

TD 5 (Partie 1) Indices écologiques pour la mesure de la biodiversité

La biodiversité naturelle signifie la variété totale des formes de vie sur terre, depuis la diversité des gènes jusqu'à celle des écosystèmes. Pour l'estimer, on doit faire appel à plusieurs paramètres de mesure. Un seul indice ne suffit pas toujours pour résoudre des problèmes de conservation ou pour avoir une idée complète sur la situation écologique de l'environnement et des populations.

Les mesures de la biodiversité sont basées sur des aspects phylogénétiques ou fonctionnels, qui se révèlent pertinents en biologie de la conservation. Parmi ces indices, les plus importants et les plus utilisés en écologie sont :

1- La richesse des espèces (S) :

L'indice le plus courant en étude de la biodiversité est la richesse des espèces (S), c'est-à-dire le nombre d'espèces représentées en un lieu donné. Un inventaire simple peut donner une idée sur toutes les catégories des espèces présentes dans un milieu.

2-L'abondance spécifique (A):

C'est le nombre des individus pour chaque espèce identifiée dans un milieu donné. L'abondance relative (A_r) est plutôt le pourcentage de la présence d'une espèce par rapport à la présence du peuplement :

$$A_r = A(i) \times 100 / A \text{ (total)}$$

3- L'équitabilité des espèces (J):

L'équitabilité (J) désigne la distribution égale des individus au sein des espèces. En d'autres mots, elle renseigne sur l'abondance relative des différentes espèces et de leur régularité dans la population.

$$J = H' / H_{\max}$$

$$H_{\max} = \text{Log}_2 (S)$$

H' : diversité spécifique.

S: Est le nombre d'espèces formant le peuplement.

4- L'indice de Simpson (D):

Il combine la richesse et l'équitabilité des espèces. C'est la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce dans un peuplement.

$$D = \frac{\sum ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus

5- L'indice de Shannon Weaver (H'):

Il permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement, de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu, et d'observer par conséquent l'évolution d'une population au cours du temps. Plus la valeur de l'indice de Shannon Weaver (H') est élevée, plus la diversité est importante:

$$H' = -\sum (ni/N) \times \ln (ni/N)$$

Où :

S : nombre total d'espèces ;

ni/N: abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :

ni : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Exercice 01 :

Le tableau suivant indique les valeurs d'abondance de cinq espèces différentes pendant 3 saisons différentes. Calculer l'indice de Shannon-Weaver (H') pour chaque saison.

Tableau 1 : Abondance de cinq espèces différentes pendant trois saisons différentes

Espèces	Automne	Hiver	Printemps
E1	3	13	6
E2	3	20	20
E3	2	3	3
E4	0	4	1
E5	1	2	0

Solution :**Tableau 2 :** Valeurs de l'indice de diversité de Shannon –Weaver pour chaque saison

Espèces	Automne	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	3	0,33	-1,10	-0,37
E2	3	0,33	-1,10	-0,37
E3	2	0,22	-1,50	-0,33
E4	0			
E5	1	0,11	-2,20	-0,24
Totaux	9			H'=1,31

Espèces	Hiver	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	13	0,31	-1,17	-0,36
E2	20	0,48	-0,74	-0,35
E3	3	0,07	-2,64	-0,19
E4	4	0,10	-2,35	-0,22
E5	2	0,05	-3,04	-0,14
Totaux	42			H'=1,27

Espèces	Printemps	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	6	0,20	-1,61	-0,32
E2	20	0,67	-0,41	-0,27
E3	3	0,10	-2,30	-0,23
E4	1	0,03	-3,40	-0,11
E5				
Totaux	30			H'=0,94

Interprétation des tableaux :

L'indice de Shannon Weaver permet de caractériser la diversité d'un peuplement. Un milieu favorable à l'installation de nombreuses espèces correspond à un indice de diversité élevé. Les valeurs les plus élevées de H' correspondent à un prélèvement équilibré et diversifié. Il mesure le degré et le niveau de complexité du peuplement. A l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité.

D'après les tableaux, les valeurs de l'indice de la diversité de Shannon – Weaver varient (en fonction d'une saison) entre 0.94 au printemps et 1.31 en automne. La faune et la flore est peu différente durant la saison hivernale et automnale, alors que durant le printemps on observe

une chute floristique et faunistiques qui se traduit par une valeur faible de l'indice (écosystème déséquilibré bouleversé).

- Si $H' \circ (0 - 2,5)$ est faible, ce qui implique que le milieu est peu diversifié (cas des milieux spécialisés ou l'on note généralement la dominance d'une seule espèce ou d'un petit nombre d'espèces sur l'ensemble des espèces de la communauté).

- Si $H' \circ (2,6 - 3,9)$ est moyen, ce qui implique que le milieu est relativement riche en espèces.

- Si $H' \circ (4-5)$ est élevé (cas des milieux isotropes ou les espèces tendent vers l'équiprobabilité).

TD 5 (Partie2) (L'indice de polluosensibilité spécifique)

Exercice 02:

Le tableau suivant indique les valeurs d'abondance, les valeurs de sensibilité à la pollution et les valeurs indicatrices de quelques espèces des diatomées. Calculer l'indice de polluosensibilité spécifique (IPS) de ce milieu.

Tab 03. Abondance (ni), sensibilité à la pollution (s) et valeurs indicatrices (v) de quelques espèces diatomiques recensées dans une rivière

Genre	Espèce	ni	si	vi
Achnanthes	A. hungaricaGrünow	13	2	3
Amphora	A. pediculusKützing	6	4	2
Craticula	C. accomoda (Hustedt) D.G. Mann	8	1	3
Cyclotella	C. atomusHustedt	23	2	1
Navicula	N. lanceolataAgardh (Ehr.)	43	3	1
Neidium	N. Iridis (her.) cleve	21	5	2
Melosira	M. nummuloides (Dillwyn) Agardh	17	2	3
Sellaphora	S. pupula (Kützing) Mereschkowski D. G. Mann	11	2	2

Solution :

$$IPS1 = \frac{\sum(Ai \times Si \times Vi)}{\sum(Ai \times Vi)}$$

Genre	Espèce	Ni	A	si	vi	Axsi ^{vi}	Axvi
Achnanthes	A. hungaricaGrünow	13	9,15	2	3	54,93	27,46
Amphora	A. pediculusKützing	6	4,23	4	2	33,80	8,45
Craticula	C. accomoda (Hustedt) D.G. Mann	8	5,63	1	3	16,90	16,90
Cyclotella	C. atomusHustedt	23	16,20	2	1	32,39	16,20
Navicula	N. lanceolataAgardh (Ehr.)	43	30,28	3	1	90,85	30,28
Neidium	N. Iridis (her.) cleve	21	14,79	5	2	147,89	29,58
Melosira	M. nummuloides (Dillwyn) Agardh	17	11,97	2	3	71,83	35,92
Sellaphora	S. pupula (Kützing) Mereschkowski D. G. Mann	11	7,75	2	2	30,99	15,49
N		142				479,58	180,28

$$IPS=4.75 \times IPS1-3.75$$

IPS1	2,66
IPS	8.89

L'indice IPS est égale à 8.89 donc la rivière présente une mauvaise qualité d'eau avec une forte pollution.

Td 06 : Indices biologiques de pollution des milieux

Exercice 03:

Les données du tableau suivant indiquent les valeurs de quelques indices biologiques des bioindicateurs des milieux dans plusieurs stations. Classer les stations en fonction des valeurs de ces indices. Quelle est la station la moins polluée et la plus polluée parmi les 5 stations.

Tableau 04. Valeurs de quelques indices biologiques de plusieurs stations

Stations Indices	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	Station 05
IPS	9,02	15,03	12,09	17,20	5,50
IBD	17,9	17,8	15	19,2	14,1
IBGN	19,79	13	9,50	20,08	7,13
IOBS	3,02	3,59	1,30	15,35	2,08
IPR	7,3	6,6	123	6,9	36,6

Solution

1-IPS : Indice de polluosensibilité spécifique. Les valeurs d'IPS varient de 5,50 (S05) jusqu'à 17,20 (S04). Le milieu est mauvais (S05), moyen (S01 et S03), bon (S02) et très bon (S04).

2-IBD : Indice biologique diatomique. Les valeurs d'IBD varient de 14,10 (S05) jusqu'à 19,2 (S04). Le milieu est bon (S03 et S05) et très bon (S01, S02 et S04).

3-IBGN : Indice biologique globale normalisé. Les valeurs d'IBGN varient de 7,13 (S05) à 20,08 (S04). Le milieu est mauvais (S05), moyen (S03), bon (S02) et très bon (S01 et S04).

4-IOBS : Indice Oligochètes de bioindication des sédiments. Les valeurs d'IOBS varient de 1,30 (S03) à 15,35 (S04). Le milieu est médiocre (S03), moyen (S05), bon (S01 et S02) et très bon (S04).

5-IPR : Indice poissons rivière. Les valeurs d'IPR varient de 6,6 (S02) à 123 (S03). Le milieu est très mauvais (S03 et S05), bon (S01) et excellent (S02 et S04).

La station la moins polluée est la station (S04). La station la plus polluée est la station (S05).