

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

كلية العلوم

قسم العلوم الفلاحية

2024/ع ف/ق.../ق.../ع...



جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

المسيلة في : 24/01/16

شهادة موافقة علمية على مطبوعة بيداغوجية

يشهد رئيس اللجنة العلمية لقسم العلوم الفلاحية بجامعة محمد بوضياف بالمسيلة، أنه بعد الاطلاع على تقارير

الخبرة الواردة من طرف الخبراء من صف الأستاذية:

- السيد زدام عبد الغني، أستاذ التعليم العالي بجامعة محمد بوضياف بالمسيلة.

- السيد عليات توفيق، أستاذ محاضر "أ" بالمدرسة الوطنية العليا للغابات خنشلة

والمعينين من طرف اللجنة العلمية في الاجتماع المنعقد في دورته العادية يوم 2023/12/19 لإجراء

الخبرة لمطبوعة بيداغوجية خاصة بالأستاذ سعد أحمد - أستاذ محاضر ب- بقسم العلوم الفلاحية وهي

معنونة كالتالي : Écologie appliquée

والمقررة في برنامج تكوين ثالثة ليسانس « Sol et Eau » المفتوح بقسم العلوم الفلاحية

تمت الموافقة عليها شكلا ومضمونا

رئيس اللجنة العلمية لقسم العلوم الفلاحية



د. بعة عبد الحميد

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila



Faculté des sciences
Département des sciences agronomiques

Cycle : Licence

Niveau : 3 Année LMD

Polycopié pédagogique

Matière : Ecologie Appliquée

**Polycopié de cours d'écologie appliquée, destiné aux étudiants inscrits en
Troisième année Licence Spécialité : Sol et Eau**

Présenté par : Dr. SAAD AHMED

Grade : MCB

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

كلية العلوم

قسم العلوم الفلاحية

2024/ع ف/ق.../ق.../ق...



جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

المسيلة في : 24/01/16

شهادة موافقة علمية على مطبوعة بيداغوجية

يشهد رئيس اللجنة العلمية لقسم العلوم الفلاحية بجامعة محمد بوضياف بالمسيلة، أنه بعد الاطلاع على تقارير

الخبرة الواردة من طرف الخبراء من صف الأستاذية:

- السيد زدام عبد الغني، أستاذ التعليم العالي بجامعة محمد بوضياف بالمسيلة.

- السيد عليات توفيق، أستاذ محاضر "أ" بالمدرسة الوطنية العليا للغابات خنشلة

والمعينين من طرف اللجنة العلمية في الاجتماع المنعقد في دورته العادية يوم 2023/12/19 لإجراء

الخبرة لمطبوعة بيداغوجية خاصة بالأستاذ سعد أحمد - أستاذ محاضر ب- بقسم العلوم الفلاحية وهي

معنونة كالاتي : Écologie appliquée

والمقررة في برنامج تكوين ثالثة ليسانس « Sol et Eau » المفتوح بقسم العلوم الفلاحية

تمت الموافقة عليها شكلا ومضمونا

رئيس اللجنة العلمية لقسم العلوم الفلاحية



د. بعة عبد الحميد

Fiche de matière

(Conformément au canevas de la Licence : Sol et Eau -2017/2018)

Semestre : 5

Unité d'enseignement : Découverte

Crédits : 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Elargir les connaissances de l'étudiant dans la relation sol-végétation à différents écosystèmes.

Connaissances préalables recommandées

Biologie végétale, écologie

Contenu de la matière :

1. Introduction/subdivision d'écologie, écologie appliquée
2. Facteurs écologiques
 - 2.1 Généralités/définitions
 - 2.2 Classification des facteurs écologiques
3. Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes
4. Phytogéographie
5. Les grandes formations végétales du globe
6. La productivité de la végétation
7. La conservation de la nature et ses ressources

Sortie :

Etude des problèmes écologiques sur le terrain (sol-végétation ; eau-végétation), dans la région de la plaine (M'SILA) et région de montagne (MAADID).

Sommaire

Attestation de validation de polycopié de cours	i
Fiche de matière	ii
Table des matières	iv
Liste des Figures	v
Liste des tableaux	vi
Liste des abréviations	vii
Carte mentale de la matière	x

Introduction 1

1.1	Définition de l'écologie	1
1.2	L'écologie et les autres sciences :	2
1.3	Quelques repères chronologiques de l'écologie	2
1.4	Les subdivisions de l'écologie :	3
1.4.1	L'autoécologie :	3
1.4.2	La synécologie :	3
1.4.3	La démoécologie :	4
1.4.4	L'écophysiologie :	4
1.4.5	L'écologie globale :	4
1.4.6	L'économie de l'environnement :	4
1.4.7	L'écologie appliquée :	4
A-	Définition :	4
B-	Histoire de l'écologie appliquée :	5
C-	L'intérêt de l'écologie appliquée :	5

2 Les facteurs écologiques 6

2.1	Définition :	6
2.2	Classification des facteurs écologiques :	6
2.3	Notion du facteur limitant :	7
2.4	La Loi du Minimum de Liebig	7
2.5	Loi de tolérance ou loi de shelford	8
2.6	La valence écologique	8
2.7	Adaptations aux Facteurs Écologiques	9
2.8	Les facteurs abiotiques	10
2.8.1	La température	10
2.8.2	La pluviométrie et l'humidité	11
2.8.3	La lumière	13

2.8.4	Le vent	14
2.8.5	Les facteurs édaphiques	14
2.9	Les facteurs biotiques.....	15
2.9.1	La compétition	15
2.9.2	Prédateurs et proies	16
2.9.3	Parasitisme	17
2.9.4	Mutualisme.....	17
2.10	Réactions des êtres vivants.....	19
3	Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes	20
3.1	Introduction.....	20
3.2	Importance de l'étude des végétations	20
3.3	Méthodes d'échantillonnage et de classification de la végétation.....	21
3.3.1	Méthode physionomique	21
A-	Structure verticale.....	24
3.3.2	Méthode dynamique	27
3.3.3	Méthode phytosociologique	27
3.3.4	Méthode numérique.....	30
3.4	L'écosystème	32
3.4.1	Le Biotope	32
3.4.2	La Biocénose	33
3.5	Fonctionnement de l'écosystème	34
4	Phytogéographie	36
4.1	Aperçu de la Distribution du Règne Végétal.....	36
4.2	L'Évolution au sein des Angiospermes.....	36
4.3	Système de Classification des Angiospermes	36
4.4	Élément de Géographie Botanique	37
4.5	Les Régions Floristiques du Monde	38
4.6	Répartition générale des formations végétales du globe	38
4.6.1	Facteurs influençant la répartition des végétaux sur le globe	38
4.7	Les Changements Climatiques et la Distribution des Plantes	41
4.8	La Conservation de la Biodiversité Végétale	42

4.9	Les Menaces sur la Biodiversité Végétale	42
4.10	Les Mesures de Conservation	42
4.11	L'importance de la Conservation de la Biodiversité Végétale	42
5	Les grandes formations végétales du globe	43
5.1	Définition et Origines du Concept de Biome	43
5.2	Les Grands Biomes du Monde	43
5.2.1	Biomes continentaux :	43
5.2.2	Macroécosystème Aquatique	44
5.3	Distribution et Classification Climatique des Biomes	45
6	La productivité de la végétation	46
6.1	Première loi de la thermodynamique (Conservation de l'énergie)	46
6.2	Deuxième loi de la thermodynamique (Augmentation de l'entropie)	47
6.3	Les types de rendements	47
6.4	Meures de la productivité des écosystèmes	48
6.4.1	Production primaire brute	48
6.4.2	Production primaire nette	48
6.5	Production primaire	48
6.6	Production secondaire	49
7	La conservation de la nature et ses ressources	50
7.1	Définitions et concepts	50
7.1.1	Nature	50
7.1.2	Ressources naturelles	50
7.1.3	Environnement	50
7.1.4	La biodiversité	51
7.1.5	La définition de l'UICN de la conservation de la nature	51
7.2	La mise en œuvre de la conservation	52
7.2.1	Définition de la conservation	52
7.2.2	Sauvegarde des espèces menacées	55
7.2.3	Conservation des écosystèmes	56
7.2.4	Biodiversité cultivée	56
7.2.5	Les différentes catégories d'aires protégées	56
7.2.6	Exemples d'aires protégées en Algérie	57

Liste des Figures

	Page
Figure 1 : Les Facteurs Limitants de la Croissance des Plantes	7
Figure 2. Carte de la répartition des formations végétales en Algérie.	10
Figure 3. Exemple d'espèce aquatique Echinodermata.	11
Figure 4. Hygrophila difformis, exemple d'espèce hygrophile.	11
Figure 5. Exemple de pelouse mésophile.	12
Figure 6. Yucca brevifolia, espèce xérophile.	12
Figure 7. Le photopériodisme chez les végétaux	13
Figure 8. Principe d'exclusion compétitive entre espèces.	16
Figure 9. Interaction proie-prédateur.	16
Figure 10. les phanérophytes et les chaméphytes	21
Figure 11. Classification des phanérophytes.	22
Figure 12. Classification des chaméphytes et graminées.	22
Figure 13. Types biologiques des végétaux.	22
Figure 14. Autres types biologiques de plantes.	23
Figure 15. Strates des végétations.	25
Figure 16. Structures horizontales de la végétation.	26
Figure 17. Exemple d'un inventaire floristique	29
Figure 18. Carte des essences forestières en Algérie (DGF, 2018).	30
Figure 19. Méthodes d'analyse numérique de la végétation.	31
Figure 20. Fonctionnement d'un écosystème forestier.	32
Figure 21. Exemple de biotope.	33
Figure 22 Fonctionnement d'un écosystème.	34
Figure 23. Cycle biogéochimique de l'azote.	35
Figure 24. Classification systématique des Angiospermes.	37
Figure 25. Influence de la lumière sur la croissance des plantes.	40
Figure 26. Exemple de plante hygrophile, l'ortie.	40
Figure 27. Classification des biomes selon Holdridge.	45
Figure 28. Processus de photosynthèse.	46
Figure 29. Equation de la respiration cellulaire.	48
Figure 30. Production primaire nette potentielle dans le monde.	49
Figure 31. Pyramide écologique et productivité secondaire.	49
Figure 32. Les parcs nationaux en Algérie	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Facteurs écologiques clés.	6
Tableau 2 : Principaux types d'interactions interspécifiques.	17
Tableau 3 : Différences entre la conservation in situ et ex situ.	55

Liste des abréviations

ACP : - Analyse en Composantes Principales

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

APG : Angiosperm Phylogeny Group

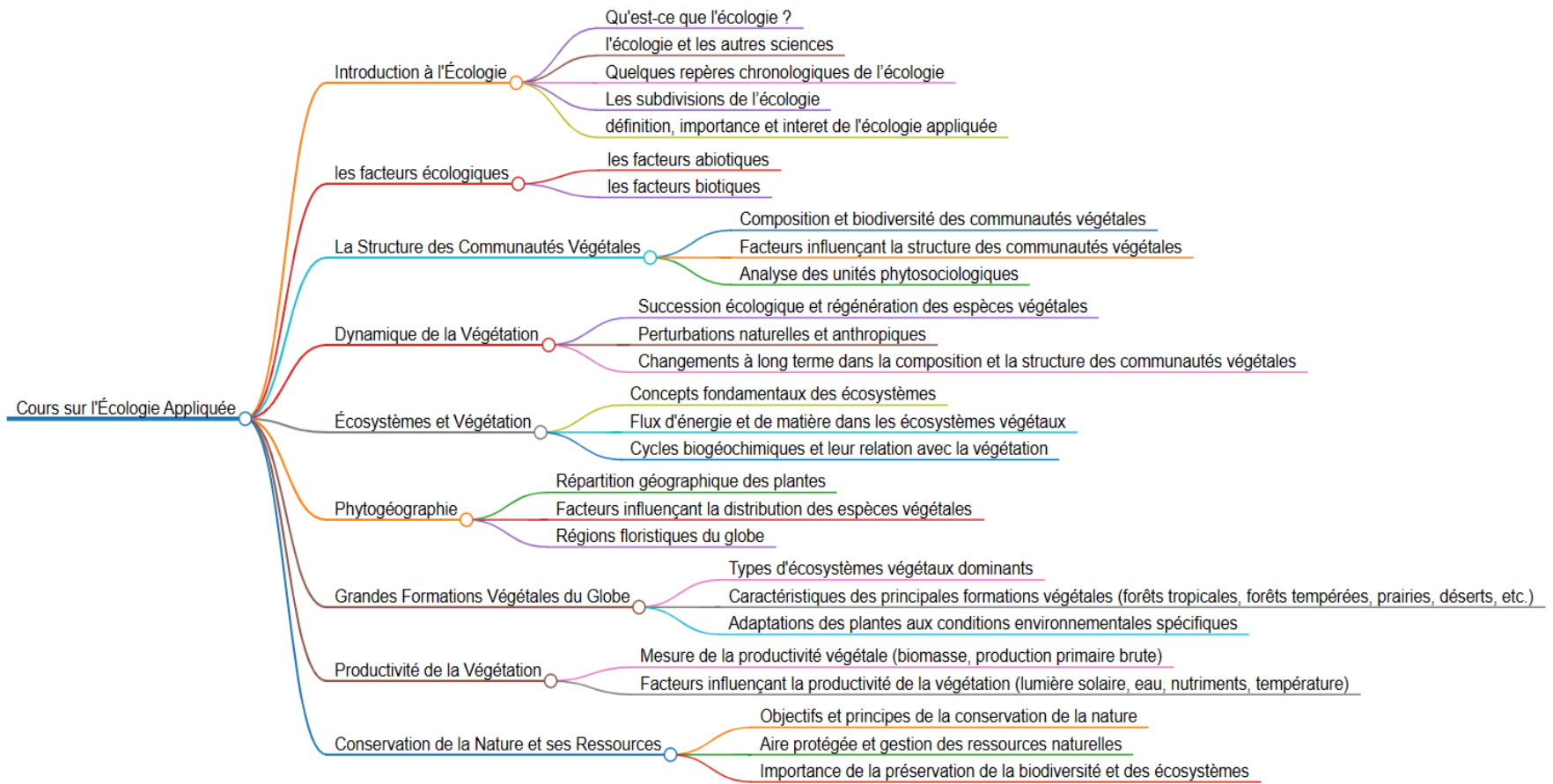
ATP : Adénosine Triphosphate

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature



Carte mentale de la matière « écologie appliquée ».

Introduction

1.1 Définition de l'écologie

Le terme "écologie" trouve son origine dans les racines grecques oikos ("maison", "habitat") et logos ("étude"). Il a été forgé en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel pour désigner la "science des relations des organismes avec le monde environnant". L'écologie peut donc se définir comme l'étude des interactions entre les êtres vivants et leur milieu.

Selon le biologiste Robert **Ricklefs (2019)**, l'écologie est "l'étude scientifique des interactions qui déterminent la distribution et l'abondance des organismes". C'est une science qui englobe diverses disciplines comme la climatologie, la géographie, l'évolution et la physiologie.

Le CNRS définit quant à lui l'écologie comme "la science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu". L'écologie analyse donc les écosystèmes dans leur globalité en prenant en compte l'ensemble des paramètres biotiques (vivant) et abiotiques (climat, sol, eau).

Ainsi, de par son étymologie et les définitions contemporaines, l'écologie apparaît comme une science globale et intégrative visant à comprendre les interactions complexes au sein de la biosphère. Sa perspective holistique en fait une science essentielle pour appréhender les grands défis environnementaux.

L'écologie appliquée peut être définie comme l'utilisation des concepts, des principes et des données de l'écologie fondamentale pour résoudre des problèmes concrets de gestion et de protection de l'environnement (**Barbault, 2021**). C'est un champ de recherche interdisciplinaire qui vise à fournir des recommandations pratiques aux décideurs politiques, aux gestionnaires de ressources naturelles et aux ingénieurs pour une utilisation durable des écosystèmes et de leurs services (**Begon et al., 2020**).

L'écologie appliquée mobilise les connaissances issues de diverses disciplines comme l'écologie des populations, l'écotoxicologie, l'écologie du paysage, la biogéographie ou l'écologie de la restauration pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes perturbés par les activités anthropiques. Ses domaines d'application sont multiples : conservation de la biodiversité, lutte contre les pollutions, gestion des ressources en eau, restauration écologique, agriculture durable, foresterie, etc (**Ricklefs & Relyea, 2019**). L'objectif ultime de l'écologie appliquée est de concilier les enjeux de développement humain et de protection des écosystèmes par une gestion éclairée et durable des ressources et de l'environnement.

1.2 L'écologie et les autres sciences :

L'écologie entretient des liens étroits avec de nombreuses disciplines scientifiques. En effet, comme l'a souligné le biologiste Edward O. Wilson dans son ouvrage de synthèse *Consilience* (1998), "les barrières entre les disciplines sont en train de tomber en raison de la nature intrinsèquement synergique du savoir". Ainsi, l'écologie est connectée à diverses sciences comme la climatologie, l'océanographie, la géologie ou encore l'économie (**Wilson, 2018**). Le chimiste et prix Nobel de chimie Paul Crutzen a montré dans ses travaux sur l'Anthropocène l'imbrication entre sciences du système Terre et étude des impacts humains. De même, le rapport du GIEC publié en 2022 met en évidence les interactions complexes entre climat, écosystèmes, sociétés humaines et économie. Comme l'a déclaré le climatologue Valérie Masson-Delmotte, co-présidente du GIEC, "Les changements climatiques ont des impacts en cascade". Ainsi, l'étude écologique des écosystèmes nécessite une approche interdisciplinaire mobilisant les sciences du climat, de l'environnement, de la biodiversité, des sciences humaines et sociales.

L'écologie est une science interdisciplinaire. Tout en ayant ses méthodes propres, ses concepts et ses problèmes, elle utilise les résultats plusieurs autres sciences telles que la biogéographie, l'éthologie, la physiologie, la biométrie, la pédologie, la climatologie, l'hydrologie, la météorologie, la géologie, la zoologie, la botanique, les mathématiques, la physique, la chimie, la géographie... Toutefois elle ne peut être, en aucun cas, confondue avec l'une ou l'autre de ces sciences.

1.3 Quelques repères chronologiques de l'écologie

Depuis 1749, de nombreux repères intéressants ont marqué le domaine de l'écologie. Voici quelques-uns d'entre eux :

1749 : Carl Linnaeus publie "*Systema Naturae*", un ouvrage qui établit les bases de la classification des espèces vivantes.

1798 : Thomas Malthus publie "*An Essay on the Principle of Population*", dans lequel il émet l'hypothèse que la croissance de la population humaine est limitée par les ressources disponibles.

1859 : Charles Darwin publie "*On the Origin of Species*", où il présente sa théorie de l'évolution par la sélection naturelle.

1866 : Ernst Haeckel invente le terme "écologie" pour décrire l'étude des relations entre les organismes et leur environnement.

Chapitre 1 : Introduction/subdivision d'écologie, écologie appliquée

1905 : Henry Chandler Cowles introduit le concept de succession écologique, décrivant comment les communautés végétales évoluent au fil du temps dans un écosystème donné.

1942 : Rachel Carson publie "Silent Spring", un livre qui met en évidence les effets néfastes des pesticides sur l'environnement et la faune.

1962 : La biologiste marine Rachel Carson est largement créditée d'avoir lancé le mouvement environnemental moderne avec la publication de "Silent Spring".

1972 : La Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain, également connue sous le nom de Conférence de Stockholm, marque le début de la prise de conscience mondiale de la nécessité de protéger l'environnement.

Années 2000 : L'écologie devient un enjeu majeur au niveau mondial, avec des accords internationaux tels que l'Accord de Paris sur le climat en 2015.

1.4 Les subdivisions de l'écologie :

1.4.1 L'autoécologie :

Étudie les relations entre un organisme et son environnement. Elle s'intéresse aux facteurs abiotiques (climat, sol, topographie, etc.) et biotiques (interactions avec d'autres organismes) qui influencent la distribution et l'abondance des espèces. L'autoécologie permet de comprendre les exigences et les tolérances écologiques des espèces. Par exemple, l'autoécologie peut être utilisée pour comprendre les exigences écologiques d'une espèce spécifique, comme les conditions climatiques préférées ou les types de sols adaptés à sa croissance.

1.4.2 La synécologie :

Analyse les communautés d'organismes en interaction au sein d'un écosystème. Elle étudie la structure et la dynamique des populations, les flux d'énergie et de matière entre les populations. La synécologie s'intéresse aux mécanismes de coexistence des espèces au sein d'une communauté.

Par exemple, la synécologie peut être utilisée pour étudier comment différentes espèces coexistent dans un écosystème donné et comment elles interagissent les unes avec les autres.

1.4.3 La démoécologie :

Étudie la dynamique spatio-temporelle des populations. Elle analyse les taux de natalité, mortalité, immigration et émigration qui influencent la taille et la répartition géographique des populations. La démoécologie permet de modéliser l'évolution des populations.

Par exemple, la démoécologie peut être utilisée pour modéliser l'évolution d'une population d'oiseaux dans une région spécifique.

1.4.4 L'écophysiologie :

Étudie les réponses morphologiques, physiologiques et biochimiques des organismes face aux variations de leur environnement. Elle analyse comment les organismes s'adaptent aux contraintes environnementales telles que la température, la salinité, la sécheresse.

Par exemple, l'écophysiologie peut être utilisée pour étudier comment les plantes résistent à la sécheresse ou comment les animaux régulent leur température corporelle.

1.4.5 L'écologie globale :

S'intéresse au fonctionnement de la biosphère à l'échelle planétaire. Elle étudie les grands cycles biogéochimiques, les changements climatiques et leurs impacts sur la biodiversité. L'écologie globale adopte une perspective intégrative des interactions entre écosystèmes à l'échelle mondiale.

Par exemple, l'écologie globale peut être utilisée pour étudier les effets du changement climatique sur les écosystèmes marins ou les modèles de migration des espèces en réponse aux variations climatiques.

1.4.6 L'économie de l'environnement :

Analyse les liens entre systèmes économiques et écologiques. Elle étudie l'intégration des externalités environnementales dans les modèles et indicateurs économiques. L'économie de l'environnement fournit des outils d'aide à la décision pour une gestion durable des ressources. Par exemple, l'économie de l'environnement peut être utilisée pour évaluer les coûts et les bénéfices de différentes stratégies de conservation ou pour promouvoir des pratiques agricoles durables.

1.4.7 L'écologie appliquée :

A- Définition :

L'écologie appliquée est définie comme l'application des principes écologiques à la résolution de problèmes environnementaux et à la prise de décisions en matière de gestion des ressources naturelles.

Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), l'écologie appliquée est l'utilisation des connaissances écologiques pour résoudre des problèmes environnementaux et améliorer la gestion des ressources naturelles.

Chapitre 1 : Introduction/subdivision d'écologie, écologie appliquée

B- Histoire de l'écologie appliquée :

L'écologie appliquée a émergé au cours du XXe siècle en réponse aux préoccupations croissantes concernant la dégradation de l'environnement et la perte de biodiversité. Voici quelques repères chronologiques importants dans l'histoire de l'écologie appliquée :

- **Années 1930-1940 :** Le développement de l'écologie appliquée est influencé par des scientifiques tels que Aldo Leopold, qui a promu la gestion durable des terres et des ressources naturelles.
- **Années 1960-1970 :** L'écologie appliquée gagne en importance avec l'émergence du mouvement environnementaliste et la prise de conscience des impacts négatifs de l'activité humaine sur l'environnement.
- **Années 1980-1990 :** L'écologie appliquée se développe davantage avec l'intégration des principes de durabilité et de conservation de la biodiversité dans les politiques environnementales.
- **Années 2000-présent :** L'écologie appliquée continue d'évoluer pour faire face aux défis environnementaux actuels tels que le changement climatique, la dégradation des écosystèmes et la perte de biodiversité.

C- L'intérêt de l'écologie appliquée :

- ✚ **Restauration des écosystèmes dégradés :** L'utilisation de techniques d'écologie appliquée telles que la réintroduction d'espèces indigènes et la restauration des habitats peut aider à restaurer des écosystèmes dégradés. Par exemple, la réintroduction du loup gris (*Canis lupus*) dans le parc national de Yellowstone aux États-Unis a eu un impact positif sur la régulation des populations de cervidés et la restauration de l'équilibre écologique.
- ✚ **Gestion des ressources halieutiques :** L'écologie appliquée est utilisée pour développer des stratégies de gestion durable des ressources halieutiques. Par exemple, la mise en place de quotas de pêche basés sur des études écologiques et des modèles de population aide à prévenir la surexploitation des espèces de poissons, comme le cabillaud *Gadus morhua*.
- ✚ **Conservation des espèces menacées :** L'écologie appliquée est utilisée pour élaborer des plans de conservation des espèces menacées. Par exemple, le programme de conservation du panda géant *Ailuropoda melanoleuca*
- ✚ En Chine utilise des connaissances écologiques pour protéger et restaurer les habitats du panda, ainsi que pour promouvoir la coexistence entre les pandas et les communautés locales.

Les facteurs écologiques

2.1 Définition :

Un **facteur écologique** se définit comme tout paramètre physico-chimique ou biologique susceptible d'influencer directement les organismes vivants au cours de leur cycle de vie. Cette définition exclut les éléments tels que l'altitude et la profondeur, qui n'agissent pas directement sur les êtres vivants, mais plutôt de manière indirecte, via des variables intermédiaires comme la température, l'ensoleillement, la pression atmosphérique ou la luminosité.

Les facteurs écologiques jouent un rôle essentiel dans la biosphère :

- Ils déterminent la répartition géographique des espèces en éliminant celles qui ne peuvent s'adapter aux caractéristiques de leur milieu.
- Ils influencent la densité des populations en modifiant leurs taux de natalité et de mortalité, ainsi que leurs comportements migratoires.
- Ils favorisent l'apparition de modifications adaptatives chez certains organismes, permettant leur survie et leur reproduction dans un environnement donné.

Ainsi, la compréhension et l'étude approfondie des facteurs écologiques revêtent une importance capitale pour appréhender le fonctionnement des écosystèmes et les interactions complexes au sein de la biosphère.

2.2 Classification des facteurs écologiques :

Les facteurs influençant les êtres vivants se divisent généralement en deux catégories : abiotiques et biotiques :

Tableau 1 : Facteurs écologiques clés.

Type de Facteur	Description
Facteurs abiotiques	Ce sont des éléments physico-chimiques du milieu, tels que le climat et le sol, qui influencent les êtres vivants. Ils ne dépendent pas des organismes vivants et incluent des aspects de nature chimique, physique, climatique, hydrologique et édaphique.
Facteurs biotiques	Ces facteurs écologiques se manifestent au sein des populations et influencent leur démographie. Ils incluent des effets de groupe, des compétitions intra- ou interspécifiques, ainsi que la prédation et le parasitisme. Ces facteurs dépendent des organismes vivants.

2.3 Notion du facteur limitant :

Tout facteur écologique qui, par son absence, son insuffisance ou son excès, limite le développement d'un organisme vivant est appelé facteur limitant.

Prenons l'exemple de l'eau :

Une insuffisance d'eau (sécheresse) empêche la croissance des plantes

Un excès d'eau (inondation) peut noyer les racines et tuer la plante

L'absence totale d'eau rend impossible toute forme de vie

2.4 La Loi du Minimum de Liebig

Découverte dès 1840 par LIEBIG, La Loi du Minimum de Liebig est un principe fondamental en écologie qui peut être expliqué ainsi :

Les performances d'un organisme sont limitées par le facteur le plus déficitaire, même si tous les autres facteurs sont présents en quantité optimale.

Pour illustrer ce concept :

Dans un système agricole :

Si le sol contient tous les nutriments en abondance (azote, phosphore, potassium) SAUF le magnésium Alors c'est le magnésium qui déterminera le rendement maximal possible l'ajout d'autres nutriments n'améliorera pas la croissance tant que le magnésium reste limitant.

Dans la photosynthèse :

Si le CO_2 est en concentration limitant même avec une lumière intense et suffisamment d'eau Le taux de photosynthèse restera bas, contrôlé par la disponibilité du CO_2

Cette loi est cruciale pour :

La gestion des écosystèmes

L'agriculture raisonnée

La compréhension des interactions écologiques

La restauration des milieux dégradés

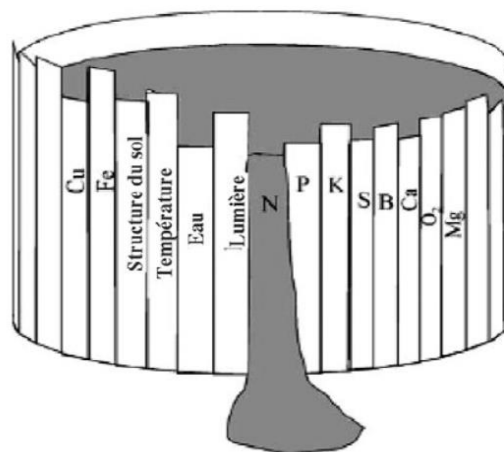


Figure 1 : Les Facteurs Limitants de la Croissance des Plantes

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

Les facteurs limitants qui régulent la croissance des plantes peuvent être considérés comme les planches latérales d'un baril et le niveau de rendement comme étant le niveau que le liquide peut atteindre avant de déborder. Si le facteur le plus limitant est amélioré, par exemple ici par l'addition d'azote, alors un autre facteur limitera le rendement à un niveau supérieur (Richert et al., 2011).

2.5 Loi de tolérance ou loi de Shelford

La Loi de Tolérance de Shelford (1911) établit que chaque être vivant ne peut survivre et se développer que dans une plage spécifique de conditions environnementales. Cette plage, appelée intervalle de tolérance, est délimitée par des seuils minimum et maximum au-delà desquels l'organisme ne peut plus survivre, mourant soit par carence (en dessous du minimum), soit par excès (au-dessus du maximum). Au sein de cet intervalle de tolérance se trouve une zone optimale, le préférandum, où l'organisme atteint son développement maximal avec une activité métabolique idéale. Cette zone optimale est entourée de part et d'autre par des zones de stress où l'organisme survit mais avec des performances réduites. Les bornes extrêmes définissent les zones létales où les conditions deviennent mortelles, que ce soit par insuffisance ou par excès du facteur environnemental considéré. Cette loi fondamentale en écologie permet de comprendre la distribution des espèces dans leur environnement et leur capacité d'adaptation face aux variations des conditions du milieu.

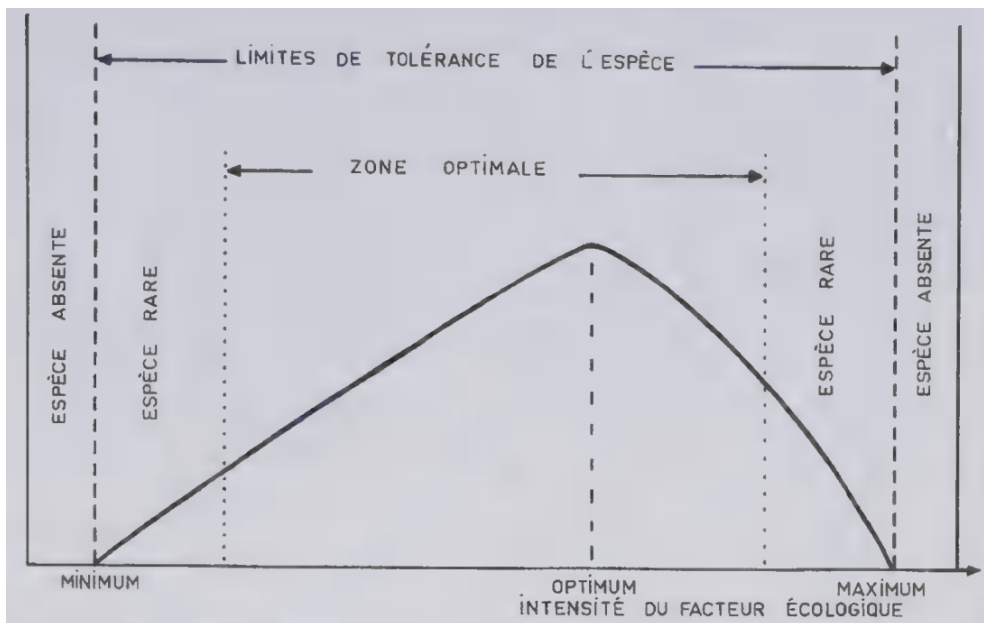


Figure 2 : Limites de tolérance d'une espèce en fonction de l'intensité du facteur écologique abiotique étudié.

2.6 La valence écologique

La valence écologique désigne la capacité d'une espèce à prospérer dans divers milieux, caractérisés par des variations des facteurs écologiques. Les espèces à faible valence écologique, appelées **Stenoèces**, présentent une tolérance limitée aux fluctuations de ces facteurs. En revanche, les espèces

Euryéciques sont capables de s'adapter à des conditions variées et extrêmes, bien qu'elles aient toujours un préférendum où elles se développent de manière optimale.

Par exemple, le *Pinus sylvestris*, un arbre originaire de Laponie, illustre une espèce à large valence écologique. Il peut tolérer des températures allant de -45°C à 30°C, ce qui lui permet de s'étendre sur une vaste zone géographique à travers le monde. À l'opposé, les espèces à faible valence écologique sont souvent très localisées ou contraintes à des habitats spécifiques.

Pour caractériser la largeur de la valence écologique selon les facteurs considérés, des termes spécifiques sont utilisés : **eurytherme et sténotherme** pour la température, **euryhygre et sténohygre** pour l'humidité, ainsi que **euryhalin et sténohalin** pour la salinité de l'eau.

2.7 Adaptations aux Facteurs Écologiques

Les organismes, qu'ils soient individus, populations ou communautés, ne réagissent pas passivement aux facteurs écologiques. Ils montrent une plasticité écologique variable qui leur permet de s'adapter aux fluctuations des conditions environnementales. Cette variabilité des facteurs écologiques exige que chaque organisme développe des capacités d'adaptation. On peut distinguer trois types d'adaptations :

1. *Acclimatation (Adaptation Physiologique)*

L'acclimatation est une adaptation qui résulte de mécanismes de régulation internes chez les êtres vivants. Ces mécanismes entraînent des modifications métaboliques compensatoires, permettant aux organismes de maintenir des conditions internes optimales malgré les changements de l'environnement. Par exemple, lorsqu'un individu venant de la plaine se rend en montagne, il peut éprouver des difficultés respiratoires dues à une diminution de l'oxygène. Cependant, après environ une semaine, il s'adapte par une augmentation du nombre de globules rouges, améliorant ainsi son oxygénation.

2. *Accommodation (Adaptation Phénotypique)*

L'accommodation désigne la capacité d'une espèce à s'adapter à de nouvelles conditions environnementales en développant des caractères adaptatifs non héréditaires, appelés accommodats. Ce phénomène est particulièrement observé chez certaines plantes. Par exemple, la sagittaire présente des feuilles rigides et un système racinaire fort en milieu terrestre. En revanche, lorsqu'elle est immergée, elle développe des feuilles allongées et flexibles, adaptées à l'absorption des sels minéraux dans l'eau. En milieu semi-aquatique, elle affiche des caractères intermédiaires. Ce phénomène illustre que l'accommodation est phénotypique et non génotypique, car des accommodats cultivés ensemble dans un même environnement adoptent des caractères similaires, indépendamment de leur origine.

3. *Adaptation Génotypique*

L'adaptation génotypique implique des modifications héréditaires dans la forme, la physiologie ou le comportement d'une espèce, lui permettant de supporter les variations environnementales tout en continuant à exploiter ces milieux. Cette forme d'adaptation est considérée comme la plus aboutie, car

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

elle repose sur des modifications génétiques qui engendrent des écotypes, c'est-à-dire des populations génétiquement distinctes, adaptées à des conditions écologiques spécifiques. Lorsque des graines d'écotypes sont cultivées dans des conditions identiques, elles conservent les caractéristiques morphologiques et physiologiques acquises dans leurs milieux d'origine, témoignant ainsi de l'importance des adaptations génotypiques.

2.8 Les facteurs abiotiques

2.8.1 La température

La température est l'élément du climat le plus important car elle intervient dans tous les processus métaboliques, tels que la respiration et la photosynthèse. La loi de Van't Hoff précise que la vitesse d'une réaction chimique est fonction croissante de la température.

La majorité des êtres vivants subsistent dans un intervalle de températures comprises entre 0°C et 50°C. Il existe cependant des exceptions :

- Certains organismes des milieux aquatiques supportent des températures extrêmes ;
- La fourmi du désert *Cataglyphis bombycina* peut rester active par 50°C à la surface du sable ;
- Certaines espèces arctiques résistent à des températures de -30°C.

On observe bien l'influence de la température sur la répartition des espèces à travers l'existence d'étages de végétation en montagne. Suite aux glaciations, certaines espèces boréo-montagnardes telles que le lièvre variable arctique ou le lagopède alpin, n'ont subsisté qu'en altitude dans l'Atlas, au-delà de leur aire centrée actuellement sur la Scandinavie.

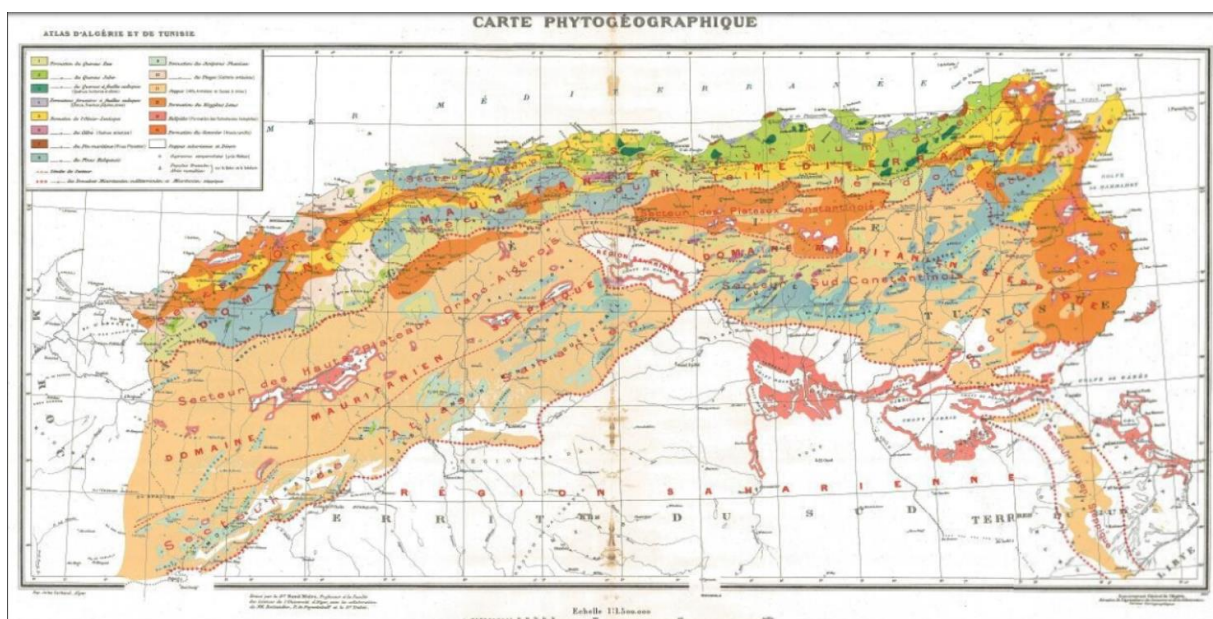


Figure 3. Carte de la répartition des formations végétales en Algérie.

Source : (Bernard, 1923)

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

2.8.2 La pluviométrie et l'humidité

Les organismes vivants se répartissent dans divers milieux en fonction de leurs besoins en eau. Voici une explication détaillée de chaque type d'espèce :

Espèces aquatiques : Ces organismes vivent en permanence dans des milieux aquatiques. Ils peuvent être des animaux, des végétaux ou des micro-organismes tels qu'une bactérie. Ils ont besoin de l'eau en tant qu'habitat pour vivre. Par exemple, les poissons, les mammifères marins, les mollusques, les crustacés, etc., sont des animaux aquatiques.



Figure 4. Exemple d'espèce aquatique Echinodermata.

Espèces hygrophiles : Ces espèces ont des besoins élevés en eau et en humidité tout au long de leur cycle de vie et se développent donc dans les milieux humides. Elles vivent habituellement en milieu lacustre ou palustre et sont souvent des plantes amphibies.



Figure 5. Hygrophila difformis, exemple d'espèce hygrophile.

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

Espèces mésophiles : Ces espèces ont des besoins modérés en eau. Elles peuvent être des bactéries qui prospèrent à des températures comprises entre 20 et 40 °C. Les organismes mésophiles sont très diversifiés et cosmopolites : le sol, l'eau douce et l'eau de mer, les eaux usées, sur les végétaux, les animaux dont l'homme.



Figure 6. Exemple de pelouse mésophile.

Espèces xérophiles : Ces espèces sont adaptées aux milieux arides. Elles sont des organismes extrêmophiles vivant dans des milieux très pauvres en eau. Par exemple, l'arbre de Josué (*Yucca brevifolia*) est une plante xérophile du désert de Mojave, aux États-Unis.



Figure 7. *Yucca brevifolia*, espèce xérophile.

Dans les régions sèches, la disponibilité de l'eau est le facteur limitant principal de la production végétale. En steppes algériennes, la productivité des plantes pastorales par hectare augmente avec la pluviométrie⁸⁹. Cela signifie que plus il y a de pluie, plus la productivité des plantes pastorales

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

Augmente. Cependant, les changements climatiques et la baisse de la disponibilité en eau ont un impact significatif sur le secteur agricole, qui consomme 70 à 80 % des ressources hydriques. Des innovations sont nécessaires pour adapter l'agriculture et l'élevage à ces aléas climatiques.

2.8.3 La lumière

Les radiations lumineuses, par leur intensité et leur durée, ont un impact significatif sur les cycles biologiques de nombreuses espèces. L'intensité lumineuse, en particulier, détermine la distribution des espèces végétales : les **héliophiles**, comme les pins et les plantes de garrigue, nécessitent une forte exposition solaire et se développent dans les milieux ouverts, tandis que les **sciaphiles**, telles que les fougères et certaines mousses, sont adaptées aux environnements ombragés et prospèrent en sous-bois. Ce phénomène de réaction à la durée d'éclairement est connu sous le nom de photopériodisme, qui est la réaction des êtres vivants à la variation de la longueur des jours et des nuits.

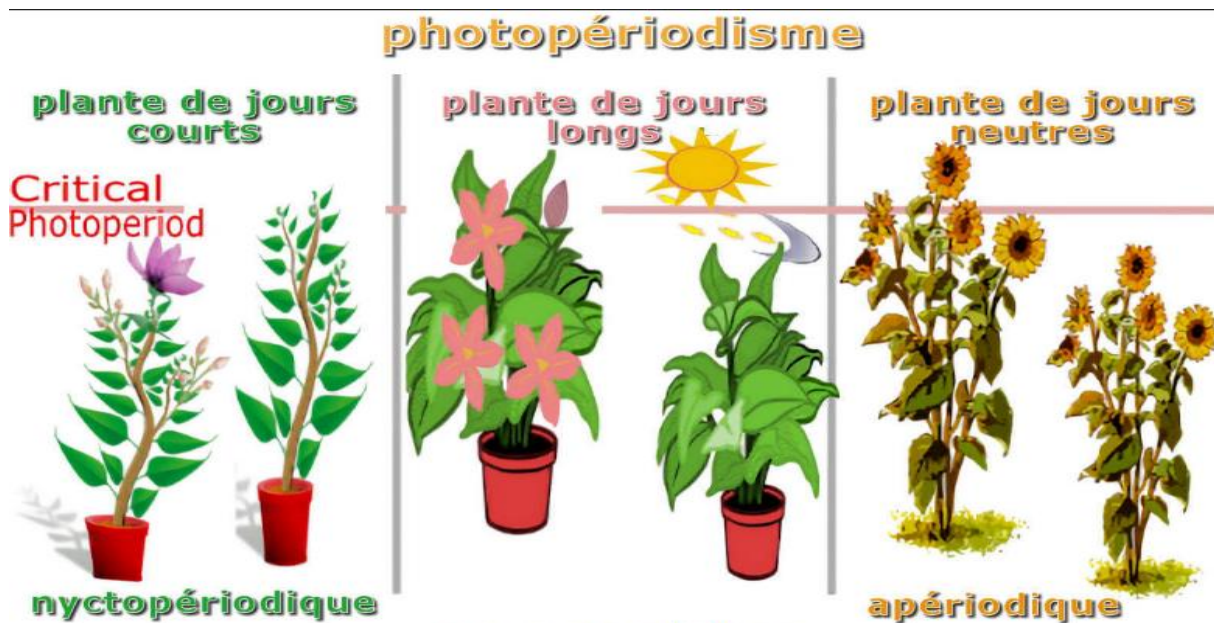


Figure 8. Le photopériodisme chez les végétaux

Chez les végétaux, la photopériode joue un rôle crucial dans la croissance végétative et la floraison. Les plantes répondent à la durée du jour, ce qui a conduit à la classification des espèces en différents groupes selon leur photopériode. Par exemple, les plantes à floraison en jours longs fleurissent lorsque la période de lumière est supérieure à un seuil, appelé photopériode critique. À l'inverse, les plantes à floraison en jours courts voient leur floraison induite lorsque la durée du jour est inférieure à ce seuil. Chez les animaux, en particulier les reptiles, l'intensité lumineuse permet une thermorégulation comportementale via les bains de soleil. Les reptiles, étant des ectothermes, dépendent fortement des conditions environnementales abiotiques. Ils suivent de près les variations environnementales

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

Temporelles et spatiales, en particulier la température et l'humidité. Lorsqu'un reptile a besoin d'augmenter sa température corporelle, il peut se tenir au soleil ou chercher une autre source de chaleur rayonnante. À ce stade, les prostaglandines commencent à se concentrer et à augmenter la fréquence cardiaque. Le cœur déplace le sang plus rapidement pour réchauffer le corps plus efficacement.

En somme, la photopériode et l'intensité lumineuse sont des facteurs environnementaux clés qui influencent les cycles biologiques, la croissance, la floraison et la thermorégulation chez les organismes vivants. Ces adaptations permettent aux espèces de survivre et de prospérer dans leurs environnements spécifiques.

2.8.4 Le vent

Le vent exerce plusieurs influences fondamentales sur l'écosystème. En tant que pollinisateur, il permet la reproduction des plantes anémophiles en transportant leur pollen. Dans son rôle de disperseur, il facilite la dissémination des graines adaptées au transport aérien, comme celles du pin d'Alep avec leurs ailes ou les Composées avec leurs aigrettes. Le vent agit également comme facteur limitant en modelant la végétation : il crée des formes caractéristiques comme les arbres en drapeau sur les versants exposés, les arbres nains en altitude, ou les arbustes en coussinet. Cette force naturelle détermine aussi la limite supérieure des forêts, créant l'étage asylvatique où seules les pelouses persistent.

2.8.5 Les facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques, essentiels à la compréhension de l'écologie végétale, englobent l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du sol. Le sol résulte d'une interaction complexe entre la roche mère, soumise aux actions climatiques et biologiques, et la matière organique décomposée (humus). Cette composition mixte détermine la capacité du sol à soutenir la vie végétale.

La texture du sol, définie par la distribution granulométrique des particules minérales, s'échelonne des plus grossières aux plus fines :

Les cailloux (> 20 mm) et graviers (2-20 mm)

Les sables grossiers (0,2-2 mm) et fins (0,02-0,2 mm)

Les limons (0,002-0,02 mm)

Les argiles (< 0,002 mm)

Cette composition texturale influence directement la capacité du sol à retenir l'eau et à permettre sa circulation, ainsi que celle de l'air.

La structure du sol décrit l'organisation spatiale des particules. Elle peut être particulaire, avec des éléments dispersés, ou grumeleuse, où les particules forment des agrégats. La porosité, propriété cruciale, comprend la macroporosité (pores > 8 μ) qui facilite la circulation des fluides, et la microporosité qui retient l'eau par capillarité.

Un sol équilibré doit maintenir une porosité suffisante pour permettre la vie souterraine et les échanges gazeux.

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

L'hygrométrie des sols L'eau dans le sol se présente sous quatre formes principales :

L'eau hygroscopique, liée aux particules et inutilisable par les organismes

L'eau capillaire non absorbable, piégée dans les micropores

L'eau capillaire absorbable, accessible aux racines

L'eau gravitaire, qui s'écoule vers les profondeurs

Cette répartition de l'eau détermine sa disponibilité pour les végétaux et la faune du sol.

Le pH du sol constitue un facteur déterminant pour la distribution des organismes. On distingue :

Les organismes euryioniques, adaptables à différentes conditions de pH

Les organismes sténoioniques, plus spécialisés, comprenant :

Les acidiphiles préférant les sols acides

Les neutrophiles vivant en conditions neutres

Les basiphiles prospérant en milieu alcalin

La richesse en éléments minéraux joue un rôle fondamental. L'azote, le phosphore et le potassium constituent le trio essentiel pour la croissance végétale. L'azote, principalement sous forme de nitrates, et le phosphore, présent comme phosphates, sont souvent des facteurs limitants. Le potassium s'avère particulièrement important pour les cultures. D'autres éléments comme le calcium, le magnésium et divers oligo-éléments, bien que nécessaires en plus faibles quantités, restent indispensables au développement optimal des plantes.

Cette composition chimique, combinée aux propriétés physiques du sol, crée des conditions spécifiques qui déterminent quelles espèces végétales peuvent s'établir et prospérer dans un environnement donné.

2.9 Les facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont déterminés par les interactions entre les espèces au sein d'un écosystème.

Ces interactions peuvent prendre plusieurs formes :

2.9.1 La compétition

La compétition est une interaction caractérisée par la rivalité entre les individus pour l'accès aux ressources limitées du milieu. Elle peut être intra-spécifique (entre membres de la même espèce) ou inter-spécifique (entre membres d'espèces différentes). La compétition a un effet négatif sur les deux espèces (interaction -/-). Par ex : les adventices avec les cultures.

Dans la Figure ci-dessous, vous trouverez un exemple célèbre du principe d'exclusion compétitive, avec deux types de microorganismes unicellulaires : *Paramecium aurelia* et *Paramecium caudatum*. Lorsqu'elles sont cultivées individuellement en laboratoire, les deux espèces prospèrent. Mais quand on les cultive dans le même tube à essai — c'est-à-dire dans le même habitat — avec une quantité fixe de nutriments, elles poussent toutes les deux moins bien. Finalement, *P. aurelia* l'emporte sur *P. caudatum* pour l'accès à la nourriture, ce qui conduit à l'extinction de *P. caudatum*.

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

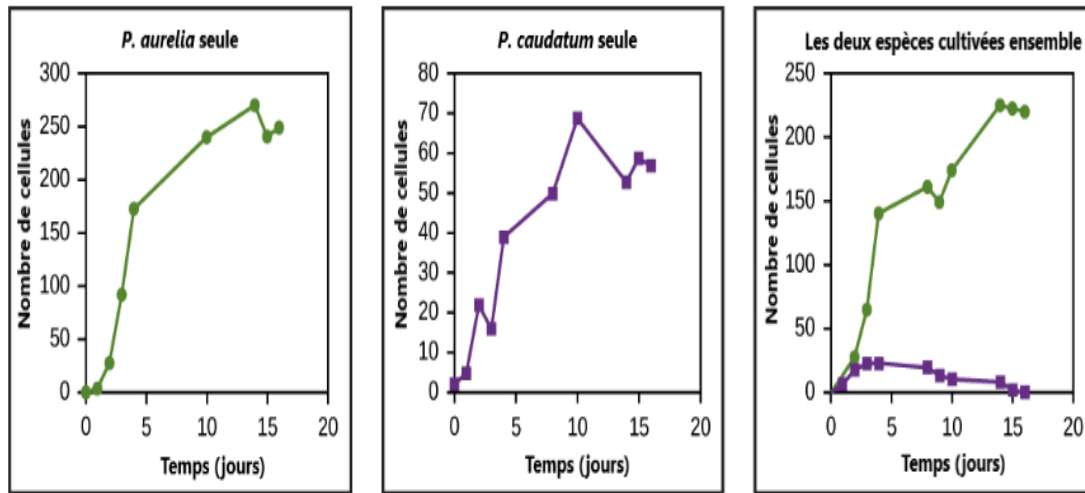


Figure 9. Principe d'exclusion compétitive entre espèces.

La compétition intra-spécifique se produit lorsque des individus d'une même espèce cherchent à exploiter une même ressource limitée. Par exemple, les individus d'une même espèce peuvent entrer en compétition pour les territoires de nidification ou de chasse.

Les fennecs du désert, par exemple, entrent en compétition pour les proies sur leur territoire. La nuit, les longues oreilles du fennec lui permettent d'entendre les plus petits bruits que font ses proies, ce qui lui permet de ne pas faire de longues recherches dans le désert. Le fennec est un redoutable chasseur, rusé et féroce.



Figure 10. Interaction proie-prédateur.

En somme, la compétition intra-spécifique joue un rôle crucial dans la régulation des populations et leur répartition spatiale. Elle influence la dynamique des populations et peut avoir des conséquences importantes sur la structure et la fonction des écosystèmes.

2.9.2 Prédateurs et proies

Les prédateurs limitent et régulent les populations de proies. A l'inverse, l'abondance des proies influence positivement la démographie des prédateurs. On observe également des adaptations

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

réciroques entre proies et prédateurs. Les proies développent des stratégies d'évitement (camouflage) ou de défense (toxiques, épines). Les prédateurs optimisent leurs capacités de détection et de capture des proies.

Par exemple, en Algérie, les gazelles sont connues pour leur vitesse qui leur permet d'échapper aux prédateurs, tandis que les lions (leurs prédateurs) ont développé une grande force et une vitesse pour capturer leurs proies.

2.9.3 Parasitisme

Les parasites vivent aux dépens de leur hôte. Ils peuvent modifier leur physiologie ou leur comportement pour optimiser leur transmission.

Un exemple de parasitisme est celui des tiques qui se nourrissent du sang de leurs hôtes (comme les humains ou les animaux). Les tiques peuvent transmettre des maladies à leurs hôtes, ce qui est bénéfique pour le parasite mais nuisible pour l'hôte.

2.9.4 Mutualisme

Certaines interactions bénéficient aux deux espèces, comme les fourmis protégeant les pucerons dont elles consomment le miellat. Un exemple de mutualisme est la relation entre les abeilles et les fleurs. Les abeilles recueillent le nectar des fleurs pour faire du miel, et en faisant cela, elles pollinisent les fleurs, aidant ainsi les plantes à se reproduire.

Dans le tableau ci-dessous sont résumées les principales formes d'interactions observables entre espèces différentes.

Tableau 2 : Principaux types d'interactions interspécifiques.

		Gain pour l'espèce A		
		Positif	Neutre	Négatif
Gain pour l'espèce B	Positif	<i>Mutualisme, Coopération, Symbiose</i>	<i>Commensalisme</i>	<i>Prédation, Parasitisme</i>
	Neutre	<i>Commensalisme</i>	<i>Neutralisme</i>	<i>Amensalisme</i>
	Négatif	<i>Prédation, Parasitisme</i>	<i>Amensalisme</i>	<i>Compétition</i>

Chapitre 2 : les facteurs écologiques

Explication des termes :

Mutualisme : Type d'association entre deux espèces, de laquelle chacun des partenaires tire un bénéfice (entre symbiote et l'hôte) ou Les deux espèces tirent un bénéfice. Exemple : La fixation de l'azote par les bactéries du genre *Rhizobium* pour les légumineuses telles que *Phaseolus vulgaris* (*haricot*).

Coopération : Interaction positive sans que la relation soit obligatoire. Exemple : Les oiseaux du genre *Buphagus* nettoient les parasites sur le pelage des grands herbivores comme le buffle (genre *Syncerus*).

Symbiose : Relation à long terme avec des bénéfices réciproques. Exemple : Les lichens, formés par l'association entre une algue (comme *Chlorella*) et un champignon du genre *Ascomycètes* (par exemple, *Cladonia*).

Commensalisme : Une espèce bénéficie (commensale) tandis que l'autre n'est ni avantagée ni désavantagée (l'hôte). Le rémora (genre *Echeneis*) se fixe à de grands poissons comme la raie (genre *Dasyatis*) ou les requins (famille *Lamnidae*).

Neutralisme : Est le fait de cohabiter sur un même territoire sans exercer d'influence entre elles donc c'est l'absence d'effet significatif sur les deux espèces. Exemple : le chien domestique (*Canis lupus familiaris*) et le hérisson européen (*Erinaceus europaeus*).

Prédation/Parasitisme : Une espèce bénéficie au détriment de l'autre. Exemple de prédation : la coccinelle (*Hippodamia convergens*) utilisée dans la lutte biologique pour réduire les populations de pucerons (famille *Aphididae*) et d'acariens (ordre *Acari*).

Exemple de parasitisme : Les tiques du genre *Ixodes* se nourrissent du sang d'animaux hôtes.

Amensalisme : Une espèce est désavantagée sans bénéfice pour l'autre. Exemple : Les végétaux produisent de l'oxygène, qui peut être toxique pour les bactéries anaérobies, comme *Clostridium botulinum*.

Compétition : Les deux espèces subissent un préjudice en raison de ressources limitées. Désigne aussi la rivalité entre les espèces vivantes pour l'accès aux ressources du milieu. Exemple : La lutte entre les végétaux pour la lumière, l'eau et les sels minéraux, comme entre *Quercus robur* (chêne pédonculé) et *Fagus sylvatica* (hêtre commun).

2.10 Réactions des êtres vivants

Face aux variations de facteurs écologiques, les êtres vivants présentent diverses réactions :

- Modifications morphologiques (pelage d'hiver, camouflage)
- Modifications physiologiques (hibernation, estivation)
- Modifications comportementales (migration, territorialité)

Ces adaptations permettent d'élargir les niches écologiques de chaque espèce.

Au sein d'une espèce, il peut également se former des races écologiques ou écotypes, avec des tolérances différentes.

La formation de races écologiques ou écotypes est un phénomène courant chez les espèces vivant dans des habitats variés. Lorsque des populations d'une même espèce se retrouvent isolées dans des milieux différents sur une longue période, elles vont développer des adaptations spécifiques à leur environnement.

Par exemple, le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) présente deux écotypes bien distincts en Algérie :

- L'écotype des montagnes et des hauts plateaux, adapté au froid et à la sécheresse. Ces arbres développent une taille plus réduite, un port en boule, des aiguilles plus courtes et plus épaisses pour minimiser la transpiration.
- L'écotype des plaines littorales, adapté à la chaleur et à l'humidité. Ces arbres ont une taille plus grande, un port pyramidal, des aiguilles plus longues et plus fines pour favoriser la transpiration.

Le fennec (*Vulpes zerda*), célèbre renard des sables du Sahara, présente lui aussi de nombreuses adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales spécifiques au désert : grande surface d'oreilles pour la thermorégulation, reins très développés pour minimiser la perte d'eau, activité nocturne, pattes recouvertes de poils...

Enfin, plusieurs espèces d'oiseaux algériens montrent des variations de plumage entre écotypes sédentaires et migrateurs. Les sédentaires ont généralement des couleurs plus ternes, un camouflage mieux adapté à leur habitat.

Ainsi, sous la pression de sélection du milieu, les populations d'une même espèce développent au fil des générations des adaptations qui aboutissent à des races écologiques différenciées, mieux armées pour survivre dans leur niche écologique respective. Ce phénomène participe à la diversification du vivant.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.1 Introduction

L'étude des végétations est une discipline essentielle pour comprendre les communautés végétales et leur distribution spatiale sous l'effet de facteurs environnementaux. Elle repose sur un ensemble de concepts et de méthodes phytosociologiques permettant de décrire, analyser, classifier et cartographier les formations végétales.

3.2 Importance de l'étude des végétations

L'étude des végétations présente de nombreux intérêts dans des domaines variés :

- ✚ La conservation de la biodiversité : Connaître précisément la composition et la structure des communautés végétales est indispensable pour identifier les habitats d'intérêt pour les espèces menacées et mettre en place des plans de conservation adaptés. Par exemple, des inventaires détaillés des maquis et garrigues méditerranéens permettent de localiser les zones de nidification du bruant ortolan, un passereau fortement menacé dont les effectifs déclinent.
- ✚ L'aménagement du territoire : Cartographier et caractériser la végétation d'une région aide les aménageurs à éviter, réduire ou compenser l'impact de projets d'infrastructures sur des habitats sensibles. Ainsi, le tracé d'une nouvelle ligne de train à grande vitesse dans le Sud de la France a été modifié localement pour épargner des zones abritant des forêts anciennes de chênes verts et des espèces végétales patrimoniales associées.
- ✚ La gestion des milieux naturels : Connaître la dynamique des communautés végétales sous l'influence des activités humaines et des facteurs environnementaux guide les plans de gestion des espaces protégés. Par exemple, dans le parc national de Djurdjura en Algérie, l'étude de la végétation a révélé une progression des formations éricoïdes liée à la déprise pastorale et oriente désormais un projet de réouverture des milieux.

3.3 Méthodes d'échantillonnage et de classification de la végétation

La phytosociologie dispose de plusieurs méthodes complémentaires pour étudier la végétation :

3.3.1 Méthode physiologique

Elle consiste à délimiter des surfaces portant une végétation uniforme. Cette conception conduit à la notion de formation (terme introduit par HOUMBOLDT en 1806), c'est-à-dire un groupement végétal qui doit sa physiologie à la dominance d'une ou plusieurs formes de vie (types biologiques).

3.3.1.1 Les types biologiques :

Qualifient les différentes formes et architectures végétales en fonction de leur stratégie d'adaptation au milieu où elles vivent. Arbres, arbustes, buissons, herbes vivaces, herbes annuelles, plantes en rosette, plantes à bulbes ou à rhizomes, plantes aquatiques constituent différents types biologiques

Les différents types biologiques

- 1- **Phanérophytes**, Les phanérophytes et nanophanérophytes sont représentées par des plantes (arbres, arbustes, arbrisseaux et lianes) dépassant 25cm de hauteur.
- 2- **Chamaéphytes** : Les Chamaéphytes sont formées de sous arbrisseaux, herbes et plantes sub-ligneuses ne dépassant pas 25 cm de hauteur.

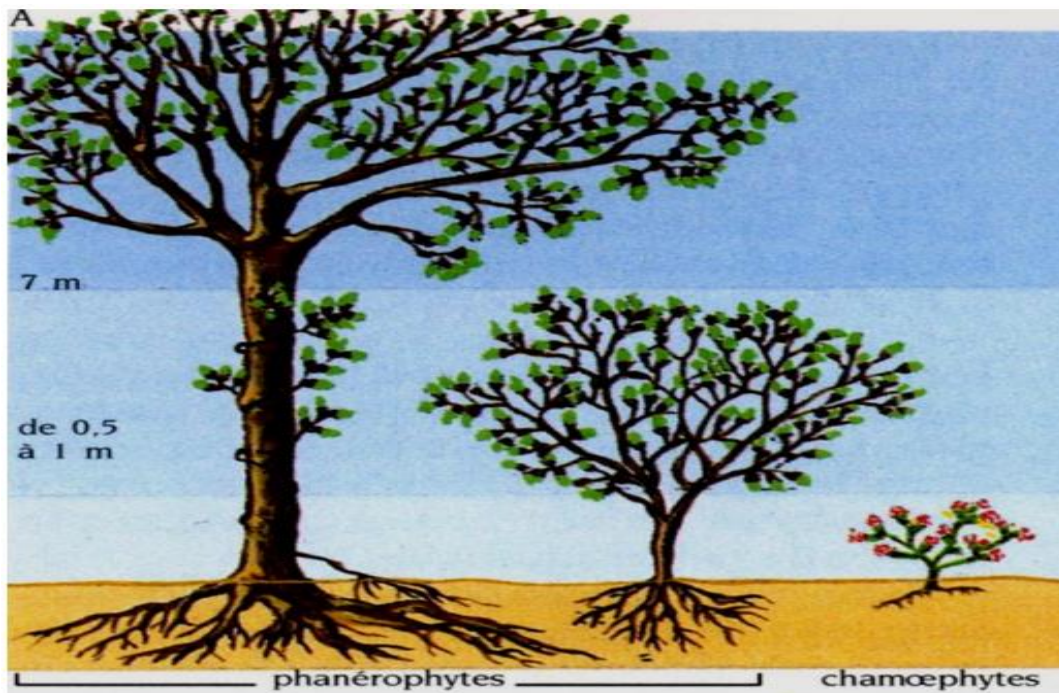


Figure 11. les phanérophytes et les chamaéphytes

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

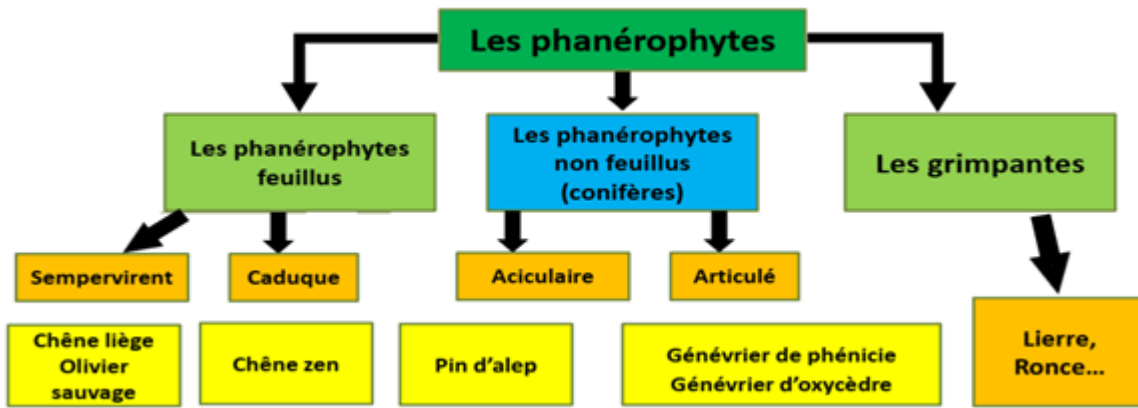


Figure 12. Classification des phanérophytes.

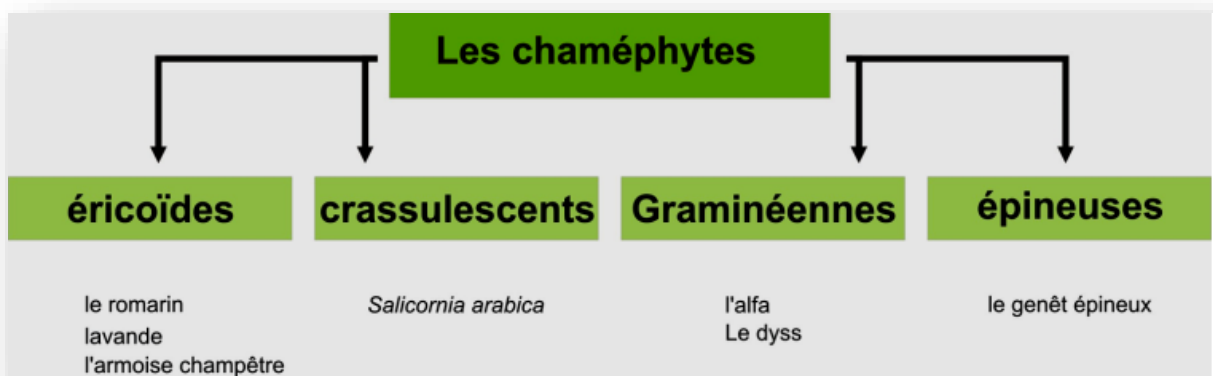


Figure 13. Classification des chaméphytes et graminées.



A *Juniperus phoenicea* L



B *Ampelodesma mauritanicum*

Figure 14. Types biologiques des végétaux.

- 3- **Hémi-cryptophytes** Les hémi-cryptophytes regroupent les plantes basses à bourgeons pérennants situés au ras du sol. Ces espèces possèdent des feuilles basales en rosettes,

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

- 4- **Géophytes** Les géophytes constituent des plantes dont les organes de conservation sont souterrains (rhizomes, bulbes, tubercules).
- 5- **Thérophytes** Les thérophytes ou plantes annuelles passent la mauvaise saison à l'état de graine.

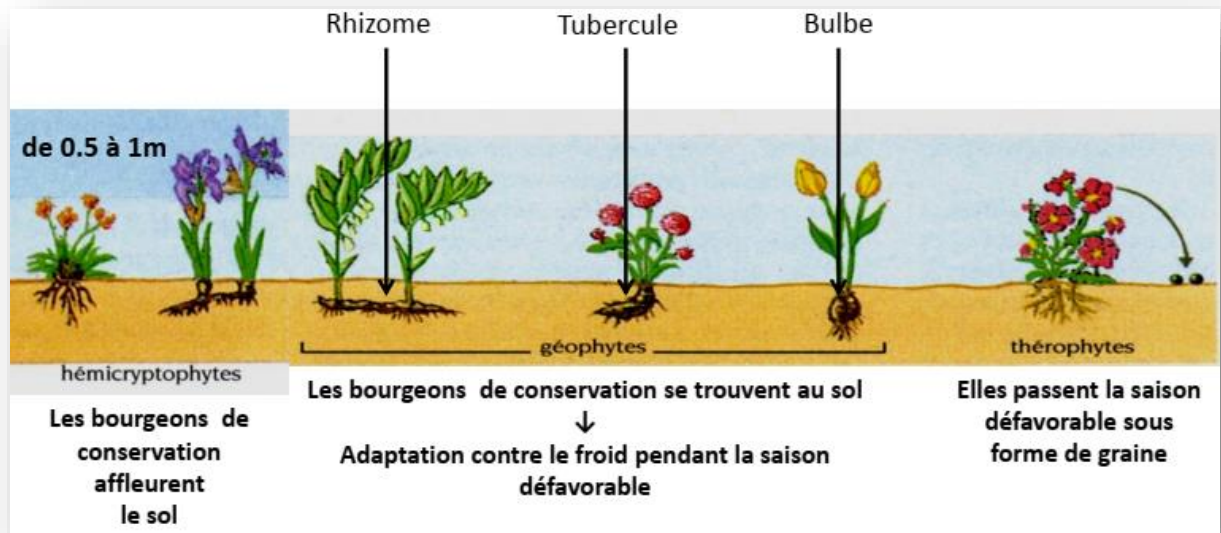


Figure 15. Autres types biologiques de plantes.

Les végétaux permanents (Phanérophytes et Chamaéphytes)

Un ensemble des adaptations morphologiques et anatomiques qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et en une réduction de la surface évaporant.

Les végétaux temporaires (Thérophytes et géophytes)

Les plantes annuelles du désert apparaissent brusquement après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante, effectuant leur cycle vital, de la germination à la fructification avant que le sol ne soit desséché (cycle de 3 à 4 mois ou 8 à 15 jours). Ces annuelles constituent souvent après les périodes de pluie, un tapis recouvrant le sol de quelques Ephémérophytes de la flore saharienne (*Bellis annua*, *Bromus rubens*, *Plantago albicans*), âgés de quelques semaines, encore à l'état plantules mais ayant déjà fleuri ou fructifié. Les mêmes remarques peuvent s'expliquer à propos des géophytes, soit bulbeuses, soit rhizomateuses, dont l'apparition est souvent très brusque après les pluies et dont le développement est rapide.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.3.1.2 *La structure végétale*

A- Structure verticale

La stratification désigne la répartition de la végétation en différentes strates ou niveaux de hauteur. Cette notion a été décrite pour la première fois par les botanistes Kremer (1863) et Hult (1881), puis développée par le botaniste russe Alechin en 1926.

On distingue classiquement 4 strates principales :

La strate cryptogamique (ou strate muscinale) : constituée des mousses, des lichens et des hépatiques qui se développent à même le sol. Cette strate a une hauteur de quelques centimètres.

La strate herbacée : constituée des plantes herbacées annuelles ou vivaces non lignifiées. Elle peut atteindre 1 à 2 mètres de hauteur.

La strate arbustive : constituée des arbrisseaux, arbustes et plantes ligneuses basse avec des tiges ramifiées dès la base. Elle peut atteindre 5 à 7 mètres.

La strate arborescente (ou arborée) : constituée des arbres qui ont un seul tronc principal qui se ramifie en branches feuillues en hauteur. C'est la strate la plus élevée qui peut dépasser 30 à 40 mètres pour les plus grands arbres.

Ces différentes strates se superposent verticalement et interceptent la lumière de façon complémentaire permettant une productivité et une biomasse globales importantes. Elles abritent aussi une importante biodiversité, chaque strate ayant une composition différente en espèces animales et végétales (ex radiare pour les oiseaux).

La structure verticale et l'empilement des strates varient beaucoup selon le type de forêt ou le stade dynamique. Le botaniste Roger Dajoz (1974) a particulièrement étudié ces variations de stratification.

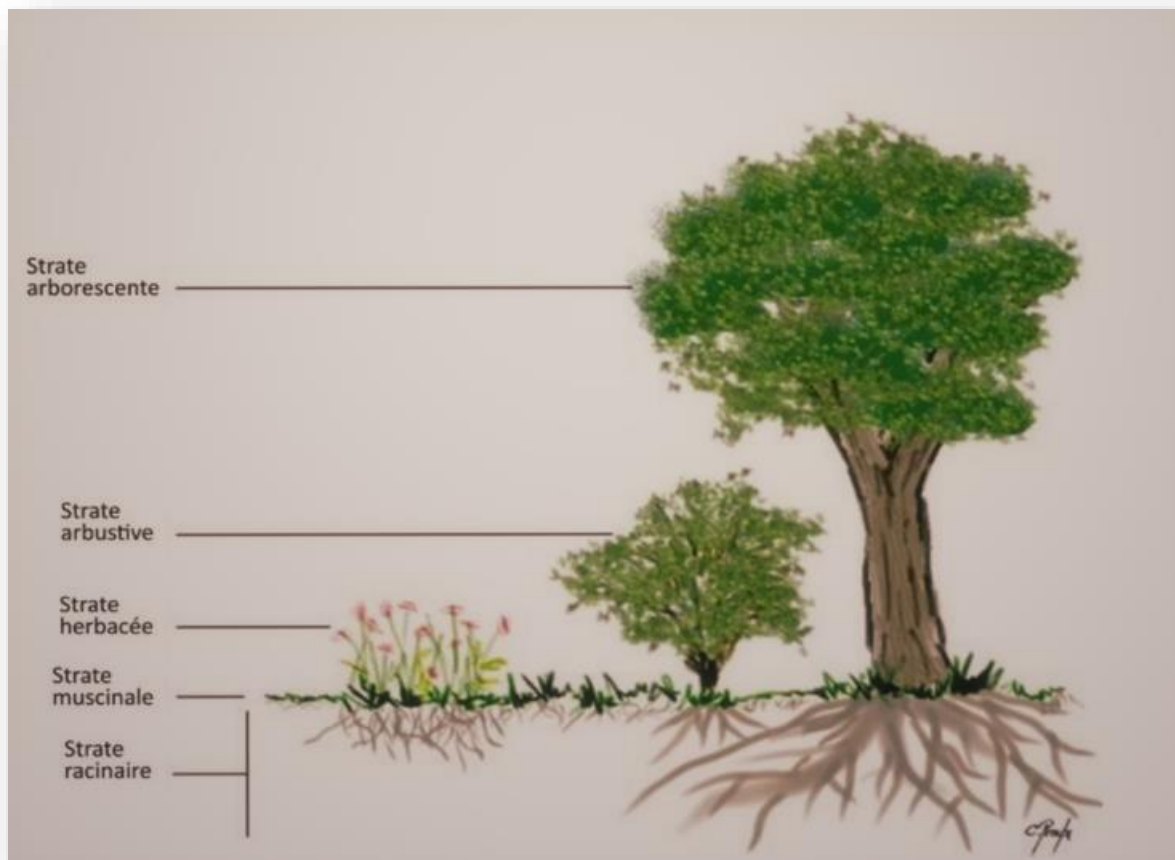


Figure 16. Strates des végétations.

B- La structure horizontale

On distingue classiquement 3 types de structures horizontales :

La structure horizontale dense (ou fermée) : La canopée arborée est continue, les couronnes des arbres se touchent. Il y a peu d'espace entre les houppiers (couronnes). Ceci limite très fortement la pénétration de la lumière. Seule la strate herbacée est peu développée.

La structure horizontale ouverte : Les houppiers des arbres sont espacés les uns des autres.

Les couronnes ne se touchent pas et il existe des trous dans la canopée. Ceci permet une meilleure pénétration de la lumière favorisant le développement d'un sous-bois diversifié.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

La structure en trouées : Présence de trouées plus ou moins grandes suite à la chute d'un arbre. Ceci crée des ouvertures transitoires dans la canopée. Un fort ensoleillement au niveau du sol permet l'apparition de végétation héliophiles.



A- Une végétation dense



B- Une végétation claire ouverte



C- Une végétation trouée

Figure 17. Structures horizontales de la végétation.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.3.2 Méthode dynamique

La dynamique de la végétation désigne l'évolution spatio-temporelle des communautés végétales sous la contrainte de facteurs environnementaux et d'interactions biologiques.

Elle va de périodes très courtes (modifications saisonnières) à beaucoup plus longues (histoire de la végétation) : La périodicité concerne les changements liés aux cycles phénologiques (le plus souvent annuels) : floraison, repos hivernal.

Les changements de végétation après perturbation sont analysés via le concept de succession végétale. Par exemple, après incendie d'une forêt tempérée, on observe une série progressive de communautés (herbacées pionnières, arbustives puis forestières) conduisant à terme à la reconstitution du couvert forestier climacique.

De même, la déprise agricole dans des milieux méditerranéens entraîne une fermeture du milieu par densification des strates ligneuses. L'embroussaillage aboutit à long terme à des formations préforestières.

En Algérie, nous pouvons observer des successions végétales typiques de milieux méditerranéens après différents types de perturbations :

Par exemple, dans les massifs forestiers des Aurès ou de la Kabylie, les incendies fréquents entraînent une succession végétale post-incendie avec dans un premier temps une explosion de plantes herbacées annuelles pyrophiles (très adaptées au passage du feu), puis l'installation progressive de broussailles et arbrisseaux comme le genêt ou le calycotome épineux qui recolonisent ces espaces ouverts. Au bout de quelques décennies, le pin d'Alep ou le chêne vert méditerranéen réapparaissent et reforment le couvert forestier s'il n'y a pas de nouveaux incendies.

Egalement, le surpâturage autour des points d'eau permanents génère des processus de désertification des steppes avec dégradation de la strate herbacée, érosion des sols et installation progressive de plantes épineuses inappétentes pour le bétail (chamaephytes en coussinets ou à rosettes acérées) qui finissent par rendre ces parcours impropres au pâturage.

La gestion pastorale, forestière ou agricole durable devient cruciale pour contrôler ces dynamiques de végétation et éviter la dégradation des écosystèmes algériens.

3.3.3 Méthode phytosociologique

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

La phytosociologie est la discipline botanique qui étudie les communautés végétales et leur relation avec le milieu, en se basant sur des listes floristiques les plus exhaustives possibles.

Elle est l'une des branches de la géobotanique, laquelle peut s'appuyer sur d'autres types d'approches (physionomiques, climatiques, écomorphologiques, agricoles, sylvicoles, etc.)¹.

Son objet est l'étude synthétique des communautés de végétaux spontanées, pour les définir et les classer selon des critères floristiques et statistiques, caractériser leur structure et leur organisation, leur origine, leur genèse, leur déterminisme et leur évolution ainsi que leurs habitats.

L'analyse comparative des groupements végétaux permet de définir des catégories abstraites ; par exemple des associations végétales et des phytotypes.

- **Inventaires floristiques** : listes d'espèces avec estimation des abondances par comptages ou indices semi-quantitatifs, pour caractériser la composition en espèces des communautés.

- Classification des groupements végétaux : méthodes synthétique ou sigmatiste pour identifier des unités phytosociologiques selon des critères floristiques, écologiques ou chorologiques.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologiques, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.3.4 Méthode numérique

3.3.4.1 - Cartographie de la végétation :

Réalisation de cartes phytogéographiques spatialisant les grands ensembles de végétation à des échelles locales ou régionales. Intègre désormais des données de télédétection par satellite ou drone.

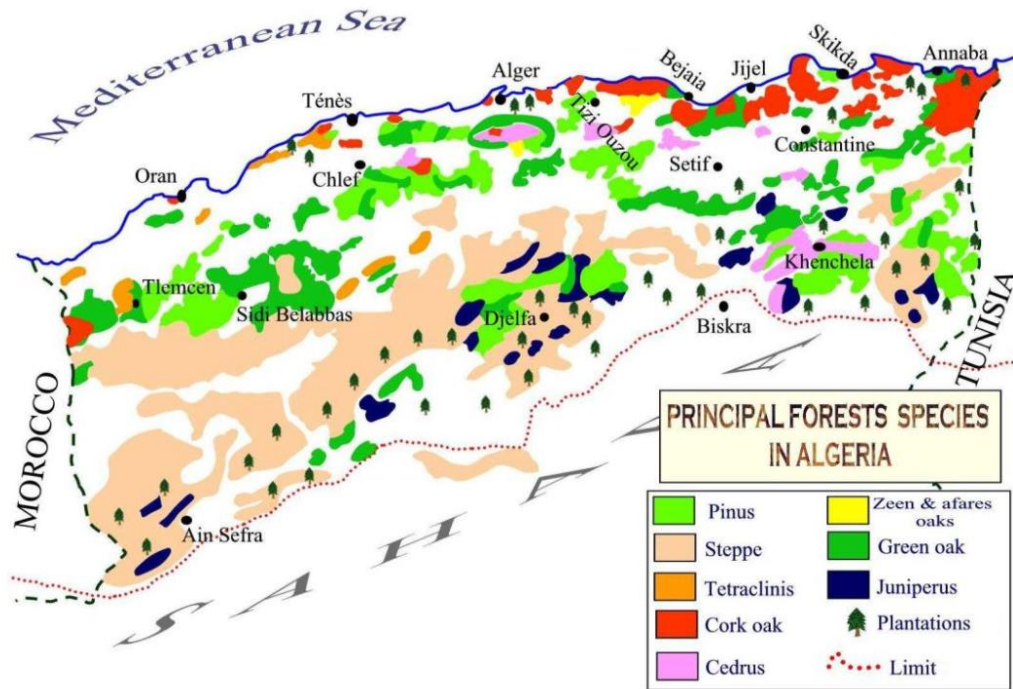


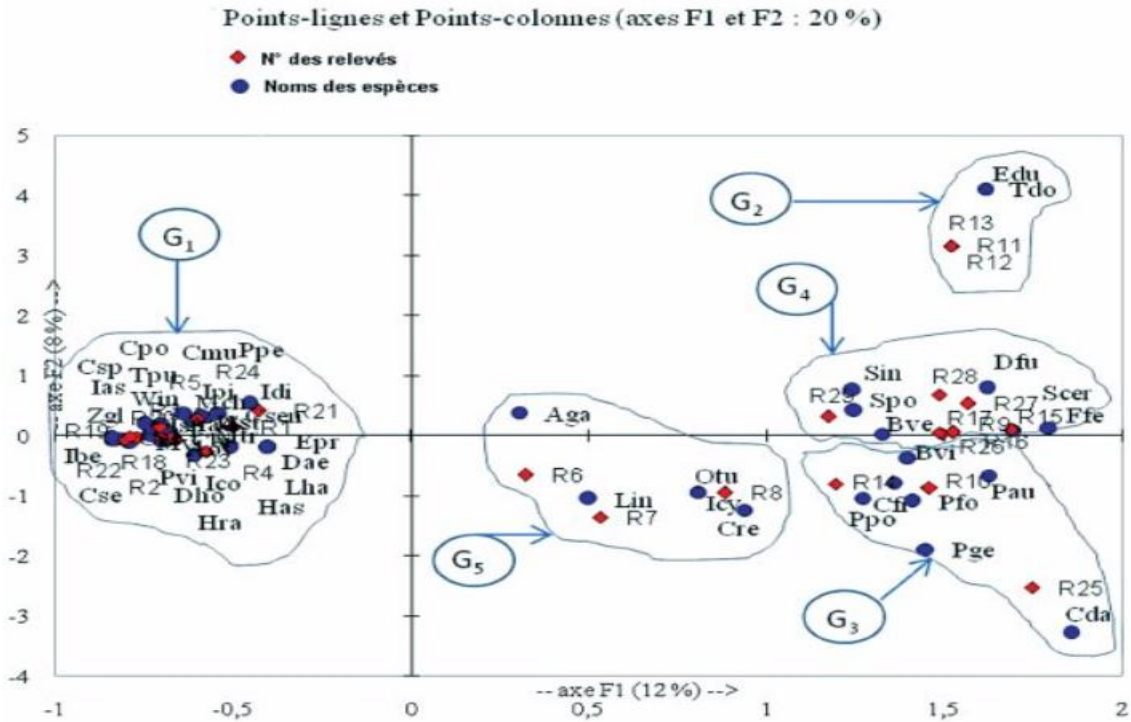
Figure 19. Carte des essences forestières en Algérie (DGF, 2018).

3.3.4.2 - Analyses statistiques multivariées :

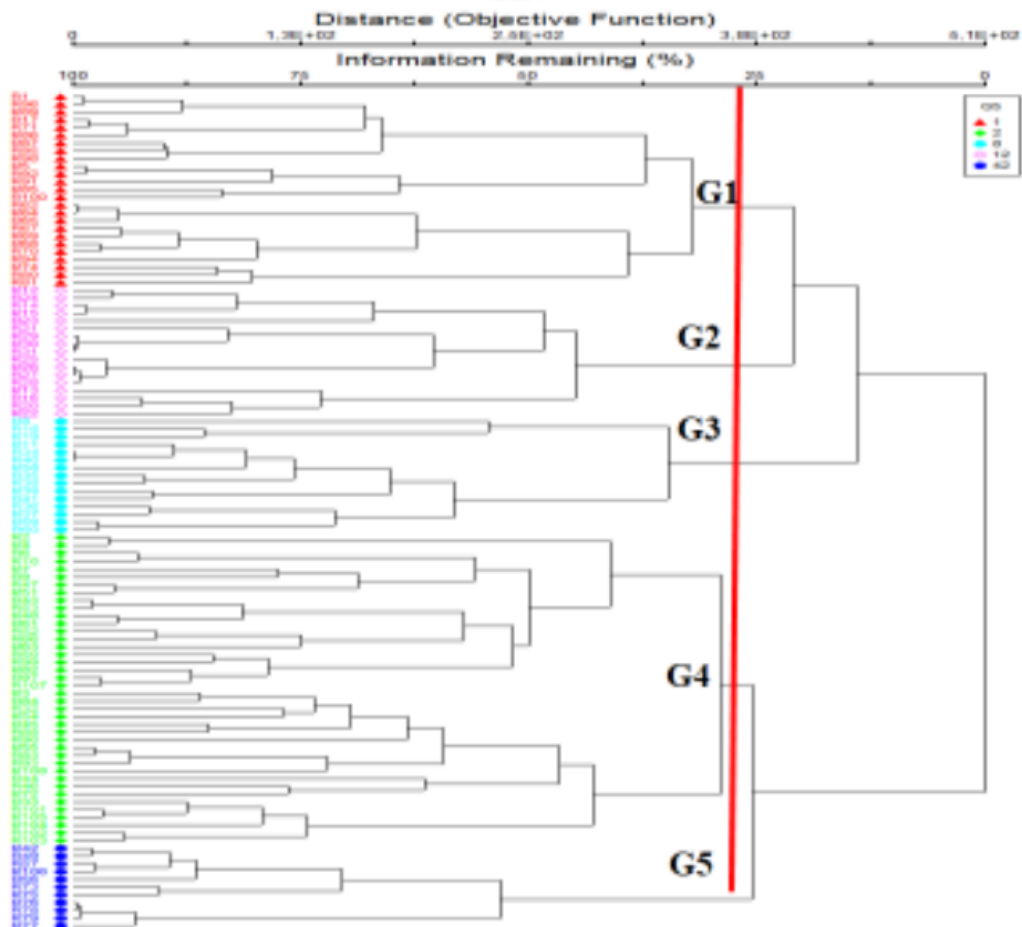
Pour mettre en évidence des groupes de relevés ou d'espèces et les relier à des gradients environnementaux sous-jacents (analyse factorielle).

D'après Aafi (2010), Parmi les méthodes numériques, nous avons les analyses multivariées [analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante principale (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CHA)]. L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologiques, dynamique de la végétation, les écosystèmes



A. AFC : diagramme des relevés / espèces herbacées dans le plan des axes F 1 (horizontal) et F 2 (vertical)
source : (Diallo, Guisse, Faye, & Sapadoum, 2009)



B. Classification hiérarchique ascendante des groupements végétaux (CHA) (Kaou et al., 2017)

Figure 20. Méthodes d'analyse numérique de la végétation.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.4 L'écosystème

Un écosystème est une unité écologique fonctionnelle qui comprend tous les organismes vivants (la biocénose) dans une zone donnée interagissant avec les facteurs non vivants de leur environnement (le biotope). C'est un système dynamique et complexe où tous les composants sont interconnectés et interagissent les uns avec les autres. Les écosystèmes peuvent être aussi petits qu'une flaque d'eau ou aussi grands que la biosphère terrestre.

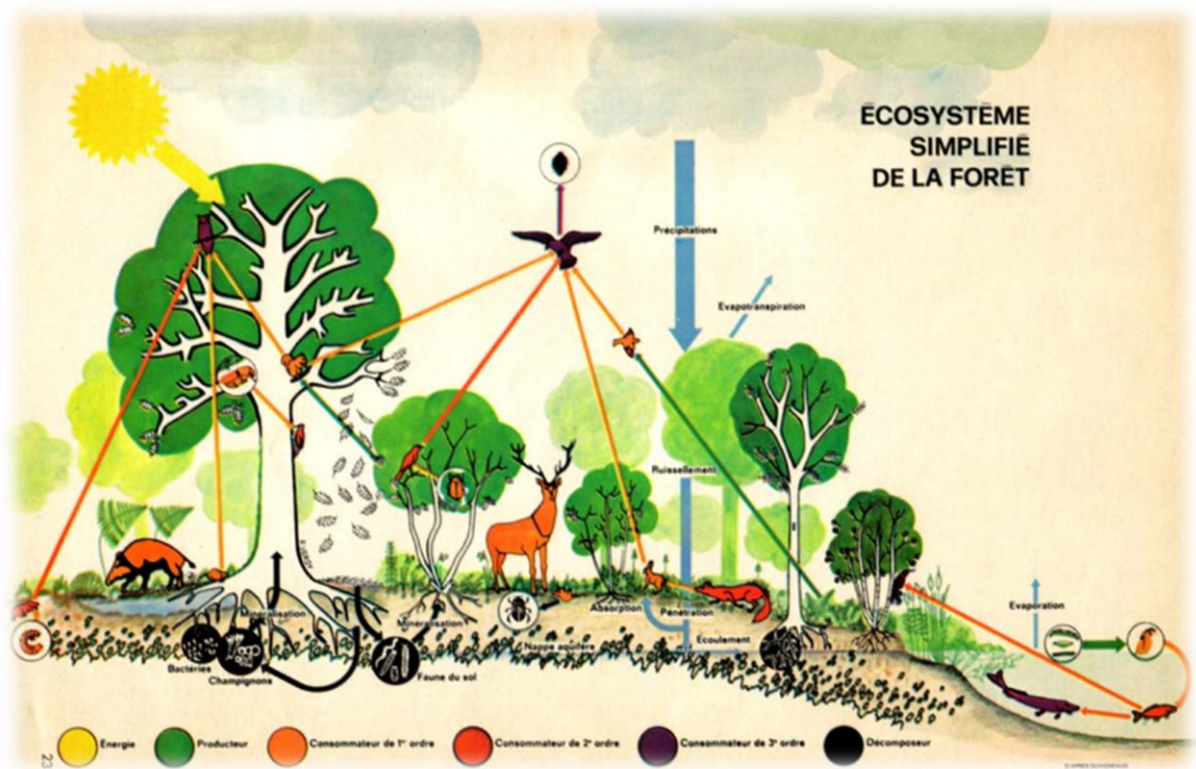


Figure 21. Fonctionnement d'un écosystème forestier.

3.4.1 Le Biotope

Le biotope est l'environnement abiotique, ou non vivant, d'un écosystème. Il comprend des facteurs physiques tels que le sol, le climat, l'eau, l'air et des facteurs chimiques tels que les nutriments dans le sol et l'eau. Ces facteurs déterminent les types d'organismes qui peuvent survivre et se reproduire dans cet environnement. Par exemple, un biotope de désert peut être caractérisé par un sol sablonneux, un climat chaud et sec, et une faible disponibilité en eau. Ces conditions sévères limitent les types d'organismes qui peuvent y survivre.



Figure 22. Exemple de biotope.

3.4.2 La Biocénose

La biocénose est l'ensemble des organismes vivants dans un écosystème. Elle comprend toutes les espèces d'animaux, de plantes et de micro-organismes qui vivent dans un biotope et interagissent les uns avec les autres. Ces interactions peuvent prendre de nombreuses formes, comme la prédation, la compétition, la symbiose, et bien d'autres. La structure de la biocénose est souvent déterminée par les conditions du biotope et par les interactions entre les espèces.

- **La Phytocénose** : C'est l'ensemble des plantes d'un écosystème. Elles sont souvent les producteurs primaires qui convertissent l'énergie solaire en énergie chimique par la photosynthèse. Cette énergie est stockée sous forme de matière organique, qui est la source de nourriture pour de nombreux autres organismes de l'écosystème.
- **La Zoocénose** : C'est l'ensemble des animaux d'un écosystème. Ils sont généralement des consommateurs qui mangent d'autres organismes pour obtenir de l'énergie. Les animaux peuvent être des herbivores qui mangent des plantes, des carnivores qui mangent d'autres animaux, ou des omnivores qui mangent à la fois des plantes et des animaux.
- **La Microcénose** : C'est l'ensemble des micro-organismes d'un écosystème, y compris les bactéries, les champignons et les algues microscopiques. Ils jouent un rôle crucial dans la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

3.5 Fonctionnement de l'écosystème

Les écosystèmes fonctionnent en équilibrant les flux d'énergie et de matière entre les organismes vivants et leur environnement.

- **La production primaire** : C'est le processus par lequel les producteurs (généralement des plantes) convertissent l'énergie solaire en énergie chimique par la photosynthèse. Cette énergie est stockée sous forme de matière organique, qui est la source de nourriture pour de nombreux autres organismes de l'écosystème.
- **La consommation** : C'est le processus par lequel les consommateurs (animaux) mangent d'autres organismes pour obtenir de l'énergie. Les consommateurs peuvent être classés en plusieurs niveaux trophiques, selon leur place dans la chaîne alimentaire. Les herbivores qui mangent des plantes sont des consommateurs de premier ordre, les carnivores qui mangent des herbivores sont des consommateurs de deuxième ordre, et ainsi de suite.
- **La décomposition** : C'est le processus par lequel les décomposeurs (généralement des micro-organismes) décomposent la matière organique morte en nutriments, qui sont ensuite recyclés dans l'écosystème. Ce processus est essentiel pour le maintien de la fertilité du sol et pour le fonctionnement de l'écosystème dans son ensemble.

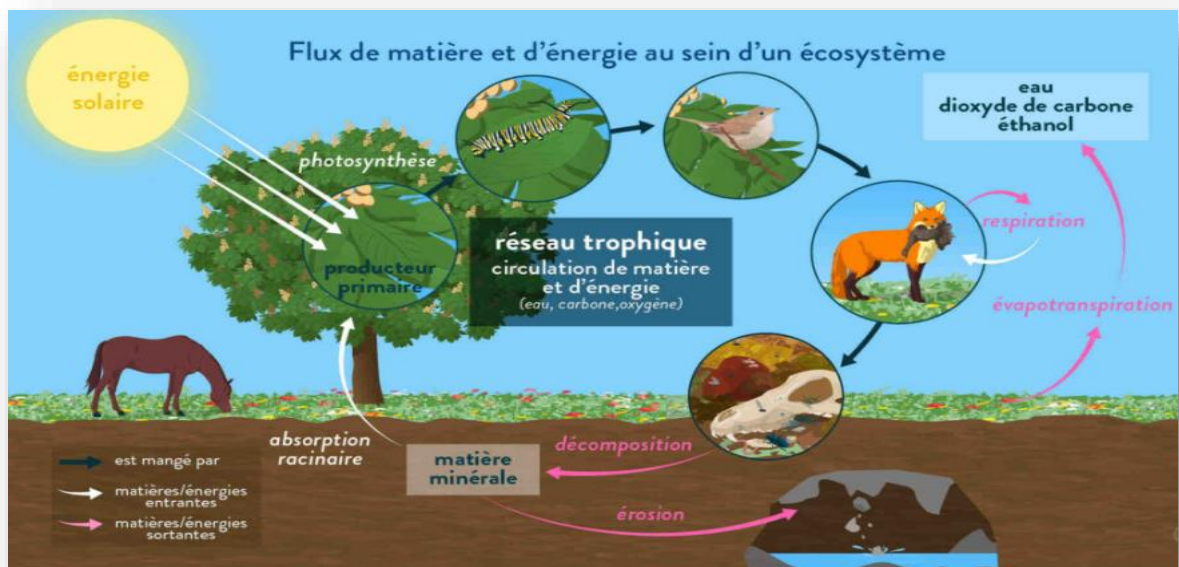


Figure 23 Fonctionnement d'un écosystème.

Chapitre 3 : Etude des végétations/méthodes phytosociologies, dynamique de la végétation, les écosystèmes

- **Les cycles biogéochimiques** : Ce sont les processus par lesquels les éléments chimiques sont recyclés dans l'écosystème. Ces cycles comprennent le cycle de l'eau, du carbone, de l'azote, du phosphore, etc. Chaque élément passe par une série de

Transformations chimiques et est transporté à travers les différents compartiments de l'écosystème, y compris l'atmosphère, le sol, l'eau et les organismes vivants.

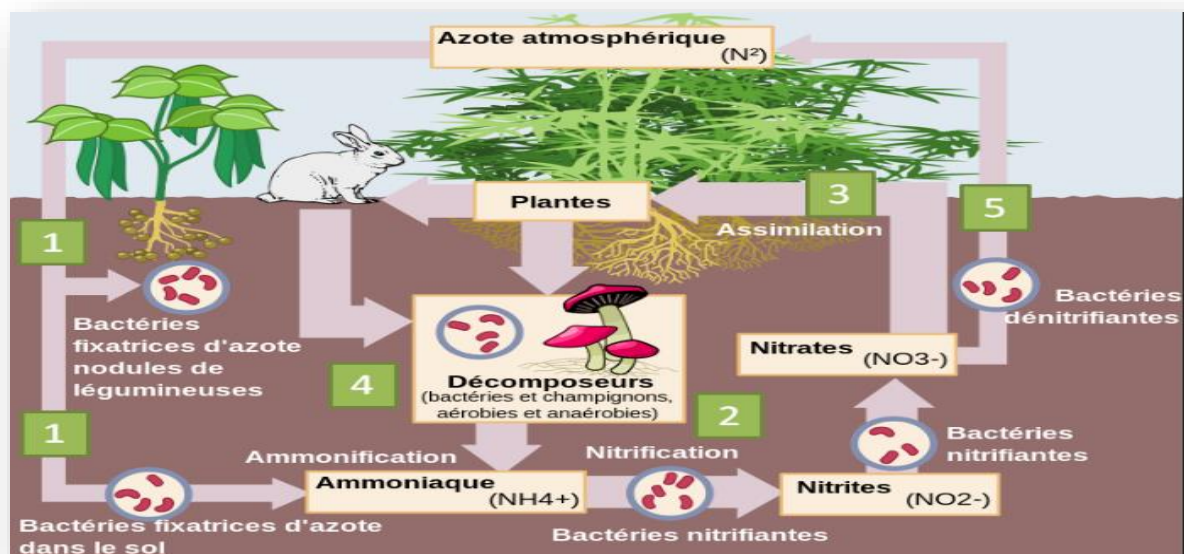


Figure 24. Cycle biogéochimique de l'azote.

Phytogéographie

4.1 Aperçu de la Distribution du Règne Végétal

La végétation actuelle et les ensembles floristiques varient en fonction du climat et de la région. Les Angiospermes, un groupe très diversifié, dominant largement la végétation, sauf dans les régions froides, représentant environ 80% des 250 000 espèces actuellement décrites. L'évolution de la végétation et la succession des différents groupes à la surface de la terre ont contribué à l'évolution des paysages. La végétation, soumise aux pressions sélectives des variations climatiques, a été "modélisée" au fil des temps géologiques.

La répartition actuelle des continents, des mers, des chaînes de montagnes et des déserts, etc., rend plus ou moins difficile, voire impossible, la propagation des plantes terrestres. On peut donc distinguer un certain nombre de régions botaniques naturelles après les associations de végétaux ou de flores que l'on rencontre surtout après les associations forestières.

4.2 L'Évolution au sein des Angiospermes

Les Angiospermes apparaissent au début du Crétacé ou à la fin du Jurassique. L'Angiosperme la plus ancienne actuellement connue remonte à 165 millions d'années. Parmi les Angiospermes toujours existantes, les études moléculaires identifient *Amborella trichopoda* comme étant le groupe "soeur" de toutes les autres Angiospermes, c'est-à-dire comme étant la première lignée divergente à partir de l'ancêtre commun le plus récent se situant à la racine de l'arbre phylogénique des Angiospermes.

4.3 Système de Classification des Angiospermes

En écologie appliquée, de nombreux systèmes de classification des Angiospermes (plantes à fleurs) ont été proposés au fil du temps, depuis les travaux pionniers de Linné (*Species Plantarum*, 1753). Aujourd'hui, le système le plus largement adopté par les botanistes est celui de l'Angiosperm Phylogeny Group (APG). Ce système APG se base principalement sur l'observation des caractères morphologiques, qui ont ensuite été confirmés par des analyses génétiques. Avec le développement de la phylogénétique, d'autres chercheurs ont proposé des classifications basées davantage sur les données moléculaires, en utilisant notamment deux gènes chloroplastiques et un gène nucléaire ribosomique. La classification APG III, issue des travaux de l'Angiosperm Phylogeny Group, représente ainsi l'état actuel des connaissances sur la classification phylogénétique des Angiospermes. Cette version III s'appuie sur une combinaison de caractères morphologiques et moléculaires pour proposer une organisation taxonomique des plantes à fleurs.

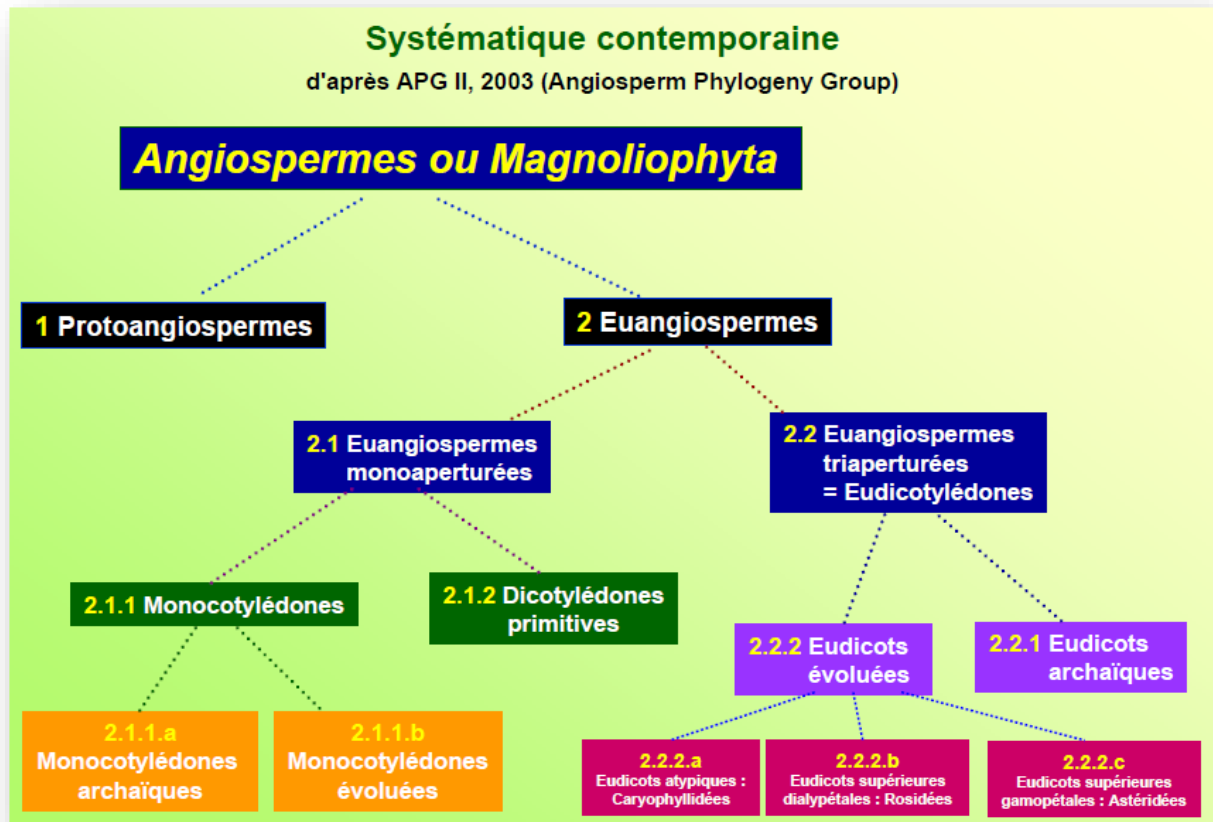


Figure 25. Classification systématique des Angiospermes.

4.4 Élément de Géographie Botanique

Les premiers travaux phytogéographiques ont principalement été fondés sur les notions développées par Augustin Pyrame de Candolle, ainsi que par Charles Henri Marie Flahault et Henri Gaussen. La géographie botanique a pour objet l'étude de la distribution spatiale des végétaux à la surface du globe. La végétation n'est en effet pas homogène sur toute la Terre, mais au contraire très diversifiée selon les régions. Certains végétaux comme les palmiers et bananiers sont ainsi de bons indicateurs des pays chauds, tandis que les sapins et pommiers caractérisent les pays tempérés froids.

Cette distribution géographique des plantes résulte de causes complexes, envisagées sous deux angles :

- Des causes primordiales ayant présidé à l'apparition et aux modifications successives des formes spécifiques végétales. Parmi elles, les influences climatiques (chaleur, lumière, humidité) et édaphiques (composition physico-chimique des sols). Ces facteurs expliquent aussi la disparition de certaines formes inadaptées aux changements environnementaux.
- Des causes secondaires qui circonscrivent les aires de répartition des espèces. Il s'agit de barrières ou corridors écologiques liés à la configuration des continents et reliefs, ou encore de facteurs favorisant la dispersion comme les courants marins et aériens. S'y ajoutent les interactions

biotiques (compétition entre espèces) et l'action anthropique (destruction, transport involontaire ou délibéré).

4.5 Les Régions Floristiques du Monde

La répartition des plantes à la surface du globe n'est pas uniforme. Certaines régions présentent une diversité floristique plus grande que d'autres. Ces régions, appelées régions floristiques, sont définies en fonction de la composition spécifique de leur flore. Chaque région floristique possède un certain nombre d'espèces endémiques, c'est-à-dire des espèces qui ne se trouvent nulle part ailleurs dans le monde.

4.6 Répartition générale des formations végétales du globe

La répartition des formations végétales sur le globe est un sujet complexe qui dépend de nombreux facteurs, dont certains sont encore mal compris.

4.6.1 Facteurs influençant la répartition des végétaux sur le globe

La distribution des végétaux sur la Terre est le résultat de causes complexes, principalement dues aux influences climatiques combinées (variations de chaleur, lumière et humidité) et aux caractéristiques du sol.

4.6.1.1 Influences climatiques

Trois facteurs climatologiques majeurs sont indispensables à la vie des plantes : la chaleur, la lumière et l'humidité.

La température

Les climats peuvent être divisés en deux grandes catégories. D'une part, les climats à température peu variable, qui sont soit chauds, soit tempérés. D'autre part, les climats à température variable, souvent caractérisés par des écarts importants, soit du jour à la nuit, soit surtout d'une saison à l'autre.

On peut distinguer deux grands types de climats selon la variabilité de la température :

- Les climats à température relativement constante tout au long de l'année, soit chauds (tropicaux), soit tempérés.
- Les climats à température variable, avec des écarts importants entre jour et nuit ou entre saisons.

Comme soumises au régime d'un climat à température peu variable, nous devons considérer en première ligne les plantes des régions forestières intertropicales où règne du moins dans les plaines

Chapitre 4 : Phytogéographie

Une température constamment comprise entre + 25° C et + 40°C. D'autres plantes vivent sous un régime plus tempéré, mais également peu variable.

En prenant en considération toutes ces influences combinées, **Candolle** avait déjà défini les catégories climatiques suivantes pour l'ensemble des végétaux

1. Mégathermes

Végétation soumise à une température élevée et constante oscillant entre +20°C et +40°C, associée à une forte humidité atmosphérique permanente.

Exemples : Forêts tropicales humides de plaine.

2. Xérophiles

Végétation confrontée à des températures très élevées pendant une partie de l'année, mais avec une sécheresse marquée le reste du temps.

Exemples : Zones arides tropicales et subtropicales comme les déserts chauds.

3. Mésothermes

Végétation de régions à climat tempéré, avec des températures estivales douces comprises entre +15°C et +20°C et une humidité modérée.

Exemples : Région méditerranéenne, Canaries.

4. Microthermes

Végétation de régions à températures annuelles moyennes basses (+0°C à +14°C). Étés tempérés à frais, avec des gelées fréquentes.

Exemples : Zones tempérées et boreales.

5. Hékiosthermes

Végétation de régions au climat froid, avec des étés ne dépassant guère +10°C et des hivers pouvant atteindre -40°C.

Exemples : Toundra arctique, Sibérie centrale.

La lumière :

La lumière, tout aussi indispensable que la chaleur à la végétation, n'agit cependant pas de la même manière. La chaleur stimule principalement le développement de toutes les parties de la plante et favorise la fécondation, la maturation et la germination. Le rôle de la lumière est de provoquer la formation de la chlorophylle et d'aider au développement des organes floraux dont elle favorise la multiplicité et les colorations variées.

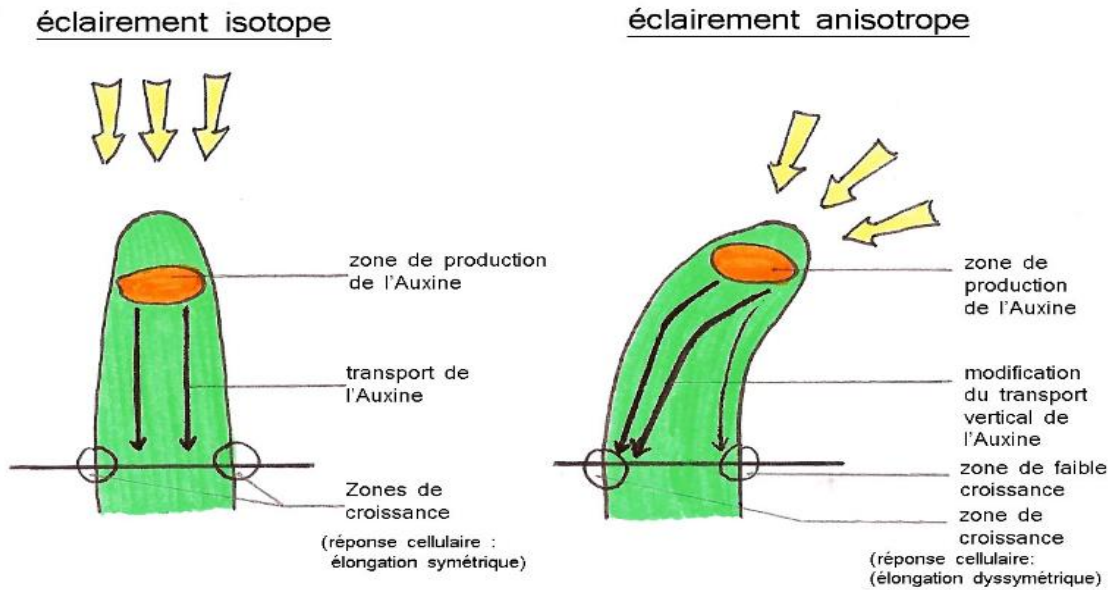


Figure 26. Influence de la lumière sur la croissance des plantes.

L'humidité

L'humidité joue un rôle crucial dans le développement des plantes. Elle est aussi importante que la chaleur et la lumière pour la croissance des plantes. L'humidité du sol détermine le développement des végétaux : la germination des semences, le développement du système racinaire, la croissance des tiges, la production des fleurs et des fruits.

Lorsque le taux d'humidité dans les sols est faible, il a un effet direct de limitation de la photosynthèse et un effet indirect d'augmentation des températures de l'air quand les plantes ne peuvent plus refroidir l'atmosphère en transpirant. En l'absence de sécheresse, les plantes assimileraient le carbone plus régulièrement, non seulement parce qu'il y a davantage d'eau disponible dans le sol, mais aussi parce que l'atmosphère serait toujours plus fraîche et moins sèche.



Figure 27. Exemple de plante hygrophile, l'ortie.

4.6.1.2 Influence du sol

Le sol a longtemps été perçu comme un simple support pour la vie végétale, animale et les activités humaines. Cette perception est due à un manque de connaissances lié, entre autres, aux difficultés méthodologiques inhérentes et à l'extrême hétérogénéité de ce milieu.

Grâce aux nouvelles techniques, telles que la biologie moléculaire, le traçage isotopique et la modélisation, l'écologie du sol s'est développée avec une prise de conscience que le sol est un écosystème à part entière qu'il est important de comprendre. La nature du sol joue un rôle aussi important que le climat dans certains aspects. Partout où coexistent des terrains différents, il est facile d'observer que les plantes spontanées, ainsi que les plantes cultivées, présentent un caractère différent.

Classification des Plantes

Les plantes ont été classées, selon leur habitat, en trois catégories différentes :

1. Les plantes qui poussent sur toute espèce de terrain.
2. Les plantes qui préfèrent un type de terrain à un autre.
3. Les plantes qui ne poussent que sur un type de terrain, à l'exclusion de tous les autres.

Influence Physico-Chimique du Sol

Les différences de végétation peuvent être liées à la composition chimique du sol, qui détermine la disponibilité des nutriments, ou à ses propriétés physiques comme la texture et la structure. C'est l'interaction complexe entre ces caractéristiques chimiques et physiques qui façonne les conditions de croissance, rendant leur distinction essentielle pour comprendre les différences observées dans la végétation.

Influence de l'Exposition et de l'Altitude

La conformation du terrain a une influence sur la végétation qui est intimement liée à celle de la lumière et de la température. L'altitude exerce une influence capitale sur la végétation ; la température s'abaissant graduellement à mesure qu'on s'élève sur les montagnes, il en résulte des modifications de la flore analogues à celles dues aux différences de latitude.

Influence Réciproque des Végétaux

Les plantes recherchent naturellement les milieux qui leur conviennent le mieux, ceux où se trouvent réunies les différentes conditions nécessaires à leur développement.

4.7 Les Changements Climatiques et la Distribution des Plantes

Les changements climatiques ont un impact majeur sur la distribution des plantes. En effet, avec le réchauffement global, certaines régions deviennent moins favorables à la croissance de certaines espèces de plantes, tandis que d'autres régions deviennent plus favorables. Cela peut entraîner des déplacements de populations de plantes et des modifications de la composition des communautés végétales.

4.8 La Conservation de la Biodiversité Végétale

La conservation de la biodiversité végétale est un enjeu majeur pour l'avenir de notre planète. En effet, les plantes jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes, notamment en produisant de l'oxygène, en régulant le cycle de l'eau, en fournissant de la nourriture et des habitats pour de nombreux

animaux, et en contribuant à la fertilité des sols. De plus, de nombreuses plantes ont une valeur économique, par exemple comme sources de médicaments, de bois, de fibres ou de nourriture. Il est donc crucial de préserver la diversité des espèces végétales et leurs habitats.

4.9 Les Menaces sur la Biodiversité Végétale

La biodiversité végétale est menacée par de nombreux facteurs. Parmi ceux-ci, on peut citer la destruction des habitats naturels due à l'urbanisation, l'agriculture intensive, l'exploitation forestière et l'extraction minière. Les espèces invasives, qui peuvent outcompéter les espèces locales et modifier les écosystèmes, constituent également une menace importante. Enfin, le changement climatique peut rendre certaines régions inhospitalières pour les plantes qui y vivent actuellement.

4.10 Les Mesures de Conservation

Pour préserver la biodiversité végétale, plusieurs mesures peuvent être mises en place. Cela peut inclure la création de réserves naturelles, où les activités humaines sont limitées afin de protéger les habitats naturels. Les programmes de réintroduction peuvent également être utilisés pour rétablir des espèces dans des zones où elles ont disparu. Enfin, la recherche scientifique peut aider à mieux comprendre les besoins des plantes et à développer des stratégies de conservation efficaces.

4.11 L'importance de la Conservation de la Biodiversité Végétale

La conservation de la biodiversité végétale est essentielle pour le bien-être de la planète et de ses habitants. Les plantes jouent un rôle crucial dans les écosystèmes, en fournissant de l'oxygène, en régulant le cycle de l'eau et en fournissant de la nourriture et des habitats pour de nombreux animaux. De plus, de nombreuses plantes ont une valeur économique, par exemple comme sources de médicaments, de bois, de fibres ou de nourriture. Il est donc crucial de préserver la diversité des espèces végétales et leurs habitats.

En conclusion, la phytogéographie et l'analyse floristique sont des domaines clés de l'écologie et de l'environnement. Ils nous permettent de comprendre la distribution des plantes à la surface du globe, les facteurs qui influencent cette distribution, et comment nous pouvons travailler pour préserver la biodiversité végétale face aux menaces actuelles. En poursuivant ces études, nous pouvons contribuer à la préservation de notre planète pour les générations futures.

Les grandes formations végétales du globe

5.1 Définition et Origines du Concept de Biome

Un biome, également connu sous le nom d'aire biotique, écozone ou écorégion, est un territoire caractérisé par un climat, un milieu physique, chimique et une vie spécifiques. Par conséquent, un biome est un ensemble d'écosystèmes caractéristiques d'une aire biogéographique, nommé d'après la végétation et les espèces animales qui y prédominent et y sont adaptés. Il est l'expression des conditions écologiques du lieu à l'échelle régionale ou continentale : le climat induit le sol, qui à son tour induit les conditions écologiques auxquelles répondront les communautés de plantes et d'animaux du biome en question.

5.2 Les Grands Biomes du Monde

Les biomes présentent une zonation en latitude assez régulière depuis l'équateur jusqu'à la limite des zones para biosphériques polaires.

5.2.1 Biomes continentaux :

1. **Forêts pluvieuses tropicales** : Ces forêts, également nommées forêts ombrophiles, constituant une bande quasi continue au niveau des zones intertropicales. Leur extension maximale se situe entre $\pm 10^\circ$ de latitude, là où les précipitations dépassent 1800 mm par an de façon régulière.
2. **Forêts sèches tropicales** : Ces forêts se subdivisent entre forêts tropicales caducifoliées (ou forêts de mousson) et forêts tropicales sclérophylles. Les premières perdent leurs feuilles durant la saison sèche tandis que les secondes croissent dans des zones de mousson marquée.
3. **Savanes tropicales** : situées entre les tropiques, dans des régions où les précipitations limitées empêchent le développement forestier. Beaucoup résultent de déforestations anciennes remontant souvent à des époques reculées.
4. **Déserts** : Ces biomes, dont l'extension maximale chevauche les zones subtropicales, succèdent aux savanes sans transition nette. Ils se caractérisent par de faibles précipitations, généralement inférieures à 250 mm/an, et une forte irrégularité pluviométrique, pouvant s'écouler plusieurs années sans pluies significatives dans les déserts hyperarides. Il existe des déserts chauds, comme Le désert de Sonora en Amérique du Nord, ainsi que des déserts chauds comme le désert de Gobi en Asie centrale.

5. **Forêts méditerranéennes** : Ces forêts représentent le type dominant de biome présent dans ces zones climatiques correspondant aux zones tempérées chaudes situées entre 30° et 40° de latitude. Elles présentent une sécheresse estivale excédant 3 mois.
6. **Forêts feuillues caducifoliées** : Ces forêts sont typiques des régions de moyenne latitude de l'hémisphère Nord. Ces biomes sont en revanche quasi absents des zones australes en raison de la rareté des terres émergées au niveau des 4 ° de latitude Sud.
7. **Steppes tempérées** : sont de vastes zones herbeuses situées dans l'hémisphère nord, là où le manque de précipitations empêche la croissance des arbres. Elles se distinguent par une végétation majoritairement composée de graminées, ce qui leur a valu le nom de "prairies" de la part des premiers colons européens arrivés dans les Grandes Plaines d'Amérique du Nord. On retrouve ces paysages herbacés, ponctués çà et là de buissons et d'arbustes, dans toutes les régions boréales à pluviométrie limitante pour le développement forestier.
8. **Taïga** : S'étirant continûment à travers les régions subarctiques d'Amérique du Nord et d'Eurasie, la taïga constitue l'un des principaux biomes continentaux. Cette gigantesque forêt de conifères succède aux forêts tempérées de feuillus en allant vers le nord, des forêts mixtes marquant la transition entre ces deux formations. Couvrant les zones situées entre la limite des arbres et la toundra, son immense étendue dans les latitudes boréales nordiques en fait l'un des écosystèmes dominants des hautes terres septentrionales.
9. **Toundra** : S'étendant entre la limite des arbres et les calottes glaciaires auprès des pôles, la toundra constitue un biome de régions froides extrêmes. Sa végétation clairsemée, composée de plantes herbacées, de cryptogames comme les lichens et de petits arbustes, parvient à croître sur un sol gelé en permanence en profondeur.

5.2.2 Macroécosystème Aquatique

Les dynamiques aquatiques induisent une uniformisation des biotopes, limitant l'identification de grands biomes marins ou d'eau douce. Les écosystèmes lacustres, notamment, présentent une distribution planétaire aléatoire, sans zonation latitudinale franche. On observe ainsi de grands lacs aussi bien proches de l'équateur (Victoria en Afrique intertropicale) que de la zone subpolaire (Grand lac de l'Ours, au Canada septentrional). Concernant les milieux océaniques, rares sont les biocénoses délimitées selon un gradient latitudinal strict ; l'exception notable concerne les barrières coralliennes tropicales et intertropicales abritant des coraux

Chapitre 5 : Les grandes formations végétales du globe

zooxanthellés thermosensibles, nécessitant des eaux à plus de 20°C pour leur calcification et leur symbiose photosynthétique.

5.3 Distribution et Classification Climatique des Biomes

En milieu continental, les biomes sont essentiellement répartis en fonction des climats. Le couple température-pluviométrie représente le facteur limitant dans l'extension des divers biomes. C'est donc de lui que dépend la distribution des biomes. Des représentations diagrammatiques ont été proposées, combinant les températures moyennes et la pluviométrie. En réalité, un troisième paramètre très important et lié aux deux premiers est l'évapotranspiration. Holdridge a proposé des diagrammes triangulaires qui apportent une meilleure représentation de la classification des biomes.

Ces informations fournissent une vue d'ensemble des différents biomes de la Terre et de leur distribution en fonction des conditions climatiques. Chaque biome est unique et abrite une diversité d'espèces végétales et animales adaptées à ses conditions spécifiques. Comprendre ces biomes est essentiel pour comprendre la biodiversité de notre planète et comment elle est affectée par les changements climatiques.

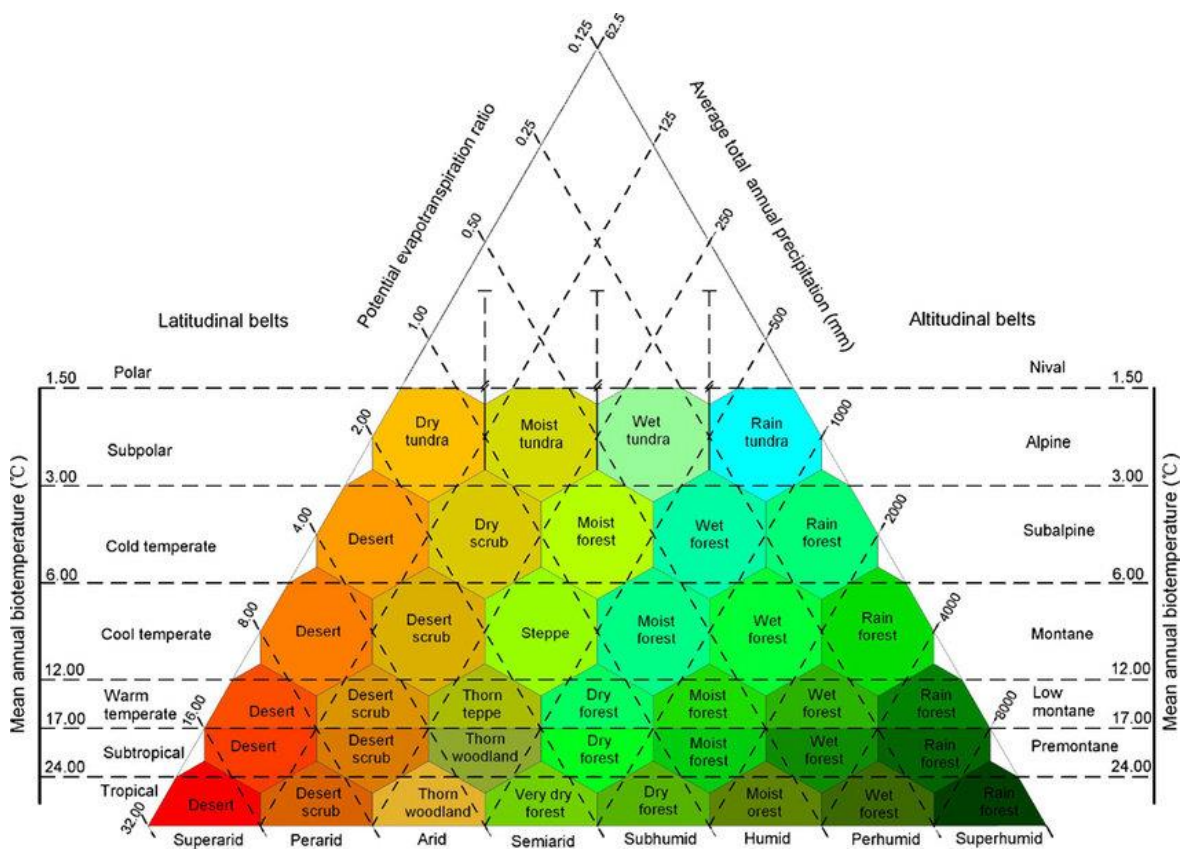


Figure 28. Classification des biomes selon Holdridge.

La productivité de la végétation

6.1 Première loi de la thermodynamique (Conservation de l'énergie)

La première loi de la thermodynamique, également connue sous le nom de loi de conservation de l'énergie, stipule que l'énergie ne peut être ni créée ni détruite. Elle peut changer d'une forme à une autre, mais l'énergie dans un système fermé reste constante. Dans le contexte des végétaux, cette loi est illustrée par le processus de photosynthèse. Les plantes capturent l'énergie lumineuse du soleil et la convertissent en énergie chimique, qui est ensuite stockée sous forme de glucose et d'autres molécules organiques. Cette énergie chimique peut être libérée par la respiration cellulaire, permettant aux organismes végétaux et animaux d'accéder à l'énergie stockée dans les glucides, les lipides et d'autres macromolécules grâce à la production d'ATP.

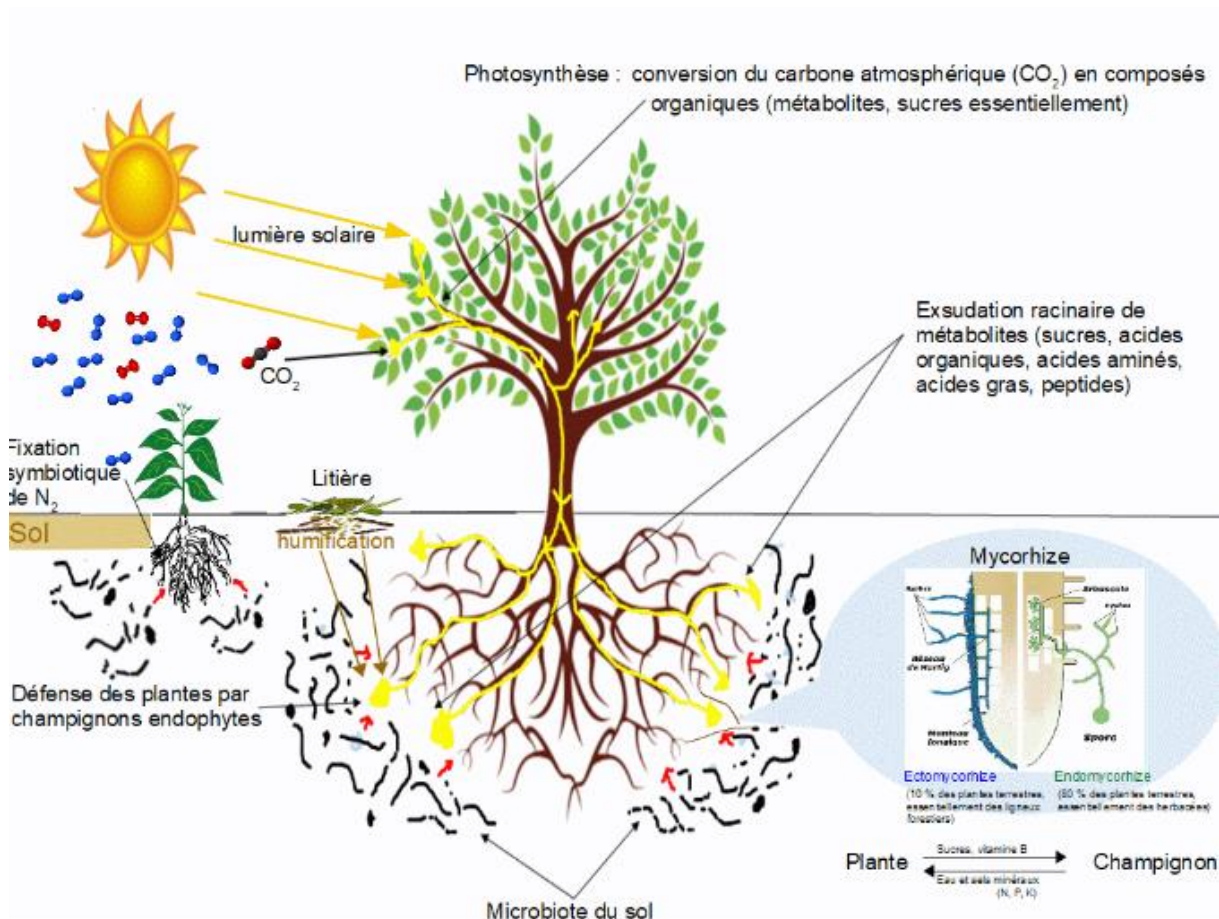


Figure 29. Processus de photosynthèse.

6.2 Deuxième loi de la thermodynamique (Augmentation de l'entropie)

La deuxième loi de la thermodynamique stipule que lorsqu'une énergie est transférée, il y aura moins d'énergie disponible à la fin du processus de transfert qu'au début. En raison de l'entropie, qui est la mesure du désordre dans un système fermé, toute l'énergie disponible ne sera pas utile à l'organisme. L'entropie augmente à mesure que l'énergie est transférée. Dans le contexte des végétaux, cette loi est illustrée par le fait que les plantes créent de l'ordre (diminution locale d'entropie) en structurant la matière par biosynthèse. Cependant, cela s'accompagne d'une augmentation d'entropie plus importante dans l'environnement, notamment par le dégagement de chaleur. Par exemple, dans la photosynthèse, toute l'énergie lumineuse n'est pas absorbée par la plante. Une partie de l'énergie est réfléchiée et une partie est perdue sous forme de chaleur.

6.3 Les types de rendements

1. **Rendement quantique** : Il s'agit de l'efficacité de conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique. Chez les plantes en C3, le rendement quantique est généralement de l'ordre de 5%. La photorespiration diminue l'efficacité de la photosynthèse, en dégradant une partie des sucres formés. Chez les plantes en C3, le rapport de l'activité de la photorespiration (moles d'O₂ consommées) sur l'activité de la photosynthèse (moles d'O₂ dégagées) croît quand la température s'élève.
2. **Rendement photosynthétique** : Il s'agit de la masse de matière sèche produite par unité de surface foliaire. Ce rendement dépend des conditions environnementales. Pour étudier le rendement de la photosynthèse, on peut utiliser un appareil spécialisé comme le diving PAM qui détermine le taux de transfert des électrons (ETR en μmol électrons/m²/s) par l'analyse de la fluorescence réémise par la plante lorsque ses photosites sont excités par une lumière monochromatique pulsée.
3. **Rendement de biomasse** : Il s'agit de la masse totale produite par un végétal par rapport à l'énergie lumineuse reçue. Ce rendement intègre la surface foliaire. Les végétaux élaborent leur biomasse sous l'effet de la photosynthèse, un processus dans lequel des molécules organiques (glucides, notamment le glucose, monomère du sucre) sont élaborées sous l'action du rayonnement solaire, par absorption de gaz carbonique de l'atmosphère et réaction sur des molécules d'eau, rejetant en même temps de l'oxygène dans l'atmosphère.

6.4 Meures de la productivité des écosystèmes

6.4.1 Production primaire brute

Il s'agit de la quantité d'énergie lumineuse convertie en énergie chimique (stockée dans des molécules organiques) par les autotrophes d'un écosystème sur une période de temps donnée via le processus de photosynthèse. Cette mesure est souvent exprimée en unités de masse par unité de surface par unité d'intervalle de temps. Dans les écosystèmes terrestres, la masse de carbone par unité de surface par an ($\text{g C/m}^2/\text{an}$) est le plus souvent utilisée comme unité de mesure. La méthode du carbone 14 est couramment utilisée pour mesurer la production primaire brute. Cette méthode utilise la radioactivité pour reculer dans le temps. En mesurant la quantité d'atomes de carbone-14 contenus dans un échantillon, on peut effectuer quelques calculs pour connaître son âge.

6.4.2 Production primaire nette

Il s'agit de la production primaire brute diminuée de la respiration (pertes). Elle représente la production végétale disponible pour les consommateurs. La respiration correspond à une absorption d'oxygène (O_2) par la plante et à un rejet de dioxyde de carbone (CO_2). La respiration cellulaire est une réaction chimique à l'échelle de la cellule qui produit de l'énergie en oxydant les sucres issus de la photosynthèse. La formule chimique de la respiration cellulaire est :

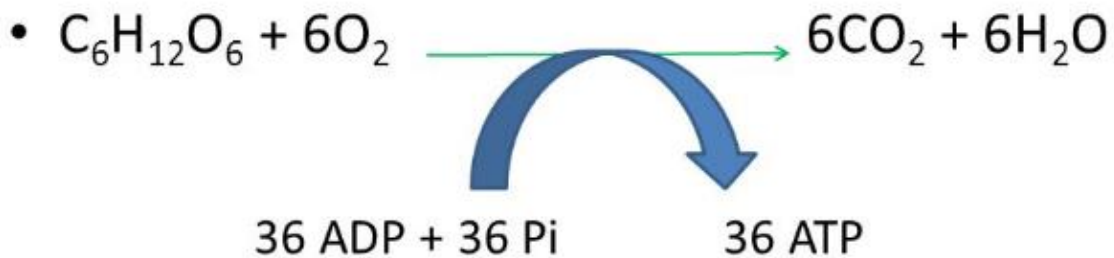


Figure 30. Equation de la respiration cellulaire.

6.5 Production primaire

La production primaire est le processus par lequel les producteurs primaires, tels que les plantes et le phytoplancton, convertissent l'énergie solaire en énergie chimique sous forme de matière organique. Dans les écosystèmes marins, les producteurs primaires sont

Chapitre 6 : La productivité de la végétation

Principalement le phytoplancton. La photosynthèse, qui a lieu à la surface de l'eau, est essentielle à ce processus.

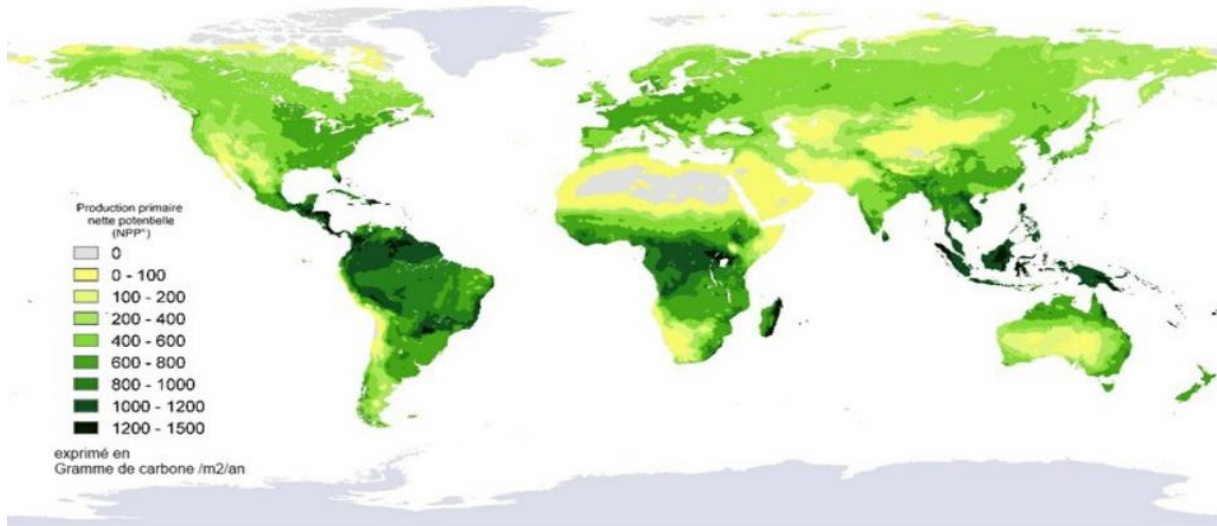


Figure 31. Production primaire nette potentielle dans le monde.

6.6 Production secondaire

La production secondaire fait référence à la biomasse générée par les consommateurs, qui sont généralement des animaux, dans un écosystème. Ces consommateurs se nourrissent des producteurs primaires (comme les plantes et le phytoplancton) ou d'autres consommateurs, convertissant ainsi l'énergie stockée dans ces organismes en nouvelle biomasse. Cette nouvelle biomasse peut ensuite être utilisée par d'autres niveaux trophiques dans l'écosystème, contribuant ainsi à la dynamique globale de l'écosystème.

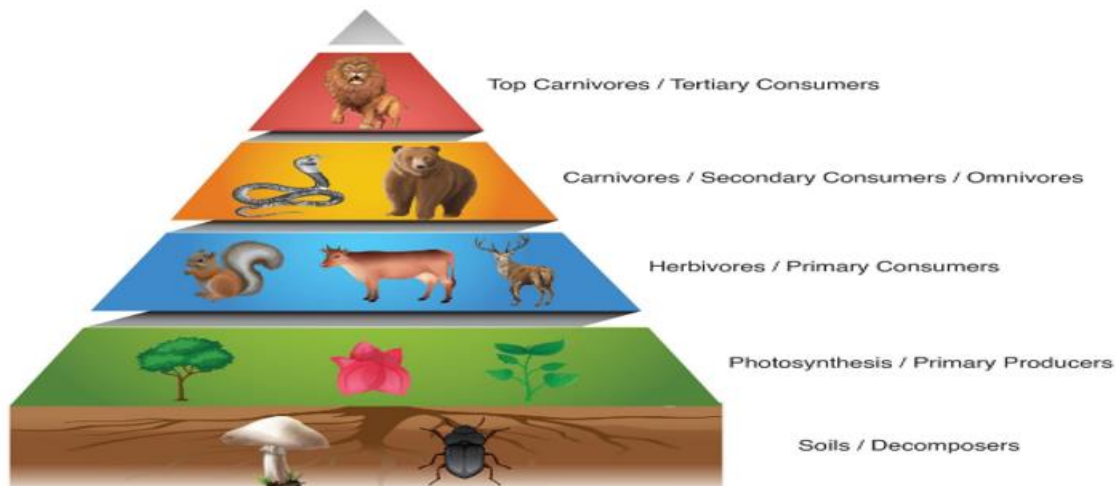


Figure 32. Pyramide écologique et productivité secondaire.

La conservation de la nature et ses ressources

7.1 Définitions et concepts

7.1.1 Nature

Le terme "nature" fait référence à la notion de naissance, et renvoie ainsi à ce qui existe dans son état originel, c'est-à-dire sans altération depuis sa création.

Le qualificatif "naturel" est parfois utilisé pour décrire un objet ou une substance qui n'a pas subi de modifications, de mélanges ou d'altérations. Dans la plupart des cas, la notion de nature englobe un ensemble de phénomènes qui peuvent évoluer, et dont les transformations ne sont pas essentiellement le résultat de l'intervention humaine.

7.1.2 Ressources naturelles

Une ressource naturelle est un élément intrinsèquement présent dans la nature, qu'il soit exploité ou non par l'homme, et pouvant être soit renouvelable (tels que les forêts avec leur bois et autres produits, les animaux, les plantes, les champignons, les bactéries, etc.), soit non renouvelable (comme les ressources fossiles, le pétrole, le gaz, les minerais).

La diminution de la disponibilité des ressources naturelles est actuellement considérée comme préoccupante, car elle constitue une menace pour l'environnement et les activités humaines, qu'il s'agisse des ressources naturelles renouvelables ou non renouvelables.

7.1.3 Environnement

L'environnement est défini comme l'ensemble des éléments, qu'ils soient d'origine biotique ou abiotique, qui entourent un individu ou une espèce. Le terme dérive du verbe "environner", qui implique une action d'entourage. Il est à son tour dérivé du mot "environ", qui signifie les alentours. Le mot "environnement", en tant que concept fondamental de ce qui entoure, peut englober le cadre de vie, le voisinage, l'ambiance ou encore le contexte.

La notion d'environnement naturel, souvent simplement désignée par le terme "environnement", a connu de nombreuses évolutions au cours des derniers siècles et décennies. Aujourd'hui, on peut définir l'environnement comme l'ensemble des éléments naturels de la planète Terre, tels que l'air, l'eau, l'atmosphère, les roches, les végétaux et les animaux, ainsi que l'ensemble des phénomènes et interactions qui s'y déroulent. En d'autres termes, il englobe tout ce qui entoure l'homme et ses activités.

7.1.4 La biodiversité

La biodiversité correspond à la variété naturelle des organismes vivants. Elle peut être évaluée en prenant en compte la diversité des écosystèmes, des espèces, des populations et des gènes, à la fois dans l'espace et dans le temps. Le maintien de la biodiversité est un élément fondamental du développement durable.

7.1.5 La définition de l'UICN de la conservation de la nature

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) est une organisation internationale qui se consacre à la protection de la nature et de l'environnement. Sa mission est d'influencer, d'encourager et d'aider les pays du monde entier à préserver l'intégrité et la diversité de la nature, tout en s'assurant que l'utilisation des ressources naturelles se fasse de manière équitable et durable. L'UICN a été fondée en 1948 à Fontainebleau, en France, sous le nom d'"Union internationale pour la protection de la nature". Elle a pris son nom actuel en 1956 et son siège est situé à Gland, en Suisse.

L'UICN regroupe des États, des agences gouvernementales, plus de 1 100 organisations non gouvernementales (ONG) et plus de 10 000 experts et scientifiques. Elle emploie plus de 1 000 personnes dans le monde qui travaillent sur plusieurs centaines de projets de conservation. L'UICN est connue pour attribuer un statut de conservation aux espèces, ce qui fait référence dans la communauté scientifique. Elle publie également la Liste rouge des espèces menacées. Elle classe également les aires protégées en 7 catégories différentes.

Enfin, l'UICN est l'organisme consultatif de référence auprès du Comité du patrimoine mondial pour étudier les candidatures des sites naturels à la Liste du patrimoine mondial, ainsi que pour évaluer l'état de conservation de ces sites.

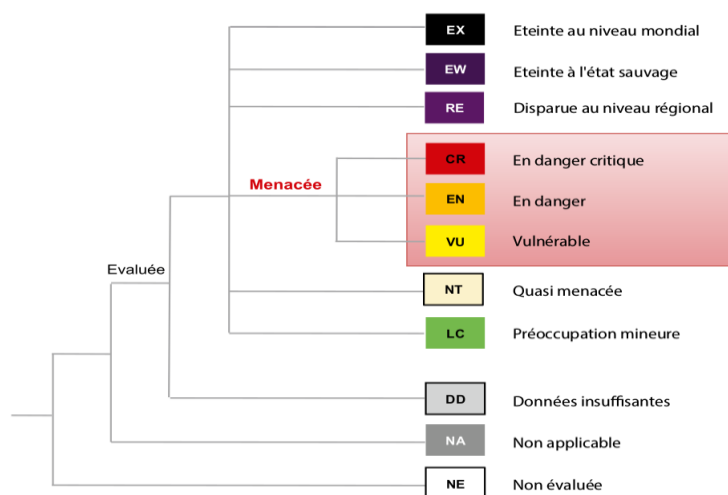


Figure 33 : Présentation des catégories de l'UICN utilisées à une échelle régionale

7.2 La mise en œuvre de la conservation

7.2.1 Définition de la conservation

La conservation est la protection, la préservation, la gestion ou la restauration de la faune et des ressources naturelles telles que les forêts et l'eau. La conservation de la biodiversité et la survie de nombreuses espèces et habitats menacés par les activités humaines peuvent être ainsi assurées. Il est urgent non seulement de gérer et de conserver la richesse biotique, mais aussi de restaurer les écosystèmes dégradés.

Les êtres humains ont été directement ou indirectement dépendants de la biodiversité pour leur subsistance dans une mesure considérable. Cependant, la pression démographique croissante et les activités de développement ont entraîné une forte diminution des ressources naturelles.

La conservation peut être divisée en deux grands types :

La conservation in situ

La conservation ex situ

7.2.1.1 Conservation in situ :

La conservation in situ est la conservation sur site ou la conservation des ressources génétiques dans les populations naturelles d'espèces végétales ou animales, comme les ressources génétiques forestières dans les populations naturelles d'espèces d'arbres.

C'est le processus de protection d'une espèce végétale ou animale menacée dans son habitat naturel, soit en protégeant ou en assainissant l'habitat lui-même, soit en défendant l'espèce contre les prédateurs.

Elle s'applique à la conservation de la biodiversité agricole dans l'agroforesterie par les agriculteurs, en particulier ceux qui utilisent des pratiques agricoles non conventionnelles. La conservation in situ est réalisée en déclarant une zone comme aire protégée.

Avantages de la conservation in situ :

1. La flore et la faune vivent dans des habitats naturels sans interférence humaine.
2. Les cycles de vie des organismes et leur évolution progressent de manière naturelle.

3. La conservation in situ fournit le couvert végétal nécessaire et les avantages associés pour notre environnement.
4. C'est moins coûteux et plus facile à gérer.
5. Les intérêts des populations indigènes sont également protégés.

7.2.1.2 Conservation ex situ :

La conservation ex situ est la préservation des composants de la diversité biologique en dehors de leurs habitats naturels. Cela implique la conservation des ressources génétiques, ainsi que des espèces sauvages et cultivées, et s'appuie sur un ensemble diversifié de techniques et d'installations. Ces stratégies comprennent l'établissement de jardins botaniques, de zoos, de parcs de conservation et de banques de gènes, de pollen, de graines, de semis, de cultures de tissus et d'ADN.

i. Banque de graines :

Ce sont des chambres froides où les graines sont conservées dans des conditions de température et d'humidité contrôlées, ce qui est le moyen le plus simple de conserver le plasma germinatif des plantes à basse température. Les graines conservées dans ces conditions (à basse température) restent viables pendant de longues périodes.

ii. Banque de gènes :

La variabilité génétique est également préservée dans les banques de gènes dans des conditions de croissance normales. Ce sont des chambres froides où le plasma germinatif est conservé dans des conditions de température et d'humidité contrôlées ; c'est un moyen important de préserver les ressources génétiques.

iii. Cryopréservation :

C'est la dernière application technologique pour la préservation des parties biotiques. Ce type de conservation se fait à très basse température (-196°C) dans de l'azote liquide. Les activités métaboliques des organismes sont suspendues à basse température, ce qui permet de les utiliser ultérieurement à des fins de recherche.

iv. Banque de culture de tissus :

La cryopréservation de méristèmes exempts de maladies est très utile. Des cultures à long terme de racines et de pousses excisées sont entretenues. La culture de méristèmes est très

populaire dans la propagation des plantes car c'est une méthode de multiplication sans virus ni maladie.

v. Élevage en captivité à long terme :

Cette méthode implique la capture, l'entretien et la reproduction en captivité à long terme d'individus d'espèces menacées qui ont définitivement perdu leur habitat ou qui sont soumis à des conditions extrêmement défavorables dans leur habitat.

vi. Jardins botaniques :

Un jardin botanique est un endroit où sont cultivés des fleurs, des fruits et des légumes. Les jardins botaniques offrent un environnement de beauté et de calme. La plupart d'entre eux ont commencé à conserver des plantes exotiques à des fins éducatives et de recherche.

vii. Translocation d'animaux :

C'est le relâcher d'animaux dans une nouvelle localité, quelle que soit leur provenance.

La translocation se fait dans les cas suivants :

1. Lorsqu'une espèce dont dépend un animal devient rare.
2. Lorsqu'une espèce est endémique ou limitée à une zone particulière.
3. En raison de la destruction de l'habitat et de conditions environnementales défavorables.
4. Augmentation de la population dans une zone.

viii. Jardins zoologiques :

Dans les zoos, les animaux sauvages sont maintenus en captivité et leur conservation (espèces rares, menacées) est assurée. Le plus ancien zoo, celui de Schönbrunn qui existe encore aujourd'hui, a été créé à Vienne en 1759.

Dans le monde, il y a environ 800 zoos. Ces zoos abritent environ 3000 espèces de vertébrés. Certains zoos ont entrepris des programmes de reproduction en captivité.

Les avantages de la conservation ex situ sont les suivants :

1. Elle est utile pour les populations en déclin d'espèces.
2. Les animaux menacés au bord de l'extinction sont reproduits avec succès.
3. Les espèces menacées sont élevées en captivité puis relâchées dans leurs habitats naturels.

Chapitre 7 : La conservation de la nature et ses ressources

4. Les centres ex situ offrent la possibilité d'observer les animaux sauvages, ce qui n'est pas possible autrement.
5. Elle est extrêmement utile pour mener des recherches et des travaux scientifiques sur différentes espèces.

Tableau 3 : Différences entre la conservation in situ et ex situ.

Élément de comparaison	Conservation In situ	Conservation Ex situ
Définition	Conservation d'espèces menacées dans leurs habitats naturels	Conservation d'espèces menacées en dehors de leurs habitats naturels
Protection des espèces	Les espèces menacées sont protégées des prédateurs	Les espèces menacées sont protégées de tous les facteurs défavorables
Gestion des ressources	Les ressources en déclin sont augmentées	Les espèces sont maintenues sous supervision humaine et reçoivent tout le nécessaire
Recouvrement de la population	La population se rétablit dans l'environnement naturel	Les petits produits en élevage de captivité sont relâchés dans l'habitat naturel pour s'acclimater

La conservation de la nature et de la biodiversité est devenue un enjeu majeur face aux menaces que font peser les activités humaines sur les écosystèmes. L'écologie de la conservation, née dans les années 1970, évalue ces impacts et propose des méthodes de protection des espèces, des habitats et des services écosystémiques.

7.2.2 Sauvegarde des espèces menacées

Plusieurs critères sont utilisés pour prioriser les espèces nécessitant des mesures urgentes de protection :

- Espèces menacées au niveau mondial selon les catégories de la Liste rouge de l'UICN (en danger critique, en danger, vulnérable)
- Espèces à l'aire de répartition limitée (endémiques d'une région restreinte) très vulnérables
- Espèces à statut de conservation incertain
- Espèces appartenant à un taxon monotypique (famille ou genre ne comprenant qu'une espèce)

Chapitre 7 : La conservation de la nature et ses ressources

Des exemples d'actions mises en œuvre : renforcement et réintroduction de populations, reproduction en captivité, lutte contre les espèces envahissantes.

On protège aussi les espèces clefs de voûte qui structurent les communautés en interagissant fortement avec d'autres espèces. Leur disparition entraîne des bouleversements en cascade dans l'écosystème.

7.2.3 Conservation des écosystèmes

Les zones prioritaires à protéger pour leur biodiversité exceptionnelle sont :

- Les écosystèmes uniques non ou très peu modifiés par l'Homme
- Les zones de passage, de reproduction ou d'hivernage d'espèces migratrices
- Les zones à fort taux d'endémisme (espèces uniques présentes dans cette zone)

La définition de réseaux cohérents d'aires protégées et de corridors écologiques est essentielle pour permettre les flux d'individus et de gènes.

7.2.4 Biodiversité cultivée

La conservation ex situ en banques de graines, zoos ou arboretums permet de constituer un stock de matériel génétique et de populations vivantes en dehors de leurs habitats d'origine. C'est un complément aux actions in situ pour les espèces les plus menacées.

7.2.5 Les différentes catégories d'aires protégées

Selon leur degré de protection et leurs objectifs de gestion, on distingue plusieurs catégories d'aires protégées définies par l'UICN :

- Catégorie Ia : Réserves naturelles intégrales protégées à des fins scientifiques
- Catégorie II : Parcs nationaux visant à protéger les écosystèmes et les espèces à des fins récréatives
- Catégorie III : Monuments ou éléments naturels protégés en raison de leur rareté ou représentativité exceptionnelle
- Catégorie IV : Aires de gestion d'habitats ou d'espèces nécessitant une intervention active
- Catégorie V : Paysages terrestres et marins protégés pour conserver des interactions harmonieuses entre l'Homme et la nature

- Catégorie VI : Aires protégées pour l'utilisation durable de ressources naturelles

7.2.6 Exemples d'aires protégées en Algérie

Grâce à sa riche biodiversité, l'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens les plus originaux, sans égaux du point de vue bioclimatique, morphologique, floristique et faunistique.

Une telle diversité écologique a engendré une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité, qui confère au Pays un patrimoine naturel exceptionnel.

La biodiversité algérienne est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen, grâce à la présence, entre autre, d'espèces très rares comme le Goéland d'Audouin, la Sittelle de Kabylie, le Phoque Moine et le Cerf de Barbarie.

Afin de protéger ce patrimoine national, l'Algérie a établi un réseau d'espaces protégés qui renferment des écosystèmes uniques et représentatifs de la diversité biologique du pays, conformément à la loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable à savoir :

7.2.6.1 Parcs Nationaux

Les Parcs côtiers

- Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf)
- Parc National de Gouraya (Wilaya de Bejaia)
- Parc National de Taza (Wilaya de Jijel)

Les Parcs des zones de montagnes

- Parc National de Théniet El Had (Wilaya de Tissemsilt)
- Parc National du Djurdjura (Wilaya de Tizi Ouzou et Bouira)
- Parc National de Chréa (Wilaya de Blida)
- Parc National de Belezma (Wilaya de Batna)
- Parc National de Tlemcen (Wilaya de Tlemcen)

Les Parcs des zones Steppiques

- Parc National de Djebel Aissa (Wilaya de Naama)

Les Parcs Sahariens

- Parc National du Tassili (Wilaya d'Illizi)
- Parc National de l'Ahaggar (Wilaya de Tamanrasset)

7.2.6.2 Réserves Naturelles

- Réserve naturelle de la Macta (Wilaya de Mostaganem, Oran et Mascara)
- Réserve naturelle de Mergueb (Wilaya de M'sila)
- Réserve naturelle des Beni-salah (Wilaya de Guelma)
- Réserve naturelle des Babors (Wilaya de Sétif)
- Réserve naturelle marine des Iles Habibas (Wilaya d'Oran)

7.2.6.3 Zones Humides d'Importance Internationale (Sites Ramsar)

- Lac Tonga (Wilaya d'El Tarf)
- Lac Oubeira (Wilaya d'El Tarf)
- Lac des Oiseaux (Wilaya d'El Tarf)
- Chott Ech Chergui (Wilaya de Saida, Naama et El Bayadh)
- Guerbes (Wilaya de Skikda)
- Chott El Hodna (Wilaya de M'sila et Batna)
- Vallée d'Iherir (Wilaya d'Illizi)
- Guelates d'Issikarassene (Wilaya de Tamanrasset)
- Chott Merouarne et Oued Khrouf (Wilaya d'El Oued et Biskra)
- Marais de la Macta (Wilaya de Mostaganem, Oran et Mascara)
- Oasis de Ouled Said (Wilaya d'Adrar)
- Sebkha d'Oran (Wilaya d'Oran)
- Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi (Wilaya d'Adrar)
- Oasis de Moghrar et Tiout (Wilaya de Naama)

Chapitre 7 : La conservation de la nature et ses ressources

- Zehrez Chergui (Wilaya de Djelfa)
- Zehrez Gharbi (Wilaya de Djelfa)
- Gueltales d’Affilal (Wilaya de Tamanrasset)
- Grotte de Ghar Boumâaza (Wilaya de Tlemcen)
- Marais de la Mekhada (Wilaya d’El Tarf)
- Chott Melghir (Wilaya d’El Oued et Biskra)
- Lac de Réghaia (Wilaya d’Alger)
- Lac Noir (Wilaya d’El Kala)
- Aulnaies d’Ain Khiar (Wilaya d’El Kala)
- Lac de Béni Bélaid (Wilaya de Jijel)
- Cirque d’Ain Ouarka (Wilaya de Naama)
- Lac de Fetzara (Wilaya de Annaba)
- Sebket El Hamiet (Wilaya de Sétif)
- Sebket Bazer (Wilaya de Sétif)
- Chott El Beidha-Hammam Essoukhna (Wilaya de Sétif)
- Garaet Annk Djemel-El Merhssel (Wilaya d’Oum El Bouaghi)
- Garaet Guellif (Wilaya d’Oum El Bouaghi)
- Chott Tinsilt (Wilaya d’Oum El Bouaghi)
- Garaet el Taref (Wilaya d’Oum El Bouaghi)
- Dayet El Ferd (Wilaya de Tlemcen)
- Oglat Edaira (Wilaya de Naama)
- Salines d’Arzew (Wilaya d’Oran)
- Lac de Tellamine (Wilaya d’Oran)
- Lac Mellah (Wilaya d’El Tarf)
- Sebket El Meleh (Lac d’El Goléa) (Wilaya de Ghardaia)
- Chott Oum Raneb (Wilaya d’Ouargla)

Chapitre 7 : La conservation de la nature et ses ressources

- Chott Sidi Slimane (Wilaya d'Ouargla)
- Chott Ain El Beida (Wilaya d'Ouargla)

7.2.6.4 Réserves de la Biosphère UNESCO-MAB

- Parc National de Chréa (Wilaya de Blida)
- Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf)
- Parc National de Djurdjura (Wilaya de Tizi Ouzou et Bouira)
- Parc National du Tassili (Wilaya d'Ilizi)
- Parc National de Gouraya (Wilaya de Béjaia)
- Parc National de Taza (Wilaya de Jijel)

7.2.6.5 Convention de Barcelone (Aires Spécialement Protégées d'Intérêt Méditerranéen)

- Réserve marine du Banc des Kabyles (Wilaya de Jijel)
- Réserve Marine des Iles Habibas (Wilaya d'Oran)

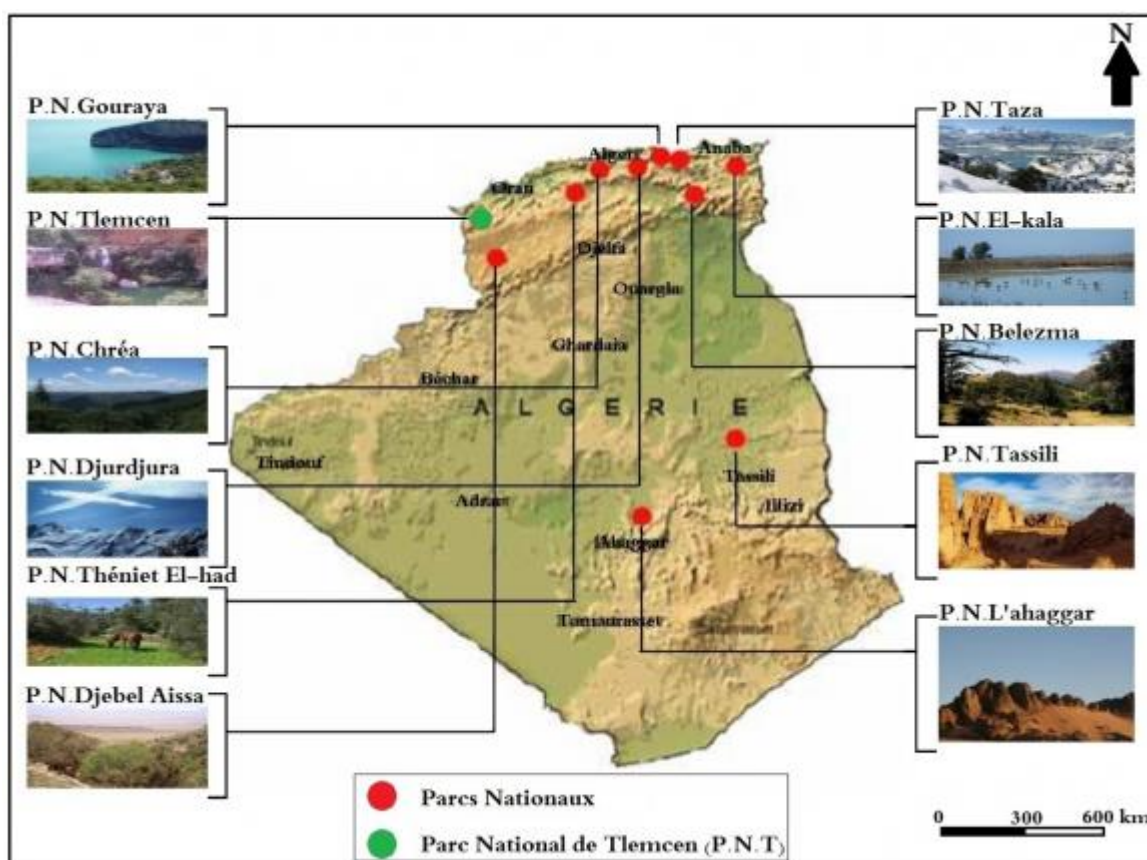


Figure 34. Les parcs nationaux en Algérie

Source : Sekkoum, 2017

Conclusion

En conclusion, ce polycopie nous a permis de balayer les multiples facettes de l'écologie scientifique, discipline désormais indispensable pour appréhender les défis environnementaux surtout pour vous spécialisés en sol et eau.

Nous avons d'abord clarifié les concepts fondamentaux de l'écologie ainsi que ses nombreuses branches, qu'il s'agisse de l'écologie fondamentale cherchant à élucider les principes régissant le fonctionnement des écosystèmes, ou de l'écologie appliquée visant à proposer des solutions concrètes pour une gestion durable des ressources et de la biodiversité.

Au cœur du fonctionnement des écosystèmes se trouvent des interactions complexes entre des facteurs écologiques abiotiques et biotiques. Nous avons mis en lumière l'importance de la qualité des milieux et des ressources, ainsi que des relations entre espèces.

Grâce à une méthodologie pluridisciplinaire, l'écologie parvient à déchiffrer la dynamique des communautés végétales dans l'espace et dans le temps. Des approches comme la phytosociologie ou l'étude de la productivité des écosystèmes ont notamment été présentées, révélant une discipline scientifique mûre, à la croisée de la biologie, de la climatologie, de la pédologie ou encore de la biogéographie.

En effet, comprendre la répartition spatiale des formations végétales à l'échelle globale représente un pan entier de l'écologie : la phytogéographie. Celle-ci s'appuie sur des connaissances précises concernant les grandes zones de végétation de la planète pour expliquer les patrons de biodiversité observés.

Forte de l'ensemble de ces connaissances fondamentales, l'écologie est ainsi à même d'éclairer les débats sociétaux quant à la préservation des espèces et des espaces, la protection des écosystèmes ou encore l'utilisation raisonnée des ressources biologiques. La pérennité de notre environnement et le bien-être des générations futures en dépendent

Références bibliographiques

1. Aafi, A. (2010). Cours de Phytoécologie. l'Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs (ENFI) de Salé. Maroc.
2. Barbault, R. (2021). *Écologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère*. 6e édition. Dunod, Malakoff. 400 pages.
3. BEGON, Michael et TOWNSEND, Colin R. *Ecology: from individuals to ecosystems*. John Wiley & Sons, 2021.
4. Bernard, A. (1923). *Atlas d'Algérie et de Tunisie*.
5. CHAABANE, Abdelaziz. *Flore et Végétations Méditerranéennes*. Université virtuelle de Tunis, 74p, 2010.
6. Dajoz, R. (2000). *Précis d'écologie (7e éd.)*. Paris, France : Dunod.
7. Dajoz, R. (2006). *Précis d'écologie : cours et questions de réflexion : licence 3e année, master, capes, agrégation (8e éd.)*. Dunod.
8. DELASSUS, Loïc. *Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques*. *Conservatoire botanique national de Brest*, 2015.
9. DGF. (2018). indicateurs forestiers. www.dgf.org.dz
10. Diallo, A., Guisse, A., Faye, M. N., & Sapadoum, G. (2009). Variabilité floristique de la végétation herbacée de la Niaye de Pikine au Sénégal. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 64(2), 123-133.
11. Kaou, K. A. K., Manzo, O. L., Guimbo, I. D., Karim, S., Habou, R., & Paul, R. (2017). Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger: Cas de Mainé soroa. *Journal of Applied Biosciences*, 120, 12053-12066.
12. Ramade, F. (2003). *Éléments d'écologie : Écologie fondamentale (3e éd.)*. Paris, France : Dunod.
13. Raunkiaer C. (1934). Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. in Raunkiaer. pp 1-2.
14. Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T.-A., & Dagerskog, L. (2011). *Conseils pratiques pour une utilisation de l'urine en production agricole*. Stockholm Environment Institute (SEI), EcoSanres Series, 3, 54.
15. RICKLEFS, Robert E., RELYEA, Rick, et RICHTER, Christoph. *Ecology: the economy of nature*. New York : WH Freeman, 2019.
16. SEKKOUM, Sofiane et MAACHOU, Hadj Mohammed. (2018). Le parc national de Tlemcen (Algérie): Un potentiel touristique sous-exploité. *Études caribéennes*, (39-40).
17. SIRVENT, L. Les types biologiques: Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel. *Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles*, 2020, vol. 64.
18. Wilson, E. O. (2018). Consilience Among the Great Branches of Learning 1 Science in Culture (pp. 131).

Webographie

1. <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/biodiversite/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/biodiversite-des-forets-1/impact-de-lhomme-sur-la-production-primaire-a-lechelle-mondiale>.
2. <http://www.salonmaisondemaintoulouse.com/quest-ce-que-ca-veut-dire-biocenose/>
3. <https://algerianativeplants.net/html/plante-algerie-voir.php?id=Ampelodesma%20mauritanicum%20%28Poiret%29%20Dur.%20et%20Sch.>
4. <https://books.openedition.org/irdeditions/1752>
5. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Juniperus_phoenicea_g1.jpg?uselang=fr
6. <https://docplayer.fr/66658931-Cours-2-les-structures-physionomiques-de-la-vegetation-du-bassin-mediterraneen.html>
7. https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Yucca_brevifolia_in_bloom.jpg
8. <https://fr.khanacademy.org/science/biologie-a-l-ecole/x5047ff3843d876a6:bio-3e-annee-science-de-base/x5047ff3843d876a6:bio-3-1h-ecologie-des-communautes/a/niches-competition>
9. https://fr.wikipedia.org/wiki/Fixation_biologique_du_diazote
10. <https://influencedelalumiere.blogspot.com/>
11. https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/1734
12. <https://morning-rounds.org/tag/camping/>
13. <https://slideplayer.fr/slide/1321801/>
14. https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Le_d%C3%A9veloppement_successif_et_symbiotique_des_plantes_et_de_la_vie_du_sol.
15. <https://wildstreakofnature.com/title-fennec-fox-marvel-adaptation-sahara-desert/>
16. <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/2898/photoperiodisme>
17. <https://www.aquaportail.com/especes/taxonomie/genre/58/hygrophila>
18. <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/restaurer-savanes-ecosystemes-herbaces-tropicaux/>
19. <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/oceanographie-cycle-azote-3835/>
20. <https://www.parks.it/world/DZ/Findex.html>
21. <https://www.pinterest.com/pin/398990848233013171/>
22. <https://www.projetecolo.com/etoile-de-mer-caracteristiques-reproduction-et-que-mange-t-elle-797.html>
23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721039905>
24. <https://iucn.org/fr/propos-de-luicn>