

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 56 (1994)
Heft: 5

Artikel: Silo-couloir : construction et protection des eaux
Autor: Jakob, Ruedi / Caengem, Ludo Van
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084828>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Silo-couloir

Construction et protection des eaux

Ruedi Jakob et Ludo Van Caenegem, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricole (FAT), CH-8356 Tänikon

Le choix du type de silo adéquat (silo-couloir ou silo-tour) est controversé. Les partisans du silo-tour avancent une diminution des pertes d'ensilage, une fermentation de meilleure qualité et une diminution du risque à la conservation, alors que les partisans du silo-couloir argumentent en citant l'investissement financier moins élevé, le grand rendement au remplissage et la simplicité de la technique de reprise. A propos des silos-couloir, des questions subsistent au sujet de l'influence de l'inclinaison des parois sur la qualité du fourrage, de la technique de couverture, du volume de travail, des pertes et des exigences en matière de protection des eaux.

Version abrégée du rapport FAT no 438

Dans cet article, l'accent est mis sur la protection des eaux. Pour toutes questions relatives à la construction et à la comparaison de silos-tours et de silos-couloir, consultez le rapport FAT no 438, à commander auprès de la bibliothèque de la FAT, 8356 Tänikon, tél. 052 62 31 31.

L'investissement financier pour un silo-couloir, calculé au tarif entrepreneur, est d'environ 20% inférieur à celui d'un silo-tour, pour peu qu'aucune mesure supplémentaire de protection des eaux ne soit nécessaire. Dans l'ensemble, les silos-couloir en béton coulé sur place nécessitent moins de surface que les silos de type Traunstein; ils coûtent en revanche un peu plus cher pour de petits volumes. Pour autant que le silo-couloir soit recouvert de manière adéquate, l'inclinaison des parois n'a aucune influence sur la qualité du four-

rage. Pour les deux variantes, il est important de se référer à un spécialiste de la construction de silos.

En matière de récolte et d'ensilage d'herbe ou de maïs, le degré de mécanisation est décisif, qu'il s'agisse d'un silo-couloir ou d'un silo-tour. Les deux types de silos permettent de travailler de manière performante, à condition que plusieurs exploitations travaillent en commun. A degré identique de mécanisation, les différences se rapportant aux besoins de travail et aux frais annuels par dt de MS sont relativement faibles. Partant d'un même niveau de confort de travail, le désilage en silo-couloir est nettement moins coûteux qu'en silo-tour.

Le maïs plante entière à 30% MS produit des quantités relativement importantes de jus de fermentation. L'herbe préfanée à plus de 30% MS ou le maïs (30% MS) déposé sur de l'herbe préfanée (40% MS) ne produisent pas de jus de fermentation.

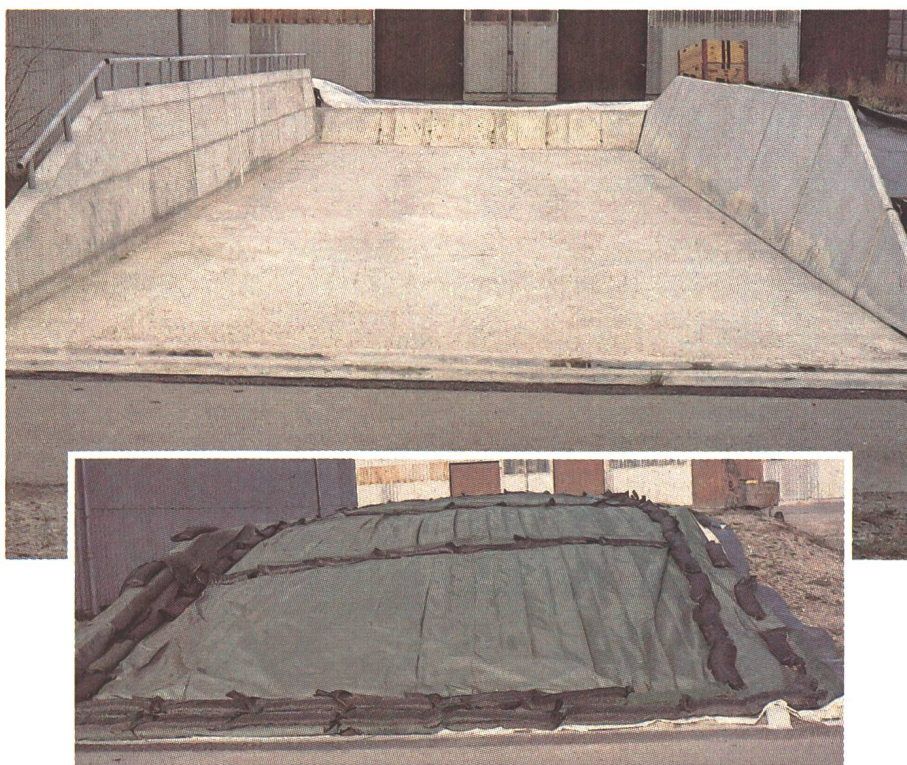
Un silo-couloir de 160 m³ a été utilisé durant quatre ans à la FAT: il a été rempli deux fois de maïs plante entière, une fois d'herbe hachée préfanée et une fois d'herbe préfanée (autochargeuse à coupe courte) pour la moitié inférieure recouverte après coup de maïs plante entière. Toutes les sortes d'écoulement, telles que jus de fermentation, eau de pluie mélangée à du jus de fermentation et eau de pluie souillée ont été analysées.

Construction

Les silos-couloir peuvent être entièrement fabriqués en béton coulé sur place, ou partiellement en éléments préfabriqués.

Les silos-couloir de type Traunstein sont conçus avec des parois de béton préfabriqué, appuyés sur un remblai de terre avec une inclinaison d'environ 36%.

Silo d'essai de la FAT. Une paroi en béton coulé sur place avec balustrade (à gauche), l'autre en béton préfabriqué (système Traunstein). Il faut beaucoup de travail pour bien couvrir les silos-couloirs, mais ils passent, en contrepartie, pratiquement inaperçus dans le paysage.



Durabilité

La dalle doit non seulement présenter une résistance statique, mais elle doit également être très résistante à l'usure (surtout lors de prélèvements) et aux

Remarques au sujet de la construction:

Dalle:

Lit de tout-venant, 40–50 cm, aplani

* Épaisseur de la dalle: 16 cm

Qualité de béton: B 35/25

* Armature:

– Sans joints: 3,5 cm² dans les deux directions (env. 6 kg/m²)

Pose à environ 10 cm de hauteur (couche de couverture minimale: 5 cm)

– Avec joints: 1,8 cm² dans les deux directions (env. 3 kg/m²)

Pose à mi-hauteur

Rapport eau-ciment < 0,5

Recouvrir d'une feuille de PVC pendant au moins 5 jours

Pente longitudinale: 2%

Pente transversale: 2% vers le milieu ou vers un bord

Rigole transversale pour le jus de fermentation

Raccordement de la rigole transversale à la fosse à purin ou à une autre fosse (3 m³)

Parois:

– Silo Traunstein:

Inclinaison $\geq 20^\circ$ (36%)

Pente à l'avant et à l'arrière (25%)

Largeur des joints: 1,5 cm

Arête supérieure arrondie

Remblai de terre: bien compacté
largeur de la couronne 1 m pour silo simple, 1,2 m pour silos accolés
angle du talus: environ 35°

– Silo en béton coulé sur place:

Forme conique, en 3%

Épaisseur et armature adaptées à la hauteur des parois

Inclinaison à l'avant et à l'arrière (25%)

Arête supérieure arrondie

* Valeurs indicatrices: l'épaisseur de la dalle et l'armature doivent être adaptées aux conditions locales (sous-sol).

attaques de produits chimiques (jus de fermentation agressifs). L'armature peut rouiller si la couverture de béton n'est pas suffisante, entraînant la destruction de la dalle. L'endroit le plus menacé est la transition sol-paroi. Pour assurer une bonne durabilité, il faut surtout utiliser beaucoup de ciment pour faire le béton (330–350 kg/m³), respecter un rapport eau: ciment bas (< 0,5) et traiter avec soin le béton après la pose.

Cependant, le meilleur des bétons ne pourra pas résister durablement à du jus de fermentation dont le pH est inférieur à 4,5. On évitera donc si possible la production de jus de fermentation. Les traitements de surface sont

coûteux et leur durabilité la plupart du temps limitée.

Actuellement, la protection utilisée couramment pour le béton est appliquée au pinceau (épaisseur de 0,1 à 0,3 mm) ou à la spatule (0,3 à 2 mm). Selon une étude effectuée en Allemagne, une application au pinceau ou une fine couche posée à la spatule ne permettent pas de résoudre le problème de la corrosion du béton. La couche de protection doit avoir au moins 2 mm d'épaisseur pour pouvoir résister avant tout aux fortes agressions mécaniques (désileuse bloc).

Ne disposant pas encore de résultats d'essais sur plusieurs années, il n'est pas possible de dire si un revêtement



Il faut compter au moins 1 m de longueur de silo par m³ de volume d'autochargeuse, sinon le tas déchargé est trop haut.

Remarques au sujet des procédés utilisés

- Pour le silo-couloir, il faut prévoir une largeur minimale de 5 m, afin de pouvoir simultanément décharger et tasser.
- Il faut compter au moins 1 m de longueur de silo par m³ dans l'autochargeuse (fig. 8).
- Le plus petit silo-couloir a une longueur de 20 à 22 m, une largeur à mi-hauteur de 5,5 m et une hauteur de 1,3 à 1,5 m, ce qui donne, pour un silo Traunstein, un volume de 120 à 140 m³.
- La profondeur de prélèvement ne devrait pas descendre en dessous de 10 cm par jour (70 cm par semaine, ou environ la profondeur d'un bloc).
- Il ne faut pas dépasser 0,5 m² de surface de coupe par UGB (risques de post-fermentations).
- Le poids de l'engin utilisé pour tasser le fourrage ne devrait pas être inférieur au tiers du poids de fourrage ensilé à l'heure.
- Il faut au moins trois personnes pour recouvrir le silo.

Technique à la ferme

en béton bitumineux (35–50 mm) ou d'asphalte coulé offre une protection efficace à longue échéance. Le béton bitumineux n'étant pas étanche à 100%, il se pourrait que le jus de fermentation s'infilte et attaque à la longue le béton. Avec l'asphalte coulé, des fentes ne sont pas à exclure, car la présence de jus de fermentation nécessite des additifs plus durs. Pour cette raison, on peut se demander si une résistance d'au moins 20 ans, telle que le prétendent les fabricants, est plausible. Il est également possible d'appliquer de la résine époxyde à deux composants avec du sable de quartz (couche de 3 mm). Après deux ans, l'essai en bandes effectué à la FAT ne présente aucune altération visible.

Aspects techniques

Comparaison entre les procédés d'ensilage

La récolte du maïs ou de l'herbe nécessite un procédé à grand rendement. La comparaison porte sur les coûts et le volume de travail nécessaire pour huit procédés de mécanisation allant de la récolte à l'ensilage. Les calculs de comparaison ont été effectués sur la base des données suivantes:

	Maïs	Herbe
Surface ha	3	12 *
Rendement dt MS/ha	120	30
dt fourrage/ha	400	75
Teneur en MS %	30	40
Tracteurs de l'exploitation	2	2
Unités de travail de l'exploitation	2	2
Salaire horaire Fr./h	21.–	21.–

* une coupe sur 12 hectares correspond à trois ha d'herbe avec un rendement de 120 dt MS par année.

Les procédés choisis doivent être appréciés comme suit (tab. 1 et 2):

- En matière de temps et de coût des procédés, les variantes sont semblables à degré de mécanisation identique. Même pour de petites surfaces de récolte, il est possible de mettre en œuvre des chaînes de travail efficaces et intensivement mécanisées en utilisant des machines en commun (location ou travaux par entreprise).
- Pour une durée identique des travaux, la variante des silos-couloir exige une unité de travail supplémentaire pour le tracteur compacteur.
- Les coûts des procédés baissent lorsque la plupart des machines utilisées sont déjà engagées dans l'exploitation (procédé 5), car seuls les frais

variables sont comptés pour l'auto-chargeuse et le doseur.

– Pour les variantes à haut rendement avec silos-tour, un éventuel bourrage du souffleur risque de bloquer toute la chaîne d'ensilage.

Bien couvrir pour éviter des pertes

Dans les silos-couloir, une qualité du fourrage ensilé élevée et une quantité de jus de fermentation réduite dépendent d'une couverture soignée.

Pour couvrir correctement un silo de 160 m³, les frais se montent à:

- Remplacement chaque année:
Feuille latérale
3 x 50 m (0,16 mm) Fr. 75.–
Feuille intérieure
7 x 25 m (0,04 mm) Fr. 35.–
Feuille de couverture
8 x 25 m (0,20 mm) Fr. 150.– Fr. 260.–
- Remplacement tous les dix ans:
Filet de protection 8 x 5 m
(5 x 188.–) Fr. 940.–
Sacs de sable,
100 à Fr. 4.– Fr. 400.–
Fr. 1340.–
dont 13,6% Fr. 182.–
- Total par année par m³ Fr. 442.– Fr. 2.80

Tableau 1: Frais et temps de travail de chaque procédé pour 1 ha de maïs et une coupe de 1 ha d'herbe (Récolte, ensilage, couverture, base 3 ha de maïs, 1 coupe sur 12 ha d'herbe)

Procédé	Maïs plante entière				Herbe			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Degré de mécanisation	moyen	moyen	haut	haut	bas	moyen	haut	haut
Hacher/charger	Bec à maïs porté, 2 rangs	Bec à maïs porté, 2 rangs	Ensileuse automotrice, 4 rangs	Ensileuse automotrice, 4 rangs	1 Auto-chargeuse	2 Auto-chargeuses avec doseur	Ensileuse automotrice	Ensileuse automotrice
Transport	2 Auto-chargeuses, en parallèle	2 Epandeurs à fumier avec hausses, en parallèle	3 Remorques ensileuses avec doseur, en parallèle	3 Remorques ensileuses avec doseur, en parallèle	1 Auto-chargeuse	2 Auto-chargeuses avec doseur	2 Remorques ensileuses avec doseur, en parallèle	2 Remorques ensileuses avec doseur, en parallèle
Déchargement/répartition	Tapis roulant	Tracteur compacteur avec chargeur frontal	Souffleur à entraînement par prise de force	Tracteur compacteur avec chargeur frontal	Doseur Tapis roulant	Tracteur compacteur	Souffleur à entraînement par prise de force	Tracteur compacteur avec chargeur frontal
Lieu de conservation	Silo-tour	Silo-couloir	Silo-tour	Silo-couloir	Silo-tour	Silo-couloir	Silo-tour	Silo-couloir
Main-d'œuvre Tracteurs	3 3	4 4	4 4	5 4	2* 1	4** 3	3 3	4 3
Heures de main-d'œuvre MOh/ha	12,4	13,0	6,6	8,7	2,9	3,7	2,2	3,2
Dont MOh/ha de l'exploitation	8,6	7,5	3,7	4,7	2,9	2,2	1,6	2,0
Temps nécessaire au procédé h/ha	4,3	3,8	1,9	2,3	1,5	0,9	0,8	0,8
Frais engendrés par le procédé, sans le trav. de l'exploitant Fr./ha	1132	1169	1140	1052	178	299	306	310
Fr./dt MS	9.40	9.70	9.50	8.80	5.90	10.–	10.20	10.30
Frais engendrés par le procédé, avec le travail de l'exploitant Fr./ha	1312	1326	1218	1150	239	346	339	350
Fr./dt MS	10.90	11.10	10.20	9.60	8.–	11.50	11.30	11.70

* Y compris une personne pour surveiller le doseur/tapis roulant; ** Dont 1 UMO pour la répartition dans le silo, pas de chargeur frontal

Le volume de travail se répartit ainsi:
 Couvrir: 3 UT pendant 1 h = 3 UTh
 Découvrir: 2 UT
 pendant 0,5 h = 1 UTh
 Total lors de
 remplissage complémentaire = 4 UTh

Pertes

Pour autant que le fourrage ait été correctement compacté et bien couvert, les pertes sont un peu moins élevées dans le silo-couloir que dans le silo-tour. Les pertes sont relativement élevées à l'ouverture du silo si l'on n'utilise pas une presse à eau dans le silo-tour.

Du silo à la crèche

En Suisse, le prélèvement de l'ensilage entreposé en silo-couloir s'effectue dans la plupart des cas avec une désileuse-bloc. Contrairement à la désileuse pour silo-tour, la désileuse-bloc peut être utilisée par plusieurs exploitations et elle permet de prélever et de transporter sans problème du fourrage coupé dans l'autochargeuse. On connaît chez nous principalement deux types de machines: les désileuses à double lame et les désileuses-bloc en U.

Désileuses à double lame

Avec ce système, le bloc est extrait par deux lames verticales, effectuant des mouvements de cisaille courts et rapides. Le couteau est guidé par un bras ou par un cadre.

Avantages:

- convient à toutes les sortes de fourrage ensilé,
- peut être monté sur le chargeur frontal,
- surface lisse après la coupe.

Inconvénients:

- le montage à l'arrière d'un tracteur requiert souvent un châssis élévateur, car la hauteur du bloc est limitée à 1 m,
- pertes de transport avec les blocs de maïs, on conseille d'utiliser un support inférieur hydraulique.

Désileuse bloc en U

Les doubles lames horizontales placées sur les trois côtés du volume à

Tableau 2: Choix des machines, rapports de propriété et valeurs à neuf

Travaux Machines utilisées	Propriété Mode d'utilisation	Valeur à neuf Fr.	Procédé							
			Maïs				Herbe			
			1	2	3	4	5	6	7	8
Tracteurs, 4 roues motrices: 41 kW, pour le transport 50 kW, pour le transport 50 kW, pour le transport 70 kW, pour le bec à maïs 70 kW, entraînement du souffleur 70 kW, pour tasser le fourrage	Propriété	47 000	x	x	x	x	x	x	x	x
	Propriété	62 000		x	x	x		x	x	x
	Location	62 000				x				
	Entreprise	87 000		x	x					
	Location	87 000				x			x	
	Entreprise	87 000			x			x		x
Hacher/charger: Bec à maïs porté, 2 rangs Ensileuse automotrice, 200 kW avec bec à maïs, 4 rangs avec pic-up Autochargeuse, moyenne Autochargeuse, moyenne Epandeur à fumier avec hausses Remorque ensileuse avec doseur Autochargeuse, grande, coupe courte Autochargeuse avec doseur Autochargeuse avec doseur	Entreprise	28 000	x	x						
	Entreprise	294 000			x	x				
	Entreprise	274 000							x	x
	Propriété	21 000	x							
	Location	21 000	x							
	Location	14 800		x						
	Location	20 000			x	x			x	x
	Propriété	36 000					x			
	Propriété	50 000						x		
	Location	50 000						x		
Décharger/répartir: Tapis roulant Doseur avec convoyeur Chargeur frontal sur le tracteur, 70 kW Souffleur à entraînement par prise de force	Location	20 000	x				x			
	Propriété	25 700					x			
	Entreprise	12 500		x		x				x
	Location	8 600			x				x	

découper effectuent des petits mouvements de va-et-vient. Le cadre de coupe est poussé du haut vers le bas par force hydraulique.

Avantages:

- convient à toutes les sortes de fourrage ensilé,
- la surface de coupe reste compacte,
- peu de pertes au transport.

Inconvénients:

- onéreux,
- un châssis élévateur est nécessaire pour des hauteurs de silo dépassant 1,2 m.

Il semble que la désileuse-bloc, relativement coûteuse, s'impose pour des grandes quantités à désiler (plus de 1000 m³/année) en cas d'utilisation commune sur plusieurs exploitations, principalement du fait des faibles pertes au transport.

Au sujet du volume de travail et des frais de prélèvement et de distribution du fourrage en silo-tour et silo-couloir, on peut dire ce qui suit (tab. 3):

- Pour les variantes en silo-tour, le volume de travail annuel pour le prélèvement manuel se monte à 117 heures pour le maïs plante entière et 88 heures pour l'herbe hachée. En contrepartie, les frais de la désileuse disparaissent. Par dt de MS, les frais correspondants, y compris la main-d'œuvre,

se situent à env. Fr. 15.30, respectivement Fr. 13.10, ce qui correspond approximativement au coût du prélèvement par désileuse-bloc en silo-couloir.

- Si l'on désire le même confort de travail en silo-tour pour le prélèvement et la distribution du fourrage, il faut employer une désileuse, ce qui double le coût par dt de MS.

Protection des eaux

Production de jus de fermentation

Un silo-couloir de 160 m³ a été utilisé durant quatre ans (1989–1993) afin de cerner le problème. Il a été rempli deux fois de maïs plante entière, une fois d'herbe hachée préfanée et une fois d'herbe préfanée (autochargeuse à coupe courte) pour la moitié inférieure recouverte après coup de maïs plante entière.

Maïs plante entière

Des quantités importantes de jus de fermentation ont été produites, bien que la teneur en MS du maïs plante entière était d'environ 30% (fig. 1).

Exemples de calcul pour un silo-couloir de 160 m³ (selon fig. 9):

30 jours à silo fermé:

30 x 0,3 x 160

= 1440 l de jus de fermentation

Production maximale en 30 jours:
30 x 0,5 x 160
= 2400 l de jus de fermentation
180 jours à silo fermé:
180 x 0,3 x 160
= 8640 l de jus de fermentation

La grande production de jus de fermentation vient certainement de ce que, pour les nouvelles variétés précoces à mi-précoces essentiellement, le grain est à maturité jaune, alors que le reste de la plante est encore relativement vert. Ainsi, les grains contenaient 64% de MS, alors que le reste de la plante n'en contenait que 26% (Bau-
mann, 1992).

Herbe hachée

Teneur moyenne en MS 34,8%
Teneur en MS dans le fond du silo
(première remorque) 30,5%
Teneur en MS dans le haut du silo
(dernière remorque) 38,8%
Aucun écoulement de jus!

Ensilage combiné

La moitié inférieure du silo est remplie dans une première phase avec de l'herbe ramassée au moyen d'une autochargeuse à coupe courte (teneur moyenne en MS: 41%). La deuxième moitié est remplie avec du maïs plante entière (teneur moyenne en MS: 30,4 %).
Aucun écoulement de jus!

Ecoulements liquides

La fraction liquide provenant d'un silo-couloir peut se présenter sous différentes formes (tab. 4).

Jus de fermentation

Le jus de fermentation est produit immédiatement après le remplissage du silo, ainsi que pendant et après la fermentation. En l'occurrence, il s'agit de liquide cellulaire ou d'eau de rétention (condensation) apparaissant lorsque l'herbe est à moins de 30% de MS ou le maïs plante entière à 32% au maximum. Le jus de fermentation est fortement chargé de carbone organique dissout, ses valeurs de BOD₅ étant ainsi très élevées (BOD₅ = quantité d'oxygène-

Tableau 3: Besoins en travail et frais pour 3 ha de maïs et 12 ha d'herbe

Genre de fourrage		Maïs haché		Herbe hachée	
Type de silo		Silo-tour en bois	Silo-couloir "Traunstein"	Silo-tour en bois	Silo-couloir "Traunstein"
Désilage		Fraise désileuse	Désileuse par blocs	Fraise désileuse	Désileuse par blocs
Poids spécifique (valeur moyenne)*	kg MS/m ³	220	220	220	220
Besoin de volume	m ³	160	160	160	160
Besoins d'investissement					
Silo	Fr.	30 000.--	25 000.--	30 000.--	25 000.--
Matériel de recouvrement	Fr.		1 300.--		1 300.--
Fraise désileuse	Fr.	26 000.--		26 000.--	
Support pour la fraise	Fr.	2 000.--		2 000.--	
Désileuse par blocs, 50 %	Fr.		5 000.--		5 000.--
Total	Fr.	58 000.--	31 000.--	58 000.--	31 000.--
Besoins en travail					
Désilage et distribution					
Crèche**	MOh	37	64	30	48
Frais annuels					
Silo	Fr.	2 850.--	2 225.--	2 850.--	2 225.--
Matériel de recouvrement	Fr.		450.--		450.--
Fraise désileuse	Fr.	4 715.--		4 690.--	
Support	Fr.	195.--		195.--	
Désileuse par blocs, 50 %	Fr.		865.--		865.--
Part du tracteur	Fr.		310.--		310.--
Total	Fr./année	7 760.--	3 850.--	7 735.--	3 850.--
	Fr./dt MS	21.60	10.70	21.50	10.70
Frais de main-d'oeuvre	Fr./année	780.--	1 340.--	630.--	1 010.--
Frais de matériel + frais de main-d'oeuvre	Fr./année	8 540.--	5 190.--	8 365.--	4 860.--
	Fr./dt MS	23.70	14.40	23.20	13.50

* Un remplissage complémentaire; poids total minimal du tracteur: 6 t

** Fraise désileuse: transport direct dans l'étable; désilage par blocs: 2 fois par semaine

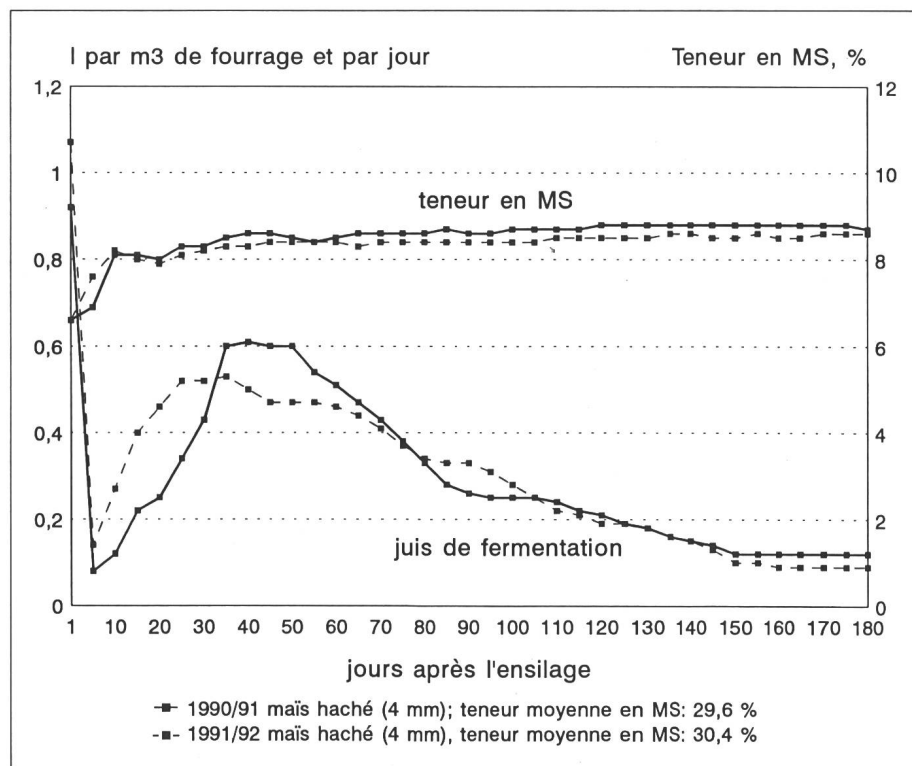


Fig. 1: Jus de fermentation produit par de l'ensilage de maïs plante entière en silo-couloir.

Tableau 4: Analyses de la fraction liquide

Date	Genre de fourrage	Genre de liquide	pH	COD ¹⁾ mg C/l	BOD ₅ ²⁾ mgO ₂ /l	MS %	Ammonium mg N/l	Précipitations mm	Surface de silo vide	
									m ²	%
16.10.90	Ensilage de maïs	Jus de fermentation	3,7	36 350	52 500	7,71	281	–	–	–
10.06.91	Ensilage de maïs	Eau de pluie/jus de ferm.	4,4	581	1 200	0,12	5,5	40	70	50
17.06.91	Ensilage de maïs	"	4,9	544	1 900	0,18	4,4	40	75	60
01.07.91	Ensilage de maïs	"	5,3	1 149	2 650	0,27	6,5	20	90	70
15.07.91	Ensilage de maïs	"	5,2	2 303	4 300	0,53	36	10	105	80
08.12.92	Ensilage d'herbe	Eau de pluie polluée	6,6	46	128	0,02	0,35	40	35	25
12.01.93	Ensilage d'herbe	"	6,3	212	355	0,08	9,50	10	50	35
02.02.93	Ensilage d'herbe	"	6,8	99	171	0,06	6,47	20	70	50
15.03.93	Ensilage d'herbe	"	6,7	157	295	0,07	12,8	25	105	80
Valeurs comparatives										
Entrée installation de clarification (Ct. AG)			6,8 - 8,6	–	15-338	–				
Sortie installation de clarification (Ct. AG)			7,2 - 8,3	4 - 15	2 - 36	–	0,1 - 20			
Déversement dans des eaux ³⁾			6,4 - 8,5	10 - 15	20	–	–			

1) COD = carbone organique dissous
2) BOD₅ = besoin d'oxygène biochimique

3) Ordonnance sur le déversement des eaux usées (état 1.4.87)

ne dissout nécessaire à la décomposition biologique par oxydation de matières organiques dans l'eau, en cinq jours, à une température de 20 °C dans l'obscurité). Pour le jus de fermentation, les valeurs de BOD₅ se montent à 52 000 mg/l, pour le lisier de porcs, à 30 000 mg/l, et pour le lisier de bovins, à 15 000 mg/l (excréments et urine non dilués). Le jus de fermentation ne doit donc en aucun cas être déversé dans une canalisation, un puits perdu ou directement dans un cours d'eau. Il faut le diriger dans la fosse à lisier ou dans un collecteur, d'où on le pompera à l'aide de la citerne à pression et on l'épandra sur un champ recouvert de végétation. Selon certains auteurs, il est possible de procéder à des épandages atteignant jusqu'à 50 m³/ha sans mettre en danger la qualité de la nappe phréatique (Küntzel 1978, Meissner 1987).

Eau de pluie/jus de fermentation

Pour des eaux de pluie moyennement souillées, provenant d'une surface de silo nettoyée au balai après le désilage et contenant une faible quantité de jus de fermentation: la valeur limite pour la protection des eaux (BOD₅) est selon l'ordonnance sur le déversement des eaux usées, de 20 mg O₂/l. Comme le montre le tableau 9, suivant les précipitations, on peut trouver des valeurs jusqu'à 250 fois plus élevées. Des essais lysimétriques effectués à la Station fédérale de recherches en chimie agricole et sur l'hygiène de l'environne-

ment du milieu naturel, simulant une infiltration sur une surface de sol de 4 m² recouvert de végétation (infiltration telle qu'elle se produit dans la pratique lors d'une légère pluie), ont donné les valeurs suivantes:

L'effet de filtration du sol est de toute évidence très limité. Les valeurs de BOD₅ dépassent de plus de 100 fois la valeur limite. Résultat: le mélange eau de pluie/jus de fermentation doit être traité de la même façon que le jus de fermentation.

Eau de pluie souillée

Pour des eaux de pluie légèrement souillées, provenant d'une surface de silo nettoyée au balai après le désilage, et ne contenant pas de jus de fermentation, l'infiltration dans le sol est admise en-dehors des zones de protection des eaux S.

Eau de pluie propre

L'eau de pluie tombant sur le silo-couloir recouvert ou vide ne pollue ni les eaux de surface, ni la nappe phréatique, et peut donc être évacuée directement.

Maîtrise du jus de fermentation

Prévenir le jus de fermentation

- Ensiler le maïs plante entière à plus de 32% de MS. Utiliser un bec à maïs muni d'une râpe (moins de grains entiers). Ajouter un agent d'ensilage contre les éventuelles post-fermentations.
- Préfaner l'herbe. Dans les premières remorques, le fourrage doit également présenter une teneur en MS supérieure à 30%.
- Mettre le maïs plante entière sur l'ensilage d'herbe. Ce dernier, plus sec, absorbe le jus de fermentation produit par le maïs plante entière. Toutefois, ce procédé contraint les exploitations distribuant de l'ensilage de maïs en été à distribuer également de l'herbe, ce qui est interdit.

Solutions constructives

Le jus de fermentation ou l'eau contaminée par du jus de fermentation doit être collecté, soit dans la fosse à lisier, soit dans un récipient séparé résistant

	Echantillon de jus non filtré	Echantillons d'eaux de percolation Ø de 4 lysimètres 22.4.92 28.4.92	Echantillon d'eau de percolation (pluie seule)
BOD ₅ mg O ₂ /l	5000	2900 2950	< 5

aux acides. On conseille d'utiliser des récipients d'environ 3m³, ce qui correspond au volume courant d'une citerne à pression et garantit l'aspect pratique de l'installation.

Ce genre de récipient peut être construit en béton coulé sur place ou à l'aide d'un tuyau en béton posé dans le sol. Il faut protéger la paroi intérieure, par exemple au moyen d'une résine époxyde à deux composants ou avec du polyester. Une alternative supplémentaire consiste à enterrer un réservoir en matériau synthétique. S'il est construit par une entreprise, le réservoir en béton coulé sur place est la variante la plus chère.

Recommandations

Au vu des différentes formes d'écoulements liquides, prévalent les recommandations suivantes (DFEFP 1993): «On peut laisser l'eau de pluie tombée sur le silo percoler dans le terrain, à la condition que le silo-couloir soit recouvert ou soit vide et nettoyé. Le même procédé peut être appliqué à l'eau de pluie tombant dans le silo durant la période d'utilisation, pour autant qu'il n'y ait pas de jus de silo (jus de fermentation), que le silo soit situé en-dehors de la zone S de protection des eaux souterraines et que les surfaces non couvertes du silo soient propres.»

Conclusions

Avantages du silo-couloir par rapport au silo-tour:

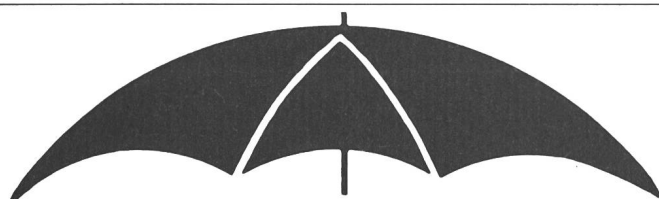
- moindres besoins d'investissement;
- se prête mieux à l'autoconstruction;
- moins de pannes et de consommation d'énergie lors du remplissage;
- possibilité de surcharger de 10%;
- désilage mécanique en commun (réduction des frais);
- désilage sans pannes aussi dans le cas de fourrage non haché (coupé dans l'autochargeuse);
- seulement un à deux désilages par semaine en hiver;
- possibilité de prélever en même temps de l'ensilage d'herbe et de maïs;
- moindre risque d'accidents (gaz, chutes);
- s'adapte mieux au paysage;
- les feuilles de recouvrement sont réutilisables ou peuvent être détruites de manière non polluante dans une usine d'incinération (contrairement, par ex., au silo-tour en polyester).

Pas de différences notables:

- performances lors de la récolte;
- frais annuels lorsque plusieurs exploitations travaillent en commun;
- pertes de MS.

Inconvénients du silo-couloir par rapport au silo-tour:

- exige davantage de surface;
- l'action de recouvrir et de découvrir le silo prend beaucoup de temps;
- ne convient pas à des surfaces de récolte réduites;
- importance des conditions météorologiques dans le cas de grandes surfaces de récolte;
- seulement recommandé pour des volumes de 120 m³ au minimum;
- les passages au tracteur risquent de salir le fourrage;
- le fourrage ne peut guère être prélevé à la main;
- risque de pollution des eaux lorsque le silo est ouvert;
- pas de fourrage humide;
- ne peut pas être déplacé;
- il n'existe pas encore de solution durable ou d'un prix abordable pour la protection du béton.



**Assurance grêle
et autres forces de la nature !**

**Indispensable à
votre sécurité !**

Case postale, 8023 Zurich
Tél: 01 251 71 72 Fax: 01 261 10 21



**Suisse
Grêle**

Jusqu'à épuisement du stock!

BACHES

pour tondeuses à moteur, machines, etc. avec petits défauts de couleur. Matière résistante, non-déchirable, imperméable avec œillets.

Prix uniques:

3 grandeurs:	150 x 200 cm Fr. 48.-
	200 x 200 cm Fr. 58.-
	200 x 300 cm Fr. 78.-

avec possibilité de retour si non convenance.
Pas d'envoi contre remboursement.

Bieri Blachen AG
6022 Grosswangen, Tel. 045 - 710 740