DE BONS RELEVÉS
POUR DE BONNES INTERPRÉTATIONS

par

Philippe Daget

Octobre 2005

DK-529865

COLLOQUE INTERNATIONAL

PHYTOSOCIOLOGIE ET DYNAMIQUE DES VÉGÉTATIONS DE MONTAGNE[1]

Juillet 2002

De bons relevés pour de bonnes interprétations

Ph. Daget[2]

Résumé : Il est clair que la qualité d'une interprétation de quelque nature qu'elle soit dépend de la qualité des matériaux sur laquelle elle s'appuie. Or, une longue expérience a montré que les dossiers rapportés du terrain sont rarement satisfaisants. On montre quels sont les principaux défauts rencontrés et comment ils auraient pu être évités simplement.

Mots-clefs : métrologie, phytosociologie, relevés, échantillonnage

Summary : It is clear that the quality of an interpretation of any nature depends on the quality of the materials on which it is founded. However, a long experiment showed that the brought back pack from the field are seldom satisfactory. One shows whici are the principal defects met and how they could have beeen avoided simply.

Keywords : metrology, phytosociology, ecology, sampling

I. INTRODUCTION

Avec mon collègue le Dr Jacques Poissonet, et au cours de près de trente années d'activité, nous avons fait un millier de relevés sur le terrain. Ils sont répartis du Québec à la Mongolie intérieure, de la Belgique au Sénégal, du Tchad à la Roumanie... et la plupart localisés en région montagneuse, en particulier ceux d'Algérie et de France. Parmi ces derniers, seules les Pyrénées et les Vosges nous ont échappé. Nous avons donc rencontré la plupart des problèmes qui peuvent se poser sur le terrain... Ces dernières années j'ai repris les relevés faits en Afrique par d'autres investigateurs pour les incorporer dans une base de données. Cent trente investigateurs m'ont fourni des dossiers, parfois un seul avec un seul relevé, parfois une dizaine de dossiers de plus de cent relevés chacun ; en tout dix huit mille relevés me sont passés dans les

---

1 Our des raisons techniques cette note n'a pu être incluse dans les CR du Colloque.

2 Cirad-Emvt / Cnrs - Campus de Baillarguet - TA 30/F - 34398 MONTPELLIER cedex 5 - France - philippe.daget@cirad.fr

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

CIRAD
000077584

mains. Chacun d'eux a fait l'objet d'une mise au point méticuleuse. Tous les problèmes rencontrés par ces chercheurs se sont répercutés dans les relevés qu'ils m'ont été communiqué ; je dispose donc d'un vaste "bêtisier" et je me propose ici de mettre en évidence les principaux des défauts rencontrés et de montrer comment il aurait été possible de les éviter simplement.

En effet, comment peut-on espérer aboutir à des conclusions biologiques sur le fonctionnement des écosystèmes ou l'écologie des plantes si les données sur lesquelles s'appuient les théories mises au point sont mauvaises ? J'envisagerai successivement les bases de l'échantillonnage puis les divers types de relevé.

II. ECHANTILLONNAGE

Un biométricien anglais [1] a dit qu'une importante partie des études biologiques étaient sans valeur (wasted) par suite d'un échantillonnage négligé, et ceci au pays de Fisher et de Yates ! Alors que dire des autres... Juste un exemple. Un collègue [2] a fait 175 relevés qu'il a réparti en parcourant le terrain "au mieux" pour être représentatif de la "réalité terrain". Son échantillonnage subjectif a été analysé à postériori a montré qu'au moins 30 % des relevés faisaient double emploi et que 30 % environ des milieux étaient mal échantillonnés voir complètement omis.

Les règles à suivre pour un bon échantillonnage sont simples [2]; elles ont été mises au point pour les instituts de sondage; elles sont donc bien connues [3] et en ce qui concerne les travaux de phytosociologie et d'écologie, elles ont été reprises et adaptées par Godron [4-6]. Deux types d'approche peuvent être distingués. Pour le premier, il s'agit de préciser le statut écologique des espèces: comment elles réagissent ou s'adaptent aux divers caractères du milieu considérés séparément? Dans le second, il s'agit de les envisager dans leurs combinaisons.

A. Reconnaissance des paramètres principaux

Mais le tout premier stade de l'étude, commun aux deux approches, et trop souvent négligé, consiste à "prendre contact avec le terrain". Ce qui se fera par une analyse préalable de la littérature disponible - préalable et non au moment de la rédaction du mémoire final - et en parcourant le terrain avant de commencer le travail [7], phase nécessaire [8] sur laquelle insistait Braun-Blanquet [9] et qui est souvent mal comprise. Ces préliminaires permettent de dégager les deux ou trois caractères du milieu les plus importants dans le secteur étudié. Cela peut être, par exemple, "altitude et exposition" ou "type d'utilisation et substrat"...

Ces caractères sont divisés en classes (discrétisés s'il s'agit d'une variable continue comme l'altitude) et pour cela on utilise des classes standard préétablies [10, 11] sans chercher à en créer de nouvelles, sauf s'il s'agit d'un paramètre original.

B. Echantillonnage du premier type

Dans les études du premier type évoqué précédemment, il a été démontré qu'un échantillonnage est **optimal** si chacune des classes comporte autant de relevé; on dit qu'il est **stratifié** [6, 7, 12] . Supposons que pour une région particulière on ait retenu 8 classes d'altitude et que les moyens disponibles permettent de faire 150 relevés, il faudra que chaque classe comporte 150/8 relevés soit 18 environ. Bien entendu ce n'est pas toujours possible le terrain ne le permettant pas. Il existe une relation qui permet de mesurer la qualité de l'échantillonnage réalisé.

Chaque paramètre doit être traité de la même manière ; ainsi, si l'un d'eux comporte 5 classes

seulement, chacune devait avoir 150/5 relevés soit 30 et pour celui qui a 6 classes, il faudra 150/6 soit 25 relevés par classes.

Comment préparer l'échantillonnage ? Il faut que la préparation affecte aux diverses classes des deux paramètres principaux le même nombre de relevés et permettent de savoir comment les répartir sur le terrain. En d'autres termes il faut savoir combien l'observateur doit faire de relevés combinant la classe i du paramètre p et la classe j du paramètre q et savoir où cette combinaison peut être trouvée sur le terrain ; c'est ce qu'on appelle l'**allocation** des relevés [2]. Cette dernière condition est extrêmement facilitée par les techniques modernes des Systèmes d'information géographique. Il suffit de "superposer les couches correspondant aux paramètres principaux ; cela donne les emplacements où sont réalisées les combinaisons évoquées. Le tableau est établi en croisant les deux paramètres p & q et il faut y répartir les N relevés dans les cases du tableau ; le plus simple est de placer N/pq relevés dans chaque case. Si le tableau est carré, il est possible d'y construire un carré magique, il y a des algorithmes pour cela. Le tableau I est un exemple d'un tel tableau avec des sommes marginales
de 175 et un totaux de 1225 relevés à faire...

Tableau I - Exemple de tableau d'échantillonnage préparé à partir d'un carré magique

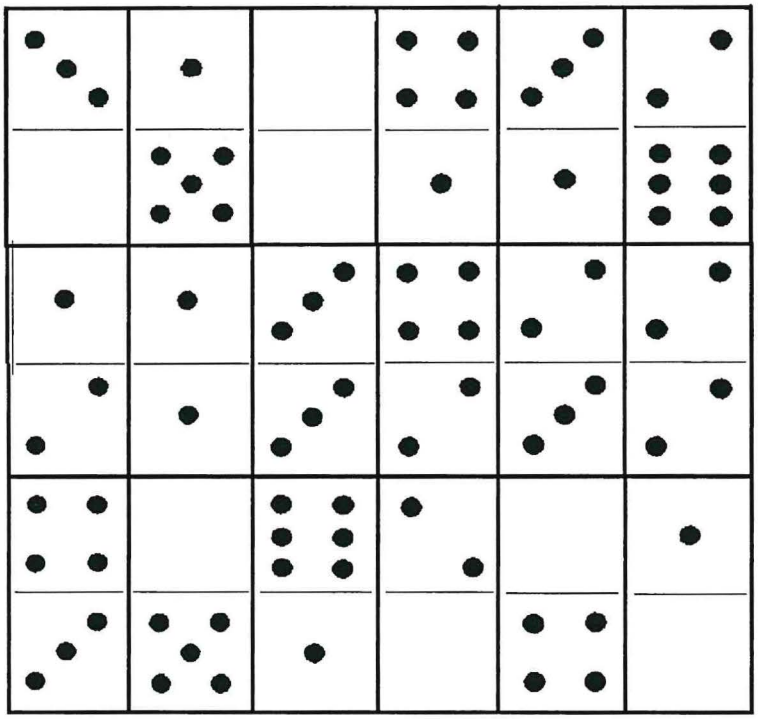
30	39	48	1	10	19	28
38	47	7	9	18	27	29
46	6	8	17	26	35	37
5	14	16	25	34	36	45
13	15	24	33	42	44	4
21	23	32	41	43	3	12
22	31	40	49	2	11	20

Cela donne souvent un nombre trop élevé de relevés en tout et dans certaines cases, il est alors possible de placer dans le tableau des "dominos magiques" car alors l'effectif maximal est de six; le tableau II en est un exemple pour lequel les sommes marginales sont toutes de 13 pour un total de 65.

On appelle **case létale** dans un tableau d'échantillonnage, celle qui correspondent à des combinaisons des deux paramètres principaux qui sont impossible et n'existent pas sur le terrain. Lorsqu'il n'y a qu'une case léthale, il est possible de s'arranger pour lui faire correspondre le 1 du carré latin puis de retirer un point à chaque case; Le tableau reste optimal. S'il y a plusieurs

Cases léthales, il est parfois possible de leur faire correspondre le "blanc" d'un arrangement de dominos magiques, mais il est souvent plus rapide de se reporter à l'échantillonnage du second type.

Tableau II - Utilisation des dominos magiques pour la préparation d'un tableau d'échantillonnage



C. Echantillonnage du second type

Dans ce type d'échantillonnage, il a été démontré qu'il fallait non seulement que les totaux marginaux soient égaux, mais aussi que le contenu des cases non léthales soit du même ordre. On parle alors d'un échantillonnage optimal au sens de Neyman[3] [6] ou d'échantillonnage $\mathcal{N}$- **optimal**. Construire un tableau remplissant ces conditions n'est pas aisé ; il y a heureusement un algorithme qui en permet l'obtention [2].

Le tableau vide établi, il comporte n cases non léthales et N/n relevés y sont placés, puis les totaux marginaux sont calculés ; ils sont souvent tous différents. La ligne et la colonne dont les totaux sont les plus élevés définissent la case d'où un relevé est retiré. Les totaux sont refaits et la manoeuvre renouvelée jusqu'à ce que toutes les valeurs soient à peu près égales. Le but est atteint.

---

3 Von Neyman est un mathématicien qui a tout spécialement étudié les conditions d'obtention d'un échantillonnage stratifié optimal

Tableau III - Exemple d'un tableau d'échantillonnage $\mathcal{N}$-**optimal**.

X	11	11	11	X
8	9	X	8	8
8	9	X	8	8
8	4	8	4	8
8	4	7	4	9

L'observateur sait désormais combien de relevés il doit faire dans chaque combinaison de descripteur, il sait aussi où les trouver sur le terrain. Il est prêt à y aller pour travailler de manière à la fois la plus économique et la plus efficace.

III. Relevés

A. Relevés botaniques

Ce premier type de relevé consiste à ne noter que certaines espèces particulières en délaissant les autres, en général parce qu'elles sont trop communes pour retenir l'attention. Le relevé portera donc principalement sur des espèces rares pour la région parcourue, et c'est souvent en raison de cette rareté qu'elles ont retenu l'attention. Ces relevés ont pour intérêt principal de permettre de préciser les limites territoriales des espèces. Dans d'autres cas, l'observateur enregistre **toutes** les espèces qui végètent dans un secteur particulier, sans distinguer les stations où elles se trouvent.

B. Relevés phytosociologiques

Sur une surface réduite et homogène, l'aire minimale [9, 13, 14, 15], l'observateur note toutes les espèces présentes quel que soit leur état ou leur vigueur. Cette liste floristique constitue un relevé phytosociologique élémentaire.

Mais la liste floristique est insuffisante pour des études de végétation, fut-elle celle d'une aire minimale. C'est ainsi que dès 1844, le pastoraliste et phytogéographe Lecoq [16] propose de la compléter par la notation du recouvrement de chaque espèce, c'est-à-dire par la proportion du sol recouverte par la projection verticale de la partie aérienne de l'ensemble des individus de l'espèce. Idée reprise par Hult en 1881 et vulgarisée par l'école scandinave de phytosociologie avant d'être généralisée par l'école sigmatiste [9, 14 , 15 , 17] avec le concept **d'abondance-dominance.**

C. Relevés écologiques

Le phytosociologue construit ses groupements végétaux (Alliances, Associations, Sous-association et Faciès) à partir des observations floristiques et cénologiques précédentes, puis il examine les types de milieux où ces groupements sont réalisés [15]. Dans l'approche écologique,

les conditions de milieu sont enregistrées en même temps que les observations sur le tapis végétal, ce qui ouvre la voie à des études d'autoécologie naturelle [18]. Parallèlement à une caractérisation plus fouillée du milieu, le relevé écologique comporte une étude exhaustive du tapis végétal. Il ne s'agit plus de caractériser le recouvrement avec une fourchette assez large, mais de procéder à des mesures précises, le plus souvent au moyen de « points-quadrats ». L'observation de la présence des espèces sous une centaine d'unités d'échantillonnage de taille réduite (sans dimension dans le cas des points-quadrats) permet de définir les notions de fréquence absolue, de fréquence centésimale, de contribution et de recouvrement :

- **Fréquence absolue** : nombre total d'unités d'échantillonnage où une espèce particulière a été relevée.
- **Présence** : c'est l'observation d'une espèce dans une unité d'échantillonnage (dans un quadrat, sous un point).
- **Fréquence centésimale** : rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de présences et le nombre total de points observés ; elle constitue une mesure du recouvrement de l'espèce.
- **Contribution spécifique** : rapport exprimé en pourcentage entre la fréquence centésimale d'une espèce et la somme des fréquences centésimale de toutes les espèces ; elle traduit la participation de l'espèce à la constitution du tapis végétal.
- **Recouvrement** : à strictement parler est la fréquence centésimale obtenue à partir d'un nombre suffisamment élevé de points-quadrats

Les définitions obtenues [8, 19, 20] sont rigoureuses et devraient être connues de tous les observateurs. Ce n'est malheureusement pas le cas et nombre d'entre–eux mêlent tout, inventent de nouvelles définitions appliquées à des concepts qu'ils ont mal saisis ; ce n'est même plus de la « logique floue » mais du galimatias ! [21]

IV. Problèmes rencontrés

A. Présentation générale des relevés

Un relevé, de quelque type qu'il soit, est un document qui est destiné à être relu ! Il convient donc qu'il soit écrit d'une manière lisible... Bien sûr les conditions sont rarement idéales pour faire un bon travail de secrétariat, mais un effort s'impose. En effet, les relevés ne sont pas toujours écrits par celui qui procédera à leur interprétation, soit qu'un aide soit utilisé sur le terrain, soit qu'il s'agisse de réinterprétation ; et même, j'ai vu des relevés que leur auteur ne pouvait déchiffrer ! Pour obtenir une présentation utilisable, il est préférable d'employer un feutre noir plutôt qu'un crayon, et il est indispensable de s'appuyer sur un support dur; on vent des plaquettes métalliques et on peut faire un excellent support très simplement avec une simple planchette.

B. Localisation des relevés

Pour être exploitable quelque temps après avoir été fait (surtout quelques années après) un relevé doit pouvoir être localisé avec une précision suffisante, disons à une ou deux minutes près. Qu'on ne m'objecte pas les difficultés du géoréférencement, nous sommes maintenant au XXI° siècle et les GPS peuvent facilement être trouvés dans le commerce ! Et de toutes manières,

il y a des cartes, comme il y en avait il y a 50 ans. Il suffit de pointer l'emplacement de travail, et si l'observateur n'est pas capable de savoir où il se trouve, comment se fier au reste de ses observations ?

Faut-il rappeler que le système international de repérage sur le globe terrestre s'exprime en degrés, minutes et fractions de minutes et que le méridien de base est celui de Greenwich ? Oui, il le faut, car on trouve de tout : certains utilisent un autre méridien zéro, on trouve des grades, des coordonnées UTM de divers types et en général le repère de ces derniers n'est pas donné, et enfin des coordonnées Lambert. Il est souvent difficile de se retrouver dans ce maquis...

C. Datation des relevés

La question de la date d'exécution du relevé pose aussi parfois de délicats problèmes. Il y a d'abord des relevés pour lesquels aucune date n'est donnée ; il impossible de savoir si les observations datent d'avant 1930 ou d'après 1975 par exemple. C'est un cas simple : un tel relevé est inexploitable... Mais on trouve une situation plus complexe. Des relevés ne comportent pas de date, et seulement la notation « *entre 1988 et 1992* », avec parfois le commentaire « *comme la date ne faisait pas l'objet d'un traitement, elle a été négligée* ». Quatre ans peuvent paraître une période courte au cours de laquelle peu de choses peuvent se produire Mais, s'agissant de l'Afrique tropicale septentrionale, c'est une impression fausse comme en témoigne le tableau suivant (il porte sur une autre période et une autre région mais il est très représentatif du problème posé).

Tableau IV – Variabilité climatique d'une station saharo-sahélienne
(extrait de Peyre de Fabrègues, 1971)

	1966	1967	1968	1969	1970
Janvier					
Février					
Mars		1,8			
Avril	0,3		50,2		
Mai	21,8		0,5	17,6	
Juin	6,8	2,2	19,5	1,1	
Juillet	10,7	57,8	60,8	8,8	22,2
Août	35,7	67,4	26,1	50,9	13,8
Septembre	21,5	26,1	6,0	3,0	3,7
Octobre				0,2	
Novembre					
Décembre					

Il est clair qu'un relevé fait à la mi juin 1968 a déjà été fortement arrosé, tandis qu'à la mi-juin 1970 il attend toujours les premières pluies ; en 1966 la saison des pluies a duré 6 mois, 3 seulement en 1970. La liste floristique, même non pondérée, s'en ressent obligatoirement. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de connaître la date du relevé aussi précisément que possible.

Elle est également fausse dans nos montagnes tempérées, car si les précipitations ne sont pas aussi variables, les températures, quant à elles le sont. J'ai eu l'occasion de faire avec le Dr Poissonet des mesures de végétation dans des herbages d'altitude du Massif Central en suivant un protocole établi par l'INRA qui obligeait à réaliser les observations dans la première semaine de mai. Eh bien certaine années, nous avons travaillé sous un agréable soleil au milieu des fleurs et à certaines autres, il nous fallait balayer la neige pour atteindre l'herbe. Il est bien évident que dans ces conditions les mesures donnaient des résultats sensiblement différents !

Et dans nos montagnes, les phénophases de la végétation sont souvent très contrastées, la flore et la végétation du faciès printanier sont très différentes de celles du faciès estival ; certaines espèces disparaissent, d'autres apparaissent. Celui qui fait des relevés pastoraux sur les plateaux de la Margeride à 1 100 mètres d'altitude en été est certain de ne voir pratiquement aucune plante à bulbe : Crocus et Narcisses ont disparu, or il y en a plusieurs espèces qui se trouvent dans des conditions écologiques différentes.

D. Surface des relevés

1. Délimitation

Le relevé doit porter sur une aire homogène [7, 9, 15, 17] et bien d'autres ; mais cette homogénéité globale peut résulter de la combinaison de petites unités fonctionnelles interdépendantes : trouées dans une formation ligneuse haute, petits bosquets dans un pré-bois ; aussi a-t-on suggéré de ne pas les analyser indépendamment pour conserver cette interdépendance, d'où les concepts de **synusie** [22] et d'**élément** [23]ou parfois de **tésselles** [24] qui me paraissent strictement équivalents (encore que Gounot [12] y perçoive des nuances). Pour assurer la clarté des résultats, il convient de ne pas réunir tous ces éléments sur un seul formulaire, mais de rédiger autant de formulaires que la station comporte de type d'élément, ou de synusie, en indiquant qu'il s'agit de la synusie 1, de la synusie 2, etc. Cela permettra, en particulier, de mieux préciser les conditions stationnelles de chacune. La synusie "trouée" d'une forêt correspond-t-elle à des unités de 5, 10 ou 25 mètres de diamètre ?

A taille égale, elle sera plus ensoleillée lorsque les arbres qui l'entourent ont 8 m de haut que s'ils ont 20 mètres... ce qui se traduit par un **couvert angulaire** différent impossible à traduire lorsque les synusies ne sont distinguées que dans la marge de la liste floristique.

Encore ne faut-il pas abuser des **éléments**. Tel qui reconnaît 7 synusies dans sa station me paraît plutôt s'être positionné en milieu fortement hétérogène ; ça existe, mais la compréhension de telles situations doit résulter de l'étude et non se situer en amont...

2. Aire

Sur un relevé bien présenté, l'aire inventoriée doit être spécifiée. D'elle dépend la richesse floristique. J'ai rencontré deux inventaires fait par deux investigateurs différents, à des dates très voisines et presque au même endroit ; l'un donnait des richesses stationnelles près de deux fois plus élevées que l'autre. En fouillant dans leurs Comptes-rendus, j'ai fini par trouver qu'une des

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

deux séries de relevés portait sur des aires de 400 mètres carrés tandis que l'autre n'envisageait que 20 mètres carrés...

E. Analyses de la flore et de la végétation

1. Liste des espèces

Un nouveau problème est lié à la liste elle-même Alors que la liste floristique d'un relevé phytosociologique ou écologique est supposée complète, c'est-à-dire qu'elle est sensée porter sur toutes les espèces d'une aire particulière, certains observateurs ne donnent qu'une partie de la liste et terminent par une notation du type « *et les autres espèces habituelles* », voir plus court « *etc.* » De telles listes sont inexploitables sur le plan phytosociologique ; elles peuvent juste permettre de dire qu'à cet emplacement vivaient telle et telle espèce.

Autre difficulté : certains donnent les noms des espèces en abrégé en utilisant des acronymes personnels incompréhensibles pour tout autre lecteur, ou bien ne donnent que l'initiale du nom de genre. Ainsi *E. racemosa* correspond-t-il à *Eleusine racemosa* ou à *Eragrostis racemosa* ? Et des quantités d'autres exemples pourraient être extrait des relevés. Sans parler des erreurs possibles: dans *G. senegalensis*, le *G* signifie *Guieria*, pas *Grewia* parce que *Grewia senegalensis* n'existe pas et qu'il s'agit d'arbres sahéliens, mais on ne le sait qu'après une étude des synonymies possibles car les surprises nomenclaturales ne sont pas rares...

2. Abondance-dominance

L'abondance-dominance est notée avec une échelle de 6 niveaux rappelée dans tous les travaux de phytosociologie ; elle combine une observation du recouvrement constituée de la manière suivante :

5 = Espèce recouvrant plus des ¾ de la surface
4 = Espèce recouvrant environ ½ à ¾ de la surface
3 = Espèce recouvrant environ ¼ à ½ de la surface
2 = Espèce recouvrant environ ¼ à 1/20 de la surface
1 = recouvrement très faible

à une observation du nombre d'individus présent sur cette surface, les degrés d'abondance étant les suivants :

5 = Très abondant
4 = Abondant
3 = Peu abondant
2 = Rare
1 = Très rare

et comme le notait déjà Pavillard [14] « *Le caractère plus ou moins élastique de cette échelle suffit à montrer que la détermination de l'abondance comporte toujours une part d'arbitraire parce que fondée exclusivement sur le jugement personnel* » La combinaison de ces échelles a conduit beaucoup des observateurs [15, 25, 26] à utiliser la combinaison qu'en a proposé Braun-Blanquet [9] :

5 = recouvrement supérieur à 75%, abondance quelconque
4 = Recouvrement de 50 à 75%, abondance quelconque
3 = recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque
2= très abondant mais avec un recouvrement inférieur à 5%
1 = abondant et recouvrement faible, ou peu abondant avec un plus fort recouvrement
+ = simplement présent

combinaison complexe, pas particulièrement homogène et quelque peu arbitraire qu'on a appelée une « estimation globale à vue » [15]. Elle a été le plus souvent ramenée à la simple notation du recouvrement ; alors les termes d'abondance-dominance, de recouvrement, et de degré de dominance deviennent synonymes. Cette dernière échelle est [26] :

5 = recouvrement supérieur à 75%
4 = recouvrement compris entre 50 et 75%
3 = recouvrement compris entre 25 et 50 %
2 = recouvrement compris entre 2 et 25%
1 = recouvrement de 1%
+ = simple présence

Cette correspondance est utilisée dans les deux sens : à partir des recouvrements pour avoir l'abondance dominance et à partir de cette dernière pour avoir une estimation du recouvrement. Il faut bien voir que cette échelle n'est pas acceptée de manière unanime; on compte au moins une dizaine d'autres correspondances [17, 20, 27], sans parler des échelles à dix niveaux encore souvent utilisées [10] ou des échelles « atypiques » qui acceptent une abondance-dominance de 6 et des auteurs qui donnent une valeur au « + » de cette échelle d'où des abondance-dominance de 0,1 ou de 0,5 selon les études. On compte par ailleurs presque autant de formules mises au point pour retrouver les limites des recouvrements tant de l'échelle de Braun-Blanquet que des autres propositions.

Les manipulations faites soit sur des relevés personnels en région médioeuropéenne, soit à l'occasion de travaux en région méditerranéenne, et plus encore de ceux qui entrent dans le cadre de Flotrop, ont conduit à envisager une mésestimation systématique du « degré de dominance » le plus élevé. Ces observations ont conduit à estimer que ce degré 5 correspondait aux recouvrements supérieurs à 90% [28] qui correspond d'ailleurs à un des seuils fondamentaux de la **théorie des formations** [7 , 10 , 20, 29]. La relation suivante réunit le recouvrement **R** et l'abondance-dominance **a :**

$$R = INT\left[\frac{90}{3^{(5-a)}}\right]$$

INT(x) étant la fonction qui à tout x fait correspondre l'entier immédiatement inférieur. Il en résulte les correspondances suivantes :

5 = espèces dont le recouvrement est supérieur à 90%
4 = espèces dont le recouvrement est compris entre 30 et 90%
3 = espèces dont le recouvrement est compris entre 10 et 30%
2 = espèces dont le recouvrement est compris entre 3 et 10%

CIRAD-Di
UNITÉ BIBLIOTHÈ
Baillarguet

1 = espèce dont le recouvrent est de 1 à 2%
0 = espèce dont le recouvrement est inférieur à 1%

Le fait d'avoir une liste pondérée par des abondances-dominances n'est pas en soi suffisant pour comprendre précisément les relations de dominance entre les espèces de la station ; il faut encore savoir à quelle échelle se réfère l'auteur, ce qui n'est pas toujours explicite.

Un autre problème relatif à l'emploie des abondance-dominances est l'existence d'un désaccord entre le recouvrement global de la végétation indiqué sur le relevé et l'ensemble des abondances-dominances de la liste floristique. Le cas suivant pris dans un relevé du Tchad, illustre ce problème :

Tableau V
Un exemple de relevé au Tchad

Recouvrement global de la végétation herbacée	90 %
Aristida mutabilis	+
Alysicarpus ovalifolius	2
Schoenefeldia gracilis	2
Cenchrus biflorus	+
Eragrostis tremula	+
Dactylocenium aegyptium	2

La traduction des coefficients d'abondance-dominance en recouvrements suivant la formule précédente donne une somme comprise entre 9 et 30 (selon qu'on utilise les bornes inférieures ou supérieures de chaque classe de recouvrement. Et encore, ces sommes supposent-elles que toutes les espèces sont nettement séparées les unes des autres, donc sans superposition, la valeur 30 est par conséquent une limite supérieure. De toutes manières ce sont des valeurs notoirement inférieures au recouvrement global tel qu'il est donné. Alors, ou bien le recouvrement global a été surestimé, ou bien les recouvrements individuels sont sous-estimés. Un cas extrême est rencontré dans un relevé réalisé, lui aussi, au Tchad ; l'observateur note que la végétation herbacée a un recouvrement global de 90%, donc pratiquement toute la surface du sol est recouverte... La liste floristique des plantes herbacées ne comporte que quatre espèces, et seules les deux premières assorties de l'abondance-dominance « + », ce qui revient à dire qu'elles ont chacune un recouvrement inférieur à 1% :

Tableau VI - Un cas extrême au Tchad

Recouvrement global de la végétation herbacée	90 %
Brachiaria rufescens	+
Panicum laetum	+
Dactylocenium aegyptium	
Setaria sp.	

Il est clair qu'un tel relevé manque de la plus élémentaire cohérence !

3. Recouvrements

Au lieu d'une conversion d'indice, on peut préférer observer directement les **recouvrements**. Mais qu'est-ce qu'un recouvrement? Le recouvrement d'une espèce est la «*proportion de la surface du sol qui serait recouverte par la projection verticale des organes aériens des individus de cette espèce*». Il est possible d'en donner une appréciation ou un mesure. Dans ce dernier cas on utilise des points-quadrats [8, 20]; si la végétation herbacée est trop haute des quadrat en U [30] et pour les arbres un stratiscope [31] ou, plus simplement la "boîte de visée de Hamidou" [32].

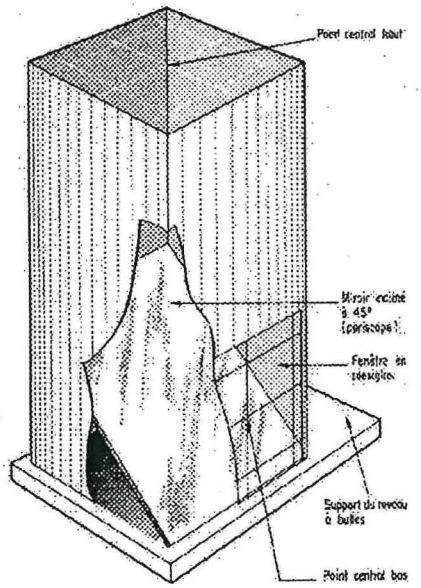


Figure 1 - La boîte de visée de Hamidou (32)

Ces méthodes sont d'un emploi assez délicat et "chronophage" aussi beaucoup cherchent-ils à gagner du temps par des appréciations. Et c'est là que le bât blesse... Quelques cas éclaireront les difficultés. Un observateur étudie des friches jeunes et y relève une soixantaine d'espèces et, sauf pour une ou deux par station, toutes avec le recouvrement 1%. C'est structurellement hautement improbable dans une parcelle, alors dans toutes... Il faut bien voir que pour une aire inventoriée de 10 mètres de côté, cela voudrait dire que chacune recouvre 1 mètre-carré. Un autre observateur prétend relever directement les recouvrements, mais lorsqu'on pointe toutes les observations qu'il a faites, il apparaît qu'il n'a utilisé que 7 valeurs (1, 4, 12, 25, 40, 60 et 80), il ne s'agit donc que d'une manière un peu plus compliquée de donner des abondances-dominances. Une autre série de relevés utilise une échelle de 10 niveaux dont les deux premiers s'expriment par :

0 - aucun recouvrement
1 - recouvrement compris entre 0 et 1%

Je ne saisi pas la nuance entre "aucun recouvrement" et "recouvrement nul" et je pense que l'on aurait du sauter le code zéro et dire, pour le code 1 : "recouvrements compris entre ϵ et 1%" . Par ailleurs, si la projection des organes aériens d'une espèce est nulle c'est qu'il n'y avait pas d'organe à projeter donc que l'espèce n'existe pas dans la station ; il en résulte que la notation zéro telle qu'elle est envisagée ici est sans objet. Sans objet ? Ce n'est pas l'avis de l'observateur qui a porté ce zéro en face de la majeure partie des espèces de sa liste. Quelle différence fait-il entre les espèces non citées et celles qui le sont en précisant qu'elle n'existent pas ? Ce qui, bien entendu, est faux...

Dernier problème. Beaucoup des investigateurs qui utilisent les recouvrements ne donnent que des **classes de recouvrement** pas les valeurs vraiment observées ; c'est plus rapide d'accord, mais le problème est que chacun construit une échelle bien à lui de sorte qu'aucune synthèse précise n'est possible et qu'il faut les ramener à des abondances-dominances"de deuxième main". Et cela alors qu'il existe une échelle officielle depuis près de 50 ans qui a l'avantage d'être facilement mémorisable [10, 33].

Les recouvrements sont plus difficiles à apprécier à partir des arbres que pour les plantes herbacées, en raison de leur taille et tout le monde n'a pas de stratiscope ou de boîte de visée ;

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Tableau VII
Echelle des recouvrements
(Extrait de Godron *et al.* [10, 11])

Codes	Bornes	
	inférieure incluse	supérieure exclue
0	0	1
1	1	4
2	4	9
3	9	16
4	16	25
5	25	32
6	32	49
7	49	64
8	64	81
9	81	100

Quelques repères ne sont donc pas inutiles. Ils seront donné à partir de deux types d'arbres ayant des houppiers couvrant soit 28 mètres-carrés, ce qui correspond à des branches de 3 mètres, soit de 8 mètres-carrés et alors les branches ne font plus que 1,6 mètre.

Tableau VIII
Nombre d'arbres pour les diverses classes de recouvrement
(d'après Poissonet [29])

Codes de recouvrement	Bornes du recouvrement		Nombre maximal d'arbres par hectare	
	inférieure	supérieure	Ø 28 m²	Ø 8 m²
0	∈	1	<4	<12
1	1	4	14	50
2	4	9	32	112
3	9	16	57	200
4	16	25	90	300
5	25	36	130	450
6	36	49	175	612
7	49	64	230	800
8	64	81	290	1000
9	81	100	>290	>1000

Une couronne de 8 mètres carré correspond à des branches de1,5 m
Une couronne de 28 mètres carré correspond à des branches de 3 m

4. Stratification

Il est intéressant de préciser la répartition verticale de la masse végétale. Cela peut faire l'objet d'études structurelles spécifiques, mais c'est alors une autre problématique que cette du relevé écologique. Pour ce dernier, de nombreuses confusions ont été faites dans le passé et malheureusement elles se perpétuent encore actuellement.

L'idée d'étudier la stratification est ancienne puis qu'elle remonte à 1863 [14] et a été codée dès 1881[34] et a conduit longtemps à distinguer 4 niveaux de végétation :

1 - strate muscinale
2 - strate herbacée
3 - strate arbustive
4 - strate arborée

en remplaçant parfois la première par

1 - state annuelle

Notons que la distinction entre les termes du langage courant "arbustes" et "arbres" n'est

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

pas évidente pour tout le monde (à quelle taille un végétal ligneux cesse-t-il d'être un arbuste pour être un arbre ? Cela dépend des observateurs !), sans compter qu'il faut décider ce qu'il convient de faire des "arbrisseaux", "broussailles" et autres termes "vulgaires". Et il n'est pas toujours évident de savoir si une espèce est annuelle ou non lorsqu'on la rencontre pour la première fois. *«Les botanistes qui ont nommé la strate haute "arborée" ont oublié qu'elle peut être constituée de plantes comme les* palmiers, les bambous ou les Cereus, *qui sont pérennes et ne sont pas des arbres [...] et ils ont pensé que la strate muscinale est à la surface du sol en oubliant que les mousses peuvent vivre sur les arbres»*[34]. Il suffit d'évoquer les bananiers qui se retrouvent classés parmi les arbres et les plantules avec la mousse...

Les propositions de limites suggérées dès 1905 par Raunkiaer pour la définition des types biologiques ont été systématisées pour délimiter des states objectives et indépendantes de l'appartenance morphologique des plantes [11, 33, 34]; elles sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau IX
Définition de la stratification verticale
(extrait de Godron, [11])

Strate	Hauteur	
	inférieure	supérieure
I		0,125
II	1,125	0,25
III	0,25	0,50
IV	0,50	1
V	1	2
VI	2	4
VII	4	8
VIII	8	16
IX	16	32
X	32	

5. Le milieu

On sait qu'il n'est pas plus nécessaire de décrire les milieux pour définir des unités phytosociologiques [15] que pour déterminer le nom d'une plante, mais il peut être intéressant de la connaître avec précision, ne serait-ce que pour préciser les conditions environnementales qui ont permi la végétation de cette plante ou la réalisation de ce groupement. Plusieurs manuels ou guides sont disponibles pour aider l'investigateur sur le terrain et lui permettre une description

complète qui soit comparable à ses autres descriptions et à celles des autres enquêteurs [10, 11, 33, 35 , 36 , 37, 38]. Je ne m'arrêterai pas aux détails mais seulement sur trois points.

● En premier lieu, il est dommage que tant de relevés ne comportent pas l'indication de l'altitude; elle est facile à noter et l'appareil pour le faire, l'**altimètre**, est en vente partout !

● Second point - Le cadre général de la station ; à en croire les auteurs des relevés, la quasi totalité des stations analysées est située en terrain plat... Pourtant la ligne de plus grande pente est facile à repérer, sa pente se mesure aisément avec un **clinomètre**, autre appareil peu coûteux qu'il est même possible de bricoler soi-même, et son orientation avec une **boussole**. Tout cela est facile à faire, prend peu de temps et rend les relevés bien meilleurs.

● Enfin, troisième point, le sol. Il est clair que sans une formation spécialisée, tout le monde ne peut pas faire une étude complète du profil de sol, mais quelques indications seraient tout de même les bienvenues : Indiquer que le sol est sableux sans donner d'indication sur l'épaisseur de la couche de sable, c'est une manière de perdre son temps ; une autre est de dire qu'il est superficiel sans donner son épaisseur. Il est facile de dire si la roche sous-jacente affleure et avec quelle importance, ou s'il y a des rochers...

F. Enquête pastorale

1. Pourquoi une enquête pastorale

J'ai souligné que ce qui faisait qu'un relevé était un relevé pastoral, c'est que l'étude de la flore, de la végétation et du milieu était complétée par une enquête sur la manière dont le pasteur l'utilise.

En effet, le mode de gestion des parcelles analysées est un des paramètres majeurs de l'étude des pâturages parce qu'il n'y a pâturage que parce qu'il y a troupeau et donc berger. Par conséquent, une étude causale du tapis végétal implique le recueil du maximum de données sur les parcelles étudiées ; c'est l'**enquête pastorale**, phase essentielle de l'analyse, souvent la plus longue et la plus délicate [26 , 39] Elle portera sur *les façons culturales*, *la fertilisation* (types d'engrais, doses, modalités d'épandage) et *la fumure organique* (fumier, lisier ou purin), avec les quantités et les dates d'épandage ; l'estimation des restitutions animales des troupeaux nomades et de ceux dont l'éleveur utilise des parcs tournants. Cette enquête doit porter l'ancienneté des pratiques enregistrées et sur les pratiques antérieures qui, parfois, peuvent seules expliquer l'état de la végétation observée ; c'est l'*analyse des précédents*.

Une seconde partie de l'enquête pastorale doit porter sur la composition troupeau : nature des animaux, race, sexe, âge, date d'arrivée et de départ dans le troupeau, masses vives, type de production et quantités produites et sur sa gestion : durée du séjour à l'étable ou plein air intégral, date de mise à l'herbe ; pour chaque parcelle, qu'elle soit cadastrale ou écologique : dates d'arrivée et de sortie, si possible état du troupeau à l'entrée et à la sortie ; dans le cas de troupeaux transhumants, nomadisants ou gardés dans des pâtures ouvertes, il faudra connaître la durée du séjour dans les divers éléments du paysage végétal par un suivi des troupeaux. Enfin, il faudra pouvoir évaluer les quantités et la nature des transferts effectués par l'exploitant entre ses cultures et son élevage ainsi que les achats d'aliments complémentaires.

Il existe de nombreux formulaires d'enquête ; tous pourront être utiles, mais aucun ne suffira car le plus important est le dialogue avec le responsable. Il faut que ce soit un dialogue

confiant, donc à un moment où ce responsable a l'esprit libre.

Tout cela de façon à reconstituer et à analyser le carnet de pâturage pour déterminer l'incidence des pratiques sur le tapis végétal. Mais l'enquête suppose des précautions !

2. Difficultés de l'enquête pastorale

On ne se lance pas dans un entretien sans une certaine préparation. Le pastoraliste projette de s'introduire dans la vie de quelqu'un, d'un "paysan" qui, en règle générale, n'a rien demandé, pour lui prendre une partie de ce qui fait sa vie, pour pénétrer dans son intimité. Il faut savoir que le monde rural est souvent très difficile à pénétrer, surtout celui de l'élevage

L'herbager ou le berger qui a vu le pastoraliste travailler sur le terrain, déterminer la flore en place, creuser une fosse pédologique et faire la description du sol, puis reboucher soigneusement la cavité, sait qu'il n'a pas affaire avec "un rigollot". Il pourra même poser des questions sur les plantes, sur le sol, soit qu'il ait besoin de s'informer, soit qu'il cherche à comparer avec ce qu'il sait déjà ; il se souviendra de l'intérêt qu'il a éprouvé quand viendra le moment de l'enquête pastorale. Il faut, bien sûr, montrer tout de suite l'importance qu'on attache à son savoir.

L'interlocuteur doit être mis en confiance et cela suppose que le pastoraliste veille aux marqueurs sociaux auxquels le pasteur est sensible. Il doit donc "réfléchir à la présentation de soi" et il lui faut donc fuir l'assimilation possible ▒bêtes noires▒ des éleveurs. Il y a le ▒Monsieur▒, l'homme en costume-cravate, assimilé au propriétaire terrien ou au colonisateur de jadis dont les tics sont encore très actuels, le ▒Journaliste▒ et le ▒Parisien▒ (aussi appelé dans certaines régions l'▒Américain▒) et pire encore le ▒Touriste▒, qui sont des gens posant des questions farfelues à tort et à travers et auxquels on peut dire n'importe quoi ; il y a enfin le ▒Fonctionnaire▒, dont le pire est celui des impôts (encore appelé dans certaines régions de France le ▒Gabelou▒ deux cent ans après la disparition de ce type de fonctionnaire) qui, lui, pose des questions précises, fort indiscrètes et qu'il convient d'embrouiller et si possible de tromper. C'est en relation avec ces critères que l'enquêteur doit choisir sa garde-robe avant d'aborder ses interlocuteurs. Une erreur de tenue sera vue par le pasteur comme une provocation et il agira et répondra (s'il répond !) en conséquence. Les échanges dans un tel entretien se font par dialogue, ils sont donc oraux, ce qui pose le délicat problème de la langue. D'abord, si les deux parties possèdent la même langue maternelle, elles ne s'expriment souvent pas dans le même "dialecte" ; c'est-à-dire que les mêmes mots ont pour chacun des interlocuteurs un contenu sémantique différent. L'expérience montre qu'il est plus facile, à un fils et petit-fils d'éleveur peul de s'entendre avec un "vacher" du Cantal qu'à un fils et petit-fils de fonctionnaire français ; ils n'ont pas la même langue maternelle, mais ils ont les mêmes problèmes quotidiens ce qui les mets "sur la même longueur d'onde". C'est au pastoraliste de faire l'effort de rapprochement nécessaire. Quand le pastoraliste et le pasteur n'ont pas de langue en commun le choix du traducteur est déterminant. Il convient qu'il soit au bien courant des problèmes qui vont être abordés...

V. CONCLUSION

On peut ramasser des plantes, les collectionner, les déterminer, sans pour autant faire oeuvre de phytosociologue ou de pastoraliste, mais on ne peut pas se dire pastoraliste sans avoir de solides références tant en botanique qu'en phytosociologie, pour les sujets qui concernent ce colloque, mais il faut aussi avoir de bonnes lumières en climatologie, en pédologie, en zootechnie et même en sociologie. C'est un travail synthétique de généraliste. Comme tel il pose de nombreux problèmes trop souvent esquivés ou ignorés et alors les données récoltées perdent

beaucoup de leur intérêt. Je sais que «*Ce que j'essaie de faire ici est typiquement le genre de chose qu'on ne devrait pas avoir à faire et qu'on pourrait très bien ne pas avoir à faire. Mais il faudrait pour cela que les fautifs acceptent de commencer eux-même, autrement dit, veuillent bien essayer d'être un peu plus sérieux. S'il est un domaine dans lequel les erreurs sont plus vite et plus facilement commises qu'elles ne peuvent être corrigées, c'est bien celui qui est en question ici*» écrivait un philososphe [40] sur un autre sujet tout aussi crucial. Bien référencer les relevés, convenablement noter les espèces sont des enregistrements aisés à faire si l'observateur y apporte un minimum d'attention et alors ses relevés gagneront beaucoup et pourront être pleinement valorisés. En effet, sur les données phytogéographiques et écologiques comme sur toutes données scientifiques, un raisonnement juste donnera des résultats justes «*quand il s'exercera sur des faits précis; mais il ne pourra conduire qu'à l'erreur toutes les fois que les faits sur lesquels il s'appuie seront entachés primitivement d'erreur ou d'inexactitude* » [41] et il en est ainsi pour la valeur des bases de données botaniques et phytoécologiques et par voie de conséquence, sur celle des synthèses ou des théories qui s'appuieront sur leurs données.

VI. REFERENCES

1. JEFFERS, J., 1972 - *Mathematical models in ecology*, Oxford, Blackwell p.
2. DAGET, P., J. POISSONET, & B. TOUTAIN, 1996 -Planifier un échantillonnage pour une étude régionale de la végétation, *Revue Elev. Méd. vet. Pays trop.*, **50**, (2) : 145-148.
3. THIONET, P., 1953 - *La théorie des sondages*, Paris, Insee, 325 p.
4. GODRON, M. , 1968 -Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale, *Oecologia Plantarum*, **3** : 185-212.
5. GODRON, M. , 1971 - *Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux*, in *Centre Emberger*, Univ. Sci. Tech. Lang., Montpellier, p. 247.
6. GODRON, M., 1972 - *Les échantillonnage phytoécologiques*, Receuil des méthodes de l'Ecole d'Emberger, Vol. 2, Montpellier, Cnrs-Cepe, 18 p.
7. LONG, G., 1974 - *Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire*, Collection d'écologie, Vol. I, Paris, Masson, 252 p.
8. DAGET, P., J. POISSONET, & C. BRAU-NOGUE , 2000 -*Quelques méthodes de terrain en pastoralisme et leur interprétation*, in *Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000*, Afp, Editor,. Edit. de la Cardère, Morières : 209-215.
9. BRAUN-BLANQUET, J., 1928 - *Pflanzensoziology*, Berlin, Springer, 330 p.
10. GODRON, M., *et al.*, 1968 - *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, Paris, Cnrs, 200 p.
11. GODRON, M., *et al.*, 1969 - *Vade-mecum pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, Paris, Cnrs, 170 p.
12. GOUNOT, M., 1969 - *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*, Paris, Masson, 314 p.
13. BRAUN(-BLANQUET), J., 1915 - *Les Cévennes méridionales (Etude phytogéographiques)*, Genève, Arch. Sc. Phys. et Nat., 207 p.
14. PAVILLARD, J., 1935 - *Eléments de sociologie végétale (Phytosociologie)*, A.S.I., Vol. 251, Paris, Hermann, 102 p.
15. GUINOCHET, M., 1974 - *Phytosociologie*, Collection d'écologie, Vol. 1, Paris, Masson, 228 p.
16. LECOQ, H., 1844 - *Traité des plantes fourragères ou flore des prairies naturelles ou artificielles de France*, Paris, Cousin, 620 p.

17. MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG, 1974 - *Aims and methods of vegetation ecology*, New-York, Wiley, 577 p.
18. DAGET, P. & M. GODRON, 1982 - *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*, Collection d'Ecologie, Vol. 18, Paris, Masson, 172 p.
19. DAGET, P. , 1978 - *Ecologie générale et prairie permanente, de la réflexion fondamentale à l'application*, , Montpellier II, Montpellier, p. 212.
20. DAGET, P. & J. POISSONET, 1991 - *Prairies permanentes et pâturages, méthodes d'études*, Montpellier, Institut de botanique, 300 p.
21. DAGET, P. & M. GODRON, 1974 - *Vocabulaire d'écologie*, Paris, Hachette, 273 p.
22. GAMS, H. , 1918 -Prinzipienfragen der Vegetationforschung, *Vierteljahrschr. nat. Ges. (Zurich)*, **63**
23. GOUNOT, M. , 1956 -A propose de l'homogénéité et du choix des surfaces des relevés, *Bulletin du service de la carte phytogéographique*, **B-1**, (1) : 7-17.
24. FOREMAN, R. & M. GODRON, 1985 - *Landscape ecology*, N.Y., Wiley, 619 p.
25. BOUDET, G. & F. BAYENS , 1963 -Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux, *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, **16**, (2) : 191-219.
26. BOUDET, G., 1984 - *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, Paris, Ministère des relations extérieures, 261 p.
27. BECKING, R. , 1957 -The Zurich-Montpellier school of phytosociology, *The Botanical Erview*, **23**, (7) : 411-488.
28. DAGET, P. , 1998 -Biodiversité V - La végétation stationnelle, *Flotrop Info*, (24) : 1-2.
29. POISSONET, J., 1990 - *Inventaire des ressources agro-sylvo-pastorales du Borkou-Ennedi-Tibesti (BET)*, Frankfurt/Main, Agrotecknik, 160 p.
30. DAGET, P. & T.S. KONATE , 1996 -Pondérer les espèces dans les formations herbacées très hautes, *Revue Elev. Méd. vet. Pays trop.*, **49**, (1) : 72-73.
31. BLONDEL, J. & R. CUVELIER , 1977 -Une méthode simple et rapide pour décrire les habitats d'oiseaux : le stratiscope, *Oïkos*, **29** : 326-331.
32. HAMIDOU, B. , 1987 - *Relations herbe-arbres en conditions pâturées - Influence du recouvrement arboré des taillis de chêne pubescent (Quercus pubescens Willd.)*, , Univ. Sciences et techniques du languedoc, Montpellier, p. 152.
33. GODRON, M., *et al.*, 1962 - *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu (1 ° version)*, Montpellier, Cnrs, Centre Emberger, 200 p.
34. GODRON, M., 1984 - *Ecologie de la végétation terrestre*, Abrégés, Paris, Masson, 196 p.
35. Soil Survey Staff, 1951 - *Soil survey manual*, US Dept. Agric. Handbook, Vol. 18, Washington, US Government Printing Office, 500 p.
36. EMBERGER, L., *et al.*, eds.c *Description et mode d'emploi d'une fiche de relevé pour l'inventaire de la végétation.*, Cnrs-Scgv, Montpellier, 17.: p.
37. AUBERT, G.e.a., 1971 - *Glossaire de pédologie - Description de l'environnement en vue du traitement informatique*, paris, Informatique et biosphère, 174 p.
38. MENARD, M. & M. JURDANT, 1974 - *Code pour les relevés d'inventaire écologiques du territoire*, Québec, Ministère des Terres et Forêts, Direction générale des forêts, 109 p.
39. HUGUENIN, J. , 1997 - *Incidence des pratiques agricoles et des caractéristiques du milieu sur l'état des prairies guyanaises Facteurs explicatifs de la dégradation ou du maintien du couvert herbacé fourrager implanté*, , Kourou, CIRAD-EMVT et Paris,

INAPG, p. 131.
40. BOUVERESSE, J., 2001 - *Prodiges et vertiges de l'analogie*, Paris, Editions Raisons d'agir, 158 p.
41. BERNARD, C., 1864 (édit.1908) - *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, Ch. Delegrave, 100 p.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet