

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UO 35903
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX 2

COMPOSITION CHIMIQUE, DIGESTIBILITÉ ET INGESTIBILITÉ DE LA PLANTE DE TOURNESOL SUR PIED ET APRÈS ENSILAGE

C. DEMARQUILLY et J. ANDRIEU

avec la collaboration technique de J.-M. BOISSAU,
H. BOUSQUET, Jacqueline JAMOT et L. L'HOTELIER

Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
63 - Saint-Genès-Champagnelle

RÉSUMÉ

Au cours de 2 années, la digestibilité et la quantité ingérée de la plante entière de tournesol (variétés *Peredovick* et *I. N. R. A. 6501*) sur pied et après ensilage ont été mesurées sur des moutons. La plante sur pied a été étudiée durant 10 semaines consécutives, soit entre les stades « formation du capitule » et « maturité physiologique de la graine ».

Au cours de ces 10 semaines, la part des divers organes dans la matière sèche de la plante a évolué régulièrement ; la part du capitule est passée notamment de 0 à 55-60 p. 100 et celle de la graine de 0 à 35-40 p. 100 (fig. 1). Dans le même temps, les teneurs en matière sèche et en cellulose brute ont augmenté (respectivement en moyenne de 10 à 25 p. 100 et de 17-19 à 28-30 p. 100 environ), tandis que les teneurs en cendres et en matières azotées diminuaient (respectivement de 15-16 à 10-11 p. 100 et de 16-18 à 12 p. 100 environ) (fig. 2). Le tournesol est riche en nombreux éléments minéraux (tabl. 1).

La digestibilité de la matière organique qui était de l'ordre de 75-77 p. 100 lors de la formation du capitule, est restée pratiquement constante jusqu'au début de la floraison, puis a diminué de 0,35 à 0,40 point par jour pendant 5 à 6 semaines pour se stabiliser de nouveau à partir du stade « amandes pâteuses » entre 60 et 65 p. 100 suivant les variétés (fig. 3) (tabl. 2). Elle est faiblement liée à la teneur en matières azotées ou en cellulose brute (fig. 4).

La quantité de matière sèche ingérée par les moutons a d'abord diminué pour atteindre des valeurs très basses au début de la floraison puis a augmenté très fortement à partir de la formation de la graine pour atteindre des valeurs comprises entre 70 et 80 g/kg P^{0,75} au début du stade « consistance de la graine ». Elle a ensuite eu tendance à diminuer de nouveau avec l'avancement du stade de maturité mais relativement peu (fig. 5) (tabl. 2).

La quantité de matière sèche récoltée à l'hectare a rapidement augmenté durant les 6 à 7 semaines qui ont suivi l'apparition des capitules pour se stabiliser ensuite vers 8,0 t pour la variété *Peredovick* et entre 10 et 11 t pour la variété *I. N. R. A. 6501* (fig. 6). Les quantités d'UF et de matières azotées digestibles récoltées à l'hectare ont atteint leur maximum plus rapidement (la 3^e ou la 4^e semaine après l'apparition des capitules) et sont restées ensuite sensiblement constantes (fig. 5).

La plante de tournesol s'ensile très bien quand elle est récoltée alors que l'amande est déjà

bien formée, vraisemblablement parce que sa teneur en glucides solubles est relativement élevée (de l'ordre de 14 p. 100). Les caractéristiques fermentaires des 4 ensilages de tournesol étudiés ont été très voisines de celles observées pour la plante de maïs (tabl. 3).

L'ensilage a entraîné une diminution faible (2,2 points en moyenne) et peu variable de la digestibilité de la matière organique, mais une diminution plus importante (28 p. 100 en moyenne) et plus variable (de 19 à 39 p. 100) de la quantité ingérée.

La composition du mélange des acides gras volatils du jus de rumen des moutons ayant reçu les ensilages de tournesol a été assez différente de celle des moutons ayant reçu la plante de tournesol sur pied : la teneur en acide acétique a diminué au bénéfice essentiellement de la teneur en acide propionique.

Compte tenu de l'évolution des quantités ingérées et de la production d'éléments nutritifs à l'hectare, l'exploitation du tournesol en vert ne devrait pas se situer avant la quatrième semaine après l'apparition des premières fleurs et pourrait alors se poursuivre pendant environ un mois.

INTRODUCTION

La plante de tournesol est utilisée comme fourrage, soit en vert soit après ensilage, notamment dans les pays de l'Est. De nombreuses études étrangères ont montré qu'elle avait un potentiel de croissance élevé, ce qui lui permettait de donner en peu de temps une importante quantité de matière verte et de matière sèche à l'hectare. Cette potentialité élevée a été confirmée en France par HUGUES (1962). Aussi est-elle préférée au maïs comme culture dérobée dans les pays de l'Est. Elle l'est aussi comme culture principale dans les régions assez froides parce qu'elle est beaucoup plus résistante au froid. En revanche, il existe très peu de données sur sa composition chimique, sa valeur nutritive et surtout sur sa quantité ingérée. On ignore de même quel est son stade optimum d'exploitation.

C'est pourquoi dans le cadre des études entreprises à la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants sur la valeur alimentaire des fourrages, nous avons étudié l'évolution de la composition chimique, de la valeur nutritive et de l'ingestibilité de la plante de tournesol à partir de la formation des capitules jusqu'à la maturité et ses modifications sous l'action de la conservation par ensilage. Cette étude a été entreprise sur des moutons maintenus en cage à métabolisme.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Mesures sur la plante sur pied

La digestibilité et la quantité ingérée de la plante entière de 3 tournesols sur pied ont été mesurées sur des moutons pendant 10 semaines consécutives, du 20 juillet au 25 septembre, soit du stade formation ou grossissement des capitules jusqu'au stade « maturité physiologique de la graine ». Ces 3 tournesols avaient été semés dans des parcelles du Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires de Theix (800 m d'altitude) dans le Puy-de-Dôme, la variété *Peredovick* le 7 mai 1969 et les variétés *Peredovick* et *I. N. R. A. 6501* le 8 mai 1970. Le peuplement n'a pas été mesuré en 1969 et il était en 1970 respectivement de 62 000 pieds par ha et 92 200 pieds par ha pour *Peredovick* et *I. N. R. A. 6501*. La fertilisation reçue avait été pour chaque variété de 100 kg d'azote et 100 kg de P et K à l'hectare.

Chaque variété fauchée le matin, puis hachée dans un hache-paille en brins de 2 à 3 cm de

longueur, a été distribuée à volonté (5 à 10 p. 100 de refus) chaque jour en 3 repas (8 h 30, 13 h 30, 17 h) à un lot de 4 moutons en cage à métabolisme et de 2 moutons en case individuelle. En 1969, nous avons en outre un 7^e mouton muni d'une fistule du rumen qui nous servait pour prélever du jus de rumen. La digestibilité et la quantité ingérée ont été mesurées en continu ; chaque période de mesure allant du lundi au samedi était séparée de la suivante par un seul jour, le dimanche.

Les surfaces et les quantités fauchées ont été mesurées chaque jour. Au milieu de chaque période de mesure, un échantillon de 10 plantes a été prélevé et celles-ci ont été séparées en capitules (dont les graines ont été séparées quand elles ont été bien formées), feuilles et tiges. Ces différentes fractions ont été séchées à 80°C dans une étuve ventilée, puis pesées et leur poids a été exprimé en p. 100 de la matière sèche totale.

Mesures sur la plante ensilée

Nous avons réalisé à partir des plantes étudiées en vert 4 ensilages. La variété *Peredovick* a été fauchée le 28 août 1969 (stade amandes laiteuses) et les variétés *Peredovick* et *I. N. R. A. 6501*, le 8 septembre 1970 (stade amandes pâteuses) avec une récolteuse chargeuse à tambour hacheur (type New Holland 717) réglés pour assurer un hachage en brins de 0,5 à 1 cm. Le fourrage a été ensilé immédiatement après la coupe avec addition de 1,5 l d'acide formique à 80 p. 100 par tonne dans des petits silos tours de 4 m³ en bois gainés de plastique ou en butyl. Il a été tassé au pied au fur et à mesure du remplissage et, dès la fin de celui-ci, a été couvert d'un film plastique et chargé de pierres (silos en bois) ; quant aux enveloppes de butyl, elles ont simplement été refermées.

Durant l'hiver qui suivait leur récolte, nous avons mesuré sur 6 moutons (4 en cages et 2 en cases) aussi semblables que possible à ceux ayant servi pour les mesures en vert, la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages. Un 7^e mouton muni d'une fistule du rumen nous servait à prélever du jus de rumen. Les animaux ont reçu deux repas par jour à volonté (10 p. 100 de refus) à 8 h 30 et 17 h. Chaque période de mesure a duré 6 jours et était précédée d'une période préexpérimentale de 15 jours.

Analyses

Les échantillons représentatifs des fourrages offerts, des fourrages refusés et des fèces correspondant à chaque période de mesure ont été analysés pour déterminer leur teneur en cendres, en matières azotées et en cellulose brute Weende. Sur 2 échantillons des plantes sur pied offertes de chaque variété, nous avons en outre déterminé les teneurs en minéraux et en oligo-éléments.

Nous avons prélevé 3 heures après la distribution du repas du matin et durant 2 jours consécutifs de chaque période de mesure, du jus de rumen sur le mouton muni d'une fistule du rumen. Le pH a été déterminé immédiatement et les échantillons ont été conservés (après addition de 10 p. 100 d'acide formique) à — 15° C jusqu'au moment de la détermination en chromatographie en phase gazeuse (RIGAUD et JOURNET, 1970) de leur teneur en acides gras volatils.

Au début et à la fin de chaque période de mesure sur les ensilages, nous avons prélevé un échantillon représentatif de l'ensilage destiné aux moutons. Nous avons déterminé sur ces échantillons frais la teneur en azote et sur leur jus le pH, les teneurs en ammoniacque (CONWAY, 1957), en acide lactique (BARKER et SUMMERSON, 1941) et en acides gras volatils (RIGAUD et JOURNET, 1970).

RÉSULTATS

La plante sur pied

Composition chimique et morphologique.

La participation relative des divers organes à la matière sèche de la plante a évolué régulièrement au cours des 10 semaines d'étude (fig. 1). La part du capitule dans la plante a augmenté de façon importante : elle est passée de pratiquement 0 à 55-60 p. 100 à la maturité physiologique de la graine. A ce stade, la graine repré-

sente 35 à 40 p. 100 de la matière sèche totale. En revanche, la proportion de tiges est passée de 50-60 p. 100 à 30-35 p. 100 et celle des feuilles (avec leurs pétioles) de 40-50 p. 100 à 10-15 p. 100. L'évolution a été très comparable pour les 3 plantes, mais a été moins poussée pour la variété *Peredovick* en 1969 dont le stade de maturité n'a pas dépassé celui de l'« amande laiteuse ».

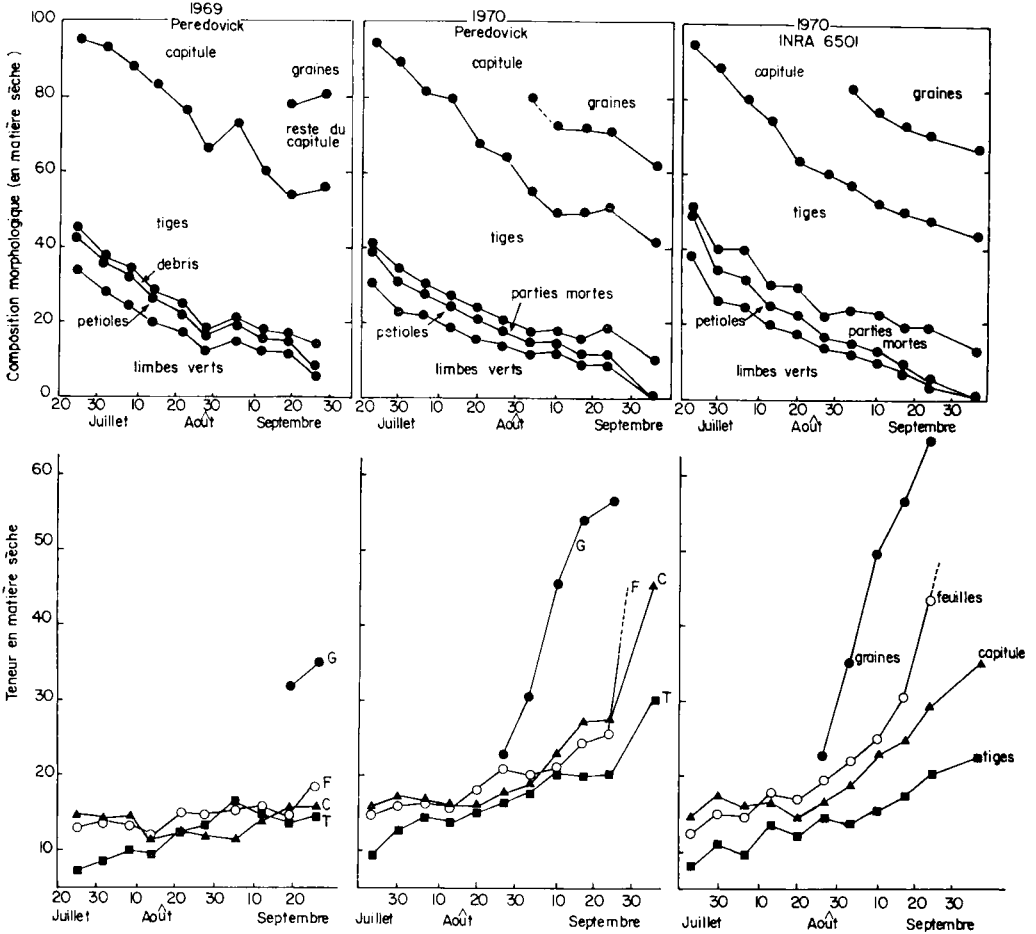


FIG. 1. — Évolution de la composition morphologique de la plante de tournesol et de la teneur en matière sèche des différents organes de la plante

La teneur en matière sèche de la plante a augmenté de 12 à 15 p. 100 en 1969 et de 10,0 à 25,0 p. 100 en 1970. L'augmentation est faible jusqu'au stade « amande laiteuse » et s'accélère alors par suite de la perte d'eau des grains et du dessèchement des feuilles.

La teneur en cendres de la plante de tournesol est élevée et diminue de 15-16 p. 100 à la formation des capitules à 10-11 p. 100 à la maturité (fig. 2). Le tournesol est riche en certains éléments minéraux majeurs, notamment en calcium et magné-

TABLEAU I
Composition minérale de la plante de tournesol

Variété et année d'étude	Échantillon correspondant à la période du	Stade de végétation	Composition minérale de la matière sèche										
			en g/kg de matière sèche						en mg/kg de matière sèche				
			S	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Cu	Co	Zn
<i>Peredovick</i> 1969	24 au 29/8	Amandes « début laiteux »	1,8	3,7	14,4	3,3	55,6	0,70	605	55	20,6	0,58	68
	14 au 20/9	Amandes « fin laiteux »	1,5	3,2	11,6	2,8	49,0	0,10	626	50	17,9	0,45	39
<i>Peredovick</i> 1970	16 au 21/8	Début formation de la graine ...	1,1	2,9	12,3	4,4	52,4	0,14	352	24	17,9	1,10	39
	6 au 11/9	Amandes « pâteuses »	0,9	2,6	11,6	3,2	31,0	0,08	323	24	13,7	0,58	31
<i>I.N.R.A. 6501</i> 1970	16 au 21/8	Début formation de la graine ...	1,4	3,2	14,4	3,5	57,4	0,09	294	26	17,5	0,79	36
	6 au 11/9	Amandes « pâteuses »	1,7	3,5	17,3	4,1	59,8	0,08	292	27	23,1	0,18	42
Moyenne			1,4	3,2	13,6	3,5	50,9	0,20	415	34	18,4	0,61	42

sium, moyennement riche en phosphore et très pauvre en sodium. En outre, il est bien pourvu en oligo-éléments (tabl. 1). La composition minérale évolue peu avec le stade de maturité.

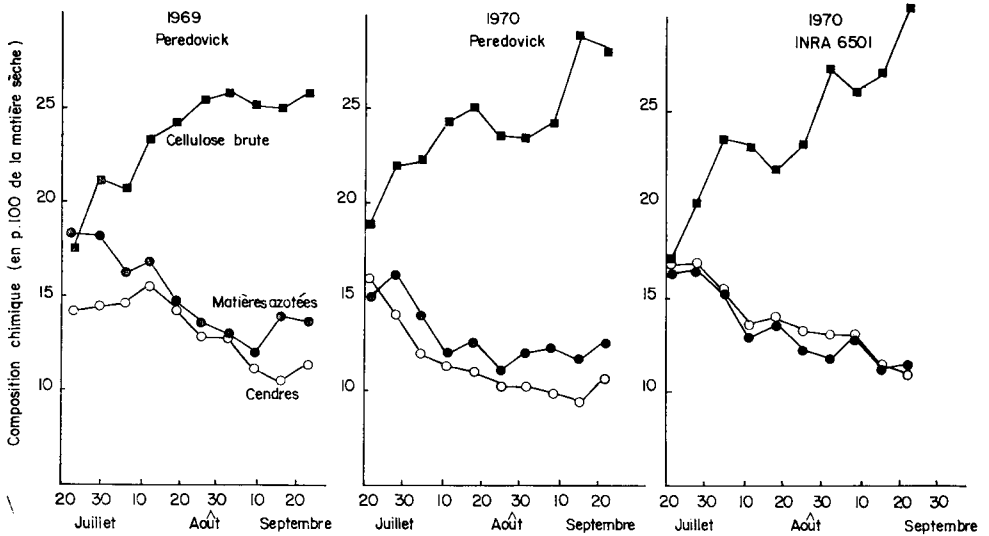


FIG. 2. — Évolution de la composition chimique de la plante de tournesol au cours de la maturité

La teneur en matières azotées est relativement élevée et diminue avec le stade de maturité de 16-18 p. 100 à 12 p. 100 environ. Quant à la teneur en cellulose brute elle augmente, passant de 17-19 p. 100 à 28-30 p. 100 à la maturité de la graine (fig. 2, tabl. 2).

Nous n'avons pas suivi l'évolution de la teneur en glucides solubles. Nous n'avons déterminé cette teneur que pour les 4 échantillons de plante verte correspondant aux ensilages. La teneur en glucides solubles a été élevée puisqu'elle a varié de 12,5 à 15,5 p. 100 (moyenne 14,0 p. 100) pour les échantillons au stade « amandes laiteuses ou pâteuses ».

Digestibilité.

La digestibilité de la matière organique est restée pratiquement constante de la formation des capitules au début de la floraison où elle était de l'ordre de 75-77 p. 100 pour les 3 plantes. Pour la variété *Peredovick* elle a alors diminué rapidement d'environ 0,35 point par jour pendant 4 à 5 semaines, soit jusqu'au stade « amande consistante », pour se stabiliser entre 63 et 65 p. 100 alors que pour la variété *I. N. R. A. 6501* elle a diminué d'environ 0,39 point par jour pendant 6 semaines pour se stabiliser entre 60 et 61 p. 100 (fig. 3). Compte tenu de cette évolution assez particulière, la digestibilité de la matière organique de la plante de tournesol pourra être difficilement prévue à partir de la teneur en cellulose brute et en matières azotées dont l'évolution est régulière ; en effet, à une teneur donnée en ces constituants

peuvent correspondre des digestibilités très différentes (fig. 4). Cependant il existe, quand on considère l'ensemble des stades successifs au cours de la maturité, des liaisons relativement étroites ($P < 0,01$) entre la digestibilité (y) de la matière orga-

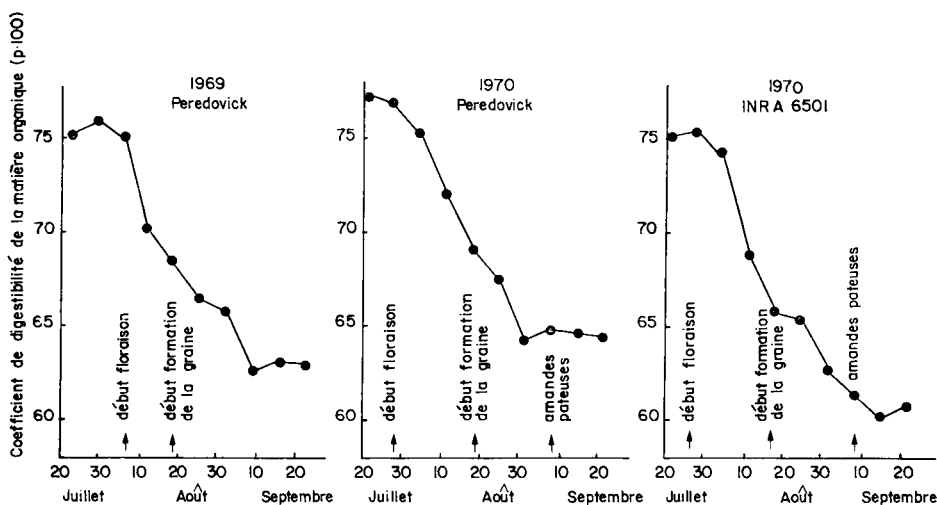


FIG. 3. — Évolution de la digestibilité de la matière organique de la plante de tournesol au cours de la maturité

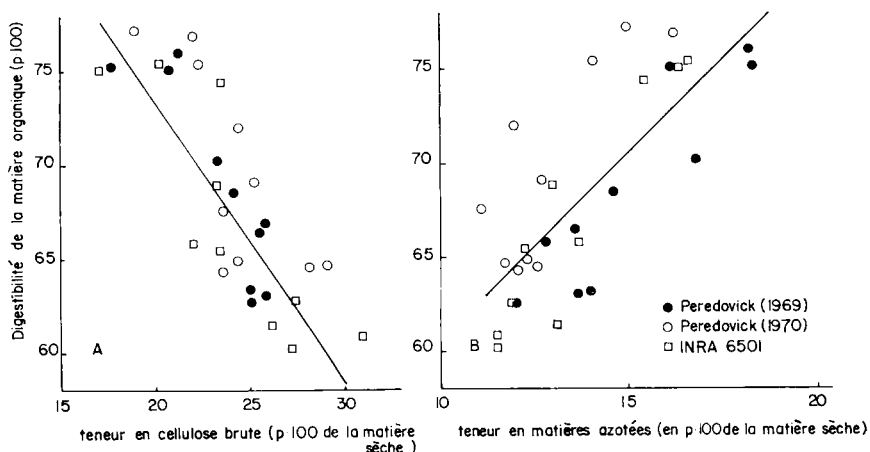


FIG. 4. — Liaisons entre la digestibilité de la matière organique de la plante de tournesol et
 A : la teneur en cellulose brute
 B : la teneur en matières azotées

nique et, soit la teneur en matières azotées (x_1 en p. 100), soit la teneur en cellulose brute (x_2 en p. 100), ou, à la fois, les teneurs en matières azotées et en cellulose brute :

$$\begin{aligned}
 Y &= 40,6 + 2,00 x_1 \pm 3,55 & r &= 0,764 & n &= 30 \\
 Y &= 100,9 - 1,37 x_2 \pm 3,34 & r &= 0,796 & n &= 30 \\
 Y &= 75,2 + 1,013 x_1 - 0,875 x_2 \pm 3,07 & r &= 0,837 & n &= 30
 \end{aligned}$$

TABLEAU 2
Composition chimique, digestibilité, valeur nutritive, ingestibilité
et production à l'hectare des plantes de tournesol étudiées

Date	Stade de végétation	P. 100 MS	Composition chimique de la matière sèche (en p. 100)			Coefficient de digestibilité (en p. 100)		Valeur nutritive		Matière sèche g/kg P ^{0,75}	Production/ha		
			Cendres	Matières azotées	Cellulose brute	MO	Matières azotées	Cellulose brute	UF		MAD (%)	MS (kg)	UF
<i>Peredovick (1969) semé le 7 mai 1969</i>													
21/7-26/7	Formation capi- tules	12,1	14,2	18,3	17,6	75,2	76,1	57,6	0,77	13,9	2 415	1 860	335
27/7- 2/8	Grossissement capi- tules	10,9	14,5	18,2	21,2	76,0	79,4	60,4	0,78	14,4	3 665	2 860	530
3/8- 9/8	Début floraison	10,7	14,7	16,2	20,7	75,1	77,1	55,0	0,76	12,5	4 740	3 600	590
10/8-15/8	Floraison	11,1	15,5	16,8	23,3	70,2	77,5	49,0	0,66	13,0	5 890	3 890	765
17/8-22/8	Début consis- tance	11,9	14,3	14,6	24,2	68,5	75,1	45,9	0,64	11,0	6 875	4 400	755
24/8-29/8	Laiteux	12,6	12,9	13,6	25,5	66,5	75,0	41,4	0,62	10,2	7 215	4 475	735
31/7- 5/9	Laiteux	12,5	12,8	12,8	25,8	65,8	71,3	41,3	0,60	9,1	8 285	4 970	755
7/9-13/9	Laiteux	12,9	11,2	12,0	25,1	62,6	68,4	31,0	0,55	8,2	8 070	4 440	660
14/9-20/9	Laiteux	13,9	10,6	14,0	25,0	63,2	70,8	30,6	0,57	9,9	7 340	4 185	725
	Laiteux-pâteux	15,1	11,4	13,7	25,8	63,0	74,2	34,5	0,56	10,2	7 770	4 350	790
Ensilage réalisé le 28 août avec addition de 1,5 litre d'acide formique à 80 p. 100													
Silo bois pH = 4,0		17,2	10,2	13,6	29,8	63,7	70,5	45,7	0,58	9,6			
<i>Peredovick (1970) semé le 8 mai — 62 400 pieds/ha</i>													
19/7-24/7	Grossissement capi- tules	10,5	16,0	15,0	18,9	77,2	78,0	63,2	0,79	11,7	3 830	3 025	448
26/7-31/7	Début floraison	13,0	14,1	16,2	22,0	76,9	76,2	59,4	0,80	12,2	5 260	4 210	647
2/8- 7/8	Floraison	14,8	12,0	14,1	22,3	75,4	74,5	54,7	0,79	10,5	5 935	4 690	623

9/8-13/8	Floraison-début formation graine	15,1	11,4	12,0	24,4	72,0	69,5	55,4	0,73	8,3	55,0	7 200	5 260	598
16/8-21/8	Form. graine	15,5	11,0	12,6	25,2	69,1	63,7	51,7	0,68	8,0	69,9	7 535	5 120	603
23/8-28/8	Début consistance	18,0	10,3	11,1	23,6	67,6	64,6	37,1	0,65	7,2	70,4	7 855	5 110	565
30/8- 3/9	Amandes consistantes	18,3	10,3	12,1	23,5	64,3	62,4	40,2	0,59	7,5	68,3	7 550	4 450	566
6/9-11/9	Début jaunissement capitules	20,3	9,9	12,3	24,3	64,9	67,0	34,4	0,61	8,2	59,9	7 235	4 415	593
13/9-18/9	Dessèchement des feuilles	22,2	9,5	11,7	29,0	64,7	68,7	46,4	0,60	8,2	47,6	8 000	4 800	656
20/9-24/9	Capitules jaunes	26,3	10,7	12,6	28,1	64,5	71,8	47,7	0,59	9,0	57,7	8 825	5 210	794

Ensilages réalisés le 8 septembre avec addition de 1,5 litres d'acide formique à 80 p. 100

Silo butyl pH = 3,90		22,7	9,5	10,7	27,0	61,2	66,1	44,8	0,54	7,1	44,2			
Silo bois pH = 3,85		23,3	9,5	10,5	26,3	63,8	67,9	46,3	0,59	7,1	44,4			

I. N. R. A. 6501 semé le 8 mai — 92 200 pieds/ha

19/7-24/7	Grossissement capitules	9,9	16,8	16,3	17,0	75,1	74,0	59,2	0,74	12,1	34,6	4 520	3 345	545
26/7-31/7	Début floraison	11,6	16,9	16,6	20,2	73,4	70,0	68,6	0,75	11,6	19,0	7 050	5 285	815
2/8- 7/8	Floraison	12,4	15,5	15,4	23,5	74,4	73,1	63,4	0,74	11,2	32,8	8 810	6 520	985
9/8-13/8	Formation graine	14,1	13,7	13,0	23,1	68,9	66,0	49,9	0,66	8,6	49,8	9 400	6 205	810
16/8-21/8	— fin floraison	14,9	14,0	13,7	21,9	65,8	68,4	41,2	0,60	9,4	62,0	9 520	5 710	895
23/8-28/8	Début consistance	16,2	13,3	12,3	23,3	65,4	64,3	39,1	0,59	7,9	71,8	10 840	6 395	855
30/8- 3/9	Amandes consistantes	17,4	13,2	11,9	27,3	62,7	63,7	43,8	0,54	7,6	80,1	11 180	6 035	850
5/9-11/9	Début jaunissement capitules	19,7	13,2	13,1	26,1	61,4	64,3	44,9	0,52	8,4	80,4	11 630	6 040	975
13/9-18/9	Dessèchement des feuilles	22,7	11,6	11,5	27,1	60,2	63,9	40,6	0,50	7,3	72,1	10 590	5 295	775
20/9-24/9	Capitules jaunes	29,4	11,1	11,5	30,9	60,8	63,4	51,7	0,52	7,3	70,1	9 630	5 010	705

Ensilage réalisé le 8 septembre avec addition de 1,5 litres d'acide formique à 80 p. 100

Silo butyl pH = 4,00		23,1	11,4	10,3	28,5	60,1	61,1	47,7	0,50	6,3	48,9			
----------------------	--	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	--	--	--

La digestibilité de la cellulose brute a diminué avec le stade de maturité de 60-65 p. 100 à 30-40 p. 100 environ, avec des variations d'une semaine à l'autre assez importantes en fin de maturité, qui doivent traduire les variations importantes elles aussi de la teneur en cellulose brute des plantes.

La digestibilité des matières azotées a varié parallèlement à la teneur en matières azotées de chaque plante. Il semble cependant exister des différences systématiques entre les variétés, puisque la teneur en matières azotées indigestibles de la variété *I. N. R. A. 6501* (4,5 p. 100) a été statistiquement supérieure ($P < 0,01$) à celle de la variété *Peredovick* qui a été de 3,9 et 4,0 respectivement en 1969 et 1970.

Quantité ingérée.

La quantité de matière sèche ingérée par les moutons a eu une évolution très curieuse et identique pour les 3 plantes (fig. 5). Elle a d'abord diminué pour atteindre des valeurs très basses au début de la floraison : 50 g/kg P^{0,75} pour la variété *Peredovick* en 1969, 32,5 g pour la même variété en 1970 et 20 g pour la variété *I. N. R. A. 6501*. A ce stade, la quantité ingérée a d'ailleurs été très variable d'un mouton à

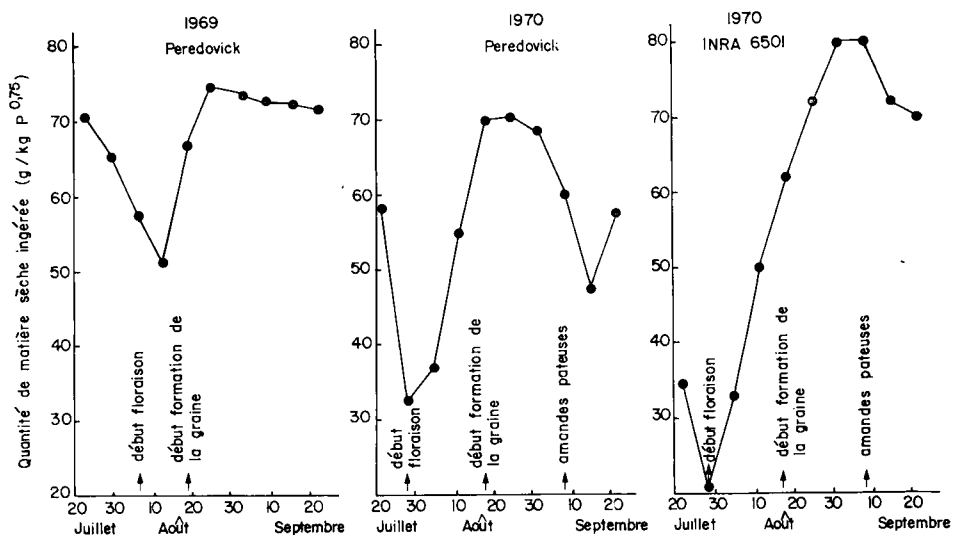


Fig. 5. — Évolution de l'ingestibilité de la plante de tournesol au cours de la maturité

l'autre (de 1 à 2). La quantité ingérée a ensuite augmenté très fortement à partir du début de la formation de la graine pour atteindre des valeurs comprises entre 70 et 80 g au début du stade « consistance de la graine ». Elle a eu ensuite tendance à diminuer de nouveau avec l'avancement de la maturité, mais relativement peu, sauf pour la variété *Peredovick* étudiée en 1970. Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité de matière sèche ingérée et, soit le coefficient de digestibilité de la matière organique, soit les différents critères morphologiques ou chimiques de la plante. Nous avons simplement observé qu'à la floraison, stade où la plante était très mal acceptée, la plante hachée distribuée aux moutons était assez poisseuse au toucher et avait une odeur de résine.

Composition du mélange des acides gras volatils du jus de rumen.

La teneur en acides gras volatils du jus de rumen du mouton recevant la variété *Peredovick* en 1969 a varié dans des proportions importantes (10,4 à 44 mmoles l) et ses variations ont été parallèles à celles de la quantité de matière sèche ingérée. Les teneurs en acide acétique (en pourcentage molaire), propionique, butyrique et valériannique ont été respectivement en moyenne de 70,2 ; 19,3 ; 8,3 et 2,1 p. 100. Elles ont peu varié suivant le stade de maturité de la plante distribuée à l'animal sauf pendant la floraison : la teneur en acide acétique a augmenté (pour atteindre 75 p. 100) aux dépens des teneurs en acide propionique (16,5 p. 100) et butyrique (6,0 p. 100). Si on excepte ces valeurs, la composition du mélange des acides gras volatils a été très voisine de celle trouvée dans le jus de rumen des animaux recevant certains fourrages verts comme par exemple la fétuque élevée.

Production à l'hectare.

La quantité de matière sèche récoltée à l'hectare a rapidement augmenté dans les semaines qui ont suivi l'apparition des capitules. Le maximum a été atteint environ 6 à 7 semaines après ce stade et s'est situé vers 8,0 t de matière sèche pour la variété *Peredovick* et entre 10 et 11 t pour la variété *I. N. R. A. 6501* (fig. 6). Quant aux quantités d'UF et de matières azotées digestibles récoltées à l'hectare, elles ont

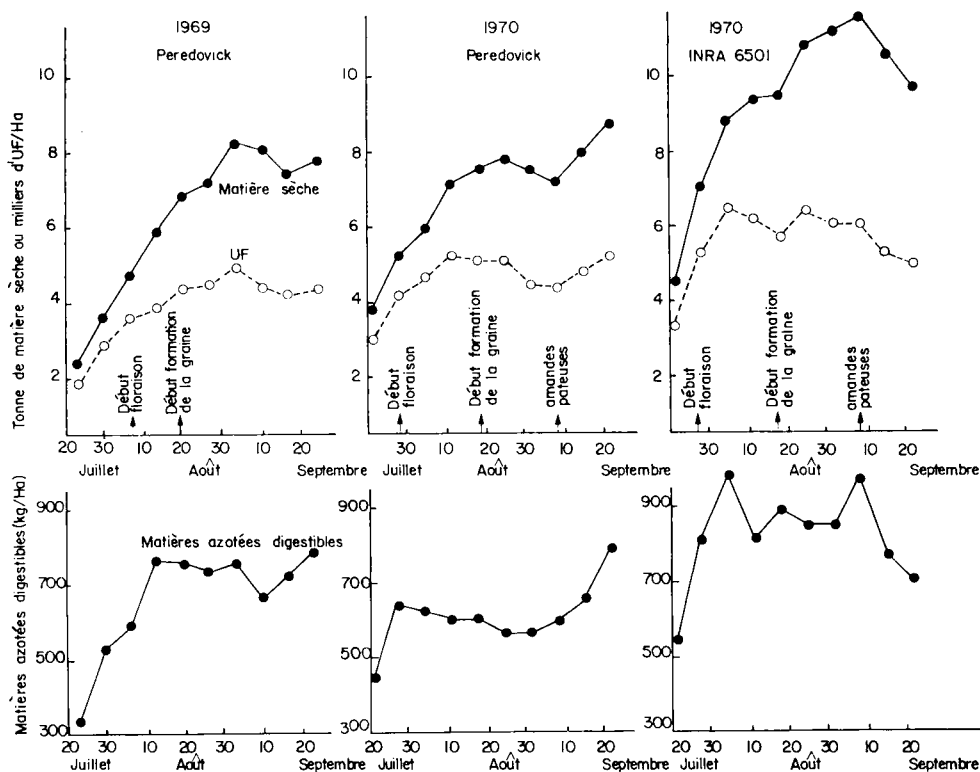


FIG. 6. — Évolution de la production de matière sèche, d'UF et de matières azotées digestibles à l'hectare au cours de la maturité de la plante de tournesol

atteint leur maximum plus rapidement (en moyenne la 3^e ou la 4^e semaine après l'apparition des capitules) et sont restées sensiblement constantes par la suite ; elles ont été de l'ordre de 4 500 à 5 000 UF et de 600 à 650 kg de matières azotées digestibles pour la variété *Peredovick* et de 6 000 UF et 8 à 900 kg de matières azotées digestibles pour la variété *I. N. R. A. 6501*.

La plante ensilée

Composition chimique et caractéristiques fermentaires des ensilages.

Malgré un pouvoir tampon élevé (du même ordre que celui des légumineuses) la plante de tournesol s'ensile très bien. Les 4 ensilages ont eu un pH faible (3,8 à 4,0), une teneur élevée en acide lactique (71 à 88 g/kg de matière sèche), une teneur faible en acides gras volatils (16 à 21 g d'acide acétique/kg de matière sèche) et ont donné lieu à une ammoniogenèse réduite (5,5 à 7,9 p. 100 de l'azote total étaient sous forme d'ammoniac) (tabl. 3). Quant à la proportion d'azote soluble elle est passée de 25-28 p. 100 de l'azote total pour les plantes vertes à seulement 46-50 p. 100 de l'azote total pour les ensilages. Ces caractéristiques fermentaires sont très voisines de celles observées pour la plante de maïs ensilée au stade laiteux du grain.

En revanche, la teneur en matière sèche lors de l'ensilage n'étant pas très élevée (12,9 à 22,8 p. 100), les pertes sous forme de jus ont été importantes mais elles n'ont malheureusement pas pu être mesurées. Il en est résulté, outre l'augmentation de la teneur en matière sèche, une diminution des teneurs en cendres et en matières azotées dont une partie a dû être entraînée par les jus et un enrichissement relatif en cellulose brute, constituant non soluble (tabl. 3).

Digestibilité et ingestibilité.

L'ensilage a entraîné une diminution faible (2,2 points en moyenne) et peu variable du coefficient de digestibilité de la matière organique (tabl. 3) et cela même en 1969, où la teneur en matière sèche de la plante ensilée était faible (12,7 p. 100) ce qui a entraîné des pertes sous forme de jus très importantes puisque l'ensilage avait une teneur en matière sèche (17,2 p. 100) supérieure de 4,3 points à celle de la plante mise dans le silo.

La digestibilité des matières azotées a été peu modifiée malgré la diminution de la teneur en matières azotées entraînée par l'ensilage. En revanche, la digestibilité de la cellulose brute a été supérieure de 7,3 points. Il est difficile de savoir si cette augmentation résulte d'une amélioration réelle de la digestibilité de la cellulose brute entraînée par l'ensilage.

La quantité de matière sèche d'ensilage ingérée a été en moyenne de 49,4 g/kg P^{0,75} (44,2 à 60,1 g) ; elle a été inférieure de 19,3 g à celle ingérée sous forme de plante sur pied. Cette diminution d'ingestibilité (28 p. 100) entraînée par l'ensilage est très comparable avec celle observée pour les fourrages verts récoltés avec la même machine de récolte. Il est curieux de constater que l'ensilage ingéré en plus grande quantité (60,1 g) est celui qui avait la plus faible teneur en matière sèche (17,2 p. 100) et qui avait perdu le plus de jus.

TABEAU 3
Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des 4 plantes de tournesol avant et après ensilage

	Teneur en matière sèche (en p. 100)	Composition chimique (% de la matière sèche)			pH	N NH ₃ de N total	Acide lactique (g/kg MS)	Acide acétique (g/kg MS)	Coefficient de digestibilité (p. 100)			Matière sèche ingérée (g/kg P. ⁷⁵)
		Cendres	Matières azotées	Cellulose brute					Matière organique	Matières azotées	Cellulose brute	
Plantes sur pied	19,7 12,9 à 22,8	11,1	13,1	23,1					64,4 61,4 à 66,5	38,8	68,3	68,7 59,9 à 80,4
Plantes ensilées	21,6 17,2 à 23,3	10,1	11,0	27,9	3,87 3,8 à 4,0	6,5 5,5 à 7,9	76,5 71 à 88	18,4 16 à 21	62,2 60,1 à 63,7	66,4	46,1	49,4 44,2 à 60,1
Différences	+ 1,9	-- 1,0	-- 2,1	+ 4,8					-- 2,2	-- 1,9	+ 7,3	-- 19,3

* Les acides propionique et butyrique n'étaient présents qu'à l'état de traces.

Composition du mélange des acides gras volatils du jus de rumen.

Les teneurs du jus de rumen en acides acétique, propionique, butyrique et valérianique ont été en moyenne respectivement de : 59,6 ; 28,3 ; 10,4 et 1,7 p. 100. La composition du mélange des acides gras volatils a peu varié d'un ensilage à l'autre mais a été assez différente de celle trouvée pour la variété *Peredovick* sur pied étudiée en 1969. L'ensilage a entraîné une diminution de la teneur en acide acétique (59,6 contre 72, 2 p. 100) au bénéfice essentiellement de la teneur en acide propionique (28,3 contre 19,3 p. 100). La composition du mélange des acides gras volatils du jus de rumen pour les ensilages de tournesol est assez voisine de celle trouvée pour les fourrages verts très digestibles du type ray-grass italien. Quant à la teneur du jus de rumen en acides gras volatils totaux elle a été un peu supérieure à celle trouvée pour la plante sur pied ; en moyenne (76,7 mmoles/l de jus contre 68,1 et elle a aussi peu varié d'un ensilage à l'autre (de 72,6 à 81,4 mmoles).

DISCUSSION

L'évolution de la digestibilité de la plante de tournesol avec l'âge est très différente de celle observée sur les céréales puisqu'elle reste constante jusqu'à la floraison pour diminuer plus ou moins fortement pendant la période de développement de la graine et se stabiliser de nouveau en fin de maturité.

Il est difficile, faute de données bibliographiques, de savoir si les résultats que nous avons obtenus sont généralisables à toutes les variétés de tournesol. Les valeurs observées pour la même variété d'une année à l'autre, et pour une même année d'une variété à l'autre sont cependant très peu différentes. En outre, l'éventail des valeurs obtenues pour la digestibilité de la matière organique (77 à 60 p. 100) englobe les deux valeurs de digestibilité (72 et 62 p. 100) citées par SCHNEIDER dans *Feeds of the world* pour la plante de tournesol exploitée en vert à des stades d'exploitation non précisés. De même, la digestibilité qu'il donne pour les ensilages de tournesol ayant une teneur en matière sèche (22,3 p. 100) voisine de celle de nos ensilages n'est pas très différente (60,0 p. 100) de celle que nous avons obtenue (62,2 p. 100).

Quant à l'évolution de la quantité ingérée, elle rappelle, mais de façon très amplifiée, celle que nous avons observée pour les plantes entières de céréales (DEMARQUILLY, 1970) ; elle diminue jusqu'à la floraison puis augmente avec la formation de la graine. Les raisons doivent cependant en être différentes. Il existe vraisemblablement dans la plante de tournesol au stade « floraison » des substances inappétentes pour le mouton. Il est difficile de savoir si les différences de quantité ingérée (et aussi de digestibilité) observées entre les 2 variétés résultent d'une différence variétale ou des peuplements très différents auxquels ont été cultivées ces 2 variétés (62 400 et 92 200 pieds/ha).

Il est possible de calculer à partir de la part (environ 35 p. 100) représentée par les graines dans la matière sèche totale de la plante en fin de maturité, les rendements en graines que nous aurions obtenus en 1970. Ceux-ci sont de l'ordre de 31 quintaux de graines à 9 p. 100 d'humidité pour *Peredovick* et de 40 quintaux pour *I. N. R. A. 6501*. Ces rendements sont très comparables à ceux obtenus dans

les essais réalisés en Limagne par la Station d'Amélioration des plantes de Clermont-Ferrand.

Compte tenu de l'évolution des quantités ingérées et de la production de matière sèche et d'éléments nutritifs à l'hectare, l'exploitation du tournesol en vert ne devrait pas se situer avant la quatrième semaine après l'apparition des premières fleurs et pourrait se poursuivre alors pendant environ 1 mois. Durant cette période, le tournesol constitue une plante fourragère intéressante : d'une part, la production importante qu'il fournit se situe au milieu de l'été, période pendant laquelle les fourrages classiques produisent peu, et arrive avant la production des fourrages annuels tel que le maïs ; d'autre part, sa valeur alimentaire en vert, du moins pour le mouton, est équivalente à celle d'un ensilage de maïs plante entière enrichi à l'urée : en effet s'il est moins digestible, il est ingéré en plus grande quantité et il est plus riche en azote.

Il pourrait aussi, durant cette période, être une plante intéressante pour les usines de déshydratation qui ont alors du mal à trouver suffisamment de fourrages pour travailler à leur pleine capacité. Cultivée dans de bonnes conditions, la variété *I. N. R. A. 6501*, peut en effet produire à l'hectare une quantité d'unités fourragères supérieure de 70 p. 100 environ et une quantité de matières azotées digestibles équivalente à celle d'un premier cycle de luzerne exploité au stade début floraison. Nous avons d'ailleurs vérifié dans un essai préliminaire que la plante de tournesol déshydratée et compactée était très bien ingérée par les bovins. Nous l'avons distribuée à volonté ainsi que du foin à des génisses de 2 ans et à des vaches laitières de races *Frisonne* et *Montbéliarde*. Durant les 3 semaines de mesures faisant suite à 2 semaines de mise en régime, les quantités respectives de tournesol et de foin ingérées par les génisses ont été de 1,6 et 0,6 kg et celles ingérées par les vaches de 2,6 et 0,6 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif.

En revanche, son utilisation sous forme d'ensilage semble moins intéressante que celle d'autres plantes ; il faudra notamment lui préférer la plante de maïs tout au moins lorsque la culture du maïs peut se faire dans de bonnes conditions. S'il s'ensile sans difficultés, les pertes de matière sèche en cours de conservation doivent cependant être plus importantes que pour le maïs par suite d'une teneur en matière sèche plus faible. Son ensilage qui est plus riche en matières azotées digestibles (environ 75 g contre 40 g par kg de matière sèche) est, par contre, moins énergétique (0,55 à 0,60 UF contre 0,75 UF/kg de matière sèche) et est ingéré en quantité un peu plus faible. Sa valeur alimentaire est plus proche de celle des ensilages d'herbe récoltés à la pleine épiaison du premier cycle et très bien conservés.

Reçu pour publication en janvier 1972.

SUMMARY

CHEMICAL COMPOSITION, DIGESTIBILITY AND VOLUNTARY INTAKE OF FRESH OR ENSILED WHOLE SUNFLOWERS

Digestibility and voluntary intake of fresh or ensiled whole sunflowers were measured in sheep for 2 years. The green plant was studied for 10 consecutive weeks, *i. e.* between the stages : « head formation » and « kernel maturity ».

During these 10 weeks, the relative dry matter contributions from the different component parts of the plant developed regularly : in the head, it increased from 0 to 55-60 p. 100 and in the kernel from 0 to 33-40 p. 100 (Fig. 1). At the same time, the dry matter and crude fiber contents increased (on an average from 10 to 25 p. 100 and from 17-19 to about 28-30 p. 100 respectively), whereas the ash and crude protein contents decreased (from 15-16 to 10-11 p. 100 and from 16-18 to about 12 p. 100 respectively) (Fig. 2). Sunflowers contain a rich supply of many minerals (Table. 1).

The digestibility of the organic matter, which was about 75-77 p. 100 at the time of heading, remained almost constant till the beginning of flowering, after which it decreased (0.35-0.40 points per day) during 5-6 weeks and then, from the « dough kernel » stage, stabilized again between 60 and 65 p. 100 according to the variety (Fig. 3) (Table. 2). The organic matter digestibility was only slightly related to the crude protein or crude fiber content (Fig. 4).

The dry matter intake of the sheep initially decreased attaining very low values at the beginning of flowering and then increased quickly from the time when the kernel had developed reaching values between 70 and 80 g/kg P^{0.76} at the beginning of the early ripeness of the kernel. Afterwards, there was again a tendency for a slight reduction of the dry matter intake with advancing maturity of the kernel.

The amount of dry matter harvested per hectare rapidly increased during the 6-7 weeks following heading and then stabilized at about 8.0 T for the variety *Peredovick* and between 10 and 11 T for the variety *I. N. R. A. 6501* (Fig. 6). The yield of Feed Units and digestible crude protein harvested per hectare reached their maximum values more rapidly (3rd or 4th week following heading) and then remained almost constant (Fig. 5).

The best sunflower silages were obtained by harvesting the plants when the kernels were well developed, probably because of their relatively high contents of soluble carbohydrates (14 p. 100). The fermentation characteristics of the 4 sunflower silages studied were very similar to those observed in maize (Table. 3).

Ensiling caused a small (2.2 points on an average) and slightly variable reduction in the digestibility of the organic matter, but a higher (28 p. 100 on an average) and more variable (from 19 to 39 p. 100) decrease in the feed intake.

The composition of the volatile fatty acid mixture in the rumen fluid of sheep receiving sunflower silages was rather different from that of sheep fed fresh sunflowers : the acetic acid content decreased and the propionic acid content increased proportionately.

Taking into account the variation in feed intake and in production of nutrients per hectare, fresh sunflowers should not be utilized before the fourth week after appearance of the first flowers and can thereafter be utilized for about one month.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARKER S. B., SUMMERSON W. H., 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, **138**, 535.
- CONWAY E. J., 1957. *Microdiffusion analysis and volumetric error*. Crosby Lockwood. London.
- DEMARQUILLY C., 1970. Évolution de la digestibilité et de la quantité ingérée des plantes entières d'avoine, de blé et d'orge entre la floraison et la maturation du grain. *Ann. Zootech.*, **19**, 413-422.
- HUGUES P., 1962. Essais de fourrages dérobés d'été en culture irriguée dans le midi de la France. *Bull. Tech. Ing. Serv. Agric.*, **171**, 557-568.
- RIGAUD J., JOURNET M., 1970. Méthode de dosage des acides gras volatils dans le liquide du rumen. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **10**, 151-157.
- SCHNEIDER B. H., 1947. *Feeds of the world : their digestibility and composition*. Morgantown, Agricultural Experiment Station West Virginia University, 299 pp.