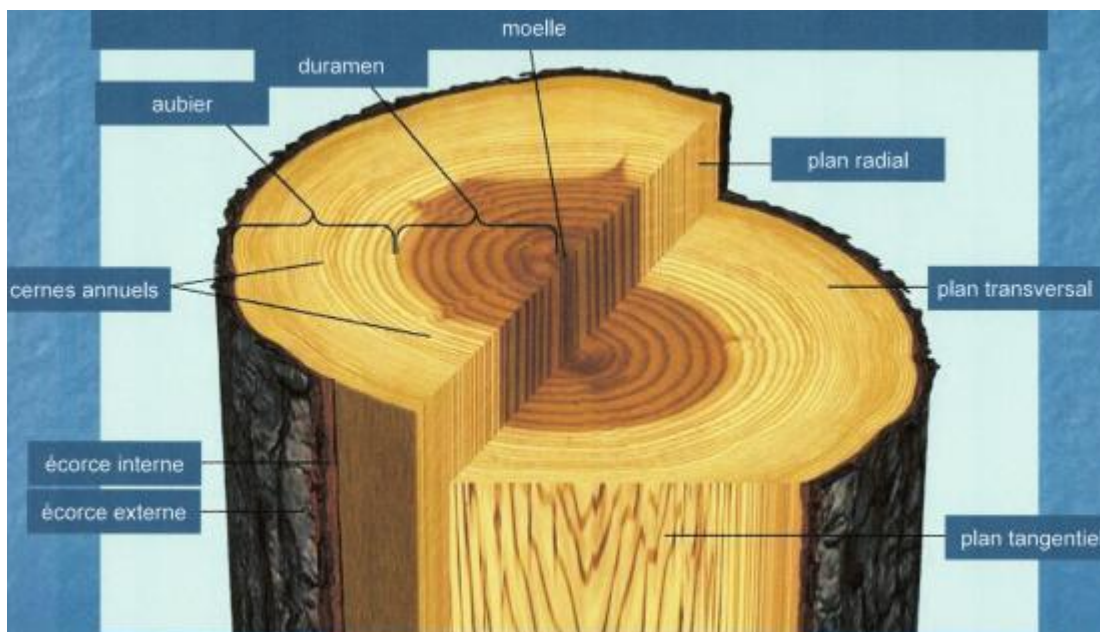


Figure Ia. Anatomie d'arbre

IV. Méthode dendrochronologique

Chaque année l'arbre élabore le cerne annuel de croissance durant 2 saisons, le printemps et l'été.

La croissance est quasi-inexistante en automne et en hiver (l'arbre se met au repos, s'endort, pour ne se réveiller qu'au printemps de l'année suivante). Cette croissance annuelle en deux périodes (printemps et été) explique que chaque cerne comporte deux parties distinctes : (**Figure Ib**)

- **le bois de printemps appelé (bois initial)**. Comme au printemps (période de reprise de croissance), les besoins en eau sont importants pour assurer le développement des feuilles et des fleurs et que les conditions climatiques sont en général les plus favorables (chaleur et pluviométrie), cela permet une croissance plus rapide. Ainsi dans le cerne annuel, le bois de printemps apparaît comme une large bande de bois, tendre et de couleur claire;

- **le bois d'été appelé (bois final)**. Comme en été les conditions climatiques sont moins favorables (fortes chaleurs ou sécheresse), la croissance devient plus lente et dans le cerne, le bois d'été a la forme d'une bande plus étroite, dure, compacte et plus foncée. (**Figure II**)

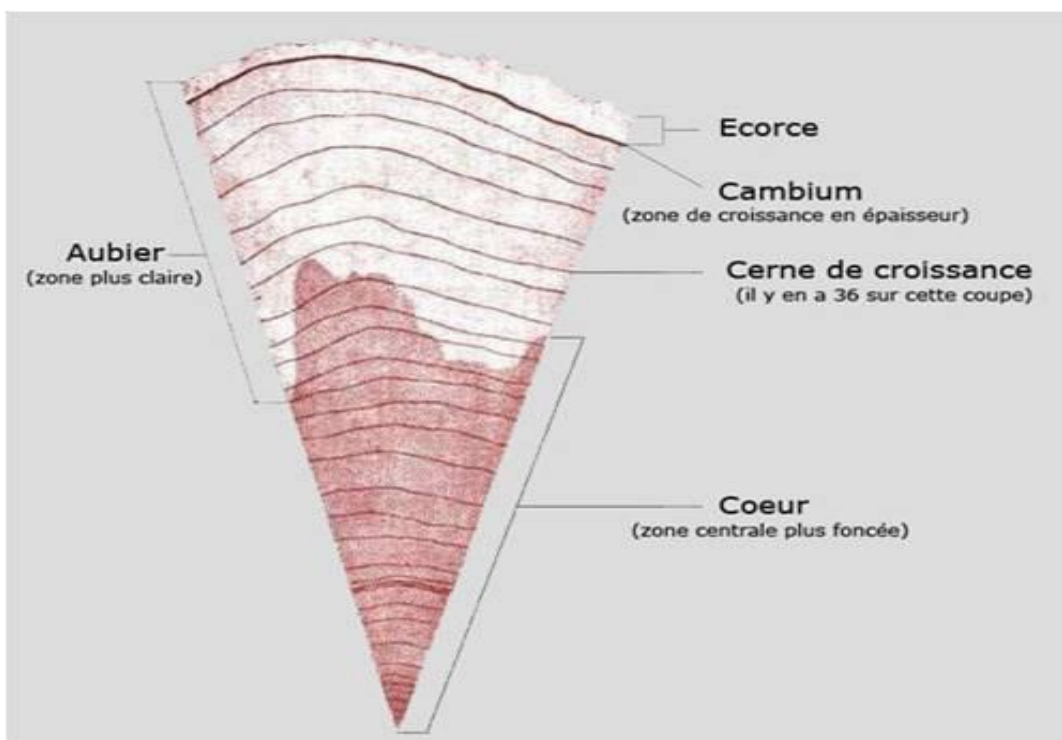
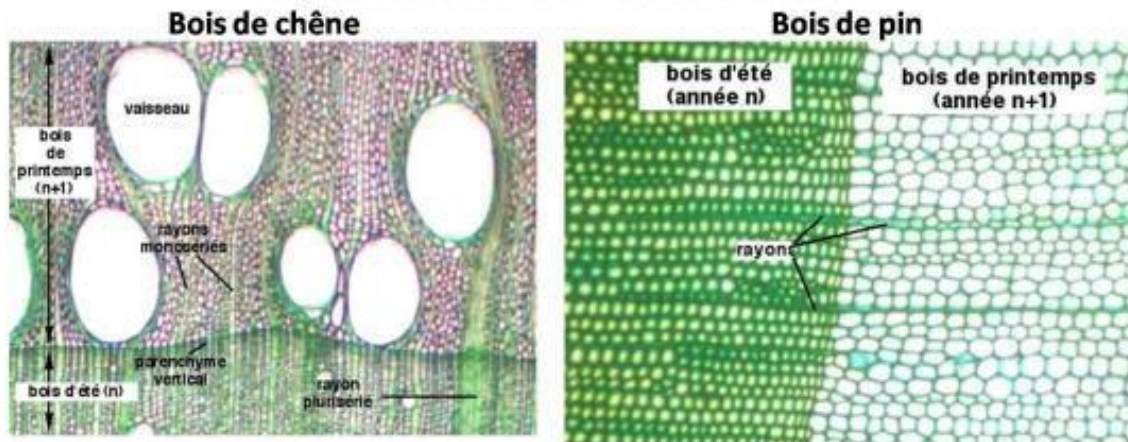


Figure Ib. Coupe transversale d'un arbre

Figure II.

Observation au microscope : bois de chêne et bois de pin
Coupes transversales à la limite de deux cernes



En bas, le bois d'été de l'année n :
quelques petits vaisseaux.

En haut, le bois de printemps de l'année n + 1 :
nombreux gros vaisseaux qui assurent la conduction et entourés de nombreuses fibres de faible diamètre.

Des rayons très fins (monosériés) ou très épais (plurisériés) traversent les cernes de haut en bas.

Le bois de chêne est dit hétéroxylé car constitué de plusieurs éléments verticaux, les fibres et les vaisseaux

A gauche, le bois d'été de l'année n :

trachéides de faible diamètre à parois épaisses

A droite, le bois de printemps de l'année n+1 :
trachéides de fort diamètre et à parois plus fines. Les files de cellules qui traversent la coupe de gauche à droite sont les rayons formés de cellules non allongées dans le sens longitudinal.

Le bois de pin est dit homoxylé car constitué d'un seul type d'éléments verticaux, les trachéides

V. Estimation de la biomasse végétale :

C'est la masse végétale produite en Kg/ha.

C'est la détermination de la matière sèche, on considère la partie chlorophyllienne et la partie non chlorophyllienne de la matière végétale, les échantillons sont séchés à l'étuve, les pesées se poursuivent jusqu'à obtention d'un poids constant:

75°C pour les échantillons avec chlorophylle

105°C pour les échantillons sans chlorophylle

$$\text{La biomasse sèche} = \frac{(\text{Poids frais chlorophyllien}) \times (\text{Poids sec de l'échantillon chlorophyllien})}{(\text{Poids frais de l'échantillon chlorophyllien})} + \frac{(\text{Poids frais de l'échantillon non chlorophyllien}) \times (\text{Poids sec de l'échantillon non chlorophyllien})}{(\text{Poids frais de l'échantillon non chlorophyllien})}$$

VI. Méthode d'inventaire entomologique

La difficulté dans le dénombrement de la faune réside dans le fait que les animaux sont souvent mobiles (migration), et connaissant aussi des fluctuations dans le temps (densité des populations, pullulations) et différents stades de développement.

La méthode d'échantillonnage appliquée est définie à partir du but de l'étude, la strate à échantillonner est soit la cime, le tronc ou le sol, la connaissance du cycle de développement des insectes est indispensable (espèce univoltine, bivoltine..), on portera notre choix sur le stade :

- a. où l'insecte est relativement grand et facile à repérer.
- b. où il est relativement stationnaire.
- c. où ses populations présentent une stabilité suffisante durant la période de l'échantillonnage.

La méthode d'échantillonnage peut être un inventaire exhaustif qui consiste à un dénombrement de tous les insectes rencontrés dans la zone d'étude.

Méthode directe : en ayant l'animal à vue ou en le capturant, ramassage des fruits et récolte manuelle, reconnaissance ou diagnostic de l'attaque (Nids, galles, déformation des feuilles).

Méthode indirecte : basée sur l'observation et les constatations des signes (Fèces, empreintes), niches ou bien par infrarouges et par pièges.

Sur terrain :

Il faut avoir une fiche où il faut mentionner

A- Date de récolte

b- Température, vent

c- Exposition altitude et pente

d- Densité du peuplement

e- Age des arbres

g- L'état de capture (Morts, vivants carapaces)

h- L'endroit de capture sur feuilles, branches, terre, sous pierre...)

il faut prendre en compte la saison de récolte et l'habitat de l'insecte

6.1. Pièges lumineux :

Le principe du piège est de placer une source de lumière UV qui attire les papillons de nuit
A l'intérieur d'une boîte les papillons tomberont dans l'eau savonneuse.

Avantages :

Facile à appliquer

Simple et peu coûteuse

Inconvénients :
Il n'est pas sélectif

6.2. Pièges Lindgren (pièges à scolytes (creusent des galeries dans les arbres), ils sont induits de colle.

Avantages

Facile à appliquer

Simple et peu coûteuse

Inconvénients :

Ce sont les coléoptères et les lépidoptères qui sont capturés

Le matériel est souvent desséché

Les spécimens sont abimés et brisés

Attente d'une longue durée de temps

6.3. Pièges à phéromones

Le principe repose sur la réponse des mâles à l'émission d'une phéromone par la femelle durant la période de reproduction c'est surtout les Coléoptères et les lépidoptères qui sont capturés.

Avantages :

Sélectivité, capture des mâles d'une seule espèce d'insecte.

Inconvénients :

Coût élevé des phéromones synthétiques, attraction à plusieurs km dans certains cas

Inventaires entomologiques en forêt

6.4. Pièges malaise :

C'est un piège d'interception constitué d'une structure stationnaire en forme de tente, faite d'un tissu finement maillé, avec des côtés ouverts, un plan central vertical et un toit conique muni d'un dispositif de récolte qui est un flacon d'alcool à 70°

Ce piège n'est pas sélectif, il collecte de nombreux groupes d'insectes :

Coléoptères Lépidoptères,

Avantages :

Peu coûteux. Utile pour l'étude des migrants.

Inconvénients :

Nécessite la présence de l'opérateur vu le coût élevé et la construction complexe.

Visible et sujet au vandalisme.

6.5. Filet fauchoir

La méthode du filet fauchoir est largement utilisée, le filet est constitué d'un cercle métallique solide, auquel sont fixés par des anneaux un filet en tulle (l'équivalent d'un filet à papillons) protégé par une poche cylindrique en toile plastifiée qui évitera que le tulle ne se déchire. Des vis de fixation permettent de monter un manche de son choix. Le principe est simple, il suffit de « battre » les herbes avec le filet pour récolter les insectes fixés dans la végétation. Bien que la toile protège le filet en tulle, il vaut mieux éviter la végétation mouillée, ce qui y accrochera les insectes et risque de déchirer le filet.

Avantages :

Simple et non coûteuse.

Facile à confectionner

Inconvénients :

Peut être déchiré par les plantes à épines et les arbustes aux branches rigides.

6.6. Pots barber

Ce sont des récipients en métal ou en matière plastique enterrés verticalement de façon à ce que leurs ouvertures se retrouvent au ras du sol. La terre est tassée tout autour, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces enfoncés dans le sol, ils interceptent les petits animaux invertébrés et vertébrés qui se déplacent activement à la surface du sol et qui tomberont à l'intérieur.

Ce sont les arthropodes, coléoptères, araignées qui seront collectés

Avantages :

Bon marché, simple d'emploi, de pose et de relevé assez rapides

Inconvénients :

Débordement possible lors des pluies

Evaporation de l'eau

Capture d'espèces non-cibles (micromammifères, reptiles, mollusques terrestres) dégradation fréquente par les sanglier

6.7. Fossés creusés dans le sol

Ce sont des trous creusés dans le sol qui seront des pièges pour les insectes.

6.8. Attraction alimentaire : on dépose la nourriture préférée de l'animal à attraper, elle est utilisée surtout pour piéger les mammifères.

Avantages :

Simple d'emploi, de pose et de relevé

Inconvénients :

L'animal peut ne pas passer à côté du piège

Longue attente

6.9. Secouage du branchage et Battage des arbres

Cette méthode est utilisée pour déloger les insectes de la cime, en secouant les branches ou en battant les branches à l'aide d'un bâton

Avantages :

Simple d'application

Inconvénients :

On peut récupérer même les insectes qu'on ne cherche pas

La cime de l'arbre peut être endommagée

6.10. Parapluie japonais

Cette méthode est très simple, le parapluie est placé sous la cime de l'arbre, et reçoit les insectes qui tomberont du branchage

Avantages :

Simple d'emploi

Inconvénients :

L'attente peut être longue

Cette méthode n'est pas sélective

6.11. Inventaire de la faune de litière et du sol

L'échantillonnage repose sur l'extraction des invertébrés d'une fraction du sol et de litière par des méthodes manuelles, physiques ou chimiques. Les méthodes manuelles sont aussi valables pour extraire les invertébrés du terreau des cavités et des produits de décortilage des vieux arbres.

Avantages :

Peut être sélectif (si on remet en place les individus d'espèces non-ciblées avec la terre extraite).

Inconvénients :

Prend du temps.

Salissant

VII. Inventaire des mammifères : Se fait par l'observation des crottes, des niches, et par des pièges comme des fossés dissimulés ou des appâts.

VIII. Inventaire des oiseaux :

Pour les oiseaux : C'est la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A). Cet inventaire se fait par le chant le cri ou à vue, l'observateur reste immobile pendant 5 mn au centre d'un cercle, pour atténuer l'effet de sa présence sur les oiseaux, tous les oiseaux posés à terre ou sur les arbres sont comptés. Les chants et les cris qui se retrouvent loin du cercle d'écoute ne seront pas pris en compte.

Les relevés mentionnent à la fois les espèces

(Inventaire systématique), et leur fréquence.

La distance entre 2 points d'écoute varie entre 1,5 km à 2 km afin d'éviter les doubles comptages.

IX. Méthodes d'étude des animaux :

Les études des peuplements animaux rencontrent beaucoup de difficultés parmi elles :

- La mobilité
- Présence sur terrain de l'observateur
- Installation de la surveillance du matériel de capture
- Diversité spécifique (aérienne, terrestre, marine)

9.1. L'abondance (ni) :

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

9.2. La densité :

La densité est le nombre d'individus d'une espèce sur une unité de surface

9.3. La richesse : richesse totale : (S)

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

Richesse moyenne c'est la moyenne des richesses stationnelles ou richesse par relevé, c'est le nombre d'espèces représentatives du milieu au sens de la fréquence de leur présence.

9.4. La fréquence relative

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

$$f = ni/N$$

n_i : Abondance spécifique de l'espèce

N : Abondance du peuplement

9.5. La fréquence d'occurrence ou centésimale :

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

$$F = r_i / R \times 100$$

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

R : Nombre total de relevés

9.6. La diversité :

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

Il existe plusieurs indices (Margaleff, Simpson,...), qui expriment la structure du peuplement, dont L'indice de Shannon-weaver (1949) :

$$H' = -\sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i \quad P_i = n_i / N$$

n_i : Effectif de l'espèce i

N : Effectif total du peuplement

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée, 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 un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante. Les valeurs varient entre 0 et 4,5.

0 à 0,5 : Communauté composée d'une seule espèce ($\log 1 = 0$)

Si $H' < 1,5$: Peuplement dominé quantitativement par une ou q espèces : Stade jeune d'un écosystème.

Si $H' > 2,5$: Evolution temporelle du peuplement

Les valeurs commencent à se stabiliser aux alentours de 3,5 à 4.

9.7. Equitabilité :

C'est la distribution du nombre d'individus par espèce.

$$E = H' / H' \max \quad \text{où } H' \max = \log_2 S \quad S = \text{Nombre total des espèces de tous les relevés}$$

L'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité 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.

Quelques définitions :

Flore : Liste de tous les végétaux de rangs taxinomiques divers (espèces, sous espèces, variétés,), d'une localité ou d'un territoire géographique déterminé.

Végétation : Ensemble architectural qui résulte de l'agencement dans l'espace de types de végétaux présents dans un territoire géographique donné. exemple : forêt, prairie, steppe

Matorral : Formation de végétaux n'excédant pas 7 m de hauteur, dérivant directement ou indirectement de la dégradation de la forêt climacique.

Forêt : c'est une formation végétale d'au moins 7 m de hauteur et de densité 100 arbres à l'hectare. Exemple : Forêt de pin d'Alep, forêt de cèdre.

Echantillonnage : c'est un protocole qu'il faut suivre pour étudier une population donnée, les conditions d'un échantillonnage correct sont : l'homogénéité, la représentativité, la comparabilité et l'objectivité.

Echantillon : c'est la plus petite portion d'une population à étudier et qui doit être représentatif de l'ensemble.