

M A T É R I E L S E T C H A N T I E R S D'ENSILAGE D'HERBE EN SILOS COULOIRS

LA MÉCANISATION DE L'ENSILAGE D'HERBE A DÉBUTÉ, IL Y A UNE QUINZAINE D'ANNÉES, AVEC DES ENSILEUSES RUSTIQUES ET PEU COUTEUSES QUI APPORTAIENT UNE simplification appréciable du travail, mais qui ont peut-être contribué à retarder les progrès possibles dans le domaine de la qualité.

Pendant la période qui a suivi ce premier stade de mécanisation, l'ensilage du maïs à l'état laiteux-pâteux était souvent réalisé avec du matériel acheté pour l'herbe. Puis le développement de l'ensilage du maïs et son évolution vers le stade pâteux-vitreux ont amené les producteurs à s'équiper en matériels capables de hacher plus finement et de meurtrir les grains.

Cette modification de l'équipement coïncide avec les résultats des recherches de l'I.N.R.A., qui soulignent l'influence d'une coupe fine sur la qualité de l'ensilage d'herbe et son ingestion par les animaux. L'orientation actuelle vers des machines à grand débit va aussi dans le sens de la qualité en permettant un remplissage et une fermeture rapide des silos. La diffusion des ensileuses polyvalentes à coupe fine devrait donc entraîner, en ensilage d'herbe, des progrès comparables à ceux qui ont été réalisés ces dernières années en ensilage de maïs. Il ne faut cependant pas sous-estimer les difficultés particulières à l'herbe : périodes de récolte courtes avec conditions

climatiques souvent défavorables, difficultés fréquentes de fauche, chargement dans le silo moins facile que celui du maïs.

LES RAMASSEUSES HACHEUSES

Les ensileuses à fléaux, qui ont été très employées pour l'ensilage de l'herbe en coupe directe, devraient être abandonnées actuellement car elles présentent deux inconvénients majeurs :

- Aspiration de terre et apport de ferments butyriques incompatibles avec une bonne conservation de l'ensilage ;
- Tronçonnement en brins de 5 à 20 cm, insuffisant pour la qualité de l'ensilage, son niveau d'ingestion par les animaux et la mécanisation du chargement du silo.

Les avis sont encore très partagés quant à l'utilisation des ensileuses dites « double coupe », dont l'organe de fauche est un rotor muni de fléaux en « L » et l'organe de tronçonnement un volant hacheur ventilateur équipé de trois ou six couteaux. L'aspiration engendrée par les fléaux en « L » du rotor est beaucoup plus faible que celle produite par les fléaux en cuiller des ensileuses précédentes ; il s'ensuit que la propreté du fourrage récolté est meilleure. Le hachage effectué par les couteaux du volant est également amélioré, mais il reste assez grossier et irrégulier (5 à 10 cm) car le fourrage passe directement de la vis de transport au plateau hacheur, sans l'intermédiaire d'un dispositif spécial d'alimentation. Ces machines conservent l'avantage, pour l'ensilage de l'herbe en coupe directe, d'utiliser un système de fauche très efficace pour les graminées fines ou les récoltes versées. Leur prix d'achat n'est pas très élevé (cf. tableau I) et elles peuvent être utilisées avec des tracteurs de puissance moyenne (50 à 60 ch.). Dans les régions où l'absence de maïs rend difficile l'amortissement d'une machine polyvalente à coupe fine, on conçoit que l'on puisse continuer à employer ces matériels, bien que leur qualité de hachage soit insuffisante pour assurer les meilleurs résultats de conservation et de consommation par les animaux.

42 Les ramasseuses hacheuses à couteaux sont les seules machines capables de réaliser le tronçonnement fin (1 à 3 cm) qui est préconisé actuellement.

Elles sont composées d'une machine de base sur laquelle on peut adapter différents dispositifs de récolte selon la nature (maïs-plante entière, épis de maïs, herbe) et l'état (herbe sur pied, herbe andainée) de la plante à récolter.

La machine de base comporte un système d'alimentation à rouleaux, dont la fonction est de présenter le fourrage en flux régulier et plus ou moins rapide aux organes de hachage. La vitesse de rotation de ces rouleaux est réglable, généralement par changement de pignons, et permet d'obtenir un hachage plus ou moins fin.

On a le choix entre deux types de machines dont le dispositif de hachage est différent : ensileuses à plateau hacheur, dont les couteaux sont fixés sur la face d'un volant ou disque vertical, ou ensileuses à tambour hacheur, dont les couteaux sont montés sur la circonférence d'un tambour horizontal. Le système à tambour tend à se généraliser depuis quelques années sur les machines polyvalentes, quoique les ensileuses à plateau hacheur procurent une qualité de tronçonnement qui n'est pas inférieure. Sur les deux types de machine, on règle la finesse de hachage en jouant sur le nombre de couteaux et sur la vitesse de rotation des rouleaux d'alimentation. Un affûtage fréquent (en moyenne deux fois par jour) et le réglage de l'écartement entre couteaux et contre-couteaux sont des facteurs très importants de qualité du travail et d'économie de puissance.

On adapte à l'ensileuse les dispositifs de récolte suivants, dont les dimensions varient selon la capacité de travail de la machine de base :

- tablier de coupe, de 1,80 à 3,60 m de largeur, pour l'ensilage en coupe directe ;
- pick-up, de 1,50 à 1,90 m de largeur, pour le ramassage des andains ;
- dispositif à un, deux ou trois rangs pour la récolte du maïs-plante entière et, sur certaines machines, pour la récolte des épis seuls.

Le tableau I donne les prix indicatifs hors taxe des ensileuses présentées au S.I.M.A. 1973 et de leurs dispositifs de récolte. Nous avons classé les ensileuses polyvalentes, traînées et automotrices, en plusieurs catégories qui sont caractérisées par leurs prix, les dimensions des équipements de récolte, les puissances des moteurs des automotrices et les puissances de traction qui sont généralement préconisées pour les machines traînées.

TABLEAU I
PRIX INDICATIFS HORS TAXE DES ENSILEUSES (S.I.M.A. 1973)

Type de machine	Machine de base (F)	Barre de coupe (F)	Pick-up (F)	Equipement maïs		
				1 rang (F)	2 rangs (F)	3 rangs (F)
— DOUBLE-COUCPE. Fléaux en « L »	11.000					
Largeur de fauche : 1,50 à 1,80 m	à		—	—	—	—
Puissance nécessaire : 50 à 70 ch.	12.500					
— TRAINEE I						
Largeur de fauche : 1,80 à 1,85 m	14.000		3.500	4.500	7.500	
Largeur de pick-up : 1,40 à 1,55 m	à	6.500	à	à	à	—
Puissance nécessaire : 70 à 90 ch.	17.000		4.000	5.500	8.500	
— TRAINEE II						
Largeur de fauche : 1,80 à 2,10 m	18.000	6.500	3.500		8.000	
Largeur de pick-up : 1,45 à 1,80 m	à	à	à	—	à	—
Puissance nécessaire : 90 à 110 ch.	21.500	8.000	7.000		12.000	
— TRAINEE III						
Largeur de fauche : 2,40 à 2,70 m	25.000	8.500	4.500		8.000	16.500
Largeur de pick-up : 1,70 à 1,85 m	à	à	à	—	à	à
Puissance nécessaire : 110 à 140 ch.	27.000	10.500	7.500		12.000	18.000
— AUTOMOTRICE I - 110-140 ch.	75.000	9.500	4.500		7.500	
Largeur de fauche :	à	à	à	—	à	—
Largeur de pick-up :	97.500	11.000	5.000		8.700	
— AUTOMOTRICE II - 150-185 ch.	85.500	16.500	6.500			13.600
Largeur de fauche : 3,00 à 3,60 m	à	à	à	—	—	à
Largeur de pick-up : 1,70 à 1,90 m	106.500	20.500	8.500			17.200
— AUTOMOTRICE III - 200-240 ch.	115.000	15.000	6.000			16.000
Largeur de fauche : 3,00 à 3,60 m	à	à	à	—	—	à
Largeur de pick-up : 1,70 à 1,90 m	135.000	27.000	8.500			19.500

LES ÉQUIPEMENTS POUR LA FAUCHE

Lorsque l'on ne préfère pas, la coupe directe offre l'avantage d'économiser un chantier supplémentaire de fauche et de réduire les risques d'arrivée de cailloux ou de ferraille au tambour hacheur. Mais, lorsque les conditions

de fauche sont difficiles (graminées fines, fourrage versé ou engazonné, taupinières), elle présente l'inconvénient de freiner le débit de l'ensileuse et d'allonger la durée du chantier de récolte. Cet inconvénient est particulièrement gênant avec les ensileuses traînées dont les largeurs de coupe sont relativement faibles (1,80 à 1,85 m) ; si l'état du terrain ou du fourrage oblige à récolter à une vitesse de 2 à 3 km/heure, l'ensileuse travaille souvent en dessous de ses possibilités de débit ; elle avancerait à la même allure, ou à une allure légèrement supérieure, sur un andain rassemblant 2,50 à 3 m de fourrage. Pour pallier cet inconvénient, les constructeurs proposent un certain nombre de systèmes adaptés aux conditions de fauche difficiles : barres de coupe à sections plus longues que les doigts (BOURPA, STUB), barres à double lame (BUSATIS), barres à disques ou tambours rotatifs. Ce dernier système, qui est très efficace pour la fauche, a le défaut d'augmenter fortement la puissance de traction nécessaire et comporte des risques d'introduction de couteaux et de pierres dans le tambour de hachage.

La reprise de l'herbe en andain, avec un pick-up, assure à l'ensileuse un travail plus régulier en la rendant indépendante des difficultés et incidents de fauche. Si l'on ne cherche pas à préfaner, on proscriera autant que possible l'andainage afin de ne pas introduire de pierres ou de ferraille (dents d'instruments) dans le fourrage : il faut alors utiliser un appareil de fauche assez large pour atteindre le débit normal de l'ensileuse, sans avoir à travailler à une allure excessive. Devant les ensileuses traînées, on pourra employer des faucheuses andaineuses tractées de 2,10 à 2,70 m de largeur, avec disques, tambours rotatifs ou doigts spéciaux si la fauche est difficile ; devant les ensileuses automotrices, il faudra utiliser soit une faucheuse andaineuse traînée de 2,70 m de largeur, soit une faucheuse andaineuse automotrice de 3 m de largeur (investissement supplémentaire élevé).

En cas de préfanage, le problème devient plus compliqué car il est difficile, surtout dans les premières coupes de graminées, d'obtenir un séchage assez rapide sans défaire et refaire les andains de fauche. Or il faut bien reconnaître qu'aucun engin de fanage et d'andainage n'évite l'introduction de cailloux et de ferraille dans les andains. Les seuls appareils qui permettent à la fois d'accélérer le séchage sans défaire les andains et de faucher une largeur suffisante pour n'avoir pas à réunir deux andains sont, là encore, les faucheuses andaineuses, traînées ou automotrices, équipées de rouleaux conditionneurs. Mais elles n'apportent pas une solution parfaite, car le

resserrement de l'andain derrière une grande largeur de fauche diminue l'action du conditionneur.

Dans le sud-ouest de la Loire-Atlantique, les groupes d'ensilage ont résolu leur problème de préfanage en utilisant les faucheuses à fléaux. Leur expérience n'est pas négligeable car elle dure depuis sept à huit ans, porte chaque année sur plusieurs centaines d'hectares de graminées, et semble aboutir, dans l'ensemble de ces groupes, à des ensilages de bonne valeur alimentaire. Il est certain que la faucheuse à fléaux assure une fauche rapide, même en conditions difficiles, et une accélération très sensible du fanage. Par ailleurs, le conditionnement du fourrage par les fléaux et l'absence de paquets dans les andains facilitent le travail de l'ensileuse et améliorent son débit. Mais la faucheuse à fléaux est un appareil qu'il convient d'utiliser avec beaucoup de précautions pour ne pas apporter de terre dans le silo : destruction des taupes et taupinières, nivellement et roulage du terrain, réglage de la fauche à une hauteur supérieure à celle des autres appareils de coupe. Les tableaux II et III reproduisent les résultats d'une expérimentation réalisée par M. EGRETEAU, Conseiller en machinisme de la Haute-Vienne, en vue de préciser les hauteurs de coupe à respecter, selon l'état du terrain, pour ne pas salir l'herbe fauchée.

TABLEAU II

MATIÈRE MINÉRALE, EN % DE LA MATIÈRE SÈCHE,
DANS UN RAY-GRASS FAUCHÉ AVEC UNE FAUCHEUSE A FLÉAUX,
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE COUPE ET DE L'ÉTAT DU SOL
(PARCELLE BIEN NIVELEE)

Hauteur de fauche	Herbe fauchée à la faucille (2 échantillons témoins)	Herbe fauchée avec une faucheuse à fléaux		
		Sol humide et très tassé	Terre fine en surface	Terre fine et graviers en surface
≤ 7 cm		23,7	25,2	22,9
7 à 11 cm ..	12 et 13,3	15,8	22,4	22,0
10 à 14 cm ..		13,0	12,2	12,8

TABLEAU III

MATIÈRE MINÉRALE, EN % DE LA MATIÈRE SÈCHE.
COMPARAISON ENTRE UNE FAUCHEUSE ROTATIVE
A TAMBOURS ET ASSIETTES
ET UNE FAUCHEUSE A FLÉAUX.
(PRAIRIE TEMPORAIRE A NIVELLEMENT IRRÉGULIER
ET MOTTES DE TERRE EN SURFACE)

<i>Hauteur de fauche</i>	<i>Faucheuse rotative à tambours et assiettes</i>	<i>Faucheuse à fléaux</i>
9 à 12 cm	14,1	20,3
12 à 15 cm	14,0	15,2

**CAPACITÉ DE TRAVAIL DES ENSILEUSES.
ORGANISATION DU CHANTIER D'ENSILAGE EN SILO-COULOIR**

Le débit de l'ensileuse dépend d'un grand nombre de facteurs : conception de la machine elle-même et dimensions de ses organes de hachage et d'alimentation, puissance de traction utilisée, réglage de la finesse de tronçonnement, largeur du dispositif de fauche ou largeur andainée, dimensions de la parcelle, etc.

On trouvera dans le tableau IV les temps par hectare et les débits horaires que l'on obtient dans un fourrage ayant un rendement de 30 tonnes de produit vert ou 6 tonnes de matière sèche par hectare, en fonction de la vitesse de travail, de la largeur récoltée et de la longueur des rangs. Les temps de virage sont compris, mais ni les temps morts ni les temps de déplacement entre parcelles.

TABLEAU IV
CAPACITÉ DE TRAVAIL DES ENSILEUSES
(herbe 30 t/ha - 20 % M.S.)

Largeur récoltée (sur pied ou en andain) (m)	Longueur des rangs (m)	TEMPS PAR HECTARE ET DEBIT HORAIRE pour des vitesses d'avancement de :								
		3 km/heure			4 km/heure			5 km/heure		
		Temps/ hectare h mn	Tonne/heure matière sèche	produit vert	Temps/ hectare h mn	Tonne/heure matière sèche	produit vert	Temps/ hectare h mn	Tonne/heure matière sèche	produit vert
1,50	100	2 47	2,16	10,8	2 14	2,68	13,4	1 54	3,16	15,8
	200	2 30	2,40	12,0	1 57	3,08	15,4	1 37	3,72	18,6
1,75	100	2 23	2,52	12,6	1 55	3,14	15,7	1 38	3,68	18,4
	200	2 9	2,80	14,0	1 41	3,56	17,8	1 24	4,28	21,4
2,00	100	2 5	2,88	14,4	1 40	3,60	18,0	1 25	4,24	21,2
	200	1 53	3,18	15,9	1 28	4,10	20,5	1 13	4,92	24,6
2,25	100	1 52	3,22	16,1	1 30	4,00	20,0	1 16	4,74	23,7
	200	1 40	3,60	18,0	1 18	4,62	23,1	1 4	5,62	28,1
2,50	100	1 40	3,60	18,0	1 20	4,50	22,5	1 8	5,30	26,5
	200	1 30	4,00	20,0	1 10	5,14	25,7	58	6,20	31,0
3,00	100	1 24	4,28	21,4	1 7	5,38	26,9	57	6,32	31,6
	200	1 16	4,74	23,7	59	6,10	30,5	49	7,36	36,8
3,50	100	1 12	5,00	25,0	58	6,20	31,0	49	7,34	36,7
	200	1 4	5,62	28,1	50	7,20	36,0	41	8,80	44,0

On observe couramment, sur des parcelles ayant un rendement de l'ordre de 6 tonnes de matière sèche par hectare, les résultats pratiques suivants :

Ensileuse double coupe à fléaux en « L ». Tracteur de 50 à 60 ch.	Temps/ha : 1 h 45 mn à 2 heures.
Largeur récoltée : 1,50 m.	Débit horaire : 3 à 3,5 tonnes de M.S.
Longueur de hachage : 5 à 15 cm.	

Ensileuse traînée équipée d'un pick-up. Tracteur de 80 à 100 ch.	Temps/ha : 1 heure à 1 h 30 mn.
Largeur andainée : 2,50 à 3 m.	Débit horaire : 4 à 6 tonnes de M.S.
Longueur de hachage : 2 à 4 cm.	

Ensileuse automotrice équipée d'un pick-up ou d'une barre de coupe. Moteur de 150 à 200 ch.	Temps/ha : 45 mn à 1 h 15 mn.
Largeur récoltée : 3 m.	Débit horaire : 5 à 8 tonnes de M.S.
Longueur de hachage : 2 à 4 cm.	

L'orientation actuelle vers des machines à grand débit implique une évolution dans l'organisation des chantiers : ce sont des matériels dont le sous-emploi est coûteux et dont la forte capacité de travail amène à bien mécaniser les opérations de transport, déchargement, répartition et tassement, si l'on veut limiter le personnel du chantier.

La capacité utile des remorques employées sur la plupart des chantiers d'ensilage est comprise entre 8 et 15 m³. Leur contenance dépend surtout de la nature, de la finesse de hachage et de la teneur en matière sèche de la plante ; elle varie généralement entre 110 et 150 kg de matière sèche par mètre cube pour le maïs-plante entière et entre 40 et 70 kg de matière sèche par mètre cube pour les graminées et légumineuses fourragères. Dans un ray-grass récolté à 20 % de matière sèche et haché en brins de 2 à 4 cm, on pourra charger en moyenne de 250 à 300 kg de produit vert par mètre cube de remorque.

Le nombre de remorques à prévoir sur le chantier doit être calculé à partir du temps de remplissage d'une remorque au champ (t_1), du temps de transport aller-retour entre champ et silo (t_2) et du temps de déchargement d'une remorque au silo (t_3). Tant que $t_2 + t_3$ ne dépasse pas t_1 ,

deux remorques suffisent pour que l'ensileuse travaille sans temps mort ; dès que $t_2 + t_3$ devient supérieur à t_1 , il faut ajouter une troisième remorque si l'on veut éviter de faire attendre l'ensileuse.

L'emploi de remorques de grande capacité sera d'autant plus utile que le débit de l'ensileuse est élevé et que la distance silo-champ est grande. Avec une ensileuse qui récolte 5 tonnes de matière sèche ou 25 tonnes de produit vert à l'heure, il faudra un peu plus de cinq minutes pour remplir une remorque de 8 m³ (2.200 kg) et environ dix minutes pour une remorque de 15 m³ (4.125 kg d'herbe). En augmentant le volume des remorques, on allonge la distance de transport à partir de laquelle il faut ajouter une remorque sur le chantier. D'autre part, le travail sur le silo est d'autant moins perturbé que l'arrivée des remorques y est plus espacée.

Le déchargement est souvent effectué en faisant traverser le silo par les remorques. On préfère utiliser alors des remorques à vidange par fond mouvant (type épandeur de fumier) qui effectuent une première répartition sur le silo et facilitent l'éparpillement manuel. Cette méthode comporte un certain nombre d'inconvénients : danger d'apport de terre et de ferments butyriques dans l'ensilage, risque d'enlèvement des remorques qui augmente avec la finesse de hachage, temps de vidange relativement long et mauvaise présentation du produit pour mécaniser intégralement le travail d'éparpillement.

La tendance actuelle, sur les chantiers à grand débit, est de décharger les remorques sur une plate-forme bétonnée qui prolonge le silo. Les remorques à bennage hydraulique, très rapides à vider, sont les mieux adaptées à ce type de chantier ; le temps d'immobilisation de ces remorques au silo (ouverture, vidange, fermeture) est en moyenne de l'ordre de deux minutes.

Le fourrage est repris, transporté et éparpillé sur le silo au moyen d'une fourche spéciale pour ensilage montée sur le relevage trois points d'un tracteur. Quoique l'herbe, même finement hachée, soit un produit moins fluide et moins facile à répartir que le maïs, l'expérience de quelques chantiers montre que l'éparpillement en couches minces réalisé avec ce seul instrument est d'aussi bonne qualité que celui qui est effectué manuellement avec des fourches. Ce travail requiert cependant un certain savoir-faire, car il ne consiste pas à poser les fourchées les unes à côté des autres, mais à répartir progressivement l'herbe pendant les allées et venues du tracteur sur le silo et à écreter légèrement les paquets avec le talon et les dents de la fourche.

Un éparpillement complémentaire avec un appareil à dents, du genre herse ou cultivateur, est inutile voire même nuisible car les dents de ces instruments ont tendance à remuer et à aérer les couches de fourrage déjà tassées.

Cette méthode de chargement et répartition est liée au tronçonnement fin de l'herbe et constitue un progrès important dans l'organisation des chantiers à grand débit car elle économise les deux ou trois personnes qui seraient nécessaires pour éparpiller l'herbe avec des fourches à main. Un seul homme et son tracteur équipé d'une fourche réalisent correctement les opérations de chargement et d'éparpillement sur des chantiers dont le débit atteint 5 à 6 tonnes de matière sèche à l'heure. Lorsque l'allure du chantier est rapide, on ajoute généralement un deuxième tracteur sur le silo pour en parfaire le tassement.

L'économie de personnel sur les chantiers à grand débit dépend, en définitive, de l'utilisation de remorques à grande capacité et à vidange rapide et de la mécanisation complète du chargement du silo.

L'organisation des différents postes est généralement organisée de la façon suivante :

	<i>Personnel</i>	<i>Tracteurs</i>	<i>Remorques</i>
— Ensileuse (traînée ou automotrice) ..	1	1 ou 0	—
— Transport	3	3	3
— Silo (chargement et tassement)	2	2	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Total	6	6 ou 5	3

Ces chantiers ont le double avantage d'accroître la productivité de la main-d'œuvre, car le nombre de personnes employées augmente moins vite que le débit du chantier, et d'accélérer le remplissage du silo, ce qui paraît être un facteur important de qualité de l'ensilage.

J. GUILLET,
B.C.M.E.A.