

**UNIVERSITE DU BURUNDI**

**Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie**

**Département des Sciences Agro-Environnementales**

**Troisième année de Baccalauréat - SAE III**

**PHYTOSOCIOLOGIE**

NOTES DE COURS

**Par**

**Prof. NDUWIMANA André**

45 H

**Table des matières**

0. Descriptif de cours .....	5
I. INTRODUCTION GENERALE .....	8
1. Introduction du Cours en complément au descriptif .....	8
1.1. <i>Objectifs de l'enseignement</i> .....	8
1.2. <i>Pré-requis</i> .....	8
1.3. <i>Connaissances à acquérir</i> .....	8
1.4. <i>Compétences à acquérir.</i> .....	8
1.5. <i>Charge horaire et méthodes d'enseignement</i> .....	9
2. Introduction sur la Phytosociologie.....	9
2.1. <i>Bref Historique</i> .....	9
2.2. <i>Définition.</i> .....	12
2.3. <i>Rôle de la phytosociologie comme méthode d'étude de la végétation</i> .....	13
2.4. <i>Applications de la phytosociologie</i> .....	14
II. GENERALITES SUR L'ANALYSE DES COMMUNAUTES VEGETALES .....	15
1. Méthodes et critères de description de la Végétation.....	15
1.1. Méthodes descriptives à petite échelle.....	15
1.2. Méthodes descriptives à grande échelle .....	32
2. Méthodes d'analyse de la végétation .....	40
2.1. <i>Techniques d'inventaires</i> .....	40
2.2. <i>Composition d'un relevé</i> .....	43
2.3. <i>La réalisation d'un relevé</i> .....	44
2.4. <i>Taille et forme du relevé</i> .....	44
2.4. <i>Identification des espèces et constitution des herbiers</i> .....	46
III. LES PRINCIPES DE LA PHYTOSOCIOLOGIE.....	48

1. Introduction .....	48
2. Analyse des relevés .....	48
2.1. Traitement des données.....	49
3. Nomenclature des associations suivant les règles internationales .....	52
4. Hiérarchie les associations dans un système de classement .....	52
IV. CARACTERISATION ET COMPARAISON DES GROUPEMENTS IDENTIFIES.	54
1. Descripteurs taxonomiques.....	54
2. Descripteurs non taxonomiques.....	55
V. TERRITOIRES PHYTOGEOGRAPHIQUES DU BURUNDI ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION.....	56
1. Végétation naturelle du Burundi au niveau du Centre régional d'endémisme morcelé afromontagnard.....	56
2. Végétation naturelle du Burundi dans la Mosaïque régionale du lac Victoria.....	57
3. Végétation naturelle des marais du Burundi.....	58
QUELQUES INDICATIONS SUR LE CONTROLE DES CONNAISSANCES .....	59

## Liste des figures

**Figure 1:**Portrait d'Alexandre de Humbolt (peint par Friedrich George Weitsch en 1806.  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Von\\_Humbolt//](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alexander_Von_Humbolt//)..... 9

**Figure 2:** Portrait d' August Heinrich Rudolf Grisebach (1814-1879).  
[https://en.wikipedia.org/wiki/August\\_Grisebach](https://en.wikipedia.org/wiki/August_Grisebach) ..... 10

**Figure 3:** Photo d'Anton Kerner Von Marilaun .  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Anton\\_Kerner\\_von\\_Marilaun](https://fr.wikipedia.org/wiki/Anton_Kerner_von_Marilaun) ..... 10

**Figure 4: Photo de Jozef Konradovich Paczoski.** .....  
([https://ru.wikipedia.org/wiki/Пачоский,\\_Иосиф\\_Конрадович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пачоский,_Иосиф_Конрадович))..... 11

**Figure 5:** Photos de Henri Lecoq (<http://www.neufeglise.fr/spip.php?article65#contenu>) et Charles Flahaut (<http://www.educenvir.org/~euziere/Flahault.htm>) ..... 11

**Figure 6:** Photo de Josias Braun Blanquet.....  
<https://www.google.com/search?q=Braun+Blanquet&tbm=isch&imgil/>

<http://www.cbnbl.org/ressources-documentaires/La-bibliotheque-botanique-et/La-SIGMA-et-Braun-Blanquet> 12

**Figure 7:** Illustration des cinq grands types biologiques proposés par Raunkier ..... 18

**Figure 8:** Végétation dans le monde..... ([http://serres.u-bourgogne.fr/IMG/haut\\_memerubrique.gif](http://serres.u-bourgogne.fr/IMG/haut_memerubrique.gif)) ..... 21

**Figure 9:** Forêt de conifères de l'Etat de Mexico ..... 23

**Figure 10:** Forêt dense sèche au Katanga. .... 23

**Figure 11:** Savane herbeuse à Bukemba dans le Kumsoso (11), Savane arborée à *Acacia polyacantha* au niveau du paysage de la Malagarazi (12), Forêt claire dans le paysage de la Malagarazi à l'est du Burundi (13)..... 24

**Figure 12:** Marais de la Maragarazi à *Leersia hexandra* (14), Marais inondé à *Cyperus papyrus* (15)..... 25

**Figure 13:** Mangrove à *Rhizophora mangle*.  
<https://repeatingislands.files.wordpress.com/2013/01/mangrove-pisino.jpg> ..... 26

**Figure 14:** Cliché de la garrigue méditerranéenne (17)  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Garrigue\\_herault.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Garrigue_herault.jpg) et Cliché du marquis (17) <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Haute-corse-paysage-med.jpg> ..... 27

**Figure 15:** Une forêt tempérée décidue à l'automne : les arbres des feuillus changent de couleur et se préparent à tomber. © Pencroff CC by-nc-sa 2.0 (<http://www.futurasciences.com/planete/definitions/botanique-foret-decidue-7247/>)..... 28

**Figure 16:** Une forêt tempérée sempervirente de pins en France (22). © Patrick Mayon CC by-nc-nd 2.0 (<http://www.futurasciences.com/planete/definitions/botanique-foret-temperee-sempervirente-7253/>) et une forêt tempérée mixte du parc naturel des Vosges du Nord (23). © Pierre Kessler CC by-nc-sa 2.0 ( <http://www.futurasciences.com/planete/definitions/botanique-foret-temperee-7249/>) ..... 29

**Figure 17:** Cliché d'une forêt boréale <http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/foret-boreale/> ..... 29

**Figure 18:** Vue d'une zone de toundra. <http://passionsetpartage.clicforum.fr/t1443-La-toundra.htm> ..... 30

**Figure 19:** Désert près de Tamanrasset en Algérie (26).  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Sahara.jpg/1024px-Sahara.jpg> et l'Antarctique (27) <http://www.grandsespaces.ch/wp-content/themes/grandsespaces/images/polaire/Peninsule-Antarctique-croisiere-01.jpg> ..... 31

<b>Figure 20:</b> Schéma des biomes montagnards .....	31
<b>Figure 21:</b> Triangle de Grime décrivant les équilibres entre compétition (C), stress (S) et perturbations (R) et la localisation des différentes stratégies (d'après Grime, 1977).....	36
<b>Figure 22:</b> Relation entre stratégies adaptatives et types biologiques : (a) : stratégies adaptatives (Gime, 1977), (b) types biologiques dans le schéma de Grime (Julve, 1989) .....	37
<b>Figure 23:</b> Principales unités phytogéographiques de l'Afrique, White (1983), <a href="http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/help.php?langue=fr">http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/help.php?langue=fr</a> .....	39
<b>Figure 24:</b> Courbe représentant l'accroissement du nombre d'espèces relevé dans un biotope en fonction de la surface.....	45
<b>Figure 25:</b> Exemple d'un spécimen d'herbier de <i>Rhus vulgaris</i> .....	47

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Coefficient d'abondance-dominance (recouvrement) de Braun Blanquet.....	16
<b>Tableau 2 :</b> Principaux biomes terrestres en fonction de la température et humidité .....	21
<b>Tableau 3:</b> Grands biomes terrestres (WWF) par zones climatiques.....	22
<b>Tableau 4:</b> Caractéristique des stratégies adaptatives associées aux différents habitats.....	35
<b>Tableau 5:</b> Exemple de tableau détaillé brut .....	49
<b>Tableau 6 :</b> Exemple de tableau détaillé ordonné .....	50

**0. DESCRIPTIF DE COURS**

PROCESSUS	PARAMETRES	DESCRIPTION
<b>Elaboration</b>	Thème	<b>Etude de la végétation</b>
	Objectif général	Analyser la structure et l'organisation de la biosphère par l'étude et la classification des communautés végétales
	Pré-requis	Ecologie générale, Botanique, Géologie, Géographie, Sciences du sol.
	Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- définir et décrire les différents principes de la phytosociologie,</li> <li>- décrire les associations végétales ainsi que leur dynamique,</li> <li>- Démontrer les liens de causalité entre les différentes unités végétales et les conditions du milieu</li> </ul>
	Conditions générales	Salle avec système de projection, salle informatique avec un logiciel d'Analyse multivariée (AFC, ACC), logistique pour les excursions
	Bref contenu du cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralités sur l'analyse des communautés végétales</li> <li>- Principes de la phytosociologie</li> <li>- Caractérisation et comparaison des groupements identifiés</li> <li>- Territoires phytogéographiques du Burundi et principales caractéristiques de la végétation</li> </ul>
	Références bibliographiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bizuru E., 2005. <i>Etude de la flore et de la végétation des marais du Burundi</i>. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 311 pp.</li> <li>- Bouzillé, J.-B. (2007) <i>Gestion des habitats naturels et biodiversité. Concepts, méthodes et démarches</i>, Paris, éditions Tec &amp; Doc – Lavoisier, 331 pp.</li> <li>- Braun, J.&amp; Furrer, E. (1913) <i>Remarques sur l'étude des groupements de plantes</i> <a href="http://www.fst-biologie.com/p/ecologie-generale-ii.html">http://www.fst-biologie.com/p/ecologie-generale-ii.html</a></li> <li>- Daszkiewicz, P. (2004). « Jozef Paczoski-le début de la phytosociologie », <i>Organion</i> 33, p 141-158.</li> <li>- Deuse, P. (1966). <i>Contribution à l'étude des tourbières du Rwanda et du Burundi. Travaux de Synthèse ou d'Information</i>. Université du Bujumbura. Faculté des Sciences, n°12 53-115 pp.</li> <li>- Gillet, F. (2000). <i>La Phytosociologie synusiale intégrée-Guide méthodologique</i>. 4<sup>ème</sup> édition revue et corrigée. Documents du <i>Laboratoire d'Ecologie Végétale</i>, 1: 68 p. Université de Neuchâtel-Institut</li> </ul>

## SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.

		<p>de Botanique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grime, J.P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. <i>American Naturalist</i> 111: 1169-1194.</li> <li>- Julve P. (1989). Sur les relations entre les types biologiques et stratégies adaptatives chez les végétaux. <i>Bulletin d'Ecologie</i> 20(1): 79-80.</li> <li>- Lahondère, C. (1997). Initiation à la phytosociologie sigmatiste. <i>Bulletin de la société botanique du centre-Ouest, Nouvelle série</i> - Numéro spécial 16 – 1997</li> <li>- Lewalle J., 1972. Les étages de végétation du Burundi occidental. <i>Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique</i> 42 (1/2): 1-247.</li> <li>- Magurran, A.E. (2004). <i>Measuring biological diversity</i>. Blackwell Publishing, Oxford, 256 pp</li> <li>- Meddour, R. (2008). <i>La méthode phytosociologique sigmatiste</i> <a href="http://WWW-tela-botanica.org/page :Methodephytosociologiquesigmatiste">http://WWW-tela-botanica.org/page :Methodephytosociologiquesigmatiste</a></li> <li>- Mouton, J.A(1966) Les types biologiques foliaires de Raunkiaer. Etat actuel de la question, <i>Bulletin de la Société Botanique de France</i>, 113:sup2, 28-36, DOI: 10.1080/00378941.1966.10838471</li> <li>- Nduwimana, A. (2014). <i>Caractérisation du paysage naturel de la Malagarazi (Burundi) et approche de conservation durable de sa biodiversité</i>. Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle / CNRS Paris, 234 pp</li> <li>- Ozenda, P. (1982). <i>Les végétaux dans la biosphère</i>. Doin Ed, Paris, 431 pp.</li> <li>- Raunkiaer, C.(1934) <i>The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography, being the collected papers of C. Raunkiaer.</i>, Oxford University Press, 1934, p. 2-104.</li> <li>- Roux, G.&amp; Roux, M. (1967). A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. <i>Rev. Stat. Appl.</i>, 15, (2), 59-72</li> <li>- White, F. (1983). <i>The vegetation of Africa. A descriptive Memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO. Vegetation map of Africa</i>. Paris: UNESCO</li> <li>- Wildi, O (2010). <i>Data analysis in vegetation ecology</i>. John Wiley &amp; Sons Ltd, 236 pp.</li> </ul>
	Informations	Notes de cours, informations sous forme de films, illustrations du milieu naturel burundais
	Activités	Visites de terrain, exercices pratiques, travaux de groupe

## SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.

---

Intervention	Déroulement	Cours magistral, TPs et TDs.
	Productions	Notes de cours, rapport des travaux de groupes et des excursions
	Motivation	Les aspects pratiques du cours illustrent les activités au quotidien d'un environmentaliste.
	Interactions	Echanges entre enseignant et étudiants pendant le cours théorique par jeu de questions-réponses (exemples d'illustrations pouvant provenir des étudiants) et pendant les TD et excursions
Approbation	Evaluation	examen écrit (60%) évaluation en cours d'année (40%)

## I. INTRODUCTION GENERALE

### 1. Introduction du Cours en complément au descriptif

#### 1.1. Objectifs de l'enseignement

L'objectif du cours est de :

- ✓ définir et décrire les différents principes de la phytociologie,
- ✓ décrire les associations végétales ainsi que leur dynamique,
- ✓ Démontrer les liens de causalité entre les différentes unités végétales et les conditions du milieu.

Le cours cible l'étude des communautés végétales en se basant sur des listes floristiques les plus exhaustives possibles, la description des relations spatio-temporelles des végétaux entre eux et avec leur milieu de vie (climat, sol) et l'analyse de la répartition géographique des différentes communautés inventoriées..

#### 1.2. Pré-requis

La compréhension du cours nécessite des connaissances générales en écologie, en biologie animale et végétale, en géologie, en géographie et en sciences sociales.

#### 1.3. Connaissances à acquérir

Le cours fournira des connaissances sur les grandes formations végétales et leurs déterminants ; des connaissances sur les systèmes de classification et les méthodes d'analyse de la végétation

#### 1.4. Compétences à acquérir.

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de :

- réaliser un relevé floristique,
- ordonner les relevés en tableaux phytogéographiques
- choisir et appliquer les méthodes de classification et d'analyses
- tirer des conclusions quant à l'importance des variables étudiées par rapport à la présence d'une communauté végétale à une station donnée ou en termes de son évolution.
- Elaborer un projet d'étude de la végétation pour solutionner les problèmes posés en termes de planification et de gestion de l'environnement.

## 1.5. Charge horaire et méthodes d'enseignement

Le cours comprend 3 crédits (45heures présentiels) dont 30 heures de cours magistral et 15 heures de TD et excursions

## 2. Introduction sur la Phytosociologie

### 2.1. Bref Historique

La phytosociologie n'a pas surgi de nulle part et son origine se trouve dans les travaux des géographes et en particulier dans les travaux des phytogéographes du XIXe siècle.

Alexandre de Humboldt (1769-1859) préfigure la notion de formation végétale, définit les notions d'étages de la végétation, de zonation, de formes de croissance des végétaux.

Alexandre de Humboldt dans son "Essai sur la géographie des plantes" de 1807 reconnaît les grands types de végétation, « les formations », en se basant sur la physionomie que leur conféraient les espèces dominantes.



Figure 1:Portrait d'Alexandre de Humbolt (peint par Friedrich George Weitsch en 1806.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Von\\_Humbolt//](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alexander_Von_Humbolt//)

August Grisebach (1814-1879) propose en 1838 la notion de formation végétale en considérant la physionomie et les types biologiques des espèces dominantes dans un lieu donné et préfigure la notion d'association végétale

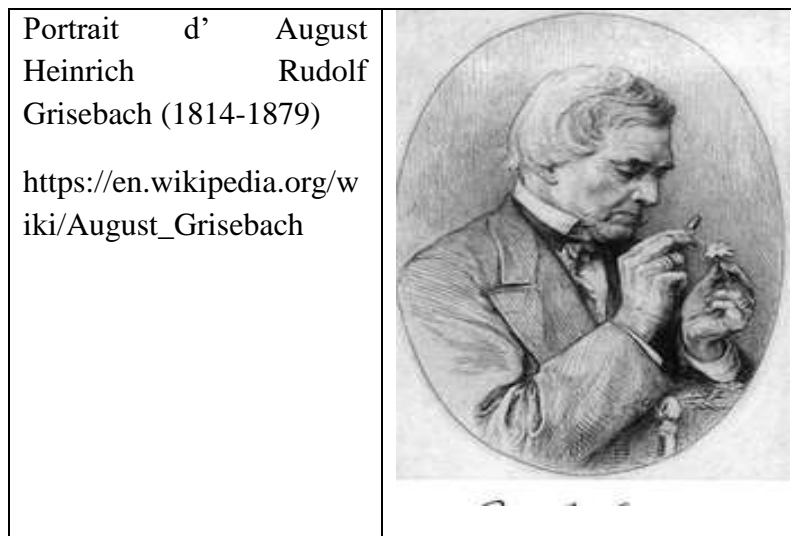
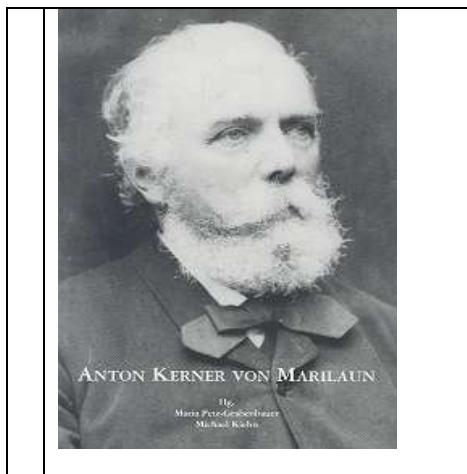


Figure 2: Portrait d' August Heinrich Rudolf Grisebach (1814-1879).[https://en.wikipedia.org/wiki/August\\_Grisebach](https://en.wikipedia.org/wiki/August_Grisebach)

C'est le botaniste autrichien Kerner von Marilaun (1831-1898) qui, le premier, eut l'idée d'analyser et dénommer une communauté végétale définie : la pelouse alpine acidophile à *Carex curvula* All. (1863)



**Figure 3: Photo d'Anton Kerner Von Marilaun .**  
**[https://fr.wikipedia.org/wiki/Anton\\_Kerner\\_von\\_Marilaun](https://fr.wikipedia.org/wiki/Anton_Kerner_von_Marilaun)**

Le terme de phytosociologie est inventé en 1896 par le russe Joseph Conradovich Paczoski (1864-1942) qui, déjà en 1891, proposa d'utiliser le terme de phytosociologie à la place de florologie (Daszkiewicz, 2004)

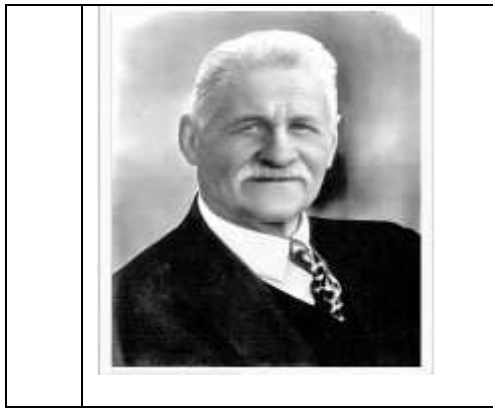


Figure 4: **Photo de Jozef Konradovich Paczoski.**

([https://ru.wikipedia.org/wiki/Пачоский,\\_Иосиф\\_Конрадович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пачоский,_Иосиф_Конрадович))

Les français Henri Lecoq (1802-1871) et Charles Flahaut (1852-1935) sont considérés comme les précurseurs de la phytosociologie.

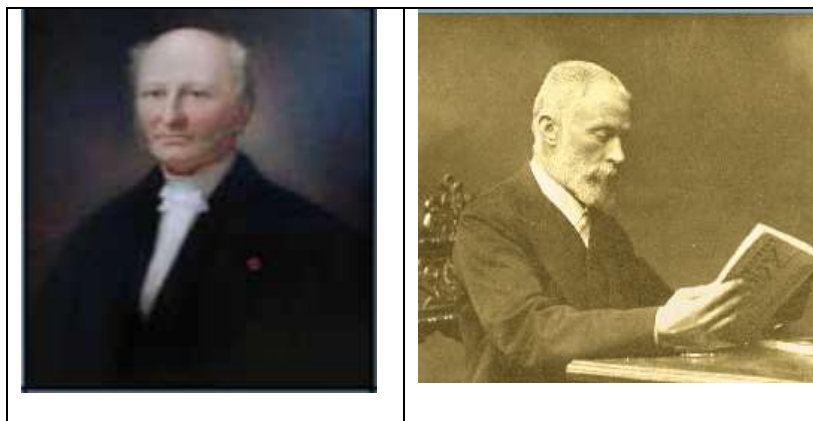


Figure 5: Photos de Henri Lecoq (<http://www.neufeglise.fr/spip.php?article65#contenu>) et Charles Flahaut (<http://www.educenvir.org/~euziere/Flahault.htm>)

En 1900, lors du congrès international de botanique à Paris, Charles FLAHAULT définit l'association végétale en soulignant l'importance des rapports stratégiques entre les plantes, rejetant par là-même l'idée d'une simple juxtaposition des plantes qui serait due au hasard.

La phytosociologie a été officiellement reconnue lors du 2ème Congrès international de Botanique de Bruxelles en 1910 où le concept d'association végétale fut présenté et explicité par Flahault (professeur à l'Université de Montpellier) et Carl Joseph Schroeter [botaniste suisse (1855-1939), professeur à l'Ecole polytechnique de Zürich)].

*« Une association végétale est un groupement végétal de composition floristique déterminée, présentant une physionomie uniforme et croissant dans des conditions stationnelles également uniformes »*

C'est le zurichois Josias Braun Blanquet (1884-1984) qui est considéré comme véritable auteur de la phytosociologie. Deux ouvrages : « Etude des associations végétales des Cévennes (Thèse) », « vocabulaire de sociologie végétale » en 1928

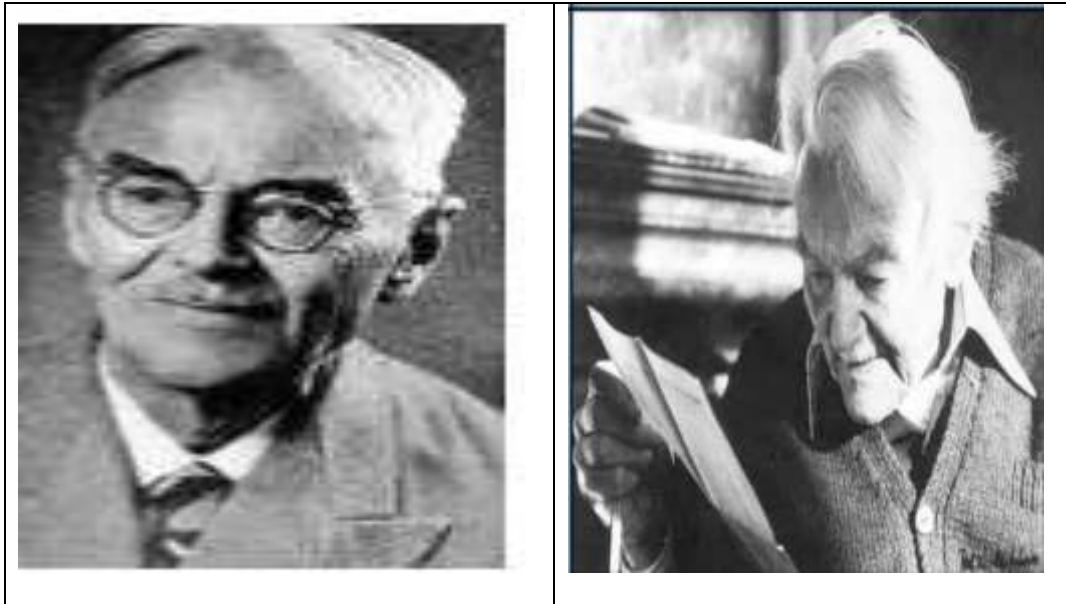


Figure 6: Photo de Josias Braun Blanquet.

<https://www.google.com/search?q=Braun+Blanquet&tbm=isch&imgil/>  
<http://www.cbnbl.org/ressources-documentaires/La-bibliotheque-botanique-et/La-SIGMA-et-Braun-Blanquet>

S.I.G.M.A. (Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine) fondée à Montpellier par Josias BRAUN-BLANQUET

### **2.2. Définition.**

Comme on vient de le voir, le terme « phytosociologie » a été créé par le botaniste polonais Jozef Paczoski (1864-1952) à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle pour désigner la science qui étudie la genèse, la vie, le développement et la distribution des formations végétales. Ce terme a pris le sens qu'on lui attribue actuellement suite aux travaux de J Braun Blanquet.

La phytosociologie est une méthode d'étude de la végétation qui s'occupe de la reconnaissance, du classement, de l'étude écologique, de l'évolution et de la distribution des groupements végétaux. Cette définition fait apparaître **l'aspect statique** (reconnaissance et classement des groupements végétaux) et **l'aspect dynamique** (évolution d'un groupement vers un autre) de la phytosociologie.

La phytosociologie est une science double (Gorenflot & De Foucault, 2005) :

- Une **morphologie** c-à-d un discours (logos) des formes (morphé) concrètes. Les formes élémentaires de la phytosociologie sont des ensembles de plantes réunies en une station donnée, dits **individus d'association** (IA)
- Une **physique** : La phytosociologie ne se contente pas seulement de décrire les discontinuités, mais elle veut aussi **en préciser les déterminismes** (causes)

Les plantes spontanées appartenant à des espèces végétales différentes ne se regroupent pas dans la nature sous le seul effet du hasard (Delpech, 2006). Ces combinaisons (regroupements) obéissent à d'autres lois, à la conjonction d'un certain nombre de facteurs abiotiques (climat, topographie, exposition, sol, ...), biotiques (Concurrence interspécifique, actions de l'homme, actions des animaux,...) et historiques (migrations des espèces).

Quand des populations d'espèces différentes se retrouvent ensemble dans certaines localités et environnements, on parle **d'affinité** entre ces espèces

A l'intérieur d'une même unité biogéographique de base (secteur, sous-secteur, district), partout où se trouvera réalisée la même combinaison de facteurs, on observera (toujours aux variations aléatoires près) la même combinaison d'espèces (ou plutôt de populations représentatives d'espèces). Une telle combinaison est appelée **communauté végétale élémentaire**. L'étendue recouverte par cette communauté est appelée **station**. La méthode la plus fine pour cerner les modes de vie en commun des plantes, leur organisation pour former des unités paysagères à travers les habitats est la phytosociologie.

**L'association végétale (groupement végétal) constitue la clef de voûte de la phytosociologie**

L'objectif de la phytosociologie est de décrire, classer, hiérarchiser et typifier les communautés végétales élémentaires.

### ***2.3. Rôle de la phytosociologie comme méthode d'étude de la végétation***

Dans ce cadre d'étude des associations végétales, la phytosociologie précise :

- Leur position physiographique (place dans le paysage)
- La synfloristique (espèces caractéristiques, différentielles et compagnes)
- Le caractère synécologique (signification écologique du groupement végétal)
- la syndynamique (place dans la dynamique de la végétation, les successions végétales)
- la synchorologie (répartition géographique)

La phytosociologie a ainsi cinq domaines d'étude :

- la systématique phytosociologique: la délimitation des unités végétales, leur regroupement dans les unités supérieures et l'arrangement systématique de ces unités ;
- l'organisation des communautés végétales : l'étude de la composition spécifique des communautés végétales
- la synécologie: l'étude des relations des communautés végétales entre elles et avec le milieu ;

- la syngénétique : l'étude de la naissance, du développement et du déclin des communautés végétales ;
- la synchorologie : l'étude de l'occurrence et de la distribution des communautés végétales.

## **2.4. Applications de la phytosociologie**

En pratique, il existe fréquemment une sorte de confusion entre les notions d'**habitat naturel** et de **végétation**.

En effet, la présence d'une végétation donnée à un endroit donné renseigne sur les caractéristiques écologiques, mésologiques, dynamiques de cet endroit et c'est donc ce caractère « intégrateur » de la végétation qui en fait un puissant outil de compréhension et de description des habitats.

En tant que méthode d'étude de la végétation, la phytosociologie a plusieurs applications :

- Analyse de la diversité végétale : structurer, quantifier la variabilité, monitoring
- Conservation de la nature : sélection de sites à protéger, suivi de pratiques de gestion,...
- Aménagement du territoire : réseaux écologique, études d'impacts et évaluations d'incidence environnementale des projets d'aménagement,
- Stratégies de création d'espaces protégés, plans de gestion des espaces naturels, etc.
- Agriculture : potentiel agricole d'un écosystème (prairie), étude de production,...
- Foresterie : potentiel sylvicole d'un biotope

## II. GENERALITES SUR L'ANALYSE DES COMMUNAUTES VEGETALES

### 1. Méthodes et critères de description de la Végétation

On peut schématiquement distinguer :

- 1) Des méthodes descriptive à petite échelle (1/100000 et en dessous) utilisées pour des études nécessitant de décrire ou nommer les grands ensembles végétaux qui marquent et structurent de vastes territoires (les paysages, régions)
- 2) Des méthodes descriptives à grande échelle (1/5 000 notamment, jusqu' au 1/25 000 voir 1/50 000) pour des études nécessitant une description fine de la végétation

#### 1. 1. Méthodes descriptives à petite échelle

Ces méthodes sont **dites physionomiques** et décrivent les formations végétales.

**Une formation végétale** est un groupement de plantes déterminé par **une physionomie** et **une structure** particulières.

La méthode physionomique consiste à décrire **la structure verticale** (stratification), la **structure horizontale** (recouvrement), la **saisonnalité** et on aboutit ainsi à la définition des formations végétales sur la base de la prédominance d'un ou de **plusieurs types biologiques**.

##### 1.1. 1. Structure verticale

Une végétation est composée des éléments de différentes tailles parmi lesquels on peut reconnaître plusieurs niveaux (étages) ou strates. On en distingue au total 4 :

Strate muscinale (m) : composée de mousses, lichens et champignons

Strate herbacée (h) : composée de plantes herbacées;

Strate arbustive (a) : composée d'arbustes;

Strate arborescente (A) : composée d'arbres

NB !

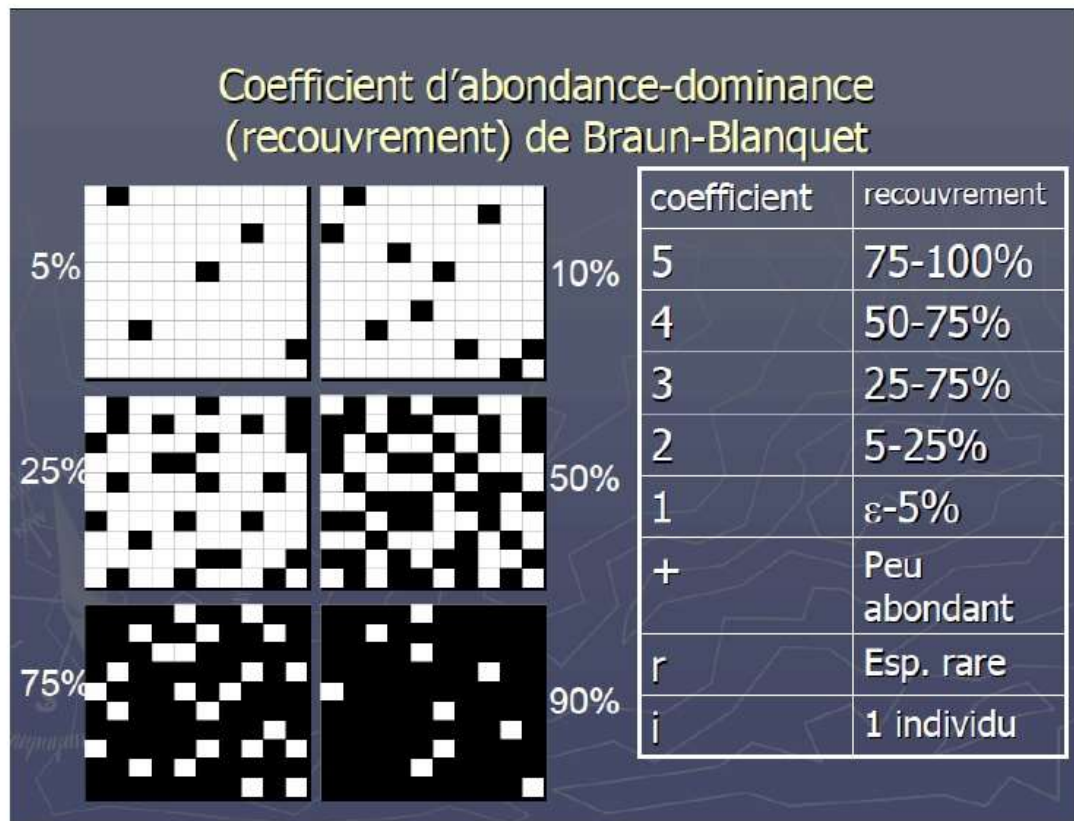
- Le nombre de strates varie suivant le type de végétation. (multi strates pour une forêt dense équatoriale, une seule strate pour la toundra à lichen)
- On peut associer à cette stratification celle des organes racinaires.

##### 1.1.2. La structure horizontale:

Les espèces végétales ne sont pas distribuées d'une manière identique; certaines sont beaucoup plus abondantes et d'autres relativement rares et des échelles chiffrées

conventionnelles permettent de décrire cette distribution : c'est l'échelle d'abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET. (Tableau 1)

**Tableau 1 : Coefficient d'abondance-dominance (recouvrement) de Braun Blanquet**



Le recouvrement permet de préciser :

- Les espèces dominantes : ce sont celles qui sont le plus représentées dans une strate ou dans une formation végétale. Elles sont dominantes, soit parce qu'elles sont caractéristiques du paysage végétal par la taille, le nombre ou la forme, soit par l'action qu'elles exercent sur l'habitat
- Les espèces Co-dominantes : c'est quand plusieurs espèces dominent simultanément.
- Une végétation fermée quand le sol est complètement caché par la végétation
- Une végétation ouverte quand le sol apparaît ça et là entre les feuilles.

NB ! La densité d'une espèce est le nombre de pousses par unité de surface. Les forestiers estiment la densité par catégories (classes) d'âge ou de dimensions, ce qui permet de mettre en évidence le dynamisme de la végétation.

Certaines espèces sont naturellement limitées à l'occupation d'un territoire géographiquement bien délimité et on les appelle des espèces endémiques

### 1.1.3. La saisonnalité ou structure de la végétation dans le temps

Bien que certaines végétations gardent leur physionomie toute l'année, pour d'autres la physionomie varie en fonction de saison. (Saisons sèche et humide en monde tropical ; printemps, été, automne, hiver en monde tempéré). Ce sont les aspects saisonniers ou phénophases.

- On aura par exemple une chute de feuille qui annonce la saison sèche tandis que de jeunes feuilles avec une coloration typique apparaissent dès les premières pluies dans certaines végétations décidues de la région tropicale.
- L'aspect vernal ou printanier fait apparaître le développement de nombreuses plantes de sous-bois avant l'apparition des feuilles dans les strates supérieures
- L'aspect estival est herbeux et succède au précédent
- L'aspect automnal fait apparaître des carpophores des champignons en même temps que les strates supérieures prennent d'innombrables coloris dus aux pétales cuivrés des fleurs
- L'aspect hivernal succède à la chute des feuilles et le tapis herbacé se couvre de feuilles mortes.

### 1.1.4. Types biologiques Selon C. Raunkiaer, 1904

La forme biologique d'une espèce est l'ensemble des dispositifs anatomiques et morphologiques qui caractérisent son appareil végétatif et singularisant sa physionomie et son habitat.

C. Raunkiaer était un botaniste scandinave qui proposa une classification des types biologiques pour les végétaux, en grande partie fondée sur le mode de protection de leurs bourgeons face au froid et à l'enneigement.

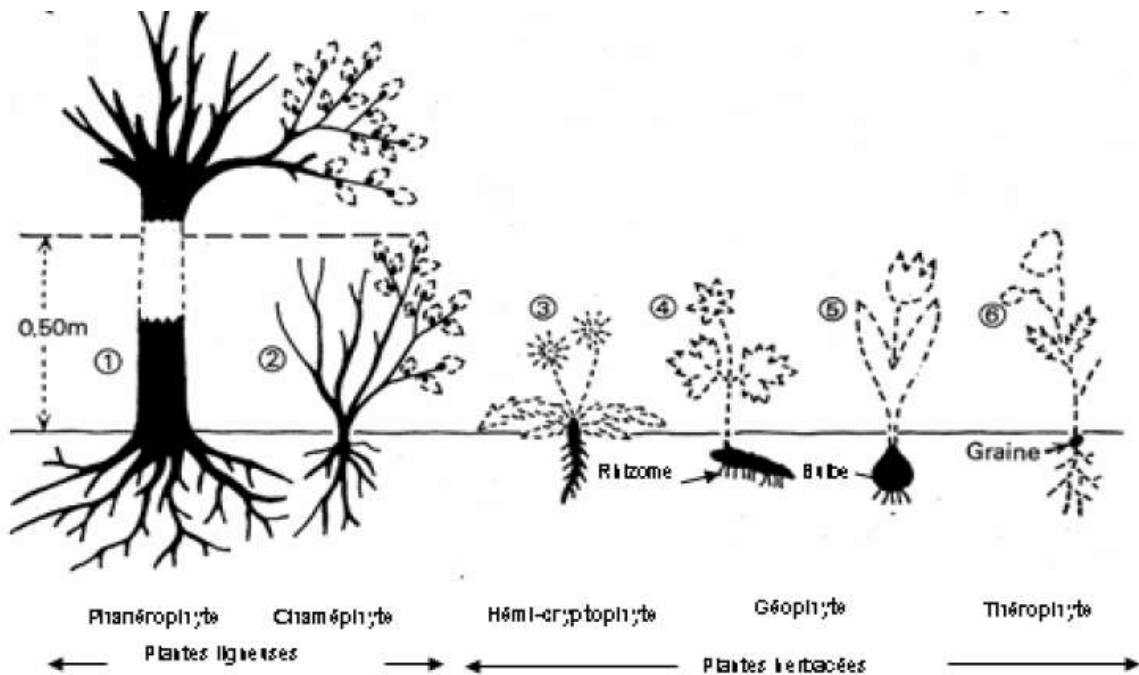


Figure 7: Illustration des cinq grands types biologiques proposés par Raunkier

- Phanérophytes (P) : Plantes dont les bourgeons dormants aériens sont à plus de 50 cm de la surface du sol. Ces plantes affrontent la mauvaise saison en exposant à ses rigueurs des tiges porteuses de bourgeons. On y distingue des macrophanérophytes (Még P) ayant des tiges ligneuses dépassent 8 m de hauteur, des mésophanéophytes (MsP) avec des tiges ligneuses comprises entre 2 et 8 m de hauteur, les microphanérophytes (McP) ayant des tiges ligneuses comprises entre 0,5 et 2 m de hauteur et les nanophanéophytes (NnP) dont les tiges ligneuses ne dépassent pas 0,5 m de hauteur.
- Chamaephytes : Plantes dont les bourgeons dormants aériens sont à moins de 50 cm de la surface du sol.  
On distingue les chamaephytes frutescents (Chd) (buissonnants, plus ou moins dressés), les chamaephytes prostrées (Chp) (beaucoup plus proches du sol) et les chamaephytes grimpants (Chg)
- Hémicryptophytes (H) : Plantes dont les bourgeons dormants sont à la surface du sol.  
On distingue des hémicryptophytes cespiteux (Hc) qui développent une touffe de pousses, des hémicryptophytes à rosette (Hr) qui développent une rosette de feuilles plus ou moins prostrées, des hémicryptophytes grimpants (Hg) qui développent une tige érigée sur supports variés.
- Géophytes (G) : Plantes dont les bourgeons dormants sont sous la surface du sol.  
Selon la nature de l'organe de conservation souterrain on distingue des géophytes à bulbe (Gb), des géophytes à tubercule (Gt) et des géophytes à rhizome (Gr).

- Hydrophytes (Hy): Plantes dont les bourgeons dormants sont sous l'eau, les feuilles immergées.
- Hélophytes (He) : Plantes dont les bourgeons dormants sont sous l'eau, feuilles émergées au moins en partie
- Thérophytes (T) sont des plantes qui survivent à la mauvaise saison sous la forme de graines, toutes les parties végétatives étant détruites par la dessiccation due au gel ou à la sécheresse

NB !

- Phanérophytes et chamaephytes sont des plantes ligneuses ; les hémicryptophytes, les géophytes et thérophytes sont herbacées.
- Les épiphytes sont des plantes qui poussent en se servant d'autres plantes comme support. Il ne s'agit pas de plantes parasites car elles ne prélèvent rien au détriment de leur hôte. Les épiphytes sont des organismes autotrophes photosynthétiques
- Le spectre biologique
  - Deux spectres biologiques peuvent être calculés pour chaque syntaxon élémentaire : le premier est construit à partir du nombre d'espèces de chaque type biologique (spectre biologique brut); le deuxième utilise une pondération des espèces (spectre biologique pondéré).
  - Le spectre biologique brut est le pourcentage de chaque catégorie des formes biologiques dans l'inventaire floristique de l'ensemble des relevés d'une même formation.
  - Le spectre biologique pondéré fait intervenir des coefficients de pondération correspondants aux coefficients d'abondance-dominance des différentes classes de recouvrement : 0,1 pour « + » ; 2,5 pour « 1 » ; 15 pour « 2 » ; 37,5 pour « 3 » ; 62,5 pour « 4 » ; 87,5 pour « 5 ».

### 1.1.5. Différentes formations végétales et distribution des grands biomes

La notion de formation végétale est vague, et pour mieux préciser la description physionomique, on ajoute souvent au nom de la formation (forêt, savane, prairie), des indications sur la densité (dense, claire..), le climat du milieu (tropical, tempéré...), le nom l'espèce dominante (forêt à *Brachystegia* par exemple) etc.

Comme la végétation est la réponse biologique à la résultante de l'interaction de tous les facteurs climatiques, il existe des ressemblances entre les communautés d'une zone géographique et celles de régions éloignées de la terre sous des conditions climatiques plus ou moins semblables.

Ainsi, les forêts de Conifères forment une large bande qui s'étend sur l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie, on trouve de grands déserts un peu partout sur le globe.

Le monde est ainsi divisé en grands ensembles biogéographiques différents qu'on appelle « biomes ». Les biomes correspondent à des subdivisions latitudinales sous forme de bandes en fonction du climat et du milieu (aquatique, terrestre, montagnard).

Il n'y a pas de frontière nette entre deux biomes. Les zones de transition où se chevauchent deux systèmes se nomment **écotones**.

On distingue deux grands types de biomes suivant le substrat : les biomes terrestres et les biomes aquatiques.

### 1.1.5.1. Les biomes terrestres

La végétation mondiale s'organise en grands unités représentées sur les continents (Fig. 2)

La répartition zonale des biomes terrestres reflète dans les grandes lignes celle des données climatiques (volume et régimes des pluies, températures) parfois même de la nature des sols.

Trois facteurs essentiels interviennent dans la répartition de ces données climatiques sous l'influence de la variation de la température :

- ✓ La latitude: les températures moyennes diminuent en général lorsque la latitude augmente.
- ✓ L'altitude : les températures moyennes diminuent lorsque l'altitude augmente avec un gradient de 1°C tous les 180 m (soit 0,5°C à 0,6°C par 100 m) de dénivelé.
- ✓ La continentalité: l'océan atlantique joue un rôle de régulateur thermique. Plus on s'éloigne de la côte plus les contrastes (amplitude) thermiques augmentent, ce qu'on appelle effet de la continentalité. L'amplitude thermique augmente quand la distance à la mer (lac, océan) augmente : les lacs, mers, océans jouent donc un rôle important de régulateur thermique

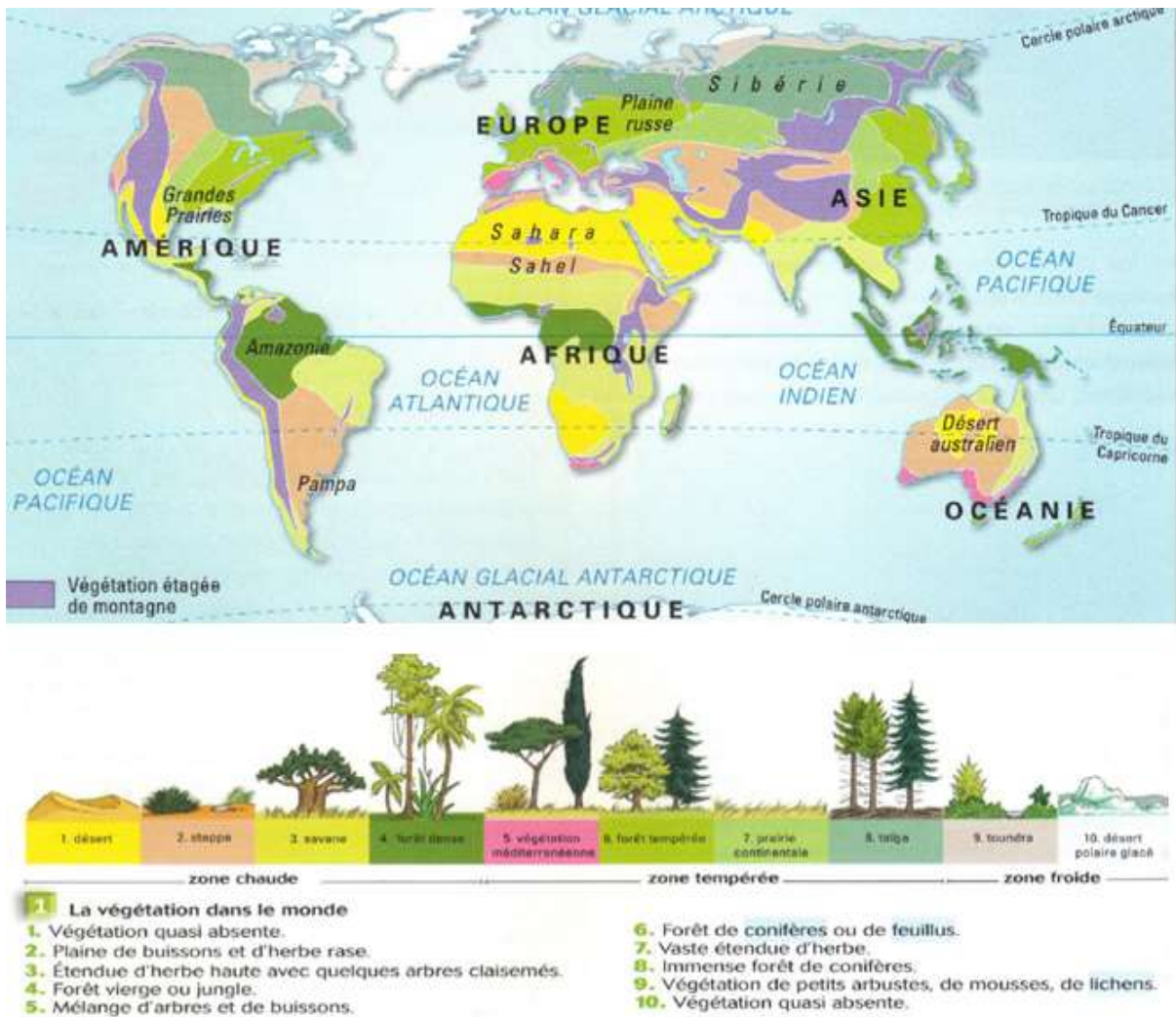


Figure 8: Végétation dans le monde ([http://serres.u-bourgogne.fr/IMG/haut\\_memerubrique.gif](http://serres.u-bourgogne.fr/IMG/haut_memerubrique.gif))

Le tableau n°2 montre comment la conjugaison des facteurs température et humidité explique les grands biomes reconnus par WWF (tableau n°3).

Tableau 2 : Principaux biomes terrestres en fonction de la température et humidité

Température	Humidité	Biome
Chaude	Sèche	Désert arides et végétation xérophytique
Chaude	Moyenne	Savanes, forêt sèche, forêt claire
Chaude	Chaude	Forêt tropicale humide (ombrophile sempervirente, caducifoliée, pluvieuse)
Tempérée	Humide	Forêts tempérée sempervirente
Tempérée	Moyenne	Forêt tempérée caducifoliée

## SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.

---

Tempérée	Sèche	Prairies
Froide	Humide	Taïga
Froide	Moyenne	Toundra
Froide	Sèche	Déserts polaires

**Tableau 3: Grands biomes terrestres (WWF) par zones climatiques**

Zones chaudes	Forêts tropicales et subtropicales humides à feuilles caduques • Forêts tropicales et subtropicales sèches à feuilles caduques • Forêts de conifères tropicales et subtropicales • Prairies, savanes et brousses tropicales et subtropicales • Prairies et savanes inondées • Mangrove
Zones tempérées	Forêts tempérées mixtes et à feuilles caduques • Forêts tempérées de conifères • Steppes herbacées, savanes et brousses tempérées • Forêts, bois et broussailles méditerranéens
Zones froides	Taïga • Toundra
Azonaux	Déserts et broussailles xérophytes • Prairies et brousses de montagnes et de hauts plateaux

Passons en revue ces biomes en les illustrant par des photos.

➤ **Pour les zones chaudes**, on a :

- **Des forêts denses tropicales et subtropicales humides**, sous climat chaud et très humide.  
Cas de la cuvette congolaise et de la forêt de la Kibira
- **Des forêts de conifères tropicales et subtropicales** sous climat tropical à saison sèche longue et faibles précipitations, cas de l'Amérique central

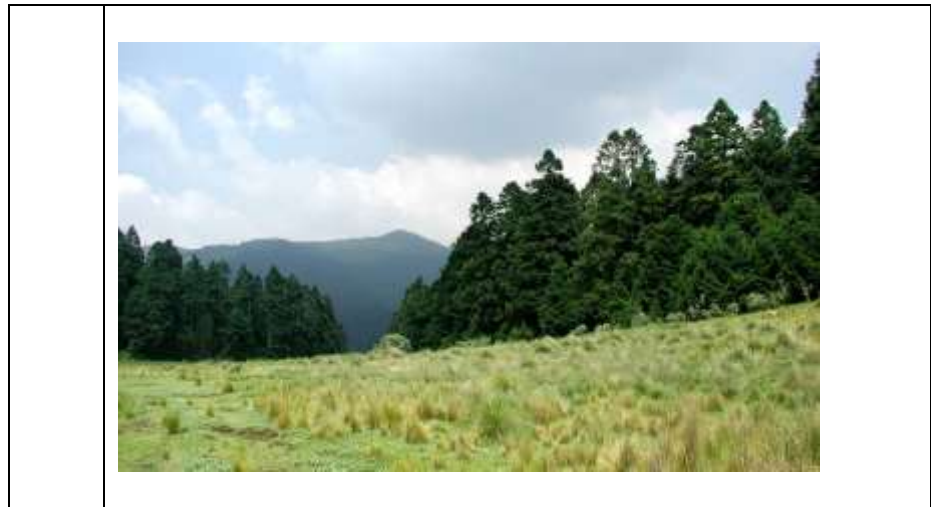


Figure 9: Forêt de conifères de l'Etat de Mexico

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Forêts\\_de\\_conifères\\_tropicales\\_et\\_subtropicales](https://fr.wikipedia.org/wiki/Forêts_de_conifères_tropicales_et_subtropicales)

- **La forêt tropicale et subtropicale dense sèche** sous climat tropical à saison sèche longue et précipitations en dessous de 1000 mm de pluies par an






Figure 10: Forêt dense sèche au Katanga.

[http://www.br.fgov.be/research/collections/herbariums/sp/img/photos/a1s\\_0\\_0.jpg](http://www.br.fgov.be/research/collections/herbariums/sp/img/photos/a1s_0_0.jpg)

- **Forêts claires et savanes tropicales**

C'est un type de formation végétale caractéristique des régions chaudes à longue saison sèche et marquée par les plantes herbacées de la famille des Poacées (Graminées). Suivant la densité des arbres, on a la savane herbeuse, la savane arborée et la forêt claire

Photo 11.	
Photo. 12.	
Photo.13.	

**Figure 11: Savane herbeuse à Bukemba dans le Kumoso (11), Savane arborée à *Acacia polyacantha* au niveau du paysage de la Malagarazi (12), Forêt claire dans le paysage de la Malagarazi à l'est du Burundi (13)**

## - Les prairies et savanes inondées

Les prairies et savanes inondées sont généralement localisées aux latitudes tropicales et subtropicales là où les inondations permettent la formation des zones humides. Le milieu est caractérisé par une humidité très élevée, un climat généralement chaud et des sols riches en nutriments



**Figure 12: Marais de la Maragarazi à *Leersia hexandra* (14), Marais inondé à *Cyperus papyrus* (15)**

- Les mangroves : c'est un type de végétation qui pousse le long des basses côtes tropicales et subtropicales, dans des milieux à dépôts marins salins (zone de balancement des marées appelée **estran**). La végétation est essentiellement constituée de palétuviers (espèces ligneuses avec des pneumatophores et racines échasses disposées en arceaux)

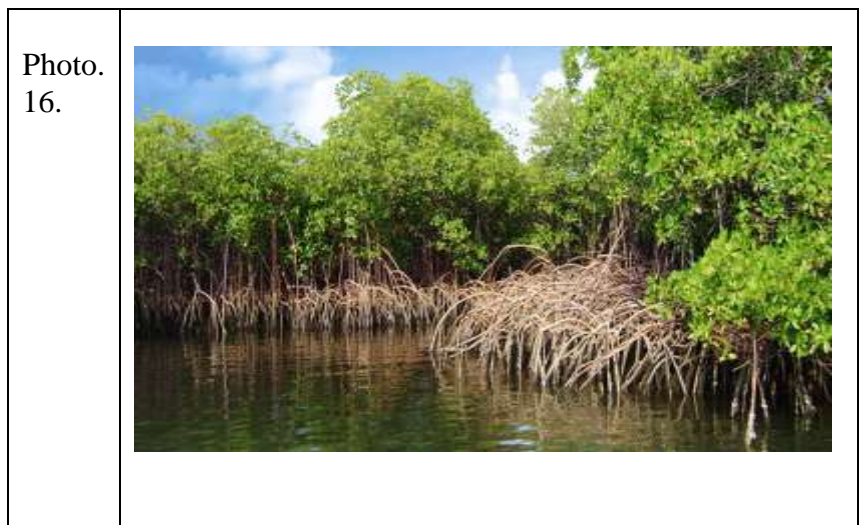


Figure 13: Mangrove à *Rhizophora mangle*.

<https://repeatingislands.files.wordpress.com/2013/01/mangrove-pisino.jpg>

- Pour les zones tempérées, on a :
  - Des forêts, bois et broussailles méditerranéens

Les forêts, terres boisées et broussailles méditerranéennes sont formations sclérophylles » qui se sont adaptées au climat méditerranéen caractérisé par un été chaud et sec, des précipitations irrégulières, des vents importants et à l'impact du feu et du surpâturage . on y distingue deux principales formations : la garrigue sur terrains calcaires et le maquis sur terrains siliceux.

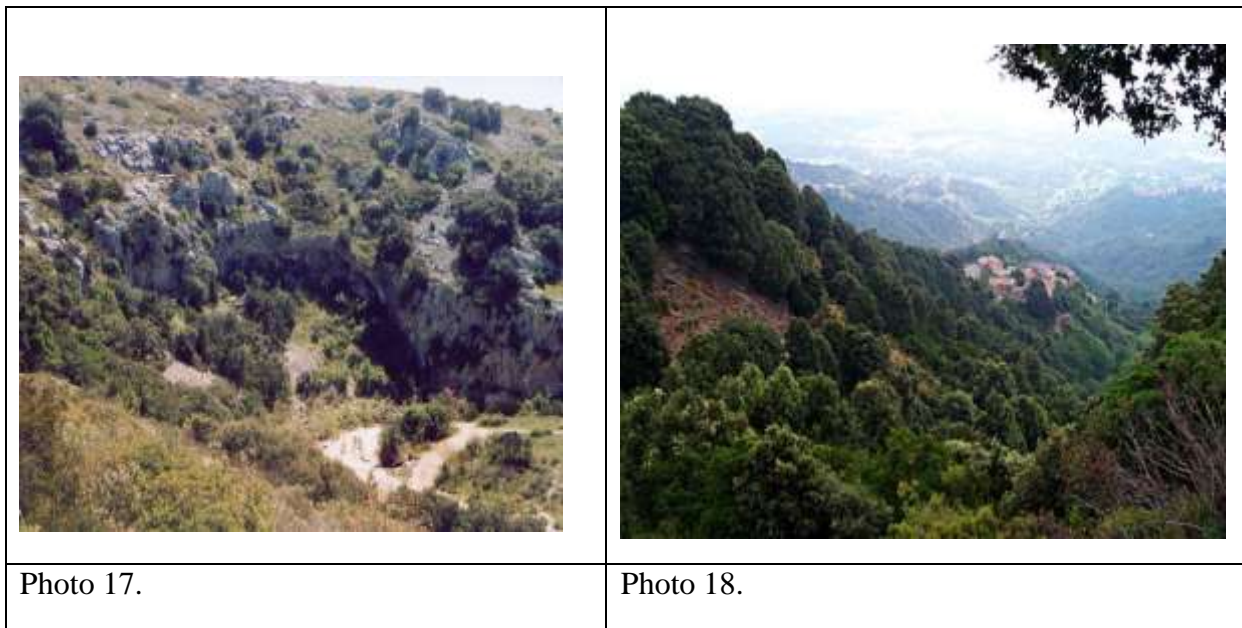


Figure 14: Cliché de la garrigue méditerranéenne (17)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Garrigue\\_herault.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Garrigue_herault.jpg) et Cliché du marquis (17) <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Haute-corse-paysage-med.jpg>

## - Les prairies, savanes et broussailles tempérées

C'est une formation végétale constituée d'une immense étendue d'herbes (graminées, composées, légumineuses) dont les arbres sont le plus souvent complètement absents. Le milieu est caractérisé par un climat tempéré continental à pluviométrie faible à modérée et un hiver froid

La vigueur et la densité de la végétation herbacée doit évidemment être mise en rapport avec l'abondance des précipitations annuelles. Lorsque ces dernières sont supérieures à 500 mm, la prairie est formée de hautes herbes dont la hauteur peut dépasser 2 mètres. Quand au contraire, elles ont faibles (entre 300 et 400 mm), les herbes sont plus courtes (moins de 0,50 m) et la proportion des graminées annuelles augmente. On commence à voir apparaître des buissons xérophiiles, don une végétation de steppe



Prairie du nord de la Chine (19)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Prairie\\_en\\_Chine\\_du\\_nord.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Prairie_en_Chine_du_nord.jpg) et Steppe (20) Kazakhe

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/Horses\\_in\\_Kazakhstan.jpg/1024px-Horses\\_in\\_Kazakhstan.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1f/Horses_in_Kazakhstan.jpg/1024px-Horses_in_Kazakhstan.jpg)

## - Des forêts décidus

Une forêt décidue est un type de forêt caractérisé par la présence d'une majorité d'arbres dont les feuilles, caduques, tombent au rythme des saisons.

Ce type de forêt caractérise dans la zone tempérée les milieux où les précipitations sont abondantes et fréquentes et où les températures ne sont pas trop basses. Les forêts décidues sont donc typiques des milieux tempérés. Elles se trouvent donc essentiellement à l'ouest et à l'est de l'Eurasie, ainsi qu'en Amérique du Nord.



**Figure 15: Une forêt tempérée décidue à l'automne : les arbres des feuillus changent de couleur et se préparent à tomber. © Pencroff CC by-nc-sa 2.0 (<http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-foret-decidue-7247/>)**

### - Des forêts tempérées sempervirentes

Les forêts tempérées sempervirentes peuvent être constituées exclusivement de conifères ou bien être mixtes, avec un mélange de résineux, d'espèces feuillues sempervirentes et d'espèce à feuilles caduques. Ces forêts constituent une zone de transition entre les forêts tempérées décidues au sud et les taïgas au nord.

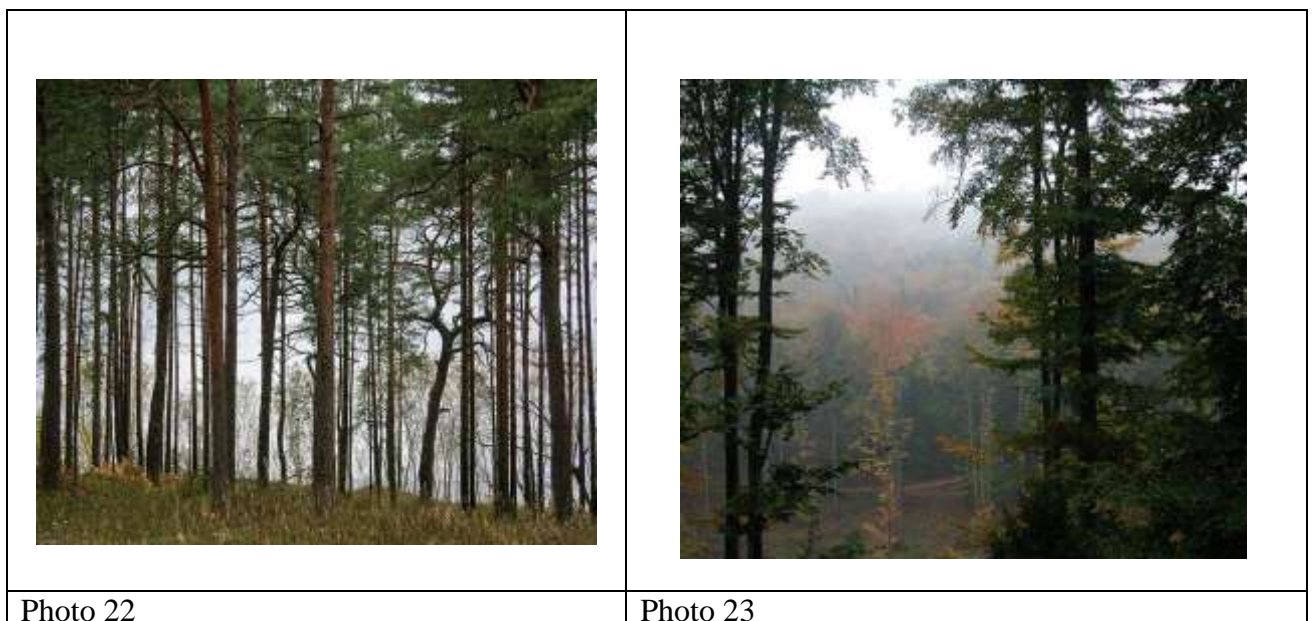


Figure 16: Une forêt tempérée sempervirente de pins en France (22). © Patrick Mayon CC by-nc-nd 2.0 (<http://www.futurasciences.com/planete/definitions/botanique-foret-temperee-sempervirente-7253/>) et une forêt tempérée mixte du parc naturel des Vosges du Nord (23). © Pierre Kessler CC by-nc-sa 2.0 (<http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-foret-temperee-7249/>)

➤ **Pour les zones froides, on a :**

- **La taïga ou forêt boréale:**

C'est une forêt de conifères (pins, sapins et autres conifères) bien adaptés au climat froid, neigeux et peu ensoleillé du grand sub arctique. Les conditions de vie difficiles de ces régions ralentissent considérablement la croissance des arbres et des plantes.



Figure 17: Cliché d'une forêt boréale

<http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/foret-boreale/>

- **La toundra:**

C'est une formation végétale des régions sous climat froid à l'extrême nord de l'hémisphère Nord entre 55° et 80° de latitude. Elle est faite de végétation rase, naine et composée principalement de mousses et lichens

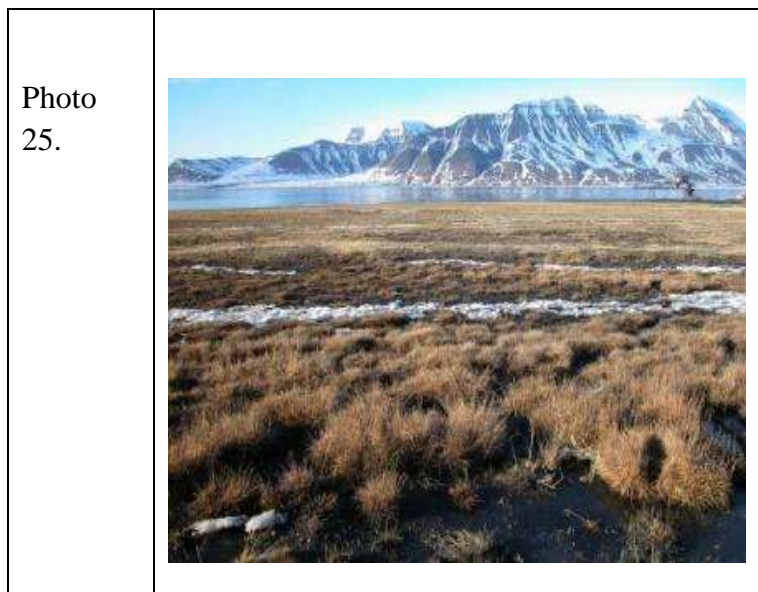


Figure 18: Vue d'une zone de toundra. <http://passionsetpartage.clicforum.fr/t1443-La-toundra.htm>

➤ **Biomes azonaux**

Il s'agit d'un type de végétation qui échappe dans sa localisation géographique au déterminisme climatique latitudinal. On a :

- **Les déserts:**

Un désert est une zone de terre stérile et très peu propice à la vie, où de très faibles précipitations se produisent à de rares occasions, et où par conséquent les conditions de vie sont hostiles pour les plantes ainsi que pour la vie des animaux. Les déserts font partie des environnements extrêmes.

On distingue des déserts chauds ou subtropicaux (en Afrique, Asie, Amérique, Australie) et des déserts froids (Amérique, Asie) dont les déserts polaires (antarctiques et arctiques)



Figure 19: Désert près de Tamanrasset en Algérie (26).

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Sahara.jpg/1024px-Sahara.jpg> et l'Antarctique (27)

<http://www.grandsespaces.ch/wp-content/themes/grandsespaces/images/polaire/Peninsule-Antarctique-croisiere-01.jpg>

- Les prairies et broussailles de montagne

Cette formation est située au-dessus de la limite des arbres suivant le modèle d'étagement de la végétation ci-dessous

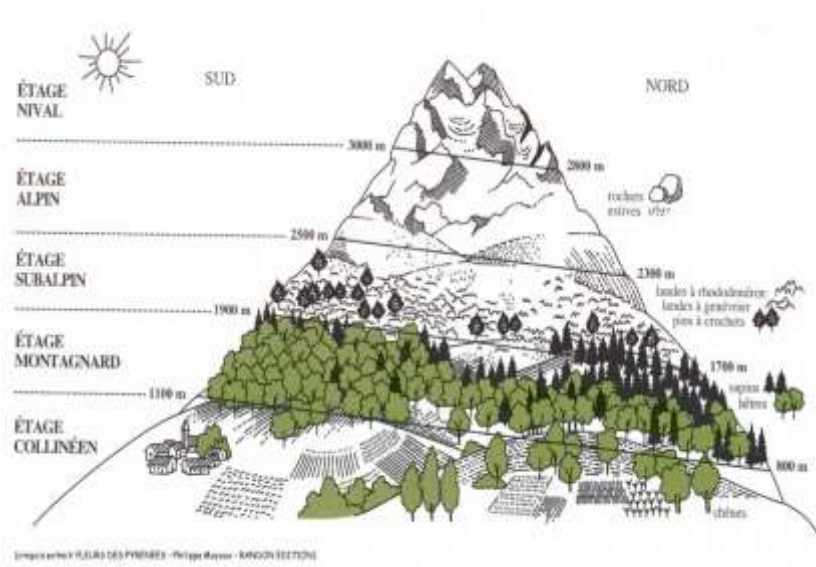


Figure 20: Schéma des biomes montagnards

## 1.1.6. Les biomes aquatiques

Trois quarts de la surface de la terre sont occupés par l'eau –océans, lacs et rivières etc. Le milieu aquatique se divise en deux grands ensembles : les eaux douces et les eaux marines.

- Les eaux douces : cet ensemble d'eaux continentales regroupe :
  - les rivières et les fleuves : des cours d'eaux qui parcourent des distances pour se jeter dans les lacs et dans les océans ;
  - Les étangs et les lacs qui sont des étendues d'eaux pour lesquelles on distingue , suivant la profondeur et la distance à la rive, une zone littorale qui longe la ligne du large, une zone limonitique peu profonde où l'eau est claire et une zone profonde à faune hétérotrophe.
  - Les zones humides (marais, tourbières, etc.) qui sont des milieux inondés de façon permanente ou temporaire par des eaux stagnantes et peu profondes.
- Les eaux marines : cet ensemble regroupe les eaux des mers et des océans. On y distingue :
  - Les estuaires: embouchure fluviale où il y a mélange de l'eau saline et l'eau douce, très riche en organismes biologiques
  - Les zones littorales: zones côtières où la terre et l'océan se rencontrent
  - Les récifs de corail: dépôts calcaires-carbonates au large de l'océan
  - Les bornes continentales: bordure du continent en dessous de l'eau océanique
  - Les fonds de l'océan: région océanique lointaine

## 1.2. Méthodes descriptives à grande échelle

La notion de formation végétale est purement physionomique et ne permet pas de distinguer les unités de végétation plus fines et d'analyser les relations qui existent entre le milieu et la végétation.

Les méthodes descriptives à grande échelle consistent à établir et à décrire les groupements végétaux.

On distingue deux méthodes descriptives de la végétation à grande échelle :

- ✓ Celle qui débute par une description préalable de l'environnement (climat, sol, facteurs géographiques) et aborde l'examen de la liste des espèces par après en fonction de ces variables écologiques. Elle établit des groupes écologiques à base critères écologiques et floristiques. C'est la méthode phyto-écologique.
- ✓ Celle qui analyse des unités de végétation uniquement sur base de données floristiques. Elle établit des communautés végétales ou associations végétales. C'est la méthode phytosociologique

D'autres informations aident à la description à grande échelle de la végétation. Il s'agit entre autres des séries évolutives de la végétation et stratégies adaptatives des espèces, de la distribution phytogéographique, du type de diaspore et du type foliaire

## **II.1.2.1. La méthode phyto-écologique**

Cette méthode permet d'établir les groupes écologiques d'espèces qui regroupent les espèces ayant les mêmes exigences de milieu.

Cette méthode consiste à définir l'abord la typologie des milieux et à récolter les données de végétation essentiellement par la méthode des relevés floristiques. On procédera ensuite par les techniques d'ordination (agencement dans des unités) directe des groupements végétaux.

L'ordination directe correspond à l'analyse de la distribution des espèces en relation avec les variables environnementales. On parle d'ordination sous contraintes (« Constrained ordination »)

Il s'agit d'analyser la relation entre un tableau floristique et un tableau contenant des descripteurs environnementaux mesurés aux mêmes endroits.

Le suivi de la représentation des espèces d'un ou plusieurs groupes donnés permet d'avoir des indications sur la modification des conditions de milieu

## **II.1.2.2. La méthode phytosociologique**

Les associations végétales sont des catégories de groupements végétaux ayant des caractères floristiques et sociologiques communs.

La notion d'association repose sur l'idée que les espèces végétales ne se regroupent pas au hasard, mais en fonction d'affinités en rapport avec les conditions de milieu. Chaque groupement végétal rencontré sur le terrain, à condition d'être décrit d'une manière codifiée, devient un "individu d'association", qui peut être classé dans une "association". Selon cette conception, deux stations ayant les mêmes conditions de milieu sont occupées par deux individus d'associations appartenant à la même association.

Cette méthode consiste à collecter les données par la méthode de relevés phytosociologiques et de définir par ordination indirecte les typologies de stations et les différentes communautés végétales.

L'ordination indirecte part des données floristiques (espèces et relevés) et les ordonne le long des gradients, ce qui permet d'en déduire indirectement les caractéristiques des différentes communautés trouvées.

L'une des techniques d'ordination indirecte est l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

## **II.1.2.3. Autres données descriptives**

## II.1.2.3.1. Dynamique de la végétation et séries évolutives

La dynamique de la végétation est l'étude des changements de la végétation avec le temps. 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, chute des feuilles,....

La fluctuation caractérise des changements à relativement court terme (quelques années) : par exemple dans la productivité d'une espèce, elles peuvent passer plusieurs années sans fleurir. L'analyse des fluctuations est importante car elles peuvent se superposer avec les phénomènes de succession et brouiller leur interprétation. (Comparer les résultats du suivi avec les données climatiques pour repérer les fluctuations liées aux conditions météorologiques....

Les successions sont des changements directionnels de courte à longue durée. Plusieurs groupements végétaux se succèdent alors en relation avec des changements importants dans les conditions de milieu. Les successions peuvent être progressives (par exemple la colonisation d'un sol nu évoluant vers la lande puis vers la forêt), régressives ou cycliques.

une série de végétation est la succession des stades évolutifs par lesquels passe la végétation d'un lieu. Sans intervention extérieure (humaine) le tapis végétal évolue vers le climax, la série est dite progressive ; si le tapis végétal est soumis à des dégradations, il peut évoluer en sens inverse, la série est alors dite régressive.

On parle de succession primaire quand à partir d'un sol naissant, il y a évolution vers le stade climacique, on parle de succession secondaire, quand il y a reprise après perturbation écologique. C'est principalement les phénomènes de succession qui font l'objet de la plupart des suivis de végétation. L'histoire de la végétation, sur des périodes très longues, est souvent étudiée de manière rétrospective (analyse pollinique, analyse des images satellites, etc)

## II.1.2.3.2. Stratégies adaptatives

### a) Stratégies de type r et K

La première stratégie d'allocation de ressources mise en évidence repose sur le compromis entre privilégier la construction d'un individu plus ou moins pérenne d'une part, et favoriser sa reproduction d'autre part.

Les espèces qui privilégient la maintenance de l'individu (grande taille, croissance lente, longue durée de vie, maturité sexuelle tardive, etc.) sont qualifiées de stratégies de type K.

Les espèces qui favorisent la reproduction (haut taux de reproduction, croissance rapide, maturité sexuelle précoce, durée de vie courte, etc.) sont des stratégies de type r.

Ce modèle général s'applique aussi bien aux végétaux qu'aux animaux. Pour les végétaux, les espèces à stratégie de type r peuvent être qualifiées de pionnières (colonisatrices précoces) et celles à stratégie de type K de matures. Ce sont donc essentiellement des espèces à stratégie r qui seront analysées dans le cadre de la détection précoce des changements au cours de la

succession. Les espèces matures nous indiqueront le degré de la restauration de l'écosystème de départ.

D'une manière générale, la sélection de type r est rencontrée chez des espèces qui peuvent occuper des milieux perturbés à mortalité forte et indépendante de la densité des populations. La sélection de type K favorise les individus qui persistent dans un milieu donné pour de longues périodes, à mortalité dépendante de la densité des populations. Ce modèle a été sujet à des critiques entre autres qu'il s'applique difficilement à l'écologie végétale vu que les changements de successions prévalent et qu'aucune population ne peut persister pendant de longues périodes.

**b) Stratégies de type C-S-R de Grime (John Philip)**

Le système des stratégies C-S-R de Grime (1977, 1979) constitue un développement de l'idée des stratégies de type r et K.

Cet auteur a proposé une classification des végétaux selon leur adaptation à des niveaux de perturbation, de stress et de compétition mais que la part de la compétition diminue avec l'augmentation du stress ou de la perturbation.

**Tableau 4: Caractéristique des stratégies adaptatives associées aux différents habitats**

	<b>Stratégie compétitive (forte capacité à capter les ressources)</b>	<b>Stratégie tolérante au stress</b>	<b>Stratégie rudérale</b>
<b>Caractéristiques de la plante</b>	Feuillage élevé et dense, ramification latérale importante, croissance forte et reproduction faible	Petite taille, sempervirente, croissance lente et reproduction lente	Petite taille, ramification limitée, cycle de vie courte, croissance rapide et forte reproduction)
<b>Habitats</b>	Rive d'un cours d'eau par exemple	Désert, sous-bois, haute altitude	Jachère, déblais récents,..

Grime définit la compétition comme « la tendance des plantes voisines à utiliser le même quantum de lumière, le même nutriment minéral ionique, la même molécule d'eau, ou le même volume de l'espace », le stress comme « les contraintes externes qui limitent le taux de production de matière sèche d'une partie de la végétation ou de la végétation tout entière »

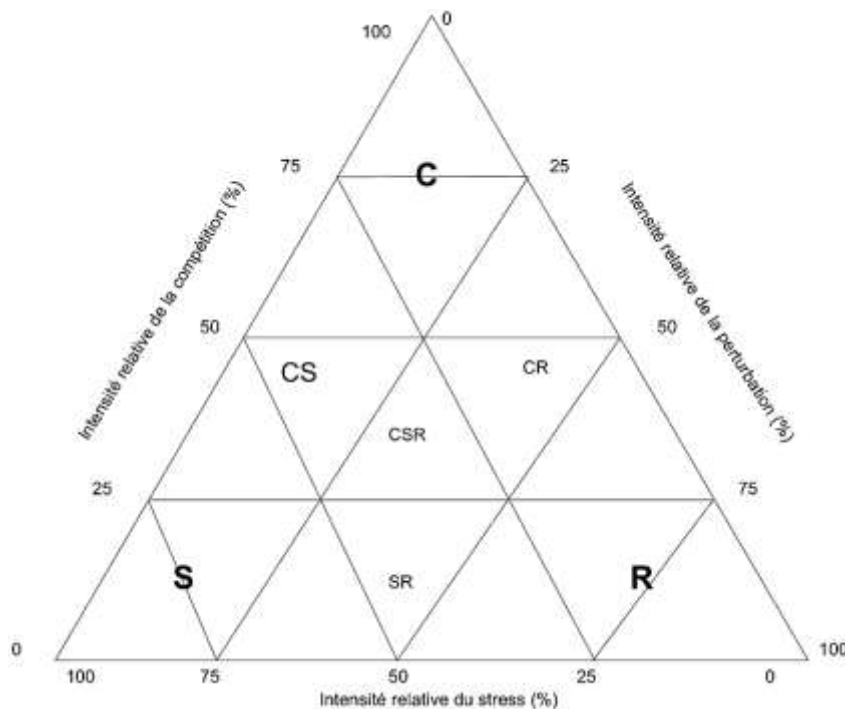
(exemple : manque de ressources) et la perturbation est définie comme « les mécanismes qui limitent la biomasse végétale en causant sa destruction » (exemple : inondation, herbivorie)

La perturbation produit donc une destruction de la couverture végétale d'un site. Le stress est considéré comme un manque de ressources (l'eau et les nutriments) ou d'un facteur de croissance (la lumière et la température) qui restreint la production végétale.

Grime établit un triangle au x sommets duquel il identifie trois stratégies nommées C (compétitives), S (tolérantes aux stress) et R (rudérales).

Les espèces Rudérales correspondent à des habitats à haut régime de perturbations (thérophytes et géophytes), les espèces Stress-tolérantes correspondent à des habitats caractérisés par un excès ou un manque de l'un ou l'autre facteur (chaméphytes et géophytes) tandis que les espèces compétitives correspondent à des habitats favorables, où le souci premier n'est pas de surmonter une contrainte écologique mais plutôt la compétition avec ses voisins.

Comme les axes sont représentés par des variables environnementales continues, les stratégies intermédiaires sont possibles. On retrouve ainsi :



**Figure 21: Triangle de Grime décrivant les équilibres entre compétition (C), stress (S) et perturbations (R) et la localisation des différentes stratégies (d'après Grime, 1977).**

c) Relations stratégies adaptatives et types biologiques

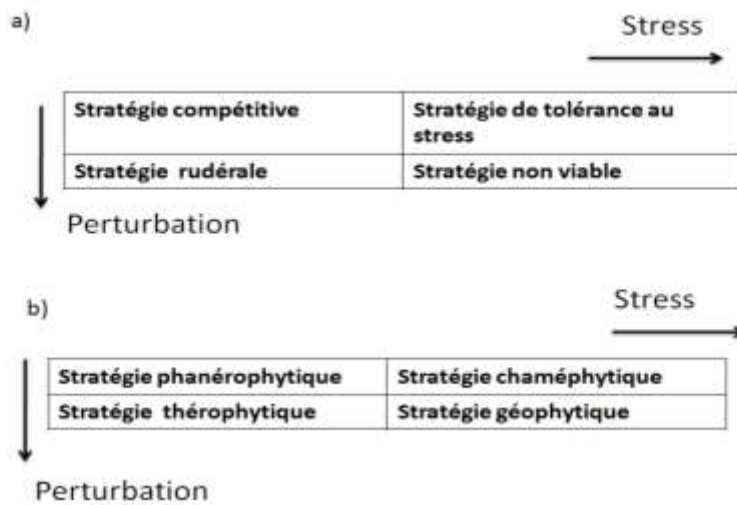


Figure 22: Relation entre stratégies adaptatives et types biologiques : (a) : stratégies adaptatives (Gime, 1977), (b) types biologiques dans le schéma de Grime (Julve, 1989)

II.1.2.3.3. Distribution phytogéographique

L'élément phytogéographique signifie les groupes de végétaux offrant des aires de distribution dont l'optimum correspond à un territoire géographique déterminé.

White (1979) répartit les espèces végétales tropicales en 4 principaux groupes selon leur distribution géographique :

- ✓ Les espèces largement répandues :
  - Cosmopolites (Cos) : ce sont les espèces distribuées dans les régions tropicales et tempérées.
  - Pantropicales (Pan) : Ce sont les espèces réparties dans toutes les régions tropicales du monde (Afrique, Asie, Amérique).
  - Paléotropicales (Pal) : Ce sont les espèces présentes en Afrique, en Asie tropicale, à Madagascar et en Australie.
  - Plurirégionales (Plur) : espèces largement distribuées à la surface du globe et qui s'étalent parfois sur des empires floraux différents.
- ✓ Les espèces de liaison : ce sont les espèces qui se retrouvent dans deux ou trois régions partageant une limite géographique (Ex : L.SZ-G : espèces rencontrées dans les régions guinéennes, soudaniennes et zambéziennes).
- ✓ Les espèces montagnardes (Mont) : Ce sont des espèces dont l'aire de distribution se retrouve sur la plupart des montagnes de l'Afrique.
- ✓ Les espèces soudano- zambéziennes : ce sont des espèces distribuées dans la région soudano-zambézienne.

La détermination affinée des types de distribution phytogéographique pour l'Afrique et le Madagascar est établie par WHITE (1983) qui produit une carte sur laquelle les grandes subdivisions chronologiques sont délimitées.

- ✓ Espèces largement répandues :
  - Cosmopolites (Cos) : distribuées dans les zones tropicales et tempérées.
  - Pantropicales (Pan) : réparties dans toutes les régions tropicales du monde (Afrique, Amérique et Asie tropicale)
  - Paléotropicales (Pal) : présentes en Afrique, en Asie tropicale, à Madagascar et en Australie.
  - Afrotropicales (Afr. Trop.) : répandues dans toute l'Afrique tropicale
  - Plurirégionales (Plur.) : largement distribuées à la surface du globe et qui s'étalent même parfois sur des empires floraux différents.
- ✓ Espèces soudano-zambéziennes : Plantes distribuées dans le centre régional d'endémisme soudanien d'une part, et dans le centre régional d'endémisme zambézien et dans la mosaïque régionale du lac Victoria
  - SZ : Espèces omni-soudano-zambéziennes
  - SZ(O) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance orientale
  - SZ(Z) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance zambézienne
  - SZ(EOZ) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance éthiopienne orientale et zambézienne
  - SZ(OZ) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance orientale zambézienne
  - SZ(EO) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance éthiopienne orientale
  - SZ(SOZ) : Espèces soudano-zambéziennes à dominance soudanienne orientale zambézienne.
- ✓ Espèces de liaison : Plantes répandues dans deux ou trois régions habituellement limitrophes, sans qu'elles manifestent une préférence marquée pour l'une d'entre elles.
- ✓ Espèces de liaison soudano-zambézienne et guinéenne (LSZG) : présentes dans les régions guinéennes, soudanienne et zambéziennes.
- ✓ Espèces Montagnardes (Espèce de région Afromontagnarde): Ce sont des espèces dont l'aire de distribution se retrouve sur la plupart des montagnes de l'Afrique.



**Figure 23: Principales unités phytogéographiques de l'Afrique, White (1983), <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/help.php?langue=fr>**

#### II.1.2.3.4. Types de diaspores

On regroupe sous le terme "diaspore" la structure de la plante qui intervient dans sa dispersion.

Les diaspores sont d'origine végétative quand elles sont constituées d'une fraction de l'appareil végétatif (Thalles, bourgeons, propagules, des feuilles, etc).

Les diaspores peuvent être disséminées à des distances très variables, allant de la base de la plante mère à plusieurs milliers de kilomètres.

Plusieurs classifications sur base des critères morphologiques et des capacités de dispersion ont été faites, la plus connue et de loin la plus utilisée est celle de Danserau & Lems (1957).

Elle distingue :

- ✓ les espèces autochores : les diaspores ne présentent pas d'adaptations évidentes à un quelconque agent externe de dispersion. Dans cette catégorie se trouvent :
  - les ballochores (ballo) : diaspores éjectées par la plante elle-même ;
  - barochores (baro) : diaspores caractérisées par leur poids et l'absence d'une autre caractéristique en rapport avec la dispersion.
- ✓ les espèces hétérochores : munies d'appendices extrêmement légères ou enveloppées des couches charnues, la dispersion est assurée par un agent externe (vent, eau, animaux). Dans ce groupe on distingue :
  - Les pogonochores (pogo) : diaspores à appendices plumeux ou soyeux, poils et aigrettes ;
  - Les ptérochores (ptéro) : diaspores munies d'appendices ailés ;
  - Les sarcochores (sarco) : diaspores pourvues de couches externes charnues et molles

- Les sclérochores (scléro) : diaspores non charnues, relativement légères ;
- Les desmochores (Desmo) : diaspores accrochantes ou adhésives, déhiscentes ou non.
- Les pléochores : diaspores ayant un dispositif de flottaison.

## II.1.2.3.5. Types foliaires selon la classification de Raunkiaer (1934)

Le comportement du feuillage est une caractéristique écologique qui permet de caractériser la végétation. Raunkiaer reconnaît différents types :

- ✓ aphyllé : pas de feuilles
- ✓ leptophylle : inférieur à  $0,2 \text{ cm}^2$
- ✓ nanophylle :  $0,2 - 2 \text{ cm}^2$
- ✓ microphylle :  $2 - 20 \text{ cm}^2$
- ✓ mésophylle :  $20-200 \text{ cm}^2$
- ✓ macrophylle :  $2-20 \text{ dm}^2$
- ✓ mégaphylle : supérieur à  $20 \text{ dm}^2$

Le choix de la méthode de description dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ L'objectif de l'étude
- ✓ L'échelle de l'étude
- ✓ Le type d'habitat
- ✓ Les ressources scientifiques disponibles

D'autres contraintes peuvent imposer une méthode :

- ✓ Est-il nécessaire d'identifier toutes les espèces? Existe-t-il des outils permettant de le faire ?
- ✓ Faut-il prendre en compte la dynamique de la végétation?
- ✓ La méthode doit être homogène pour toutes les personnes travaillant sur le projet
- ✓ Compromis entre vitesse d'acquisition des données et valeur des données
- ✓ Comment les données de terrain seront-elles traitées, analysées ?

## 2. Méthodes d'analyse de la végétation

Ces méthodes représentent la démarche à réaliser dans l'étude quantitative et qualitative de la composition floristique d'une végétation.

### 2.1. Techniques d'inventaires

Dans le but d'obtenir une information juste de la végétation, il est nécessaire de mener à la fois des travaux de terrain et des observations en laboratoire.

Un inventaire de végétation est un recensement d'un ensemble de données de distribution le plus exhaustif possible d'un d'ensemble défini d'espèces ou de taxons (en général par groupe

taxonomique ou fonctionnel) avec une délimitation géographique précise et une durée limitée dans le temps. La méthode usuelle est celle du relevé.

Trois conditions sont exigées pour la réalisation d'un relevé :

- ✓ Dimensions adéquates, pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté ;
- ✓ Uniformité de l'habitat, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents ;
- ✓ Homogénéité de la végétation: la végétation doit être homogène (se baser sur l'aspect physiologique).

Trois données sont généralement recueillies lors d'un inventaire floristique et suivant les méthodes et le but de l'inventaire :

- ✓ la présence. Cette donnée est équivalente à une donnée de type « contact ».) ;
- ✓ Observation/non observation (espèces cibles, richesse spécifique). Cette information permet éventuellement d'estimer l'absence effective ;
- ✓ Abondance relative (généralement une espèce cible mais aussi groupes d'espèces).

Ces données peuvent être complétées par des informations quantitatives (effectifs, poids etc.) ou qualitatives (comportement etc.).

Dans l'impossibilité matérielle de parcourir entièrement les zones à étudier (au regard de leur superficie, de leur accessibilité, de la diversité des facteurs à mesurer), il est souvent prélevé des échantillons représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude sur la base de plans d'échantillonnage variables.

Il existe principalement trois types d'échantillonnage :

- ✓ L'échantillonnage aléatoire qui est basé sur un choix au hasard ,, des sites d'observation;
- ✓ L'échantillonnage ,, systématique qui consiste à quadriller la zone d'étude puis à sélectionner les sites sur la base d'un pas établi (ou distance fixe entre les sites);
- ✓ L'échantillonnage stratifié qui consiste à classer d'abord en différents types de formations puis à choisir à l'intérieur de chaque type un échantillon pris au hasard ou de manière systématique.

On distingue différentes méthodes d'inventaires :

### ◆ **Relevé écologique**

On note les caractéristiques de la station et sur la fiche de relevé écologique on note : le nom du releveur, le numéro et le site de relevé, la géomorphologie et la topographie, l'état de surface et la texture du sol, le recouvrement, l'activité de la mésofaune et les remarques du releveur

### ◆ **L'inventaire floristique simple**

Il s'agit d'un inventaire floristique itinérant qui consiste à parcourir une aire donnée et d'en recenser les différentes espèces sur la base de leur présence. Méthode rapide et simple, elle est souvent sollicitée dans plusieurs cas notamment lorsque la superficie à inventorier est relativement importante, ou lorsqu'on veut disposer de la liste des espèces sur une aire donnée. Cette méthode présente l'avantage d'être rapide mais ne considère pas la fréquence et le poids de chacune des espèces ; toutefois, elle permet une bonne comparaison de la phytodiversité entre les biomes.

## ◆ Le relevé linéaire ou méthode des points-quadrats

Cette méthode consiste à quantifier la composition floristique d'un parcours en mesurant la fréquence de toutes les espèces recensées et en exprimant ces fréquences en termes de recouvrement.

Un relevé linéaire fournit les informations suivantes :

- ✓ Fréquence spécifique (FSI) : est le rapport (en %) du nombre ( $n_i$ ) de fois où l'espèce (i) a été recensée le long de la ligne au nombre totale (n) de points échantillonnés

$$FSI = \frac{n_i}{n} * 100 (\%)$$

Ce paramètre est utilisé pour exprimer le recouvrement global.

- ✓ Contribution spécifique (CSI) : c'est le rapport de la fréquence spécifique d'une espèce à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées.

$$CSI = \frac{FSI}{\sum FSI} * 100 (\%)$$

## ◆ Les relevés phytosociologiques.

Cette méthode utilise des relevés pour décrire, caractériser, classifier, suivre la dynamique des associations végétales. L'approche phytosociologique est basée sur des relevés effectués dans des placeaux rectangulaires ou carrés et dans chaque placeau (homogène et représentatif) toutes les espèces sont recensées puis un coefficient d'abondance-dominance (fréquence et poids de l'espèce) est affecté à chacune d'elles. Ces coefficients qui prennent en compte le nombre d'individus ainsi que leur recouvrement,

sont estimés visuellement et exprimés en pourcentage selon l'échelle de Braun-Blanquet et le plus souvent en fonction des strates.

## ◆ Mesures dendrométriques

En vue d'apprécier l'état des structures de populations de différentes communautés végétales ou de certaines espèces choisies sur la base de certains critères (importance socio-économique, écologique, etc.), tous les individus ligneux de diamètre à hauteur de poitrine (DHP)  $\geq$  à un seuil fixé (généralement 5 cm) sont dénombrés, le diamètre et la hauteur estimés.

La dendrométrie désigne l'opération qui (pour l'écologue, le sylviculteur ou l'acheteur de bois) mesure le diamètre des arbres. Par extension, ce mot désigne aussi l'opération qui par différents moyens mesure certaines caractéristiques physiques quantifiables des arbres (et/ou de peuplements) diamètre (mesuré à hauteur de poitrine), hauteur, volume (cubage), épaisseur de l'écorce, forme, nature (état, volume ou diamètre) du bois-mort

On peut alors ainsi produire des valeurs moyennes, minima et maxima ces valeurs qui sont d'intérêt économique, mais peuvent aussi aider à mesurer l'état de conservation du milieu et à mieux planifier la gestion forestière

## ◆ Transect :

Le transect est une Ligne le long de laquelle les unités d'échantillonnage sont disposées (aléatoirement ou systématiquement), Le plus souvent utilisé le long de gradients environnementaux

## 2.2. Composition d'un relevé

Le relevé comporte trois catégories d'informations :

### ✓ Caractères géographiques:

- Le numéro de la station;
- Le numéro du relevé;
- La date;
- Les coordonnées géographiques (éventuellement avec GPS);
- Altitude;
- Pente;
- Exposition

### ✓ Caractères environnementales

- Lithologie (nature de la roche),
- Sol,
- Ph,
- Influence de l'homme

### ✓ Liste floristique:

La liste des espèces végétales, éventuellement en fonction de la stratification des individus (herbacée, arbustive, arborescente), avec des indications quantitatives d'abondance et de recouvrement de la surface du sol par la végétation. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée

### **2.3. La réalisation d'un relevé**

Trois étapes sont essentielles pour la réalisation d'un relevé :

- Noter les informations liées à l'identité du relevé
- Dresser la liste exhaustive des taxons strate par strate
- Noter la surface du relevé, le recouvrement et la hauteur de la végétation
- Indiquer les différents coefficients pour les taxons

### **2.4. Taille et forme du relevé**

#### **II.2.4.1. Surface du relevé**

La surface du relevé doit être suffisamment importante pour que toutes les espèces constituant l'individu d'association soient notées. Si la surface du relevé est trop petite et ne contient donc pas toutes les espèces de l'individu d'association, alors le relevé est dit fragmentaire. Son rattachement postérieur sera plus difficile et son utilisation pour la caractérisation de nouveaux groupements impossible.

#### **II.2.4.1.2. Aire minimale**

L'aire minimale est la surface d'inventaire pour laquelle on estime qu'il est probable qu'elle contienne toutes les espèces de l'échantillon et donc que celui-ci est représentatif de l'individu d'association.

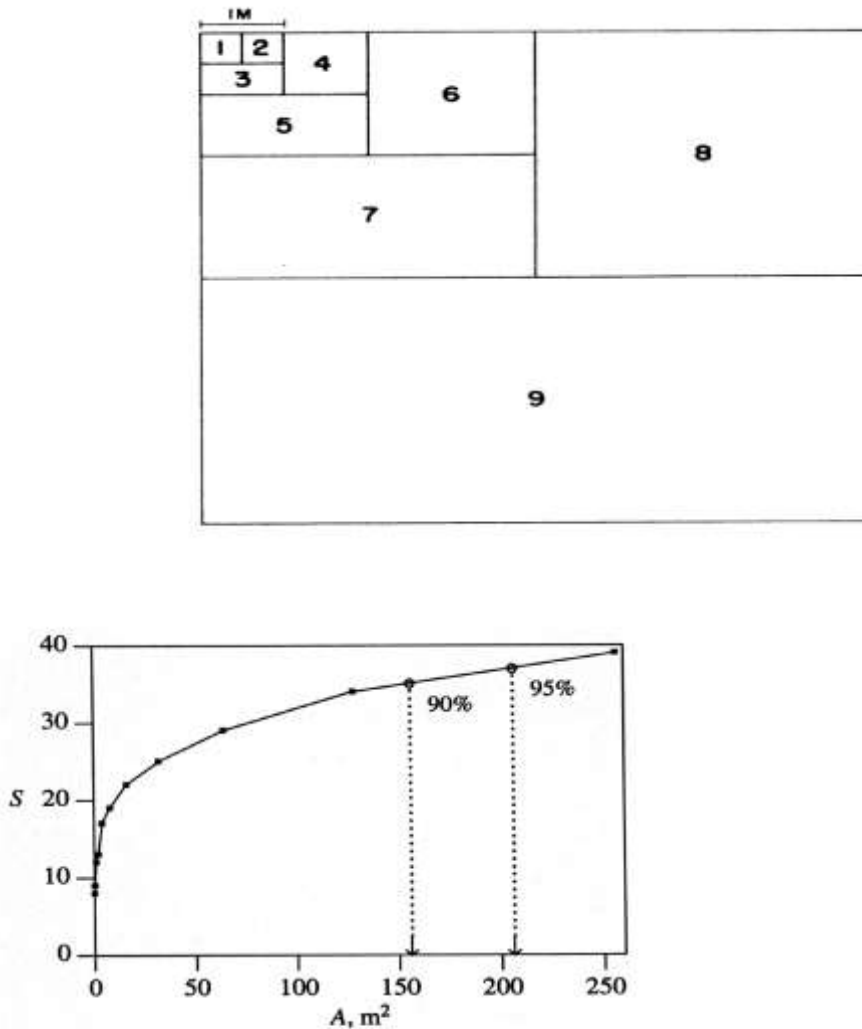
La recherche de l'aire minimale répond à la première condition c'est-à-dire la dimension adéquate.

La notion d'aire minimale est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. Le test consiste à relever les espèces présentes dans une surface de 1m<sup>2</sup> puis noter celles qui apparaissent à chaque fois que l'on double cette surface.

La courbe d'accumulation du nombre d'espèces finit par augmenter puis marquer un palier : **c'est l'aire minimale.**

L'augmentation de la surface n'est plus accompagnée par un gain d'espèces. Une surface est floristiquement homogène quand elle est égale à l'aire minimale

En portant le nombre cumulé d'espèces ( $S$ ) en fonction de l'aire ( $A$ ) en  $m^2$ , on obtient le graphique:



**Figure 24: Courbe représentant l'accroissement du nombre d'espèces relevé dans un biotope en fonction de la surface**

Si dans la théorie, il est régulièrement proposé de réaliser une courbe aire/nombre d'espèces pour déterminer l'aire minimale du relevé, dans les faits, cette manière de faire s'avère peu pratique et peut apporter un certain nombre de biais.

Dans les situations de continuum écologique, il est possible qu'il n'y ait pas de seuil franc à partir duquel les nouvelles espèces se font plus rares. C'est pourquoi il est conseillé de marquer physiquement sur le terrain les limites de l'individu d'association avant de réaliser

le relevé d'espèces, soit en déposant un sac ou autre objet bien visible sur le sol, soit à l'aide de perches plantées.

## 2.4. Identification des espèces et constitution des herbiers

### II.2.4.1. Identification des espèces

L'identification consiste à donner un nom scientifique à une espèce.

Selon la nomenclature binaire, introduite par Linné, l'on emploie le nom du genre (écrit avec une majuscule initiale) auquel l'on ajoute un épithète (écrit avec une minuscule initiale) spécifique de l'espèce. Le tout est écrit en latin et italique. L'abréviation finale indique le nom du botaniste qui a le premier décrit la plante. Lorsque le nom de l'auteur est bref, il n'est pas abrégé. Une abréviation est toujours suivie d'un point final, ce qui permet de savoir si le nom est abrégé ou non

Le mot var. ou f. est utilisé, pour indiquer le nom d'une sous-espèce, race, variété, mutation locale ou forme horticole, ne différant entre elles que par une seule particularité héréditaire,

L'identification peut se faire :

- ✓ à l'aide d'outils traditionnels : Guides-Flores, des ouvrages permettant d'identifier des espèces par comparaison. Ils disposent des clés d'identification et même des illustrations

Des problèmes de ces outils résident dans le fait qu'il est difficile d'avoir accès à des ouvrages complets et ceux-ci n'existent pas pour les régions moins étudiées, donc moins connues

Ex : Ouvrages de la «Flore du Rwanda » :

- Troupin G., 1978-1988. Flore du Rwanda, Spermatophytes. Volumes I à IV. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique & Institut National de Recherche Scientifique, Butare, République Rwandaise.
  - Troupin G., 1971. Syllabus de la flore du Rwanda. Spermatophytes. Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren (Belgique), 356 p.
- 
- ✓ En faisant appel aux experts, consulter les herbiers ou des bases de données pour vérification
    - Ex. la base des données des plantes à fleurs d'Afrique tropicale (LEBRUN & STORK, 1991-2012) mise en ligne par le Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève et South African National Biodiversity Institute, Pretoria (African Flowering Plants Database version 3.3.4, <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>).

NB. Les noms vernaculaires peuvent servir mais avec précaution car :

-Ils ne sont pas universels, ne donnent pas d'information de genre ou familles, possibilités de plusieurs noms pour une même espèce et un nom pour plusieurs espèces.

## II.2.4.2. Constitution des herbiers

La liste floristique devrait/doit s'accompagner d'un herbier (parfois l'herbier précède la constitution de la liste)

Le terme «Herbarium» ou «Herbier», utilisé dans le sens le plus strict, est simplement une collection de spécimens de plantes sèches (Massey & al. 1974).

L'herbier sert parfois pour une détermination ultérieure et pour vérification ultérieure des déterminations

La constitution de l'herbier se fait en choisissant un échantillon qui est un individu de plante entière si possible ou un organe sur lesquels s'observent les principaux caractères.

L'herbier porte des spécifications : nom du récolteur, numéro d'ordre dans la série des récoltes du botaniste, lieu géographique précis de la récolte, mentions écologiques)

C'est l'ensemble - la plante montée et les informations associées qui constitue le spécimen d'herbier



Figure 25: Exemple d'un spécimen d'herbier de *Rhus vulgaris*

## III. LES PRINCIPES DE LA PHYTOSOCIOLOGIE

### 1. Introduction

On distingue plusieurs écoles en ce qui est de la méthode phytosociologique d'étude de la végétation:

La phytosociologie classique dite Sigmatiste (ou zuricho-montpelliéraine) relativement à l'école SIGMA (Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine, fondée à Montpellier par J. Braun-Blanquet)

L'école parisienne : La phytosociologie se rapproche de la phytogéographie classique

L'école ethnophytosociologique : celle-ci fait place à la dynamique de la végétation

La symphytoscologie ou phytosociologie paysagère : son objectif est d'analyser et définir le paysage à travers les associations végétales

La phytosociologie intégrée : prend en compte et intègre les rangs inférieurs

La phytosociologie synusiale intégrée : elle parle de synusie à la place de groupement végétal

La présente formation concerne la phytosociologie classique.

### 2. Analyse des relevés

La comparaison d'un lot quelconque de relevés vise à établir une partition de celui-ci en un certain nombre d'ensembles homogènes à l'intérieur desquels les relevés se ressemblent plus entre eux qu'ils ne se ressemblent avec les autres.

La comparaison des relevés se fait dans un premier temps en présence –absence sans tenir compte de l'abondance-dominance. Ce critère avec d'autres seront utilisés ultérieurement pour caractérisation biologiques des groupements.

Pour servir à la définition d'un groupement, un ensemble de relevés doit satisfaire à deux conditions complémentaires et obligatoires : il doit être homogène et posséder des espèces différentielles.

Un groupement se définit donc par ses espèces constantes et ses espèces différentielles.

Une espèce constante est définie par un haut niveau de fréquence relative (présente dans plus de 60% des relevés de l'ensemble)

Une espèce est dite différentielle si par sa présence (différence positive) ou son absence (différence négative), elle permet de différencier un ensemble de relevés d'un autre ensemble de relevés.

La présence d'une seule espèce différentielle, même si elle est constante et dominante, ne peut être considérée comme suffisante.

Une espèce est dite accidentelle si sa fréquence relative est inférieure à 10%

## 2.1. Traitement des données

Il existe deux grandes méthodes de traitement des données :

- ✓ La technique de tri manuel des tableaux phytosociologiques
- ✓ Les techniques d'analyses multivariées.

### III.2.1. 1. Tri manuel des tableaux de relevés

On distingue deux types de tableaux: les tableaux détaillés et les tableaux synthétiques.

Les tableaux détaillés regroupent d'abord les relevés (d'un même ensemble végétal: prairie saumâtre, bois de chêne pubescent, falaise exposée aux embruns...) dans l'ordre de leur réalisation (d'où la nécessité d'affecter un numéro à chaque relevé) : sur une même ligne horizontale figurent le nom de l'espèce suivi du (ou des) coefficient(s) qui lui ont été affectés dans les divers relevés et de sa classe de présence. C'est le **tableau détaillé brut**.

**Tableau 5: Exemple de tableau détaillé brut**

Espèces	Relevés						C
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
A	1	3	4	4	2	2	6
B	2	1					2
C	1	2	4				3
D				2	1	3	3
E	4		3		+		3
F				1		2	2
Etc							

Les espèces sont ensuite classées suivant leur classe de présence décroissante.

V : espèces présentes dans plus de 80% des relevés

IV : Espèce présente dans 60-80 % des relevés

III : Espèce présente dans 40-60 % des relevés

II : Espèce présente dans 20-40 % des relevés

I : Espèce présente dans < 20 % des relevés

On fait apparaître ainsi des ensembles d'espèces liées les unes aux autres.

On réunit les uns à côté des autres les relevés qui se ressemblent le plus: c'est **le tableau détaillé ordonné**.

**Tableau 6 : Exemple de tableau détaillé ordonné**

Espèces	Relevés						C
	R2	R1	R3	R5	R6	R4	
A	3	1	4	2	2	4	V
C	2	1	4				III
D				1	3	2	III
E		4	3	+			III
B	1	2					II
F					2	1	II
Etc							

Les espèces sont ensuite groupées par catégorie phytosociologique et dans chaque catégorie par classe de présence décroissante: c'est **le tableau détaillé définitif**.

**Tableau 6 : Exemple de Tableau détaillé définitif**

Espèces	Relevés						C
	R2	R1	R3	R5	R6	R4	
A	3	1	4	2	2	4	V
C	2	1	4				III
E		4	3	+			III
D				1	3	2	III
F					2	1	II
B	1	2					II
Etc							

**III.2.1.2. Techniques d'analyse statistique multivariable**

La phytosociologie peut être amenée à réaliser des traitements statistiques dans au moins trois cas :

- ✓ Etablir une typologie
- ✓ Analyser les gradients floristiques
- ✓ Analyser les gradients écologiques

Les variables sont de différentes catégories :

- ✓ Les variables quantitatives : on a une mesure précise (nombre d'individu...)
- ✓ Les variables semi-quantitatives : ex. l'échelle d'évaluation du recouvrement des espèces de Braun-Blanquet
- ✓ Les variables ordinales : on peut dire qu'une valeur est supérieure à l'autre mais sans plus de précision, ex. trois degrés de pâturage : faible, moyen et intensif.
- ✓ Les variables nominales : elles correspondent à des classes, des catégories. Par ex. si on a des relevés provenant de différents sites, la variable « site » est une variable nominale, aussi si l'on a différents types de sol (argile, sable, limon).

Les techniques d'analyse statistique multivariable sont variées. (Analyse en composante principale (ACP ou PCA), Analyse factorielle des correspondances (AFC ou CA), Analyse en coordonnées principales (ACOP ou PCOA), Analyse canonique des correspondances (ACC ou CCA), etc)

Signalons que, parmi celles-ci, il y en a trois qui sont largement utilisées en phytosociologie et qui ont fait leurs preuves. Il s'agit de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), de la classification ascendante hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a pour but de répartir en groupes hiérarchiques (Roux, 2006) les relevés floristiques par agrégations successives sur base du critère présence/absence des espèces

L'AFC est une méthode d'ordination efficace pour la discrimination des groupements végétaux (Guinochet, 1973 ; Dufrière, 1998 ; Chessel et al. 2003 ; Dufrière, 2003 ; Senterre, 2005 ; Bouxin, 2008) et pour mettre en relief les gradients (Chessel et al., 2004).

L'ordination est en effet une méthode de réduction des données qui résume l'information de façon plus visuelle.

L'objectif est souvent de relier l'ordination aux gradients environnementaux.

L'interprétation des résultats de l'ordination (nuages de points aux plans factoriels) est facilitée par les contributions des espèces et des relevés aux axes factoriels, contributions générées par l'AFC.

La raison principale pour laquelle l'AFC est préférée à l'ACP comme méthode d'ordination des relevés est qu'elle base la mesure de la ressemblance des relevés sur un indice asymétrique, qui ne tient pas compte des doubles absences (Dufrière et Legendre, 1997 ; Legendre et Legendre, 1998).

Les doubles absences sont fréquentes dans les communautés biologiques et posent des problèmes de comparaison. En effet, la présence d'une espèce étant une variable binaire qui exprime la capacité d'un milieu de faire vivre l'espèce, la présence d'une même espèce dans deux relevés exprime une similitude entre eux, sa présence dans un relevé et son absence dans un autre exprime une différence entre eux, alors que son absence dans les deux relevés est difficile à interpréter (Grandjouan, 1996).

### 3. Nomenclature des associations suivant les règles internationales

✓ Les associations reçoivent un nom :

- à partir d'une espèce caractéristique ou dominante :

- nom de genre + suffixe *-etum*, épithète spécifique au génitif

Exemples : lande à *Erica tetralix* : *Ericetum tetralicis* ; 1<sup>re</sup> association à *Juncus maritimus* des prés salés rarement inondés : *Juncetum maritimus*

- à partir de deux espèces :

- radical du nom de genre de la première espèce suivi du suffixe de la seconde espèce

Exemple : Alno - Sphagnetum : Aulnaie à Sphaignes

✓ Le nom est valide si :

- Publié dans un journal ou un ouvrage scientifique
- Associé à une description adéquate incluant une table des associations avec au moins 3 relevés et un relevé type
- Le(s) nom(s) de(s) l'auteur et la date de publication est ajoutée au nom de l'association

### 4. Hiérarchie des associations dans un système de classement

Les associations sont classées dans un système hiérarchique sur base de leurs affinités floristiques

- ✓ Alliance : groupement d'associations qui possèdent de nombreuses espèces en commun

- ✓ Ordre: groupement d'alliances
- ✓ Classes : groupement des ordres (réunit souvent l'ensemble des associations reconnues dans une formation végétale)

#### IV. CARACTERISATION ET COMPARAISON DES GROUPEMENTS IDENTIFIES.

##### 1. Descripteurs taxonomiques

La diversité taxonomique est mise en évidence en établissant la richesse spécifique et générique et en calculant, sur base de l'abondance exprimée en coefficient de recouvrement des espèces (Gillet, 2000), les indices de diversité (de Shannon et de Simpson) et de régularité (équitabilité) de Piélou :

-Indice de diversité de Shannon (Gillet, 2000) apporte une information sur la part du recouvrement d'une espèce par rapport à la valeur du recouvrement de toutes les espèces.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Avec  $p_i$  qui correspond au coefficient de recouvrement ( $R_i$ ) de l'espèce  $i$  sur la somme des coefficients de recouvrements ( $R$ ) de toutes les espèces(s).

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{R_i}{R} \log_2 \frac{R_i}{R}$$

L'indice de Shannon est nul lorsqu'il y a une seule espèce et sa valeur maximale est égale à  $\log_2 s$  lorsque toutes les espèces ont la même dominance (Dajoz, 2006).

-Indice de diversité de Simpson

$$D = \sum_{i=1}^s (p_i)^2 \text{ avec } p_i = R_i / \sum_{i=1}^s R_i$$

$R_i$  correspond au coefficient de recouvrement moyen de l'espèce  $i$  tandis que  $s$  est le total des espèces inventoriées.

Cet indice mesure la probabilité pour que deux individus tirés au hasard dans un peuplement donné soient de la même espèce (Dajoz, 2006). Il s'agit d'un indice qui atteint sa valeur maximale dans des peuplements monospécifiques et sa valeur minimale lorsque toutes les espèces ont la même dominance.

-Indice de régularité (équitabilité) de Piélou

$$E = \frac{H'}{\log_2 s}$$

Il s'agit d'un indice qui mesure le degré de diversité atteint par un peuplement par rapport à sa valeur maximale et permet de comparer deux groupements qui n'ont pas le même nombre d'espèces. Sa valeur varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

- Indice de diversité de Margalef:

$$R_{Mg} = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

avec S nombre d'espèces et N nombre d'individus, soit le nombre de présences dans les relevés. La division par N est incluse pour permettre la comparaison entre des communautés présentant un nombre différent d'individus, étant donné que  $S \leq N$  d'individus, et constitue une correction de la taille de l'échantillon.

## 2. Descripteurs non taxonomiques

Pour caractériser les groupements identifiés, on peut utiliser les coefficients de similitude et les proportions des types fonctionnels liés à l'état phénologique (types biologiques), à l'aire de distribution et au mode de dissémination des espèces dans les groupements identifiés.

les indices de similarité de Jaccard (S7) et de Sorensen (S8), qui se basent sur le nombre d'espèces présentes dans les groupements comparés et sur le nombre d'espèces présentes uniquement dans chacun d'eux (Borcard, 2009), ont été calculés.

$$S_7 = \frac{a}{a+b+c} \quad , \quad S_8 = \frac{2a}{2a+b+c}$$

a : le nombre d'espèces présentes dans les deux groupements

b et c : le nombre d'espèces présentes respectivement dans chacun des groupements comparés

## V. TERRITOIRES PHYTOGEOGRAPHIQUES DU BURUNDI ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA VEGETATION.

La végétation du Burundi se répartit sur deux des grands ensembles définis par White (1983) :

- ✓ Centre régional d'endémisme morcelé afromontagnard
- ✓ Mosaïque régionale du lac Victoria.

### 1. Végétation naturelle du Burundi au niveau du Centre régional d'endémisme morcelé afromontagnard

Dans le centre régional d'endémisme morcelé afromontagnard, le Burundi a sa végétation dans le domaine montagnard Est Africain et dans le district afromontagnard.

Ce district est caractérisé par les forêts ombrophiles de montagne telles qu'on les rencontre dans les localités de la Kibira, Mpotsa, Monge, Bururi. Leur limite inférieure se situe vers 1600 m d'altitude et se caractérisent par des précipitations supérieures à 1400 mm ainsi que des températures moyennes annuelles inférieures à 18°C.

Il a été reconnu dans la Kibira un étagement de la végétation en fonction de l'altitude :

- ✓ De 1600m à 1900 m : une forêt dense sans stratification apparente. On y rencontre des grands arbres dont *Anthonotapynaertii*, *Albizia gummifera*, *Parinari excelsa* subsp. *holstii*, *Prunus africana* et *Syzigium staudtii* .
- ✓ De 1900 m à 2250 m : une forêt dense avec une stratification apparente, la strate arborescente pouvant atteindre 40 m. la végétation comprend pour la strate arborescente des arbres géants (*Entandrophragma excelsum*, *Prunus africana* , *Parinari excelsa* subsp.*holstii*) avec Epiphytes (*Bryophytes*, *lichens*, *fougères*, *lycopodes* et *orchidées.*), pour la strate arbustive: *Dracaena afromontana*, *Galiniera coffeoides*, *Allophyllus oreophyllus*, *Rauwolfia obscura*, *Chassalia subochrea* ) , la strate herbacée est constituée de graminées et fougères
- ✓ De 2250m à 2400 m, on a une forêt non dense et moins haute avec des vestiges de bambousaie.
- ✓ Au delà de 2450 m, on a une forêt sclérophylles avec des lichens épiphytiques.

## 2. Végétation naturelle du Burundi dans la Mosaïque régionale du lac Victoria

Dans le Mosaïque régionale du lac Victoria, domaine oriental, la partie burundaise appartient à trois districts phytogéographiques :

- ✓ District du graben occidental (= District de l'Imbo),
- ✓ District du Rwanda et du Burundi
- ✓ District du Mosso et de la Malagarazi.

Dans le district du graben, la végétation naturelle subsiste au niveau de la réserve naturelle de la Rusizi où on a une végétation de savane-palmeraie à *Hyphaene petersiana* et au niveau des rives de la rivière Rusizi et du lac Tanganyika.

On rencontre :

- ✓ Au niveau de la zone de palmeraie des arbres comme *Strychnos potatorum*, *Rhus natalensis*, *Pavetta crassipes*, *Margaritaria obovata*, *Sansevieria dawei*, *Scadoxus multiflorus* ; des savanes à *Sporobolus pyramidalis*, *Balanites aegyptiaca*.
- ✓ Au niveau du Delta, rives de la Rusizi et Tanganyika, on a Arbres comme *Acacia polyacantha subsp campylacantha*, *Acacia hockii*, *Acacia sieberiana*; des herbacées *Phragmites australis*, *Echinochloa pyramidalis*, *Cynodon nlemfuensis*, *Amaranthus dubius*, *Gomphrena celosioides*, *Aspilia helianthoides*, *Cyperus laevigatus*, *Pluchea becquertii*, *Typha dominguensis*

Dans le district du Rwanda et du Burundi, la végétation est formée de :

- ✓ Végétation naturelle aux zones avoisinant les lacs du Nord et les cours d'eau . il s'agit Savanes arborées à *Acacia sieberiana var. vermoesonii*, *Acacia polyacantha var. campylacantha*, *Acacia hockii*
- ✓ Formations de savanes du parc national de la Ruvubu avec des Arbustes comme *Parinari curatellifolia*, *Pericopsis angolensis*, *Entada abyssinica*, *Combretum molle*, *Hymenocardia acida*; des herbacées comme *Hyparrhenia*, *Loudetia*, *Andropogon*
- ✓ Galeries forestières avec comme espèces *Alchornea cordifolia*, *Syzigium cordatum*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Uapaca guineensis*, *Uapaca sensibarica*

Dans le district du Mosso et Malagarazi, on distingue :

- ✓ la forêt mésophile de Kigwena,
- ✓ les forêts claires à dominance de *Brachystegia* de Rumonge,

- ✓ les forêts Claires à *Brachystegia* et *Julbernardia* au Moso et les savanes boisées à *Parinari curatellifolia*, *Pericopsis angolensis* et *Hymenocardia acida*, *Entada abyssinica*, *Combretum molle*, *Uapaca kirkiana*.

D'après les récentes études de végétation à l'est et au sud du Burundi, Le District du Moso et Malagarazi se rattache plutôt au domaine zambézien caractérisé par le Miombo.

### 3. Végétation naturelle des marais du Burundi

La végétation du Burundi se compose également de marais situés entre des rangées de collines et traversés par des cours d'eau à faible vitesse et de marais autour des lacs et le long des cours d'eaux.

Les marais du Burundi se subdivisent en 3 catégories :

- ✓ les marais de basse et de moyenne altitude situés entre 775 à 1700m d'altitude;
- ✓ - les tourbières de moyenne altitude situées entre 1000 à 1700m d'altitude;
- ✓ - les tourbières de haute altitude situées au dessus de 1700m d'altitude

Les marais à *Cyperus papyrus* dominent les autres types de marais. Ils se trouvent à l'Imbo, dans le plateau central, dans la dépression de Kumoso et au niveau des lacs du Nord

Ces marais subissent une pression sans précédent essentiellement dominée par la riziculture faisant de ces milieux les plus menacés malgré leur rôle hydrologique et richesse en biodiversité

**QUELQUES INDICATIONS SUR LE CONTROLE DES CONNAISSANCES**

**A) Vrai ou faux**

1. C'est le Russe polonais Paczoski qui a défini une association végétale
2. Les plantes appartenant à des espèces différentes se regroupent dans la nature uniquement sous l'effet combiné des facteurs biotiques, abiotiques et historiques
3. L'écotone est une zone de transition où se chevauchent deux systèmes
4. SIGMA veut dire Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine
5. La toundra est une végétation caractéristique du bassin méditerranéen
6. Les espèces dominantes sont les espèces fréquentes
7. Les méthodes descriptives à grande échelle sont utilisées pour nommer et décrire les grands ensembles végétaux
8. Les épiphytes sont des organismes autotrophes

**B) Travail en groupe ( un tableau par groupe)**

1° Etablir le tableau ordonné définitif et dites les espèces caractéristiques des groupements identifiés

Milieu 1

FB	TG	TD	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Ph	LSZ-G	Sarco	Anthocleista schweinfurthii Gilg	3	1	0	2	2	0	0	3	+	0	2	0	0	+	0
Ph	SZ	Sarco	Strychnos spinosa Lam	2	1	2	0	+	0	0	+	0	0	+	1	0	0	1
Hc	LSZ-G	Scléro	Hyparrhenia diplandra(Hack.)Stapf	0	2	2	0	0	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0
Ph	SZ(Z)	Ballo	Brachystegia longifolia Benth.	3	0	2	0	1	2	3	1	0	2	+	3	0	0	0
Ph	SZ	Sarco	Anisophyllea boehmii Engl.	2	0	0	5	2	0	0	4	1	2	0	0	2	0	+
Hc	SZ	Scléro	Hyparrhenia filipendula (Hochst.) Stapf	+	0	0	2	2	0	0	2	0	0	+	0	+	0	2
Gé	Pan	Scléro	Imperata cylindrica(L.)Raeusch	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
Ph	LSZ-	Sarco	Pavetta	+	0	0	2	+	0	0	+	0	0	+	0	0	1	0

# SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.

FB	TG	TD	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
	Mo		ternifolia(Oliv.)Hiern															
Ph	SZ(O)	Ptéro	Hymenocardia acida Tul.	2	0	3	0	0	1	2	0	2	2	0	0	0	0	0
Ph	LSZ-G	Sarco	Vitex madiensis Oliv .	+	1	2	0	+	0	0	+	2	0	2	0	0	0	0
Ph	Pal	sarco	Strychnos potatorum L.f.	0	0	2	+	0	0	1	+	0	2	0	0	+	0	1
Ph	SZ	Ptéro	Combretum molle R.Br. Ex G.Don	0	0	1	+	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Ph	SZ	Sarco	Cussonia arborea Hochst.ex A.Rich.	1	0	+	0	+	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0
Hc	Afr-Mal	Scléro	Loudetia simplex(Nees)C.E.Hubb.	3	0	0	2	2	0	0	+	0	0	2	0	+	0	0
Ph	LSZ-G	Sarco	Chrysophyllum gorongosanum Engl.	2	0	0	3	1	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0
Ph	SZ	Ptéro	Combretum collinum Fresen	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Ph	SZ(Z)	Ptéro	Pericopsis angolensis	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	1	1
Ph	SZ(OZ)	Sarco	Parinari curatellifolia Planch ex Benth.	1	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Ph	Afr-trop	Sarco	Mussaenda arcuata Lam. ex Poir.	0	+	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
Ph	Afr-trop	Ballo	Margaritaria discoidea var. nitida(Pax)Radcl-Sm.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Ph	Pan	Ballo	Mimosa pudica L.	0	0	2	+	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
Ph	SZ	Ballo	Rhus pyroides Burch.var.pyroides	0	0	0	0	+	1	1	0	0	0	0	0	+	0	0
Ph	SZ	Ballo	Cornus volkensii Harms	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Ch	Pal	Ballo	Ruellia patula Jacq.	0	0	0	+	+	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
Ph	SZ(OZ)	Ballo	Albizia versicolor Welw ex Oliv.	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
Ph	SZ	Sarco	Ochna schweinfurthiana F. Hoffm.	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Ph	LSZ- Mo	Ballo	Bridelia brideliifolia (Pax)Fedde	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0

## Milieu 2

FB	TG	TD	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Ch	Pan	Scléro	Leersia hexandra	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ph	Pan	Ballo	Mimosa pigra L.	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	0	+	0	0	0
Gé	SZ	Scléro	Cyperus papyrus L. subsp.papyrus	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Ch	SZ	Sarco	Dissotis caloneura Engl.	+	+	2	3	0	1	2	+	0	0	0	0	+	0	0
Gé	Plur- Afr	Scléro	Phragmites australis(Cav.)Trin.ex Steud	0	0	2	0	3	0	0	0	5	2	0	0	0	0	5
Gé	Plur- Afr	Ballo	Ipomoea obscura (L.) Ker Gawl.	0	0	2	+	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.**

FB	TG	TD	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Hc	LSZ-G	Scléro	Hyparrhenia diandra(Hack.)Stapf	0	0	3	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Ch	LSZ-G	Ballo	Eriosema psoraleoides (Lam.)G.Don	0	1	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Th	Plur-Afr	Pogo	Aspilia pluriseta Schweinf.	0	0	0	0	+	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gé	Pan	Scléro	Imperata cylindrica(L.)Raeusch	0	3	2	0	1	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0
Ph	Pan	Desmo	Urena lobata L.	+	0	0	0	2	0	0	0	+	+	0	+	0	0	0
Ph	Afr-trop	Ballo	Acacia polyacantha subsp campylacantha	5	1	0	0	2	0	0	0	2	+	0	0	0	0	0
Ph	LSZ-Mo	Sarco	Syzygium guineense (Wild)DC	+	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Ph	LSZ-Mo	Ballo	Kotscha africana Endl.var.africana	0	0	+	3	0	+	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ch	LSZ-Mo	Ballo	Eriosema montanum Baker f.var.montanum	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Gé	Pan	Scléro	Fuirena umbellata Rottb	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Ph	LSZ-Mo	Sarco	Dissotis trothae Gilg	0	1	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Gé	Plur-Afr	Scléro	Scleria nyasensis C.B. Clarke	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ch	NA	Ballo	Acanthopale sp	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Hc	SZ	Scléro	Loudetia phragmitoides(Peter)C.E.Hubb	0	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0	0	0	0	0

X

Milieu 3

FB	TG	TD	Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19
Ch	Pan	Scléro	Leersia hexandra Sw.	3	5	3	0	2	2	0	2	5	2	+	3	3	2	+	5	2	2	5
Ph	Pan	Ballo	Mimosa pigra L.	0	2	0	0	0	+	3	0	0	0	+	1	0	0	3	0	2	+	0
Th	Plur-Afr	Scléro	Persicaria senegalensis (Meisn.) Soják	0	0	0	+	0	+	2	0	0	2	0	+	+	+	+	2	0	+	0
Gé	SZ	Scléro	Cyperus papyrus L. subsp.papyrus	2	3	1	5	0	3	0	0	0	3	0	3	1	0	0	0	1	5	0
Gé	Plur-Afr	Scléro	Phragmites australis(Cav.)Trin.ex Steud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	3	0	1	3	0
Gé	Plur-Afr	Ballo	Ipomoea obscura (L.) Ker Gawl.	0	+	0	2	0	+	4	0	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0	0
Th	Pal	Ballo	Ipomoea eriocarpa R. Br.	0	0	2	+	0	+	+	0	+	0	0	5	2	+	0	0	0	0	2
Gé	Afr-Mal	Scléro	Cyperus latifolius Poir	1	0	1	0	0	0	0	0	2	4	2	1	3	2	0	0	0	0	0
Ch	LSZ-G	Ballo	Eriosema psoraleoides (Lam.)G.Don	+	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Th	Plur-Afr	Pogo	Aspilia pluriseta Schweinf.	0	0	0	1	0	+	1	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hc	Pal	Scléro	Arthropteris orientalis(J.F.Gmel.)Posth.Var . Orientalis	1	+	+	0	+	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

# SYLLABUS COURS-PHYTOSOCIOLOGIE- Prof. NDUWIMANA A.

Hc	Pal	Scléro	Cymbopogon caesium (Nees ex Hook&Arn.)stapf	0	0	+	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Gé	SZ	Sarco	Costus spectabilis (Fenzl) K.Schum.	+	0	+	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Th	Plur-Afr	Ballo	Indigofera simplicifolia Lam.	0	0	0	+	0	+	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Ch	Afr-trop	Scléro	Commelina nigritana Benth	0	0	0	0	0	+	0	0	+	2	0	+	+	0	0	0	0	0
Gé	Plur-Afr	Pogo	Typha domingensis Pers.	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Gé	SZ(EOZ)	Ptéro	Digitaria pearsonii Stapf	2	+	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ch	Pan	Scléro	Saccharum officinarum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0