

0747.

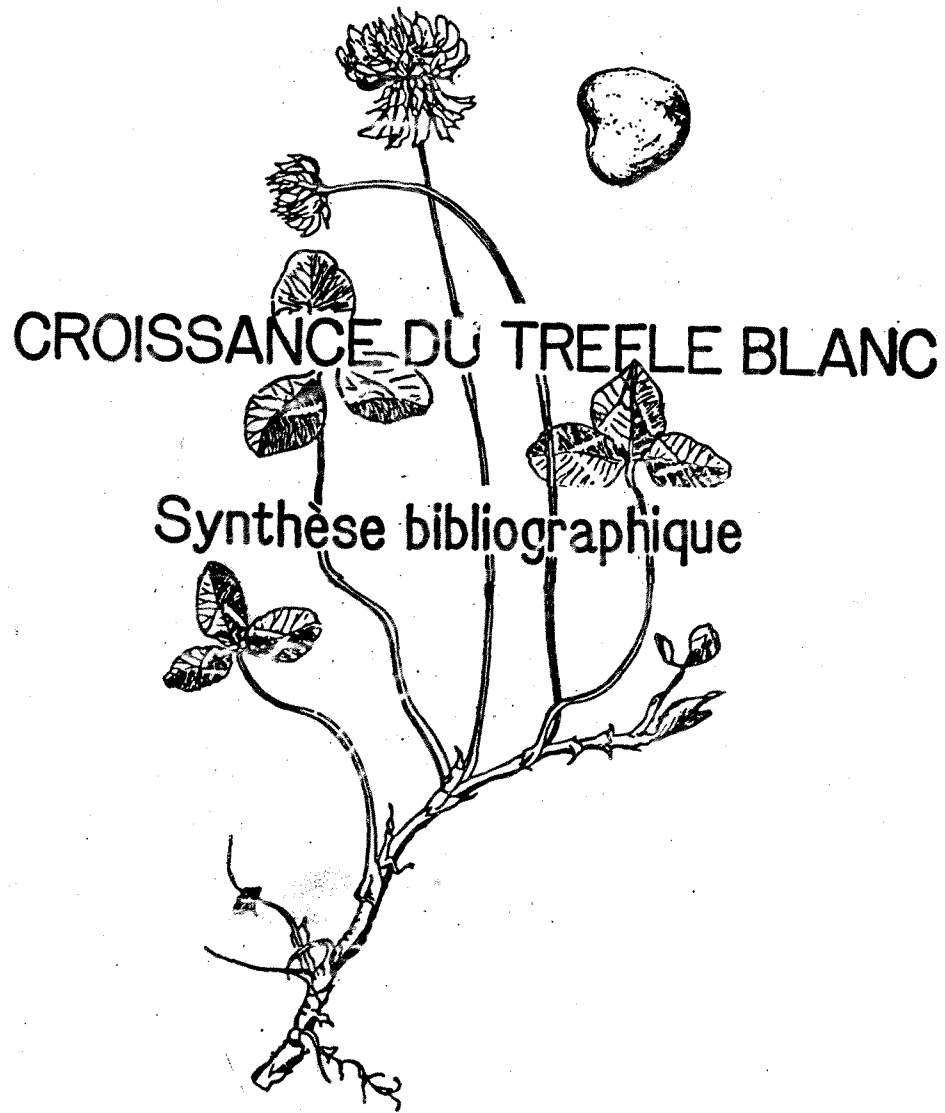


Marie-Claude BONNAI

JUIN 1985

ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS
DES TRAVAUX AGRICOLES

CLERMONT-FERRAND - MARMILHAT -



CROISSANCE DU TREFLE BLANC

Synthèse bibliographique

DESS INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE
UNIVERSITE CLAUDE BERNARD
LYON I 69621 VILLEURBANNE

La frappe des Chapitres I et II a été
réalisée par Eliane MARTINEZ, et la Bibliographie par Catherine
SPEC, avec un logiciel de traitement de texte sur Silz IV.

Merci.



SOMMAIRE

Introduction.

CHAPITRE I : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1°) Resagri
- 2°) Pascal
- 3°) CAB
- 4°) Fichier informatisé de l'ENITA
- 5°) Accès aux documents primaires

CHAPITRE II :

- 1°) Facteurs édaphiques
 - a) température
 - b) photo-période
 - c) sol
 - . eau
 - . pH
- 2°) Fertilisation azotée
 - a) Fractionnement et doses
 - b) Forme d'engrais
- 3°) Fertilisation phospho-potassique
- 4°) Oligo-éléments
 - a) Alumine
 - b) Manganèse
 - c) Bore
 - d) Calcium
 - e) Soufre
- 5°) Mode et rythme d'exploitation
- 6°) Sursemis

Conclusion.

CHAPITRE III : Bibliographie

=====

CHAPITRE 1

RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Le sujet de cette synthèse bibliographique a été proposé par Gérard L'HOMME, Professeur, responsable de la Chaire de Productions Végétales de l'E.N.I.T.A. de CLERMONT-FERRAND, et responsable d'une action incitative, Liaison Recherche - Enseignement supérieur.

Cette action se situe dans la continuité du contrat DGRST M₁ confié à l'école en 1981 : "Inventaire et bilan des actions de recherches en matière de prairies permanentes".

En plus d'enquêtes sur le terrain et d'analyses de parcelles, le protocole prévoit l'établissement d'une bibliographie sur le trèfle blanc "afin de faire le point sur :

- incidence du sol, du climat,
- influence de la fumure, de la fertilisation N, P, K, et oligo-éléments,
- fractionnement des apports,
- implantation sur les parcours,
- nodosités."

Cette bibliographie était confiée au centre de documentation de l'E.N.I.T.A. pour 1984-1985. Mon inscription au DESS me permet donc de proposer en plus à l'équipe de recherche une synthèse de ces documents.

Un travail de synthèse portant essentiellement sur la fixation de l'azote a été réalisé en 1979 par J.MOREL (48), lors de son stage à la station d'agronomie de CLERMONT-FERRAND. Notre travail sera, lui, centré sur les facteurs agissant sur la croissance du trèfle blanc. Le sujet tel qu'il était prévu dans le protocole de recherche est très vite apparu comme trop vaste. Il a donc fallu le délimiter. Nous avons considéré seulement le comportement du trèfle blanc à l'état spontané, dans les prairies permanentes. Ceci élimine la culture pure, les cultures in vitro, et associations semées.

Cependant, certains facteurs n'ont été étudiés qu'en culture pure ou en association parce que leur étude sur le terrain est peu commode, les documents correspondant ont été gardés. Les nodosités constituant un sujet où la littérature est très abondante, pourra faire l'objet d'une autre étude.

1°) RECHERCHE SUR RESAGRI

Création : 1974

Domaines : Economie rurale et agricole
Techniques Agricoles
Droit rural

180 000 références en 1984

Producteurs : Association loi 1901 regroupant le Ministère de l'Agriculture, la Caisse Nationale de Crédit Agricole, l'Union Nationale de la Mutualité sociale agricole, l'Institut National de la Recherche Agronomique, le Réseau des établissements d'enseignement agricole.

Centre serveur : Centre de traitement informatique du Ministère de l'Agriculture.

Logiciel : Mistral version 4-02-01

Depuis 1980, deux sous-bases :

. Resadec comprenant tous les documents entrés depuis 1974, et tous les documents économiques et juridiques entrés depuis 1980.

. Tecagri comprenant tous les documents entrés depuis 1980 concernant les techniques agricoles. Cette sous-base provenant de la base Agriline de l'I.N.R.A.

a) Interrogation de la base Résadec (2 minutes) en Octobre 1984

Trèfle blanc n'étant pas un descripteur, la recherche est faite dans le fichier inverse des mots du résumé et du titre : Trèfle et Blanc.

: RES Trèfle et blanc

Résultat : 5

Le nombre étant faible l'édition immédiate montre 4 documents concernant les textes réglementaires du catalogue des espèces, le 5ème un article de vulgarisation d'une page, n'apportant rien au sujet.

b) Interrogation de la sous-base TECAGRI (4 minutes)

Il n'y a pas de descripteurs pour les documents de cette base, que l'on peut aborder par des codes objets très vastes (COB : Prairies).

Mais par contre, on peut rechercher dans le fichier inverse des mots du titre (il n'y a pas non plus de résumés).

: TIT Trèfle et blanc (1)

Résultat : 25

L'élimination des documents concernant les associations graminées légumineuses de la façon suivante :

; TIT Association (2)

Résultat : 358

: 1 sauf 2

Résultat : 15

La visualisation des 15 documents montre avec surprise qu'un même document est ressorti 9 fois ! et seulement deux documents sont scientifiques, les autres concernent des articles de vulgarisation sur l'utilisation du trèfle blanc dans l'alimentation animale.

En 1984, une série de réunions "qualité" ont eu lieu. Par domaine, la liste des revues analysées a été reprise. Il a été constaté qu'un nombre non négligeable de revues n'étaient plus dépouillées, alors que d'autres l'étaient par deux ou plusieurs centres. D'autres revues ne sont pas dépouillées régulièrement. De nouvelles réunions "qualité" pourront avoir lieu, ou bien une discussion lors d'un conseil d'administration pour "cibler" la littérature. Il n'est pas nécessaire de mettre dans une base de données des documents de vulgarisation n'ayant que quelques mois de vie, par contre, si le domaine scientifique est couvert par d'autres bases, un créneau dans le domaine technique reste libre.

RESAGRI est peut-être également victime de son mode de fonctionnement en réseau où l'on compte sur la bonne volonté des documentalistes pour remplir des bordereaux, et il faut bien le reconnaître, c'est une tâche que l'on ne remplit pas régulièrement.

2°) RECHERCHE SUR PASCAL

PASCAL est une base de données française pluridisciplinaire, de 5 millions de références.

L'agriculture est bien représentée, comme en témoigne le bulletin signalétique n° 380.

Le producteur de PASCAL est le Centre de documentation scientifique et technique (C.D.S.T.) du C.N.R.S.

Le serveur est Télésystèmes.

Le logiciel d'interrogation est Questel.

Stratégie de recherche (8 minutes)

1 - Les plantes sont indexées sous leur nom latin, mais on peut aussi trouver des documents supplémentaires en cherchant trèfle blanc en uniterme.

Etape 1 : Trifolium repens ou (Trèfle blanc)

Résultat : 520

2 - Recherche sur les descripteurs trouvés dans le lexique.

Etape 2 : / de fertilisation azotée ou fertilisation phosphatée ou fertilisation potassique ou fertilisation calcique ou oligo-éléments.

Résultat : 4 047

Etape 3 : 1 et 2

Résultat : 58

Etape 4 : Prairie permanente

Résultat : 200

Etape 5 : 3 et 4

Résultat : 3

Cette dernière étape, trop restrictive, doit faire disparaître beaucoup de documents pertinents, car le trèfle blanc se trouve essentiellement dans les prairies permanentes semées ou spontanées.

Etape 6 : Rhizobium ou nodosité

Résultat : 2 953

Etape 7 : 1 et 6

Résultat : 69

L'édition en différé de cette étape me servira pour la 2ème partie de la synthèse.

Etape 8 : fauche ou pâture ou pâturage ou coupe

Résultat : 14 779

Etape 9 : 1 et 8

Résultat : 28

L'édition en différé de cette étape me servira pour la 3ème partie de la synthèse.

Etape 10 : Sursemis ou resemis, ou resemis

Résultat 15.

La visualisation rapide de ces documents montre qu'ils ne correspondent pas à notre problème (il s'agit de resemis après culture accidentée).

Etape 11 : pour éliminer les doubles :

5 ou 7 ou 9

La revue Fourrages étant dépouillée à l'E.N.I.T.A., des articles provenant de cette revue sont exclus :

Etape 12 : 11 sauf Fourrages

Résultat : 142.

N'ayant pas eu le temps d'affiner davantage cette question au SUNIST, l'édition des 142 documents a été demandée en différé.

47 documents se sont révélés pertinents ; on peut donc estimer que le bruit est de : $\frac{142 - 47}{142} = 0,66$

La précision est de $\frac{47}{142} = 0,33$

On peut, sans le chiffrer, estimer que le silence est important puisqu'il n'y a aucun document émanant de la recherche française.

3°) RECHERCHE SUR CAB

CAB (Commonwealth Agricultural Bureau) est une base de données britannique.

Domaine : Agriculture. Tous les aspects des sciences agricoles y compris bâtiments, coopératives, ingénierie, législation, immunologie, marchés, microbiologie, lutte antiparasitaire, développement rural, ressources en énergie, taxonomie et ressources en eau.

2 millions de références en 1983.

(8 500 périodiques dépouillés, livres, thèses, rapports)

Centre serveur : Agence Spatiale Européenne.

Cette interrogation a été réalisée en Novembre 1984 avec Madame BURLAT, documentaliste de l'I.N.S.A., qui découvrait elle aussi cette base. Cette recherche était motivée surtout par la curiosité de pouvoir comparer sur un même sujet une base française et une base étrangère.

L'interrogation a demandé 17 minutes, le nombre de réponses étant très grand il fallait affiner la question le plus possible.

Etape 1 : Trifolium repens	3 392	documents
2 : White clover	3 021	"
3 : 1 ou 2	4 359	"
4 : Soil	148 924	"
5 : Climat	23 681	"
6 : 4 ou 5	164 051	"
7 : 3 et 6	1 121	"
8 : 3 et 4	1 054	"
9 : 3 et 5	116	"
10 : Fertiliz ? ou Nitrogen ? ou Potasse ?		0
11 : Fertiliz ?	72 999	"
12 : Nitrogen ?	54 951	"
13 : Potasse ?	20 617	"
14 : 11 ou 12 ou 13	113 848	"
15 : Phosphor ?	30 351	"
16 : lime ?	7 215	"

17 : Trace ? élément ?	7 957
18 : 15 ou 16 ou 17	43 589
19 : 3 et (14 ou 18)	1 601
20 : Cutting ?	11 222
21 : Grazing ?	16 201
22 : Pasture ?	23 889
23 : 20 ou 21 ou 22	42 298
24 : 3 et 23	1 959

Pour les questions 8, 9, 19, 21, limitées aux années 1980 à 1984 donnent 2 035 documents, limitées aux années 1982 - 1984, il en reste encore 465, limitées à l'année 1984, et en éliminant les documents contenant le terme Ray-Grass donc les associations, il reste 155 documents, reçus 48 h plus tard en édition différée.

En éliminant les documents de langue polonaise, allemande, japonaise et les documents rapportant des expériences in vitro sur l'inoculation des rhizobiums, il reste 107 documents pertinents.

$$\text{Le bruit est donc : } \frac{155 - 107}{155} = 0,30$$

$$\text{La précision est de : } \frac{107}{155} = 0,69$$

donc déjà beaucoup moins de bruit, et beaucoup plus de précision que Pascal.

Quant au silence, il faut bien observer encore une fois que seulement deux documents français sont signalés dans cette base. On peut se poser le problème de savoir pourquoi les travaux des scientifiques français ne figurent dans aucune base ? Pourquoi une revue comme "Fourrages" où s'expriment les chercheurs (recherche appliquée) de l'I.N.R.A. n'est pas dépouillée. Pour la recherche fondamentale, il doit bien y avoir des chercheurs français et de langue française qui s'intéressent aux rhizobium, et au trèfle blanc ? Après information, ces équipes existent à Nancy, Lyon, en Suisse, en Belgique.

4°) RECHERCHE DANS LA BIBLIOGRAPHIE INFORMATISEE :

"Prairie permanente" de l'E.N.I.T.A.

La recherche étant limitée aux mots-clés donne 80 documents, en sélectionnant seulement les documents scientifiques postérieurs à 1980. 38 documents pertinents sont conservés mais certains se recoupent entre eux. Il s'agit de documents scientifiques et techniques français.

Il ne faut pas négliger les bibliographies citées par les auteurs, elles permettent souvent de retrouver le signalement d'outils intéressants.

5°) L'ACCES AUX DOCUMENTS PRIMAIRES

18 documents de langue anglaise provenant en partie de revues australiennes ou néozélandaises ont été demandés par le prêt interbibliothèque. 15 sont arrivés dans les 4 semaines. En raison du coût élevé des photocopies, les documents n'ont pas été demandés à l'I.N.R.A. mais au C.N.R.S., pour la plupart, mais le délai est plus long (6 semaines en moyenne).

Il faut noter également que les résumés des articles de CAB sont faits très différemment de ceux de Pascal. Ils ne décrivent pas un contenu, mais donnent les résultats des expérimentations, évitant quelques fois de retourner au document primaire.

Quelques documents de langue espagnole et italienne ont été demandés en tiré à part à leurs auteurs qui les ont fait parvenir dans un délai de 3 semaines environ.

Les placards des chercheurs de l'I.N.R.A. de Clermont-Ferrand contiennent un nombre considérable de documents. Je remercie ici Messieurs DE MONTARD et LOISEAU qui m'ont confié une partie de leur documentation.

Enfin, d'autres documents provenaient du fonds de la chaire de Phytotechnie, en partie alimenté par les enseignants du North of Scotland School of Agriculture d'Aberdeen, établissement jumelé avec l'E.N.I.T.A., par le H.F.R.O. et le Lincoln College en Nouvelle Zélande.

En conclusion, il faut retenir que les sources d'information sont multiples et se sont peu recoupées entre elles pour le sujet qui nous intéresse, qu'il ne faut pas toujours se contenter des bases de données officielles, bien que ce soit un bon point de départ. Nous retiendrons aussi que l'accès aux documents primaires est assez facile en ce domaine.

CHAPITRE II

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

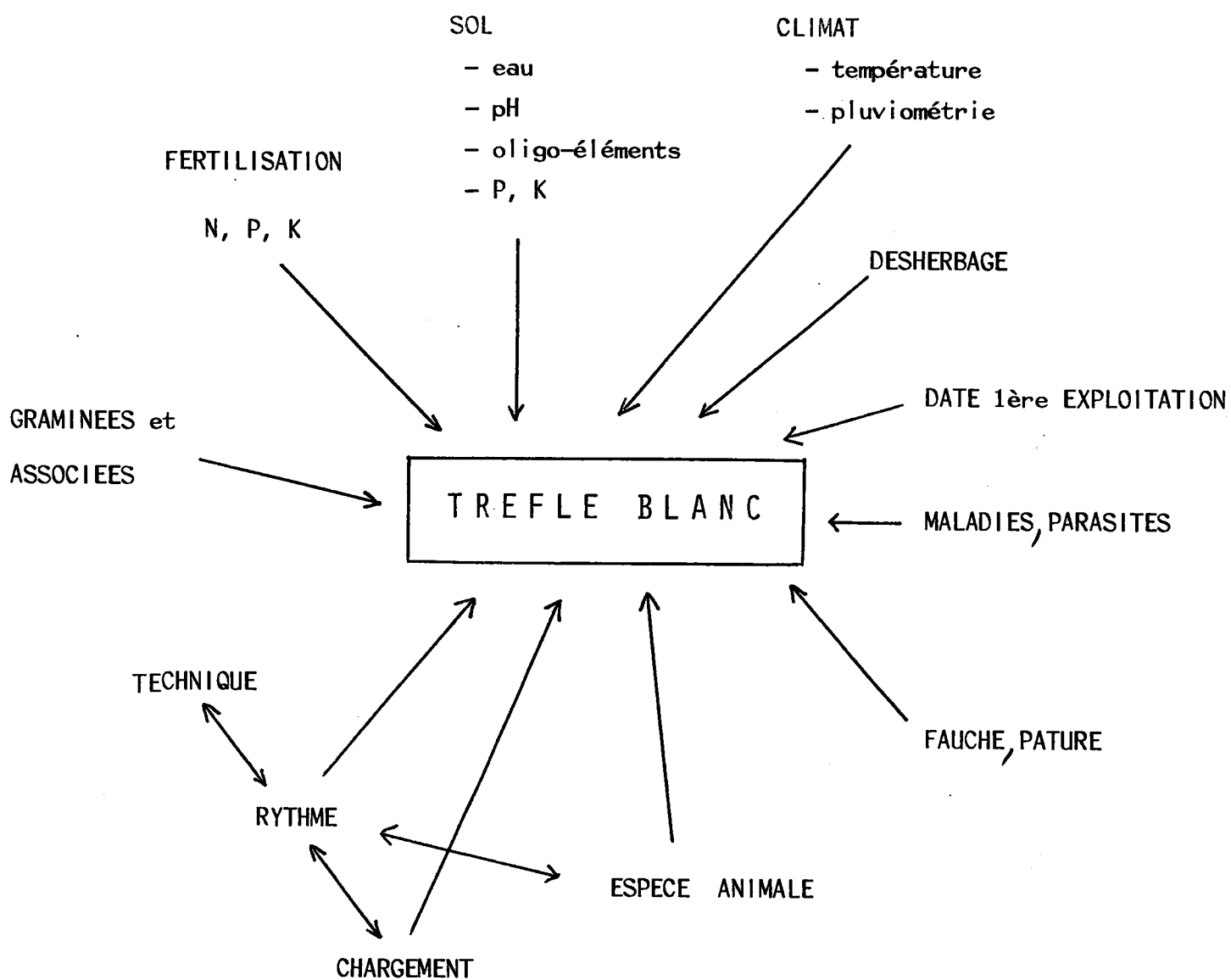
Le Trèfle blanc à l'état spontané dans les prairies permanentes est associé à des graminées et d'autres plantes fourragères ou non fourragères de plus ou moins grande valeur alimentaire. Il présente une bonne valeur alimentaire, digestibilité, ingestion, M.A.. C'est une plante riche en Ca, Mg, P, Cu, carotènes.

Le Trèfle blanc est capable, comme toutes les légumineuses, d'enrichir le sol en azote grâce aux rhizobium situés dans ses nodosités. Il permet aussi aux plantes voisines d'utiliser cet apport azoté (les graminées sont particulièrement exigeantes en azote). Il permet ainsi des économies notables de fertilisation.

La croissance du trèfle blanc est maximum en Juin, Juillet, période où la production des graminées diminue notablement.

Pour pouvoir bénéficier de ces avantages, il convient donc de maintenir dans les prairies permanentes un bon pourcentage de trèfle blanc (30 à 50%). Nous allons donc étudier quelques uns des facteurs agissant sur la croissance du trèfle blanc. Ces facteurs sont représentés dans le schéma ci-joint.

Il a été très difficile de suivre le plan rigoureux, indiqué dans le sommaire, car tous les facteurs s'interpénètrent entre eux, et sont rarement étudiés isolément.



D'après A. PFLIMLIN et M. JOURNET
(Fourrages n° 93 - 1983 - p. 179)

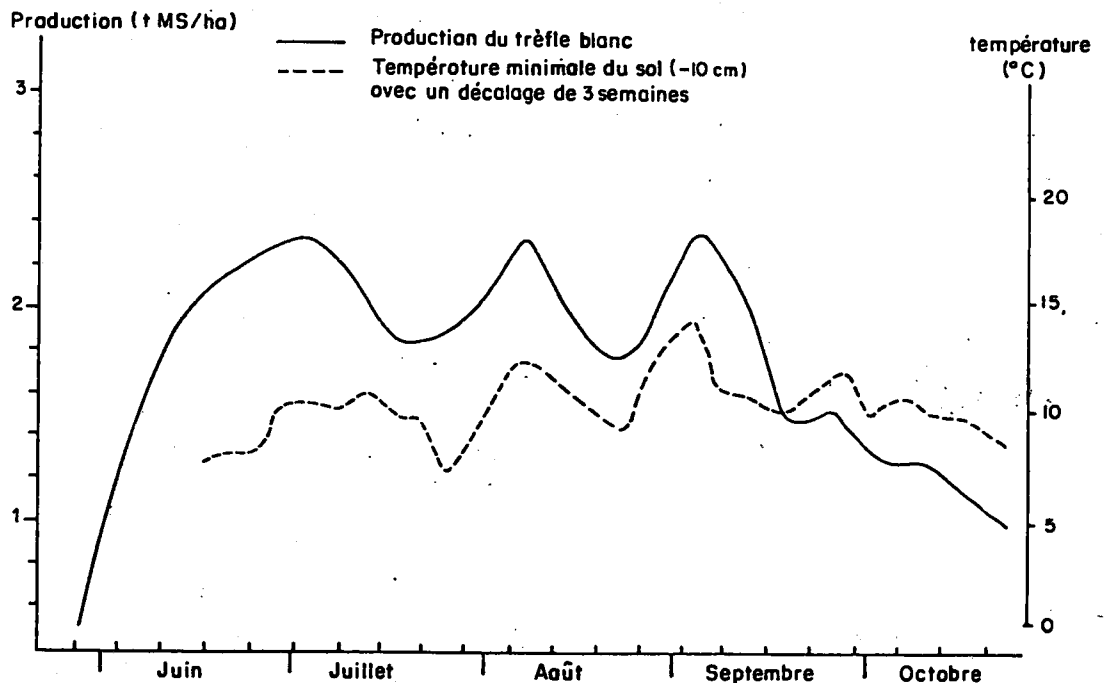
1°) FACTEURS EDAPHIQUES

Le rythme de croissance du trèfle blanc est déphasé par rapport à celui des graminées, c'est d'ailleurs un des intérêts de sa présence dans les prairies permanentes, la température et l'éclairement semblent donc être des facteurs responsables.

a) Température :

LAISSUS [37] indique que dans la moitié Nord de la France, le cycle végétatif du trèfle blanc est maximum entre le 1er juin et fin septembre. Il semble que ce soit les variations de la température du sol enregistrées auparavant qui influencent la production du trèfle, la température joue un rôle en interaction avec la structure du sol :

ÉVOLUTIONS COMPARÉES DE LA PRODUCTION DE TRÈFLE BLANC ET DE LA TEMPÉRATURE DU SOL (LAISSUS 1982)



les sols compacts et froids étant les moins favorables au trèfle (BESNARD [5]). Les documents publicitaires diffusés par la S.C.P.A. [58] mentionnent un zéro de végétation et le localise entre 6 et 10°, et OLLERSHAW [56] indique que la température minimale de sol permettant la croissance du trèfle est de 9°C.

Le trèfle se développant beaucoup mieux lorsque la température de l'air est supérieure à 30°, les chercheurs britanniques se demandent si le trèfle n'est pas mieux adapté au climat tropical qu'au climat atlantique (CHESTNUTT [15]), alors que NURJAYA [55] se pose la question de savoir si le trèfle blanc est bien adapté au climat tropical car les quantités de M.S. atteintes dans de bonnes conditions sont de 2,20 T/ha !

Les rendements atteints en 135 jours dans le Sud de l'Angleterre où la température moyenne de l'air est de 8° le jour et 4° la nuit sont les mêmes que ceux atteints en 60 jours avec une température de 20° le jour et 15° la nuit (WOLEDGE [64]).

Une des explications de cette faible croissance à basse température est avancée par J. WOLEDGE [64] qui a démontré que les trèfles qui poussent lentement ont un ratio $\frac{\text{racine}}{\text{partie aérienne}} = 0,70$ alors que ceux qui poussent rapidement ont un ratio $\frac{\text{racine}}{\text{partie aérienne}} = 0,2$.

La faible croissance serait donc due à une faible photosynthèse.

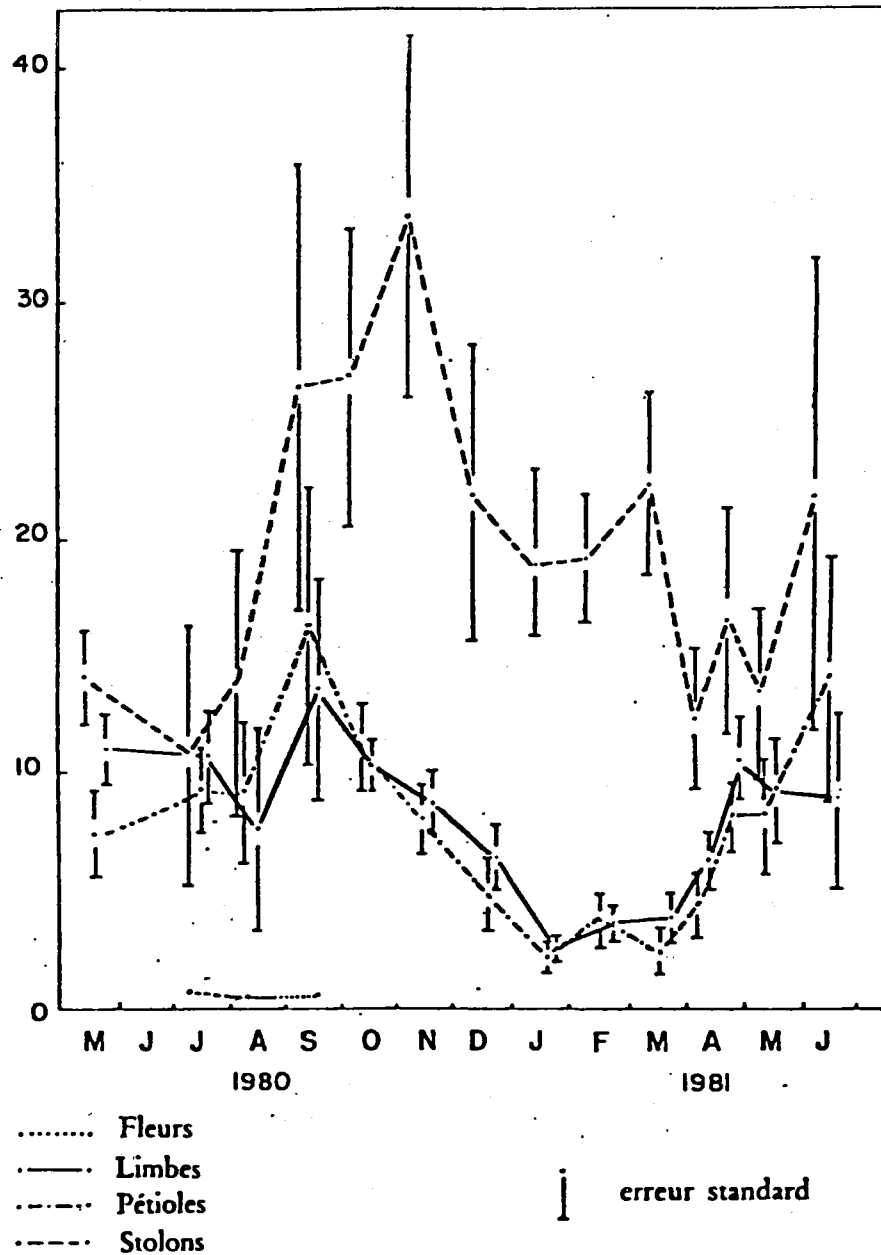
Il semble qu'il existe une relation entre la capacité du trèfle blanc de croître à basse température et la température hivernale du lieu d'origine ; aussi, OLLERSHAW et BAKER [56] en déduisent-ils qu'il est possible d'augmenter le rendement du trèfle en croisant les écotypes montrant une bonne croissance à une température inférieure à 9°C ; ce sont des écotypes à grandes et moyennes feuilles.

b) Photopériode :

GUCKERT [27] étudie l'évolution de la biomasse du trèfle pendant 2 ans. Il observe que les stolons se développent bien en automne ; ce sont les folioles et les pétioles qui en Août et Septembre montrent le développement maximum. En Mars-Avril, ce sont les limbes et les folioles qui démarrent et accusent une seconde pointe en Septembre.

**FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES
DE LA BIOMASSE AÉRIENNE DU TRÈFLE BLANC**
(en grammes de matière végétale sèche par unité de surface du sol)

g/1000 cm²



Ces résultats sont confirmés par NOSBERGER [54]. La photopériode influence la grandeur des feuilles et la longueur des entrenoeuds des stolons. Les jours courts (12 h de jour) provoquent une réduction de la surface des feuilles et de la longueur des entrenoeuds, ce qui explique que la croissance du trèfle blanc en automne n'est pas identique à celle observée en été.

c) Le sol :

Les différentes propriétés du sol interviennent dans la croissance du trèfle ; ce sont :

- la teneur en argile,
- la teneur en matière organique,
- la teneur en eau,
- la capacité d'échange des cations,
- le pH

WHITEHEAD [63] a calculé les corrélations ; celles-ci sont meilleures quand ces propriétés sont combinées entre elles.

Table 3. Correlation coefficients (r) between various soil properties and yield of herbage, amount of N in herbage and amount of N₂ fixed for white clover grown on 21 soils in pots under controlled environment conditions (harvests 2-4)

	Yield of herbage	Amount of N in herbage	Amount of N ₂ fixed
	(g pot ⁻¹)		
Clay (%)	0.50	0.34	0.30
Clay + silt (%)	0.39	0.19	0.16
Organic matter (%)	0.51	0.50	0.37
pH	0.18	0.16	0.27
Cation exchange capacity	0.59	0.50	0.50
Water in soil at 100 cm tension (%)	0.55	0.43	0.30
Bulk density	-0.42	-0.38	-0.26
C:N ratio	0.03	0.05	0.02
Clay + 5 × organic matter	0.60	0.49	0.39
(Clay + 5 × organic matter) × 0.1 pH	0.62	0.52	0.48

P < 0.05, 0.01, 0.001 when r > 0.43, 0.55 and 0.67 respectively.

Au cours des expériences menées en zone volcanique à Laqueuille (1 050 m), ARNAUD et NIQUEUX [3] remarquent que le trèfle s'y installe correctement, mais qu'il disparaît l'année suivante alors qu'à Bourg Lastic, à 840 m en zone cristallo-phylienne le trèfle persiste beaucoup plus longtemps. Parmi les hypothèses avancées, la présence d'alumine, toxique dans les sols volcaniques, une carence en cuivre, ou la compacité des sols.

Les deux premiers facteurs seront étudiés dans le chapitre suivant. Nous retiendrons quelques aspects des propriétés physiques du sol.

a) L'eau : La teneur en eau du sol joue à première vue, un rôle contradictoire.

CZWINKA note une amélioration de la flore des prés de fauche

marécageux, le trèfle passe après drainage de 5 à 10 %.

BONISCHOT et GUCKERT [8] en Lorraine, classent les prairies en 5 catégories selon le degré d'humidité du sol. Quel que soit le mode d'exploitation, le trèfle est faible ou absent des prairies inondées et très sèches. "La progression du trèfle blanc se fait essentiellement, au pâturage sur des sols sains, sans humidité temporaire".

Régime hydrique	Niveau d'intensification			Moyennes
	Extensive (pré de fauche)	Semi-intensives	Intensives Ensilage Pât.tournant	
Prairies humides (inondations irrégulières (E))	1,8	-	4,3	3,1
Humides (D)	5,8	4,3	0,4	4,3
Typiques (C)	5,1	5,5	10,3	7,0
Sèches (B)	4,4	9,5	9,0	7,9
(A)	2,4	-	7,6	4,4
Moyennes				

% de trèfle blanc selon le régime hydrique et le niveau d'intensification

(d'après BONISCHOT et GUCKERT [8]).

Régime Hydrique	Niveaux d'intensification		
	1	2	3
D	11-45-7	35-53-28	70-54-40
C	15-56-23	38-62-34	55-78-43
B	17-53-15	15-60-21	51-84-33

Le trèfle est donné comme résistant à la sécheresse, mais la production estivale est très influencée par la pluviométrie du fait du système racinaire superficiel. Il semble que sa croissance soit stimulée par des précipitations fréquentes et de faible ampleur. Ceci est à rapprocher des observations de NEWBOULD [52] : il y a des années à trèfle et ce sont les années à fortes pluies.

b) Le pH : Pour LIMBOURG et LAMBERT [41] , le sol doit être maintenu à un pH $>$ à 6 ; d'ailleurs, KERGUELEN [35] indique le trèfle comme indicateur de pH alcalin. Si le trèfle se comporte mal en pH acide, c'est en partie à cause de la toxicité de certains oligo-éléments que nous étudierons dans le chapitre suivant.

En complément du rôle du sol dans la croissance du trèfle, il faudra se reporter à l'importante synthèse faite par F. de MONTARD [45] lors de son séjour en Ecosse.

Nous allons voir maintenant et dans les chapitres suivants des facteurs qui peuvent être plus facilement modifiables par la main de l'homme.

2°) LA FERTILISATION AZOTEE

Ce chapitre est celui pour lequel il y a le plus de documents, un seul document traite de la fertilisation par lisier alors que c'est une méthode couramment employée dans les zones de montagne.

Une synthèse dans ce domaine est assez difficile à organiser car peu d'auteurs étudient l'azote seul.

Tous les auteurs s'accordent pour donner à l'azote un rôle néfaste sur le trèfle-blanc; par exemple : DE MONTARD [46] : le trèfle blanc peut atteindre 25 % de la végétation tant que la dose appliquée est inférieure à 100 kg/ha/an. Dès que l'apport atteint 160 kg/ha/an, le trèfle tombe à 8 % de la végétation, dans les sols volcaniques et modérément acides.

a) Fractionnement et doses :

LIMBOURG, LAMBERT [41]

Il est préférable d'appliquer l'azote en une fois au printemps

pour le bon développement du trèfle.

L'application par été sec, ou une fragmentation supérieure à 3 lui est néfaste.

DE MONTARD [47] : Les essais menés à Laqueuille de 69 à 73 sur parcelle pâturée par des ovins montrent l'évolution du groupe des légumineuses représentées presque uniquement par le trèfle blanc : le trèfle diminue rapidement, au fur et à mesure qu'on apporte l'azote et ce jusqu'à 50 kg d'azote/ha/coupe. Il se stabilise à 5 % de la contribution spécifique de présence au-delà de 75 kg d'azote/ha/coupe. Lors de ces essais 120 kg/ha de P_2O_5 et K_2O étaient appliqués, mais une dose exceptionnelle de K_2O apportée en 1972 ne donne pas de réponse. Ceci s'explique par le fait qu'il y a de fortes restitutions en K et P par les ovins.

Lors du Forum de Nancy, GAILLARD [24] donne comme recommandations de fertilisation pour les prairies permanentes pâturées ayant un bon pourcentage de trèfle de supprimer la fumure azotée, ou de la limiter à la quantité nécessaire aux repousses de printemps, c'est-à-dire de ne pas dépasser 30 à 40 unités/ha.

CAVALLERO et GRIGNANI [13] signalent également que le trèfle est abondant dans les parcelles non fertilisées, et qu'à 100 unités/ha il n'y a plus de trèfle.

MOUCHEL et PLANCQUAERT [50] donnent des chiffres plus élevés le trèfle disparaît seulement avec 240 unités/ha, mais ils précisent que le comportement du trèfle vis-à-vis de l'azote est fonction du mode d'exploitation, en coupe il disparaît à des doses inférieures.

MOUCHEL ne note pas de différence notable entre un apport régulier, après chaque pousse et un apport saisonnier (en été).

Par contre, GONZALEZ RODRIGUEZ [25] conseille une première application de 150/200 kg d'ammonitrate/ha à la fin de l'hiver, un mois avant le départ de la végétation, puis une seconde application à la fin de la première pâture. Il déconseille l'application d'azote en été surtout si l'été est sec.

LAISSUS [37] note également que l'apport d'azote l'été est préjudiciable au développement du trèfle blanc, mais qu'un apport d'automne augmente la production de graminées sans nuire aux légumineuses.

Au Chili, en terrain volcanique, une prairie reçoit 64 kg d'N sous forme de Nitrate de Na, 5 fois de Novembre à Janvier, 5 fois de Mars à Mai et 1 fois en Août. La réponse à N est significative mi et fin Mars, Août et mi Novembre : seule l'application d'azote en Août réduit le rendement du trèfle blanc (ACUNA et MARTINEZ [1]).

L'étude de l'évolution de la flore d'une prairie permanente pendant 15 ans faite par LAISSUS et MARTY [38] donne les résultats suivants :

Années	1957	1963	1967	1969	1972
Sans azote	11,8	10,7	6,9	13,8	13,2
80 Unités	11,8	7,2	7,1	10,1	13,1

Fréquence du trèfle blanc

La diminution de la fréquence du trèfle avec 80 unités n'est pas significative.

Par contre, dès que la dose d'azote atteint 160 unités, la fréquence du trèfle diminue.

Années	1968	1969	1970	1972
Sans azote	12,2	13,8	16,7	13,2
Avec 160 Unités	12,2	9,4	8,9	6,3

Fréquence du trèfle blanc

LAISSUS et MARTY [38] montrent bien qu'il y a une relation entre l'efficacité de l'azote et le mode d'exploitation des prairies.

Années	1966					1968				
	0	80	160	320	0	80	160	320		
Unités Azote	0	80	160	320	0	80	160	320		
% de T.blanc pâtur.	4,6	5,0	1,7	1,3	13,4	7,2	1,6	0,4		
% de T.Blanc fauche	4,6	5,4	3,1	0,3	11,6	5,0	1,9	0,3		

Non seulement le mode d'exploitation intervient, mais le sol et le climat. DAGET utilise un indice de sensibilité des plantes à l'azote. Cet indice tient compte de la nature de l'effet enregistré et de l'intensité de l'effet. C'est le trèfle blanc qui a l'indice le plus faible et il varie selon les régions donc selon le sol ou le climat.

Cantal	- 24
Hte Marne	- 33
Mayenne	- 39
Meurthe & M	- 38
Savoie	- 39

Indice de sensibilité du trèfle blanc à l'azote selon les départements.

b) Forme d'engrais :

Pour MOUCHEL et PLANQUAERT [50], LIMBOURG, LAMBERT [41] l'efficacité de la fertilisation azotée dépend également de la forme d'engrais employée ce qui peut expliquer certaines variations observées.

INFLUENCE DU TYPE D'ENGRAIS AZOTÉ SUR L'ÉVOLUTION DE LA FLORE ET LES PRODUCTIONS (1967-1974)
(120 kg N/ha)

	Trèfle (%)	Plantes diverses (%)	Rendement (kg MS/ha)
(Purin	15	20	5 179
(Urée	11	13	6 246
(Sulfate d'ammoniac	9	8	6 457
(Nitrate de soude du Chili	5	19	6 079
(Nitrate d'ammoniac	4	13	6 263
(Nitrate chaux	4	16	6 786
(Complexes	4	16	6 827
(Cyanamide calcique	2	7	5 861

L'azote uréique est moins nocif que la forme ammoniacale et surtout nitrique pour une même quantité d'unités/ha. L'azote nitrique est trop rapidement assimilable, l'urée étant plus lente à se dégrader.

Le lisier : un seul document mentionnant l'apport d'N sous forme de lisier, celui de J. BLANCHON [6] : l'application de lisier équivalent à 75 unités d'N provoque une diminution significative du trèfle blanc. Une des hypothèses avancées est que le lisier a un effet de brûlure ou d'ombrage par salissement des feuilles, le trèfle étant une espèce exigeante en lumière ; de plus, le lisier amène la prolifération des adventices.

3°) FERTILISATION PHOSPHO-POTASSIQUE

Nous grouperons ces deux fertilisants car dans la plupart des travaux des chercheurs ils sont étudiés simultanément. Un document qui sera publié prochainement par la Chaire de Phytotechnie de l'ENITA montre qu'il serait intéressant de les séparer.

LAISSUS [37] note que sur 7 000 analyses de sol pratiquées en zone d'élevage, les teneurs en P et K sont insuffisantes, c'est-à-dire que P_2O_5 est inférieur à 0,25 % et K_2O à 0,23 % .

BONISCHOT [7] signale que l'influence de la fertilisation P et K sur le trèfle est importante. Certains auteurs chiffrent la réponse de 0 à 40 % d'augmentation de la M.S. . F.de MONTARD cité par BONISCHOT [9] la situe en absence d'azote à une augmentation de 25 à 40 % de M.S. supplémentaires si on apporte 120 unités de P_2O_5 et 300 de K_2O /ha/an sur pré de fauche. L'étude de l'application de P et K est particulièrement importante quand on sait que dans les prairies pâturées, le pourcentage de trèfle blanc augmente en même temps que le Ray-grass Anglais et le pâturin lorsque le niveau de fertilité augmente, alors que l'agrostis et la fétuque rouge régressent. Par contre, en prairie de fauche, le trèfle a un comportement opposé. S. PLANTUREUX [55] traduit dans le tableau ci-dessous le fait que le pourcentage de trèfle blanc augmente quand la fertilité augmente.

Classes de fertilité du sol	% de trèfle blanc	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Faible	3,6	2,9
Moyenne	3,9	3,2
Elevée	4,1	5,5

Le pourcentage de trèfle blanc est aussi en rapport avec l'intensité de la fumure, mais PLANTUREUX [55] ne donne qu'une approximation du niveau de fertilisation.

Niveau de fumure	% de trèfle blanc	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Faible	2,7	2,8
Moyen	3,8	4,2
Elevé	5,1	4,9

P₂O₅ et K₂O sont en interaction avec la fertilisation azotée : la fertilisation phosphatée des prés de fauche donne sur le trèfle blanc un très bon résultat en l'absence de fumure azotée mais beaucoup moins bon en présence d'azote comme le prouvent les essais de scories (BONISCHOT [7]).

EFFET DES SCORIES SUR LA REPRÉSENTATION DU TRÈFLE BLANC ET INTERACTION AVEC LA FUMURE AZOTÉE (Essais S.N.S.T.)

	% de trèfle blanc			
	0		P ₂ O ₅	
	Valeurs moyennes	Valeurs extrêmes	Valeurs moyennes	Valeurs extrêmes
Sans fumure azotée (21 essais)	1,4 %	+ 6,7 %	5,3 %	+ 16,0 %
Avec fumure azotée (23 essais)	0,3 %	+ 4,0 %	0,5 %	+ 7,2 %

P.S. Le signe + exprime la présence de trèfle blanc, mais en pourcentage inférieur à 0,1 %.

Les effets de la fertilisation P et K sont également variables selon les années (BONISCHOT [7]). Dans les mêmes conditions, le pourcentage de trèfle avec les mêmes apports peuvent varier de 2 à 25 %. En année défavorable, les effets de P et K sont pratiquement nuls sauf en seconde coupe. En année favorable, en première et troisième coupe P et K ont une interaction positive. En deuxième coupe, K_2O est plus déterminant que P_2O_5 . BONISCHOT émet l'hypothèse d'un phénomène de compétition pour l'absorption du K par les racines, car on sait que pendant la seconde coupe l'activité racinaire des graminées gourmandes en P_2O_5 est faible ou nulle.

S.C.P.A. [58] On peut lire qu'il y a compétition entre les graminées et le trèfle blanc pour l'absorption de P_2O_5 . Les légumineuses absorbent moins vite le potassium que les graminées (c'est l'inverse pour le calcium). On relie ce phénomène à la capacité d'absorption en cations monovalents et divalents et à la capacité d'échange cationique des racines. Cette capacité est double chez les légumineuses. MOUAT [49] et DIEZ [18] signalent également ce fait ; les graminées absorbent 2 à 3 fois plus de K que le trèfle.

WEIHING cité par JOLY [33] indique que le trèfle blanc a une plus forte demande en phosphore que les autres plantes, ceci serait en rapport avec sa grande teneur en protéines. Mais dans des conditions de carence, le trèfle serait capable d'utiliser du phosphore peu soluble et en remettrait une partie dans le sol, laquelle serait utilisée par d'autres plantes. Aussi, des prairies installées sur des sols faiblement pourvus en acide phosphorique ont des productions de matière sèche d'autant plus importante que le rapport

$$\frac{\text{Taux de trèfle blanc}}{\text{Réserve du sol en P assimilable}}$$
 est grand.

DIEZ [18] en étudiant l'utilisation du K dans le sol remarque que dans les sols tels que les illites les réserves en K diminuent du fait de la grande capacité d'absorption des plantes. Au contraire, dans les smectites argiles à haute capacité de fixation du potassium, le phénomène n'est pas observé.

En fait, la capacité d'absorption du potassium est fixée génétiquement : CARADUS [12] et HOGLUND [30]. Cette différence s'explique en partie par la longueur du système racinaire.

ARNAUD, de MONTARD et NIQUEUX [3] attribuent le faible développement du trèfle dans certains sols volcaniques à une mauvaise nutrition potassique. Pour obtenir un bon développement des légumineuses le rapport $\frac{K}{N}$ doit être égal à 1,1.

A quelle dose doit-on utiliser P et K ?

Pour LAISSUS, ETEVE [40] , 150 kg de P et K a une action très importante sur le trèfle mais ils ne donnent de chiffres précis sur l'augmentation de rendement.

Les prairies pâturées bénéficient de restitutions importantes en potassium. PFITZENMEYER cité par DELPECH [17] les chiffrent à 675 à 1 280kg par hectare.

Dans un dépliant publicitaire sur le Scorilor [10] , amendement dérivé de la fabrication de l'acier, on peut lire que 1T/ha de Scorilor apporte entre autres 80 unités de P_2O_5 et que l'application pendant plusieurs années de 120 unités/ha provoque une progression très spectaculaire des légumineuses et du trèfle blanc en particulier. Sur des prairies très dégradées de Lozère, on observe la disparition du Nard strict au profit des légumineuses qui passent de 0 à 15 %.

BONISCHOT [10] indique que les besoins des légumineuses en K sont de 25 à 40 kg de potasse par tonne/ha de légumineuses.

A quelle époque doit-on appliquer P et K ?

Quelques documents seulement précisent que la fertilisation phospho-potassique a lieu au printemps, et en une seule fois, pour la majorité des documents, rien n'est précisé quant à l'époque d'application.

4°) LE CALCIUM ET LES OLIGOELEMENTS

a) L'alumine pour ALANORE, FAUCHE [2] est un poison dans les sols acides. Le trèfle, comme la plupart des légumineuses, est très sensible aux excès d'alumine, il reste de petite taille. Les racines sont peu développées, brunes, s'épaississent, s'enroulent sur elles-mêmes. Les feuilles montrent des carences en N, P et Ca. Certains facteurs provoquent la libération d'alumine. Ce sont :

- la forte acidité du sol (à pH 5)
- la richesse en matière organique
- une pluviométrie importante (à 900 mm/an)
- la présence de mousses, bruyères et callunes.

EDMEADES, SMART, WHEELER [21] , pour les pH \leq à 4 dans les terres brunes, la toxicité de l'alumine se fait sentir, mais il semble que la valeur critique du pH soit dépendante du type de sol et du traitement en phosphore.

b) Le Manganèse est aussi suspecté de toxicité aux pH bas, mais dans les argiles brunes, et l'augmentation du pH dans les deux cas augmente la matière sèche.

Quand on augmente le pH, la concentration de la plante en S, Mg, K, Mn, Cu, Zn décroît alors que la concentration en N, P, Ca, Mo augmente, mais aux pH élevés, aucun de ces éléments ne manquent (CHESTNUTT [15]).

c) Le bore est un élément fondamental pour le trèfle. L'application de doses de 0,23 kg à 1,8 kg de bore/ha répétée 4 fois provoque une augmentation du nombre des graines, mais au-dessus de 1,8 kg/ha il y a des phénomènes de toxicité : SHERREL [59] .

Le même auteur décrit en détail [60] les symptômes de cette carence : on observe un retard dans le développement des feuilles. Ces feuilles sont tordues, rétrécies à l'extrémité, larges à la base. Leur coloration est vert foncé taché de rouge. En même temps, les feuilles prennent la texture du cuir, la tige est raide et épaisse.

Le Ca rend la bore inutilisable si on augmente le pH à 6,8 ou 7.

La carence apparaît dès que la concentration en bore est de 13 ppm.

Lorsque le sol ne permet pas la diffusion du bore MARTINI et THEILLIER [43] traitent la feuille avec de l'acide borique ce qui lève temporairement la carence, 98 % du bore appliqué reste au point où il est appliqué. La partie "efficace" très mobile, est distribuée aux différentes parties de la plante des parties les plus âgées vers les plus jeunes.

Les mêmes auteurs précisent que les carences ne sont pas dues toujours à l'absence de bore dans le sol mais plutôt aux propriétés physico-chimiques du sol (pH essentiellement).

d) Le Calcium : lors d'essais menés pendant 5 ans, JONES [34] met en évidence qu'une application de 2 T de CaO/ha double le rendement en trèfle, mais l'analyse des feuilles montre qu'en réponse à cette application le Ca augmente ainsi que le Mo alors que Mn diminue.

WHITEHEAD [63] donne une valeur critique pour la teneur en Ca des fourrages : 1,3 %. Cette faible teneur en Ca provoque une baisse de 5 à 20 % du rendement.

GONZALEZ RODRIGUEZ [26]: pour neutraliser la toxicité de l'alumine apporte 1 à 2 T/ha de chaux.

e) Le Soufre : 3 formes de soufre sont appliquées sur un sol basaltique en Australie (Mc LAUGHLIN [44]).

- Gypse et superphosphate sont appliqués en une seule fois à la dose de 20 kg de S/ha et donnent un bon rendement, par contre, l'apport de 40, 60 et 80 kg/ha ne donne aucun effet supplémentaire.

- Soufre élémentaire et superphosphate donnent au bout de 3 ans de bons résultats.

Il faudra donc pour obtenir le rendement maximum de M.S. (2 T la 1ère année, 10 T la 3ème) appliquer 20 kg de Soufre la première année sous forme de sulfate et faire la troisième année une application de 10 kg de sulfate par hectare. La valeur critique selon WHITEHEAD [63] est de 0,16. CROUCHLEY et SINCLAIR [16] notent que dans des prairies à pH 6,0 - 6,7, avec des hauteurs d'eau de 1 050 à 1 500 mm/an et avec un niveau de fertilisation en K suffisant, les prairies répondent toujours bien à un apport de P, mais pas à S.

- 25 et 50 kg de P/ha donnent des réponses semblables.

- 100 kg de P/ha donnent des réponses bien supérieures.

- 30 et 60 kg de S/ha sous forme de gypse donnent des réponses semblables (ce qui est à rapprocher des résultats cités précédemment par MAC LAUGHLIN [44]).

Dans chaque cas 2,5 T de CaO sont apportées puisque le Ca du gypse n'est pas absorbable.

5°) MODE ET RYTHME D'EXPLOITATION

Beaucoup d'auteurs s'accordent pour dire que les légumineuses se développent mieux dans pâturages que dans les prairies fauchées. Il arrive même à disparaître lorsqu'on fait une coupe pour ensilage et sans fertilisation azotée. Il disparaît également lorsqu'on fait une coupe pour foin en apportant 240 unités d'azote. Mais le trèfle se développe lorsqu'on fait une coupe à foin sans apport d'azote ou une coupe à ensilage avec déprimage et que l'on apporte 80 ou 120 unités d'azote (LAISSUS et MALAFOSSE [39]).

Il est évident que le pâturage favorise les espèces pérennes et de petite taille, étalées sur le sol, échappant ainsi à la dent de l'animal. C'est le cas du trèfle. KERQUELEN [35] signale que l'abondance du trèfle peut caractériser le degré de surpâturage d'une prairie. Alors que LOISEAU [42] mentionne que la surexploitation, il est vrai sans fertilisation, entraîne la disparition progressive du trèfle blanc. Seuls FAUCHE et de MONTARD [22] signalent que le passage du régime de pâture au régime de fauche, sans fumure N, P, K entraîne une progression du trèfle blanc et explique ce phénomène par le piétinement.

BONISCHOT [7] indique que les prés de fauche sont les plus pauvres en trèfle. Les prairies pâturées de façon extensive ou semi-extensive sont plus riches en trèfle blanc et de plus, la fertilisation P et K donne une réponse spectaculaire (de 2,5 à 8 %).

Des recherches menées en Belgique par LIMBOURG et LAMBERT [41] montrent que : le pâturage tournant favorise le trèfle blanc, à condition que les temps de repos ne soient pas trop longs, c'est-à-dire que les broutages ras soient accompagnés de temps de repos supérieurs à 4 semaines et des fumures azotées inférieures à 200 kg d'N/ha, ce qui permet une participation du trèfle de 10 %. En pâturage continu, le trèfle devient ras avec des petites feuilles. Il assure donc un couvert important, mais le rendement est faible. Un pâturage trop important au printemps favorise le trèfle en été en diminuant les graminées.

M. JOLY [33] dans son mémoire, signale que sur les 21 parcelles pâturées le pourcentage de trèfle blanc atteint 12,6 ; il n'est que de 6,8 % sur les parcelles non pâturées au printemps.

Les résultats controversés cités plus haut s'interprètent peut-être en étudiant le rythme de coupe. LAISSUS [37] : le trèfle supporte des coupes fréquentes, au moins 7 coupes par an, et la première date d'exploitation au printemps a une importance. Les coupes précoces et répétées diminuant la vigueur des graminées favorisent le trèfle.

Les espèces animales pâturant ont aussi des effets variés sur le trèfle :

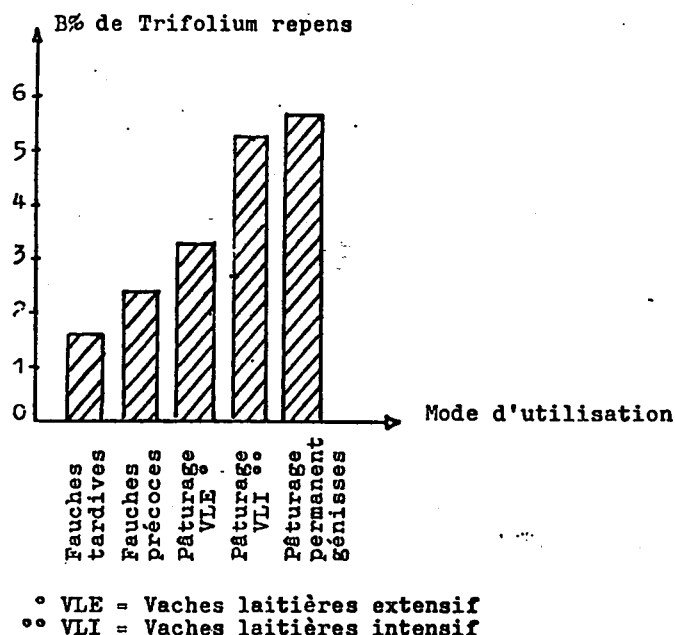
- les chèvres permettent un meilleur développement du trèfle que les moutons qui sélectionnent d'abord le trèfle.

Il ne faut pas négliger le phénomène de piétinement. Ce point a été étudié par F. de MONTARD [45] . Il est évident que les animaux modifient les propriétés physiques du sol par compaction, modifient la composition botanique par sélection et refus, et la fertilisation, par les fécès et les urines.

PLANTUREUX [55] signale dans sa thèse que le mode d'exploitation est primordial. Il appelle : B % la contribution d'une plante au rendement. Pour le trèfle B % est influencé par l'intensité du pâturage et le niveau de fertilité, il se peut même qu'il y ait synergie entre ces 2 facteurs.

Coefficient de corrélation	B % moyens					
	Mode d'utilisation dominant			Chargement animal instantané		
<p>Fauche</p> <p>Pâturage</p> <p>Chargement instantané</p>	Fauche	Mixte	Pâturage	< 3 UGB	3 - 15 UGB/ha	> 15 UGB/ha
- 0,30 +0,32 +0,27	1,0	3,0	5,7	3,4	2,8	5,6

Le pâturage favorise globalement le trèfle ; cet effet pâturage est dû à trois phénomènes :



: Contribution au rendement de *Trifolium repens* selon 5 types de mode d'utilisation

- la végétation des pâtures est plus rase, donc le trèfle profite d'un apport de lumière,
- le trèfle résiste bien au piétinement,
- l'apport de K par les animaux n'est pas négligeable.

6°) SURSEMIS

Des documents très intéressants traitant de ce problème en Australie et en Nouvelle Zélande étaient signalés dans les CAB ; malheureusement le libraire n'a pu me les fournir.

Il faut distinguer d'abord le problème des prairies où l'on veut

introduire le trèfle alors qu'il n'existe pas. YOUNG et MYTTON [65] ont obtenu de bons résultats en introduisant les rhizobiums par "spray" après germination. Dans certains cas, ils obtiennent une augmentation de l'installation des graines 7 fois plus importante que dans l'inoculation. Mais les techniques d'inoculation ne sont pas encore bien maîtrisées ; les bactéries sont sensibles à la dessiccation ou souvent contaminées par des virus.

Le problème suivant est d'augmenter le nombre de pieds dans des prairies où le trèfle est déjà présent. Les travaux de l'I.N.R.A. de Colmar rapportés par THEILLARD DE CHARDIN [61] montrent que l'on peut augmenter par sursemis à condition de redresser la fertilisation en P, K, Ca, Mg. Le chercheur estime que pour pratiquer un sursemis direct, un desherbage sélectif doit dégager des espaces de sol nu au moins grand comme une assiette pour que l'espèce semée ait une chance de s'implanter.

J.C. IGNACE [32] rapporte les difficultés rencontrées dans les estives du Forez pour que les semences soient efficaces. Plusieurs directions de recherche sont données :

- semis de trèfle dans les zones de couchage des animaux,
- faire manger des graines de trèfle à des moutons ou les faire pâturer à maturité,
- le prélèvement de monolithes et leur transport à Clermont.

Mais les résultats ne sont pas encore publiés.

C O N C L U S I O N

Il est difficile, à partir de cette seule synthèse, de donner un modèle de développement du trèfle blanc. C'est pour cela que la conclusion sera constituée des remarques suggérées par ce travail.

* Ce sujet, très vaste, peut faire l'objet de nouvelles synthèses sur chacun des points étudiés ici, la littérature est suffisamment abondante pour cela. D'autres facteurs responsables du non développement du trèfle pourraient être étudiés également : les nématodes, les maladies virales fongiques, les herbicides.

* On peut penser qu'après plusieurs dizaines d'années de recherche sur le trèfle blanc tout a été écrit. Il faut noter que les méthodes d'investigations au laboratoire évoluent et permettent d'aller plus loin dans l'explication des phénomènes.

* La recherche agronomique est plus complexe que la recherche fondamentale, certains facteurs tels que le sol, le climat sont très difficiles à maîtriser.

* Il ne faut pas négliger la recherche privée.

* Toujours limiter la recherche bibliographique aux documents les plus récents peut avoir pour effet de faire tomber dans l'oubli des travaux anciens qui pourraient être poursuivis.

* La circulation de l'information dans le domaine traité n'est pas évidente et l'ignorance de la recherche agronomique de langue française un vrai problème.

* Un tel travail de synthèse est nouveau et intéressant pour la documentaliste, mais celle-ci ne peut la conduire que dans les domaines ou domaines proches de sa formation initiale.

III - BIBLIOGRAPHIE

- 1 ACUNA (P); MARTINEZ (R).-Curvas de crecimiento y epocas de aplicacion de nitrogeno en una pradera mixta de trebol blanco y gramineas.-Agricultura tecnica:1983,VOL43,No2,(169,178)
- 2 ALANDRE (A); FAUCHE (J).-L'aluminium,poison de certains sols acides.-Trait d'union agricole:1982,No85,(9,11)
- 3 ARNAUD (R); MONTARD (F, X de); NIQUEUX (M).-Essais de fertilisation minerale sur paturage et sur prairie de fauche en montagne volcanique du Massif-Central humide.Essais de fertilisation minerale sur prairie permanente de fauche.-Fourrages:1983,No96,(35,60)
- 4 ARNAUD (R); NIQUEUX (M).-Bilan de 15 années d'expérimentation sur les espèces et variétés fourragères en altitude dans le Massif-Central.-Fourrages:1981,No87,(3,52)
- 5 BESNARD (D); ARNAUD (D); LECONTE.-Quels enseignements tirer des essais sur les prairies temporaires de graminées et tréfle blanc.-Fourrages:1983,No95,(111,131)
- 6 BLANCHON (J); BURBEAU (R); GACHON (L) et collab.-Etude de la valeur fertilisante azotée du lisier de bovin sur une prairie des monts d'Auvergne.Evolution botanique de la prairie.-Ann.AGro.:1974,VOL23,No25,(7,11)
- 7 BONISCHOT (R).-Fertilisation phosphatée et potassique des prairies avec tréfle blanc.-Fourrages:1983,No95,(133,144)
- 8 BONISCHOT (R); BUCKERT (A).-Pour une meilleure connaissance des prairies permanentes en Lorraine.-Forum des fourrages de l'est:Nancy,21-22 février 1984,(48,65)
- 9 BONISCHOT (R).-Amélioration de la structure floristique des prairies permanentes sous l'influence des amendements phosphates.-T.U.A:1977,No67,(7,11)
- 10 BONISCHOT (R).-Amélioration de la structure floristique des prairies permanentes sous l'influence des amendements phosphatés.In le scorilor.-Document technique:s1,sd,(SNST 3 rue Paul Cézanne 75364 PARIS CEDEX 08)
- 11 BROCK (J); HOGLUND-FLETCHER (RH).-Effects of grazing management on seasonal variation in nitrogen fixation.-XIVe Congrès international 15-24 juin 1981:Lexington,Kentucky(U.S.A),édité par SMITH HAYS Boulder Colorado,1983,(339,341)
- 12 CARADUS (J.R).-Genetic differences in phosphorus absorption among white clover population.-Plant and soil:1983,VOL72,No2-3,(279,283)
- 13 CAVALLERO (A); GRIGNANI (C).-Effetti della concimazione minerale sulla produzione e sulla vegetazione di un prato permanente montano (quadriennio 1980-1983).-Monti e boschi:1984,No2,(51,56)

- 14 CHAPMAN(D.F).-Growth and demography of trifolium repens stolons in grazed hill pastures.-Journal of applied ecology:1983, VOL20, (597,608)
- 15 CHESTNUTT(D.MB);LOWE(J).-6eme symposium british Grassland Society 1970.-Ministry of agriculture for northen Ireland:1970, (191,213)
- 16 CROUCHLEY(G);SINCLAIR(A.G).-Response to sulphur and phosphorus fertilisers on improved pastures on some soils of Wairarapa.-New-Zealand journal of experimental agriculture:1982, VOL10, (185,191)
- 17 DELPECH(R).-Contribution à l'étude expérimentale de la dynamique de la végétation prairiale.-Thèse Orsay:1975,112p.plus annexes
- 18 DIEZ(J.A).-Absorción de K por ryegrass y trifolium en suelos deficientes.-Anales de edafología y agrobiología:Madrid,1982,Tome 41,No1-2, (311,320)
- 19 DIEZ(J.A).-Efecto de la fertilización potásica en suelos pobres sobre ryegrass y trifolium.-Anales de edafología y agrobiología:Madrid,1982,Tome 41,No3-4, (653,660)
- 20 EAGLES(C.F);OTHMAN(O.B).-Growth at low temperature and cold hardiness in white clover occasional symposium.-British grassland society:1981,No13, (109,113)
- 21 EDMEADES(D.C);SMART(C.E);WHEELER(D).-Aluminium toxicity in New-Zealand soils preliminary results on the development of diagnostic criteria.-New-Zealand journal of agricultural research 1983,VOL26,No4, (493,501)
- 22 FAUCHE(J);MONTARD(F.X de).-Potentialités des prairies permanentes dans le Haut-Limousin.-Fourrages:1975,No63, (61,106)
- 23 FLOATE(J.S);RANGELY(A).-An investigation of problems of sward improvement on deep peat with special reference to potassium responses and interactions with lime and phosphorus.-Grass and forage science:1981,VOL36, (31,90)
- 24 BAILLARD(B).-La fertilisation azotée des prairies.-Forum des fourrages de l'est:Nancy,21-22 février 1984, (160,167)
- 25 GONZALES;RODRIGEZ(A).-Fertilización nitrogenada del monte.Seminario estudios galgos.-Usos do monte:1983,15p.,Inia,Crida 01 La Coruna
- 26 GONZALES; RODRIGEZ(A).-Respuesta de la pradera mixta a la aplicación de nitrógeno.Producción materia seca.-Anales del instituto nacional de investigaciones agrarias serie agrícola: 1983,No22, (35,43)

- 27 BUCKERT(A).-Mécanismes et potentialités de la fixation d'azote par le trèfle blanc.-Forum des fourrages de l'est:Nancy,21-22 février 1984,(80,86)
- 28 HART(A.L);JESSOP(D).-Phosphorus fractions in trifoliolate leaves of white clover and lotus at various levels of phosphorus supply.-New-Zealand journal of agricultural research:1983,VOL26,(357,361)
- 29 HAYSTEAD(A);MARRIOTT(C).-Effects of rates and times of application of starter dressing of nitrogen fertilizer to surface sown perennial ryegrass.White clover on hill peat.-Grass and forage science:1979,VOL34,(241,247)
- 30 HOGLUND(J.H);BROCK(J.L).-Effects of defoliation frequency and nitrogen and phosphorus nutrition on performance of 4 white clover cultivars.-New-Zealand journal of agricultural research:1983,vol26,No1,(109,113)
- 31 HOLFORD(I.C.R).-Differences in the efficacy of various soil phosphate tests for white clover between very acid and more alkaline soils.-Australian journal soil research:1983,VOL21,(173,182)
- 32 IGNACE(J.C).-Amélioration de la production fourragère dans les landes à bruyère des monts du Forez.-Mémoire de fin d'étude ingénieur:1983,ENSSAA Dijon,103p.
- 33 JOLLY(M).-Productivité et gestion des surfaces fourragères dans les pyrénées.-Mémoire fin d'étude ingénieur:1980,195p.,Furpan Toulouse
- 34 JONES(R.M).-White clover (*trifolium repens*) in subtropical southeast Queensland.Effects of lime application on nutrient concentrations in soil and in white clover.-Tropical grasslands:1982,VOL16,No3,(127,135)
- 35 KERGUELEN(M).-Quelles indications peut-on retirer de l'analyse botanique des herbages?.-Fourrages:1971,No45,(70,82)
- 36 LAISSUS(R);MARTY(J).-Evolution de la flore et du rendement d'une prairie permanente durant 15 années d'exploitation.-Fourrages:1973,No53,(47,66)
- 37 LAISSUS(R).-Ajustement de la fertilisation azotée des prairies pâturées en vue d'utiliser les potentialités du trèfle blanc.-CR Académie d'agriculture:1981,VOL7,11p.
- 38 LAISSUS(R);MARTY(J).-Rendements et possibilités d'évolution d'une prairie permanente médiocre soumise à diverses fumures azotées.-Fourrages:1969,No40,(3,23)
- 39 LAISSUS(R);MALAFOSSE(A).-Evolution du trèfle blanc sous une fétuque des prés traitée selon 8 modes d'exploitation et 4 doses d'azote.-Nouvelles des fourrages à l'INRA:1977,(271,272)

- 40 LAISSUS (R); ETEVE (A).-Dynamique du trèfle blanc dans une prairie permanente recevant diverses fumures azotées et utilisée selon 3 rythmes de coupe.-Nouvelles des fourrages à l'INRA:1977, (269,270)
- 41 LIMBOURG (P); LAMBERT (J).-Le trèfle blanc en Belgique : observations sur son comportement et perspectives d'avenir.- Fourrages:1983, No94, (29,47)
- 42 LOISEAU (P).-Influence du mode d'exploitation traditionnel sur l'état des parcours dans la région des Dômes.-Fourrages:1979, No79, (37,56)
- 43 MARTINI (F); THELLIER (M).-Use of an (n, alpha) nuclear reaction to study the long distance transport of boron in trifolium repens after application.-Planta:1980, VOL150, (197,205)
- 44 Mc LAUGHLIN (B.D); HOLFORD (I.C.R).-Initial and medium term responses of white clover to three sulfur fertilizers on a basaltic soil.-Australian journal of experimental agriculture animal husbandry:1982, VOL22, (95,99)
- 45 MONTARD (F.X de).-White clover responses to soil physical conditions.-Aberdeen hill farming research organisation:1983, (non publié)
- 46 MONTARD (F.X de); LAISSUS (R).-Importance et rôle du trèfle blanc dans les prairies permanentes en relation avec les conditions de milieu . et les pratiques d'exploitation et de fertilisation azotée.-Fourrages:1983, No94, (87,108)
- 47 MONTARD (F.X de).-Essai de fertilisation minérale sur paturage et sur prairie de fauche en montagne du Massif-Central humide.Fourrages:1983, No93, (3,33)
- 48 MOREL (J).-Le rôle et l'importance du trèfle blanc dans le fonctionnement de l'écosystème prairial:
1-synthèse bibliographique
2-application à 8 prairies des monts d'Auvergne.-
Mémoire fin d'étude ENITA Bordeaux:Clermont-Fd INRA,1979,70p.
- 49 MOUAT (M.CH).-Negative absorption of phosphate by plant roots.-New-Zealand journal of agricultural research:1983, VOL26, No4, (489,492)
- 50 MOUCHEL (J); PLANCQUAERT (P).-La prairie permanente.Effet de la fumure azotée (doses-répartition selon 3 modes d'utilisation).- Compte rendu de l'expérimentation réalisée de 1970 à 1977:Paris,ITCF,1977,29p.
- 51 NEWBOULD (P); HAYSTEAD (A).-Trifolium repens (white clover):establishment and maintenance in hill pasture.-Hill farming research organisation:7th REPORT,1974-1977

- 52 NEWBOULD(P).-The strategic use of nitrogen fertiliser on grass clover swards in upland Britain.-Institute of grassland and forage research:1982,5p.,non publié
- 53 NEWBOULD(P);RANGELEY(A).-Effect of lime, phosphorus and mycorrhizal fungi on growth, nodulation and nitrogen fixation by white clover(*trifolium repens*) grown in UK hill soils.-Plant and soil:1984,VOL76,(105,114)
- 54 NOSBERGER(J).-Quelques aspects de la biologie et de la physiologie du trèfle blanc.-Fourrages:1983,No94,(49,60)
- 55 NURJAYA(D).-Evaluation of annual and perennial temperate pasture legumes at medium elevation in the tropics of Bali (Indonesie:a preliminary investigation).-Tropical grassland:1983,VOL17,No3,(122,128)
- 56 OLLERSHAW(J.H);BAKER(R.H).-Low temperature growth in a controlled environment of *trifolium repens* plants from northern latitudes.-Journal of applied ecology:1981,VOL18,(229,239)
- 57 PLANTUREUX(S).-Incidence des techniques agronomiques sur la composition floristique et la physionomie d'un échantillon de prairies du secteur ouest du département des Vosges.-Thèse docteur ingénieur institut national polytechnique de Lorraine:1983,177p.
- 58 SCFA.-Dossier k20:décembre 1981;No20,27p.
- 59 SHERRELL(C.G).-Boron deficiency and response in white and red clovers and lucerne.-New-Zealand journal of agricultural research:1983,VOL26,(197,203)
- 60 SHERRELL(C.G).-Effect of boron application on seed production of New-Zealand herbage legumes.-New-Zealand journal of agricultural research:1983,VOL11,(113,117)
- 61 TEILHARD de CHARDIN(B).-La rénovation des prairies permanentes dans l'est de la France.-Forum des fourrages de l'est:21-22 février 1984,Nancy,(118,131)
- 62 WEDDERBURN(M.E).-The effect of source, concentration and time of application of nitrogen on the growth, nodulation and nitrogen fixation of *lotus pondonculatius* and *trifolium repens*.-Plant and soil:1983,VOL74,(83,91)
- 63 WHITEHAED(D.C).-Yield of white clover and its fixation of nitrogen as influenced by nutritional and soil factors under controlled environment conditions.-Journal of science and food agriculture:1982,VOL33,(1227,1234)
- 64 WOLEDGE(J);CALLEJA SUAREZ(A).-The growth and photosynthesis of seedling plants of white clover at low temperature.-Annals of botany:1983,VOL52,(239,245)

65 YOUNG(N.R);MYTTON(L.R).-The respons of white clover to different strains of rhyzobium trifolium in hill land reseeding.- Grass and forage science:1983,VOL83,(13,19)