

DEUXIÈME PARTIE

Production de matière sèche d'un Ray-grass d'Italie

IL EST IMPORTANT POUR L'AGRICULTEUR DE CONNAITRE L'INFLUENCE DE LA DATE DE LA PREMIÈRE COUPE SUR LA PRODUCTION, LA QUALITÉ DU MATÉRIEL VÉGÉTAL recueilli, les exportations d'éléments minéraux. Dans cette seconde partie, nous exposerons les résultats et conclusions qui concernent la production de matière sèche (quantité totale et répartition) d'une culture de Ray-grass d'Italie.

CONDITIONS DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE

Un essai (système bloc à six répétitions) a été implanté en été 1959 et exploité en 1960 au Domaine expérimental du Vieux-Pin sous la conduite de MM. LAISSUS et TEILHARD DE CHARDIN. Le matériel végétal est constitué par l'ancienne population de Ray-grass d'Italie, dite « de Mayenne ».

Quinze types d'exploitations différant par la date de première coupe ont été appliqués. Les premières coupes ont été échelonnées du 21 décembre 1959 au 22 mai 1960, date du début de l'épiaison (tableau I). Dans chaque traitement désigné par T 1, T 2 ... T 15, les plantes furent recoupées réguliè-

TABLEAU I

HAUTEUR DES APEX (en mm) DES MAITRES-BRINS POUR LES DIVERS TRAITEMENTS ET COUPES

Les dates sont rappelées entre parenthèses.

	Traitements														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4,0 (21/12)	9,3 (26/1)	13,0 (9/3)	17,8 (16/3)	24,1 (25/3)	42,2 (29/3)	65,7 (4/4)	100 (8/4)	160 (13/4)	205 (19/4)	198 (23/4)	310 (27/4)	330 (4/5)	540 (10/5)	970 (22/5)
2	6,0 (16/3)	6,5 (16/3)	68,0 (19/4)	62,0 (20/4)	70,0 (30/4)	75,0 (2/5)	105 (7/5)	120 (11/5)	130 (14/5)	136 (18/5)	214 (24/5)	341 (28/5)	540 (4/6)	620 (10/6)	850 (22/6)
3	47,0 (20/4)	66,0 (25/4)	158 (17/5)	163 (20/5)	620 (28/5)	640 (1/6)	630 (7/6)	640 (10/6)	740 (14/7)	760 (18/6)	650 (23/6)	660 (25/6)	690 (5/7)	680 (11/7)	640 (22/7)
4	610 (22/5)	700 (25/5)	680 (20/6)	670 (20/6)	660 (27/6)	670 (1/7)	680 (6/7)	(11/7)	640 (15/7)	630 (18/7)	590 (22/7)	(25/7)	(4/8)	(10/8)	570 (22/8)
5	610 (20/6)	(25/6)	540 (18/7)	(21/7)	(27/7)	580 (1/8)	(6/8)	(11/8)	540 (16/8)	560 (19/8)	590 (23/8)	600 (27/8)	626 (4/9)	613 (8/9)	721 (20/9)
6	580 (20/7)	600 (25/7)	600 (18/8)	620 (22/8)	640 (27/8)	645 (1/9)	693 (6/9)	697 (12/9)	691 (16/9)	699 (20/9)	717 (24/9)	490 (26/9)	456 (4/10)	90,0 (11/10)	0 (21/10)
7	550 (20/8)	570 (25/8)	694 (16/9)	711 (24/9)	615 (27/9)	341 (1/10)	327 (7/10)	97,0 (13/10)	12,0 (17/10)	0 (18/10)	0 (24/10)	0 (26/10)			
8	510 (20/9)	565 (26/9)	41,0 (17/10)	0 (21/10)	0 (27/10)										
9	0 (21/10)														

N.B. — Les mesures correspondant à des tiges à l'intérieur des gaines (plantes non encore épiées) sont en italiques.

rement à des intervalles de un mois, exception faite des premières repousses de T 1 et T 2. Il y eut ainsi neuf coupes pour T 1, huit pour T 2 à T 5, sept pour T 6 à T 12, six seulement pour T 13 à T 15. La dernière coupe a eu lieu du 26 septembre (T 2) au 27 octobre (T 5).

Il existe donc un décalage constant entre les traitements tout au long de l'année. A un même numéro de cycle de repousse peuvent correspondre des périodes climatiques, voire des stades de récolte différents. A une date donnée, le nombre de coupes déjà subies varie suivant les traitements.

Cependant, au cours de certaines repousses, le Ray-grass d'Italie a remonté, c'est-à-dire épié de nouveau, et ceci permet de comparer des cycles pour lesquels un même stade a été atteint.

Les rendements, la hauteur de tige (du plateau de tallage à la base de l'épi), les teneurs en divers éléments minéraux et organiques ont été recueillis à chaque coupe. Les chiffres de rendement sont exprimés en tonnes de matière sèche à l'hectare, les hauteurs de tige en millimètres.

Le climat de l'année. peut être représenté par les données suivantes :

Les plantes n'ont pas souffert de manque d'eau, ni de chaleurs excessives.

	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Septemb.</i>
Pluviométrie	30	66	51	78	108	158 mm
Somme des tempé- ratures moyennes.	471	530	562	534	570	467

RESULTATS OBTENUS

I. — QUELQUES ASPECTS DE LA CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT

Dans les tableaux I et II sont consignées les mesures de hauteur de tige ainsi que les observations sur le stade physiologique atteint.

Nous faisons les constatations suivantes :

1° Les plantes de tous les traitements ont épié plusieurs fois et même les coupes précoces n'ont pas empêché l'induction des « pousses génératives »

*Productivité du
Ray-grass d'Italie*

TABLEAU II

STADES PHYSIOLOGIQUES AU MOMENT DES COUPES
POUR LES DIVERS TRAITEMENTS

		Traitements														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Coupes	1	o	o	o	v	v	v	√	√	√	√	√	√	√	√	φ
	2	o	o	√	√	v	v	√	√	√	√	√	√	φ	φ	φ
	3	v	v	√	√	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	4	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	5	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	6	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	•	•	•	√	√	v	o
	7	φ	φ	φ	φ	φ	√	√	√	√	o	o	o			
	8	φ	φ	√	o	o										
	9	o														

o avant départ épi √ fin
 v départ épi montaison! φ fin floraison
 √ début montaison, φ épiaison
 √ montaison φ début floraison • grains mûrs

(c'est-à-dire non végétatives). Ceci est d'ailleurs l'une des caractéristiques du Ray-grass d'Italie et se produit même dans le cas de variétés sélectionnées très peu alternatives.

2° Le temps mis pour arriver à épiaison *après* une première coupe n'a pas été le même pour les divers traitements, autrement dit la vitesse de croissance de l'épi au deuxième cycle (et aux cycles suivants) a dépendu de l'époque de la première coupe.

Mettons à part le cas des traitements 1 et 2, sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure.

Pour les autres, la deuxième coupe a eu lieu environ un mois après la première ; or seules les plantes des traitements 13 à 15 étaient parvenues à épiaison, celles des traitements 3 à 12 étaient encore en montaison. Le tableau II montre que la hauteur de l'apex de la tige en deuxième coupe a été d'autant plus grande que la première coupe était plus tardive.

On peut facilement expliquer ce phénomène par le rôle de la *température* ; au mois de juin, il fait plus chaud qu'au mois d'avril ; la même durée couvre donc une somme de températures plus élevée. Ainsi, dans le traitement 5 par exemple, les tiges ont crû de 70 mm entre le 25 mars et le 30 avril et dans le traitement 15, de 850 mm entre le 22 mai et le 22 juin, durée cependant légèrement plus courte. Il n'est d'ailleurs pas exclu que les *réserves énergétiques* accumulées par les racines et base de tiges ne puissent agir dans le même sens, une plante coupée vers l'épiaison en ayant une plus forte quantité qu'une plante coupée dès le début de la montaison, dans la mesure où elles sont utilisées.

Mais ceci n'explique pas tout. Il semble qu'il y ait aussi un phénomène inverse. Si nous comparons en effet des repousses *dont la croissance s'est faite simultanément* (pour éliminer l'effet de la température) mais à partir de plantes coupées à des stades différents, nous verrons que l'exploitation précoce a eu un effet favorable sur la vitesse de pousse. Un exemple net est fourni par les plantes du traitement 5 en troisième cycle et celles du traitement 12 en deuxième cycle. Les premières ont été (re) coupées le 30 avril au moment où la tige mesurait 7 cm dans les gaines ; elles sont parvenues le 28 mai, donc après quatre semaines, à l'épiaison. Les secondes avaient été coupées au stade de fin montaison le 27 avril (hauteur de la tige 31 cm) ; le 28 mai, au bout de la même période, elles n'avaient pas encore épié, la hauteur de leurs tiges n'atteignant que la moitié environ de celle des autres (34 cm contre 62).

Il semble qu'il s'agisse du même phénomène d'inhibition que celui observé lors de la montaison de la part des talles qui évoluent sur celles qui sont végétatives et sur la création de nouvelles unités. En conséquence, il y aurait ici un retard dans la mise en route et l'évolution vers la reproduction de jeunes talles et bourgeons, d'autant plus marqué que la période d'inhibition précédente a été forte, c'est-à-dire s'est prolongée longtemps.

3° Après fin septembre, toutes les repousses sont restées végétatives, sans qu'on puisse affirmer qu'il s'agisse uniquement d'un manque d'induction d'ébauches d'épis dû aux jours courts. Il se pourrait aussi que l'induction ait eu lieu, mais que les tiges n'aient pas eu à leur disposition une somme de températures suffisante pour croître, comme peut le suggérer la régularité de diminution des hauteurs atteintes par les plantes des traitements 5 à 12 au cours du septième cycle.

4° Considérons à présent les traitements 1 et 2. Non seulement les plantes qui y étaient soumises n'ont pas épié avant leur quatrième cycle, mais encore la hauteur de l'épi dans les gaines n'avait jamais atteint 7 cm auparavant. Or, si nous portons sur un graphique les hauteurs atteintes par les apex de ces plantes aux différentes coupes jusqu'à l'épiaison (donc jusqu'à la quatrième coupe comprise), nous constatons que la croissance s'est faite comme celle des plantes non coupées, c'est-à-dire celles du traitement 15.

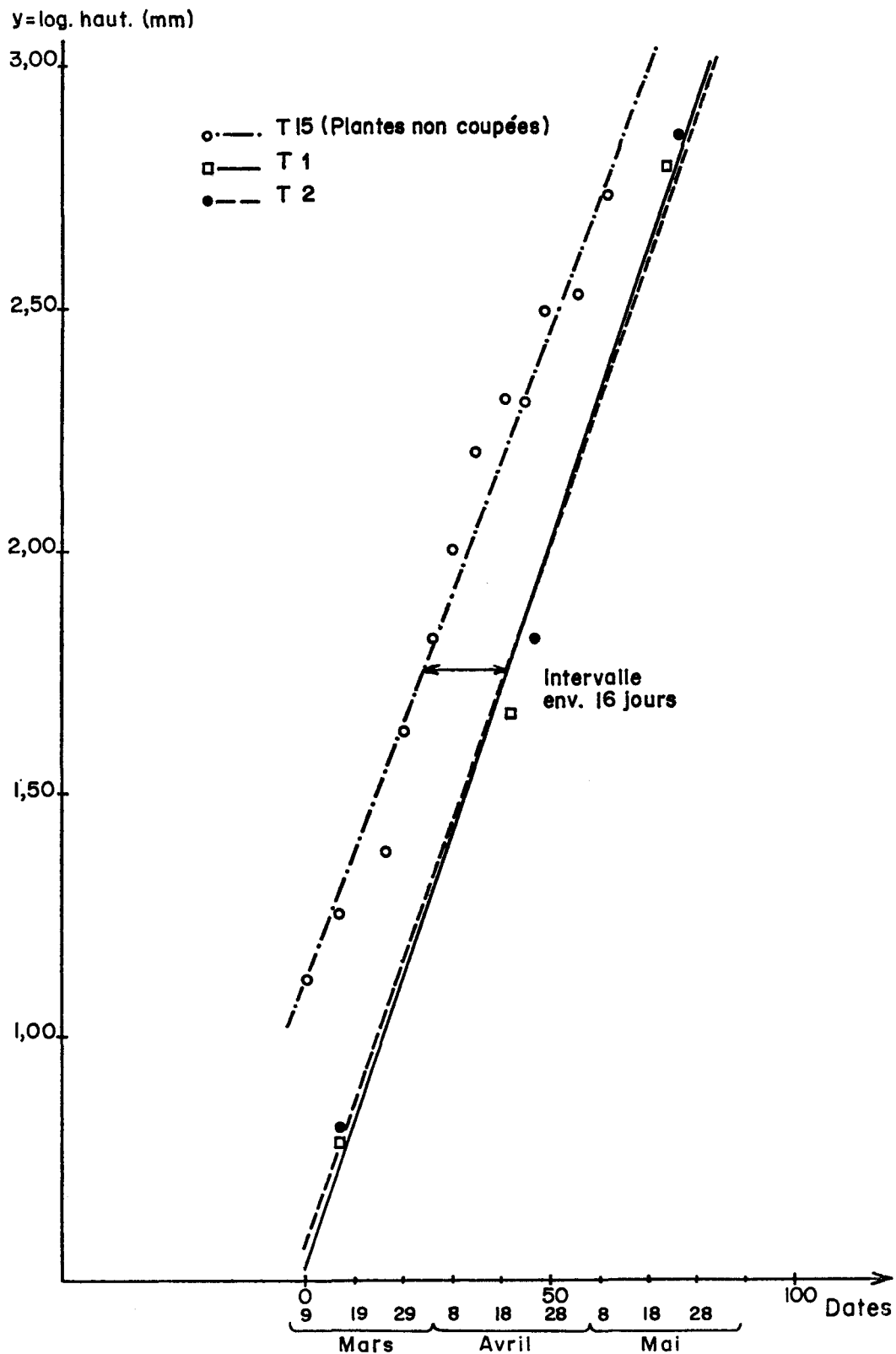
Comme cette croissance se fait exponentiellement pour la période qui nous intéresse (à savoir du début de la montaison jusqu'à l'épiaison), nous choisirons par commodité la variable transformée $y = \log h$, où h est la hauteur des tiges exprimée en mm. Si nous exceptons les deux premières mesures (premières coupes des traitements 1 et 2) qui ont été faites en hiver, à une époque où il n'y avait pas de croissance, les autres (premières coupes des traitements 3 à 15) dessinent approximativement une droite en fonction du temps exprimé en jours (*cf.* graphique 1). Cette droite est donc la transformée de la courbe exponentielle de montaison et représente la croissance des plantes non coupées.

Son équation est :

$$y - \bar{y} = \frac{2,65}{100} (x - \bar{x}) \quad \text{avec}$$

$$\bar{y} = 2,056$$

$$\bar{x} = 35,46$$



56 Graphique 1

COURBES TRANSFORMÉES LOGARITHMIQUEMENT
 DE LA CROISSANCE DES APEX DES TIGES
 (plantes non coupées et traitements n° 1 et 2 jusqu'à épisaison)

Le coefficient de régression $\frac{2,65}{100}$ a un écart type de $\frac{1,218}{1.000}$.

Construisons maintenant les courbes correspondant aux hauteurs atteintes aux quatre premières coupes des traitements T 1 d'une part, T 2 de l'autre. La courbe du traitement 1 est la droite :

$$y - \bar{y} = \frac{2,89}{100} (x - \bar{x}) \quad \text{avec}$$

$$\bar{y} = 1,747$$

$$\bar{x} = 41,0$$

et celle du traitement 2 la droite :

$$y - \bar{y} = \frac{2,99}{100} (x - \bar{x}) \quad \text{avec}$$

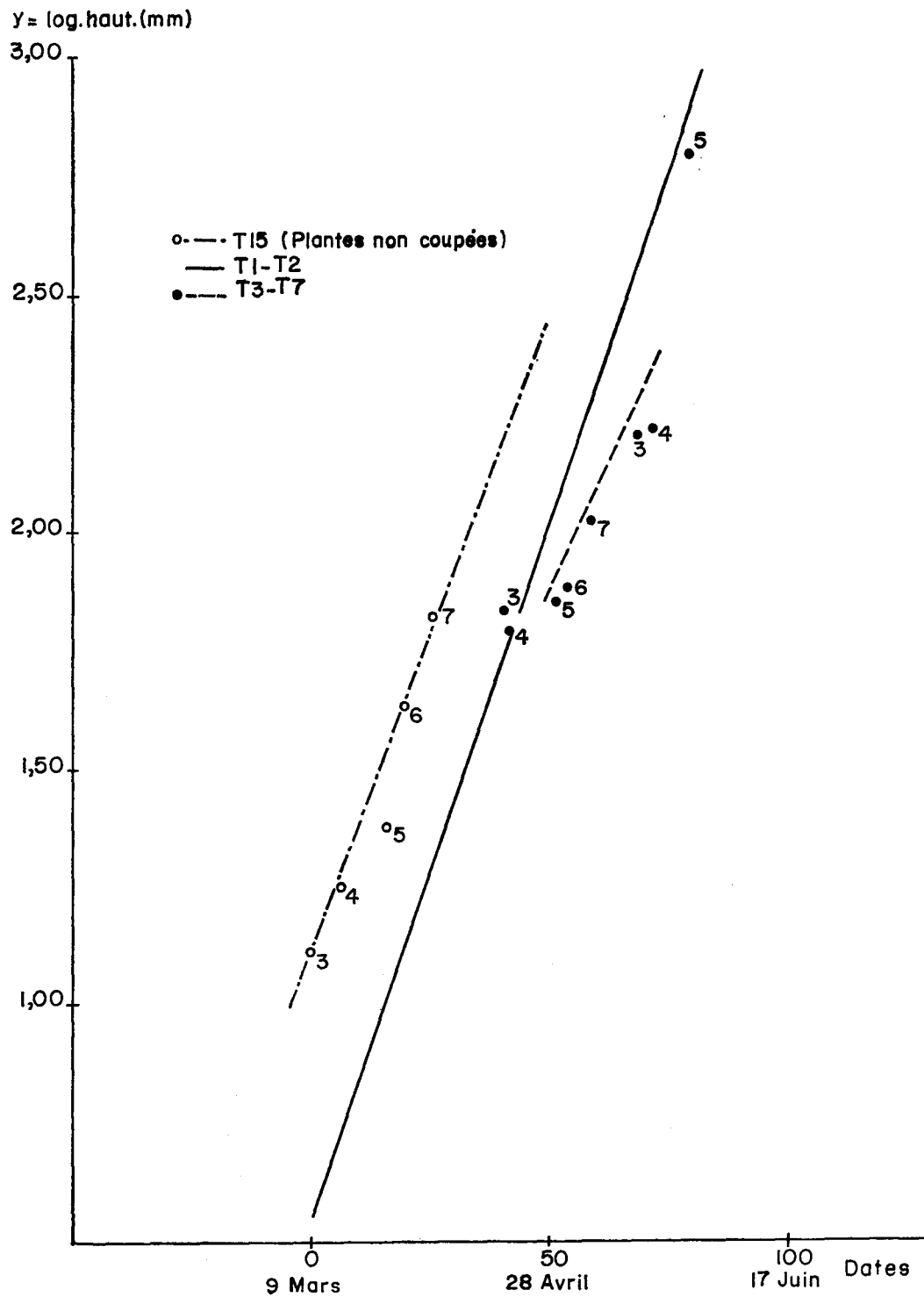
$$\bar{y} = 1,822$$

$$\bar{x} = 43,67$$

Ces deux droites apparaissent confondues sur le graphique et en effet elles ne sont pas, d'après le calcul statistique, significativement distinctes.

De plus, cette droite commune est parallèle à celle qui représente la croissance des plantes non coupées. La différence entre les pentes est égale à 1,43 fois son propre écart-type, ce qui donne à l'hypothèse nulle (différence non significative) une probabilité comprise entre 0,10 et 0,20 (12 degrés de liberté).

Ce parallélisme indique donc que les tiges des plantes des traitements 1 et 2 ont poussé exactement comme s'il n'y avait pas eu de coupe, et ceci jusqu'à leur épiaison. Il y a simplement eu un décalage dans le temps d'environ seize jours. Or les deux premières coupes de T 1 et T 2 se sont faites à une hauteur de tige inférieure à 1 cm ; le phénomène s'explique donc facilement : la lame de coupe a passé au-dessus des apex, lesquels ont continué à pousser. L'effet a cependant persisté au-delà des troisièmes coupes, faites à 4,7 et 6,6 cm respectivement. A cette hauteur, certains apex au moins ont certainement été touchés, mais nous nous trouvons encore à la limite inférieure de ce qu'on peut appeler la « fourchette de Rebischung », c'est-à-dire



Graphique 2

COURBES TRANSFORMÉES LOGARITHMIQUEMENT
DE LA CROISSANCE DES APEX DES TIGES

(deuxième et troisième coupes des traitements n° 3, 4, 5 et deuxième coupe
des traitements n° 6 et 7)

l'intervalle 5-15 cm de hauteur des apex, et nous pouvons admettre qu'une coupe faite à des hauteurs d'apex de l'ordre de 5 cm n'affecte pas, dans l'ensemble, la croissance des tiges.

Les coupes subies par les plantes des traitements 1 et 2 ont donc essentiellement été des coupes de feuilles. Il est intéressant de remarquer que le retard de croissance qu'elles ont occasionné a été le même (seize jours) environ puisque les deux droites correspondant à T 1 et T 2 sont confondues, bien qu'il y ait eu près d'un mois d'intervalle entre les premières coupes de ces deux traitements.

Si nous admettons que les coupes faites à la limite inférieure de la « fourchette » n'affectent pas la croissance des tiges, il nous faut rechercher si cela a aussi été vrai pour les autres traitements que T 1 et T 2. En effet, huit autres coupes ont été faites à des hauteurs de tiges inférieures à 7 cm : ce sont les premières coupes des traitements 3 à 7 et les deuxièmes coupes des traitements 3 à 5. Le graphique 2 montre que les points correspondant aux repousses de ces coupes sont effectivement à peu près groupés autour de la droite correspondant à T 1 et T 2.

Si leur dispersion autour de cette droite n'est pas trop grande, on peut admettre que pour eux aussi le même phénomène a joué, à savoir que la croissance des tiges n'a pas été perturbée et qu'il n'y a eu qu'un simple retard. En fait, le calcul statistique donne une dispersion qui est significativement plus grande que celle des points de T 1 et T 2, mais à peine (rapport des variances $e^{2Z} = 7,79$; limite supérieure de $e^{2Z} = 6,04$ au seuil de probabilité 5 %, 14,80 au seuil 1 %). Par contre, le coefficient de régression n'est pas significativement distinct de celui des points de T 1 et T 2, si bien que nous pouvons quand même admettre l'hypothèse de la non-perturbation de la croissance des tiges, mais avec un délai peut-être différent. En effet, si nous refaisons le calcul en choisissant une droite parallèle à celle de T 1 T 2, mais décalée cette fois de vingt-deux jours et non de seize par rapport à la droite des plantes non coupées, on arrive à un rapport des variances $e^{2Z} = 3,84$, tout à fait admissible pour des degrés de liberté 7 (et non plus 8) et 4.

5° Ce qui précède concerne la croissance des tiges ; qu'en est-il de la croissance globale dont dépend la production ?

La comparaison des traitements 1, 2, 4 et 11 entre eux et avec le traitement 15, lors du premier cycle, permet de constater des variations importantes du taux de croissance absolue, dans une même période, en fonction

du passé de la plante. Le taux de croissance absolue est pour une repousse donnée, égal à la production de matière sèche entre les deux coupes successives divisée par le nombre de jours.

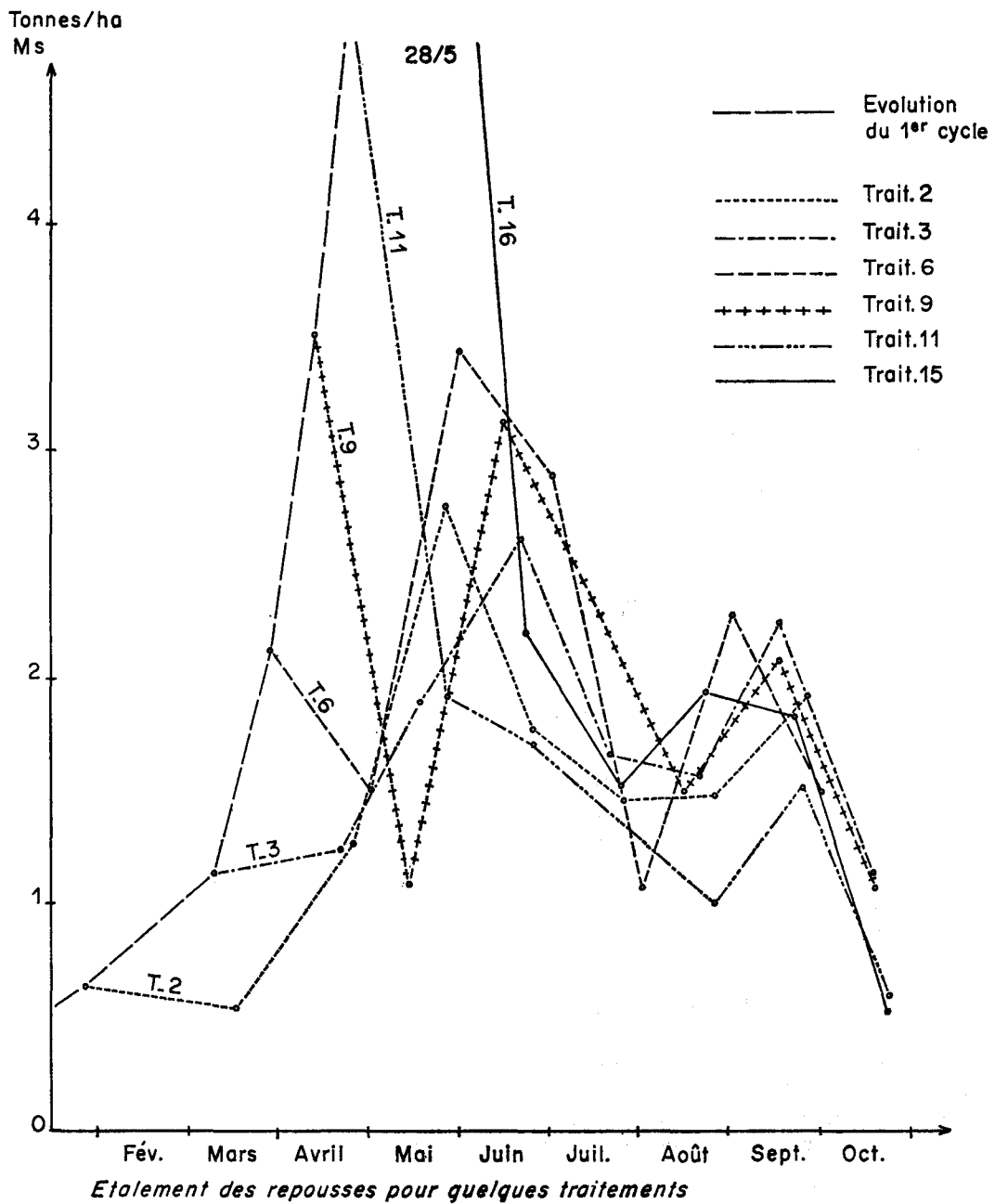
TABLEAU III

TAUX DE CROISSANCE ABSOLUE AU COURS DU PREMIER CYCLE

<i>Traitements No</i>	<i>Périodes et taux de croissance en kg de matière sèche par ha et par jour</i>					
15 (cycle compl.)	21/12-16/3 14.0	16/3-19/4 62.0	16/3-23/4 89.7	19/4-22/5 224.3	23/4-24/5 210,3	16/3-22/5 141.9
11					23/4-22/5 61.4	
4		16/3-20/4 31.5		20/4-20/5 76.3		
2			16/3-25/4 32.4		25/4-25/5 91.8	
1	21/12-16/3 4.6	16/3-20/4 21.2		20/4-22/5 93.9		

Le taux de croissance absolue d'une repousse n'arrive pas à être égal à celui d'une plante non coupée (T 15) et les différences sont fortes. Par ailleurs, les plantes du traitement 1 coupées deux fois ont un taux de croissance inférieur à celui des plantes du traitement 4 coupées une seule fois, du 16 mars au 20 avril. Le chiffre observé du 16 mars au 25 avril pour le traitement 2, coupé une fois, ne peut être comparé directement car, pendant les cinq derniers jours, le taux instantané doit être maximum et agir fortement sur le taux de croissance absolu ou taux moyen. Il est vraisemblable qu'il serait intermédiaire entre celui de 1 et 4 pour la même période.

Mais ceci s'atténue et s'inverse avec le temps. Ainsi, du 20 avril au 22 mai pour T 1, coupé trois fois, le taux est supérieur à celui observable dans T 4 et T 11, du même ordre que celui de T 2, pour une période encore



Graphique 3

ETALEMENT DES REPOUSES POUR QUELQUES TRAITEMENTS

comparable. La phase de croissance la plus active a lieu plus tardivement. Ceci conduira à retarder la pointe de production du printemps, ainsi qu'on peut l'observer sur le graphique 3, en comparant, par exemple, T 2 avec maximum de production fin mai et T 11 avec maximum un mois plus tôt.

La conclusion de ceci au niveau de la production est que des coupes successives durant la période du premier cycle complet n'ont pas permis de recueillir une production aussi importante qu'en laissant la plante se développer jusqu'à épiaison (tableau 4). En contrepartie, elles permettent d'étaler cette production.

TABLEAU IV
FRAGMENTATION DU PREMIER CYCLE

<i>Traitements</i>	<i>Nombre de coupes</i>	<i>Rendement (t/ha de M.S.)</i>
1	4	4,571
2	4	5,157
4	3	5,032
11	2	6,955
15	1	11,151

II. — RENDEMENTS EN MATIERE SECHE :

Le rendement en herbe d'une prairie est défini d'une part par le total annuel qui en représente le potentiel, d'autre part par la répartition de ce rendement au cours des pousses successives. Ce second aspect est évidemment très important ; en fonction de ce que l'agriculteur demande à la prairie (foin ou ensilage pour réserves à faire en un seul instant en grande quantité, pâture ou affouragement en vert, solution mixte), la technique d'exploitation devra conduire à une répartition différente. Total annuel, production et évolution au cours du premier cycle, répartition des repousses en particulier au-delà du printemps, tels sont les points présentés. Au tableau 5 apparaissent les rendements par coupe.

TABLEAU V

RENDEMENTS EN MATIERE SECHE PAR COUPE (t/ha)

Les dates sont rappelées en-dessous entre parenthèses.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,460 (21/12)	0,625 (26/1)	1,116 (9/3)	1,641 (16/3)	1,695 (25/3)	2,119 (29/3)	2,107 (4/4)	2,281 (8/4)	3,511 (13/4)	3,749 (19/4)	5,051 (23/4)	4,851 (27/4)	5,926 (4/5)	6,777 (10/5)	11,151 (22/5)
2	0,384 (16/3)	0,512 (16/3)	1,425 (19/4)	1,102 (20/4)	2,199 (30/4)	1,487 (2/5)	1,294 (7/5)	1,280 (11/5)	1,079 (14/5)	1,361 (18/5)	1,904 (24/5)	1,687 (28/5)	2,740 (4/6)	2,674 (10/6)	2,186 (22/6)
3	0,721 (20/4)	1,265 (25/4)	1,888 (17/5)	2,289 (20/5)	2,505 (28/5)	3,451 (1/6)	3,523 (7/6)	3,267 (10/6)	3,129 (14/6)	3,047 (18/6)	1,692 (23/6)	2,146 (25/6)	2,709 (5/7)	2,141 (11/7)	1,505 (22/7)
4	3,006 (22/5)	2,755 (25/5)	2,622 (20/6)	2,403 (20/6)	2,215 (27/6)	2,870 (1/7)	2,636 (6/7)	2,197 (11/7)	2,322 (15/7)	2,002 (18/7)	1,395 (22/7)	1,873 (25/7)	2,212 (4/8)	2,201 (10/8)	1,921 (22/8)
5	1,466 (20/6)	1,752 (25/6)	1,645 (18/7)	1,267 (21/7)	0,992 (27/7)	1,046 (1/8)	1,062 (6/8)	1,359 (11/8)	1,488 (16/8)	1,522 (19/8)	0,983 (23/8)	1,587 (27/8)	1,375 (4/9)	1,083 (8/9)	1,814 (20/9)
6	1,252 (20/7)	1,447 (25/7)	1,561 (18/8)	1,456 (22/8)	1,468 (27/8)	2,295 (1/9)	2,042 (6/9)	1,943 (12/9)	2,081 (16/9)	2,145 (20/9)	1,513 (24/9)	1,656 (26/9)	1,379 (4/10)	0,881 (11/10)	0,588 (21/10)
7	1,732 (20/8)	1,471 (25/8)	2,427 (16/9)	1,968 (24/9)	1,385 (27/9)	1,502 (1/10)	1,059 (7/10)	0,853 (13/10)	0,860 (17/10)	0,540 (18/10)	0,536 (24/10)	0,519 (26/10)			
8	1,996 (20/9)	1,904 (26/9)	0,938 (17/10)	0,509 (21/10)	0,557 (27/10)										
9	0 (21/10)														
Total	11,351	11,731	13,414	12,642	13,016	14,770	13,723	13,180	15,757	13,074	14,470	14,319	14,366	16,341	19,165

TABLEAU VI

RENDEMENT ANNUEL ET PREMIER CYCLE (en t/ha de M.S.)

Traitements				Total annuel		1 ^{er} cycle	
H.	Epi			Traitem.	Rendem.	Traitem.	Rendem.
cm				t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
1	0,4	21/12		15	19,166	15	11,151
2	0,93	26/1		14	16,340	14	6,777
3	1,3	9/3		13	15,424	13	5,926
4	1,78	16/3	Diff. épi.	12	14,771	12	5,051
5	2,41	25/3		11	14,471	11	4,851
6	4,22	29/3		10	14,364	10	3,749
7	6,57	4/4		9	14,403	9	3,511
8	10,0	8/4		8	13,723	8	2,281
9	16,0	13/4		7	13,625	7	2,119
10	20,5	19/4		6	13,166	6	2,107
11	19,8	23/4		5	13,073	5	1,695
12	31	27/4		4	13,018	4	1,641
13	33	4/5		3	12,644	3	1,116
14	54	10/5		2	11,681	2	0,625
15	97	22/5	80 % épi.	1	11,351	1	0,460
				p.p.d.s. : 1,717 t/ha		p.p.d.s. : 2,036 t/ha	
				Coeff. var. : 10,4 %		Coeff. var. : 49,85 %	
				r = 0,98			

A) Total annuel.

Un parallélisme net peut être tracé entre le classement des rendements annuels et celui des traitements par ordre de tardivité de la première coupe. Le coefficient de corrélation de rang est égal à 0,81. Cependant, quelques

Productivité du

exceptions notables apparaissent sur le tableau 6 en ce qui concerne les traitements T 3, T 11 et T 12.

De même, il est aisé de constater la grande importance que revêt dans le rendement total celui de la première coupe : le coefficient de corrélation de rang est 0,98. Les autres coupes provoquent des perturbations, par exemple 3, 6, 11, 12, mais elles ne sont pas toujours significatives.

B) Répartition de la production.

a) Variabilité des rendements par coupe :

Suivant les traitements, la variation est plus ou moins grande et c'est l'un des points d'intérêt de cette étude.

Nous l'avons exprimé par le coefficient de variation $\frac{\text{écart-type}}{\text{moyenne}} \times 100$,

qui est d'autant plus élevé que l'irrégularité de répartition est grande.

TABLEAU VII

COEFFICIENT DE VARIATION DU RENDEMENT PAR COUPE

Traitement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Coefficient variation %	70.9	60.5	34.6	40.2	40.7	40.1	46.5	42.7	48.6	52.3	79.0	65.4	61.8	81.8	123.3
Nombre de coupes	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6

Il apparaît que les traitements les plus réguliers sont les traitements 3 à 10. L'irrégularité augmente avec la tardivité et les traitements les plus précoces. Il est à remarquer que 11 a un coefficient nettement plus élevé que 9 et 10 d'une part, 12 et 13 de l'autre.

b) *Première coupe :*

	1	3	6	9	11	15
1 ^{er} cycle (en % du total)	4.0	8.5	14.3	24.3	38.6	58,2

Au cours du premier cycle lui-même, la corrélation de rang entre tardivité d'exploitation et production de ce premier cycle est égale à 0,99. Il est à remarquer (tableau 6) que le traitement 15 est significativement supérieur à ceux qui le précèdent. Les traitements 11, 12, 13, 14 ne sont pas différents entre eux. Les traitements de 6 à 10 sont semblables, tandis que de 1 à 8 ils le sont aussi. Le coefficient de variation est, il est vrai, fort élevé.

c) *Fraction de production au-delà du printemps :*

- 1) *Production « été-automne » : herbe récoltée du 1^{er} juin à la fin de l'année :*

TABLEAU VIII

<i>Classement</i>	<i>Rendement</i>	
6	11,165	
13	10,406	
7	10,322	
9	9,881	
8	9,606	
10	9,255	
3	9,195	
14	8,999	
15	8,031	
4	7,612	
12	7,532	
1	6,731	
5	6,619	
2	6,523	
11	6,165	

Corrélation de rang
entre tardivité de la
1^{re} coupe et production :
0,18

p.p.d.s. : 1,082

Les stades atteints par le végétal lors des coupes réalisées en juin, juillet, août et début septembre sont proches, quels que soient les traitements ; ils sont assez différents par la suite. La valeur faible du coefficient de corrélation de rang ($r = 0,18$) indique qu'il n'y a pas influence nette de la date de première coupe sur cette période. Les traitements 6 à 10 sont les meilleurs, ainsi que 13. Les traitements très précoces (1 et 2) sont parmi les plus mauvais, 11 est le moins bon, significativement différent de ceux qui devraient l'entourer ; il en est pratiquement de même de 12. Le traitement 3, significativement supérieur à 2, 4 et 5, est égal à 8, 9, 10.

2) *Production « estivale » : herbe produite entre le 15 juin et le 1^{er} septembre (Tableau IX) :*

Ceci correspond aux coupes réalisées du 15 juillet au 10 septembre, c'est-à-dire à la production de deux cycles par traitement, les numéros de ces cycles n'étant pas les mêmes. Les stades du végétal à la récolte sont peu différents quels que soient les traitements (pleine épiaison à floraison).

Le coefficient de corrélation de rang « tardivité de la date de première coupe - rendement » n'est pas très élevé, mais si on lui applique les conditions de signification d'un coefficient de corrélation, il est significatif. Il y a donc une chance pour qu'il y ait un parallélisme entre tardivité de la première coupe et repousse estivale dans les conditions de notre essai. L'observation des chiffres montre qu'effectivement le premier groupe de signification comprend 12, 13, 15 tandis que 1, 2, 3, 4, 5 sont les derniers ; 6, 9 et 10 font partie du premier groupe. Là encore, 3 est significativement mieux classé que 2 et 4, tandis que 11 a la moins bonne repousse. Les écarts sont en fait assez faibles : sur le tableau, de 13 à 7, la diminution est très graduelle et non significative.

3) *Herbe produite pendant les quatrième, cinquième et sixième repousses :*

Une vaste période de temps est couverte par un même cycle de repousse : pour le quatrième de fin mai à fin août, pour le cinquième de fin juillet à fin septembre, pour le sixième de fin juillet à fin octobre. Par ailleurs, les stades du matériel végétal sont différents suivant les traitements au cours du quatrième et sixième.

TABLEAU IX

CYCLES UTILISES		PRODUCTION		
Traitements	N° des cycles utilisés	Traitements	Rendements	
1	6° + 7°	9	3.810	
2	6° + 7°	13	3.587	
3	5° + 6°	10	3.524	
4	5° + 6°	12	3.461	
5	5° + 6°	15	3.425	
6	5° + 6°	6	3.342	Corrélation de rang entre tardivité de la 1 ^{re} coupe et rendement estival : 0.53 p.p.d.s. : 0.490
7	5° + 6°	8	3.303	
8	5° + 6°	14	3.284	
9	4° + 5°	3	3.206	
10	4° + 5°	7	3.204	
11	4° + 5°	1	2.985	
12	4° + 5°	2	2.917	
13	4° + 5°	4	2.717	
14	4° + 5°	5	2.461	
15	3° + 4°	11	2.419	

Bien que ceci entraîne une imprécision, nous pouvons constater une évolution de la corrélation de rang « date de première coupe-rendement ».

quatrième cycle : coefficient de corrélation de rang : 0,82

cinquième » » » 0,00

sixième » » » 0,06

TABLEAU X

PRODUCTION AUTOMNALE (10 septembre au 27 octobre)

	<i>Traitement</i>	<i>Nombre de coupes</i>	<i>Production récoltée</i>	<i>Classement</i>
	1	2	2,330	7°
	2	1	1,904	11°
	3	2	3,365	1 ^{re}
	4	2	2,477	5°
Corrélation de rang « Date de 1 ^{re} coupe et production autom- nale » $r = 0,306$	5	2	1,942	10°
	6	1	1,502	13°
	7	1	1,509	12°
	8	2	2,796	3°
	9	2	2,941	2°
	10	2	2,685	4°
	11	2	2,049	9°
	12	2	2,175	8°
	13	1	1,379	14°
	14	1	0,881	15°
	15	2	2,402	6°

La diminution importante des valeurs entre le quatrième cycle (qui inclue des coupes effectuées au printemps) et les suivants exprime que l'influence de la date de première exploitation diminue avec le temps.

4) *Production automnale : Herbe récoltée au-delà du 10 septembre :*

Du 10 septembre à l'hiver, une ou deux coupes ont pu être effectuées, suivant les traitements. Les dates de ces coupes s'échelonnent du début septembre à fin octobre et l'herbe récoltée a été fabriquée en fin août-début

septembre ou au cours du mois d'octobre. Il est donc difficile d'essayer de comparer les capacités de repousse des plantes en fonction des traitements subis, que ce soit pour l'examen des taux de croissance absolus, concernant chaque coupe ou par tout autre moyen. Le seul aspect auquel nous pouvons nous intéresser concerne la production totale récoltée par l'agriculteur pendant cette période, quels que soient le nombre de coupes et leurs dates exactes. Cette production dépend à la fois:

- de l'échelonnement des coupes dans le temps en fonction de la date de la première coupe ;
- de la capacité de repousse des plantes, plus ou moins épuisées suivant les stades physiologiques auxquels ont eu lieu ces coupes pour chaque traitement.

Il apparaît qu'elle n'est pas en relation nette avec la date de première coupe: le coefficient de corrélation de rang est de 0,306 seulement. Les traitements 8, 9, 10 et 3 permettent d'obtenir le plus d'herbe dans cette période, 4 et 15 viennent ensuite par ordre d'intérêt décroissant.

d) *Comparaison de traitements :*

Un certain nombre de traitements ont été, à un moment donné, coupés ensemble et ceci permet d'effectuer des comparaisons entre l'évolution de leurs productions.

Traitements 1, 3, 4 et 10 :

Nous retrouvons le même phénomène que celui signalé dans la première partie : des repousses n'équivalent pas à une croissance continue.

Traitements	1	.....	3 coupes :	1.545 t/ha	(1 ^{re} + 2 ^e + 3 ^e)
	»	3	.....	2 coupes :	2.541 t/ha (1 ^{re} + 2 ^e)
	»	4	.....	2 coupes :	2.743 t/ha (1 ^{re} + 2 ^e)
	»	10	.....	1 coupe :	3.749 t/ha (1 ^{re})

Traitements 3 et 4 :

4 est supérieur à 3 au premier cycle, ce qui est normal. Leurs deuxièmes coupes ont lieu simultanément, c'est-à-dire que 3 bénéficie de cinq semaines de repos contre quatre semaines pour 4. Par la suite, 3 est toujours mieux

classé que 4 (sauf au troisième cycle) et lui est souvent significativement supérieur (été-automne, cinquième et huitième cycles). Les apex étant éliminés de façon comparable en deuxième et troisième coupe, compte tenu des hauteurs de tige, il semble bien que cet avantage ne puisse être dû qu'au temps de repos plus long.

Traitements 3 et 10 :

L'élimination des apex en montaison a lieu entièrement le 19 avril pour 10 (hauteur de tige : 205 mm) en première coupe et vraisemblablement aussi pour 3 (hauteur des tiges : 68 mm) en deuxième coupe.

3 est inférieur à 10 de 0,7 t/ha pour le total annuel, mais ceci n'est pas significatif. Les productions « été-automne » et « estivale » sont comparables. La répartition du rendement au cours de l'année est par contre plus régulière pour 3 que pour 10 (coefficient de variation : 34,6 % et 52,3). Le traitement 3 permet un étalement plus marqué de la pointe du premier cycle (graphique 3) et la première exploitation est sans doute économiquement intéressante.

Traitements 1, 2 et 15 :

Dans les deux traitements 1 et 2, les plantes subissent en même temps leur deuxième coupe le 16 mars. La production de 1 est inférieure à celle de 2 et il en est toujours ainsi par la suite.

La repousse en hiver, malgré un temps de repos long (84 jours), a affaibli les plantes de 1. Les deux traitements seront toujours parmi les moins productifs. La répartition de leur production est aussi irrégulière que celle des traitements tardifs. Les apex sont coupés tardivement. Les quatrième exploitations coïncident avec la première de T 15, et la production de ce dernier est par la suite significativement supérieure en toutes périodes.

Traitements 10 et 15 :

A quatre jours près, au mois de mai, la première coupe de 15 correspond à la seconde de 10. Un tel écart à cette époque peut être important, néanmoins il est intéressant de tenter la comparaison : la production annuelle de 10 est inférieure à celle de 15. L'ensemble « été-automne » de 10 est supérieur, par contre les « estivales » sont semblables, et les coupes tardives s'équilibrent. La repousse du troisième cycle avantage 10.

TABLEAU XI
COMPARAISON DES TRAITEMENTS 10 ET 15

	10		15		
1 ^{re} + 2 ^e	5,110	45,8 %	1 ^{re}	11,151	100 %
3 ^e	3,047	139,4 %	2 ^e	2,186	100 %
4 ^e	2,002	133,0 %	3 ^e	1,505	100 %
5 ^e	1,522	79,2 %	4 ^e	1,921	100 %
6 ^e	2,145	118,2 %	5 ^e	1,814	100 %
7 ^e	0,540	91,8 %	6 ^e	0,588	100 %
Total	14,364	68,9 %	Total	20,832	100 %

Un système d'exploitation conforme au traitement 10 permet d'étaler le premier cycle et d'assurer une troisième repousse importante avant l'été. Le traitement 9 conduit à un résultat voisin, mais nous ne pouvons le comparer directement à 15.

Traitements 11 et 15 :

11 est comparable à 15 à partir de la deuxième coupe. Il lui est toujours significativement inférieur. Il y a là un effet dépressif très net dû à la date de première coupe.

Traitements 10, 11, 12, 13 :

Ils se succèdent dans un intervalle de temps restreint où la plante évolue vite : première coupe les 19 avril, 23 avril, 27 avril et 4 mai.

Si les rendements des premières coupes sont classés dans un ordre normal, une anomalie importante existe par la suite : 11 est nettement inférieur à tous au cours des différentes périodes.

Lors de la première coupe, l'apex des plantes de 11 est sur une tige moyenne comparable à celle des plantes de 10 (198 mm contre 205 mm).

Mais pendant les six jours qui séparent ces exploitations dans la période active de végétation, l'état physiologique et les conditions d'alimentation ont pu devenir différents. 12 est significativement inférieur à 13 en total annuel et en « été-automne », à 10 pendant cette même période.

Traitements 5 et 12 :

La deuxième coupe de 5 coïncide avec la première de 12, à trois jours près. Les apex des plantes de l'un et l'autre traitement sont éliminés à cette date, les tiges étant suffisamment hautes mais de taille différente dans les deux cas (70 mm pour 5, 310 mm pour 12). 12 est supérieur à 5 pour la production totale et « estivale », non différent en « été-automne ».

12 et 5 ont un trait commun : ils ont tendance à être moins intéressants que les traitements immédiatement plus précoces ou plus tardifs. Mais ceci est nettement moins prononcé que dans le cas du traitement 11.

Par ailleurs, les systèmes d'exploitation 13 et 14 se classent normalement par rapport à 8, 9, 10 et 15. Les traitements 6, 7, 8, 9, 10 procurent des rendements importants et des répartitions parmi les plus régulières. Les apex de 6 peuvent avoir été coupés de justesse en première exploitation, au moins pour une partie d'entre eux ; ce traitement correspond à la limite inférieure de la « fourchette » 5-15 cm.

III. — DISCUSSION

Le fait que la croissance de la tige, tant qu'elle n'est pas sectionnée, n'est pas perturbée par les coupes tandis que la croissance globale de la plante est modifiée par ces dernières, semble indiquer que l'élongation de la tige jouit d'un statut préférentiel dans le processus de croissance.

Au cours des traitements 3 et 10, les premières tiges sont sectionnées en même temps et la production des deux traitements est intéressante. De même, pour 5 et 12, la suppression des apex est simultanée et ils ont tendance à procurer des résultats médiocres. Dans un cas comme dans l'autre cependant, les hauteurs des tiges de chaque traitement du couple étaient différentes. Il convient donc de considérer qu'elles ne sont pas un critère précis de l'état physiologique de la plante : état d'évolution de l'apex, rapport entre talles... La comparaison de deux autres traitements conduit à une semblable

conclusion : les traitements 10 et 11 ont des comportements très différents et cependant, lors de la première coupe, les tiges ont une hauteur comparable (205 mm et 198 mm). Mais les dates d'intervention ne sont pas les mêmes et quelques jours, en avril, ont suffi à provoquer un changement peu visible mais important : évolution de l'apex, compétition intense par suite d'un déficit momentané, par exemple. Ceci rejoint les conclusions de la section « Physiologie de l'exploitation des graminées » du groupe de travail « Fourrages » de l'I.N.R.A.

L'élongation de la tige est un meilleur repère de l'évolution de la plante, ainsi qu'il ressort précédemment, que la croissance prise globalement, mais un repère fluctuant non lié étroitement.

Il apparaît que le traitement 11 a un ensemble de repousses inférieur à ce qu'il devrait être par rapport à celui des traitements qui le précèdent et le suivent. La première exploitation se situe dans la phase de montaison, vraisemblablement aux alentours du stade C. Il a été démontré (8) qu'il existe, chez le Ray-grass d'Italie, une période de recession du tallage au cours de la montaison et qu'une exploitation dans cette période est suivie d'une mauvaise repousse exprimée en nombre de talles. Ce phénomène se situe entre le stade C et l'épiaison, avec une expression maxima près de l'épiaison, c'est-à-dire plus tardivement que dans le cas de cet essai. En effet, si le traitement 12, dans une moindre mesure, exprime encore un certain déficit par rapport à ce qu'il devrait être, les traitements 13 et 14 ont un comportement normal. Doit-on penser que nous sommes en présence du même phénomène, dont l'expression aurait lieu un plus tôt ? La population Mayenne est plus hétérogène et légèrement plus précoce que la variété Tiara avec laquelle a été effectuée l'étude précédente ; les conditions de nutrition ont été différentes. Il est plausible que l'apogée de la période critique ne se soit pas situé exactement au même moment par rapport à l'épiaison.

Le fait que la production assurée par le traitement 15, le plus tardif, soit supérieure à celle des autres est lié, d'une part à l'impossibilité de fabriquer par des repousses successives autant de matière que par croissance continue de la plante, d'autre part au fait que la pousse d'été des traitements tardifs est pratiquement égale à celle des traitements plus précoces.

Mais il est intéressant de constater que si cette supériorité s'exprime pour le traitement 15, celle de 13 et 14 est moins nette, et le traitement 6 est leur égal.

La meilleure répartition du rendement au cours de l'année assurée par les traitements 3 à 10 apparaît comme due à l'étalement de la production correspondant au premier cycle d'une plante non perturbée. Cet effet est stigmatisé dans le graphique n° 3. La corrélation « date de première coupe-rendement » est en faveur de la tardivité pour l'été, de la précocité pour l'automne, mais en fait les différences de production sont faibles (excepté pour 11, 1 et 2) et les variations à ces époques influent peu sur l'ensemble de la répartition.

Il est regrettable de n'avoir pu continuer à explorer jusqu'à floraison l'effet de la date de la première coupe.

CONCLUSION

Qu'apportent ces données pour la définition d'une méthode d'exploitation ? Nous pouvons tout d'abord en tirer un certain nombre de confirmations :

— Les rendements les mieux répartis dans l'année et parmi les meilleurs sont obtenus par des systèmes d'exploitation dont la première coupe a lieu lorsque la tige est entre 4,6 cm et 20 cm, et même plus précisément entre 4,6 et 16 cm, c'est-à-dire pendant la fourchette 5-15 cm. Mais la production maxima est obtenue sans conteste par le système commençant au début d'épiaison (nous n'avons pas de repère ultérieur).

— Au cours de la montaison, la plante passe par une phase sensible où il n'est pas bon de débiter l'exploitation annuelle. Cependant, cette période apparaît restreinte dans le temps et peut-être en fonction des variétés, de la nutrition, varie-t-elle par rapport à l'épiaison. Une certaine prudence est donc nécessaire entre la pleine montaison et la proximité de l'épiaison.

— Un déprimage hivernal est nocif à l'avenir de la prairie de Ray-grass d'Italie. Il en est de même pour des exploitations précoces au printemps (début mars au Pin), dans la mesure où elles ne permettent pas d'éliminer les apex en deuxième coupe avant la phase sensible (traitement 5) ou bien n'assurent pas un long temps de repos avant la deuxième exploitation (traitement 4 par rapport à 3). En respectant ce dernier point, conformément au schéma 3, une intéressante première coupe peut être récupérée.

— L'exploitation qui débute à l'épiaison et celles qui sont proches, mais postérieures à la phase sensible, permettent d'obtenir des repousses estivales au moins égales à celles fournies par les traitements de la fourchette. Le creux de production estivale a une importance comparable pour les divers traitements intéressants. En année sèche et à Lusignan, moins arrosé que Le Pin, cette égalité est aussi marquée.

— Une exploitation au point 10 cm permet d'obtenir un étalement du rendement total, par une répartition en plusieurs coupes de la production correspondant à celle d'un premier cycle non perturbé. La période de croissance active de l'herbe est prolongée jusqu'au début de l'été. Ensuite, mis à part un léger avantage à l'automne, cette technique n'assure pas un meilleur équilibre des repousses (compte non tenu bien sûr des traitements déficitaires 1, 2, 4, 5, 11 et même 12).

En fonction de son objectif, un exploitant peut donc choisir, sans complexe au sujet des repousses estivales, soit la technique du point 10 cm (avec sa fourchette et la possibilité 3) pour lui assurer la meilleure répartition de la production jusqu'au début de l'été, en pâture ou affouragement en vert, soit un système d'exploitation basé sur la coupe à épiaison pour la production de réserves, les repousses étant pâturées ou non.

L'ensemble de cette étude a été réalisé au Pin-au-Haras, en conditions favorables à la pousse de l'herbe. C'est donc une traduction des réactions propres de la plante à l'exploitation que nous avons pu souligner. Cette analyse met en lumière l'évolution de la fabrication de matière sèche par la plante, mais cette matière doit avoir la meilleure valeur nutritive possible, et en un prochain article seront présentées et analysées les données concernant ce problème.

P. MANSAT et C. PFITZENMEYER.

- (1) BAKER H.K. (1963) : « Recent researches in grasslands » (*Vistas in Botany*, 2, 36-61).
- (2) BARLOY J. et BOUGLE B. : « Physiologie et Biologie des graminées cultivées. Applications pratiques » (Ferté, imprimeur, Rennes).
- (3) DAVIES A. : « Carbohydrate levels and regrowth in perennial ryegrass » (*J. Agric. Sci.*, 65, 2, 213-221, 1965).
- (4) JACQUARD P. : « Physiologie et exploitation des Ray-grass » (*Proc. 8th Intern. Grassl. Congress*, 1960, pp. 426-429).

- (5) LAISSUS J. : « Essais sur Dactyle - Productivité et exportations » (*Fourrages* n° 25, p. 33).
- (6) LANGER R.H.K. (1963) : *Rev. Art. Herb. Abstr.*, 32-3.
- (7) MAHOU A. et REBISCHUNG J. : « Biologie des graminées » (*Bull. Tech. Inform.*, n° 163, 1961, pp. 889-910).
- (8) MANSAT P. : « Physiologie de l'exploitation des graminées dans la prairie » (*Fourrages*, n° 20, 1965, pp. 42-54).
- (9) MANSAT P. : « Evolution du tallage chez *Lolium italicum* » (*Fourrages* n° 22, 1965, pp. 37-41).
- (10) MANSAT P. : « Variation de la longueur de tige et réalisation d'un stade de développement chez les graminées fourragères » (*Ann. Amél. Pl.*, 1965, 15 (1) 53-60).
- (11) MARSHALL C. et SAGAR G.R. : « The influence of defoliation on the distribution of assimilates in *Lolium multiflorum* Lam. » (*Ann. Bot.*, 29, 115, 365-370, 1965).
- (12) REBISCHUNG J. : « Influence du mode d'exploitation sur le volume et la répartition dans le temps de la production des graminées fourragères » (Journées d'études, I.N.R.A.-G.N.I.S.).
- (13) REBISCHUNG J. : « Etudes sur la croissance et le développement du Dactyle (*Dactylis glomerata*) » (*Ann. Amél. Pl.*, 12-3, 175-196, 1962).