

# COMPORTEMENT DU TRÈFLE BLANC ASSOCIÉ À DES GRAMINÉES EN BASSE-NORMANDIE

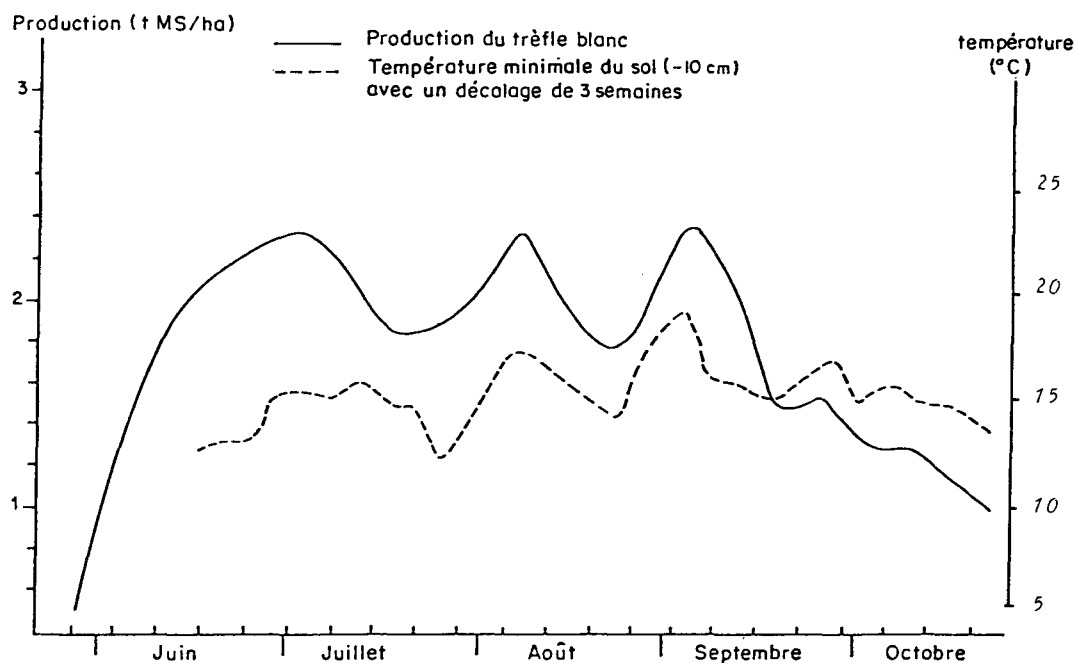
## *II. Études physiologiques en culture pure*

**L**ES RÉSULTATS DES NOMBREUX ESSAIS DE TECHNIQUES D'EXPLOITATION CONDUITS DEPUIS 1961 (1) NOUS PERMETTENT DE MIEUX MAÎTRISER L'ÉQUILIBRE DES ASSOCIATIONS graminées-trèfle blanc ; mais ces essais sont insuffisants pour comprendre les mécanismes physiologiques en cause, et utiliser rationnellement les associations. Aussi, depuis 1981, nous étudions le trèfle blanc en culture pure pour mieux comprendre son comportement en association avec les graminées. Nous avons retenu pour cette phase explicative les thèmes suivants qui nous semblaient prioritaires : les effets du milieu (température, lumière) et les effets des techniques d'exploitation (rythme de coupe) sur le comportement et la survie du trèfle.

### **INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DU SOL SUR LA PRODUCTION**

La production du trèfle blanc, faible au printemps, est importante de juin à septembre après une ou plusieurs récoltes, mais à la fin de septembre elle chute très rapidement (LECONTE et LAISSUS, 1985).

**FIGURE 1**  
**ÉVOLUTIONS COMPARÉES DE LA PRODUCTION**  
**DE TRÈFLE BLANC ET DE LA TEMPÉRATURE DU SOL**  
**EN 1981 (LAISSUS, 1982)**



Dans le but de déterminer l'évolution saisonnière de la production, nous avons coupé des parcelles de trèfle blanc « Huia » chaque semaine, pendant toute la saison. Après cette première coupe, les repousses ont été coupées régulièrement toutes les 5 semaines, de mai à octobre.

Au printemps 1981 (figure 1), malgré une température moyenne satisfaisante, le démarrage très tardif du trèfle est lié à l'excès d'eau (154 mm de pluie en mai). Après 5 semaines de repousse, la production atteint en

*Étude du trèfle blanc*

moyenne 2,2 t/ha de matière sèche (M.S.) pendant l'été. Mais la production chute fin juillet et fin août, quel que soit le nombre de coupes précédentes. Nous avons observé que la diminution de production du trèfle est directement liée à la baisse de la température du sol, en milieu de repousse, avec un décalage de trois semaines (figure 1).

Fin septembre, la production récoltable devient insignifiante ; les feuilles ont un pétiole très court et toute l'énergie accumulée par le trèfle est mise en réserve sous forme d'amidon dans les stolons.

Ces observations mettent en évidence l'importance de la structure du sol sur le développement du trèfle blanc. Les sols compacts, froids et humides ne sont pas favorables au trèfle, et cette espèce est très sensible aux variations de température du sol.

### COMPÉTITION POUR LA LUMIÈRE

Au cours de la saison de végétation, quel que soit l'intervalle entre les coupes, la repousse rapide des nouvelles feuilles de trèfle à l'extrémité végétative des stolons crée une couverture végétale (indice foliaire moyen compris entre 1,36 et 9,87) qui empêche le démarrage des bourgeons axillaires (tableau I). Ainsi, les stolons qui sont à l'ombre ne peuvent se ramifier.

**TABLEAU I**  
**EFFET DU RYTHME DE COUPE ET DE LA LUMIÈRE**  
**SUR LE NOMBRE DE RAMIFICATIONS D'UN STOLON**  
 (mai à novembre 1983)

RYTHME	2 semaines	10 semaines
Plante isolée	686	1 560
Couvert dense	21	25
Indice foliaire moyen à la récolte	1,36	9,87

En revanche, les stolons des plantes isolées sur un sol nu reçoivent une énergie lumineuse importante qui favorise l'émission des bourgeons axillaires et la formation de nombreuses ramifications, surtout lors de coupes espacées (tableau I). Le même phénomène intervient dans les associations qui ne reçoivent pas d'azote minéral et où la compétition est limitée.

### **EFFET DU RYTHME DE COUPE**

Pour mettre en évidence la très grande souplesse d'exploitation du trèfle blanc, une parcelle de trèfle blanc « Huia » a été coupée pendant toute la saison 1983 à intervalles de 2, 4, 6, 8 et 10 semaines.

Cette étude montre que la production totale récoltée est très proche pour des rythmes compris entre 4 et 10 semaines, mais qu'aux rythmes très lents de 8 et 10 semaines, la part de feuilles mortes et de fleurs devient importante dans la production. Un intervalle entre coupes de 4 à 6 semaines permet la meilleure production de feuilles vertes, et assure la récolte d'un fourrage de bonne qualité (LECONTE et LAISSUS, 1985). De plus, le rythme de 6 semaines est favorable à la croissance des stolons, à la constitution de réserves et à la survie du trèfle blanc.

Au rythme de 2 semaines le trèfle est peu productif et très sensible aux variations climatiques.

En fin de saison, la chute de production enregistrée début septembre a déjà été mise en évidence, mais les coupes tardives de 1983 montrent que la production de feuilles est totalement stoppée début octobre, et le trèfle constitue alors ses réserves pour l'hiver. La période de « repos hivernal » du trèfle blanc est très longue.

### **COMPORTEMENT HIVERNAL DU TRÈFLE BLANC PUR**

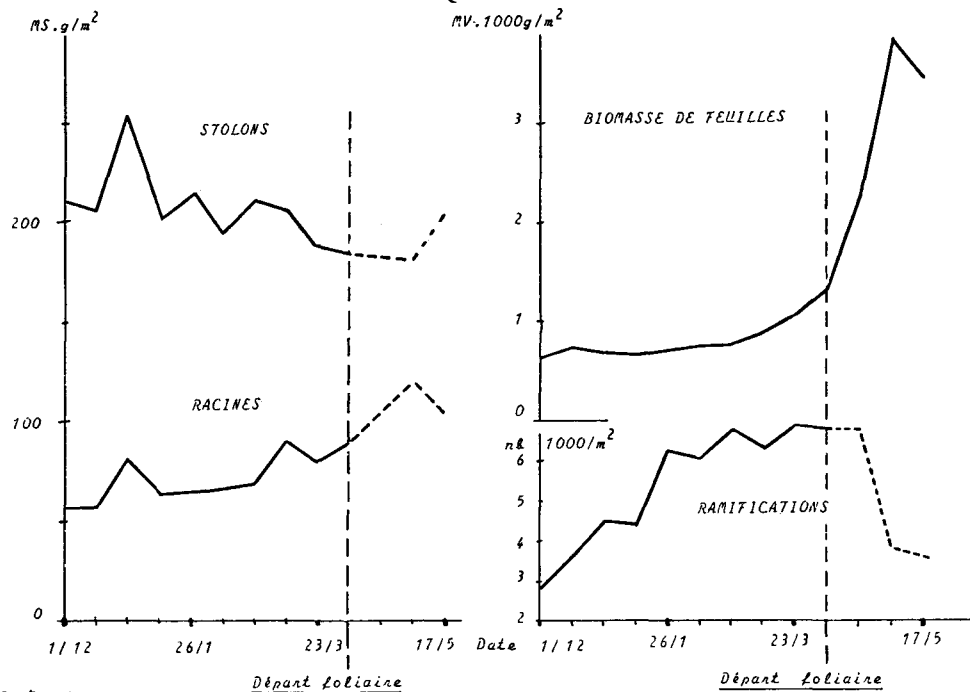
Au cours de l'hiver 1983-1984, nous avons suivi les paramètres suivants : poids et longueur des stolons, ramification des stolons, masse de feuilles, poids des racines et nombre de nodules.

### Évolution générale

Le poids de stolons atteint en moyenne 2,2 t M.S./ha et varie peu entre les années ( $\pm 4\%$ ), tandis que la longueur de stolons par mètre carré oscille entre 114 m en 1983 et 170 m en 1984.

Pendant l'hiver, la longueur est stable (sauf en cas de mortalité des stolons) mais leur poids diminue progressivement jusqu'au départ de la végétation (figure 2). Cette diminution oscille entre 10 et 30 % respectivement en 1984 et 1983, suivant la rigueur de l'hiver et l'utilisation de l'amidon de réserve.

FIGURE 2  
ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE AU COURS DE L'HIVER 1983-1984



en culture pure

Avant l'hiver les stolons sont peu ramifiés. Au début de l'hiver le nombre de ramifications augmente et atteint un plateau dès la fin du mois de janvier. Ces ramifications se développent à l'aisselle des anciennes feuilles, au niveau des nœuds, et forment des bouquets de 3 feuilles, départs de nouveaux stolons.

Pendant l'hiver, la masse de feuilles augmente lentement puis s'accroît très vite au printemps, lors de l'élongation des pétioles. De même, au cours de l'hiver, le poids de racines (entre 0 et 6 cm de profondeur) augmente lentement jusqu'au départ de la végétation.

Le nombre de nodules croît très rapidement jusqu'à la fin décembre et semble diminuer lors des périodes froides. Un mois après le départ de la végétation, la grosseur des nodules a doublé, mais leur nombre diminue.

#### *Influence du rythme de coupe de l'année précédente*

L'essentiel des résultats est présenté tableau II.

La longueur des stolons, faible après des coupes effectuées à des rythmes très rapides ou bien au contraire très espacés, atteint un maximum de 204 m/m<sup>2</sup> après des coupes espacées de 6 semaines. A ce rythme, les entre-nœuds sont très longs.

Le poids de stolons, faible après des coupes fréquentes, atteint un maximum de 2,5 t de M.S./ha lorsque l'intervalle entre les coupes est de 6 semaines ; il diminue peu lorsque les coupes sont plus espacées.

C'est au rythme de coupe de 6 semaines que les stolons ont le taux de matière sèche le plus élevé (indicateur du niveau des réserves en amidon).

Chez les plantes ayant été coupées fréquemment l'année précédente (toutes les 4 semaines), l'émission des ramifications atteint un plateau, fin janvier, un mois plus tôt que lorsque les rythmes de coupes ont été plus lents (6 à 8 semaines).

Le nombre de feuilles par ramification reste proche de 3 après des coupes espacées de 2 à 8 semaines.

**TABLEAU II**  
**VARIATIONS MORPHOLOGIQUES DU TRÈFLE**  
**PENDANT L'HIVER EN FONCTION DU NOMBRE DE COUPES**  
**DE L'ANNÉE PRÉCÉDENTE**  
(moyenne des prélèvements bimensuels de décembre 1983 à avril 1984)

Intervalle entre coupes (semaines)	2	4	6	8	10
Poids de stolons (g M.S./m <sup>2</sup> )	139,6	181,5	<u>252,8</u>	231,8	241,3
Longueur de stolons (m linéaires/m <sup>2</sup> )	138	159	<u>204</u>	177	159
Longueur des entre-noeuds (cm)	2,48	2,76	4,13	3,47	3,12
Masse linéaire des stolons (g M.S./m)	1,01	1,14	1,24	1,31	1,52
Feuilles par ramification (nombre)	<u>3,15</u>	<u>3,07</u>	<u>3,05</u>	<u>2,80</u>	3,55
Poids des racines (g M.S./m <sup>2</sup> )	77,3	<u>87,9</u>	<u>89,6</u>	<u>84,6</u>	93,5
Nombre de nodules (1 000/m <sup>2</sup> )	<u>16,4</u>	<u>16,0</u>	12,5	12,9	10,2
Réserves en fin d'hiver (g amidon/m <sup>2</sup> )	9,9	11,6	<u>17,9</u>	14,6	13,3

Le poids de racines varie peu pour des rythmes de coupe compris entre 4 et 8 semaines ; il semble néanmoins plus important dans le cas de coupes espacées.

Le nombre de nodules augmente dans le même sens que le nombre de coupes.

Les récoltes à intervalles voisins de 6 semaines sont favorables à la vigueur et à la survie du trèfle. Le rythme de coupe de l'année précédente a donc un effet marqué sur le comportement hivernal du trèfle.

Une végétation rase au début de l'hiver favorise la mise en place des ramifications ; ces nombreuses ramifications trifoliées permettent un démarrage massif du trèfle au printemps et assurent sa pérennité.

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

A partir de ces résultats en culture pure, il est possible d'interpréter les essais antérieurs et d'élaborer des hypothèses sur le comportement du trèfle blanc en association, en fonction de la saison, et des facteurs de variation liés au milieu et aux techniques d'exploitation.

*Au début du printemps*, une température de l'air supérieure à 4 °C (RADKOV, 1975) est suffisante pour la croissance des feuilles des graminées et de certaines variétés de trèfle blanc (GOOLD et al., 1976 ; OLLERENSHAW, 1983). Mais la température du sol, souvent inférieure à 9 °C, est trop basse pour que les nodosités soient actives (OLLERENSHAW et al., 1981) ; le recours à l'azote minéral est alors indispensable pour la croissance aérienne de l'association (WOLEDGE et al., 1983).

En terrain sain et léger, le sol se réchauffe très tôt ; l'association pousse au rythme de la fourniture d'azote par les nodosités ; il y a une certaine autorégulation et plus le trèfle est actif et vigoureux, plus la production augmente. Dans ces conditions, le pourcentage de trèfle augmente au cours de la pousse jusqu'au stade épiaison de la graminée.

En revanche, en sol froid, un apport d'azote minéral proche de 60 kg N/ha est nécessaire. Après cet apport d'azote minéral, la graminée absorbe rapidement cet azote et l'utilise ensuite pour augmenter sa production (SALETTE et al., 1981). Le trèfle blanc quant à lui absorbe son azote régulièrement au cours de sa croissance (LECONTE, 1984) ; il peut donc manquer d'azote si les nodosités démarrent très tardivement. Le trèfle risque donc de pousser moins vite que la graminée ; le pourcentage de trèfle diminue alors et sa survie peut être compromise, si la prairie n'est pas exploitée. A cette période de l'année, les graminées sont très productives ; pour éviter au trèfle d'être étouffé, il faut raccourcir l'intervalle entre les exploitations, sans toutefois descendre au-dessous de 4 semaines car, en deçà, la capacité fixatrice d'azote par le trèfle est réduite (YOSHIDA et al., 1977).

Lors de coupes espacées, à intervalle de 8 semaines au printemps, les graminées ont une végétation haute, et malgré la faculté que possède le trèfle d'augmenter la longueur de ses pétioles pour atteindre la lumière



(DENNIS et al., 1982), celui-ci s'épuise d'autant plus qu'il augmente aussi la dimension de ses folioles (HAYCOCK et al., 1982 ; ARNOTT et al., 1982). Cet épuisement du trèfle est lié à la répartition de ses assimilats. Les feuilles adultes qui alimentent les stolons (RYLE et al., 1981) ont un pétiole court et la couverture végétale crée un ombrage néfaste à leur activité. Les jeunes feuilles fournissent les assimilats à l'extrémité végétative des stolons. Lorsque la compétition devient trop forte, les jeunes feuilles, qui ont une capacité photosynthétique moindre après avoir poussé à l'ombre (DENNIS et al., 1983), s'épuisent pour allonger leur pétiole au-dessus de la végétation. Il y a donc antagonisme entre la survie immédiate et l'avenir ; car l'émission de nouvelles feuilles est plus lente.

Après un intervalle très long, proche de 8 semaines entre les coupes, on observe tout d'abord un effet direct de la compétition, et une diminution de la contribution spécifique du trèfle. De plus, quand la compétition est trop sévère, l'allongement des organes (feuilles, pétioles, entre-nœuds) se traduit ultérieurement par une réduction de la ramification. Cette diminution du nombre d'apex rend le trèfle plus vulnérable. Cette vulnérabilité peut être accrue par un piétinement excessif qui diminue encore le nombre d'apex, à une saison où la couverture végétale empêche le développement des bourgeons axillaires et la ramification.

*Au cours de l'été*, l'eau est souvent un facteur limitant de la productivité et le trèfle utilise efficacement l'irrigation (MORRISON et al., 1978).

A cette époque, la rapidité de repousse du trèfle est fonction de la température (LAISSUS, 1982) jusqu'à une température moyenne jour/nuit de 20 °C (MC CREE et al., 1982).

La productivité du trèfle est maximale grâce à une température élevée favorable à l'allongement des pétioles (KISHI, 1975) et grâce à des jours longs permettant l'élongation des entre-nœuds (RYLE et al., 1978) ; le trèfle est alors dominant. Les intervalles de 6 semaines lui sont favorables ; à ce rythme, en revanche, le ray-grass anglais associé supporte mal la compétition (LECONTE, 1985). Des intervalles plus longs peuvent nuire au trèfle s'il est associé à du dactyle, graminée favorisée par des températures élevées et des coupes espacées.

*En fin d'été*, la diminution de production du trèfle (LECONTE et LAISSUS, 1985) est liée à la longueur du jour (NOSBERGER, 1983). A cette période, les feuilles adultes synthétisent activement les réserves qui sont stockées dans les stolons ; le pourcentage d'amidon augmente jusqu'à 20-25 % de la matière sèche (GUCKERT et al., 1983). Ces réserves sont utilisées pour assurer la survie hivernale du trèfle.

On observe à cette époque un raccourcissement des organes, pétioles et entre-nœuds ; le trèfle supporte alors mal la compétition avec les graminées associées.

Le trèfle doit donc capter assez de lumière, à la fin du mois de septembre et en octobre, afin de ne pas compromettre sa survie. Cette survie hivernale est fonction de la quantité d'amidon stockée dans les stolons et de la masse de stolons. Cette masse de stolons est liée au rythme de coupe, l'optimum étant atteint lorsque les coupes sont espacées de 6 semaines.

*Pendant l'hiver*, l'amidon de réserve est utilisé pour lutter contre le froid (GUCKERT et al., 1983). Ce n'est qu'au-delà de  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , suivant les écotypes, que les dégâts de gel détruisent les stolons (SHIBATA et al., 1982).

De plus, quand la végétation est rase, l'absence d'ombrage permet à la lumière d'induire les bourgeons axillaires qui peuvent alors se développer. Lorsque les conditions édapho-climatiques sont favorables, de nombreuses ramifications apparaissent au cours de l'hiver.

Ces ramifications permettent un démarrage massif du trèfle au printemps. Après le « départ foliaire » (démarrage de la croissance foliaire), la couverture végétale devient importante et cet ombrage inhibe les apex les moins vigoureux.

Au cours de l'hiver, les jeunes ramifications trifoliées sont très sensibles aux attaques des prédateurs (tipules et limaces). Ces dégâts peuvent compromettre le potentiel de production du trèfle, et même parfois sa survie au sein de l'association.

Les observations actuellement en cours au Pin-au-Haras concernent l'évolution des stolons et de la ramification au cours de la croissance, sur les repousses de printemps, d'été ou d'automne, et permettront de déterminer, en fonction de l'indice foliaire de l'association, le seuil au-delà duquel la survie du trèfle et l'équilibre de l'association sont compromis.

D. LECONTE,  
*I.N.R.A., Le Pin-au-Haras (Orne).*

#### LISTE DE MOTS-CLÉS

Composition morphologique, hiver, léguminosae, longévité, lumière solaire, rythme de coupe, température du sol, trèfle blanc, *Trifolium repens*.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARNOTT R., RYLE G.J.A. (1982) : « Leaf surface expansion on the main axes of white and red clovers », *Grass and For. Sc.*, 37, 227-233.

DENNIS W.D., WOLEDGE J. (1982) : « Photosynthesis by white clover leaves in mixed clover/ryegrass swards », *Annals of Botany*, 49, 627-635.

DENNIS W.D., WOLEDGE J. (1983) : « The effect of shade during leaf expansion on photosynthesis by white clover leaves », *Annals of Botany*, 51, 111-118.

GOOLD G.J., DOUGLAS J.A. (1976) : « A small plot evaluation of three ryegrass and two clovers at five sites in New-Zealand. 1 - Comparison of « Grasslands Huia » and « Grasslands Pitau » white clovers », *New-Zealand Journ. of Experimental Agric.*, 4, 127-133.

GUCKERT A. et al. (1983) : « Étude au champ de la fixation d'azote par le trèfle blanc », *Fourrages*, 94, 61-86.

- HAYCOCK R., OLLERENSHAW J.H. (1982) : « Winter survival and spring growth of white clover cultivars at an upland site in northern England ». *Journ. of Agric. Sc.* 98, 471-473.
- KISHI H. (1975) : « Studies of competition between grasses and legumes in mixed swards. 6 - Effects of growth stage and temperature on the upward growth of orchardgrass and ladino clover in summer », *Proc. of the Crop Sc. Soc. of Japan*, 44, 306-311.
- LAISSUS R. (1982) : « How to use nitrogen fertilizers on a grass-white clover sward », *Proc. 9th Gen. Meeting Europ. Grass. Fed.*, Reading, 223-226.
- LECONTE D. (1984) : *Évolution de la teneur du trèfle blanc en minéraux au cours de la repousse*, non publié.
- LECONTE D. (1985) : *Importance de la hauteur de coupe et du rythme de défoliation sur la repousse de Lolium perenne*, thèse de Doctorat d'Université, Université de Caen, 29 mars 1985.
- LECONTE D., LAISSUS R. (1985) : « Étude de la croissance du trèfle blanc », *Fourrages*, 103, 55-69.
- LECONTE D., LAISSUS R. (1985) : « Effet du rythme de coupe sur une culture pure de trèfle blanc », *Fourrages*, 103, 71-78.
- LECONTE D. (1986) : « Comportement du trèfle blanc associé à des graminées en Basse-Normandie : I - Influence des techniques d'exploitation », *Fourrages*, 108, 103-127.
- MC CREE K.J., AMTHOR M.E. (1982) : « Effects of diurnal variation in temperature on the carbon balances of white clover plants », *Crop Science*, 22, 822-827.
- MORRISON J., DENEHY H.L. (1978) : « Management and cultural requirements of white clover/grass mixture », *Herbage Abstracts*, vol 48, n° 4, 1375.
- NÖSBERGER J. (1983) : « Quelques aspects de la biologie et de la physiologie du trèfle blanc », *Fourrages*, 94, 49-59.
- OLLERENSHAW J.H., BAKER R.H. (1981) : « Low temperature growth in a controlled environment of Trifolium repens plants from northern latitudes », *Journal of Applied Ecology*, 18, 229-239.
- OLLERENSHAW J.H. (1983) : « Genetic variation yield components of Trifolium repens at low temperature », *Temperate legumes : physiology, genetics and nodulation*, 89-101.
- RADKOV D.P. (1975) : « Phenological changes and seasonal rhythm of development in some perennial herbage species », *Rasteniev dni Nauki*, 12, 117-125.

- RYLE G.J.A., ARNOTT R.A. (1978) : « Developmental morphology of legumes », *Herbage Abstracts*, vol. 48, n° 4, 1391.
- RYLE G.J.A., and al. (1981) : « Patterns of <sup>14</sup>C-labelled assimilate partitioning in red and white clover during vegetative growth », *Annals of Botany*, 47, 505-514.
- SALETTE J., LEMAIRE G. (1981) : « Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution », *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 292, 875-878.
- SHIBATA S., SHIMADA T. (1982) : « Freezing injury of white clover stolons », *Journ. of Japan. Soc. of Grassl. Sc.*, 30, 14-19.
- WOLEDGE J., CALLEJA S.A. (1983) : « The growth and photosynthesis of seedling plants of white clover at low temperature », *Annals of Botany*, 52, 239-245.
- YOSHIDA S., YATAZAWA M. (1977) : « Nitrogen fixation capacity during regrowth in ladino clover », *Journ. of Japan. Soc. of grassl. Sc.*, 23, 6-13.