Ann. agron., 1971, **22** (1), 5-41.

I. R. A. T.
Centre de Documentation
45 bis, Av^e Belle-Gabrielle
NOGENT-s/MARNE (Seine)

UNE MÉTHODE D'ANALYSE PHYTOLOGIQUE DES PRAIRIES.

CRITÈRES D'APPLICATION

FICHÉ

Ph. DAGET et J. POISSONET

Centre d'Études phytosociologiques et écologiques, 34 - Montpellier
Centre national de la Recherche scientifique

RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent une technique simple d'étude de la végétation des herbages ; elle consiste à recenser les présences des espèces à la verticale de 100 points disposés régulièrement le long de lignes. Le matériel utilisé varie selon la hauteur des peuplements étudiés : double-mètre couché sur le sol avec lecture ponctuelle tous les 4 cm dans les peuplements denses et ras et longue baïonnette plantée dans le sol tous les 20 cm dans les peuplements denses et hauts avec lecture le long du fil.

Des normes d'interprétation et des abaques sont données, permettant d'obtenir, par exemple, l'intervalle de confiance des observations.

Diverses notions essentielles sont définies : fréquences centésimales (FC), contributions spécifiques (CS), etc. Sur la base des diverses contributions spécifiques enregistrées, ils définissent, dans les prairies artificielles, les notions de salissement et de dégradation.

Pour les pâturages, la transposition, aux données recueillies par le procédé décrit, de la méthode de DE VRIES permet de caractériser les divers herbages par une « valeur pastorale » synthétique. Sur le plan pratique, ces résultats peuvent permettre de dresser, par région étudiée, des diagrammes fourragers et de déduire un spectre fourrager optimal, ainsi qu'une valeur pastorale optimale.

Le rapport entre la valeur pastorale actuelle et la valeur optimale exprime l'intensité de l'utilisation de l'aire sur laquelle portent les observations (station écologique, parcelle agricole, exploitation, zone-test).

INTRODUCTION

La traduction dans le langage agronomique des observations et des résultats issus des recensements phytoécologiques réalisés par le C. E. P. E., ces dernières années, dans les prairies de diverses régions naturelles de France, est apparue comme une nécessité pour la valorisation des recherches entreprises. Déjà, nous avons été amenés à présenter un certain nombre de résultats préliminaires (DAGET, 1968,

1970 ; DAGET et J. POISSONET, 1965 *a*, *b*, *c*, 1966, 1969 *a* et *b*, 1970 *a* et *b* ; GODRON *et al.*, 1967 ; GOUNOT, 1969 ; J. POISSONET, 1965, 1966, 1968 ; P. POISSONET, 1969 ; P. et J. POISSONET, 1969) ; le moment nous paraît venu d'exposer les principes généraux de la méthode proposée et quelques normes d'interprétation qui en découlent.

Cet exposé ne prétend pas couvrir l'ensemble de l'étude des prairies ; bien que nous ne sous-estimions pas l'importance de l'étude de la biologie et de l'autécologie des espèces, nous ne nous sommes situés qu'au niveau de la synécologie, et, même à ce niveau, nous n'avons abordé qu'une partie des problèmes qui peuvent être posés.

Si la méthode de recensement présente certains caractères originaux, par contre, l'interprétation pratique des observations s'inspire des conceptions de l'École hollandaise de D. M. DE VRIES.

En l'état actuel de notre expérience, l'exposé des principes généraux et des résultats présentés dans ce mémoire, ne s'applique qu'aux formations herbacées denses (1) (prairies s. l.).

A. — RAPPEL DES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA MÉTHODE PROPOSÉE

Le recensement des observations peut se pratiquer soit au niveau de la parcelle cadastrale, soit au niveau de la « parcelle écologique », c'est-à-dire de la station (2).

Dans le premier cas, le prospecteur s'attache surtout à l'homogénéité des facteurs d'exploitation ou de production de l'herbage qui sont généralement uniformes sur l'ensemble d'une parcelle cadastrale donnée.

Dans le second cas, le prospecteur attache une importance égale aux facteurs de production et à l'homogénéité des facteurs phyto-écologiques, homogénéité qui n'est réalisée qu'au niveau de la station ; celle-ci peut être identique à la parcelle cadastrale, mais la plupart du temps s'en distingue par des caractères différentiels très nets, une parcelle cadastrale peut être subdivisée en plusieurs stations qui réclament, de ce fait, une analyse distincte.

C'est cette seconde approche qui a été retenue.

La méthode proposée comprend *deux phases* d'exécution sur le terrain :

— le relevé de la végétation et du milieu ;

— l'étude de points-quadrats.

1. — *Le relevé de la végétation et du milieu*

La méthode est basée sur le recensement objectif des observations à l'aide de formulaires précodés. Elle a fait l'objet d'une récente mise au point (GODRON *et al.*,

(1) Les formations herbacées denses comprennent moins de 25 p. 100 de végétaux ligneux hauts, moins de 10 p. 100 de végétaux ligneux bas, moins de 10 p. 100 de sol nu et 90 à 100 p. 100 de couvert herbacé (cf. *Code écologique*, GODRON *et al.*, 1968, pp. 32-37).

(2) La station est une portion de territoire d'étendue quelconque — le plus souvent restreinte — dans laquelle les conditions écologiques sont homogènes ; elle est caractérisée par une végétation uniforme (PAVILLARD, 1935 ; GODRON *et al.*, 1968).

1962, 1968) et de nombreuses présentations (GOUNOT, 1958 ; GODRON *et al.*, 1964, 1968 ; DAGET et J. POISSONET, 1965, 1966...) ce qui nous dispense d'en donner ici des développements détaillés.

Le relevé comprend une analyse phytosociologique de la végétation (composition floristique, structure,...) et une étude des variables écologiques stationnelles (topographie, influences climatiques locales, facteurs édaphiques et biotiques). L'ensemble de ces données permet d'apprécier, au niveau stationnel, les variables prépondérantes du milieu qui sont susceptibles d'intervenir sur la composition floristique et la biomasse d'une phytocénose, critères dont dépendent étroitement les potentialités agronomiques et économiques.

La comparaison de nombreux relevés stationnels permet la caractérisation des écosystèmes au niveau de la production primaire (BOURLIÈRE et LAMOTTE, 1967), entre autres par la mise en évidence de « groupes écologiques » (GOUNOT, 1958 1960, 1961, 1969 ; DELPECH, 1962 *b* ; GODRON *et al.*, 1964 ; DAGET et J. POISSONET, 1965 *a*, 1966).

2. — *Le relevé de points-quadrats*

Le relevé, tel qu'il vient d'être présenté n'est pas suffisamment précis sur le plan quantitatif, notamment en ce qui concerne l'estimation de l'abondance des espèces et de leur recouvrement. En effet, cette estimation présente de nombreuses difficultés d'exécution :

— difficulté d'identifier, d'isoler et de regrouper les individus de la même espèce, en raison de l'enchevêtrement des organes végétatifs des diverses espèces de la communauté ;

— difficulté de distinguer des strates verticales qui, dans les herbages, peuvent être en très grand nombre ;

— difficulté d'évaluer le recouvrement des espèces de petite taille, qui sont généralement masquées par les espèces de grande taille ;

— difficulté de distinguer physionomiquement des portions d'organes végétatifs ayant la même couleur et le même aspect, mais appartenant à des espèces différentes ; ce qui conduit, corrélativement, à la tendance de sur-estimer les espèces particulièrement remarquables (couleurs vives, organes volumineux ou attractifs).

Il est donc nécessaire de recourir à un processus de mesure dont la qualité principale soit la fidélité et qui permette d'évaluer les fréquences de toutes les espèces recensées (DE VRIES, 1937, 1938). Par souci de rigueur, nous avons adopté la méthode des points quadrats.

Les techniques généralement utilisées font appel à des dispositifs plus ou moins encombrants : aiguilles montées sur châssis, cadres métalliques avec réseau de fils (voir à ce sujet une abondante bibliographie dans HÉDIN et LEFEBVRE (1951), LAMBERT (1963), P. et J. POISSONET (1969)). Nous avons préféré employer un dispositif très simple qui consiste à disposer à la surface du sol un double-mètre métallique, le long duquel 50 points sont observés, un tous les quatre centimètres ; dans chaque station recensée, deux séries de mesures sont faites, de manière à échantillonner 100 points.

La mise en place du double-mètre est effectuée de la manière suivante :

Le double-mètre, complètement déployé, est glissé à la surface du sol, à travers

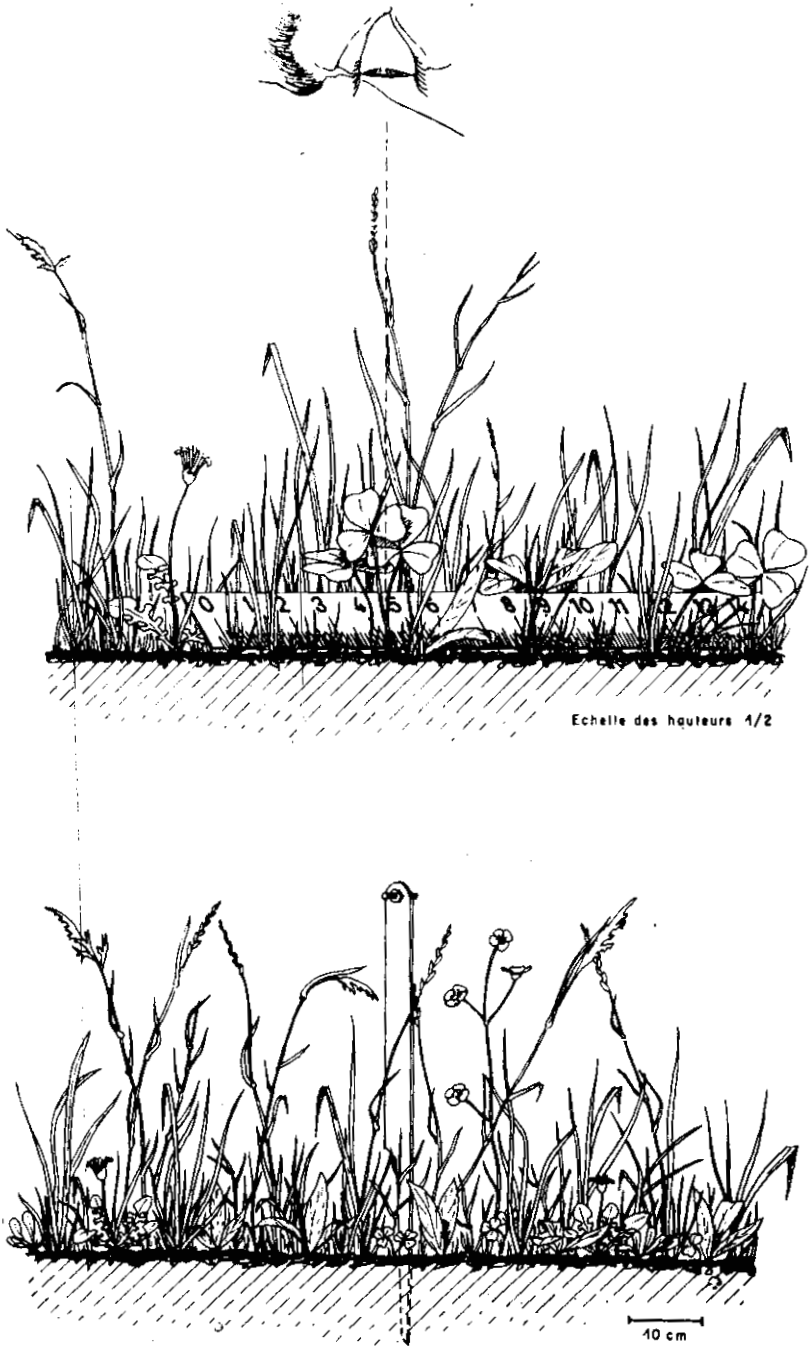


FIG. 1. — *Le matériel utilisé*

Méthode du double-mètre pour les herbages ras (haut de page)
Méthode de la baïonnette pour les herbages hauts (bas de page)

la végétation, la tranche graduée étant perpendiculaire à cette surface ; lorsqu'il est complètement engagé dans l'herbe, il est rabattu en position parallèle à la surface du sol, afin que les graduations en soient aussi rapprochées que possible (fig. 1).

Les lectures sont faites sur le bord gradué, aux intervalles choisis ; l'observateur *vise* perpendiculairement à la surface du sol la graduation retenue et annonce toutes les espèces qui sont situées à la *verticale* de ce point ; il doit s'efforcer de garder sa ligne de visée, afin que les unités d'observation puissent être assimilées à des points.

Par convention, chaque espèce n'est recensée qu'*une fois par point*, c'est-à-dire sur chaque ligne de visée, même si elle s'y trouve plusieurs fois, par exemple en position haute (couronne) et en position basse (souche).

Les observations sont directement notées sur des formulaires préparés à cet effet ; une fois remplis, ces formulaires servent de bordereaux et peuvent être donnés directement à une perforeuse lorsqu'une exploitation mécanographique est prévue.

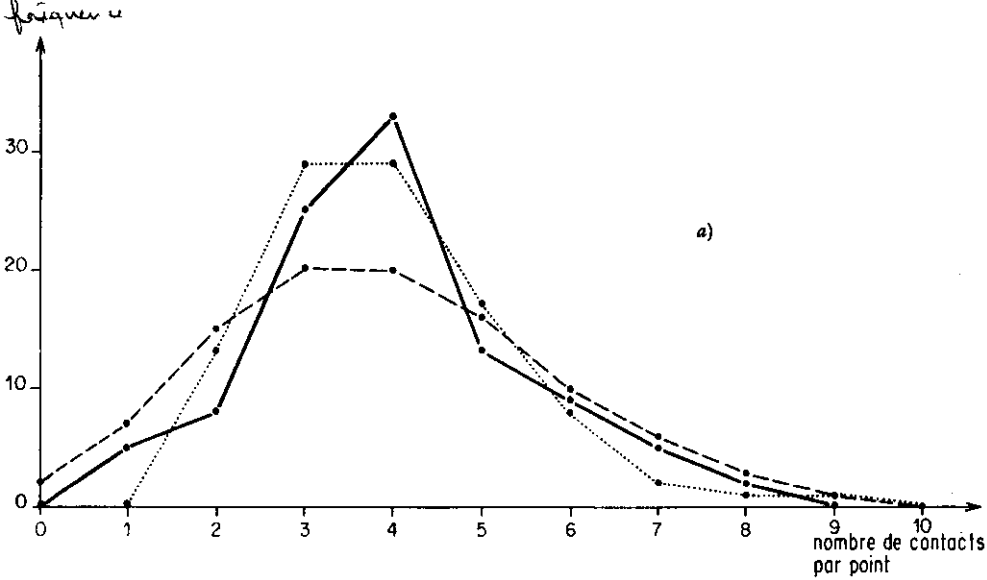
La méthode utilisée combine les avantages des points quadrats classiques (Bruce-Lévy, 1927 ; Lévy et Madden, 1933 ; Brown, 1954 ; Cain et Castro, 1959) et des méthodes linéaires d'observation de la végétation (Canfield, 1941 ; Parker, 1951 ; Long, 1957 ; Godron, 1966). Kershaw (1957, 1958) effectuait déjà des lectures le long d'une ligne, comme nous proposons de le faire, mais il les faisait tous les centimètres ; Bruce-Lévy (1927) faisait ses observations tous les 2,5 cm. L'expérience a montré que, dans les formations herbacées denses, il faut écarter les strates supérieures de la végétation, après avoir reconnu les espèces qui les constituent, pour pouvoir examiner les strates inférieures ; cette opération doit être faite délicatement de la main, mais il n'est pas possible d'opérer sans déplacer la végétation dans un voisinage de un ou deux centimètres autour du point étudié. C'est pourquoi il fallait au moins une distance de 3 cm entre chaque point ; pour faciliter les calculs ultérieurs, les lectures sont faites tous les quatre centimètres de façon à avoir 50 observations sur un double-mètre.

Lorsque la végétation est assez haute (à partir de 25 cm par exemple), notamment dans les prés de fauche, ces points seraient encore trop rapprochés et la « couche de végétation » trop épaisse pour permettre de faire de bonnes lectures ; nous proposons alors d'effectuer les lectures en des points espacés de 20 cm. Les mesures sont faites sur 5 lignes de 4 m de longueur disposées parallèlement, en position aussi centrale que possible dans la station. En chaque point est plantée verticalement une lame métallique présentant une tranche affûtée : la *baïonnette* ; les lectures sont faites le long du fil de cette baïonnette (fig. 1).

Dans les herbages analysés jusqu'à ce jour par cette méthode (environ 300 stations), le nombre d'espèces notées en chaque point varie de 0 à 13 ; en première approximation, il est d'autant plus élevé que l'exploitation de l'herbage est plus extensive.

La figure 2 présente les courbes de fréquence du nombre d'espèces par point, établies dans deux cas extrêmes, un herbage très extensif (fig. 2 *a*) et une prairie artificielle (fig. 2 *b*) : dans le premier la moyenne est $3{,}94 \pm 0{,}27$, soit approximativement 4 espèces par point, et dans le second $1{,}52 \pm 0{,}14$, soit 1,5 espèces par point.

Le nombre de présences par point est significativement différent de ce qu'il serait s'il suivait une loi de Poisson : en effet $m/s^2 = 2$ (fig. 2) ; par contre, il n'est pas significativement différent de ce que laisse prévoir une loi de Galton. Il existe une relation simple entre la somme de tous les contacts possibles par



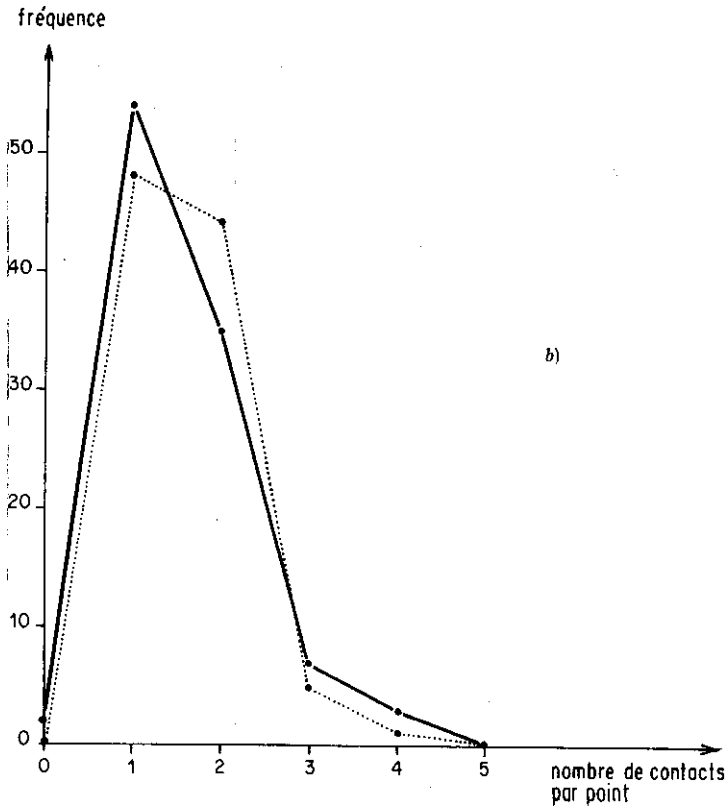


FIG. 2. — *Courbes des fréquences des présences par point*

a) Pâturage extensif (Relevé 34.D.67)
- ——— observations
- - - - - - - ajustement à une loi de Galton
- — — — ajustement à une loi de Poisson

b) Prairie artificielle (Relevé 21.P.67)
- ——— observations
- - - - - - - ajustement à une loi de Galton

espèce et la somme des présences de l'espèce (GODRON *et al.*, 1967 ; P. et J. POISSONET, 1969 ; P. POISSONET, 1969) ainsi qu'entre la somme de tous les contacts possibles à la verticale de chaque point et leur fréquence (GOODALL, 1953).

Comme le remarque DELPECH (1962 *a* et *b*), l'identification des plantes rencontrées est la partie délicate du travail. En effet, il faut déterminer correctement toutes les espèces à tous les stades de leur développement, ou du moins la plus petite unité systématique qui soit morphologiquement discernable (c'est parfois le genre, plus rarement la famille). Il convient donc de procéder aux observations à une époque où la majorité des espèces est suffisamment développée, mais il ne faut pas attendre trop longtemps car un développement excessif gêne la réalisation du travail. De plus, les flores classiques sont souvent d'une aide tout à fait insuffisante pour la détermination des plantes aux stades végétatifs, mais les travaux de certains pastoralistes (KLAPP, 1954, 1958, 1965 ; HUBBARD, 1959 ; KERGUÉLEN, 1960, sd, 1965 ; GARRAUDEAUX, sd ; CAPUTA, 1961 ; KIFFMANN, 1962 ; VOGLER, 1962 ; PFITZENMEYER, sd ; SCHWEIGHART, 1962 ; ACTA, 1964 ; DELPECH et BERTOLETTI, 1968 ; KRUIJNE et DE VRIES, 1968) peuvent aider utilement l'observateur en difficulté ; toutefois, c'est surtout l'entraînement qu'il faut acquérir.

La comparaison des diverses méthodes d'observation des herbages effectuée par POISSONET P. et J. (1969) montre que la méthode employée ici donne les résultats les plus proches de ceux qui sont fournis par la méthode de référence ; mais elle montre aussi que la précision des résultats dépend du soin apporté par l'observateur aux lectures ; en particulier, des lectures trop rapides altèrent la valeur des résultats.

B. — APPLICATION A L'ÉTUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES PRAIRIES PERMANENTES

Nous examinerons successivement les problèmes relatifs à la richesse floristique des prairies permanentes et ceux qui concernent l'interprétation des mesures de fréquence.

1. — *Richesse floristique*

D'après THURMANN (1849), qui a été repris par la plupart des phytoécologistes (FLAHAUT, 1901 ; PAVILLARD, 1935 ; DE VRIES et KOOPMANS, 1949 ; DELPECH, 1966 ; GODRON, 1966 ; GODRON *et al.*, 1968), la flore d'une étendue de terrain quelconque « est l'énumération de toutes les espèces qui y croissent ; la plante rare n'y occupe pas moins de place que la plante commune ». Cette notion de *flore* est ainsi distinguée de celle de *végétation* dans laquelle « les associations et les proportions des espèces dans le tapis végétal sont prises en considération ». Cela permet donc de dire (GODRON *et al.*, 1968 ; GOUNOT, 1969) que « la végétation associe à la notion de flore un concept de structure qui fait intervenir, par exemple, la distribution horizontale ou l'abondance relative des espèces ».

La notion de *richesse floristique* rend donc compte de la seule diversité de la

flore, c'est-à-dire du nombre de taxons inventoriés ; elle n'implique pas de jugement de valeur sur la production ou la productivité.

Pratiquement, dans les conditions climatiques de la France, la liste floristique des stations prairiales s'établit habituellement en prospectant une aire échantillon de 16 m² (aire du relevé + extension proche et lointaine, pages 20 et 63 du Code écologique (GODRON *et al.*, 1968)) à l'intérieur de la station homogène. On parlera de :

— flore *très pauvre*, lorsqu'il y a moins de 10 espèces recensées sur 16 m² ;
— flore *pauvre*, lorsqu'il y a de 11 à 20 espèces ;
— flore *moyenne*, lorsqu'il y a de 21 à 30 espèces ;
— flore *assez riche*, lorsqu'il y a de 31 à 40 espèces ;
— flore *riche*, lorsqu'il y a de 41 à 50 espèces ;
— flore *très riche*, lorsqu'il y a plus de 51 espèces.

Exemples. Un relevé, n° 37.D.67/CEPE, effectué dans l'ouest du Cantal a permis de recenser 59 espèces sur 16 m² ; la flore de cet herbage est donc très riche.

L'étude préliminaire de 76 prairies permanentes du Massif central, couvrant toute la gamme des types d'exploitation, a montré que les stations se répartissaient de la manière suivante :

Aucune station n'a une flore très pauvre,
3 stations ont une flore pauvre,
19 stations ont une flore moyenne,
24 stations ont une flore assez riche,
25 stations ont une flore riche,
5 stations ont une flore très riche.

Les différences entre les richesses moyennes des flores prairiales des régions naturelles sont significatives (au seuil de 95 p. 100) :

Cantal-ouest (plateaux)....	44 ± 2 espèces (riche)
Basse-Margeride	37 ± 2 espèces (assez riche)
Haute-Margeride.....	31 ± 2 espèces (assez riche)

Dans une région naturelle donnée, la richesse floristique est en liaison avec les facteurs du milieu ; c'est ainsi qu'il y a, en général, plus d'espèces dans les prés de fauche que dans les prés de pâturage, et plus d'espèces dans les stations sans fumure organique, ni fertilisation minérale, que dans celles qui en reçoivent ; ces observations sont conformes à celles de nombreux pastoralistes (DELPECH, 1960 ; DE VRIES et KRUIJNES, 1960).

Dans la pratique, l'aire analysée est prospectée par portions de surfaces croissantes ; d'abord 1 m², puis 2 et 4 m², de même pour les extensions, 8 m², puis 16 et 32 m². La connaissance du nombre d'espèces apparues à chaque augmentation d'aire permet d'établir une courbe « aire-espèce », courbe qui, même si son interprétation n'est pas encore bien au point, permet de juger de l'homogénéité de la station.

Exemple. Dans le relevé précédemment cité, les espèces sont apparues de la manière suivante :

premier mètre carré	43 espèces
second mètre carré.....	5 espèces
troisième et quatrième	1 espèce
extension proche (+ 4 m²)	3 espèces
extension lointaine (+ 8 m²).....	4 espèces
de 16 à 32 m²	2 espèces
au-delà des 32 m²	1 espèce

Ceci permet d'établir la courbe « aire-espèce » ; c'est ce qui a été fait sur la figure 3, où elle est présentée sous trois formes :

— la forme classique, en coordonnées arithmétiques (*a*),
— en coordonnées semi-logarithmiques (*b*), ce qui donne un bon ajustement linéaire,
— en coordonnées logarithmiques (*c*), ce qui donne un ajustement linéaire encore meilleur, et permet de dire que dans le domaine étudié, la courbe « aire-espèce » a pour équation :

$$y = 42(x)^{0,098}$$

où y est le nombre d'espèces et x la surface inventoriée en m².

La régularité des courbes obtenues indique que le relevé a été effectué dans une zone floristiquement homogène et, par conséquent, que les relations facteurs-espèces qu'il pourra contribuer à mettre en évidence auront une signification concrète (GOUNOT, 1961).

2. — *Fréquences et contributions spécifiques*

a) *Nombre et fréquence des espèces rencontrées sur 100 points.*

Parmi les espèces présentes dans la station, un certain nombre sont notées une ou plusieurs fois lors de la lecture des 100 points des doubles-mètres.

Exemple : L'étude de 55 stations, situées dans la Margeride et le Cantal, a montré que cet échantillonnage de 100 points permettait de recenser environ les 2/3 (0,63 ± 0,05) des espèces présentes dans le relevé. Dans le relevé pris ici comme exemple, 40 espèces sur 59 ont été trouvées sous les points, soit 67,7 p. 100 de la liste floristique de la station.

On appelle « *fréquence spécifique* », FS, d'une espèce, le nombre de points où cette espèce a été rencontrée ; c'est donc une fréquence absolue (LAMOTTE, 1962 ; GODRON, 1968). Lors de l'inventaire d'une station, l'effectif total de l'échantillon est de 100 points, la valeur de FS peut être considérée comme un pourcentage et FS comme une fréquence relative (LAMOTTE, 1962 ; GODRON, 1968) ; nous l'appellerons *fréquence centésimale* pour la distinguer d'une autre fréquence relative qui sera vue ultérieurement. Dans un essai agronomique, où de nombreux points sont observés, la valeur de la fréquence centésimale n'est plus égale à FS, mais au rapport de FS sur le nombre de points ; cette notion est donc homologue à la « fréquence » de RAUNKIAER (PAVILLARD, 1935 ; HÉDIN, 1945 ; GREIG-SMITH, 1964). La « *proba-*

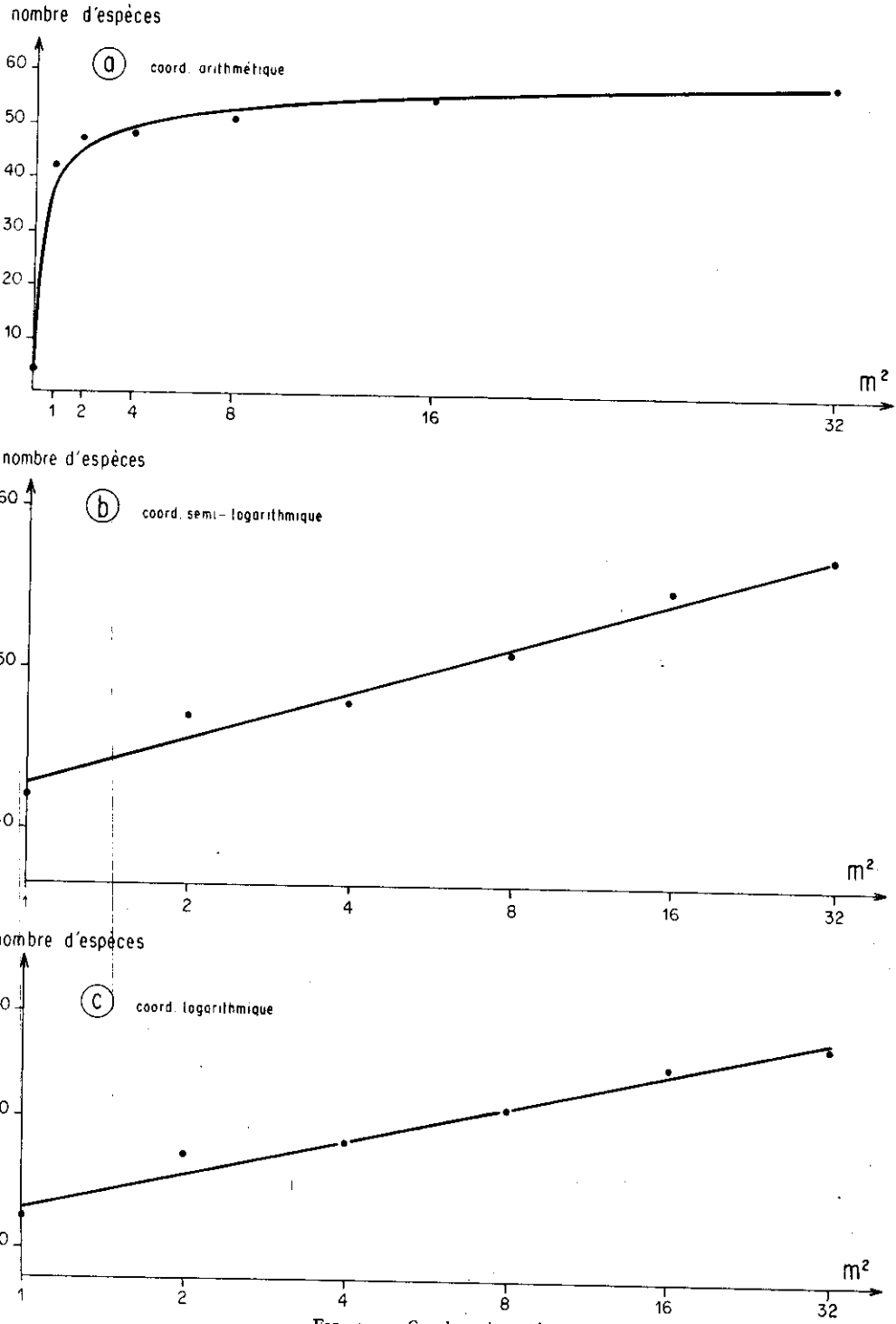


FIG. 3. — *Courbes aire-espèce*

bilité de présence » est la limite vers laquelle tend la fréquence centésimale lorsque le nombre de points devient très grand.

Exemple : L'espèce *Agrostis vulgaris* [1] a été rencontrée 44 fois sur 100 points recensés dans la station du relevé 38.D.67, sa fréquence spécifique est de 44, sa fréquence centésimale de 44 p. 100. Dans un essai effectué sur une prairie de la Mayenne, 2 400 points ont été observés ; *Trifolium repens* ayant été rencontré 1 058 fois, sa fréquence spécifique est 1 058 et sa fréquence centésimale

$$\frac{1\,058}{2\,400} \times 100 = 44 \text{ p. } 100.$$

Il est normal de considérer que les visées effectuées avec le double-mètre, comme les observations faites le long du fil de la baïonnette, ont des dimensions négligeables (DAGET et POISSONET, 1965 *a*, 1969 *a* ; P. et J. POISSONET, 1969). La probabilité de présence est alors un synonyme du recouvrement (GREIG-SMITH, 1964 ; GODRON, 1968).

Exemple : L'interprétation de l'ensemble des données recueillies dans cette station montre que le nombre moyen d'espèces par point est de 4. L'extrapolation de la courbe aire-espèce, dans la mesure où elle est justifiée, ferait correspondre à ce nombre une surface nettement inférieure au millimètre carré.
On peut par conséquent estimer que le recouvrement d'*Agrostis vulgaris* est de 44 p. 100, comme celui du Trèfle de la Mayenne.

La consultation de l'abaque du tableau 41 des *Biometrika tables* de PEARSON et HAETLEY permet de connaître l'intervalle de confiance des fréquences spécifiques calculées ; il montre que, plus le nombre d'observations est élevé, plus l'intervalle de confiance de la fréquence centésimale obtenue est réduit et, donc, plus elle est sûre. Cela souligne l'intérêt de procéder à un nombre d'observations suffisamment grand.

Exemple : Dans les deux exemples précédents, pour la fréquence centésimale de 44 on lit une fourchette :
- pour *Agrostis vulgaris*, avec 100 lectures, de 34,5 à 54 ;
- et pour *Trifolium repens*, avec 2 400 lectures, de 42 à 46 ;

si le nombre de lectures était réduit à 33 on aurait eu un intervalle de confiance défini par la fourchette 24-59.

Une étude théorique, appuyée sur l'analyse de très nombreuses séries de points effectuées dans la même station, a montré (DAGET, 1968 ; DAGET et J. POISSONET, 1970 *a*) que les fréquences spécifiques se répartissent selon une loi log-normale, dont il est possible d'évaluer les paramètres.

Exemple : Le détail des calculs pour le relevé n° 37.D.67/CEPE, qui a été pris ici comme exemple, est donné dans le tableau ci-dessous.

A l'occasion d'une modification des conditions de milieu, certaines espèces voient leur fréquence croître ; pour d'autres, elle décroît. Ces modifications se traduisent par l'apparition de courbes bi-modales, qui peuvent être considérées comme

[1] La nomenclature botanique employée est celle de la flore de P. FOURNIER (1961).

la somme de deux courbes log-normales (DAGET et J. POISSONET, 1970). Progressivement, et d'autant plus rapidement que la modification du milieu a été plus forte, les espèces dominées disparaissent, et l'on retrouve un état d'équilibre qui peut être traduit, comme l'était l'état d'équilibre initial, par une courbe log-normale simple.

Classes de fréquences spécifiques	Nombre d'espèces	Fréquences relatives cumulées
1	4	10,00
2	6,5	26,25
2-4	6,5	42,50
4-8	7,5	61,25
8-16	7,5	80,00
16-32	6	95,00
32-64	2	100

b) *Contribution spécifique.*

La « *contribution spécifique* », CS, est définie comme le rapport de la fréquence spécifique FS à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

$$CS_i = \frac{FS_i}{\sum_{i=1}^{n} FS_i} \times 100$$

où CS_i et FS_i sont les contributions et fréquences de l'espèce i et n le nombre d'espèces. CS_i est la fréquence relative de l'espèce i dans l'ensemble des fréquences spécifiques observées.

Exemple : Considérons les mesures présentées dans le relevé précédent, la fréquence centésimale FS de *Potentilla tormentilla* est de 30 p. 100 ; la somme des fréquences spécifiques du relevé est de 396, ce qui signifie que sur les 100 points échantillonnés, 396 présences d'espèces ont été observées.
La contribution spécifique CS de la Potentille est 7,6 p. 100 (30/396 × 100). (Les diverses contributions spécifiques de ce relevé sont données à l'Annexe II.)

A partir de la somme des fréquences spécifiques, l'intervalle de confiance du pourcentage réel se déduit immédiatement de la consultation de l'abaque cité plus haut.

Exemple : Dans le relevé cité, la CS d'*Agrostis vulgaris* est de 44/396 × 100 = 11,1 p. 100 ; le pourcentage réel est compris entre 8 et 14,5 p. 100 à la probabilité de 0,95.

Les études effectuées dans la Margeride et le Cantal ont montré que, dans une communauté prairiale, les espèces dont la contribution spécifique arrondie à l'unité la plus proche est au moins égale à 1 p. 100, représentent environ la moitié (52 ± 5 p. 100) du nombre total d'espèces de l'aire inventoriée.

Exemple : Dans le relevé étudié, le nombre d'espèces ayant une CS au moins égale à 1 p. 100 est de 33 sur 59 espèces en tout, soit 55,9 p. 100.

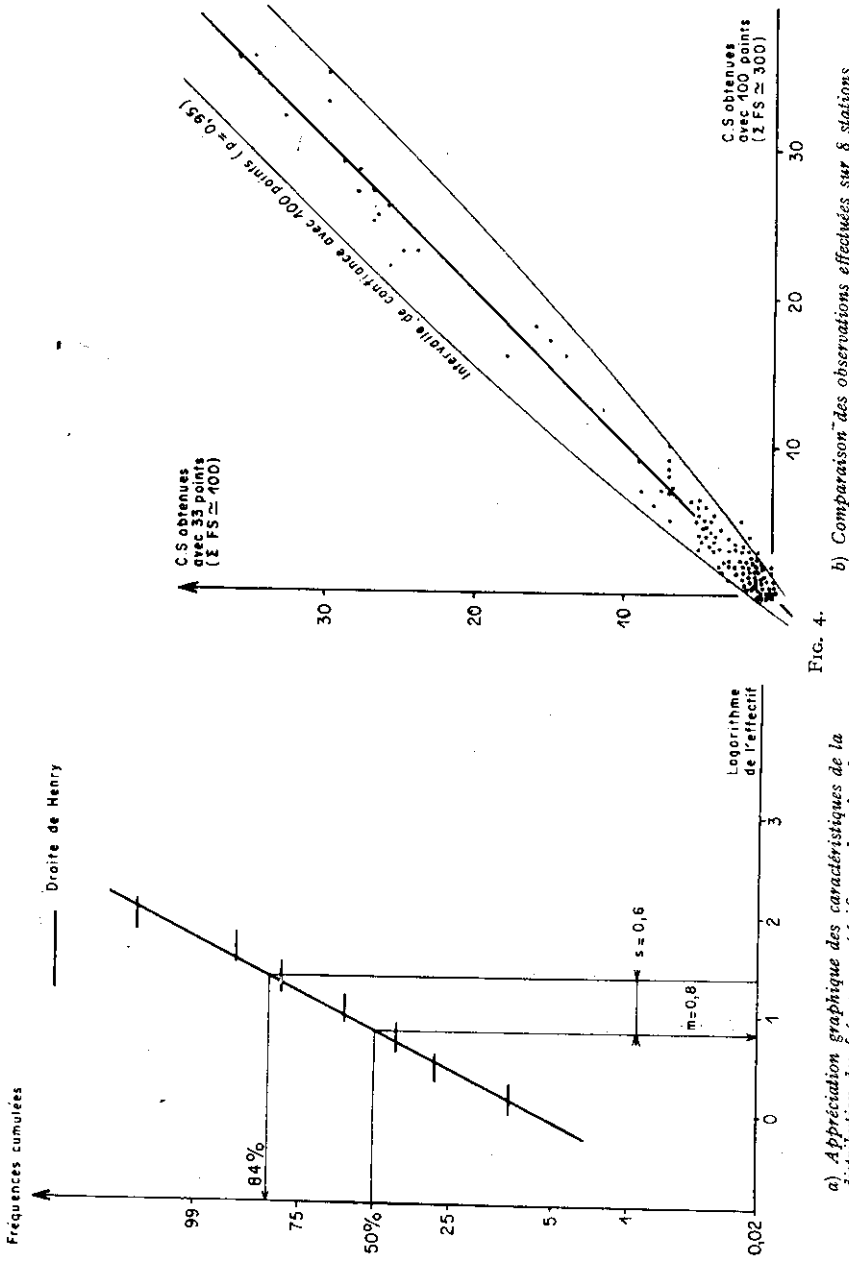


FIG. 4.

a) Appréciation graphique des caractéristiques de la distribution des fréquences spécifiques dans le relevé de l'Annexe II.

b) Comparaison des observations effectuées sur 8 stations avec 100 et 33 points

Une étude théorique montre (JACQUARD *et al.*, 1968 ; J. POISSONET, 1968 ; P. et J. POISSONET, 1969) qu'il existe une relation entre le pourcentage des espèces composant la communauté et les contributions spécifiques ; cette relation est assimilable à une loi de concentration de caractéristique 20/80, ou loi de Gini-Lorenz (fig. 5).

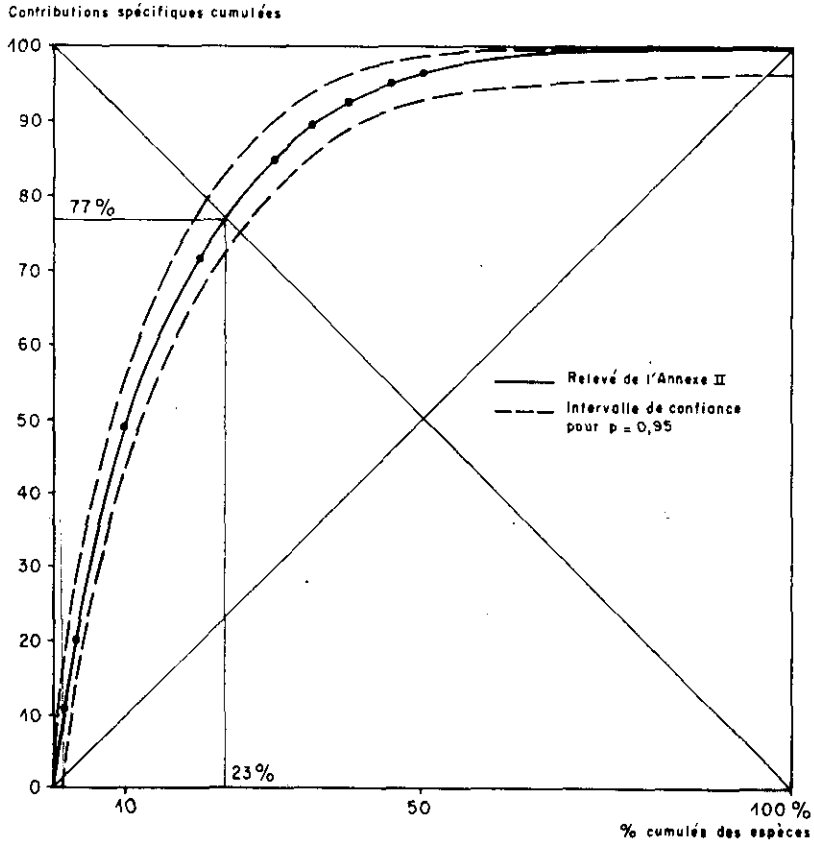


FIG. 5. — *Relation entre les pourcentages cumulés des espèces recensées dans une station et leurs contributions spécifiques cumulées (relevé de l'Annexe II).*

Exemple : la figure 5 montre que la relation de concentration, ou d'inégalité, entre les pourcentages cumulés (c'est-à-dire expression en p. 100 du rang des espèces après classement par ordre de CS décroissante) des espèces et les contributions spécifiques cumulées est de type 23/77, c'est-à-dire que seulement 23 p. 100 des espèces constituent 77 p. 100 de la végétation.
Cette relation déterminée à partir d'une somme de fréquences spécifiques de 396 est, pour un même nombre d'espèces, comprise entre les relations 20/80 et 25/75, avec une probabilité de 0,95.

Une comparaison effectuée sur 8 stations du Cantal entre les contributions spécifiques obtenues avec 100 points et celles qui peuvent être obtenues avec 33 points en prenant un point sur 3 (ce qui revient à prendre une distance de 12 cm entre

deux points successifs) permet de mettre en évidence (fig. 4 *b*) que les CS supérieures à 5 p. 100 obtenues avec 33 points sont toutes comprises dans l'intervalle de confiance (P = 0,95) des CS obtenues avec 100 points ; en dessous de 5 p. 100, il n'y a que 5 points du graphique sur 83 (soit 6 p. 100) qui présentent un écart significatif, ce qui est négligeable.

Sur le plan pratique, il est donc possible de se contenter de l'observation de 33 points ; mais l'examen de l'abaque cité plus haut montre que la précision des résultats est moindre (cela souligne *le soin* qu'il convient d'apporter aux observations). On ne fera donc cette réduction qu'avec la plus grande prudence, surtout pour les études à objectifs limités.

c) *Signification de la contribution spécifique.*

Les travaux de P. et J. POISSONET (1969) ont montré qu'il existe une relation presque linéaire (inégalité 46/54) entre ce que l'auteur appelle « Contribution spécifique présence » (CSP), que nous dénommons plus brièvement ici « contribution spécifique » : CS et la « contribution spécifique contacts » (calculée de la même façon, mais en tenant compte de tous les contacts de la même espèce sur chaque verticale d'observation) ; or, il existe une relation strictement linéaire entre cette dernière valeur et le poids de matière sèche exprimée en p. 100, relation qui, le plus souvent, est du type Y = X.

La contribution spécifique peut donc être considérée, à une certaine approximation près, comme une expression relative de la biomasse ; un abaque est fourni par ces auteurs pour effectuer la transformation. Cette liaison est à rapprocher de la corrélation linéaire entre recouvrement et production, mise en évidence par PRESCENVY (1957).

Exemple : Dire que, dans la station considérée, la Potentille a une contribution spécifique de 7,6 p. 100, cela revient à dire qu'elle constitue 8 p. 100 de la biomasse de cet herbage, à peu de chose près. Dire que 23 p. 100 des espèces de la station ont une contribution globale de 77 p. 100, cela revient à dire que ces espèces constituent environ 77 p. 100 de la biomasse de l'herbage ; plus précisément, compte tenu de la liaison exacte (de type 46/54), elles en représentent 82 p. 100 ; l'erreur relative est de 6 p. 100. Par le type même de liaison, cette erreur diminue vers les CS fortes.

La notion de contribution spécifique est très utile pour exprimer les similitudes floristiques quantitatives de deux ou plusieurs relevés. Ainsi, la somme des contributions spécifiques des espèces communes de relevés pris deux à deux permet de les comparer quantitativement, alors que les coefficients de similitude de JACQUARD et de SÖRENSEN ne permettent de faire qu'une comparaison qualitative entre relevés (DAGET et J. POISSONET, 1965 *a*).

d) *Quelques définitions.*

Parmi les espèces rencontrées sur les 100 points, certaines contribuent de façon appréciable à la production totale de biomasse, c'est-à-dire à la production d'herbe : ce sont toutes les espèces dont la contribution spécifique est au moins égale à 1 p. 100 ; elles sont appelées *espèces productrices*.

Parmi les espèces productrices, les unes produisent la majeure partie de la bio-

masse ; ce sont celles dont la contribution spécifique est au moins égale à 4 ± 1 p. 100, elles sont appelées « *espèces très productrices* ». Les espèces dont la contribution est comprise entre 1 et 4 ± 1 p. 100 sont appelées « *espèces peu productrices* ». Celles qui restent, dont la CS est inférieure à 1 p. 100, sont dites « *espèces non productrices* »

On appellera, en outre, « *espèces productives* », celles qui, adroitement stimulées, sont capables de donner une très forte production ; ce sont, le plus souvent, les espèces qui ont été choisies par les agro-généticiens pour leurs travaux de sélection et d'amélioration (le Trèfle blanc, le Trèfle violet, la Luzerne sont des exemples parmi les Légumineuses ; le Ray-grass, le Dactyle, la Fléole en sont parmi les Graminées). Les espèces productives — celles qui constituent le potentiel de production de l'herbage — peuvent être en même temps productrices ; cela se rencontre dans les prairies temporaires et artificielles ainsi que dans certaines prairies permanentes ; ce sont des herbages de forte production. Mais, assez souvent dans les prairies permanentes, les espèces productives ne sont, en fait, que peu ou non, productrices ; elles marquent le potentiel latent de l'herbage et suggèrent ses chances d'amélioration rapide ; on parle alors d' « *espèces potentielles* ».

Exemple : Dans la station déjà citée (voir tableau récapitulatif *in fine*),

- 12 espèces ont une CS supérieure à 3 p. 100 et constituent 73 p. 100 de la végétation ; ce sont les espèces très productrices ;
- 21 espèces ont une CS comprise entre 1 et 3 p. 100 ; ce sont les espèces peu productrices ; parmi celles-ci, deux espèces potentielles, les deux Trèfles (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*) ;
- les autres espèces ont une CS inférieure à 1 p. 100 ; ce sont les espèces non productrices.

Les enquêtes effectuées sur les facteurs de production, dans le Cantal et la Margeride, semblent montrer qu'une surexploitation a un effet dépressif sur le nombre d'espèces productrices, alors qu'inversement, une sous-exploitation en augmente le nombre. La fertilisation entraîne notamment une diminution du nombre d'espèces productrices (DELPECH, 1960).

e) *Application à l'expérimentation.*

A l'aide de cette méthode, il est possible d'aborder expérimentalement le problème de l'évolution de la végétation dans les formations herbacées denses.

C'est ainsi qu'on peut suggérer le protocole suivant (JACQUARD *et al.*, 1968 ; DAGET-BERTOLETTI, 1969) :

Une parcelle expérimentale est choisie en raison de son homogénéité floristique et écologique ; elle est divisée en parcelles élémentaires qui sont soumises à des traitements différents et dans lesquelles des observations périodiques sont effectuées (en principe, au début du printemps et dans le courant de l'été). Par ailleurs, des mesures de biomasse sont effectuées : matière verte, matière sèche (globale et par catégories d'espèces).

Ces mesures permettent :

— de suivre les variations du rendement potentiel dans le temps et en liaison avec la composition floristique,
— de préciser la date d'action des traitements appliqués,
— d'exprimer les corrélations entre mesures pondérales et mesures de fréquence.

C. — APPLICATION A L'ÉTUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES PRAIRIES ARTIFICIELLES ET TEMPORAIRES

L'application de la même méthode aux prairies artificielles et temporaires permet de définir un certain nombre de critères numériques permettant de caractériser objectivement l'état de ces formations et qui sont la « *composition floristique fondamentale* » et les « *degrés de salissement et de dégradation* ».

On sait que par « prairie artificielle » il faut entendre : Légumineuses semées pures ou dominantes ; pour les caractériser, nous avons pris comme seuil *moins de 25 p. 100* de Graminées semées. Par « prairie temporaire » il faut entendre : Graminées semées pures ou en mélange avec des Légumineuses ; pour les caractériser, nous avons pris comme seuil *plus de 25 p. 100* de Graminées semées.

1. — *Composition floristique fondamentale*

A partir des mesures de fréquence effectuées dans chaque prairie échantillonnée, il est possible de calculer la contribution des Graminées semées, des Légumineuses semées et des diverses plantes spontanées (pour simplifier les calculs, on ajoute la proportion de sol nu sans végétation à cette dernière catégorie) ; par plantes spontanées, on comprendra ici « l'ensemble des plantes qui n'ont pas été semées volontairement par l'homme » ; ce sont donc les adventices au sens agronomique usuel et au sens grammatical de Littré ; au sens géobotanique de A. P. DE CANDOLLE, ce sont les « plantes spontanées et les plantes cultivées involontairement » (AYMONIN, 1966).

Les pourcentages des trois catégories retenues : Légumineuses semées, Graminées semées et plantes spontanées diverses (plus sol nu) peuvent être reportés sur un diagramme triangulaire tel que celui de la figure 6 ; nous proposons de délimiter 7 zones dans l'aire d'un tel triangle, correspondant à 7 formations prairiales :

— une *zone I*, correspondant aux *très bonnes* et aux *bonnes prairies artificielles* constituées de 75 à 100 p. 100 de Légumineuses semées et présentant moins de 25 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone II*, correspondant aux *assez bonnes prairies artificielles*, constituées de 25 à 75 p. 100 de Légumineuses semées, et ayant moins de 25 p. 100 de Graminées semées et moins de 50 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone III*, correspondant aux *très bonnes* et aux *bonnes prairies temporaires*, constituées de 25 à 100 p. 100 de Graminées semées, moins de 75 p. 100 de Légumineuses semées et moins de 25 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone IV*, correspondant aux *assez bonnes prairies temporaires*, constituées de 25 à 75 p. 100 de Graminées semées, moins de 50 p. 100 de Légumineuses semées et entre 25 et 50 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone V*, correspondant aux *prairies temporaires dégradées*, constituées de 25 à 50 p. 100 de Graminées semées, moins de 25 p. 100 de Légumineuses semées et ayant entre 50 et 75 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone VI*, correspondant aux *prairies artificielles dégradées* constituées

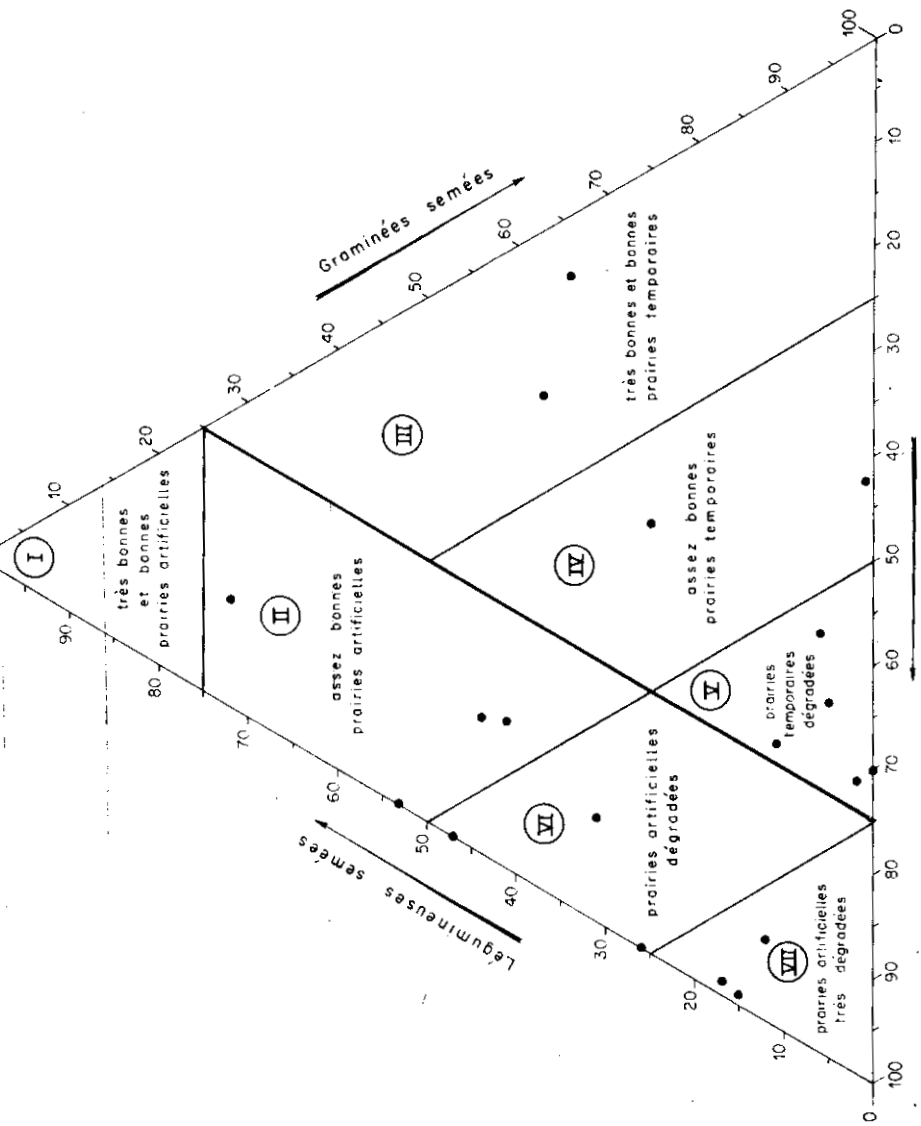


FIG. 6. — *Diagramme de la composition floristique,* (Graminées, Légumineuses, Plantes diverses) *des prairies artificielles et temporaires*

de moins de 50 p. 100 de Légumineuses semées, moins de 25 p. 100 de Graminées semées et ayant entre 50 et 75 p. 100 de plantes spontanées diverses ;

— une *zone VII*, correspondant aux *prairies artificielles très dégradées*, constituées de moins de 25 p. 100 de Graminées semées et de Légumineuses semées et ayant entre 75 et 100 p. 100 de plantes spontanées diverses.

Exemple : 19 prairies artificielles et temporaires ont été analysées dans le Massif central ; elles se répartissent de la façon suivante :

très bonnes prairies artificielles	0
assez bonnes prairies artificielles	4
bonnes prairies temporaires	2
assez bonnes prairies temporaires	2
prairies temporaires dégradées	5
prairies artificielles dégradées	3
prairies artificielles très dégradées.....	3

Cette répartition est donnée sur la figure 6.

2. — *Salissement et dégradation des prairies*

Pour beaucoup d'agronomes et de praticiens, « salissement » et « dégradation » d'une prairie sont des termes équivalents ; nous proposons ici de faire une distinction entre les 2 notions.

a) *Valeur et degré de dégradation des prairies.*

La « *valeur de la prairie* », V, est caractérisée par la somme des contributions spécifiques des espèces semées par l'agriculteur ; elle s'exprime en pourcentage.

Le « *degré de dégradation* », D, de la prairie est exprimé par la somme des contributions spécifiques des espèces adventices, à laquelle est ajoutée la proportion de sol nu ; il s'exprime en pourcentage.

De ces deux définitions, il résulte que :

$$V + D = 100$$

Les prairies pour lesquelles D est compris entre 0 et 25 p. 100 sont considérées comme *peu dégradées*, celles pour lesquelles D est compris entre 25 et 50 p. 100 sont *moyennement dégradées*, entre 50 et 75 p. 100, elles sont *fortement dégradées*, et au-dessus de 75 p. 100, elles sont *très fortement dégradées*.

Exemple : Dans les 19 prairies examinées, la dégradation est faible pour 3 d'entre elles, moyenne pour 5, forte pour 7 et très forte pour les 4 dernières.

b) *Degré de salissement des prairies.*

Le « *degré de salissement* », S, des prairies semées est le nombre d'espèces adventices dans la liste floristique complète (16 m²).

Il permet de différencier les prairies de la façon suivante :

— « *propres* », avec moins de 10 espèces adventices,

— « *assez propres* », entre 10 et 20 espèces adventices,

— « *sales* », entre 20 et 30 espèces adventices,

— « *très sales* », avec plus de 30 espèces adventices.

Exemple : Dans les 19 prairies examinées, 10 peuvent être considérées comme assez propres, 6 sont sales et 3 sont très sales.

3. — *Relation entre degré de salissement et degré de dégradation*

Degrés de salissement et de dégradation sont exprimés tous les deux à partir des adventices de la prairie examinée ; mais le nombre d'espèces adventices peut n'être pas lié à leurs contributions spécifiques ; en effet, il peut y avoir un grand nombre d'espèces adventices différentes représentées chacune par un seul individu ; la somme des contributions spécifiques de ces « mauvaises herbes » sera négligeable. Cela correspond à des herbages sales mais non dégradés. Par contre, dans certains cas une seule adventice pourra avoir une contribution spécifique élevée ; on aura alors un herbage propre mais dégradé.

D. — DÉTERMINATION DE LA VALEUR PASTORALE DES PRAIRIES PERMANENTES

La connaissance des fréquences spécifiques des diverses espèces d'un ensemble de prairies, c'est-à-dire, à la suite de la discussion du paragraphe B. 1, la connaissance de la végétation d'un ensemble de prairies permet d'aborder une phase de synthèse. Nous avons choisi comme expression synthétique la « *valeur pastorale* » pour les raisons suivantes :

— c'est une forme d'expression qui suppose le préalable de mesures de fréquences spécifiques,

— elle est simple, mais susceptible d'applications pratiques intéressantes,

— enfin, elle a recueilli un consensus international assez large (ANDRIES, 1950, 1954 ; KLAPP *et al.*, 1953 ; DE BOER, 1954 ; WILLIAMS, 1954 ; AREU Y PIDAL, 1961).

Mais il faut souligner que ce n'est pas la seule voie de synthèse possible ; c'est ainsi qu'à partir des fréquences spécifiques mesurées, on peut établir des groupes écologiques, par exemple par la voie des « profils écologiques » (GUILLERM, 1969). Par ailleurs, elle ne donne qu'une indication très indirecte de la production des milieux et de la productivité régionale. Enfin, le caractère d'observation « élaborée » (GODRON *et al.*, 1968) de la valeur des espèces, par son aspect relativement subjectif, n'est pas sans choquer certains esprits cartésiens (à tort pensons-nous).

Enfin, il faut souligner que cette synthèse implique la comparaison de relevés, or on ne peut comparer que des choses de même nature. On sait, et l'expérience le montre chaque année, que la structure de la végétation change au cours des saisons ; certaines espèces disparaissent lorsque la saison s'avance, d'autres n'apparaissent qu'en fin de saison ; pour les prés de fauche, les espèces n'ont pas toutes la même capacité à donner un regain (HÉDIN et LEFEBVRE, 1951).

C'est ainsi que des espèces *extrêmement fréquentes* au printemps dans le Massif central comme *Crocus vernus* ou *Narcissus pseudonarcissus* et *N. poeticus* n'ont pas été rencontrées dans 200 analyses prairiales effectuées en été.

Il conviendra donc d'effectuer les relevés d'un inventaire d'une année à l'autre pendant le même stade de végétation.

L'étude de la valeur pastorale de la végétation des prairies peut être abordée par deux voies différentes, basées l'une et l'autre sur la connaissance des contributions spécifiques ; la première passe par l'analyse du « spectre de constitution floristique », la seconde par le calcul de la valeur « pastorale ». Ces deux modes, qui se complètent, seront abordés successivement.

1. — *Analyse des composantes pastorales principales*

a) *Spectre de constitution floristique.*

Dans un souci de synthèse, les espèces sont regroupées en grandes catégories, et l'on indique la contribution de chacune d'elles. Selon le type d'étude, on peut utiliser les critères de regroupement tels que types biologiques, unités systématiques, valeur indicatrice, etc. ; pour une étude dont l'objectif est agronomique, les espèces sont réunies d'après leur intérêt pastoral, mais les regroupements peuvent différer selon les auteurs ; certains notent : Graminées/Légumineuses/Divers, d'autres : Graminées/Légumineuses/Ombellifères/Diverses, etc.

Suivant les propositions de DE VRIES (Réf. div.), les catégories suivantes sont retenues :

G_5 : très bonnes Graminées (ex. *Lolium perenne*)
G_4 : bonnes Graminées (ex. *Arrhenatherum elatius*)
G_3 : assez bonnes Graminées (ex. *Agrostis vulgaris*)
G_2 : Graminées moyennes (ex. *Festuca rubra*)
G_1 : Graminées médiocres (ex. *Anthoxanthum odoratum*)
G_0 : Graminées sans valeur (ex. *Holcus mollis*)
L_4 : bonnes et très bonnes Légumineuses (ex. *Trifolium pratense*)
L_3 : assez bonnes Légumineuses (ex. *Lotus corniculatus*)
L_2 : Légumineuses moyennes (ex. *Trifolium campestre*)
L_1 : Légumineuses médiocres (ex. *Genista pilosa*)
L_0 : Légumineuses sans valeur (ex. *Genista tinctoria*)
D_f : diverses fourragères (ex. *Sanguisorba officinalis*)
D_n : diverses non fourragères (ex. *Luzula campestris*)
R : refus ; cette catégorie comporte :
des refus ligneux (ex. *Calluna vulgaris*)
des refus vulnérants (ex. *Rosa canina*)
des refus toxiques (ex. *Senecio adonidifolius*)
des refus herbacés (ex. *Juncus conglomeratus*)

Certaines Graminées et Légumineuses sont à rattacher à la catégorie des refus, par exemple *Genista anglica* est un refus vulnérant et *Nardus stricta* un refus herbacé.

Il ne faut pas inclure dans les refus les espèces délaissées temporairement, telles que celles qui poussent sur les emplacements de bouses.

DE BOER (1954) et ANDRIES (1950, 1954, 1956) considèrent que la qualité des herbages peut être déterminée à l'aide du spectre de constitution floristique ; ils utilisent les échelles suivantes basées sur la fréquence des très bonnes Graminées (G_5) pour les deux premières, sur leur contribution en poids pour la troisième.

Valeur	Fréquences centésimales		Contribution pondérale
	De Boer	Andries	Andries
Très bonne	76 et plus	71 et plus	51 et plus
Bonne	61 à 75	61 à 70	31 à 50
Passable	46 à 60	51 à 60	16 à 30
Médiocre	36 à 45	31 à 50	15 et moins
Insuffisante	35 et moins	21 à 30	
Mauvaise		20 et moins	

b) *Diagramme de composition pastorale élémentaire.*

Un premier type de diagramme élémentaire, et rapidement établi, consiste à représenter l'herbage dans un système de coordonnées triangulaires :

— Graminées fourragères (G_6 à $_1$),

— Légumineuses et plantes fourragères diverses (L_4 à L_1 et D_f),

— plantes non fourragères, qui peuvent comprendre des Graminées (*Nardus stricta*), des Légumineuses (*Genista anglica*) et des plantes diverses ; ce sont donc des plantes sans intérêt pastoral et des refus.

Les valeurs de ces trois coordonnées s'obtiennent en faisant la somme des CS des espèces de chaque catégorie.

On constate que, dans ce type de représentation, l'on obtient des regroupements ; les images des herbages subissant le même traitement ayant tendance à se placer au voisinage les unes des autres.

Exemple : Les images de 56 prairies naturelles étudiées dans le Massif central se groupent en trois zones :

- les prés de fauche non fertilisés et les pâturages,
- les prés de fauche et les prés de pâturage ne recevant qu'une fumure organique,
- les prés de fauche et les prés de pâture recevant une fertilisation complète.

2. — *Calcul de la « valeur pastorale » des herbages*

a) *Principes.*

La détermination de la « *valeur pastorale* » de la végétation des herbages (VP), consiste à donner à la prairie un indice global de qualité, tenant compte de sa composition floristique et de la valeur relative des espèces (de Vries *et al.*, 1942 ; de Vries, 1950 ; Klapp *et al.*, 1953 ; Klapp, 1954 ; de Vries et de Boer, 1959 ; Delpech, 1960 ; Kruijne et de Vries, 1963).

La valeur relative des espèces se définit en attribuant à chacune d'elle un *indice de qualité spécifique* (I_s) encore appelé « coefficient de valeur », variant de 0 à 5 ; cet indice a été déterminé pour un certain nombre d'espèces, grâce à l'interprétation de nombreuses données : vitesse de croissance, valeur nutritive, appétibilité, saveur, assimilabilité, digestibilité, etc.

b) *Mode de calcul.*

Pour calculer la « valeur pastorale » d'un herbage, on évalue en premier lieu les contributions des diverses espèces, puis elles sont multipliées par les indices spécifiques correspondants ; les valeurs obtenues sont additionnées et exprimées sur 100 :

$$VP = 0{,}2 \sum_{i=1}^{n} CS_i \times Is_i$$

Exemple : Le détail des calculs pour le relevé 37.D.67/CEPE qui a été pris ici comme exemple est donné dans le tableau ci-dessous :

Catégories	Symb.	Indices spécifiques : I_s	CS	$I_s \times CS$
Graminées	G			
excellentes	5	5	0	0
bonnes	4	4	0	0
assez bonnes	3	3	14	42
moyennes	2	2	10	20
médiocres	1	1	18	18
nulles	0	0	0	0
Légumineuses	L			
bonnes	4	4	3	12
assez bonnes	3	3	1	3
moyennes	2	2	0	0
médiocres	1	1	0	0
nulles	0	0	0	0
Diverses fourragères.	D_f			
assez bonnes	3	3	0	0
moyennes	2	2	1	2
Diverses non fourragères	D_n	0	30	0
Refus.....	R	0	24	0
			100	97

$$VP = \frac{97}{500} \times 100 = 19{,}4 \quad (500 = 100 \times 5 \text{ valeur maximum})$$

Valeur pastorale : 19/100

c) *Indices de qualité.*

Les travaux de DE VRIES et de ses élèves (nombreuses réf.) ainsi que ceux de KLAPP (AREU Y PIDAL, 1961 ; KLAPP *et al*, 1953 ; KLAPP, 1954) donnent la valeur des indices de qualité d'un certain nombre d'espèces. La flore des herbages de France étant plus riche que celle des herbages des Pays-Bas, il a été nécessaire de compléter la liste par extrapolation, d'une part, à l'aide de la littérature agronomique existante depuis GAIN (1912), jusqu'aux auteurs contemporains et, d'autre part, en se servant des observations que nous avons faites sur le terrain.

Par ailleurs, suivant en cela DELPECH (1960), il nous a semblé préférable de donner des indices de 0 à 5 et non de 0 à 10 comme l'école hollandaise.

Les indices de qualité des Graminées, des Légumineuses et des meilleures plantes diverses (D_f) rencontrées dans les prairies naturelles du Massif central (plus de 200 études parcellaires détaillées réalisées) sont données dans l'Annexe I de ce travail.

Les valeurs pastorales calculées à partir des indices de DE VRIES (DE VRIES *et al.*, 1949 ; KRUIJNE et DE VRIES, 1963) et à partir de ceux qui sont donnés dans l'Annexe I sont peu différentes, et le décalage qui peut être observé diminue en même temps que la proportion de plantes diverses non fourragères auxquelles le système de cet auteur accorde une certaine valeur.

Exemple : Pour le relevé précédemment cité, les valeurs pastorales calculées sont :
— de 22 p. 100 selon les indices spécifiques utilisés par DE VRIES,
— de 19,4 p. 100 avec les indices de l'Annexe I.

d) *Valeur des « Indices de qualité ».*

En raison de la subjectivité relative des indices, il n'est pas recommandé d'attribuer une signification absolue à la valeur pastorale d'un herbage pris isolément ; par contre, l'application de ces indices permet d'effectuer des comparaisons très instructives entre les herbages, *à l'intérieur d'une même région naturelle.*

La question est controversée de savoir si les mêmes « indices de qualité » doivent être utilisés dans les diverses régions naturelles. Certains pensent, en effet, qu'il convient de donner une valeur différente à l'indice des espèces qui, par exemple, sont consommées en montagne et ne le sont pas en plaine, ce qui correspondrait à une digestibilité plus grande (DELPECH, 1962 *a*). Nous ne pensons pas qu'il faille retenir cette opinion, du moins tant que des *analyses comparatives précises* n'auront pas été faites. En effet, les travaux suisses ont montré que, toutes choses égales par ailleurs, le rendement s'abaissait proportionnellement à l'augmentation de l'altitude (WENGER, 1950 ; CAPUTA, 1969) : en particulier, la diminution qu'il est possible de calculer à partir « des moyennes de nombreux résultats chiffrés obtenus dans diverses régions des Alpes et du Jura » par CAPUTA (1967) est de 3,8 q/ha/an de matière sèche pour une élévation de 100 m. A cette baisse correspond une baisse de la fréquence des bonnes espèces ; les espèces médiocres semblent n'être consommées en altitude que faute de mieux.

Il ne faut pas attribuer aux indices spécifiques une valeur fonctionnelle absolue qu'ils n'ont pas ; ils n'ont qu'une valeur relative, c'est-à-dire efficiente. Ces indices méritent de retenir l'attention non parce qu'ils sont *vrais*, mais qu'ils sont *efficaces*. Ceci souligné, qu'ils puissent être soumis à une révision appuyée sur l'expérimentation n'est pas douteux ; mais, ainsi que l'a fait ressortir RAYMOND (1963), il s'agit là d'un problème fort complexe, aussi bien par le nombre d'expériences à effectuer (espèces prairiales et régions pastorales très nombreuses) que par la difficulté même de l'expérience.

Enfin, on a pu reprocher aux indices spécifiques de ne pas refléter d'assez près la réaction des espèces à tel ou tel facteur agronomique.

Exemple : C'est ainsi que *Poa pratensis* ($I_s = 4$) réagit mieux à l'apport d'azote que *Phleum pratense* ($I_s = 5$), en exploitation fauche, dans l'Artense. Dans le Merlerault, *Holcus lanatus* ($I_s = 2$) produit, en culture pure, autant de matière sèche, à l'hectare et par an, que *Lolium perenne* ($I_s = 5$).

Il faut rappeler que la fonction de l'indice spécifique n'est pas de caractériser la plasticité d'une espèce, sa réaction à l'azote ou sa productivité brute, mais, et seulement, son intérêt zootechnique ; pour ces réactions, il existe d'autres indices appropriés (ELLENBERG, 1963).

3. — *Diagramme synthétique de* DE VRIES *et spectre fourrager optimal*

a) *Établissement du diagramme.*

Comme l'ont fait T'HART et DE VRIES (1950), il est possible de combiner les contributions des catégories pastorales et la valeur pastorale des divers herbages d'une région, en un diagramme synthétique comportant :

— en abscisse, la moyenne des valeurs pastorales regroupées en classes de 10 ;

— en ordonnée, la contribution moyenne cumulée des catégories d'espèces dans l'ordre suivant : plantes non fourragères (D_n, G_0 + R), Graminées moyennes (G_1, G_2 et G_3) Graminées bonnes et très bonnes (G_4 et G_5), Légumineuses fourragères (L_1 à L_4) et diverses fourragères (D_f).

La figure 7 donne deux exemples de diagramme synthétique : l'un se rapporte au Cantal et l'autre à la Margeride.

b) *Détermination du spectre fourrager optimal.*

Les contributions des diverses catégories d'espèces peuvent être représentées séparément, ce qui donne une courbe par catégorie ; c'est ce qui a été fait sur la figure 8 à partir des données qui avaient permis d'établir la figure 7. Ces courbes partent de l'origine (CS = 0) en ce qui concerne les catégories fourragères, et de CS = 100 pour les plantes non fourragères. Elles sont tracées en trait plein jusqu'à la valeur pastorale maximale *observée*, mais il est possible de les extrapoler.

Cette extrapolation est guidée par les remarques suivantes :

— l'indice spécifique maximal des légumineuses est 4 ; à un peuplement dans lequel les bonnes légumineuses ont une contribution de 100, correspond la VP maximale de 80 (points A sur la figure 8). Il s'agit alors de très bonnes prairies artificielles ;

— dans les très bonnes prairies temporaires, la plupart des graminées ont l'indice 5 (G_5), quelques-unes l'indice 4 (G_4) ; on peut prendre comme valeur moyenne, 4,75, alors, avec 100 p. 100 de ces espèces, la VP maximale est de 95 (points B sur la fig. 8);

— lorsque la valeur pastorale est voisine de 100, les contributions des espèces moyennes et médiocres tendent vers zéro (points C sur la fig. 8).

La possibilité de mettre en évidence des courbes de variation de la contribution des catégories permet de justifier, *a posteriori*, le fait que ANDRIES (1954), DE BOER (1954) et WILLIAMS (1954) caractérisent la valeur pastorale des herbages seulement par la CS de *Lolium perenne* (espèce qui constitue dans les climats humides du N.-W. de l'Europe, l'essentiel des bonnes Graminées).

On notera, en particulier, que la contribution des espèces non fourragères s'annule pour une VP inférieure à 100. L'interprétation, selon cette méthode, des données publiées par l'école hollandaise, montre, qu'en conditions naturelles, il y a

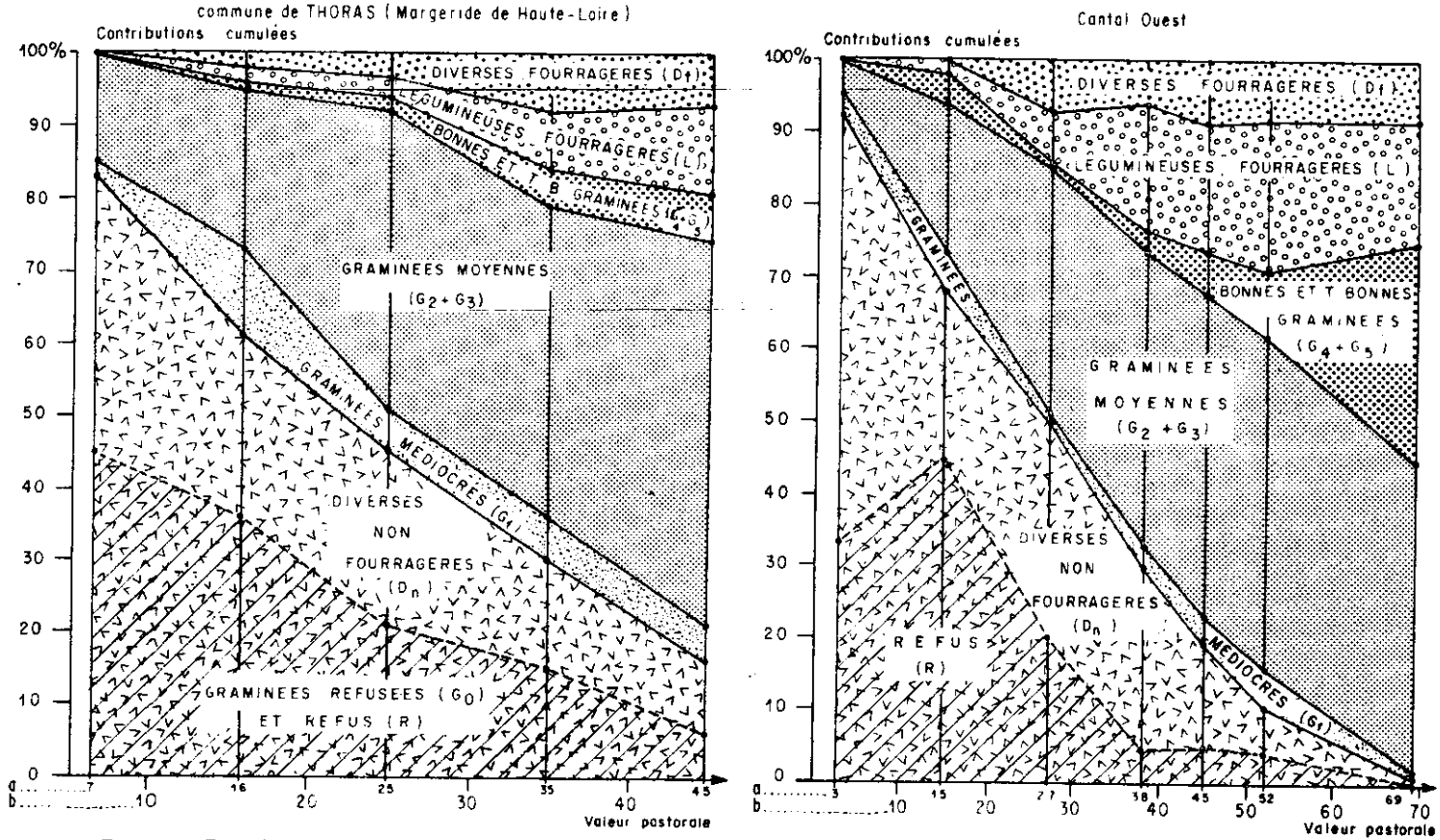


FIG. 7. — *Exemples de diagrammes synthétiques de* DE VRIES *représentatifs des herbages échantillonnés, dans deux régions du Massif central*
a = Valeurs pastorales moyennes *b* = Limites des classes de valeur pastorale

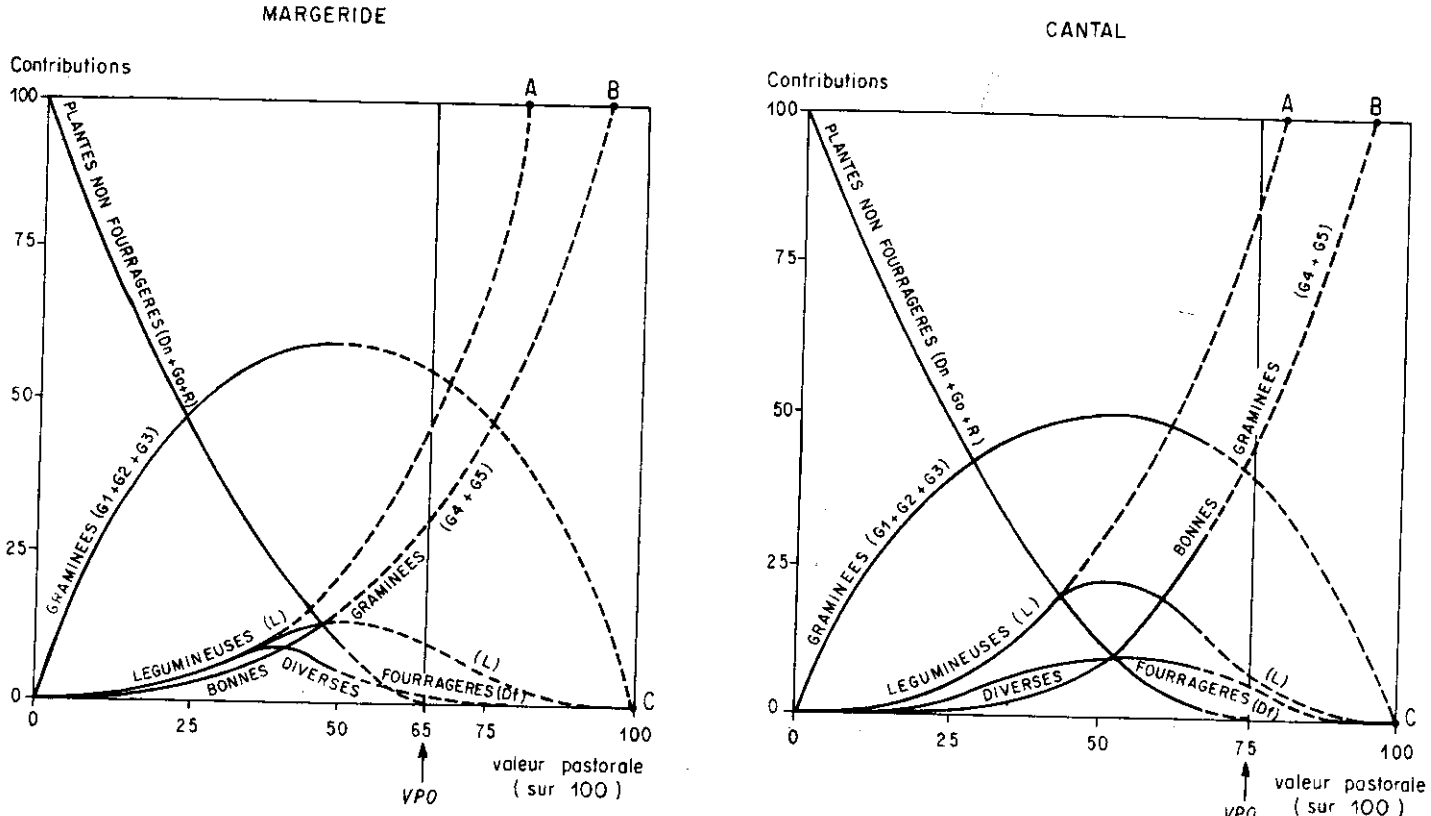


FIG. 8. — *Variations des contributions des diverses catégories fourragères en fonction de la valeur pastorale des herbages, dans deux régions du Massif central*

toujours, même dans les meilleures prairies permanentes, des espèces non fourragères, fût-ce en nombre très réduit ; on est donc conduit à penser que la VP pour laquelle la contribution des plantes non fourragères s'annule constitue un plafond ; c'est la *valeur pastorale optimale* « VPO ». A cette valeur correspondent, pour chaque catégorie fourragère, des contributions qu'il est possible de lire sur le graphique et dont l'ensemble constitue le *spectre optimal*. Tout ceci, soulignons-le une fois de plus, *dans l'optique de l'évolution de la flore en place* sous l'action d'interventions agronomiques diverses (drainages, irrigations, amendements, fumures, entretiens,...) excluant les interventions brutales qui créent un milieu profondément différent et comportent l'introduction d'une flore nouvelle (labours, semis,...).

De la valeur pastorale correspondante, qui peut être considérée comme une caractéristique régionale, on peut déduire les contributions des catégories de plantes par lecture directe sur les courbes.

Exemple : A partir des mesures effectuées, il semble que le spectre fourrager optimal soit réalisé pour une valeur pastorale voisine de 90/100 dans les Pays-Bas, de 75/100 dans le Cantal, et de 65/100 dans la Margeride, avec les compositions suivantes :

Catégories	Pays-Bas	Cantal	Margeride
R et D_n	0	0	0
D_f	0	5	3
$G_1 + G_2 + G_3$	5	40	55
$G_4 + G_5$	95	45	30
L	0	10	12

4. — *Comparaison des herbages d'une région*

L'état actuel d'un herbage est caractérisé par sa valeur pastorale ; l'état optimal des herbages naturels d'une région l'est par sa valeur pastorale optimale. Cela permet d'effectuer la comparaison des herbages à l'intérieur d'une même région naturelle ainsi que cela a été signalé antérieurement (§ d). Dans ce but, il suffit de calculer le rapport I_e (indice d'intensité d'exploitation pastorale) entre ces deux valeurs :

$$I_e = \frac{VP}{VPO}$$

et de le comparer à l'échelle suivante :

au plus égal à 0,19	herbages très extensifs
0,20 à 0,39	herbages extensifs
0,40 à 0,59	état moyen
0,60 à 0,79	herbages intensifs
au moins égal à 0,80	herbages très intensifs

Cet indice est susceptible d'applications diverses et variées qui sont développées par ailleurs (DAGET et J. POISSONET, 1967 *b* ; 1970 *b*).

CONCLUSION

Il y a quelques années, MAYER et REBISCHUNG ont souligné « l'importance de la connaissance de la composition botanique du gazon des prairies » et ajoutaient que « si nous voulons être en mesure [d'en] apprécier la qualité,... il est important de caractériser les gazons par leur flore et de pouvoir, non seulement décrire leur état actuel, mais encore les comparer quand ils sont dans des milieux différents ». Ils faisaient alors ressortir quelques-unes des caractéristiques essentielles que devraient présenter toutes méthodes à retenir : sûreté, facilité de mise en œuvre, débouchés économiques...

Le mode de recueil et d'interprétation des données phytologiques, et plus particulièrement des fréquences des diverses espèces des prairies, qui est proposé ici nous semble pouvoir répondre aux divers critères suggérés.

On a pu voir en particulier que la connaissance précise de l'état floristique d'un herbage et de sa végétation permet de le classer par rapport à un état optimal de référence qu'il est possible de déterminer dans chaque région.

Il convient, toutefois, de souligner que cette méthode ne permet pas de couvrir l'ensemble des problèmes posés par l'étude des prairies ; la biologie des espèces, leur auto-écologie, les problèmes variétaux, ceux qui concernent la détermination de la valeur indicatrice des espèces, toutes questions dont l'importance ne doit pas être sous-estimée, ne sont pas abordés ici.

Reçu pour publication en octobre 1970.

REMERCIEMENTS

Nous remercions nos collègues du C. E. P. E. ainsi que MM. DELPECH, GACHON, HÉDIN, JACQUARD, KERGUÉLEN, qui ont bien voulu examiner ce travail et nous faire part de leurs suggestions.

SUMMARY

A METHOD TO ANALYSE THE VEGETATION IN HERBAGES. APPLICATION POSSIBILITIES

The authors describe a simple technic to study the vegetation in herbages ; it consists to check the presences of species at the vertical of hundred points regulary disposed along lines.

The used material varies according to the height of the studied population : double-meter lying on the ground with a point of reading every 4 cm in short-cropped closed vegetation and a long bayonet stuck in the ground every 20 cm in closed high population, with reading along the edge.

Some standards for interpretation and graphs are given, which allow to obtain, for instance the confidence intervals for the observations.

Some essential notions are defined : centesimal frequencies (FC), specific shares (C S), and so on. On the basis of the registered specific shares its defined in the seeded grassland the ideas of soiling and degradation.

For the pastures, the transposition to the data collected with the process described of DE VRIES method allow to caracterize the varied grassland with a synthetic « pastoral value » (VP).

On a practical point of view, this results allow to draw the *pastoral diagram, deduce* the optimal pastoral spectrum and optimal pastoral value (VPO) for each studied district.

The ratio between the present pastoral value and the optimal value express the herbage *condition, or the intensity* of utilization of the area on which bear the observations (ecological station, agricultural parcel, exploitation and test-area).

ZUSAMMENFASSUNG

EINE PHYTOLOGISCHE ANALYSENMETHODE FÜR WIESEN ANWENDUNGSMERKMALE

Die Verfasser beschreiben eine einfache Technik zur Untersuchung des Wachstums der Wiesen. Sie besteht aus der Zählung der Pflanzenarten, die sich senkrecht gegenüber 100 längs der Päanzenreihen regelmässig aufgestellten Bezugspunkte befinden. Das verwendete Material wechselt je nach Höhe der untersuchten Pflanzenbestände. In den dichten und flachen Beständen handelt es sich um auf dem Boden *niedergelegte Doppelmeter mit* Ablesung Punkt für Punkt auf jede 4 cm, und in den hochgewachsenen Beständen um in dem Boden auf jede 20 cm aufgestellte langen Stöcke, mit Ablesung längs des Drahtes.

Normen für Auslegung sowie graphische Darstellungen werden gegeben. Diese erlauben z. B. den Zuverlässigkeitsgrad der Beobachtungen zu bestimmen.

Verschiedene Grundbegriffe werden festgesetzt : Hundertteilige Frequenzen (FC), Spezifische Beiträge (CS) u. s. w. ... Unter Zugrundelegung der verschiedenen eingetragenen spezifischen Beiträge bestimmen sie, in den künstlichen Wiesen, die Begriffe « *Verschmutzung* » und « Degradierung ».

Was die Weiden anbetrifft so erlaubt die Umstellung der de VRIES — Methode auf diedurc das *beschriebene* Verfahren gewonnenen Ergebnisse, die verschiedenen Wiesen durch einen synthetischen « Futterwert » zu charakterisieren. Auf dem praktischen Plan erlauben diese Ergebnisse für jedes untersuchte Gebiet Futterdiagramme aufzustellen und ein optimales Futter-Diagramm sowie einen optimalen Futterwert absuleiten.

Das Verhältnis zwischen dem gegenwärtigen Futterwert und dem optimalen Wert ergibt den Ausnützungsgrad der Fläche, auf die sich die Beobachtungen beziehen (ökologische Versuchsanstalt, landwirtschaftliche Parzelle, landwirtschatflicher Betrieb. Testgebiet).

РЕЗЮМЕ

Метод фитологического анализа лугов, и критерии его применения.

Ф. ДАЖЭ, Ж. ПУАССОНЭ.

Авторы описывают простой способ изучения растительности травостоя; он заключается в учтении всех присутствующих видов по вертикали сотни пунктов равномерно распределенных по всей длинне линий. Применяющийся материал меняется в зависимости от высоты изучающихся популяций : двухметровая линейка, горизонтально положенная на землю и пунктуальная читка каждые 4 сантиметра в популяциях разреженных и низких, длинный штык втыкаемый в землю каждые 20 см., и на котором читка производится вдоль острия, в популяциях плотных и высоких.

Даются нормы интерпретации и номограммы, благодаря которым можно, например, получить надежные интерваллы для наблюдений.

Определяются разные основные понятия : частоты по сотням (FC), специфический вклад (CS) и т. д. На базе разных специфических вложений, определяются также для искуственных лугов, понятия засорения и деградации.

Сопоставление данных полученных при применении описанного метода, с данными метода де Вриеса, дает возможность охарактеризовать различные травостои пастбищ по их синтетической « пастбищной ценности ». В практическом отношении, полученные результаты помогают составить кормовые диаграммы изученных районов и вывести из них оптимальные кормовые спектры и оптимальную пастбищную ценность.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ACTA, 1964. *Clé de détermination de quelques graminées au stade herbacé.* Acta, Paris, 2 pages.

ANDRIES A., 1950. L'appréciation dans la pratique de la valeur agricole des herbages par l'examen de la composition botanique. *Rev. Agric.*, **3**, 12, 1302-1316.

ANDRIES A., 1954. La cartographie des prairies en Belgique. *C. R. Conf. Europ. des herbages*, O. E. C. E. Paris, 28-30.

ANDRIES A., 1956. La cartographie botanique des prairies. I. Carte des prairies de la région herbagère Fagne. *Revue de l'Agriculture*, **2**, 35 p.

AREU Y PIDAL, 1961. Methodo de Klapp-König y Stählin para expressar el valor alimentico di un pastizal. *Montes*, **102**, 603-609.

AYMONIN G., 1966. Le phénomène d'adventicité. *C. R. 2e Col. Int. de Biol. des mauvaises herbes.* Grignon 1965, 13 p.

BOURLIÈRE F., LAMOTTE M., 1967. Les fondements physiologiques et démographiques des notions de production et de rendement bio-énergétiques. *Problèmes de productivité biologique*, Lie Masson, Paris, 1-35.

BROWN D., 1954. *Methods of surveying and measuring vegetation.* Bull. (42), Com. Agric. Bur. Farnham Royal, Bucks, 223 p.

BRUCE-LEVY E., 1927. The grasslands of New Zealand. *N. Z. J. Agric.*, **34**, 145-164.

CAIN S., CASTRO G., 1959. *Manual of vegetation analysis.* Harper and Brs, N. Y., 325 p.

CANFIELD R. H., 1941. Application of the line intercept methods in sampling range vegetation. *J. Forestry*, **39**, 388-384.

CAPUTA J., 1961. *Les plantes fourragères.* Lie Payot, Lausanne, 208 p.

CAPUTA J., 1967. Production fourragère suivant l'altitude. *Expériences fourragères*, A.O.C.F., Lausanne, **9**, 26-37.

CAPUTA J., 1969. Potentialités fourragères en zone de montagne. *Com. journées d'hiver de l'A. F. P. F.*, 14 p.

DAGET-BERTOLETTI L., 1969. Présentation de 5 essais sur prairies permanentes. *I. T. C. F.*, Paris, 43 p.

DAGET Ph., 1968. Quelques remarques sur les distributions de fréquences spécifiques dans les phytocénoses. *Œcol. Plant.*, **3**, 299-312.

DAGET Ph., 1970. Analyse de la dispersion spécifique dans les formations herbacées. *Com. Ve Col. Écologie, école normale sup.*, Paris (12-14 mars 1970), 15 p.

DAGET Ph., POISSONET J., 1965 *a*. *Contribution à l'étude des herbages des plateaux basaltiques de l'Ouest du Cantal.* C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, document n° 16, 120 p. + annexes.

DAGET Ph., POISSONET J., 1965 *b*. *Étude sommaire de trois groupes de stations prairiales de la Margeride.* C. N. R. S.-C. E. P. E. Montpellier, document n° 17, 12 p.

DAGET Ph., POISSONET J., 1965 *c*. *Caractères phyto-écologiques des stations utilisées pour fournir des ressources alimentaires au bétail dans la Margeride de Lozère.* C. N. R. S.-C. E. P. E. Montpellier, document n° 19, 36 pages + annexes.

DAGET Ph., POISSONET J., 1966. *Étude phyto-écologique de la commune de Thoras* (Haute-Loire). C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, document n° 28, 620 p. en 5 fasc. + annexes.

DAGET Ph., POISSONET J., 1969 *a*. Principes d'une technique d'analyse quantitative de la végétation des formations herbacées. *Com. Sem. sur les méthodes d'inventaire des prairies permanentes Montpellier (25 et 26 mars 1969)*, 16 p.

DAGET Ph., POISSONET J., 1969 *b*. Mode d'appréciation du niveau d'intensité de l'utilisation des herbages. Quelques applications. *Com. Sem. sur les méthodes d'inventaire des prairies permanentes, Montpellier (25 et 26 mars 1969)*, 16 p.

DAGET Ph., POISSONET J., 1970 *a*. Distribution des fréquences spécifiques dans les phytocénoses herbacées en déséquilibre. *Com. Ve Col. Écologie, École normale supérieure, Paris (12-14 mars 1970)*, 25 p.

DAGET Ph., POISSONET J., 1970 *b*. *Mode d'évaluation du potentiel pastoral des herbages à partir de l'inventaire phytologique* (sous presse).

DE BOER Th., 1954. Les herbages, leur classification par l'étude des unités de végétation, leur valeur écologique et agricole aux Pays-Bas. *C. R. Conf. Europ. des herbages, O. E. C. E.*, Paris, 39-46.

DELPECH R., 1960. Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies. *Fourrages*, **4**, 83-98.

DELPECH R., 1962 *a*. Comment améliorer les prairies permanentes. *Bull. C. E. T. A.*, étude n° 726, 8 p.

DELPECH R., 1962 *b*. Écologie appliquée. Possibilité de déterminer les conditions de milieu par l'examen de la végétation (cas des prairies). *B. T. I.*, **172**, 734-749.

DELPECH R., BERTOLETTI L., 1968. *Plantes des prairies permanentes*. Série graminées, A. C. T. A., Paris, 10 p. et 34 planches.

DE VRIES D. M., 1937. Methods of determining the botanical composition of hay fields and pastures. *Rep.* IVth. *Int. Grassl. Congr. Aberystwyth*, 474-480.

DE VRIES D. M., 1938. The plant sociological combined specific frequency and other method. *Chronica botanica*, **4** 115-117.

DE VRIES D. M., 1950. Grasland typen en hun oecologie. *Neth. Kruidk. Arch.*, **57**, 28-31.

DE VRIES D. M., T'HART M. L., KRUIJNE A., 1942. Een waardering van grasland op grond van de plantkundige samenstelling. *Landbouwk. Tijdschr.*, Wageningen, **54**, 245-265.

DE VRIES D. M., DE BOER Th., DRIVEN J., 1949. Evaluation of grassland by botanical research in the Netherland. *Nations Unies*, E/CONF. 7/SEC/W. 159, 8 p.

DE VRIES D. M., KOOPMANS J., 1949. Het verband tussen de Hoedanigheidsgraad van grasland en stand plaatsfactoren. *Tidj. Cent. Inst. voor Land. boukundig Onderzoek, Wageningen*, **61**, 1, 21-37.

DE VRIES D. M., DE BOER Th., 1959. Methods used in botanical grassland research in the Netherland and their application. *Herbage Abst.*, **29**, 1, 1-7 (bibl.).

DE VRIES D. M., KRUIJNES A., 1960. The influence of nitrogen fertilization on botanical composition of permanent grassland. *Stikstof*, **4**, 11 p.

ELLENBERG H., 1963. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Ulmer, Stuttjort. 943 p.

FLAHAULT Ch., 1901. Premier essai de nomenclature phytogéographique. *Bull. Soc. Lang. Géogr.*

FOURNIER P., 1961. *Les quatre flores de France*. Le Chevalier, Paris, 1105 p.

GAIN E., BROCQ-ROUSSEN D., 1912. *Traité des foins*. La Maison Rustique, Paris, 795 p.

GARAUDEAUX J., s. d. *Les prairies et leur flore*. 44 p.

GODRON M., 1966. Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité de la structure de la végétation. *Œcol. Plant.*, **1**, 187-197.

GODRON M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Œcol. Plant.*, **3**, 185-212.

GODRON M., CORRE J., FLORET C., GASTON A., GRANDJOUAN G., GUILLERM J. L., LONG G., POISSONET J., TRABAUD L., 1962. *Codification et transcription sur cartes mécanographiques perforées des relevés d'inventaire de la végétation*. C. N. R. S.-C. E. P. E., 235 p.

GODRON M. *et al.*, 1964. *Notice détaillée. Carte phyto-écologique et carte de l'occupation des terres de Sologne*. C. N. R. S., Paris, 192 p. + cartes.

GODRON M., POISSONET J., POISSONET P., 1967. *Méthode d'étude des formations herbacées denses. Essai d'application à l'étude du dynamisme de la végétation*. C. E. P. E., Montpellier, document n° 35, 28 p.

GODRON M., DAGET Ph., EMBERGER L., LONG G., LE FLOC'H E., POISSONET J., SAUVAGE Ch., WACQUANT J. P., 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. C. N. R. S., Paris, 292 p.

GOODALL D., 1953. Point quadrat methods for the analysis of vegetation. *Aust. J. Bot.*, **1**, 457-461.

GOUNOT M., 1958. Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann. Serv. Bot. et Agron. de Tunisie*, **31**, 1-282.

GOUNOT M., 1960. Méthodes d'études et d'inventaire de la végétation pastorale et prairiale. *Fourrages*, **4**, 46-52.

GOUNOT M., 1961. Méthodes d'inventaire de la végétation. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, B, **6**, 1, 7-73.

GOUNOT M., 1969. *Méthodes d'étude de la végétation*, Lie Masson, Paris, 314 p.

GREIG-SMITH P., 1964. *Quantitative plant ecology*. Butterworths Sc. Publ., London, 256 p.

GUILLERM J. L., 1969. *Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc*. Thèse de spécialité, Montpellier, 160 p.

T'HART M., DE VRIES D. M., 1950. La prairie et l'exploitation de la prairie aux Pays-Bas. *B. T. I.*, **52**, 547-551.

HÉDIN L., 1945. Contribution à l'étude des formes biologiques des espèces prairiales. *Ann. Agron.*, 235-278.

HÉDIN L., LEFÉBVRE J. M., 1951. Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude agronomique des prairies. *Ann. Amél. Pl.*, 376-407.

HÉDIN L., DUVAL E., 1967. Intérêt de l'étude de la production primaire en écologie prairiale. *Problèmes de productivité biologique*, Lie Masson, Paris, 93-112.

HUBBARD C., 1959. *Grasses.* A Pelican book, 428 p.

JACQUARD P., DAGET Ph., POISSONET J., LAROCHE G., 1968. *Expression de l'évolution du potentiel de production et de la composition botanique d'une formation herbacée dense.* C. N. R. S.-C. E. P. E., document n° 47, 22 pages.

KERGUÉLEN M., s. d. *Clef des légumineuses prairiales et cultivées* . Lab. Plant. Four., Rouen, 6 p.

KERGUÉLEN M., 1960. Quelles indications peut-on retirer de l'analyse botanique des herbages. *Fourrages*, **4**, 70-82.

KERGUÉLEN M., 1965. Clef de détermination de quelques graminées au stade herbacé *in* DUTHIL. *La Production fourragère*, Lie Baillère, Paris, 325-335.

KERSHAW K., 1957. The use of cover and frequency in the detection of pattern in plant community. *Ecology*, **38**, 2, 291-299.

KERSHAW K., 1958. An investigation on the structure of a grassland community. *Ecol.*, 1958, 44-47, 571-592 et 1959, 31-55.

KIFFMANN R., 1962. *Ecology, Echte gräser (gramineae).* Freising-Weihenstephan. 51 p.

KLAPP E., 1954. *Wiesen und Weiden*, Paul Parey, Berlin, 519 p.

KLAPP E., 1958. *Grünlandkräuter*, Paul Parey, Berlin, 96 p.

KLAPP E., 1965. *Taschenbuch der Gräser*, Paul Parey, Berlin, 260 p.

KLAPP E., BOEKER P., KÖNIG F., STÄHLIN A., 1953. Wertzahlen der Grnülandpflanzen. *Das Grünland*, Heft 5, 38-40.

KNOLL H., 1954. État actuel des enquêtes sur les herbages de la Bade du sud. *C. R. Conf. Europ. des Herbages*, O. E. C. E., 46-52.

KOP L., 1965. Moisture indication on grassland by vegetation and soil ; a comparaison of maps. *Neth. J. Agric. Sci.*, **13**, 1, 6-20.

KRUIJNE A., DE VRIES D. M., 1963. *Data concerning important herbage plants.* Inst. Voor. biol. en scheikundig, Onderz. (222), Wageningen, 45 p.

KRUIJNE A., DE VRIES D. M., 1968. *Vegetatieve herkenning ban onze grasland-planten.* H. Veeman en Zonen, N. N., Wageningen, 111 p.

LAISSUS R., POISSONET J., 1970. Quelques résultats des essais sur prairie permanente dans le « Domaine expérimental du Vieux-Pin » (Orne). *Com. Sem. méthodes d'inventaire des prairies permanentes, Montpellier (25-26 mars 1970)*, 12 p.

LAMBERT J., 1963. Recherches phytosociologiques sur les prairies de moyenne Ardenne. *Agriculture*, **11** (2), (1), 5-198.

LAMOTTE M., 1962. *Initiation aux méthodes statistiques en biologie.* Lie Masson, Paris, 144 p.

LEVY E. et MADDEN E., 1933. The point method of pasture analysis. *New. Zeal. J. Agr.*, **46**, 267-279.

LONG G., 1957. Description d'une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution de la végétation. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, B, **3**, (2) 107-128.

LONG G., POISSONET P., POISSONET J., GODRON M., DAGET Ph., 1970. *Méthodes d'analyse par points de la végétation prairiale dense.* C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, Document n° 55, 31 p.

MAYER R., REBISCHUNG J., s. d. *Composition botanique et variétale de l'herbe*, I. N. R. A., St. Cent. Amél. Pl., Versailles, 14 p.

PARKER K., 1951. A method for measuring trend in range condition. *Nat. forest range Adm. Studies Forest. Serv.*, U. S. D. A., 26 p.

PAVILLARD J., 1935. *Eléments de sociologie végétale.* A. S. I., n° 251, Lie Hermann, Paris, 102 p.

POISSONET J., 1965. *Expression de la valeur fourragère (Indices spécifiques et valeur agronomique) des herbages de la Margeride.* C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, document n° 20, 10 p.

POISSONET J., 1966. Formations herbacées denses de l'Ouest du Cantal. *Sém. Formations herbacées denses de Salers*, C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, 20-38.

POISSONET J., 1968. *Recherche sur une loi d'équilibre dans la composition floristique des formations herbacées denses.* C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, 18 p.

POISSONET P., 1969. Comparaison des résultats obtenus par diverses méthodes d'analyse de la végétation dans une prairie permanente. *Com. Sem. méthodes d'inventaire des prairies permanentes, Montpellier (25 et 26 mars 1970)*, 33 p.

POISSONET P., POISSONET J., 1969. *Essai de comparaison de méthodes d'analyses phytosociologiques et agronomiques des formations herbacées denses permanentes.* C. N. R. S.-C. E. P. E., Montpellier, document n° 50, 120 p.

PRESCENVY S., 1957. The correlation between ground cover and vegetation yield. *Port. Acta Biol.*, **6**, (1), 94-96.

RAYMOND F., 1963. Correspondance entre la qualité d'un fourrage et la quantité consommée. *Proc. Symp. Europ. Grassl. Fed.*, **16**, 75-84.

SCHWEIGHART O., 1962. *Fotobuch der Wiesenpflanzen.* BLV Verlag, München, 324 p.

THURMANN J., 1849. *Essai de phytostatique appliquée à la chaîne du Jura et des contrées voisines.* Berne, 379 p.

VOGLER E., 1962. *Gräserbestimmung nach Photos.* Paul Parey, Berlin, 107 p.

WENGER H., 1950. *L'appréciation du bétail tacheté du Simmenthal.* C. Wyss., Berne, 93 p.

WILLIAMS T. E., 1954. Carte des herbages de l'Angleterre et du Pays de Galles et classement agronomique des herbages. *C. R. Conf. Europ. des herbages*, O. E. C. E., Paris, 31-34.

ANNEXE I

INDICES SPÉCIFIQUES UTILISÉS POUR LE CALCUL DES VALEURS PASTORALES

Graminées

Espèces	I_s	Espèces	I_s
Dactylis glomerata	5	*Festuca rubra*	2
Festuca pratensis	5	*Gaudinia fragilis*	2
Lolium multiflorum	5	*Glyceria fluitans*	2
Lolium perenne	5	*Holcus lanatus*	2
Phleum pratense	5	*Poa annua*	2
		Sesleria coerulea	2
Alopecurus pratensis	4		
Arrhenatherum elatius	4	*Alopecurus geniculatus*	1
Poa chaixii	4	*Anthoxanthum odoratum*	1
Poa pratensis	4	*Brachypodium pinnatum*	1
Poa trivialis	4	*Briza media*	1
		Bromus mollis	1
Agrostis alba stolonifera	3	*Cynosurus cristatus*	1
Agrostis vulgaris	3	*Danthonia decumbens*	1
Avena pratensis	3	*Deschampsia flexuosa*	1
Avena pubescens	3	*Festuca duriuscula*	1
Festuca arundinacea	3	*Festuca ovina*	1
Trisetum flavescens	3	*Holcus mollis*	1
		Hordeum murinum	1
Agropyrum repens	2	*Koeleria cristala*	1
Agrostis canina	2	*Koeleria valesiana*	1
Bromus erectus	2		

Légumineuses

Espèces	I_s	Espèces	I_s
Medicago sativa	4	*Vicia angustifolia*	3
Onobrychis sativa	4	*Vicia cracca*	3
Trifolium hybridum	4	*Vicia hirsuta*	3
Trifolium pratense	4	*Vicia sepium*	3
Trifolium repens	4		
		Trifolium arvense	2
Anthyllis vulneraria	3	*Trifolium campestre*	2
Lathyrus pratense	3	*Trifolium dubium*	2
Lotus corniculatus	3	*Trifolium spadiceum*	2
Lotus uliginosus	3		
Medicago falcata	3	*Genista pilosa*	1
Medicago lupulina	3	*Ornithopus perpusillus*	1
Trifolium montanum	3		

Plantes diverses fourragères

Espèces	I_s	Espèces	I_s
Sanguisorba officinalis	3	*Taraxacum officinale*	2
Achillea millefolium	2	*Alchemilla vulgaris*	1
Carum carvi	2	*Leontodon automnalis*	1
Meum athamanticum	2	*Leontodon hispidus*	1
Plantago lanceolata	2	*Scorsonera humilis*	1
Plantago major	2	*Tragopogon pratensis*	1
Sanguisorba minor	2		

Nota bene : dans les exemples cités, la valeur o a été donnée à toutes les espèces trouvées ne figurant pas sur cette liste (y compris Graminées et Légumineuses).

Cas des refus

Parmi les refus spécifiques permanents on trouve notamment :
Refus herbacés.

Caltha palustris
Centaurea nigra
Cirsium palustre
Comarum palustre
Deschampsia coespitosa
Equisetum hiemale
Gentiana cruciata
Gentiana lutea
Gentiana pneumonanthe
Heracleum sphondylium
Juncus buffonius
Juncus conglomeratus
Juncus silvaticus
Juncus squarrosus
Leuzea conifera
Lichens divers
Hieracium pilosella
Menyanthes trifoliata
Mousses diverses
Nardus stricta
Parnassia palustris
Polygonum bistorta
Ranunculus acer
Ranunculus bulbosus
Ranunculus repens
Senecio adonidifolius

Refus ligneux non vulnérants.

Calluna vulgaris
Cytisus purgens
Genista sagittalis
Genista tinctoria
Salix repens
Sarothamnus scoparius
Vaccinium myrtillus
Vaccinium vitis-idaea

Refus ligneux vulnérants.

Genista anglica
Ononis spinosa

ANNEXE 2

TABLEAU RÉCAPITULATIF DE FRÉQUENCES SPÉCIFIQUES (FS) ET CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES (CS) DU RELEVÉ 37-D-67/CEPE PRIS ICI COMME EXEMPLE

Espèces	FS	CS	Espèces	FS	CS
Graminées	195	49,3	Diverses non fourragères		
Nardus stricta	30	7,6	*Rhinanthus minor*	3	0,8
Danthonia decumbens	25	6,3	*Galium verum*	8	2,0
Agrostis vulgaris	44	11,1	*Galium asperum*	2	0,5
Agrostis alba	3	0,8	*Betonica officinalis*	7	1,8
Festuca rubra	37	9,3	*Campanula rotundifolia*	5	1,3
Deschampsia flexuosa	21	5,3	*Pimpinella saxifraga*	2	0,5
Anthoxanthum odoratum	16	4,0	*Veronica officinalis*	1	0,3
Poa pratensis	1	0,3	*Thymus serpyllum*	5	1,3
Briza media	11	2,8	*Meum athamenticum*	1	0,3
Avena pubescens	7	1,8	*Scabiosa columbaria*	2	0,5
Légumineuses	16	4,1	Refus	67	17,1
Trifolium repens	9	2,3	*Senecio adonidifolius*	1	0,3
Trifolium pratense	4	1,0	*Genistella sagittalis*	15	3,8
Lotus corniculatus	3	0,8	*Hieracium pilosella*	14	3,5
Diverses fourragères	5	1,3	*Orchis sp. 2*	1	0,3
			Ranunculus bulbosus	2	0,5
Plantago lanceolata	1	0,3	*Gentiana lutea*	16	4,0
Achillea millefolium	4	1,0	*Polytrichum sp. 1*	7	1,8
Diverses non fourragères	113	28,8	*Mnium sp.*	9	2,3
			Rhitidiadelphus squarrosus	1	0,3
Potentilla aurea	7	1,8	*Pleurozium schreberi*	1	0,3
Potentilla tormentilla	30	7,6			
Potentilla verna	2	0,5			
Luzula vulgaris	9	2,3			
Carex caryophyllea	29	7,3	Total	396	100

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique
à l'exception des résumés