

La récolte du lin pour la graine et la fibre

Par Claude Roy, B. Ed.
Janvier 2018

Introduction

Le lin est une plante cultivée depuis plusieurs siècles. Pendant longtemps, cette production a servi le développement social et industriel de plusieurs milieux. Elle a été utilisée pour de nombreuses applications. Chaque partie de cette plante représente un potentiel. Les possibilités d'utilisation des pailles sont très étendues que ce soit pour la fibre ou pour les anas. La graine de lin se retrouve aussi dans de multiples usages; en alimentation humaine et animale, en cosmétique, en pharmaceutique, etc. Vers le milieu du 20^e siècle, cette plante a connu un déclin de popularité.

La mécanisation agricole a entraîné des modifications dans les méthodes de production du lin. Ainsi, les variétés, les méthodes culturales et de récoltes se sont modifiées en fonction de l'utilisation prévue de la production. Des variétés ont été sélectionnées pour la production de fibre entraînant une spécialisation des techniques de récolte. Cette production est plus développée en Europe, notamment en France. Pour répondre aux exigences de ce marché qui recherche une fibre plus longue, l'arrachage des plants est préconisé. La production de graines dans cette voie de production est plus limitée et souvent réservée pour la semence. Un autre marché pour la culture du lin est sans contredit la production de graines. Pour celles-ci, le Canada est le principal producteur mondial. Les méthodes pour détacher les capsules et extraire les grains de leur support végétal sont bien documentées. Bien que la présence de fibres de cette culture représente un défi mécanique, plus d'un moyen est développé pour la cueillette. Que ce soit avec un « *striper head* » ou une unité de coupe plus conventionnelle, la mécanisation de la récolte de la graine de lin est assez bien maîtrisée.

Afin de valoriser au maximum la production de cette culture, l'intérêt pour la production du lin à deux fins (fibre et graine) retient de plus en plus l'attention. La possibilité de produire cette culture en rotation et d'effectuer la récolte avec le matériel utilisé pour la culture d'autres céréales représente

une avenue de plus en plus recherchée. Plusieurs essais ont été réalisés pour réussir ce double objectif en utilisant les machines aratoires couramment employées pour la production de céréales.

Pour cette approche de production, les variétés de lin graine sont préconisées et les méthodes de récolte permettent difficilement la valorisation de la fibre à pleine longueur. Aussi, cette pratique de valorisation entraîne des défis de production, notamment pour les méthodes de récolte permettant d'extraire la graine en limitant les dommages aux tiges et à la fibre. À la suite de quelques expérimentations réalisées au Bas-St-Laurent, la méthode de l'andainage avant le battage de la récolte semble présenter des avantages à la moisson en coupe directe. Cependant, l'utilisation des équipements de récolte de céréales nécessite des attentions particulières afin de faciliter cette récolte.

La fauche

Par définition, la fauche d'une plante à fibres présente une résistance plus élevée au cisaillement transversal. La construction et la répartition des fibres à l'intérieur de la tige sont régies par un très grand nombre de facteurs. Type, variété, méthode culturale, conditions météorologiques et la hauteur de fauche sont parmi les facteurs pouvant influencer la qualité des fibres et la résistance au cisaillement. Les difficultés rencontrées lors de la fauche sont donc assez variables d'une récolte à l'autre, voire même à l'intérieur d'un même champ. Afin de maximiser la longueur de la fibre disponible dans un contexte de double valorisation, il est préférable de maintenir une fauche la plus basse possible. Toutefois, plus la coupe est proche de la base du plant, plus la résistance au cisaillement augmente. De plus, la coupe basse exige une préparation de sol uniforme et augmente le risque de contact des organes de coupe avec le sol et les roches.



Bien que la fauche près du sol présente des avantages marqués pour le rouissage, cette proximité du sol influence négativement le séchage des grains en vue du battage lors de l'andainage avant récolte.

La décision de la hauteur de fauche devient donc un élément majeur dans le niveau de difficulté de la fauche et, inversement, pour la valorisation des pailles et de la fibre.

Le type de coupe, par cisaillement ou par impact.

Le lin se coupe par cisaillement. La fauche par impact (faucheuse rotative) n'est pas recommandée. La résistance de la tige à la rupture transversale étant plus élevée, l'efficacité de la coupe par impact est limitée. De plus, l'enroulement des tiges autour des axes des pièces est problématique. Ce type de coupe n'est pas utilisé pour la récolte des céréales entraînant automatiquement un taux d'égrenage important. La fauche par impact a aussi pour effet de placer les tiges de façon aléatoire dans l'andain. Cela pourrait influencer positivement le séchage, mais entraîne un traitement moins favorable à la protection de la fibre lors du battage.

Les éléments de coupe par cisaillement

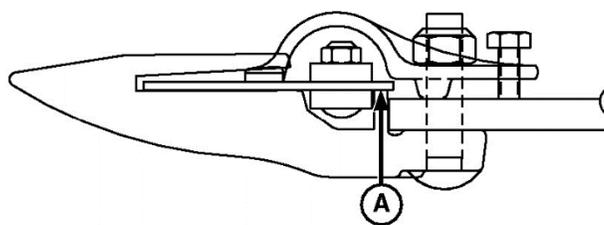
Les lamiers de coupe d'une andaineuse ou de la table de coupe d'une moissonneuse batteuse répondent aux mêmes principes de fonctionnement. Ils sont essentiellement composés de sections de coupe (couteaux) de doigts, de guides de faux et du système d'entraînement.

Les sections (couteaux), pour la plupart des lamiers, sont triangulaires et mesurent 76 mm de large. Plusieurs types sont présents sur le marché. L'arête de coupe peut être unie (« *smooth* »), striée en dessous ou au-dessus. Les couteaux striés en dessous semblent présenter un avantage. Lors de l'usure du couteau, en dessous, les stries se dégagent légèrement, maintenant une meilleure agressivité de la section et un meilleur maintien des tiges lors de la coupe. Il existe aussi des sections dont le cœur est vide, souvent nommé couteau ventilé.

Ce couteau offre l'avantage de se nettoyer plus facilement, les débris de coupe pouvant en plus être évacués par le centre du couteau.

Les doigts de faucheuse

Les doigts du lamier ont trois rôles principaux. Premièrement, ils divisent la récolte afin de permettre le maintien des tiges lors de la coupe par la section. La base du doigt sert aussi de contre-couteau pour permettre le cisaillement. Cette surface sur laquelle se déplace la section doit présenter des arêtes saillantes. L'usure de cette partie du doigt qui agit comme contre-couteau est fréquente et normale. Cependant, si ce point de cisaillement, section vs contre-couteau, présente de l'usure, les tiges sont davantage écrasées que tranchées. Ainsi, principalement dans la coupe du lin, plus les fibres se libèrent, plus elles ont tendance à se coincer dans les interstices provoquant ainsi le bourrage de la faux. Enfin, le troisième rôle des doigts consiste à protéger les sections.



Coupe transversale de doigts de faucheuse

Crédit : JOHN DEERE, Manuel d'utilisateur Faucheuse-conditionneuse 820(989601-), [en ligne], consulté le 7 janvier 2018, http://manuals.deere.com/omview/OME95640_28/?tM=HO.

Les guides de lames

Afin de maintenir les sections en contact avec le contre-couteau des doigts, des guides de lames sont installés à intervalles réguliers sur le lamier. Ces guides doivent être maintenus près des sections sans toutefois être en contact avec celles-ci. Un jeu libre de 0,635 mm (0,025 pouce) est prescrit pour la majorité des lamiers. Ces guides peuvent user ou se déformer à la suite de l'utilisation dans des conditions plus difficiles.



Malheureusement, peu de modèles sur le marché proposent des guides ajustables.

La synchronisation des éléments de coupe (timing)

Pour agir en cisaillement, la faux se déplace de gauche à droite sur les contre-couteaux que représentent les doigts. Comme la plupart des sections de coupe ont 76 mm (3 pouces) de largeur, il est nécessaire que la course de la faux soit elle aussi de 76 mm (3 pouces.) Toutefois, il est important que cette course soit bien alignée avec le centre des doigts. Lorsque le couteau se déplace, il doit amorcer son mouvement la pointe de la section étant vis-à-vis le centre d'un doigt. La fin de la course de la section doit donc être au centre du doigt voisin au moment du point mort suivant. Si le point mort du couteau n'est pas bien centré avec le doigt, cela limite la capacité de remplissage de l'espace entre les doigts. Cela a bien sûr pour effet de limiter grandement la capacité de coupe, donc l'efficacité de l'opération de fauche.

La vitesse de fauche

Puisque la résistance au cisaillement est plus élevée dans les plantes à fibres telles que le lin, et que les vitesses de fonctionnement des systèmes de coupe sont rarement variables, la fauche doit se faire à une vitesse de déplacement inférieure aux autres types de cultures. Les vitesses de rotation des systèmes d'entraînement de faux sont généralement entre 450 rpm à 600 rpm selon le modèle de machine, ce qui procure de 900 à 1200 coupes par minute. Si on considère que la longueur de l'arrêt de coupe d'une section est d'environ 65 mm, cela nous permet une vitesse théorique de fauche de 3,5 km/h à 4,68 km/h en fonction des différents systèmes. La vitesse de fauche dans les récoltes de plantes à fibres comme le lin risque donc de se faire plus lentement que dans les céréales à pailles plus tendres.

La faux Schumacher

Depuis quelques années on retrouve sur le marché un lamier à haute efficacité souvent appelé « Faux Schumacher ».



Plusieurs améliorations permettent une coupe plus efficace.

Notamment des doigts plus effilés

sont construits afin de présenter une surface de contre-couteau à la fois dans la partie inférieure et supérieure du doigt. Les sections sont montées en alternance, successivement l'arête tranchante vers le haut et vers le bas. Cette combinaison augmente sensiblement l'efficacité de fauche et limite le bourrage. De plus, la règle de support des sections est appuyée à l'arrière sur des roulements, ce qui limite la friction réduisant d'autant la résistance du mouvement alternatif. L'augmentation de la capacité de fauche dans les plantes plus résistantes au cisaillement est significative.

Faux Schumacher

Crédit : FENDT, Fendt Séries X et P, [en ligne], consulté le 7 janvier 2018

<https://www.fendt.com/fr/9483.html>

Le rabatteur (reel)

Le rôle du rabatteur est sensiblement le même qu'il soit sur l'andaineuse ou sur la table de la batteuse. Les fonctions de ce système sont principalement de maintenir les plantes lors de la coupe et d'acheminer le matériel au système suivant, soit sur le tapis ou à la vis d'alimentation. Quatre ajustements sont habituellement possibles sur le rabatteur, soit la hauteur, la position avant-arrière, la vitesse de rotation et l'inclinaison des doigts broches. La production de lin graine présente une grande quantité de capsules à l'extrémité des tiges et les ramifications ont tendance à entremêler les têtes, cela produit un effet de « velcro » dans la récolte. Il faut éviter de faire pénétrer trop profondément les doigts de rabatteur dans le matériel.



Dans ce cas, les têtes ont tendance à se prendre dans les doigts et à s'enrouler autour du rabatteur. Les ajustements de hauteur, position et vitesse du rabatteur devraient se faire en cours de récolte, sans exiger l'arrêt de la machine afin de s'adapter aux variations du matériel.

La fabrication de l'andain lors de la fauche

Afin de faciliter la reprise de l'andain lors du battage, celui-ci devrait être d'une largeur très légèrement inférieure au convoyeur d'alimentation de la batteuse. Plus les plants sont déposés de manière ordonnée et plus l'andain constitue un tapis régulier, plus le traitement du battage sera facilité.

Le battage du lin

Pour la majorité des moissonneuses-batteuses, les directives d'ajustements de départ pour la récolte du lin sont indiquées au manuel de l'opérateur. Le battage du lin peut se faire avec une batteuse conventionnelle et / ou axiale. Toutefois, dans l'objectif de la mise en valeur de la fibre de lin, le battage avec une batteuse axiale est moins avantageux de par son action plus agressive principalement dans la partie de séparation.

Le battage avec coupe directe

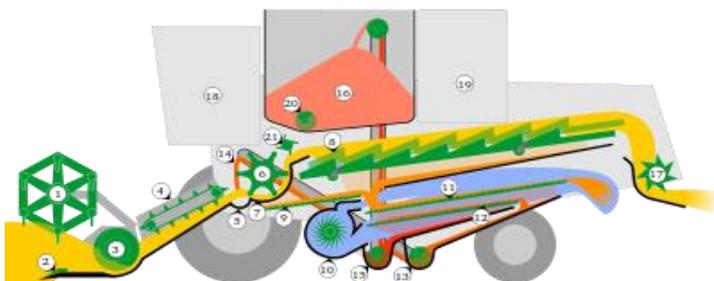


Schéma d'une batteuse conventionnelle
Hans Wasthuber & Tucvbif, Schéma d'une moissonneuse-
batteuse conventionnelle, 2006-12-14

La coupe du lin lors du battage en coupe directe répond aux mêmes critères que pour l'andainage, tel que mentionné précédemment. Des défis additionnels sont présents pour ce type de récolte puisque la présence de mauvaises herbes encore vertes, le taux d'humidité et le stade de croissance moins réguliers peuvent compliquer l'opération.

Ces sujets ont été abordés dans le document *Le lin - guide de production grain et fibre*.

Lors de l'utilisation de la table de coupe directe, deux modèles sont disponibles, soit une table rigide ou une table flexible aussi appelée table à soja. Chacune présente des avantages et des limites. La table rigide a l'avantage d'avoir une distance plus courte entre le lamier et la vis d'alimentation, ce qui facilite la régularité du déplacement de la récolte et de l'alimentation aux organes de battage. Une table flexible offre quant à elle une meilleure capacité pour une coupe plus près du sol, permettant ainsi potentiellement des tiges plus longues.

Pour les tables de coupe de batteuses avec vis d'alimentation, il peut être avantageux d'ajuster la longueur de l'aile de la vis de manière à concentrer le matériel sur une largeur légèrement inférieure à la largeur du convoyeur. Cet ajustement permet de limiter la quantité de tiges aux extrémités des arbres d'entraînement des différents systèmes de la batteuse et peut réduire l'incidence à l'enroulement du matériel autour des pièces en rotations.

Le ramassage des andains

La reprise des andains avec la moissonneuse-batteuse peut se faire avec une table à andains pour canola (tapis pleine largeur) ou une table à tapis multiples, le lin étant relativement résistant à l'égrenage. Le rôle de la table de ramassage d'andains est de soulever l'andain. L'angle du tablier sera le plus faible possible de manière à ce que le tablier se « glisse » sous la récolte limitant le secouage et les pertes. Les doigts du tablier ne doivent pas toucher le sol mais être le plus bas possible. La vitesse du tapis doit être très légèrement supérieure à la vitesse d'avancement (environ 3% plus vite que le déplacement selon les conditions.)

Le convoyeur d'alimentation de la moissonneuse-batteuse

Les convoyeurs d'alimentation à vitesse variable doivent être ajustés à la vitesse maximale. Bien sûr, la position du convoyeur doit être placée pour la récolte du petit grain.



La tension de la chaîne d'alimentation doit être ajustée selon les directives du fabricant afin de favoriser l'uniformité au système de battage.

L'unité de battage

L'attention à porter à l'unité de battage est déterminante pour optimiser la récolte du lin pour la graine et la fibre. Pour détacher les capsules des tiges et les faire ouvrir pour libérer les graines, il est nécessaire d'obtenir une friction importante. Toutefois, une trop grande action de battage peut entraîner des bris trop importants à la fois aux graines et aux tiges. En général, plus la taille des grains est petite, plus les ajustements doivent être précis. La tolérance à la déformation des composantes de l'unité de battage (râpes et contre-tambour) est aussi très faible pour un battage efficace dans une récolte comme le lin.



Unité de battage Aveo 240/160

Crédit : AVERO 240 / 160, Battage APS : une solution unique, [en ligne], consulté le 7 janvier 2018
http://www.claas.fr/produits/moissonneuses-batteuses/avero240-160-2017/systeme-de-battage?subject=KG_fr_FR

Pour favoriser une meilleure extraction des grains de leurs capsules, il est avantageux de placer des « plaques d'ébarbages » au contre-tambour. Bien sûr la moissonneuse-batteuse sera équipée d'un contre-tambour pour le petit grain.

La séparation

Le passage des pailles dans l'unité de séparation permet de

recupérer les derniers grains et capsules détachés des tiges qui ne sont pas passés à l'unité de nettoyage à la suite du battage.

Ce passage est actionné par des marcheurs (« *straw-walkers* ») dans une batteuse conventionnelle. Pour la batteuse axiale, c'est le prolongement du cylindre de battage qui permet la séparation. L'agressivité qui peut être donnée à cette partie de la batteuse axiale couplée à l'action de la force centrifuge permet un bon complément à l'action du battage. Cependant dans les situations où une action plus limitée sur les pailles est recherchée, ce type de système de séparation présente des limites significatives.

Le nettoyage

Les directives d'ajustements d'ouverture des passes et de la force et direction du vent sont généralement fournies dans le manuel de l'opérateur de chaque moissonneuse-batteuse.

Différents types de passes pour le nettoyage des petits grains sont disponibles sur le marché. Toutefois, il est possible d'obtenir de bonne performance de nettoyage avec des passes à doigts courts. Ce type de passe se reconnaît habituellement à sa mesure de 28,575 mm (1 1/8 pouce) du centre des axes des ailettes. Comparativement, une passe à gros grains (ex.: maïs) est de 41,275 mm (1 5/8 pouce) entre les axes.

Le traitement des pailles

Dans une perspective de valorisation des pailles, il est de mise de limiter autant que possible les dommages faits à celles-ci lors du battage. La moissonneuse-batteuse conventionnelle permet un battage moins agressif. À la sortie des marcheurs (« *straw-walkers* ») les pailles doivent être déposées au sol pour former un andain large et le plus régulier possible afin de favoriser le rouissage.

Conclusion

Au tournant du 20^{ème} siècle, le lin était largement cultivé partout au Québec. Chaque partie de cette plante était utilisée et profitable.



Les moyens mis en place par les agriculteurs pour récupérer à la fois les grains et la fibre étaient sommaires, mais permettaient une valorisation maximale. L'amélioration de la mécanisation en agriculture a favorisé la spécialisation, parfois au détriment des utilisations multiples d'une culture. La culture du lin a alors connu un déclin important. Cette culture plus complexe à transformer a presque disparu du paysage québécois et le savoir qui la caractérisait aussi.

À la base, la récolte du lin présente des défis en raison de sa résistance au cisaillement et pour le défibrage. Que ce soit pour la production de fibres ou pour la production de graines, la mécanisation s'est adaptée pour proposer des machines ayant de bonnes performances. Dans le cas de la double valorisation, grains et fibres, le défi de la récolte est beaucoup plus complexe.

De plus, réaliser cette récolte à double fin, en utilisant la machinerie non spécialisée disponible à la ferme, relève encore la complexité de l'exercice. L'utilisation des machines disponibles à la ferme représente cependant une voie très intéressante pour la valorisation de cette production ; un avantage économique significatif à mettre en valeur. Pour atteindre un niveau d'efficacité et de rentabilité commerciale en utilisant des machines non spécialisées, il est nécessaire d'accorder une attention toute particulière aux ajustements. Il est possible de réaliser la récolte du lin pour la graine et pour la fibre en utilisant des machines non spécifiquement adaptées. Il est cependant nécessaire de compenser par la qualité des composantes et la précision des ajustements. Les observations et suggestions contenues dans ce document sont principalement issues d'essais et d'expérimentations réalisées par des producteurs agricoles. L'utilisation du manuel de l'opérateur de chaque machine est à la base des ajustements proposés. Les essais et expérimentations devront se poursuivre pour documenter et augmenter les connaissances sur ce sujet et pour ce type de production.

RÉFÉRENCES

Ces références ont été utilisées au moment de la rédaction de cette fiche.

BHUDEVA, *Information on harvesting hemp, part 1*, [en ligne], consulté le 27 décembre 2017,

<http://bhudeva.org/blog/2010/12/17/information-on-harvesting-hemp-part-1/>

ÉCOSHÈRE, *Projet Multifonctionnalité, La route du lin, Rapport annuel saison 2013*, document interne présenté au CLD de La Mitis, 2014, 193 p.

ÉCOSPHERE, *Le lin, guide de production Grain et fibre*, document interne présenté au CLD de La Mitis, 49 p.

FLAX COUNCIL OF CANADA, *Growing flax : Production, Management & Diagnostic Guide, Chapitre 10 : Harversting*,

[en ligne], consulté le 27 décembre 2017.

<https://flaxcouncil.ca/growing-flax/chapters/harvesting/>

KARRAY, Mayssa, *Caractérisation des propriétés mécaniques et électriques des matériaux composites par méthode holographique numérique 3D et analyse diélectrique*, Thèse de Doctorat (Sciences), Université du Maine / Académie de Nantes, 2012, 196 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA, *La culture du lin*, Ottawa, 1964, 18 p.

NGUYEN, Dong, *Caractérisation de l'interface fibre/matrice. Application aux composites polypropylène/chanvre*, Thèse de Doctorat (Matériaux, mécanique, optique et nanotechnologie), Université technologique de Troyes, 2016, 112 p.

SASKATCHEWAN AGRICULTURE AND FOOD, *Hemp production in Saskatchewan*, 2006, 10 p.