



COMPOSITION CHIMIQUE, DIGESTIBILITÉ ET INGESTIBILITÉ D'UN MAÏS MÂLE-STÉRILE, SUR PIED ET APRÈS ENSILAGE

J. Andrieu, C. Demarquilly, J.-M. Boissau, H. Bousquet, Jacqueline Jamot, Marie
Jailler, L. L'Hotelier

► To cite this version:

J. Andrieu, C. Demarquilly, J.-M. Boissau, H. Bousquet, Jacqueline Jamot, et al.. COMPOSITION CHIMIQUE, DIGESTIBILITÉ ET INGESTIBILITÉ D'UN MAÏS MÂLE-STÉRILE, SUR PIED ET APRÈS ENSILAGE. *Annales de zootechnie*, 1974, 23 (4), pp.423-434. <hal-00887382>

HAL Id: hal-00887382

<https://hal.science/hal-00887382v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

COMPOSITION CHIMIQUE, DIGESTIBILITÉ ET INGESTIBILITÉ D'UN MAÏS MÂLE-STÉRILE, SUR PIED ET APRÈS ENSILAGE

J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY

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

*Laboratoire des Aliments,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
Theix, 63110 Beaumont*

RÉSUMÉ

Au cours de 2 années, la digestibilité et la quantité ingérée d'un maïs mâle-stérile (variété « Sucresnilage ») sur pied et après ensilage ont été mesurées sur des moutons. La plante sur pied a été étudiée à partir de la floraison et durant 9 ou 10 semaines consécutives.

— En raison d'une fécondation partielle du grain, le pourcentage de grain dans la matière sèche de la plante a augmenté régulièrement mais lentement pour atteindre en fin d'étude 30 et 20 p. 100 respectivement en 1970 et en 1971. Dans le même temps, la teneur en matière sèche de la plante a augmenté lentement (0,15 à 0,22 point/jour) et a varié dans des limites très différentes d'une année à l'autre (de 16 à 30 p. 100 en 1970 et de 12 à 20 p. 100 en 1971). L'évolution des teneurs en matières azotées et en cellulose brute avec l'âge de la plante a été faible.

— la digestibilité de la matière organique de la plante sur pied, dont l'évolution a été lente surtout durant les 6 ou 7 premières semaines, a été en moyenne pour les deux années de 65,8 p. 100 (soit 0,64 UF/kg de matière sèche). Cette valeur est inférieure de 8 p. 100 à celle enregistrée en moyenne pour les 20 maïs fertiles étudiés au laboratoire.

— la quantité de matière sèche ingérée par le mouton a été élevée (62,9 g de MS/kg P^{0,75}) et supérieure de 20 p. 100 à celle mesurée pour les maïs fertiles. Cependant la quantité ingérée, dont l'évolution a été très différente d'une année à l'autre a été nettement plus faible en 1971 qu'en 1970 (59,3 contre 66,1 g) en raison vraisemblablement d'une teneur en matière sèche trop faible.

— la composition du mélange des acides gras volatils du jus de rumen des moutons qui ont reçu le Sucresnilage en vert a été assez différente de celle enregistrée avec les maïs fertiles : la teneur en acide acétique a été plus élevée et celle en acide propionique plus faible dans le cas du maïs stérile.

— les quantités de matière sèche et d'UF récoltées à l'hectare ont augmenté durant les 5 ou 6 semaines qui ont suivi la floraison pour se stabiliser vers 17 tonnes et 11 000 UF en 1970 et de 19 tonnes et 13 000 UF en 1971. La quantité de matières azotées digestibles a atteint son maximum beaucoup plus tôt (durant les 3 premières semaines après la floraison). L'exploitation en vert du Sucresnilage ne devrait donc pas se situer avant la 3^e ou 4^e semaine après la floraison :

la plante est alors plus riche en matière sèche et les productions de matière sèche et d'UF/ha ont pratiquement atteint leur maximum.

— les caractéristiques fermentaires des ensilages, que nous avons réalisés 5 et 8 semaines après la floraison, ont été voisines de celles observées pour les maïs fertiles, mais les pertes durant la conservation ont été en moyenne plus importantes.

— l'ensilage n'a entraîné aucune diminution de la digestibilité de la matière organique mais s'est traduit par une diminution d'ingestibilité plus importante que celle enregistrée dans le cas des maïs fertiles (— 16,5 contre — 6 p. 100). L'ensilage de maïs stérile, moins riche en énergie et ingérée en quantité comparable, aura donc une valeur alimentaire inférieure à celle d'un maïs fertile.

INTRODUCTION

La valeur alimentaire de la plante de maïs normale sur pied ou ensilée, ainsi que ses facteurs de variation, sont maintenant bien connus à la suite des travaux réalisés tant à l'étranger (revue de COPPOCK et STONE, 1968) qu'en France (DEMARQUILLY, 1969 ; ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974 *a* et *b*). En revanche, les résultats concernant la valeur alimentaire des maïs ne formant pas de grain sont relativement peu nombreux (BRATZLER *et al.*, 1965 ; CUMMINS et MCCULLOUGH, 1971 ; MEISKE et GOODRICH, 1966 ; PERRY et CALDWELL, 1969 ; STAKE *et al.*, 1973). Or, depuis quelques années, des variétés de maïs stériles existent sur le marché français. Décrites comme étant très bien consommées en raison de leur teneur élevée en glucides solubles, ces variétés permettraient d'obtenir des productions de matière sèche et d'éléments nutritifs par hectare égales sinon supérieures à celles de maïs normaux. Dans le cadre général des études entreprises à la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants sur la valeur alimentaire du maïs fourrage, nous avons étudié chez la variété mâle-stérile Sucrensilage, l'évolution de la composition, de la valeur nutritive et de l'ingestibilité (c'est-à-dire de la quantité de matière sèche volontairement ingérée par l'animal) de la plante sur pied et de la plante ensilée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La variété de maïs mâle-stérile « Sucrensilage » a été semée le 4 mai 1970 à Malintrat (altitude 350 m) et le 13 mai 1971 à Chanonat (altitude 500 m). En 1970 et 1971 les peuplements ont été respectivement de 49 700 et 96 400 pieds/ha. Les fertilisations apportées ont été de 120 kg d'N et 90 kg de P dans le premier essai et de 120 kg d'N et 100 kg de P dans le deuxième essai. Variété demi-tardive (fin du groupe 3), le « Sucrensilage » a fleuri le 3 août 1970 et le 12 août 1971. Dans ces deux essais, le « Sucrensilage » a été partiellement fécondé soit par son propre pollen, soit par celui de maïs fertiles de précocités pourtant très différentes (groupe 0 et 1), semés à la même date dans la même parcelle. Le « Sucrensilage » n'ayant pas fait l'objet d'une comparaison très complète avec ces maïs fertiles, les résultats le concernant seront donc parfois comparés à ceux obtenus antérieurement sur 20 maïs normaux (groupe de précocité 0, 1 et 2) étudiés en vert au Laboratoire (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1973).

Mesures sur la plante sur pied

La date de la floraison femelle a été déterminée sur des plantes choisies dans un endroit représentatif de la culture (10 mètres d'un rang). Elle correspond au jour où 50 p. 100 des épis présents sur ces 10 mètres avaient au moins une soie sortie.

Chaque année et pendant 9 ou 10 semaines à partir de la floraison, nous avons tout d'abord étudié l'évolution de la composition morphologique de la plante. Pour cela, nous avons, en 1970, prélevé chaque semaine deux échantillons de 5 plantes, l'un pris au hasard et l'autre ne comportant que des plantes non fécondées. En 1971, nous avons réalisé un prélèvement hebdomadaire de 10 plantes prises au hasard. Ces plantes ont été ensuite séparées en grains, rafles, pédoncules, spathes, limbes et tiges + gaines.

Pour les mesures de valeur alimentaire, le « Sucrensilage » a été récolté 3 fois par semaine, haché dans un hache-paille en brins de 2 à 3 cm de longueur et stocké en chambre froide (+ 4°C) jusqu'à la distribution aux animaux. Les surfaces et les quantités fauchées ont été mesurées à chaque récolte. Le maïs a été distribué à volonté (5 à 10 p. 100 de refus), à raison de 3 repas/jour (8 h 30, 13 h 30 et 17 h 30), à un lot de 6 moutons en cage à métabolisme. La digestibilité et l'ingestibilité ont été mesurées en continu, chaque période de mesure allant du lundi au samedi. En outre, en 1971, un mouton supplémentaire muni d'une fistule du rumen nous a servi à prélever du jus de rumen une période de mesure sur deux.

Mesures sur la plante ensilée

A partir des maïs étudiés en vert, nous avons préparé chaque année 3 ensilages. En 1970, la plante a été fauchée à deux dates, le 9 septembre et le 2 octobre, soit respectivement 5 et 8 semaines après la floraison. En 1971, la plante a été fauchée le 20 septembre et le 4 octobre, soit respectivement 6 et 8 semaines après la floraison. Le fourrage a été récolté avec une récolteuse chargeuse à tambour hacheur (type New-Holland 717) réglée pour assurer un hachage en brins de 0,5 à 1 cm, et a été ensilé immédiatement dans des petits silos tours de 4 m³ en butyl. Il a été tassé au pied au fur et à mesure du remplissage, à la suite de quoi les enveloppes de butyl ont été simplement refermées. Chaque année, la plante récoltée au 2^e stade a été ensilée seule ou avec addition de 10 kg/tonne de produit frais, d'un mélange solide contenant 50 p. 100 d'urée et 50 p. 100 de minéraux (phosphate bicalcique, carbonate de calcium et oligoéléments). Les quantités de matière sèche mises dans les silos et retirées des silos ont été mesurées. Durant l'hiver qui a suivi leur récolte, les ensilages ont été distribués seuls et à volonté à un lot de 6 moutons afin de mesurer leur digestibilité et leur ingestibilité.

Analyses

Les échantillons représentatifs des fourrages verts ou des ensilages offerts aux moutons, des refus et des fèces correspondant à chaque période de mesure ont été analysés pour déterminer leurs teneurs en cendres, en matières azotées et en cellulose brute Weende.

Ces mêmes analyses, ainsi que celles concernant les teneurs en glucides solubles et en amidon, ont été également réalisées sur des échantillons prélevés à la mise en silo et représentatifs du fourrage ensilé.

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 ammoniac (CONWAY, 1957), en acide lactique (BARKER et SUMMERSON, 1941) et en acides gras volatils (RIGAUD et JOURNET, 1970).

Nous avons prélevé, 3 heures après la distribution du premier repas de la journée et durant 2 jours consécutifs, 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.

RÉSULTATS

La plante sur pied

En raison de la fécondation partielle des épis, la part relative des divers organes dans la matière sèche de la plante a évolué lentement, mais cependant régulièrement, durant les 9 ou 10 semaines d'étude. C'est ainsi que la proportion d'épis (avec les

spathes) dans la plante est passée de 10 p. 100 à la floraison à environ 50 p. 100 en 1970 et 40 p. 100 en 1971, 9 ou 10 semaines plus tard (fig. 1). A ce dernier stade, le grain représentait respectivement 30 et 20 p. 100 de la matière sèche.

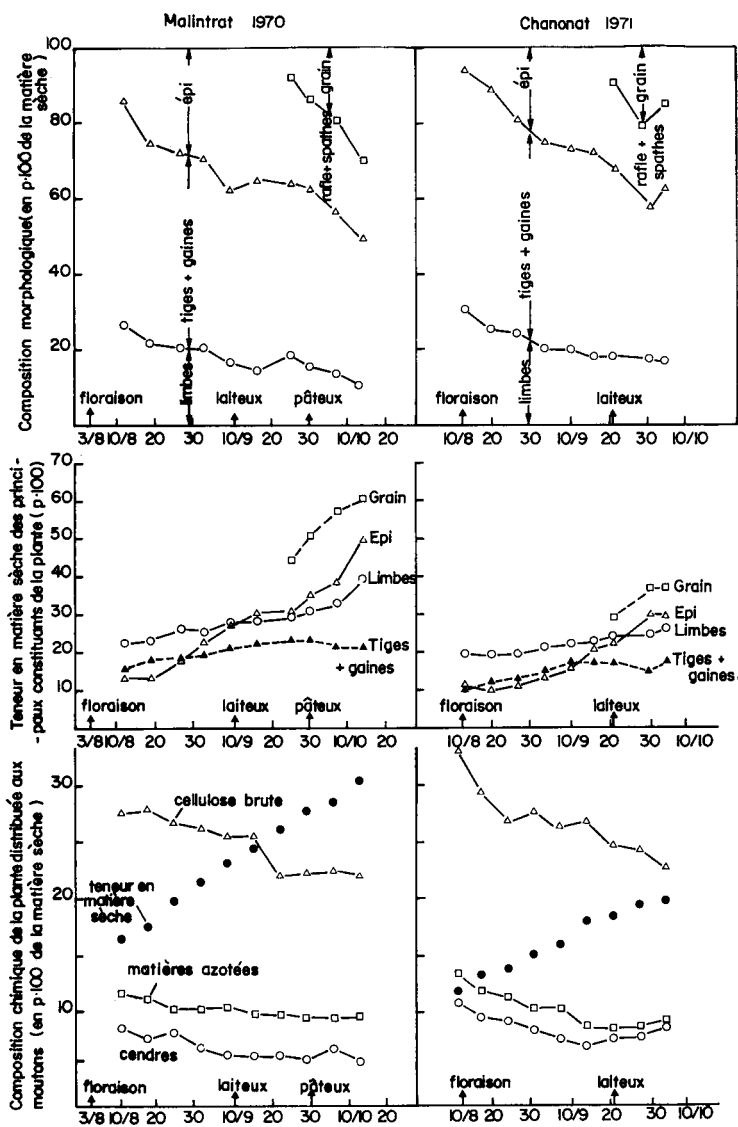


FIG. 1. — Evolution de la composition morphologique et chimique de la plante en fonction de son stade de végétation

La teneur en matière sèche de la plante a augmenté plus lentement que dans le cas des maïs précoces et fertiles semés à proximité (de 0,15 à 0,22 point/jour contre 0,35 point) ; elle est passée de 16,6 à 30,6 p. 100 en 1970 et de 11,9 à 19,7 p. 100 en 1971. Les teneurs en cendres et en matières azotées ont diminué très lentement

avec l'âge de la plante (fig. 1). Il en a été de même en ce qui concerne la teneur en cellulose brute, sauf en 1971 où la diminution a été rapide durant les deux premières semaines d'étude. A une teneur en matière sèche du grain comparable et voisine de 30-35 p. 100 (consistance laiteuse), nous n'avons observé en 1971 aucune différence de teneurs en cendres et en matières azotées entre la plante entière de « Sucrensilage » et celle d'un maïs précoce cultivé dans le même champ. Par contre, la teneur en cellulose brute de la variété « Sucrensilage » a été supérieure d'environ 18 p. 100 à celle de ce même maïs.

Digestibilité.

La digestibilité de la matière organique a augmenté très lentement durant les 10 semaines d'étude : elle est passée de 64-65 p. 100 à 68-69 p. 100 (fig. 2). Cette dernière valeur correspond à la limite inférieure des digestibilités que nous avons mesurées sur 20 maïs fertiles étudiés au laboratoire des Aliments.

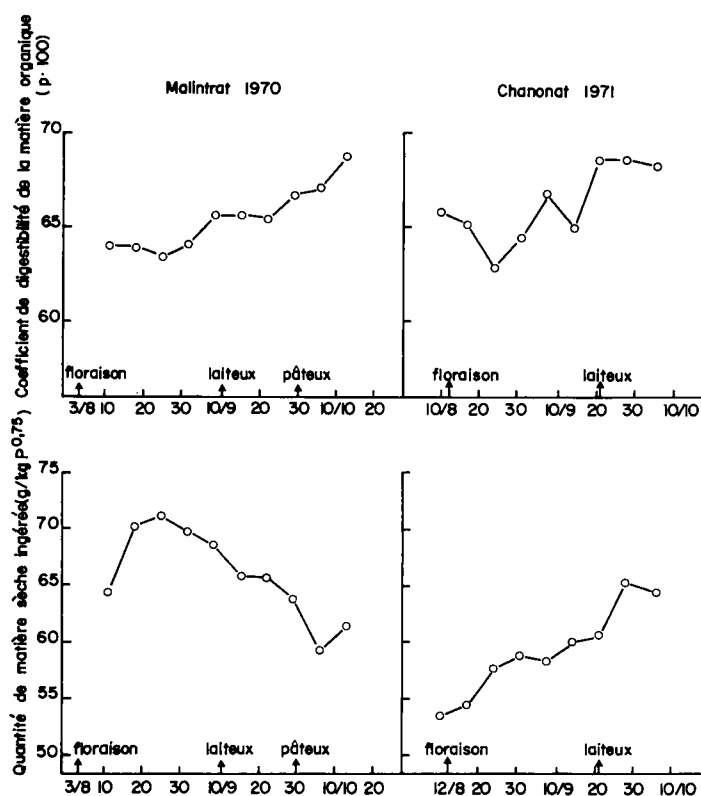


FIG. 2. — Évolution de la digestibilité de la matière organique et de l'ingestibilité de la plante en fonction de son stade de végétation

En 1971, elle a été plus variable d'une semaine à l'autre en raison vraisemblablement d'une plus grande hétérogénéité dans le taux de fécondation des épis.

La digestibilité de la cellulose brute a été systématiquement plus élevée en

TABLEAU I

Composition chimique, digestibilité, valeur nutritive, ingestibilité et productions à l'hectare des 2 maïs mâles stériles étudiés

| Date de récolte | Stade de végétation | Matière sèche (%) | Composition chimique (1) | | | Coefficients de digestibilité | | | Valeur nutritive | | MS ingérée (g/kg p _{0,75}) | Productions/ha | | |
|--|----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------|--------------------------------------|----------------|--------|----------|
| | | | Cendres | Matières azotées | Cellulose brute | Matière organique | Matières azotées | Cellulose brute | UF | MAD (%) | | MS (kg) | UF | MAD (kg) |
| « Sucresilage » semé le 4 mai 1970 à Maintriat | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-13/8 | 1 sem. après floraison ... | 16,6 | 8,6 | 11,3 | 27,4 | 64,0 | 64,3 | 55,0 | 0,60 | 7,3 | 64,6 | 9 195 | 5 520 | 670 |
| 16-21/8 | 2 sem. — ... | 17,7 | 7,7 | 11,0 | 28,0 | 63,9 | 60,1 | 55,4 | 0,60 | 6,6 | 70,3 | 11 565 | 6 940 | 765 |
| 23-28/8 | formation du grain ... | 19,9 | 8,1 | 10,3 | 26,9 | 63,4 | 61,1 | 51,6 | 0,59 | 6,3 | 71,1 | 13 890 | 8 185 | 875 |
| 30/8-4/9 | formation du grain ... | 21,5 | 6,8 | 10,2 | 26,1 | 64,1 | 56,5 | 51,5 | 0,61 | 5,8 | 69,8 | 15 460 | 9 430 | 895 |
| 6-11/9 | Laiteux ... | 23,2 | 6,3 | 10,3 | 25,9 | 65,7 | 58,5 | 52,1 | 0,65 | 6,0 | 68,7 | 16 595 | 10 955 | 1 010 |
| 13-18/9 | Laiteux ... | 24,1 | 6,2 | 9,8 | 25,5 | 65,7 | 56,6 | 52,2 | 0,65 | 5,5 | 65,8 | 17 980 | 11 690 | 990 |
| 20-25/9 | Laiteux-pâteux ... | 26,2 | 6,2 | 9,7 | 22,0 | 65,5 | 59,8 | 46,2 | 0,64 | 5,8 | 65,7 | 16 900 | 10 815 | 980 |
| 27/9-2/10 | Pâteux ... | 27,7 | 5,9 | 9,4 | 22,3 | 66,7 | 55,0 | 52,1 | 0,67 | 5,2 | 63,9 | 16 735 | 11 215 | 870 |
| 4-9/10 | Pâteux ... | 28,5 | 6,8 | 9,4 | 22,4 | 67,1 | 53,3 | 49,7 | 0,67 | 5,0 | 59,4 | 16 755 | 11 225 | 840 |
| 11-15/10 | Pâteux-vitreux ... | 30,6 | 5,8 | 9,7 | 22,0 | 68,8 | 58,5 | 50,9 | 0,71 | 5,7 | 61,9 | 17 215 | 12 220 | 980 |
| « Sucresilage » semé le 13 mai 1971 à Chanonat | | | | | | | | | | | | | | |
| 8-13/8 | Floraison ... | 11,9 | 10,9 | 13,6 | 32,9 | 65,8 | 69,4 | 67,7 | 0,62 | 9,4 | 53,6 | 10 415 | 6 460 | 980 |
| 15-20/8 | 1 sem. après floraison ... | 13,3 | 9,6 | 11,8 | 29,0 | 65,2 | 68,7 | 60,4 | 0,61 | 8,1 | 54,5 | 11 725 | 7 150 | 950 |
| 22-27/8 | 2 sem. — ... | 13,8 | 9,3 | 11,3 | 26,6 | 62,8 | 66,0 | 54,4 | 0,57 | 7,5 | 57,6 | 13 015 | 7 420 | 975 |
| 29/8-4/9 | formation du grain ... | 15,1 | 8,5 | 10,1 | 27,5 | 64,5 | 63,6 | 56,6 | 0,61 | 6,4 | 58,8 | 13 695 | 8 355 | 875 |
| 5-11/9 | formation du grain ... | 16,0 | 7,6 | 10,3 | 26,1 | 66,8 | 62,3 | 55,8 | 0,66 | 6,4 | 58,3 | 15 725 | 10 380 | 1 005 |
| 12-18/9 | formation du grain ... | 18,0 | 7,0 | 8,9 | 26,9 | 65,0 | 59,9 | 56,0 | 0,63 | 5,3 | 60,0 | 18 015 | 11 350 | 955 |
| 19-25/9 | Laiteux ... | 18,3 | 7,7 | 8,4 | 24,8 | 68,6 | 56,1 | 61,7 | 0,69 | 4,7 | 60,8 | 18 435 | 12 720 | 866 |
| 26/9-2/10 | Laiteux ... | 19,4 | 7,8 | 8,5 | 24,3 | 68,6 | 60,5 | 58,1 | 0,69 | 5,1 | 65,3 | 20 215 | 13 950 | 1 031 |
| 3-9/10 | Laiteux ... | 19,7 | 8,5 | 9,1 | 22,7 | 68,3 | 59,0 | 57,5 | 0,68 | 5,4 | 64,6 | 18 555 | 12 615 | 1 000 |

(1) En p. 100 de la matière sèche.

1971 qu'en 1970 (en moyenne 58,7 contre 51,7 p. 100) et a diminué très lentement avec l'âge de la plante (tabl. 1).

La digestibilité des matières azotées a été également plus élevée en 1971 (en moyenne 62,8 contre 58,4 p. 100) ; elle a varié parallèlement à la teneur en matières azotées de la ration. Les teneurs en matières azotées non digestibles ont été en 1970 et en 1971 respectivement de $4,2 \pm 0,2$ p. 100 et $3,7 \pm 0,2$ p. 100.

Ingestibilité et valeur alimentaire.

L'ingestibilité de la variété « Sucrensilage » est élevée et supérieure en moyenne à celle que nous avons mesurée sur les 20 maïs précoces étudiés au Laboratoire des Aliments (62,9 contre 52,5 g de MS/kg P^{0,75}). Son évolution avec l'âge de la plante a été très différente suivant les années (fig. 2). En 1970, elle a diminué de 70 à 60 g vraisemblablement parce que la plante de « Sucrensilage » qui était bien consommée au début en raison de sa teneur en matière sèche relativement élevée et de sa richesse en glucides solubles, est devenue progressivement peu différente d'un maïs normal. En 1971, elle a été en moyenne nettement plus faible qu'en 1970 (59,3 contre 66,1 g) et a varié d'une manière comparable à celle d'une repousse de graminée fourragère : elle a augmenté avec la teneur en matière sèche alors que la composition et la valeur nutritive de la plante ne variaient pratiquement pas.

La valeur alimentaire (c'est-à-dire la quantité de matière organique digestible ingérée) de la variété « Sucrensilage » a été élevée et pratiquement constante en 1970 (en moyenne $40,3 \pm 1,7$ g/kg P^{0,75}) ; en 1971, par contre, elle est passée de 31,4 à 40,4 g durant les 10 semaines d'étude. A titre de comparaison, elle a été de $35,3 \pm 4,7$ g dans le cas des 20 maïs sur pied étudiés au Laboratoire.

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

Le pH et la concentration en acides gras volatils du jus de rumen du mouton recevant le « Sucrensilage » cultivé en 1971 ont été en moyenne respectivement de $6,3 \pm 0,1$ et de $74,0 \pm 7,9$ mMoles/l de jus. La concentration du jus de rumen a augmenté parallèlement à la teneur en matière sèche et à la quantité de matière organique digestible ingérée par le mouton. Les proportions molaires d'acides acétique, propionique, butyrique et valériannique ont été respectivement en moyenne de 63,8 ; 24,2 ; 11,9 et 0,1 p. 100. Elles ont peu varié suivant le stade de végétation de la plante distribuée à l'animal sauf durant les quinze jours qui ont suivi la floraison : la proportion d'acide acétique a diminué alors que 78,6 à 63,5 p. 100 au profit essentiellement de la teneur en acide propionique qui a augmenté de 13,1 à 23,2 p. 100. Même si on excepte les valeurs obtenues durant cette période là, la composition du mélange des acides gras volatils semble légèrement différente de celle trouvée dans le jus de rumen des animaux recevant un maïs normal : avec une ration de « Sucrensilage », le pourcentage molaire moyen d'acide acétique est supérieur (60,1 contre 55,2 p. 100) alors que celui d'acide propionique est inférieur (26,9 contre 29,6 p. 100).

Productions à l'hectare.

Les quantités de matière sèche et d'UF récoltées à l'hectare ont augmenté rapidement et régulièrement après la floraison pour être maximum environ 5 ou 6 semaines plus tard (fig. 3) ; le grain était alors au stade laitieux. Cependant, les

plantes non fécondées ont atteint leur poids sec maximum plus tôt (environ 3 semaines après la floraison). Les quantités maximum produites/ha ont été en 1970 de 17 tonnes et de 11 000 UF et en 1971 de 19 tonnes et 13 000 UF. A titre indicatif, les variétés *LG 11*, *Funk's G 245* et *INRA 258* semées en 1970 dans le même champ à des peu-

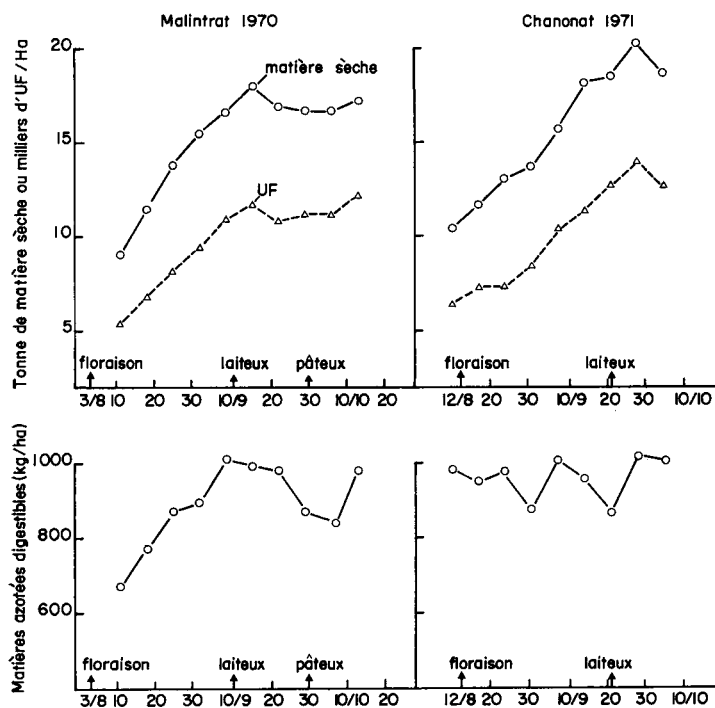


FIG. 3. — Évolution de la production de matière sèche, d'UF et de matières azotées digestibles à l'hectare en fonction du stade de récolte

plements compris entre 70 000 et 98 000 pieds/hectare ont produit au stade vitreux respectivement 18,3, 16,0 et 14,6 tonnes de matière sèche/ha et 13 250, 12 050 et 10 950 UF/ha. De même, en 1971 la variété *Junior 160* semée dans le même champ à un peuplement de 90 000 pieds/ha a produit 17,0 tonnes de matière sèche et 12 150 UF/ha. Quant aux quantités de matières azotées digestibles récoltées à l'hectare, elles ont atteint leur maximum environ 2 à 3 semaines après la floraison dans le premier essai et dès la floraison dans le 2^e essai (fig. 3). Elles ont été alors importantes (de l'ordre de 900 à 1 000 kg) et supérieures de 4 à 10 p. 100 à celles produites par les maïs normaux cultivés dans le même champ.

La plante ensilée

Malgré une teneur en matière sèche faible (tout au moins lorsque le grain se développe peu ou pas du tout), la plante de « Sucresnilage » s'ensile bien parce qu'elle est très riche en glucides solubles (17 à 22 p. 100 de la matière sèche, tabl. 2). Ces glucides solubles, qui n'ont pas été entièrement fermentés (il en restait en moyenne

TABLEAU 2

*Composition chimique, digestibilité et ingestibilité
des 4 plantes de maïs « Sucroensilage » avant et après ensilage*

| | Matière sèche (%) | Composition chimique de la matière sèche (%) | | | | | Caractéristiques de la conservation (1) | | | | Coefficient de digestibilité (%) | | | Matière sèche ingérée (g/kg p _{0,75}) |
|-------------------------------|-------------------|--|------------------|-----------------|-------------------|--------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------|------|---|
| | | Cendres | Matières azotées | Cellulose brute | Glucides solubles | Amidon | pH | N-NH ₃ (p. 100 N total) | Acide lactique (g/kg MS) | Acide acétique (g/kg MS) | Matière organ. azotées | Cellulose brute | | |
| 1970 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 sem. après la floraison : | | | | | | | | | | | | | | |
| plante sur pied..... | 22,5 | 6,6 | 9,8 | 23,5 | 20,6 | 4,8 | — | — | — | 65,7 | 58,5 | 52,1 | 68,7 | |
| plante ensilée (2) | 22,9 | 6,4 | 8,8 | 26,1 | 4,4 | 3,9 | 3,57 | 5,3 | 77,4 | 66,0 | 55,7 | 59,5 | 63,6 | |
| 8 sem. après la floraison : | | | | | | | | | | | | | | |
| plante sur pied..... | 27,9 | 6,4 | 9,8 | 22,5 | 16,7 | 10,2 | — | — | — | 66,7 | 55,0 | 52,1 | 63,9 | |
| plante ensilée (témoin) | 27,8 | 6,2 | 9,1 | 23,3 | 1,1 | 12,3 | 3,80 | 5,4 | 59,7 | 66,8 | 58,0 | 55,8 | 62,1 | |
| id. (+ urée et minéraux) | 28,3 | 7,4 | 12,8 | 22,4 | 1,8 | 9,6 | 3,77 | 7,6 | 71,9 | 67,7 | 69,0 | 51,3 | 65,4 | |
| 1971 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 sem. après la floraison : | | | | | | | | | | | | | | |
| plante sur pied | 19,6 | 7,4 | 9,4 | 24,2 | 21,6 | 2,6 | — | — | — | 68,6 | 56,1 | 62,8 | 60,8 | |
| plante ensilée | 19,7 | 7,6 | 8,7 | 28,1 | 2,3 | 1,6 | 3,62 | 5,7 | 60,7 | 65,9 | 65,2 | 61,1 | 43,3 | |
| 8 sem. après la floraison : | | | | | | | | | | | | | | |
| plante sur pied..... | 21,1 | 7,3 | 9,4 | 22,5 | 19,2 | 6,8 | — | — | — | 68,3 | 59,0 | 57,5 | 64,6 | |
| plante ensilée (témoin) | 22,1 | 6,9 | 9,3 | 25,1 | 4,1 | 6,1 | 3,75 | 6,8 | 50,2 | 68,5 | 64,0 | 59,9 | 46,5 | |
| id. (+ urée et minéraux) | 23,3 | 9,3 | 17,4 | 22,7 | 3,2 | 6,0 | 3,85 | 8,8 | 63,3 | 71,8 | 82,9 | 64,4 | 56,7 | |

(1) Il n'y avait pas d'acide butyrique.

(2) Toutes les valeurs concernant les plantes ensilées ont été corrigées pour les pertes de produits volatils durant le séchage à l'étuve.

2,8 p. 100 dans la matière sèche des ensilages), ont donné naissance essentiellement à de l'acide lactique (en moyenne 64 g/kg de MS) et à un peu d'acide acétique (en moyenne 17 g/kg de MS). Les 7 ensilages ont eu un pH particulièrement faible (3,6 à 3,8) et ont donné lieu à une ammoniogenèse très réduite (5,3 à 8,8 p. 100 de l'azote étaient sous forme d'ammoniac). Si la nature des fermentations est donc très comparable à celle décrite dans le cas des ensilages de plantes entières de maïs normaux, leur intensité correspond mieux à celle observée dans le cas des ensilages de cannes de maïs (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974 a).

Par contre, les pertes de matière sèche totales corrigées (jus, gaz, inconsommable) ont été en moyenne plus élevées (13,2 contre 9,1 p. 100) que celles enregistrées dans le même type de silo avec des ensilages de maïs normaux.

Digestibilité et ingestibilité.

Pour les 4 ensilages réalisés sans urée, la diminution de digestibilité entre la plante sur pied et la plante ensilée a été, comme dans le cas de maïs normaux (ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1974 a), très faible, voire nulle : en moyenne — 0,5 ou — 1,8 points selon qu'on tient compte ou non des pertes de produits volatils lors du séchage à l'étuve (tabl. 2).

Les différences de digestibilité des matières azotées entre la plante sur pied et la plante ensilée ont été liées étroitement à des différences de teneurs en matières azotées de la ration. A une exception près, la digestibilité de la cellulose brute des ensilages a été comparable à celle de la plante sur pied correspondante.

L'ingestibilité des 4 ensilages sans additif, qui a été en moyenne de 54,0 g de MS/kg P^{0.75} (après correction), a été nettement plus élevée en 1970 qu'en 1971 (62,8 contre 44,9 g). La diminution d'ingestibilité entraînée par la conservation a été en moyenne de 10,6 g (soit 16,5 p. 100) et variable d'un essai à l'autre (— 5,2 p. 100 en 1970 contre — 28,4 p. 100 en 1971). La diminution plus importante observée en 1971 s'explique par une teneur en matière sèche plus faible et par le fait que la teneur en azote de l'ensilage sans additif était un facteur limitant de son ingestibilité : en effet, l'ingestibilité de l'ensilage correspondant avec urée lui a été supérieure de 22 p. 100 (tabl. 2).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Par rapport à un maïs fertile ayant poussé dans des conditions normales et exploité entre le stade « début formation du grain » et la maturité, le maïs mâle-stérile se caractérise par une valeur nutritive plus faible : la digestibilité de la matière organique et la valeur énergétique ont été en moyenne de 65,8 p. 100 et 0,64 UF/kg de matière sèche dans le cas de deux maïs mâles-stériles et de 71,5 p. 100 et 0,77 UF dans le cas des 20 maïs normaux que nous avons étudiés en vert jusqu'ici (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1973). Les travaux étrangers portant sur la comparaison entre les maïs mâles-stériles et les maïs normaux sont peu nombreux et ne concernent, du moins à notre connaissance, que la plante ensilée. Leurs conclusions sont souvent contradictoires en raison d'un taux de fécondation du maïs mâle-stérile très variable (BRATZLER *et al.*, 1965 ; CUMMINS et McCULLOUGH, 1971 ; MEISKE et GOODRICH, 1966 ; PERRY et CALDWELL, 1969 ; STAKE *et al.*, 1973). Cependant, les études dans

lesquelles cette comparaison a été faite dans des conditions rigoureuses (isolement de la culture afin d'éviter toute fécondation), concluent généralement à la supériorité du maïs fertile, mais cette supériorité est parfois non significative (CUMMINS et McCULLOUGH, 1971) ou, si elle est significative, reste faible (+ 5,5 p. 100 ; BRATZLER *et al.*, 1965).

Par contre, l'ingestibilité du maïs mâle-stérile sur pied est élevée et supérieure (en moyenne de 20 p. 100) à celle des 20 maïs fertiles que nous avons étudiés. En fait, cette supériorité, observée globalement, pourra être d'importance très variable suivant tout d'abord les conditions de milieu (lieu-année) qui conditionnent pour une large part l'ingestibilité de la plante de maïs sur pied (DEMARQUILLY et ANDRIEU, 1973). Ensuite, cette supériorité pourra être d'autant plus réduite, voire nulle, que la teneur en matière sèche du maïs mâle-stérile sera plus faible. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, tout se passe comme si l'eau contenue dans la plante avait un pouvoir encombrant et limitait de ce fait la quantité ingérée, du moins quand la teneur en eau du fourrage est supérieure à 82 p. 100 (VÉRITÉ et JOURNET, 1970).

La plante de maïs mâle-stérile est intéressante pour l'affouragement en vert car sa valeur nutritive varie peu après la floraison et son ingestibilité est élevée, tout au moins lorsque sa teneur en matière sèche est supérieure à 18 p. 100 environ. Son exploitation en vert ne devrait pas se situer avant la 3^e ou la 4^e semaine suivant la floraison : plus riche en matière sèche, surtout si elle a été partiellement fécondée, la plante sera alors très bien consommée et les productions maximum de matière sèche et d'UF seront atteintes.

En revanche, son utilisation sous forme d'ensilage semble moins intéressante. Les caractéristiques fermentaires sont bonnes mais les pertes de matière sèche en cours de conservation sont plus importantes que pour un maïs normal par suite d'une teneur en matière sèche plus faible. L'ensilage de maïs stérile étant moins riche en énergie (0,67 contre 0,77 UF/kg de MS) et ayant une ingestibilité comparable, sa valeur alimentaire sous forme d'ensilage sera inférieure à celle d'un maïs fertile ayant poussé dans de bonnes conditions de végétation.

En définitive, un certain taux de fécondation étant souhaitable pour augmenter la teneur en matière sèche de la plante, sa valeur énergétique et la production de matière sèche à l'hectare, on peut se demander dans quelle mesure un maïs normal semé à un peuplement élevé, n'aurait pas donné des résultats comparables.

Reçu pour publication en juin 1974.

SUMMARY

CHEMICAL COMPOSITION, DIGESTIBILITY AND VOLUNTARY INTAKE OF FRESH AND ENSILED MALE STERILE MAIZE

During the course of two years, the digestibility and voluntary intake of fresh and ensiled male sterile maize (variety « Sucrensilage ») were determined in sheep. The fresh plant was studied from flowering for 9 or 10 consecutive weeks.

The grain percentage of the plant dry matter increased regularly but slowly because of a partial fecundation of the grain, and reached, at the end of the study, 30 and 20 p. 100 in 1970 and 1971, respectively. At the same time, the dry matter content of the plant slowly increased

(0.15 to 0.22 percentage points/day) and varied within very different limits from one year to another (from 16 to 30 p. 100 in 1970 and from 12 to 20 p. 100 in 1971). The crude protein and crude fiber contents increased only slightly with the age of the plant (fig. 1).

The digestibility of the organic matter of the fresh plant increased only slowly especially during the first 6 or 7 weeks (fig. 2, table 1), and showed a mean value of 65.8 p. 100 for the two years (*i.e.* 0.64 FU/kg dry matter). This value was 8 p. 100 lower than that recorded, on an average, for the 20 fertile maize plants studied in the laboratory.

The dry matter intake of the sheep was high (62.9 g DM/kg W^{0.75}) and exceeded by 20 p. 100 that measured in the case of fertile maize plants. However the amount ingested, the variation of which was very different from one year to another (fig. 2, table 1), was markedly lower in 1971 than in 1970 (59.3 versus 66.1 g) probably because the dry matter content was too low.

The composition of the volatile fatty acid mixture of the rumen fluid in sheep fed the fresh « Sucrensilage » was rather different from that recorded with fertile maize, *i.e.* higher acetic acid content and lower propionic acid content in the case of sterile maize.

The amounts of dry matter and feed units (FU) harvested per hectare increased during the 5 or 6 weeks following flowering and stabilized around 17 tons and 11 000 FU in 1970 and 19 tons and 13 000 FU in 1971. The maximum amount of digestible crude protein was reached much earlier (during the first 3 weeks after flowering). Thus zero grazing of « Sucrensilage » should not take place before the 3rd or 4th week after flowering, at the time when the plant is more rich in dry matter and when the production of dry matter and of FU/ha have almost reached their maximum values.

The fermentation characteristics of the silages made 5 and 6 weeks after flowering, were similar to those from fertile maize (table 2), but losses during storage were, on average, larger.

The ensiling did not cause any decrease in the digestibility of the organic matter, but led to a greater lowering of the voluntary intake than that recorded in the case of fertile maize (16.5 versus 6. p 100). The net effect is that practically the same quantity of sterile maize silage is ingested as of fertile maize silage, but, being lower in energy, its feed value (measured by the FU or DOM intake) is lower.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974 a. Valeur alimentaire du maïs fourrage. II. Influence du stade de végétation, de la variété, du peuplement, de l'enrichissement en épis et de l'addition d'urée sur la digestibilité et l'ingestibilité de l'ensilage de maïs. *Ann. Zootech.*, **23**, 1-25.
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974 b. Valeur alimentaire du maïs fourrage. III. Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages de maïs. *Ann. Zootech.*, **23**, 27-43.
- BARKER S. B., SUMMERSON W. H., 1941. The calorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. chem.*, **137**, 535.
- BRATZLER J. W., KING T. B., THOMAS W. I., 1965. Nutritive value of high-sugar corn silage. *J. Anim. Sci.*, **24**, 1218 (Abstr.).
- CONWAY E. J., 1957. *Microdiffusion analysis and volumetric error*. London : Crosby, Lockwood, London.
- COPPOCK C. E., STONE J. B., 1968. Corn silage in the ration of dairy cattle : a review. *Cornell Miscellaneous*, Bulletin 89.
- CUMMINS D. G., MCCULLOUGH M. E., 1971. Comparison of male sterile and male fertile corn for silage. *Agron. J.*, **63**, 46-47.
- DEMARQUILLY C., 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage. I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied. *Ann. Zootech.*, **18**, 17-32.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., 1973. Valeur nutritive et utilisation par les bovins de la plante entière de maïs verte, ensilée ou déshydratée. 24^e réunion de la F. E. Z.
- MEISKE J. C., GOODRICH R. D., 1966. Regular corn vs. High-sugar corn vs. Sorgho-Sudan silage. *J. Anim. Sci.*, **25**, 1270 (Abstr.).
- PERRY T. W., CALDWELL D. M., 1969. Comparative nutritive value of silages made from high-sugar male sterile hybrid corn and regular starchy corn. *J. Dairy Sci.*, **52**, 1119-1121.
- 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.
- STAKE P. E., OWENS M. J., SCHINGOETHE D. J., VOELKER H. H., 1973. Comparative feeding value of high-sugar male sterile and regular dent corn silages. *J. Dairy Sci.*, **56**, 1439-1444.
- VERITÉ R., JOURNET M., 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur la valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Ann. Zootech.*, **19**, 255-268.