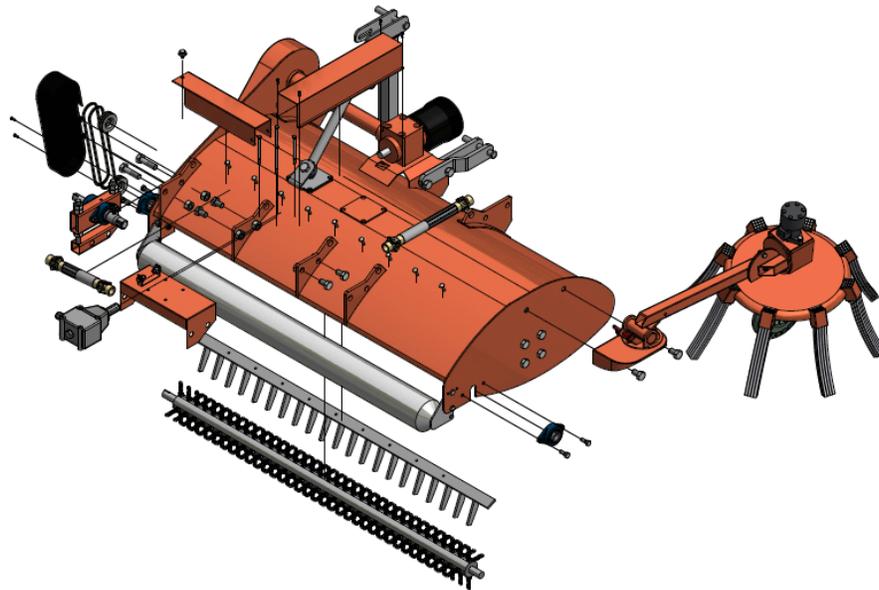


GUIDE POUR LE MONTAGE ET L'UTILISATION DU BROYEUR DE LITIÈRE ELIMINAE^{MD}



Réalisé par AGRINOVA et l'IRDA

OCTOBRE 2013

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	ii
Liste des tableaux	ii
Liste des figures	iii
Préambule	4
1. La tavelure	5
1.1. Qu'est-ce que la tavelure du pommier?	5
1.2. Les moyens de contrôle de la tavelure	6
1.3. Le broyage de la litière : efficacité et limites	7
2. Le concept Eliminae^{MD} : un moyen de prévention contre la tavelure	8
2.1. Le broyage de la litière au Québec	8
2.2. Le concept Eliminae ^{MD}	8
2.3. Description de l'équipement	9
3. Méthode pour le montage des composantes périphériques sur un broyeur existant... 11	11
3.1. Étapes de montage	11
Étape 1 : Modification du broyeur	12
Étape 2 : Installation du râteau (peigne)	15
Étape 3 : Installation de la brosse à chaînes et du système d'actionnement	17
Étape 4 : Installation de l'andaineur	21
4. Consignes d'ajustement et d'utilisation du broyeur Eliminae^{MD}	24
4.1. Le raccordement du broyeur au tracteur	24
4.2. Ajustement du broyeur et des périphériques	24
4.2.1. Ajustement du broyeur	25
4.2.2. Ajustement de la position de l'andaineur	26
4.3. Consignes d'utilisation	27
4.4. Entretien et remisage	28
4.5. Sécurité	29
5. Références	30
Annexe 1. Caractéristiques des broyeurs Kuhn	31
Annexe 2. Détails des composantes périphériques de l'équipement de broyage Eliminae^{MD}	32
Annexe 3. Consignes de sécurité et de prévention des accidents	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Relation entre la proportion de litière broyée et la réduction des fruits infectés par la tavelure	7
Tableau 2. Principales caractéristiques du broyeur modifié	12
Tableau 3. Caractéristiques de la brosse à chaînes	17
Tableau 4. Consignes pour l'ajustement des périphériques	24
Tableau 5. Consignes pour l'utilisation optimale d'Eliminae ^{MD}	27
Tableau 6. Consignes d'entretien et de remisage	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Le cycle de vie de <i>V. inaequalis</i> ⁽²⁾	5
Figure 2.	Les principales méthodes de contrôle de la tavelure du pommier ⁽⁴⁾	6
Figure 3.	Équipement de broyage Eliminae ^{MD}	8
Figure 4.	Équipement de broyage de la litière de feuilles et de branches Eliminae ^{MD} (exemple de réalisation pour un broyeur Kuhn – Modèle BKE 180 REV)	9
Figure 5.	Les composantes périphériques de l'équipement de broyage Eliminae ^{MD}	11
Figure 6.	Modification du broyeur (étape 1)	12
Figure 7.	Détails pour la conception de la pièce de renforcement du système de déport	13
Figure 8.	Renforcement du système de déport (exemple de montage).....	14
Figure 9.	Emplacement des vis de blindage sur le broyeur pour l'installation du râteau	15
Figure 10.	Détails de fabrication du râteau (peigne).....	16
Figure 11.	Détails pour la fabrication de la brosse à chaînes	17
Figure 12.	Vue en coupe du broyeur et de la brosse à chaînes (les flèches indiquent le sens de rotation de la brosse et du broyeur).....	18
Figure 13.	Composantes utilisées pour le montage de la brosse et du système d'actionnement	19
Figure 14.	Détails pour réaliser l'assemblage du tensionneur	20
Figure 15.	Détail de l'andaineur (variante Vohl).....	21
Figure 16.	Installation de l'andaineur sur la plaque support du broyeur	22
Figure 17.	Valve de réglage du débit en option (modèle S-056375-FLOW CONTROL)	22
Figure 18.	Position de l'andaineur pour le transport du broyeur	23
Figure 19.	Raccords du moteur hydraulique de l'andaineur au circuit hydraulique du tracteur .	24
Figure 20.	Points d'ajustement de la position de l'andaineur (les axes de rotation sont indiqués par le cercle et l'arc de rotation par les flèches)	26

PRÉAMBULE

Le broyeur de litière Eliminae^{MD} a été développé par une équipe de l'IRDA sous la direction de M. Vincent Pillion, en collaboration avec le club-conseil Agropomme et M. Richard Husereau. Ces travaux, réalisés entre 2008 et 2012, ont permis de mettre à l'essai plusieurs équipements de broyage afin de trouver une alternative économique contre la tavelure dans les vergers. Dans le but de favoriser l'adoption de cette pratique, un guide sur le montage et l'utilisation d'Eliminae^{MD} a été rédigé par Agrinova et l'IRDA dans le cadre du projet « *Transfert et adaptation technologique d'un équipement de broyage de la litière de feuilles et de branches permettant de réduire l'incidence de la tavelure dans les vergers* ».

Le principal objectif du guide est de transmettre aux pomiculteurs, ainsi qu'aux conseillers et aux intervenants, une documentation sur le broyage de la litière afin de réduire la pression de la tavelure dans les vergers. Il importe de préciser que le broyage de la litière est une méthode complémentaire pour réduire la pression de la tavelure qui doit d'insérer dans un programme de lutte intégrée.

Dans un premier temps, une synthèse documentaire sur la tavelure et le broyage de la litière est présentée. La méthode pour réaliser le montage d'un broyeur de litière est ensuite détaillée. Finalement, des consignes d'ajustement et d'utilisation du broyeur de litière sont proposées. Une vidéo qui présente le montage et le fonctionnement d'un broyeur à litière est également disponible sur le site internet d'AgriNova et de l'IRDA.

Les auteurs tiennent à remercier M. Richard Husereau, Agropomme, la Cidrerie McKeown, ainsi que le Verger Josée et Jacques pour leur implication dans le projet.

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

1. LA TAVELURE

1.1. Qu'est-ce que la tavelure du pommier?

La tavelure du pommier, causée par l'organisme *Venturia inaequalis*, est la plus importante maladie fongique affectant les vergers de pommes au Canada. L'est du pays est particulièrement sensible en raison des hivers froids et des conditions de croissance humides qui favorisent le développement de la maladie. Seulement en Ontario, la tavelure a occasionné des pertes économiques d'environ 1,8 M\$ en 2009⁽¹⁾.

Le cycle de vie du champignon *V. inaequalis* est schématisé à la figure 1. À l'automne, après la chute des feuilles, le champignon se reproduit sexuellement et pénètre dans les feuilles pour hiverner. Au printemps, le réchauffement de la température favorise la production d'ascospores qui sont éjectées avec les événements de pluie à partir de la litière de feuilles. Une fois dispersées sur les feuilles ou les fruits, les ascospores germent pour former un mycélium associé à la contamination primaire et les taches de tavelure deviennent visibles. En général, cette période de contamination primaire dure de six à huit semaines. Plus tard pendant l'été, les taches produisent des conidies qui sont dispersées sur les feuilles et les fruits et qui sont responsables des infections secondaires. En fonction des conditions météorologiques, la production de conidies peut durer tout l'été.

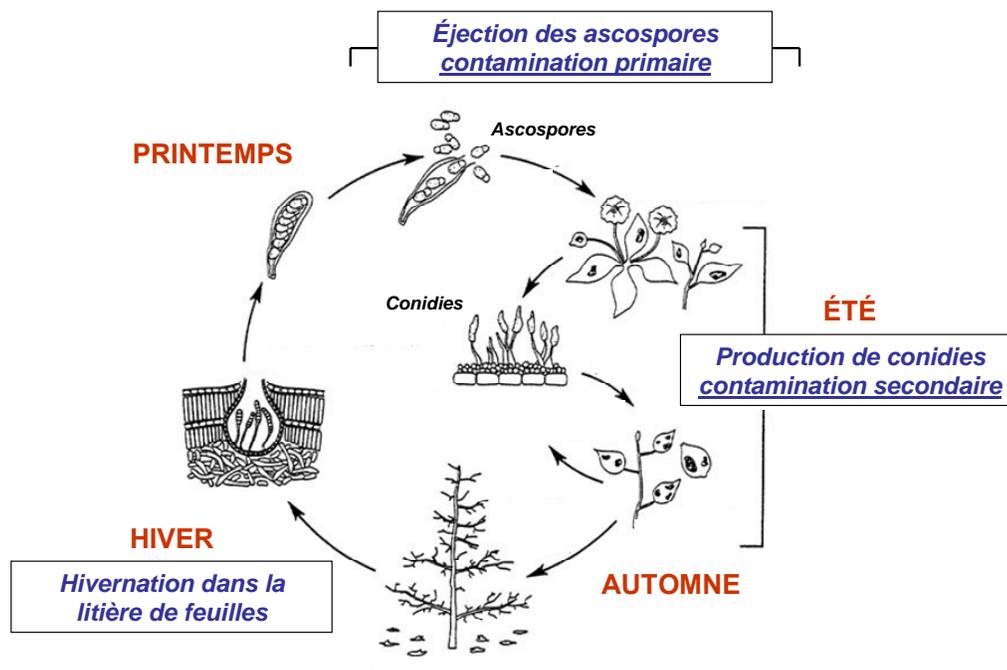


Figure 1. Le cycle de vie de *V. inaequalis*⁽²⁾

La tavelure est directement responsable des pertes de rendement et de qualité par l'infection des fruits. Par ailleurs, la durée de conservation des fruits infectés par la tavelure est moindre. Indirectement, la tavelure affecte les rendements en fruits, puisque la maladie contribue à la défoliation des pommiers qui peut affecter la vigueur de ces derniers et leur survie pendant l'hiver. En régie biologique, les pertes de rendements associées aux maladies fongiques (principalement la tavelure) peuvent atteindre 50 %⁽³⁾.

1.2. Les moyens de contrôle de la tavelure

Les méthodes pour contrer la tavelure du pommier sont de nature préventive ou défensive (figure 2). L'approche défensive consiste à protéger le pommier en appliquant des fongicides. Les principales méthodes préventives visent à éliminer la litière ou assainir la litière en accélérant sa décomposition.

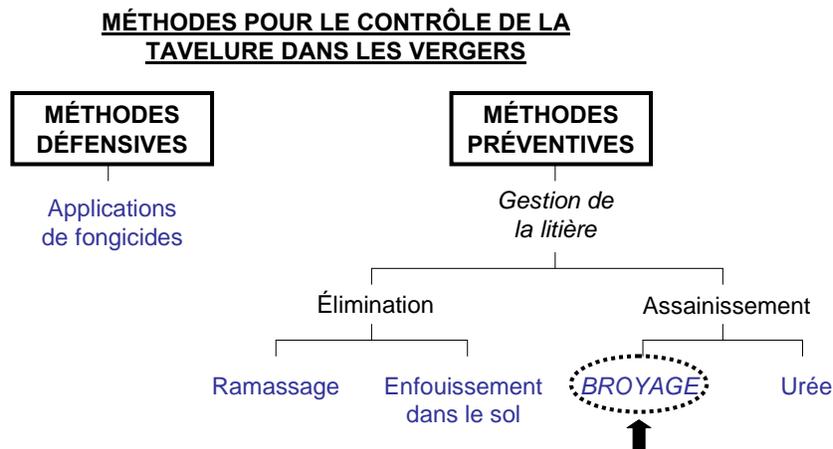


Figure 2. Les principales méthodes de contrôle de la tavelure du pommier⁽⁴⁾

La lutte contre la tavelure du pommier, à l'aide de fongicides chimiques, est la méthode la plus courante pour lutter contre cette maladie dans les cultivars commerciaux⁽⁵⁾. Pour une ferme de dimension moyenne (6 900 pommiers répartis sur 21,7 hectares), le coût annuel moyen en achat de pesticides est d'environ 17 000 \$⁽⁶⁾. La période d'efficacité des fongicides utilisés contre la tavelure n'est que de trois à huit jours selon les produits utilisés, ce qui nécessite un renouvellement fréquent de la protection par un grand nombre d'applications de fongicides^(5,7). Or, selon les conditions climatiques et le niveau d'infection, le nombre d'applications annuelles de fongicides varie de 8 à 20⁽⁹⁾. Cette approche se traduit donc par des applications inutiles de fongicides et favorise le développement de résistance à la tavelure.

1.3. Le broyage de la litière : efficacité et limites

Dans un premier temps, il convient de définir la litière comme étant les feuilles et les fruits qui sont tombés au sol à l'automne précédent, ainsi que les branches provenant de la taille des pommiers. Le principal objectif du broyage de la litière consiste à accélérer la décomposition des feuilles et des fruits tombés au sol la saison précédente afin de réduire la quantité d'ascospores éjectées pendant la saison en cours. Les essais effectués en Amérique du Nord⁽¹⁰⁾ montrent que l'application d'urée et le broyage des feuilles au printemps peuvent réduire la production d'ascospores de 70 à 80 %, alors que le broyage de la litière en automne permet d'obtenir une réduction moyenne des lésions de 65 % sur les feuilles et de 46 % sur les fruits à la récolte. Le broyage des feuilles uniquement peut réduire de 75 % la proportion de feuilles infectées par la tavelure au printemps suivant⁽¹¹⁾. Par contre, une réduction de seulement 25 à 36 % a été observée en régie biologique⁽¹²⁾.

L'effet du broyage sur la tavelure est variable en fonction de l'efficacité de celui-ci. Il existe une relation entre la proportion de la litière broyée et la réduction des fruits infectés par la tavelure⁽¹⁰⁾. Le tableau 2 met en évidence une réduction accrue des fruits infectés par la tavelure lorsqu'il y a une augmentation de la proportion de litière broyée, sauf pour les traitements où 75 et 70 % de la litière ont été broyés. Les conditions climatiques peuvent expliquer ces résultats, puisque peu importe l'efficacité du broyage, les conditions climatiques (température et humidité) qui surviennent après le broyage exercent une influence déterminante sur l'éjection des ascospores et le niveau d'infection⁽¹⁰⁾.

Tableau 1. Relation entre la proportion de litière broyée et la réduction des fruits infectés par la tavelure

Proportion de la litière broyée (%)	Réduction des fruits infectés par la tavelure (%) [*]
65	15
70	59
75	26 à 48
85	75

^{*} En comparaison avec une litière non broyée

Étant donné la relation directe entre la proportion de la litière broyée et l'efficacité du broyage, le développement de broyeurs permettant d'augmenter la proportion de litière broyée est recommandé⁽¹⁰⁾. Le projet qui a mené au développement du concept Eliminae^{MD} s'inspire de cette logique.

2. LE CONCEPT ELIMINAE^{MD} : UN MOYEN DE PRÉVENTION CONTRE LA TAVELURE

2.1. Le broyage de la litière au Québec

Le broyage de la litière est employé dans plusieurs régions du monde pour réduire la pression de la tavelure dans les vergers. La principale limite à l'utilisation de cette méthode repose sur la disponibilité d'un équipement performant et peu coûteux. De plus, les conditions climatiques du Québec ne permettent pas le broyage à l'automne, comme cela est pratiqué en Europe ou dans le nord-est des États-Unis, car les feuilles tombent fréquemment au sol suite à la première chute de neige. Par conséquent, la période propice au broyage de la litière est circonscrite entre la fonte des neiges et la première pulvérisation de pesticides au printemps. Néanmoins, l'efficacité d'un broyage réalisé au printemps ou à l'automne est comparable⁽¹⁰⁾. Le broyage de la litière au printemps représente un défi supplémentaire, car la litière de feuilles est collée au sol après la fonte du manteau neigeux. L'utilisation d'une faucheuse à fléaux permet de broyer les feuilles, mais cet équipement peut aussi décaper le sol. De plus, la faucheuse ne broie pas les branches, ce qui nécessite une opération supplémentaire. Afin de favoriser cette pratique par les pomiculteurs du Québec, le broyeur de litière Eliminae^{MD} a été développé.

2.2. Le concept Eliminae^{MD}

Le concept du broyeur de litière Eliminae^{MD} repose sur la modification d'un broyeur de branches conventionnel avec l'ajout de composantes mécaniques permettant un broyage simultané des branches et des feuilles (figure 3). Ce système est capable de décoller les feuilles, d'andainer le matériel et de déchiqueter les feuilles ainsi que les branches.



Figure 3. Équipement de broyage Eliminae^{MD}

L'efficacité du broyeur a été confirmée par des essais en parcelles expérimentales. L'équipe de l'IRDA, supervisée par M. Vincent Phillon, a réalisé des essais de broyage de la litière. Un seul passage de l'équipement Eliminae^{MD} réduit d'au moins six fois la densité de la litière au sol, alors qu'un broyeur non modifié la réduit de quatre fois⁽¹³⁾. Le broyage de la litière a aussi contribué à réduire l'éjection des spores et la présence de la tavelure.

2.3. Description de l'équipement

Le broyeur de litière Eliminae^{MD} est composé des équipements suivants (figure 4) :

- Broyeur de branches conventionnel;
- Andaineur;
- Râteau (peigne);
- Brosse à chaînes et système d'actionnement mécanique.

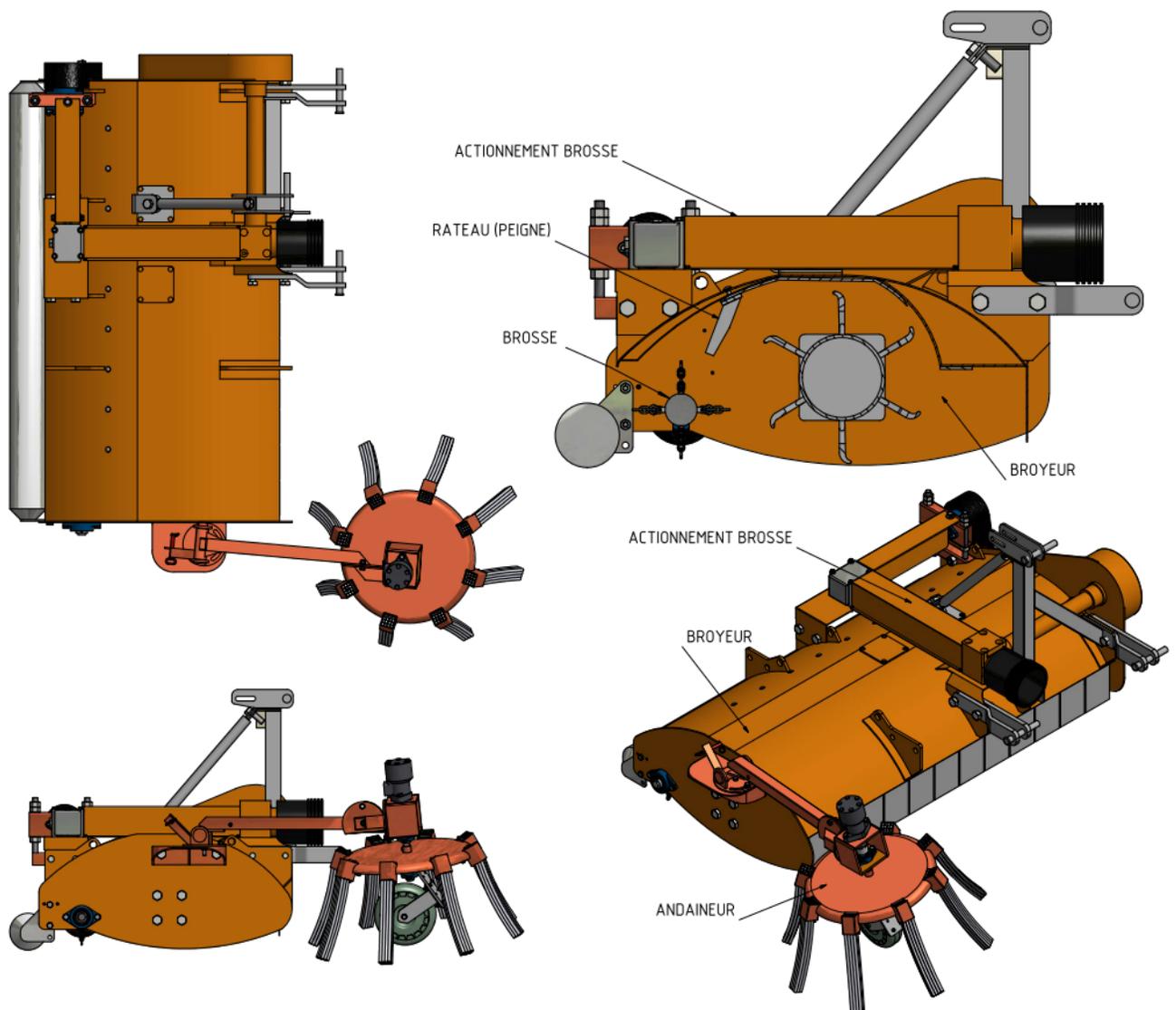


Figure 4. Équipement de broyage de la litière de feuilles et de branches Eliminae^{MD} (exemple de réalisation pour un broyeur Kuhn – Modèle BKE 180 REV)

Le broyeur est un équipement de la marque Kuhn (modèle BKE REV) qui est recommandé pour les vergers. Il est équipé pour le broyage des branches (marteaux en acier forgé, modèle 606-1900). La version réversible (REV) permet l'actionnement de la brosse à partir de la sortie supplémentaire du réducteur du broyeur actionné par la prise de force du tracteur. Cette sortie sert habituellement pour l'actionnement d'un broyeur installé devant le tracteur. Pour notre utilisation, l'équipement est tracté à l'arrière du tracteur. La fiche technique présentée à l'annexe 1 détaille les caractéristiques des broyeurs de la marque Kuhn. Pour la conception de l'équipement Eliminae^{MD}, deux modèles ont été privilégiés, soit :

- KUHN-BKE 180 REV (1,80 m de largeur);
- KUHN-BKE 210 REV (2,14 m de largeur).

Quelques modifications ont dû être apportées au broyeur pour réaliser le montage des composantes périphériques.

L'andaineur est un équipement spécialement développé pour cette application par la compagnie Vohl inc. Sa fonction principale est de ramasser les feuilles et les branches et de les envoyer devant le broyeur. Il s'installe du côté droit du broyeur afin de couvrir la zone la plus proche des pommiers. Deux passages sont nécessaires (aller-retour) sur l'entre-rang.

Le râteau (peigne) est une composante installée sous le broyeur entre l'arbre du broyeur et la brosse. Son rôle est de maintenir plus longtemps le matériel dans la zone de broyage, afin d'augmenter la finesse de broyage et protéger la brosse de l'impact par de gros morceaux de branches.

La brosse est une composante localisée sous le broyeur et qui permet de décoller la litière de feuilles plaquées au sol afin de la diriger vers la zone de broyage.

Une entreprise de la région de Québec, soit Vohl inc. (<http://www.vohl.ca/>), est en mesure de fabriquer et de réaliser le montage de l'équipement Eliminae^{MD} à partir d'un broyeur existant. Il est également possible de réaliser le montage de façon autonome à partir de l'information contenue dans ce guide.

3. MÉTHODE POUR LE MONTAGE DES COMPOSANTES PÉRIPHÉRIQUES SUR UN BROYEUR EXISTANT

3.1. Étapes de montage

L'exemple de réalisation du montage de l'équipement de broyage Eliminae^{MD} est exemplifié pour un modèle de broyeur de base Kuhn-BKE 180 REV (figure 5). L'annexe 2 présente en détail les composants de l'équipement de broyage Eliminae^{MD}. Quatre étapes sont nécessaires pour réaliser le montage, soit :

- 1) Modification du broyeur;
- 2) Installation du râteau (peigne);
- 3) Installation de la brosse et du système d'actionnement de la brosse;
- 4) Installation de l'andaineur.

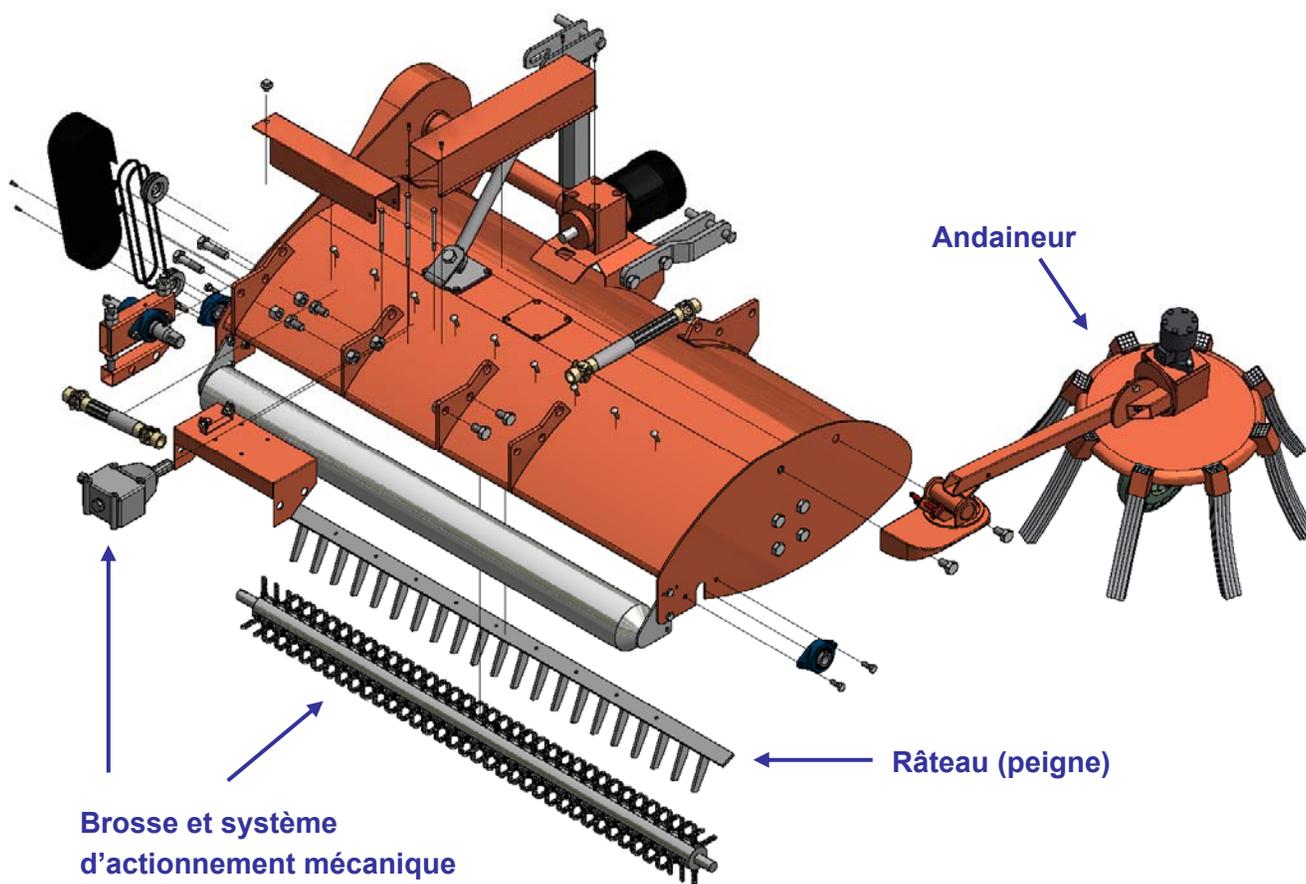


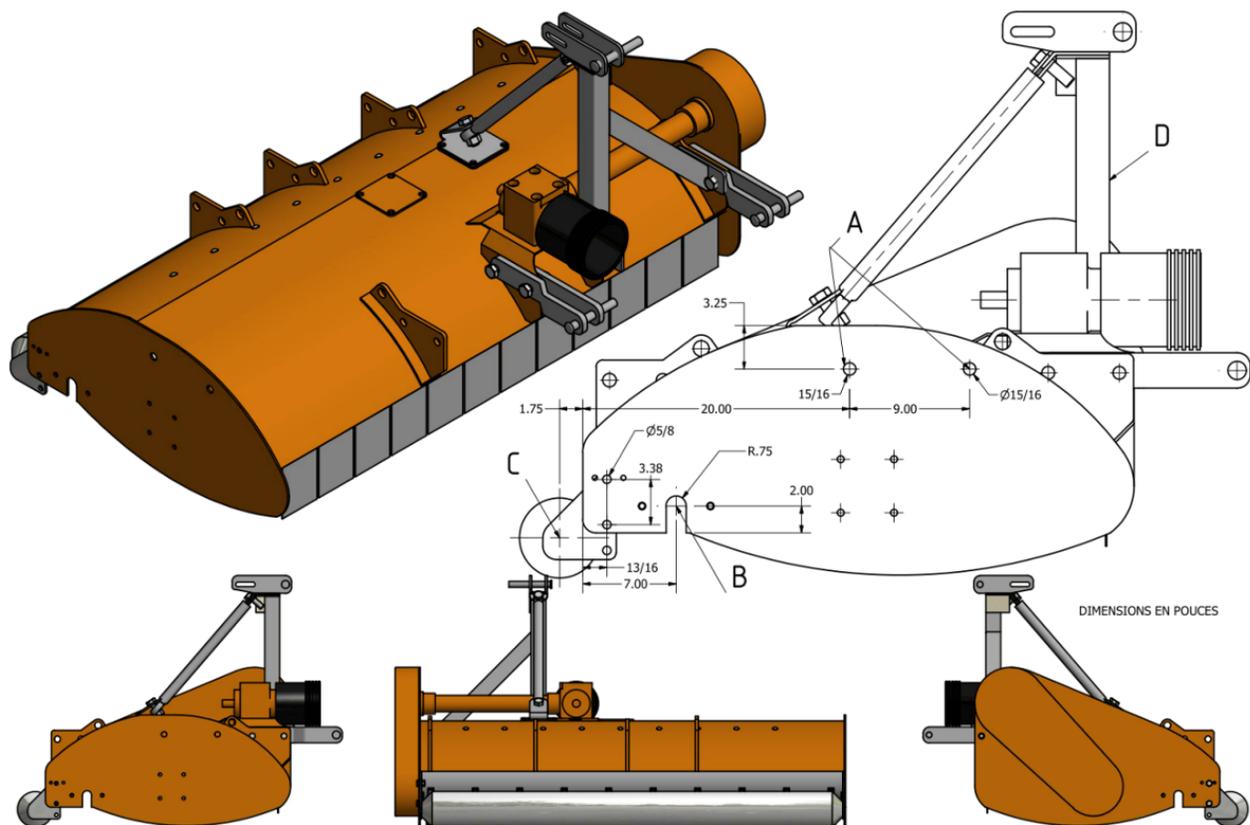
Figure 5. Les composants périphériques de l'équipement de broyage Eliminae^{MD}

Étape 1 : Modification du broyeur

Des modifications au modèle de base doivent être apportées afin d'intégrer les composantes périphériques au broyeur. Les principales caractéristiques du broyeur figurent au tableau 2. La figure 6 présente les modifications qui doivent être apportées au broyeur.

Tableau 2. Principales caractéristiques du broyeur modifié

Type de broyeur	KUHN-BKE 180 REV
Largeur de travail	1,75 m (5' 9")
Vitesse de rotation de l'arbre	1 833 rpm (prise de force à 540 rpm)
Puissance minimale requise (tracteur)	33,6 kW (45 HP)
Déport latéral	457 mm (18") ; le déport hydraulique est en option
Contrôle de hauteur	Avec le rouleau (roues arrière en option)
Poids	612 kg (1 350 lb)



- A.** Perçage des deux trous pour installer l'andaineur;
- B.** Découpage pour le montage de l'arbre de la brosse;
- C.** Perçage des trous et déplacement du rouleau pour le support du broyeur;
- D.** Renforcement du système de déport (ou déport hydraulique en option).

Figure 6. Modification du broyeur (étape 1)

La position et les dimensions des trous pour l'installation de l'andaineur (figure 6, position A) correspondent à l'andaineur proposé par Vohl inc. Le découpage pour l'installation de l'arbre à cardan de la brosse (figure 6, position B) permet un montage et un démontage facile de la brosse. Des trous de diamètre de 13,5 mm (17/32") doivent être percés en correspondance avec les roulements installés sur l'arbre de la brosse (voir l'étape 3 du montage). La modification de la position du rouleau-support du broyeur est nécessaire pour faciliter le montage de la brosse. Le perçage des deux trous supplémentaires de chaque côté du broyeur (comme précisé à la figure 6, position C) permet la fixation du rouleau par vis, des rondelles de blocage et des écrous dans leur nouvelle position.

Une pièce de renforcement (figure 6, position D et figure 7) a été prévue afin de faciliter le raccordement du tracteur aux trois points d'attache du broyeur et le contrôle de la hauteur du broyeur par rapport au sol. Cette pièce est fixée par un boulon de serrage. La figure 8 illustre un exemple de montage du renforcement du système de déport. Pour la variante de broyeur avec déport hydraulique (en option), le renforcement du système de déport n'est pas nécessaire.

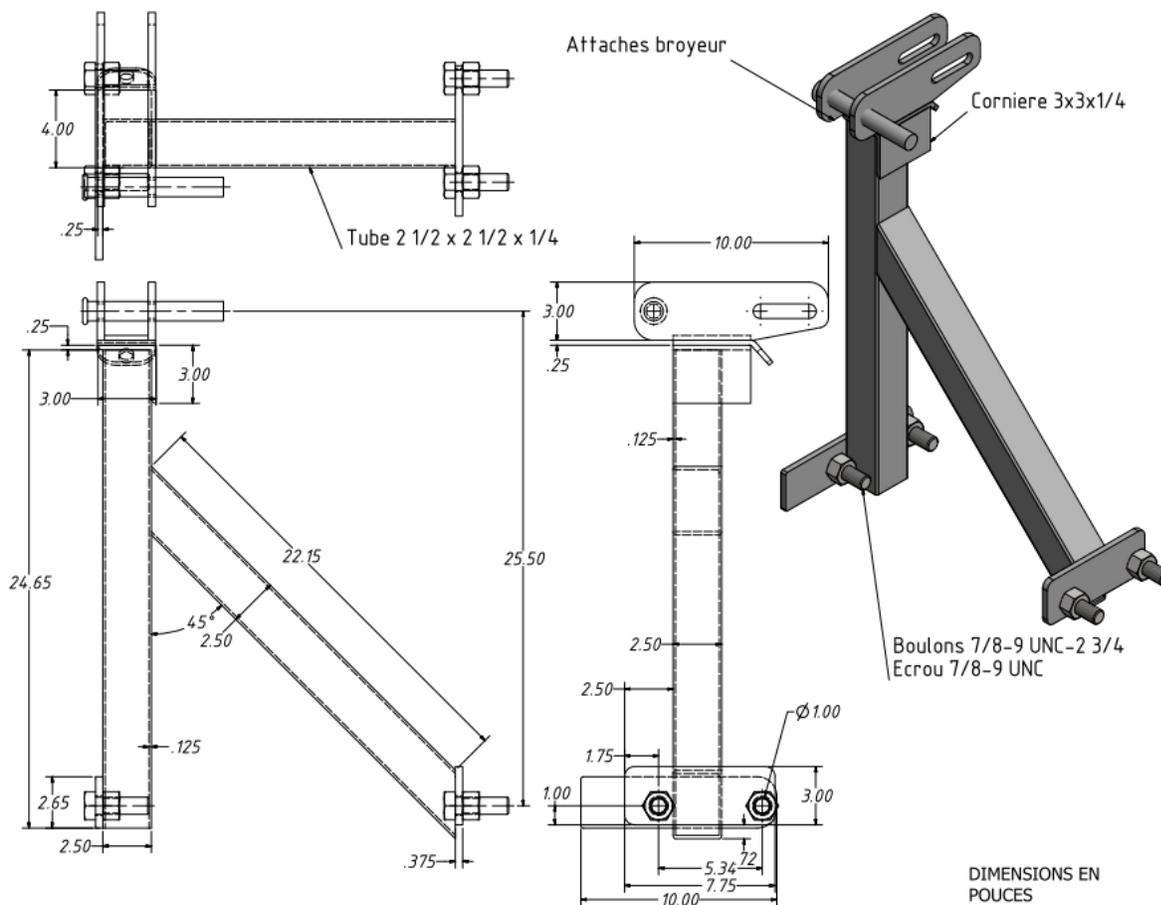


Figure 7. Détails pour la conception de la pièce de renforcement du système de déport



Figure 8. Renforcement du système de déport (exemple de montage)

Étape 2 : Installation du râteau (peigne)

La deuxième étape de montage consiste à installer le râteau (figure 5). Elle est réalisée en utilisant les vis de fixation du blindage du broyeur (figure 9). La figure 10 présente les détails de fabrication du râteau proposés par la compagnie Vohl inc. pour un prototype expérimental de l'équipement Eliminae^{MD}. Le râteau est réalisé par soudure à partir de barres en acier de 9,5 mm (3/8").

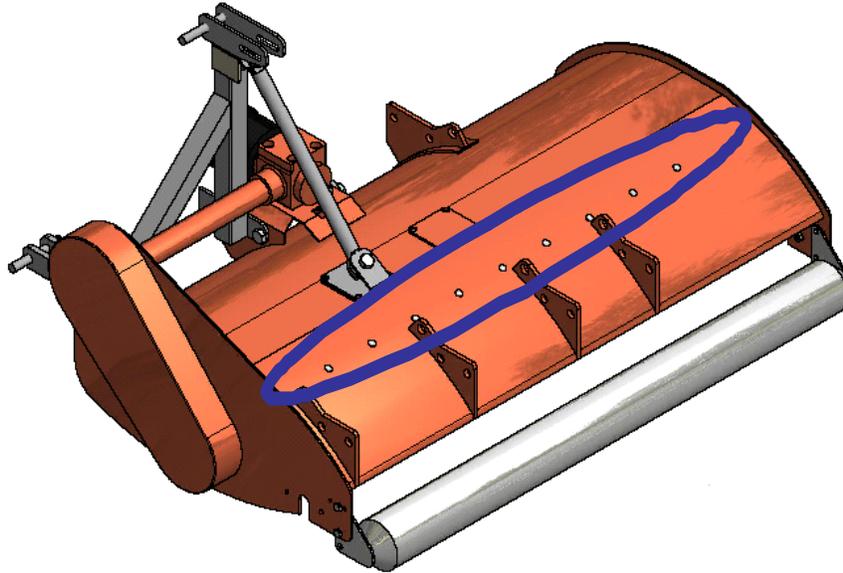


Figure 9. Emplacement des vis de blindage sur le broyeur pour l'installation du râteau

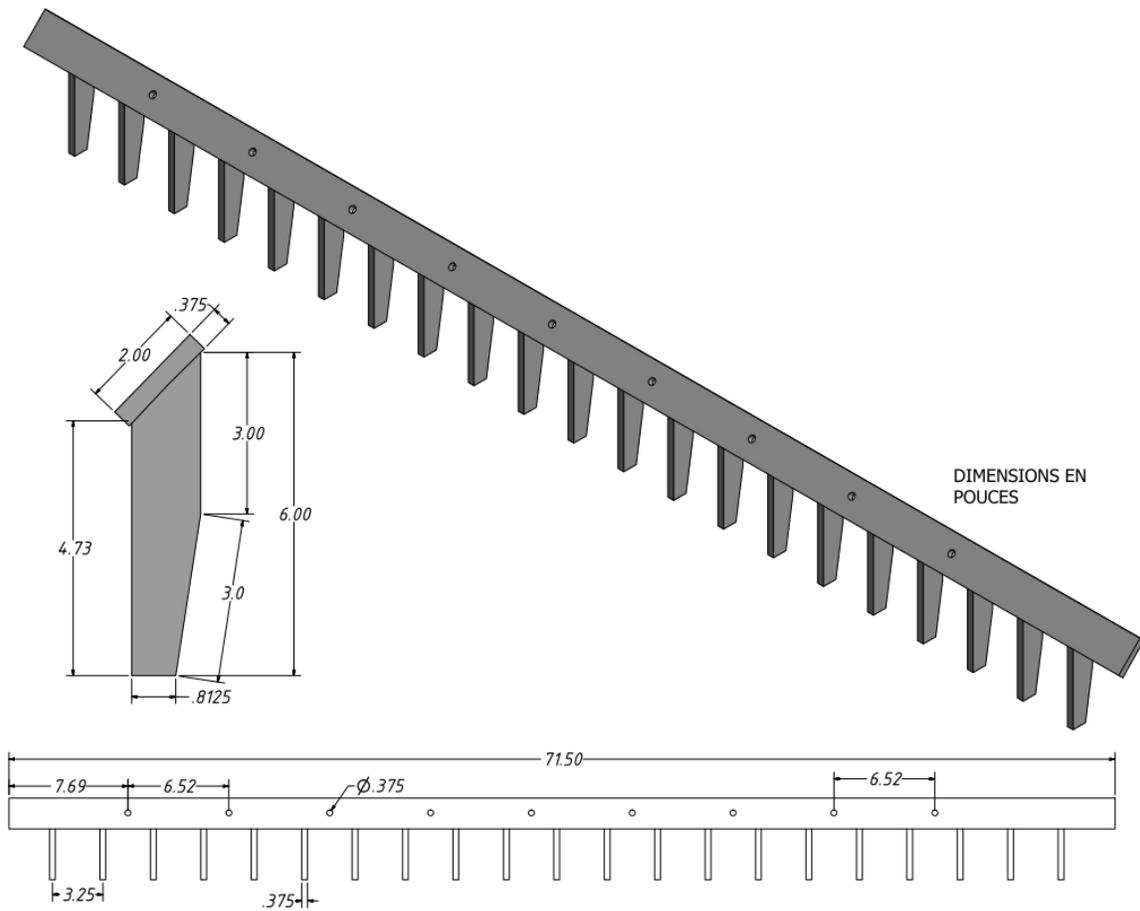


Figure 10. Détails de fabrication du râseau (peigne)

Étape 3 : Installation de la brosse à chaînes et du système d'actionnement

Les caractéristiques de la brosse fabriquée par Vohl inc. figurent au tableau 3. L'arbre principal de la brosse (Ø 32 mm (1 ¼")) est en acier et les chaînes (4 mm (5/32")) en acier sont assemblées sur un tube Ø 72 mm x 3,2 mm x 1 803 mm (Ø 3"x 1/8"x 71") (figure 11).

Tableau 3. Caractéristiques de la brosse à chaînes

Type de brosse	Brosse à chaînes fixée sous le broyeur
Fournisseur	Vohl inc. (www.vohl.ca)
Longueur totale	1 956 mm (77 pouces)
Longueur de la brosse	1 803 mm (71 pouces)
Diamètre extérieur de la brosse (en rotation)	279 mm (11 pouces)
Diamètre de l'arbre-support	32 mm (1 ¼ pouce)

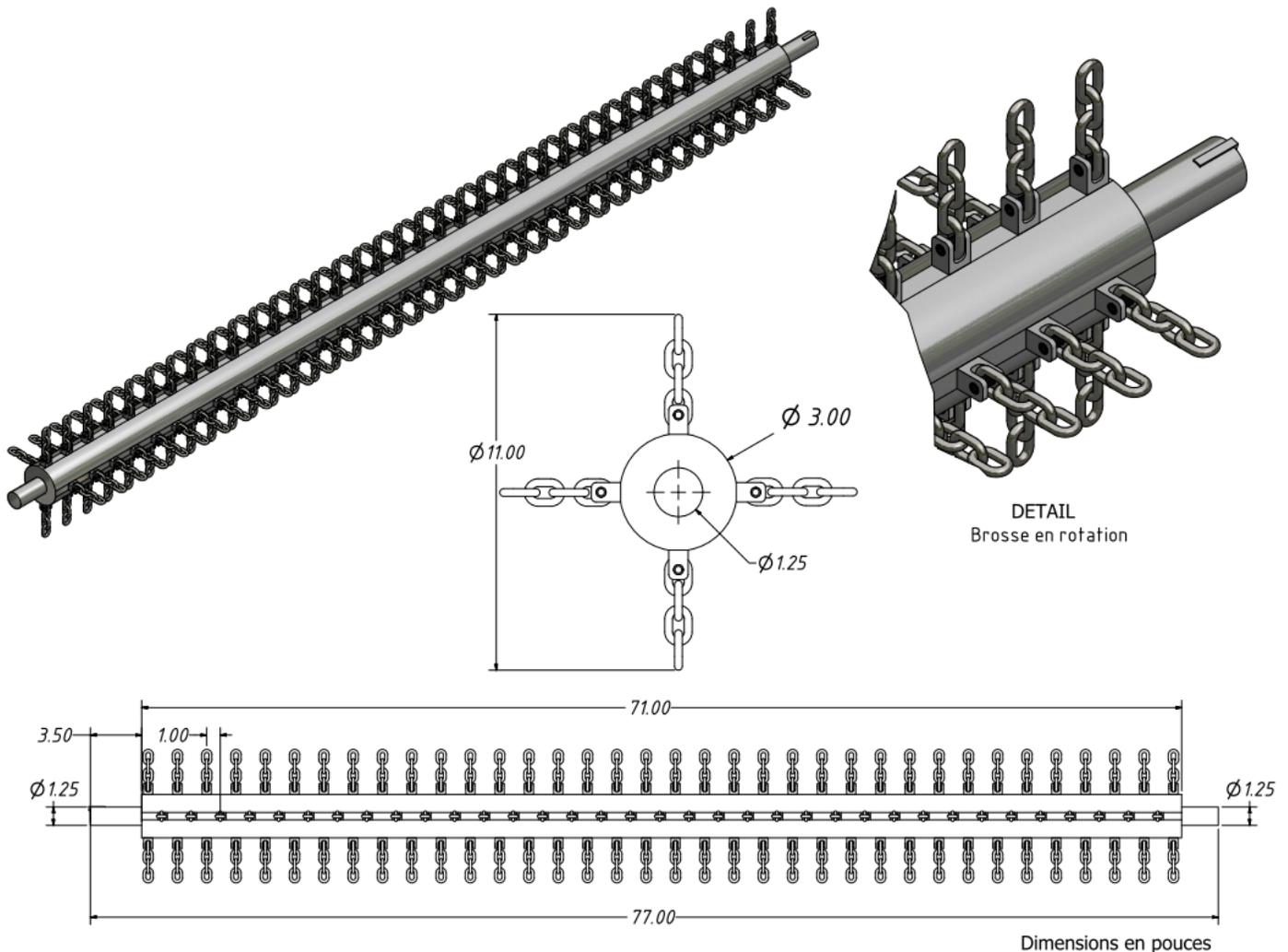


Figure 11. Détails pour la fabrication de la brosse à chaînes

La figure 12 présente une vue en coupe de l'équipement. La brosse est disposée entre l'arbre du broyeur et le rouleau arrière. La brosse est protégée par la présence du râteau. Le sens de rotation de la brosse doit assurer le décollage des feuilles plaquées au sol et les rediriger vers la zone de broyage. La brosse tourne dans le même sens que l'arbre du broyeur (sens antihoraire d'après la figure 12).

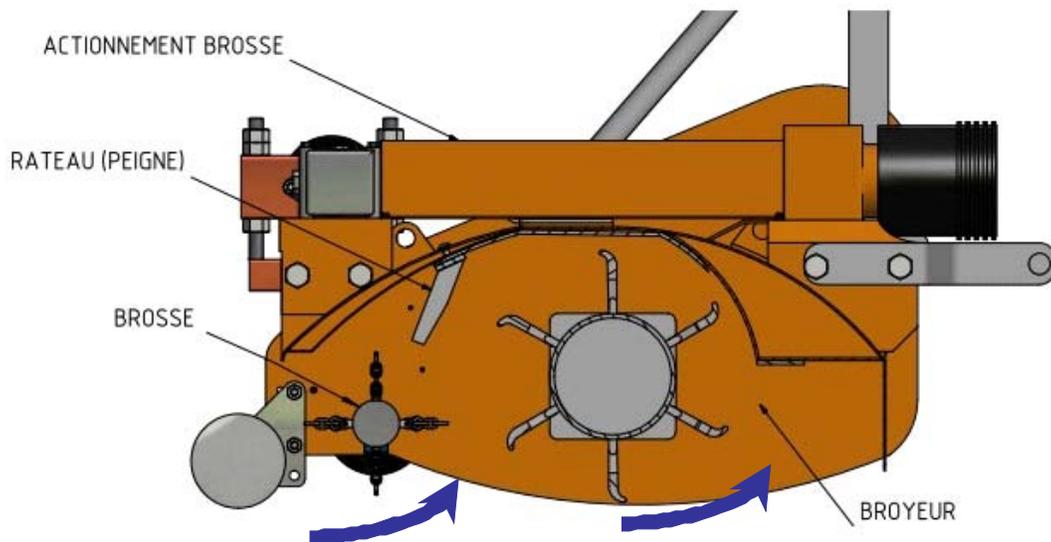
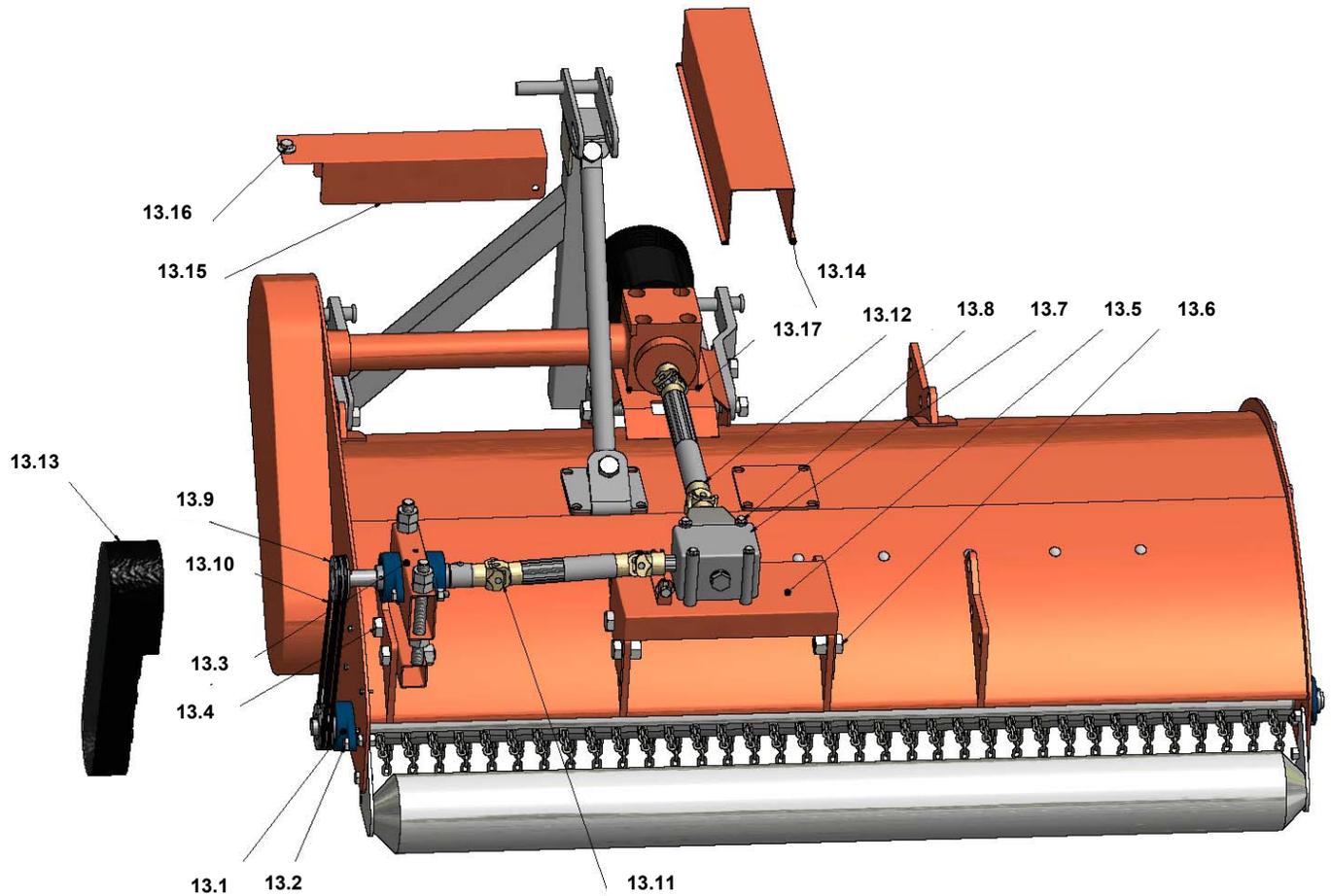


Figure 12. Vue en coupe du broyeur et de la brosse à chaînes (les flèches indiquent le sens de rotation de la brosse et du broyeur)

La figure 13 présente les composantes utilisées pour le montage de la brosse et de son système d'actionnement. Le montage de l'arbre de la brosse sur le broyeur est réalisé en utilisant les roulements (13.1) fixés par des vis, des rondelles de blocage et des écrous (13.2). Le tensionneur (13.3) est un dispositif mécanique attaché au broyeur par les vis (13.4) qui assure le contrôle de la tension des courroies (13.10) installées sur les poulies (13.9). Le mouvement de rotation de l'arbre de la boîte de transmission du broyeur est transmis par l'arbre à cardan (13.12) et dirigé vers la boîte de transmission (13.7). Un deuxième arbre à cardan (13.11) actionne l'arbre du tensionneur (13.3) et les poulies (13.9). La boîte de transmission (13.7) est fixée par les vis (13.6) sur le support (13.5 et 13.8). La vitesse de rotation de la brosse correspond à la vitesse de rotation de la prise de force de 540 rpm. La transmission est dimensionnée pour une puissance maximale de 23 HP (16,9 kW) et un torque de 29 daN*m. Les deux boîtes de transmission et les poulies assurent un rapport de transmission de $R = 1:1$. Des éléments de protection (13.13, 13.14 et 13.15) sont prévus pour les composantes en rotation. La figure 14 présente les détails pour procéder à l'assemblage du tensionneur.



13.1 - Roulements (qté = 2)	13.9 - Poulie (qté = 4)
13.2 - Vis, rondelle, blocage, écrou (qté = 4)	13.10 - Courroie (qté = 2)
13.3 - Tensionneur (qté = 1)	13.11 - Arbre à cardan court (qté = 1)
13.4 - Vis, rondelle, blocage, écrou (qté = 2)	13.12 - Arbre à cardan long (qté = 1)
13.5 - Support réducteur (qté = 1)	13.13 - Protection courroies (qté = 1)
13.6 - Vis, rondelle, blocage, écrou (qté = 4)	13.14 - Protection cardan long (qté = 1)
13.7 - Boîte à transmission à 90°, R = 1 :1 (qté = 1) ; [modèle 9.281.231.10 de Comer Industries]	13.15 - Protection cardan court (qté = 1)
13.8 - Vis, rondelle, blocage, écrou (qté = 4)	13.16 - Vis, rondelle, blocage (qté = 1)
	13.17 - Vis, rondelle, blocage, écrou (qté = 4)

Figure 13. Composantes utilisées pour le montage de la brosse et du système d'actionnement

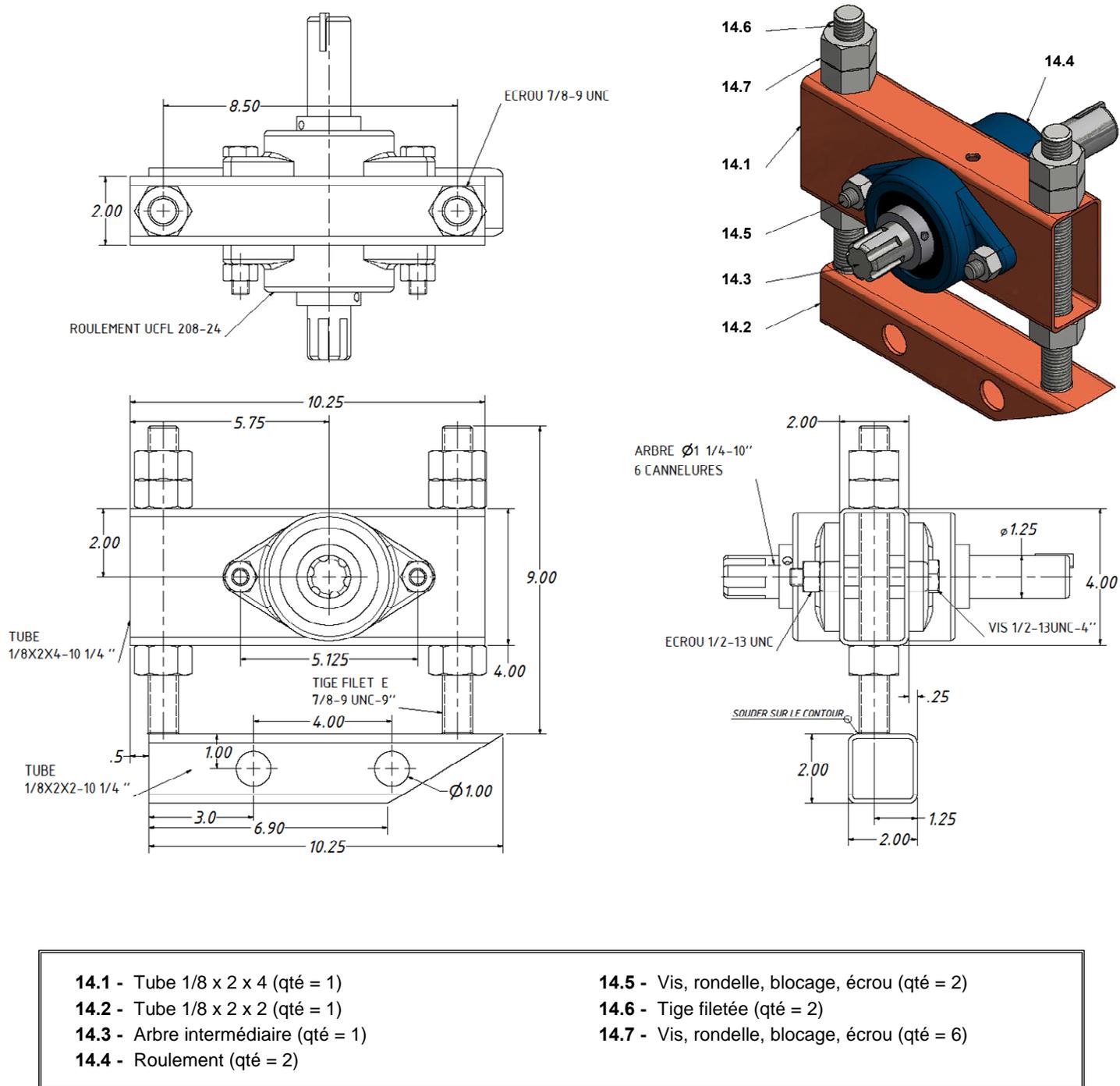
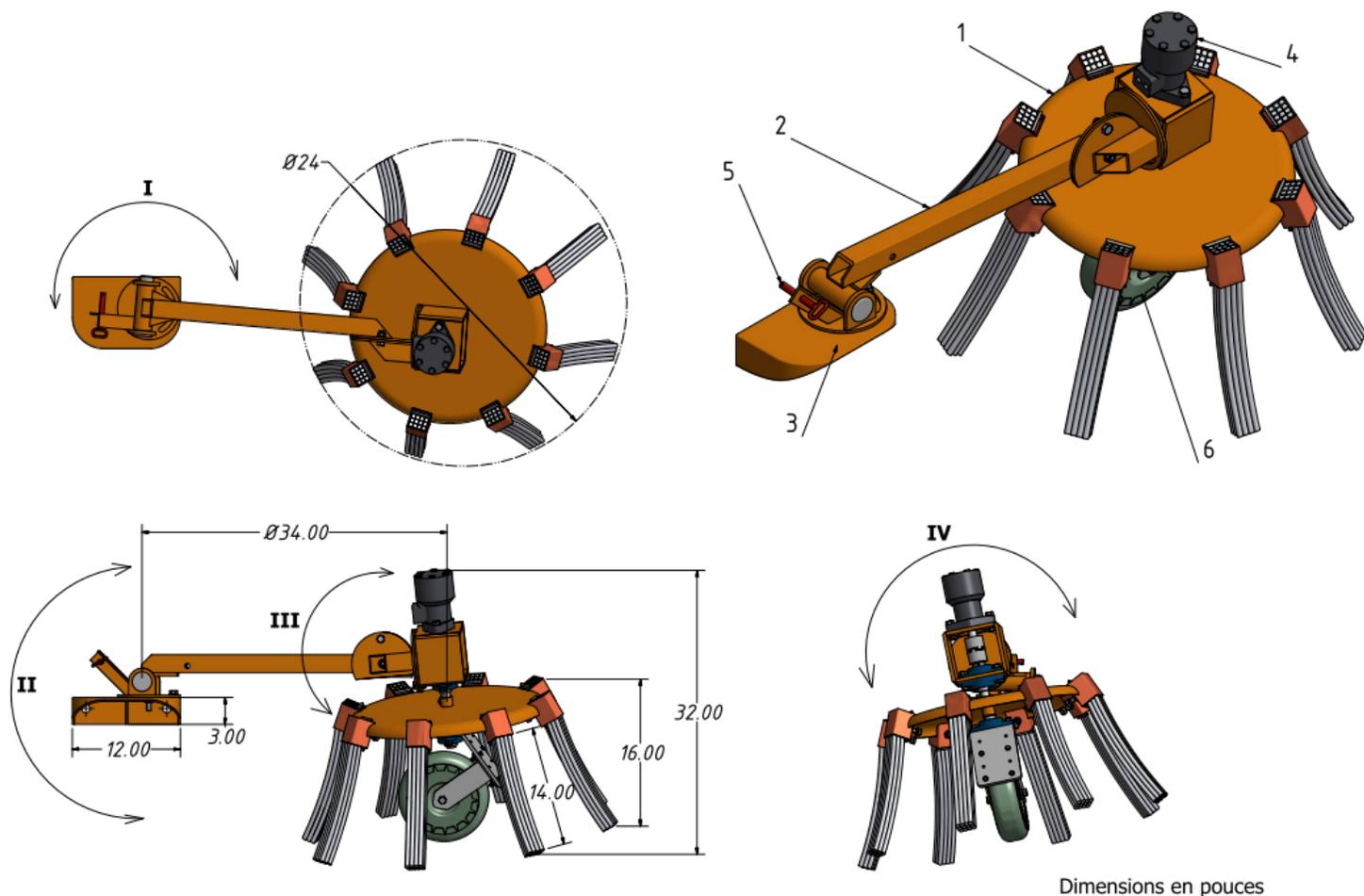


Figure 14. Détails pour réaliser l'assemblage du tensionneur

Étape 4 : Installation de l'andaineur

L'andaineur fabriqué par la compagnie Vohl inc., est présenté à la figure 15. Le rotor de l'andaineur est muni de huit supports comportant des tiges en HDPE. Le rotor est entraîné par un moteur hydraulique (60,5 l/min (16 US gal/min), 12,8 kW (17,1 HP)). La roue qui supporte l'andaineur permet trois positions de réglage pour ajuster la hauteur de l'andaineur par rapport au sol.



Dimensions en pouces

1. Rotor andaineur
2. Bras andaineur
3. Support andaineur

4. Moteur hydraulique
5. Goupille de sécurité
6. Roue de support

Figure 15. Détail de l'andaineur (variante Vohl)

L'installation de l'andaineur sur le côté droit du broyeur est réalisée en utilisant deux vis, des écrous et des rondelles de blocage (figure 6, position A). La figure 16 montre l'andaineur fixé sur la plaque de support. Il est préférable de souder en préalable les écrous sur le broyeur (côté intérieur).



Figure 16. Installation de l'andaineur sur la plaque support du broyeur

Une valve pour le contrôle du débit peut être installée si le circuit hydraulique du tracteur n'est pas muni d'un tel dispositif (figure 17). Pour le transport, le bras de l'andaineur peut être amené en position verticale et sécurisé avec la goupille de sécurité (figure 18).



Figure 17. Valve de réglage du débit en option (modèle S-056375-FLOW CONTROL)



Figure 18. Position de l'andaineur pour le transport du broyeur

4. CONSIGNES D'AJUSTEMENT ET D'UTILISATION DU BROYEUR ELIMINAE^{MD}

4.1. Le raccordement du broyeur au tracteur

Les tracteurs habituellement utilisés dans les vergers sont appropriés pour l'utilisation d'Eliminae^{MD}. La puissance minimale requise est de 33,6 kW (45 HP). Généralement, ces tracteurs sont munis d'une prise de force à l'arrière et d'un système de connexion hydraulique. Avant de procéder aux ajustements des périphériques, le broyeur doit être attaché au tracteur. Dans un premier temps, il doit être fixé sur l'attache trois-points du tracteur et raccordé à la prise de force afin d'actionner la brosse à chaînes. Ensuite, le moteur hydraulique de l'andaineur doit être raccordé au circuit hydraulique du tracteur par deux boyaux de 12,7 mm (1/2") (figure 19). Pour ce faire, le broyeur doit être déporté. Une valve pour le contrôle du débit peut être installée si le circuit hydraulique du tracteur n'est pas muni d'un tel dispositif.



Figure 19. Raccords du moteur hydraulique de l'andaineur au circuit hydraulique du tracteur

4.2. Ajustement du broyeur et des périphériques

De façon générale, la qualité du broyage dépend beaucoup des ajustements sur le terrain (tableau 4), ce qui est parfois difficile sur des sols avec une topographie irrégulière. Le râteau a une position fixe sur le broyeur et ne requiert donc aucun ajustement.

Tableau 4. Consignes pour l'ajustement des périphériques

Périphérique	Paramètre	Consigne
Andaineur	Vitesse de rotation	300 à 400 rpm
	Angle d'attaque	Ajuster selon la topographie
Brosse à chaînes	Vitesse de rotation (prise de force)	540 rpm
	Sens de rotation	Même sens que le broyeur
	Hauteur par rapport au sol	La brosse doit légèrement toucher au sol (réglage par l'attache trois-points du tracteur)
Râteau (peigne)	Positionnement fixe	Aucun ajustement

4.2.1. Ajustement du broyeur

La hauteur du broyeur par rapport au sol est ajustée à l'aide de l'attelage trois-points. Le rouleau arrière assure la stabilité et le contrôle de la position de la machine par rapport au sol. Des patins latéraux (en option, voir les spécifications du broyeur Kuhn à l'annexe 1) installés des deux côtés du broyeur peuvent améliorer le contact avec le sol et le déplacement du broyeur sur des terrains accidentés. La hauteur du broyeur est déterminée par rapport à la distance entre les couteaux et le sol. Cet ajustement varie en fonction des irrégularités du terrain et doit être établi pour chaque verger. Si la distance entre le broyeur et le sol est trop grande, les feuilles ne seront pas décollées et broyées efficacement. En revanche, si l'andaineur est trop près du sol, le broyage est moins efficace, la couverture végétale du verger est endommagée et il y a un risque d'usure prématuré de la brosse.

Pour un régime optimal de broyage simultané des branches et des feuilles :

- Les marteaux de l'arbre principal du broyeur en rotation doivent être à une distance d'environ **5 à 7 mm (1/4")** par rapport au sol. Les marteaux du broyeur ne doivent pas être en contact direct avec le sol;
- Les chaînes de la brosse en rotation doivent **entrer légèrement en contact avec le sol** afin de provoquer le décollage des feuilles, sans toutefois être trop agressives;
- La vitesse de rotation de la prise de force est de **540 rpm**;
- La vitesse d'avancement du tracteur est d'environ **3 km/h** (selon la quantité de branches et les irrégularités du terrain).

4.2.2. Ajustement de la position de l'andaineur

La position de l'andaineur peut être réglée par la rotation du bras sur un axe horizontal ou vertical et par la rotation du rotor selon deux autres directions (figure 20) :

- Ajustement **I** (axe horizontal) : pour ajuster la distance entre l'andaineur et le broyeur;
- Ajustement **II** (axe vertical), **III** et **IV** : pour ajuster l'inclinaison de l'andaineur; le point d'ajustement **II** permet de mettre l'andaineur en position verticale pour le transport.

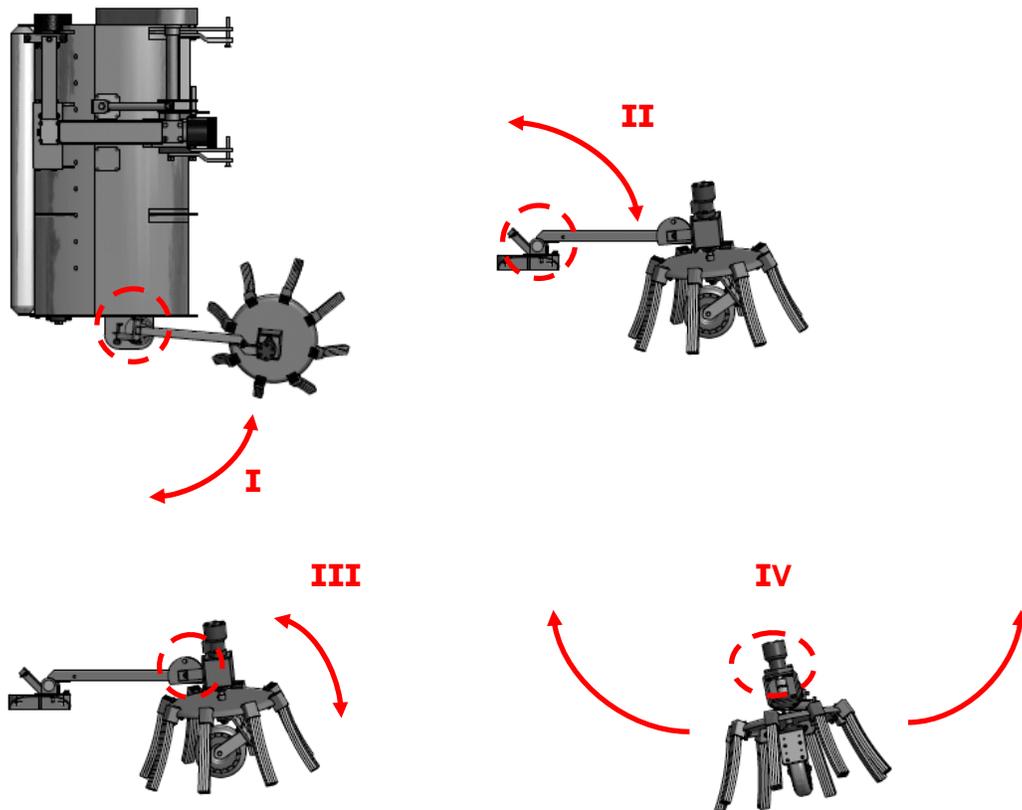


Figure 20. Points d'ajustement de la position de l'andaineur (les axes de rotation sont indiqués par le cercle et l'arc de rotation par les flèches)

La roue qui supporte l'andaineur permet trois positions de réglage de la hauteur par rapport au sol. Le disque de l'andaineur doit avoir une inclinaison qui permettra aux balais de l'andaineur de pousser les branches et les feuilles devant le broyeur. Il faut opter pour une hauteur de l'andaineur et une vitesse de rotation de manière à ne pas soumettre le sol du verger à un travail trop agressif. Un passage initial du broyeur avec l'actionnement de l'andaineur uniquement permet de mieux observer l'effet des ajustements sur l'efficacité de l'andaineur à ramener les branches et les feuilles devant le broyeur.

4.3. Consignes d'utilisation

Le tableau 5 propose les principales consignes permettant de maximiser l'efficacité du broyage. Bien qu'il soit recommandé d'épandre l'urée liquide avec le broyage, afin d'accélérer la décomposition de la litière, il n'existe actuellement aucun équipement d'épandage pouvant se greffer à un broyeur.

Tableau 5. Consignes pour l'utilisation optimale d'Eliminae^{MD}

Gestion des branches	<p>Diamètre maximal de 3 à 4 cm (1,5");</p> <p>Effectuez une taille pour éviter le broyage de tiges ramifiées;</p> <p>Dégagez les branches taillées sur une distance de deux à trois pieds autour du tronc;</p> <p>Ne pas andainer les branches taillées pour éviter d'endommager les conduites hydrauliques et le bourrage excessif.</p>
État du sol	<p>Humidité : évitez le broyage par temps trop sec (moins efficace);</p> <p>Topographie : évitez les surfaces irrégulières pour éviter des bris.</p>
Ajout d'urée	<p>En combinaison avec le broyage, l'ajout d'urée améliore le contrôle de la tavelure⁽¹⁴⁾;</p> <p>L'application d'urée est peu dispendieuse (environ 15 \$/ha).</p>

Recommandations générales⁽¹⁰⁾

- Le désherbage (fauchage) du verger à l'automne avant la chute des feuilles améliore le broyage;
- L'urée épandue au printemps est plus efficace contre la tavelure comparativement à l'automne;
- Un broyage qui est réalisé au printemps est aussi efficace qu'un broyage réalisé à l'automne.

4.4. Entretien et remisage

Il convient de respecter une cédule pour l'entretien du broyeur afin de garantir un bon fonctionnement de l'équipement et d'en limiter l'usure. Cela concerne entre autres le nettoyage, la lubrification, le graissage ainsi que le remisage et la remise en service (tableau 6).

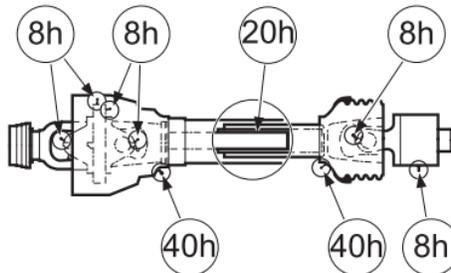
Tableau 6. Consignes d'entretien et de remisage

Aspect général

- Vérifiez régulièrement la bonne assise des écrous et des vis et resserrez-les si nécessaire.
- Les travaux de réparation, de maintenance et de nettoyage, ainsi que l'élimination des dysfonctionnements ne doivent être entrepris qu'une fois l'entraînement mis à l'arrêt et le moteur coupé. Retirez la clé de contact.

Lubrification et graissage

- Tous les points de lubrification et de graissage sont indiqués sur la documentation fournie pour le broyeur et l'andaineur. Le respect des intervalles de maintenance et de lubrification indiqués garantit la longévité de la machine. Utilisez, dans la mesure du possible, des huiles et des graisses d'origine végétale.
- Lubrifiez l'arbre à cardan aux intervalles indiqués dans la figure avec une graisse à usages multiples. Tenez compte des consignes d'utilisation du constructeur de l'arbre à cardan.



Remisage

- Nettoyez complètement l'équipement de broyage avant le remisage. Si un nettoyeur à haute pression est utilisé, ne dirigez pas le jet d'eau directement sur les points d'appui. Lubrifiez les graisseurs après le nettoyage.
- Vérifiez la souplesse de tous les éléments mobiles. Si cela est nécessaire, démontez-les, nettoyez-les et remontez-les une fois graissés. Échangez-les contre des pièces neuves si nécessaire.
- Huilez toutes les articulations.
- Lubrifiez minutieusement la machine.
- Graissez les tubes de protection des arbres à cardan pour éviter qu'ils ne gèlent.
- Déposez la machine dans un lieu sec. Ne l'entrez pas à proximité d'engrais chimiques pour éviter la corrosion.
- Procédez aux retouches de peinture et protégez les endroits sans peinture avec un produit anticorrosif.

Remise en service

- Nettoyez l'huile et les graisses appliquées à l'intérieur de la machine pour protéger les chaînes.
 - Lubrifiez complètement la machine. Cela permet d'éliminer l'eau de condensation qui s'est éventuellement accumulée dans les logements.
 - Vérifiez le niveau d'huile de la transmission conformément aux prescriptions.
 - Resserrez tous les écrous et toutes les vis.
 - Vérifiez tous les réglages de la machine. Effectuez de nouveaux réglages si nécessaire.
 - Aérez l'accouplement à friction afin de décoller les garnitures de friction qui adhèrent aux pièces métalliques.
 - Relisez attentivement les consignes d'exploitation.
-

4.5. Sécurité

Certaines règles doivent être respectées afin de garantir la sécurité des utilisateurs lors du montage et des opérations d'entretien. L'équipement Eliminae^{MD} a été conçu exclusivement pour l'utilisation courante lors de travaux agricoles dans les vergers (utilisation conforme). Toute utilisation autre est par conséquent non conforme. Le constructeur du broyeur et des composantes périphériques n'endosse aucune garantie en cas de dommage qui en résulterait, l'utilisateur seul est alors responsable.

L'utilisation conforme signifie également le respect des conditions de fonctionnement, de maintenance et d'entretien prescrites par le constructeur. L'utilisation, la maintenance et l'entretien de l'équipement ne doivent être assurés que par des personnes qualifiées et informées des dangers. Il faut respecter les instructions de prévention contre les accidents, ainsi que les règlements généralement admis en matière de sécurité, de médecine du travail et de circulation routière. L'annexe 3 présente des consignes générales de sécurité et de prévention des accidents.

5. RÉFÉRENCES

- (1) <http://www.agr.gc.ca/fra/?id=1315342474296>
- (2) <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/AppleScab.aspx>
- (3) Holb, I.J., 2013. *Apple Scab Management in Organic Fruit Orchards: Epidemiology, Forecasting and Disease Control Strategies*, ISHS Acta Horticulturae 1001: II International Organic Fruit Symposium, Eds.: D. Granatstein et al., 223-234.
- (4) MacHardy, W.E., D.M. Gadoury and C. Gessler, 2001. *Parasitic and Biological Fitness of Venturia inaequalis: Relationship to Disease Management Strategies*, Plant Disease, 85(10): 1036-1051.
- (5) MacHardy, W.E., 1996. *Apple Scab*, American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- (6) CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec), 2003. *Références économiques - Budget pommier 2003*.
- (7) Brun, L., F. Didelot et L. Parisi, 2007. *Stratégies de protection innovantes contre la tavelure du pommier : conception, évaluation et intégration en verger*, Innovations agronomiques, 1 : 33-45.
- (8) Carisse, O., D.M. Tremblay, T. Jobin and A.S. Walker, 2010. *Disease Decision Support Systems: Their Impact on Disease Management and Durability of Fungicide Effectiveness*, Dans *Fungicides*, Odile Carisse (Ed.), InTech, 25 p.
- (9) Morel, M., G. Chouinard et S. Bellerose, 2013. *Méthodes alternatives de protection des pommiers - Principales méthodes applicables pour le jardin domestique et la pomiculture commerciale*, Nature Action Québec et IRDA, 142 p.
- (10) Sutton, D.K., W.E. MacHardy and W.G. Lord, 2000. *Effects of Shredding or Treating Apple Leaf Litter with Urea on Ascospore Dose of Venturia inaequalis and Disease Buildup*, Plant Disease, 84(12): 1319-1326.
- (11) Creemers, P., 2002. *Sanitation practices to reduce apple scab inoculum in orchards*, 6th International IOBC/WPRS Workshop on Pome Fruit Diseases, Lindau, Germany.
- (12) Holb, I.J., 2007. *Effect of Four Non-chemical Sanitation Treatments on Leaf Infection by Venturia inaequalis in Organic Apple Orchards*, Europ. J. Hort. Sci., 72(2): 60-65.
- (13) Pillion, V., 2011. *ELIMINAETM : pour assainir les vergers et réprimer les ravageurs du pommier*, Fiche synthèse, IRDA, 1 p.
- (14) Vincent, C., B. Rancourt and O. Carisse, 2004. *Apple leaf shredding as a non-chemical tool to manage apple scab and spotted tentiform leafminer*, Agriculture, Ecosystems and Environment, 104: 595-604.

**ANNEXE 1.
CARACTÉRISTIQUES DES BROEURS KUHN**

BKE / BKE REV / BKE SUPER



Broyeurs paysage / polyvalents



L'ART D'ENTREtenir LES PAYSAGES I

CARACTERISTIQUES	BKE 150	BKE 180	BKE 210	BKE 230	BKE 250	BKE 150 REV	BKE 180 REV	BKE 210 REV	BKE 230 REV	BKE 250 REV
Largeur de travail (m)	1,53	1,80	2,14	2,29	2,50	1,53	1,80	2,14	2,29	2,50
Largeur de transport (m)	1,71	1,99	2,36	2,51	2,71	1,71	1,99	2,36	2,51	2,71
Fréquence de rotation rotor (min ⁻¹) avec p.d.f. 540 min ⁻¹	2203					1833				
avec p.d.f. 1000 min ⁻¹	-					1961				
Puissance requise (kW/ch)	26/35	33/45	36/49	38/52	40/54	26/35	33/45	36/49	38/52	40/54
Puissance maximale (kW/ch)	35/48	44/60				47/64*	59/80*			
Déport latéral (mm)	350	450	455			350	450	455		
Roue libre	De série - Intégrée dans le carter									
Entraînement des rotors (courroies SPBX)	3		4			3		4		
Diamètre extérieur du rotor (mm)	425		450			425		450		
Diamètre rotor (mm) x épaisseur (mm)	152,4 x 8		177,8 x 8			152,4 x 8		177,8 x 8		
Vitesse linéaire des outils (m/s) avec p.d.f. 540 min ⁻¹	49		51,8			41		43,1		
avec p.d.f. 1000 min ⁻¹	-		-			44		46,2		
Nombre de marteaux cuillères	18	20	24	26	28	18	20	24	26	28
Nombre de couteaux Y	36	40	48	52	56	36	40	48	52	56
Contrôle de hauteur	Par roues semi-pivotantes ou par rouleau					Par rouleau				
Pneumatiques	6.5 x 50 8 ply					-				
Diamètre du rouleau (mm)	160									
Poids avec équipements (kg)	470	580	660	690	710	470	580	660	690	710

*avec une fréquence de rotation 1000 min⁻¹

CARACTERISTIQUES	BKE 280 SUPER	BKE 305 SUPER
Largeur de travail (m)	2,79	3,03
Largeur hors-tout (m)	2,96	3,19
Fréquence de rotation p.d.f. (min ⁻¹)	540 / 1000 *	
Puissance théorique requise (kW/ch)	49/67	58/78
Puissance maxi admissible (kW/ch)	92/125 *	
Attelage	3 points Cat. 2	
Déport latéral par coulissement (mm)	Hydraulique de série - 450	
Roue libre intégrée au boîtier central	De série	
Nombre de courroies	4 courroies trapézoïdales XPB1600	
Diamètre du rotor (mm)	465	
Fréquence de rotation du rotor (min ⁻¹)	1833 / 1960*	
Vitesse linéaire des outils (m/s)	44 / 48*	
Nombre de marteaux cuillères	28	32
Nombre de couteaux Y	56	64
Patins latéraux de stabilisation	En équipement	
Hauteur de travail réglable	Par rouleau d'appui ou roues d'appui	
Diamètre du rouleau (mm)	220	
Type d'embouts	Au choix, fixes ou démontables	
Type de pneumatiques	185-60 R14	
Poids avec équipements (kg)	835	865

*configuration départ usine

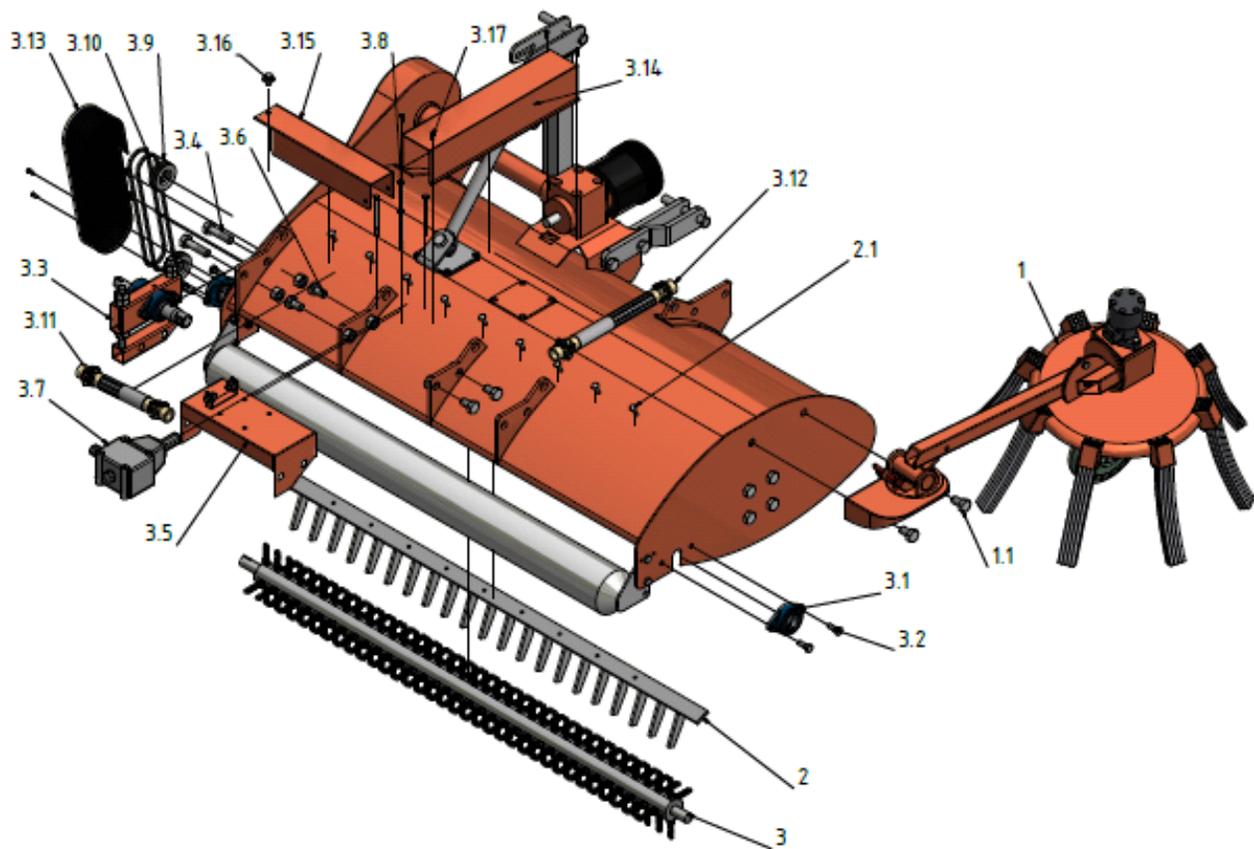
Dans les pays de l'Union Européenne, nos matériels sont conformes à la Directive Européenne "Machines" ; dans les autres pays ils sont conformes aux prescriptions de sécurité en vigueur dans ces pays. Dans nos prospectus, et pour une meilleure illustration des détails, certains dispositifs de protection peuvent avoir été déposés. En dehors de ces cas particuliers et en toutes circonstances, ceux-ci doivent impérativement rester en place conformément aux prescriptions de la notice d'instructions. "Nous nous réservons le droit de modifier sans préavis nos modèles, leurs équipements et leurs accessoires".
*Les machines et équipements de ce prospectus peuvent être couverts par au moins un brevet et/ou un modèle déposé(s). Marque(s) déposée(s) dans un ou plusieurs pays".

CONCESSIONNAIRE

KUHN S.A. - F - 67706 Saverne Cedex
Tél.: +33 (0)3 88 01 81 00 - Fax: +33 (0)3 88 01 81 01
www.kuhn.com
Société Anonyme au capital de 19 488 000 EUR
N° Siret : 675 580 542 00016 - R.C. Saverne



**ANNEXE 2.
DÉTAILS DES COMPOSANTES PÉRIPHÉRIQUES
DE L'ÉQUIPEMENT DE BROYAGE ELIMINAE^{MD}**



- | | | | |
|----|--|------|--|
| 1. | Andaineur | 3.7 | Boîte de transmission à 90°, R = 1:1 (qté = 1) |
| | 1.1 | 1.1 | Vis, rondelle blocage, écrou (qté = 2) |
| 2. | Râteau (peigne) | 3.8 | Vis, rondelle blocage, écrou (qté = 4) |
| | 2.1 | 3.9 | Poulie (qté = 4) |
| 3. | Brosse et système d'actionnement mécanique | 3.10 | Courroie (qté = 2) |
| | 3.1 | 3.11 | Arbre à cardan court (qté = 1) |
| | 3.2 | 3.12 | Arbre à cardan long (qté = 1) |
| | 3.3 | 3.13 | Protection courroies (qté = 1) |
| | 3.4 | 3.14 | Protection cardan long (qté = 1) |
| | 3.5 | 3.15 | Protection cardan court (qté = 1) |
| | 3.6 | 3.16 | Vis, rondelle blocage (qté = 1) |
| | | 3.17 | Vis, rondelle blocage, écrou (qté = 4) |

ANNEXE 3.
CONSIGNES DE SÉCURITÉ ET DE PRÉVENTION DES ACCIDENTS

CONSIGNES DE SÉCURITÉ GÉNÉRALES

- Débrayez toujours la prise de force sur la machine, coupez le moteur et retirez la clé de contact pour immobiliser correctement le tracteur et l'équipement de broyage.
- L'élimination des dysfonctionnements (bourrage et bris d'une composante) doit être entreprise une fois l'entraînement mis à l'arrêt et le moteur coupé. Retirez la clé de contact.
- Disposez les systèmes d'actionnement (câbles, éléments de traction, conduites hydrauliques et câblages) de manière à éviter tout actionnement involontaire et tout contact avec les roues du tracteur. Risque d'accident ⚠
- Personne ne doit se tenir entre le tracteur et l'équipement de broyage lors du levage et de l'abaissement de celui-ci. Risque important de blessure ⚠
- Assurez-vous que personne ne se trouve dans la zone dangereuse de l'andaineur rotatif avant d'enclencher la prise de force. Risque d'accident ⚠
- Veillez à ce que les dispositifs de protection soient installés de manière réglementaire pendant le fonctionnement et les trajets sur la voie publique.
- Le personnel de service ne doit pas quitter le tracteur pendant le fonctionnement de la machine.
- Faites évacuer les autres personnes de la zone dangereuse.
- Avant d'atteler/de dételer une machine à/de l'attelage trois-points, positionnez le système de commande de manière à éviter toute élévation et tout abaissement intempestifs.
- Raccordez l'arbre à cardan à la prise de force et bloquez le tube de protection à l'aide de la chaîne. Dans le cas d'un changement de tracteur, veillez à ce que la longueur de l'arbre à cardan soit correcte.
- Le régime maximal d'entraînement est de 540 rpm.
- Évitez tout contact cutané avec les huiles et les graisses.
- Consultez immédiatement un médecin en cas de blessure provoquée par des projections d'huile.
- Respectez également toutes les autres consignes de sécurité afin d'éviter blessures et accidents.

Utilisation de la prise de force et des arbres à cardan

- Utilisez seulement les arbres à cardan préconisés par le constructeur.
- Le tube et les cônes protecteurs de l'arbre à cardan, tout comme la protection de la prise de force côté machine, doivent être installés et en parfait état.
- Veillez au recouvrement réglementaire du tube de l'arbre à cardan lorsque la machine est en position de transport et de travail.
- Ne procédez au montage et au démontage des arbres à cardan que lorsque la prise de force est débrayée, le moteur coupé et la clé de contact enlevée.
- Pour l'utilisation d'arbres à cardan à limiteur de couple ou à roue libre, non recouverts par le dispositif de protection du tracteur, montez le limiteur de couple ou la roue libre sur la machine.
- Veillez toujours à un montage correct et à la sécurité des arbres à cardan.
- Accrochez les chaînes pour éviter l'entraînement de la protection de l'arbre à cardan.
- Avant d'enclencher la prise de force, vérifiez que la vitesse de rotation du tracteur est conforme à celle autorisée pour la machine.
- Lors d'une utilisation de la prise de force proportionnelle à l'avancement, la vitesse de rotation est dépendante de la vitesse de translation et le sens de rotation s'inverse en marche arrière.
- Veillez, avant d'enclencher la prise de force, que personne ne se tient dans le périmètre de sécurité de la machine.
- N'enclenchez jamais la prise de force lorsque le moteur est coupé.
- Lors de travaux avec la prise de force, personne ne doit se tenir à proximité de la prise de force ou de l'arbre à cardan.
- Débrayez toujours la prise de force lorsque l'angle de déport est trop important et qu'elle n'est pas nécessaire au travail.
- Attention! La masse d'inertie en mouvement représente un danger après le débrayage de la prise de force. Ne vous approchez pas de la machine en mouvement. Ne travaillez sur la machine que lorsque l'immobilisation est totale.
- Après avoir désaccouplé l'arbre à cardan, déposez-le sur le support prévu à cet effet.
- Après avoir démonté l'arbre à cardan, emboîtez-le sur l'embout de la prise de force.
- En cas de dommages, éliminez-les immédiatement avant de travailler avec la machine.

Systeme hydraulique

- Veillez au branchement correct des flexibles hydrauliques lors du raccordement de vérins ou de moteurs hydrauliques.
- Veillez à ce que les systèmes hydrauliques du tracteur et de la machine ne soient pas sous pression lors du raccordement des flexibles au système hydraulique du tracteur.
- Dans le cas de raccordements hydrauliques fonctionnels entre le tracteur et la machine, marquez les raccords d'accouplement afin d'exclure toute erreur de branchement. La fonction serait inversée en cas de confusion. Risque d'accident!
- Contrôlez régulièrement les flexibles hydrauliques et remplacez-les en cas de détérioration et de vieillissement. Les conduites de rechange doivent répondre aux exigences techniques du fabricant de la machine.
- Utilisez les dispositifs d'aide appropriés lors de la recherche des points de fuite afin d'éviter les risques de blessure.
- Les fuites de liquides sous haute pression (huile hydraulique) peuvent perforer la peau et provoquer de graves blessures. Consultez immédiatement un médecin en cas de blessure. Risque d'infection!
- Déposez les appareils avant d'effectuer des travaux sur le système hydraulique, mettez ce dernier hors pression et coupez le moteur.

Maintenance

- Les travaux de réparation, de maintenance et de nettoyage, ainsi que l'élimination des dysfonctionnements ne doivent être entrepris qu'une fois l'entraînement mis à l'arrêt et le moteur coupé. Enlevez la clé de contact.
- Vérifiez régulièrement la bonne assise des écrous et des vis et resserrez-les le cas échéant.
- Lors de travaux de maintenance à effectuer sur la machine relevée, calez toujours la machine en l'étayant avec les supports appropriés.
- Utilisez des outils et des gants appropriés pour procéder au remplacement d'outils de travail à lames.
- Si des dispositifs de protection sont soumis à l'usure, contrôlez-les régulièrement et remplacez-les en temps utile.
- Déconnectez les câbles du générateur et de la batterie avant de procéder à des travaux de soudure électrique sur le tracteur ou les machines attelées.
- Les pièces de rechange doivent répondre au moins aux exigences techniques prescrites par le constructeur.

Consignes de prévention contre les accidents

- En plus des consignes données dans ce document, respectez les consignes de sécurité et de protection contre les accidents usuels.
- Les plaques indicatrices et de mise en garde installées sur l'engin donnent des indications importantes permettant une utilisation sans danger; leur respect contribue à votre propre sécurité.
- Respectez les prescriptions correspondantes en vigueur lors de la circulation sur la voie publique.
- Familiarisez-vous avec tous les dispositifs et les éléments de commande et leur fonctionnement avant le début du travail. Ce serait trop tard une fois le travail commencé.
- Vous devez porter des vêtements près du corps. Évitez les vêtements amples.
- Contrôlez les abords de la machine avant la mise en mouvement et la mise en service. Veillez à ce que la visibilité soit suffisante.
- Attellez la machine conformément aux prescriptions, fixez-la et verrouillez-la seulement aux dispositifs autorisés.
- Mettez-la en position adéquate lors du montage et du démontage des dispositifs de soutien.
- Une attention toute particulière est requise lors de l'attelage et du dételage des appareils fixés au tracteur.
- Vérifiez et installez l'équipement nécessaire au transport (ex. : l'éclairage, les équipements d'avertissement et éventuellement les dispositifs de protection). Les systèmes de commande (câbles, chaînes, la tringlerie, etc.) des machines commandées à distance doivent être disposés de manière à ne subir aucun mouvement involontaire lors du transport ou pendant le travail.
- Mettez les machines en état de marche réglementaire pour la circulation routière et verrouillez-les en respectant les consignes du constructeur.
- Ne quittez jamais le poste de conduite pendant le trajet.
- Adaptez toujours la vitesse à l'environnement. Évitez les virages brutaux lors de parcours en montée, en descente ou perpendiculaires à la pente.
- La conduite, la maniabilité et la capacité de freinage sont influencées par les machines et les masses ajoutées ou attelées. Veillez donc à ce que la maniabilité et la capacité de freinage soient suffisantes.
- Tenez compte, dans les courbes, du porte-à-faux important ou de la masse mobile de l'appareil.
- Ne mettez la machine en service que lorsque tous les dispositifs de protection sont installés et en position.

- Ne vous tenez pas dans la zone de travail.
- Ne vous tenez pas dans la zone de rotation et de pivotement de la machine.
- N'actionnez les circuits hydrauliques que si personne ne se tient dans la zone d'actionnement (andaineur et déport hydraulique).
- Les pièces actionnées par des forces extérieures (ex. : hydrauliquement) comportent des zones d'écrasement et de cisaillement.
- Avant de quitter le tracteur, posez la machine au sol, coupez le moteur et enlevez la clé de contact.
- Personne ne doit se tenir entre le tracteur et la machine si le véhicule n'a pas été immobilisé en actionnant le frein de stationnement ou en installant des cales de freinage.

Références

Centre de documentation de la Commission de la santé et de la sécurité au travail (www.csst.qc.ca) :

- L'arbre de transmission du tracteur, DC 100-1312-8 (05-04);
- L'utilisation sécuritaire du tracteur, DC 300-418 (04-02);
- Le tracteur agricole, DC 100-1250-32 (04-10);
- Normes sur la sécurité des machines (2013).

Normes de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR/CSA) :

- Matériel agricole : sécurité. Partie 1, exigences générales, CAN/CSA M4254-1, 2007 (Identique à la norme ISO 4254-1);
- Tracteurs et matériels agricoles : arbres de transmission à cardan de prise de force et arbre récepteur de la machine. Partie 1, exigences générales de fabrication et de sécurité, CAN/CSA M5673-1 : 2007 (C2012), (Identique à la norme ISO 5673-1);
- Tracteurs et matériels agricoles : arbres de transmission à cardan de prise de force et arbre récepteur de la machine. Partie 2, spécifications relatives à l'utilisation des arbres de transmission à cardan de prise de force, et position et dégagement de la ligne de transmission de prise de force et de l'arbre récepteur de la machine pour différents systèmes d'attelage, CAN/CSA M5673-2 : 2007 (Identique à la norme ISO 5673-2).

Normes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), normes européennes (EN) et normes de la Commission électrotechnique internationale (IEC) :

- Matériel agricole : sécurité. Partie 12, faucheuses rotatives à disques, faucheuses rotatives à tambours et faucheuses-broyeuses, ISO 4254-12 : 2012;
- Tracteurs et matériels agricoles et forestiers - Arbres de transmission à cardan de prise de force et leurs protecteurs – sécurité, EN 12965 + A2 2009;
- Matériel agricole : protecteurs pour éléments mobiles de transmission de puissance : protecteur à ouverture sans outil, ISO/TS 28924 : 2007.