

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SETIF 1 FERHATABBES

FACULTE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES ETUDES DE BASES

N°/EB/SNV/2024

Polycopié des travaux dirigés

A l'usage des étudiants de la deuxième année Licence (Palier L2)

DOMAINE

SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE

Ecologie et Environnement

UNITE D'ENSEIGNEMENT FONDAMENTALE

ECOLOGIE GENERALE

Préparé par **Dr. Beldjazia Amina**

Année universitaire 2023-2024

Semestre: 4^{ème} Semestre

U.E: Unité d'Enseignement Fondamentale 2

Matière : Ecologie générale

Objectif de l'enseignement

L'objectif de la matière est de faire comprendre aux étudiants la notion d'écosystème, les facteurs abiotiques et biotiques et les interactions entre ces facteurs, les composants de l'écosystème et son fonctionnement.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Sans pré-requis

Contenu de la Matière

Chapitre I

1.1. Définition de l'écosystème et des constituants (Notions de biocénose et facteur écologique.)

1.2. Domaines d'intervention

Chapitre II: Les Facteurs du milieu

2.1. Facteurs abiotiques

2.1. Climatiques

2.2. Edaphique

2.3. Hydrique

2.2. Facteurs biotiques

2.2.1. Compétitions

2.2.2. Ravageurs et Prédateurs

2.2.3. Interaction de coopération et de symbiose

2.2.4. Parasitisme

2.3. Interaction des milieux et des êtres vivants

2.3.1. Rôle des facteurs écologiques dans la régulation des populations

2.3.2. Notion d'optimum écologique

2.3.3. Valence écologique

2.3.4. Niche écologique.

Chapitre III: Structure des écosystèmes

3.1. Structure des chaînes alimentaires ; relations entre les producteurs (autotrophes) et leur dépendance des nutriments et de l'énergie lumineuse ou chimique.

3.2. Les consommateurs (Hétérotrophes) qui sont liés aux producteurs et enfin les décomposeurs qui assurent le recyclage et la minéralisation de la matière organique.

Chapitre IV: Fonctionnement des écosystèmes

4.1. Flux d'énergie au niveau de la biosphère :

4.2. Notions de pyramides écologiques, de production, de productivité et de rendement bioénergétiques

4.3. Circulation de la matière dans les écosystèmes et principaux cycles bio géochimiques

4.4. Influence des activités humaines sur les équilibres biologiques et particulièrement sur la perturbation des cycles bio géochimiques (conséquences de la pollution des milieux aquatiques et de la pollution atmosphérique (eutrophisation , effet de serre , ozone, pluies acides.)

Chapitre V: Description sommaire des principaux écosystèmes

5.1. Forêt, prairie, eaux de surface, océan

5.2. Evolution des écosystèmes et notion de climax

Travaux Dirigés :

Les travaux dirigés concernent les méthodes appliquées pour l'étude du milieu.

Travaux pratiques : sorties sur le terrain, évaluation de certains paramètres (mesures de biomasse..)

Mode d'évaluation

Contrôle continu et examen semestriel

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*) :

1. DAJET P. et GORDAN M., 1982- Analyse fréquentielle de l'écologie de l'espèce dans les communautés. Ed. Masson.
2. RAMADE F., 1984- Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill.

Avant – propos

Les travaux dirigés en Ecologie générale vise à former des les étudiants (filière Ecologie et Environnement) à même d'optimiser et d'utiliser les stratégies d'écologie en développant des concepts et des outils pertinents aux différentes échelles et forme d'occupation de la terre (gènes, population, communautés, écosystèmes.....). Les étudiants sont ainsi formés aux travers d'enseignements théoriques et des sorties au terrain.

Les étudiants travailleront au développement et à la mise en place d'indicateurs caractérisant l'état d'un système écologique, à l'identification et l'évaluation des conséquences des actions humaines sur les systèmes écologiques, et de modes d'actions pour amener le système écologique dans un état souhaité.

Les travaux dirigés en Ecologie générale seront réalisés sous deux modes :

a- Mode 1 : Sortie dans le campus universitaire à El Bez :

Les TD qui seront réalisés sur terrain nécessite de faire un compte rendu dans la fin de la séance en mettant les informations observées avec des illustrations. Dans ce cadre les enseignants expliquent aux étudiants comment ils vont rédiger ce compte rendu et divise les étudiants à des sous groupes.

b- Mode 2 : Exercices

Il s'agit dans ce contexte de faire des applications au cours de la séance de TD dans la salle

Table de Programme des travaux dirigés

TD 1 : Description des composantes d'un Ecosystème (Chapitre I).....	4
TD 2 : Les facteurs Abiotiques : Facteurs Climatiques (Chapitre II).....	8
TD 3 : Les facteurs Abiotiques : Facteurs édaphique (Chapitre II).....	12
TD 4 : Les facteurs biotiques (Chapitre II).....	15
TD 5 : Influence de la température sur les êtres vivants (Chapitre II).....	18
TD 6 : Structure de la chaine alimentaire (Chapitre III et IV).....	21
TD 7 : Transfert du flux d'énergie au niveau de la biosphère (Chapitre IV).....	25
TD 8 : Action de l'activité de l'homme sur l'équilibre écologique : Cycle d'azote et Indicateurs d'eutrophisation (Chapitre IV)	28

TD 1 : Description des composantes d'un Ecosystème (Chapitre I)

Objectif :

On utilise l'étude des écosystèmes pour décrire n'importe quel coin dans la planète ainsi acquérir une meilleure compréhension de la nature.

Plan du TD :

Qu'est ce qu'un écosystème ?

C'est un lieu dans la nature formé par un certain espace et les êtres qu'ils habitent l'espace déterminée. Le milieu se forme par les composants abiotiques tels que l'énergie, la chaleur, la lumière, l'air, la disponibilité de l'eau et des éléments minéraux dans le sol. Les êtres qu'ils habitent un écosystème sont tous les êtres vivants comme les micro-organismes, les champignons, les végétaux, les oiseaux, les poissons, les insectes, les mammifères ou tout autre animal.

On peut classer les écosystèmes en deux catégories : naturelle et artificielle.

Nous pouvons donc diviser les écosystèmes en 4 types d'écosystèmes :

- 1- Ecosystème terrestre
- 2- Ecosystème aquatique
- 3- Ecosystème mixte
- 4- Ecosystème artificiel

En fonction de la taille du biotope : un écosystème peut ainsi avoir : **microécosystème**, **mésosystème** ou **macroécosystème**. Un micro-écosystème est donc un écosystème de petites dimensions, à l'instar de la souche d'un arbre, à l'inverse du macro-écosystème comme l'est une île de plusieurs kilomètres carrés.

Travail sur terrain

Sortie au niveau du compus universitaire El Bez et choisissez un endroit où il y a des plantations avec arbres (à titre d'exemple à coté des laboratoires de recherche, proche de la serre : il y a plantation avec *Cupressus sempervirens*).

Dans la zone choisie (limiter le champ de la zone) : les étudiants commence à décrire ce qu'ils observent.

On posant ces questions :

1. Quelles sont les composantes de ce milieu ? en principe vous aurez une réponse que le milieu se compose d'air, sol, végétation, s'il y a des insectes ou des fourmis, des vers de terres.....

2. Pour la végétation, combien d'espèces existe-t-il ? Les étudiants commencent à distinguer à travers des grands caractères morphologiques visibles (strate, taille, couleur des feuilles, forme des branches des arbres, fruits.....), et donnent le nombre d'espèces pas obligatoirement avec le nom scientifique. Vous pouvez répondre par exemple il y a 5 espèces réparties en : 2 de la strate arborescentes, 1 espèce de la strate arbustive et 2 espèces de la strate herbacée.

3. Pour chaque espèce : combien d'individus existent-ils ? Les étudiants comptent le nombre des individus pour chaque espèce qu'ils ont trouvés.

Ces réponses seront après illustrées sous forme de schéma comme suit : (C'est un modèle de présentation).

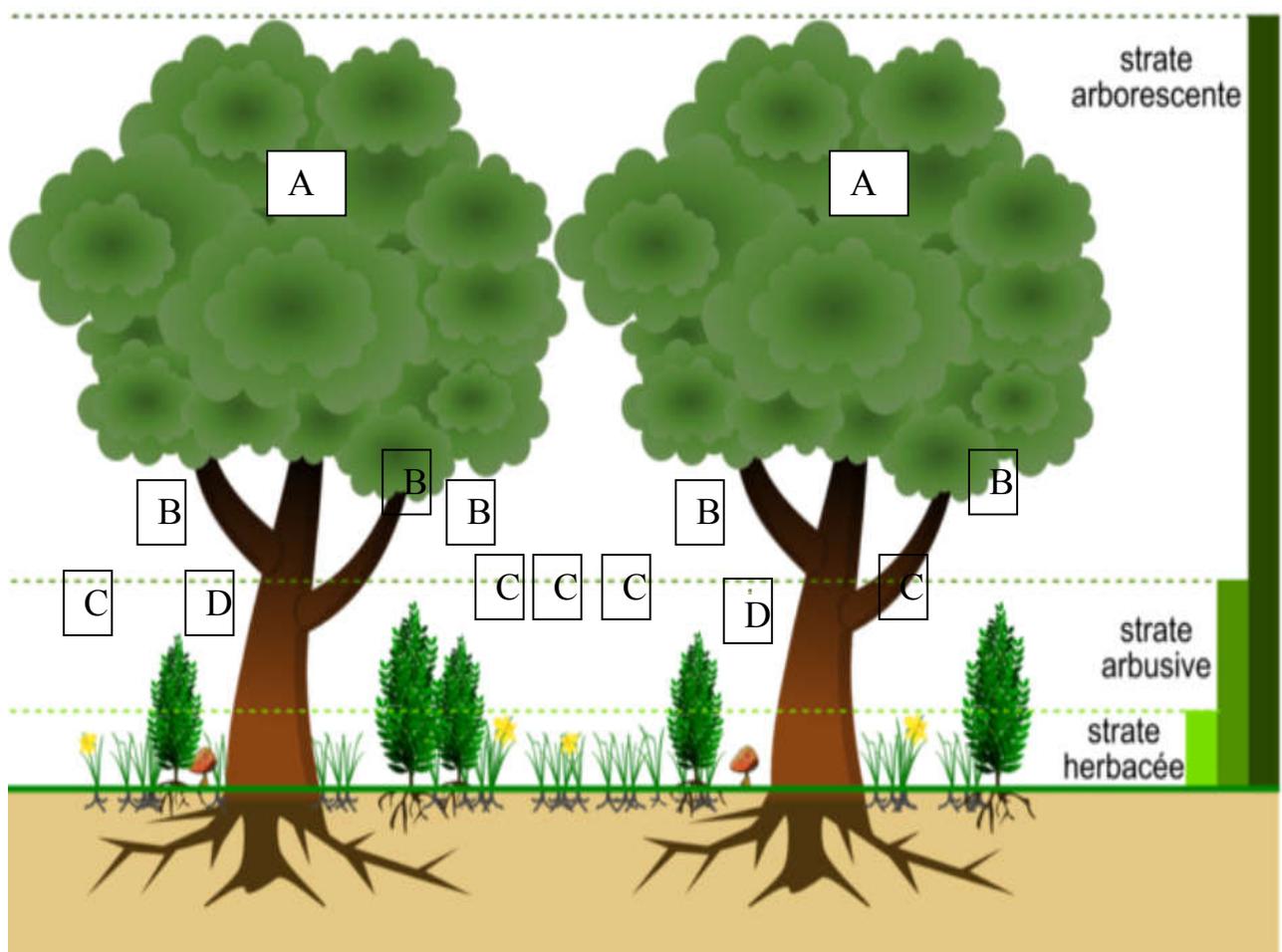


Figure 1 : Composante d'un Ecosystème

Légende :

A : Espèce 1

B : Espèce 2

C : Espèce 3

D : Espèce 4

Espèce	Nombre d'individus	Strate
Espèce 1
Espèce 2
Espèce 3
Espèce 4

TD 2 : Les facteurs Abiotiques : Facteurs Climatiques (Chapitre II)

Objectif :

Tous les écosystèmes comprennent les facteurs abiotiques (non vivants) et les facteurs biotiques (vivants). A travers ce TD les étudiants déterminent les caractéristiques et la nature des facteurs abiotiques qui existent sur terrain.

Plan du TD :

I. Sur Terrain

Aller directement sur terrain et faire ces explications en posant des questions aux étudiants sur :

1- Quelles sont les différents types des facteurs abiotiques ?

Les facteurs abiotiques sont des composantes du biotope : On peut les classer en :

Facteurs climatique (la température, la lumière, vent, humidité....etc.) y compris facteurs hydrique (relatif à l'eau) et les facteurs édaphiques (regroupe les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol).

Chacun de ces facteurs jouent un rôle primordial dans l'équilibre de l'écosystème.

2- Quelles sont les différentes échelles du climat ?

Selon la surface occupée d'une zone d'étude on peut classer le climat à :

a- Macroclimat (régional) : climat d'une région géographique importante comme exemple pays entier, continent, terre entière

b- Mésoclimat : se limite à une région naturelle d'étendu limité comme exemple climat de forêt de Zénadia, bassin versant de Oued Bousselem dans la wiliya de Sétif.

c- Microclimat : s'étend à des centaine de m² à des dizaine de cm² comme par exemple un espace vert à l'intérieur du campus el bez (université Ferhat Abbas Sétif1), la serre, face inférieur d'une pierre, un champ...

3- Donner un exemple de Microclimat :

Les étudiants peuvent voir les sites des microclimats dans le Campus universitaire El bez Sétif.

Avec l'application de weather.com : vous pouvez donner les valeurs des paramètres climatiques suivant : Température, humidité, vent, quantité de pluie, indice ultra violet. Ces valeurs sont liées à une localisation spécifiée et un temps déterminé.

II. Dans la salle

4- Quelles sont les différents types de relief ?

Le relief est un élément important à prendre en compte lorsqu'on étudie un territoire.

Il existe différents types de relief, comme les montagnes, les vallées, les collines, les plateaux et les plaines.

- Une **montagne** est un relief qui s'élève très haut.
- Une **vallée** est un creux situé entre deux zones élevées, comme des montagnes.
- Une **colline** est une petite élévation de terrain au sommet arrondi.
- Un **plateau** est une région relativement plate qui peut se trouver à différentes altitudes. Les plateaux sont creusés par des vallées où coulent les cours d'eau.
- Une **falaise** est formée d'un escarpement rocheux en pente abrupte.
- Une **plaine** est une région plate

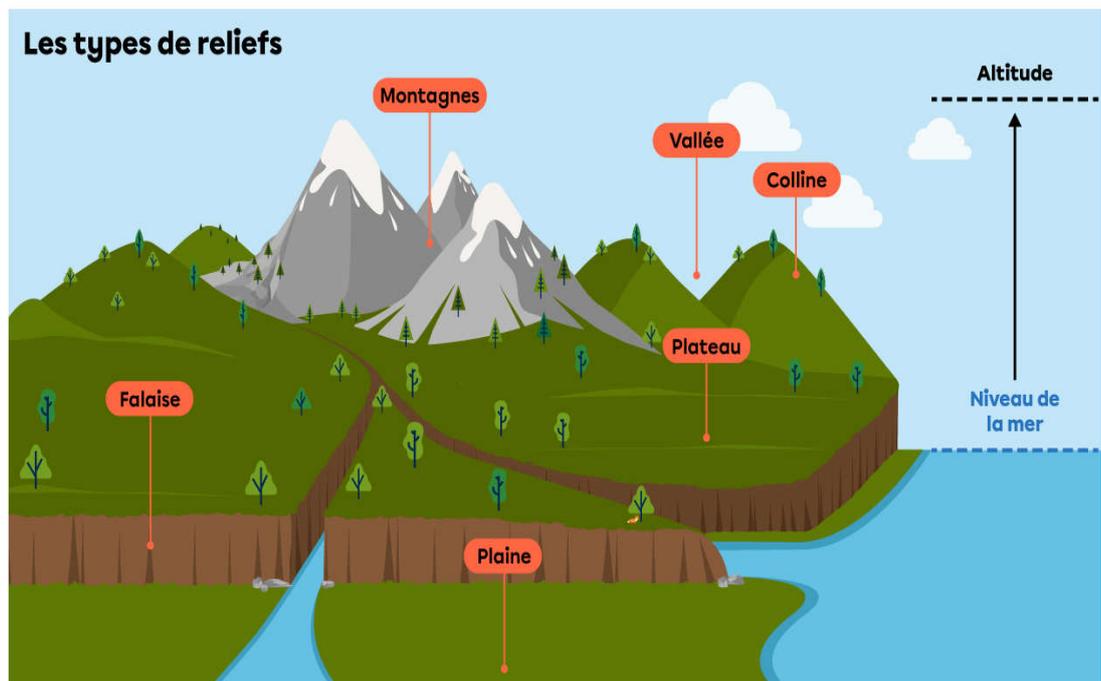


Figure 2: Les types de reliefs.

5- Quelles sont les facteurs de la variation du climat ?

Le climat est déterminé par les facteurs météorologiques: la température, la pression atmosphérique, le vent, l'humidité et les précipitations, ainsi que les facteurs géographiques: la latitude, l'altitude (relief), la continentalité, l'influence maritime et les réalisations de l'être humain.

6- Spécificité du climat d'un écosystème à travers : Température, précipitation et relief

Exercice :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations à l'aide de deux courbes respectives. Pour réaliser on reporte sur l'axe horizontal les douze mois de l'année, et sur deux axes verticaux, l'un à gauche pour les précipitations en mm et l'autre à droite pour les températures mensuelles en °C. Les axes verticaux doivent être gradués de telles sortes que $P = 2T$.

Le tableau 1 présente les données relatives à deux stations :

Tableau 1 : Variation des températures et précipitations pour la station Ain Sfiha et Belkheir

Station		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Ain Sfiha (Sétif) (1011m)	P	39,49	31,13	40,28	45,57	40,68	21,11	13,33	20,24	37,62	31,06	36,82	40,51
	T	5,32	6,19	9,35	12,37	17,39	23,08	27,13	26,50	21,27	16,33	10,13	6,23
Belkheir (Guelma) (227m)	P	91.03	57.36	61.71	65.04	54.15	23.61	3.49	10.9	36.84	42.14	72.48	87.5
	T	10.10	10.85	12.63	14.84	19.43	23.36	26.93	227.83	24.57	20.89	15.13	11.24

1- Réaliser le diagramme ombrothermique pour les deux stations.

2- Que constatez-vous ?

Solution :

A travers cet exemple vous expliquer aux étudiants comment on réalise le diagramme, ainsi que son interprétation. Vous faites ensemble la 1^{ère} station et vous expliquer le principe de base et après la 2^{ème} station complétera comme un devoir sur papier millimétrique et n'oubliez pas tout d'abord de calculer 2T avant de faire la présentation.

La 2^{ème} question sera traitée avec cette manière : Qu'est ce que vous remarquer à travers les 2 diagrammes ? Combien de mois se déroule la période sèche pour les deux stations ? Quelle est le facteur responsable de cette variation ?

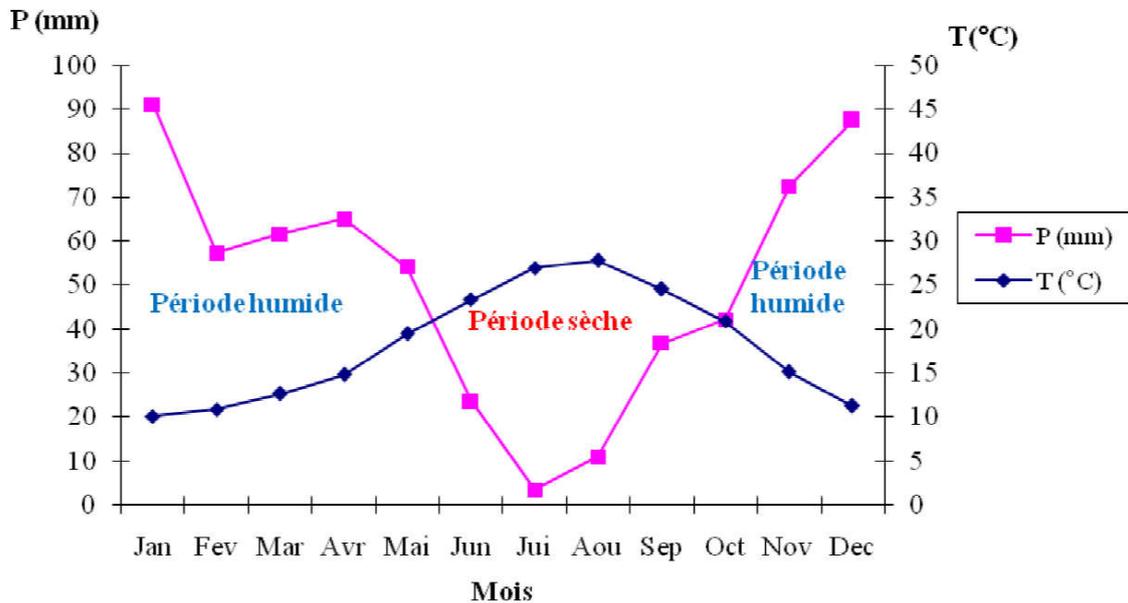


Figure 3: Modèle d'un Diagramme ombrothermique de la station de Belkhier (Guelma).

Le compte rendu de ce TD :

Les étudiants doivent faire un compte rendu de ce TD avec les points suivant :

- 1- Les différents types des microclimats vus sur le terrain avec les valeurs des paramètres mesurés
- 2- Exercice de diagramme ombrothermique

TD 3 : Les facteurs Abiotiques : Facteurs édaphique (Chapitre II)

Objectif :

L'objectif principal de ce TD vise à fournir aux étudiants une base solide pour comprendre le rôle crucial des sols dans les écosystèmes terrestres et leur importance pour la durabilité environnementale. Il permet d'identifier et d'expliquer les principaux facteurs édaphiques, tels que la texture, la structure, l'azote, la matière organique, et leur influence sur la biodiversité et la productivité des sols.

Un facteur édaphique est un facteur **abiotique** lié à la composition physique ou chimique du sol trouvé dans une zone particulière.

1- Dégradation de la matière organique

Le rapport C/N (Carbone sur Azote)

Il permet d'avoir une idée moyenne sur l'état de dégradation de la matière organique du sol : **l'optimal se situe de 9 à 10.**

Si C/N est très élevé (sup.à 10): L'excès de carbone est signe d'une mauvaise dégradation de matières organiques.

Si C/N est élevé (sup.à 8): Consommation rapide des matières organiques. Ces sols donnent souvent de bons résultats agronomiques mais ils s'épuisent.

Exercice 1

Pour la caractérisation physico-chimique du sol du site expérimental, des échantillons composites de sol par profondeur (0-10, 20-30, 40-50 cm) ont été prélevés, puis séchés à l'air libre. Les échantillons ont été soumis aux analyses de carbone organique et azote totale au laboratoire d'analyse des sols et de chimie de l'environnement. Le tableau 2 présente les résultats obtenus :

Tableau 2 : Teneurs en azote et carbone du sol du site expérimental en fonction de la profondeur

Paramètres/Profondeur	0-10cm	20-30cm	40-50cm
Carbone organique (%)	4.48	4.52	3.61
Azote total (%)	0.32	0.26	0.20

- 1- Calculer le rapport C/N en fonction de la profondeur du sol ?
- 2- Interpréter et expliquer les valeurs obtenues ?

Solution :

- 1- $C/N_1 = 14$, $C/N_2 = 17.38$, $C/N_3 = 18.05$
- 2- Selon le rapport C/N, la matière organique est de mauvaise qualité.

2. Texture et travail du sol

La texture d'un sol est la répartition granulométrique de ses constituants. C'est la proportion entre les petites particules, les argiles, les particules de taille moyenne, les limons, et particules de grande taille, les sables (dont le diamètre reste tout de même inférieur à 2 mm). Les textures sont regroupées en classes : sol argileux, limono-sableux...en fonction de ces proportions. On ne considère que les particules minérales (on exclut la matière organique et les carbonates) et inférieures à 2 mm.

La texture apporte des informations utiles à la gestion de l'eau et de la fertilisation. Par exemple, un sol sableux draine beaucoup plus vite qu'un sol argileux. Elle est mesurable en laboratoire grâce à des techniques de sédimentation ou à un granulomètre laser.

Le triangle de texture

Le triangle de texture est un triangle équilatéral, dont les côtés représentent les teneurs en argile (axe droit), limons (axe basal) et sable (axe gauche), chaque axe étant gradué de 0 à 100%. La connaissance de la texture permet d'indiquer les tendances du sol quant à ses qualités physiques c'est-à-dire sa perméabilité.

Exercice 2 :

Positionnons dans ce triangle un point dont l'analyse granulométrique nous a donné la répartition suivante : 20% d'argile, 55% de limons et 25% de sable. La solution est ci-dessous (la zone LAS) (figure 4).

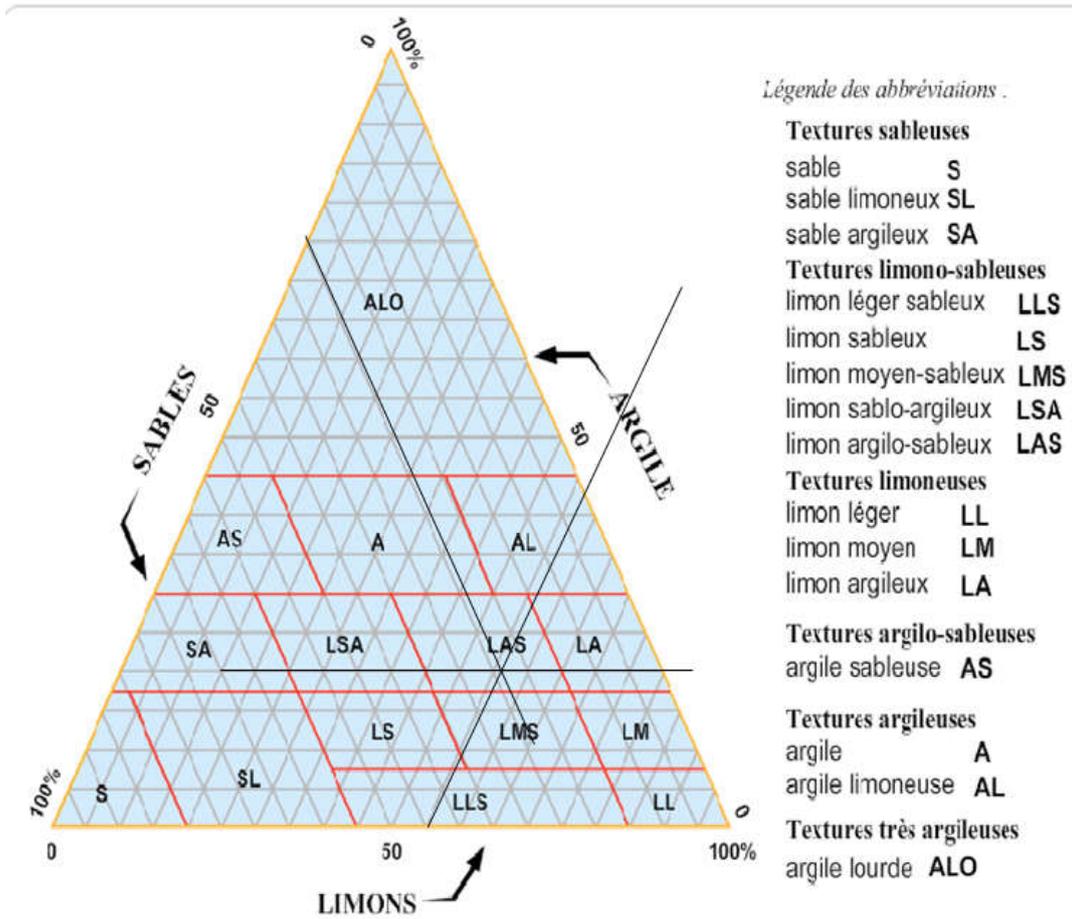


Figure 4. Positionnement des valeurs de l'analyse granulométrique sur le triangle de Texture

TD 4 : Les facteurs biotiques (Chapitre II)

Objectif

Les facteurs biotiques sont des facteurs vivants qui vont influencer la croissance d'une population ou la survie d'une espèce. Donc on a différents types des relations qui se classent en deux principales catégories l'une est à caractère intraspécifique et l'autre à caractère interspécifique. L'objectif principal de TD est de savoir déterminer sur le terrain quelques exemples de ces interactions.

1- Définition des relations interspécifiques et intraspécifiques

Dans un écosystème, les êtres vivants effectuent des interactions entre eux dont certaines peuvent être négative pour l'un des deux, tandis que parfois elles peuvent être positives pour les deux. Il peut exister également des types de relation où on observe du positif pour l'un mais pas pour l'autre et il existe également des relations neutre où aucun des deux ne tire d'avantage de cette interaction (fig. 5 et 6).

A. Relation intraspécifique : est une relation entre deux individus d'une même espèce

B. Relation interspécifique : est une relation entre individus qui appartiennent à des espèces différentes.

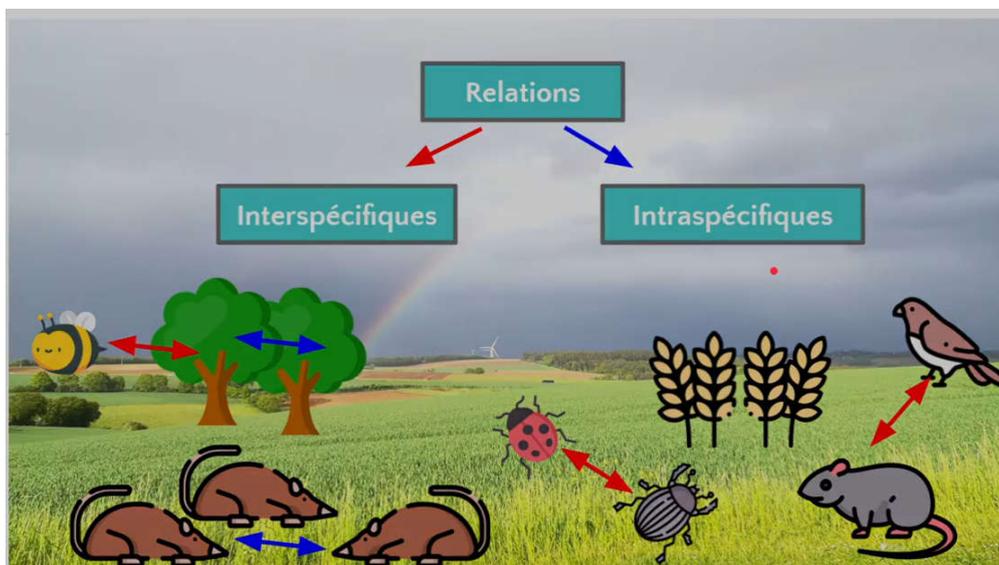


Figure 5 : Illustration des relations interspécifiques (flèches en rouge) et intraspécifique (flèches en bleu) au niveau d'un écosystème.

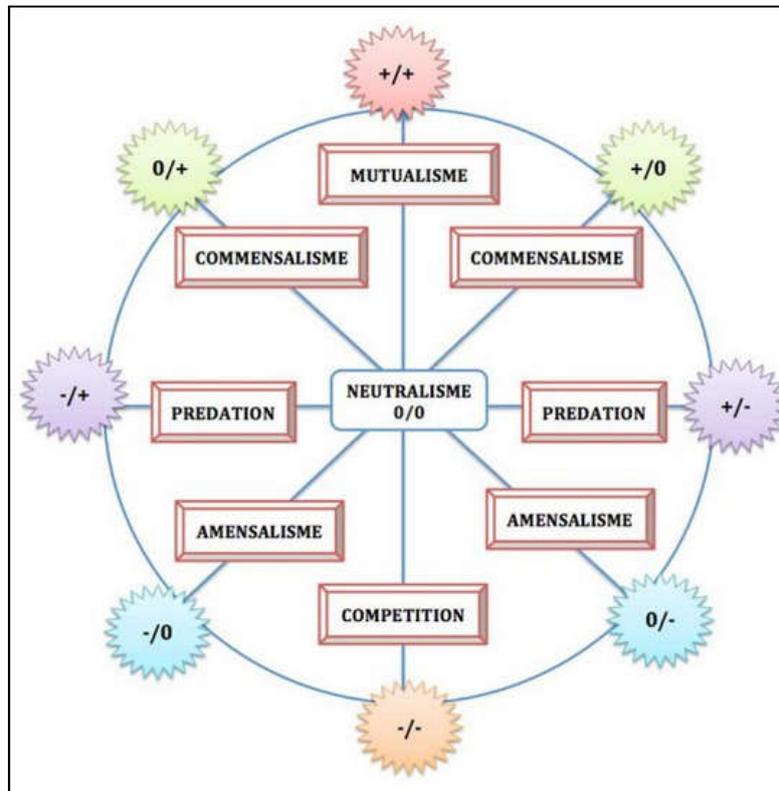


Figure 6. La boussole des interactions

2- Exemple des relations sur terrain

A. Coopération (+/+) : Exemple : les fourmis

Les fourmis vivent en communauté, donc elles ont énormément des relations entre elles. Les fourmis sont bien connues pour leur mode d'organisation sociale que l'on appelle l'eusocialité. Chaque Fourmis joue un rôle qui lui est propre et n'y déroge pas. La division des tâches est extrêmement spécialisée, ce qui est le principe même d'un superorganisme tel que la fourmilière. Ainsi, les fourmis non fertiles défendent la colonie, s'occupent des petits, nourrissent et protègent les fourmis fertiles qui, elles, sont uniquement chargées de la reproduction. Aucune fourmi ne travaille pour elle-même mais œuvre exclusivement pour la colonie.

B. Compétition : C'est le fait de se concurrencent pour l'accès à des ressources alimentaires, territoriales, partenariales. On a deux types

- 1- Compétition intraspécifique : entre les individus d'une même espèce. Ex : utilisation des ressources
- 2- Compétition interspécifique : entre les individus de différentes espèces Ex. Occupation du territoire dont on estime ça avec la densité de la population.

C. Mutualisme : Les deux partenaires trouvent un avantage, qu'elle n'arriverait pas à obtenir sans la présence de l'autre espèce. Exemple les insectes et les fleurs : cette relation n'est pas essentielle à la survie des deux espèces.

N.B. Vous pouvez donner autres exemple des relations.

TD 5 : Influence de la température sur les êtres vivants (Chapitre II)

Objectif

Les animaux sont moins influencés par les facteurs climatiques que les végétaux, car certains animaux migrent lorsque les conditions climatiques deviennent défavorable. D'autres animaux changent de comportement pour s'adapter aux nouvelles conditions climatique, comme l'hibernation des escargots pendant l'été et des ours pendant l'hiver. ...

L'objectif principal de ce TD est savoir déterminer l'influence des facteurs climatiques sur la répartition des animaux

1. Concepts importants

Un être vivant présente pour chaque facteur écologique des limites de tolérance entre lesquelles se situe *la zone de tolérance* et *l'optimum écologique*. C'est la loi de tolérance de Shelford. On peut la représenter par une courbe en forme de cloche (fig. 7).

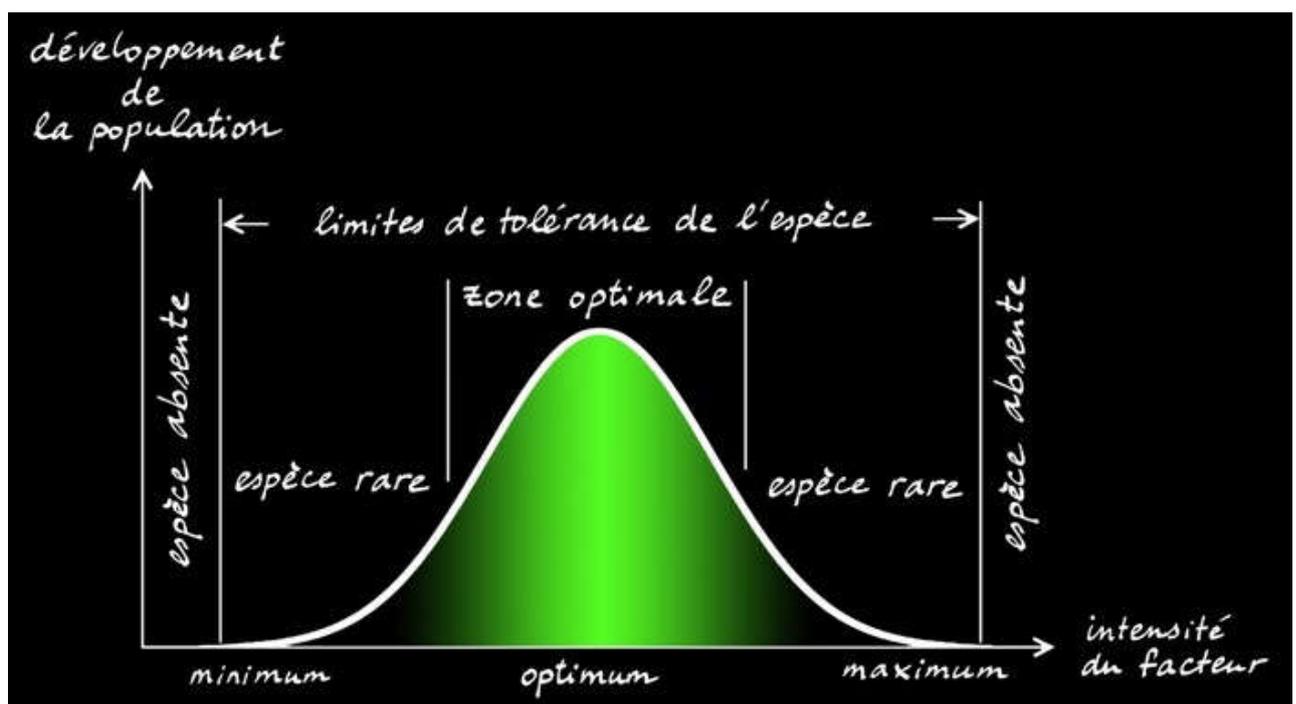


Figure 7 : Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique étudié (L'abondance de l'espèce est maximale au voisinage de l'optimum écologique).

Un **optimum écologique** est la valeur d'un facteur écologique, limitant, biotique ou abiotique, pour laquelle l'activité biologique est optimale.

La zone de tolérance écologique, pour une espèce et un facteur écologique donnés, correspond à la fourchette de valeurs de ce facteur dans laquelle l'espèce peut se développer.

2. Exercice

Le tableau ci-dessous résume l'étude statistique des températures que peuvent supporter les Fourmies bruns.

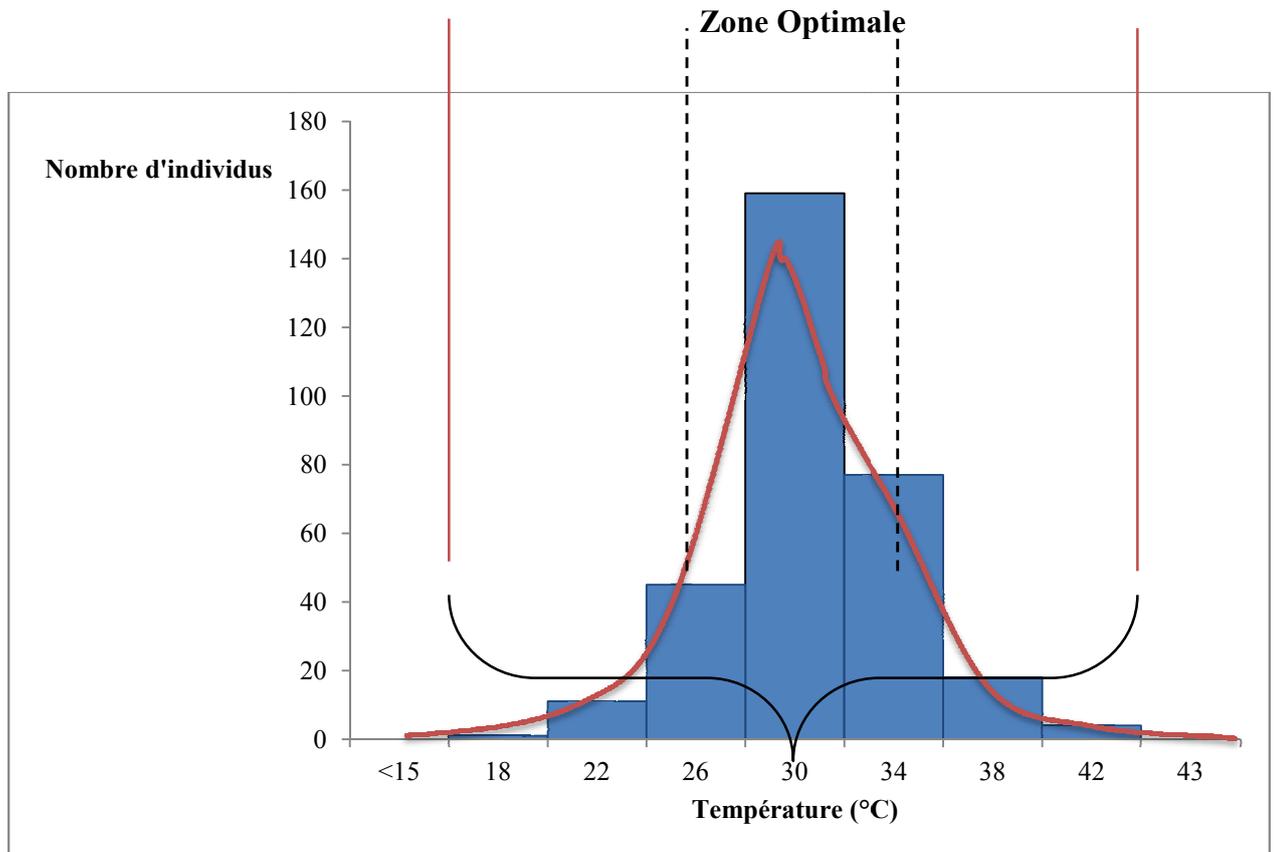
Tableau 3. Variations des températures que peuvent supporter les Fourmies bruns.

Température (°C)	<15	15-18	19-22	23-26	27-30	31-34	35-38	39-42	>43
Nombre D'individus	0	1	11	45	159	77	18	4	0

- 1/ Tracez la courbe de variation du nombre d'individus en fonction de la température ?
- 2/ Déterminez la zone de tolérance et la zone optimale ?
- 3/ Déduisez l'effet de la température sur la répartition des animaux ?

Solution

1- La courbe

**La zone de tolérance****Figure 8. Variation du nombre d'individus en fonction de la température**

2/ Zone de Tolérance se situe dans l'intervalle de [15°C - 42°C]

Zone optimale se situe dans l'intervalle [26°C- 34°C]

3/ La température influence la répartition des Fourmies car ces derniers ne peuvent pas survivre qu'entre 15 et 42°C.

TD 6 : Structure de la chaîne alimentaire (Chapitre III et IV)

Objectif

Ce TD a pour but d'introduire les notions de base de la chaîne trophique c'est pour cela qu'il faut reprendre et expliquer les parties du cours ci-dessous en donnant des exemples en mettant l'accent sur la représentation de la chaîne trophique linéaire ainsi que la méthode utilisée pour calculer et représenter les différents types de pyramides écologiques.

1. Concepts importants

a. La chaîne trophique

Une chaîne trophique ou chaîne alimentaire est une succession d'organismes dont chacun vit au dépend du précédent.

Il existe trois principaux types de chaînes trophiques linéaires :

- **Chaîne de prédateurs** : le nombre d'individus diminue d'un niveau trophique à l'autre, mais leurs tailles augmentent.
- **Chaîne de parasites** : Cela va au contraire d'organismes de grandes tailles vers des organismes plus petits, mais de plus en plus nombreux.
- **Chaîne de détritivores** : Va de la matière organique morte vers des organismes de plus en plus petits (microscopiques) et nombreux.

b. Organisation de la biosphère

La biocénose comporte trois catégories d'organismes :

- des **producteurs** de matières organiques (végétaux autotrophes photosynthétiques) ;
- des **consommateurs** de matières organiques (êtres vivants hétérotrophes) ;
- des **décomposeurs** qui recyclent la matière organique.

Les consommateurs peuvent être de deux types :

- **Les consommateurs de matière fraîche**, il s'agit de :
 - **Consommateurs primaires (C1)** : Ce sont les phytophages qui mangent les producteurs.
 - **Consommateurs secondaires (C2)** : Prédateurs de C1. Il s'agit de carnivores se nourrissant d'herbivores.
 - **Consommateurs tertiaires (C3)** : Prédateurs de C2. Ce sont donc des carnivores qui se nourrissent de carnivores.

Le plus souvent, un consommateur est omnivore et appartient donc à plusieurs niveaux trophiques.

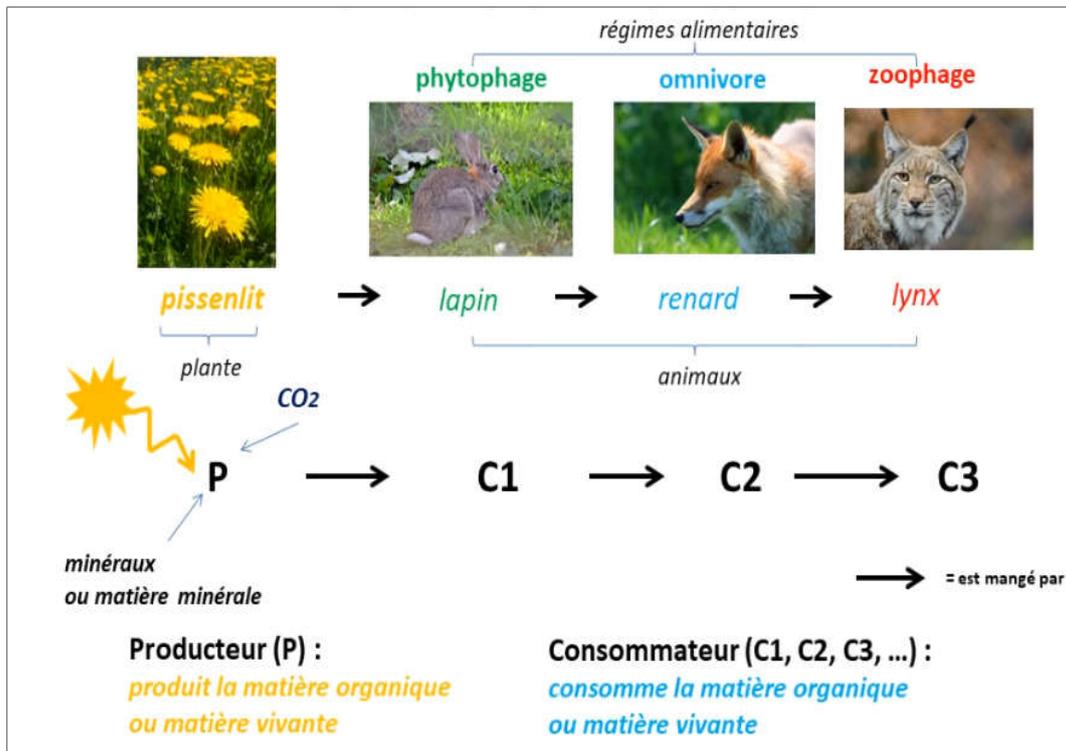


Figure 8. Chaîne trophique

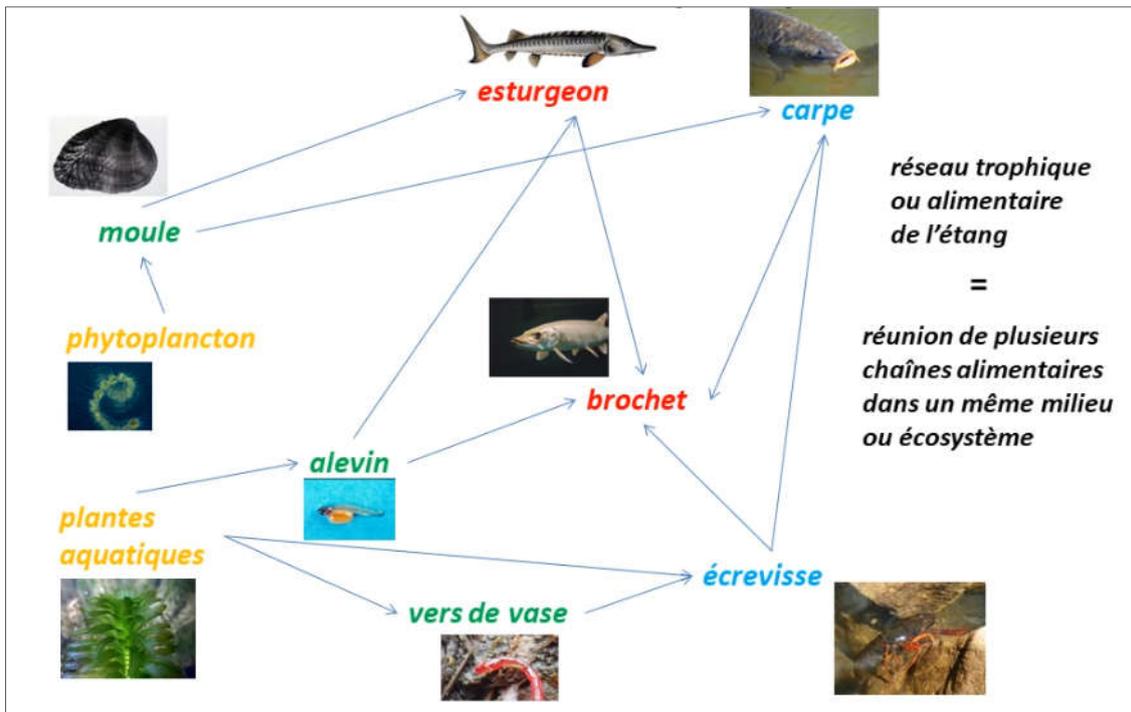


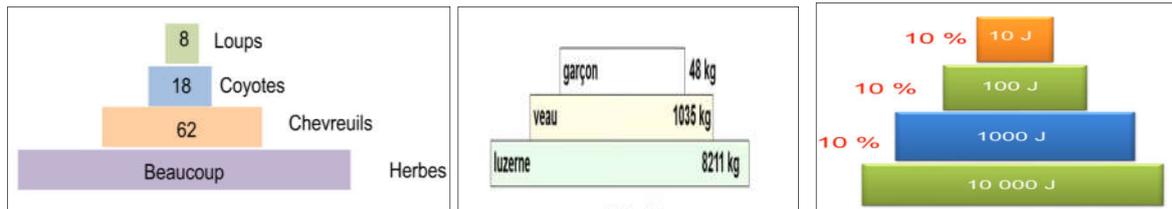
Figure 9. Réseau trophique

- Les consommateurs de cadavres d'animaux

Les **charognards** ou **nécrophages** désignent les espèces qui se nourrissent des cadavres d'animaux frais ou décomposés.

c. Représentation graphique des chaînes trophiques

La schématisation de la structure des biocénoses est généralement conçue à l'aide de pyramides écologiques, qui correspondent à la superposition de rectangles horizontaux de même hauteur, mais de longueurs proportionnelles au nombre d'individus, à la biomasse ou à la quantité d'énergie présentes dans chaque niveau trophique. On parle alors de pyramide des nombres, des biomasses ou des énergies.



Pyramide de nombre

Pyramide des biomasses

Pyramide des énergies

2. Applications

Exercice 1

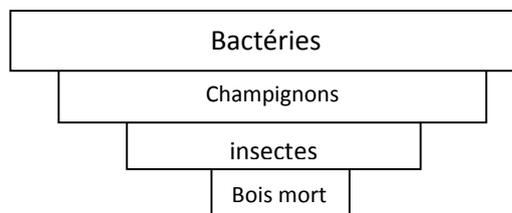
Un bois mort est attaqué par 20 insectes, et ces insectes sont attaqués à leur tour par 100 champignons, et ces derniers sont lui-même attaqués par 400 bactéries.

- De quelle chaîne trophique s'agit-elle ?
- Représenter graphiquement cette chaîne alimentaire ?

Solution :

- Chaîne de détritivores
- Le graphique est celui de la pyramide des nombres.

1 bois mort (P) → 20 insectes (C1) → 100 champignons (C2) → 400 bactéries (C3)
Représentation à l'aide d'une pyramide de nombre



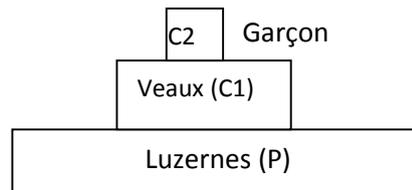
Exercice 2

Une culture de 4ha représentée par $2,7 \times 10^7$ plantes de luzernes pour produire 5 veaux qui serviront d'unique nourriture / an à un garçon de 12 ans.

- De quelle chaîne trophique s'agit-elle ?
- Représenter graphiquement cette chaîne alimentaire ?

Solution :

- **Chaîne de prédateurs**
- Le graphique est celui de la pyramide des nombres.



TD 7 : Transfert du flux d'énergie au niveau de la biosphère (Chapitre IV)

Objectif :

Explorer et comprendre comment l'énergie est transférée et transformée au sein des écosystèmes. Cela inclut l'étude des processus tels que la photosynthèse, la respiration, et les chaînes alimentaires, ainsi que l'impact des activités humaines sur ces flux d'énergie.

1. Concepts importants

- **Productivité brute (PB):** Quantité de matière vivante produite pendant une unité de temps, par un niveau trophique donné.
- **Productivité nette (PN):** Productivité brute moins la quantité de matière vivante dégradée par la respiration.

$$PN = PB - R.$$

- **Productivité primaire :** Productivité nette des autotrophes chlorophylliens.
- **Productivité secondaire :** Productivité nette des herbivores, des carnivores et des décomposeurs.
- **Rendement écologique :** C'est le rapport de la production nette du niveau trophique de rang (n) à la production nette du niveau trophique de rang (n-1) : **(PS1/PN x 100)** ou **(PS2/PS1 x 100)**.
- **Rendement d'exploitation :** C'est le rapport de l'énergie ingérée (I) à l'énergie disponible. C'est la production nette de la proie : **(I1/PN x 100)** ou **(I2/PS1x 100)**.
- **Rendement de production nette :** Qui est le rapport de la production nette à l'énergie assimilée :

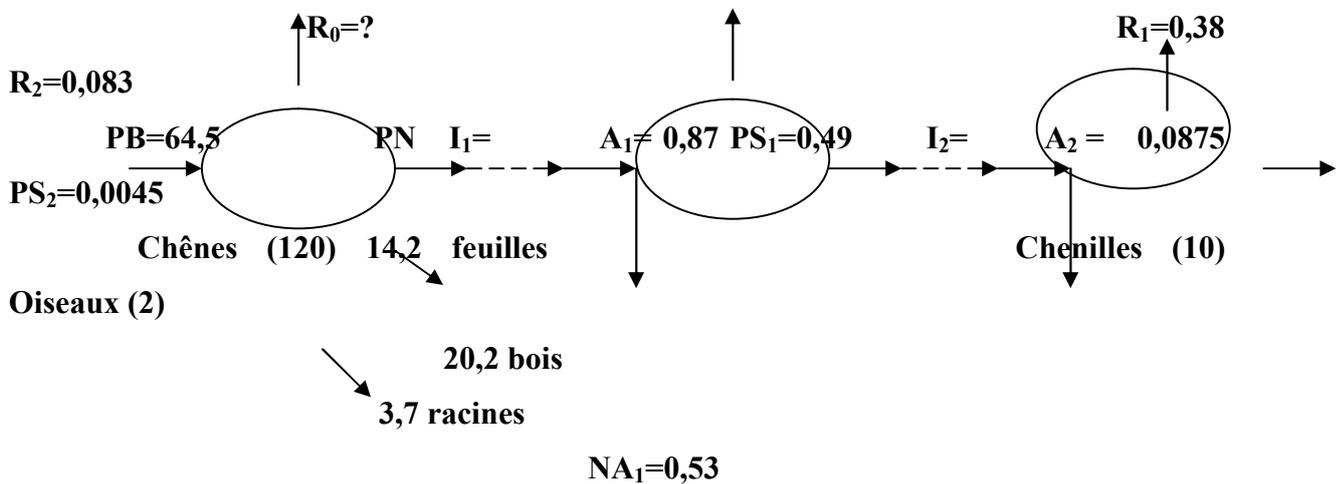
(PS2/A2x100) ou **(PS1/A1x100)**.

- **Rendement d'assimilation :** Qui est le rapport entre l'énergie assimilée (A) et de l'énergie ingérée (I) :

$$A_1/I_1 \times 100$$

2. Applications

Exercice 1:



NA₂=0,0295

« Flux d'énergie le long d'une chaîne trophique simple dans une forêt (unité : kcal/m²/an) »

- 1- Représenter par une pyramide écologique, la chaîne alimentaire décrite ci-dessus ?
- 2- A quel niveau trophique appartient les chenilles dans cette chaîne alimentaire ?
- 3- Calculer les pertes respiratoires pour le premier niveau trophique (R₀) ?
- 4- Calculer l'efficacité d'exploitation pour les chenilles et les oiseaux ?
- 5- Calculer les rendements d'assimilation ?
- 6- Calculer le rendement écologique du système entre les feuilles de chênes et des chenilles, et entre les chenilles et les oiseaux ? Que conclure ?

Solution d'exercice 1 :

1- **Pyramide des nombres :** N₁=P=Chêne=120, N₂=C1=Chenilles=10, N₃=C2=Oiseaux=2

Ou Pyramide des énergies : PB (64,5), PN (38,1), PS₁ (0,49), PS₂ (0,0045)

2- Les chenilles appartiennent au 2^{ème} niveau trophique (herbivores), et les oiseaux au 3^{ème} niveau trophique (carnivore).

3- **Calcul des pertes respiratoires du premier niveau trophique (R₀) :**

- Chênes (feuilles, bois et racines): PB= R₀ + PN
- R₀= PB - PN = 64,5 - (14,2 + 20,2 + 3,7) = 26,4 kcal/m²/an

4- Calcul de l'efficacité d'exploitation (rendement d'exploitation):

- **Chenilles** = énergie ingérée / énergie disponible x 100 = $I_1 / PN \times 100 = (A_1 + NA_1) / PN \times 100 = (0,87 + 0,53) / 14,2 = 1,4 / 14,2 \times 100 = 9,859\% = 10\%$

- **Oiseaux** = $I_2 / PS_1 \times 100 = (A_2 + NA_2) / PS_1 \times 100 = (0,0875 + 0,0295) / 0,49 \times 100 = 0,117 / 0,49 \times 100 = 23,877\% = 24\%$

5- Calcul des rendements d'assimilation :

- **Chenille** = $A_1 / I_1 \times 100 = 0,87 / 1,4 \times 100 = 62,149\%$

- **Oiseaux** = $A_2 / I_2 \times 100 = 0,0875 / 0,117 \times 100 = 74,786\%$

6- Calcul de rendement s écologiques:

- Entre feuilles et chenilles : $PS_1 / PN \times 100 = 0,49 / 14,2 \times 100 = 3,450\% = 3,5\%$

- Entre chenilles et oiseaux : $PS_2 / PS_1 \times 100 = 0,0045 / 0,49 \times 100 = 0,918\% = 0,9\%$

Conclusion : les êtres vivants sont de très mauvais transformateurs d'énergie et le flux d'énergie d'un maillon à un autre

TD 8 : Action de l'activité de l'homme sur l'équilibre écologique : Cycle d'azote et Indicateurs d'eutrophisation (Chapitre IV)

Objectif :

Ce TD permet de sensibiliser les étudiants aux processus et aux conséquences de l'eutrophisation dans les écosystèmes aquatiques. C'est une initiation d'apprendre aux étudiants à collecter, interpréter et analyser des données relatives à l'eutrophisation, en utilisant des méthodes statistiques et des outils de visualisation.

1- Explication de l'eutrophisation

L'eutrophisation des eaux de surface est devenue aujourd'hui un problème d'environnement d'ampleur et généralisé. La prolifération des plantes aquatiques (algues, cyanobactéries et macrophytes) s'est amplifiée ces dernières décennies avec l'utilisation accrue de fertilisants chimiques en agriculture et par le développement de l'élevage intensif. Les effluents industriels et les eaux usées domestiques favorisent également le phénomène en zones urbaines et industrielles. Parmi les principaux paramètres indicateurs de l'état trophique nous avons les composés azotés, phosphorés et carbonés.

En général, le rapport N/P des concentrations ambiantes peut indiquer le nutriment limitant. Un rapport N/P < 16/1 (rapport de Redfield) indique une limitation par l'azote, alors qu'une limitation par le phosphore survient lorsque le rapport N/P > 16/1.

2- Exercice

Dans un objectif d'estimation de la qualité des eaux de l'Oued Seybouse en termes de flux de l'azote et du phosphore minéraux, comme précurseur du phénomène d'eutrophisation dans la zone littorale réceptrice du cours d'eau. Les résultats de mesures des différents paramètres sont configurés le tableau ci-dessous.

Paramètre/ Mois	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov
N/P	18.25	53.06	45.15	23.34	42.59	12.59	18.71	5.93	10.55	8.58	2.57	2.86

Calculer le rapport N/P moyen de la période d'étude ? Interpréter et expliquez le résultat ?

Solution

Et dans notre cas le rapport N/P est en moyenne de 20.38, qui est supérieur au 16/1 ou le phosphore est le facteur limitant. L'apport anthropique d'azote et de phosphore est élevé à cause des rejets des eaux usées urbaines et industrielles, des effluents des oueds et du lessivage des terres agricoles. Cela montre que c'est le phosphore, plutôt que l'azote, qui limite la production phytoplanctonique.

Exercice 2 :

Lire attentivement le texte suivant et répondre aux questions correspondantes :
« Dans un aquarium contenant des poissons, du sable et des roches, de l'oxygène est apporté par l'intermédiaire d'une pompe créant ainsi des conditions climatiques appropriées. On y trouve aussi des herbes, des algues microscopiques et des microorganismes unicellulaires. Les débris des végétaux, les restes de nourritures et les excréments des animaux sont composés essentiellement d'azote organique. Ces déchets doivent être éliminés rapidement de l'aquarium. Pour cela nous disposons de deux moyens : des filtres pour l'extraction mécanique et de l'épuration biologique pour la réduction successive des déchets. Il faut chercher à conserver le maximum de ces précieux auxiliaires que sont les détritivores : crevettes, vers, ophiures, amphipodes..etc. Et cela même si l'aspect de ces petits animaux n'est pas toujours engageant ».

1- Déterminer les constituants de la biocénose et du biotope de cet écosystème ?

2- Quelles sont les conséquences de l'accumulation des déchets dans l'aquarium ?

3- Décrire le cycle d'azote qui se déroule dans cet écosystème (avec représentation graphique), en explicitant les étapes de la fixation biologique assurée par les bactéries aérobies ?

Solution d'exercice 2 :

1- Ecosystème = Biocénose + Biotope

- **Les constituants de la Biocénose** : poissons, herbes, algues microscopiques, microorganismes unicellulaires et détritivores (crevettes, vers, ophiures, amphipodes..etc).
- **Les constituants du Biotope** : Eau, aquarium, sable, roches, oxygène, pompe, conditions

climatiques, déchets de végétaux, restes de nourriture, excréments et filtre.

2- Les conséquences de l'accumulation des déchets dans l'aquarium :

- Les déchets des poissons contiennent de l'ammoniac (excrément, urines) qui est toxique pour les poissons et qui entraîne avec le temps la mort des poissons.

- L'excès d'azote peut entraîner l'asphyxie du milieu aquatique (de l'aquarium) par prolifération des plantes (phénomène d'eutrophisation).

3- Le cycle d'azote de cet écosystème (aquarium et ses constituants) est donc :

- Absorption des nitrates par les plantes.
- Ingestion des plantes par les poissons.
- Apparition des déchets organiques : Déjection des poissons, feuilles mortes, cadavres...etc.
- Phase de nitrification qui se décompose en 3 étapes : Ammonisation (NH_4^+ puis NH_3), Nitrosation par les nitrosomonas (NO_2^-), Nitratation par les nitrobacters (NO_3^-).
- Absorption de NO_3^- par les plantes et ainsi de suite la boucle est bouclée.

N.B : Il y a apport de nourriture pour les poissons, ce qui fait accumuler l'azote dans le milieu donc il faut un changement d'eau régulier.

