

Ecologie Générale



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](https://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

METHODES D'ETUDE ECOLOGIQUE

A. DONNEES DE DESCRIPTION DE LA VEGETATION

1) Approches physionomique et floristique :

De façon simplifiée, les méthodes de description de la végétation peuvent être groupées en deux catégories :

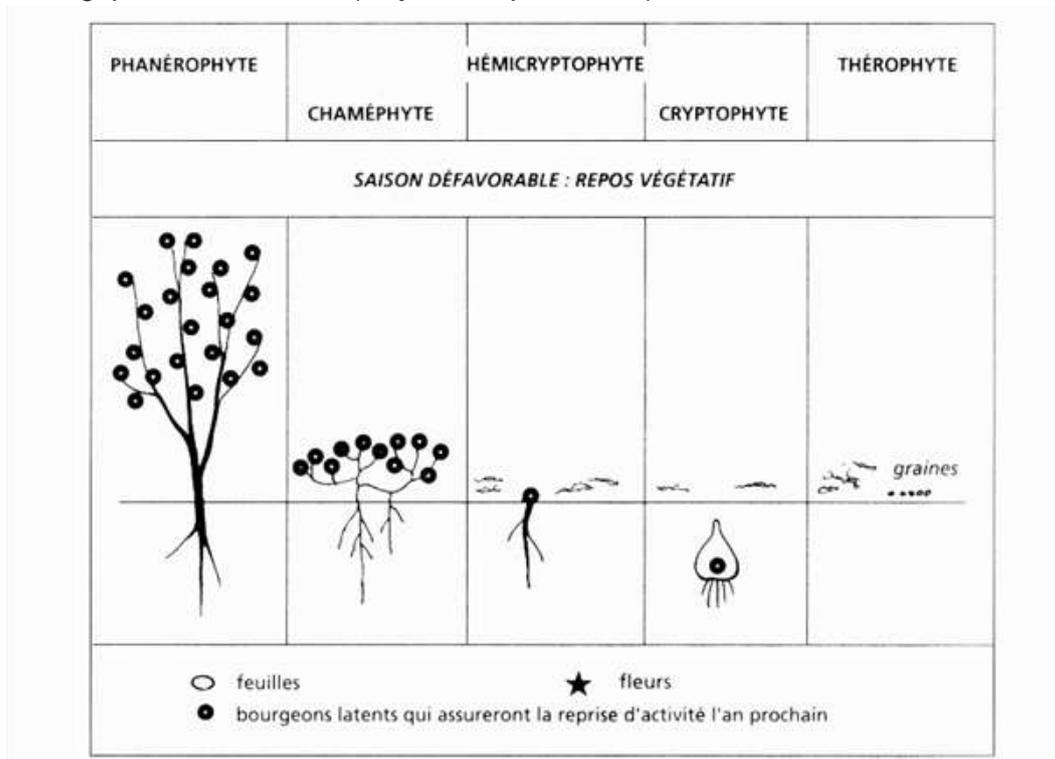
- Physionomique ou structurale : la description est basée sur la morphologie externe, formes de vie, stratification et dimensions des espèces présentes.
- Floristique : les espèces présentes dans le milieu d'étude sont identifiées et leur présence/absence ou abondance sont notées.

a) Méthode physionomique

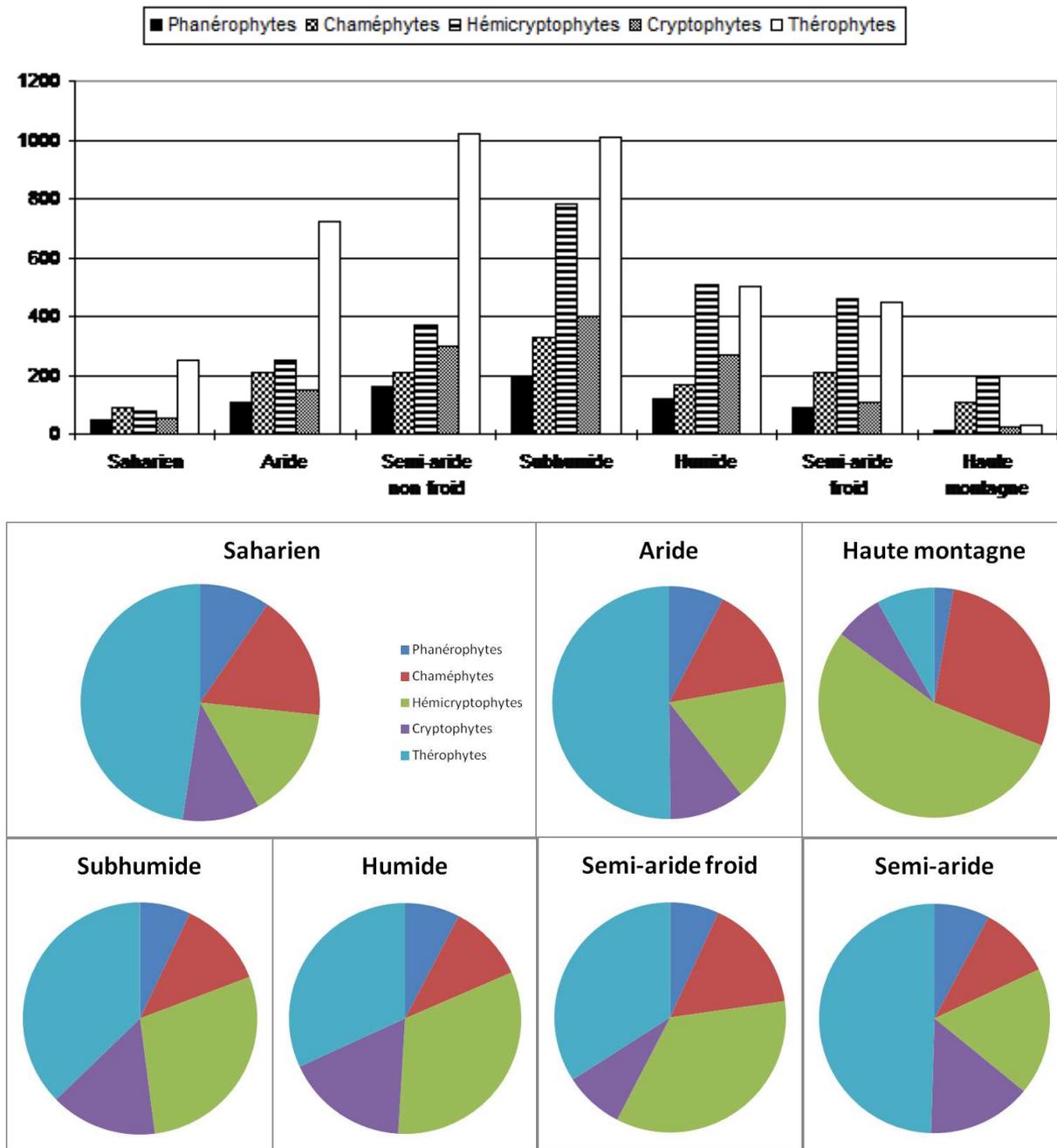
Les méthodes physionomiques ont été utilisées surtout pour la classification de la végétation à petite échelle (à travers des zones de grande superficie) telle que la classification des formations végétales du monde.

L'étude physionomique basée sur les formes de vie de Raunkiaer permet d'établir des relations intéressantes entre la végétation et le climat. Le spectre biologique (% des espèces de la flore d'un territoire appartenant à différentes formes de vie) reflète généralement les conditions climatiques dominantes dans un milieu donné.

Exemple : spectres biologiques dans les territoires des différents bioclimats marocains.
 Types biologiques de Raunkiaer (Raynal-Roques, 1994).



Types biologiques et par bioclimat au Maroc (Sauvage 1961, modifié par Fennane 1987).



b) Méthode floristique

Les analyses floristiques ont souvent été appliquées à grande échelle (à travers des zones de petite superficie), particulièrement au niveau des communautés végétales. Dans ce cas, l'unité d'échantillonnage correspond souvent à une parcelle (quadrat) carrée, parfois rectangulaire ou circulaire. Les dimensions de l'unité d'échantillonnage varient en fonction du type de végétation et de la distribution spatiale des espèces. Dans certains cas, la méthode des transects linéaires est préférable. Lorsqu'on ne s'intéresse qu'aux données dites qualitatives de présence/absence, les espèces sont identifiées par leurs noms scientifiques et reportées directement sur une fiche de terrain. A l'opposé, lorsqu'on cherche à avoir des données quantitatives, des mesures d'abondance sont nécessaires. Elles

peuvent être subjectives (estimées visuellement) ou objectives (par l'intermédiaire de techniques précises et exactes).

2) Echantillonnage

L'échantillonnage est la procédure par laquelle les échantillons (fragment d'un ensemble concret ou abstrait) sont prélevés. L'échantillonnage est adapté à tester une hypothèse que l'on a fait, à une échelle spatiale et temporelle donnée. Deux démarches sont possibles :

- Descriptive : mesurer la valeur d'un certain nombre de variables pour mettre en évidence les corrélations qu'on observe entre elles.
- Expérimentale : créer des conditions artificielles contrôlées pour mesurer et vérifier l'effet d'une variable unique.

Dans les deux cas, une hypothèse (rédigée) est à tester: hypothèse sur une structure ou une dynamique biologique dans le premier cas, hypothèse sur une causalité biologique dans le second. On ne mesure pas "tout" un système biologique, mais bien un fragment de l'ensemble, prélevé pour juger de certaines propriétés de cet ensemble.

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

3) Types de données

Les données peuvent être de différents types en fonction de l'échelle de mesure :

- échelle **nominale** (par exemple présence/absence : 1/0)
- échelle **ordinales** (par exemple échelle de Braun-Blanquet, Tabl. 1)
- échelle **en intervalles** avec une unité de mesure constante mais dont la position de la valeur zéro est arbitraire (température par exemple)
- échelle **proportionnelle** similaire à l'échelle en intervalles mais avec un point zéro fixe (le nombre d'individus ou fréquence par exemple).

Tableau 1. Echelle des indices de Braun-Blanquet, intervalles et pourcentages moyens de recouvrement

Indice	Intervalle %	Moyenne
5]75-100]	87.5%
4]50-75]	62.5%
3]25-50]	37.5%
2]5-25]	15%
1	[0-5]	2.5%

4) Mesures d'abondance

- **Symboles de fréquence** : Il s'agit d'attribuer à chaque espèce un symbole qui reflète sa contribution dans l'organisation de la végétation. Ces symboles sont établis en fonction d'une échelle indiquant qu'une espèce est : (a) abondante, (b) commune, (c) fréquente, (d) occasionnelle ou (e) rare.
- **Recouvrement estimé à l'oeil** : Le recouvrement est défini par la projection perpendiculaire de la végétation sur la surface du sol et correspond au pourcentage de la surface d'une parcelle qui est occupé par une espèce observée d'en haut. Noter que lorsque la végétation est stratifiée, la somme des recouvrements des espèces superposées de la parcelle peut être supérieure à 100%. Souvent, les estimations du recouvrement sont faites à des intervalles de 5 à 10%. L'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet est très utilisée par les phytosociologistes qui attribuent respectivement, les valeurs (+), (1), (2), (3), (4) et (5) aux recouvrements <1%, entre 1 et 5%, 6-25%, 26-50%, 51-75% et 76-100%.
- **Densité** : C'est le nombre d'individus d'une espèce dans une parcelle.
- **Fréquence** : C'est la probabilité ou chance de rencontrer une espèce dans une surface d'échantillonnage. Elle est calculée à partir du nombre de présences de l'espèce dans une série de parcelles.
- **Recouvrement mesuré** : Il s'agit de calculer pour une espèce le pourcentage de ses contacts avec un certain nombre de points ou aiguilles projetés verticalement sur la surface d'une parcelle d'échantillonnage. Si, par exemple, pour 100 points disposés régulièrement dans une grille qui couvre une parcelle, 36 points sont interceptés par une espèce, cette dernière possède donc un recouvrement de 36%.
- **Biomasse** : C'est la quantité de matière végétale présente dans une parcelle en un moment donné. Lorsqu'on est intéressé par l'étude de la biomasse aérienne, on procède de la forme suivante : on coupe l'ensemble de la végétation de la parcelle au niveau du sol par un sécateur ou une scie, on sépare la matière coupée par espèce et on pèse le poids aérien frais par espèce en grammes par unité de surface. La matière végétale est ensuite transportée au laboratoire pour être séchée durant 24 heures à 105°C afin de déterminer la biomasse aérienne sèche par espèce en grammes par unité de surface. Ces mesures peuvent être transformées en pourcentage de biomasse en exprimant le poids de chaque espèce comme pourcentage par rapport à la biomasse totale de la parcelle échantillonnée.
- **Productivité** : C'est la quantité de biomasse produite dans un intervalle de temps déterminé. Elle est déterminée à partir d'échantillons de végétation d'une même communauté dont la biomasse a été mesurée à des moments différents. La productivité primaire est exprimée en grammes de matière végétale sèche par unité de surface et temps.
- **Performance** : C'est la mesure d'une certaine partie significative d'une plante pour avoir un indice de taux de croissance ou de vigueur. Les mesures typiques sont la taille ou surface foliaire, la hauteur de la plante et les caractéristiques de la fleur et du fruit (allocation à la reproduction).



5) Matrices de données

Les mesures effectuées sont habituellement présentées sous forme de matrice de données (Tabl. 2) où chaque colonne représente une parcelle d'échantillonnage (E1, E2, E3) et chaque ligne une espèce (ou variable : sp1, sp2, sp3, ...). La matrice de données s'appelle aussi tableau floristique ou phytosociologique brut.

Tableau 2. Matrice de 3 échantillons X 6 espèces avec mesures d'abondance.

Espèces\Echantillons	E1	E2	E3
sp1	2	7	2
sp2	6	0	9
sp3	8	1	5
sp4	1	9	6
sp5	5	3	5

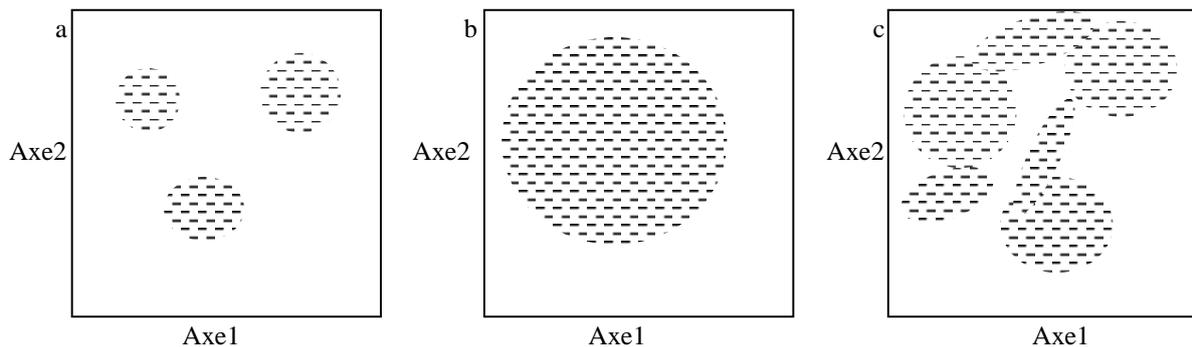
B. ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE

La phytosociologie est une approche consacrée aux méthodes de reconnaissance et caractérisation des communautés végétales. Son but est de regrouper ensemble une série d'« individus » (relevés ou échantillons) en se basant sur leurs attributs (composition floristique). Le résultat final de la classification est une série de groupes où, de façon idéale, chaque « individu » est plus similaire aux autres « individus » du même groupe qu'à n'importe quel autre « individu » des autres groupes. Pratiquement, ce résultat idéal est rarement obtenu en phytosociologie. Ci-dessous, différentes techniques de classification sont brièvement présentées et peuvent être appliquées à des données floristiques qualitatives ou quantitatives.

Les premières méthodes de classification sont basées sur le tri manuel des données floristiques et sont dites subjectives. Elles ont été développées au début de XXe siècle :

- méthode de l'école de Braun-Blanquet (1928) ou école de Zurich-Montpellier appliquée à la végétation méditerranéenne de France et aux Alpes centrales. L'objectif de cette méthode est la construction d'une classification globale des communautés végétales. Elle est basée sur plusieurs suppositions et concepts fondamentaux. Cette méthode largement suivie au Maroc est présentée ci-dessous.
- méthode de l'école Uppsala (Rietz, 1921), très connue en Suède et dans les pays scandinaves,
- méthode de l'école Danoise, due à Raunkaier (1928), très célèbre pour son fameux travail sur les formes biologiques des plantes, mais également auteur d'une technique de tabulation des échantillons de végétation pour dériver des communautés types,
- méthodes d'écoles hybrides entre l'école de Zurich-Montpellier et Uppsala (l'école britannique par exemple).





Principe de groupement sur un diagramme d'ordination bidimensionnelle : (a) structure de groupes clairement séparés - la classification numérique doit permettre une reconnaissance facile de cette structure ; (b) continuum de points sans structure de groupes - la classification numérique donne lieu à une partition arbitraire du continuum ; (c) situation la plus commune et intermédiaire entre (a) et (b) où une structure de groupes existe mais avec des points transitionnels entre groupes - si une classification numérique est appliquée, il retrouvera les noyaux des groupes et allouera chaque point intermédiaire au groupe le plus proche en fonction de la méthode de classification numérique appliquée.

1) Le relevé

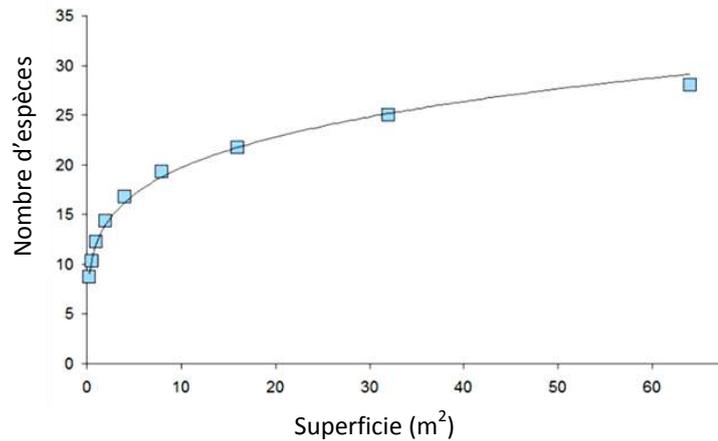
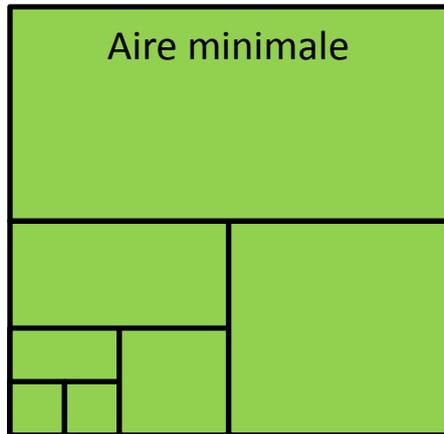
C'est un échantillon de végétation par unité de surface dont la location n'est pas entièrement aléatoire. Le site de description de la végétation est soigneusement sélectionné de façon délibérée pour être une aire représentative d'un type de végétation particulière. Cela suppose que le chercheur possède une connaissance fine de la végétation de la région étudiée et qu'il a une idée préalable des grands types de végétation présents. Les échantillons sont alors sélectionnés pour représenter ces types.

a) Homogénéité

Le relevé doit être uniforme et homogène. Cela signifie que l'assemblage d'espèces qu'on pense être représentatif du type de communauté à décrire doit occuper une surface de terrain sans hétérogénéité interne. Les variations micro-environnementales locales ou de micro-habitat doivent alors être évitées ou ignorées.

b) Aire minimale

Le relevé doit être effectué dans des dimensions spatiales qui garantissent la représentativité de l'échantillon de végétation uniforme. Ces dimensions varient en fonction du type biologique et physionomie du type de végétation dominante et en fonction de la variation du nombre d'espèces trouvées dans le relevé par rapport à l'augmentation de la surface échantillonnée. La méthode de l'aire minimale utilisée pour déterminer la taille du relevé est basée sur l'interprétation de la courbe nombre d'espèces / surface échantillonnée. Cette courbe est établie en considérant un carré de petite taille et en comptant le nombre d'espèces qui s'y trouvent. Ensuite, cette surface est doublée et le nombre d'espèces compté. Le processus est répété avec la taille de l'échantillon progressivement doublé et le nombre d'espèces rencontrées est respectivement déterminé. A partir d'un certain seuil, dû à la diversité et à la physionomie de la végétation, le nombre d'espèces ne change plus ou change très peu malgré l'augmentation de la surface d'échantillonnage. Ce seuil correspond à l'aire minimale, et la surface correspondante est la plus petite aire adéquate à la description de la végétation.



Exemple de tableau phytosociologique brut.

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nombre d'espèces	12	19	13	12	12	16	13	10	12	10	17	10	10	17	16	14
<i>Ulex europaeus</i>																
<i>maritimus</i>	33	44	44		45		44		45		33		44	12	54	
<i>Erica cinerea</i>	+2	33	34		32				+		12		34	23		+
<i>Festuca pruinosa</i>	43	+2	12		23		32		22		33		12	11	21	
<i>Dactylis glomerata</i>																
<i>marina</i>	12	12			12		+		12				+2		+2	
<i>Silene maritima</i>	+2	+2					+2		22						+2	
<i>Danthonia</i>																
<i>decumbens</i>	+2		+			+								11		11
<i>Cuscuta epithymum</i>	23										+			+2		
<i>Hypochoeris</i>																
<i>radicata</i>	+	+	+				+							+		
<i>Plantago lanceolata</i>	12						+									+
<i>Anthoxanthum</i>																
<i>odoratum</i>	12						12		+							
<i>Scilla verna</i>	+						12				22					
<i>Agrostis stolonifera</i>	33	+2	+		+											
<i>Daucus gummifer</i>		+	+		+2				+							
<i>Armeria maritima</i>		+2	12				12						+2	+	+2	
<i>Calluna vulgaris</i>	12	+2	12	+	+2			12	23		33	22	13	33	12	12
<i>Teucrium scorodonia</i>	+				+											
<i>Jasione montana</i>	+				+		+		+		+					11
<i>Sedum anglicum</i>	+						+2									
<i>Spergularia rupicola</i>	+						+									
<i>Viola riviniana</i>	+	+												11		
<i>Holcus lanatus</i>	12	+			+2				+2		+					+2
<i>Scilla autumnalis</i>	+															
<i>Hieracium</i>																
<i>peleterianum</i>		+2														

Dunod © 2005 – Biologie végétale, les Cormophytes – R. GORENFLOT, B. DE FOUCAULT

2) L'association

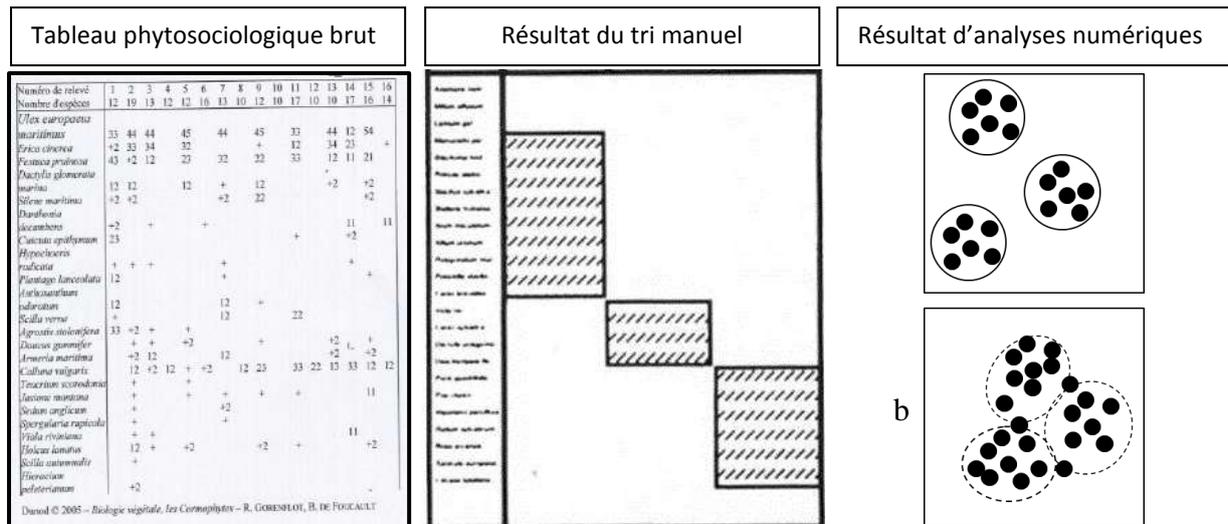
C'est l'unité de base du système de classification et correspond au niveau de communauté végétale. Une association est un type de communauté végétale trouvé en groupant ensemble plusieurs relevés différents qui possèdent un certain nombre d'espèces communes.

a) Comparaison tabulaire et tri des relevés

Les associations finales qui représentent des groupes de relevés similaires dérivent d'un processus subjectif de tri et réarrangement tabulaire et des relevés et des espèces. La méthode exacte varie et n'est pas bien décrite. Les difficultés surgissent même lorsque l'approche est appliquée par des chercheurs expérimentés. Généralement, le réarrangement comprend les étapes suivantes :

- Compilation de la table des données comprenant une série de relevés provenant d'une région donnée. Les relevés sont homogènes et représentatifs. Les données sont des estimations d'abondance-dominance des espèces en fonction de l'échelle de Braun-Blanquet.
- Calcul de la constance ou degré de présence de chaque espèce. C'est le nombre de relevés où chaque espèce est présente. Les espèces (occupant les lignes de la matrice des données) sont par la suite réarrangées en fonction de leur constance dans un ordre décroissant. Cela aidera à identifier des espèces différentielles dans l'étape suivante.
- Trouver les meilleures espèces caractéristiques ou différentielles. Ce sont des espèces à constance moyenne ou faible qui tendent à se présenter ensemble dans une série de relevés et peuvent être utilisées pour caractériser des groupes.
- Délimiter des tables partielles. Elles doivent montrer des groupes de relevés caractérisés par des séries d'espèces différentielles. Les espèces caractérisant un groupe sont réarrangées en les plaçant proches entre elles. Cette étape donne lieu à une concentration des entrées de la matrice des données suivant la diagonale.
- Tri secondaire des relevés à l'intérieur des groupes de la table partielle, de telle sorte que les relevés similaires sont placés à côté les uns des autres. Ce processus de tri secondaire permet de reconnaître les espèces qui ne sont pas différentielles et qui sont connues sous le nom d'espèces compagnes. La table obtenue est dite table différenciée. Les différents groupes de relevés émergent.
- Chacun de ces groupes est alors caractérisé comme une association ou communauté végétale. Dans la méthode de Zurich-Montpellier, il y a un système de nomenclature utilisant les noms des espèces caractéristiques et des suffixes pour nommer les associations.

A partir de la fin des années cinquante, grâce à l'apparition des ordinateurs, plusieurs méthodes numériques, dites objectives, ont été développées. Elles ont été employées aussi bien en écologie qu'en d'autres domaines scientifiques (taxonomie, géologie, géographie, chimie, médecine, astronomie, psychologie, sociologie, archéologie et histoire). Elles sont largement connues sous le nom analyses multivariées d'ordination et de classification. Le principe de groupement sur un diagramme d'ordination bidimensionnel est illustré ci-dessous. Dans chaque diagramme d'ordination les points représentent chacun un relevé. Ils sont dispersés en fonction de leur similitude : plus deux relevés sont similaires plus ils sont proches. Dans le diagramme (a) trois groupes de relevés sont clairement séparés. Le diagramme (b) montre une situation commune où trois groupes sont reconnaissables mais avec des points transitionnels entre groupes.



b) Tables synoptiques

Une fois les associations reconnues et définies, une table synoptique peut être produite pour présenter les données de chaque association. Chaque type de communauté est représenté par une colonne où chaque espèce caractéristique de chaque association est indiquée par un pourcentage ou une valeur classe.

c) Ordres supérieurs de classification

Dans le système de classification de Braun-Blanquet, le niveau de l'association est fondamental et représente l'unité de base de description de la végétation équivalent à la communauté végétale. Cependant, des niveaux supérieurs et inférieurs peuvent être reconnus dans le système d'association floristique (Tabl. 3).

Un groupement de deux ou plusieurs associations, dont les espèces majeures sont communes et qui diffèrent peu, peut être combiné pour donner lieu à une alliance. Les alliances peuvent également être groupées à un niveau supérieur en ordres et les ordres en classes. Egalement, les associations peuvent être subdivisées en sous-associations, les sous-associations en variantes et les variantes en faciès. De cette manière, la hiérarchie globale des unités de végétation d'une région peut être décrite et leurs interrelations reconnues. Pour généraliser ce processus à travers des territoires larges, un code international de nomenclature botanique a été établi, basé sur l'idée de syntaxonomie, qui est une série de règles à suivre pour nommer les différentes unités du système de classification de Braun-Blanquet.

Tableau 3. Unités hiérarchiques du système de classification de Braun-Blanquet

Rang	Suffixe	Exemple
Classe	-etea	Quercetea ilicis
Ordre	-etalia	Quercetalia ilicis
Alliance	-ion	Oleo-Quercion
Association	-etum	Myrto-Quercetum suberis
Sous-association	-etosum	Quercetosum cocciferae

C. MESURES D'ASSOCIATION ET SIMILITUDE

Une façon simple d'analyser les données des communautés écologiques est d'observer le degré d'association entre espèces et le niveau de similitude entre échantillons.

1) Chi-carrée (χ^2) comme mesure d'association entre espèces

En principe, une communauté écologique peut être définie comme étant un assemblage d'espèces qui présentent un certain degré d'association ou affinité entre elles. On dit qu'il y a association positive entre 2 espèces lorsque leur développement ensemble est assez important et n'est pas aléatoire ou dû à la chance. Inversement, une association négative signifie qu'une espèce se développe en absence d'une autre assez souvent et non pas par simple chance.

Le degré d'association entre espèces dans une série d'échantillons peut être quantifié. Pour cela, une des méthodes les plus utilisées est la distance Chi-carrée en utilisant des tables de contingence.

Les données de présence/absence de 2 espèces dans une série d'échantillons N peuvent être arrangées dans une table de contingence 2X2 de la forme suivante :

		Espèce 1		
		+	-	
Espèce 2	+	a	c	a+c
	-	b	d	b+d
		a+b	c+d	N

Dans chaque échantillon, il y a 4 situations possibles de présence/absence des 2 espèces 1 et 2 :

- ⇒ les 2 espèces sont présentes (case a)
- ⇒ seule l'espèce 1 est présente (case b)
- ⇒ seule l'espèce 2 est présente (case c)
- ⇒ aucune des 2 espèces n'est présente (case d).

En ce qui concerne les valeurs marginales, a+b donne le nombre de présences de l'espèce 1, a+c le nombre de présence de l'espèce 2, c+d montre le nombre d'échantillons ne contenant pas l'espèce 1 et b+d le nombre d'échantillons ne contenant pas l'espèce 2.

χ^2 peut être calculée en utilisant la table de contingence et la formule suivante (incluant la correction de Yates pour des échantillonnages réduits inférieurs à 500 : - 0.5N) :

$$\chi^2 = \frac{(|ad - bc| - 0.5N)^2 \times N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Le résultat est ensuite comparé par rapport aux valeurs de la table statistique de χ^2 en fonction du degré de liberté et du niveau de signification considéré (0,05 ou 0,01). Ainsi, l'association entre les 2 espèces 1 et 2 est significative si la valeur χ^2 calculée est supérieure à la valeur correspondante sur le tableau statistique.

Cependant, même si l'association entre 2 espèces s'avère hautement significative, la nature de cette relation, en particulier si elle est positive ou négative, n'est pas déterminée. Pour définir la nature de cette association, la fréquence théorique pour la case a de la table de contingence est calculée puis ensuite comparée à la valeur de fréquence observée. La valeur de fréquence observée correspond à la valeur de la case a de la table de contingence. La fréquence théorique est calculée en considérant la probabilité de présence conjointe de l'espèce 1 et de l'espèce 2 dans la série de données : $(a+b) \times (a+c) / N$. Si la valeur observée de présence conjointe est supérieure à la valeur théorique, alors les deux espèces sont positivement associées. Sinon, si la valeur observée de présence conjointe est inférieure à la valeur théorique, l'association est plutôt négative et les deux espèces peuvent rarement être rencontrées ensemble.

2) Mesures de similitude et dissimilitude entre échantillons

Elles peuvent être qualitatives (coefficient de Jaccard, coefficient de Sorensen) et basées sur des données de présence/absence, ou quantitatives (coefficient de Czekanowski, distance Euclidéenne carrée) appropriées aux données d'abondance.

Coefficient de Jaccard (1928) :

$$S_J = a/(a+b+c) \quad \text{et} \quad D_J = (b+c)/(a+b+c) = 1,0 - S_J$$

avec S_J = coefficient de similitude de Jaccard
 D_J = coefficient de dissimilitude de Jaccard
a = nombre d'espèces communes aux deux échantillons
b = nombre d'espèces de l'échantillon 1
c = nombre d'espèces de l'échantillon 2

Coefficient de Sorensen (1948) :

$$S_S = 2a/(2a+b+c) \quad \text{et} \quad D_S = (b+c)/(2a+b+c) = 1,0 - S_S$$

Le coefficient de Jaccard et le coefficient de Sorensen sont très similaires. Généralement, on préfère le dernier car il donne du poids aux espèces communes par rapport aux autres espèces.

Coefficient de Czekanowski (1913) :

$$S_c = \frac{[2\sum^m \min(X_i, Y_i)]}{[\sum^m X_i + \sum^m Y_i]}$$

avec X_i et Y_i = abondances de l'espèce i ; $\sum^m \min(X_i, Y_i)$ = somme des plus petites valeurs de l'espèce i lorsqu'elle commune aux 2 échantillons et m = nombre d'espèces

Coefficient de distance Euclidéenne carrée :

$$D_{ij} = \sqrt{[\sum^m (X_{ik} - X_{jk})^2]}$$

avec D_{ij} = distance Euclidéenne carrée entre les échantillons i et j
 m = nombre d'espèces
 X_{ik} = l'abondance de l'espèce k dans l'échantillon i
 X_{jk} = l'abondance de l'espèce k dans l'échantillon j

Matrices de (dis)similitude

Si χ^2 comme mesure d'association est calculée entre toutes les paires d'espèces d'une série de données ou si la (dis)similitude est calculée entre toutes les paires d'échantillons, alors une demi-matrice est formée. Ces types de matrices forment la base de certaines méthodes de classification et ordination des données.

D. STRUCTURE DES COMMUNAUTES

1) L'abondance relative des espèces est une mesure de la structure des communautés

Un faible nombre d'espèces exercent un grand effet sur la structure de la communauté, particulièrement sur la composition et l'abondance relative des espèces.

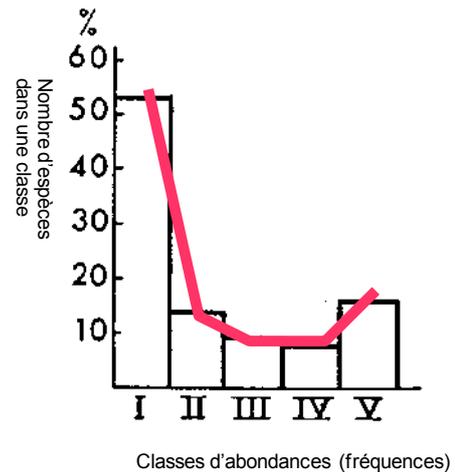
L'abondance des espèces varie en fonction de leur distribution spatiale en suivant trois règles générales :

- La plupart des espèces du monde sont rares, peu sont communes (Gaston, 1994)
- L'abondance est généralement élevée au centre de l'amplitude écologique de l'espèce et diminue vers la périphérie (Grinnell, 1922)
- Les espèces rares ont une distribution limitée alors que les espèces communes sont plus répandues (Hanski, 1982).

a) L'histogramme de Raunkiaer

Une liste floristique est relevée pour chaque sous-parcelle de même taille, puis les fréquences des différentes espèces sont calculées pour l'ensemble des relevés.

L'histogramme de Raunkiaer (1918) montre que la distribution des abondances d'espèces dans une communauté locale suit une règle : la courbe de fréquences est de forme en **J inversé** dans une communauté **homogène**; cela veut dire qu'il y a en général plus d'espèces rares que communes, avec quelques-unes qui sont dominantes et un déficit dans les classes intermédiaires. Les classes de fréquences se distribuent ainsi: $I > II > III \geq IV < V$.



b) Diagramme rang-fréquence

L'établissement du diagramme rang-fréquence d'une communauté avec N individus et S espèces constitue une approche analytique à sa diversité spécifique. Le but est d'interpréter la forme des courbes, soit directement, soit par l'intermédiaire de l'ajustement d'une courbe calculée avec des équations algébriques, appelée modèle, de façon à formaliser un phénomène écologique.

Les modèles mathématiques de distribution des abondances relatives permettent de comparer des séries de données à l'aide :

- des paramètres des équations ;
- d'inférer, à partir de la logique de l'équation du modèle, la nature des processus structurants ;
- de générer des hypothèses (dynamique, patrons de distribution, etc.).

Modèle de la niche préférentielle (*niche pre-emption hypothesis*) : **série géométrique**.

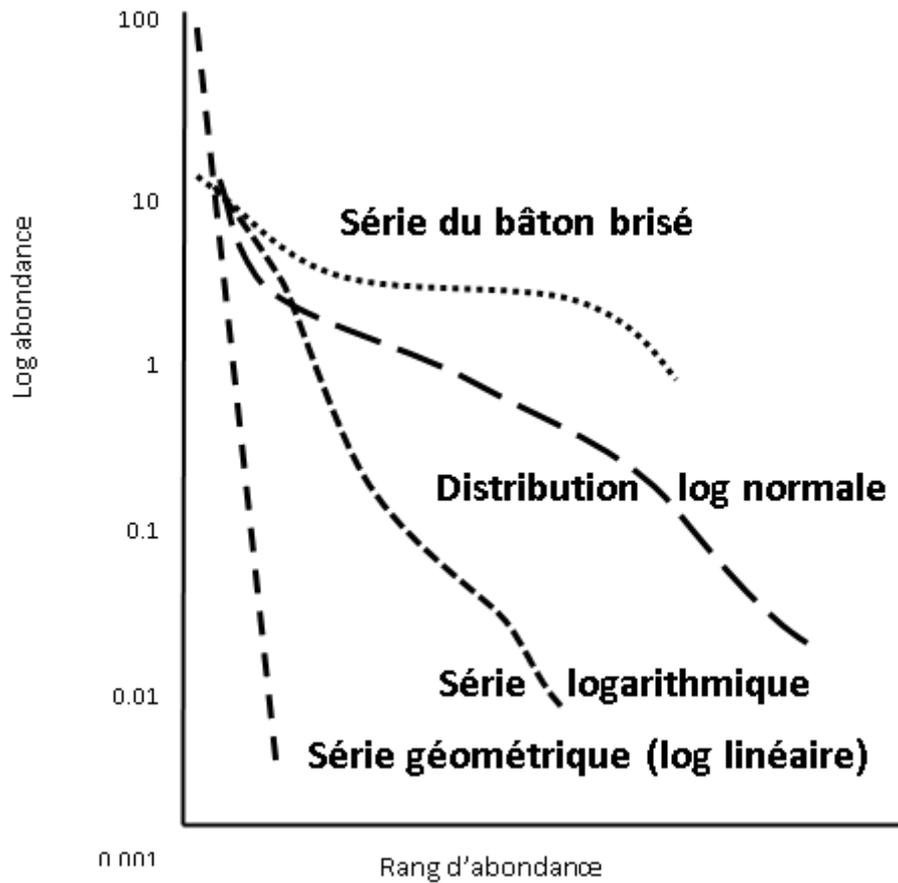
Ce modèle correspond à la situation où quelques espèces seulement sont dominantes et occupent l'essentiel de la niche écologique.

Modèle de série logarithmique : similaire à la série géométrique, ce modèle s'applique dans le cas où un nombre très limité de facteurs dominant les relations écologiques d'une communauté.

Modèle de distribution normale logarithmique : se présente comme une réponse aux propriétés statistiques des grandes valeurs numériques et comme conséquence du Théorème central de la limite (lorsqu'un grand nombre de facteurs sont mis en jeu, la variation aléatoire de ces facteurs entraîne la variable vers une distribution normale).

Modèle de la niche aléatoire (*broken stick model*) de MacArthur : **série du bâton brisé**.

Absent dans la réalité, ce modèle correspond à une situation où les espèces présentent des abondances à peu près équivalentes et se partagent les ressources du milieu de façon équilibrée.



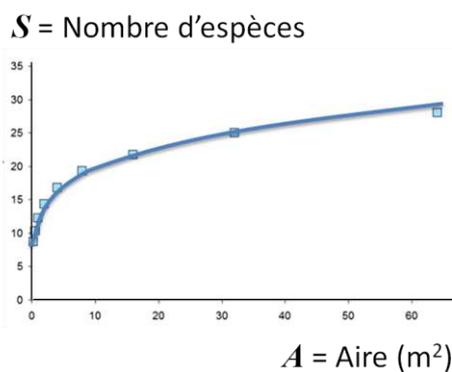
2) Courbe aire-espèces: propriété intrinsèque de la structure des communautés

Le nombre d'espèces augmente lorsque le domaine ou surface d'échantillonnage augmente : $S = cA^z$

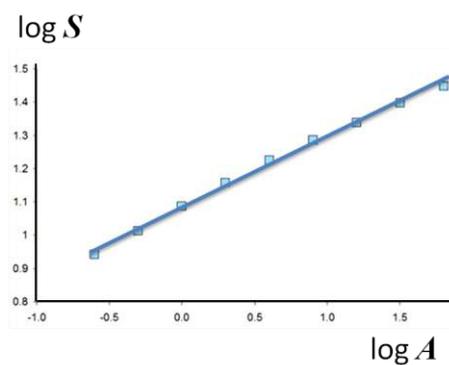
S = Richesse spécifique ; A = Surface échantillonnée ; c et z = constantes

La courbe puissance est souvent linéarisée à l'aide d'une transformation log, ce qui permet de

comparer la pente z entre différentes communautés : $\log S = \log c + z \log A$

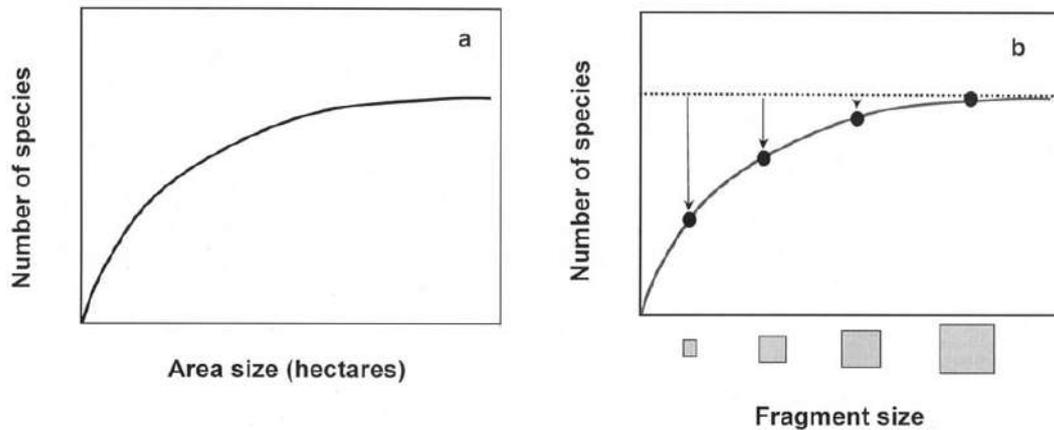


$$S = cA^z$$

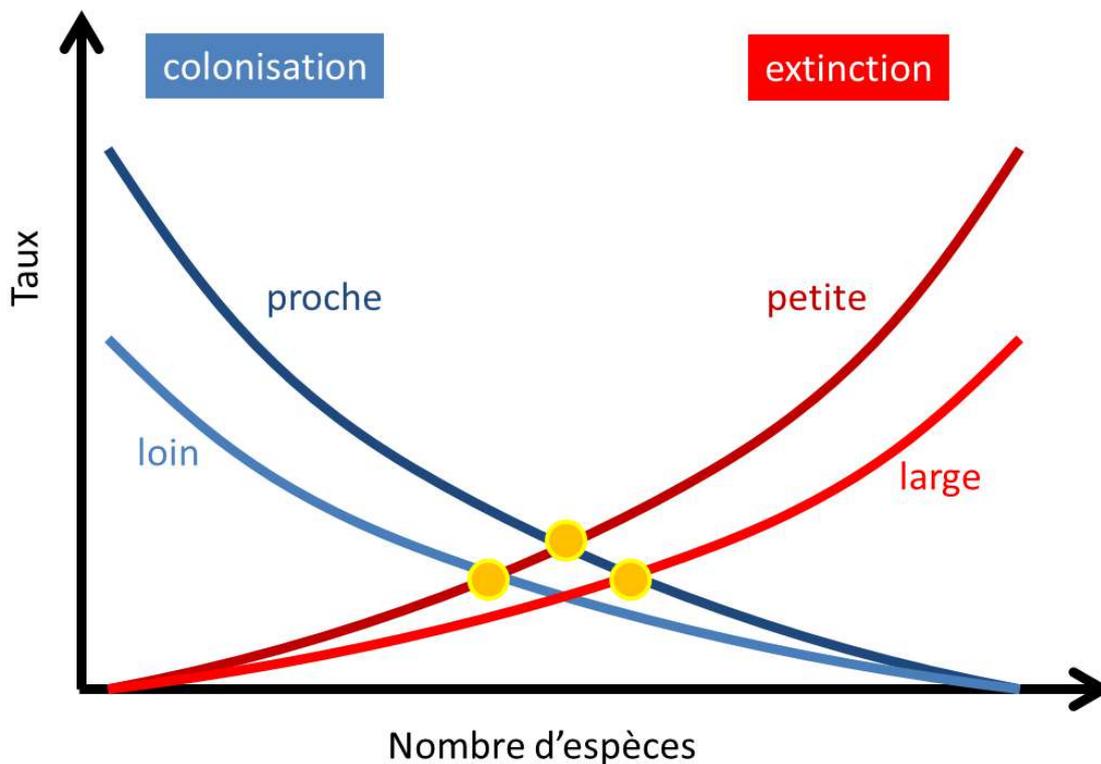


$$\log S = \log c + z \log A$$

La relation aire-espèces peut indiquer l'ampleur de la perte d'espèces sous l'effet de la fragmentation.



Dans le cas des îles, plus une île est petite moins elle est riche en espèces comme on vient de voir dans la relation aire-espèces. Cependant, plus l'île est éloignée du continent (source de dispersion des espèces) plus sa colonisation est difficile. Selon la théorie de Biogéographie Insulaire de MacArthur & Wilson (1967), la richesse des espèces d'une île résulte d'un équilibre entre le taux d'immigration (colonisation) de nouvelles espèces et le taux d'extinction des espèces présentes. La probabilité de colonisation est inversement proportionnelle au nombre d'espèces présentes à cause de la compétition interspécifique. De même, à cause de la compétition, la probabilité pour qu'une espèce installée s'éteigne est proportionnelle au nombre d'espèces présentes. Cette théorie est représentée par la figure suivante.



3) Diversité spécifique : aspect fondamental de la structure des communautés

La diversité spécifique d'une communauté est la variété de formes d'organismes qui la composent.

La diversité spécifique a deux composantes:

- La richesse spécifique : nombre total d'espèces de la communauté.
- L'abondance relative des différentes espèces : proportion de chaque espèce par rapport à l'ensemble des individus de la communauté.

La diversité spécifique dépend à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative. La mesure de la diversité spécifique peut être difficile (difficultés taxonomiques, l'échantillonnage ne couvre pas toutes les espèces: voir figure), mais elle est essentielle pour comprendre la structure d'une communauté et pour la conservation biologique.

- **Indice de diversité spécifique H (Shannon-Weaner)**

$$H = -\sum p_i \log p_i$$

p_i = proportion de la i-ème espèce sur n espèces, mesurée par sa "fréquence" relative

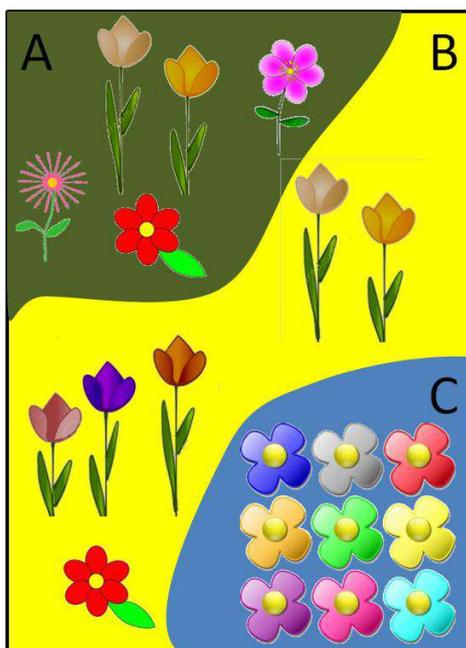
H=0 (valeur minimale) quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce

H augmente à mesure que le nombre d'espèces augmente

Pour un nombre donné d'espèces, H est maximum quand toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillon ($H = \log n$). Par contre, plus la structure de l'échantillon est dominée par une espèce, moins il est diversifié. La régularité (ou équitabilité) est une mesure relative de la diversité, variant de 0 à 1.

- **L'indice d'équitabilité de Shannon peut être calculé selon la formule suivante :**

$$R = H / H_{max} = (-\sum p_i \log p_i) / \log n$$



Diversité Alpha: Diversité par habitat

A: 5 espèces

B: 6 espèces

C: 9 espèces

Diversité Beta: Diversité entre habitats

A vs B: 5 espèces

A vs C: 14 espèces

B vs C: 15 espèces

Diversité Gamma: Diversité d'habitats

3 habitats et 17 espèces

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

