



## **Project SUN - UE**

*Sustainable Use of Natural vegetation in West Africa*



## **Méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale**

*Actes de l'atelier sur l'harmonisation des méthodes  
Niamey du 4 au 9 août 2008*

**Editeurs : MAHAMANE Ali & SAADOU Mahamane**  
Département de Biologie, Faculté des Sciences  
Université Abdou Moumouni  
BP 10662 Niamey Niger

### **Financement Union Européenne**



## Sommaire :

<b>Avant-propos :</b> .....	<b>viii</b>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Nomenclatures des principaux types de végétation africaine</b> .....	<b>2</b>
<b>I. Rappels sur la nomenclature des principaux types de végétation en Afrique</b> .....	<b>2</b>
<b>II. Les types physiologiques de référence pour ce document</b> .....	<b>3</b>
<b>III. Les arbres hors forêt</b> .....	<b>7</b>
<b>Chapitre 2 : Méthode de travail de l'atelier</b> .....	<b>8</b>
<b>I. Les exposés introductifs</b> .....	<b>8</b>
<b>II. Les travaux de groupe</b> .....	<b>8</b>
<b>III. Les séances de travaux pratiques au Parc Régional du W</b> .....	<b>8</b>
1) Echantillonnage (Transect et type forestier) .....	8
2) Test des protocoles.....	9
4) Bilan des travaux pratiques .....	9
<b>Chapitre 3 : Méthodes et dispositifs d'inventaire forestier pour les ligneux et pour la régénération</b> .....	<b>10</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>10</b>
<b>I. Objectifs de l'inventaire forestier</b> .....	<b>10</b>
<b>II. Dispositifs d'inventaire forestier :</b> .....	<b>11</b>
1. Types d'échantillonnage : .....	11
1.1) Echantillonnage aléatoire :.....	11
1.2) Echantillonnage systématique :.....	11
2. Nombre d'unités d'inventaire : .....	12
3. Aire non homogène : .....	13
4. Quadrillage d'une aire et choix aléatoire des unités d'inventaire : .....	13
<b>IV. Détermination du taux de sondage :</b> .....	<b>14</b>
<b>V. Exemples d'inventaires au Burkina Faso :</b> .....	<b>14</b>
1. Inventaires forestiers nationaux / régionaux : .....	14
2. Inventaires de gestion :.....	17
<b>VI. Forme et taille des placettes :</b> .....	<b>17</b>
1. Formations à ligneux dominants : .....	17
2. Régénération ligneuse : .....	19
3. Herbacées : .....	19
<b>VII. Collecte des données</b> .....	<b>20</b>
1. Facteurs stationnels .....	20
2. Ligneux.....	20
3. Herbacées .....	23
<b>VIII. Calcul des paramètres</b> .....	<b>24</b>
1. Stratification <i>a posteriori</i> .....	24
3. Quadrat .....	24
4. Volume .....	25
5. Paramètres dendrométriques globaux .....	26
6. Paramètres de régénérations.....	26
7. Applications .....	28
8. Paramètres écologiques .....	28

9. Relation hauteur-diamètre .....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>29</b>
<b>Chapitre 4. Principes et méthodes de relevés phytosociologiques .....</b>	<b>30</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>30</b>
<b>II. Objectifs .....</b>	<b>30</b>
<b>III. Type d'échantillonnage .....</b>	<b>31</b>
1) Echantillonnage aléatoire : .....	31
2) Echantillonnage systématique : .....	31
3) Echantillonnage stratifié : .....	31
4) Méthode des transects : .....	31
<b>IV) Le relevé phytosociologique.....</b>	<b>32</b>
<b>V) Préalables au relevé phytosociologique.....</b>	<b>32</b>
<b>VI) Démarche méthodique pour réaliser un relevé phytosociologique.....</b>	<b>32</b>
<b>VII) Traitement des relevés phytosociologiques.....</b>	<b>35</b>
<b>VIII) Gestion à long terme des banques de relevés phytosociologiques.....</b>	<b>37</b>
<b>IX) Classification des unités phytosociologiques .....</b>	<b>37</b>
<b>X. Traitements .....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>38</b>
<b>Chapitre 5. Suivi de la flore et de la végétation .....</b>	<b>39</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>39</b>
<b>II. Objectifs .....</b>	<b>39</b>
<b>III. Choix des sites d'implantation des parcelles de suivi.....</b>	<b>39</b>
<b>IV. Matérialisation et pérennisation des parcelles de suivi .....</b>	<b>40</b>
1. Caractéristiques des parcelles de suivi : .....	40
2. Mise en place des parcelles de suivi: .....	40
3. Taille et forme des placettes représentatives .....	43
<b>V. Paramètres stationnels .....</b>	<b>43</b>
<b>VI. Données à récolter .....</b>	<b>44</b>
1. Ligneux.....	44
c. Cartographie des ligneux : .....	44
2. Herbacées : .....	44
<b>VII. Périodicité de la collecte des données : .....</b>	<b>45</b>
<b>VIII. Traitements .....</b>	<b>45</b>
1. Saisie des données .....	45
2. Analyse exploratoire des données .....	45
3 Méthodes d'ordination .....	46
4. Calcul d'indicateurs.....	46
<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>Chapitre 6 : Analyse des données d'inventaire de la végétation .....</b>	<b>48</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>48</b>
<b>II. Caractérisation de la végétation .....</b>	<b>48</b>
1. Structure de la matrice.....	48
2. Méthodes d'analyse.....	48
<b>III. Disposition des données pour le calcul des paramètres.....</b>	<b>48</b>
<b>III. Tableau des données .....</b>	<b>49</b>
<b>IV. Tests statistiques .....</b>	<b>50</b>
<b>V. Structures en diamètre et en hauteur .....</b>	<b>50</b>

<b>VI. Calcul des paramètres .....</b>	<b>52</b>
<b>VII. Test d'ajustement à la distribution de Weibull .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. Interprétation de la structure.....</b>	<b>55</b>
1. Peuplement équiennne ou monospécifique :.....	55
2. Peuplement inéquiennne ou multispécifique: .....	55
<b>IX Eléments de modélisation de la dynamique des populations .....</b>	<b>55</b>
1. Les descripteurs biophysiques.....	56
2. Les descripteurs socioéconomiques .....	56
3. Le modèle .....	56
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Chapitre 7 : Proposition de méthode d'étude ethnobotanique .....</b>	<b>58</b>
<b>I. Introduction : .....</b>	<b>58</b>
<b>II. Méthode d'enquête ethnobotanique .....</b>	<b>58</b>
1. Enquête ethnobotanique sur les espèces végétales à usage alimentaire :.....	58
2. Enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales .....	60
3. Enquête ethnobotanique sur les plantes utilisées en artisanat et service :.....	61
3.1. Moyens de transports .....	61
3.2. Sources d'énergie : .....	61
3.3. Fibres et éponges végétales .....	62
3.4. Gestion de l'eau.....	62
3.5. Gestion des Ressources Naturelles (GRN).....	62
3.6. Habitats : .....	63
3.7. Terres de cultures .....	63
3.8. Culture : .....	63
3.9. Elevage : .....	64
3.10. Métier à tisser : .....	64
<b>III. Traitement des données.....</b>	<b>64</b>
1. Choix d'une méthode d'analyse .....	64
2. Choix des variables et de leurs modalités .....	64
<b>Conclusion.....</b>	<b>65</b>
<b>Recommandations .....</b>	<b>65</b>
1) Nomenclature : .....	65
2) Critères de description de la végétation: .....	65
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>66</b>
<b>Bibliographie: .....</b>	<b>67</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Formations contractées ou brousse tigrée.....	6
Figure 2 : Principaux types physionomiques .....	4
Figure 3 : Type physionomique de végétation d'après G. De Wispelaère 2000.....	6
Figure 4 : Dispositif d'échantillonnage systématique .....	12
Figure 5 : Principe du zonage.....	13
Figure 6 : Quadrillage de l'aire à inventorier et disposition aléatoire des points d'inventaire sur la carte. ....	14

Figure 7. Unité d'inventaire .....	17
Figure 8 : Exemple de dispositif proposé par Couteron <i>et al.</i> (1995) .....	18
Figure 9 : La mesure de l'abondance par la méthode des points quadrats (point-intercept)....	20
Figure 10 : Disposition des quadrats à l'intérieur des grands placeaux .....	28
Figure 12 : Courbe aire - espèces .....	34
Figure 13 : Représentation schématique des principaux types biologique .....	36
Figure 14 : mise en place des lignes de base des parcelles .....	40
Figure 15 : Délimitation de la parcelle .....	41
Figure 16 : repérage des individus .....	42
Figure 17 : Matérialisation et pérennisation de la parcelle .....	43
Figure 18 : Matérialisation de la placette .....	49
Figure 19 : Structure en diam <sup>7</sup> TRE avec (a) diamètre en jachère préforestière et (b) hauteur en forêt dense typique .....	52
Figure 20 : (a) Structure en diamètre et (b) hauteur .....	54
Figure 21 : Modélisation de la dynamique des populations .....	57

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition des principaux types physiologiques .....	4
Tableau 2 : Type de formation végétale .....	6
Tableau 3 : Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétations .....	18
Tableau 4: Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétation.....	19
Tableau 5 : Stades phénologiques .....	23
Tableau 6 : Résultats d'analyse statistique.....	26
Tableau 7 : Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétations : .....	34
Tableau 8 : Résultats d'analyse statistique.....	48
Tableau 9 : Tableau des données.....	49
Tableau 10 : Tableau des données.....	49
Tableau 11. Fréquences et densités observées des classes de diamètre (cm) et de hauteur (m). .....	51
Tableau 12 : Résultats d'analyse .....	53
Tableau 13. Fréquences et densités théoriques d'arbres des classes de diamètre (cm) de toutes espèces et de hauteur (m). .....	53

## Liste des photos:

Photo 1 : Les participants à l'excursion botanique au Parc Régional du W du fleuve Niger le 8 Août 2008.....	ix
Photos 2a Steppe arborée à <i>Acacia tortilis</i> à Mainé Soroa (Niger) et (b) steppe à <i>Leptadenia pyrotechnica</i> à Goudoumaria (Niger) .....	7
Photo 3 : Prairie aquatique .....	7
Photos 4a et b : technique de mesure (a) de circonférence et (b) de diamètre .....	21
Photos 5 : Reconnaissance des types biologiques .....	32
Photos 6a : Pr Brice Sinsin expliquant les techniques de reconnaissance de l'homogénéité floristique des groupements d'une mare du Parc Régional du W du fleuve Niger ; 3b : reconnaissance des types physiologiques de savane. ....	38
Photo 7 : Transcription d'un numéro sur une plaquette en aluminium .....	42
Photo 8 : Fixation de la plaque métallique sur le tronc d'un individu .....	42

Photo 9 : Pieds de *Bombax costatum* sur la route de Diapaga (Burkina Faso) ..... 59

**Sigle et abréviation :**

**CRESA** : Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture

**ABAO** : Association des botanistes de l'Afrique de l'Ouest

**AETFAT** : Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore d'Afrique Tropicale

**BIOTA** : BIOdiversity Monitoring Transect Analysis in Africa

**SUN** : Tools for management and Sustainable Use of Natural vegetation in West Africa

**T.B.M.** : Types Bio-Morphologiques

**Yangambi** : Ville de la République Démocratique du Congo où s'était tenue du 29 juillet au 8 août 1956 la réunion des spécialistes de la phytogéographie africaine.

**Préface :**

## **Avant-propos :**

L'idée d'harmoniser les méthodes d'étude de la flore et de la végétation tropicale est issue de réflexions communes menées par les enseignants-chercheurs de 6 Universités Africaines qui ont entrepris des travaux de recherche mobilisant 21 étudiants en thèse de Doctorat à travers le projet *SUN* (Tools for management and Sustainable Use of Natural vegetation in West Africa) financé par l'Union Européenne (FP6-2004-INCO-DEV-3, Proposal no. 031685). Elle fait donc suite à une demande exprimée par les jeunes chercheurs de l'Afrique sud saharienne à l'occasion de leur rencontre internationale du 08 au 14 Décembre 2007 à Francfort (Allemagne) sur la constitution des bases de données sur la végétation et l'Université Abdou Moumouni a été retenue pour organiser l'atelier des discussions. Aussi, est-il nécessaire de le rappeler, depuis la réunion de Yangambi en 1957 dont une synthèse a été faite par Monsieur Trochain (1957), plusieurs besoins se sont exprimés par rapport à l'analyse de la flore et de la végétation.

C'est ainsi que du 4 au 9 août 2008 s'est tenu à Niamey un atelier de discussion sur les méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation dans les locaux du CRESA de Niamey à l'Université Abdou Moumouni.

Nous remercions Dr Anne Mette Lykke de l'Université d'Aarhus (Danemark) pour son engagement désintéressé pour appuyer nos Universités de la sous région. Nos remerciements vont à l'Union Européenne pour son appui à nos Universités Africaines au profit des populations locales. Aussi, nous remercions l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) et le Réseau d'Observatoire et de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) pour leurs contributions financières qui ont permis la participation de notre collègue de l'Université de Bamako.

Nos remerciements vont également aux responsables de l'Université Abdou Moumouni qui ont bien voulu accepter l'organisation de cet atelier d'échanges scientifiques.

La rencontre a été caractérisée par des discussions franches et très enrichissantes. Nous remercions l'ensemble des collègues Enseignants-chercheurs et Chercheurs qui ont bien voulu disposer de leur temps pour effectuer le déplacement à Niamey et animer les discussions scientifiques. Ces remerciements vont également à l'ensemble des Doctorants du Projet *SUN* qui ont participé aux séances de débats et assuré les reportages des discussions des groupes ainsi que la synthèse générale.

Enfin nous remercions les responsables du Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification du Niger qui ont bien voulu nous faciliter l'accès au terrain du Parc Régional du W pour les travaux pratiques.



Photo 1 : Les participants à l'excursion botanique au Parc Régional du W du fleuve Niger le 8 Août 2008.

## **Introduction générale**

Du 4 au 9 août 2008 s'est tenu à Niamey, un atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest dans le cadre des activités du Projet SUN (Sustainable Use of Natural vegetation in West Africa). Cet atelier a réuni les scientifiques de 6 Universités relevant de 5 pays de l'Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal. Cet atelier fait suite à celui tenu à Fada N'Gourma en 2002 par BIOTA. Il s'agit pour les chercheurs de relever les défis de l'hétérogénéité des méthodes appliquées par des institutions qui travaillent sur les mêmes types de végétation d'Afrique Tropicales.

Les thèmes abordés au cours de l'atelier recouvrent divers domaines dont :

- Écologie de la brousse tigrée,
- Inventaire forestier,
- Dispositif de suivi permanent
- Principe et méthodes de relevés phytosociologiques,
- Analyse des données d'inventaire de la végétation
- Méthode d'étude ethnobotanique : cas du Niger.

Dans un premier temps, les chercheurs ont exposé les différentes méthodologies. Les discussions qui ont suivi ont permis de compléter les variables pertinents qui doivent faire l'objet de relevé et d'analyse.

L'excursion de terrain réalisée au Parc Régional du W du fleuve Niger a permis aux chercheurs de dégager des protocoles consensuels dont la synthèse est présentée dans ce document.

Le document a été enrichi par les résultats des nombreux travaux réalisés sur la végétation (Guinko, 1984 ; Garba, 1984 ; Saadou, 1990 ; Boudouresque, 1995 ; Sinsin, 1993, Thiombiano, 1996 ; Mahamane, 2005).

## Chapitre 1 : Rappels sur la nomenclature des principaux types de végétation en Afrique

### I. Nomenclature des types de végétation en Afrique

En Afrique la nomenclature de référence pour les types de végétation est celle dite de Yangambi dont la synthèse est faite par Trochain (1957) et Aubreville (1957).

Cette classification de Yangambi a fait l'objet de plusieurs critiques principalement par Aubréville (1957), Monod (1963) et Trochain (1957).

Les types physiologiques qui ont donné lieu à des discussions correspondent aux forêts claires. D'après la réunion de Yangambi, une "**forêt claire**" est une "forêt ouverte, à strate arborescente décidue de taille petite ou moyenne, dont les cimes sont plus ou moins jointives, l'ensemble du couvert demeurant clair; la strate graminéenne est parfois peu dense ou en mélange avec une autre végétation herbacée et suffrutescente".

Aubréville (1957) signalait que certains phytogéographes éprouvent des difficultés à faire une différence entre la forêt claire (woodland) et la savane boisée. Il souligne que ce qui les rapproche est la présence d'une strate graminéenne plus puissante dans la savane boisée. Cependant dans la forêt claire qui est constituée d'arbres de plus de 7m de haut, assez serrés donne visiblement l'impression d'une forêt, tandis que la savane boisée comprend un mélange très irrégulier d'arbres et surtout d'arbustes.

Ainsi, la description des principales formes de végétation retenues s'inspire de la classification dite de Yangambi (Aubréville, *Op. cit.*).

Formations forestières édaphiques :

- Forêt dense humide : Moist forest
- *La forêt dense sèche* : Dry deciduous forest
- *Fourré* : ticket

Parmi les paysages de fourrés africains, il faudra donc retenir les noms de fourré tigré, fourré littoral, fourré ridé (Figure 3).

Les forêts de montagnes

- Forêt dense humide montagne : moist montane forest
- Forêt dense sèche de montagne : dry montane forest
- Forêt de Bambou : Bambou forest.

Nous retenons les expressions suivantes de Yanbambi :

- forêt secondaire est maintenue pour toutes les forêts denses défrichées avec les expressions suivantes : recrû, forêt remaniée, jachère forestière.
- Dans les formations forestières édaphiques (edaphic forest formations) se rangent la mangrove, la forêt marécageuse, swamp forest, la forêt périodiquement inondée (periodic forest swamp), la forêt ripicole (riparianforest).
- Le terme galerie forestière est maintenue, elle correspond à un paysage topographique forestier qui est constitué d'un complexe de forêt ripicole et suivant le cas de forêt marécageuse, de forêt périodiquement inondée, et de même de forêt dense de terre ferme.
- Aussi des expressions comme forêt vallicole, forêt tachetée, forêt digitée sont utilisées.

La savane recouvre plusieurs faciès dont :

- savane boisée (savanna woodland),
- savane arborée (Trees savanna),
- savane arbustive (shrub savanna),
- savane herbeuse (Grass savanna).

Aussi, Yangambi conserve les termes suivants : savane-verger, savane à épineux, savane à termitière buissonnantes.

## **II. Les types physiologiques de référence pour ce document**

L'atelier de Niamey a utilisé les types physiologique de Yangambi comme référence (Trochain, 1957 et Aubreville, 1957).

Une typologie adaptée par De Wispelaère (1990 et 2000) a été utilisée pour illustrer les principaux types physiologiques de Yagambi (figures 1 et 2). Ces types physiologiques de végétation doivent être interprétés en fonction des spécificités de la région considérée et il convient de définir plus précisément leurs caractéristiques.

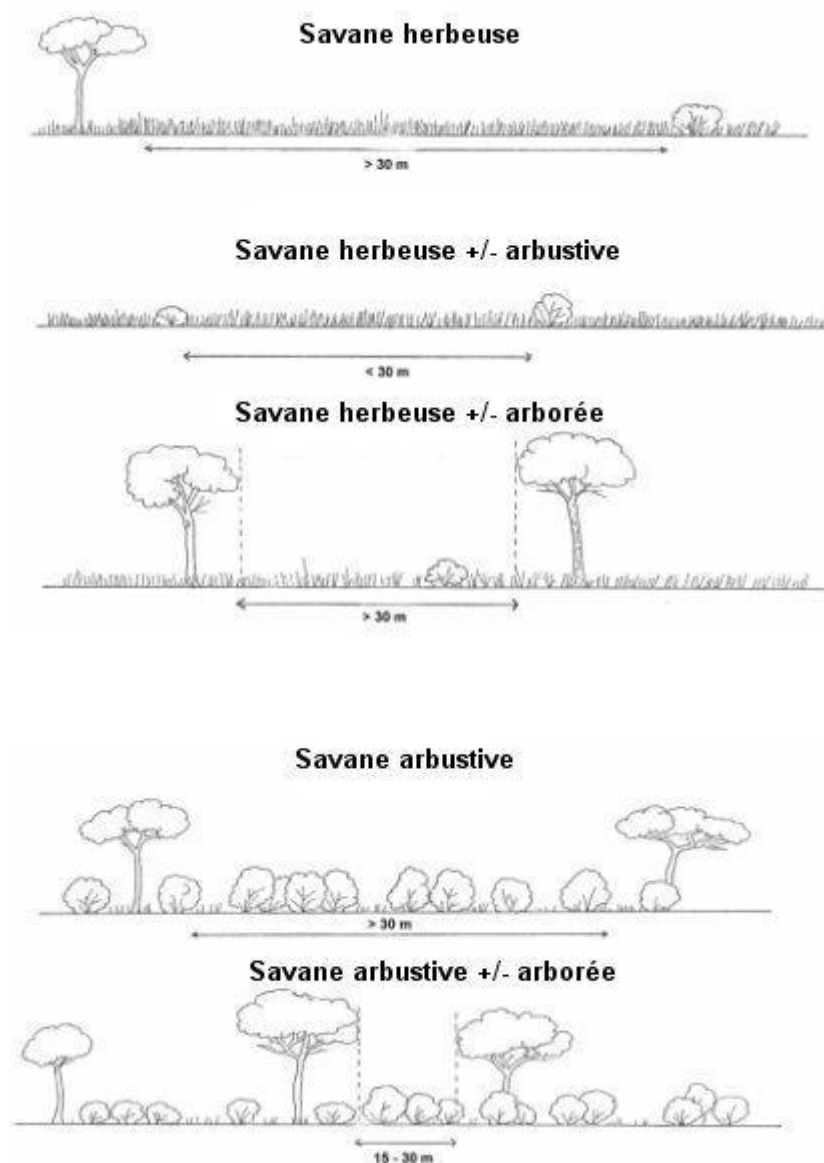


Figure 1 : Principaux types physiologiques

Tableau 1 : Définition des principaux types physiologiques

N° code	TYPE DE VÉGÉTATION	DÉFINITIONS, CARACTÉRISTIQUES
1	savane herbeuse	Pas (ou peu) de ligneux dans un rayon inférieur à 30 m, <b>recouvrement ligneux inférieur à 2 %</b>
2	savane herbeuse +/- arbustive	Présence d'arbustes bas épars dans un rayon supérieur à 30 m, <b>recouvrement des arbustes compris entre 2 et 7 %</b>

3	savane herbeuse +/- arborée	Présence d'arbustes bas et d'arbres épars dans un rayon supérieur à 30 m, <b>recouvrement</b> des ligneux de <b>7 à 15 %</b>
4	savane arbustive claire	Couvert herbacé à base de vivaces où les arbustes dominent dans un rayon inférieur à 30 m, arbres rares, <b>recouvrement</b> ligneux de <b>15 à 30 %</b>
5	savane arbustive dense	Couvert herbacé à base de vivaces où les arbustes dominent dans un rayon supérieur à 30 m, <b>recouvrement</b> ligneux de <b>30 à 60 %</b> , dont <b>moins de 10 % pour les arbres</b> .
7	savane arbustive +/- arborée	Dominance de la strate arbustive avec quelques arbres espacés de 15-30 m, <b>recouvrement</b> ligneux compris entre <b>15 et 30 %</b> .

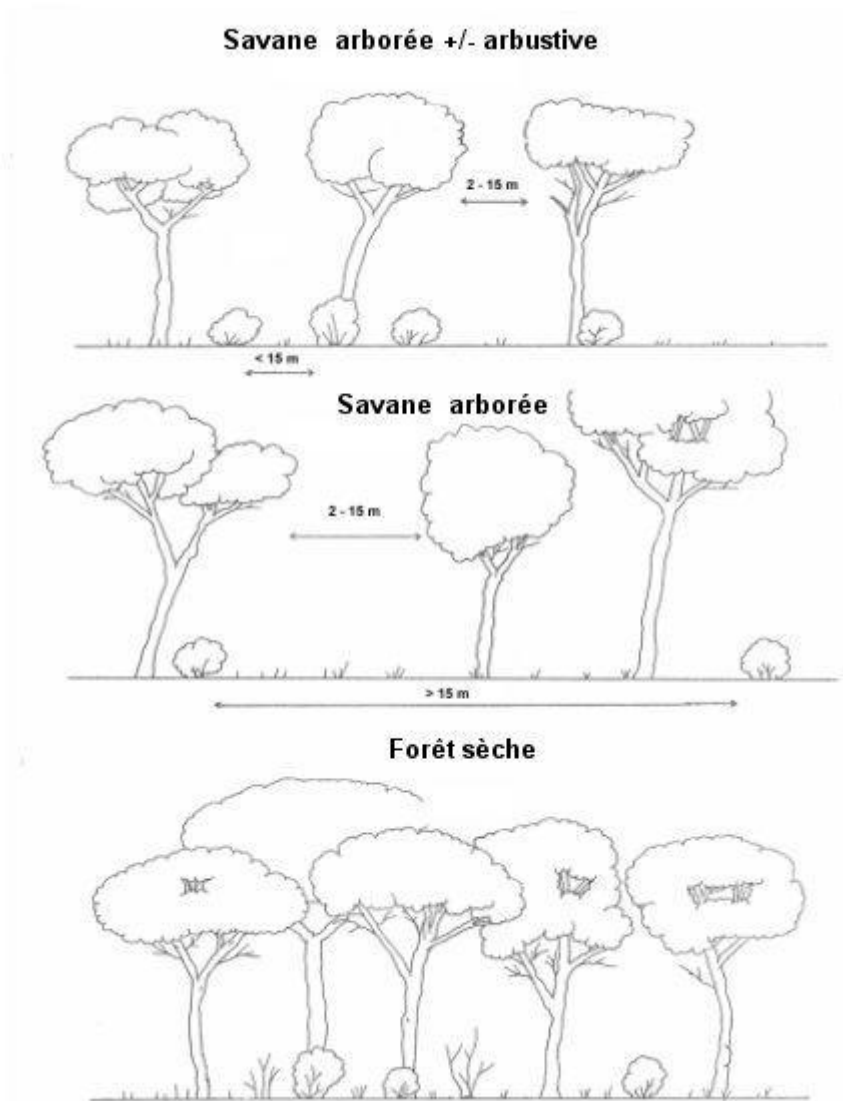


Figure 2 : Type physionomique de végétation d'après G. De Wispelaère 2000

Tableau 2 : Type de formation végétale

N° code	TYPE DE VÉGÉTATION	DÉFINITIONS, CARACTÉRISTIQUES
8	savane arborée +/- arbustive	Dominance de la strate arborée avec de nombreux arbustes (écart entre les cimes de 2 à 15 m), <b>Recouvrement</b> ligneux de <b>30 à 60 %</b>
9	savane arborée (= boisée)	Dominance de la strate arborée avec peu d'arbustes (écart entre les cimes de 2 à 15 m), <b>Recouvrement</b> ligneux compris entre <b>30 et 60 %</b>
10	forêt claire	Couvert arboré assez dense, avec peu d'arbustes, <b>recouvrement</b> compris entre <b>60 à 80 %</b> , <b>couvert herbacé réduit</b> .
11	forêt dense sèche	Couvert arboré à cimes jointives ou presque, <b>recouvrement</b> des ligneux de <b>60 à 90 %</b> , sous-bois clairsemé, <b>couvert herbacé réduit</b> à rare.
12	galerie forestière	Forêt, constituée d'arbres à cimes jointives ou presque, dont les hauteurs sont en grande majorité supérieures à 12 - 20 m. <b>Recouvrement</b> des ligneux de <b>90 à 100 %</b> , sous-bois dense ou "en tunnel" avec présence de lianes.
6	fourré	Ensemble dense d'arbres et arbustes sarmenteux, généralement épineux et situés sur et autour des termitières ou dans une dépression sur cuirasse.
13	forêt rivulaire ou cordon ripicole	Forêt temporairement inondée plus ou moins dense, constituée d'espèces exclusivement ripicoles et généralement sempervirentes [1], ou végétation aquatique dont l'extension est soumise aux crues.

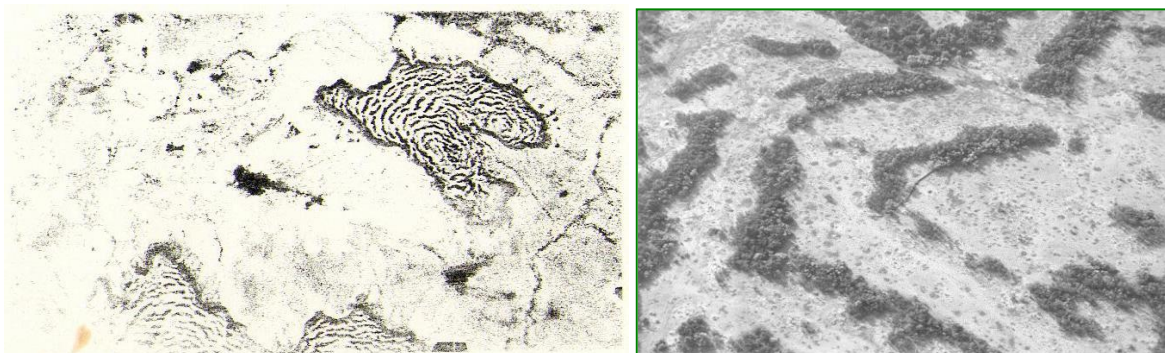


Figure 3 : Formations contractées ou brousse tigrée

La **steppe** comprend les sous types suivants (photos 2a et b) :

- steppe arborée et ou arbustive (tree and or shrub steppe) ex. steppe à épineux (steppe à *Acacia*, steppe à *Commiphora*)
- steppes buissonnantes : Dwarf-shrub steppe
- steppe succulent : succulent steppe
- steppe herbacée et ou graminéenne : Grass and or herbe steppe



(a)



(b)

Photos 2a Steppe arborée à *Acacia tortilis* à Mainé Soroa (Niger) et (b) steppe à *Leptadenia pyrotechnica* à Goudoumaria (Niger)

Pour la **prairie**, les différents faciès sont (photos 2a et b):

- Prairie aquatique (aquatic grassland),
- Prairie marécageuse (Herb swamp),
- Prairie altimontaine (High-montane grassland).



(a)



(b)

Photo 3 : Prairie aquatique

### III. Les arbres hors forêt

En zone soudano sahélienne les peuplements ligneux des champs appelés communément parc arboré, jouent un rôle fondamental dans la vie des communautés rurales. Baumer (1995) a fait la typologie des peuplements ligneux des champs. L'atelier de Niamey prend en compte ces types de végétation.

## **Chapitre 2 : Méthode de travail de l'atelier**

### **I. Les exposés introductifs**

La réunion a comporté 8 exposés sur les méthodes d'étude de la flore et de la végétation par des Professeurs des Université de la sous région. A l'issue de ces exposés, 5 principaux thèmes ont été dégagés pour constituer les groupes de discussion. Il s'agit de :

- L'inventaire forestier,
- Le suivi de la flore et de la végétation,
- Les principes et méthodes de relevés phytosociologiques,
- Les méthodes d'étude ethnobotanique,
- Les méthodes d'analyse statistique.

### **II. Les travaux de groupe**

A l'issue des exposés, 5 termes de références sont définis pour être confiés à 5 groupes de discussions.

Les TDR des groupes de discussions sont donnés en annexe 1.

Chaque groupe de travail a disposé de 2 jours pour analyser les différents axes inscrits à son agenda. Le 3<sup>ème</sup> jour, les 4 groupes de discussion ont présenté en plénière leurs résultats. Les discussions de la plénière ont permis de dégager un consensus par rapport à chaque thème.

### **III. Les séances de travaux pratiques au Parc Régional du W**

#### **1) Echantillonnage (Transect et type forestier)**

Après la plénière qui a validé le contenu des rapports des groupes de discussion, une excursion a été réalisée au Parc Régional du W du fleuve Niger. L'objectif de la mission est de mettre en pratique les protocoles validés en plénière. Pour ce faire différents types de formation végétale ont été ciblés suivant un méga transect reliant le lit de la Tapoa à la vallée de Gnapharou en traversant une série de plateaux cuirassés. Les principaux types forestiers retenus sont : les savanes herbeuses, les savanes arbustives, les forêts claires, les forêts sèches, les forêts galeries, les prairies aquatiques, les prairies marécageuses, etc.

## **2) Test des protocoles**

Les différentes étapes de la réalisation d'un relevé ont été abordées. C'est ainsi que, pour chaque exemple pris, l'exercice a comporté les étapes suivantes :

- la reconnaissance de l'homogénéité de la végétation en combinant la distribution horizontale et verticale du recouvrement,
- la détermination de la l'aire minimale,
- les techniques de délimitation des placettes,
- les relevés de la flore herbacée et ligneuse, etc.

## **4) Bilan des travaux pratiques**

Après l'excursion, chaque groupe thématique a consacré une ½ journée pour intégrer les résultats de l'excursion pour préciser davantage les zones d'ombre. Au de la deuxième moitié de la journée, les groupes se sont encore réunion en plénière pour la mise en commun des travaux thématiques.

## **Chapitre 3 : Méthodes et dispositifs d'inventaire forestier pour les ligneux et pour la régénération**

### **Introduction**

Le module sur l'inventaire forestier a été donné par Pr Thiombiano Adjima et Boussim Joseph I de l'Université de Ouagadougou (Thiombiano, 2008 et Boussim, 2008) et Dr Glèlè Kakaï Romain de l'Université d'Abomey-Calavi du Bénin (Glèlè Kakaï, 2008).

L'inventaire forestier ou mesure de ligneux est une science de base pour la sylviculture, la gestion et l'économie forestière (Rondeux, 1993). Les données d'inventaire forestier sont collectées et traitées à partir des mesures sur les arbres (dendrométrie).

Les inventaires forestiers demandent beaucoup de temps, coûtent cher et leur exécution est une tâche assez fastidieuse. Il est bon par conséquent de procéder à la planification avant d'entreprendre ce travail de terrain.

En milieu sahélien où les ressources ligneuses jouent un rôle capital dans la satisfaction des besoins domestiques et environnementaux, la nécessité de les quantifier est indispensable pour la planification forestière.

Les inventaires forestiers réalisés à l'échelle des unités de gestion ou à une échelle nationale sont généralement destinés à évaluer l'importance quantitative et qualitative du matériel ligneux et de son évolution au cours du temps. Au Burkina Faso, ces inventaires sont de plus en plus conçus de manière intégrée dans une optique plus large de récolte de données à caractère écologique et de données relatives aux ressources non ligneuses.

Pourquoi un échantillonnage en inventaire forestier ? Le plus souvent l'inventaire forestier est réalisé pour connaître les ressources. Or, l'on constate :

- l'impossibilité d'inventaire exhaustif
- l'échantillonnage destructif est non recommandable pour une bonne description ou l'actualisation des données.

C'est pourquoi on réalise un échantillonnage à partir d'un bon dispositif d'inventaire pour avoir une précision d'estimation acceptable.

### **I. Objectifs de l'inventaire forestier**

D'une manière générale, les inventaires forestiers visent à évaluer l'état actuel et la dynamique de la végétation ligneuse. De façon spécifique, ils visent :

- la dynamique des peuplements (inventaire de gestion; inventaire national et/ou régional) ;
- la dynamique de la régénération (inventaire de gestion);
- le suivi des placeaux permanents (inventaire de gestion).

## **II. Dispositifs d'inventaire forestier :**

### **1. Types d'échantillonnage :**

On distingue globalement deux types d'échantillonnage.

#### 1.1) Echantillonnage aléatoire :

- Chaque point dans la zone étudiée a une probabilité connue d'être choisi à chaque placement d'une unité d'échantillonnage. Chaque point est choisi indépendamment d'un autre point.
- L'augmentation de l'efficacité du dispositif peut amener à subdiviser la population : on parle d'échantillonnage à deux degrés (deux niveaux de subdivision), à trois degrés (trois niveaux de subdivision), ..., à  $n$  degrés ( $n$  niveaux de subdivision). Nous avons considéré au cours de l'atelier le cas d'échantillonnage aléatoire simple (sans niveaux de subdivision).
  - Unité d'échantillonnage localisée sur un système de référence (grille de coordonnées, photographie aérienne) à partir de tables de nombres aléatoires
  - Marche aléatoire : unités d'échantillonnages sélectionnées à partir d'un angle et d'une distance tirée au hasard (semi-aléatoire).
- Pour une étude basée sur un test d'hypothèse (ANOVA, t-test and regression) en théorie un échantillonnage au hasard est nécessaire dans chaque population (type de végétation)

#### 1.2) Echantillonnage systématique :

- Les unités d'échantillonnage dans la zone étudiée sont disposées à intervalles réguliers suivant une direction rigide telle que chaque unité est liée à ses voisins

et la sélection d'une unité donnée entraîne systématiquement le choix des autres ; Ex : grille de maille déterminée (Figure 4).

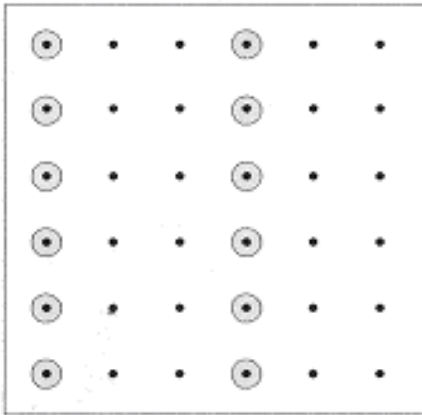


Figure 4 : Dispositif d'échantillonnage systématique

Suivant le type d'échantillonnage, les relevés peuvent être réalisés par la méthode des transects : Ligne le long de laquelle les unités d'échantillonnage sont disposées (aléatoirement ou systématiquement). Ce type est le plus souvent utilisé le long de gradients environnementaux

## 2. Nombre d'unités d'inventaire :

Hypothèse: distribution normale d'un paramètre donné (surface terrière ou à défaut le diamètre, etc.):

$$n = [U_{1-\alpha/2} * cv/d]^2$$

$cv$  = coefficient de variation du paramètre;  $cv = \text{inconnu} \Rightarrow cv = 80\%$  (cas défavorable);

$d$  = marge d'erreur d'estimation du paramètre;  $5 \leq d \leq 15\%$  ;  $U_{1-\alpha/2} \approx 1.96$ .

Ex: inventaire des peuplements à *Isobertia doka*

$cv$  *Isobertia* = 21.2 %  $\approx 25\%$  dans la FC de l'Ouémé supérieur

(Sagbo, 2000).  $d \approx 5\% \Rightarrow n = [1.96 * 25/5]^2 \Rightarrow n \approx 96$ .

### 3. Aire non homogène :

#### 1ère option: échantillonnage stratifié

⇒ bonne connaissance strates

Echantillonnage proportionnel

$$n_i = p_i * n \quad ; \quad p_i = S_i / S$$

$S_i$  = surface de  $z_i$

$S$  = Surface totale de l'aire.

#### 2ème option: stratification a posteriori (Figure 5)

⇒ Méconnaissance strates

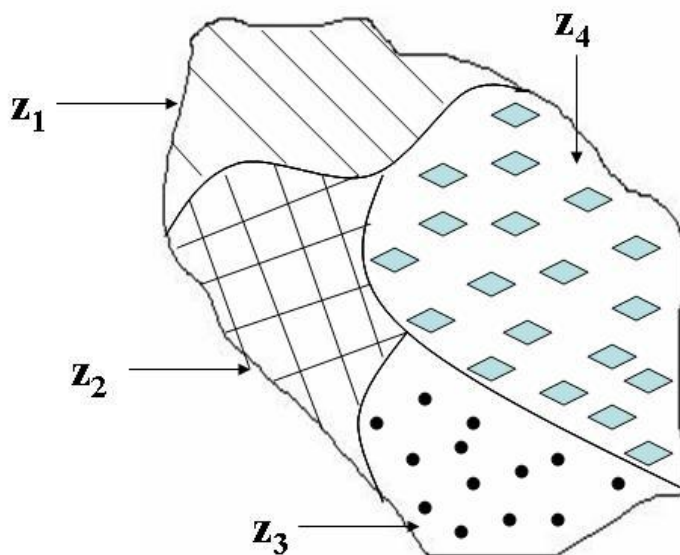


Figure 5 : Principe du zonage

### 4. Quadrillage d'une aire et choix aléatoire des unités d'inventaire :

Il faut établir le quadrillage et noter les coordonnées cartographiques des unités d'inventaire depuis le laboratoire puis il faut rechercher les unités d'inventaire sur le terrain à partir du GPS (Figure 6).

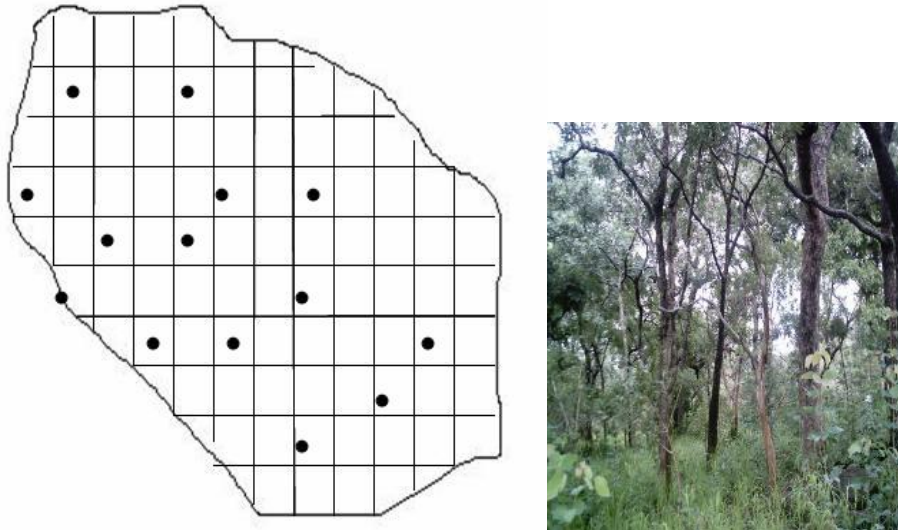


Figure 6 : Quadrillage de l'aire à inventorier et disposition aléatoire des points d'inventaire sur la carte.

#### **IV. Détermination du taux de sondage :**

Le taux de sondage est défini en fonction des objectifs poursuivis par l'étude, cependant le taux minimum de sondage proposé est de 0,01%.

#### **V. Exemples d'inventaires au Burkina Faso :**

Au Burkina Faso, on exécute généralement deux types d'inventaire : les inventaires forestiers nationaux/régionaux et les inventaires forestiers de gestion.

##### **1. Inventaires forestiers nationaux / régionaux :**

La plupart des inventaires forestiers nationaux actuels sont réalisés sur la base d'échantillonnage le plus souvent systématique et *multiphases* (associant mesures et observations de terrain et analyse de photos aériennes et/ou images satellitaires) et utilisant des placettes parfois permanentes. Ils ont pour objectif de fournir des informations sur la production ligneuse des forêts et la disponibilité de celle-ci. Si plusieurs variables relatives au milieu sont déjà présentes dans ces types d'inventaire, certaines peuvent être déduites

partiellement ou totalement ; d'autres nécessitent une récolte spécifique, voire le recours à des méthodologies adaptées.

L'objectif est de fournir des données quantitatives et qualitatives du potentiel ligneux et herbacée de ces forêts afin d'aider à la définition d'une politique viable d'aménagement et de gestion durable des formations naturelles.

#### **a. Méthode d'étude de la composante ligneuse :**

Le type d'échantillonnage est un échantillonnage systématique non stratifié avec un plan de sondage (support cartographique) ou d'échantillonnage pour les petites forêts (Babolo, Bansié, Tougouri, Yendéré).

Pour les autres forêts, l'inventaire est de type systématique et stratifié. Les unités d'échantillonnage sont des placeaux circulaires de superficie variable suivant la taille des formations forestières, 1000 m<sup>2</sup> (R = 17,85 m) et 1250 m<sup>2</sup> (R= 19,95 m), équidistants de 50 m dans une même unité de végétation. Le centre du placeau est le point de départ de toute indication notée dans le relevé.

##### **a.1. Les paramètres ou données à relever dans le placeau :**

Les données d'inventaire sont collectées sur deux types de fiches.

Dans la fiche 1 sont relevées les données descriptives du milieu : les coordonnées géographiques du placeau ; les données géomorphologiques (formations azonales, pente, érosion) ; texture du sol ; type d'occupation des terres (type de formations végétales, hauteur des strates de la végétation) ; le taux de recouvrement des strates ; des informations sur les actions anthropiques ; l'indice de présence de faune ; les peuplements semenciers.

Dans la fiche 2, sont consignées les données dendrométriques, notamment :

- le nom scientifique de l'essence ligneuse ;
- le code (en chiffre) de l'essence végétale ;
- l'état sanitaire du sujet mesuré ;
- la forme (code décrivant brièvement le port) du sujet mesuré ;
- le diamètre à hauteur de 1,30 m du sol de tout ligneux dont le diamètre est supérieur à 5 cm ou avant ramification pour les espèces buissonnantes ;

- la hauteur, mesurée à l'aide d'une perche ou estimée visuellement ;
- l'état phénologique ;
- les extensions qui constituent la liste des plantes présentes autour du placeau, mais non relevées dans la fiche.

## **a.2. Organisation matérielle :**

### *- les moyens matériels*

Chaque équipe disposait du matériel suivant : un GPS pour la prise des coordonnées géographiques ; un Haga ou Suunto pour la mesure des hauteurs; un ou des compas forestier pour la mesure du diamètre ; un ruban dendrométrique (ruban pi) ; des rubans ou cordes de 20 à 100 m pour l'implantation des placeaux ; un lot de jalons pour la matérialisation des placeaux ; des machettes pour ouvrir les layons ; un lot de fiches d'inventaire.

### *- les moyens humains*

Les collectes des données sont faites par plusieurs équipes dont la composition de base (pour chaque équipe) est la suivante : deux botanistes (un spécialiste des herbacées et un spécialiste des ligneux) ; un peseur de biomasse ; un pointeur ; un chargé du matériel.

## **b. Méthode d'étude de la strate herbacée :**

Pour inventorier la strate herbacée, la méthode dite des points quadrats de Daget et Poissonet (1971) a été adoptée. Le principe de cette méthode consiste à apprécier l'importance de chacune des espèces dans le tapis végétal en mesurant son recouvrement par l'observation des fréquences sous les points.

Les différentes fréquences relevées permettent de calculer par la suite la fréquence spécifique, la contribution spécifique et beaucoup d'autres valeurs pouvant caractériser le milieu.

L'évaluation de la biomasse épigée des herbacées est faite par la méthode de récolte intégrale dans des placettes de 1 m<sup>2</sup> (4 carrés par unité d'échantillonnage). Un échantillon d'herbe représentatif de la placette est prélevé pour la détermination de la matière sèche en vue de l'expression de la biomasse en matière sèche par unité de surface. Cette valeur sera utilisée pour l'évaluation du fourrage potentiel et de la capacité de charge de la formation.

## 2. Inventaires de gestion :

La densité et la structure des classes de dimension sont les données les plus fondamentales requises pour l'aménagement. L'inventaire doit fournir :

- une estimation suffisamment précise du nombre total d'arbres exploitable ;
- des données sur la structure de populations ou la distribution des classes de dimension actuelles des arbres adultes ;
- une évaluation préliminaire de l'état de régénération de l'espèce ;
- la taille limite à adopter dans les classes de dimension.

## VI. Forme et taille des placettes :

Les placettes sont de taille et de forme variable en fonction du type de végétation, mais peuvent être circulaires, rectangulaires ou carrées.

### 1. Formations à ligneux dominants :

Pour la strate arborescente, il est recommandé des surfaces d'aire minimale pour les principales formations forestières (Figure 7):

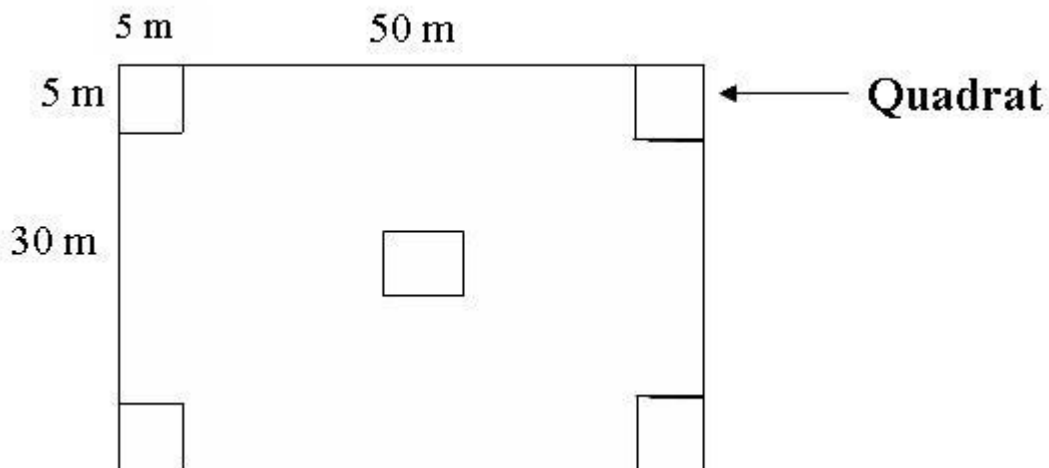


Figure 7. Unité d'inventaire

Unité globale (50 x 30 m<sup>2</sup>) : inventaire des arbres ( $d \geq 10$  cm)

Quadrat (5 x 5 m<sup>2</sup>): inventaire régénérations ( $d < 10$  cm)

Tableau 3 : Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétations

Type de végétation	m <sup>2</sup>
Galerias forestières : m <sup>2</sup> : 50 m x 10 m	500 (50 x 10)
Savanes et forêts claires: pour les placettes de forme carré	900 (30 x 30)
Savanes et forêts claires: pour les placettes de forme rectangulaire.	1000
Steppes (50 m x 50 m)	2500
Systèmes agroforestiers (50 m x 50 m) ;	2500
Formations contractées : 2500 m <sup>2</sup> (rectangulaires).	

### Formations contractées :

Les formations contractées doivent être relevées en respectant la configuration spatiale. Il s'agit donc de respecter la succession des motifs. Un motif comprend une bande de végétation et une bande nue avec chacune des sous unités notées (figure 8). La bande nue comprend a : amont et b : aval et la bande nue, c : frange supérieur ou zone de décantation, d : fourré et e : frange inférieure ou frange à chicots. Les inventaires de la végétation doivent respecter cette structuration. Ainsi, des placettes de 2m/2m pour l'inventaire de la régénération et des herbacées sont proposées.

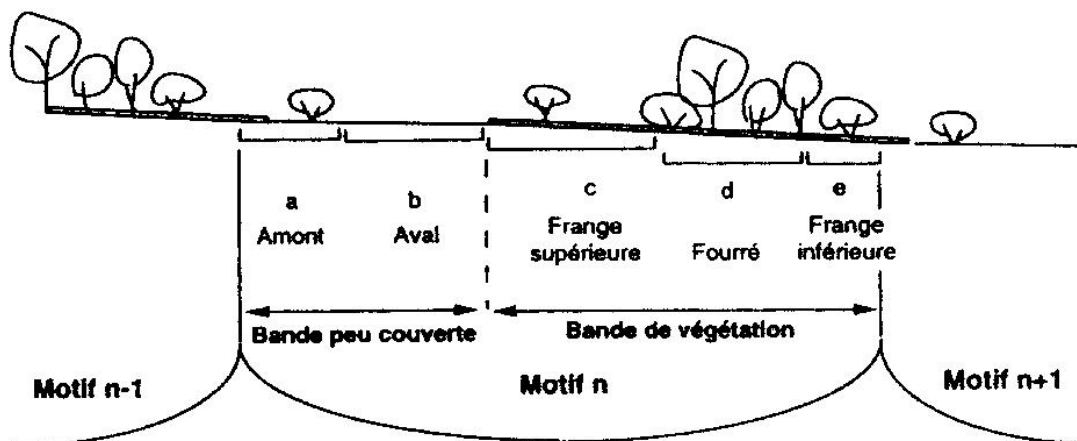


Figure 8 : Exemple de dispositif proposé par Couteron *et al.* (1995)

## 2. Régénération ligneuse :

Pour la régénération ligneuse, la taille des placettes est variable en fonction des types de végétation. Cependant, les valeurs suivantes sont proposées en fonction des types de végétation :

- Savanes et forêts claires : 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m)
- Forêts denses sèche : 1 m<sup>2</sup>
- Steppe : 25 m<sup>2</sup>
- Formations contractées : 4 m<sup>2</sup>.

Tableau 4: Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétation

Type de végétation	m <sup>2</sup>
Savanes et forêts claires : 25 m <sup>2</sup> (5 m * 5 m)	500 (50 x 10)
Forêts denses : 1 m <sup>2</sup>	900 (30 x 30)
Steppe	1000
Prairie aquatique	16

Les quadrats d'inventaire de la régénération peuvent être installés suivant la diagonale de la placette des ligneux de la strate dominante car dans ce cas la distribution des données suit une loi de Poisson (Dessard et Bar-Hen, 2005).

## 3. Herbacées :

Le relevé de la strate herbacée peut être fait dans des placettes de 100m<sup>2</sup> pour les forêts et savanes. Il peut également être réalisé suivant la méthode des points quadrats alignés.

- placeau : 100 m<sup>2</sup>
- points quadrats : 100 points de lecture si pâturage homogène, 200 points si pâturage hétérogène
- Segments : 10 ou 20 m (selon le degré d'ouverture de la strate herbacée)
- Pas de lecture : tous les 10 ou 20 cm

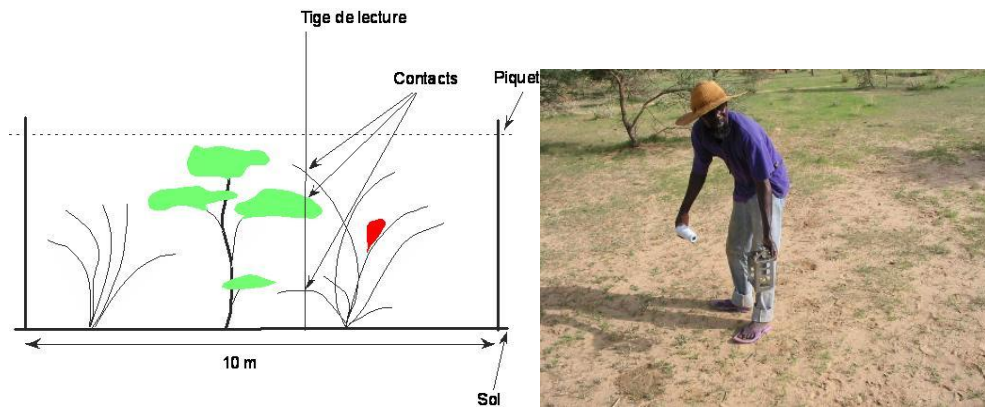


Figure 9 : La mesure de l'abondance par la méthode des points quadrats (point-intercept)

Pour les steppes et brousses tigrées

100 segments de 20 cm, 4 lignes par habitat ou biotope.

Pour les prairies aquatiques, le relevé est réalisé dans des placettes de 16 m<sup>2</sup> au niveau des bandes de végétation (rectangulaire)

## VII. Collecte des données

### 1. Facteurs stationnels

Par relevé, les données à récolter sont :

Localité

Date

Coordonnées géographiques

Type de sol : classification de la FAO (classes de sols)

Etats de surfaces (steppes et brousses tigrées)

Type de formation

Recouvrement global et par strate:

Facteurs de perturbation du milieu (pression pastorale, feux de brousse, etc.)

Une fosse pédologique est nécessaire.

Fiche des formules de calcul des paramètres dendrométriques et des indices

### 2. Ligneux

Les paramètres à mesurer sont :

- diamètre à 1,3 m (Photos 4a et b),

Arbres fourchus avant 1,3 m: diamètre quadratique,  $d$

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^w ds_i^2} \quad ds_i = \text{diamètre fourche } i$$

- hauteur des principales essences,
- noms des essences présentes,
- coordonnées cartographiques,
- paramètres stationnels.



(a)



(b)

Photos 4a et b : technique de mesure (a) de circonférence et (b) de diamètre

Pour les forêts et savanes les variables suivantes sont à noter :

Diamètre à 1 m 30

Hauteur totale

Individu fourchu : fourche > 1,30 m = 1 individu

Fourche < 1,30 m = au moins 2 individus

Couronne : 2 diamètres de recouvrement du houppier selon 2 directions orthogonales.

Pour les études spécifiques de recouvrement utiliser la fonction « tracking » du GPS.

Pour les steppes et brousses tigrées, les diamètres sont à mesurer à 20 cm au-dessus du sol.

Les individus ligneux des différentes essences ligneuses peuvent être répartis dans plusieurs strates. Ainsi on distingue comme :

**Arbre** : une plante ligneuse haute de plus de 7 m, capable de se développer en hauteur grâce à une structure formant un tronc qui se ramifie pour former des branches et des rameaux (ramifications ultimes).

**Arbuste** : plante ligneuse d'une taille inférieure à 7 m et à tronc marqué.

**Arbrisseau** : synonyme d'arbuste, mais il s'en distingue par l'absence de tronc. La ramification se fait dès la base.

**Sous-arbrisseau** : plante constituée d'une base ligneuse surmontée de rameaux herbacés qui dépérissent chaque année et ne dépassant habituellement pas les 50 cm.

**Liane** : plante ligneuse rampante ou grimpante.

**NB** : définir le diamètre minimum d'intérêt

5 cm : zone soudanienne sèche et sahel

10 cm : zone forestière

Steppes et brousses tigrées

Mesure toutes les tiges mesurables  $\geq 4$  cm à 20 cm, compter les tiges d'avenir ( $< 4$  cm)

**Recommandation** : Tenir compte des cas d'inclinaison ou de terrain pentu.

Cas particuliers (pente, ramification, individus multicaules, etc.)

### **Forme et état sanitaire**

La codification est la suivante :

1=droit, 2= penché ou courbé, 3= couché

1=sain, 2= affecté, 3=mort

### **Mesure des circonférences ou diamètres**

Limite de mesure des circonférences ou diamètres

Forêts et savanes

Tenir compte du diamètre minimal exploitable :

5 cm : zone soudanienne sèche et sahel ; 10 cm : zone forestière

Pour les petits arbres, diamètre au collet (cas de *Gardenia*)

Pour les arbres inférieurs à 1,3 m de haut, diamètre au collet

Dans le cas des irrégularités du tronc, mesurer le diamètre au collet

Steppes et formations contractées : 4 cm

Régénération (Comptage des individus non mesurables en classes de hauteur: 0-0,5 m; 0,5-1 m; 1-1,5m; 1,5-2 m; 2-2,5m; 2,5-3m)

Diamètre au collet

Hauteur totale

Phénologie :

La cotation de la phénologie est faite selon l'échelle du tableau 5.

Tableau 5 : Stades phénologiques

Phases	Stades		
	1	2	3
Feuillaison	Fe1	Fe2	Fe3
Floraison	Fl 1	Fl 2	Fl 3
Fructification	Fr 1	Fr2	Fr 3

1 : début

2 : pleine

3 : fin

NB : Tableau : Echelle d'état phénologique

Considérer au moins 30 individus répondant aux stades 1 et 3.

### 3. Herbacées

Phénologie des herbacées

Suivre tout le cycle de développement

Evaluation de la biomasse herbacée : forme, taille, nombre de placettes.

Coupe rase

Déracinement si biomasse totale

1 m \* 1m (7 placeaux dans chaque unité de sondage) au pic de biomasse au cas contraire il faut agrandir le placeau.

**Recommandation** : vérifier si c'est représentatif en fonction des zones

Tenir compte de la vitesse de croissance de la biomasse.

Former des équipes permettant de faire le prélèvement dans quatre jours si possible.

Prendre les coordonnées GPS au centre de la placette.

## VIII. Calcul des paramètres

Il est recommandé de prendre contact avec un Biométricien, cependant, ce traitement peut être fait

### 1. Stratification *a posteriori*

- Méthodes d'ordination: DCA, PCA, NMS ou CCA.
- confirmation des groupes: classification numérique ;

### 2. Paramètres dendrométriques (par placeau et par communauté)

- densité en arbres: 
$$N = \frac{n}{s} \quad (1)$$

n= nombre total d'arbres du placeau de superficie s (s=0,15 ha pour une unité d'inventaire de 50 m x 30 m).

### 3. Quadrat

- hauteur des régénérations, distribution spatiale, diversité
- Détection des configurations spatiales: indice de Green, IG

$$IG = \frac{(IB-1)}{n-1} \quad ; \quad IB = s_N^2 / N \quad (2)$$

IG varie de 0 (distribution aléatoire) à 1 (distribution agrégative maximale)

- Diamètre moyen

$$D_g = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad (3)$$

$n$  = nombre d'arbres du plateau et  $d_i$  = diamètre (en cm) de l'arbre  $i$ .

– Surface terrière moyenne

$$G = \frac{\pi}{40000 s} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (4) \quad (\text{attention ici } s \text{ est en ha})$$

– Contribution en surface terrière d'une espèce

$$C_s = 100 \frac{G_p}{G} \quad (5)$$

$G_p$  = surface terrière des arbres d'une essence donnée;  $G$  = surface terrière de l'ensemble des arbres.

– Hauteur de Lorey

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad \text{avec} \quad g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2, \quad (6)$$

#### 4. Volume

$v = \frac{\pi}{4} d^2 h f$  ;  $f$  = facteur de forme

$$V(h_1, h_2) = \frac{\pi}{4} \int_{h_1}^{h_2} d^2 dl \quad d^2 = f(h) \Rightarrow V(h_1, h_2) = \frac{\pi}{4} \int_{h_1}^{h_2} f(h) dl$$

Exemple:

*Isobertinia* (Wari-Maró):

$$V(h_1, h_2) = \frac{\pi}{4} \int_{h_1}^{h_2} 7.44(h-l)^{1.97} dl$$

## 5. Paramètres dendrométriques globaux

Moyenne d'un paramètre  $\bar{x}_p$  :

$$\bar{x}_p = \sum_{i=1}^k k_i \bar{x}_i \quad ; \quad k_i = s_i / \sum_{i=1}^k s_i \quad (7)$$

Ecart-type:

$$s_p^2 = \frac{1}{s^2} \sum_{i=1}^k \frac{s - s_i}{s} \sigma_i^2 \quad (8)$$

Tableau 6 : Résultats d'analyse statistique

**Exemple:**  
(Hauteur)

strate	$s_i$	$k_i$	$\bar{x}_i$	$\sigma_i$
1	17	23,6	23	23
2	21	29,2	34	34
3	34	47,2	19	19

$n = 100$

$\bar{x}_p = 24,3 \quad ; \quad s_p = 5,3$

## 6. Paramètres de régénérations

Densité de régénérations

$$\hat{N}_r = \frac{\sum_{l=1}^k N_l \bar{N}_{rd}}{N} \quad ; \quad \bar{N}_{rd} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} y_{li} \quad (9)$$

$\bar{N}_h$  = densité moyenne de régénération de l'espèce au sein du groupe l

N = nombre total de placeau contenus dans l'échantillon global;

$y_{li}$  = densité moyenne de régénération de l'espèce dans le  $i^{\text{ème}}$  placeau du groupe l

Variance

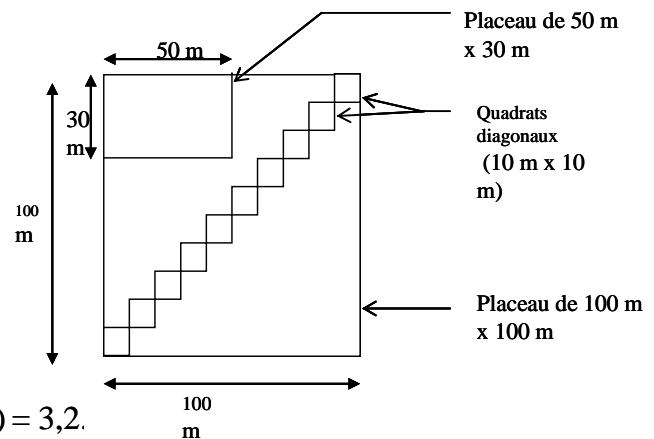
$$\hat{V}(\hat{N}_r) = \frac{1}{N^2} \sum_{l=1}^k N_l (N_l - n_l) \frac{s_l^2}{n_l} \quad s_l^2 = \sum_{i=1}^{n_l} \frac{(y_{li} - \bar{N}_{rl})^2}{n_l - 1}$$

Nl: nombre total d'unités de la strate l

$n_l$  = nombre d'unités échantillonnées  
dans la strate k

## 7. Applications

	$\bar{N}_r$ (plts/ha)	Nl	$n_l$
<i>Groupe 1</i>	0,3	2900	290
<i>Groupe 2</i>	21,5	4800	480
<i>Groupe 3</i>	11,5	1300	130
<i>Groupe 4</i>	7,0	1000	100



$$N = 10000 ; \bar{N}_r = 12,6 \text{ plants/ha} ; \hat{V}(\hat{N}_r) = 3,2.$$

Figure 10 : Disposition des quadrats à l'intérieur des grands placeaux

## 8. Paramètres écologiques

### Richesse spécifique

$$S = r \left[ 1 - \frac{(1-q)b_i}{\sum_{i=1}^n i b_i} \right]^{-1} \cdot q = \frac{n}{N_a} \quad \text{avec} \quad N_a = \frac{A}{s}, \quad (10)$$

$r$  = nombre total d'espèces trouvées dans les  $n$  placeaux

$b_i$  = nombre d'espèces trouvées dans le placeau  $i$

$s$  = surface du placeau

$A$  = surface du groupe ou communauté végétale

– Indice de diversité de Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \text{Log}_2 \frac{n_i}{n}$$

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$

$n$  = nombre total d'arbres du plateau.

– équitabilité de Pielou (Eq)

$$Eq = \frac{H}{H_{\max}} \quad \text{avec} \quad H_{\max} = \text{Log}_2 S$$

#### 9. Relation hauteur-diamètre

$h=f(d)$       Modélisation (transformation de Box-Cox)

#### **Conclusion**

Les dispositifs d'inventaire sont basés sur les objectifs poursuivis par l'étude. Il est recommandé d'allier objectifs et résultats attendus afin de rentabiliser les moyens qui vont être engagés.

## **Chapitre 4. Principes et méthodes de relevés phytosociologiques**

### **I. Introduction**

Les principes et méthodes de relevés phytosociologiques ont été développés par Pr. Brice Sinsin de l'Université d'Abomey Calavi (Sinsin, 2008). L'exposé théorique a été suivi par la présentation d'exemple d'analyse de données phytoécologiques (Mahamane, 2008).

L'analyse des communautés végétales nécessite de les structurer en espèces – communautés – paysages. La communauté végétale est définie comme un ensemble d'organismes végétaux (populations d'espèces) vivant ensemble dans une portion délimitée de l'espace et qui montrent entre eux une affinité ou une association définie.

Les types de communautés végétales sont conçus comme des unités basées uniquement sur leur composition floristique totale.

Parmi les espèces qui composent la communauté, certaines sont de meilleures indicatrices d'une communauté donnée que d'autres. L'approche cherche à utiliser ces espèces dont les relations écologiques en font les indicateurs les plus efficaces ; ce sont les espèces diagnostiques de la communauté (espèces différentielles).

Les espèces différentielles sont utilisées pour organiser les communautés dans une classification hiérarchique, avec l'association comme unité de base.

### **II. Objectifs**

La phytosociologie, à l'instar de la sociologie, est une discipline de la botanique (syntaxonomique) qui a pour but de décrire, caractériser, et de classer des communautés d'espèces végétales spontanément établies dans leur structure plus ou moins complexe.

L'objet de la phytosociologie est la phytocénose (~ espèce pour la taxonomie) ou communauté de plantes : phanérogames, ptéridophytes, bryophytes ou lichens.

En cela, la composition floristique est déterminante en phytosociologie à la différence d'autres types de classification des formations végétales basée sur leur physionomie et leur structure.

La méthode la plus largement utilisée est celle de Braun-Blanquet ou phytosociologie floristique (Webber *et al.*, 2000)

### III. Type d'échantillonnage

Trois types principaux d'échantillonnage sont identifiés :

#### 1) Echantillonnage aléatoire :

- Chaque point dans la zone étudiée a la même probabilité d'être choisi à chaque placement d'une unité d'échantillonnage.
- L'unité d'échantillonnage peut être localisée sur un système de référence (grille de coordonnées, photographie aérienne) à partir de tables de nombres aléatoires.
- (2) Marche aléatoire : unités d'échantillonnages sélectionnées à partir d'un angle et d'une distance tirée au hasard (semi-aléatoire).
- Pour une étude basée sur un test d'hypothèse (ANOVA, t-test,...) en théorie un échantillonnage au hasard est nécessaire dans chaque population (type de végétation)

#### 2) Echantillonnage systématique :

- Les unités d'échantillonnage dans la zone étudiée sont disposées à intervalles réguliers
  - Ex : grille de maille déterminée.

#### 3) Echantillonnage stratifié :

- Utiliser les connaissances déjà acquises sur la végétation et le milieu pour découper la zone à étudier en sous-zones plus homogènes qui seront échantillonnées séparément.
- Echantillonnage au sein des sous-zones de type aléatoire ou systématique.

#### 4) Méthode des transects :

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

#### **IV) Le relevé phytosociologique**

Le relevé phytosociologique est l'inventaire de l'individu d'association dans une aire floristiquement homogène. C'est l'échantillon élémentaire de données phytosociologiques. C'est aussi la liste floristique issue de cet inventaire floristique.



Photos 5 : Reconnaissance des types biologiques

#### **V) Préalables au relevé phytosociologique**

- Une bonne connaissance taxonomique de la flore locale est plus que nécessaire.
- La réalisation systématique de l'herbier de la zone d'étude est fortement recommandée.
- La reconnaissance des limites naturelles de la phytocénose est nécessaire (homogénéité floristique).

#### **VI) Démarche méthodique pour réaliser un relevé phytosociologique**

Une bonne connaissance de l'histoire du milieu d'étude :

- Pratiques agricoles
- Pâturage
- Feux de végétation
- Utilisations ou exploitations diverses
- Etc.

Description de la station :

- Date du relevé

- Coordonnées géographiques (GPS)
- Altitude
- Toponymie
- Formation végétale (espèces dominantes par strate)
- Conditions de station (classe texturale, régime d'eau, charge gravillonnaire, etc.)
- Pente du terrain
- Recouvrement du sol par strate (%)
- Exposition
- etc.

S'assurer que les espèces dominantes sont distribuées au hasard, aux fluctuations aléatoires près, pour donner une vision de répartition homogène des espèces constitutives : c'est le concept d'homogénéité floristique vérifiable mathématiquement selon la distribution des probabilités  $k$  de Pearson.

En forêt où les limites des phytocénoses ne sont pas perceptibles, les relevés sont effectués dans des stations systématiquement disposées le long de transects.

### Détermination de l'aire minimale

Déterminer de manière progressive la surface minimale représentative de l'échantillon de la phytocénose étudiée (i.e. contenant 90 à 95 % des espèces) en doublant les surfaces consécutives de relevés (commencer par 1 m<sup>2</sup> pour la strate herbacée et 5 m ou 10 m de côté pour la strate arborescente) : c'est l'aire minimale (Figures 11 et 12).

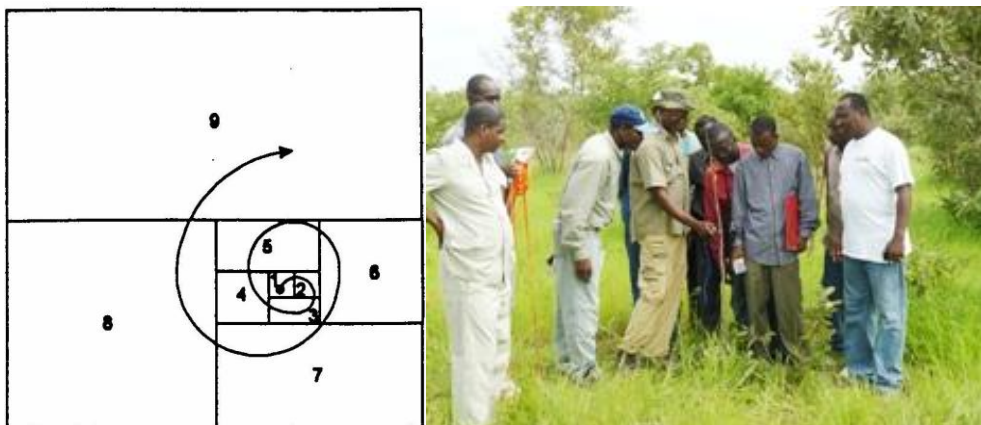


Figure 11 : Technique de détermination de l'aire minimale

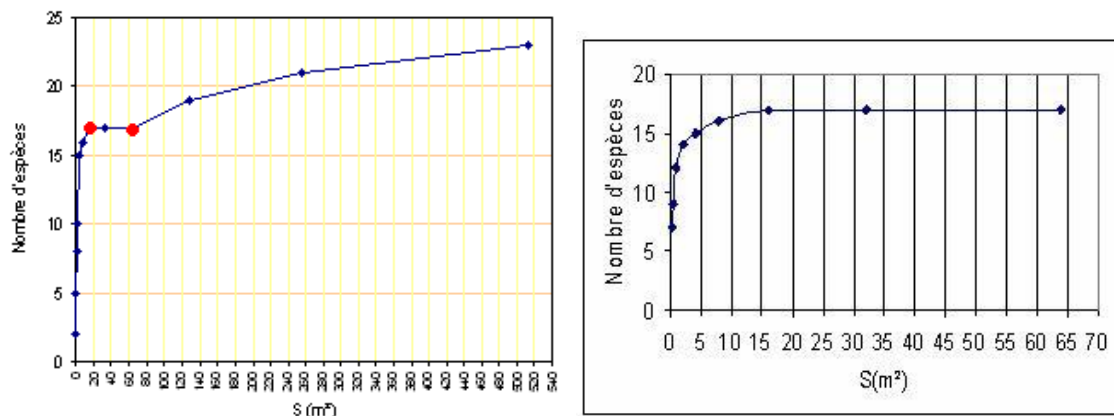


Figure 12 : Courbe aire - espèces

Cette aire minimale doit être déterminée en fonction du type de végétation. Les valeurs suivantes sont proposées en fonction des types de végétation (tableau 7):

Tableau 7 : Valeurs empiriques d'aires minimales pour différents types de végétations :

Type de végétation	m <sup>2</sup>
Forêts et savanes	1000 ou 900
Galeries forestières	500
Steppe, champs	2500
Formations contractées	2500
Strate herbacée pour les savanes, forêts et steppes	100
Prairies aquatiques (rectangulaire)	16

- Installer le plateau de relevé (plot ou parcelle délimitée) de taille au moins égale à celle de l'aire minimale à l'intérieur de la phytocénose étudiée.
- Faire l'inventaire exhaustif de toutes les espèces à l'intérieur de la station de dimensions au moins égales à celles de l'aire minimale.
- L'ordre de recensement des espèces n'importe pas au cours du relevé sur le terrain !

Affecter à chaque espèce recensée à l'intérieur du plateau un coefficient d'abondance-dominance correspondant à sa fréquence et à son poids au sein de la phytocénose.

L'échelle utilisée à cette fin est celle de Braun-Blanquet :

- + : 0 – 1% ; RM = 0,5%

- **1** : 1 – 5 % ; RM = **3** %
- **2** : 5 – 25 % ; RM = **15** %
- **3** : 25 – 50 % ; RM = **37,5** %
- **4** : 50 – 75 % ; RM = **62,5** %
- **5** : 75 – 100 % ; RM = **87,5** %

- Le Relevé est un échantillon élémentaire (observation)
- Il faut au minimum, un ensemble de 10 relevés – échantillons de la même phytocénose pour constituer le **Tableau Phytosociologique** de la phytocénose étudiée.

Du Tableau phytosociologique, il faudra en extraire le **relevé-type** (liste d'espèces le constituant avec leurs coefficients d'abondance-dominance) censé être celui qui traduit le mieux la composition floristique et l'écologie de la phytocénose étudiée.

## VII) Traitement des relevés phytosociologiques

Plusieurs méthodes de traitement peuvent être appliquées au jeu de relevés.

- Individualisation des phytocénoses :
  - La classification ascendante hiérarchique (dendrogramme)
  - L'ordination (plans factoriels)
- Indices et paramètres de diversité spécifiques :
  - La richesse spécifique
  - L'indice de diversité de Shannon-Wiener
  - Autres indices de diversité *alpha* et/ou de similitude (*beta*)
- Autres paramètres caractéristiques utiles :
  - Les types biologiques : Adaptation globale du végétal à l'égard du milieu, ensemble des particularités morpho-physiologiques qui permettent d'endurer un climat déterminé, surtout la saison défavorable. Il s'agit des types biologiques de Raunkier (1934, Figure 13).
    - **Thérophytes** : les Thérophytes sont des plantes dont la vie ne dure que quelques semaines à quelques mois et qui subsistent à l'état de graine durant la saison défavorable à la croissance.
    - **Hémicryptophytes**: Les Hémicryptophytes ont des bourgeons situés au niveau du sol. Les tiges et hampes florales sont renouvelées chaque

année. Ils peuvent porter leurs feuilles sur les tiges ou en rosette sur les souches.

- **Géophytes** (bulbe, tubercule, rhizome) : Les Géophytes (gr . gè, terre) ont des organes pérennants, portant les bourgeons, enfouis dans le sol.
- **Chaméphytes** : Les chaméphytes possèdent des bourgeons situés au-dessus du niveau du sol, mais à moins de 50 cm de hauteur. Ces plantes jouissent du microclimat particulier qui règne immédiatement au-dessus du sol. Elles sont éventuellement protégées, en hiver, par une couche de neige.
- **Phanérophytes**: Les phanérophytes sont des plantes ligneuses dont les bourgeons sont situés à plus de 50 cm au-dessus de la surface du sol (Nanophanérophytes < 2 m; Microphanérophytes 2 à 5m; mésophanérophytes 5 à 50 m; mégaphanérophytes > 50 m);
- Parasites : plantes qui vivent aux dépens des autres plantes.

Il faut établir les spectres biologiques des groupements. Le spectre biologique correspond à la proportion des espèces de chaque forme biologique dans un biotope donné.

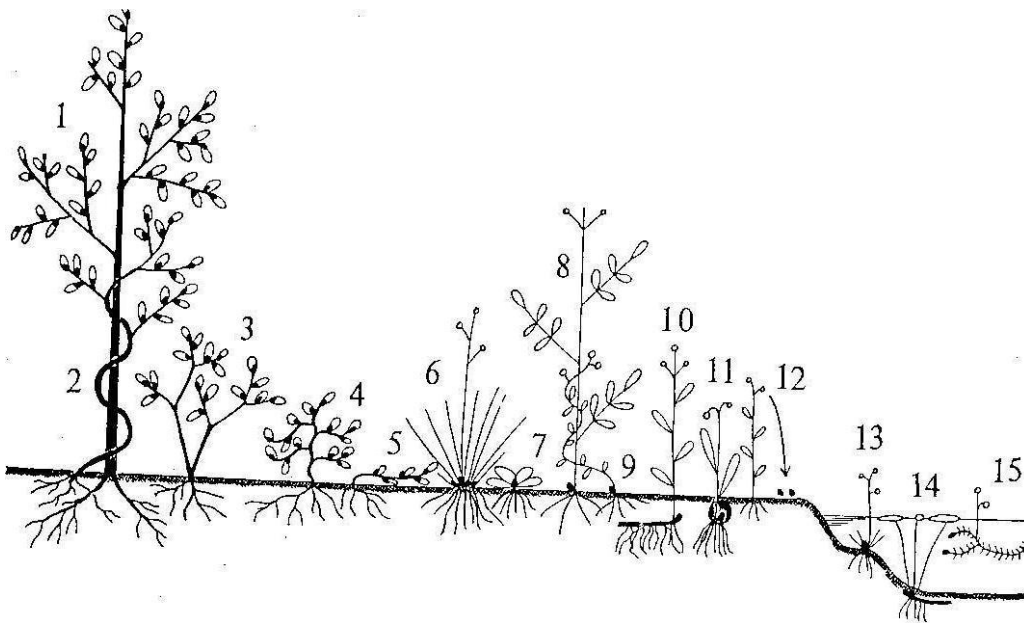


Figure 13 : Représentation schématique des principaux types biologique

avec 1 : mésophanérophyte ; 2 : liane phanérophytique; 3 : nanophanérophytes; 4 : chaméphyte frutescent; 5 : chaméphyte rampant; 6 : hémicryptophyte cespiteux; 7 : hémicryptophyte à rosette; 8 : hémicryptophyte dressé; 9 : liane hémicryptophytique; 10 :

géophyte rhizomateux; **11** : géophyte à bulbe; **12** : thérophyte; **13** : hydrohémicryptophyte; **14** : hydrogéophyte; **15** : hydrophyte nageant

- Autres paramètres caractéristiques utiles :
  - Les types phytogéographiques (White, 1983 ou 1986)
    - **Espèces à répartition continentale**
      - » Soudanien
      - » Sahélien
      - » Sahélo-Saharien
      - » Soudano-Guinéo-Congolais
      - » Guinéo-Congolais
      - » Soudano-Zambésien
      - » Pluri régional africain
      - » Afro tropical
      - » Afro-Malgache
    - **Espèces à large répartition**
      - » Afro-américain
      - » Paléotropical
      - » Pan tropical
      - » Cosmopolite
    - **Élément base (phytochorie d'étude)**

A partir de ces types, on peut établir le **spectre phytogéographique**.

### **VIII) Gestion à long terme des banques de relevés phytosociologiques**

Pour sécuriser les données, il faut saisir les relevés phytosociologiques dans la base de données phytosociologiques du laboratoire :

- VegDa

### **IX) Classification des unités phytosociologiques**

Faire des relevés phytosociologiques est une étape en phytosociologie. Pour réaliser une étude phytosociologique exhaustive, il est nécessaire de procéder à la classification des unités floristiques (phytocénoses) individualisées dans les hiérarchies phytosociologiques (Photos 6a et b).

- Sous-Associations d'Association (*-etosum*) : *Combretetosum – Acacietum campylacanthae* Strel 1963
- **Associations (-etum)** : *Acacietum campylacanthae* Schmitz 1950
- Alliances (*-ion*) : *Acacio-Hyparrhenion cymbarias* Strel 1963
- Ordres (*-etalia*) : *Hyparrhenio-Acacietalia campylacanthae* Strel 1963
- Classes (*-etea*) : *Hyparrhenietea* Schmitz 1963



Photos 6a : Pr Brice Sinsin expliquant les techniques de reconnaissance de l'homogénéité floristique des groupements d'une mare du Parc Régional du W du fleuve Niger ; 6b : reconnaissance des types physiologiques de savane.

## **X. Traitements**

Il y a une nécessité d'appliquer les méthodes appropriées ; néanmoins en phytosociologie, en fonction de leur accessibilité, les logiciels suivants peuvent être utilisés : CANOCO (Lepš & Šmilauer, 2003), PCORD, Twinspan, STATISTICA, etc.

## **Conclusion**

Le choix de la méthode de description dépend de plusieurs facteurs dont principalement l'objectif de l'étude, son échelle, le type d'habitat et les ressources scientifiques disponibles.

## **Chapitre 5. Suivi de la flore et de la végétation**

### **I. Introduction**

Le thème sur les méthodes d'étude de la flore et de la végétation a été donné par Pr. Sambou Bienvenu de l'Université Cheikh Anta Diop (Sambou, 2008). Il ressort qu'une bonne gestion des ressources végétales exige la connaissance de leur état et de leur dynamique qui repose sur le suivi d'un certain nombre d'indicateurs pour évaluer les sites à chaque pas de temps.

Ces indicateurs se rapportent aux descripteurs biophysiques et socio-économiques.

Pour une bonne connaissance de ces ressources, il est important de disposer de bons outils de collecte de données parmi lesquels les parcelles de suivi;

Le nombre relativement limité de ce type de dispositif de suivi en zone de savane et la multitude de procédures dans leur mise en place posent un problème de déficit de données et de comparaison des données existantes.

### **II. Objectifs**

Les objectifs du suivi sont fonction des thèmes, mais le plus souvent, il s'agit de connaître et suivre la dynamique des formations végétales :

- évolution des diamètres, régénération ;
- progression ou régression du front de végétation ;
- suivi de la strate herbacée.

### **III. Choix des sites d'implantation des parcelles de suivi**

Le réseau de placeaux doit être représentatif de toutes les unités de végétation, doù la nécessité de bien réfléchir sur le choix des sites d'implantation des parcelles de suivi :

- Caractère permanent de la parcelle;
- Coût élevé de sa mise en place;
- Coût élevé de sa maintenance;

Critères du choix des sites d'implantation des parcelles de suivi :

- Statut de la zone (domaine forestier classé : parcs nationaux, forêts classées, réserves naturelles);
- Représentativité du site par rapport à la zone d'étude;
- Homogénéité de la zone (topographie, types de sols, ...);
- Composition floristique (diversité des espèces, caractère monospécifique);
- Accessibilité (piste permanente, ...).

Suivi de mise en défens (aires protégées) et suivi de sous-exploitation.

#### IV. Matérialisation et pérennisation des parcelles de suivi

##### 1. Caractéristiques des parcelles de suivi :

La taille de la placette est variable avec un hectare comme la dimension la plus courante. La forme est également variable, mais très souvent c'est la forme quadratique de 1 ha (100m x 100m) qui est appliquée.

##### 2. Mise en place des parcelles de suivi:

###### a) Mise en place des lignes de base des parcelles

Les lignes de base permettent de faire le quadrillage de la parcelle et faciliter ainsi la cartographie (figures 14).

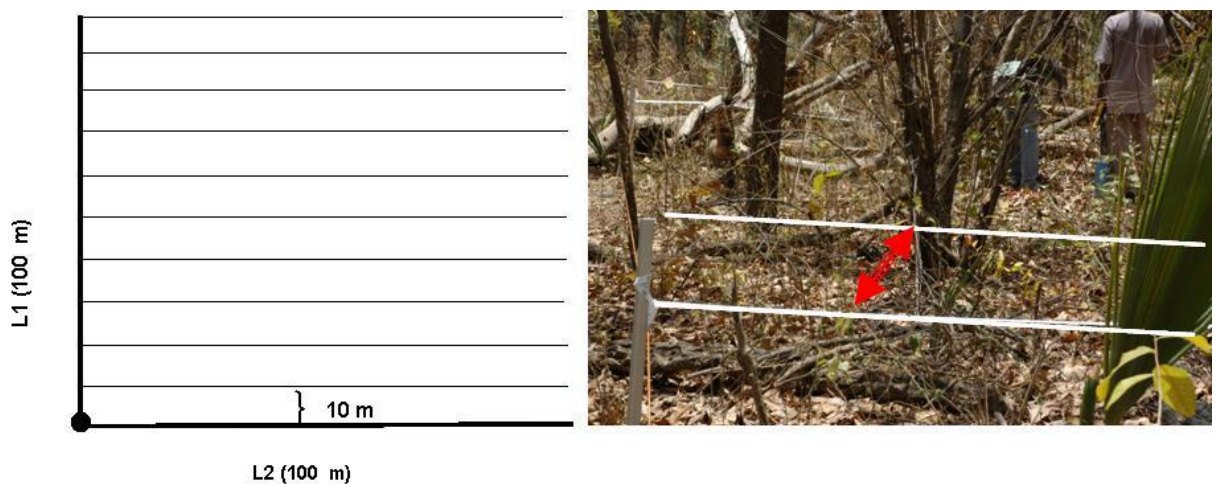


Figure 14 : mise en place des lignes de base des parcelles

###### b) Délimitation des bandes des parcelles

Les bandes sont délimitées suivant le schéma de la figure 15.

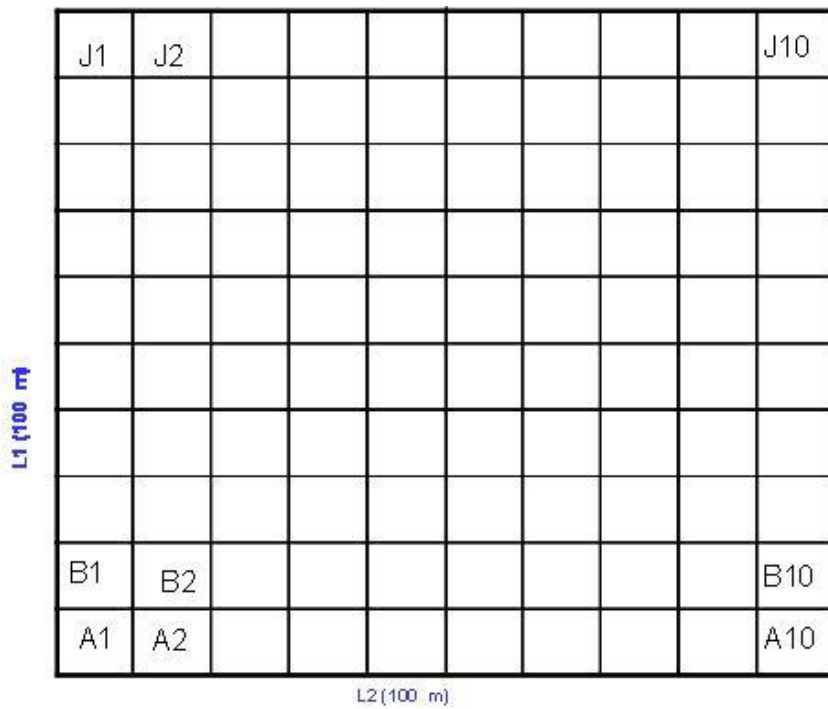


Figure 15 : Délimitation de la parcelle

c) Délimitation des placettes;

d) Repérage et étiquetage des individus

L'ensemble des individus de la placette doivent être cartographiés suivant leurs coordonnées x et y comme l'illustre la figure 16. Les différents individus doivent être étiquetés (photos 7 et 8).

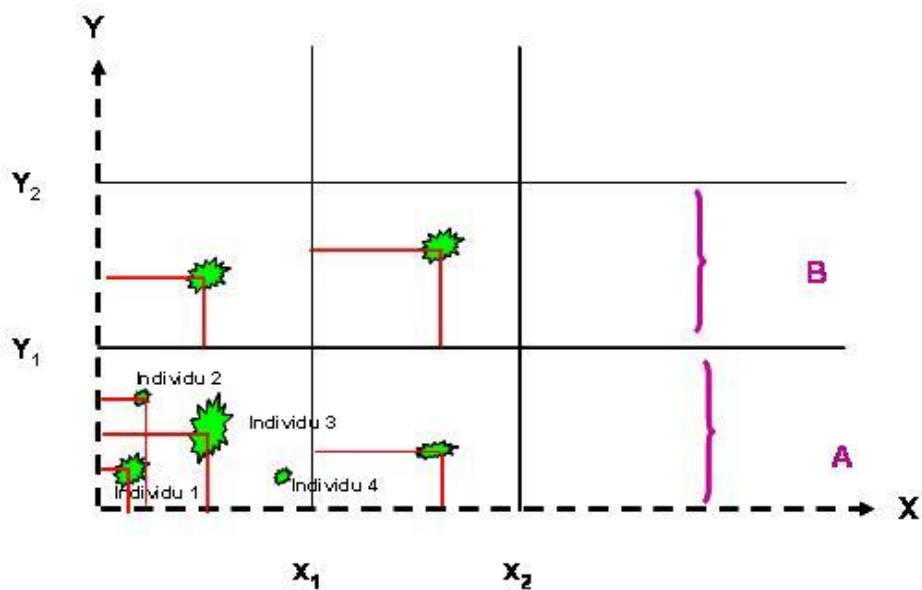


Figure 16 : repérage des individus



Photo 7 : Transcription d'un numéro sur une plaquette en aluminium



Photo 8 : Fixation de la plaque métallique sur le tronc d'un individu

e) Matérialisation et pérennisation des parcelles.

Pour réaliser convenablement les relevés ultérieurement sans risque de se tromper, il est utile pérenniser les parcelles d'observation (Figure 17).

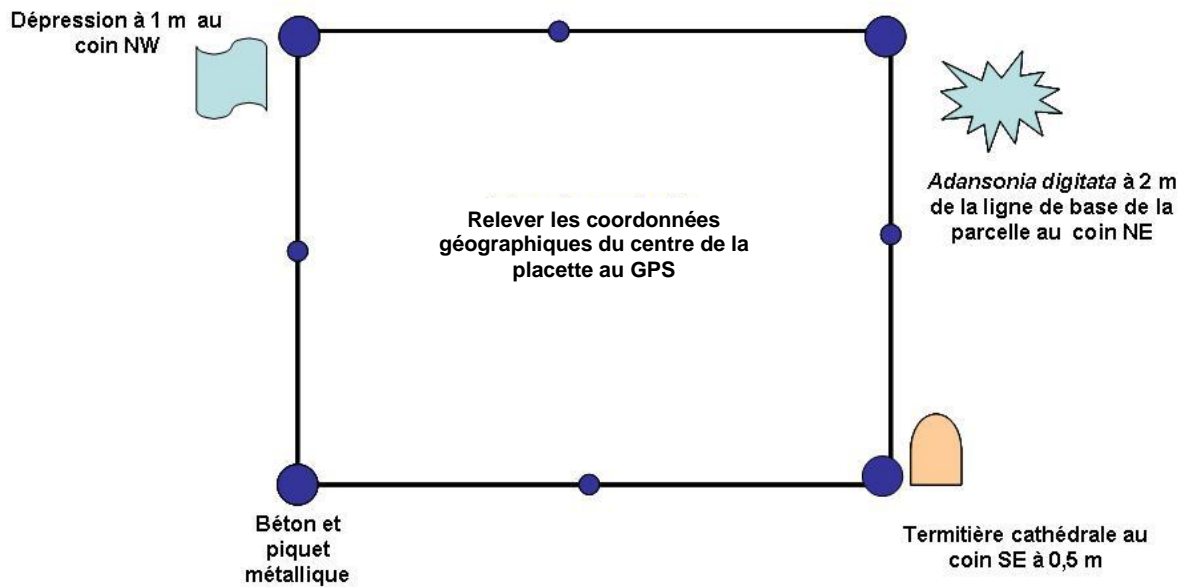


Figure 17 : Matérialisation et pérennisation de la parcelle

### 3. Taille et forme des placettes représentatives

La taille des parcelles est fonction de l'habitat ou communautés végétales. Les formes rectangulaires sont les plus recommandées. Ces parcelles peuvent être bornées de diverses manières. Il est toujours utile de chercher la collaboration des populations locales pour garantir la pérennité du dispositif dans certaines conditions. Les coordonnées GPS doivent être notées et bornage matériel (repère) assuré.

## V. Paramètres stationnels

Les paramètres stationnels sont :

- Date du relevé
- Coordonnées géographiques (GPS)
- Altitude
- Toponymie
- Formation végétale (espèces dominantes par strate)
- Conditions de station (classe texturale, régime d'eau, charge gravillonnaire, etc.)
- Pente du terrain
- Recouvrement du sol par strate (%)
- Exposition
- etc.

## VI. Données à récolter

Les données à récolter en fonction des formes biologiques et des types de végétation.

### 1. Ligneux

#### a. Savanes et forêts

Marquer les individus : 30 individus par localité et par zone écologique pour une espèce particulière. La proportion des espèces est établie en fonction des inventaires forestiers. Les variables récoltes sont :

Diamètre

Hauteur

Diamètre du houppier

Phénologie

#### b. Steppes et brousses tigrées

Suivi de la régénération

Suivi de la dynamique des bosquets et du recouvrement des individus

Suivi des organisations pelliculaires de surfaces

Marquage des individus mesurables

Suivi des individus dans les placeaux avec des repères bien précis non apparents

Evaluation et suivi de la productivité fruitière chez *Combretum micranthum*, *Boscia senegalensis*, *Grewia flavescens*, etc.

#### c. Cartographie des ligneux :

La cartographie des ligneux permet un suivi plus précis et pertinent des populations ligneuses.

Cette cartographie est coûteuse au regard des efforts en investissement qu'elle peut nécessiter.

Elle est réalisable en mesurant les coordonnées (x,y) à l'aide d'un ruban. Aussi, les GPS différentiels, garantissant une très bonne précision peuvent être également utilisés.

### 2. Herbacées :

#### a. Savanes et forêts

Il faut tenir compte des types biologiques ; pour les Hémicryptophytes, il faut tenir compte de la dynamique des plateaux de tallage. Pour ce faire, il faut installer 3 placeaux par zone et par type de végétation.

Il faut suivre le stock de carbone et de l'azote du sol, le rapport C/N (cf Inventaire forestier).

b. Steppes et brousses tigrées

Cf. inventaire forestier

## **VII. Périodicité de la collecte des données :**

La périodicité des relevés est variable en fonction des descripteurs biotiques.

1. Ligneux :

Pour les nouvelles recrues de la régénération, il est recommandé de faire les relevés au moins une fois par an. Sur les sites de restauration, il est conseillé de mesurer les diamètres et les hauteurs au moins une fois par an. Enfin pour les formations naturelles, le pas de temps retenu varie de 4 – 5 ans.

2. Herbacées :

Pour la strate herbacée, il est recommandé de faire les relevés annuellement (1 an).

## **VIII. Traitements**

1. Saisie des données

Appliquer la méthode selon les modèles appropriés. Il faut saisir les données sur tableur Excel ou tout autre tableur qui permet leur exportation vers des programmes de traitement ou de gestion de ces données (statistiques, analyse factoriel, bases de données).

Codage des données : Codez les noms scientifiques des espèces : exemple six lettres pour les nom d'espèces (*Combretum nigricans* : Comnig);

2. Analyse exploratoire des données

Plusieurs types de représentations graphiques sont possibles ; par exemple : histogrammes, courbes, dot plots, scatter plots.

### 3 Méthodes d'ordination

Redundance Analysis (RDA), Analyse Discriminant (AD), Analyse en Composantes Principales (ACP), Nonmetric Multidimensional Scaling (NMS).

### 4. Calcul d'indicateurs

#### ❖ *Diversité alpha :*

Elle est basée sur le calcul de l'indice de Shannon-Weaver

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

avec S = nombre total d'espèces

$p_i = (n_j/N)$ , fréquence relative des espèces

$n_j$  = fréquence relative de l'espèce j dans l'unité d'échantillonnage

N = somme des fréquences relatives spécifiques

Plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande.

#### ❖ l'équitabilité

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

#### ❖ *Diversité bêta :*

- La diversité bêta correspond à l'importance du remplacement des espèces ou des changements biotiques le long de gradients environnementaux.
- L'intérêt de l'étude de la diversité bêta est de compléter l'étude de la diversité alpha (richesse spécifique et indices de diversité) et de rendre compte de la diversité à l'échelle de la région.

#### *Étude des spectres biogéographiques*

Cet indicateur permet d'avoir une idée de l'évolution de la composition floristique sous les effets cumulés des différentes pressions environnementales (facteurs climatiques, édaphiques, anthropiques...).

**Conclusion**

La mise en place d'un dispositif de suivi permanent est couteuse parce que nécessite beaucoup d'efforts physique et financier. Pour minimiser les pertes, il est recommandé d'associer suffisamment les populations locales et les services déconcentrés pour minimiser les pertes d'un composant de ce dispositif.

## Chapitre 6 : Analyse des données d'inventaire de la végétation

### I. Introduction

Les méthodes d'analyse des données d'inventaire ont été développées par Glèlè (2008).

### II. Caractérisation de la végétation

#### 1. Structure de la matrice

Les données sont saisies dans un tableur Excel (tableau 9).

Tableau 8 : Résultats d'analyse statistique

N° de la	P1	P2	P3	P4	P5	...	P91	P92	P93	P94	P95
Acacia si	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0
Adanson	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0
Afzelia af	1	1	0	0	0	...	1	0	0	0	0
Aganope	0	0	1	1	0	...	0	3	0	1	1
Annona s	4	6	0	3	2	...	0	0	8	0	4
Anogeiss	4	6	5	2	0	...	6	3	7	0	8
Berlinia g	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0
Bombax	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0

#### 2. Méthodes d'analyse

NMS (Positionnement multidimensionnel) (Richardson, 1938, Kruskal, 1964; Dosse, 1995)  
PCA, DCA (Hill & Gauch, 1980) et CCA (Hill, 1974).

### III. Disposition des données pour le calcul des paramètres

Ces procédures permettent un calcul automatique des paramètres.

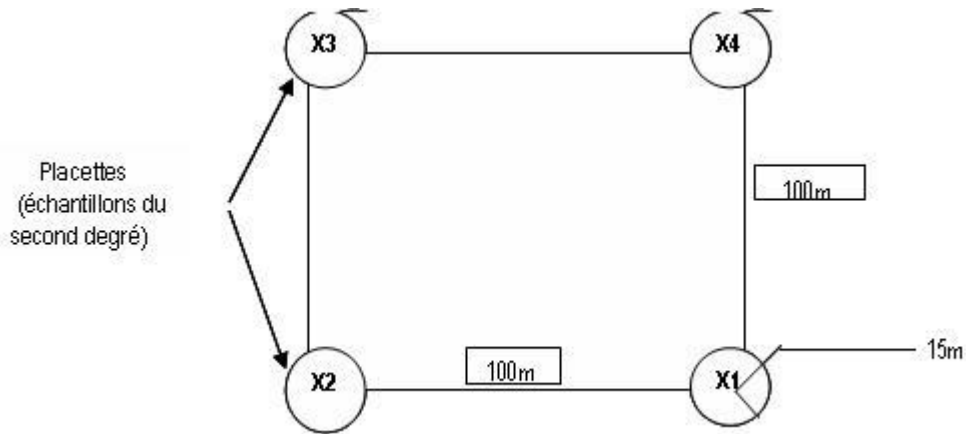


Figure 18 : Matérialisation de la placette

Tableau 9 : Tableau des données

N°Placette	Espèce	D1,3	Haut(m)	ga
1	31	20.70		0.034
1	31	32.48	17.7	0.083
1	14	15.29		0.018
1	31	20.70		0.034
1	31	24.52		0.047
1	31	24.52		0.047
1	31	24.20		0.046
1	31	20.70		0.034
1	31	14.01		0.015
1	31	14.33		0.016
1	31	28.03		0.062
1	31	29.94	16.8	0.070
1	31	20.70		0.034
1	31	16.88		0.022
1	31	21.66		0.037
1	31	12.10		0.011
1	31	21.02		0.035

### III. Tableau des données

Les données sont consignées dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 : Tableau des données

Groupe	Placettes	ensité (N/h)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)
1	P19	180.00	20.04	5.68
1	P24	153.33	22.13	5.90
1	P32	6.67	11.59	0.07
1	P34	120.00	24.76	5.78
1	P35	86.67	25.09	4.29
1	P38	60.00	21.93	2.27
...				
2	P8	100.00	45.78	16.46
2	P10	193.33	30.85	14.45
2	P11	206.67	28.85	13.51
...				
3	P7	160.00	42.07	22.24
3	P20	120.00	44.24	18.44
3	P25	120.00	24.00	5.43
...				
4	P5	126.67	29.30	8.54
4	P17	133.33	37.16	14.46
4	P27	86.67	21.60	3.18

#### IV. Tests statistiques

Comparaison des groupes ou communautés végétales sur la base des paramètres dendrométriques et écologiques)

Application du Test t de Student

H0: égalité des moyennes du paramètre pour les deux communautés)

Condition d'application: Normalité, homogénéité

Pour vérifier la Normalité on peut appliquer le test de Shapiro-Wilk (Ryan-Joiner), Anderson-Darling, Kolmogorov-smirnov

**Echantillonnage stratifié**: modèle partiellement hiérarchisé

Echantillonnage à p degrés: modèle complètement hiérarchisé

Condition d'application: Normalité, homogénéité

Rejet conditions d'application

Tests alternatif: test non paramétrique de Kruskal-Wallis

Disposition des données et analyse: voir Fichier Excel

#### V. Structures en diamètre et en hauteur

- Détermination de la longueur de classe

- Calcul des fréquences de classe
- Calcul des densités d'âge dans les classes

$$d_c = n_a p_c / n_p s$$

$d_c$  : densité en arbres/ha de la classe  $c$

$n_a$  : nombre total d'arbres considérés

$p$  : fréquence (relative) de la classe considérée

$n_p$ : nombre de placeaux considérés

Tableau 11. Fréquences et densités observées des classes de diamètre (cm) et de hauteur (m).

Classe de Diamètre (cm)	%	Densité observée (arbres/ha)	Classe de hauteur (m)	%	Densité observée (arbres/ha)
10_20	43,38	48,72	5_7	1,80	0,42
20_30	26,03	29,23	7_9	2,99	0,69
30_40	13,70	15,38	9_11	5,39	1,25
40_50	5,94	6,67	11_13	8,98	2,08
50_60	1,37	1,54	13_15	12,57	2,92
60_70	4,11	4,62	15_17	17,96	4,17
70_80	1,37	1,54	17_19	21,56	5,00
80_90	1,83	2,05	19_21	12,57	2,92
90_100	0,91	1,03	21_23	6,59	1,53
100_110	0,46	0,51	23_25	3,59	0,83
110_120	0,00	0,00	25_27	2,40	0,56
> 120	0,91	1,03	27_29	1,20	0,28
			> 29	2,40	0,56

### Structure en diamètre

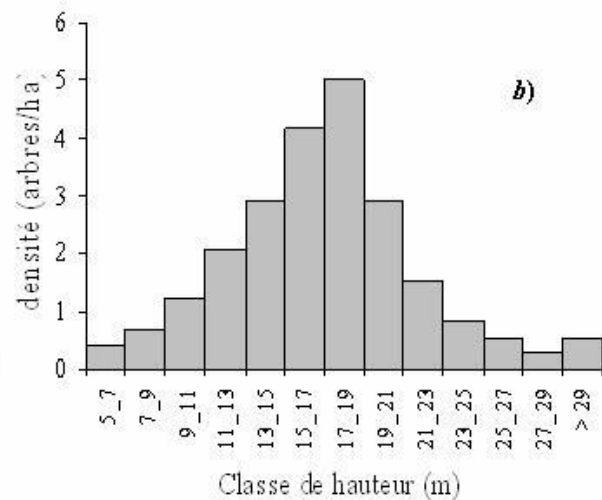
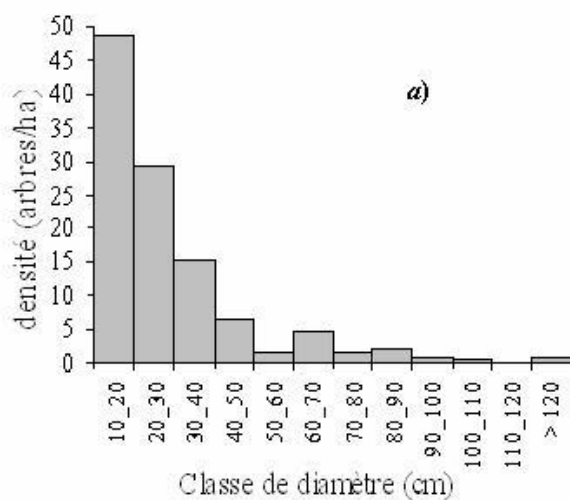


Figure 19 : Structure en diam7TRE avec (a) diamètre en jachère préforestière et (b) hauteur en forêt dense typique

## VI. Calcul des paramètres

### Surimposition de la distribution de Weibull aux structures

$$f(x) = \frac{c}{b} \left( \frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[ - \left( \frac{x-a}{b} \right)^c \right]$$

a= est le paramètre de position

a=10 cm (diamètre); a = 2 m (hauteur)

b= est le paramètre d'échelle ou de taille

c= est le paramètre de forme lié à la structure observée

### Estimation des paramètres

Algorithme basé sur la méthode du maximum de vraisemblance (Burk et Newberry, 1984 ; Zarnock et Dell, 1985).

$c < 1$	Distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multisécifiques ou inéquiennes.
$c = 1$	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction.
$1 < c < 3,6$	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monosécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
$c = 3,6$	Distribution symétrique; structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monosécifiques de même cohorte.
$c > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monosécifiques à prédominance d'individus âgés.



Classe de Diamètre (cm)	Densité observée (arbres/ha)	Densité théorique (arbres/ha)	Classe de hauteur (m)	Densité observée (arbres/ha)	Densité théorique (arbres/ha)
10_20	48,72	47,73	5_7	0,42	0,13
20_30	29,23	26,45	7_9	0,69	0,76
30_40	15,38	15,37	9_11	1,25	1,66
40_50	6,67	9,11	11_13	2,08	2,60
50_60	1,54	5,46	13_15	2,92	3,32
60_70	4,62	3,29	15_17	4,17	3,63
70_80	1,54	2,00	17_19	5,00	3,46
80_90	2,05	1,22	19_21	2,92	2,89
90_100	1,03	0,75	21_23	1,53	2,11
100_110	0,51	0,46	23_25	0,83	1,35
110_120	0,00	0,28	25_27	0,56	0,76
> 120	1,03	0,18	27_29	0,28	0,37
			> 29	0,56	0,15

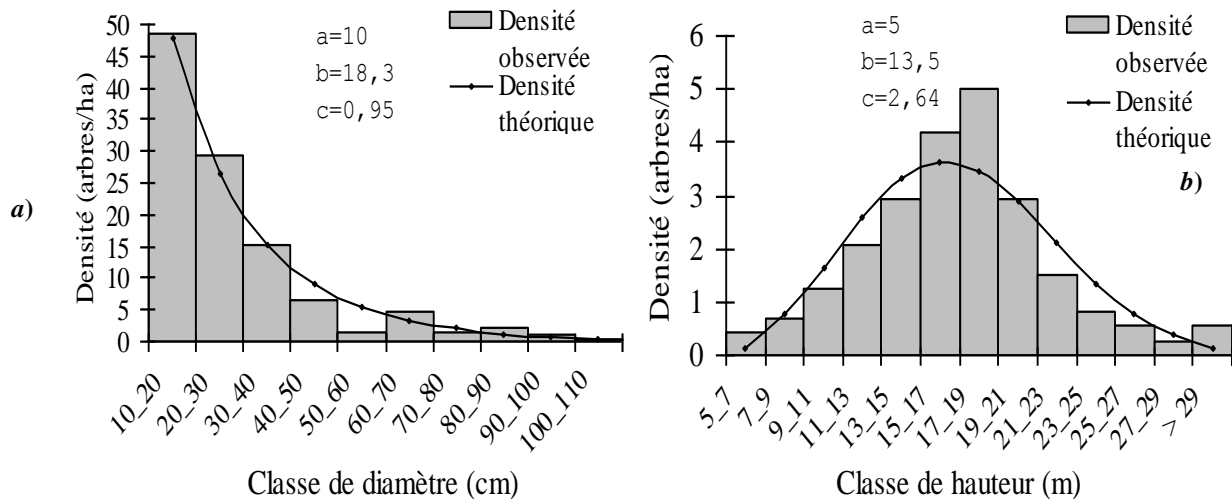


Figure 20 : (a) Structure en diamètre et (b) hauteur

## VII. Test d'ajustement à la distribution de Weibull

### Test Chi2 d'ajustement de Pearson

Hypothèse nulle: indépendance entre fréquences observées et théoriques

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_i - \hat{F}_i)^2}{\hat{F}_i}$$

**Inconvénients:** nombre de classes, effectif par classe

### **Analyse log-linéaire**

Analyse de la variance itérative sur le log des fréquences ou densités d'arbres observées et théoriques

$$\text{LogFréquence} = F + F_{\text{Classe}} + F_{\text{Ajustement}} + F_{\text{Classe} \cdot \text{Ajustement}} + \varepsilon.$$

### **VII. Interprétation de la structure**

L'interprétation de la structure est fonction de la nature du peuplement. On distingue habituellement deux cas.

#### 1. Peuplement équienné ou monospécifique :

La distribution peut être :

- une distribution normale
- une distribution dissymétrie droite qui traduit la prédominance dans le peuplement d'individus jeunes

(paramètre  $c$ : entre 1 et 3.6)

La distribution peut être :

- distribution normale
- dissymétrie gauche : prédominance d'individus de gros diamètre dans le peuplement ( $c > 3.6$ )

#### 2. Peuplement inéquienné ou multispécifique:

La distribution est exponentielle négative.

La distribution peut s'ajuster à une distribution de Weibull qui est très flexible.

### **IX Eléments de modélisation de la dynamique des populations**

La modélisation des populations des essences forestières est nécessaire pour l'aménagement des peuplements forestiers. La paramétrisation du modèle nécessite la collecte de données biophysiques et socioéconomiques qui déterminent la dynamique des biotopes.

## 1. Les descripteurs biophysiques

### a. Les descripteurs biotiques

Pour réaliser le modèle de dynamique, il est utile de disposer de données par rapport aux descripteurs suivants :

- la densité de la population de l'espèce,
- la structure des classes de hauteur et de diamètres,
- la densité de la régénération,
- la densité séminale édaphique,
- la qualité de production actuelle en semences par les semenciers,
- la densité des semenciers dans le biotope,
- les prédateurs des semences,

### b. Les descripteurs physiques du milieu

Il s'agit de noter l'ensemble des paramètres du milieu physique :

- géomorphologie,
- topographie,
- profondeur du sol,
- texture du sol,
- passage des feux d'aménagement ou de brousse.
- etc.

## 2. Les descripteurs socioéconomiques

Les modes d'utilisation des ressources par les populations locales influent beaucoup sur leur dynamique. Les descripteurs socioéconomiques se rapportent :

- types d'organes récoltés, les périodes de récoltes et les quantités
- les règles d'accès,
- etc.

## 3. Le modèle

La modélisation consiste en l'implémentation des interactions qui existent entre les différents descripteurs pour traduire les dynamiques qui en résultent. La figure 18 illustre les différentes boucles du modèle de dynamique (Glèlé, 2008).

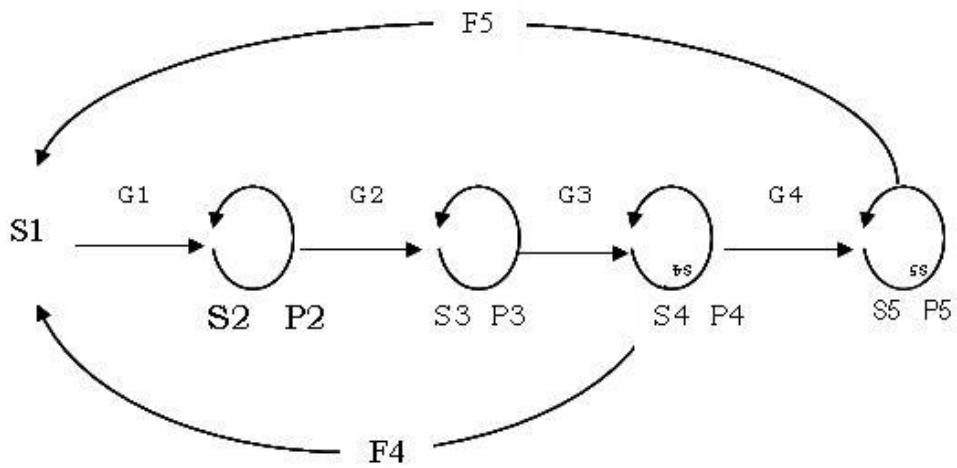


Figure 21 : Modélisation de la dynamique des populations

### Conclusion

L'analyse des données d'inventaire de la végétation et du milieu doit être réfléchie avant même la campagne de collecte des données. Pour ce faire, il faut veiller au choix judicieux du type d'échantillonnage et penser à faire des tests de normalité.

## **Chapitre 7 : Proposition de méthode d'étude ethnobotanique**

### **I. Introduction :**

L'exposé sur les méthodes ethnobotaniques a été donné par Pr. Saadou Mahamane de l'Université Abdou Moumouni (Saadou, 2008).

L'ethnobotanique s'intéresse aux plantes utiles à l'Homme ; il s'agit ici de l'Homme en tant qu'élément du monde vivant, mais aussi vu à travers ses activités socio-économiques. En effet, depuis toujours l'Homme utilise les plantes pour satisfaire des besoins vitaux aussi nombreux que variés, ceci de façon empirique.

De nos jours le champ des usages s'est considérablement élargi et le développement de la science a permis de justifier certains de ces usages.

Si nous considérons l'espace ouest-africain, il s'étend sur plusieurs compartiments biogéographiques avec chacun un climat, une flore et une végétation différente, ainsi que des peuples différents ayant développé dans ces milieux des cultures variées.

C'est pourquoi, il m'est difficile de vous présenter une méthode d'étude ethnobotanique susceptible de couvrir toutes les situations ; j'ai donc choisi de vous présenter quelques fiches utilisées par les botanistes du Niger, ainsi que quelques résultats obtenus en espérant qu'elles vont susciter des discussions enrichissantes pour nous tous.

### **II. Méthode d'enquête ethnobotanique**

Les méthodes sont présentées en fonction des usages des produits.

#### **1. Enquête ethnobotanique sur les espèces végétales à usage alimentaire :**

Pour les plantes à usage alimentaires les descripteurs à noter sont : la longitude et la latitude, les stations des récoltes, le nom du répondant, l'âge et le sexe, l'ethnie et le domaine et secteur phytogéographiques.

L'usage alimentaire d'une plante peut être appréhendé à travers plusieurs aspects. Les paramètres suivants sont à noter :



- les noms scientifiques de l'espèce végétale en langues nationales,
- le type biologique,
- et la nature de la plante : plante sauvage, plante cultivée, plante sauvage cultivée
- l'organe comestible de la plante : fleur, graines, fruit (préciser la partie), tige, feuille, racine, rhizome, tubercules, bulbe ou la plante entière.
- l'affinité biogéographique
- la phénologie,
- la période annuelle de récolte,
- le mode de reproduction : par voie de

Photo 9 : *Bombax costatum* en fleur sur la route de Diapaga (Burkina Faso)

Il est utile de s'intéresser à l'écologie de l'espèce :

L'espèce est-elle attaquée :

- par les insectes ?
- par les agents de maladies cryptogamiques ?
- par d'autres organismes (à préciser) ?

Les autres utilisations de l'espèce doivent être également appréhendées. Il s'agit des utilisations comme :

- aliment de bétail
- plante médicinale (pour les Hommes ou les animaux)
- matériau de construction d'habitat
- combustible
- lutte antiérosive
- autres (préciser)

Les méthodes de récolte ont un impact important sur les espèces. Ainsi, il est utile de noter si la récolte est faite par les femmes, les hommes, et ou les enfants.

Aussi, il est judicieux de noter la forme sous laquelle l'organe est consommé par exemple à l'état frais, sec, préparé. S'il y a préparation, il faut noter le mode préparation.

Enfin, il est nécessaire de préciser s'il s'agit d'un aliment de période de disette ou non.

## **2. Enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales**

Comme pour les plantes utilisées en alimentation il est nécessaire de noter les caractéristiques de la station de récolte de la plante. Il est recommandé de noter :

a) Les informations doivent être rapportées par rapport à :

Tradipraticien :

Nom et Prénoms :

Date et lieu de naissance :

Langues parlées :

Expériences : Depuis quand exercez-vous ce métier ?

Pays étrangers visités dans l'exercice du métier :

b) Recettes : Il s'agit de décrire dans les détails la composition des recettes en spécifiant :

T : tige, E : écorce, B : bois, F : feuilles, R : racines

- Préparation du médicament :

1ère recette,

2ème recette,

3ème recette.

- Posologie :

- classes d'âges :

- sexe :

Afin d'envisager des mesures de protection, il est utile de noter des informations sur les plantes médicinales menacées de disparition parmi celles citées par le répondant, les causes des menaces, etc.

Pour tenir compte de l'expérience du répondant, il est utile de noter son avis les espèces menacées à travers la question que peut-on faire pour qu'elles réoccupent le milieu ?

### 3. Enquête ethnobotanique sur les plantes utilisées en artisanat et service :

En milieu rural, les plantes sont diversement utilisées par les populations.

#### 3.1. Moyens de transports

L'enquête doit ressortir le type de bois utilisé pour confectionner des moyens de transport.

1°/ Avec quel type de bois fabriquez-vous vos pirogues ?

2°/ Quels types de bois utilisez-vous pour la confection

Des selles de chevaux ?

Des selles de dromadaires ?

Des selles d'ânes ?

3°/ Quels types de bois utilisez-vous pour attacher vos animaux ?

#### 3.2. Sources d'énergie :

L'exploitation des forêts pour satisfaire les besoins en bois énergie des populations détermine un impact important sur la dynamique des espèces. Il s'agit le phénomène à travers les questions suivantes :

a) Quel type d'énergie utilisez-vous dans vos maisons :

- pour la cuisson des aliments?

- allumage du bois ?

- charbon de bois ?

- paille ?

- pour l'éclairage ?

- lampe à huile ? Si oui, avec quel type de mèche ?

b) pour obtenir le bois, coupez-vous les arbres des forêts environnantes ?

c) Avez-vous un sarkin Dawa ?

d) quelles sont les espèces préférées par la population ?

- comme bois de feu ?

- comme bois de service ?

e) Que pensez-vous de la destruction des arbres dans votre terroir ?

f) Quelles sont les espèces disparues ou en voie de disparition ?

### 3.3. Fibres et éponges végétales

Les fibres de diverses espèces sont prélevées en milieu rural pour plusieurs usages qui peuvent déterminer un rôle sur la dynamique des espèces faisant l'objet des récoltes.

- a) Citez les espèces à fibres végétales utilisées dans votre terroir ?
- b) Citez les espèces à éponges végétales ?
- c) Comment-vous procurez-vous ces fibres ?

### 3.4. Gestion de l'eau

Il s'agit de noter si les organes des espèces sont utilisés dans la gestion de l'eau à travers les questions suivantes :

Si vous avez un puits dans votre localité,

Comment se fait l'exhaure ?

- |             |  |
|-------------|--|
| - Chadouf ? | Quel bois ?                              |
| -Puisette   | caoutchouc ?      Calebasse ?            |
| - Poulie ?  | Quel bois utilisez-vous pour la poulie ? |

Si votre puits est traditionnel quelles plantes utilisez-vous pour le soutenir ?



(a)



(b)

Photo 10(a) Poulie confectionnée à partir de tige de *Balanites aegyptiaca* et 10(b) exhaure de l'eau à partir du puits

### 3.5. Gestion des Ressources Naturelles (GRN)

Il s'agit de voir si l'introduction de l'enseignement de la GRN à l'école prépare les enfants à devenir des défenseurs potentiels de l'environnement.

### 3.6. Habitats :

L'utilisation du matériel végétal dans la construction des habitations peut avoir un impact remarquable sur la dynamique des espèces. Il s'agit d'évaluer les pressions à travers la série de questions suivantes.

Quel bois utilisez-vous pour confectionner les charpentes des cases ?

- La clôture des maisons ?
- Les greniers ?
- Les ustensiles de cuisine ?
- Les suspenseurs ?
- Les lits ?
- Les nattes ?
- Les rideaux
- Les portes ?

### 3.7. Terres de cultures

Il s'agit de faire ressortir les espèces utilisées dans les pratiques culturelles en spécifiant la fonction pour laquelle elles sont utilisées. La série de questions suivantes peuvent être retenues dans le questionnaire :

Quelles plantes utilisez-vous pour délimiter les champs ?

Quelles sont les plantes indicatrices de mauvaise fertilité du sol ?

Quelles sont les plantes indicatrices de bonne fertilité du sol ?

Pratiquez-vous la jachère ?

Quelles sont les plantes insecticides de votre terroir utilisées pour la protection des greniers ?

Quelles espèces utilisez-vous pour les manches d'instruments aratoires ?

Quelles espèces utilisez-vous pour les manches d'armes blanches ?

Laissez-vous certaines plantes dans le champ ? si oui lesquelles ?

Pratiquez-vous les haies vives ? avec quelles espèces ?

### 3.8. Culture :

Sur le plan culturel, il est utile de relever les espèces utilisées dans la confection de divers matériels à travers les questions qui suivent :

Quel bois utilise-t-on pour la fabrication de :

- tam-tam ?

- flûtes?
- violon ?
- molo?
- kalangou ?

### 3.9. Elevage :

Les espèces utilisées en élevage sont également à relever à travers des questions ciblées :

- Dans quel type de récipient conservez-vous et battez-vous le lait ?
- Utilisez-vous les plantes pour soigner vos animaux ?
  - Lesquelles ?

### 3.10. Métier à tisser :

Les organes des plantes utilisées dans le tissage sont à utiliser à travers également des questions ciblées comme : Quel bois utilisez-vous pour les métiers à tisser (instruments du tisserand) ? etc.

## III. Traitement des données

### 1. Choix d'une méthode d'analyse

Les méthodes d'exploitation des données dépendent de plusieurs facteurs :

- des objectifs que l'on s'est donnés au départ,
- la taille des données à traiter
- et de la disponibilité de l'outil statistique.

Dans la plupart des cas, il est possible de faire des calculs de statistique descriptive à partir du tableur Excel. Cependant, très souvent l'utilisation de logiciels statistiques s'avère nécessaire. Dans ces conditions, il faut faire recours à un spécialiste. A titre indicatif, il est possible d'utiliser SPSS, SASS, STISTICA, etc.

### 2. Choix des variables et de leurs modalités

Dans le cas de l'utilisation d'un logiciel statistique, il faut veiller à coder les variables issues des enquêtes. Le codage consiste à décomposer chaque variable en un nombre raisonnable de modalités. Les modalités sont généralement définies en fonction du seuil de variation de la variable. C'est ainsi qu'on peut travailler sur des variables quantitatives et qualitatives.

## **Conclusion**

De nombreux aspects restent encore inexplorés par la science au NIGER, parmi lesquels on peut citer, les traitements médico-magiques, la réduction des fractures, le travail des charmeurs des serpents etc. qui utilisent tous des plantes.

Par ailleurs au Niger, si nous considérons tout particulièrement les plantes spontanées utilisées dans l'alimentation, elles ont toujours pris le relais des plantes cultivées chaque fois que les récoltes ont été mauvaises donc quand la saison pluvieuse n'a pas répondu aux attentes des paysans. Certaines sont même connues des populations en raison du rôle spécial qu'elles jouent en période de disette.

Les plantes médicinales sont très largement utilisées par les populations urbaines comme rurales, surtout en raison du coût élevé des produits pharmaceutiques.

Au Niger parmi les produits végétaux économiquement importants, on peut encore citer la gomme arabique, les teintures, les salades, les légumes feuilles.....

## **Recommandations**

1) Nomenclature :

Sur recommandation de la réunion de Yangambi Aubreville (1957) avait envisagé l'établissement d'un atlas des types de végétation de l'Afrique. Des efforts ont été accomplis par l'AETFAT (White, 1986). Il serait judicieux que l'ABAO et l'AETFAT associent leurs efforts pour faire aboutir cet atlas.

2) Critères de description de la végétation:

Jacques-Félix (1962), dans son remarquable ouvrage sur les graminées d'Afrique tropicale, décrit les types morpho-biologique, basés sur la morphologie générale et sur les modalités de la ramification. Descoing (1975), reprenant l'idée de Jacques Felix, a proposé les types biomorphologiques (T.B.M.) nettement distincts des types biologiques de Raunkiaer.

Ces T.B.M. sont extrêmement utiles dans l'étude des formations herbeuses. A cet effet, il est fondamental de tenir compte de ces critères mis au point par Descoing (*Op. cit.*) dans la description des formations graminoides.

3) Le Projet SUN a montré qu'il est tout à fait possible de conduire des travaux de recherche sur plusieurs bioclimats. Il serait intéressant de persévérer dans ce sens pour élaborer des

projets régionaux fédérateurs sur les savanes et les forêts qu'on retrouve dans plusieurs bioclimats afin de réaliser une comparaison de leur composition floristique en fonction des types de sol.

4) L'atelier a jugé pertinent de travailler en étroite collaboration avec les Universités des pays anglophones. Ceci pourrait être envisagé dans le cadre de l'ABAO.

5) Les bases de données constituent des outils efficaces dans le suivi et la gestion des écosystèmes. Il s'avère de ce fait utile de répertorier tous les travaux réalisés (Thèse, DEA, etc.) afin de les intégrer dans la base de données du projet SUN.

6) Le problème récurrent des ligneux multicaules doit être abordé en réseau afin de circonscrire la diversité liée aux bioclimats.

7) Les universités qui ont des jardins botaniques sont invitées à conduire des essais sur les espèces locales pour aborder leur biologie.

### **Conclusion générale**

L'atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest, tenu du 4 au 9 août 2008, a permis aux chercheurs de 5 pays d'approfondir leurs réflexions sur les principaux thèmes qui recouvrent l'analyse de la flore et de la végétation. Il s'agit de l'écologie de la brousse tigrée, l'inventaire forestier, les dispositifs de suivi permanent, les principes et méthodes de relevés phytosociologiques, l'analyse des données d'inventaire de la végétation et les méthodes d'étude ethnobotanique. Sur tous les thèmes, un consensus s'est dégagé et les participants à la réunion se sont engagés à compiler les éléments majeurs de leurs réflexions dans ce guide méthodologique.

Relativement aux méthodes d'étude ethnobotanique, les participants ont retenu le principe de continuer à utiliser la méthode débattue au cours de l'atelier en attendant l'organisation d'une réunion qui sera élargie à des socio-économiques, des forestiers, etc.

Pour améliorer le guide méthodologique, des recommandations ont été formulées. C'est ainsi qu'il est demandé :

- Aux participants de l'atelier de s'approprier du document méthodologique élaboré et adopté de façon consensuelle pour s'assurer de sa plus large diffusion,
- La poursuite des discussions entre les enseignants chercheurs et des chercheurs des universités de l'Afrique de l'Ouest,
- L'organisation dans un proche avenir d'une session de formation sur les techniques d'analyse des données d'inventaire.

L'atelier recommande une diffusion plus large du document méthodologique sous forme de brochures dont les différents membres assureront son élaboration.

L'atelier relève que l'harmonisation suppose également l'utilisation de matériel commun, pour ce faire, l'atelier recommande que les équipes échangent des informations sur les outils disponibles afin que le même matériel soit utilisé par les différentes équipes.

L'atelier recommande aux leaders de groupe du projet SUN, ainsi qu'aux spécialistes des thèmes traités au cours de l'atelier, de préparer le fascicule du document méthodologique en vue de son amendement à l'atelier de Bobo Dioulasso.

### **Bibliographie:**

- Assogbadjo E. A., 2008. – Echantillonnage a des fins d'étude génétique et de conservation de la phytodiversité génétique intraspécifique. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Aubreville A., 1957. – Accord de Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. *Bois et Forêts des Tropiques* **51** : 23-27.
- Baina D., 2000. - Contribution a l'étude floristique, écologique et phytosociologique de la forêt classée de Gourou Bassounga et des milieux cultivés adjacents. Thèse de Doctorat de 3e cycle de Biologie et Ecologie Végétales. Université Abdou Moumouni de Niamey. 151p.
- Baumer M., 1995. - Forêts - parcs ou parcs arborés ? *Bois et Forêts des Tropiques* - N° 240 : 53 - 66.
- Boussim J. I., 2008. – Méthodes d'inventaire forestier appliquées au Burkina Faso. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Boudet, G. (1977). "Contribution au contrôle continu des pâturages tropicaux." *Rev. Elev.Med. vét. Pays trop.* **30**(4): 387-406.
- Boudouresque E., 1995.- La végétation aquatique du Liptako (République du Niger). Thèse

de Doctorat d'Etat. Université de Paris–Sud, Centre d'Orsay. N°d'ordre : 3638 E, 385p.

- Descoings B., 1975. - Classification des formations herbeuses par la structure de la végétation. Colloque de Bamako : 353 – 357.
- Descoings B., 1972. –Note sur la structure de la structure de quelques formations herbeuses du Lampto (Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan*, sér. E (Ecologie), T V, fasc. 1 :
- Descoings B., 1975. - Les types morphologiques et biomorphologiques des espèces graminoides dans les formations herbeuses tropicales. *Natur. Monsp. sér. Bot. Fasc. 25* : 23-35.
- De Wispelaere, G. (1990). Dynamique de la désertification au sahel du Burkina Faso : Cartographie de l'évolution et recherches méthodologiques sur les applications de la télédétection. Paris, CNAM : 546 p.
- De Wispelaere, G. (2000). Caractérisation et cartographie des couverts végétaux de la moyenne vallée du Zambéze (Zimbabwe). Montpellier, CIRAD-EMVT.
- Experimental design for spatial sampling applied to the study of tropical forest regeneration. *Canadian Journal Forest Research*, 35 (5) :1149-1155.
- Garba M., 1984.- Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux aquatiques et des sols hydromorphes de l'ouest de la République du Niger, de la longitude de Dogondoutchi au fleuve Niger. Thèse de Doctorat 3ème Cycle, Université de Niamey et Université de Bordeaux II, 149p.
- Glèlé XX ???, 2008a. - Méthodes et dispositifs d'inventaire forestier pour les ligneux et pour la régénération. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Glèlé XX ???, 2008b. - Analyse des données d'inventaire de la végétation. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Guinko S. 1984. - Végétation de Haute Volta . Thèse de Doctorat ès. Sci. Nat., Université de Bordeaux III. 318 p.
- Guinochet XX ????, 1973. - Phytosociologie. Collection d'écologie. éd. Masson et Cie, 227p.
- Hill MO, 1979. - Twinspan–Detrended correspondance analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42 : 47–58.
- Guillaumet J.-L. & Koechlin J., 1971. - Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales (exemple de Madagascar). *Candollea* **26/2** : 263-277.

- Jacques-Felix H., 1962.- Les graminées (Poacées) d'Afrique tropicale. I. Généralités, classification, description des genres.- I.R.A.T. Paris, 1 vol. : 345 p.
- Lepš et Šmilauer, 2003. – Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco. Cambridge University Press : 269 p.
- Lawesson J. E., 1994. - Some Comments on the Classification of African Vegetation. *Journal of Vegetation Science*, Vol. 5, No. 3 (Jun., 1994) : 441-444.
- Mahamane A., 2005. - Etudes floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de Doctorat ès Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. Université Libre de Bruxelles, 536 pages.
- Mahamane A., Dulieu D. et Poilecot P, 2008. - La végétation du Parc regional W Réserve de Biosphère Transfrontalière MAB UNESCO du W : 44 p.
- Monod, Th. (1963) Après Yangambi (1956): Notes de phytogéographie africaine. Bull. Inst. Franç. Afrique Noire, sér. A, 25: 594-655.
- Saadou M., 1990. - La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université Niamey, Niger, 393p.
- Saadou M., 2008. – Proposition de méthode d'étude ethnobotanique : cas du Niger. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Sambou B. et Ngor N., 2008. - Méthode d'installation de parcelles de suivi de la flore et de la végétation ligneuse en zone de savane. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Sinsin B., 1993. - Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques. Université Libre de Bruxelles. Section Interfacultaire d'Agronomie, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 390 p.
- Sinsin B., 2008. - Principes et méthodes de relevés phytosociologiques. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Thiomboano A., 1996. - Contribution à l'étude des combrétacées dans les formations végétales de la région est du Burkina Faso. Thèse de Doctorat 3 ème cycle en Sciences Biologiques Appliquées, Option Biologie et Ecologie Végétale. Université de Ouagadougou, 219p.

- Thiombiano A., 2008. - Inventaires forestiers ou mesures dendrométriques : quelques questions importantes à résoudre. Atelier international sur l'harmonisation des méthodes d'étude de la flore et de la végétation en Afrique de l'Ouest tenu du 4 au 9 août 2008.
- Trochain J., 1957. – Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. Extr. Bull. Inst. d'Etudes Centrafricaines, Nouvelle Série, Brazzaville, 13-14 : 55-93.
- White F., 1986.- La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique, Unesco, Paris : 384 p.

## Annexe 1 : Termes de référence pour les discussions en groupes

### I) Groupe 1 : Inventaire forestier

#### I.1. Concept :

Inventaire forestier (if) diffèrent ils selon les formations végétales ? Composante ligneuse et herbacée.

**Un inventaire forestier = inventaire des formations végétales (composante ligneuse, herbacée, végétaux inférieurs)**

#### I.2. Quels sont les principaux objectifs que doit viser un inventaire forestier ?

*Evaluer l'état quantitatif & qualitatif des ressources au sein des formations végétales*

#### I.3. Quel type d'échantillonnage?

- Aléatoire (au hasard)
- Stratifié (**recommandé**)
- Systématique
- Etc.

#### I.4. Comment déterminer le taux de sondage ?

**1% par strate homogène**

#### I.5. Forme et taille de l'échantillon d'observation?

##### I.5.1. Ligneux :

Steppes et systèmes agroforestiers : **2500 m<sup>2</sup> (rectangulaires)**

Formations contractées : **2500 m<sup>2</sup> (rectangulaires)**

Régénération :

Steppe : **25 m<sup>2</sup>**

Formations contractées : **4m<sup>2</sup>**

##### I.5.2. Herbacées :

Steppes et formations contractées: points quadrats : **100 segments de 20 cm, 4 lignes**

-Prairies aquatiques : **16 m<sup>2</sup> au niveau des bandes de végétation (rectangulaire)**

#### I.6. Récolte des données?

##### I.6.1. Paramètres stationnels :

- **coordonnées GPS**
- **géomorphologie**
- **sol et caractéristiques pédologiques (régimes hydriques),**
- **états de surfaces**
- **type de formation végétale et les taux de recouvrement des strates**
- **modes d'utilisations des terres**
- **date, auteurs**

##### I.6.2. Données à récolter

###### 1.6.2.1. Ligneux

Notion d'individu : **ensemble de rejets ou tiges qui partent d'une même souche**

Circonférence ou **diamètre**

Hauteur de mesure ? **20 cm au dessus du sol**

Cas particuliers (ramification, individus multicaules, etc.) :

**Mesure toutes les tiges mesurables ( $\geq 4\text{cm}$ ) à 20 cm, compter les tiges d'avenir ( $< 4\text{cm}$ )**

Sens de la mesure ? **Documentations**

Forme et état sanitaire : codification ? **1=sain, 2= affecté, 3=mort**

**1=droit, 2= penché ou courbé ; 3= couché**

Limite de mesure des circonférences ou diamètres ? ( $\geq 4\text{cm}$ )

Régénération (Comptage des individus non mesurables en classes de hauteur: 0-0,5 m; 0,5-1 m; 1-1,5m; 1,5-2 m; 2-2,5m; 2,5-3m) ?

Phénologie : (Recommandations du séminaire international de Bobo du 15 au 20 décembre 2006 sur les ligneux fourragers) **Retenue**

#### 1.6.2.2. Herbacées

Evaluation de la biomasse herbacée : **forme (carré), taille (1m<sup>2</sup>), nombre de placettes (5)**

Coordonnées GPS : **centre**

#### **I.7. Traitements ? au choix**

## II Groupe 2 : Méthode de suivi de la flore et de la végétation

### II.1. Objectifs

- **connaître et suivre la dynamiques des formations végétales : évolution des diamètres, régénération**
- **progression ou régression du front de végétation**
- **suivi de la strate herbacée**

### II.2. Choix des sites d'implantation des parcelles de suivi

- **Différentes types de faciès des brousses tigrées**
- **Représentativités des différentes faciès des steppes**

### II.3. Matérialisation et pérennisation des parcelles de suivi : **GPS et bornage matériel (repère)**

Taille et forme des placettes : **Idem pour l'inventaire forestier**

### II.4. Paramètres stationnels : **Idem pour l'inventaire forestier**

#### II.4. Données à récolter

##### II.4.1. Ligneux

**(cf Inventaire forestier)**

##### **Suivi Régénération**

**Suivi de la dynamique des bosquets et du recouvrement des individus**

**Suivi des organisations pelliculaires de surfaces**

Marquage des individus mesurables ? **Suivi des individus dans les placeaux avec des repères bien précis non apparents**

Productivité fruitière ? *C. micranthum*, *Boscia senegalensis*, *Grewia flavescens*

Cartographie des ligneux : **position des individus en x y**

##### II.4.2. Herbacées

**cf Inventaire forestier**

### II.5. Périodicité de la collecte des données

#### II.5.1. Ligneux :

Formation naturelle (**Vitesse d'accroissements**) **4 – 5 ans** ? Phénologie :

**Stades phénologiques**, nouvelles recrues de la régénération (**au moins une fois 1 par an**)

Site de restauration : **diamètre et hauteur au moins une fois 1 par an**

#### II.5.2. Herbacées : 1 an ?

### II.6. Traitements ??

### **III Groupe 3 : Principes et méthodes de Relevés Phytosociologiques**

#### **III.1. Objectifs**

**Décrire et classifier les différentes phytocénoses**

#### **III.2. Type d'échantillonnage?**

- Aléatoire (au hasard)
- Stratifié (**recommandé**)
- Systématique
- Etc.

#### **III.3. Le Relevé Phytosociologique**

Aire minimale : **recommandé**

Recommandations de Fada 2002

- Savanes et forêts : **1000 m<sup>2</sup> pour les ligneux**
- Galeries forestières : **500 m<sup>2</sup>**
- Steppe, champs : **2500 m<sup>2</sup>**
- Formations contractés : **2500 m<sup>2</sup>**
- pour les herbacées : **100 m<sup>2</sup>**
- Prairies aquatiques : **16 m<sup>2</sup> au niveau des bandes de végétation (rectangulaire)**

#### **III.4. Démarche méthodologique pour réaliser un relevé phytosociologique**

Appréciation de l'abondance dominance :

- **Echelle Braun Blanquet (recommandé par Fada 2002)**

#### **III.5. Traitements ?**

### **IV Groupe 1 : Méthode d'étude ethnobotanique**

Les équipes sont invitées à lister les données à collecter ?

- **Nom scientifique de l'espèce**
- **Noms locaux**
- **Echantillons de la plante**
- **Les parties prélevées**
- **Les modes de prélèvement**
- **Fréquence ou période de prélèvement**
- **Données qualitatives sur les différentes utilisations**
- **Données quantitatives : alimentation, médecine, bois de service**
- **Milieu de prédilection de la plante**
- **Milieu de prélèvement**
- **Etat de la dynamique de la plante : rare, abondant**
- **Mesures locales de conservation de la plante**

### **CONFECTION DE L'HERBIER**

**Noms scientifiques : Lebrun et Storcks (recommandé par Fada 2002)**