

## 1.1 Richesse spécifique (S)

La Richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

**S = nombre d'espèces de la zone d'étude**

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement (ex : nombre d'espèces de polychètes/mollusques, etc...).

Il permet de également de distinguer :

- des variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres ;
- des variations temporelles : des minima et maxima en fonction des saisons et des stations.

Il présente cependant l'inconvénient d'être fortement dépendant de la taille des échantillons (le nombre d'espèces échantillonnées augmentant avec la surface échantillonnée) et du type d'habitat (la richesse spécifique varie en fonction du type de substrat, de la profondeur, de la salinité...).

Il reste ainsi difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu. Simboura et Zenetos (2002) suggèrent toutefois de lui attribuer des valeurs seuil pour différents types de groupes écologiques et pour différents habitats.

Plusieurs relations espèces-individus ont été établies dans l'objectif d'estimer au mieux la richesse spécifique absolue, indépendamment de la taille de l'échantillon (Peet, 1974) :

## 1.2 Abondance (A)

**A = Nombre d'individus d'une espèce**

Face à une pollution, les espèces vont suivre trois types de réaction selon leur sensibilité :

- disparaître, pour les plus sensibles ;
- se maintenir, pour les indifférentes ;

- profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes.

Ces différentes réponses vont se traduire au niveau de l'abondance des espèces. Les profils d'abondance dans le temps sont donc largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants dans les sédiments, au même titre que les courbes de biomasse et de richesse spécifique.

## 2 - Indices de diversité

La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. Deux principaux indices ont été développés : l'indice de Shannon-Wiener, et l'indice de Simpson.

Grâce à l'étude de la réponse de ces indices à des variations de populations virtuelles, Peet (1974) les a classés en deux catégories :

- **l'indice de Shannon** dans les indices de type I, sensibles aux variations d'importance des espèces les plus rares ;
- **l'indice de Simpson** dans les indices de type II, sensibles aux variations d'importance des espèces les plus abondantes.

La richesse spécifique déterminée à partir des échantillons dépend non seulement du nombre d'espèces, mais aussi du nombre d'individus représentant chaque espèce (leur fréquence relative). Dans un milieu où l'on compte cinq espèces équitablement représentées, et dans un autre où, parmi cinq espèces, l'une représente 95% des individus, l'échantillonnage va permettre de prélever une certaine quantité d'individus (par exemple 5). Le nombre d'espèces représentées par ces cinq individus sera donc plus élevé dans le premier milieu que dans le second. La répartition des individus doit donc être estimée afin de mesurer la pertinence des indices de diversité. Ceux-ci sont donc le plus souvent accompagnés d'indices d'équitabilité, traduisant la répartition des abondances des espèces dans le peuplement.

Les principaux indices d'équitabilité consistent le plus souvent à établir le rapport entre la diversité mesurée et la diversité théorique maximum pour une taille d'échantillon et un nombre d'espèces données. Cependant la valeur du nombre total d'espèces de la population échantillonnée reste pratiquement impossible à déterminer.

Il est donc d'usage de prendre le nombre total d'espèces de l'échantillon comme valeur pour les calculs. Cependant, cette valeur sous-estime le nombre réel d'espèces et étant fortement dépendante de la taille des échantillons, l'équitabilité se trouve toujours surestimée (Peet, 1974). En fonction de l'indice de diversité sur lequel il est basé, l'indice d'équitabilité donnera plus ou moins de poids aux espèces rares (indice de Shannon) ou abondantes (indice de Simpson).

Outre les indices de Shannon-Wiener et de Simpson, Hill (1973) propose à partir de sa série d'indices, divers ratios ne dépendant pas de la taille de l'échantillon et donnant une idée de l'équitabilité des mesures sans toutefois correspondre parfaitement à la définition de l'équitabilité. Leur utilisation reste donc difficile à interpréter.

## 2.1 Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (Gray *et al*, 1992). Il est donné par la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log p_i$$

**L'indice de Shannon = 0 quand il y a une seule espèce.**

Où :

$p_i$  = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :  $p_i = n_i/N$ ;

$S$  = nombre total d'espèces;

$n_i$  = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

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

Il est nécessaire de préciser la base du logarithme utilisée (base 2 (la plus courante), base 10, etc...).

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à  $\log S$  (lorsque toutes les espèces ont même abondance).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou :

$$J' = H'/H'_{max}$$

**$H'_{max} = \log S$**  (S= nombre total d'espèces)

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat. Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu à moins de déterminer au préalable des valeurs seuil pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, ainsi que l'ont proposé Simboura et Zenetos (2002)

## **2.2 Indice de Simpson et indice de diversité 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.

Pour un échantillon infini, l'indice est donné par :

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Pour un échantillon fini :

$$L = \sum [n_i (n_i - 1)] / [N (N - 1)]$$

Où :

$p_i$  = 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 :

Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum). Il est accompagné d'un indice d'équitabilité exprimé de la façon suivante :

$$\text{Equitabilité} = (D - D_{\min}) / (D_{\max} - D_{\min})$$

$$\text{Equitabilité} = D / D_{\max}$$

Où :

$D$  = valeur de l'hétérogénéité mesurée dans la population échantillonnée

$D_{\min}$  et  $D_{\max}$  = valeurs minimum et maximum possibles pour le nombre d'espèce et la taille de l'échantillon considéré.

Cet indice d'équitabilité permet d'exprimer la dominance d'une espèce lorsqu'il tend vers 0, ou la codominance de plusieurs espèces lorsqu'il tend vers 1.