

## Distribution mécanique de balles rondes

### L'ensemble du procédé d'affouragement est décisif

Sabine Schrade, Franz Nydegger et Helmut Ammann, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen, e-mail: sabine.schrade@fat.admin.ch



Fig. 1: Différents outils facilitent l'ouverture des balles rondes et la distribution du fourrage. Pour choisir l'outil qui convient, il faut tenir compte de la taille du troupeau, des possibilités et du taux d'utilisation, de la ration de fourrage, du mode de stockage, de la technique d'affouragement en place, des machines de traction et de la place disponible sur l'exploitation.

La distribution de fourrage stocké en balles rondes se fait souvent exclusivement à la main. L'ouverture et la répartition des balles d'ensilage impliquent notamment de déplacer d'importantes masses de fourrage à la main. Les délieurs de balles facilitent ce travail. La distribution de fourrage stocké en balles rondes à l'aide de différentes machines a été étudiée dans plusieurs exploitations agricoles.

Les systèmes coupe-balles ou les dérouleurs rotatifs à pince ne diminuent que légèrement le temps et la charge de travail, car le fourrage doit continuer à être distribué à la main. Du point de vue de l'organisation du travail, les machines les plus intéressantes sont celles qui non seulement découpent les balles, mais distribuent également le fourrage. Les dérouleurs de balles ouverts ne peuvent défaire que les balles rondes constituées de foin, d'ensilage d'herbe et de paille. Etant donné que ces machines déroulent les balles seulement par un mouvement

tournant sur un fond mouvant, il faut veiller à ce que les balles rondes soient de bonne qualité. Les dérouleurs de balles fermés fonctionnent normalement avec des rouleaux démêleurs et peuvent être utilisés pour n'importe quelle qualité de balles. Grâce à leur construction fermée, ces appareils peuvent également être utilisés pour distribuer des composants en vrac ou des balles d'ensilage de maïs. Les dérouleurs-distributeurs de balles rondes disposent d'une capacité de chargement plus élevée et peuvent être utilisés pour distribuer les blocs d'ensilage et les balles rectangulaires.

La comparaison des différents procédés montre que du point de vue de l'économie d'entreprise, les procédés d'affouragement les plus avantageux sont ceux où différents composants de fourrage sont conservés séparément sous forme de balles rondes. Les investissements et les coûts de stockage du fourrage sont moindres avec ce type de solution.

Sommaire	Page
Problématique	2
Méthode	2
Exploitations	3
Catégories de machines	4
Propriétés des balles rondes	6
Comparaison des procédés	7
Conclusions	13
Bibliographie	16

### Problématique

La récolte du fourrage stocké en balles rondes est entièrement mécanisée. Par contre, la distribution du fourrage se fait souvent à la main. Les balles rondes sont généralement déposées à la verticale sur l'axe d'affouragement à l'aide de la fourche du chargeur frontal ou du pique-balle. Le film et le filet sont ensuite retirés et le fourrage est prélevé couche par couche à l'aide d'une fourche avant d'être réparti à la main dans le cornadis ou la crèche. Ces opérations représentent des quantités considérables de fourrage à déplacer à la main. Ces dernières années, un grand nombre de machines sont apparues sur le marché pour délier les balles rondes. Le but de ces machines est de réduire le temps et la charge de travail lors de la distribution du fourrage conditionné en balles rondes. Les délieurs de balles présentent de grosses différences en ce qui concerne le mode de fonctionnement, le système d'entraînement, la capacité, le mode d'attelage, les coûts d'acquisition, les possibilités d'utilisation, la puissance nécessaire et la capacité de levage. Ces différentes propriétés permettent de répartir les machines en catégories. Pour bien choisir la machine qui convient, il est important de connaître les machines proposées et les procédés qui vont de pair.

### Méthode

Les délieurs de balles rondes ont été étudiés dans la pratique. Une interview structurée a permis de relever les données relatives à l'exploitation, les paramètres caractéristiques du procédé employé, les propriétés de la ration de fourrage, les informations portant sur les balles ainsi que différents détails techniques, possibilités d'utilisations et commentaires des exploitants en ce qui concerne la machine. De plus, le poids des balles et la teneur en matière sèche des balles rondes ont également été déterminés. L'observation de la distribution des balles rondes a permis de réunir différentes informations sur le déroulement, la méthode et la qualité du travail des machines. En outre, le temps de travail a été enregistré sur la plupart des exploitations. Les chiffres-clés de l'organisation du travail ont eux aussi été déterminés. Ces valeurs associées aux temps standard déjà disponi-

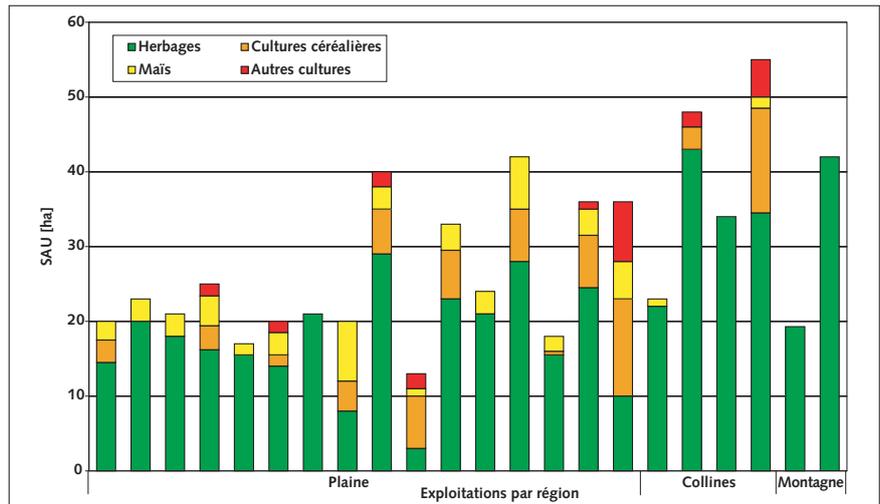


Fig. 2: La plupart des exploitations interrogées emploient une grande partie de leur surface agricole utile (SAU) comme herbages (prairies temporaires et permanentes) pour la production de fourrage grossier.

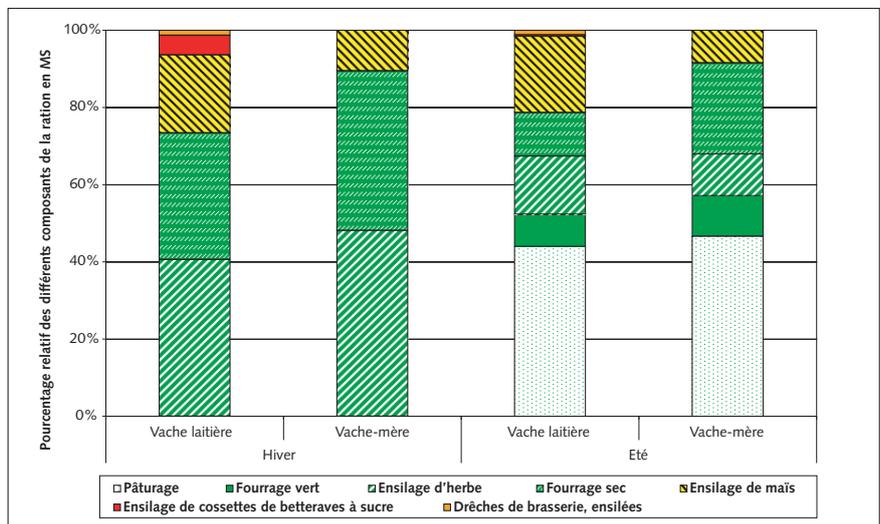


Fig. 3: Les rations de base destinées aux vaches laitières tout comme celles destinées aux vaches-mères présentent un fort pourcentage de fourrages grossiers rapporté à la teneur en matière sèche (MS).

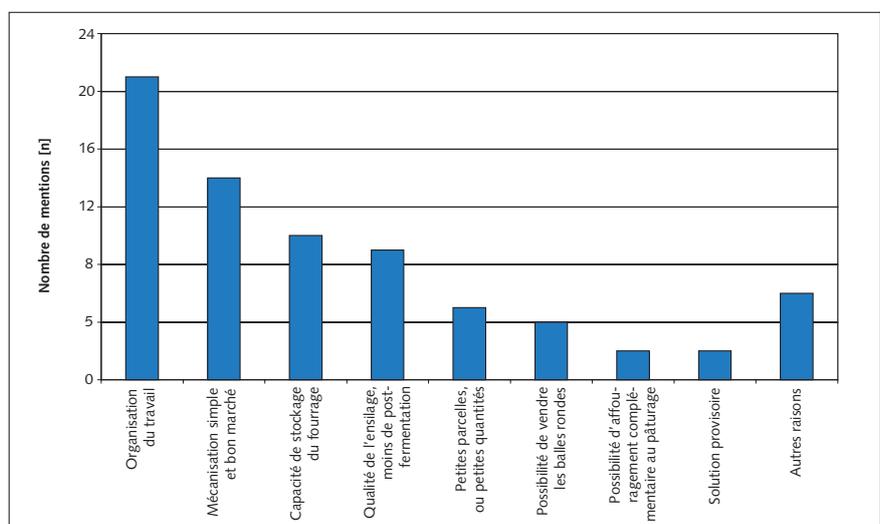


Fig. 4: Selon les chefs d'exploitation, l'utilisation des balles rondes dans l'affouragement apporte des avantages en terme d'organisation du travail. D'autre part, les machines nécessaires sont simples et bon marché.

bles ont servi à établir des simulations pour calculer le temps de travail nécessaire et le temps de travail physique des procédés sélectionnés pour l'affouragement de balles rondes. Parallèlement, les investissements et les coûts annuels ont également été calculés à partir des tarifs courants pour les bâtiments et les machines (Ammann 2004; Hilty et al. 2005). Ces coûts comprennent non seulement la distribution du fourrage, mais également le stockage et la récolte.

## Exploitations

L'étude a porté sur 23 exploitations en Suisse et une exploitation dans le Sud de l'Allemagne. Treize des exploitations interrogées possèdent essentiellement des vaches laitières. La taille des troupeaux varie entre 18 et 80 vaches et correspond à une

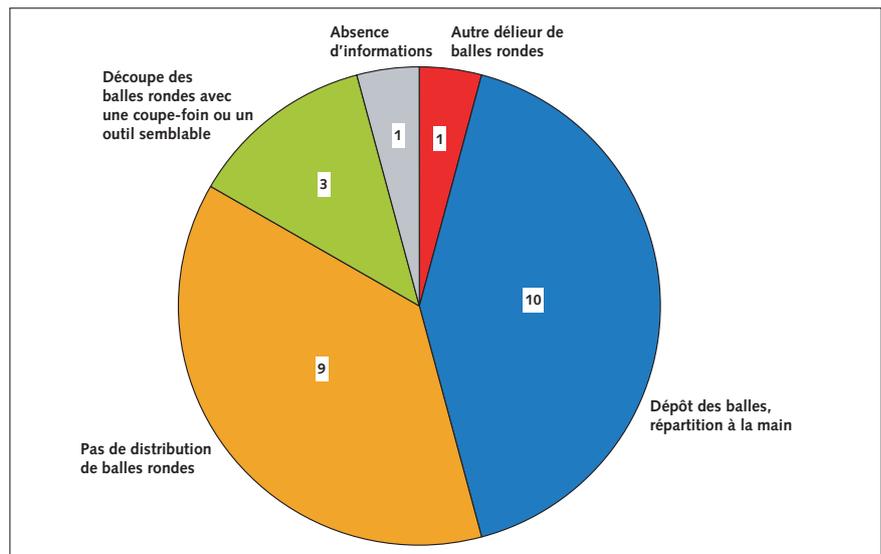


Fig. 5: Avant l'achat du délieur de balles rondes étudié, la plupart des exploitations ouvraient leurs balles rondes et distribuaient le fourrage à la main. De nombreuses exploitations n'affourageaient aucune balle ronde.

Tab. 1: Répartition des machines d'ouverture mécanique des balles rondes en catégories d'après différents critères.

Catégorie / Critère	Système coupe-balles	Dérouleur rotatif à pince	Dérouleur de balles ouvert	Dérouleur de balles fermé	Dérouleur-distributeur de balles rondes
<b>Attelage au tracteur</b>	Chargeur frontal; attelage 3-points	Chargeur frontal; attelage 3-points	Chargeur frontal; attelage 3-points	Attelage 3-points; bras inférieurs de l'attelage avec roue de soutien; chape d'attelage	Chape d'attelage
<b>Chargement</b>	Avec la machine	Avec la machine	Nécessite un autre outil, bras de chargement	Nécessite un autre outil, bras de chargement	Nécessite un autre outil, trappe de chargement
<b>Ouverture des balles</b>	Couper (couteau)	Dérouler (plateau tournant avec dent)	Dérouler (fond mouvant avec tôle d'enlèvement ou barre)	Ouvrir (rouleau démêleur, pick-up)	Ouvrir (rouleau démêleur)
<b>Avancement</b>	–	–	Fond mouvant	généralement fond mouvant	Fond mouvant
<b>Distribution</b>	Non distribué	En grande partie non distribué	Directement en andains	Directement en andains (en partie bande de répartition)	Andain, en partie possible à distance (bande de répartition ou distributeur longue portée)
<b>Équipement supplémentaire</b>	–	–	Roue de soutien, dispositif rotatif, bande de répartition, disque disperseur, dispositif de distribution avec dents	Bande de répartition, roue de soutien	–
<b>Capacité</b>	1 balle ronde	1 balle ronde	1 balle ronde	1 balle ronde	2–3 balles rondes
<b>Autres possibilités d'utilisation</b>	Découpe des balles rondes lors du remplissage de la remorque mélangeuse; fourche à désiler; reprise au silo-couloir.	Paillage de surfaces de repos, déroulage des balles rondes dans la remorque mélangeuse	Préparation de litière	Distribution de fourrage en vrac; possibilité de préparation de litières suivant le type	Distribution de fourrage en vrac resp. de blocs de silo et de balles rectangulaires; possibilité de préparation de litière suivant le type
<b>Prix d'acquisition [Fr.]</b>	3000–4000	2000–3000	6000–12000	7500–14000	16000–28000
<b>Nombre d'exploitations visitées [n]</b>	5	4	7	5	3

moyenne de 34 vaches laitières. Neuf des exploitations sont des exploitations de vaches-mères. Elles détiennent en moyenne 25 vaches-mères avec leurs veaux, sachant que la taille des effectifs va de 17 à 80 vaches. Deux autres exploitations pratiquent l'élevage bovin ou l'engraissement de taureaux. En moyenne, la surface agricole utile (SAU) exploitée est de 36 ha. La plus petite exploitation suisse gère 13 ha de SAU et la plus grande 55 ha de SAU (fig. 2). La surface de l'exploitation allemande est de 200 ha. Une grande partie de la SAU est utilisée comme surface herbagère et sert à produire du fourrage grossier. Les rations de base des exploitations de vaches-mères et de vaches laitières sont à base de fourrage grossier comme on pouvait s'y attendre (fig. 3). Les exploitations interrogées utilisent chaque année entre 30 et 2000 balles rondes. La moyenne des exploitations est de 355 balles. La figure 4 répertorie les différentes raisons citées pour l'utilisation des balles rondes dans l'affouragement. Dans la plupart des exploitations, la récolte est faite par une seule personne qui fauche, fane et met en andains. Dans 14 exploitations sur 24, le pressage et l'enrubannage des balles sont confiés à une entreprise de travaux agricoles. Quinze exploitations utilisent une presse à chambre fixe, huit utilisent une presse à chambre variable. Une exploitation n'a fourni aucune information sur ce point. Le nombre de couteaux dans la presse va de 0 à 21. En règle générale, les balles produites sont liées avec un filet, leur hauteur est de 120 cm et leur diamètre également. Quatorze des exploitations interrogées ont enrubanné leurs balles d'ensilage de six couches de films. Trois exploitations utilisent cinq couches de films et trois autres sept couches. Deux exploitations travaillent avec quatre couches. Deux exploitations n'ont fourni aucune information sur ce point. Deux tiers des chefs d'exploitation interrogés empilent les balles d'ensilage sur des surfaces en dur, à la ferme. Le tiers restant stocke les balles sur la parcelle. La figure 5 montre, le cas échéant, comment les exploitations distribuaient les balles rondes avant l'achat du délieur.

### Catégories de machines

Le tableau 1 donne une vue d'ensemble des catégories de machines. Les autres machines comme les machines automotrices n'ont pas été étudiées dans ce contexte, car leur importance est très limitée en Suisse.



Fig. 6: Trois différents types de systèmes coupe-balles: système avec couteau en forme d'épée (photo de gauche); reprise et transport des balles rondes avec le dispositif à lame (photo du milieu); les fourches à désiler qui possèdent un angle d'ouverture suffisamment grand peuvent couper les balles rondes (photo de droite).



Fig. 7: Dérouleur rotatif à pince monté aux trois points du tracteur (photo de gauche) et au chargeur frontal (photo de droite).

### Systèmes coupe-balles

Les systèmes coupe-balles sont montés sur le chargeur frontal ou aux trois points du tracteur. Ils découpent les balles rondes à l'aide d'un couteau actionné par un ou deux vérins hydrauliques (fig. 6). Pour les utiliser, il suffit d'enlever le film sur une des faces de la balle ronde. Il n'est pas nécessaire de retirer le reste du film. Par rapport aux autres catégories de machines, les systèmes coupe-balles sont relativement bon marché, puisqu'ils coûtent entre 3000 et 4000 Fr. L'inconvénient de ce procédé, c'est qu'une fois les balles coupées, elles doivent être distribuées à la main.

### Dérouleurs rotatifs à pince

Les dérouleurs rotatifs à pince sont des machines qui se montent sur le chargeur frontal ou aux trois points du tracteur (fig. 7). Des piques soudées sur un plateau tournant permettent de soulever les balles couchées et de les transporter. Il est recommandé de ne retirer le film et le filet qu'une fois sur la table d'affouragement sinon la balle peut se défaire facilement. Les rotations du disque entraîné par un moteur hydraulique permettent de dérouler les balles. Comme la plupart des balles ne peuvent être déroulées que de manière

très irrégulière, il est souvent impossible de déposer le fourrage en andains. Il doit donc être distribué à la main. Dans certaines exploitations, le dérouleur rotatif à pince est également utilisé pour dérouler les balles rondes dans la remorque mélangeuse ou pour le paillage des litières profondes ou sur plan incliné. Les dérouleurs rotatifs à pince coûtent entre 2000 et 3000 Fr.

### Dérouleurs de balles ouverts

La catégorie des « dérouleurs de balles ouverts » regroupe des machines qui peuvent conditionner uniquement de l'ensilage d'herbe, du foin, de la paille ou des produits équivalents. Les machines utilisées pour dérouler les balles ou plutôt la conception ouverte de la machine ne permettent pas de distribuer des fourrages en vrac ou des balles d'ensilage de maïs. Les dérouleurs de balles ouverts peuvent être montés sur les chargeurs frontaux ou aux trois points du tracteur. Il existe également des machines traînées, un accouplement aux bras inférieurs avec roue de soutien ou au chariot élévateur. La machine est chargée par un bras spécial (fig. 8, photo de gauche) ou par un chargeur frontal, un chargeur automoteur ou un chariot élévateur à fourche. Le film et le filet sont retirés

à différents stades. Avec certaines balles, le film et le filet peuvent être retirés avant même de replier le bras de chargement. Lorsque la balle risque de se défaire lors du chargement, le film et le filet sont seulement coupés et dégagés légèrement avant le chargement. On ne les retire totalement que lorsque la balle se trouve presque entièrement dans la machine. Le fourrage est ensuite réparti sous forme d'andains directement au cornadis. Les machines sont entraînées hydrauliquement ou à la prise de force. Les balles rondes sont déroulées sur un fond mouvant équipé de dents et à l'aide d'une barre ou tôle d'enlèvement ou encore à l'aide d'un rouleau démêleur avec fond mouvant (fig. 9). Sur certains modèles, le fond mouvant est monté sur ressort. Les modèles qui découpent les balles à l'aide d'outils coupants sont moins répandus. La plupart des machines peuvent également être utilisées pour le paillage des logettes ou des surfaces à litière profonde ou sur plan incliné (fig. 8, photo de droite). Les fabricants proposent parfois des dispositifs d'épandage adaptés. Certains types de dérouleurs sont également équipés d'un dispositif rotatif hydraulique ou mécanique qui permet de déposer le fourrage au choix, à droite, à gauche ou au centre. Suivant le type de machines et les accessoires, le prix d'achat est compris entre 6000 et 12 000 Fr.

### Dérouleurs de balles fermés

De part leur conception fermée et les outils utilisés pour le démêlage, tels que le rouleau démêleur à lames (fig. 10, photo du milieu) ou le pick-up, ces machines permettent également de distribuer du fourrage en vrac ou des balles rondes de maïs. Pour ce faire, le côté de chargement ouvert peut être fermé à l'aide d'une tôle (fig. 10, photo de droite). Le fourrage est généralement convoyé par un fond mouvant transversal. Le fond mouvant et le rouleau démêleur ou le pick-up sont entraînés hydrauliquement ou par la prise de force et permettent de déposer le fourrage au cornadis sous forme d'andains réguliers et aérés. Les rouleaux démêleurs peuvent être utilisés pour n'importe quelle qualité de balles. Les machines sont en général accouplées à la chape d'attelage ou aux bras inférieurs. Certains types de machines permettent également un accouplement aux trois points, au chariot élévateur ou au chargeur frontal. Les dérouleurs de balles fermés sont généralement équipés d'un bras de chargement hydraulique. Le prix d'achat est compris entre 7500 et 14 000 Fr.



Fig. 8: Dérouleurs de balles ouverts: chargement avec bras spécial (photo de gauche); le déroulement et la distribution des balles d'ensilage avec un outil monté aux trois point exigent un tracteur lourd ayant la capacité de levage nécessaire (photo du milieu); paillage des logettes avec un dérouleur de balles ouvert monté sur le chargeur frontal (photo de droite).



Fig. 9: Possibilités d'ouverture des balles rondes contenant du fourrage coupé en brins grossiers: barre d'enlèvement et fond mouvant à dents (photo de gauche); fond mouvant avec rouleau démêleur simple (photo de droite).



Fig. 10: Dérouleurs de balles fermés: outil tracté (photo de gauche); fond mouvant pour convoyer les balles et rouleau démêleur pour les dérouler (photo du milieu); un tôle supplémentaire permet d'ouvrir les balles d'ensilage de maïs ou encore de distribuer du fourrage en vrac (photo de droite).

### Dérouleur-distributeur de balles rondes

Les machines de cette catégorie se distinguent des dérouleurs de balles fermés essentiellement par la capacité plus importante (deux à trois balles rondes), leur prix d'achat (de 16 000 à 28 000 Fr.) et les possibilités d'utilisation, plus larges. En général, il s'agit de machines traînées, qui sont entraînées à la prise de force. Le marché propose des autochargeurs avec trappe de chargement, tout comme des variantes ayant recours à des outils supplémentaires pour le chargement. Lorsque

la balle est déposée par le haut dans le dérouleur à l'aide d'un chargeur frontal ou d'un chargeur automoteur, elle risque de se défaire. C'est pourquoi le film et le filet ne peuvent souvent être retirés qu'une fois la balle au-dessus de la remorque. Cette opération implique qu'une personne grimpe sur le bord de la remorque. Pour des questions d'organisation et de sécurité du travail, il est donc préférable d'opter pour des machines avec trappe de chargement. Les balles sont déroulées à l'aide de rouleaux démêleurs et convoyées par un fond mouvant. Le fourrage peut être distribué à l'aide d'un tapis de dosage (fig. 11,



Fig. 11: Remorque distributrice blocs universelle en train de charger une balle ronde par la trappe (photo de gauche); distribution de fourrage avec la remorque (photo du milieu); paillage d'une surface de litière sur plan incliné à l'aide d'un dispositif d'éjection (photo de droite).

photo de gauche) ou d'un distributeur longue portée et d'un dispositif d'éjection (fig. 11, photo du milieu). Le distributeur longue portée permet de distribuer l'ensilage sur une grande distance, que ce soit pour le paillage ou pour l'affouragement. Ces machines permettent également la distribution de blocs d'ensilage, l'ouverture de balles rectangulaires ou encore la distribution de fourrage en vrac.

### Propriétés des balles rondes

Suivant le type de machines, les propriétés des balles rondes influencent la qualité du travail lors de l'ouverture des balles et de la distribution du fourrage. Ce point devrait être pris en compte dès la récolte et le stockage des balles.

Dans cette optique, on a donc déterminé la teneur en matière sèche (teneur en MS) de 52 échantillons d'ensilage d'herbe. Seuls environ 20 % des échantillons avaient une teneur en MS comprise entre 30 et 40 %, ce qui est le taux requis pour l'ensilage en balles rondes. Le reste se répartissait de manière relativement régulière sur une fourchette allant de 20 à 60 % de MS (fig. 12). Le poids des balles d'un diamètre de 120 cm et d'une hauteur de 120 cm également, variait entre 444 et 1030 kg, soit une moyenne de 693 kg. En général, les balles ayant un taux plus faible de MS étaient plus lourdes (fig. 13).

Les balles très lourdes ne peuvent pas être transportées, ni ouvertes par les machines montées aux trois points du tracteur ou sur le chargeur frontal à cause de la capacité de levage limitée de l'engin de traction. Les tracteurs légers basculent si le poids de la balle est trop élevé, car leur centre de gravité se déplace. Quant aux machines qui effectuent également le chargement, la capacité de levage du bras ou de la trappe n'est souvent prévue que pour des balles allant jusqu'à 800 ou 1000 kg. Les balles rondes trop mouillées se défor-

ment lorsqu'elles sont entreposées couchées. Les balles déformées ne peuvent pas, ou seulement difficilement, être placées par le bras dans les dérouleurs fermés, car le volume intérieur de ces machines est limité (fig. 14). Il faut alors les

compresser dans le dérouleur à l'aide du chargeur frontal, du pique-balle ou d'un outil du même type. Le déroulement de ces balles est une opération plus difficile, car elles se crochent ou se coincent souvent à l'intérieur de la machine, du fait de leur déformation.

Les délieurs de balles équipés de différents types de rouleaux démêleurs ou de pick-up acceptent pratiquement n'importe quelle qualité de balles et déposent un fourrage aéré de manière homogène. Les machines qui déroulent les balles uniquement à l'aide des rotations du fond mouvant requièrent plus d'habileté de la part de l'opérateur pour obtenir un andain régulier. Les balles déformées ou dont le noyau est dur risquent de tourner en continu dans la machine en roulant sur le fond mouvant. Avec un fond mouvant

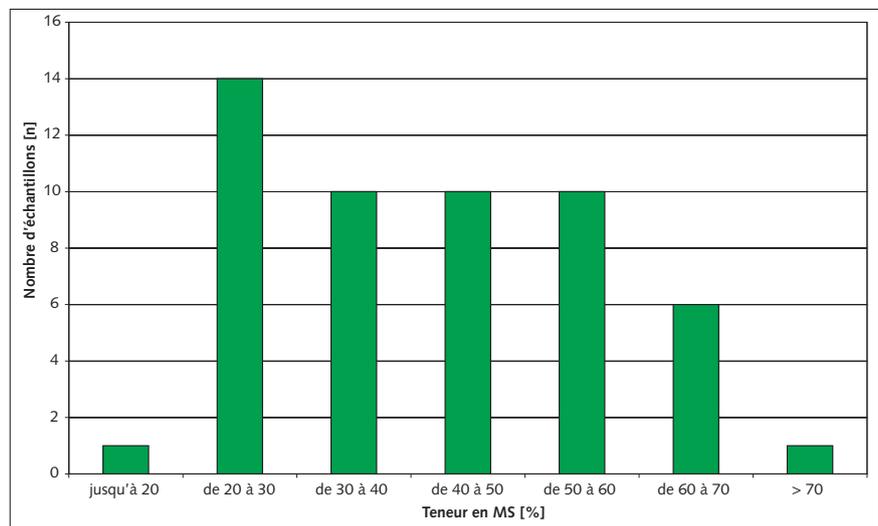


Fig. 12: La teneur en MS des balles rondes d'ensilage étudiées variait entre 19 et 73 %.

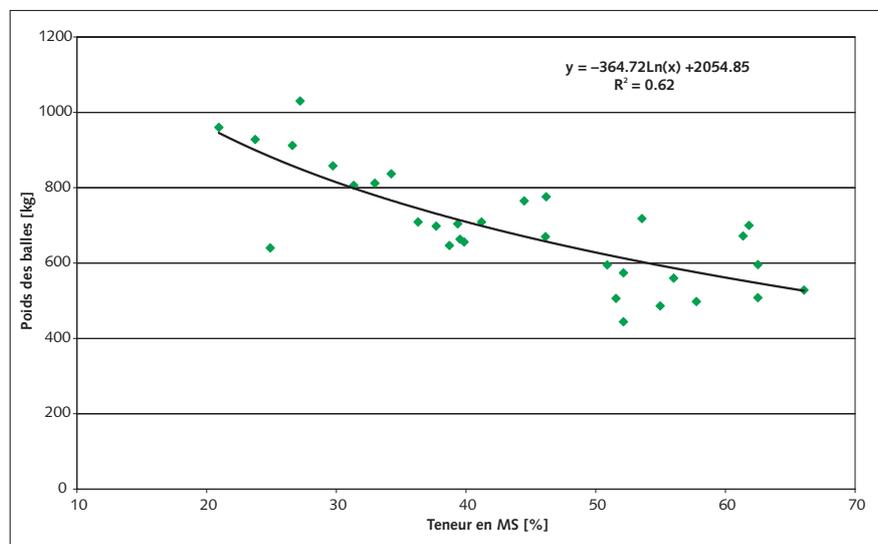


Fig. 13: Plus la teneur en MS de la balle est faible, plus elle pèse lourd sur la balance (dimensions des balles: diamètre: 120 cm, hauteur: 120 cm).



Fig. 14: Lorsque les balles rondes d'ensilage trop mouillées sont empilées couchées, elles se déforment et s'écrasent (photo de gauche); du fait de leur volume intérieur limité, les dérouleurs de balles fermés ne tolèrent que les balles rondes non déformées (photo de droite).

sans autres outils de déroulement, il est plus difficile de dérouler des balles contenant du fourrage coupé en brins grossiers humide et collé que de l'ensilage coupé court présentant une teneur optimale en MS. En outre, avec ce type de machines, il est recommandé de déposer les balles sur le fond mouvant dans le sens contraire au sens de pressage.

### Comparaison des procédés

La comparaison du temps de travail nécessaire, du temps de travail physiquement pénible et des coûts des procédés d'affouragement (balles rondes) proches des conditions de la pratique permet de classer les différents délieurs et les procédés qui leur sont associés selon des critères d'organisation du travail et d'économie d'entreprise.

La détention de vaches-mères et la détention de vaches laitières sont considérées de manière séparée. La ration quotidienne des vaches-mères se compose comme suit (indications en matière sèche par vache-mère avec veau):

- 10 kg d'ensilage d'herbe
- 4 kg de foin séché au sol

La ration de base (indications en matière sèche par vache et par jour) pour vaches laitières est prévue pour 18 kg de lait:

- 7 kg d'ensilage d'herbe
- 5 kg d'ensilage de maïs
- 4 kg de foin séché au sol

Outre quatre procédés d'affouragement pour vaches-mères et cinq pour vaches laitières employant des délieurs de balles, d'autres procédés ont également été inclus dans la comparaison: le procédé 1 (fourche à balles) et la distribution de fourrage au râtelier pour balles rondes ainsi qu'avec

la remorque mélangeuse (RM). Les différents procédés sont décrits aux tableaux 2 et 3. Le temps de travail nécessaire et le temps de travail physique ont fait l'objet de simulations pour des troupeaux de 20, 30, 40, 50, 60 et 80 vaches. Les calculs prennent en compte la reprise, le transport, la distribution et la repousse du fourrage, les travaux préparatoires, ainsi que le contrôle du distributeur automatique de concentrés et la consommation. Jusqu'à 30 vaches, on part du principe que l'on reprend à la main du foin en vrac stocké dans un fenil au-dessus de l'étable.

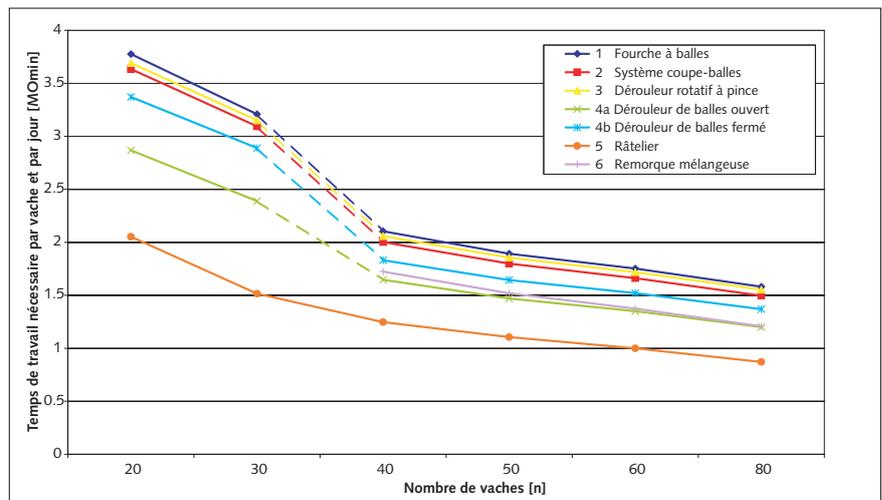


Fig. 15: Comparaison du temps de travail nécessaire par vache et par jour pour différents procédés d'affouragement de vaches laitières: plus la taille du troupeau augmente, plus le temps de travail diminue. Le fait de ne plus pousser le fourrage à la main, mais avec le chargeur automoteur ou, dans les variantes employant du foin en vrac, de ne plus distribuer le foin à la main, mais avec la griffe permet de réduire considérablement le temps de travail entre 30 et 40 vaches (ligne en pointillés).

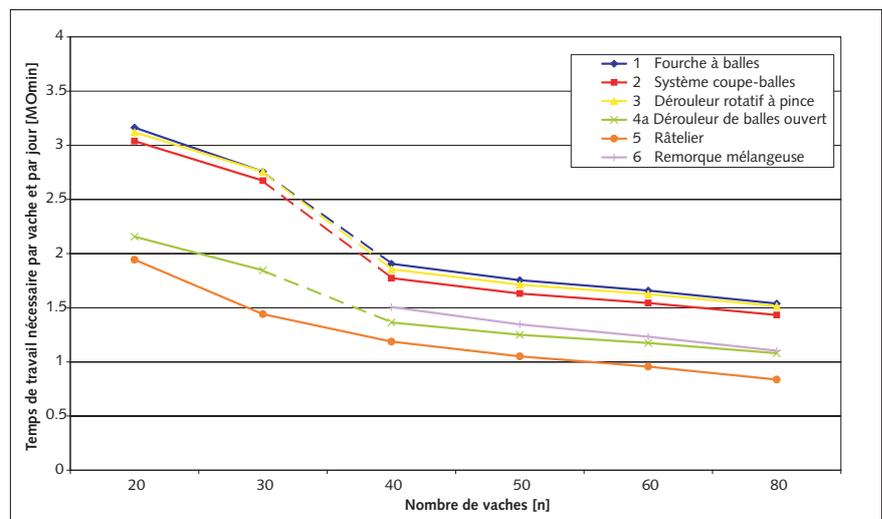


Fig. 16: Comparaison du temps de travail nécessaire par vache et par jour pour différents procédés d'affouragement de vaches-mères: dans les procédés où l'ensilage est réparti à la main (procédé 1 à 3), le temps de travail est plus élevé que dans les procédés où la distribution est mécanisée (4a à 6).

Tab. 2: Description des procédés d'affouragement sélectionnés pour les vaches laitières.

		1	2	3	4a	4b	5	6
		Fourche à balles	Système coupe-balles	Dérouleur rotatif à pince	Dérouleur de balles ouvert	Dérouleur de balles fermé	Râtelier	RM
Ensilage d'herbe (balles rondes)	Reprise	Chargeur frontal	Système coupe-balles	Dérouleur rotatif à pince	Dérouleur de balles ouvert	Dérouleur de balles fermé	Chargeur frontal	Chargeur frontal
	Distribution	à la main	à la main	à la main	Dérouleur de balles ouvert	Dérouleur de balles fermé	Chargeur frontal	RM
Foin séché au sol	Stockage	en vrac, fenil sur étable	en vrac, fenil sur étable	en vrac, fenil sur étable	Balles rondes	en vrac, fenil sur étable	Balles rondes	en vrac, fenil sur étable
	Reprise et distr.	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	Dérouleur de balles ouvert	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	Chargeur frontal	Griffe, RM
Ensilage de maïs	Stockage	Silo-tour	Silo-tour	Silo-tour	Silo-tour	Balles rondes	Balles rond.	Silo-tour
	Reprise et distr.	Fraise, chariot d'ensilage	Fraise, chariot d'ensilage	Fraise, chariot d'ensilage	Fraise, chariot d'ensilage	Dérouleur de balles fermé	Chargeur frontal	Fraise, RM
Distribution de fourrage		Tous les jours, table d'affouragement	Râtelier	Tous les jours, table d'affouragement				
Repousse du fourrage		3 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	3 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	3 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	3 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	3 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	Pas nécessaire	3 x par jour; chargeur automoteur

Tab. 3: Description des procédés d'affouragement sélectionnés pour les vaches-mères.

		1	2	3	4a	5	6
		Fourche à balles	Système coupe-balles	Dérouleur rotatif à pince	Dérouleur de balles ouvert	Râtelier	RM
Ensilage d'herbe (balles rondes)	Reprise	Chargeur frontal	Système coupe-balles	Système coupe-balles	Dérouleur de balles ouvert	Chargeur frontal	Chargeur frontal
	Distribution	à la main	à la main	à la main	Déroul. de balles ouv.	Charg. front.	FMW
Foin séché au sol	Stockage	en vrac, fenil sur étable	en vrac, fenil sur étable	en vrac, fenil sur étable,	Balles rondes	Balles rondes	en vrac, fenil sur étable
	Reprise et distr.	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	jusqu'à 30: à la main à partir de 40: griffe	Dérouleur de balles ouvert	Chargeur frontal	Griffe, RM
Distribution de fourrage		Tous les jours, table d'affouragement	Râtelier	Tous les jours, table d'affour.			
Repousse du fourrage		2 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	2 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	2 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	2 x par jour jusqu'à 30: à la main à partir de 40: chargeur automoteur	Pas nécessaire	2 x par jour chargeur automoteur

A partir de 40 vaches, une griffe est utilisée. A partir de 40 vaches, le modèle prévoit également que le fourrage n'est plus repoussé à la main, mais avec un chargeur automoteur. Le temps de travail pour le procédé d'affouragement utilisant la remorque mélangeuse n'a été calculé qu'à partir d'un effectif de 40 vaches sachant que l'achat d'une remorque mélangeuse équipée d'une désileuse, étant donné son coût, ne paraît pas rentable pour les petites exploitations. Pour les procédés d'affouragement sélectionnés, on a calculé les investissements et les coûts attribués pour 30 et 50 vaches-mères et vaches laitières.

Pour pouvoir comparer les différentes techniques de préparation, de stockage, de reprise et de distribution de fourrage, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble des procédés de la récolte à la répartition du fourrage. C'est pourquoi on a attribué aux différents procédés d'affouragement, les procédés de récolte correspondants, ainsi que les machines utilisées et le mode de stockage pratiqué (tab. 4 à 8).

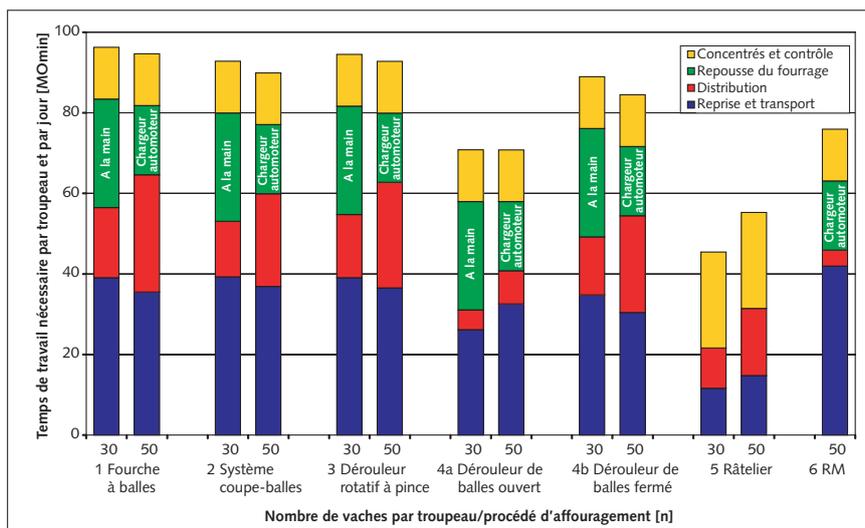


Fig. 17: Comparaison du temps de travail nécessaire par troupeau et par jour pour différents procédés d'affouragement de vaches laitières: la reprise et le transport sont les opérations qui prennent le plus de temps dans les procédés avec distribution du fourrage à la table d'affouragement. Dans les procédés 1, 2, 3 et 4b, le temps de travail avec 50 vaches baisse par rapport au temps nécessaire avec 30 vaches, car le foin n'est plus distribué à la main, mais avec la griffe. Avec 50 vaches, le fourrage n'est plus repoussé à la main, comme c'était le cas avec 30 vaches, mais à l'aide du chargeur automoteur, ce qui permet de réduire encore le temps de travail nécessaire.

## Temps de travail nécessaire

Le temps de travail nécessaire aux travaux d'affouragement des vaches laitières (fig. 15) est nettement supérieur au temps requis pour les vaches-mères (fig. 16). Le procédé d'affouragement 4a « Dérouleur de balles ouvert » requiert par exemple 1,65 MOmin (minutes de main-d'œuvre) par vache et par jour pour un troupeau de 40 vaches laitières. Pour un effectif de vaches-mères similaire, il faut compter seulement 1,36 MOmin par vache et par jour. Cette différence tient à deux raisons: premièrement, la ration des vaches laitières contient un composant de plus que la ration des vaches-mères et deuxièmement, il faut déplacer un volume d'aliments moins important pour l'affouragement de vaches-mères. D'autre part, on part du principe que le fourrage n'est repoussé que deux fois par jour pour les vaches-mères, contre trois fois pour les vaches laitières, ce qui se répercute naturellement sur le temps de travail. D'un procédé d'affouragement à l'autre, les différences sont grandes en ce qui concerne le temps de travail nécessaire. Toutes tailles de troupeaux confondues, le procédé qui exige le plus de temps de travail est le procédé 1 « Fourche à balles » avec 3,78 MOmin par vache et par jour pour 20 vaches laitières et 1,58 MOmin par vache et par jour pour 80 vaches laitières. Pour 20 vaches-mères et leurs veaux, il faut compter 3,16 MOmin par vache et par jour pour 80 vaches-mères et leurs veaux. Les procédés d'affouragement 2 « Système coupe-balles » et 3 « Dérouleur rotatif à pinces » exigent un temps de travail à peine inférieur. Ces deux procédés demandent en effet beaucoup de travail, car l'ensilage d'herbe est réparti à la main au cornadis. Dans l'élevage de vaches laitières, le temps de travail requis par le procédé 4a « Dérouleur de balles ouvert », soit 2,87 MOmin par vache et par jour pour 20 vaches et 1,20 MOmin par vache et par jour pour 80 vaches, est plus réduit qu'avec le procédé 4b « Dérouleur de balles fermé », soit 3,37 et 1,37 MOmin par vache et par jour pour les deux tailles d'effectifs considérées. Le temps de travail calculé pour le procédé d'affouragement 6 « RM » correspond plus ou moins à celui du procédé 4b « Dérouleur de balles fermé », que ce soit pour les vaches laitières ou les vaches-mères. Le procédé le plus avantageux du point de vue de l'organisation du travail est le procédé d'affouragement à discrétion, procédé 5 « Râtelier ». Par rapport à d'autres procédés, le

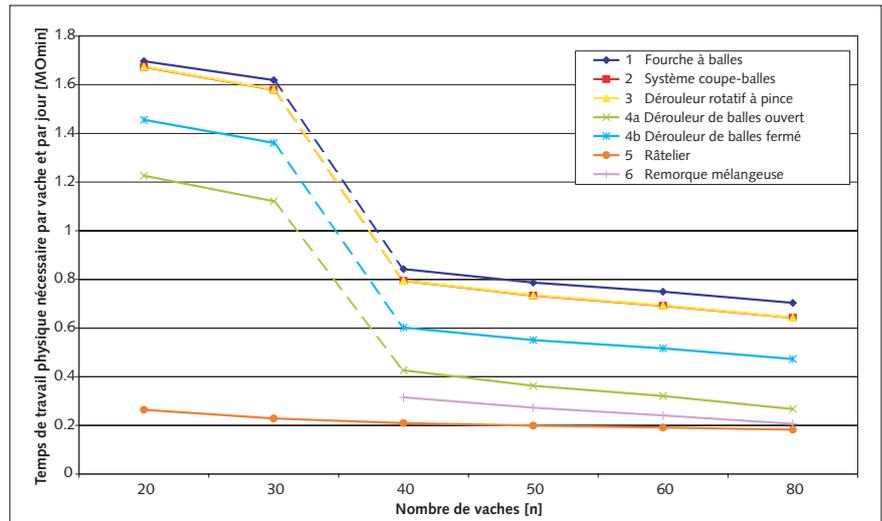


Fig. 18: Comparaison du temps de travail physique nécessaire par vache et par jour pour différents procédés d'affouragement de vaches laitières: l'écart (ligne en pointillés) lors du changement de procédé (passage de la distribution manuelle du foin en vrac à la reprise avec la griffe, et passage au chargeur automoteur pour repousser le fourrage) montre qu'une bonne utilisation des machines peut réduire la charge de travail.

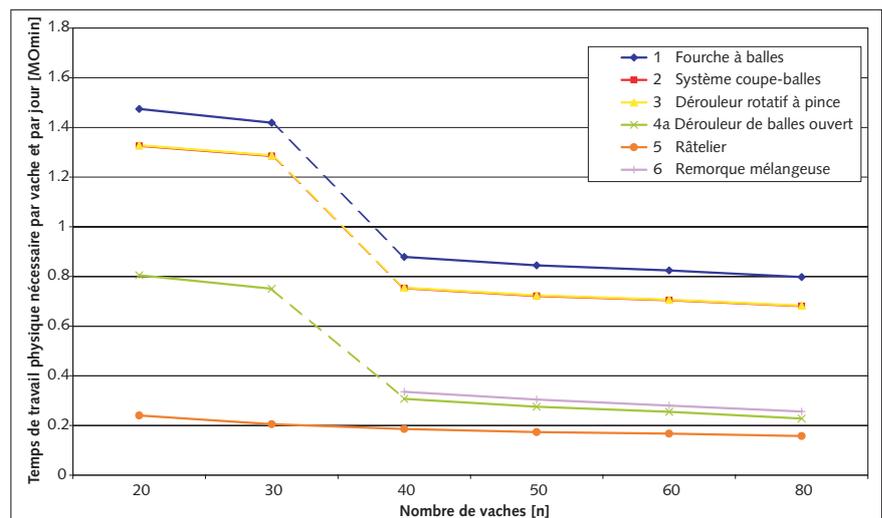


Fig. 19: Comparaison du temps de travail physique nécessaire par vache et par jour pour différents procédés d'affouragement de vaches-mères: les procédés d'affouragement, pour lesquels il faut déplacer de gros volumes à la main, affichent un pourcentage de travail physique nettement plus important que les procédés largement mécanisés.

système du râtelier est très rationnel, car la reprise, le transport et la distribution des balles s'effectuent avec le chargeur frontal et qu'il n'est pas nécessaire de repousser le fourrage. Par contre, avec ce procédé, il faut prévoir plus de temps pour le nettoyage de l'aire d'exercice extérieure. Il faut en effet tenir compte du temps plus long que les animaux passent dans l'aire d'exercice, des déjections plus importantes qui vont de pair, ainsi que des restes de fourrage autour du râtelier. En outre, l'affouragement au râtelier suppose également que l'aire d'exercice ait une disposition et une taille adéquates.

Quel que soit le procédé d'affouragement, le temps de travail nécessaire diminue plus la taille du troupeau augmente. La dégression est d'abord très marquée, puis s'atténue lorsqu'on atteint des effectifs plus importants. Ces effets dégressifs s'expliquent par une baisse relative des temps de préparation et des travaux ultérieurs au profit du temps de travail principal par vache et par jour. On observe également très nettement le changement de procédé (ligne en pointillés) et le passage de la distribution manuelle du foin à la reprise à la griffe ou de la repousse du fourrage à la main à la repousse avec le chargeur automoteur.

Pour les sept procédés d'affouragement sélectionnés et deux effectifs de vaches laitières (30 et 50), le temps de travail nécessaire a été réparti entre les opérations suivantes: « Concentrés et contrôle », « Distribution », « Repousse du fourrage » et « Reprise et transport » (fig. 17). A l'exception du procédé 5 « Râtelier », le temps de travail nécessaire pour affourager un troupeau de 50 vaches est légèrement plus faible que pour affourager un troupeau de 30 vaches. La comparaison des différentes plages de temps qui constituent chaque procédé montre que la mécanisation et la rationalisation des opérations qui nécessitent un fort pourcentage de travail manuel, permettent de réduire considérablement le temps de travail. Lorsque les machines sont bien employées, il est possible de déplacer des volumes plus importants pendant le même temps. Suite au passage de la distribution manuelle du foin à la reprise avec la griffe, le temps de travail nécessaire pour la « Reprise et le transport » dans les procédés 1, 2, 3 et 4b est plus faible avec un effectif de 50 vaches qu'avec un effectif de 30 vaches. En outre, le temps de travail nécessaire à la repousse du fourrage est également plus faible avec un effectif de 50 vaches par rapport à un effectif de 30 vaches, lorsque le fourrage est repoussé à l'aide d'un chargeur automoteur au lieu de l'être à la main. Le procédé 5 « Râtelier » exige quasiment deux fois plus de temps pour le contrôle de la consommation, car avec l'affouragement à discrétion, il n'est pas possible de contrôler directement la prise de nourriture lorsqu'on distribue le fourrage. L'affouragement au râtelier n'en reste pas moins le procédé le plus avantageux du point de vue de l'organisation du travail, car il n'est plus nécessaire du tout de repousser le fourrage. Les différences de temps de travail entre les procédés d'affouragement et les effectifs ne sont généralement pas dues au temps de travail nécessaire pour la distribution du fourrage avec le délieur de balles. D'autres opérations jouent un rôle plus déterminant: il s'agit de la distribution d'ensilage de maïs ou de foin, qui dépend du choix du délieur et des possibilités qu'il offre.

### Charge de travail

Une activité est considérée comme représentant un travail physique lourd lorsqu'elle suppose une position corporelle défavorable et implique de déplacer plus de 2 kg à la main (Schick, 2004). Dans les procédés d'affouragement qui comprennent des opérations comme la

distribution du foin à la fourche, la répartition de l'ensilage des balles rondes directement à la main ou la repousse du fourrage également à la main, le temps de travail dit physiquement pénible est relativement important. Pour les vaches laitières (fig. 18), comme pour les vaches-mères (fig. 19), les procédés 1 « Fourche à balles », 2 « Système coupe-balles » et 3 « Dérouleur rotatif à pince » exigent un temps de travail physiquement pénible nettement plus important que les procédés 4a « Dérouleur de balles ouvert », 5 « Râtelier » et 6 « RM ». Suivant le procédé d'affouragement, la part relative de travail physiquement pénible par rapport au temps de travail total est comprise entre 43 – 50 % pour les procédés 1 « Fourche à balles », 2 « Système coupe-balles », 3 « Dérouleur rotatif à pince », 4a « Dérouleur de balles ouvert » et 4b « Dérouleur de balles fermé » pour un effectif de 30 vaches laitières. Par contre, avec le procédé 5 « Râtelier » et le même effectif, le temps de travail physiquement pénible ne représente que 13 à 15 % du temps de travail total. Le pourcentage est nettement plus faible du fait du peu de travail manuel. Ceci est également valable pour l'élevage de vaches-mères. Plus la taille du troupeau augmente et plus les différents travaux sont rationalisés, plus le temps de travail physiquement pénible diminue, que ce soit pour l'affouragement des vaches laitières ou pour celui des vaches-mères. La baisse relative du temps de préparation par rapport au temps de travail total lorsque la taille du troupeau augmente contribue également à alléger la charge de travail. En effet, les travaux de préparation doivent souvent être effectués dans des positions corporelles inconfortables. Pour les procédés d'affouragement 1, 2, 3, 4a et 4b, le changement lié au passage d'un troupeau de 30 à un troupeau de 40 vaches permet de mécaniser une partie des activités qui impliquaient de déplacer de lourdes charges à la force des muscles. Cette évolution réduit considérablement le temps de travail physiquement pénible.

### Rentabilité

Suivant l'utilisation et le mode de propriété des machines et des outils, différents types de coûts peuvent être ventilés. Lorsqu'il s'agit de machines généralement utilisées sur l'exploitation, comme les tracteurs ou les remorques, les calculs ne tiennent compte que des coûts variables liés à leur utilisation spécifique à l'affouragement. Les machines qui sont employées exclusi-

vement pour la récolte, le stockage, la reprise et la distribution d'ensilage d'herbe et de maïs ainsi que de fourrage sec, comme la faucheuse-conditionneuse ou le pique-balles, se voient attribuer les coûts fixes et les coûts variables (tab. 4 à 8). Les travaux effectués par des tiers sont facturés aux tarifs valables pour les travaux en régie. Enfin, pour le stock de fourrage et le râtelier, on comptabilise les coûts fixes.

Pour un troupeau de 30 vaches-mères, les investissements attribuables pour les machines et les outils, ainsi que pour le stock de fourrage sont compris entre 99'000 et 133'000 Fr. (tab. 4). Les procédés les plus avantageux sont le procédé 4a « Dérouleur de balles ouvert » et le procédé 5 « Râtelier », car le foin est également stocké en balles rondes et qu'une simple halle suffit comme lieu de stockage. Dans tous les procédés, l'ensilage d'herbe est stocké en balles rondes et nécessite donc seulement des machines pour la manutention des balles. Dans les procédés 1 à 3, le fourrage sec stocké en vrac exige non seulement un lieu de stockage, mais également les machines correspondantes. C'est avec les variantes « exclusivement balles rondes » que les coûts annuels attribuables sont les plus bas: 17 634 Fr. (4a « Dérouleur de balles ouvert ») et 17 205 Fr. (5 « Râtelier »). Avec ces procédés, les coûts attribuables pour la reprise et la distribution sont certes plus élevés qu'avec les procédés fourche à balles, système coupe-balles et dérouleur rotatif à pince, mais en revanche les coûts annuels pour la récolte et le stockage du fourrage sont nettement plus bas. Pour les mêmes raisons qu'avec un troupeau de 30 vaches-mères, ce sont également les procédés « exclusivement balles rondes » (procédé 4a et 5) qui affichent les investissements et les coûts attribuables les plus bas avec un troupeau de 50 vaches-mères (tab. 5). C'est le procédé 6 avec stockage du fourrage sec en vrac et remorque mélangeuse, qui représente les charges financières les plus élevées: 239 700 Fr. d'investissements attribuables et 32 635 Fr. de coûts attribuables.

Avec 30 comme avec 50 vaches laitières, c'est le procédé 5 (Affouragement au râtelier) qui s'avère le plus avantageux: 105 600, resp. 134 400 Fr. (tab. 7 et 8). Avec ce procédé, tous les composants du fourrage sont stockés en balles rondes. Le stockage des balles de foin nécessite seulement une halle, celui des balles d'ensilage d'herbe et de maïs requiert un espace gravillonné ainsi que des filets de protection. Avec 30 vaches laitières, les procédés 1 à 3, où le fourrage sec est stocké en vrac, ont

Tab. 4: Investissements, coûts attribuables et temps de travail nécessaire pour les opérations allant de la récolte à la distribution de fourrage pour 30 vaches-mères.

Machines sélectionnées	Mode d'utilisation de propriété	Coûts attribués	Invest. attribués Fr.	Machines et installations utilisées				
				1	2	3	4a	5
<b>1. Récolte d'ensilage d'herbe et de fourrage sec</b>								
<b>Machines de base</b>								
Tracteur, 4 roues motrices 50 kW (68 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X
Tracteur, 4 roues motrice, 60 kW (82 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X
Faucheuse-conditionneuse	Propriété	fixes/variables	15500	X	X	X	X	X
Pirouette 6,1–7,5 m	Propriété	fixes/variables	14000	X	X	X	X	X
Andaineur double, jusqu'à 6,5 m	Propriété	fixes/variables	19000	X	X	X	X	X
<b>Ensilage d'herbe</b>								
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X
Enrubanneuse	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X	X	X	X	X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300	X	X	X	X	X
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables		X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>								
Autochargeuse	Propriété	variables		X	X	X		
Souffleur polyvalent	Propriété	fixes/variables	9300	X	X	X		
Distributeur télescopique, 10 x 12 m	Propriété	fixes/variables	8800	X	X	X		
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie					X	X
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables					X	X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300				X	X
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables					X	X
<b>2. Reprise et distribution</b>								
<b>Ensilage d'herbe</b>								
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X				X
Pique-balles	Propriété	fixes/variables	1200	X				
Système coupe-balles	Propriété	fixes/variables	3400		X			
Dérouleur rotatif à pince	Propriété	fixes/variables	3000			X		
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300					X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000					X
<b>Fourrage sec</b>								
à la main				X	X	X		
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables						X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300					X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000					X
<b>3. Stockage du fourrage</b>								
<b>Ensilage d'herbe</b>								
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	12200	X	X	X	X	X
Filet de protection pour balles d'ensilage	Propriété	fixes	300	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>								
Halle pour le stockage en vrac	Propriété	fixes	46200	X	X	X		
Stockage des balles rondes en halles	Propriété	fixes	29700				X	X
<b>4. Investissements attribuables</b>								
<b>Machines et outils</b>								
Récolte et stockage			Fr.	70'900	70'900	70'900	52'800	52'800
Reprise et distribution			Fr.	1'200	3'400	3'000	9'000	4'000
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>72'100</b>	<b>74'300</b>	<b>73'900</b>	<b>61'800</b>	<b>56'800</b>
<b>Stock</b>								
Ensilage d'herbe			Fr.	12'500	12'500	12'500	12'500	12'500
Fourrage sec			Fr.	46'200	46'200	46'200	29'700	29'700
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>58'700</b>	<b>58'700</b>	<b>58'700</b>	<b>42'200</b>	<b>42'200</b>
<b>Total des investissements attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>130'800</b>	<b>133'000</b>	<b>132'600</b>	<b>104'000</b>	<b>99'000</b>
Différence par rapport au procédé 1					2'200	1'800	-26'800	-31'800
<b>5. Coûts attribuables</b>								
<b>Machines et outils</b>								
Récolte et stockage			Fr.	14'192	14'192	14'192	13'562	13'562
Reprise et distribution			Fr.	863	1'039	1'124	1'854	1'425
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>15'055</b>	<b>15'231</b>	<b>15'316</b>	<b>15'416</b>	<b>14'987</b>
<b>Stock</b>								
Ensilage d'herbe			Fr.	861	861	861	861	861
Fourrage sec			Fr.	2'111	2'111	2'111	1'357	1'357
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>2'972</b>	<b>2'972</b>	<b>2'972</b>	<b>2'218</b>	<b>2'218</b>
<b>Total des coûts attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>18'027</b>	<b>18'203</b>	<b>18'288</b>	<b>17'634</b>	<b>17'205</b>
Différence par rapport au procédé 1			Fr.		176	261	-393	-822
<b>6. Temps de travail nécessaire</b>								
Récolte			MOh	88	88	88	83	83
Reprise et distribution			MOh	228	221	228	152	119
<b>Total</b>			<b>MOh</b>	<b>316</b>	<b>309</b>	<b>316</b>	<b>235</b>	<b>202</b>
Différence par rapport au procédé 1			MOh		-7	0	-81	-114

Tab. 5: Investissements, coûts attribuables et temps de travail nécessaire pour les opérations allant de la récolte à la distribution de fourrage pour 50 vaches-mères.

Machines sélectionnées	Mode d'utilisation de propriété	Coûts attribués	Invest. attribués Fr.	Machines et installations utilisées					
				Procédé					
				1	2	3	4a	5	6
<b>1. Récolte d'ensilage d'herbe et de fourrage sec</b>									
<b>Machines de base</b>									
Tracteur, 4 roues motrices 50 kW (68 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X
Tracteur, 4 roues motrice, 60 kW (82 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X
Faucheuse-conditionneuse	Propriété	fixes/variables	15500	X	X	X	X	X	X
Pirouette 6,1-7,5 m	Propriété	fixes/variables	14000	X	X	X	X	X	X
Andaineur double, jusqu'à 6,5 m	Propriété	fixes/variables	19000	X	X	X	X	X	X
<b>Ensilage d'herbe</b>									
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X
Enrubanneuse	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300	X	X	X	X	X	X
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>									
Autochargeuse	Propriété	variables		X	X	X			X
Griffe	Propriété	fixes	37500	X	X	X			X
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie					X	X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables					X	X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300				X	X	
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables					X	X	
<b>2. Reprise et distribution</b>									
<b>Ensilage d'herbe</b>									
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X				X	X
Chargeur automoteur	Propriété	variables		X	X	X	X		X
Pique-balles	Propriété	fixes/variables	1200	X					
Système coupe-balles	Propriété	fixes/variables	3400		X				
Dérouleur rotatif à pince	Propriété	fixes/variables	3000			X			
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X		
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300					X	X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000					X	
Remorque mélangeuse	Propriété	fixes/variables	47000						X
<b>Fourrage sec</b>									
Griffe	Propriété	fixes	37500	X	X	X			X
Chargeur automoteur	Propriété	variables		X	X	X	X		X
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X		
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables						X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300					X	
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000					X	
Remorque mélangeuse	Propriété	fixes/variables	47000						X
<b>3. Stockage du fourrage</b>									
<b>Ensilage d'herbe</b>									
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	19200	X	X	X	X	X	X
Filet de protection pour balles d'ensilage	Propriété	fixes	400	X	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>									
Halle pour le stockage en vrac	Propriété	fixes	82500	X	X	X			X
Stockage des balles rondes en halles	Propriété	fixes	49500				X	X	
<b>4. Investissements attribuables</b>									
<b>Machines et outils</b>									
Récolte et stockage			Fr.	90'300	90'600	90'600	52'800	52'800	90'600
Reprise et distribution			Fr.	1'200	3'400	3'000	9'000	4'000	47'000
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>91'500</b>	<b>94'000</b>	<b>93'600</b>	<b>61'800</b>	<b>56'800</b>	<b>137'600</b>
<b>Stock</b>									
Ensilage d'herbe			Fr.	19'600	19'600	19'600	19'600	19'600	19'600
Fourrage sec			Fr.	82'500	82'500	82'500	49'500	49'500	82'500
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>102'100</b>	<b>102'100</b>	<b>102'100</b>	<b>69'100</b>	<b>69'100</b>	<b>102'100</b>
<b>Total des investissements attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>193'600</b>	<b>196'100</b>	<b>195'700</b>	<b>130'900</b>	<b>125'900</b>	<b>239'700</b>
Différence par rapport au procédé 1					2'500	2'100	-62'700	-67'700	46'100
<b>5. Coûts attribuables</b>									
<b>Machines et outils</b>									
Récolte et stockage			Fr.	19'688	19'688	19'688	18'794	18'794	19'688
Reprise et distribution			Fr.	1'640	1'499	1'981	2'688	1'885	7'827
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>21'328</b>	<b>21'187</b>	<b>21'669</b>	<b>21'482</b>	<b>20'679</b>	<b>27'515</b>
<b>Stock</b>									
Ensilage d'herbe			Fr.	1'350	1'350	1'350	1'350	1'350	1'350
Fourrage sec			Fr.	3'770	3'770	3'770	2'262	2'262	3'770
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>5'120</b>	<b>5'120</b>	<b>5'120</b>	<b>3'612</b>	<b>3'612</b>	<b>5'120</b>
<b>Total des coûts attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>26'448</b>	<b>26'307</b>	<b>26'789</b>	<b>25'094</b>	<b>24'291</b>	<b>32'635</b>
Différence par rapport au procédé 1					-141	341	-1'354	-2'157	6'187
<b>6. Temps de travail nécessaire</b>									
Récolte			MOh	144	144	144	136	136	144
Reprise et distribution			MOh	241	224	236	172	145	186
<b>Total</b>			<b>MOh</b>	<b>385</b>	<b>368</b>	<b>380</b>	<b>308</b>	<b>281</b>	<b>330</b>
Différence par rapport au procédé 1			MOh		-17	-5	-77	-104	-55

Tab. 6: Machines sélectionnées pour les variantes avec vaches laitières (de la récolte au stockage).

Machines sélectionnées	Mode d'utilisation de propriété	Coûts attribués	Invest. attribués Fr.	Machines et installations utilisées						
				1	2	3	Procédé		5	6*
<b>Machines de base</b>										
Tracteur, 4 roues motrices 50 kW (68 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X	X
Tracteur, 4 roues motrice, 60 kW (82 CV)	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X	X
Faucheuse-conditionneuse	Propriété	fixes/variables	15500	X	X	X	X	X	X	X
Pirouette 6,1-7,5 m	Propriété	fixes/variables	14000	X	X	X	X	X	X	X
Andaineur double, jusqu'à 6,5 m	Propriété	fixes/variables	19000	X	X	X	X	X	X	X
<b>Ensilage d'herbe</b>										
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X	X
Enrubanneuse	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X	X
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X	X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300	X	X	X	X	X	X	X
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables		X	X	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>										
Autochargeuse	Propriété	variables		X	X	X		X		X
Souffleur polyvalent (uniquement variante 30 vaches)	Propriété	fixes/variables	9300	X	X	X		X		
Distributeur télescopique (uniquement variante 30 vaches)	Propriété	fixes/variables	8800	X	X	X		X		
Griffe (uniquement variante 50 vaches)	Propriété	fix	37500	X	X	X		X		X
Presse à balles rondes	Régie	Tarif régie					X		X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables					X		X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300				X		X	
Remorque, 2 essieux, 10 t	Propriété	variables					X		X	
<b>Ensilage de maïs</b>										
Hacheuse automotrice	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X	X
Remorque ensileuse avec doseur de déchargement	Régie	Tarif régie		X	X	X	X	X	X	X
Souffleur pour fourrage haché, entraînement à la prise de force	Régie	Tarif régie		X	X	X	X			X
Combinaison presse et enrubanneuse pour balles rondes pour maïs d'ensilage	Régie	Tarif régie						X	X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables						X	X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300					X	X	

\* Variante 6 uniquement pour 50 vaches

un volume d'investissement plus élevé, compris entre 190 100 et 192 300 Fr. En ce qui concerne les coûts attribuables, le procédé avec râtelier (20 900 Fr.), suivi du procédé 4b « Dérouleur de balles fermé » (22 497 Fr.), sont nettement plus avantageux que les autres procédés, étant donné le faible coût de la reprise et de la distribution. Pour 50 vaches laitières, c'est le procédé 6 qui est le plus cher, que ce soit sur le plan des investissements (311 700 Fr.) ou sur celui des coûts attribuables (40 945 Fr.). Cette situation est due notamment à la remorque mélangeuse pour laquelle on a calculé un prix à neuf de 47 000 Fr. Avec les procédés 1, 2 et 3, les investissements attribuables sont compris entre 267 300 et 269 500 Fr., soit un niveau légèrement plus bas. Dans le procédé 4a, le fourrage sec est stocké en balles rondes et dans le procédé 4b, l'ensilage de maïs est également stocké en balles rondes. Les investissements plus réduits pour le stockage du fourrage expliquent que les montants correspondants, 210 100 Fr. (procédé 4a) et 203 900 Fr. (procédé 4b), sont plus faibles en comparaison aux autres.

## Conclusions

Les systèmes coupe-balles et les dérouleurs rotatifs à pince ne réduisent que très

peu le temps et la charge de travail, car la distribution du fourrage implique toujours autant de force musculaire. Les dérouleurs de balles ouverts conviennent pour la distribution de balles de foin et d'ensilage et peuvent également être utilisés pour le paillage. Les dérouleurs de balles fermés, dont le prix est relativement avantageux, peuvent en outre distribuer du fourrage en vrac et des balles de maïs. Les dérouleurs-distributeurs de balles rondes, plus chers, peuvent également être utilisés pour la distribution de blocs d'ensilage et de balles rectangulaires, ils peuvent en outre épandre de la paille sur des distances plus importantes grâce au distributeur longue portée. Les machines qui sont tractées ou accouplées aux bras inférieurs du tracteur et qui disposent d'une roue de soutien, peuvent être tirées par un tracteur léger. Les délieurs de balles avec bras ou trappe de chargement n'ont pas besoin d'un deuxième tracteur pour le chargement. Suivant le type de machines, les propriétés des balles rondes influencent la qualité du travail. Les machines qui déroulent les balles uniquement sous l'effet de mouvements rotatifs ont du mal à ouvrir les balles rondes d'ensilage lorsque le fourrage grossier ou la paille sont coupés en brins trop longs ou trop courts et que le fourrage est humide et collé. En outre, il est recommandé de faire attention au sens

de déroulement en déposant la balle sur le fond mouvant. Par contre, les machines équipées de rouleaux démêleurs ouvrent presque toutes les balles avec la même efficacité, quelle que soit leur qualité. Les balles déformées peuvent rester coincées dans les dérouleurs fermés, ce qui complique énormément le processus de chargement et d'ouverture de la balle. La comparaison des procédés montre que parmi les procédés avec distribution quotidienne à la table d'affouragement, le dérouleur de balles ouvert est celui qui exige le moins de temps de travail, la charge de travail la plus faible, ainsi que les investissements et les coûts annuels attribuables les plus bas. Seul le procédé d'affouragement à discrétion au râtelier est encore un peu plus avantageux.

Lorsqu'il s'agit de choisir un délieur de balles, la machine n'est pas le seul point décisif. L'ensemble du procédé d'affouragement joue un rôle. Il est certes recommandé de tenir compte de critères tels que la convivialité, le prix d'achat, le tracteur, les détails techniques, les frais de maintenance, mais il faut aussi considérer les possibilités et le taux d'utilisation, la taille du troupeau, les contingences de l'exploitation, le stock de fourrage, la ration et la technique d'affouragement en pratique.

# Rapports FAT No 646: Distribution mécanique de balles rondes

Tab. 7: Investissements et coûts attribuables et temps de travail nécessaire pour le stockage, la reprise et la distribution du fourrage pour 30 vaches laitières.

Machines sélectionnées	Mode d'utilisation de propriété	Coûts attribués	Invest. attribués Fr.	Machines et installations utilisées					
				Procédé					
				1	2	3	4a	4b	5
<b>1. Reprise et distribution</b>									
<b>Ensilage d'herbe</b>									
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables		X					X
Pique-balles	Propriété	fixes/variables	1200	X					
Système coupe-balles	Propriété	fixes/variables	3400		X				
Dérouleur rotatif à pince	Propriété	fixes/variables	3000			X			
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X		
Dérouleur de balles fermé	Propriété	fixes/variables	10500					X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X
<b>Fourrage sec</b>									
à la main				X	X	X		X	
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables variables	9000				X		
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables							X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X
<b>Ensilage de maïs</b>									
Désileuse	Propriété	fixes/variables	28000	X	X	X	X		
Chariot d'ensilage	Propriété	fixes/variables	1400	X	X	X	X		
Dérouleur de balles fermé	Propriété	fixes/variables	10500					X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables							X
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X
<b>2. Stockage du fourrage</b>									
<b>Ensilage d'herbe</b>									
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	9100	X	X	X	X	X	X
Filet de protection pour balles d'ensilage	Propriété	fixes	200	X	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>									
Halle pour le stockage en vrac	Propriété	fixes	46200	X	X	X		X	
Stockage des balles rondes en halles	Propriété	fixes	29700				X		X
<b>Ensilage de maïs</b>									
Silo-tour plastique	Propriété	fixes	33100	X	X	X	X		
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	7800					X	X
<b>3. Investissements attribuables</b>									
<b>Machines et outils</b>									
Récolte et stockage			Fr.	70'900	70'900	70'900	52'800	70'900	52'800
Reprise et distribution			Fr.	30'600	32'800	32'400	38'400	10'500	6'000
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>101'500</b>	<b>103'700</b>	<b>103'300</b>	<b>91'200</b>	<b>81'400</b>	<b>58'800</b>
<b>Stock</b>									
Ensilage d'herbe			Fr.	9'300	9'300	9'300	9'300	9'300	9'300
Fourrage sec			Fr.	46'200	46'200	46'200	29'700	46'200	29'700
Ensilage de maïs				33'100	33'100	33'100	33'100	7'800	7'800
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>88'600</b>	<b>88'600</b>	<b>88'600</b>	<b>72'100</b>	<b>63'300</b>	<b>46'800</b>
<b>Total des investissements attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>190'100</b>	<b>192'300</b>	<b>191'900</b>	<b>163'300</b>	<b>144'700</b>	<b>105'600</b>
Différence par rapport au procédé 1					2'200	1'800	-26'800	-45'400	-84'500
<b>4. Coûts attribuables</b>									
<b>Machines et outils</b>									
Récolte et stockage			Fr.	14'553	14'553	14'553	13'986	17'051	16'485
Reprise et distribution			Fr.	5'747	5'907	5'991	6'733	2'185	1'908
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>20'300</b>	<b>20'460</b>	<b>20'544</b>	<b>20'719</b>	<b>19'236</b>	<b>18'393</b>
<b>Stock</b>									
Ensilage d'herbe			Fr.	638	638	638	638	638	638
Fourrage sec			Fr.	2'111	2'111	2'111	1'357	2'111	1'357
Ensilage de maïs				2'246	2'246	2'246	2'246	512	512
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>4'995</b>	<b>4'995</b>	<b>4'995</b>	<b>4'241</b>	<b>3'261</b>	<b>2'507</b>
<b>Total des coûts attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>25'295</b>	<b>25'455</b>	<b>25'539</b>	<b>24'960</b>	<b>22'497</b>	<b>20'900</b>
Différence par rapport au procédé 1			Fr.		160	244	-335	-2'798	-4'395
<b>5. Temps de travail nécessaire</b>									
Récolte			MOh	83	83	83	82	85	84
Reprise et distribution			MOh	266	256	261	198	239	125
<b>Total</b>			<b>MOh</b>	<b>349</b>	<b>339</b>	<b>344</b>	<b>280</b>	<b>324</b>	<b>209</b>
Différence par rapport au procédé 1			MOh		-10	-5	-69	-25	-140

Tab. 8: Investissements et coûts attribuables et temps de travail nécessaire pour le stockage, la reprise et la distribution du fourrage pour 50 vaches laitières.

Machines sélectionnées	Mode d'utilisation de propriété	Coûts attribués	Invest. attribués Fr.	Machines et installations utilisées						
				Procédé						
				1	2	3	4a	4b	5	6
<b>1. Reprise et distribution</b>										
<b>Ensilage d'herbe</b>										
Chargeur frontal	Propriété	variables		X					X	X
Chargeur automoteur	Propriété	variables		X	X	X	X	X		X
Pique-balles	Propriété	fixes/variables	1200	X						
Système coupe-balles	Propriété	fixes/variables	3400		X					
Dérouleur rotatif à pince	Propriété	fixes/variables	3000			X				
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X			
Dérouleur de balles fermé	Propriété	fixes/variables	10500					X		
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X	X
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X	
Remorque mélangeuse	Propriété	fixes/variables	59000							X
<b>Fourrage sec</b>										
Griffe	Propriété	fixes	37500	X	X	X		X		X
Chargeur frontal	Propriété	variables		X	X	X	X	X		X
Dérouleur de balles ouvert	Propriété	fixes/variables	9000				X			
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables							X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X	
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X	
Remorque mélangeuse	Propriété	fixes/variables	59000							X
<b>Ensilage de maïs</b>										
Désileuse	Propriété	fixes/variables	28000	X	X	X	X			
Chariot d'ensilage	Propriété	fixes/variables	1400	X	X	X	X			X
Chargeur automoteur	Propriété	variables		X	X	X	X	X		X
Dérouleur de balles fermé	Propriété	fixes/variables	10500					X		
Râtelier, 1 élément	Propriété	fixes	2000						X	
Chargeur frontal, appareil de base	Propriété	variables							X	
Fourche pince-balles pour chargeur frontal	Propriété	fixes/variables	4300						X	
Remorque mélangeuse	Propriété	fixes/variables	47000							X
<b>2. Stockage du fourrage</b>										
<b>Ensilage d'herbe</b>										
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	13900	X	X	X	X	X	X	X
Filet de protection pour balles d'ensilage	Propriété	fixes	300	X	X	X	X	X	X	X
<b>Fourrage sec</b>										
Halle pour le stockage en vrac	Propriété	fixes	77000	X	X	X		X		X
Stockage des balles rondes en halles	Propriété	fixes	49500				X		X	
<b>Ensilage de maïs</b>										
Silo-tour plastique	Propriété	fixes	55200	X	X	X	X			X
Stock de balles rondes, gravillonné	Propriété	fixes	11900					X	X	
<b>3. Investissements attribuables</b>										
<b>Machines et outils</b>										
Récolte et stockage			Fr.	90'300	90'300	90'300	52'800	90'300	52'800	90'300
Reprise et distribution			Fr.	30'600	32'800	32'400	38'400	10'500	6'000	75'000
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>120'900</b>	<b>123'100</b>	<b>122'700</b>	<b>91'200</b>	<b>100'800</b>	<b>58'800</b>	<b>165'300</b>
<b>Stock</b>										
Ensilage d'herbe			Fr.	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200
Fourrage sec			Fr.	77'000	77'000	77'000	49'500	77'000	49'500	77'000
Ensilage de maïs			Fr.	55'200	55'200	55'200	55'200	11'900	11'900	55'200
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>146'400</b>	<b>146'400</b>	<b>146'400</b>	<b>118'900</b>	<b>103'100</b>	<b>75'600</b>	<b>146'400</b>
<b>Total des investissements attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>267'300</b>	<b>269'500</b>	<b>269'100</b>	<b>210'100</b>	<b>203'900</b>	<b>134'400</b>	<b>311'700</b>
Différence par rapport au procédé 1					2'200	1'800	-57'200	-63'400	-132'900	44'400
<b>4. Coûts attribuables</b>										
<b>Machines et outils</b>										
Récolte et stockage			Fr.	20'296	20'296	20'296	19'507	24'468	23'680	20'296
Reprise et distribution			Fr.	6'729	6'820	7'034	7'326	2'619	2521	12'400
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>27'025</b>	<b>27'116</b>	<b>27'330</b>	<b>26'833</b>	<b>27'087</b>	<b>26'201</b>	<b>32'696</b>
<b>Stock</b>										
Ensilage d'herbe			Fr.	979	979	979	979	979	979	979
Fourrage sec			Fr.	3'519	3'519	3'519	2'262	3'519	2'262	3'519
Ensilage de maïs			Fr.	3'751	3'751	3'751	3'751	779	779	3'751
<b>Total</b>			<b>Fr.</b>	<b>8'249</b>	<b>8'249</b>	<b>8'249</b>	<b>6'992</b>	<b>5'277</b>	<b>4'020</b>	<b>8'249</b>
<b>Total des coûts attribuables</b>			<b>Fr.</b>	<b>35'274</b>	<b>35'365</b>	<b>35'579</b>	<b>33'825</b>	<b>32'364</b>	<b>30'221</b>	<b>40'945</b>
Différence par rapport au procédé 1			Fr.		91	305	-1'449	-2'910	-5'053	5'671
<b>5. Temps de travail nécessaire</b>										
Récolte			MOh	134	134	134	133	137	136	134
Reprise et distribution			MOh	261	248	256	203	226	153	210
<b>Total</b>			<b>MOh</b>	<b>395</b>	<b>382</b>	<b>390</b>	<b>336</b>	<b>363</b>	<b>289</b>	<b>344</b>
Différence par rapport au procédé 1			MOh		-13	-5	-59	-32	-106	-51

## Bibliographie

Ammann, H., 2004: Coûts-machines 2005 – Coûts occasionnés par les parties du bâtiment et les installations mécaniques. Rapport FAT n° 621, Tänikon.

Ammann, H. et Frick, R., 2005: Comparaison de procédés d'ensilage. Rapport FAT n° 627, Tänikon.

Hilty, R., Van Caenegem, L. et Herzog, D., 2005: Système de prix par modules unitaires, Tänikon.

Höner, G., 2005: Stroh und Silage: Schwere Ballen besser bändigen. Top Agrar 02/2005, p. 78–82.

Ott, A., Ammann, H., Hilty, R. et Näf, E., 1995: L'exploitation conçue pour des grosses balles – La technique des grosses balles par comparaison au silo-couloir et au séchage en grange. Rapport FAT n° 463, Tänikon.

Nydegger, F., Ammann, H., Schick, M., Sager, A., Schlatter, M., Stumpf, S. et Gamp, C., 1998: Râteliers pour balles rondes pour l'aire d'exercice extérieure. Le mode de construction et la qualité du fourrage sont d'une importance décisive. Rapport FAT n° 523, Tänikon.

Schick, M. et Riegel M., 2003: Arbeitsqualität in der Milchviehhaltung. Agrarforschung 10 (4), p. 155–157.

Schick, M., 2004: Arbeitswirtschaftliche Betrachtungen zur Milchviehhaltung unter Berücksichtigung von Zeitbedarf, Arbeitsproduktivität und –belastung. 7. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, Braunschweig, p. 229–34.

Theissen G. et Gerighausen, H.-G., 2003: So verfüttern Sie Rund- und Quaderballensilage. Profi 10/2003, p. 78–81.

## Collecte et élimination des films

La conservation de l'ensilage en balles rondes a l'inconvénient d'entraîner une grosse consommation de films. Pour les balles enrubannées avec six couches, il faut compter entre 1 et 1,2 kg de film par balle. Les films entraînent des coûts pour l'enrubannage, mais souvent aussi pour l'élimination. Parmi les exploitations étudiées, peu nombreuses sont celles qui ne doivent rien payer pour l'élimination des films et des filets. La plupart des exploitations doivent en effet payer des frais d'élimination allant jusqu'à 380 Fr./t. Les frais sont en moyenne de 241 Fr./t. La moitié des exploitations interrogées évacuent les films avec le reste des ordures ménagères. Les autres exploitations éliminent les films séparément et les amènent à un centre de collecte (communal) ou les font recycler. Dans la plupart des cas, le filet est éliminé directement avec le film. Lorsque l'agriculteur apporte lui-même les films et les filets au centre d'élimination, il faut compter un temps de travail supplémentaire pour le transport. Les films et les filets sont par exemple collectés dans de vieilles remorques, dans des caisses en bois, dans des sacs plastiques, dans des boxes avec parois grillagées ou dans des containers. L'élimination étant en général facturée au poids, il est recommandé de stocker les films à l'abri de la pluie, sous un toit. Pour une question d'organisation du travail, il est conseillé de placer les containers directement à l'endroit où les films et les filets sont retirés de la balle. En outre, il faut prévoir de pouvoir transporter les films dans le container utilisé pour la collecte.



Fig. 20: Les films et les filets des balles rondes peuvent être rassemblés dans des sacs en plastiques, des boxes à parois grillagées ou des containers, avant d'être évacués.