

# INFLUENCE DU MODE D'EXPLOITATION AU PRINTEMPS SUR LA PRODUCTION, EN QUANTITÉ ET QUALITÉ, DES GRAMINÉES FOURRAGÈRES (1)

## INTRODUCTION

**Q**UI DIT INTENSIFICATION PENSE SOUVENT EXTENSION DES CULTURES DE CÉREALES. POURTANT, DE NOMBREUSES RÉGIONS FRANÇAISES, PEU APTES À PRODUIRE CES dernières économiquement, disposent néanmoins d'une excellente productivité potentielle que des cultures de graminées fourragères sont particulièrement aptes à mettre en valeur. Ces graminées ont également, pour diverses raisons, leur rôle à jouer même dans les autres zones (problèmes de structures des sols, etc.).

Mais leur extension se heurte à divers obstacles, dont un des principaux est la complexité de leur mode d'utilisation, au demeurant incomplètement connu. Son étude a donc constitué une part importante des préoccupations des équipes de recherche fourragère de l'I.N.R.A.

---

(1) Travail réalisé par le groupe de travail « Exploitation des graminées ». Membres de ce groupe : R. ARNAUD, F. BROUSTE, L. FELIX, M. GILLET, P. JACQUARD, M. KERGUELEN, R. LAISSUS, P. MANSAT (responsable), P. MICALEFF, M. NIQUEUX, M. PARNEIX, A. SAUVION, C. SIGWALT. La synthèse est de M. GILLET.

Un des facteurs d'utilisation les plus importants à étudier est sans doute le « mode d'exploitation », c'est-à-dire le choix des *dates* de récolte mécanique ou de pâture. De lui peuvent dépendre *a priori* la quantité et la qualité du produit obtenu, non seulement lors d'une exploitation donnée mais aussi lors des suivantes.

Diverses études ont déjà été réalisées sur ce sujet : pour l'essentiel, elles ont porté sur le « temps de repos » à laisser entre deux coupes (2) (citons par exemple BOISSON et MARTINEAU, 1966 ; BOMMER, 1964 ; HUOKUNA, 1964 ; KNIGHT, 1970).

Par contre, la date de la première exploitation après l'hiver et le stade physiologique atteint par la plante à ce moment n'avaient que peu été envisagés (REBISCHUNG, 1959). Or, on pouvait penser que ces éléments étaient importants, pour de nombreuses raisons que nous expliquerons en rappelant quelques données de base de la physiologie des graminées fourragères au printemps.

A la sortie de l'hiver, les talles de graminées sont encore « végétatives » (3), c'est-à-dire que leurs tiges sont réduites à un « plateau de tallage » au niveau du sol ; le sommet de cette tige, *l'apex*, qui en est le centre générateur, n'émet que des feuilles : ce sont celles-ci qui constituent la presque totalité du poids de la talle.

A partir de mars ou avril, selon la précocité de la variété, l'apex se transforme en inflorescence et la tige s'allonge pour atteindre en juin, à la floraison, sa dimension définitive de 1 à 2 mètres. Cette croissance est donc *très rapide*. Elle s'accompagne de *modifications histologiques* importantes (lignification des membranes, etc.) qui retentissent directement sur la composition du fourrage et sa qualité.

Cette évolution est celle des talles nées « *grosso modo* » avant l'hiver. Les talles apparues au printemps, elles, resteront en général végétatives, c'est-à-dire formées presque exclusivement de feuilles. Mais leur poids compte peu,

---

(2) Ce terme sera pris ici pour désigner aussi bien une récolte mécanique qu'une pâture.

(3) Ce terme est souvent employé à tort pour signifier « de végétation » ou même « qui végète » (qui pousse mal) ! En réalité, il est le contraire de « reproducteur » (qui monte et évolue vers la reproduction sexuelle).

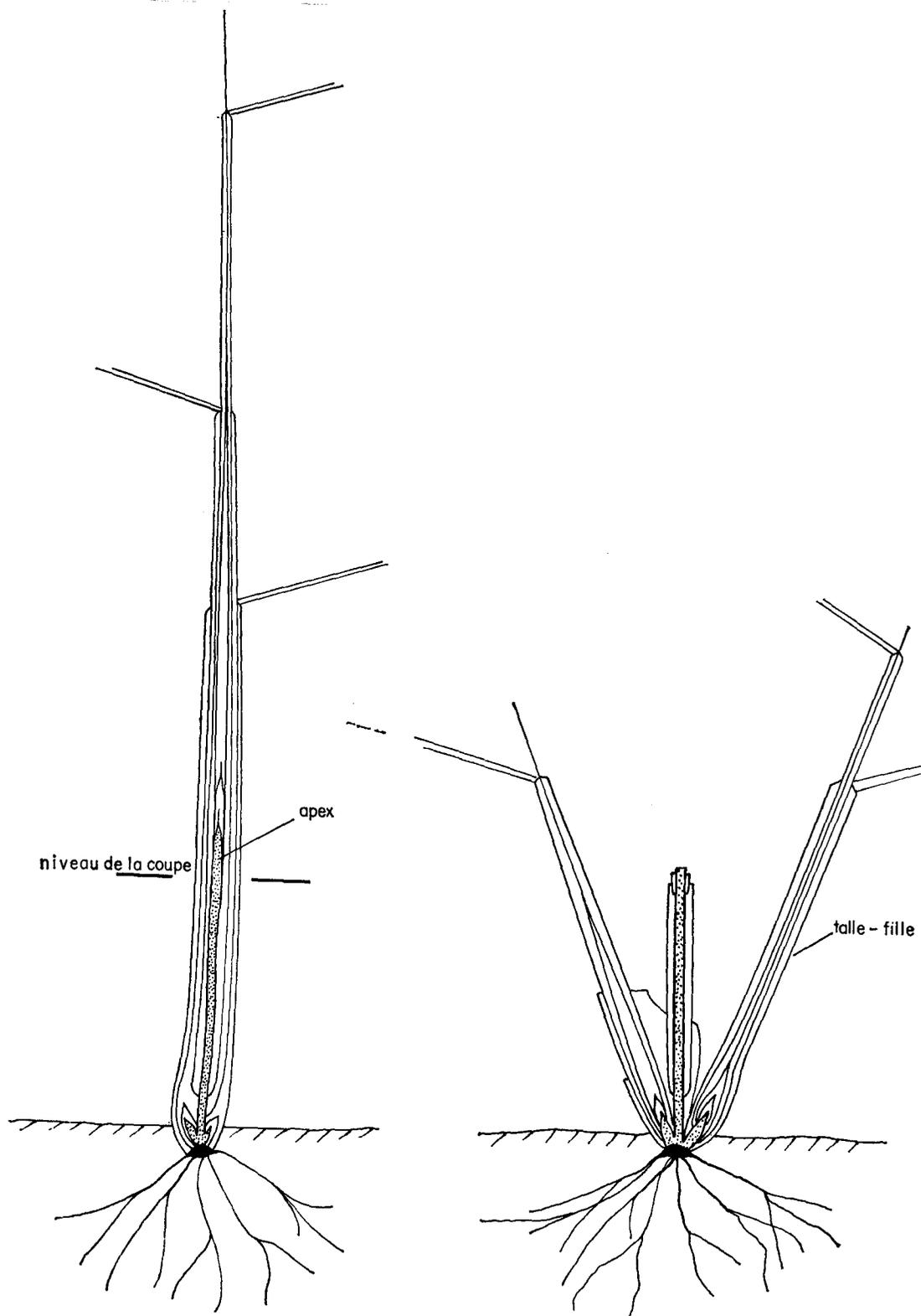
comparé à celui des précédentes, d'autant plus que comme REBISCHUNG (in MANSAT, 1964) l'a constaté, une disparition de ces jeunes talles se produit pendant la montée des tiges de dactyle. MANSAT (*op. cit.* et 1965) puis GILLET, GACHET et GALLAIS (1969) ont précisé cette « crise du tallage » chez le ray-grass italien et la fétuque des prés.

Que se passe-t-il à cette époque si on coupe ? On récolte une herbe dont la qualité et la quantité dépendront évidemment de l'état d'avancement des tiges. *Quant à la repousse qui suivra, sa nature dépendra, elle, pour l'essentiel, du fait que les apex aient ou non été coupés* (fig. 1). En effet, l'apex est le centre générateur de la talle ; s'il reste présent, celle-ci *continuera* l'évolution qu'elle avait commencée (MANSAT et PFITZENMEYER, 1966). S'il est enlevé, la talle mourra et la croissance *repartira des bourgeons* situés à sa base. Chez les dactyles, fétuques élevées, ray-grass anglais, fétuques des prés (espèces que nous appellerons par la suite « les pérennes »), ces bourgeons donneront des talles *végétatives*. Chez les ray-grass d'Italie, ces nouvelles talles *monteront*, mais *plus tard* que ne l'aurait fait la talle principale, puisqu'elles repartent de zéro.

Prenons un exemple : coupons un champ de dactyle Floréal le 15 avril. Cette année-là, les tiges les plus avancées auront 5 cm de haut, les plus tardives 1 cm. La barre de coupe passera *au-dessus* des apex. Deux semaines plus tard, les tiges auront *continué* à s'allonger rapidement, elles auront entre 20 et 40 cm. La « crise du tallage », conséquence de l'allongement des tiges, se sera produite, comme si on n'avait pas coupé, de sorte que peu de bourgeons auront « démarré ».

Une telle coupe précoce, qui épargne les apex, s'appelle un « *déprimage* ». Remarquons que sa date est peu variable étant donné le court laps de temps qui s'écoule entre le démarrage de la végétation et la montée des tiges.

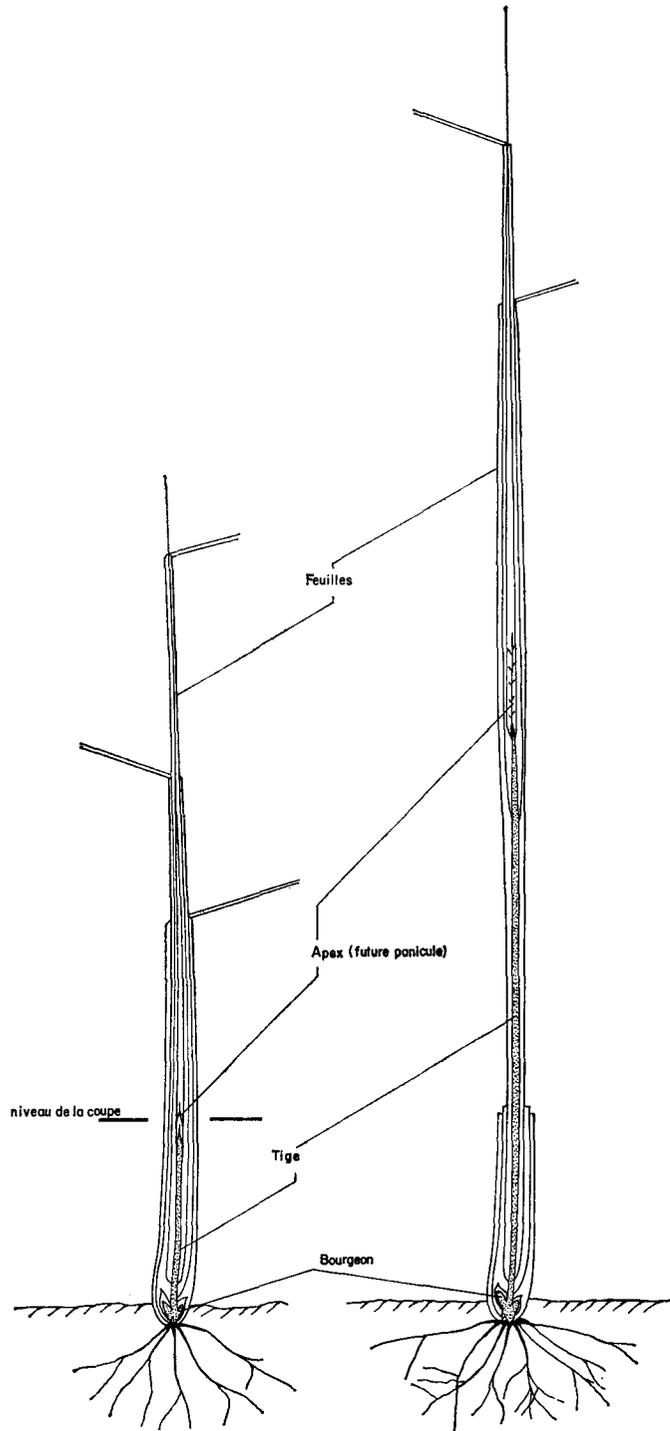
Supposons maintenant que nous avons coupé notre dactyle non le 15 avril mais le 25 avril, alors que les tiges avaient 5 à 15 cm de longueur (soit 10 cm en moyenne). Cette fois, les apex de presque toutes les talles sont coupés. Deux semaines plus tard, les tiges correspondantes sont devenues des moignons. La « crise du tallage » ne s'est pas installée, les bourgeons de la base ont commencé à naître. Leur tige est court-nouée. S'il s'agit de graminées « pérennes », elle le restera. Dans le cas de ray-grass d'Italie, elle



*Talle dont l'apex sera juste coupé.*

*La même, deux semaines après.*

FIGURE 1  
 INFLUENCE DE LA COUPE DE L'APEX  
 SUR LA NATURE DE LA REPOUSSE DES GRAMINEES FOURRAGERES



*Influence du mode d'exploitation au printemps*

*Talle dont l'apex ne sera pas coupé. La même, deux semaines après.*

se mettra à son tour à s'allonger mais elle n'a pas encore eu le temps de le faire.

On dit qu'une telle exploitation est faite au « *stade épi à 10 cm* » : c'est le moment à partir duquel une exploitation de l'herbe supprime les apex.

En résumé, *de la date de la première coupe dépendent la quantité et la nature du fourrage récolté, non seulement lors de cette coupe, mais aussi lors de la suivante.*

Si on veut examiner l'influence de cette date de coupe, on s'aperçoit qu'il se pose, en fait, deux questions (cf. tableau II).

a) Il peut y avoir ou non déprimage : quelles en sont les conséquences ?

b) De toute façon, les tiges sont coupées à un moment. Selon ce moment, elles seront à un stade plus ou moins avancé (de « épi à 10 cm » à « floraison » ou même au-delà).

Les tables de DEMARQUILLY et WEISS (1970) indiquent, en fonction de ce stade, diverses caractéristiques qualitatives de l'herbe. Mais quel est l'effet de ce stade de coupe sur les repousses qui suivront ?

Remarquons que cette seconde question se pose, qu'il y ait eu ou non déprimage. Mais alors la terminologie habituelle est mal adaptée : on parle généralement de « premier cycle » pour désigner la croissance de l'herbe avant la première coupe. En l'absence de déprimage, ce terme recouvre la première montée des tiges (la seule chez les « pérennes »). Mais, s'il y a eu déprimage, cette même montée des tiges qui, nous l'avons vu, ne fait que continuer, est alors appelée « deuxième cycle », exactement comme une repousse végétative après une première coupe tardive ! Ceci nous semble inadéquat et nous proposons de parler seulement de « *cycle reproducteur* » (déprimé ou non). Nous parlerons également de la « coupe de tiges » ou plutôt, en pensant au ray-grass d'Italie qui réépie, de la « *première coupe de tiges* » qui, en cas de déprimage, est donc la deuxième coupe (tableau II). Les coupes suivantes seront qualifiées de « première... repousse végétative » ou, pour le ray-grass d'Italie, de « deuxième... coupe de tiges ».

Ce problème a d'abord été l'objet de plusieurs essais, de protocoles variés, réalisés dès 1960 à Versailles par J. REBISCHUNG, puis, après l'installation à Lusignan de l'équipe fourragère en 1962 et en liaison avec

elle, dans diverses Stations. En 1963, un groupe de travail sous la responsabilité de P. MANSAT a été créé pour la réalisation d'un ensemble commun d'essais de protocole identique. Ce protocole, défini collectivement, tenait compte des travaux réalisés précédemment.

*C'est cet ensemble commun que nous décrirons dans le chapitre « Matériel et méthodes ». C'est lui qui a fourni l'essentiel des conclusions. Mais, dans le chapitre « Résultats », nous tiendrons compte des précisions ou confirmations fournies par les divers essais antérieurs sur le même thème.*

## MATERIEL ET METHODES

Sept Stations ou Domaines expérimentaux ont participé à l'étude du groupe de travail : Lusignan, Rennes, Le Pin-au-Haras, La Minière, Clermont-Ferrand, Dijon, Montpellier.

Dijon, ainsi que Clermont-Ferrand, protégés de l'influence océanique par le Massif Central, ont un climat de type continental, à hivers froids, étés chauds et parfois secs, transitions assez brutales (printemps tardif et rapide).

La Minière, près de Versailles, sur limon des plateaux, possède un climat intermédiaire, où la pluviométrie est uniformément répartie sur toute l'année, avec des sécheresses pouvant intervenir à n'importe quel moment.

Lusignan est au carrefour des influences océanique et continentale. Les saisons intermédiaires sont tièdes et humides grâce au vent d'ouest. La température et la pluviométrie sont, en été et en hiver, très variables d'une année à l'autre, selon la direction principale des vents.

Rennes, quoique ville bretonne, n'a d'océanique que les hivers doux, les saisons intermédiaires lentes et progressives. L'été, le climat est relativement sec en juin et juillet.

Le Pin-au-Haras, dans l'Orne, au climat maritime, est de plus caractérisé par des sols très peu profonds, sur argile, sans grandes réserves en eau.

Enfin, à Montpellier, station nettement méditerranéenne, le présent travail a été réalisé avec irrigation, fournissant ainsi un exemple de conditions de croissance proche de l'optimum.

Nous ne chercherons pas à « régionaliser » les résultats de ce travail, mais au contraire à faire ressortir les conclusions qui apparaîtront constantes au travers de toutes ces conditions climatiques variées.

Les essais ont été semés au printemps, en sol nu, en lignes à 20 cm d'écartement, avec une densité de 750 graines viables au mètre carré.

L'année d'implantation, toutes les parcelles étaient coupées aux mêmes dates.

A partir de l'année suivante, les coupes étaient effectuées selon le schéma présenté tableau I, destiné à répondre aux deux questions déjà mentionnées :

- effet du déprimage (selon le stade lors de la première coupe de tiges) ;
- effet de la première coupe de tiges (précédée ou non d'un déprimage).

On remarquera que les traitements déprimés portent un numéro *impair*, les traitements non déprimés un numéro *pair*.

Pour un stade donné, les deux traitements « avec et sans déprimage » étaient coupés *en même temps*, afin d'éliminer dans leur comparaison toute interaction avec les conditions atmosphériques. Le stade était défini en fonction de l'évolution du traitement pair (non déprimé) pour le cas où cette évolution aurait été retardée par le déprimage.

De même, il avait été admis que les traitements coupés au stade « épi à 10 cm » (T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>) seraient coupés à nouveau en même temps que ceux dont les tiges étaient coupées à floraison (T<sub>7</sub> et T<sub>8</sub>) afin de faciliter la comparaison de ces quatre traitements par la suite.

Les coupes postérieures à celles du tableau I étaient effectuées en fonction de la pousse de l'herbe (20 cm de haut, avec un minimum de six semaines de repos). Les traitements qui avaient déjà été coupés ensemble devaient toujours l'être par la suite. A l'automne, une coupe « de régularisation » était appliquée à la même date sur tous les traitements, de manière qu'aucun d'entre eux n'ait eu un repos inférieur à six semaines.

Les données recueillies concernaient principalement la production et la qualité. Les principaux facteurs de cette dernière sont la teneur en matière sèche, la valeur énergétique et la valeur azotée. Nous avons mesuré la première et la dernière (méthode Kjeldahl).

**TABLEAU I**  
**TRAITEMENTS APPLIQUES SUR LES ESSAIS**  
**DU GROUPE DE TRAVAIL**

*Principe :*

	<i>Stade lors de la première coupe de tiges</i>			
	<i>« Epi à 10 cm »</i>	<i>« Gonflement » (1)</i>	<i>Epiaison</i>	<i>Floraison</i>
Avec déprimage ...	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>7</sub>
Sans déprimage ...	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>8</sub>

*Réalisation :*

*Temps :*

<i>Stade Traitement</i>	<i>Déprimage</i>	<i>« Première coupe » de tige</i>			
	<i>« Epi à 3 cm »</i>	<i>« Epi à 10 cm » de T<sub>2</sub></i>	<i>« Gonfle- ment » (1) de T<sub>4</sub></i>	<i>« Epiaison » de T<sub>6</sub></i>	<i>« Floraison » de T<sub>8</sub></i>
T <sub>1</sub>	coupe	coupe			coupe
T <sub>2</sub>		coupe			coupe
T <sub>3</sub>	coupe		coupe		
T <sub>4</sub>			coupe		
T <sub>5</sub>	coupe			coupe	
T <sub>6</sub>				coupe	
T <sub>7</sub>	coupe				coupe
T <sub>8</sub>					coupe

(1) Gaines gonflées par l'inflorescence.

*Terminologie :* Pour chaque traitement :

Avant la « première coupe de tiges » : cycle reproducteur.

Après la « première coupe de tiges », chez les « pérennes » : cycles végétatifs ou repousses végétatives.

L'herbe, au déprimage, est reproductrice pour le physiologiste car la montée des tiges est commencée ; elle est végétative pour l'agriculteur, qui ne récolte alors que des feuilles.

Pour la valeur énergétique, le meilleur critère est actuellement la *digestibilité*, mais la seule technique utilisable à cette échelle, la méthode « in vitro », n'était pas encore opérationnelle quand ce programme commença. C'est donc la cellulose brute qui fut analysée. Malheureusement, les corrélations entre cette grandeur et la valeur énergétique sont très grossières et basées sur des différences de stades végétatifs qui ne semblent guère valables au-delà de l'épiaison, ni pour les repousses feuillues. Nous n'en tirerons donc que peu de conséquences.

Un dispositif factoriel simple a été adopté. Chaque essai devait durer autant d'années que la pérennité de l'espèce et les possibilités de la Station le permettraient. Chaque année, les mêmes traitements étaient appliqués aux mêmes parcelles, afin de déceler un éventuel effet cumulatif.

Par exception, le protocole conseillait de réserver une dernière année où les exploitations se feraient en même temps sur toutes les parcelles afin de juger de l'effet des traitements sur la *pérennité*. Celle-ci était également estimée par des mesures d'occupation du sol pour l'espèce étudiée, la dernière année.

La fumure azotée était répartie, un quart en décembre, un quart en février, le reste tous les mois pendant la saison de croissance, à partir de fin mai, sur toutes les parcelles à la fois, sous forme ammonitrique. La dose préconisée était de 500 unités/ha/an au total, le principe étant de maintenir la nutrition azotée à un niveau non limitant. 250 unités de  $P_2O_5$  et de  $K_2O$  devaient être appliquées chaque année à l'automne.

Naturellement, sur un ensemble aussi important d'essais, la réalisation concrète n'a pas toujours pu être parfaitement conforme au protocole. Ce sont certainement les niveaux de fumure azotée qui ont le plus varié, se situant en général aux environs de 300 à 400 unités par an, avec des extrêmes de 150 au Pin-au-Haras et de 560 à Montpellier, en première année d'exploitation.

Certains traitements, également, n'étaient pas présents dans tous les essais : en particulier les traitements 3 et 4. Ce dernier surtout n'a existé que dans cinq essais.

Les autres irrégularités ont porté surtout sur les analyses (teneur en matière sèche, azote, cellulose) pour lesquelles nous avons un peu moins de données que pour les rendements, et sur les deux types d'estimation de la pérennité. Enfin, quelques erreurs mineures d'exploitation sont à signaler.

Nous avons naturellement éliminé soigneusement de notre analyse toutes les données issues de ces dernières. Parfois, au contraire, elles nous ont apporté des renseignements intéressants.

Au total, le nombre de données a toujours été grand et a permis des conclusions valables. Seul, le traitement 4 était insuffisamment représenté. Néanmoins, nous avons réduit considérablement l'erreur d'échantillonnage qui l'entache, en l'estimant par différence avec les traitements 2 et 6, qui l'encadraient, et avec le traitement 3 qui était simultané.

En ce qui concerne les interprétations statistiques, nous avons retenu comme erreur résiduelle l'interaction traitement  $\times$  essai, estimant que, à notre niveau d'analyse globale, seuls des effets répétables dans l'espace et dans le temps avaient un sens.

Le tableau II indique l'ampleur du travail accompli : liste des essais réalisés, année d'implantation, durée, présence d'une dernière année d'exploitation homogène.

*TABLEAU II*  
REPARTITION DES ESSAIS DU GROUPE DE TRAVAIL

		<i>Lusignan</i>	<i>Rennes</i>	<i>Le Pin-au-Haras</i>	<i>La Minière</i>	<i>Clermont-Ferrand</i>	<i>Dijon</i>	<i>Montpellier</i>
Dactyle Floréal .....		1963 (1)	1963 (3)		1963 (2)		1965 (3)	
Fétuque des prés Sequana ....		1963 (2)	1963 (2)	1963 (3) 1965 (2)*		1963 (1)		
Fétuque élevée	S.170 .....					1963 (3)		1964 (4)
	Ludion .....	1963 (1)						
Fléole Mélusine .....				1965 (1)				
Ray-grass d'Italie	Tiara .....	1964 (2)						
		1965 (2)						
	Tétrone ....	1964 (2)						
		1965 (2)						

L'année indiquée est celle du semis.

Le chiffre entre parenthèses exprime le nombre d'années d'exploitation différentielle.

Les essais ayant subi, en plus, une dernière année d'exploitation homogène pour estimer la pérennité sont soulignés.

(\*) Avec quatre doses d'azote, de 0 à 240 unités/ha/an.

Il nous semble nécessaire de rappeler les limites de ce travail. Son but est de préciser les conséquences des modes d'exploitation au printemps. On pourrait être tenté d'en déduire un système d'exploitation directement applicable, puisqu'on dispose des chiffres de repousses sur pied après différentes dates de coupe. Mais il n'est pas conçu dans cette optique. Ainsi, pour être sûrs d'attribuer les effets observés au seul facteur étudié, nous avons été amenés à éviter toute fumure azotée sur les repousses feuillues en mai, car à cette époque il n'était pas question d'en mettre sur les autres traitements non encore coupés. Il s'ensuit que la valeur absolue de ces repousses est sous-estimée par rapport à la pratique agricole, où elles devraient recevoir un apport d'azote. Ces essais permettent de *comparer* des traitements. Pour y arriver, il a fallu, comme c'est souvent le cas, *renoncer à l'estimation des valeurs absolues*.

De même, ce travail *n'était pas destiné à comparer des espèces* mais à voir dans quelle mesure l'effet des traitements était général. Nous verrons que nous avons été amenés, dans certains cas, d'après les résultats, à séparer des groupes d'espèces : généralement, le ray-grass d'Italie d'une part, les « pérennes » de l'autre. Il faut alors se souvenir que le ray-grass n'a fait l'objet d'essais qu'à Lusignan, où il ne fut semé que deux ans : il sera difficile de généraliser à l'ensemble de l'espèce. En ce qui concerne le groupe des « pérennes », l'échantillonnage d'essais nous paraît suffisant. Encore faut-il tenir compte du fait que nous n'avions aucune variété épiant très près du sol, donc peu souple d'exploitation, comme Manade ou Germinal. Les conclusions concernant les *comparaisons* de traitements restent sans doute valables pour de telles variétés, mais on peut encore moins que pour les autres leur appliquer des valeurs absolues.

Pour la commodité, nous parlerons néanmoins de telle espèce ou groupe d'espèces, mais en gardant en mémoire les restrictions ci-dessus.

## RESULTATS

Quelques conclusions ont déjà été tirées de cette série d'essais et publiées par ailleurs (GILLET et JACQUARD, 1969). Elles concernaient principalement les vitesses de croissance, montrant que celle des feuilles est nettement plus faible que celle des tiges et beaucoup plus variable, les variations dues au climat semblant plus fortes que celles dues à l'espèce.

Nous aborderons d'abord, successivement, les deux questions posées par ces essais : effet du déprimage et effet du stade lors de la première coupe des tiges.

Nous avons dit qu'une coupe de déprimage n'empêchait pas le cycle reproducteur de continuer son cours. Nous parlions là de la *nature* des phénomènes en jeu. Mais leur cours n'est-il pas modifié ? C'est le premier problème que nous étudierons, d'abord du point de vue du végétal lui-même (stade du développement, longueur des tiges, tallage) puis du point de vue agronomique (rendements, facteurs de la qualité).

Ensuite, nous nous attacherons à l'effet du déprimage sur les repousses qui *suivent* la première coupe de tiges. Naturellement, cette question se posera pour *chacun* des stades auxquels le cycle reproducteur a été interrompu.

De même, au chapitre suivant sur l'effet d'une coupe de tiges à un stade plus ou moins avancé, nous résoudrons ce problème séparément, selon qu'il y a eu ou non déprimage.

Nous tenterons ensuite un bilan annuel, dans lequel nous comparerons les traitements en fonction de leurs résultats globaux et de la répartition de leurs productions dans l'année.

Enfin, nous étudierons l'effet résiduel des traitements sur la pérennité.

Nous réserverons pour la conclusion les enseignements pratiques qui peuvent intéresser l'agriculteur.

## **I. — EFFET DU DEPRIMAGE SUR LE DEROULEMENT DU CYCLE REPRODUCTEUR**

### **1) Date de réalisation des stades :**

On pourrait tout d'abord concevoir que le déprimage modifie la date de réalisation des différents stades.

Nous avons peu de renseignements pour savoir si c'est le cas pour l'épiaison et la floraison, puisque la coupe avait de toute façon lieu en même temps pour les deux traitements homologues.

Mais un des premiers essais sur ce thème, déjà publié par ailleurs (MANSAT et PFITZENMEYER, 1966) nous apporte une réponse pour

l'épiaison, dans le cas du ray-grass d'Italie. Elle a eu lieu le 22 mai sans déprimage. D'autres traitements avaient été coupés en décembre ou janvier, puis le 16 mars (épi à 0,6 cm du sol), puis de nouveau le 20 ou le 25 avril (épi à 4,7 et 6,6 cm du sol, respectivement). Ces trois coupes successives respectaient donc les apex. De ce point de vue, on peut les assimiler à trois déprimages successifs. Or, ces traitements ont épié entre le 22 et le 25 mai. Ceci confirme les conclusions qu'on peut tirer de l'observation visuelle des plantes dans ces essais : lors de la coupe « à épiaison », il y avait toujours à peu près autant d'épis, que les parcelles aient été déprimées ou non.

*Le déprimage ne retarde donc pas ou très peu la date d'épiaison.*

Il n'en est peut-être pas de même de la *floraison* : dans sept cas sur douze, lors de la coupe « à floraison », le traitement déprimé n'était pas encore fleuri, particulièrement chez le ray-grass italien. Néanmoins, si dans les cinq autres cas il l'était, cela semble montrer que le déprimage retarde peu la floraison.

En ce qui concerne le stade « épi à 10 cm », le problème est différent : en effet, ce n'est pas là à proprement parler un stade du développement, mais un moment de la croissance puisqu'il met en jeu une hauteur, celle de la tige, dont MANSAT (1965, au nom du présent groupe de travail) a montré qu'elle n'était pas liée précisément au stade atteint par l'apex.

Nous abordons donc là, en fait, le second problème :

## **2) Longueur des tiges :**

La figure 2 montre que le déprimage *réduit la longueur des tiges* (à date égale).

Il s'ensuit que les traitements correspondants *épiant et fleurissent plus bas*.

D'autre part, le stade « épi à 10 cm » y est atteint plus tard. Nous n'avons, pour estimer ce retard, que les données de la Station de Rennes, qui a coupé le traitement  $T_1$  à son propre stade « épi à 10 cm » et non à celui de  $T_2$ , comme il était prévu au protocole ; dans ce cas, le retard a été de treize à vingt et un jours pour Floréal de 1964 à 1966, et de treize et quatorze pour Sequana en 1964 et 1965.

*Influence du mode d'exploitation au printemps*

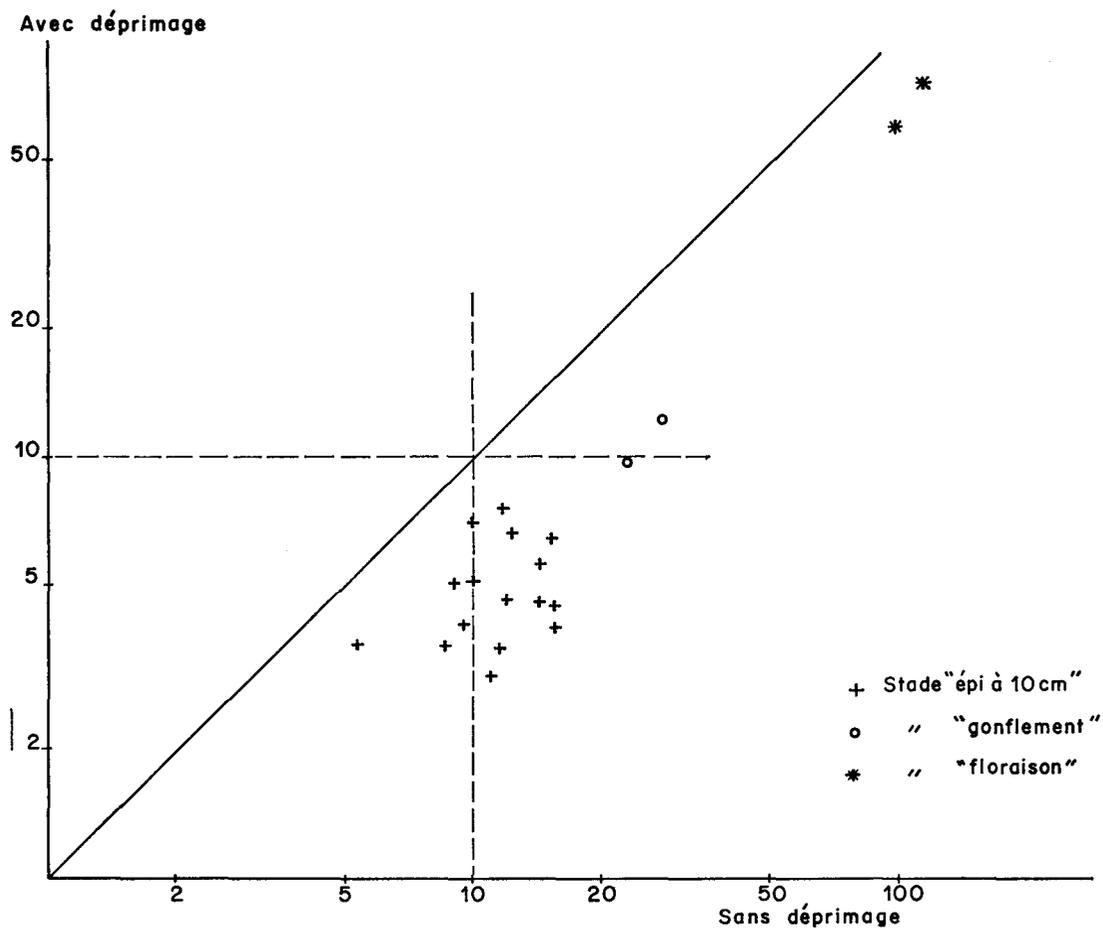


FIGURE 2

EFFET DU DEPRIMAGE SUR LA LONGUEUR DES TIGES (en mm)  
 (Pour faciliter la lecture, les valeurs sont portées sur des échelles logarithmiques)

Dans tous les autres cas où le protocole type a été suivi, on doit s'attendre à une autre conséquence : lorsque les tiges du traitement non déprimé ( $T_2$ ) avaient 10 cm, celles du traitement déprimé ( $T_1$ ) n'en avaient que 5 environ ; *un plus grand nombre de leurs épis devaient donc échapper à une coupe à ce moment et apparaître dans la repousse suivante*. C'est ce que montre en effet la figure 3.

Ceci ne concerne évidemment pas le ray-grass d'Italie qui réépie totalement de toute façon.

### 3) Tallage :

Voyons maintenant l'effet du déprimage sur la population de talles au cycle reproducteur.

Dans plusieurs Stations, on a compté sur des lignes de bordure le nombre de talles « montées » (c'est-à-dire évoluant vers la floraison, avec une tige allongée) et « non montées ». Quoiqu'assez imprécises, ces mesures permettent néanmoins de déceler des différences si elles sont importantes.

Théoriquement, le déprimage ne devrait pas modifier le nombre de talles *montées*, puisqu'aucun apex n'est coupé. Qu'en est-il en réalité ?

Nous n'avons pas ce renseignement pour les fléoles ni pour les ray-grass d'Italie, mais nous l'avons pour les dactyles (figure 4) et les fétuques (figure 5).

Ces figures montrent que dans une herbe non déprimée, le nombre de talles reproductrices ne se stabilise pas : il continue d'augmenter jusqu'à floraison. Il s'agit alors de « tardillons » dont les épis seront très petits.

Chez le dactyle (figure 4), *le déprimage diminue le nombre de talles montées*. Il est probable que ce sont ces tardillons qui sont détruits avant même leur apparition, faute d'une nutrition suffisante, le déprimage ayant nui aux possibilités de photosynthèse de la plante.

Dans le cas des fétuque élevée et fétuque des prés (fig. 5), les deux courbes tendent à se rejoindre aux stades tardifs. Dans ces espèces, les tardillons sont donc vraisemblablement non pas détruits mais seulement retardés. Notons que, précisément, la crise du tallage à la montaison est

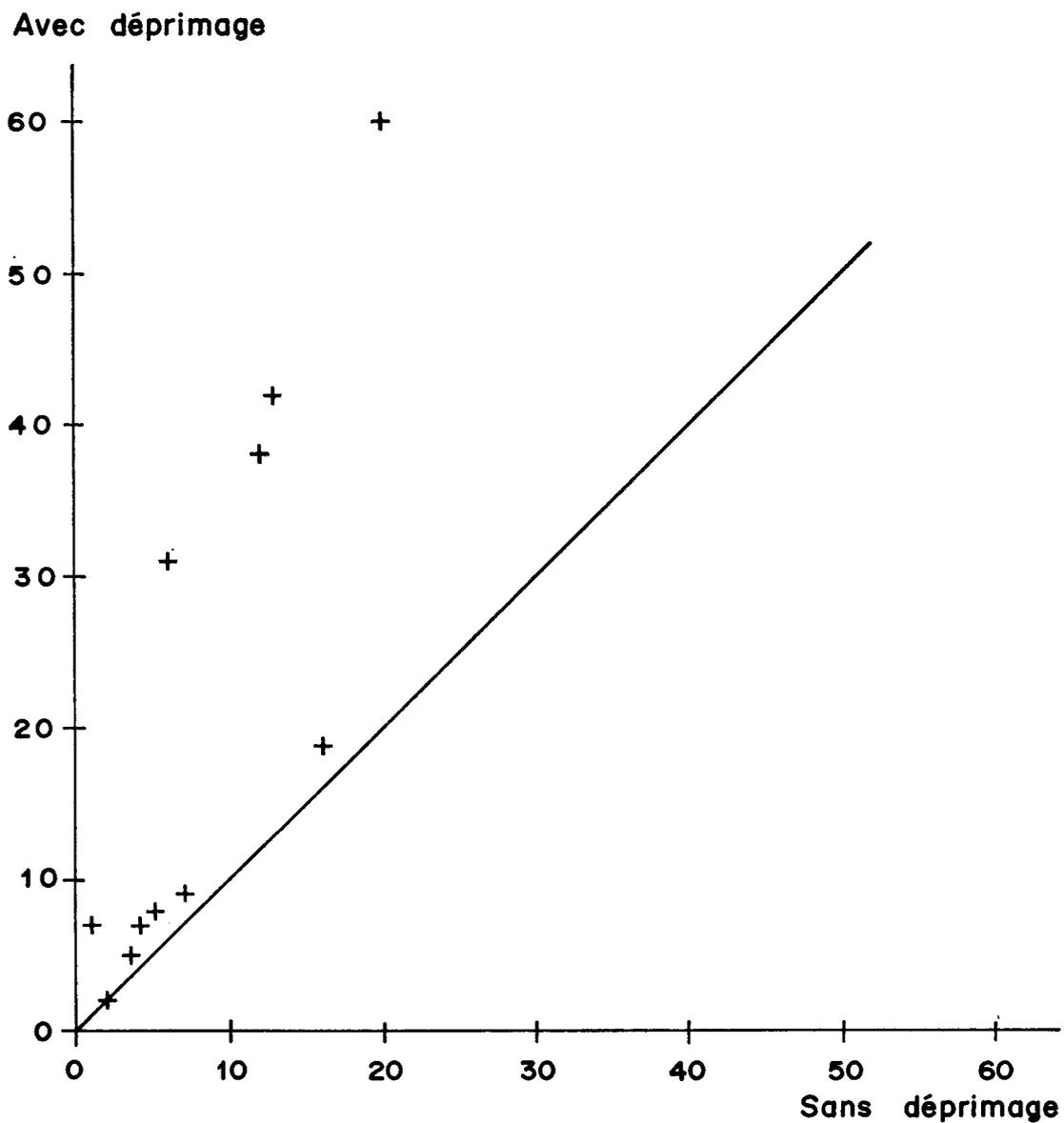
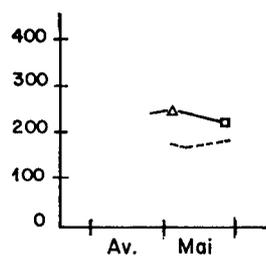


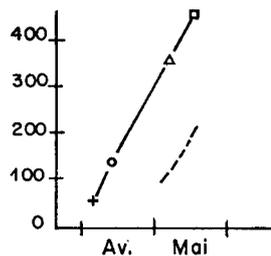
FIGURE 3  
 POURCENTAGE DE RE-EPIAISON  
 DANS LA REPOUSSE QUI SUIV LA COUPE AU STADE « EPI A 10 cm »  
 (Cas des dactyles, fétuques élevées et fétuques des prés)

RENNES  
Semis 1963

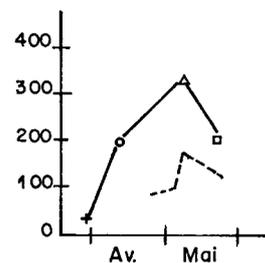
Année 1



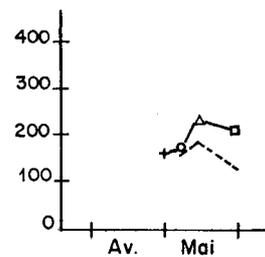
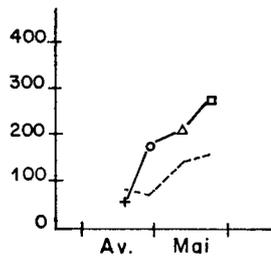
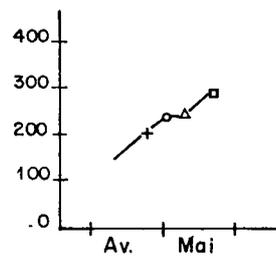
Année 2



Année 3



DIJON  
Semis 1965



— Sans déprimage  
- - - - - Après un déprimage

+ Stade "épi à 10 cm"  
o Stade "gonflement"  
△ Stade "épiaison"  
□ Stade "floraison"

( Ces stades n'ont été indiqués  
que pour les traitements non  
déprimés )

FIGURE 4  
NOMBRE DE TALLES MONTEES AU CYCLE REPRODUCTEUR  
(Cas du dactyle Floréal)

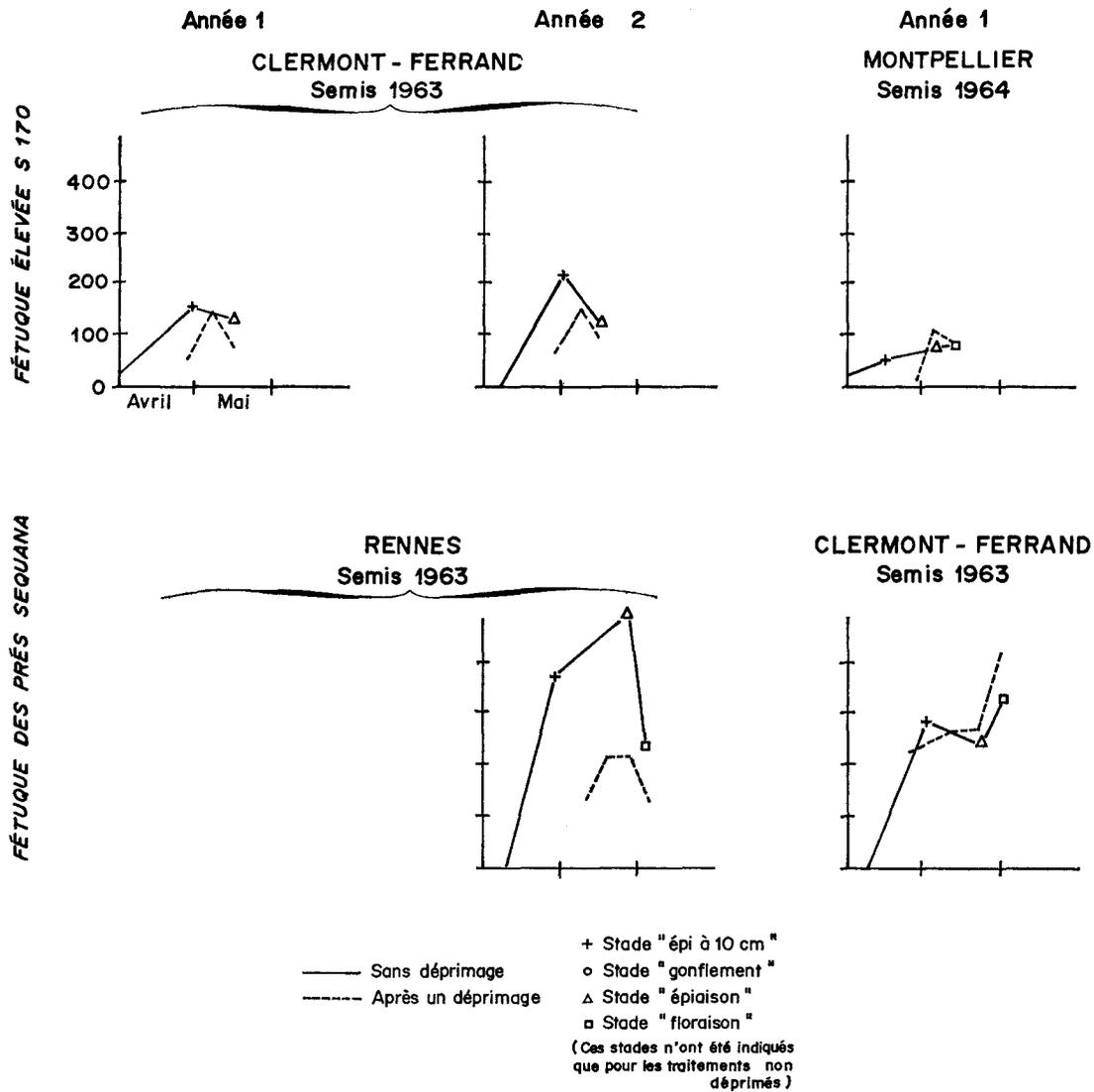


FIGURE 5  
NOMBRE DE TALLES MONTEES AU CYCLE REPRODUCTEUR  
(Cas de la fêtuque élevée et de la fêtuque des prés)

moins forte chez la fétuque des prés que chez le dactyle (GILLET, GACHET et GALLAIS, 1969).

En ce qui concerne les *talles végétatives*, et malgré une forte erreur d'échantillonnage, qui se traduit par des courbes en dents de scie, tous les essais où elles ont été comptées (dactyle, fétuque des prés, fétuque élevée) conduisent à des conclusions homogènes que nous illustrerons simplement par un exemple (figure 6) : d'une part, sans déprimage, le tallage végétatif *décroit* quand progresse l'évolution vers la floraison, comme l'ont signalé divers auteurs (COOPER et SAED, 1949 ; LEOPOLD, 1949 ; BOMMER, 1962 ; REBISCHUNG, in MANSAT, 1964 ; MANSAT, 1965 ; GILLET, 1969 ; GILLET, GACHET et GALLAIS, 1969), d'autre part, *le déprimage augmente le nombre de ces talles végétatives*. Ceci peut provenir d'une moindre concurrence de la part des talles reproductrices, puisque nous venons de voir que leur nombre et leur vitesse de croissance étaient diminués par le déprimage. On sait en effet l'importance de la concurrence dans la crise du tallage (GILLET, GACHET et GALLAIS, 1969).

En résumé, le déprimage ne supprime pas le cycle reproducteur et n'en retarde pas, ou à peine, la réalisation, mais il en modifie la structure : tiges plus courtes et moins nombreuses, talles feuillues plus abondantes. *On peut donc s'attendre à ce que la croissance des plantes soit ralentie mais leur qualité améliorée*. C'est ce que nous allons étudier maintenant.

#### 4) Rendement en matière sèche :

Voyons d'abord la croissance des plantes au cycle reproducteur. Nos résultats nous amènent à *classer les espèces en deux groupes* : les « pérennes » et le ray-grass d'Italie.

Nous illustrerons le cas des « pérennes » par deux exemples : les dactyles (figure 7) et un essai de fétuque des prés à différents niveaux de fumure azotée (figure 8). Ces graphiques y sont présentés avec les conventions suivantes : en traits *pleins* figure l'évolution des rendements sur pied d'une herbe non perturbée. Ces courbes ont été établies en considérant comme des échantillons successifs la coupe de déprimage puis les premières coupes des traitements « pairs ».

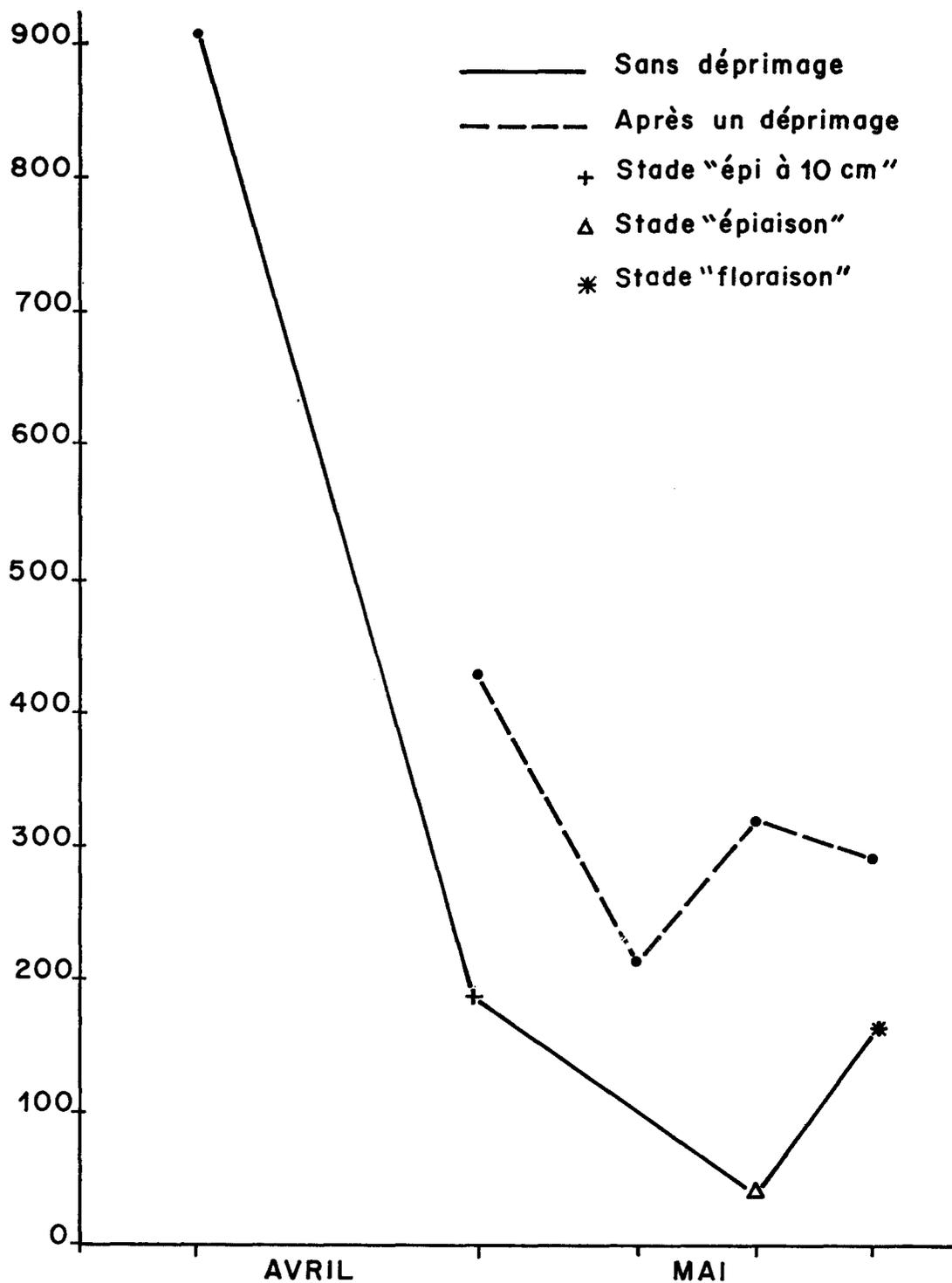
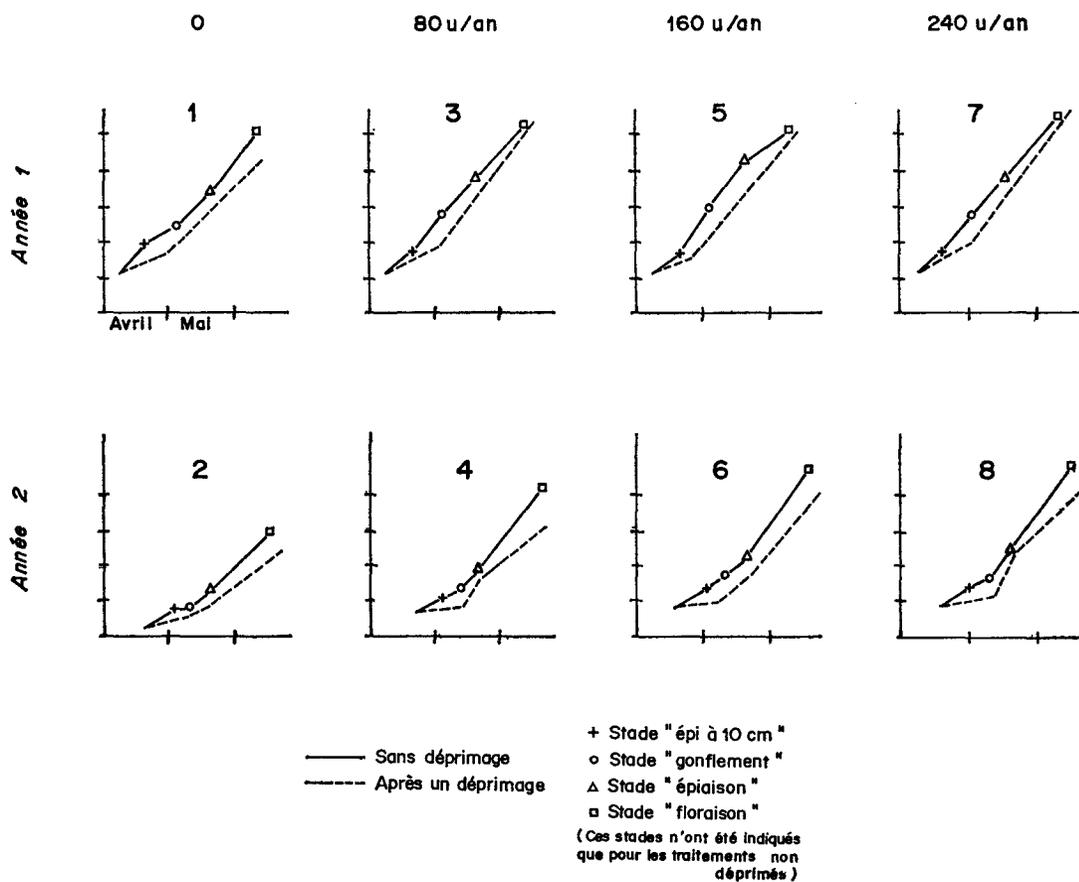


FIGURE 6

NOMBRE DE TALLES NON MONTEES PENDANT LE CYCLE REPRODUCTEUR 1964  
D'UNE FETUQUE DES PRES SEMEE EN 1963 A CLERMONT-FERRAND





**FIGURE 8**  
**RENDEMENTS AU PRINTEMPS (en tonnes de M.S./ha)**  
*(Influence de la fumure azotée - Fétuque des prés, Le Pin, semis 1965)*

Ce sont les *deuxièmes* coupes des traitements « impairs » qui ont constitué ces échantillons, après un déprimage. Mais nous leur avons ajouté le rendement de la coupe de déprimage, avant de les représenter en traits *tirés*. Cela permet de mieux comparer les *vitesse de croissance*, car on part du même point, celui de la coupe de déprimage. De plus, cette représentation a une plus grande *valeur agricole* : elle indique la quantité de fourrage que l'on peut avoir récoltée à une date donnée, soit en une coupe, soit en deux. Elle a l'inconvénient, de ce point de vue, de négliger les éventuelles repousses végétatives.

*Chez ces espèces pérennes, le rendement sur pied, sans déprimage, cesse de croître jusqu'à la floraison avec, dans certains cas seulement, un ralentissement en fin de cycle (en général à partir de l'épiaison). Le premier effet du déprimage est de ralentir considérablement cette croissance, ce qui a pour résultat une perte de rendement, lequel est alors inférieur en deux coupes à ce qu'il aurait été en une seule.*

Puis, la croissance des deux types de traitements redevient à peu près parallèle, ce qui maintient le décalage. *Mais le ralentissement de croissance en fin de cycle se produit beaucoup moins souvent après déprimage que dans le cas contraire, d'où une tendance, dans ces cas-là, à un certain rattrapage.* Néanmoins, ce dernier est rarement total et, à plus forte raison, aboutit encore plus rarement à une inversion des classements. Si on considère l'ensemble des résultats en incluant les essais préliminaires, on constate que les traitements « impairs » dépassent les traitements « pairs » (toujours en deux coupes contre une), à la floraison, dans deux cas sur neuf chez les dactyles, trois sur dix-neuf chez les fétuques des prés, un sur onze chez les fétuques élevées. Ce n'est que dans un cas en tout sur trente-neuf (chez une fétuque des prés) que ce dépassement se manifeste dès l'épiaison.

La figure 8 nous apporte une précision intéressante : l'effet de *la dose de fumure azotée*, du moins dans les limites de 0 à 240 unités/ha/an, ne semble pas modifier nos conclusions. (Cette fumure était apportée régulièrement dans l'année, en quantités égales après chaque coupe.)

Par contre, l'effet de la *précocité du déprimage* pourrait être important, comme le montre un des essais préliminaires, semé en fétuque des prés *Sequana*, à La Minière, en 1961. Le 18 mai 1962, deux traitements étaient coupés : l'un avait été déprimé le 27 mars (épi à 0,4 cm), l'autre non. Chacun avait produit, en tout, 6,3 tonnes de matière sèche/ha. Par contre,

des deux autres traitements coupés le 25 mai, celui qui avait été déprimé le 25 avril totalisait 5,4 tonnes, contre 7,6 à celui qui ne l'avait pas été. Les temps de repos avaient été de cinquante-deux et trente jours, respectivement.

*L'effet d'une coupe avant le stade «épi 10 cm» fut donc d'autant moins dépressif que cette coupe avait été faite plus tôt et que la suivante avait été plus tardive.*

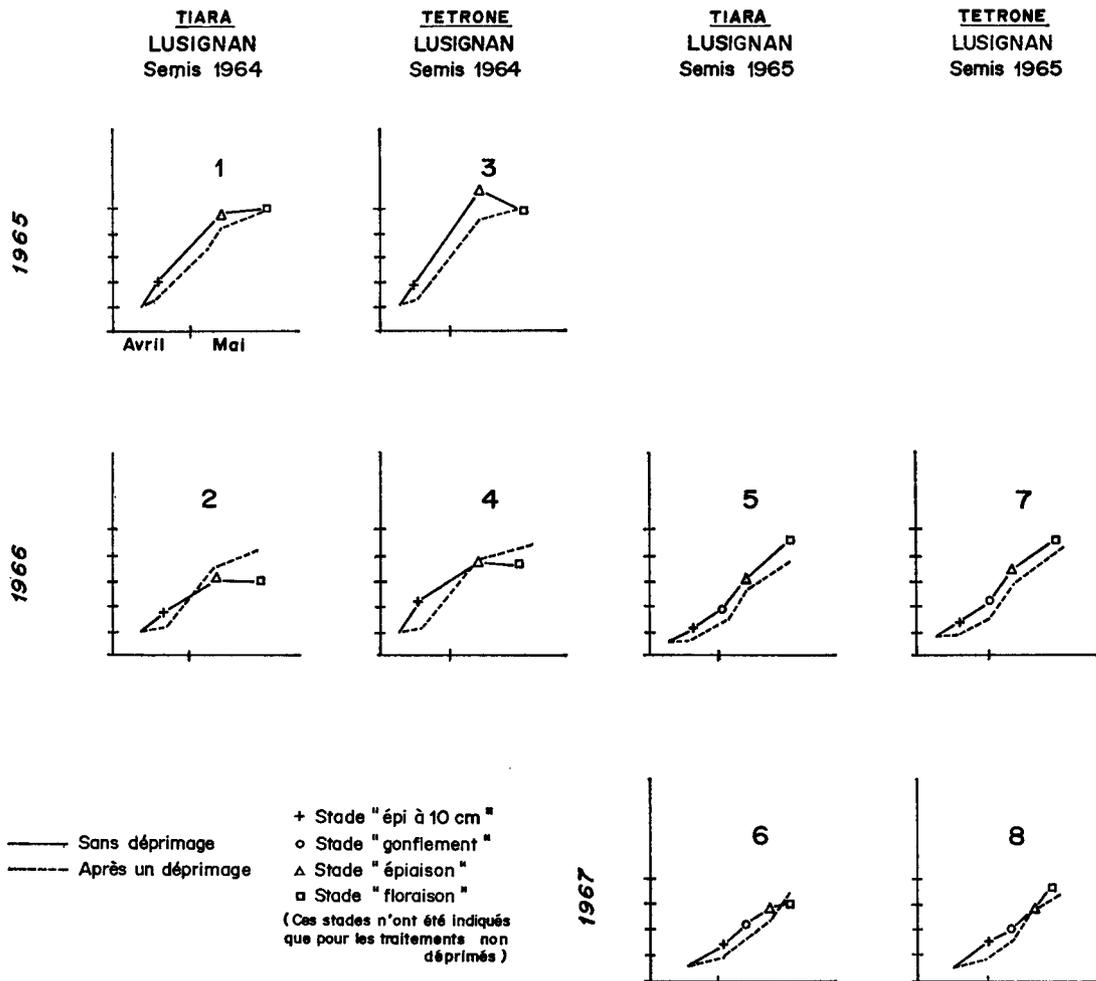


FIGURE 9  
RENDEMENTS AU PRINTEMPS (en tonnes de M.S./ha)  
(Cas du ray-grass d'Italie)

*Le ray-grass d'Italie* (figure 9, mêmes conventions que figures 7 et 8) s'est distingué des espèces précédentes : en l'absence de déprimage nous n'avons plus seulement observé un ralentissement de la croissance aux stades tardifs, mais un *arrêt*, ou même une *disparition de matière sèche* (deux fois sur quatre en première année, trois fois sur quatre en seconde année). Cette perte peut s'expliquer par le pourrissement et la chute de feuilles en conditions de verse, par exemple.

Or, après un déprimage, nous n'avons pas constaté ce phénomène sans doute parce que, nous l'avons vu, les tiges sont alors plus courtes et moins nombreuses. De fait, la verse fut moins fréquente ou moins précoce. Le résultat est le suivant :

— En première année, le déprimage a été en général défavorable. Cependant, dans un cas sur deux, si l'on a attendu la floraison pour faire la coupe suivante, il a été sans influence sur le rendement total.

— En seconde année, le déprimage a été *défavorable* s'il était suivi d'une *coupe précoce des tiges* ; *indifférent ou favorable* si la seconde coupe était faite à l'*épiaison* ; enfin *très favorable* si elle était effectuée à la *floraison*, permettant alors de gagner jusqu'à 3 tonnes/ha.

En résumé, et comme nous l'avions prévu, le déprimé ralentit en général la croissance lors du cycle reproducteur, surtout à son début. Ce ralentissement n'est compensé, pour l'agriculteur, par le rendement récolté au déprimage que dans de rares cas (coupes de tiges tardives du ray-grass d'Italie, surtout en seconde année).

Par contre, nous allons voir maintenant que la qualité en cycle reproducteur est améliorée par le déprimage, comme il était prévisible.

##### 5) Teneur en matière sèche :

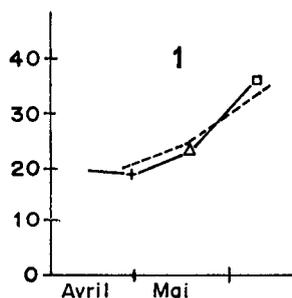
Considérons tout d'abord l'évolution de la teneur en matière sèche au cycle reproducteur.

Cette évolution présente des variations qui semblent incohérentes, comme le montrent les quelques exemples donnés figure 10.

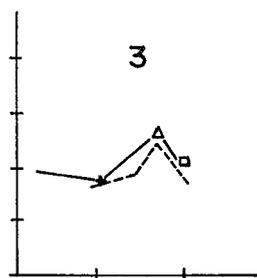
40 *En l'absence de déprimage*, le cas le plus fréquent est celui d'une teneur relativement constante jusque vers l'*épiaison*, puis croissante (figure 10, 1).

*Influence du mode d'exploitation au printemps*

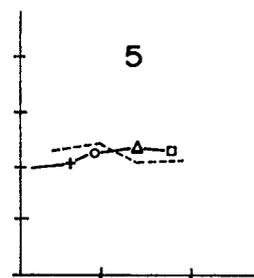
FÉTUQUE DES PRÉS SEQUANA  
LUSIGNAN  
Semis 1963, Récolte 1965



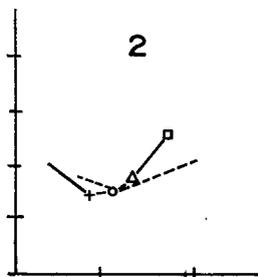
FÉTUQUE DES PRÉS SEQUANA/  
CLERMONT - FERRAND  
Semis 1963, Récolte 1964



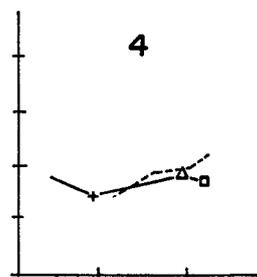
DACTYLE FLORÉAL  
DIJON  
Semis 1965, Récolte 1967



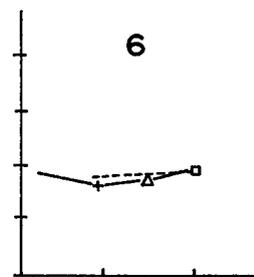
DACTYLE FLORÉAL  
DIJON  
Semis 1965, Récolte 1966



FÉTUQUE DES PRÉS SEQUANA  
RENNES  
Semis 1963, Récolte 1964



FÉTUQUE ÉLEVÉE LUDION  
LUSIGNAN  
Semis 1963, Récolte 1964



— Sans déprimage  
 - - - - - Après un déprimage  
 + Stade "épi à 10 cm"  
 o Stade "gonflement"  
 Δ Stade "épiaison"  
 □ Stade "floraison"  
 (Ces stades n'ont été indiqués que pour les traitements non déprimés)

FIGURE 10  
QUELQUES EXEMPLES DE TENEUR EN MATIÈRE SECHÉ (%)  
AU CYCLE REPRODUCTEUR

Deux principales variantes se présentent : la première se rencontre surtout chez le dactyle : il s'agit d'une diminution du pourcentage de matière sèche au début de la croissance printanière (fig. 10, 2, 3, 4). La seconde variante, plus rare, consiste encore en une diminution de cette teneur mais cette fois en fin de cycle (fig. 10, 3, 4, 5).

Une conjonction de ces deux variantes peut entraîner une teneur presque constante du début à la fin du cycle (fig. 10, 4, 5, 6).

Nous avons résumé ces résultats dans le tableau III en les confrontant à ceux de DEMARQUILLY et WEISS (1970).

**TABLEAU III**  
**TENEURS EN MATIERE SECHE AU PREMIER CYCLE NON DEPRIME**

<i>Stade :</i>	<i>Dactyle</i>			<i>Fétuque des prés</i>			<i>Fétuque élevée</i>			<i>Ray-grass d'Italie</i>		
	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Extrêmes</i>									
Déprimage ...	8	<b>18</b>	13-21	7	<b>18</b>	16,5-20	5	<b>19,5</b>	16-25	8	<b>18</b>	14-23,5
				2	<b>15</b>	14-16	3	<b>19</b>	17-20	2	<b>16</b>	14-19
Epi à 10 cm	9	<b>15</b>	13-21	7	<b>17,5</b>	15-19	5	<b>17,5</b>	17-19	8	<b>16,5</b>	13-21,5
	3	<b>16</b>	15-17	4	<b>16</b>	14-19	6	<b>20</b>	19-21	6	<b>16</b>	14-19
Epiaison ....	9	<b>17,5</b>	13-23,5	7	<b>21,5</b>	18,5-26	5	<b>21,5</b>	18-30	8	<b>21</b>	17-25,5
	8	<b>18</b>	17-19	6	<b>19</b>	17-24	7	<b>21</b>	19-23	7	<b>20</b>	18-25
Floraison ...	9	<b>22</b>	19-25	7	<b>26,5</b>	18-36,5	2	<b>22</b>	19,5-24	8	<b>33</b>	24,5-36
	5	<b>25</b>	21-27	4	<b>20</b>	18-27	4	<b>21</b>	20-23	7	<b>26</b>	20-30

Les chiffres obtenus par les deux équipes sont, on le voit, très proches. La seule discordance importante concerne le ray-grass d'Italie au stade floraison. Le chiffre très élevé de nos essais est peut-être dû à un rapport feuilles/tiges particulièrement bas (entre 0,05 et 0,20) mais cette remarque ne fait que repousser le problème. De toute façon, le nombre relativement faible de résultats utilisés dans les deux cas (cf. « nombre d'échantillons », tableau IV) ne permettait guère de s'attendre à un accord plus total.

On retrouve, sur ce tableau, la tendance des dactyles à montrer une richesse en eau plus grande au stade « épi à 10 cm » qu'au déprimage.

Comment expliquer les variations constatées dans les courbes d'évolution des teneurs en matière sèche ? Nous sommes réduits à des hypothèses.

L'épaississement des membranes des tiges au fur et à mesure de leur lignification devrait entraîner une diminution continue de la richesse en eau, au cycle reproducteur. Comment cette tendance peut-elle être annulée, voire renversée, au début et à la fin de ce cycle ? Le début correspond à une croissance relative accélérée. Or, une telle croissance correspond en général à une grande richesse en eau. Cette remarque permettrait d'expliquer que la diminution de teneur en matière sèche soit plus fréquente chez le dactyle, dont la croissance à ce moment est particulièrement rapide.

A partir de l'épiaison, l'évolution structurale des tiges et le ralentissement de la croissance jouent tous deux dans le sens d'une perte d'eau. Les cas contraires pourraient être dus à l'apparition de talles végétatives à la base des plantes lorsque, les tiges poussant moins vite, la crise du tallage devient moins aiguë (GILLET, GACHET et GALLAIS, 1969).

De toute façon, le résultat de ces divers types d'évolution que nous venons d'étudier, et sans doute aussi de différences dans l'état sanitaire des plantes d'un essai à l'autre, est la grande variabilité qui existe à un stade donné, pour une même espèce, vis-à-vis de la teneur en matière sèche (souvent 8 à 10 points et jusqu'à 18).

Quel est maintenant *l'effet du déprimage* sur la teneur en matière sèche du dactyle reproducteur ? Il est, lui aussi, assez variable : aux derniers stades, il rend la repousse plus riche en eau dans vingt et un cas sur vingt-sept, ce qui se comprend quand on sait qu'elle est plus riche en feuilles. Il y a néanmoins des exceptions (fig. 10, 4). Aux stades plus précoces, au contraire, la teneur en matière sèche est à peu près aussi souvent modifiée

dans un sens (fig. 10, 2, 5) que dans l'autre (fig. 10, 3). Ici encore, nous pensons qu'il y a eu deux influences opposées : celle de la plus grande richesse en feuilles et celle du net ralentissement de la croissance juste après le déprimage.

#### 6) Teneur en azote :

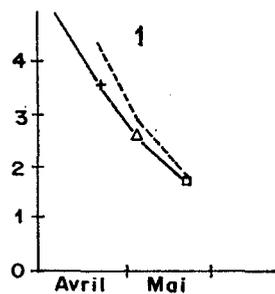
Contrairement à la teneur en matière sèche que nous venons de voir, la teneur en azote des plantes présente, au cycle reproducteur, une évolution très semblable d'un essai à l'autre. Cette évolution est illustrée par quelques exemples (figure 11).

*En l'absence de déprimage, la teneur en azote décroît avec l'évolution vers la floraison et ce dans de fortes proportions puisque les valeurs sont en moyenne 2,2 fois plus fortes au début du cycle qu'à la fin (parfois jusqu'à 4 fois). Le tableau IV montre ici encore un assez bon accord entre les chiffres de DEMARQUILLY et WEISS (1970) et les nôtres, exprimés en matières azotées totales (azote Kjeldahl  $\times$  6,25).*

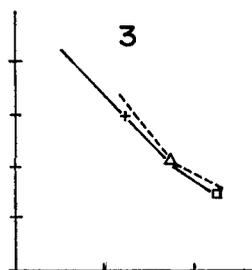
TABLEAU IV  
TENEURS EN MATIERES AZOTEES TOTALES  
AU PREMIER CYCLE NON DEPRIME

Stade :	Dactyle			Fétuque des prés			Fétuque élevée			Ray-grass d'Italie		
	Nombre d'échantillons	Moyenne	Extrêmes									
Déprimage ..	6	<b>26</b>	19-31	6	<b>23</b>	20-27	6	<b>25</b>	17-28	8	<b>18</b>	11-24
				2	<b>23</b>	21-26	3	<b>20</b>	18-22	2	<b>18</b>	17-20
Epi à 10 cm	6	<b>19</b>	14-23	6	<b>16</b>	12-19	7	<b>16</b>	13-20	8	<b>13</b>	7-19
	3	<b>22</b>	18-26	4	<b>21</b>	17-24	3	<b>16</b>	16-18	6	<b>17</b>	16-18
Epiaison ....	7	<b>14</b>	12-16	6	<b>12</b>	7-15	7	<b>14</b>	10-17	8	<b>11</b>	9-15
	8	<b>13</b>	11-15	6	<b>13</b>	10-17	4	<b>11</b>	10-13	7	<b>8</b>	7-9
Floraison ...	6	<b>10</b>	7-12	6	<b>10</b>	6-13	4	<b>9</b>	8-10	8	<b>6</b>	4-7
	5	<b>9</b>	8-10	4	<b>11</b>	9-13	4	<b>10</b>	9-12	7	<b>7</b>	6-8

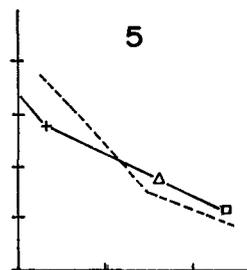
**DACTYLE FLORÉAL  
LUSIGNAN**  
Semis 1963, Récolte 1964



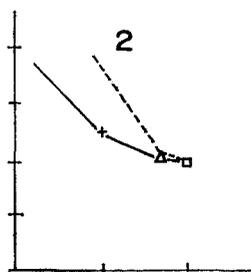
**FÉTUQUE ÉLEVÉE LUDION  
LUSIGNAN**  
Semis 1963, Récolte 1964



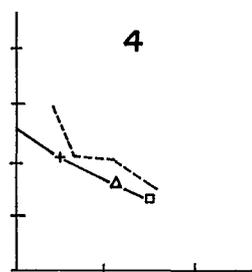
**RAY-GRASS ITALIEN TIARA  
LUSIGNAN**  
Semis 1964, Récolte 1965



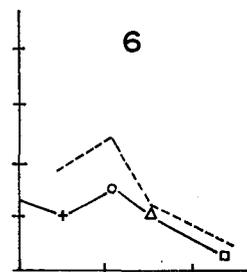
**FÉTUQUE DES PRÉS SEQUANA  
CLERMONT - FERRAND**  
Semis 1963, Récolte 1964



**FÉTUQUE ÉLEVÉE S 170  
MONTPELLIER**  
Semis 1964, Récolte 1967



**RAY-GRASS ITALIEN TETRONE  
LUSIGNAN**  
Semis 1965, Récolte 1966



— Sans déprimage  
 - - - - - Après un déprimage  
 + Stade "épi à 10 cm"  
 o Stade "gonflement"  
 Δ Stade "épiaison"  
 □ Stade "floraison"  
 ( Ces stades n'ont été indiqués  
 que pour les traitements non  
 déprimés )

**FIGURE 11**  
QUELQUES EXEMPLES DE TENEUR EN AZOTE (%)  
AU CYCLE REPRODUCTEUR

Malgré cette allure très constante de l'évolution des teneurs en azote, il subsiste, à un stade donné, pour une même espèce, une très grande variabilité dans les valeurs (souvent plus d'un point d'azote pour cent), ainsi que dans la pente des courbes d'évolution.

Mais, cette fois, il est possible de le comprendre. En effet, les fumures appliquées n'étaient pas exactement les mêmes d'une Station à l'autre, ni d'une année à l'autre. Nous avons pu ainsi constater que *la teneur en azote et son évolution dépendent beaucoup de la fumure.*

Ainsi, les cas de faible diminution de teneur au cours du cycle reproducteur (fig. 11, 2, 4) correspondent à des fumures hivernales de l'ordre de 100 unités/ha seulement, suivies d'un apport de 60 unités après le stade « épi à 10 cm ». Au contraire, les cas de perte importante (fig. 11, 1, 3) correspondent à des fumures hivernales de l'ordre de 250 unités/ha, non suivies d'apport pendant le cycle reproducteur.

D'une façon générale, les traitements ayant reçu de l'azote au stade « épi à 10 cm » perdent en moyenne 0,016 point par jour entre ce stade et l'épiaison, contre 0,054 pour ceux qui n'en ont pas reçu. Dans la même période, après une fumure hivernale de 100 à 160 unités/ha, la baisse est de 0,013 point par jour, contre 0,046 dans le cas de fumure hivernale de 180 à 250 unités/ha.

Cela se conçoit aisément : l'azote apporté l'hiver augmente la teneur en début de cycle, celui qu'on épand lors de la montaison l'augmente en fin de cycle.

Nous avons même pu constater dans un essai un enrichissement des plantes en azote pendant une partie du cycle (fig. 11, 6), après un apport déjà ancien (novembre) de 125 unités/ha, suivi de 50 unités/ha au stade « épi à 10 cm ». Cette augmentation a été enregistrée sur deux variétés de ray-grass d'Italie durant deux ans. Par contre, sur un autre essai de la même espèce réalisé la même année, mais ayant reçu lui 250 unités/ha en hiver, nous n'avons rien constaté de semblable.

GILLET et MANSAT (1970) avaient posé la question de la valeur du stade de la plante utilisé comme indice de la teneur en azote, comme le font DEMARQUILLY et WEISS (1970). En effet, sur un essai réalisé à Lusignan, ils avaient observé des teneurs qui dépendaient plus de la date que du stade. Nous avons ici un élément de réponse important : ni le stade,

ni la date n'ont à eux seuls une influence primordiale sur la richesse en azote : c'est l'intervalle entre les dates d'épandage et de coupe, ainsi que l'abondance de la fertilisation azotée, qui jouent le rôle déterminant. Autrement dit, l'évolution histologique de la plante (rapport membranes/cytoplasme) n'est pas seule en cause. L'azote contenu dans la plante se « dilue » dans une quantité de matière sèche qui augmente avec le temps. Le cas du ray-grass italien de Lusignan déjà cité est très révélateur à ce sujet, si on compare l'évolution de sa teneur (fig. 11, 6) et celle de son rendement (fig. 9, 7) ; la fumure apportée au stade « épi à 10 cm » est suivie d'une brusque augmentation de teneur sans modification de l'évolution des rendements : l'azote a été absorbé, mais incomplètement métabolisé. Après l'épiaison, au contraire, c'est la production de matière sèche qui s'accélère, tandis que la teneur recommence à baisser : l'azote a été métabolisé, permettant la fabrication d'un supplément de matière végétale dans laquelle il s'est « dilué ».

*En pratique, il nous semble donc que la manière la plus exacte de connaître la valeur azotée d'un échantillon reste l'analyse chimique. Celle-ci, d'ailleurs, dose directement le produit étudié alors que, pour la valeur énergétique, il n'existe aucune méthode de dosage direct.*

L'influence du déprimage est simple aux stades *précoces* de la montaison : il *augmente la teneur en azote*. Ensuite, cette influence est variable selon les espèces : pour le dactyle, la fétuque des prés et la fléole, cette augmentation s'annule complètement quand on approche la floraison (fig. 11, 1, 2) ; pour la fétuque élevée et le ray-grass d'Italie, la teneur, après un déprimage, peut rester dans certains cas supérieure, même à floraison (fig. 11, comparer 3), 5 et 4, 6).

Nous venons de voir l'influence du déprimage sur les teneurs en azote et en matière sèche. Nous avons vu que cette influence était fonction du *stade* des plantes. Or ce stade se réalise à la même date que si l'herbe n'avait pas été déprimée, à cette nuance près que le stade « épi à 10 cm » devient « épi à 5 cm ».

DEMARQUILLY et WEISS (1970) donnent des valeurs de ces teneurs en fonction du stade pour un cycle reproducteur non déprimé. Par ailleurs, leurs tables comportent peu d'indications sur les caractéristiques de qualité d'une *repousse comprenant des tiges*. Or, au moins dans le cas des plantes pérennes, cette repousse est due à une coupe de déprimage. On peut donc

concevoir des tables qui, pour de telles repousses, seraient plus détaillées, indiquant une valeur en fonction du stade : cette valeur pourrait être obtenue en prenant le chiffre d'un cycle reproducteur non déprimé, affecté d'un coefficient de correction dont le tableau VI donne les premiers éléments (4). Ceux-ci sont basés sur un nombre d'échantillons comparable à ceux des tables citées.

#### 7) Teneur en cellulose brute :

Comme la richesse en azote, la teneur en cellulose brute présente, au cycle reproducteur, une évolution d'allure assez constante ; la figure 12 en donne un exemple : la teneur en cellulose croît avec l'évolution vers la floraison, surtout au début. Le déprimage a pour effet de diminuer cette teneur de quelques points, et l'écart tend à s'atténuer aux stades tardifs.

Il est donc probable que le déprimage améliore la digestibilité de l'herbe aux stades reproducteurs. Mais cette amélioration reste à chiffrer : permet-elle, ou non, de compenser la perte de rendement ? Seule une mesure de la digestibilité, au moins par la technique « in vitro », permettrait de faire ce bilan. Une nouvelle série d'essais a été mise en place en 1971 à cet effet.

Pour le moment, nous devons nous contenter d'un *bilan azoté*.

#### 8) Rendement en matière azotée « digestible » :

On peut exprimer la production en matière azotée totale/ha ou la transformer en matière azotée « digestible »/ha selon la formule :

Rendement en matière sèche  $\times$  (teneur en azote  $\times$  6,25 — 4).

Ce second mode d'expression est très critiqué, mais nous avons pu vérifier qu'il conduisait aux mêmes conclusions que le premier. Nous l'avons retenu pour présenter ces résultats sous une forme « zootechnique », sans prétendre qu'il s'agisse de matières azotées réellement digestibles.

Nous avons représenté ce bilan sur trois exemples (figures 13 à 15) de la même manière, et avec les mêmes conventions, que nous l'avons fait, figures 7 à 9, pour le rendement en matière sèche.

48 (4) Nous l'avons proposé à C. DEMARQUILLY, qui en a accepté le principe pour une seconde édition de ses tables.

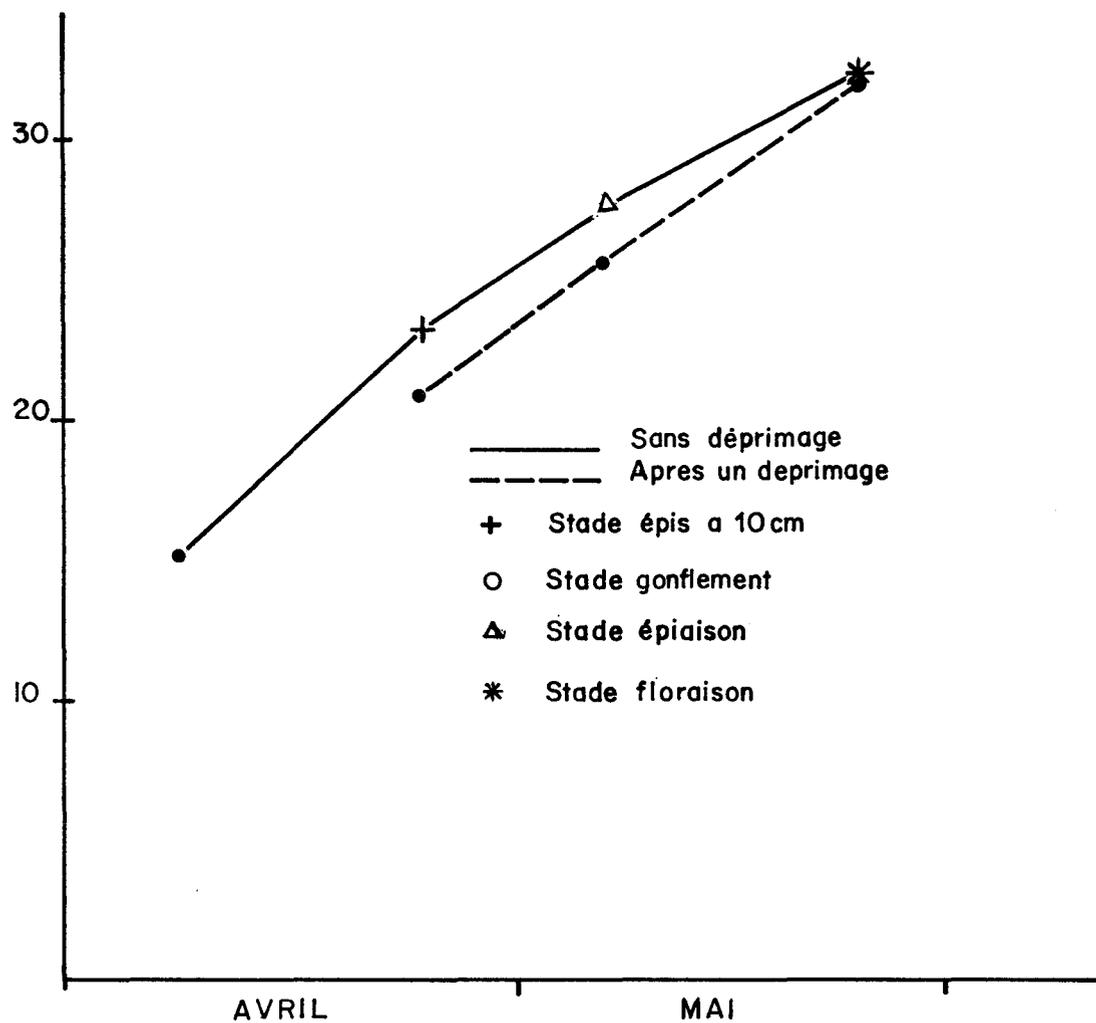


FIGURE 12  
 EXEMPLE DE TENEUR EN CELLULOSE BRUTE (%) AU CYCLE REPRODUCTEUR  
 (dactyle Floréal, Lusignan, semis 1963, récolte 1964)

La première chose que montrent ces graphiques, c'est que la quantité de matières azotées présente sur pied au cycle reproducteur non déprimé, non seulement n'augmente pas toujours avec le temps, mais est même susceptible de diminuer, de sorte qu'on peut se demander ce qu'est devenu cet azote, présent à un moment dans les parties aériennes, qui en disparaît ensuite. Nous ne connaissons pas la réponse à cette question, mais à notre avis il ne peut s'agir que de migrations dans les bases de chaumes ou les racines. En effet, l'autre explication possible serait la disparition, par mort, des organes les plus riches en azote. Mais la mort des jeunes talles lors de la crise du tallage est en général antérieure à l'épiaison, alors que la chute du rendement en matières azotées digestibles ne se produit guère qu'après ce stade. D'ailleurs, de telles migrations d'azote vers des organes de réserves existent chez d'autres plantes (CURTIS et CLARK, 1950 ; McKEE, 1962).

De façon plus précise, l'évolution de ce rendement sans déprimage passe par *un maximum vers les stades gonflement ou épiaison*. Les courbes ne sont pas souvent symétriques : la quantité de matière azotée sur pied au stade « floraison » peut être très supérieure à celle qui est présente en début de cycle, ce qui semble normal, mais elle peut aussi lui être nettement inférieure, et ce, à peu près aussi souvent. La fétuque élevée est toujours dans le premier cas (figure 18), le ray-grass d'Italie dans le second (figure 19).

Si on déprime, le rendement figurant sur nos courbes ne peut plus descendre en dessous de sa valeur au déprimage, puisqu'il est alors récolté et que nos courbes expriment le rendement *total* obtenu à cette coupe et à la suivante. Si cette dernière est faite à la floraison, on peut ainsi obtenir un rendement en matière azotée digestible beaucoup plus élevé qu'avec une seule coupe à la floraison, parfois plus du double (figure 13, 1), (figure 14, 2, 8), (figure 15, 1, 2, 4, 7). Pourtant, nous l'avons vu, le déprimage n'augmente alors ni le rendement en matière sèche, ni la teneur en azote en fin de cycle. C'est que, avec une seule coupe à la floraison, toute l'herbe récoltée est pauvre en azote, alors qu'avec un déprimage, la matière sèche récoltée l'est en *deux* coupes, la première à un stade riche en azote, le reste seulement à un stade pauvre.

Ainsi, si les *tiges* sont coupées à la floraison, le déprimage s'avère très favorable au rendement en matière azotée « digestible ». Si, par contre, elles sont coupées à un stade précoce, nous ne constatons pas un effet net du déprimage : il est légèrement favorable ou légèrement défavorable sans qu'on

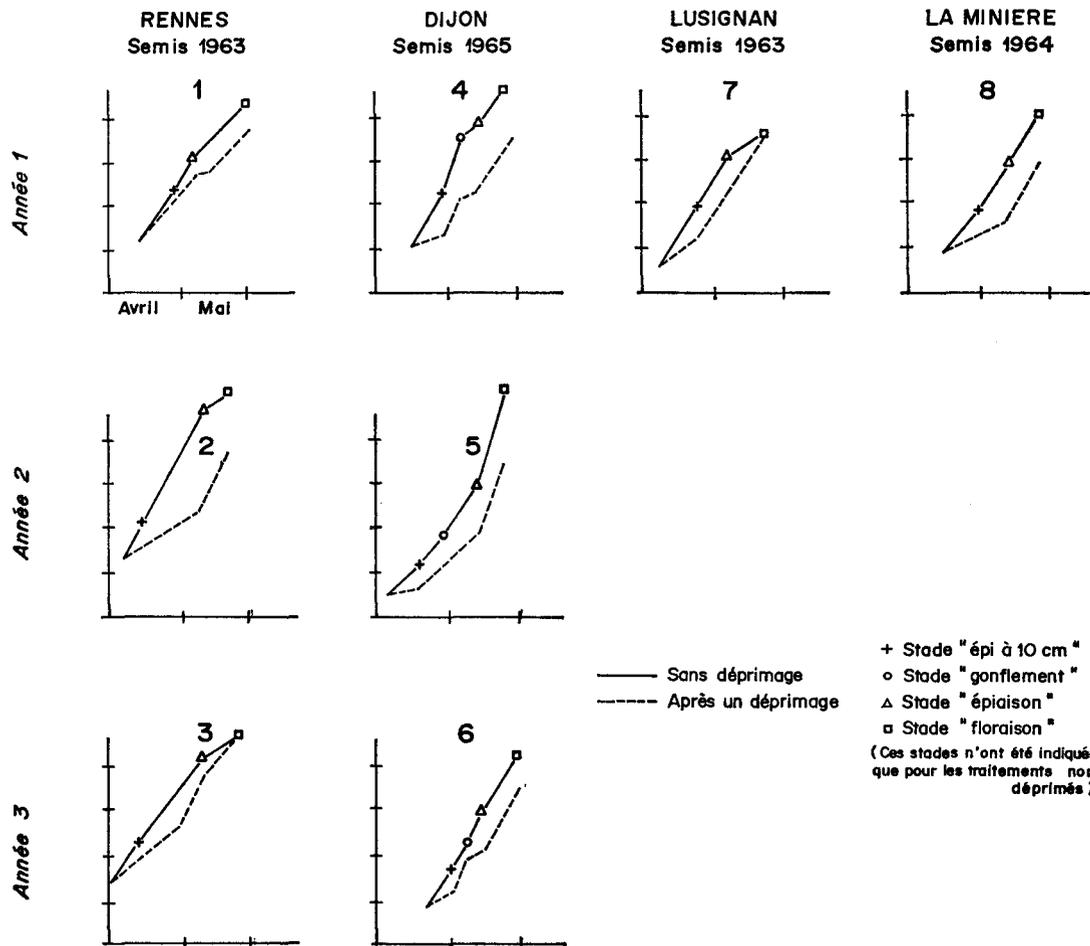
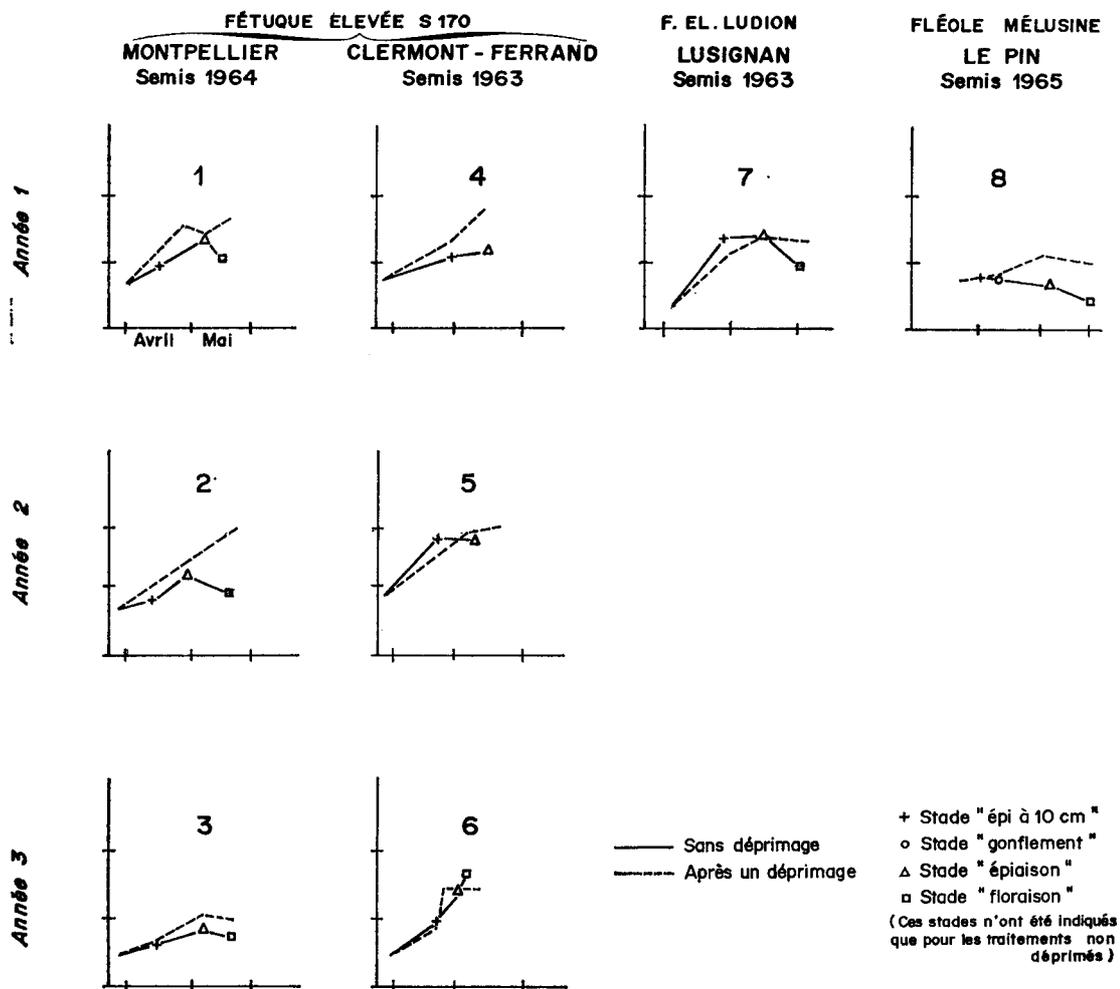


FIGURE 13  
 RENDEMENTS EN MATIERE AZOTEE DIGESTIBLE AU PRINTEMPS (kg/ha)  
 (Cas du dactyle Floréal)



**FIGURE 14**  
**RENDEMENTS EN MATIERE AZOTEE DIGESTIBLE AU PRINTEMPS (kg/ha)**  
*(Cas de la fétuque élevée et de la fléole)*

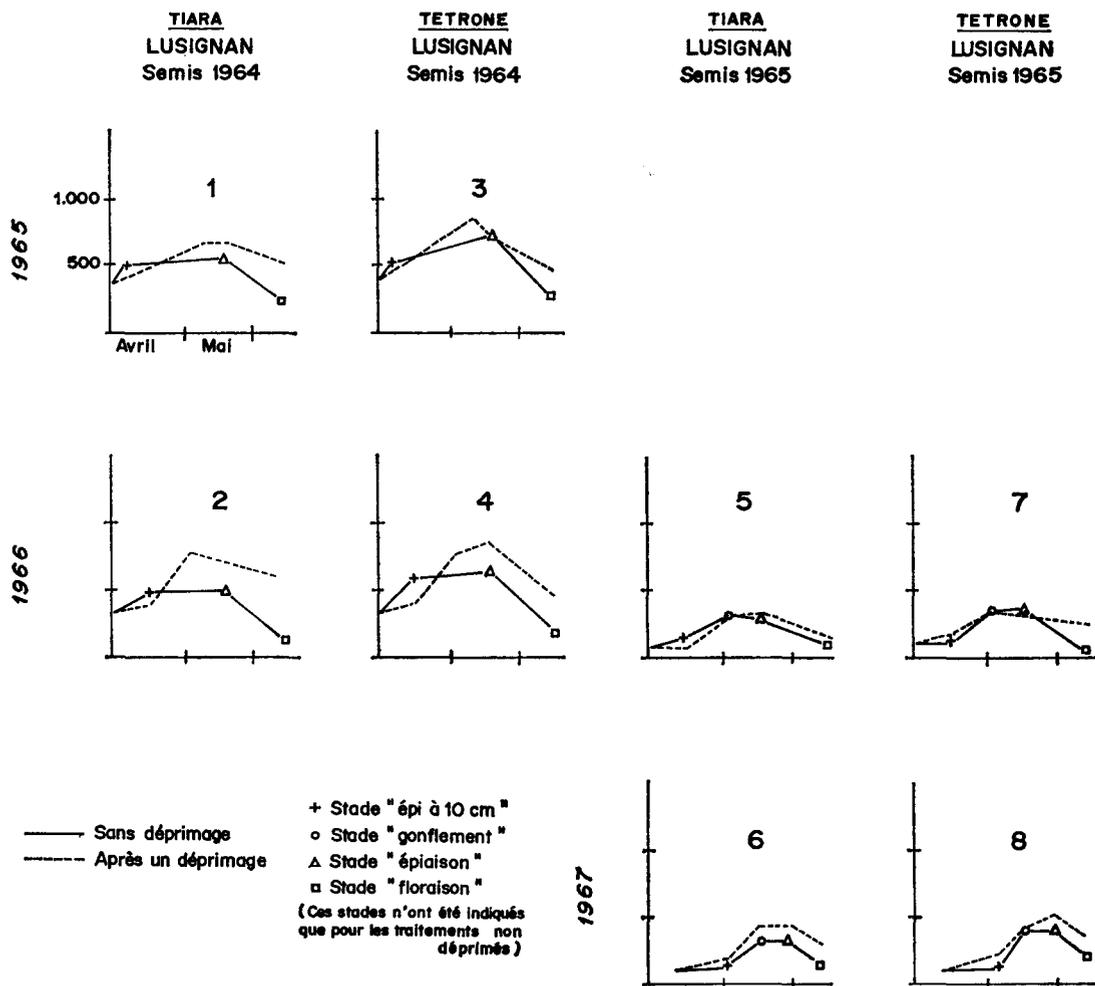


FIGURE 15  
RENDEMENTS EN MATIERE AZOTEE DIGESTIBLE AU PRINTEMPS (kg/ha)  
(Cas du ray-grass d'Italie)

puisse préciser dans quel cas, sauf peut-être pour la fétuque des prés pour laquelle il est toujours légèrement favorable.

Si maintenant nous regardons, encore dans le cas d'un déprimage, l'évolution du rendement azoté en fonction de la date de coupe des tiges (seconde coupe), nous voyons qu'il augmente si cette date *est retardée jusqu'à l'épiaison* ; ensuite il évolue moins, pouvant, selon le cas, augmenter, rester constant ou diminuer. Le ray-grass d'Italie est toujours dans ce dernier cas (figure 15) et d'ailleurs il « plafonne » dès le stade gonflement.

### 9) Conclusion.

Le déprimage ne modifie pas, physiologiquement parlant, le déroulement du cycle reproducteur : les dates d'épiaison et de floraison restent pratiquement inchangées. Mais il diminue le nombre et la longueur des tiges, et par là le rendement. Cette diminution est telle qu'elle n'est généralement pas compensée par la récolte supplémentaire faite au déprimage. Il y a une exception, pour les coupes de tiges très tardives, dans les cas où, à cette époque, la croissance d'une herbe non déprimée ralentit, s'annule ou même devient « négative », car alors on ne constate rien de tel après un déprimage. Celui-ci peut alors s'avérer favorable. Ce cas a surtout été fréquent chez le ray-grass d'Italie.

Si le déprimage diminue la longueur des tiges, il augmente la proportion de talles feuillues et par là la qualité, surtout aux stades précoces.

Un bilan azoté montre un avantage au déprimage si les tiges sont coupées tardivement, mais ce bilan présente un intérêt zootechnique limité. Nous n'avons malheureusement pas pu faire le bilan le plus important, celui qui porte sur la matière sèche digestible : une nouvelle série d'essais a été implantée en 1971 à cette fin.

## II. — EFFET DU DEPRIMAGE SUR LES REPOUSSES APRES LA COUPE AU CYCLE REPRODUCTEUR

Nous avons vu les conséquences du déprimage sur le déroulement du cycle reproducteur, donc sur la coupe réalisée pendant ce cycle. Y a-t-il encore un effet résiduel plus tard ? A priori, la réponse peut être différente selon le rang de la repousse envisagée.

En fait, le déprimage a encore des conséquences sensibles sur la première récolte après une exploitation au stade « épi à 10 cm ». La coupe de cette repousse coïncidait, rappelons-le, avec celle des traitements qu'on avait laissé venir à floraison. Toutes les autres étaient coupées plus tard (tableau I). Or, sur ces dernières, l'effet du déprimage fut si faible en moyenne que nous avons souvent été obligés de regrouper des traitements, des exploitations successives, des espèces, pour obtenir des effets moyens significatifs.

Nous considérerons donc d'abord le cas de la repousse qui suit immédiatement une coupe au stade « épi à 10 cm », puis globalement celui de toutes les autres repousses, que nous appellerons arbitrairement et pour simplifier « coupes d'été-automne ».

#### **1) Cas de la première repousse après une coupe au stade « épi à 10 cm » :**

Dans ce cas, le déprimage a eu un effet différent selon l'espèce.

Pour les dactyles, les fétuques des prés et la fléole, il a augmenté le rendement en matière sèche à cette coupe (la différence moyenne étant de + 0,94 tonne/ha et l'erreur de cette moyenne au seuil de probabilité 0,05 étant de  $\pm 0,13$  t/ha). Il a augmenté aussi les teneurs en matière sèche (+ 0,73 point %  $\pm 0,68$ ) et en cellulose brute (+ 3,36 points %  $\pm 1,39$ ). Il a diminué la richesse en azote (— 0,55 point %  $\pm 0,31$ ) et, au total, légèrement augmenté le rendement en matière azotée « digestible » (+ 25,8 kg/ha  $\pm 19,3$ ).

Pour les fétuques élevées et les ray-grass d'Italie, le déprimage a exercé une influence très variable et en moyenne pratiquement nulle (très loin du seuil de signification), tant sur les rendements que sur la qualité à la coupe considérée.

Ces résultats sont faciles à comprendre dans le cas du premier groupe d'espèces et dans celui du ray-grass d'Italie. A cause de notre protocole, nous avons vu en effet (figure 3) que, à la coupe que nous étudions ici, le déprimage augmentait le nombre de tiges (provenant d'apex ayant échappé à la coupe précédente) chez les « pérennes » et non chez les ray-grass d'Italie.

Il est normal que cela se traduise par une augmentation du rendement et une diminution de la qualité, sauf chez le ray-grass d'Italie.

Mais le cas de la fétuque élevée est plus difficile à interpréter. Comme les autres pérennes, elle ne remonte pratiquement pas après une coupe des apex, de sorte que seuls ceux qui ont échappé à cette coupe donnent des tiges ensuite et ils sont plus nombreux s'il y a eu préalablement déprimage. Comment ce fait peut-il rester sans conséquences sur le rendement et la qualité à la coupe suivante ? Nous n'avons pas réussi à trouver d'explications satisfaisantes.

## 2) Cas des coupes été-automne :

Nous l'avons dit, l'effet du déprimage sur ces coupes est faible. C'est encore sur *le rendement en matière sèche des « pérennes »* qu'il est le plus net et cet effet dépend de la date de la coupe.

En effet, de toutes les repousses que nous étudions maintenant, les premières à être coupées sont celles des traitements « gonflement » ( $T_3$  et  $T_4$ , tableau I) : leur rendement est augmenté par le déprimage, en moyenne, de  $0,248 \text{ t/ha} \pm 0,150$ . Puis viennent les traitements « épiaison » ( $T_5$  et  $T_6$ ) : leur rendement n'est pas modifié par le déprimage ( $- 0,007 \text{ t/ha} \pm 0,058$ ). Ensuite ce sont, ensemble, les traitements « épi à 10 cm » et « floraison » ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_7$  et  $T_8$ ) : cette fois, le déprimage les handicape de  $0,294 \text{ t/ha} \pm 0,090$ . Pour toutes les coupes ultérieures, quels que soient les traitements, il est légèrement et uniformément dépressif, de  $0,046 \text{ t/ha} \pm 0,033$  en moyenne, par coupe.

Pour les *ray-grass d'Italie*, le seul effet qui approche de la signification porte sur la première repousse après épiaison, qui est plus faible pour l'herbe qui a été déprimée ( $- 0,482 \text{ t/ha} \pm 0,520$ ). Il est vrai que nous avons ici peu de degrés de liberté, mais il reste que dans tous les autres cas l'effet est pratiquement nul chez cette espèce.

Le déprimage n'exerce aucun effet sur la *teneur en matière sèche* des repousses d'été-automne et très peu sur leur *teneur en cellulose brute*, puisqu'il nous faut grouper tous les résultats de toutes les espèces pour déceler une diminution significative de  $0,29$  point %  $\pm 0,18$ .

La teneur en azote n'est modifiée que dans le cas des « pérennes » préalablement coupées au gonflement ou à l'épiaison : elle est alors diminuée de 0,048 point %  $\pm$  0,035.

Contrairement à ce que nous avons constaté plus haut, nous n'observons donc pas ici d'effets inverses sur la qualité et le rendement.

En effet, au printemps, tout pouvait s'expliquer par l'évolution des tiges et leur nombre par rapport à celui des talles végétatives. Rien de tel ici : toutes les talles, pratiquement, sont végétatives chez les pérennes et en fin de saison chez les ray-grass d'Italie. Toutes sont reproductrices en été chez cette dernière espèce.

D'où aussi l'impossibilité pour nous de trouver l'explication physiologique des variations constatées : cette explication trouve sans doute son origine dans des phénomènes comme l'état des réserves glucidiques, par exemple, que nous n'avons pas contrôlés.

Puisqu'il n'y a pas opposition entre rendement en matière sèche et richesse en azote par exemple, il devrait être facile de prévoir l'effet des traitements sur le rendement en matière azotée « digestible » à partir de leur effet sur ses deux composantes.

En réalité, tous les effets observés étant faibles et n'exprimant que des tendances, il arrive que des effets semblables et significatifs sur rendement et sur teneur en azote ne se renforcent pas en réalité et disparaissent au niveau de leur résultante. D'autres, au contraire, qui n'approchaient pas le seuil de signification, apparaissent.

Au total, le déprimage diminue les rendements en matière azotée « digestible » des pérennes coupées à la floraison (— 49,0 kg/ha  $\pm$  21,7 pour la première repousse d'été, — 19,1  $\pm$  10,8 pour les suivantes). Il tend à les diminuer aux premières repousses d'été des autres traitements chez ces espèces (— 10,0 kg/ha  $\pm$  12,6 pour « épi à 10 cm », — 14,8  $\pm$  15,4 pour « épiaison », ce qui n'est pas significatif, mais presque).

Chez les ray-grass d'Italie, le seul effet du déprimage qui s'approche de la signification porte globalement sur les bilans azotés des traitements « épi à 10 cm » et « floraison » (coupés ensemble en été-automne) et semble favorable (+ 7,3 kg/ha  $\pm$  7,9).

### III. — EFFET DU STADE LORS DE LA PREMIERE COUPE DES TIGES

Le fait d'avoir exploité à des dates différentes décale les coupes pendant toute l'année et rend difficile la comparaison de repousses obtenues dans des conditions climatiques différentes. Mais notre protocole prévoyait que les traitements 1 et 2, coupés au stade « épi à 10 cm », soient récoltés ensuite et jusqu'à l'hiver en même temps que les traitements 7 et 8, exploités au stade « floraison ». Ceci a permis d'une part de voir l'effet immédiat d'une suppression des apex, en comparant la repousse (végétative chez les pérennes) qui suit, à la pousse reproductrice qu'elle remplace ; d'autre part, de comparer avec précision dans le reste de l'année (que nous avons baptisé « été-automne ») l'effet des deux stades extrêmes de coupe des tiges ; malheureusement, les stades intermédiaires sont exclus de cette comparaison : nous avons donc beaucoup moins de précision pour juger l'effet de coupes de tiges introduisant un décalage dans le temps.

Examinons ces trois points successivement.

#### 1) Effet immédiat d'une suppression des apex :

Chez les pérennes, nous avons vu qu'une coupe supprimant les apex remplaçait la fin de la croissance reproductrice (tiges) par une repousse végétative (feuilles). Cette dernière a, en principe, une vitesse de croissance plus faible (GILLET et JACQUARD, 1969).

On peut le vérifier en comparant la repousse après coupe au stade « épi à 10 cm » (deuxième coupe de  $T_2$ ) à la croissance reproductrice entre ce stade (estimé par la première coupe de  $T_2$ ) et la floraison (première coupe de  $T_3$ ) (tableau I).

Pour les traitements déprimés, on obtient les mêmes estimations à partir de  $T_1$  et de  $T_7$ .

On constate que, pendant la période considérée, une croissance formée de tiges a été supérieure à une croissance végétative de 2,74 tonnes de matière sèche/ha  $\pm$  2,0 sans déprimage préalable et de 1,93 t/ha  $\pm$  1,24 après un déprimage. Cette différence entre 2,74 et 1,93 est hautement significative. Elle est facile à comprendre puisque d'une part, le dépri-

mage ralentit la croissance des tiges, d'autre part, il augmente le rendement de la repousse après une coupe précoce des apex, à la seule exception de la fétuque élevée.

*TABLEAU V*  
INFLUENCE D'UN DEPRIMAGE SUR LA QUALITE  
A LA PREMIERE COUPE DES TIGES (en points %) )

<i>Stade</i>	<i>Dactyle</i>		<i>Fétuque des prés</i>		<i>Fétuque élevée</i>		<i>Ray-grass d'Italie</i>	
	<i>Matière sèche</i>	<i>Matière azotée</i>	<i>Matière sèche</i>	<i>Matière azotée</i>	<i>Matière sèche</i>	<i>Matière azotée</i>	<i>Matière sèche</i>	<i>Matière azotée</i>
Epi à 5 cm (ex-montaison) ....	+ 1,5	+ 7	0	+ 5,5	0	+ 4	- 1	+ 5
Epiaison .....	- 0,5	+ 2,5	- 0,5	+ 2	- 1	+ 1,5	- 2	+ 0,5
Floraison .....	- 2	+ 0,5	- 0,5	0	- 1,5	+ 2,5	- 1	+ 0,5

Une exploitation très précoce au printemps (déprimage) ne supprime pas les épis. Ceux-ci continuent à monter. L'épiaison et la floraison se produisent à la date normale. Mais la qualité de l'herbe est un peu modifiée. Pour obtenir la valeur de cette herbe, il faut ajouter le coefficient de correction ci-dessus à la valeur d'une herbe non déprimée au stade correspondant. Par exception, la correction donnée en première ligne s'applique au stade « épi à 10 cm » de l'herbe non déprimée, mais donne la valeur, après déprimage, d'une repousse au stade « épi à 5 cm ». En effet, il s'agit de la même date, les tiges étant raccourcies par le déprimage.

Naturellement, cette repousse végétative donne une herbe de meilleure qualité que celle qu'on aurait récoltée à la floraison à la même date et cette différence est surtout forte sans déprimage, pour les mêmes raisons que ci-dessus : elle est alors, en points %, de  $3,4 \pm 1,4$  en matière sèche, de  $0,86 \pm 0,27$  en azote et de  $7,5 \pm 2,0$  en cellulose brute, alors que pour l'herbe déprimée cette différence n'est plus que de  $1,4 \pm 0,9$  en matière sèche, de  $0,42 \pm 0,27$  en azote et de  $3,6 + 4,0$  (N.S. limite) pour la cellulose brute.

En l'absence de déprimage, il est inutile de comparer l'augmentation du poids de matière azotée « digestible » sur pied d'une herbe végétative à celle d'une herbe reproductrice à cette époque car, le plus souvent, au cycle reproducteur, c'est en fait à une diminution de ce poids que nous assistons entre le stade « épi à 10 cm » et la floraison (figures 13 et 14), alors qu'il augmente, bien sûr, si on a coupé ! Après un déprimage, le

rendement azoté est tout de même plus fort à la floraison qu'au stade « épi à 10 cm » mais cette différence reste inférieure de 77 kg/ha  $\pm$  58 à ce que produit à ce moment une repousse végétative.

*Chez les ray-grass d'Italie*, l'interruption précoce du cycle reproducteur est suivie d'une nouvelle montaison de sorte que les tiges ne sont pas remplacées par des feuilles lors de la récolte, mais simplement par des tiges moins vieilles. On constate plus de différence entre leurs vitesses de croissance que s'il y a eu déprimage ; dans ce cas, le fait d'avoir coupé au stade « épi à 10 cm » diminue cette croissance de 1 tonne  $\pm$  1, ce qui est à la limite du seuil de signification. Nous pensons qu'il y a là un phénomène de temps de repos de l'herbe : un déprimage suivi d'une coupe au stade « épi à 10 cm » puis d'une autre encore quand T<sub>8</sub> fleurit, cela fait trois coupes en deux mois et demi environ, ce qui finit par handicaper ce traitement.

Sans doute, ce handicap existe aussi dans les autres espèces, mais là, il est plus que compensé par la différence de nature des repousses. La teneur en azote de la repousse après une coupe précoce de tiges n'est pas différente non plus, chez le ray-grass d'Italie, de celle d'une récolte à la première floraison. Seules sont modifiées ses teneurs en matière sèche (— 4,1 points %  $\pm$  2 sans déprimage ; — 2,8  $\pm$  0,5 après déprimage) et en cellulose brute dans le seul cas de l'herbe déprimée (— 1,8 points %  $\pm$  1,8, à la limite de la signification).

Pour le bilan en matière azotée « digestible », nous pouvons faire exactement la même remarque qu'à propos des pérennes : l'avantage d'une coupe au stade « épi à 10 cm » est maximum sans déprimage car il évite une perte en matière azotée, mais il est quand même, après déprimage, de 63 kg/ha  $\pm$  37.

## 2) Effet des deux stades extrêmes de coupe des tiges :

Puisque les traitements T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>7</sub> et T<sub>8</sub> (tableau I) ont été récoltés ensemble en été-automne, nous pouvons tester les conséquences d'une coupe faite, soit au stade « épi à 10 cm », soit à la floraison, et ceci après déprimage (T<sub>1</sub>, T<sub>7</sub>) ou non (T<sub>2</sub>, T<sub>8</sub>).

En fait, ces conséquences sont nulles dans tous les cas sur le rendement en matière sèche : elles le sont chez les pérennes sur la teneur en matière sèche et, pour toutes les espèces déprimées, sur le rendement en matière azotée « digestible ». Une coupe précoce des tiges donne une herbe plus pauvre en matière sèche à la première coupe d'été des ray-grass d'Italie (— 1,55 point %  $\pm$  1,15), en cellulose brute, globalement sur toutes les coupes d'été-automne de toutes les espèces (— 0,58 point %  $\pm$  0,27 par coupe) et en azote dans les repousses de pérennes (— 0,05 point %  $\pm$  0,04) ; cette herbe est au contraire plus riche en azote dans les repousses de ray-grass d'Italie (+ 0,06 point %  $\pm$  0,05). Elle produit moins de matière azotée « digestible » chez toutes les espèces en l'absence de déprimage (— 57 kg/ha  $\pm$  49).

Comme l'influence du déprimage, l'influence du stade lors de la première coupe de tiges est donc insignifiante, même quand elle est significative si on compare des repousses simultanées.

### 3) Effet de coupe de tiges introduisant un décalage dans le temps :

Dès que l'on n'a plus affaire à des coupes simultanées, on peut observer de fortes différences dans la vitesse de croissance ainsi que dans les facteurs de la qualité (tableau VI).

*TABLEAU VI*  
IMPORTANCE DES VARIATIONS DE QUALITE  
EN « ETE-AUTOMNE »

	<i>Variation maximum dans un même essai, une même année</i>	<i>Extrêmes absolus</i>
Matière sèche % .....	30 points	54-13
Cellulose % .....	12 points	33-16
Azote (Kjeldhal) % .....	3 points	4,3-0,6

Mais ces différences varient, en grandeur et en sens, selon le lieu et l'année, comme le montre l'exemple de la figure 16. Celle-ci représente pour une même variété, dans un même essai, mais deux années différentes, l'évolution des rendements cumulés depuis le début de l'année (dont la pente indique la vitesse moyenne de croissance entre deux coupes) et des teneurs en azote, cellulose et matière sèche, en fonction des dates de coupes. (Nous n'avons représenté que les repousses aboutissant à des coupes d'« été-automne », les seules qui nous intéressent maintenant.)

Cette figure montre que les traitements correspondant aux stades intermédiaires de coupes des tiges (gonflement, épiaison) ont poussé mieux que les autres en 1964, moins bien en 1966. La teneur en azote minimum a correspondu à ces mêmes traitements en 1966 (en août), aux autres en 1964 (en juillet). Ces variations saisonnières ne se correspondent même pas d'un critère à l'autre et nous n'avons pas réussi à leur trouver une explication suffisante. Il paraît évident néanmoins qu'elles proviennent de la coïncidence de telle ou telle repousse avec telles ou telles conditions météorologiques ou avec tel apport d'azote (rappelons que ce dernier était apporté chaque mois, sur tous les traitements en même temps).

Naturellement, on retrouve le même type de variabilité pour le rendement en matière azotée.

#### IV. — BILAN ANNUEL

Nous avons vu qu'un déprimage ne supprimait pas le cycle reproducteur mais diminuait sa production en améliorant sa qualité. Nous avons vu aussi qu'une coupe précoce de tiges remplaçait, chez les pérennes, la croissance reproductrice par une repousse végétative, le résultat étant, plus nettement encore que pour un déprimage, une amélioration de la qualité aux dépens du rendement.

Enfin, nous avons montré le peu d'influence qu'avait le mode d'exploitation printanier sur les repousses d'été-automne.

Il nous faut maintenant tenter un bilan. Deux éléments nous semblent importants : la production totale bien sûr, encore que nous ne puissions l'exprimer qu'en matière sèche ou en matière azotée « digestible », toutes deux critiquables ; mais aussi, et peut-être surtout, la répartition de cette production dans l'année.

*Influence du mode d'exploitation au printemps*

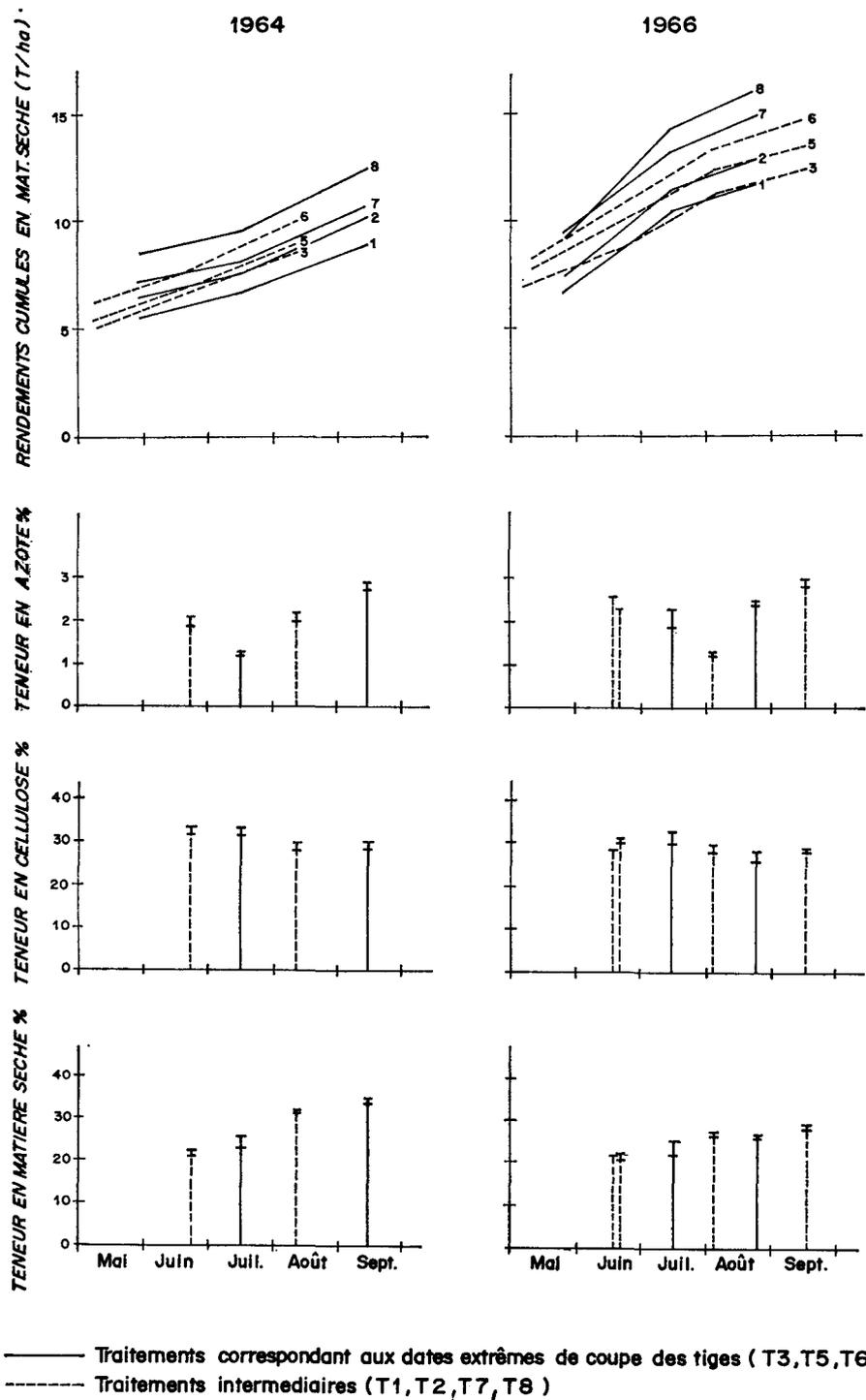


FIGURE 16

RENDEMENTS CUMULES ET FACTEURS DE LA QUALITE EN « ETE-AUTOMNE »  
 (Cas d'un dactyle Floral, semis 1963, Rennes)

Il est évident que les différences que nous pourrions trouver auront leur origine essentiellement dans la production printanière à laquelle les repousses ultérieures ajoutent une quantité presque constante.

La figure 17 exprime le *rendement total annuel moyen, en matière sèche* en fonction du stade auquel la première coupe *des tiges* a été effectuée. Les traitements préalablement déprimés sont représentés en tiretés, les autres en traits pleins. Comme certains d'entre eux ne figuraient pas dans toutes les expériences, nous avons ajusté leur valeur par différence avec celle des traitements les plus proches. Enfin, lorsque les rendements annuels n'étaient pas statistiquement différents au seuil de probabilité 0,05, nous avons entouré les points correspondants d'un rectangle tireté fin, de hauteur égale à la plus petite différence significative.

Que nous montre cette figure ? Tout d'abord, que les résultats sont différents pour le ray-grass d'Italie et pour les autres espèces.

Pour les « pérennes », nous constatons que le rendement annuel n'augmente pas régulièrement à mesure qu'on retarde la première coupe de tiges, mais seulement à partir de l'épiaison pour les traitements non déprimés, de la floraison pour les déprimés.

En étudiant l'influence du déprimage sur le déroulement du cycle reproducteur seul, nous avons conclu qu'il en ralentissait la croissance surtout au début. Cette fois-ci, où nous tenons compte également de l'apport des repousses, c'est le contraire : le déprimage diminue le rendement total, surtout s'il est suivi d'une coupe tardive des tiges : le maximum annuel est donc obtenu si on attend la floraison pour effectuer la première exploitation de l'herbe. Ce système fournit 13,08 tonnes de matière sèche/ha en moyenne. Viennent ensuite, à égalité, la première coupe à l'épiaison et le déprimage suivi d'une coupe à floraison (11,55 t/ha). Enfin, tous les autres systèmes donnent entre 9,9 tonnes et 10,4 tonnes.

Les résultats sont moins précis pour le ray-grass d'Italie car nous avons moins d'essais. On peut néanmoins considérer que l'allure des courbes est la même que celle des « pérennes », à deux différences importantes près : le haut niveau des exploitations comportant une coupe au stade « épi à 10 cm » et le faible niveau du traitement « floraison non déprimée ». Nous savons que ce deuxième point est dû à la perte de rendement sur pied qui se produit dans certains cas à la fin du cycle reproducteur, surtout après deux ans d'exploitation. Le rendement maximum est donc obtenu par un

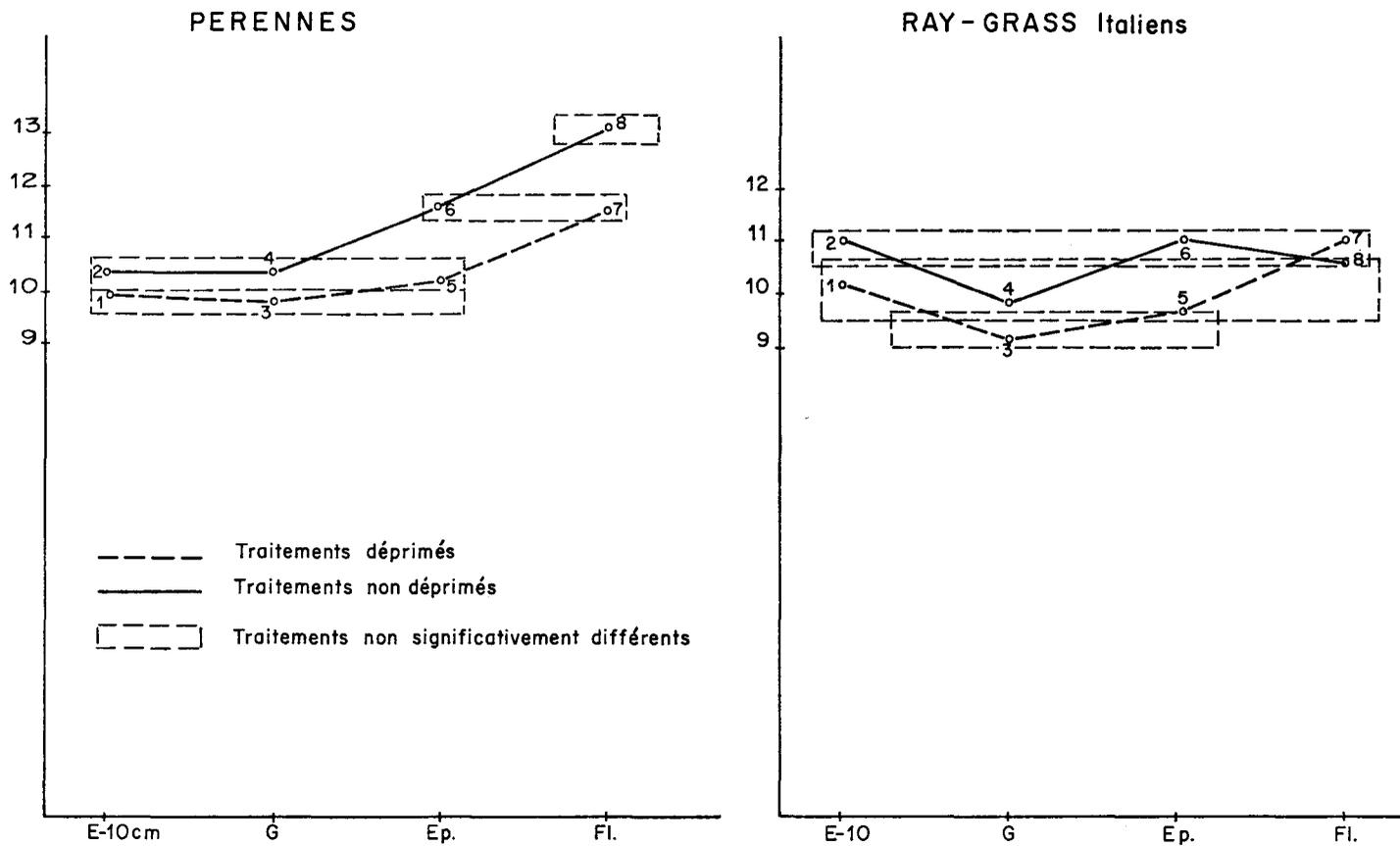


FIGURE 17  
 RENDEMENTS ANNUELS MOYENS EN MATIERE SECHE  
 EN FONCTION DU STADE DE LA PREMIERE COUPE DE TIGES

déprimage suivi d'une coupe à floraison ou sans déprimage, par une première coupe de tiges aux stades « épi à 10 cm » ou épiaison (11,0 t/ha), éventuellement floraison si la prairie est jeune. Le plus faible rendement, lui, est fourni par un déprimage suivi d'une coupe au gonflement.

Tout ce que nous venons de dire porte sur des moyennes, mais la variation autour de celles-ci est d'environ  $\pm 6$  tonnes. Ce chiffre est énorme mais il n'entame en rien nos conclusions car le décalage est à peu près le même pour tous les traitements d'un essai donné, une année donnée. L'allure générale des courbes reste toujours la même et les variations de niveau sont à attribuer aux facteurs climatiques et à la fumure.

Voyons maintenant le *rendement en matière azotée « digestible »*. La figure 18 montre qu'il est en corrélation négative avec le rendement en matière sèche. Cette corrélation est très forte pour les « pérennes » ; elle n'est pas significative pour le ray-grass d'Italie, à cause en particulier du traitement 8 (« floraison non déprimée ») : ceci est dû à sa première coupe qui, nous l'avons vu, est très pauvre en azote sans donner un fort rendement pour autant.

*Comment se répartissent ces rendements dans l'année ?* Nous avons cherché à en avoir une idée globale en définissant, pour chaque traitement, un indice que nous pourrions appeler « *variance relative* », calculé de manière à être minimum lorsque le nombre de coupes serait maximum et leurs rendements constants : un tel traitement pourrait être considéré comme le plus adapté à une exploitation en pâture.

Cette « *variance relative* » est tout simplement la variance des rendements successifs d'un même traitement, pour l'essai et l'année considérés, à ceci près que :

- ces rendements n'étaient pas exprimés en valeur absolue, mais en pourcentage du total annuel *de ce traitement* ;
- pour un essai et une année donnés, tous les traitements étaient censés avoir subi autant de coupes que celui d'entre eux coupé le plus souvent. Simplement, les autres étaient supposés avoir subi une ou plusieurs exploitations de rendement nul ;
- la variance ainsi obtenue a été transformée en pourcentage de la variance maximale concevable dans cet essai : celle d'un traitement qui aurait donné tout son rendement en une seule coupe

La figure 18 montre que cette « *variance relative* » est en corrélation positive avec le rendement en matière sèche et négative avec le rendement

*Influence du mode d'exploitation au printemps*

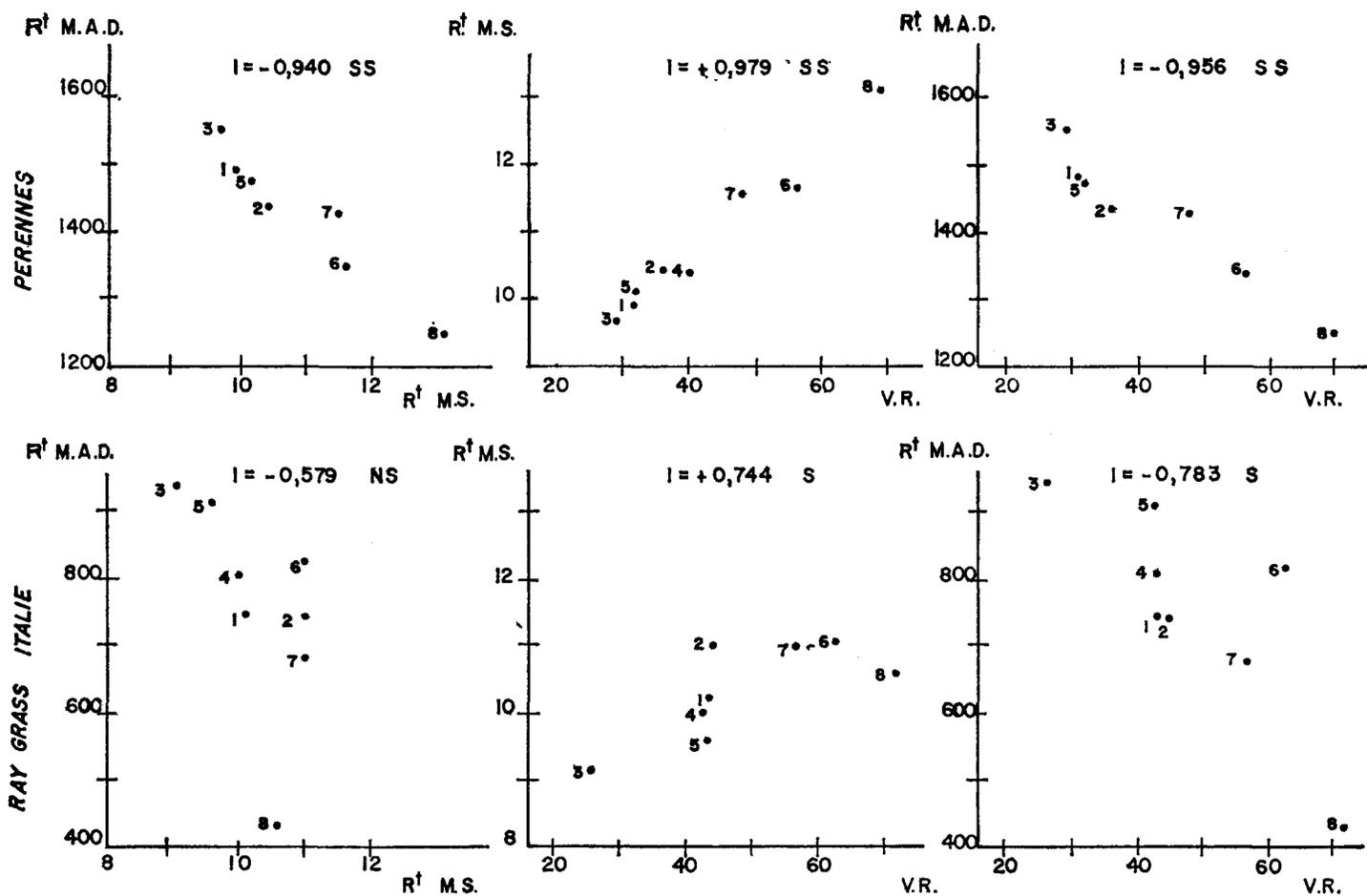


FIGURE 18  
 CORRELATIONS ENTRE PRODUCTIONS DE MATIERE SECHE (en t/ha/an),  
 DE MATIERE AZOTEE « DIGESTIBLE » (en kg/ha/an)  
 ET REPARTITION ANNUELLE DU RENDEMENT (« variance relative »)

azoté, surtout chez les pérennes : *les modes d'exploitation qui donnent la production la plus régulière dans l'année sont ceux qui fournissent le moins de matière sèche et le plus d'azote !* Ils correspondent, en gros, aux premières coupes de tiges précoces, en général avec déprimage.

Il faut donc choisir : production totale et régularité sont incompatibles. Nous discuterons ce point dans nos conclusions.

## V. — EFFET SUR LA PERENNITE

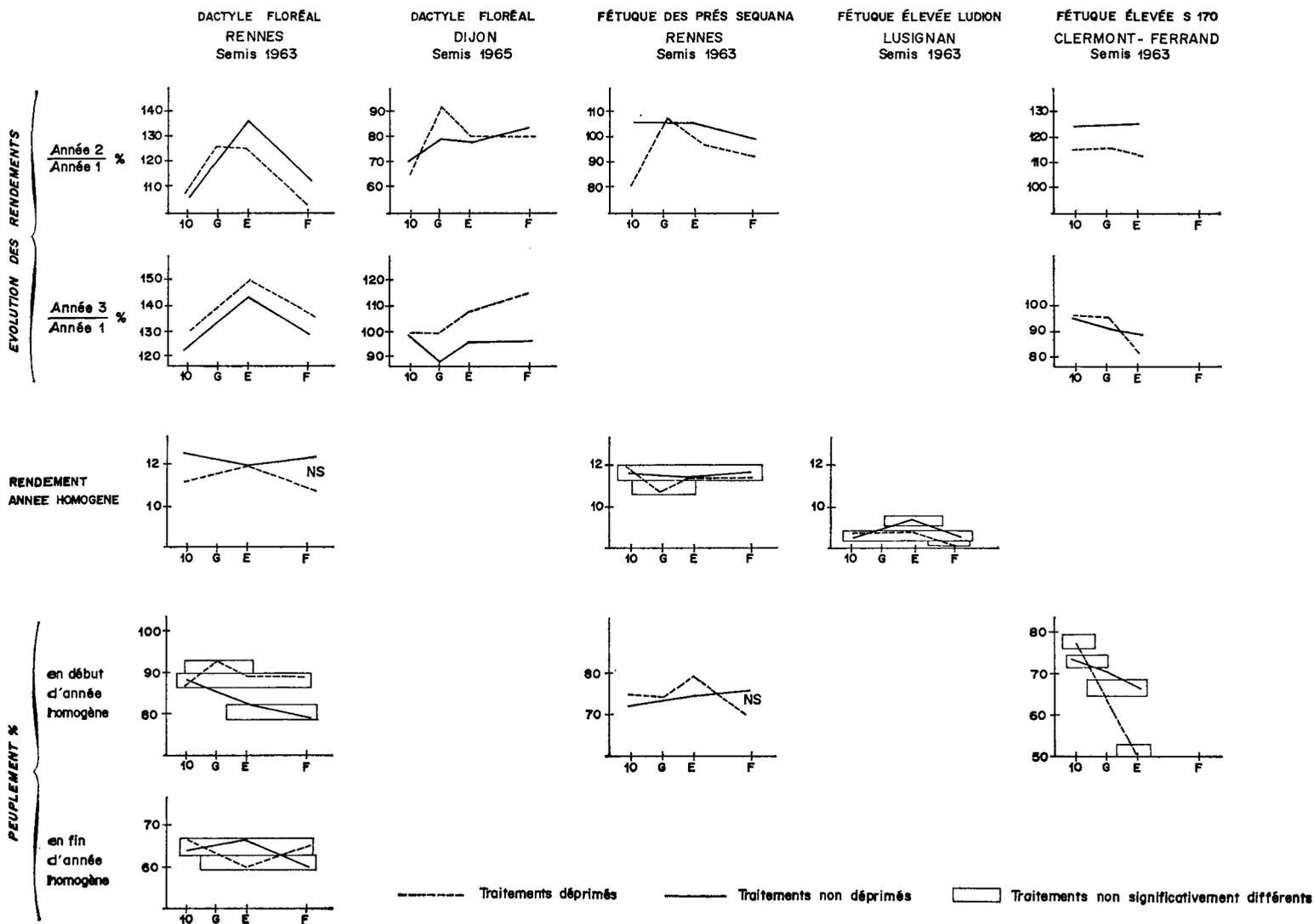
Rappelons que le protocole prévoyait d'appliquer les mêmes traitements « mode d'exploitation » sur les mêmes parcelles plusieurs années de suite (années dites « d'exploitation différentielle ») puis de réserver une dernière année où toutes les parcelles seraient coupées en même temps (« exploitation homogène »).

Dans ces conditions, l'effet des traitements sur la pérennité a été jugé de trois manières :

- par l'évolution du rendement de chaque traitement au cours des années d'exploitation différentielle (en pourcentage de son rendement en année 1) ;
- par le rendement de la dernière année d'exploitation homogène ;
- par des analyses de végétation (méthode du double mètre, POISSONET et POISSONET, 1969) au début ou à la fin de l'année d'exploitation homogène. Cette méthode donne une idée du « recouvrement » de l'espèce semée (5).

Nous avons pu observer des effets hautement significatifs et fort importants du traitement sur la pérennité, mais ces effets n'ont rien de constant, comme le montrent les quelques exemples présentés figure 19 où on a encadré, comme précédemment, les valeurs non significativement différentes entre elles. L'interprétation statistique n'a pas été effectuée pour l'évolution des rendements en années d'exploitation différentielle.

Cette figure montre d'abord que ces effets varient selon l'essai envisagé, même pour une variété identique : ainsi, si on les mesure par l'évolution des rendements d'année 1 en année 2, ils sont très différents dans les essais



**FIGURE 19**  
**INFLUENCE DU MODE D'EXPLOITATION AU PRINTEMPS SUR LA PERENNITE**

de dactyle de Rennes et de Dijon : le recouvrement en début d'année homogène d'un traitement coupé à l'épiaison est meilleur avec déprimage pour le dactyle de Rennes, moins bon pour la fétuque élevée de Clermont-Ferrand.

Ces effets varient également pour un même essai, selon le critère choisi : une coupe au stade « épi à 10 cm » précédée d'un déprimage est, dans l'essai sur fétuque des prés de Rennes, très défavorable à la pérennité si on la juge par l'évolution des rendements d'une année à l'autre, mais ne l'est plus du tout si on la juge autrement. Ceci peut être dû aux relations complexes entre les trois critères de pérennité choisis (par exemple, le recouvrement n'est qu'une composante du rendement). Mais, même un critère unique ne donne pas le même résultat suivant le moment où on l'utilise : selon qu'on considère l'évolution des rendements du dactyle de Dijon, de l'année 1 à l'année 2 ou à l'année 3, par exemple ; ou selon qu'on mesure le recouvrement du dactyle de Rennes au début ou à la fin de l'année d'exploitation homogène.

Que conclure ? sinon que les *différences constatées n'ont sans doute pas les traitements appliqués comme causes directes, mais probablement indirectes* par l'intermédiaire de coïncidences plus ou moins fortuites avec tels facteurs climatiques par exemple.

Cette conclusion est la même que pour les rendements en été-automne lorsque les coupes étaient décalées dans le temps. Elle signifie que, dans *l'état actuel de nos connaissances, l'agriculteur ne peut en tenir compte.*

## CONCLUSION

Nous avons étudié les deux éléments principaux du mode d'exploitation d'une prairie au printemps : la pratique ou non du déprimage et l'état d'avancement des tiges lorsqu'elles sont coupées.

Ce travail nous a apporté deux conclusions essentielles :

- le déprimage ne supprime pas le cycle reproducteur mais, en diminuant le nombre et la longueur des tiges, en augmentant le nombre de talles végétatives, il augmente la qualité à ce cycle, surtout au début, et il en diminue le rendement. Nous connaissons encore mal son influence sur la digestibilité que nous étudions en 1972 ;

— les différents modes d'exploitation étudiés n'ont *d'effet sensible ou prévisible qu'au printemps même*, à la période où se situe le « cycle reproducteur » des plantes non perturbées. Bien sûr, ceci n'est vrai que si, ensuite, n'intervient aucune surexploitation, par exemple des temps de repos trop courts. Nous n'avons pas étudié en effet ce qui se passerait alors.

Cette seconde conclusion infirme nos hypothèses de départ : nous pensions que la suppression précoce de la crise du tallage par la coupe des apex au stade « épi à 10 cm » permettrait d'aborder l'été avec une population plus abondante de talles, donc de racines nouvelles et, par là, améliorerait de façon sans doute durable l'état ultérieur de la prairie. Nos hypothèses sur le tallage étaient exactes, mais ceci n'a pas eu l'influence escomptée sur la production. Force nous est donc de conclure que *le tallage n'est pas le facteur déterminant de la production* : l'émission de nouvelles feuilles par les talles existantes, leurs dimensions, leur durée de vie, leur capacité photosynthétique, l'économie des substances de réserve dans la plante etc. ont ensemble une importance au moins aussi grande.

Le bilan annuel qui, pratiquement, se « joue » au printemps, du moins en ce qui concerne la comparaison des systèmes de coupes étudiés, nous a montré par ailleurs qu'il y avait incompatibilité entre production régulière dans l'année et production abondante, lorsque le facteur de variation est le mode d'exploitation.

Ceci nous amène directement au problème des enseignements à tirer, concrètement, pour l'agriculteur.

Le premier point est *qu'il n'a pas à se soucier*, en choisissant son mode d'exploitation au printemps, *de l'effet résiduel aux saisons et années suivantes*.

C'est déjà là une simplification importante de son problème.

Il peut alors se poser simplement la question de ses besoins au printemps. Quels sont-ils ? Tout dépend de l'utilisation qu'il veut faire de sa prairie. S'il veut récolter l'herbe pour la conserver, en ensilage ou en foin, ce sont le rendement et la qualité à la coupe correspondante qui lui importent le plus. Si, au contraire, il veut utiliser sa production en vert (pâturage ou affouragement à l'auge) ou la déshydrater, c'est la régularité de la production qu'il doit assurer, plus encore que son abondance.

Dans aucun cas, il ne doit accepter une herbe de trop mauvaise qualité. Ceci lui interdit, pratiquement, d'attendre la floraison : en effet, selon DEMARQUILLY et WEISS (1970), la digestibilité est alors de 60 % environ (54 à 68 % selon les espèces et les circonstances), ce qui est fort peu ; de même, dans nos essais, la teneur en azote varie de 0,7 à 2,2 % avec des moyennes de 1,7 % pour les pérennes, 1 % pour les ray-grass d'Italie, chiffres très proches de ceux de DEMARQUILLY et WEISS.

Ces chiffres concernent l'herbe non déprimée, mais nous avons vu qu'à la floraison la qualité était peu modifiée par le déprimage (la richesse en azote devient alors de 0,8 % à 2,5 % dans nos essais).

Examinons maintenant les différents cas possibles :

### 1) Ensilage :

Pour l'ensilage, le but est de récolter en une fois une masse aussi importante que possible. Par ailleurs, il n'y a pas de contrainte de séchage naturel, ou très peu (préfanage). La meilleure solution est donc de couper à l'épiaison sans avoir déprimé. La quantité récoltée est alors de 7 tonnes en moyenne de matière sèche par hectare (3 à 11), avec une teneur en azote de 2 % chez les « pérennes », 1,7 % chez le ray-grass d'Italie (1,2 à 2,7 %) et une digestibilité de 70 % environ (61 à 74 %) : les repousses peuvent ensuite venir s'intégrer au pâturage, par exemple.

### 2) Foin :

Dans ce cas aussi on a intérêt à emmagasiner le plus possible de fourrage pour l'hiver ; mais on est limité par les possibilités de séchage, surtout avec le fanage naturel : une récolte trop abondante à l'hectare reste humide et est très difficile à travailler, ce qui augmente les risques de pourrissement. Dans ce cas, on récoltera également à l'épiaison, mais après avoir déprimé. Nos chiffres indiquent alors une récolte de 3,7 tonnes de matière sèche à l'hectare pour les pérennes, 4,8 tonnes pour le ray-grass d'Italie ; mais souvenons-nous qu'ils peuvent être augmentés par un apport d'azote après la coupe de déprimage. De toute façon, la qualité de l'herbe sera meilleure que dans le cas précédent.

Ces repousses pourront, là encore, être utilisées ensuite par l'agriculteur comme il le désirera.

### 3) Utilisation en vert ou déshydratation :

Cette fois, la nécessité la plus contraignante n'est pas la masse d'herbe à récolter à une certaine coupe, mais la constance de la production au long de la saison : c'est le calendrier qui commande.

Pour la *déshydratation*, une contrainte supplémentaire intervient néanmoins : il est nécessaire d'avoir une quantité suffisante d'herbe sur pied au passage du matériel de récolte (2 à 4 t/ha). De plus, dans les terres humides, les engins de récolte doivent attendre plus longtemps que des animaux pour pouvoir pénétrer dans les parcelles. Pour ces raisons, le stade « épi à 10 cm » paraît être la meilleure date de première exploitation en déshydratation : la graminée fournira alors de 2 à 4 tonnes/ha puis, six semaines après, 2 à 3 tonnes, d'excellente qualité dans les deux cas.

Pour l'*utilisation en vert*, et en particulier pour la *pâturage*, c'est au contraire vraiment la plus grande régularité de production qu'il faut rechercher.

Or, la figure 18 montre que les traitements qui fournissent la répartition la plus uniforme sont des traitements déprimés, puis des non-déprimés à coupe précoce de tiges (« épi à 10 cm », gonflement).

Il est donc logique de songer à intégrer le déprimage à la première pâture. Celle-ci alors ne s'étend plus du stade « épi à 10 cm » à l'approche de l'épiaison, mais peut commencer dès le démarrage de la végétation, cinq à quinze jours plus tôt, selon la variété.

Cette remarque devrait permettre de diminuer le nombre de « maillons » nécessaires (variétés de précocités décalées) et, par là, de simplifier sérieusement le planning d'exploitation.

Mais là s'arrêtent, pour le moment, les conclusions qu'on peut tirer de ce travail en ce qui concerne la pâture. Ce qui nous interdit d'aller plus loin c'est d'une part, nous l'avons dit, l'absence d'azote apporté sur les repousses au printemps, d'autre part, et surtout, le fait que notre étude portait sur une prairie donnée en tant que telle et non sur un système complet de pâturage. À quoi servirait-il, par exemple, de connaître, pour deux prairies séparément, le planning idéal d'utilisation, si ces deux plannings n'étaient pas compatibles entre eux ? Concrètement, deux types de question se posent. D'une part, combien de « maillons » sont-ils nécessaires ? Un seul, en revenant à une extrémité dès qu'on a fini à l'autre ? ou deux ? D'autre part, à quel

stade seront, lors de la seconde exploitation, les tiges des prairies ou zones de prairies qui auront été déprimées lors de la première ? Pendant combien de jours risque-t-on de rencontrer de telles tiges ?

C'est pourquoi la Station de Lusignan entreprend une expérience sur ce thème, dans laquelle on simulera la pâture réelle avec toutes ses contraintes : fourniture d'une nourriture constante tous les jours, coupe des « refus », etc.

M. GILLET,

*au nom du groupe de travail de l'I.N.R.A.  
« Exploitation des graminées ».*

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- BOISSON P. et MARTINEAU J. (1966) : « Etude de différents rythmes d'exploitation appliqués à deux variétés précoces de dactyle et de fétuque élevée », *Fourrages*, 24, 119-131.
- BOMMER D. (1962) : « Expériences sur la physiologie du tallage chez les graminées pérennes », *Ann. Meet. West. Soc. Crop. Sci.*, Bozeman, Montana, 6 p.
- BOMMER D. (1964) : « Fumure azotée et fréquence de coupe des prairies », *Landwirtschaft. Forsch.*, 17, 4, 252-259.
- COOPER J.-P. et SAED S.W. (1949) : « Studies on growth and development in *Lolium*. I. Relation of the annual habit to head production under various systems of cutting », *J. Ecol.*, 37, 233-259.
- CURTIS O.-F. et CLARK D.-G. (1950) : *An introduction to plant physiology*, McGraw H., 752.
- DEMARQUILLY C. et WEISS Ph. (1970) : *Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages*, S.E.I., étude n° 42, 64 p.
- GILLET M. (1969) : « Sur quelques aspects de la croissance et du développement de la plante entière de graminée en conditions naturelles : *Festuca pratensis* Huds. I. Construction de la touffe », *Ann. Amélior. Plantes*, 19, 2, 107-149.
- GILLET M., GACHET J.-P. et GALLAIS A. (1969) : « Sur quelques aspects de la croissance et du développement de la plante entière de graminée en conditions naturelles : *Festuca pratensis* Huds. II. La crise du tallage », *Ann. Amélior. Plantes*, 19, 2, 151-167.
- GILLET M. (1970) : *Sur quelques aspects de la croissance et du développement de la plante entière de graminée en conditions naturelles : Festuca pratensis Huds*, thèse, Poitiers, 190 p.
- GILLET M. et JACQUARD P. (1969) : « Le potentiel de production des graminées en fonction des rythmes de croissance et de développement », *Fourrages*, 38, 57-74.
- GILLET M. et MANSAT P. (1970) : « Les nouvelles tables de valeur alimentaire et l'orientation des travaux de sélection », *Fourrages*, 42, 143-159.
- HUOKUNA E. (1964) : « The effect of frequency and height of cutting on cocksfoot swards », *Ann. Agric. Fenniae*, 3, suppl. 4, 83 p.
- KNIGHT R. (1970) : « The effects of plant density and frequency of cutting on the growth of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) » *Austral J. Agric. Res.* 21, 5, 653-660.
- LEOPOLD A.-C. (1949) : « Control of tillering in grasses by auxin. », *Amer. J. Bot.*, 36, 437-439.
- McKEE H.-S. (1962) : *Nitrogen metabolism in plants*, Clarendon Press, 728 p.

- MANSAT P. (1964) : « Physiologie de l'exploitation des graminées dans la prairie », *Fourrages*, 20, 42-54.
- MANSAT P. (1965) : « Tillering evolution in *Lolium italicum* », *Proc. 9th International Grassl. Congr.*, 395-398.
- MANSAT P. (1965) : « Variation de la longueur de tige et réalisation d'un stade de développement chez les graminées fourragères », *Ann. Amélior. Pl.*, 15, 1, 53-60).
- MANSAT P. et PFITZENMEYER C. (1966) : « Production de matière sèche d'un ray-grass d'Italie », *Fourrages*, 25, 50-77.
- POISSONET P. et POISSONET J. (1969) : *Etude comparée de diverses méthodes d'analyse de la végétation des formations herbacées denses et permanentes. Conséquences pour les applications agronomiques*, C.E.P.E. Document 50, 120 p.
- REBISCHUNG J. (1959) : « Influence du mode d'exploitation sur le volume et la répartition dans le temps de la production des graminées fourragères », *Journées d'étude I.N.R.A.-G.N.I.S.* (ronéo 8 p.).