

10.200 SAN

K 63

L'ensilage de céréales fourragères
plante entière pour l'alimentation
des bovins

R. Sansoucy

10.200 SAN

L'ensilage de céréales fourragères plante entière pour l'alimentation des bovins

R. Sansoucy

La technique de l'ensilage est connue depuis fort longtemps. Elle aurait été pratiquée en particulier dans la région méditerranéenne, dans l'Égypte ancienne (1600-1000 avant J.-C.) et à Carthage (Mosnier et Papin, 1978).

L'ensilage a pour objectif principal la conservation des fourrages verts à l'état humide, avec le minimum de pertes de matière sèche et d'éléments nutritifs et sans formation de produits toxiques pour l'animal (Demarquilly, 1973b). Cela revient pratiquement à mettre la plante « en conserve » à l'abri de l'air.

Pourquoi l'ensilage? La production fourragère est très saisonnière. Il y a à certaines époques de l'année un excédent important de fourrages; à d'autres moments, cette production étant très réduite, le déficit est considérable. Il faut donc effectuer des reports d'une saison à l'autre et pour cela constituer des stocks.

Traditionnellement, ces stocks sont réalisés sous forme de foin. Mais ce foin est le plus souvent de qualité médiocre, car récolté tardivement et dans des conditions pas toujours favorables.

Généralement, un bon ensilage est plus facile à réussir qu'un bon foin.

L'auteur est expert en production animale (Nutrition), Division de la production et de la santé animales, FAO. Il était auparavant expert en production animale au projet FAO-GCP/TUN/010/SWE de développement de la production de viande bovine dans le nord de la Tunisie. Cet article est issu de son travail sur ce projet.

Les céréales fourragères sont largement utilisées dans de nombreux pays, sous différentes formes: pâturage, foin, ensilage, grains.

Dans les zones les plus favorisées, elles sont souvent concurrencées pour le pâturage et le foin par les graminées fourragères (ray-grass, fétuque, dactyle, etc.) et pour l'ensilage et les grains par le maïs. Mais il existe de nombreuses régions du globe, en particulier les zones à pluviosité très saisonnière et limitée, comme par exemple les zones à climat de type méditerranéen, où les graminées fourragères et le maïs ne peuvent guère se développer sans apport d'eau supplémentaire par irrigation. Cette dernière formule, lorsqu'elle est possible, est toujours coûteuse et souvent mieux valorisée par d'autres productions que la production fourragère.

C'est sans doute dans ces zones que les céréales fourragères peuvent connaître — et connaissent déjà — un développement plus important. Il est en effet possible de profiter de la saison hivernale pluvieuse pour faire pousser les céréales fourragères sans avoir recours à l'irrigation. Ces céréales secondaires (orge, avoine) associées ou non à des légumineuses (vesce, pois) sont cultivées traditionnellement dans la région méditerranéenne où elles entrent dans l'assolement des zones céréalières (blé). Elles y sont le plus souvent utilisées sous la forme de foin.

Mais ces dernières années, l'ensilage a connu un essor spectaculaire dans certains pays comme la Tunisie, où un projet FAO (projet FAO-GCP/TUN/010/SWE de développement de la production de viande bovine) en a fait la base de l'alimentation des bovins soumis à l'engraissement (Hull, 1977; Sansoucy et al., 1978). Cette technique étant susceptible de pouvoir se développer dans de nombreux autres pays, il a paru utile de faire le point sur l'ensemble des travaux réalisés dans ce domaine.

Cette première partie sera consacrée à l'examen des aspects concernant l'ensilage lui-même, alors que la seconde partie abordera les problèmes concernant son utilisation dans l'alimentation des bovins.

Récolté à un stade favorable, l'ensilage a une meilleure valeur alimentaire. En outre, cette technique est moins tributaire des conditions atmosphériques au moment de la récolte. Enfin, les pertes par ensilage sont plus réduites que par la fenaison.

L'ensilage, dont le coût de récolte est plus faible que celui du foin, permet de limiter la spéculation qui règne sur celui-ci dans certains pays et supprime également les risques éventuels d'incendie.

D'autre part, étant récolté plus pré-

cocement que le foin et a fortiori que les grains, il libère le sol plus tôt et permet de supprimer la jachère traditionnelle en zone méditerranéenne et d'installer une culture céréalière à l'automne.

Par rapport à la récolte en grains, l'ensilage permet également de récolter davantage d'unités fourragères à l'hectare comme nous le verrons plus loin.

Les différents facteurs de variation influençant le rendement des céréales fourragères, la composition chimique,

la valeur nutritive et la qualité de conservation des ensilages seront examinés ci-dessous.

Composition morphologique. La participation relative des divers organes à la matière sèche de la plante évolue régulièrement en fonction du stade de récolte (Polan *et al.*, 1968; Demarquilly *et al.*, 1969; Demarquilly, 1970); La part du grain augmente constamment du stade laiteux jusqu'à la maturité (tableau 1).

La principale différence entre les graminées fourragères et l'orge plante entière est le poids du grain par rapport au poids de la paille à maturité (Hopkins, 1968).

Composition chimique de la matière sèche. La composition chimique classique des ensilages diffère peu de celle de la plante sur pied, quand on corrige la teneur en matière sèche du fourrage ensilé pour les pertes des produits volatils lors du séchage à l'étuve (Demarquilly, 1973a).

Pour une même céréale, on peut observer entre certaines variétés de faibles différences dans la composition chimique à certains stades de récolte (Edwards *et al.*, 1968). Par contre, les différences de composition chimique entre les stades de récolte ont significatives pour tous les composants.

Teneur en matière sèche. La teneur en MS augmente très régulièrement depuis le stade épiaison jusqu'à la maturité. Elle passe d'environ 20 pour cent à l'épiaison à 35-40 pour cent au stade pâteux dur (Smith, 1960; Hopkins, 1968; Mac Gregor et Edwards, 1968), puis croît très rapidement (phase de dessiccation).

Teneur en matières minérales. Elle diminue depuis les stades précoces jusqu'au stade pâteux, puis se maintient (Edwards *et al.*, 1968; Smith, 1960; Demarquilly, 1970; Pal *et al.*, 1971; Burgess *et al.*, 1972).

Teneur en matières cellulosiques (cellulose brute). L'évolution de la teneur en cellulose brute est différente de celle des graminées fourragères. Pour celles-ci, la cellulose brute augmente constamment lorsque le stade de récolte est plus tardif. Pour les céréales fourragères, il en va autrement. En effet, le taux de matières cellulosiques augmente jusqu'à la floraison (Smith, 1960), puis diminue régulièrement jusqu'à maturité (Thurman *et al.*, 1957; Smith, 1960; Hopkins, 1968; Demarquilly, 1970). L'augmentation à maturité complète constatée par Edwards *et al.* (1968) (figure 1) serait due à une perte de grains.

Cette particularité des céréales fourragères peut s'expliquer par l'évolution de leur composition morphologique (voir ci-dessus). Si le taux de cel-

lulose brute augmente avec le stade de récolte dans la partie végétative de la plante, comme pour les graminées fourragères, la part de l'épi, pauvre en cellulose, s'accroît dans le temps et il en résulte une diminution globale de la cellulose pour la plante entière (Hopkins, 1968; Polan *et al.*, 1968).

Teneur en matières azotées totales (N x 6,25). La teneur en matières azotées totales est très élevée au stade feuillu, mais elle diminue très rapidement jusqu'au stade floraison (Meyer *et al.*, 1957; Smith, 1960; Thériez, 1969). Elle continue à diminuer plus lentement jusqu'au stade pâteux, puis tend à augmenter légèrement jusqu'à la maturité du grain (Smith, 1960; Edwards *et al.*, 1968; Hopkins, 1968; Demarquilly, 1970). La légère augmentation à maturité est due à la part plus importante prise par l'épi, dont le pourcentage de matières azotées est alors plus élevé que celui des autres parties de la plante (Polan *et al.*, 1968).

Taux de matières grasses. Le taux de matières grasses est toujours très faible et tend à diminuer globalement de l'épiaison (1,9 pour cent) à la maturité (1,3 pour cent) (Edwards *et al.*, 1968).

Taux d'extractifs non azotés. Dans le cas de l'avoine, il augmente régulièrement jusqu'à maturité selon Smith (1960). Dans le cas de l'orge, il augmente jusqu'au stade pâteux dur pour diminuer à la maturité complète selon Edwards *et al.* (1968).

Les graphiques 1 et 2 permettent de mieux visualiser l'évolution globale des différents constituants des plantes d'orge et d'avoine.

Valeur alimentaire des ensilages de céréales fourragères. La valeur alimentaire d'un fourrage se caractérise par sa valeur nutritive ou concentration en éléments nutritifs, qui dépend de sa digestibilité, et la quantité de fourrage volontairement ingérée par l'animal (ingestibilité).

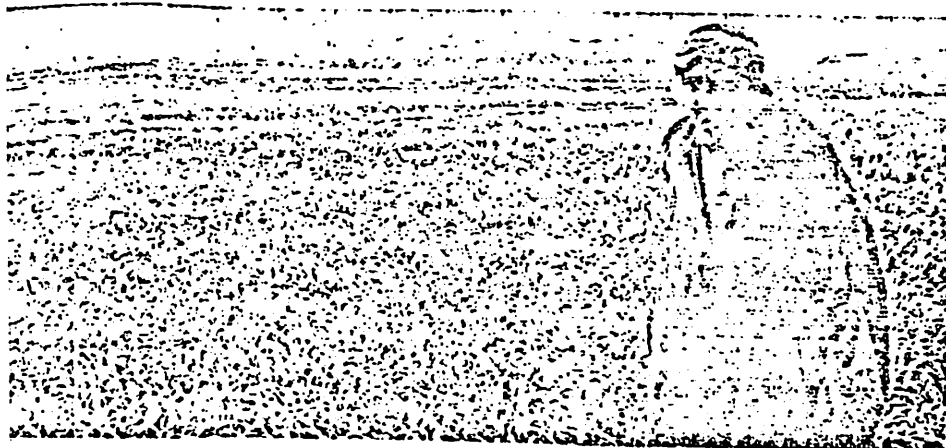
La valeur alimentaire des ensilages dépend avant tout de celle de la plante sur pied au moment de la récolte.

Digestibilité. La digestibilité des ensilages de céréales fourragères à un stade donné est remarquablement répétable d'une année sur l'autre. De plus, elle est très similaire à celle du four-

Tableau 1 EVOLUTION DE LA PART RELATIVE DE LA PAILLE ET DU GRAIN POUR L'ORGE

Stade de récolte	Pourcentage de la MS		MS % de la plante entière
	Paille	Grain	
Floraison	100	0	22,1
Laiteux	83	17	25,5
Pâteux mou	71	29	27,1
Pâteux	63	37	29,5
Pâteux dur	50	50	35,3
Maturité	44	56	46,7

SOURCE: Hopkins (1968).



Les céréales fourragères, cultures traditionnelles dans de nombreuses régions, peuvent offrir des rendements importants d'un produit de qualité

rage vert à la récolte (Raymond et Heard, 1968; Demarquilly, 1973a). Cela signifie que la digestibilité d'un ensilage de céréales fourragères peut être estimée avec une exactitude raisonnable à partir du stade de récolte.

Edwards *et al.* (1968) constatent une augmentation de la digestibilité *in vitro* de l'orge lorsque le taux de cellulose brute diminue. Par contre, pour Demarquilly (1970), la digestibilité de la matière organique n'est que faiblement liée à la teneur en cellulose brute. Elle diminue rapidement jusqu'au début de la formation du grain, où elle est de l'ordre de 61-62 pour cent. Elle reste ensuite constante jusqu'au stade pâteux chez l'orge. Cela résulte du fait que l'augmentation dans la plante entière de la proportion de grain, dont la digestibilité est élevée et constante, compense la diminution de la digestibilité de tous les autres organes de la plante. Par contre, la digestibilité continue à décroître lentement chez l'avoine, atteignant 59 pour cent au stade laiteux et 57 pour cent seulement au stade pâteux. Cela s'explique probablement par la plus faible digestibilité du grain d'avoine par rapport à l'orge.

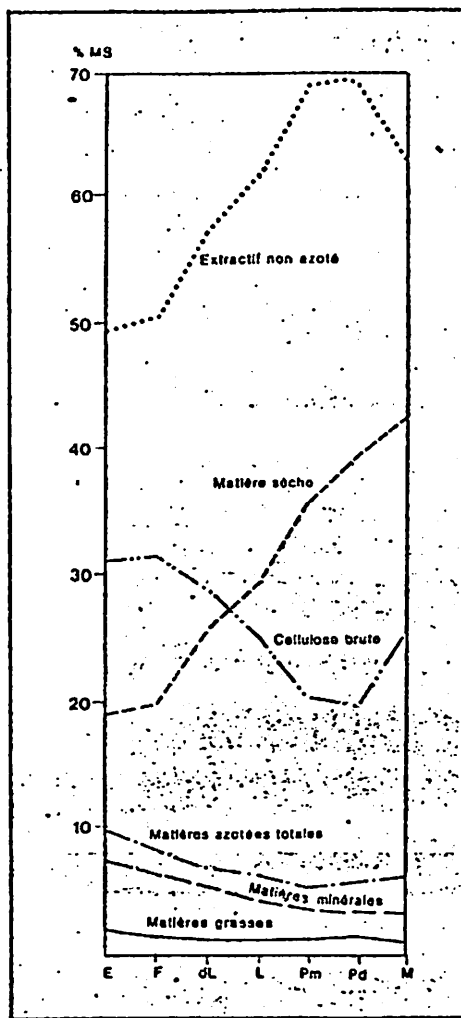
Cette évolution de la digestibilité est également mise en évidence par d'autres auteurs (Cannell et Jobson, 1968; Lawes et Jones, 1971; Mowatt et Slumskie, 1971; Burgess *et al.*, 1972; Corral *et al.*, 1977). D'autre part, lorsque la plante atteint la pleine maturité, l'enveloppe du grain empêche sa digestion complète par l'animal et une proportion significative de grain non digéré passe dans les bouses (Hopkins, 1968). Il en résulte que l'animal ne peut utiliser pleinement le potentiel nutritif du produit.

La digestibilité varie beaucoup selon le rapport grain/paille de la culture à l'approche de la maturité (Andrieu, 1977). Elle est ainsi plus élevée pour les variétés à paille courte, et pour une même variété lorsque la coupe est effectuée à une plus grande hauteur augmentant ainsi le rapport grains/paille.

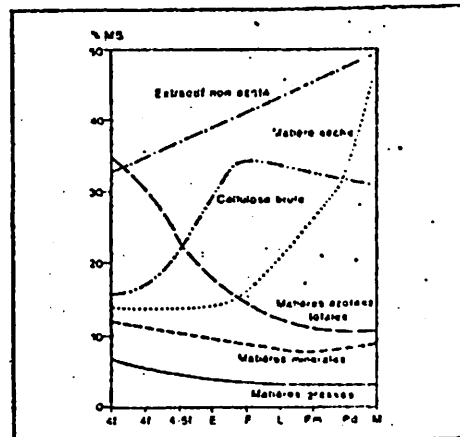
Valeur nutritive. La valeur énergétique (exprimée en unités fourragères, ou unité amidon, ou TDN selon les pays) évolue de la même façon que la digestibilité puisqu'elle est calculée à partir de celle-ci. C'est une notion plus concrète et plus familière aux éleveurs et aux techniciens de terrain.

La teneur en matières azotées di-

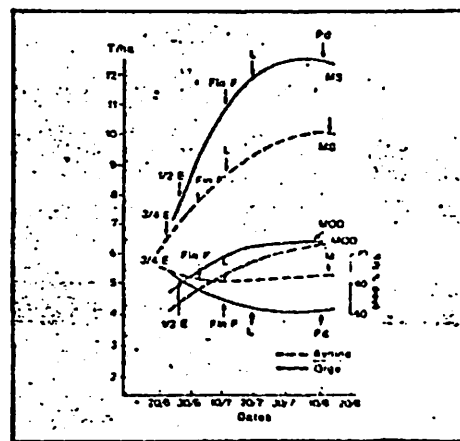
1 Evolution des différents constituants de la plante entière d'orge avec le stade de croissance



2 Evolution des différents constituants de la plante entière d'avoine avec le stade de croissance



3 Evolution des rendements en matière sèche et de la digestibilité de l'avoine et de l'orge de printemps en fonction de la date et du stade de récolte en Grande-Bretagne



Note aux figures 1 et 2: Stades: 4 F = 4 feuilles; E = Epiaison; F = Floraison; dL = début Laiteux; L = Laiteux; Pm = Pâteux mou; Pd = Pâteux dur; M = Maturité.

gestibles varie dans le même sens que la teneur en matières azotées totales. Elevée aux stades précoces, elle diminue aux stades plus avancés, et augmente de nouveau à maturité.

Citons à titre d'exemple les valeurs énergétiques et azotées reportées au tableau 2 (exprimées en UF Breirem et en g MAD/kg MS).

La valeur nutritive tend donc à diminuer quand le stade de récolte est plus tardif surtout pour l'avoine.

Evolution de l'ingestibilité. La quantité de matières sèches ingérées est liée au stade de récolte et à la finesse de hachage des ensilages de céréales fourragères (Andrieu, 1977). Chez le mouton, elle passe de 1,65 kg de MS par 100 kg de poids vif pour une récolte effectuée au début de la formation du grain à 1,80 kg-1,90 kg au

stade laiteux avec l'orge et au stade pâteux avec l'avoine, puis diminue rapidement.

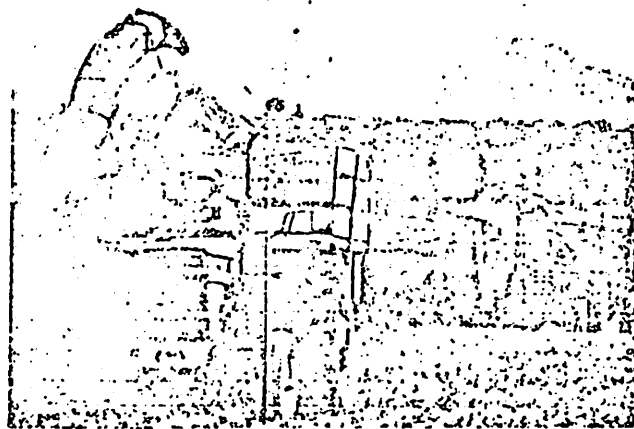
Dans l'ensemble, l'ingestibilité des ensilages de céréales fourragères est supérieure à celle des ensilages de graminées (Demarquilly *et al.*, 1969).

La finesse de hachage est très importante surtout pour les plantes récoltées tardivement et principalement pour l'orge où la présence de barbillons peut gêner la consommation.

Selon De Vuyst *et al.* (1975), les céréales fourragères sont mieux appréciées par les bovins que par les moutons, et elles auraient la valeur d'un bon foin ou d'un bon ensilage d'herbe malgré leur digestibilité relativement faible.

Contrairement à ce qui se passe avec les graminées fourragères, le préfanage des céréales plante entière

Ci-contre: La récolte des céréales fourragères destinées à l'ensilage se fait à l'aide de machines spécialisées — ici ensileuses à fléaux. Plus le hachage est fin, meilleure est la qualité de l'ensilage. C'est pourquoi les machines à tambour dites à « coupe fine » sont préférables



A droite: La conservation de l'ensilage de céréales fourragères est très facile à réaliser dans des silos simples et peu coûteux, aménagés sur le sol, appelés silos taupinières



n'améliore pas sensiblement l'ingestibilité (Wilkins *et al.*, 1970), même pour une récolte à un taux de matière sèche relativement faible.

Conservation des ensilages de céréales fourragères. Les céréales fourragères s'ensilent très facilement, car elles sont riches en glucides solubles (Mac Gregor et Edwards, 1968).

Quel que soit le stade de récolte entre le début de l'épiaison et le stade pâteux, il est possible de bien conserver les céréales fourragères par ensilage dans les silos classiques: silos taupinières, silos tranchées ou silos couloirs (Sansoucy *et al.*, 1979). Les silos taupinières sont à recommander car ils sont les moins coûteux, simples à réaliser et très souples d'utilisation.

Lorsque la récolte a lieu à un stade assez avancé (laiteux et pâteux), et que le taux de MS est assez élevé (30 à 40 pour cent), il est indispensable de hacher finement la plante avant la mise au silo (De Vuyst *et al.*, 1975). Le mieux est d'utiliser les ensileuses

à coupe fine (brins de 0,5 à 1 cm), qui facilitent le tassement, augmentant ainsi l'efficacité du silo.

Dans ce cas, les pertes par écoulement des jus sont supprimées et les pertes totales sont réduites et peuvent être inférieures à 10 pour cent (Edwards *et al.*, 1968).

Les caractéristiques fermentaires des ensilages directs diffèrent sensiblement entre céréales et graminées fourragères (tableau 3).

Tableau 2 VALEUR NUTRITIVE DES CÉRÉALES FOURRAGÈRES

Plante / Stade de récolte	Orge sur pied		Avoine sur pied	
	UF	MAD (g)	UF	MAD (g)
Stade feuillu	1,077	1,96	—	—
Début épiaison	1,065	1,48	—	—
Épiaison	1,062	1,32	—	—
Floraison	1,058	1,82	1,061	1,68
Laiteux	1,057	1,64	1,050	1,49
Pâteux mou	1,054	1,63	1,050	1,52
Pâteux	1,058	1,81	1,047	1,52

SOURCES: ¹ Thériez (1969). — ² Demarquilly (1970).

Tableau 3 CARACTÉRISTIQUES FERMENTAIRES DES ENSILAGES DE CÉRÉALES FOURRAGÈRES COMPARÉS AUX ENSILAGES DE RAY-GRASS

Type d'ensilage	Matière sèche (%)	pH	Acides (% MS)			Auteur
			Lactique	Acétique	Butyrique	
Ray-grass d'Italie	17,9	3,95	5,6	5,7	0,13	Demarquilly, 1973b
Ray-grass anglais	17,5	4,12	7,8	2,6	1,85	
Céréales fourragères (orge, blé, avoine)	38,0	4,1	3,9	1,1	0,4	Andrieu, 1977
Céréales fourragères (avoine, orge)	28,6	4,05	3,1	0,7	0,2	Sansoucy <i>et al.</i> , 1979
Orge	45-50	4,0 à 4,6	3,3	0,8	0,2	Raymond et Heard, 1968
Orge	45,0	4,5	1,9	1,3	0,8	Gouet <i>et al.</i> , 1971

Pour des taux de matière sèche relativement élevés, le pH est bas et les faibles proportions d'acides acétique et butyrique indiquent une bonne conservation. Le pourcentage d'acide lactique apparaît plus réduit que pour le ray-grass. Selon Raymond et Heard (1968), cela peut être dû au fait que l'amidon qui se forme dans les grains aux stades tardifs ne fermenterait pas en acide lactique dans le silo; cette propriété est caractéristique des ensilages à teneur élevée en matière sèche (Gouet *et al.*, 1971).

Il ressort de tout cela que lorsque les conditions habituelles de confection des ensilages sont respectées, les ensilages de céréales fourragères se conservent très bien et il n'y a en général pas besoin d'avoir recours à un produit conservateur, ni au préfanage.

Rendement en matière sèche. Les rendements obtenus avec les céréales fourragères récoltées en vue de l'ensilage peuvent naturellement varier considérablement selon le type de sol et les conditions climatiques. Dans une même région, ils peuvent varier d'une année à l'autre, principalement selon la pluviosité (quantité et répartition). Il est également bien connu que les techniques culturales (préparation du sol, époque de semis, densité, fertilisation) peuvent avoir une influence très importante sur le rendement. Ces facteurs ne sont pas spécifiques aux céréales fourragères.

L'espèce joue un rôle important. Si l'on compare les rendements obtenus en orge et en avoine à un stade de récolte donné, on s'aperçoit qu'il peut y avoir de grandes différences (figure 3). L'avoine fournit en général un meilleur rendement pour la plante entière destinée à l'ensilage, mais un rendement plus faible et souvent plus irrégulier en grains à la maturité.

La variété doit faire l'objet d'un choix particulier, selon le milieu, car dans des conditions identiques les différences dans les rendements entre variétés (exprimées en MS/ha) peuvent varier du simple au double.

Traditionnellement, certains mélanges sont utilisés, par exemple ceux associant des céréales fourragères à des légumineuses (avoine-vesce est le plus classique). Ces mélanges sont-ils justifiés? Une intéressante étude effectuée à Chypre par Hadjichristodoulou (1973) apporte des éléments de réponse à cette question (tableau 4).

Il est intéressant de noter que les céréales pures ont produit davantage de protéines à l'hectare que les légumineuses pures. Par ailleurs, la part de la céréale dans le rendement du mélange à la récolte était généralement supérieure à celle attendue de la composition du mélange au semis.

Le stade de récolte de la céréale est l'un des facteurs les plus déterminants du rendement en MS/ha, et celui qui a été le plus étudié. Tous les auteurs

qui ont travaillé soit sur l'avoine (Henderson et Davies, 1955; Meyer *et al.*, 1957; Thurman *et al.*, 1957; Smith, 1960; Demarquilly, 1970; Pal *et al.*, 1971; Burgess *et al.*, 1972; Corral *et al.*, 1977) soit sur l'orge (Miller *et al.*, 1967; Hopkins, 1968; Polan *et al.*, 1968; Raymond et Heard, 1968; Demarquilly, 1970; Wilkins *et al.*, 1970) ont mis en évidence une très forte augmentation du rendement en MS jusqu'aux stades laitieux-pâteux pour l'avoine et pâteux pour l'orge. Au-delà du stade pâteux-dur, le rendement tendrait plutôt à diminuer, en partie à cause des pertes de grains. A ces stades, les rendements peuvent atteindre 10 t de MS/ha pour l'orge, et 12 t pour l'avoine (figure 3).

Rendements en éléments nutritifs. Si le rendement en MS augmente constamment jusqu'au stade laitieux ou pâteux, l'évolution de la digestibilité ne suit pas la même courbe (figure 3).

Meyer *et al.* (1957) trouvent pour l'avoine un rendement en MS maximal au stade laitieux, mais un rendement énergétique (exprimé en TDN) maximal au stade floraison.

Cependant, selon Cannell et Jobson (1968), bien que la digestibilité diminue quand le stade de récolte est plus tardif, l'augmentation du rendement en MS est telle que le rendement total en MS digestible augmente également.

De même, pour Demarquilly (1970), la digestibilité de la matière organique, et par là vraisemblablement la valeur énergétique, restent pratiquement constantes dès le stade laitieux. La quantité d'unités fourragères ré-

coltées à l'hectare atteint son maximum en même temps que la quantité de matière sèche, c'est-à-dire au début du stade pâteux (tableau 5).

Par contre, dans le cas de l'avoine à maturité, si la MS totale est peu différente de celle obtenue au stade laitieux-pâteux, la quantité d'unités fourragères obtenue sous forme de plante entière au stade immature est bien supérieure (+67 pour cent) à celle récoltée sous forme de grain sec seul.

A quel stade récolter? Le stade de récolte a une influence très grande sur certains facteurs importants qui conditionnent l'utilisation des céréales fourragères: le rendement en MS à l'hectare, la valeur nutritive (UF et MAD/kg de MS), l'ingestibilité et dans une moindre mesure la qualité de la conservation.

Du point de vue agronomique, on vise à produire le maximum de MS à l'hectare d'un fourrage le plus riche possible. Du point de vue zootechnique, on recherche un fourrage riche, bien conservé et bien consommé afin d'obtenir de bonnes performances des animaux.

Dans ces conditions, le choix du stade de récolte est déterminant. Les

Tableau 4 CÉRÉALES ET LÉGUMINEUSES PURES COMPARÉES AUX MÉLANGES

Culture ^{1,2}	Matière sèche (kg/ha)	Energie (TDN/ha)	Protéines brutes (kg/ha)
Céréales pures ^{1,2}	5 930	3 801	650
Mélanges ³	5 586	3 525	695
Légumineuses pures ⁴	2 830	1 718	620

Source: Hadjichristodoulou (1973).

¹ Orge, avoine, blé. — ² Récoltées entre épilaison et floraison. — ³ Récoltées entre début floraison et formation des gousses des légumineuses. — ⁴ Vesce ou pois.

Tableau 5 MATIÈRE SÈCHE ET UNITÉS FOURRAGÈRES RÉCOLTÉES À L'HECTARE SOUS FORME DE CÉRÉALES IMMATURES COMPARÉES AU GRAIN ET À LA PAILLE À MATURITÉ

Variété	Stade de maturité	Quantité récoltée		Grain		Paille (t)
		MS (t)	UF	MS (t)	UF	
Avoine 'Condor 1968'	Floraison	5,4	3 300			
	Laitieux	9,7	4 850			
	Laitieux-pâteux	10,6	5 300			
	Pâteux	10,6	5 000			
	Maturité	11,3	—	3,5	3 170	7,8
Orge 'Iris 1967'	Floraison	6,1	3 500			
	Laitieux	7,9	4 500			
	Laitieux-pâteux	8,0	4 300			
	Pâteux	8,5	4 500			
	Maturité	Non mesurée				

Source: Demarquilly (1970).

Tableau 6 STADE OPTIMAL DE RÉCOLTE

Espèce	Stade	Auteurs
Avoine	Floraison	Meyer <i>et al.</i> , 1957
	Laitieux	Burgess <i>et al.</i> , 1972
		Thurman <i>et al.</i> , 1957
	Laitieux-pâteux	Andrieu, 1977 Demarquilly, 1970
	Pâteux mou	Pal <i>et al.</i> , 1971 Smith, 1960
Orge	Laitieux-pâteux	Andrieu, 1977 Demarquilly, 1970 Edwards <i>et al.</i> , 1968 Polan <i>et al.</i> , 1968
		Remond, 1978
	Pâteux	Hopkins, 1968 Raymond et Heard, 1968

variations des différents paramètres évoqués ci-dessus indiquent clairement que la période de récolte optimale est courte et se situe au stade laiteux-pâteux.

D'ailleurs, le stade optimal de récolte varie peu (tableau 6).

Conclusions. L'ensilage de céréales fourragères présente quelques inconvénients:

— La digestibilité et la teneur en protéines sont relativement faibles, surtout si on les compare aux grami-

nées (comme le ray-grass) récoltées jeunes.

— Les animaux peuvent ne pas apprécier les barbillons des épis dans le cas de l'orge récoltée trop tardivement.

Il présente aussi un certain nombre d'avantages, autres que ceux déjà mentionnés précédemment (page 25):

— La conservation est très facile, car au stade de récolte optimal la plante a un taux de matière sèche et une

richesse en glucides solubles qui conviennent très bien à l'ensilage.

— Le taux de matière sèche est tel que les pertes par écoulement des jus sont nulles; les autres pertes sont également très réduites et il n'est pas nécessaire d'avoir recours au préfanage ni à l'utilisation de conservateur.

— L'ingestibilité est très élevée.

— L'ensilage permet de récolter les céréales au moment où le rendement par hectare en éléments nutritifs est maximal (stade laiteux-pâteux). ■

Références

- ANDRIEU, J. 1977. Les ensilages de céréales immatures: valeur alimentaire et modes d'utilisation. *Elevage*, numéro hors-série 1977. Les ensilages: réalisation - utilisation, p. 95-99.
- BURGESS, P.L., GRANT, E.A. & NICHOLSON, J.W.G. 1972. Feeding value of "forage" oats. *Can. J. Anim. Sci.*, 52: 448-450.
- CANNELL, R.Q. & JOBSON, H.T. 1968. The relationship between yield and digestibility in spring varieties of barley, oats and wheat after ear emergence. *J. agric. Sci. Camb.*, 71: 337-341.
- CORRALL, A.J., HEARD, A.J., FENLON, J.S., TERRY, CORA, P. & LEWIS, G.C. 1977. Relationship between stage of growth, yield and forage quality in small-grain cereals and maize. Hurley, Grassland Research Institute. Technical Report No 22.
- DEMARQUILLY, C. 1970. Evolution 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. *Annls Zootech.*, 19(4): 413-422.
- DEMARQUILLY, C. 1973a. Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité ingérée des ensilages de fourrages: modifications par rapport au fourrage vert. *Annls Zootech.*, 22(1): 1-35.
- DEMARQUILLY, C. 1973b. Principes de base de l'ensilage. *Fourrages*, 56: 15-26.
- DEMARQUILLY, C., PAQUET, J. & ANDRIEU, J. 1969. Les céréales immatures. *Bull. tech. Inf.*, 224: 885-904.
- DE VUYST, A., ARNOULD, R., DELVAUX, R., TIJSKENS, R. & FRANÇOIS, J. 1975. Les céréales immatures sont-elles un fourrage intéressant? *Rev. Agric.*, 1: 39-58.
- EDWARDS, R.A., DONALDSON, E. & MACGREGOR, A.W. 1968. Ensilage of whole-crop barley. I. Effects of variety and stage of growth. *J. Sci. Fd Agric.*, 19: 656-660.
- GOUET, P., RIOU, Y. & BOUSSET-FATIENOFF, N. 1971. Conservation par ensilage ou déshydratation d'une orge et d'un maïs immatures. *Annls Zootech.*, 20(3): 275-290.
- HADJICHRISTODOULOU, A. 1973. Production of forage from cereals, legumes and their mixtures under rainfed conditions in Cyprus. Nicosia, Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resources. *Technical Bulletin*, 14: 3-18.
- HALL, J.M. 1977. La production de viande bovine en Tunisie: un exemple de projet de développement. *Rev. mond. Zootech. (FAO)*, N° 23: 32-36.
- HENDERSON, J.L. & DAVIES, R.O. 1955. The yield and composition of mixed cereals-legumes crops at different stages of growth. *Empire J. exp. Agric.*, 23(90): 131-144.
- HOPKINS, J.R. 1968. Whole-crop barley for silage. *NAAS q. Rev.*, N° 79: 117-120.
- LAWES, D.A. & JONES, D.I.H. 1971. Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole-crop spring cereals. *J. agric. Sci., Camb.*, 76: 479-485.
- MACGREGOR, A.W. & EDWARDS, R.A. 1968. Ensilage of whole-crop barley. II. Composition of barley and barley silage at different stages of growth. *J. Sci. Fd Agric.*, 19: 661-666.
- MEYER, J.H., WEIR, W.C., JONES, L.G. & HULL, J.L. 1957. The influence of stage of maturity on the feeding value of oat hay. *J. Anim. Sci.*, 16: 623-632.
- MILLER, C.N., HUBER, J.T., BLASER, R.E., SANDY, R.A. & POLAN, C.E. 1967. Nutritive value and yields of barley silage at three stages of growth. *J. Dairy Sci.*, 50(4): 616. (Résumé)
- MOSNIER, M. & PAPIN, C. 1978. Spécial: Ensilage. *Perspectives agricoles*, N° 15.
- MOWAT, D.N. & SLUMSKIE, R.A. 1971. Barley silage, ground whole-plant barley and maize silage for finishing beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 51: 201-207.
- PAL, R.N., GILL, R.S., RANA, N.D. & NEGI, S.S. 1971. Composition and yield of forage oat varieties at different stages of growth. *Indian J. agric., Sci.*, 41(2): 1088-1091.
- POLAN, C.E., STARLING, T.M., HUBER, J.T., MILLER, C.N. & SANDY, R.A. 1968. Yields, compositions and nutritive evaluation of barley silages at three stages of maturity for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 51: 1801-1805.
- RAYMOND, J.F. & HEARD, A.J. 1968. The ensilage of whole-crop cereals. *Ceres, Lond.*, N° 4: 7-11.
- REMOND, B. 1978. Utilisation des céréales à paille par les ruminants. *Bull. tech. Inf.*, N° 331: 327-333.
- SANSOUCY, R., AYED, H. & SOLTANE, C. 1978. The development of beef production in Tunisia. Document, 4th Wld Conf. Anim. Prod., Buenos Aires, 20-26 August 1978.
- SANSOUCY, R., SOLTANE, C., BEN DHIA, M., BEN AMEUR, M. & NEFZAÛI, A. 1979. Tableaux de la valeur nutritive des ensilages de céréales fourragères en Tunisie. Office de l'élevage et des pâturages. 46 p. Projet FAO-GCP/TUN/010/SWE et INRAT. (Polycopié)
- SMITH, D. 1960. Yield and chemical composition of oats for forage with advance in maturity. *Agron. J.*, N° 52: 637-639.
- THÉRIEZ, M. 1969. Valeur alimentaire des fourrages tunisiens. I. Les graminées annuelles à développement hivernal: orge, seigle et ray-grass italien. *Bull. Fac. agron.*, Nos 22-23: 19-29.
- THURMAN, R.L., STALLCUP, O.T., STEPHENS, J.L. & JUSTUS, N.E. 1957. When to harvest oats for hay and silage. Fayetteville, Arkansas, Agricultural Experiment Station Bulletin 586.
- WILKINS, R.J., OSHOURN, D.F. & TAYLER, J.C. 1970. The feeding value of silages made from whole-crop barley. *J. Br. Grassland Soc.*, 25(1): 37-43.

