

Chanvre industriel

Guide pour la production en régie
biologique et conventionnelle



Avril 2018

Le présent guide de production a été réalisé, notamment, grâce à une aide financière du Programme de développement sectoriel, issu de l'accord du cadre « Cultivons l'avenir 2 » conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Rédaction

Olivier Lalonde, agr., M.Sc., Logistik Unicorp inc.

Audrey Bouchard, agr., GMA Saguenay-Lac-Saint-Jean

Marc Beaulieu, agr., ChanvrExpert

Francis Lavoie, Lavoie Équipement Agricole inc.

Collaboration et révision

Marie-Pier Aubin, agr., M.Sc., MedicaGo inc.

Marc Beaulieu, agr., ChanvrExpert

Christian Boisjoly, Ferme Christian Boisjoly inc.

Luc Boivin, agr., Agrocentre Lanaudière inc.

Audrey Bouchard, agr., GMA Saguenay-Lac-Saint-Jean

Guillaume Dallaire, Ferme Tournevent inc.

Olivier Lalonde, agr., M.Sc., Logistik Unicorp inc.

Francis Lavoie, Lavoie Équipement Agricole inc.

Nathalie Morin, Aliments Trigone inc.

Jean-François Ridet, Ferme Ridet inc.

Nicolas St-Pierre, agr., Collège d'Alma

Gilles Tremblay, agr., M.Sc., Direction régionale MAPAQ Montérégie-Est

Coordination

Olivier Lalonde, agr., M.Sc., Logistik Unicorp inc.

Édition et mise en page

Jessica Bergeron, Logistik Unicorp inc.

Comment citer ce document

Lalonde, O., A. Bouchard, M. Beaulieu, et F. Lavoie. 2018. Chanvre industriel : Guide pour la production en régie biologique et conventionnelle. Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec. 79 pages.

Remerciements

La réalisation de ce guide a également été rendu possible grâce à l'appui financier des entreprises suivantes : Ferme JDN Pelletier inc, Ferme Laitière 3J inc., Ferme Taillon et fils inc., Ferme Tournevent inc., La Minoterie des Anciens inc., Lanaupôle Fibres inc., Lavoie Équipement Agricole inc., Le réseau Agrocentre et Logistik Unicorp inc. Les auteurs tiennent à remercier les collaborateurs pour leur précieux soutien et leur aide à la rédaction de ce guide ainsi qu'à sa révision, et le Réseau des plantes bio-industrielles du Québec et ses collaborateurs pour l'utilisation des données agronomiques issues de ses essais menés sur la culture du chanvre de 2011 à 2015.

Avant-propos

Bien qu'autorisé depuis 1998 pour la production agricole, le chanvre industriel est toujours considéré comme une culture émergente. C'est pourquoi les auteurs et le comité de révision désirent informer le lecteur que ce guide a été rédigé au meilleur de leurs connaissances et en fonction des données scientifiques les plus à jour et disponibles lors de sa rédaction, dont certains résultats proviennent des essais effectués dans le cadre du *Réseau des plantes bio-industrielles du Québec* (RPBQ). Par conséquent, ce guide de production n'est pas statique, mais plutôt évolutif et des changements y seront apportés en fonction de l'acquisition de nouvelles connaissances. Les informations et données présentées dans ce guide doivent être adaptées à la situation de chaque entreprise agricole. Les auteurs déclinent toute responsabilité quant aux résultats ou aux conséquences de la mise en pratique des renseignements contenus dans ce document.

Ce guide se présente comme une formule renouvelée du guide intitulé *La graine de chanvre biologique : un guide de production pour l'Est-du-Québec*. Tout comme sa version précédente, il présente l'ensemble des bonnes pratiques agronomiques à adopter pour la conduite de la culture du chanvre industriel, non plus seulement pour les régions agricoles de l'Est-du-Québec, mais dorénavant pour toutes les régions agricoles du Québec. Cette bonification s'étend également au niveau du système cultural, en ajoutant à celui du biologique, déjà traité, celui du conventionnel. Enfin, à la régie de culture du chanvre industriel dédiée pour la production du grain seul, fut ajoutée celle pour la production de paille seule, ainsi que son adaptation pour la production du chanvre industriel permettant la double production simultanée du grain et de la paille. Toute l'équipe du présent guide tient à remercier chaleureusement les comités de rédaction et de coordination de la précédente version, pour avoir permis l'utilisation partielle de son contenu. Les producteurs et conseillers agricoles du Québec en seront les premiers bénéficiaires.

Table des matières

Chapitre 1. Portrait du chanvre industriel	1
1.1 PRÉSENTATION	1
1.2 SURVOL HISTORIQUE	1
1.3 PRODUITS DU CHANVRE INDUSTRIEL	2
1.3.1 GRAINS	2
1.3.2 TIGES	2
1.3.3 FLEURS ET FEUILLES	3
Chapitre 2. Biologie de la plante	4
2.1 DESCRIPTION	4
2.2 DIOÏQUE OU MONOÏQUE ?	4
2.2.1 PLANTS DIOÏQUES	4
2.2.2 PLANTS MONOÏQUES	4
2.2.3 RAPPORT DES SEXES (<i>SEX RATIO</i>)	5
2.3 FORMATION ET MATURATION DU GRAIN	5
2.4 TEMPÉRATURE ET PHOTOPÉRIODE	5
2.4.1 GERMINATION ET LE STADE PLANTULE	6
2.4.2 CROISSANCE VÉGÉTATIVE	6
2.4.3 FLORAISON	6
Chapitre 3. Pour cultiver du chanvre industriel, par où commencer?	2
3.1 IDENTIFIEZ VOTRE ACHETEUR	2
3.2 RÉSERVEZ VOTRE SEMENCE	2
3.3 N'OUBLIEZ PAS VOTRE LICENCE!	2
Chapitre 4. Règlementation	3
4.1 OBLIGATIONS DE LA LICENCE	3
4.2 LICENCE ET SEMENCIERS	4
4.3 LICENCE ET PRODUCTEUR-LOCATAIRE	4
4.4 LE FORMULAIRE DE DEMANDE DE LICENCE	4
Chapitre 5. Choix du site	6
5.1 UNE BONNE STRUCTURE DE SOL ET UN BON ÉGOUTTEMENT	6
5.2 SUR UN RETOUR DE PRAIRIE OU D'UN ENGRAIS VERT PLEINE SAISON	6
5.3 FAIBLE PRESSION DE MAUVAISES HERBES	6
5.4 UN PH OPTIMAL	6
Chapitre 6. Choix du cultivar	8
Chapitre 7. Semis	10

7.1 TAUX DE SEMIS	10
7.1.1 POURQUOI SEMER PLUS FORT?	10
7.2 DATE DE SEMIS	10
7.2.1 GRAINS	11
7.2.2 DOUBLE FIN ET PAILLE	11
7.3 PRÉPARATION DU LIT DE SEMENCES ET SEMIS	11
7.3.1 ON ROULE OU ON NE ROULE PAS?	11
7.3.2 L'UNIFORMITÉ DU SEMIS, UN GAGE DE SUCCÈS!	12
<u>Chapitre 8. Fertilisation</u>	<u>13</u>
8.1 AZOTE	13
8.1.1 RÉFÉRENCES EN FERTILISATION POUR LE GRAIN	13
8.1.2 RÉFÉRENCES EN FERTILISATION POUR LA DOUBLE FIN	14
8.1.3 LE <i>TIMING</i>	14
8.2 PHOSPHORE ET POTASSIUM	15
8.2.1 RÉFÉRENCES EN FERTILISATION POUR LE GRAIN	15
8.2.2 RÉFÉRENCES EN FERTILISATION POUR LA DOUBLE FIN	15
8.2.3 ÉTAT DU SOL ET PHOSPHORE	16
8.2.4 FUMURES ORGANIQUES	16
8.3 SOUFRE	16
<u>Chapitre 9. Gestion des mauvaises herbes</u>	<u>17</u>
9.1 CHOIX DU SITE, IMPLANTATION ET STRATÉGIES PRIORISÉES	17
9.2 FAUX-SEMIS	17
9.3 CONTRÔLE MÉCANIQUE	17
9.3.1 PRÉ ET POSTLEVÉE	17
9.3.2 DANS L'ENTRE-RANG	18
9.4 CONTRÔLE CHIMIQUE	18
9.4.1 LES HERBICIDES RÉSIDUELS	18
9.5 CHANVRE SPONTANÉ	18
<u>Chapitre 10. Gestion des maladies et des insectes ravageurs</u>	<u>20</u>
10.1 LES MALADIES	20
10.1.1 POURRITURE BLANCHE OU SCLÉROTINIOSE?	20
10.2.2 POURRITURE GRISE	22
10.2 LES INSECTES RAVAGEURS	22
<u>Chapitre 11. Récolte du grain</u>	<u>23</u>
11.1 CRITÈRES DE RÉCOLTE - ÉVALUATION DE LA MATURITÉ DU GRAIN	23
11.1.1 À QUEL MOMENT DOIS-JE COMMENCER À ÉVALUER LA MATURITÉ DU GRAIN DE MON CHANVRE?	23
11.1.2 COMMENT ÉVALUER LE POURCENTAGE DE MATURITÉ DU GRAIN EN VUE DE LA RÉCOLTE?	23
11.1.3 GESTION DU CHANTIER DE RÉCOLTE	24
11.1.4 SECTEURS SENSIBLES AUX GELS MORTELS HÂTIFS	24
11.2 MACHINERIE – RÉCOLTE DU GRAIN	27

11.2.1	COMPOSANTES DU SYSTÈME D'ALIMENTATION	27
11.2.1.1	Barre de coupe	27
11.2.1.2	Le convoyeur d'alimentation	28
11.2.2	SYSTÈME DE BATTAGE	28
11.2.3	COMPOSANTES DU SYSTÈME DE SÉPARATION.	30
11.2.3.1	Le système de retour (batteuse conventionnelle)	30
11.2.3.2	Le tire-paille (batteuse conventionnelle)	30
11.2.3.3	Le tire-paille (batteuse axiale)	30
11.2.3.4	Les secoueurs	32
11.2.4	SYSTÈME DE CRIBLAGE	32
11.2.5	GESTION DES RÉSIDUS	32
11.2.6	AJUSTEMENT DE LA BATTEUSE	34
11.3	LE GRAIN SE RÉCOLTE LENTEMENT	35
Chapitre 12. La récolte de la paille		37
12.1	LE ROUISSAGE, C'EST QUOI?	37
12.2	LE ROUISSAGE SE RÉALISE COMMENT?	37
12.3	MOMENT DE LA FAUCHE	38
12.3	MACHINERIE – DOUBLE FIN OU PAILLE SEULE	38
12.3.1	FAUCHAGE	39
12.3.1.1	Fauche au niveau du sol après la récolte du grain	39
12.3.1.2	Fauche sans la récolte du grain	41
12.3.2	RETOURNAGE	41
12.3.3	MISE EN ANDAIN	41
12.3.4	PRESSAGE	41
12.4	ENTREPOSAGE DE LA PAILLE	42
Chapitre 13. Rendements		43
13.1	RENDEMENTS EN GRAIN	43
13.2	RENDEMENTS EN PAILLE	43
Chapitre 14. Traitement du grain pour l'entreposage et conservation		45
14.1	NETTOYAGE DES ÉQUIPEMENTS ET PRÉVENTION	45
14.2	PRÉ-NETTOYAGE	45
14.3	VENTILATION ET SÉCHAGE	46
14.3.1	CALCUL DU DÉBIT D'AIR ET TEMPÉRATURE DE SÉCHAGE	46
14.3.2	POSITIONNEMENT DE LA SONDE À TEMPÉRATURE	47
14.3.3	AGGLOMÉRATION DU GRAIN ET POCHES DE CHALEUR	47
14.3.4	GRAINS JAUNES	48
14.4	ENTREPOSAGE À LONG TERME	48
14.5	CRIBLAGE DE PRÉ-COMMERCIALISATION	49
14.5.1	PRÉVENTION	49
14.5.2	SANS GLUTEN	49
14.6	ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE DE QUALITÉ DU GRAIN	50

14.6.1 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE	50
14.6.2 ANALYSES DE QUALITÉ DU GRAIN	51
<u>Chapitre 15. Budgets de production</u>	<u>52</u>
15.1 BUDGETS DE PRODUCTION	52
15.2 PROGRAMME D'ASSURANCE RÉCOLTE COLLECTIVE	52
<u>Références bibliographiques</u>	<u>57</u>
<u>Crédits photographiques</u>	<u>61</u>

Liste des tableaux

TABLEAU 4-1. PROCESSUS ÉTAPE PAR ÉTAPE POUR VOUS AIDER À PRÉPARER VOTRE DEMANDE DE LICENCE POUR LA CULTURE DU CHANVRE INDUSTRIEL.....	5
TABLEAU 6-1. CARACTÉRISTIQUES D'UNE SÉLECTION DE CULTIVARS DE CHANVRE INDUSTRIEL, REGROUPÉS SELON LE TYPE, INSCRITS SUR LA <i>LISTE DES CULTIVARS APPROUVÉS</i> AU CANADA.	9
TABLEAU 7-1. TAUX DE SEMIS ET POPULATION À CIBLER À LA LEVÉE EN FONCTION DU PRODUIT VISÉ.	10
TABLEAU 8-1. GRILLE DE RÉFÉRENCE EN FERTILISATION DU CHANVRE EN FONCTION DE LA TENEUR INITIALE DU SOL.	13
TABLEAU 11-1. EXEMPLE DE L'EFFET DE LA DATE DE SEMIS D'UN CULTIVAR DONNÉ SUR LE TAUX D'HUMIDITÉ DU GRAIN (%) À LA RÉCOLTE.....	24
TABLEAU 11-2. RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS APPLIQUÉES À DIVERS SYSTÈMES DE L'ÉQUIPEMENT DE RÉCOLTE DU GRAIN....	33
TABLEAU 11-3. RÉSUMÉ DES AJUSTEMENTS DE LA BATTEUSE.	34
TABLEAU 11-4. AIDE AU DÉPANNAGE (<i>TROUBLESHOOTING</i>)	36
TABLEAU 13-1. RENDEMENTS MOYENS EN GRAINS POUR DIVERS CULTIVARS, MESURÉS À DIVERS SITES, DE 2013 À 2015.....	44
TABLEAU 13-2. RENDEMENTS MOYENS EN PAILLE POUR DIVERS CULTIVARS, MESURÉS À DIVERS SITES, DE 2013 À 2015.	44
TABLEAU 14-1. EXEMPLES DE PARAMÈTRES DONT L'ANALYSE POURRAIT ÊTRE EXIGÉE POUR LE GRAIN PAR UN ACHETEUR-TRANSFORMATEUR ET LIMITES (OU GAMME) POUVANT ÊTRE IMPOSÉES POUR CHACUN D'EUX.	51
TABLEAU 15-1. BUDGET DU CHANVRE GRAIN PRODUIT EN RÉGIE BIOLOGIQUE À L'HECTARE	53
TABLEAU 15-2. BUDGET DU CHANVRE GRAIN PRODUIT EN RÉGIE CONVENTIONNELLE À L'HECTARE	54
TABLEAU 15-3. BUDGET DU CHANVRE DOUBLE FIN PRODUIT EN RÉGIE BIOLOGIQUE À L'HECTARE	55
TABLEAU 15-4. BUDGET DU CHANVRE DOUBLE FIN PRODUIT EN RÉGIE CONVENTIONNELLE À L'HECTARE	56

Chapitre 1. Portrait du chanvre industriel

1.1 Présentation

Le chanvre industriel fait partie de la famille des Cannabaceae, tout comme le houblon. Le chanvre industriel, de même que la marijuana, dérivent tous deux d'une seule et même espèce, soit *Cannabis sativa* L. (NPGS, 2018). Toutefois, il existe une multitude de variétés différentes issues de cette même espèce, qui contiennent plus ou moins de delta-9-tétrahydrocannabinol (THC), qui est le composé psychotrope de cette espèce. C'est d'ailleurs sur la concentration de ce dernier qu'il est possible de distinguer le chanvre industriel de la marijuana. Selon le Ministère de la Justice (2017), le chanvre industriel se définit comme : des plantes ou parties de plantes du genre *Cannabis* obtenues à partir de semences certifiées de cultivars inscrits sur la *Liste des cultivars approuvés* en vertu du *Règlement sur le chanvre industriel*, et dont les feuilles et les têtes florales, ainsi que leurs dérivés, ne contiennent pas plus de 0,3 % THC.

1.2 Survol historique

Cultivé depuis plus de 10 000 ans avant J.-C., le chanvre industriel a longtemps répondu à plusieurs besoins de l'espèce humaine, dont au niveau de l'alimentation avec son grain et son dérivé d'huile, et au niveau industriel, tel que l'habillement, la communication écrite, le transport maritime (voiles, cordages) et les teintures à partir de la paille et de l'huile rance.

Aux débuts de la colonisation, en Nouvelle-France, la culture du chanvre industriel fut très vite encouragée par les intendants Talon et Bégon. Elle fut essentielle à la fabrication de voiles et de cordages pour la navigation. Malgré l'établissement d'un chantier de construction navale à Québec et tous les efforts déployés pour inciter la culture du chanvre industriel, la production fut insuffisante pour répondre aux besoins de la colonie, les pratiques culturelles et les techniques de transformation ne donnant pas des produits de qualité. À terme, la culture du lin fut privilégiée.

Après la Conquête, c'est au tour des autorités britanniques de tenter d'introduire la culture du chanvre industriel au Canada. Malgré les besoins et la présence d'un marché pour ce produit dans l'Empire Britannique, cet élan fut ralenti dû, entre autres, au coût de production élevé et au manque de connaissances des habitants. Les cultures du lin et du chanvre ne furent jamais suffisantes pour soutenir une exportation soutenue, bien que suffisante pour répondre à la demande interne de la colonie (Boisvert, 1996). Pourtant, au XIX^e siècle, l'arpenteur Joseph Bouchette et l'auteur Joseph-Charles Taché ont tous deux vanté la qualité du chanvre produit au pays et regretté le fait que la culture ne fut pas assez développée, voire pratiquement abandonnée. Le premier envisageait une nette contribution du chanvre au développement économique de la colonie, dans la mesure où sa culture adoptait des méthodes de récolte et de transformation plus efficaces (Bouchette, 1815). De son côté, Taché (1856) conclut que les sols, le climat et les conditions hydrologiques étaient plus qu'adéquats pour cette culture.

L'avènement de l'ère industrielle a particulièrement contribué à réduire son utilisation et donc sa production agricole. Cette époque marque, entre autres, les débuts des bateaux à vapeur, de la

mécanisation de l'égrenage du coton, des pâtes et papiers issus de la forêt et de l'industrie pétrochimique. Le glas du chanvre sonna durant les années 1930, résultat d'un mouvement d'intolérance face aux drogues qui prit racine aux États-Unis. Il entraîna rapidement, en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde, la mise en place de lois rendant illégale la culture et la consommation de marijuana et par ricochet, la culture du chanvre industriel. Ce n'est qu'en 1992 que plusieurs pays d'Europe décidèrent de lever l'interdiction, suivis du Canada et de l'Australie en 1998, et des États-Unis en 2017.

Depuis sa réintégration dans le paysage agricole canadien, le chanvre industriel se cultive pour le grain et se retrouve principalement dans les Prairies canadiennes. Plusieurs projets de recherche et de développement y ont d'ailleurs été réalisés. Dans l'Est du Canada, la culture du chanvre est plus marginale et surtout retrouvée en régie biologique. Les résultats de plusieurs essais expérimentaux réalisés depuis 2006, ont contribué à la rédaction du présent guide.

1.3 Produits du chanvre industriel

La valeur commerciale du chanvre industriel est exceptionnelle et très prometteuse. De cette culture, on obtient principalement trois types de matière première, soit les grains, la tige et les fleurs/feuilles. De ces trois matières premières, d'autres coproduits peuvent également être retirés.

1.3.1 Grains

Le grain est surtout utilisé pour approvisionner le marché de l'alimentation humaine. Il peut être commercialisé entier ou décortiqué. Il peut aussi être pressé pour en extraire l'huile. La qualité initiale du grain ainsi que la méthode d'extraction utilisée dicteront si l'huile sera de classe alimentaire ou industrielle. L'extraction de l'huile laisse un coproduit solide, le tourteau. Celui-ci peut être séché puis moulu pour en faire une farine riche en protéine végétale sans gluten pour l'alimentation humaine. Au Canada, lors de la publication de ce guide, il était toujours interdit d'utiliser le chanvre industriel, en partie ou en totalité, ou ses dérivés, comme ingrédient alimentaire dédié aux animaux d'élevage. Cette interdiction ne s'applique pas aux animaux domestiques (chat, chien, perruche, etc.) et sauvages (cerf, oie, dinde sauvage, etc.).

1.3.2 Tiges

La tige de chanvre se compose de deux parties. Sur le pourtour extérieur, on retrouve une partie très fibreuse qui s'effiloche aisément, c'est la fibre cellulosique. Cette dernière recouvre une partie centrale ligneuse, blanche, très poreuse et qui ressemble à du liège : c'est la chènevotte. Ainsi, après une étape de défibrage mécanique, on obtient la fibre brute. Son niveau de qualité déterminera le marché. Le marché du textile exige un niveau élevé de qualité et nécessite des traitements supplémentaires de la fibre, afin de la cotoniser et, par conséquent, la rendre plus facilement filable puis tissable. On retrouve ensuite le niveau de qualité composite puis celui de la construction pour l'isolation. La chènevotte est surtout utilisée dans le secteur de la construction d'habitations. Mélangée à de la chaux et de l'eau, elle sert à la fois de charpente et d'isolation. Elle peut être coffrée ou encore transformée en brique.

1.3.3 Fleurs et feuilles

Les fleurs et les feuilles présentent un intérêt au niveau des marchés pharmaceutique, nutraceutique et fonctionnel. Séchées, elles peuvent par exemple être utilisées comme ingrédient pour des infusions d'herbes sèches ou, encore, servir de matière première pour l'extraction de composés actifs d'intérêts divers. Au moment de la publication de ce guide, il était encore interdit, au Canada, de récolter et de commercialiser les fleurs et les feuilles issues de la culture du chanvre industriel.

Chapitre 2. Biologie de la plante

2.1 Description

Le chanvre industriel est une herbacée annuelle présentant une racine pivotante. Les feuilles composées (1 à 11 folioles) dentées sont très caractéristiques (Fig. 2-1). D'abord opposée durant la période de croissance végétative, la disposition des feuilles sera ensuite alterne suivant l'induction de la floraison.

2.2 Dioïque ou monoïque ?

Le chanvre industriel est naturellement une espèce dite dioïque, c'est-à-dire que l'on retrouve des individus portant exclusivement des fleurs femelles (Fig. 2-2), et conséquemment les grains, et des individus portant exclusivement des fleurs mâles (Fig. 2-3). Bien que plusieurs insectes pollinisateurs puissent être observés sur les fleurs mâles, ils ne visitent pas les fleurs femelles car elles n'ont pas de nectar à offrir. Ainsi, chez les cultivars dioïques, la pollinisation est croisée et effectuée par le vent (Renalli, 2004).

Le chanvre industriel présente aussi de manière naturelle des individus monoïques (Fig. 2-4), c'est-à-dire que chaque individu porte à la fois des fleurs femelles (Fig. 2-5A) et des fleurs mâles (Fig. 2-5B, 2-5b), mais toutes deux distinctes. Dès lors, des généticiens ont profité de ce caractère afin de développer des cultivars monoïques, permettant ainsi la production de grains par tous les individus. Chez les cultivars monoïques, il y a à la fois de l'autopollinisation et de la pollinisation croisée (Grishko et al., 1935). Une fois la pollinisation complétée, les plants mâles des cultivars dioïques meurent (Fig. 2-6A), tandis que pour les cultivars monoïques, seules les fleurs mâles meurent (Fig. 2-5c) pour laisser place à la maturation des grains du même plant (Fig. 2-5a). Cette mortalité ne doit pas être confondue avec une mortalité à la suite d'une maladie (Fig. 10-4). D'ailleurs, les tiges sèches et lignifiées des plants mâles morts peuvent contribuer à rendre difficile le battage du grain.

2.2.1 Plants dioïques

Chez les individus dioïques, les fleurs sont disposées en une grappe, qui prend naissance à chacun des nœuds le long du tiers supérieur de la tige principale pour, à terme, former une ramification secondaire. Pour les plants mâles, la grappe est lâche et les fleurs, dont la couleur peut varier du vert pâle au rosé, sont tombantes (Fig. 2-3). Les plants mâles commencent à fleurir avant les plants femelles. Pour les plants femelles, la grappe est composée de fleurs compactes, érigées, feuillues et vertes (Fig. 2-2, 2-6B).

2.2.2 Plants monoïques

Chez les plants monoïques, les fleurs sont aussi disposées en une grappe, qui prend naissance à chacun des nœuds le long du tiers supérieur de la tige principale pour, à terme, former une ramification secondaire. Cette fois-ci, les fleurs mâles sont plus compactes (Fig. 2-5B) que celles sur les plants dioïques, bien qu'elles restent tombantes. Elles se développent et s'ouvrent à nouveau

avant les fleurs femelles. Ces dernières se développent plus tard et vont par conséquent se situer au-dessus des mâles de la même ramification secondaire (Fig. 2-5).

2.2.3 Rapport des sexes (*sex ratio*)

Le rapport des sexes (*sex ratio*) du chanvre industriel est fortement influencé par plusieurs paramètres environnementaux (Renalli, 2004). Il est par conséquent difficile de fixer génétiquement la proportion d'individus mâles et femelles pour les cultivars dioïques, ou encore, la proportion de fleurs mâles et femelles par plant pour les cultivars monoïques. D'un cas comme dans l'autre, il est dès lors difficile de garantir un taux pour un cultivar donné. À titre indicatif, le système de classification Sengbusch distingue cinq formes monoïques en fonction de la proportion des fleurs mâles et femelles. De la forme 1 à 5, la proportion de fleurs mâles passe respectivement de 80-90 % à 60-70 %, à 40-50 %, à 10-30 %, à moins de 10 % (Sengbusch et Neuer, 1943). Selon les auteurs, les types 2 et 3 sont les types idéaux car ils assurent une pollinisation adéquate.

Il est important de noter que le type sexuel, dioïque ou monoïque, n'influence en rien la maturité du grain. Des cultivars hâtifs et tardifs se retrouvent dans les deux groupes (Amaducci et al., 2008).

2.3 Formation et maturation du grain

Tout comme pour le canola et le soya, la floraison du chanvre est indéterminée. Mais contrairement à ces deux autres cultures, où les grains sont réunis respectivement dans une silique ou une gousse, ceux du chanvre sont solitaires et se développent à l'abri d'une bractée (Fig. 2-5a), laquelle s'ouvrira à la maturité du grain (Fig. 2-7B). À mesure que la floraison chemine, la grappe s'allonge. Depuis sa base jusqu'à l'apex, des grains se formeront en alternance, jusqu'à la fin floraison. Durant son développement, le grain sera d'abord vert clair, puis deviendra de plus en plus opaque. À maturité, la couleur variera du gris au brun et pourra présenter ou non des mouchetures noires plus ou moins abondantes et grossières (Fig. 2-8). La maturation d'un grain s'effectue entre la troisième et la cinquième semaine, selon les conditions météorologiques (Mediavilla et al., 1998). À terme, la bractée s'ouvrira pour mettre à jour un grain mature (Fig. 2-7A). La maturité du plant est atteinte quand environ 50 % des grains sont ainsi visibles et qu'environ 75 % des grains sont durs (Mediavilla et al., 1998).

2.4 Température et photopériode

De plus en plus de travaux scientifiques sont réalisés afin d'étudier l'impact qu'ont la température et la photopériode sur le développement physiologique du chanvre (Amaducci et al., 2008; Lisson et al., 2000a-d; van der Werf et al., 1995), dont la compréhension contribuera notamment au développement de nouveaux cultivars adaptés à diverses conditions environnementales et à divers besoins.

2.4.1 Germination et le stade plantule

La température est le premier facteur qui contrôle la durée entre le semis et la germination, où la rapidité du développement augmente linéairement avec la température jusqu'à une température critique (Lisson et al., 2000a). La température de base du sol permettant la germination est située entre 1 et 2 °C (Amaducci et al., 2008; Lisson et al., 2000a). Considérant une température de base de 1 °C, la germination, la sortie et l'élongation de l'hypocotyle exigeraient en moyenne 24,1 degrés-jour, 44,5 degrés-jour et 1,34 degrés-jour, respectivement, par mm de croissance (Lisson et al., 2000a).

Ainsi, pour une température constante du sol de 8 °C et un semis effectué à une profondeur uniforme de 10 mm (½ po), une plantule serait visible en 6 à 7 jours après le semis.

2.4.2 Croissance végétative

Dès le stade cotylédons, la température de base passe à 11,3 °C (Amaducci et al., 2008). La croissance végétative du chanvre est d'abord dépendante du cumul de degrés-jour (Lisson et al., 2000b). Cette phase peut varier de 20 à 40 jours (Amaducci et al., 2008), après quoi, le chanvre passe un point critique où il entre dans une phase photosensible (Lisson et al., 2000b). À partir de ce point critique, si la durée du jour vient à être inférieure à une valeur critique, la floraison est dès lors induite. Tant que la durée du jour est supérieure à cette valeur critique, la croissance végétative se poursuit. La valeur critique, induisant la floraison, est variable selon la sensibilité génotypique (Lisson et al., 2000b). La durée de cette période photosensible contribue à classer les cultivars selon leur niveau de maturité. Pour un cultivar hâtif donné, elle peut être aussi brève que 18 jours, tandis qu'elle peut être de 40 ou 50 jours pour des cultivars tardifs (Amaducci et al., 2008). Les mêmes auteurs rapportent également que la durée de chacune des deux phases diminue à mesure que la date de semis s'approche du mois de juin pour les cultivars dioïques, alors que seule la phase de photosensibilité allongerait variablement jusqu'à un certain point pour les cultivars monoïques.

2.4.3 Floraison

Chez le chanvre industriel, la floraison est indéterminée à jours courts. Dès que la durée du jour passe en deçà d'une valeur critique, l'induction de la floraison est provoquée. La durée entre l'initiation florale et l'apparition de la première fleur est en moyenne de six à sept jours pour une majorité de cultivars (Amaducci et al., 2008). La valeur critique induisant la floraison est variable selon la sensibilité génotypique (Lisson et al., 2000b). En respect du cumul de degrés-jour, cette valeur se situe en moyenne autour de 14 heures d'ensoleillement (Lisson et al., 2000b) pour les cultivars tardifs, tandis qu'elle est variable pour les cultivars hâtifs, dont la floraison peut même être initiée avant le solstice (Amaducci et al., 2008; Lalonde et al., données non publiées). Durant la floraison, la croissance en hauteur se poursuivra, mais se terminera avec la fin floraison (Fig. 2-9), aussi induite par la photopériode.



Figure 2-1. Feuille composée dentée (9 folioles) de chanvre.



Figure 2-2. Fleurs d'un plant de chanvre dioïque femelle.



Figure 2-3. Fleurs d'un plant de chanvre dioïque mâle.



Figure 2-4. Plant de chanvre monoïque^, présentant à la fois des fleurs femelles et mâles.

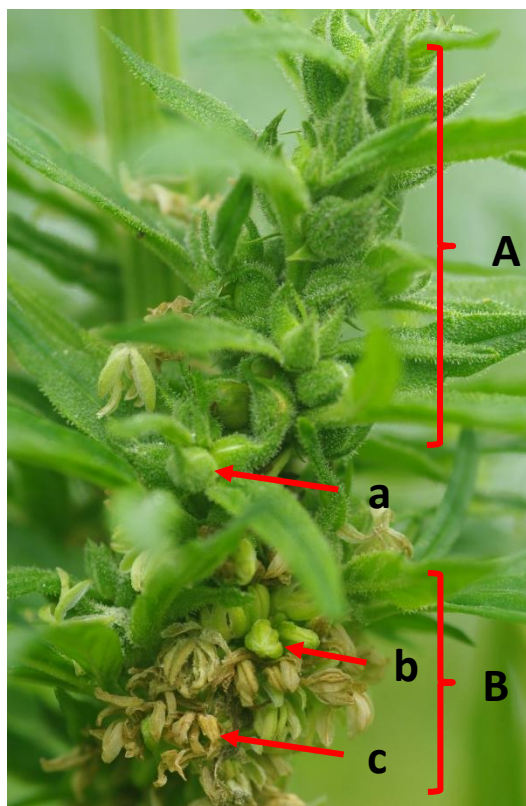


Figure 2-5. Plant de chanvre monoïque; fleurs femelles (A), grain en formation recouvert d'une bractée (a), grappe de fleurs mâles (B) dont certaines vivantes (b) et d'autres mortes (c).



Figure 2-6. Mortalité de plants de chanvre dioïques mâles (A) et plant dioïque femelle au stade maturation du grain (B).



Figure 2-8. Grains de couleurs variables selon le niveau de maturité.

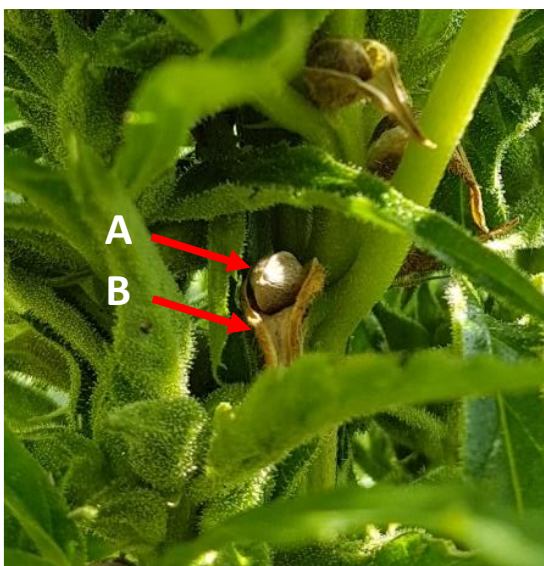


Figure 2-7. Grain de chanvre mature (A) au-dessus de sa bractée desséchée (B).

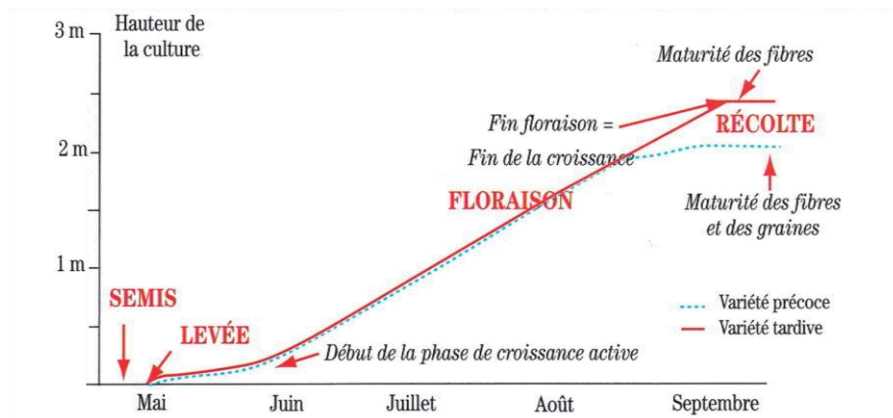


Figure 2-9. Croissance du chanvre, exemple d'un semis début mai pour un cultivar hâtif et tardif

Chapitre 3. Pour cultiver du chanvre industriel, par où commencer?

Tout d'abord, le chanvre industriel, tout comme la marijuana, est considéré comme une drogue par le Gouvernement du Canada. Par conséquent, la production de chanvre industriel ainsi que la possession de semences ou de grains viables sont illégales en l'absence d'une licence, laquelle est émise par Santé Canada. À ce titre, le grain de chanvre n'est pas régi par la Commission canadienne des grains et les producteurs ne peuvent bénéficier de ses services. Il n'est d'ailleurs pas autorisé à être utilisé comme ingrédient alimentaire commercial pour les animaux d'élevage. Dans ce contexte, l'accès aux marchés est plus difficile que pour d'autres grains. La culture du chanvre nécessite une bonne maîtrise des principes agronomiques de base associés à la production. Elle ne doit donc pas être prise à la légère.

Afin d'améliorer vos chances de succès avec cette culture, voici quelques actions à entreprendre **avant le 1^{er} février de l'année** :

3.1 Identifiez votre acheteur

Avant même d'effectuer votre demande de licence auprès de Santé Canada, identifiez le marché visé et, par conséquent, un acheteur sérieux et reconnu qui lui est associé. En contactant d'abord un tel acheteur, vous pourrez vous référer à ses exigences en termes de cultivars à utiliser et de critères de qualité. Ainsi, votre potentiel de succès avec la culture sera plus élevé.

Tel que mentionné précédemment, le chanvre peut être produit afin d'alimenter le marché du grain, de la paille ou les deux à la fois. Au niveau du grain, il y a les marchés biologique, biologique sans gluten et conventionnel. D'autres marchés sont appelés à se développer avec le temps. Il y a ensuite le marché de la paille, dont le prix donné sera le même, que la paille ait été produite en régie biologique ou conventionnelle.

3.2 Réservez votre semence

Contactez rapidement le semencier qui commercialise les cultivars recherchés par votre acheteur, afin d'y réserver votre lot. Ainsi, vous pourrez compter sur un plus grand choix variétal et aurez la garantie de la disponibilité des volumes dont vous avez besoin.

3.3 N'oubliez pas votre licence!

Dès que vous savez qui achètera votre récolte et que vous savez quel cultivar vous utiliserez, contactez sans tarder Santé Canada, afin d'obtenir votre formulaire de licence. Une fois complété et soumis selon toutes les exigences, Santé Canada se donne 60 jours ouvrables, soit trois mois en continu, pour étudier votre demande et vous envoyer votre licence. Pour un semis prévu le 1^{er} mai, la demande de licence doit avoir été soumise au plus tard le 1^{er} février. Pour plus de détails, consulter la section *Règlementation*.

Chapitre 4. Règlementation

La culture du chanvre industriel est autorisée au Canada, en vertu de l'obtention d'une licence émise par Santé Canada, depuis mars 1998.

L'adoption de la *Loi réglementant certaines drogues et autres substances* en 1997 conférait le pouvoir législatif d'autoriser la production commerciale du chanvre industriel au Canada. Le *Règlement sur le chanvre industriel* (RCI) a reçu l'approbation finale le 12 mars 1998 et a établi le cadre réglementaire nécessaire à sa production en milieu agricole.

Les licences émises en vertu des lignes directrices de Santé Canada contrôlent étroitement la production de chanvre industriel. Tel que mentionné précédemment, tout le chanvre au Canada doit être cultivé à partir de semences certifiées, homologuées et ne présentant pas plus de 0,3 % de THC. L'utilisation de sa récolte personnelle de grains comme source de semences pour l'année suivante par les producteurs est par conséquent interdite.

Le RCI est administré par le *Bureau des substances contrôlées* de Santé Canada. Les personnes exerçant une activité impliquant du chanvre doivent se doter d'une licence. La possession sans licence de chanvre, qu'il soit sous la forme de plantes vivantes ou non, en tout ou en partie, ou de semences viables est dès lors considérée au sens de la loi comme une infraction criminelle. Les exceptions sont les tiges matures sans feuilles, branches ou fleurs, ainsi que les grains non viables.

4.1 Obligations de la licence

Le 21 novembre 2016, Santé Canada a émis une exemption au *Règlement sur le chanvre industriel*. Cette exemption permet de mieux aligner les exigences réglementaires au faible niveau de risque associé au chanvre industriel. L'exemption est une mesure provisoire visant à simplifier le processus de demande de licence alors que le gouvernement se prépare à prendre des mesures pour soutenir son engagement de légaliser et de réglementer rigoureusement la marijuana, et d'en limiter l'accès. Dorénavant :

- 1- Une licence couvre toutes les activités pratiquées avec le chanvre industriel, réduisant le nombre de licences et d'amendements requis. Parmi les catégories de personnes ayant besoin d'une licence, notons :
 - a. Les producteurs de semences, de grains ou de fibres;
 - b. Les sélectionneurs de plantes;
 - c. Les vendeurs et distributeurs;
 - d. Les transformateurs;
 - e. Les analystes de la viabilité du grain;
 - f. Les importateurs et exportateurs.
- 2- Une licence sera délivrée sans qu'il soit nécessaire de préidentifier les sites de culture :
 - a. Les producteurs de chanvre industriels pourront choisir les sites de production au moment du semis et envoyer une *Notification de culture de chanvre industriel*, soit un plan de champ ainsi que les coordonnées géoréférencées (GPS) de chacun d'eux au **Bureau des substances contrôlées** dans les 15 jours suivant l'ensemencement.

- 3- Aucune superficie minimale n'est requise pour la culture du chanvre industriel.
- 4- L'exigence d'analyse de THC pour la plupart des cultivars (grain et fibre) a été éliminée :
 - a. Maintenant, seuls les producteurs de semences de chanvre industriel ou ceux qui veulent ajouter une variété à la *Liste des cultivars approuvés*, doivent fournir les résultats d'analyse de la teneur en THC avant le 15 novembre de l'année d'analyse, à l'exception des cultivars visés par une exemption relativement à la *Liste des cultivars approuvés*.
- 5- Une licence expire au mois de mars de l'année suivant la production, permettant ainsi la vente et l'achat des produits cultivés pendant l'année précédente sur une plus longue période de temps.
- 6- Les vérifications du casier judiciaire sont maintenant valides pour un an à compter de la date de leur délivrance. Au Québec, l'entreprise *Identité Québec* effectue cette vérification moyennant des frais.

Le tableau 4-1 propose un échéancier à respecter en fonction des diverses étapes menant à l'obtention d'une licence, ainsi que les exigences à respecter une fois la licence obtenue.

4.2 Licence et semenciers

Prenez note que les semenciers exigent généralement de la part des producteurs qu'une copie numérique de leur licence leur soit fournie avant la vente des semences.

4.3 Licence et producteur-locataire

Pour les producteurs locataires, il est obligatoire de faire compléter le formulaire *Avis de culture du chanvre industriel* par le propriétaire du lot et de le joindre à la demande de licence soumise à Santé Canada.



4.4 Le formulaire de demande de licence

Afin de recevoir tous les documents pour l'obtention d'une licence ou pour toute question, veuillez contacter la *Section du chanvre industriel* du *Bureau des substances contrôlées* de Santé Canada à cette adresse courriel hemp@hc-sc.gc.ca. Les demandes peuvent maintenant être envoyées par courriel. Aucuns frais ne sont présentement exigés par Santé Canada pour l'analyse du dossier et l'émission d'une licence.

Tableau 4-1. Processus étape par étape pour vous aider à préparer votre demande de licence pour la culture du chanvre industriel.

ÉTAPES	ÉCHÉANCIER
1- Envoi d'une demande complète pour la possession, la culture, la production, la transformation, la distribution, l'importation ou l'exportation du chanvre industriel au Bureau des substances contrôlées.	À compter de début novembre
<ul style="list-style-type: none"> • Santé Canada présélectionne et examine les demandes. Les demandes incomplètes seront retournées immédiatement. • Une licence couvrant les activités pour lesquelles une demande a été soumise est délivrée. 	Novembre – avril
2- Après avoir obtenu sa licence, le titulaire entreprend ses activités liées au chanvre industriel.	Après la délivrance de la licence
3- Le titulaire de licence remplit et envoie au Bureau des substances contrôlées le formulaire d'avis de culture du chanvre industriel.	Dans les 15 jours suivant l'ensemencement
<ul style="list-style-type: none"> • Santé Canada consigne les renseignements sur les sites de culture. 	–
4- Le titulaire de licence qui fait la production de semences doit fournir des résultats sur la teneur en THC.	15 novembre de l'année d'analyse
<ul style="list-style-type: none"> • Santé Canada examine les résultats sur la teneur en THC en vue d'une inclusion à la Liste des cultivars approuvés. 	Décembre

Adapté de Santé Canada, 2016.


Attention, culture de chanvre industriel !


En raison de sa très forte ressemblance avec la marijuana, il arrive fréquemment qu'une culture de chanvre industriel attire la curiosité ou la crainte. Pour éviter toutes situations fâcheuses, voici quelques précautions à adopter :

- 1- Avertir le poste de police local de la présence de chanvre industriel sur leur territoire. Leur fournir le plan de champ et ses coordonnées GPS, une copie de votre licence et votre numéro de téléphone;
- 2- Placer un panneau à l'entrée du champ, indiquant votre n° de licence et votre n° de téléphone et identifiant qu'il s'agit d'une culture de chanvre industriel sans THC et sans effet psychotrope sous licence de Santé Canada;
- 3- Passer le mot dans la municipalité et le voisinage afin d'informer la population locale de la présence de la culture, de ses propriétés et usages.

Chapitre 5. Choix du site

Vous êtes intéressé par la culture du chanvre industriel? Vous envisagez en cultiver pour la première fois? Vous en avez déjà fait une fois mais les rendements ont été désastreux? Vous voudriez en refaire, mais vous êtes hésitant? Voici les quatre principaux critères agronomiques dont le respect contribuera significativement à la réussite de cette culture sensible.

5.1 Une bonne structure de sol et un bon égouttement

Les semences et les jeunes plantules jusqu'au stade 3^e-4^e paires de feuilles sont très sensibles à l'accumulation d'eau et à l'humidité prolongée (Fig. 5-1, 5-2). Les champs bien drainés et présentant un bon égouttement de surface sont à privilégier. Dans le cas inverse, la germination sera réduite et la levée hétérogène.

Le système racinaire du chanvre n'étant pas très puissant, sa croissance peut être facilement limitée dans les sols lourds ou mal structurés, même si ceux-ci sont drainés (Fig. 5-3). Pour les sols sableux, ils ont l'avantage de l'inconvénient. En effet, le drainage naturellement bon dans ces sols réduit les risques d'asphyxie racinaire des plants lors de printemps pluvieux (Fig. 5-2). À l'inverse, le chanvre produit sur les sables risque davantage de souffrir de sécheresse durant les périodes caniculaires de juillet, qui sont de plus en plus fréquentes (Fig. 5-4). Pour les sols riches en limon, ceux-ci sont plus sensibles à la battance. Dès lors, éviter le passage répétitif des machines de travail du sol afin de ne pas pulvériser les agrégats de sol dont la présence réduit l'effet de la battance.

5.2 Sur un retour de prairie ou d'un engrais vert pleine saison

C'est connu, une culture annuelle performe toujours mieux sur un retour de prairie ou d'un engrais vert pleine saison. La prairie et les engrais verts présentent de nombreux avantages en améliorant la fertilité globale du sol (matière organique, activité biologique) et la structure du sol (agrégats, porosité). Selon les constats des dernières années, cette réponse positive est encore plus perceptible avec le chanvre, entre raisons, son système racinaire étant naturellement peu performant.

5.3 Faible pression de mauvaises herbes

Considérant le faible arsenal d'outils de contrôle efficace des mauvaises herbes dans le chanvre, ainsi que sa lenteur au démarrage, il serait préférable de cibler des champs où l'historique des mauvaises herbes est faible. Le chanvre est aussi sensible à plusieurs herbicides résiduels, tels que ceux contenant de l'imazéthapyr. Voyez-y.

5.4 Un pH optimal

Bien que des rendements corrects puissent être obtenus sur des sols de pH 6, il est fortement recommandé de faire des correctifs de chaulage avant le semis pour atteindre un pH d'au moins 6,5 et assurer ainsi une bonne germination et des rendements optimaux.



Figure 5-1. Conséquences de l'accumulation d'eau, dans un champ au drainage de surface déficient, sur du chanvre de stade 1^{re} paire de feuilles.



Figure 5-2. Mortalité du chanvre de stade 1^{re} paire de feuilles, suite à l'accumulation d'eau dans un champ au drainage de surface déficient.



Figure 5-3. Racine en santé (A), racine ayant contourné un caillou (B), racines provenant de zones au sol compacté (C et D).



Figure 5-4. Chanvre souffrant de sécheresse sur sol de texture sable fin loameux.



Figure 5-5. Conséquences de précipitations récurrentes sur du chanvre au stade 3^e-4^e paire de feuilles : feuilles basales moisies, début de jaunissement des pointes des feuilles supérieures, stagnation de la croissance.

Chapitre 6. Choix du cultivar

Les cultivars de chanvre sont généralement classés en deux groupes selon leur type sexuel, soit les cultivars dioïques et les cultivars monoïques. Des hybrides sont toutefois en développement, afin de réduire l'hétérogénéité de la culture au champ.

Au Canada, on retrouve principalement des cultivars dioïques, qui ont été développés pour la production de grains. Ceux-ci sont généralement plus courts que 170 cm. Bien qu'encore peu nombreux, les cultivars monoïques sont aussi présents et l'offre semble vouloir se diversifier. Leur port plus grand que 170 cm les rend intéressants pour la production simultanée de grain et de paille ou encore seulement de paille. Bien que sur le marché canadien, les cultivars dioïques tendent à être généralement plus hâtifs que les cultivars monoïques, prenez note que le type sexuel, dioïque ou monoïque, n'influence en rien la maturité du grain. Des cultivars hâtifs et tardifs se retrouvent dans les deux groupes.

La liste complète des cultivars de chanvre industriel approuvés par Santé Canada est mise à jour annuellement et est disponible sur leur site Internet.

Le tableau 6-1 présente une sélection des principaux cultivars actuellement retrouvés au niveau commercial au Canada et pouvant être cultivés pour approvisionner divers marchés. Parmi ceux-ci, la performance agronomique de plusieurs a été évaluée dans certaines régions. Cela dit, il existe bien d'autres cultivars, mais dont la disponibilité de la semence est plus ou moins incertaine. N'hésitez pas à contacter votre conseiller pour plus amples détails. Prenez note que les données (Tableau 6-1) de hauteur et de durée avant la floraison et la maturité sont présentées à titre indicatif afin d'apprécier les différences variétales seulement. Ces paramètres sont variables en fonction des conditions environnementales, lesquelles diffèrent d'une région à l'autre.

Tableau 6-1. Caractéristiques d’une sélection de cultivars de chanvre industriel, regroupés selon le type, inscrits sur la *Liste des cultivars approuvés* au Canada.

Cultivars	Biologie	Type	Hauteur (cm)*	Floraison (jours après semis)*	Récolte (jours après semis)*
Canda	Monoïque	Grain	150-200	55-70	100
Canma	Dioïque	Grain	100-150	40-50	95
CFX-1	Dioïque	Grain	100-130	40-50	90
CFX-2	Dioïque	Grain	90-120	40-50	90
CRS-1	Dioïque	Grain	100-150	40-50	90
Debbie	Monoïque	Grain	150-200	55-70	-
Finola	Dioïque	Grain	70-100	30-35	80
Grandi	Dioïque	Grain	70-100	40-50	90
Granma	Dioïque	Grain	150-200	55-70	-
Judy	Monoïque	Grain	150-200	55-70	-
Katani	Dioïque	Grain	70-100	40-50	90
Piccolo	Dioïque	Grain	70-100	40-50	90
X-59	Dioïque	Grain	120-150	-	100
Alyssa	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	105
Anka	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	105
Delores	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	105
Férimon	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	110
Joey	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	-
Jutta	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	105
USO 31	Monoïque	Double fin	-	-	-
Yvonne	Monoïque	Double fin	180-220	55-70	105
Carmen	Monoïque	Paille	>200	55-70	-
Petera	Dioïque	Paille	>250	-	-
Silesia	Monoïque	Paille	>250	-	-

*Lorsque disponibles, données mesurées en Montérégie. Réseau des plantes bio-industrielles du Québec, CÉROM, 2013 à 2015.

Chapitre 7. Semis

7.1 Taux de semis

Le taux de semis du chanvre doit être calculé en fonction du poids de 1 000 grains, qui varie entre 15 et 20 g selon le cultivar, et du pourcentage de germination. Le poids spécifique kg/hl est d'environ $53,7 \pm 1,6$. Le tableau 7-1 présente les populations à viser à la levée, ainsi qu'une fourchette de taux de semis suggérés pour atteindre ces populations. Sachez qu'une population élevée de plants ne se traduit pas obligatoirement par des rendements élevés en grains, mais par une assurance de couverture de sol par la culture. Durant sa période de croissance active, le chanvre est une culture plastique dont la ramure s'adapte en fonction de la densité de la population. Ainsi, les plants seront plus ou moins ramifiés si la densité est faible ou forte. Plus celle-ci est forte, plus il y aura de compétition et de mortalité dans les premières semaines de développement pour ensuite se stabiliser.

Tableau 7-1. Taux de semis et population à cibler à la levée en fonction du produit visé.

Produit	Population levée (plants/m ²)	Taux de semis (kg/ha)
Grain	100-150	30-45
Double fin (grain et paille)	175-225	50-55
Paille	250-325	60-65

7.1.1 Pourquoi semer plus fort?

La date de semis peut être très variable selon la région agricole, les conditions de sol et l'objectif de production (grain, double fin ou paille). Bien que la semence soit certifiée et que le pourcentage théorique de germination soit élevé, ce potentiel ne se traduit malheureusement pas toujours au champ. Plus un semis est hâtif (1^{er} au 15 mai), plus le risque de mortalité de la semence ou de la plantule augmente. Ceci est notamment fonction du nombre et de la durée des périodes pluvieuses qui sévront entre le semis et le stade 3^e-4^e paires de feuille du chanvre. Plus ces périodes seront nombreuses, plus le risque de mortalité sera élevé. C'est pourquoi un semis hâtif devrait être effectué avec une bonification du taux de semis.

Également, il est suggéré d'adapter le taux de semis selon les conditions de sol, l'historique des mauvaises herbes, le type de semoir, le type de désherbage (mécanique) et l'expérience du producteur avec la culture.

7.2 Date de semis

Afin d'assurer une bonne levée, la température du sol doit se situer autour de 8 à 10 °C. La chaleur du sol de même que l'uniformité de la profondeur du semis permettront une germination rapide et homogène. Bien que les plantules tolèrent assez bien les gels nocturnes parfois observés au printemps, elles demeurent toutefois très sensibles aux précipitations abondantes, et ce, jusqu'au

stade 3-4 paires de feuilles (Fig. 5-5). Une combinaison pluie et froid sur quelques jours peut rapidement sonner le glas et exiger un nouveau semis.

7.2.1 Grains

Si le chanvre est exclusivement produit pour le grain, l'utilisation de cultivars courts et hâtifs permet une large fenêtre de semis. Selon la région, un semis entre la mi-mai et la mi-juin est adéquat. Dans des essais de dates de semis réalisés dans diverses régions du Québec (Bouchard et Lalonde, 2016), les résultats démontrent que dans un sol sensible à la battance et/ou avec une pression élevée de mauvaises herbes, le semis de cultivars hâtifs peut être retardé jusqu'à la fin juin, afin d'être effectué dans de meilleures conditions météorologiques et/ou de préparation de sol sans trop affecter le rendement en grain. Par contre, si un cultivar tardif est utilisé, la fenêtre de semis est restreinte et ne devrait pas dépasser la mi-juin.

7.2.2 Double fin et paille

L'enjeu de la date de semis est plus important pour la production de paille que celle pour le grain. Le semis hâtif d'un cultivar tardif contribue à l'augmentation du rendement en paille. En présence d'une fenêtre de beaux temps, si les conditions de sol sont propices à l'établissement de la culture et la pression des mauvaises herbes est très faible, un semis hâtif devrait toujours être favorisé pour les marchés à double fin ou pour la production de paille seulement.

7.3 Préparation du lit de semences et semis

Après le choix du site, la préparation du lit de semences est le second paramètre en importance contribuant à la réussite de la culture du chanvre. Il doit se faire de la même manière qu'un semis de plantes fourragères ou de canola. Comme la semence de chanvre est petite, la qualité du lit de semences est importante, de même que l'uniformité de la profondeur du semis, pour assurer une levée homogène (Fig. 7-1). En effet, il faut s'assurer de ne pas semer trop profondément et d'avoir un bon contact sol-semences. Pour ce faire, le lit de semences doit être travaillé de façon à obtenir une base ferme, qui favorise l'uniformité de la profondeur du semis et la bonne capillarité du sol, mais aussi une surface friable, assurant un bon contact sol-semences. **Un bon indicateur avant de semer : si vous marchez sur le sol, votre empreinte de pied doit être difficilement visible.**

7.3.1 On roule ou on ne roule pas?

Si les conditions du sol sont sèches lors du semis et dans la semaine à venir, le passage d'un rouleau crénelé ou Brillion est recommandé avant et après le semis et ce, autant pour les sols légers que les sols lourds. Peu importe la méthode utilisée pour la préparation du lit de semences, conservez un minimum d'agrégats stables en surface pour réduire les risques de battance pour les sols reconnus comme sensibles (Fig. 7-2).

7.3.2 L'uniformité du semis, un gage de succès!

Pour une levée rapide et uniforme, il est recommandé, lors du semis, de placer les semences dans la fraîche (Fig. 7-3), c'est-à-dire dans la portion humide du sol. Toutefois, ne pas semer plus profondément que 2,5 cm (1 po) si les conditions de sol sont sèches ou 1 à 2 cm ($\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ po) si elles sont humides. Sans égard à l'équipement de semis utilisé, il est important de vérifier la profondeur de semis dès les premiers mètres semés. L'uniformité de la profondeur du semis est trop souvent négligée avec le chanvre (Fig. 7-4).

Le semis est généralement fait avec un semoir à céréales, dont l'écartement varie entre 12 cm (5 po) et 18 cm (7 po) selon le modèle. Un écartement étroit (12 cm – 5 po) permet une couverture de sol plus rapide, réduisant l'impact des mauvaises herbes.



Attention !



La révision de l'ajustement de la profondeur du semis serait à effectuer dans le cas d'un champ ayant différentes textures de sol.



Figure 7-1. Germination et levée uniforme du chanvre.



Figure 7-3. Positionnement de la semence de chanvre dans la fraîche.



Figure 7-2. Chanvre souffrant d'une battance importante du sol.



Figure 7-4. Hétérogénéité de la levée du chanvre suite à une mauvaise préparation du lit de semences.

Chapitre 8. Fertilisation

Le chanvre répond davantage à la fertilité globale et aux bonnes conditions de sols, qu'à la fertilisation azotée seulement (Bouchard, 2014). À ce titre, dans de mauvaises conditions, notamment dans un sol mal structuré, compact, avec un égouttement déficient, les rendements seront réduits, voir médiocres, malgré une fertilisation optimale.

Tableau 8-1. Grille de référence en fertilisation du chanvre en fonction de la teneur initiale du sol.

AZOTE (N)			
Produits		Références (kg N/ha)	
Grain		90-120	
Double fin et paille		100-150	
GRAIN ET DOUBLE FIN ¹			
PHOSPHORE (P)		POTASSIUM (K)	
Analyse (kg P _{M-3} /ha)	Références (kg P ₂ O ₅ /ha)	Analyse (kg K _{M-3} /ha)	Références (kg K ₂ O/ha)
0-30	80	0-50	90
31-60	65	51-100	75
61-90	45	101-150	60
91-120	35	151-200	45
121-150	30	201-250	20
151-250	0-20	250-500	0-20
250 et +	0	501 et +	0

¹Adapté de CRAAQ 2010, grille de référence en fertilisation pour le blé de printemps

8.1 Azote

Au cours de sa croissance, la partie aérienne de la plante prélève jusqu'à 200 unités d'azote à l'hectare (Heard et al., 2007). Les mêmes auteurs ont mesuré qu'à maturité, environ 40 unités/ha sont exportées par le grain, environ 75 unités/ha sont retrouvées dans les tiges et le reste est réparti régressivement entre les feuilles, celles tombées au sol et les fleurs. Dans le cas où, en plus du grain, la paille est aussi récoltée et le rouissage préalable de celle-ci effectuée (voir Chapitre 12 – Récolte de la paille), l'exportation de l'azote est en moyenne d'environ 32 unités par hectare (Heard et al., 2007). La stratégie de fertilisation devrait donc s'assurer que les réserves du sol, combinées aux apports minéraux et/ou organiques, puissent fournir les besoins en éléments nutritifs pour ainsi obtenir un développement optimal des plants.

8.1.1 Références en fertilisation pour le grain

Le taux d'azote total auquel la culture devrait avoir accès peut varier de 90 à 120 unités d'azote par hectare (Tableau 8-1). Pour calculer les apports à appliquer, il faut d'abord soustraire l'apport du précédent cultural, les arrières effets des fumures puis de la matière organique du sol. Selon le niveau de santé des sols, la réponse du chanvre au taux d'application de l'azote peut varier. Ainsi, des rendements optimaux ont été obtenus avec des taux plus faibles que 90 kg N/ha, résultats obtenus

sur des loams argileux dans le cadre d'essais de fertilisation réalisés au Saguenay-Lac-Saint-Jean (Bouchard, 2014). À l'inverse, un essai réalisé sur des sols légers (sables et loams sableux) au Québec a permis de documenter une augmentation des rendements en grain avec des apports azotés allant jusqu'à 200 kg N/ha (Aubin et al., 2015). Notez qu'une augmentation ne signifie pas une optimisation. Dans cette étude, la courbe de réponse n'a atteint aucun plateau. Ceci peut suggérer que l'absorption de l'azote par la plante n'a pas été efficace. Également, en cas de surfertilisation, la plante reste verte plus longtemps et entraîne des difficultés de fauchage (Bouloc, 2013). Des observations indiquent que l'atteinte de la maturité du grain à l'automne est retardée, période où la météo peut interférer négativement avec la récolte. Enfin, notez que le rendement en grain du chanvre est aussi significativement influencé par l'environnement (type de sol et la météo), comme quoi l'azote n'est pas le seul facteur contribuant au rendement (Aubin et al., 2015). D'autres études devraient être réalisées afin de statuer avec davantage de certitudes sur les besoins en azote du chanvre.

Pour vous aider à définir le bon taux d'azote à appliquer, veuillez vous référer à votre agronome.

8.1.2 Références en fertilisation pour la double fin

Le taux d'azote total auquel la culture devrait avoir accès peut varier de 100 à 150 unités d'azote par hectare (Tableau 8-1). Pour calculer les apports à appliquer, d'abord soustraire l'apport du précédent cultural, les arrières effets des fumures, et de la matière organique. Une étude menée au Québec a permis de documenter une augmentation linéaire des rendements en paille avec des apports azotés allant jusqu'à 200 kg N/ha (Aubin et al., 2015). Notez également qu'une augmentation ne signifie pas une optimisation. Dans cette étude, la hauteur maximale des plants fut atteinte avec un taux d'application de 150 kg N/ha. En plus de la hauteur, le diamètre des tiges est le second paramètre contribuant au rendement en paille. Ceux-ci ne sont pas seulement influencés par l'azote, mais aussi par la densité des plants. Si la densité est faible, il y aura moins de compétition pour l'azote. Les plants seront donc plus gros et plus grands et par conséquent plus difficiles à récolter. Dès lors, le taux d'azote devrait être revu à la baisse si la population ciblée est faible (100 plants/m²) (Bouloc, 2013).

Pour vous aider à définir le bon taux d'azote à appliquer, veuillez vous référer à votre acheteur.

8.1.3 Le *timing*

La croissance active du chanvre ne débute approximativement qu'après 4 à 5 semaines suivant le semis, soit à partir du stade 3^e-4^e paires de feuilles. Entre le semis et ce stade, les mauvaises herbes peuvent bénéficier d'une pleine fertilisation azotée réalisée au semis et ce, au détriment du chanvre. Conséquemment, le calendrier de fertilisation devrait être planifié de manière à synchroniser la quantité d'azote assimilable disponible avec les besoins de la plante dans le temps, ainsi qu'à réduire le prélèvement de l'azote par les mauvaises herbes. De ce fait, pour une fertilisation minérale, l'apport d'azote devrait être fractionné à 50 % entre le semis et le stade 3^e-4^e paires de feuilles.

Dans le cas d'une fumure organique, le moment d'application dépendra du ratio carbone/azote de la fumure organique. Ainsi, pour un fumier solide et pailleux, un épandage d'automne serait à

privilégier. Inversement, pour un fumier de volaille ou un lisier, un épandage de printemps serait préférable si les conditions le permettent.

Toutefois, des applications printanières de lisier risquent d'augmenter l'incidence de compaction du sol et de réduire l'effet de la fertilisation, surtout dans les sols sensibles au tassement.

8.2 Phosphore et Potassium

Peu de travaux ont été effectués jusqu'à présent pour déterminer les besoins réels de la culture en phosphore et en potassium au Canada. Des résultats provenant du Manitoba indiquent qu'au cours de sa croissance, la partie aérienne de la plante prélève jusqu'à 47 unités de P en équivalent P_2O_5 et jusqu'à 211 unités de K en équivalent K_2O (Heard et al., 2007). Selon les mêmes auteurs, le grain à lui seul exporte en moyenne 19 kg de P_2O_5 et 10 kg de K_2O à l'hectare.

Dans le cas où, en plus du grain, la paille est aussi récoltée et le rouissage préalable de celle-ci effectué (voir Chapitre 12 – Récolte de la paille), l'exportation par les tiges en équivalent P_2O_5 est en moyenne d'environ 6 kg/ha de même qu'en équivalent K_2O (Heard et al., 2007). La stratégie de fertilisation devrait donc s'assurer que les réserves du sol, combinées aux apports minéraux et/ou organiques, puissent fournir les besoins en éléments nutritifs pour ainsi obtenir un développement optimal des plants.

8.2.1 Références en fertilisation pour le grain

Pour la récolte du grain seul, les références actuelles au Québec se basent principalement sur la culture du blé de printemps. Les valeurs de référence du CRAAQ sont déterminées en fonction de la teneur initiale du sol en ces éléments et varient de 0 à 80 kg P_2O_5 à l'hectare pour le phosphore et de 0 à 90 kg K_2O à l'hectare pour le potassium (Tableau 8-1).

Dans les sols présentant des valeurs initiales élevées en P_2O_5 , ≥ 150 kg/ha, et en K_2O , ≥ 200 kg/ha, le chanvre ne bénéficiera, pour aucun d'eux, d'une fertilisation minérale en termes de rendement en grain (Aubin et al., 2015; Vera et al., 2010), ou de teneur en protéine (Aubin et al., 2015).

8.2.2 Références en fertilisation pour la double fin

S'il y a récolte de la paille et que celle-ci est rouie au champ, les références actuelles au Québec se basent principalement sur la culture du blé de printemps. Les valeurs de référence du CRAAQ sont déterminées en fonction de la teneur initiale du sol en ces éléments et varient de 0 à 80 kg P_2O_5 à l'hectare pour le phosphore et de 0 à 90 kg K_2O à l'hectare pour le potassium (Tableau 8-1).

Dans les sols présentant des valeurs initiales en K_2O supérieures à 200 kg/ha, le chanvre ne bénéficie pas d'une fertilisation minérale en K_2O (Aubin et al., 2015; Vera et al., 2010). Toutefois, afin de compenser l'exportation et de conserver les teneurs initiales du sol, une application variant entre 80 et 120 kg K_2O à l'hectare pourrait être envisagée.

8.2.3 État du sol et phosphore

Considérant une faible mobilité du phosphore dans le sol et le système racinaire peu performant du chanvre, un sol bien structuré aura un impact considérable sur le développement racinaire du chanvre et donc sur sa capacité à s’approvisionner en cet élément. De plus, le phosphore joue un rôle important dans le développement du système racinaire. Un apport suffisant en cet élément, jumelé à une bonne stabilité structurale, favorisera une implantation vigoureuse des plantules.

8.2.4 Fumures organiques

Pour un champ présentant des conditions adéquates de sol pour la production de chanvre, si le taux d’application des fumures organiques est calculé en fonction des besoins en azote, les besoins en P et K du chanvre seraient également couverts. Le taux d’application devrait toujours tenir compte de l’analyse de sol.

8.3 Soufre

La plante entière immobiliserait en moyenne 14 kg à l’hectare de soufre, dont 3 kg à l’hectare dans le grain. Généralement, dans un sol ayant un bon taux de matière organique, un apport supplémentaire de soufre n’est pas justifié, ni pour la production de grain seul, ni pour la paille, ni pour la double fin. Des résultats provenant de la Saskatchewan indiquent que même sur un sol carencé en soufre, aucun effet sur les rendements en grain et en paille n’a été obtenu suite à différents taux d’application de sulfate de potassium (Vera et al., 2010).

Chapitre 9. Gestion des mauvaises herbes

Considérant le faible arsenal d'outils de contrôle efficace des mauvaises herbes dans la culture du chanvre industriel, ainsi que la croissance lente jusqu'à l'atteinte du stade 3-4 paires de feuilles, la fenêtre d'intervention est limitée à la période du présemis.

La taille et la forme du grain de chanvre peut parfois rendre son criblage difficile en présence de certaines graines de mauvaises herbes, contribuant à son déclassement voire au refus du lot par l'acheteur. Ceci s'applique également aux acheteurs de paille, qui recherchent un haut niveau de pureté de la paille.

9.1 Choix du site, implantation et stratégies priorisées

D'abord, cibler des champs où l'historique des mauvaises herbes est faible. Il est aussi important que le champ soit bien drainé, qu'il présente un bon égouttement de surface et une bonne fertilité (voir Chapitre 5 - Choix du site, et Chapitre 8 - Fertilisation). Effectuer le semis dans des conditions adéquates de sol permettra une germination rapide et homogène (voir Chapitre 7 - Semis).

La propriété plastique du chanvre fait que sa ramure se développe plus ou moins selon la densité des plants. Ainsi, le rendement en grain est sensiblement le même pour un large éventail de densités. Dès lors, assurez-vous d'avoir une population d'au moins 100 plants/m². Au-delà du stade 3-4 paires de feuilles, la croissance du chanvre est active. Ses larges feuilles combinées à un entre-rang serré (12-17 cm ou 5-7 po) lui permettront aussi d'être plus compétitif contre les mauvaises herbes.

9.2 Faux-semis

Si les conditions de sol le permettent, un ou deux faux-semis mécaniques peuvent être effectués avant le semis du chanvre industriel. Le faux-semis est plus efficace dans les champs avec un historique de cultures annuelles. Une période de deux semaines entre les deux faux-semis contribue à augmenter leur efficacité (Leblanc et Cloutier, 1996). S'il y a plus d'un passage, ceux-ci doivent être réalisés à des profondeurs décroissantes, afin de limiter la remontée des graines de mauvaises herbes à la surface (Leblanc et Cloutier, 1996).

Pour les entreprises en régie conventionnelle, le faux-semis chimique peut aussi être employé. Celui-ci permet d'éviter de brasser à nouveau le sol et donc de prévenir la germination d'une nouvelle cohorte. Dès lors, les mauvaises herbes pourraient être détruites à l'aide d'un herbicide systémique non-sélectif, appliqué au choix, en présemis ou en prélevé de la culture.

9.3 Contrôle mécanique

9.3.1 Pré et postlevée

Il n'existe aucune publication connue qui documente l'effet de la herse-étrille (peigne) et de la houe rotative (picoteuse) comme moyens de désherbage mécanique utilisés aux stades pré et postlevée

du chanvre. Il est par conséquent difficile d'émettre des recommandations sur leur utilisation respective dans la culture du chanvre.

9.3.2 Dans l'entre-rang

Le sarclage de l'entre-rang est possible et présente une certaine efficacité si la technique est bien maîtrisée et que les conditions météorologiques le permettent (Bouchard, 2014). L'entre-rang doit être d'au moins 25 cm (10 po) pour permettre le passage du sarclage. Celui-ci doit être autoguidé, tout comme le semoir, afin de ne pas détruire le chanvre. La surface à sarcler devrait respecter la capacité en termes de temps du producteur. Si celle-ci est limitée ou si les conditions de sol et la météo ne sont pas favorables, les surfaces semées aux 10 po non sarclées pourraient rapidement être hautement enherbées. Ceci pourrait réduire le rendement et la qualité à venir (grain et paille), de même qu'augmenter la banque de graines de mauvaises herbes pour les années suivantes.

9.4 Contrôle chimique

Au Canada, le seul herbicide présentement homologué depuis 2015 dans la culture du chanvre, qu'il s'agisse de production de grains, à double fin ou de paille, est le produit commercial ASSURE II. Son utilisation sans danger sur le chanvre ne permet que le contrôle des graminées annuelles. Veuillez vous référer à l'étiquette du produit pour les modalités d'utilisation.

D'autres herbicides contenant la même matière active, soit le quizalofop-p-éthyl, sont également disponibles. Ces herbicides sont AGACTIVES SECURE, IPO, YUMA et YUMA GL. L'homologation de ces produits est toutefois limitée à l'Ontario et seulement et exclusivement pour la production de la paille.

Aucun herbicide n'est présentement homologué pour la gestion des mauvaises herbes à feuilles larges.

9.4.1 Les herbicides résiduels

Le chanvre est sensible à plusieurs herbicides résiduels, tels que ceux contenant de l'imazéthapyr. Si la destruction printanière de plants spontanés résistants au glyphosate issus de la culture précédente, tels que du maïs ou du soya, s'effectue chimiquement en présemis du chanvre, choisir judicieusement l'herbicide afin de ne pas nuire au chanvre. Soyez vigilant. Dans le doute, s'abstenir.

9.5 Chanvre spontané

Le *Règlement sur le chanvre industriel* exige la destruction des plants de chanvre spontanés qui pourraient être observés l'année suivant sa culture. Soyez rassuré, le chanvre n'est pas aussi problématique que ne l'est le sarasin.

Sachez que la majorité des grains de chanvre retrouvés au sol à l'automne seront soit mangés par les oiseaux ou les rongeurs, soit germés pour ensuite être détruits l'hiver venu. Les travaux de sol primaires et secondaires sont souvent suffisants pour s'occuper du reste, surtout s'il y a ajout de

faux-semis et autres passages mécanisés en saison. Comme la majorité des herbicides contrôlant les feuilles larges contrôlent aussi le chanvre, leur utilisation prévue pour la culture suivante sera adéquate. S'il en reste après tout cela, la destruction manuelle est l'ultime solution.



Coffre à outils



Le **Guide d'identification des mauvaises herbes** du MAPAQ est un outil en ligne qui permet d'identifier rapidement plus de 120 mauvaises herbes.

Chapitre 10. Gestion des maladies et des insectes ravageurs

Le chanvre industriel n'est pas une culture reconnue pour sa grande vulnérabilité aux maladies et aux insectes, laquelle justifie d'intervenir de manière curative. Par contre, intégrer de manière récurrente de bonnes pratiques culturales, lesquelles permettent de réduire l'incidence de maladies et d'insectes ravageurs, est toujours de rigueur. Cette section ne présente pas toutes les maladies et ravageurs s'attaquant au chanvre, mais seulement les principaux justifiant une attention particulière actuellement. Avec l'augmentation des surfaces cultivées, il est possible que l'incidence de maladies et de ravageurs présentement considérés comme sans intérêt augmente et qu'une bonification du présent contenu soit nécessaire.

10.1 Les maladies

10.1.1 Pourriture blanche ou sclérotiniose?

S'il y a une maladie qui nécessite une attention particulière, c'est bien la sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*). Non pas parce que le chanvre y est extrêmement sensible, mais parce qu'il entretient le cycle vital de la maladie. C'est pourquoi, une bonne gestion de l'assolement est recommandée si celle-ci contient d'autres cultures plus sensibles.

Il est connu que la maladie est favorisée lors des années pluvieuses et en présence d'une densité élevée de plants. La résistance est plus grande chez les cultivars de canola présentant peu ou pas de pétales et chez les cultivars de soya qui ont un port dressé (Bailey et al., 2004). Côté chanvre, sa tige unique, haute et dressée, pourrait contribuer à sa plus grande résistance naturelle. À l'inverse, les fleurs femelles sont toutefois compactes, augmentant le risque d'incidence par la formation de sclérotés et ce, même en absence de pétales. Ceux-ci peuvent se retrouver dans le grain. Lorsque brisés, ils présentent des dimensions similaires au chanvre, rendant leur retrait possible uniquement à l'aide des tables à gravité ou d'un trieur optique, étape engendrant beaucoup de pertes de grains.

C'est surtout au niveau des tiges (Fig. 10-1) que la maladie est la plus souvent observée, avec la formation de sclérotés dans la tige (Fig. 10-2) ou sur celle-ci (Fig. 10-3). Selon la sévérité, elle provoque la verse possible des têtes de plants, qui peut être problématique au moment du battage. Elle provoque également la maturité hâtive des grains (Fig. 10-4). Cette maladie n'est actuellement pas un enjeu majeur dans la culture du chanvre, mais cette position pourrait être revue selon l'augmentation des surfaces cultivées.

Aucun cultivar résistant à la sclérotiniose n'est présentement disponible. S'il y a antécédent de la maladie, éviter les fortes fumures azotées dans les champs, car la verse en augmente sa fréquence. L'agent biologique CONTANS^{md} WG, à base de *Coniothirium minitans*, peut être appliqué au sol à l'automne après la récolte d'une culture sensible à la maladie, laquelle précéderait la culture du chanvre, afin de réduire la charge du sol en sclérotés. Pour les entreprises détenant une certification biologique, il est fortement recommandé de vérifier l'admissibilité du produit auprès de votre organisme de certification avant son utilisation. Consulter l'étiquette du produit pour les modalités d'application après la récolte.



Figure 10-1. Plant de chanvre affecté par la sclérotinia au niveau de la tige, provoquant la maturité hâtive des grains.



Figure 10-2. Sclérote formé dans une tige de chanvre.



Figure 10-3. Tige de chanvre avec plusieurs sclérotés.



Figure 10-4. À gauche, plant dioïque femelle affecté par la sclérotinia; à droite, plants dioïques mâles morts à la suite de leur floraison.

10.2.2 Pourriture grise

En fin de saison, il est possible d'observer de la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) au niveau de la tête des plants. Bien que des grains soient observables sur les têtes affectées, ceux-ci sont généralement blanchâtres et vides. Ils seront facilement retirés au moment du battage. Pour la production exclusive de la paille, cette maladie n'est pas un enjeu majeur.

Aucun cultivar résistant n'est disponible. Les agents biologiques CONTANS^{md} WG, à base de *Coniothirium minitans*, et Actinovate[®] SP, à base de *Streptomyces lydicus* souche WYEC, sont efficaces contre la maladie. Pour les entreprises détenant une certification biologique, il est fortement recommandé de vérifier l'admissibilité des produits auprès de votre organisme de certification avant leur utilisation. Consulter l'étiquette des produits pour les modalités d'application de chacun d'eux.

10.2 Les insectes ravageurs

Aucun insecte n'est présentement reconnu pour être un ravageur spécifique au chanvre industriel. Toutefois, plusieurs insectes ravageurs généralistes peuvent être ponctuellement observés et pourraient occasionnellement endommager plus ou moins sévèrement l'une ou l'autre des parties végétales du chanvre. Parmi eux, notons plus particulièrement le cas de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), qui peut s'attaquer aux tiges du chanvre (Fig. 10-5, 10-6) dans les régions où ce ravageur est généralement présent. Souvent anecdotiques, il arrive parfois que les dommages soient élevés. Dans les cas répertoriés, la récolte du grain a toujours été possible, mais parfois avec plus de limitations. Pour la production exclusive de la paille, ce ravageur n'est pas problématique. La surfertilisation azotée semble favoriser ce ravageur, pour les régions où il est présent. Durant le stade végétatif, il est aussi possible d'observer l'altise à tête rouge (*Systema frontalis*) sur le feuillage. Sur les têtes florales, durant la maturation des grains, le ver-gris du trèfle (*Anarta trifolii*) ainsi que plusieurs espèces de punaises à bouclier, aussi appelées punaises puantes (Pentatomidés), sont actifs certaines années. Dans tous ces cas, aucun seuil économique d'intervention n'a été calculé car jusqu'à ce jour, aucun d'eux ne semble présenter une incidence suffisamment grande pour le justifier.



Figure 10-5. Sciure au point de bris d'une tige de chanvre causée par la pyrale du maïs.



Figure 10-6. Pyrale du maïs dans une tige de chanvre.

Chapitre 11. Récolte du grain

11.1 Critères de récolte - évaluation de la maturité du grain

La floraison du chanvre est indéterminée. Les grains du chanvre sont solitaires et se développent à l'abri d'une bractée (Fig. 2-5a), laquelle s'ouvrira à la maturité du grain (Fig. 2-7B). À mesure que la floraison chemine, des rameaux secondaires se développent, sur lesquels se trouvent les fleurs. Depuis la base jusqu'à l'apex des rameaux, des grains se formeront en alternance, jusqu'à la fin floraison. Durant son développement, le grain sera d'abord vert clair, puis deviendra de plus en plus opaque (Fig. 11-1). À maturité, la couleur variera du gris au brun et pourra présenter ou non des mouchetures noires plus ou moins abondantes et grossières (Fig. 2-8). La maturation d'un grain s'effectue entre trois et cinq semaines selon les conditions météo (Mediavilla et al., 1998). À terme, la bractée s'ouvrira pour mettre à jour un grain mature (Fig. 2-7A).



Attention !



L'évaluation de la maturité ne s'effectue pas en évaluant les grains depuis le bas vers le haut du plant, mais depuis le bas vers le haut de chacune des ramifications.

11.1.1 À quel moment dois-je commencer à évaluer la maturité du grain de mon chanvre?

Déterminer le bon moment pour effectuer la récolte du grain est une étape très importante et elle devrait être effectuée avec la plus grande attention. Une récolte trop tardive contribue à réduire le rendement et peut nuire à la qualité du grain, ainsi que rendre le battage plus difficile.

Certains signes peuvent indiquer que la récolte approche et qu'un suivi plus régulier de l'état du mûrissement des grains est nécessaire. Si un ou plusieurs des indicateurs suivants sont rencontrés, il est temps de commencer à évaluer le pourcentage de maturité du grain :

- Le chanvre est semé depuis au moins 85 jours;
- Les oiseaux se nourrissent du grain dans mon champ;
- Plusieurs grains mûrs sont apparents sur les rameaux (Fig. 2-7);
- Il y a des grains au sol;
- Les feuilles jaunissent (Fig. 11-2).

11.1.2 Comment évaluer le pourcentage de maturité du grain en vue de la récolte?

L'évaluation de la maturité ne s'effectue pas en évaluant les grains depuis le bas vers le haut du plant, mais depuis le bas vers le haut de chacune des ramifications du plant. La maturité du plant est atteinte quand environ 50 % des grains sont ainsi visibles (bractée ouverte) et qu'environ 75 % des grains sont durs/matures (Fig. 11-1).

Voici les étapes à suivre pour évaluer le pourcentage de grains matures :

1. Prélever 2 à 3 rameaux par plant sur environ 15 plants répartis dans quelques zones représentatives du champ;
2. Pour chacun des plants, frotter les épillets entre vos mains pour en extraire les grains;
3. Vérifier le pourcentage de grains matures sur le nombre total de grains extraits;
4. La récolte est prête à être effectuée si approximativement 75 % des grains sont matures;

11.1.3 Gestion du chantier de récolte

Bien que la maturité optimale visée pour effectuer la récolte soit de 75 % de grains mûrs, en pratique, il est évident que cette cible sera difficilement atteignable pour toutes les superficies cultivées. Ainsi, le chantier de récolte devrait être planifié en fonction des superficies cultivées et des prévisions météorologiques. Spécifions que les acheteurs vont préférer gérer des grains récoltés hâtivement plutôt que des grains trop matures. À ce titre, une entreprise qui cultive beaucoup de chanvre débutera la récolte à 65-70 % de maturité pour la terminer à 75-80 %. Pour ceux qui envisagent d'effectuer des semis espacés afin de répartir la période de récolte sur plus de temps, notez que même un écart de trois semaines entre deux semis d'un même cultivar dans le même champ ne permettra, au mieux, que de bénéficier d'un décalage d'environ 7 à 10 jours. En effet, la faible différence du taux d'humidité parfois mesuré entre ces deux sections de champ n'est pas toujours suffisante (Tableau 11-1) pour justifier deux dates de récolte. Le semis d'un cultivar hâtif et tardif aurait davantage d'effet, surtout s'ils sont semés à des dates différentes.

Tableau 11-1. Exemple de l'effet de la date de semis d'un cultivar donné sur le taux d'humidité du grain (%) à la récolte.

Taux d'humidité réel mesuré au 31 août	
Semis 20 mai	18,8 %
Semis 14 juin	24,3 %

De plus, le pouvoir germinatif chez les grains ayant mûri en premier est très élevé à la récolte. Si ceux-ci étaient toujours sur le plant et que la récolte était moindrement retardée dans l'espoir d'obtenir une plus grande uniformité de la maturité des grains sur les plants, une pluie bien placée pourrait faire germer les grains directement sur le plant. Ainsi, même si la superficie cultivée n'est pas importante, si le suivi de maturité indique qu'environ 70 % des grains sont matures, que les conditions sont propices pour la récolte et qu'une semaine de précipitation est prévue, il serait préférable d'initier la récolte plutôt que d'attendre.

11.1.4 Secteurs sensibles aux gels mortels hâtifs

Certaines zones sont davantage exposées aux risques de gels mortels hâtifs à l'automne (régions nordiques et/ou zones près des boisés de ferme). Pour ces secteurs, à l'approche de la récolte, il est recommandé de surveiller les risques de gel et, au besoin, d'effectuer une bonne vérification du gel

survenu ainsi que de la réponse des plants à cette chute de température (jaunissement de la tige, chute importante des feuilles). Ces observations indiqueront l'empressement à débiter la récolte pour éviter tous risques de bris lors du moissonnage. En effet, un gel mortel altère la paille, rendant rapidement la gestion de celle-ci très difficile lors de la moisson.

Un tel gel peut affecter considérablement la valeur des paramètres précédemment utilisés dans l'évaluation de la maturité du grain.



Figure 11-1. Évolution de la coloration et de l'opacité du grain de chanvre au cours de sa maturation. De haut en bas, grains laiteux, grains durs quasi matures, et grains durs à pleine maturité. Notez la différence d'opacité entre ceux du centre et du bas.



Figure 11-2. Jaunissement des feuilles de chanvre à mesure que la maturité progresse.



Figure 11-3. État du grain au 31 août pour un semis le 20 mai, cultivar GranMa, Saint-Hugues



Figure 11-4. État du grain au 31 août pour un semis le 14 juin, cultivar GranMa, Saint-Hugues.

11.2 Machinerie – récolte du grain

Le grain de chanvre se récolte comme les céréales. Tout type de batteuse permet la récolte du grain de chanvre. Par contre, la récolte du grain peut rapidement se compliquer dans l'éventualité d'une entrée d'un volume important de paille dans la batteuse, que l'entrée soit uniforme ou soudaine. Plus le champ est uniforme, plus il sera facile d'ajuster la hauteur de coupe afin de réduire au maximum l'entrée superficielle de paille dans la batteuse et plus le grain sera facile à battre.

Cette section s'applique à toute sorte de batteuse, conventionnelle ou axiale, à moins d'avis contraire, où une précision sera alors apportée. Cette section ne prétend pas énumérer toutes les composantes autour desquelles un enroulement est possible. Considérez que tout ce qui tourne sur un axe et qui n'est pas convenablement protégé devient une source de risque potentiel. Chaque batteuse est différente. **Vous êtes le premier sonneur d'alarme en restant attentif lors de la récolte. Dans le doute, arrêtez, descendez et observez.**

Tout comme pour le canola, le chanvre se bat par fouettage, donc nul besoin de fermer le contre-batteur outre-mesure. Le grain de chanvre est facile à extraire pendant le processus de battage. C'est pourquoi plusieurs modifications ou retraits de composantes peuvent être réalisés dans la batteuse sans nuire à l'efficacité de battage de l'équipement de récolte. Un résumé est présenté au tableau 11-2.

11.2.1 Composantes du système d'alimentation

11.2.1.1 Barre de coupe

Pour gérer cet approvisionnement en paille dans la batteuse, voici quelques suggestions dont le respect vous permettra de réduire les risques potentiels :

- Pour la production exclusive de grains, choisir un cultivar de taille courte, moins de 170 cm, et ajuster la hauteur de coupe afin de réduire le volume de paille qui entre dans la batteuse;
- Miser sur un semis uniforme pour optimiser l'uniformité de la taille des plants, afin d'ajuster la hauteur de coupe le moins souvent possible durant la récolte du grain. Plus la barre de coupe est large, plus la culture doit être uniforme. Pour du chanvre cultivé pour la double fin (grain et paille), l'uniformité est d'autant plus importante à respecter;
- Privilégier l'utilisation d'une barre de coupe à tapis (table à tapis) qui permet un approvisionnement plus uniforme que la barre de coupe à rouleau;
- Utilisez un système de coupe à dents fines à l'état neuf. Ceci inclut les doigts, les couteaux, les crapauds et les guides. Cet aspect n'est pas à négliger.
- Si le système de coupe de votre table est à changer, favoriser le système de coupe *Schumacher* (Fig. 11-5), qui est présentement le plus performant sur le marché.

11.2.1.2 Le convoyeur d'alimentation

Le convoyeur d'alimentation est une source d'enroulement potentiel de la récolte autour de diverses composantes. L'année de la batteuse semble avoir une incidence sur ce potentiel. Pour les **modèles antérieurs à 2010**, voici les pièces potentiellement problématiques du convoyeur d'alimentation :

- Les engrenages de l'arbre d'entraînement supérieur (*gear* du *shaft* supérieur);
- Les mailles de la chaîne du convoyeur;
- Roulements de l'arbre d'entraînement supérieur (*bearing* du *shaft* supérieur);
- Roulements du rouleau inférieur;
- Le rouleau inférieur lui-même;
- Dépoussiéreur sur certains modèles (cesser son utilisation en retirant la courroie).

La largeur du flux d'entrée du matériel dans le convoyeur semble être un élément central pour réduire le risque d'enroulement. Celle-ci devrait être plus étroite que l'espace entre les chaînes du convoyeur. Sans égard à l'année de construction de la batteuse, certains modèles de barre de coupe ou de convoyeur sont déjà munis de déflecteurs plus étroits et ne nécessitent aucune modification. Pour d'autres, des plaques déflectrices pourront être posées de part et d'autre de l'entrée (Fig. 11-6). L'installation d'un tapis de caoutchouc entre les lattes et les chaînes du convoyeur d'alimentation semble réduire les risques d'enroulement (Fig. 11-7). Le remplacement des lattes de la chaîne d'alimentation par des unités en nylon au lieu de l'acier, permet de réduire les risques de bris du grain ou de la semence.

11.2.2 Système de battage

Considérant que le chanvre se bat par fouettage, le système de battage ne présente aucune limitation apparente nécessitant une modification majeure. Toutefois, l'utilisation d'un rotor plein à haute inertie peut être bénéfique (Fig. 11-8), sans être obligatoire. En action, son inertie et sa masse lui permettent de diminuer les risques de bourrage. Cette qualité est d'autant plus appréciée dans les cas où la hauteur du chanvre est très inégale et lorsque l'entrée en biomasse est de volume très variable. À partir de 140 hectares (350 acres) de chanvre, il serait préférable de munir votre batteuse conventionnelle d'un tel rotor. Une batteuse axiale en est déjà munie. Cette composante présente plusieurs avantages :

- Économie de carburant;
- Plus grande vitesse d'avancement durant la récolte;
- Résiste à l'entrée de roches dans le système;
- Conception avec des matériaux de grande durabilité.



Figure 11-5. Système de coupe Schumacher®.



Figure 11-6. Plaque déflectrice du convoyeur.



Figure 11-7. Tapis de caoutchouc à installer entre les lattes et les chaînes du convoyeur d'alimentation.



Figure 11-8. Rotor plein à haute inertie.



Figure 11-9. Couteau stationnaire pour le tire-paille – vue de dessus.



Figure 11-10. Couteau stationnaire pour le tire-paille – vue latérale.

11.2.3 Composantes du système de séparation.

Les composantes du système de séparation sont les premières sources de problèmes d'enroulement et dont les modifications visant à réduire les risques sont les plus simples et les moins coûteuses.

11.2.3.1 Le système de retour (batteuse conventionnelle)

Les batteuses conventionnelles (CV) de 2010 et antérieures présentent un système de retour de grains non battus dont la conception peut être problématique. Le manque de protection de la vis située au-dessus du rotor, servant au retour, favorise l'enroulement de la récolte lors de l'alimentation autour de celle-ci. La pose d'un déflecteur pourrait réduire ce risque. Notez qu'un tel accessoire n'a toujours pas été conçu, ni essayé.

11.2.3.2 Le tire-paille (batteuse conventionnelle)

Les risques d'enroulement sont très fréquents au niveau du tire-paille. Sans égard à la marque de la batteuse, le tire-paille gagnerait à être bonifié d'un couteau stationnaire (Fig. 11-9 et 11-10).

11.2.3.3 Le tire-paille (batteuse axiale)

Sur les modèles de type axial, autre que Case IH, le tire-paille gagnerait également à être bonifié d'un couteau stationnaire. Il peut être nécessaire de poser des racloirs aux extrémités latérales du tire-paille afin d'éviter l'enroulement (Fig. 11-11 et 11-12).

Pour les propriétaires d'une batteuse Case IH de type axial, le tire-paille fait aussi office de hache-paille. Afin de réduire les risques de bourrage et d'enroulement, il est recommandé de le remplacer par un tire-paille muni d'un couteau stationnaire, puis d'y installer un hache-paille de haute performance (Fig. 11-13). Sachez que les risques de bourrage et d'enroulement ne sont jamais complètement éliminés dans le cas où un volume important de paille entre dans la batteuse.

Les modèles antérieurs à 2010 de la marque Case IH, offraient en option un hache-paille haute performance facilitant le traitement du chanvre.



Figure 11-11. Enroulement aux extrémités du tire-paille, sans racloirs.



Figure 11-12. Racloirs de caoutchouc aux extrémités latérales du tire-paille.



Figure 11-13. Hache-paille de haute performance.



Figure 11-14. Secoueur muni de dents de requin.

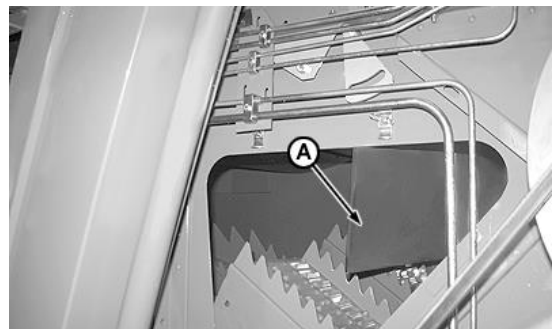


Figure 11-15. Tapis situés au-dessus des secoueurs.

11.2.3.4 Les secoueurs

Les secoueurs ont comme objectif de séparer la paille du grain. Le grain doit descendre vers le bas et la paille doit être dirigée vers l'arrière de la batteuse. Les secoueurs des batteuses conventionnelles sont munis de dents de requin (Fig. 11-14). Également, on y trouve des tapis situés au-dessus des secoueurs (Fig. 11-15). Bien que très utiles pour les cultures de céréales à paille, il est nécessaire de retirer ces dents et ces tapis avant de récolter du chanvre afin de faciliter le passage de la paille.

En effet, pour la récolte des céréales, les tapis servent à arrêter les grains pour le faire descendre. Pour la récolte du chanvre, le grain ne se rend pas aux secoueurs. Ils peuvent facilement être retirés et remplacés pour l'orge et le blé. Il est également possible d'en réduire simplement le nombre.

11.2.4 Système de criblage

Pour la récolte du chanvre, utiliser des grilles de criblage (passes), inférieures et supérieures, adaptées pour les petits grains. Lors de la récolte, seuls les grains doivent se retrouver sur les grilles. La présence de graines de mauvaises herbes peut indiquer un battage trop agressif ; la vitesse du rotor devrait alors être réduite.

11.2.5 Gestion des résidus

Sans égard au mode de battage et à la marque de la machinerie, il est nécessaire d'utiliser un hache-paille de haute performance. En absence d'un tel hache-paille, celui d'origine doit alors être retiré. Dès lors, les résidus doivent être gérés en andain. Pour une telle gestion, et selon les volumes de paille à traiter, la paille résiduelle peut être traitée de différentes manières, telles que :

- Pressée en balle ronde, sans l'option déchiquetage, puis exportée;
- Déchiquetée directement au champ avec une ensileuse (*chopper*), le plus tôt possible (1 à 2 jours) après la récolte, pour être ensuite incorporée au sol. L'utilisation d'un déchaumeur à disques montés sur des roulements axiaux permet de déchiqueter et d'incorporer efficacement la paille, sans risque de bourrage.

Tableau 11-2. Résumé des recommandations appliquées à divers systèmes de l'équipement de récolte du grain.

SYSTÈME	COMPOSANTES DU SYSTÈME	RECOMMANDATIONS
Alimentation	Barre de coupe	1- Pour le grain, cultivar ≤ 170 cm; 2- Uniformité de la taille des plants; 3- Privilégier une barre de coupe à tapis; 4- Système de coupe à dents fines à l'état neuf; 5- Favoriser le système de coupe Schumacher.
	Convoyeur d'alimentation	Le flux de récolte devrait être plus étroit que l'espace entre les chaînes du convoyeur : 1- Poser des plaques de part et d'autre de l'entrée; 2- Installer un tapis entre les lattes et les chaînes.
Battage	Rotor : CV	Un rotor plein à haute inertie peut être bénéfique, mais non obligatoire. Dès 140 ha de chanvre, cet ajustement est très avantageux. L'axiale en est déjà munie.
Séparation	Système de retour : batteuse CV 2010 et moins	Défecteur permettant de protéger la vis de retour située au-dessus du rotor.
	Tire-paille : CV et axiale	1- Bonifier le tire-paille d'un couteau. Pour les batteuses Case IH : 1- Axiale : utiliser un hache-paille haute performance; 2- 2009 et + : utiliser un hache-paille haute performance; 3- 2008 et - : remplacer le hache-paille par un tire-paille muni d'un couteau et ajouter un hache-paille de haute performance.
	Secoueurs : CV	Retirer les dents de requin et les tapis situés au-dessus des secoueurs.
Criblage		Utiliser des grilles (passes) adaptées aux petits grains.
Gestion des résidus		En absence d'un hache-paille haute performance, retirer le hache-paille en place et gérer les résidus en andain : 1- Presser en balle ronde sans déchiquetage (litière); 2- Déchiqueter rapidement directement au champ.

11.2.6 Ajustement de la batteuse

L'ajustement de la batteuse est d'abord en fonction du volume de paille susceptible d'entrer dans la batteuse durant le battage du grain. Le tableau 11-3 présente un résumé des ajustements à viser lors de la récolte de grain.

Tableau 11-3. Résumé des ajustements de la batteuse.

POINTS D'AJUSTEMENT	AJUSTEMENTS	COMMENTAIRES
Régime batteur ou rotor (axiale)	350 à 500 tours/min.	
Ouverture du concave	1 à 2 po (référence maïs)	Battage par fouettage dans le cas du chanvre, donc cet ajustement est secondaire. Attention , ne pas trop ouvrir afin d'éviter les risques d'enroulement de la paille. Conserver de l'espace pour ouvrir en cas de bourrage.
Régime ventilateur	850 à 1200 tours/min.	Vérifier que le matériel ne se décharge pas directement à l'arrière de la batteuse. Le volume du vent devrait être suffisant pour maintenir les résidus en suspension à environ 4 po au-dessus des grilles afin de ne pas les obstruer et tomber entre 12 et 18 po à l'arrière de celles-ci.
Grille supérieure	5/8 po	L'ajustement de cette grille fait varier la pression du vent. La fermer augmente la pression et l'ouvrir la réduit. Une pression trop élevée fait sortir du grain à l'arrière. Une pression trop basse bouche les grilles et le grain sort à l'arrière.
Grille inférieure	1/8 à 3/16 po	Dans le chanvre, il n'y a pas de problème à trop fermer cette grille. Dans un tel cas, il y aura plus de débris dans la grille, mais sans toutefois l'obstruer. À l'inverse, si elle est trop ouverte, il y aura beaucoup d'impuretés dans la trémie.
Grille du tire-paille	Comme le canola, en position supérieur	
Prénettoyeur	Fermer	
Hauteur de la chaîne du convoyeur	Soulever comme le maïs	
Vitesse d'avancement	1 à 6 km/h	Variable selon le volume de paille à gérer et la largeur de coupe.
Rabatteur	Le plus près possible de la faux	
Hauteur de coupe	Environ au 1/3 des plants	Variable selon la hauteur des plants et l'uniformité du champ. L'important demeure de gérer un volume minimal de paille.

11.3 Le grain se récolte lentement

La patience est de mise lorsque l'on récolte du chanvre. Tout d'abord, il est conseillé de démarrer le chantier de la récolte à une vitesse d'avancement très basse. L'opérateur pourra ajuster cette dernière à la hausse au fil du battage si les conditions le permettent (Tableau 11-3).

Pour vous assurer d'obtenir une bonne qualité de récolte, il est recommandé de :

- Arrêter et éteindre la batteuse fréquemment;
- Sortir et observer, afin de s'assurer du bon fonctionnement de tous les systèmes (Tableau 11-4).
- Vérifier s'il y a enroulement sur les divers organes de la batteuse et de la barre de coupe. Il est très important de retirer toute matière enroulée, même si peu abondante, dès qu'observée, évitant ainsi d'éventuels bris d'importance.
- Conserver toujours avec soi un couteau à lame rétractable performant (de type X-ACTO^{MC}) et un long crochet (Fig. 11-16), pour aider à retirer la paille enroulée, de même que du ruban adhésif de type *duct tape*, pour la protection de diverses composantes (Fig. 11-17).



Figure 11-16. Long crochet.



Figure 11-17. Exemple de composante bénéficiant de l'utilisation de *duct tape* comme protection.

Enfin, l'opérateur doit être à l'écoute de sa batteuse et être en mesure de distinguer tout son anormal provenant de celle-ci. L'expérience saura rendre l'opérateur plus confiant, débrouillard et innovateur.

Cette section ne présente que quelques exemples d'aide au dépannage et mesures de protection. Ceux-ci, ainsi que bien d'autres, sont présentés dans la section *Combine - Troubleshooting Management - Producer & Industry Experience* du *eGuide* (version anglaise seulement) de l'Alliance commerciale canadienne du chanvre (Canadian Hemp Trade Alliance – CHTA; hemptrade.ca).

Cet organisme national à but non lucratif fait la promotion du chanvre canadien et de ses produits à l'échelle mondiale. Établie en 2003, l'Alliance représente l'ensemble de la filière canadienne du chanvre. Les membres de l'Alliance comprennent des producteurs agricoles, des transformateurs,

des fabricants, des chercheurs, des entrepreneurs et des commerçants. Ses objectifs sont de diffuser l'information, de promouvoir l'utilisation du chanvre au niveau alimentaire et industriel, ainsi que de coordonner la recherche de manière concertée.

Tableau 11-4. Aide au dépannage (*troubleshooting*)

SYMPTÔMES OBSERVÉ	RAISON POSSIBLE	ACTIONS ET/OU POINTS DE VÉRIFICATION
Trop de grains dans la vis de retour.	Grille inférieure trop fermée.	- Ouvrir la grille inférieure. - Balise < de 40 % de grains dans la vis
Du vert sur la grille (mauvaises herbes, feuilles, etc.)	- Régime de battage trop élevé : ces résidus devraient plutôt rester sur les secoueurs (batteuse CV) ou au rotor (batteuse axiale). - Régime de ventilation trop bas.	- Réduire le régime du batteur. - Augmenter le régime du ventilateur.
Morceaux de tiges dans la trémie.	Battage trop agressif.	Réduire la vitesse du rotor.
Grains cassés dans la trémie.	- Contre-batteur trop fermé - Régime batteur trop élevé.	- Ouvrir le contre-batteur. - Baisser le régime batteur.
Trop de grains verts dans la trémie.	Aucun problème. La majorité sera retirée lors du criblage.	Assurez-vous de faire sécher rapidement.
Grains non battus sur les plants.	Battage pas assez agressif.	Augmenter la vitesse du rotor.

Chapitre 12. La récolte de la paille

L'Europe et la Chine sont deux autres importantes régions productrices de chanvre, où il est d'abord cultivé pour sa paille, riche en fibre cellulosique. À l'inverse, au Canada, le chanvre est majoritairement produit pour le grain. L'industrie canadienne de la fibre de chanvre est encore très jeune et ne fait que tout juste commencer à se développer. Cependant, des acheteurs-transformateurs de paille s'installent déjà, notamment au Québec. Les producteurs pourront ainsi bénéficier d'un nouveau revenu pour la vente de leur paille, qu'il soit complémentaire ou non à celui du grain.

La récolte de la paille de chanvre exige la même minutie et la même rigueur que ce qu'exige la récolte de foin sec. Bien qu'il y ait des différences, elle fait toutefois appel aux mêmes équipements de fenaison. L'intérêt et la valeur de la paille repose principalement sur la facilité à la défibrer mécaniquement en usine, permettant d'obtenir ses deux sous-composantes que sont la fibre cellulosique et la chènevotte. Cette facilité du défibrage dépend surtout des actions qui seront réalisées au champ afin de permettre le rouissage optimal et uniforme des pailles.

Les prochaines sections présentent les différentes étapes à réaliser et les équipements à utiliser. Bien que détaillée, la théorie ici présentée bénéficiera de l'accompagnement terrain d'un agronome et/ou d'un représentant mandaté par votre acheteur. Le niveau de rouissage exigé peut varier selon l'acheteur et les marchés qu'il approvisionne.

12.1 Le rouissage, c'est quoi?

Le rouissage est l'action qui permet à la pectine, la même qui est utilisée dans les confitures et gelées, d'être dégradée. Dans la plante, la pectine joue le rôle de ciment entre les fibres cellulosiques, situées sur le pourtour extérieur de la tige, et la composante bois, située au centre de la tige. De plus, entre les fibres cellulosiques elles-mêmes se trouve de la pectine qui les relie à des hémicelluloses et à de la lignine. Cette dégradation permet ainsi de retirer efficacement les fibres cellulosiques de ces différentes composantes lors du défibrage mécanique. Étant plus facile à retirer, elles seront moins détériorées durant le processus de défibrage, permettant ainsi de conserver leur force et leur longueur. De plus, le rouissage réduit l'énergie, le temps et l'effort que nécessite le défibrage mécanique et les étapes de traitement des fibres en postdéfibrage, exigées pour des applications textiles.

12.2 Le rouissage se réalise comment?

Le rouissage est réalisé au champ. Peu coûteux, il fait appel à l'activité microbienne du sol. Les pailles sont d'abord fauchées pleine largeur et laissées au sol (Fig. 12-1), permettant aux microorganismes du sol de les coloniser. Ces derniers sont favorisés par l'action combinée de l'humidité du sol, provenant surtout de la rosée, de la chaleur et de l'ensoleillement. La large gamme d'enzymes qu'ils produisent va dégrader les composés pectiques, libérant ainsi les fibres cellulosiques. La période de rouissage peut varier de trois à six semaines selon les conditions climatiques (précipitations et

température) et la masse de paille par unité de surface. Pour s'assurer d'un rouissage optimal et uniforme (Fig. 12-2), les pailles doivent être retournées d'une à deux reprises durant le processus. Une fois le niveau de rouissage optimal atteint, les pailles sèches sont mises en andains et pressées en balles rondes le même jour.



Figure 12-1. Tiges de chanvre fauchées pleine largeur, permettant le rouissage; coloration passant du vert au brun.



Figure 12-2. Tiges de chanvre rouies; coloration ayant passée au gris, plus ou moins foncé.

12.3 Moment de la fauche

La date de fauche dépend des besoins de l'acheteur, car le gain en maturité influence les propriétés de la fibre. Pour le producteur qui ne produit que de la paille, la fauche est généralement effectuée entre le stade mi- et fin floraison, correspondant à la première moitié du mois d'août. Dans la mesure où la récolte des fleurs et des feuilles venait à être autorisée par Santé Canada, celle-ci pourrait être effectuée au même moment que celle des pailles, permettant la production à double fin fleurs-paille.

Pour le producteur qui veut récolter le grain, la date de fauche dépendra de la récolte du grain et par conséquent du cultivar. Pour les régions caractérisées par une saison culturale courte, le choix du cultivar aura une influence, à la fois sur la possibilité de compléter ou non le rouissage des pailles et sur la possibilité d'en effectuer la récolte dans des conditions adéquates. Dès lors, le choix du cultivar devrait s'effectuer en respect de ces contraintes. Ce choix précisé, une fois le grain récolté, la fauche devrait être effectuée au plus tard le lendemain. Une paille sèche laissée debout se transforme rapidement en Ficello^{md}, c'est-à-dire que la fibre s'effiloche et s'accroche facilement à tout.

12.3 Machinerie – double fin ou paille seule

La récolte de la paille de chanvre fait appel, à peu de choses près, aux mêmes équipements de fenaison utilisés pour la récolte de foin sec. Différentes stratégies de récolte à partir d'équipements déjà accessibles et peu coûteux sont ici proposées, afin de permettre la récolte du chanvre à double fin. Bien qu'adéquat, les équipements disponibles exigent plusieurs passages par le producteur. Dès

lors, l'adaptation d'équipements de récolte permettant la fauche simultanée de la paille en même temps que la récolte, soit du grain ou soit des fleurs/feuilles, est déjà envisagée par l'industrie.

12.3.1 Fauchage

Afin de rendre possible et facile la manipulation mécanique des pailles pour en effectuer la récolte, leur longueur devrait préférablement être limitée à 150 cm (60 po), voire même idéalement à 75 cm (30 po). D'ailleurs, la hauteur maximale de coupe d'une batteuse est de 150 cm, ne laissant plus qu'à faucher les tiges au niveau du sol. Ce qui est présentement difficile à réaliser, étant donné l'absence d'équipement adéquat, c'est la fauche à deux ou trois niveaux de hauteur en un seul passage, dans l'éventualité où le grain ne serait pas récolté ou encore, si des tronçons de 75 cm étaient recherchés. Sans égard à l'équipement choisi, visez une hauteur de coupe uniforme des pailles à environ 10 cm (4 po) du sol. L'arbre de transmission (*shaft* du PTO) devrait être protégé en tout temps.

12.3.1.1 Fauche au niveau du sol après la récolte du grain

Tout comme pour la récolte du grain, l'équipement de fauchage idéal doit être muni d'un système de coupe à dents fines à l'état neuf. Ceci inclut les doigts, les couteaux, les crapauds et les guides. Cet aspect n'est pas à négliger. Ce système peut être utilisé sur un moulin à faucher déporté (Fig. 12-3, 12-4). Avec un tel système, la hauteur et la densité des plants ne seront pas un problème. Il permet une vitesse d'avancement de 10-12 km/h.

La faucheuse-conditionneuse (Fig. 12-5), préférablement munie d'un système de coupe à dents fines à l'état neuf, tel que mentionné précédemment, peut être utilisée. Préférablement, retirez les rouleaux conditionneurs de la faucheuse, pour réduire la restriction de la sortie du matériel. Si les rouleaux sont conservés, réduire la pression au maximum et protéger les extrémités avec des gardes pour éviter l'enroulement. Il ne doit pas y avoir formation d'andains à l'arrière, c'est pourquoi les déflecteurs doivent être pleinement ouverts.

Les équipements munis d'un système de coupe rotative sans conditionneur peuvent aussi être utilisés, mais le risque d'enroulement et de bourrage est plus grand, surtout vis-à-vis l'andain de la batteuse. La vigilance est de mise.

Voici quelques conseils lors de la fauche des tiges :

- L'arbre de transmission (*shaft* du PTO) devrait être protégé en tout temps.
- Lors d'un passage, s'il y a croisement avec une zone déjà coupée, relever le niveau de coupe avant l'arrivée dans cette zone pour éviter le contact avec les tiges déjà fauchées;
- Regarder régulièrement l'équipement pour anticiper le bourrage;
- S'il survient, désactiver immédiatement la faucheuse et immobiliser le tracteur. Trop souvent certains pensent débourrer en augmentant le régime du moteur. ERREUR! Plus vite désactivé, plus vite débourré, plus vite reparti, surtout avec un système de coupe rotative;
- Ne jamais utiliser d'équipements défectueux ou désuets.



Figure 12-3. Système de moulin à faucher déporté, en position relevée.



Figure 12-4. Système de moulin à faucher double, en opération. Conception artisanale.



Figure 12-5. Faucheuse-conditionneuse.



Figure 12-6. Tiges non rouies sous l'andain (vertes), début de rouissage sur les tiges au-dessus de l'andain (brunies).



Figure 12-7. Faneuse rotative.



Figure 12-8. Râteaux à toupies.



Figure 12-9. Rouleau installé à l'avant du tracteur qui opère également la presse.

12.3.1.2 Fauche sans la récolte du grain

En France, des producteurs ont eux-mêmes conçu un support, installé derrière un tracteur, sur lequel est installé deux moulins à faucher (Fig. 12-3, 12-4). Ils sont positionnés de telle sorte que la fauche simultanée des tiges s'effectue à 150 cm du sol pour l'un et à 10 cm du sol pour l'autre. Ce dernier est en retrait du premier, permettant d'effectuer sa coupe en second. Peu coûteux, un tel équipement peut facilement être envisagé.

12.3.2 Retournage

La paille a été fauchée et le rouissage est initié. En surface, les pailles sont maintenant uniformément jaunes à brunes, mais toujours vertes en dessous (Fig. 12-6). Il est temps de retourner le matériel, mais tout en conservant sa répartition pleine largeur dans le champ. Utilisez une faneuse rotative (Fig. 12-7), ni plus, ni moins. Son action permettra également le retrait d'une majorité de feuilles provenant des tiges et donnera du volume au tapis. Le cas échéant, un second retournage pourrait être nécessaire, mais exige une évaluation préalable pour le justifier. Consulter votre acheteur.

Le retournage n'est pas reconnu pour être une étape problématique. Les équipements utilisés ont toutefois été développés pour du foin et non du chanvre. Ses tiges plus grosses et le plus grand volume de biomasse à gérer, par unité de surface, est exigeant sur l'équipement, lequel s'use plus rapidement. L'arbre de transmission (*shaft* du PTO) devrait être protégé en tout temps.

12.3.3 Mise en andain

Le niveau de rouissage désiré est atteint. La paille est maintenant sèche et se situe entre 12 et 15 % d'humidité. Votre acheteur autorise la récolte. Attendre la levée de la rosée puis mettre en andain la paille. Ne pas doubler, conserver un andain simple. Les râteliers à toupies (Fig. 12-8), simple ou double, sont idéaux. Les andains sont plus uniformes et le boudinage ou la formation de bouchons est réduit. Les modèles munis de deux séries de dents par porte-dents sont plus efficaces que ceux à une seule série. Une fois mis en andain, laisser reposer (2-3 heures) afin de compléter le séchage de la paille avant le pressage.

La mise en andain n'est pas reconnue pour être une étape problématique. Les équipements utilisés ont toutefois été développés pour du foin et non du chanvre. Ses tiges plus grosses et le plus grand volume de biomasse à gérer, par unité de surface, est exigeant sur l'équipement, lequel s'use plus rapidement. L'arbre de transmission (*shaft* du PTO) devrait être protégé en tout temps.

12.3.4 Pressage

Effectuer le pressage avec une presse à balle ronde, sans préférence quant au type de chambre utilisé, fixe ou variable. La presse ne devrait pas être munie d'un hachoir (*rotocut*). S'assurer que tous les gardes sont en place. Ajuster la vitesse du convoyeur d'alimentation (*pick up*) pour que celle-ci soit inférieure à la vitesse d'avancement du tracteur.

Le passage d'un rouleau avant le pressage, pour écraser l'andain, facilite l'entrée du matériel dans la presse et l'initiation de la balle. Ainsi écrasées, les tiges risqueront moins de s'accrocher sous le tracteur, lequel gagnerait à être protégé en absence de rouleau. L'arbre de transmission (*shaft* du PTO) entre le tracteur et la presse devrait être protégé en tout temps. Pour éviter des passages supplémentaires, le rouleau peut être installé à l'avant du même tracteur qui tire la presse (Fig. 12-9). Le passage du rouleau est optionnel, mais s'il est facilement accessible - pourquoi s'en passer!

Les problèmes surviennent rapidement avec les presses à balles carrées. Certains les utilisent, mais celles-ci ont souvent été adaptées pour permettre la gestion du chanvre. C'est connu, les balles carrées maximisent l'espace durant l'entreposage et le transport. Toutefois, ce ne sont pas tous les équipements de défibrage qui en permettent la transformation. Référez-vous à votre acheteur.

Les cordes ou les filets sont généralement en fibre synthétique, comme le polypropylène. Selon l'acheteur et les marchés qu'il approvisionne, la corde de fibre naturelle, comme le sisal ou autre, sera possiblement exigée. Référez-vous à votre acheteur.

12.4 Entreposage de la paille

Il est primordial que les balles de paille de chanvre soient entreposées de manière à éviter tout contact avec une source d'eau, qu'elle vienne du ciel ou du sol. Les balles peuvent être laissées directement au sol sur une base de ciment ou sur des palettes, dans le cas d'une base en terre battue. En l'absence d'une grange, les balles pourraient être enrobées individuellement d'une pellicule plastique, puis laissées à l'extérieur. Dans ce dernier cas, il est important que le taux d'humidité de la paille soit le plus sec possible avant l'enrobage, afin d'éviter que la paille ne pourrisse.

Chapitre 13. Rendements

Tel que mentionné à diverses reprises dans ce document, le chanvre se définit, au niveau agronomique, comme une culture sensible à la fertilité globale et aux bonnes conditions de sols, à la fois lors du semis et durant la saison de croissance. Dans de mauvaises conditions, notamment dans un sol mal structuré, peu fertile, compact et/ou avec un égouttement déficient, en présence d'un historique élevé de mauvaises herbes, les rendements seront réduits, voir médiocres. Également, l'expérience du producteur avec la culture va aussi influencer le niveau de réussite et donc les rendements atteints.

Avec le développement de nouveaux programmes d'amélioration génétique, une meilleure connaissance et la maîtrise des pratiques agronomiques, de même que l'accès à des équipements permettant une plus grande efficacité des opérations culturales, les rendements en grain et en paille ne pourront qu'être bonifiés.

13.1 Rendements en grain

En respect de ce qui a été énoncé en préambule de cette section, lorsque cultivé dans des conditions adéquates, un rendement moyen variant entre 750 et 850 kg/ha, net à 9 % d'humidité, peut être obtenu au Québec dans un contexte de production commerciale, sans égard au système cultural, biologique ou conventionnel.

Dans de très bonnes conditions de sol et météo, des producteurs d'expérience ont obtenu à plusieurs reprises des rendements variant entre de 1 000 à 1 400 kg/ha, net à 9 % d'humidité. À l'inverse, lors d'années où les conditions de sol et de météo sont mauvaises, les rendements obtenus peuvent être aussi faibles que 300 kg/ha, net à 9 % d'humidité.

Le tableau 13-1 présente les rendements moyens en grains mesurés dans le cadre d'un essai variétal, réalisé sur quatre fermes expérimentales et trois fermes commerciales. Pour un site donné, il est possible de comparer les rendements d'un même cultivar pour deux ou trois années consécutives, permettant de constater la variabilité qui peut être parfois importante.

13.2 Rendements en paille

En regard à la sensibilité du chanvre, notez que sa performance sera à l'image des décisions agronomiques qui auront été prises dès la planification de la saison culturale.

Lorsque cultivé dans des conditions adéquates, un rendement moyen en paille variant entre 4 000 et 6 000 kg/ha, à 100 % de matière sèche (MS) peut être obtenu dans un contexte de production commerciale avec un cultivar à double fin. À l'inverse, lors d'années où les conditions de sol et météorologiques sont mauvaises, des rendements inférieurs à 1 000 kg MS/ha peuvent être obtenus avec un cultivar à double fin.

Le tableau 13-2 présente les rendements moyens en paille mesurés dans le cadre des essais variétaux du RPBO, réalisés sur quatre fermes expérimentales et trois fermes commerciales. Pour un site donné, il est possible de comparer les rendements d'un même cultivar pour deux ou trois années consécutives, permettant de constater la variabilité qui peut être parfois importante.

Tableau 13-1. Rendements moyens en grains pour divers cultivars, mesurés à divers sites, de 2013 à 2015.

	AUG		CAP		LAP		LSJ		SAB	SMB			TPS
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2013	2014	2015	2013
Grain (kg/ha @ 10%)													
Alyssa	736	940	-	1600	621	1027	902	281	2234	1789	-	-	-
Anka	881	1004	-	2039	532	1453	694	1019	2341	1679	1684	-	-
Canda	-	1578	-	-	830	-	-	-	-	2012	2010	-	-
Canma	1282	1827	-	2129	1101	1108	634	1019	2169	2239	2116	-	-
CFX-1	890	1164	-	1800	1249	1338	1174	687	1901	2076	2250	-	-
CFX-2	717	1107	255	1550	1128	815	645	810	2241	1925	2109	336	-
CRS-1	661	1515	184	1793	1072	957	959	1279	1970	2139	2086	412	-
Dolores	829	1090	-	1551	772	1048	456	598	1989	1885	2042	-	-
Férimon	1088	841	452	2301	673	-	1305	1500	2647	2095	1986	460	-
Finola	565	518	367	1222	858	-	-	546	1802	804	-	379	-
Jutta	872	-	-	2050	-	-	-	1068	2137	-	-	-	-
Grandi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2179	-	-
Katani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2121	-	-
Piccolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2235	-	-
Yvonne	-	1021	-	-	825	-	-	-	-	1802	1645	-	-
Moyenne	852	1146	314	1803	878	1107	846	881	2143	1859	2038	397	

Fermes expérimentales: AUG: St-Augustin; LAP: La Pocatière; SAB: Ste-Anne-de-Bellevue; SMB: St-Mathieu-de-Beloeil

Fermes commerciales: LSJ: St-Prime; TPS: Trois-Pistoles; CAP: Cap-Chat

Source: Réseau des plantes bio-industrielles du Québec, CÉROM.

Tableau 13-2. Rendements moyens en paille pour divers cultivars, mesurés à divers sites, de 2013 à 2015.

	AUG		CAP		LAP		LSJ		SAB	SMB			TPS
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2013	2014	2015	2013
Paille (kg MS/ha)													
Alyssa	3088	5308	-	3417	4745	2150	720	649	6024	3526	-	-	-
Anka	5549	6365	-	3442	4752	3250	596	4282	6974	3450	6425	-	-
Canda	-	4463	-	-	3387	-	-	-	-	3067	5695	-	-
Canma	3486	3434	-	1249	3351	1300	262	2633	4427	2408	5422	-	-
CFX-1	2542	2820	-	1113	2960	980	529	1818	2913	1974	4029	-	-
CFX-2	2409	2418	294	451	2525	1170	305	2149	3078	1755	4083	396	-
CRS-1	3134	3822	371	915	3192	1780	508	3433	3952	2553	5099	468	-
Dolores	3933	4610	-	2232	5889	1780	340	1888	5272	3483	7515	-	-
Férimon	6484	4991	839	3004	4491	-	1213	5566	7552	3190	5974	698	-
Finola	2188	779	308	600	1944	-	-	2187	2202	700	-	295	-
Jutta	5473	-	-	2776	-	-	-	4541	6596	-	-	-	-
Grandi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3583	-	-
Katani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3278	-	-
Piccolo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3542	-	-
Yvonne	-	5931	-	-	6323	-	-	-	-	4336	7820	-	-
Moyenne	3829	4085	453	1920	3960	1773	559	2915	4899	2767	5205	464	

Fermes expérimentales: AUG: St-Augustin; LAP: La Pocatière; SAB: Ste-Anne-de-Bellevue; SMB: St-Mathieu-de-Beloeil

Fermes commerciales: LSJ: St-Prime; TPS: Trois-Pistoles; CAP: Cap-Chat

Source: Réseau des plantes bio-industrielles du Québec, CÉROM.

Chapitre 14. Traitement du grain pour l'entreposage et conservation

Le grain de chanvre est majoritairement destiné aux marchés de l'alimentation humaine où il est consommé cru. Dès lors, les critères de qualité et de propretés du grain sont extrêmement importants et sévères.

Afin de respecter ces hauts standards de qualité, le grain doit être manipulé et conditionné avec une attention particulière, depuis sa récolte jusqu'à sa livraison chez votre acheteur. Cette étape est trop souvent négligée par plusieurs producteurs lors de leur première année d'expérience avec cette culture. C'est à ce moment-là que l'inexpérience peut devenir dramatique et coûteuse. Mais un tel constat survient généralement plus tard, avec un rapport d'analyse de qualité du grain indiquant qu'il est déclassé. En l'absence d'un marché de 2^e qualité, comme l'alimentation animale, la perte peut être grande.

Pour vous aider à y arriver, le document Ventilation et conservation des grains à la ferme, de St-Pierre et collaborateurs (2014), est une source d'informations de grande qualité et qui aborde en détails les éléments à ne pas négliger. Par souci de complémentarité et non de redondance, les sous-sections suivantes se concentrent sur les éléments considérés comme étant plus spécifiques au chanvre et n'ayant pas été traités dans ce dernier document.

14.1 Nettoyage des équipements et prévention

Avant d'effectuer votre récolte de grains de chanvre, tous vos équipements associés à la récolte, au transport et à l'entreposage devraient être nettoyés, tels que la barre de coupe (table), la trémie, la remorque à grain, les vis à grain, le silo-séchoir et d'entreposage, le camion de livraison, etc. Bien que certains d'entre eux peuvent se nettoyer simplement, d'autres peuvent exiger plus de temps pour le démontage de pièces afin d'accéder à des zones restreintes. N'attendez pas le jour de la récolte pour vous préparer. Un nettoyage inadéquat peut entraîner des niveaux d'impuretés plus élevés et/ou contaminer le grain, et donc contribuer à un déclassé possible du lot suivant l'analyse de l'échantillon.

Du côté du silo, éliminez les impuretés au sol, sous les grilles de plancher, celles du ventilateur, et entre les cloisons du silo. Aussi, vérifiez et obturez les trous, les fissures et les lézardes dans le plancher de béton pour éviter qu'ils ne deviennent des points d'entrée pour les ravageurs.

Les grains de chanvre présentent un grand intérêt pour les oiseaux, lesquels n'hésiteront pas à se nourrir à même la remorque à grain. Celui-ci bénéficierait d'être couvert d'une toile pour protéger le grain lors de son utilisation.

14.2 Pré-nettoyage

Le grain de chanvre se récolte à environ 75 % de maturité. Lors du battage, dans la trémie, il reste passablement de matière végétale résiduelle mélangée avec le grain (Fig. 14-1). Ces résidus peuvent réduire l'efficacité de la ventilation et du séchage, surtout au centre où ces résidus tendent à

s'accumuler lors du remplissage du silo. L'utilisation d'un système de nettoyeurs-séparateurs jumelé à un système de ventilation est efficace.

De l'information sur les différents nettoyeurs est disponible à l'adresse suivante : www.fao.org/wairdocs/x5163f/X5163f06.htm



Figure 14-1. État de la propreté du grain dans la trémie.

14.3 Ventilation et séchage

La préservation de la qualité du grain est un enjeu majeur, exigeant que le grain soit **rapidement ventilé et séché** après sa récolte. Avec un taux d'humidité élevé, entre 20 et 25 %, le grain se met déjà à chauffer dans la trémie de la batteuse. De plus, l'augmentation de la température du grain, combinée à son taux d'humidité élevé et à sa richesse naturelle en huile, contribue au développement rapide de moisissures et autres bactéries. Toujours garder en tête que le grain est destiné aux marchés de l'alimentation humaine pour être consommé cru.

14.3.1 Calcul du débit d'air et température de séchage

D'une entreprise à l'autre, les installations, les caractéristiques et le mode de fonctionnement des systèmes de ventilation et de séchage divergent. Le manque de données ne permet pas d'effectuer une recommandation adaptée pour les divers cas. N'hésitez pas à consulter un professionnel spécialisé dans les systèmes de ventilation et de séchage. Notez que le grain de chanvre n'est pas désigné comme grain aux termes de la *Loi sur les grains du Canada*. C'est pourquoi la *Commission canadienne des grains* n'a pas établi de normes officielles de classement et d'humidité pour le chanvre industriel. Toutefois, pour en appuyer la commercialisation, le *Laboratoire de recherches sur les grains* a mis au point un tableau de conversion pour le chanvre à utiliser avec les humidimètres modèles 919/3,5. Les tables de conversion se trouvent sur le site internet de la *Commission canadienne des grains*.

Les informations suivantes sont celles largement acceptées par l'industrie, représentée par l'*Alliance commerciale canadienne du chanvre*. Elles pourront être utiles afin d'ajuster les divers paramètres

permettant de maximiser l'efficacité de votre infrastructure pour le traitement rapide du grain de chanvre.

- Poids spécifique kg/hl : $53,7 \pm 1,6$
- Poids spécifique lb/boisseau Avery : $43 \pm 1,3$
- Poids de 1 000 grains : 15-20 g
- Forme du grain : quasi sphérique
- Teneur en huile du grain : 25 à 35 %
- Taux d'humidité à la récolte : 20-25 %
- Taux d'humidité visé : 7-8 %
- Durée de ventilation/séchage permettant le taux d'humidité visé : 24 à 30 heures
- Température maximale du grain dans le silo évitant la surchauffe : 40 °C

Un plancher perforé pour les céréales permet de recevoir le grain provenant d'une majorité de cultivars de chanvre dont le grain est gros, tandis que le plancher pour canola le permet pour tous les cultivars de chanvre.

14.3.2 Positionnement de la sonde à température

L'efficacité du système de ventilation et de séchage utilisé doit permettre de passer de 20-25 % à 7-8 % d'humidité en moins de 24 à 30 heures. Toutefois, il ne doit pas y avoir surchauffe du grain. Ainsi, la température de l'air forcé devrait être ajustée durant le processus de séchage selon la météo (température et humidité relative de l'air extérieur), afin que la température du grain au point de contact de l'air chaud soit inférieure à 40 °C. Dès lors, la sonde à température devrait être positionnée en conséquence, vous permettant d'apporter des ajustements, si nécessaires. Il est aussi possible d'effectuer la mesure de la température à plusieurs endroits dans le silo, afin d'avoir un état plus juste de la situation. N'oubliez pas, toujours mettre des bottes en plastique jetables neuves à chaque fois que vous devez aller dans le silo à grain.

Il existe sur le marché divers systèmes électroniques de suivis de la température en temps réel du grain dans le silo et de la météo extérieure. Relié à votre ordinateur ou autre appareil intelligent, un tel système permet d'assurer un suivi en tout temps et en tout lieu. La présence de plusieurs sondes dispersées dans le silo augmente la précision de la mesure. Différents niveaux d'alarme et la visualisation des données sous forme graphique en fonction du temps contribuent à anticiper la surchauffe et l'impact du séchage sur le niveau de qualité du grain. Certes, un tel système peut être une dépense importante. Selon le prix du grain de chanvre à la tonne et les volumes en jeu, le retour sur investissement d'un tel système peut être rapide.

14.3.3 Agglomération du grain et poches de chaleur

La petite taille du grain, sa richesse en huile et son taux d'humidité élevé à la récolte sont autant de facteurs contribuant à l'agglomération fréquente des grains et la formation de poches de chaleur, affectant ainsi l'efficacité de la ventilation et du séchage des grains. En l'absence de brasseurs, ces derniers réduisant la formation de telles poches, il est important d'assurer un suivi serré de l'état du

grain et de la ventilation. Pour une meilleure efficacité et gestion, il est préférable de limiter le niveau de grains à 90 cm (3 pi) d'épaisseur et d'effectuer un brassage régulier du grain à l'aide d'une pelle. Bien que les brasseurs servent à éviter l'agglomération des grains, vérifiez tout de même l'état du grain et de la ventilation. Il arrive que les brasseurs ne circulent pas de manière uniforme dans le silo et vous n'êtes donc pas à l'abri de l'agglomération ou de la formation de poches.

Pour préserver la salubrité du grain lors de sa manipulation dans le silo, assurez-vous de la propreté de vos bottes, vêtements, gants et de votre pelle. Envisagez d'utiliser des couvre-bottes, gants et pelle ne servant que lors de votre présence dans le silo.

14.3.4 Grains jaunes

Les acides gras contenus dans le grain sont très sensibles et intolérants à la chaleur. S'il y a surchauffe durant le séchage, il y aura oxydation des acides gras (Tatum et Chow, 2000) et la conséquence directe sera le jaunissement, voire jusqu'au brunissement, de l'amande du grain (Commission canadienne des grains, 1989), lequel peut aussi goûter rance. C'est pourquoi la couleur du grain est également un critère important du déclassement du grain. Référez-vous à votre acheteur pour connaître la limite.

14.4 Entreposage à long terme

Une fois que l'humidité du grain se situe entre 7 et 8 %, celui-ci peut ensuite être entreposé pour une longue période. Abaissez la température par cycle de ventilation afin de l'amener entre 0 à 5 °C, température optimale pour une conservation à long terme. Le printemps représentant une période névralgique pour la masse de grains (St-Pierre et al., 2014); le chanvre ne devrait pas être entreposé à la ferme au-delà de fin mars ou au début d'avril. Si l'entreposage devait se poursuivre au-delà, il est dès lors très important de réchauffer la masse de grain afin de limiter le différentiel de température entre la masse de grain et la température extérieure (moyenne journalière) d'au plus 10 °C. Dès la fin du processus de séchage (humidité de 7 à 8 % atteint), **ne jamais ventiler quand l'humidité relative (HR) de l'air extérieur est plus élevé que 55 %.**

Afin de vérifier l'état de la conservation de votre lot de grain, assurez-vous d'un suivi régulier, à environ toutes les deux semaines (en période froide, le suivi peut se faire aux 3 à 5 semaines). Lors de vos tournées d'observation, vous pouvez :

- Démarrer la ventilation du silo et vérifier s'il y a une mauvaise odeur à la sortie;
- Mesurer la température de la masse de grains à l'aide d'un pistolet à infrarouge (se trouve dans toute bonne quincaillerie);
- Si la température s'élève, démarrer immédiatement un cycle de ventilation afin de contrôler la température de la masse de grain. Après 24 h, continuer à ventiler (par temps sec) de façon à redescendre la température dans la zone optimum de conservation (0 à 5 °C);
- Même si la température semble stable, ventiler :

- Durant quelques heures pour effectuer un changement d'air (durée variable selon le débit du ventilateur);
- **Par temps sec (humidité relative inférieure à 55 %).**

14.5 Criblage de pré-commercialisation

Les critères de qualité et de propreté du grain par les acheteurs sont très élevés, du fait que le chanvre est majoritairement destiné aux marchés de l'alimentation humaine où il y est consommé cru. Dès lors, des analyses de qualité du grain sont exigées et souvent effectuées par l'entremise de l'acheteur. Ces informations vous permettront d'effectuer vous-même le criblage afin de respecter ces critères. Si vous ne possédez aucune infrastructure de criblage, contactez votre acheteur ou encore votre fournisseur de semences; il est possible que l'un et/ou l'autre puissent soit l'effectuer pour vous à contrat, soit vous référer à un centre de criblage ayant de l'expérience avec le chanvre.

14.5.1 Prévention

La forme et la taille du grain de chanvre augmentent le niveau de difficulté à le cribler. Pour y arriver, il ne s'agit pas seulement d'utiliser un système de nettoyeurs-séparateurs jumelé à un système de ventilation et d'aspiration, mais également d'utiliser un système de tables à gravité et, dans certains cas, un trieur optique, permettant de séparer les grains de taille et de densité similaires, mais de couleur différente. À ce titre, une bonne gestion des plantes spontanées, des mauvaises herbes (MH) et des engrais verts (EV) est primordiale, afin que ceux-ci ne puissent jamais produire de graines récoltables au moment de la récolte du chanvre. À titre d'exemple, la folle avoine (MH), le radis sauvage (MH) et la vesce velue (EV) sont très difficiles à séparer, surtout les deux derniers, en l'absence d'un trieur optique. Le niveau de difficultés à réaliser le criblage peut être augmenté par le faible poids de 1 000 grains de certains cultivars, tel que Finola avec ses 10-12 g et présentant souvent beaucoup de criblures.

14.5.2 Sans gluten

Une large part de marché du chanvre décortiqué et des farines est destinée aux consommateurs qui recherchent un produit sans gluten. Naturellement, le chanvre ne contient aucun gluten. Toutefois, s'il est récolté et/ou manutentionné avec des équipements ayant aussi servi à celui de céréales, les risques de contamination croisée du lot de chanvre sont alors élevés. Le blé est très difficile à cribler du chanvre, même si un trieur optique est utilisé. Un taux d'un ou deux grains de blé par kg de grains de chanvre est souvent suffisant pour déclasser un lot dédié au marché du grain décortiqué sans gluten, dont la limite est fixée à 20 ppm de gluten (Tableau 14-1). Pour la production d'huile, la limite est de 10 ppm, car le pressage a pour effet de concentrer la teneur en gluten. Une bonne gestion des sources de contaminations potentielles par le gluten peut être payante. Une prime d'environ 300 \$/t est généralement payée si un lot se classe pour le marché sans gluten.

14.6 Échantillonnage et analyse de qualité du grain

Tel que mentionné, les acheteurs-transformateurs exigent du producteur un échantillon de grain pour fins d'analyse de sa qualité. Selon les résultats, le lot de grain sera autorisé à être livré ou refusé.

14.6.1 Méthode d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage est une étape très importante et qui peut directement influencer les résultats des analyses microbiologiques. C'est pourquoi vous devez utiliser des outils, équipements et contenants propres, et assurez-vous que vos mains également propres, afin de ne pas contaminer votre échantillon. Si l'échantillonnage est réalisé dans le silo, protégez vos bottes avec des sur-bottes jetables.

Notez que le grain de chanvre n'est pas désigné comme grain aux termes de la *Loi sur les grains du Canada*. Le chanvre ne peut donc pas bénéficier des services offerts par la *Commission canadienne des grains* (CCG), afin de développer des outils adaptés. Néanmoins, il est possible d'utiliser ceux d'autres grains comme sources d'inspiration. Parmi eux, il y a le *Manuel des systèmes d'échantillonnage et Guide d'approbation* disponible sur le site internet de la CCG. Dans ce dernier, le chapitre 4 traite de l'*Échantillonnage manuel* à des fins d'analyses de contrôle de la qualité du grain, pour un prélèvement :

- Dans le flot d'écoulement de grain;
- De lots statiques (sacs de moins de 25 kg ou sacs de manutention de plus de 100 kg).

Dans le 2^e cas, l'utilisation d'une sonde approuvée est nécessaire pour un type de grain spécifique. Aucune n'ayant été approuvée pour le chanvre, mais selon les dimensions de son grain, la sonde de taille moyenne (15 – 19 mm) serait à priori adéquate.

Prenez connaissance de ce chapitre et appliquez les recommandations. Si lors de l'échantillonnage vous remarquez que votre lot ne respectera pas les critères de qualité physique, effectuer une nouvelle séquence de criblage jusqu'à satisfaction, puis, échantillonnez de nouveau.

L'échantillon composite final doit être de taille suffisante pour permettre toutes les utilisations prévues et une réserve pour chacune d'elles. Ainsi, dans l'éventualité où les résultats d'analyses ne seraient pas en votre faveur, l'utilisation de la réserve pourrait être effective pour :

- Une seconde série d'analyses par le même laboratoire;
- Une première série d'analyses par un second laboratoire, indépendant du premier.

Vous serez les premiers, de même que votre portefeuille, à bénéficier positivement d'une telle rigueur. De plus, exigez toujours une copie du rapport d'analyse.

14.6.2 Analyses de qualité du grain

Les paramètres de qualité du grain considérés par les acheteurs peuvent être répartis en trois catégories, soit physiques, microbiologiques et chimiques (Tableau 14-1). Pour chacun d'eux, les seuils limites à respecter peuvent varier selon le produit fini (grain entier grillé, écaillé ou pressé). Référez-vous à votre acheteur et à son cahier des charges. Les paramètres, les seuils limites et les méthodes d'analyses exigés peuvent varier d'un à l'autre et d'un produit fini à l'autre, principalement car ils n'ont pas été normés et standardisés par la *Commission canadienne des grains*.

Tableau 14-1. Exemples de paramètres dont l'analyse pourrait être exigée pour le grain par un acheteur-transformateur et limites (ou gamme) pouvant être imposées pour chacun d'eux.

Paramètres	Limites
Physiques	
Pureté	≥ 99,5 – 99,9 %
Couleur du grain	≤ 1 % jaune; ≤ 0,2 % orange ou brun
Folle avoine	≤ 2 grains par kg de chanvre
Radis sauvage	Absence
Sclérote	≤ 15 grains par 2,5 kg de chanvre
Microbiologiques	
Comptage sur plaque standard ¹	< 100,000 - < 300,000 UFC/g
Coliformes totaux	< 1000 UFC/g
Coliformes fécaux ²	Absence : LDD < 10 UFC/g
<i>E. coli</i>	Absence : LDD < 10 UFC/g
Salmonelle	Absence
Staphylocoque A	Absence
Moisissures et levures combinées	< 1000 - < 5500 UFC/g
Chimiques	
Gluten ³	< 10 - < 20 ppm
THC	< 10 ppm
Résidus de pesticides	Aucun
Organoleptique	
Indice de peroxide	≤ 4 meg/kg - 10 meg/kg
Indice d'acide oléique	≤ 0,2 meg/kg
Goût	Agréable et doux. Ni rance ni amer
Odeur	Odeur de brûlé disqualifie le lot
Visuel	
Couleur des grains	≤ 1 % jaune; ≤ 0,2 % orange ou brun
	Présence de grains oxydés bruns disqualifie le lot

¹ UFC : unité formant une colonie; ² LDD : limite de détection; ³ PPM : partie par million.

Adapté de Slaski et al., 2018; Fresh Hemp Food, communication personnelle; Aliments Trigone, communication personnelle; Minoterie des Anciens, communication personnelle.

Chapitre 15. Budgets de production

15.1 Budgets de production

En fonction des données recueillies ces dernières années dans le cadre des essais du Réseau des plantes bio-industrielles du Québec (RPBQ), ainsi que par plusieurs autres collaborateurs, quatre budgets de production ont été développés, soit pour la production de grain ou la production à double fin grain et paille, toutes deux considérées dans les systèmes culturaux biologique et conventionnel (Tableaux 15-1 à 15-4). Prenez note que ce sont des exemples de budgets et non des coûts de production. Les informations qu'ils contiennent sont à titre indicatif et par conséquent, ils doivent être adaptés en fonction de la réalité de votre entreprise. C'est d'ailleurs pour cette raison que chacun d'eux présente une colonne vierge, intitulée *Le vôtre*, permettant d'inscrire vos propres chiffres. Pour les situations présentées, un rendement en grain de 800 kg/ha, à 8 % d'humidité, fut considéré. Le cas échéant, un rendement en paille de 5 000 kg MS/ha fut considéré.

Dans le cas des budgets pour la double fin, les opérations culturales ne sont présentement pas optimisées. Dans l'éventualité où des équipements de récolte permettent la récolte du grain et la fauche des tiges en un seul passage, ce poste de dépense serait appelé à être réduit.

Au moment de la rédaction de ce guide, la récolte des fleurs et des feuilles n'était toujours pas autorisée au Canada. C'est pourquoi, aucun budget de production n'a été proposé pour la production du chanvre de fleurs/feuilles seulement, ou pour la production à double fin fleurs et paille. Dans l'éventualité où la réglementation en vigueur serait modifiée afin d'en permettre la récolte, de tels budgets seraient dès lors produits et rendus disponibles.

15.2 Programme d'assurance récolte collective

Les producteurs de chanvre pourront dorénavant compter sur un programme d'assurance récolte collective s'appliquant à diverses cultures, dont celle du chanvre, à compter de 2018.

La Financière agricole du Québec (FADQ) évalue la perte de façon collective en se basant sur les paramètres d'assurance des trois cultures céréalières de référence (avoine, blé, orge) assurées au système collectif. La perte est calculée à partir des données de récolte de ces dernières pour une même zone géographique. Cette protection est disponible tant aux producteurs en régie biologique que conventionnelle. Dans le cas du chanvre, ce programme d'assurance s'applique pour la période allant jusqu'à la récolte du grain seulement. La couverture ne s'applique pas à la paille durant le rouissage de celle-ci. Le programme offre aussi une couverture pour des risques individuels.

L'adhérent a l'obligation de déclarer sa production totale à la FADQ. De cette manière, celle-ci pourra mieux adapter son offre de produit dans le temps. Pour plus de détails, consultez le site Web de la FADQ et son *Programme d'assurance récolte - Cultures émergentes*.

Tableau 15-1. Budget du chanvre grain produit en régie biologique à l'hectare

BUDGET CHANVRE GRAIN BIOLOGIQUE 2018 L'HECTARE							
Réalisé par Guy Beauregard et Olivier Lalonde, agronomes							
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS	DÉBOURS	LE VÔTRE	
A-PRODUITS				TOTAUX			
Grain 92 % m.s.	800	2 800,00 \$	1000	2 240,00 \$	2 240,00 \$	-----	
Agri-invest. Et Agri-Québec	1 980 \$	4,2%		83,16 \$	83,16 \$	-----	
Total (A)				2 323,16 \$	2 323,16 \$	-----	
B-DÉBOURS							
1- Approvisionnements:							
Semence (kg)	40	6,50 \$	1	260,00 \$	260,00 \$	-----	
Fumier de poulet (100 N/ha)	10	13,20 \$	1	132,00 \$	132,00 \$	-----	
Pierre à chaux calcique (t)	0,33	46,00 \$	1	15,18 \$	15,18 \$	-----	
Total approvisionnements				407,18 \$	407,18 \$	-----	
2- OPÉRATIONS CULTURALES ¹				À FORFAIT	Coûts variables		
Charrue semi-portée (loam)				93,87 \$	49,52 \$	-----	
Cultivateur (1 ^{er} passage)				21,06 \$	10,40 \$	-----	
Cultivateur (2 ^{ième} passage)				17,38 \$	8,22 \$	-----	
Épandage fumier (m3)	12	1,78 \$	1	47,40 \$	21,36 \$	-----	
Rouleau			1	15,35 \$	5,98 \$	-----	
Semoir à céréales (sans système de guidage)				43,36 \$	19,14 \$	-----	
Batteuse				120,78 \$	43,95 \$	-----	
Transport grains au champ				6,25 \$	3,37 \$	-----	
Total opérations culturales sans système de guidage				365,45 \$	161,94 \$	-----	
3- ENTREPOSAGE-MARKETING							
Séchage air chaud (25 à 8 %) (kg)	800	21,53 \$	1000	22,99 \$	17,22 \$	-----	
Entreposage grain (127)	800	4,29 \$	1000	10,54 \$	3,43 \$	-----	
Transport grains pt vente	800	20,00 \$	1000	16,00 \$	16,00 \$	-----	
Criblage (t)	800	4,31 \$	1000	3,45 \$	3,45 \$	-----	
Plan conjoint	800	1,90 \$	1000	1,52 \$	1,52 \$	-----	
Total				52,97 \$	41,62 \$	-----	
4- AUTRES FRAIS							
Main-d'œuvre salarié (h)	5	12,00 \$			60,00 \$	-----	
Location de terre (ha)	15 000 \$	3%		450,00 \$	- \$	-----	
Entretien terre & taxes foncières			mois	93,75 \$	138,75 \$	-----	
Intérêts ouverture crédit ²	405 \$	5,0%	9	15,18 \$	15,18 \$	-----	
Total				558,93 \$	213,93 \$	-----	
TOTAL DES DÉBOURS (B)				1 384,53 \$	824,67 \$	-----	
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A-B)				938,63 \$	1 498,49 \$	-----	
D- Prix de revient moyen la tonne		1 380,75 \$		1 730,67 \$	1 030,84 \$	-----	

(1) Les coûts moyens des opérations culturales sont réalisés à partir du feuillet "Machinerie, coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés", Agdex 740/825, CRAAQ, Août 2014. Le coût du carburant diesel est à 1,00 \$ le litre

(2) La moitié des approvisionnements, des opérations culturales, de la mise en marché et des autres frais sont financés sur 9 moi

Tableau 15-2. Budget du chanvre grain produit en régie conventionnelle à l'hectare

BUDGET CHANVRE GRAIN CONVENTIONNEL 2018 L'HECTARE							
Réalisé par Guy Beauregard et Olivier Lalonde, agronomes							
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS	DÉBOURS	LE VÔTRE	
A-PRODUITS				TOTAUX			
Grain 92 % m.s.	800	1 300,00 \$	1000	1 040,00 \$	1 040,00 \$	-----	
Agri-invest. Et Agri-Québec	780 \$	4,2%		32,76 \$	32,76 \$	-----	
Total (A)				1 072,76 \$	1 072,76 \$	-----	
B-DÉBOURS							
1- Approvisionnements:							
Semence (kg)	40	6,50 \$	1	260,00 \$	260,00 \$	-----	
Fertilisation (100-20-40)	315	574,00 \$	1000	180,81 \$	180,81 \$	-----	
Pierre à chaux calcique (t)	0,33	46,00 \$	1	15,18 \$	15,18 \$	-----	
Total approvisionnements				455,99 \$	455,99 \$	-----	
2- OPÉRATIONS CULTURALES ¹				À FORFAIT	Coûts variables		
Charrue semi-portée (loam)				93,87 \$	49,52 \$	-----	
Cultivateur (1 ^{er} passage)				21,06 \$	10,40 \$	-----	
Cultivateur (2 ^{ième} passage)				17,38 \$	8,22 \$	-----	
Épandage engrais minéraux (tracteur seul)			1 fois	12,91 \$	5,34 \$	-----	
Rouleau			1 fois	15,35 \$	5,98 \$	-----	
Semoir à céréales (sans système de guidage)				43,36 \$	19,14 \$	-----	
Batteuse				120,78 \$	43,95 \$	-----	
Transport grains au champ				6,25 \$	3,37 \$	-----	
Total opérations culturales sans système de guidage				330,96 \$	145,92 \$	-----	
3- ENTREPOSAGE-MARKETING							
Séchage air chaud (25 à 8 %) (kg)	800	21,53 \$	1000	22,99 \$	17,22 \$	-----	
Entreposage grain (127)	800	4,29 \$	1000	10,54 \$	3,43 \$	-----	
Transport grains pt vente	800	20,00 \$	1000	16,00 \$	16,00 \$	-----	
Criblage (t)	800	4,31 \$	1000	3,45 \$	3,45 \$	-----	
Plan conjoint	800	1,90 \$	1000	1,52 \$	1,52 \$	-----	
Total				54,49 \$	41,62 \$	-----	
4- AUTRES FRAIS							
Main-d'œuvre salarié (h)	5	12,00 \$			60,00 \$	-----	
Location de terre (ha)	15 000 \$	3%		450,00 \$	- \$	-----	
Entretien terre & taxes foncières			mois	93,75 \$	138,75 \$	-----	
Intérêts ouverture crédit ²	421 \$	5,0%	9	15,79 \$	15,79 \$	-----	
Total				559,54 \$	214,54 \$	-----	
TOTAL DES DÉBOURS (B)				1 400,99 \$	858,08 \$	-----	
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A-B)				(328,23) \$	214,68 \$	-----	
D- Prix de revient moyen la tonne		1 411,92 \$		1 751,23 \$	1 072,60 \$	-----	

(1) Les coûts moyens des opérations culturales sont réalisés à partir du feuillet "Machinerie, coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés", Agdex 740/825, CRAAQ, Août 2014. Le coût du carburant diesel est à 1,00 \$ le litre

(2) La moitié des approvisionnements, des opérations culturales, de la mise en marché et des autres frais sont financés sur 9 mois.

Tableau 15-3. Budget du chanvre double fin produit en régie biologique à l'hectare

BUDGET CHANVRE DOUBLE FIN BIOLOGIQUE 2018 L'HECTARE						
Réalisé par Guy Beauregard et Olivier Lalonde, agronomes						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS	DÉBOURS	LE VÔTRE
A-PRODUITS				TOTAUX		
Grain 92 % m.s.	800	2 800,00 \$	1000	2 240,00 \$	2 240,00 \$	-----
Paille balle (100 % m.s.) (kg) ¹	5000	175,00 \$	1000	875,00 \$	875,00 \$	-----
Agri-inves. Et Agri-Québec grain	2 045 \$	4,2%		85,89 \$	85,89 \$	-----
Agri-inves. Et Agri-Québec paille	680 \$	4,2%		28,56 \$	28,56 \$	-----
Total (A)				3 229,45 \$	3 229,45 \$	-----
B-DÉBOURS						
1- Approvisionnements:						
Semence (kg) taux grain	30	6,50 \$	1	195,00 \$	195,00 \$	-----
Semence (kg) bonification paille	30	6,50 \$	1	195,00 \$	195,00 \$	-----
Fumier de poulet (120 N/ha)	12	13,20 \$	1	158,40 \$	158,40 \$	-----
Pierre à chaux calcique (t)	0,33	46,00 \$	1	15,18 \$	15,18 \$	-----
Filet (balles)	22	0,62 \$	1	13,48 \$	13,48 \$	-----
Total approvisionnements				577,06 \$	577,06 \$	-----
2- OPÉRATIONS CULTURALES²				À FORFAIT	Coûts variables	
Charrue semi-portée (loam)				93,87 \$	49,52 \$	-----
Cultivateur (1 ^{er} passage)				21,06 \$	10,40 \$	-----
Cultivateur (2 ^{ième} passage)				17,38 \$	8,22 \$	-----
Épandage fumier (m3)	12	1,78 \$	1	47,40 \$	21,36 \$	-----
Rouleau			1 fois	15,35 \$	5,98 \$	-----
Semoir à céréales (sans système de guidage)				43,36 \$	19,14 \$	-----
Batteuse				120,78 \$	43,95 \$	-----
Transport grains au champ				6,25 \$	3,37 \$	-----
Faucheuse conditionneuse à disques				31,89 \$	16,09 \$	-----
Giro-râteau			1 fois	14,95 \$	5,28 \$	-----
Presse balles rondes (20 balles/h)			22 balles	76,74 \$	58,91 \$	-----
Transport auto-chargeur-16 balles (32 balles/h)			22 balles	72,61 \$	35,87 \$	-----
Déchargement (50 balles/h)			22 balles	32,25 \$	15,92 \$	-----
Total opérations culturales sans système de guidage				593,89 \$	294,01 \$	-----
3- ENTREPOSAGE-MARKETING						
Séchage air chaud (25 à 8 %) (kg)	800	21,53 \$	1000	22,99 \$	17,22 \$	-----
Entreposage grain (127)	800	4,29 \$	1000	10,54 \$	3,43 \$	-----
Transport grains pt vente	800	10,00 \$	1000	8,00 \$	8,00 \$	-----
Criblage (t)	800	4,31 \$	1000	3,45 \$	3,45 \$	-----
Plan conjoint	1000	1,90 \$	1000	1,90 \$	1,90 \$	-----
Entreposage paille	5	8,23 \$	1	190,80 \$	41,15 \$	-----
Chargement chargeur frontal (bal)	5	22		32,25 \$	15,92 \$	-----
Plan conjoint	6	1,90 \$	1	11,40 \$	11,40 \$	-----
Total				269,93 \$	102,48 \$	-----
4- AUTRES FRAIS						
Main-d'œuvre salarié grain (h)	5	12,00 \$			60,00 \$	-----
Main-d'œuvre salarié paille (h)	3	12,00 \$			36,00 \$	-----
Location de terre (ha)	15 000 \$	3%		450,00 \$	- \$	-----
Entretien terre & taxes foncières			mois	93,75 \$	138,75 \$	-----
Intérêts ouverture crédit grain ³	382 \$	5,0%	9	14,31 \$	14,31 \$	-----
Intérêts ouverture crédit paille ³	223 \$	5,0%	9	8,34 \$	8,34 \$	-----
Total				566,41 \$	257,41 \$	-----
TOTAL DES DÉBOURS (B)				2 007,28 \$	1 230,95 \$	-----
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A-B)				1 222,17 \$	1 998,50 \$	-----
D- TOTAL DES DÉBOURS GRAINS HECTARE				1 178,67 \$	777,59 \$	-----
MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS GRAIN				1 147,22 \$	1 548,30 \$	-----
COÛTS VARIABLES LA TONNE GRAIN		1 222,66 \$		1 473,33 \$	971,98 \$	-----
E- TOTAL DES DÉBOURS PAILLE HECTARE				668,31 \$	453,37 \$	-----
MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS PAILLE				235,25 \$	450,19 \$	-----
COÛTS VARIABLES LA TONNE PAILLE		45,40 \$		0,13 \$	90,67 \$	-----

(1) Pris à la ferme

(2) Les coûts moyens des opérations culturales sont réalisés à partir du feuillet "Machinerie, coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés", Agdex 740/825, CRAAQ, Août 2014. Le coût du carburant diesel est à 1,00 \$ le litre

(3) La moitié des approvisionnements, des opérations culturales, de la mise en marché et des autres frais sont financés sur 9 mois.

Tableau 15-4. Budget du chanvre double fin produit en régie conventionnelle à l'hectare

BUDGET CHANVRE DOUBLE FIN CONVENTIONNEL 2018 L'HECTARE						
Réalisé par Guy Beauregard et Olivier Lalonde, agronomes						
ITEM	QTÉ	PRIX	UNITÉ	COÛTS	DÉBOURS	LE VÔTRE
A-PRODUITS				<u>TOTAUX</u>		
Grain 92 % m.s.	800	1 300,00 \$	1000	1 040,00 \$	1 040,00 \$	-----
Paille balle (100 % m.s.) (kg) ¹	5000	175,00 \$	1000	875,00 \$	875,00 \$	-----
Agri-inves. Et Agri-Québec grain	878 \$	4,2%		36,86 \$	36,86 \$	-----
Agri-inves. Et Agri-Québec paille	713 \$	4,2%		29,93 \$	29,93 \$	-----
Total (A)				1 981,78 \$	1 981,78 \$	-----
B-DÉBOURS						
1- Approvisionnements:						
Semence (kg) taux grain	25	6,50 \$	1	162,50 \$	162,50 \$	-----
Semence (kg) bonification paille	25	6,50 \$	1	162,50 \$	162,50 \$	-----
Fertilisation (120-20-40)	359	582,00 \$	1000	208,94 \$	208,94 \$	-----
Pierre à chaux calcique (t)	0,33	46,00 \$	1	15,18 \$	15,18 \$	-----
Filet (balles)	22	0,62 \$	1	13,48 \$	13,48 \$	-----
Total approvisionnements				562,60 \$	562,60 \$	-----
2- OPÉRATIONS CULTURALES ²				À FORFAIT	Coûts variables	
Charrue semi-portée (loam)				93,87 \$	49,52 \$	-----
Cultivateur (1 ^{er} passage)				21,06 \$	10,40 \$	-----
Cultivateur (2 ^{ème} passage)				17,38 \$	8,22 \$	-----
Épandage engrais minéraux (tracteur seul)			1 fois	12,91 \$	5,34 \$	-----
Rouleau			1 fois	15,35 \$	5,98 \$	-----
Semoir à céréales (sans système de guidage)				43,36 \$	19,14 \$	-----
Batteuse				120,78 \$	43,95 \$	-----
Transport grains au champ				6,25 \$	3,37 \$	-----
Faucheuse conditionneuse à disques				31,89 \$	16,09 \$	-----
Giro-râteau			1 fois	14,95 \$	5,28 \$	-----
Presse balles rondes (20 balles/h)			22 balles	76,74 \$	58,91 \$	-----
Transport auto-chargeur-16 balles (32 balles/h)			22 balles	72,61 \$	35,87 \$	-----
Déchargement (50 balles/h)			22 balles	32,25 \$	15,92 \$	-----
Total opérations culturales sans système de guidage				559,40 \$	277,99 \$	-----
3- ENTREPOSAGE-MARKETING						
Séchage air chaud (25 à 8 %) (kg)	800	21,53 \$	1000	22,99 \$	17,22 \$	-----
Entreposage grain (127)	800	4,29 \$	1000	10,54 \$	3,43 \$	-----
Transport grains pt vente	800	20,00 \$	1000	16,00 \$	16,00 \$	-----
Criblage (t)	800	4,31 \$	1000	3,45 \$	3,45 \$	-----
Plan conjoint	1000	1,90 \$	1000	1,90 \$	1,90 \$	-----
Entreposage paille	5	8,23 \$	1	190,80 \$	41,15 \$	-----
Chargement chargeur frontal (balle)	5	22		32,25 \$	15,92 \$	-----
Plan conjoint	6	1,90 \$	1	11,40 \$	11,40 \$	-----
Total				277,93 \$	110,48 \$	-----
4- AUTRES FRAIS						
Main-d'œuvre salarié grain (h)	5	12,00 \$			60,00 \$	-----
Main-d'œuvre salarié paille (h)	3	12,00 \$			36,00 \$	-----
Location de terre (ha)	15 000 \$	3%		450,00 \$	- \$	-----
Entretien terre & taxes foncières			mois	93,75 \$	138,75 \$	-----
Intérêts ouverture crédit grain ³	282 \$	5,0%	9	10,58 \$	10,58 \$	-----
Intérêts ouverture crédit paille ³	206 \$	5,0%	9	7,73 \$	7,73 \$	-----
Total				562,07 \$	253,07 \$	-----
TOTAL DES DÉBOURS (B)				1 961,99 \$	1 204,13 \$	-----
C- MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS (A-B)				19,79 \$	777,65 \$	-----
D- TOTAL DES DÉBOURS GRAINS HECTARE				1 115,95 \$	574,94 \$	-----
MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS GRAIN				(39,09) \$	501,92 \$	-----
COÛTS VARIABLES LA TONNE GRAIN		1 056,80 \$		1 394,93 \$	718,67 \$	-----
E- TOTAL DES DÉBOURS PAILLE HECTARE				635,21 \$	420,26 \$	-----
MARGE PRODUITS SUR DÉBOURS PAILLE				269,72 \$	484,67 \$	-----
COÛTS VARIABLES LA TONNE PAILLE		42,09 \$		0,13 \$	84,05 \$	-----

(1) Pris à la ferme

(2) Les coûts moyens des opérations culturales sont réalisés à partir du feuillet "Machinerie, coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés", Agdex 740/825, CRAAQ, Août 2014. Le coût du carburant diesel est à 1,00 \$ le litre

(3) La moitié des approvisionnements, des opérations culturales, de la mise en marché et des autres frais sont financés sur 9 mois.

Références bibliographiques

- Akin, D.E., Gamble, G.R., Morrison III, W.H., Rigsby, L.L., Dodd, R.B., 1996. Chemical and Structural Analysis of Fibre and Core Tissues from Flax. *J. Sci. Food Agric.* 72 : 155 -165.
- Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Venturi, G., 2008. Modelling post-emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): Theory and evaluation. *Europ. J. Agronomy*, 28 : 90-102.
- Anonyme. 2017. Étiquette de produit Actinovate® SP Fongicide. No d'homologation 28672. Winnipeg, MB. Mosanto Canada. 10 p.
- Anonyme. 2017. Étiquette de produit IPCO CONTENDER® HERBICIDE. No d'homologation 32091. Houston, TX. Nissan Chemical Industries. 21 p.
- Anonyme. 2017. Étiquette de produit YUMA HERBICIDE. No d'homologation 29134. Houston, TX. Nissan Chemical Industries. 18 p.
- Anonyme. 2017. Étiquette de produit YUMA® GL LIQUID EC HERBICIDE. No d'homologation 30100. Houston, TX. Nissan Chemical Industries. 27 p.
- Anonyme. 2016. Étiquette de produit HERBICIDE ASSURE^{md} II. No d'homologation 25462. Mississauga, ON. DuPont. 28 p.
- Anonyme. 2015. Étiquette de produit CONTANS^{md} WG. No d'homologation 29066. Calgary, AB. Bayer CropScience. 5 p.
- Anonyme. 2014. Étiquette de produit AgActives^{mc} Secure^{mc}. No d'homologation 29625. Mississauga, ON. AgActives Crop Protection. 36 p.
- Aubin, M.-P., Seguin, P., Vanasse, A., Lalonde, O., Tremblay, G.F., Mustafa, A.F., Charron, J.-B., 2016. Evaluation of eleven industrial hemp cultivars grown in Eastern Canada. *Agron. J.* 108 : 1972-1980. doi:10.2134/agronj2016.04.0217
- Aubin, M.-P., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G.F., Mustafa, A.F., Charron, J.-B., 2015. Industrial hemp response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Crop Forage Turfgrass Manage.* 1 : 1-10. doi : 10.2134/cftm2015.0159
- Bailey, K.L., Couture, L., Gossen, B.D., Gugel, R.K., Morrall, R.A.A., 2004. Maladies des grandes cultures au Canada. La société canadienne de phytopathologie, Ottawa, ON. 318 p.
- Beaulieu, M., Doucet, F. 2013. La graine de chanvre biologique : Un guide de production pour l'Est-du-Québec. Gouvernement du Québec, Dépôt légal Bibliothèque et Archives nationales du Québec.
- Boisvert, M., 1996. La production textile au Bas-Saint-Laurent. L'exemple Laurentien, *Cahiers de géographie du Québec*, Département de géographie de l'Université Laval, Québec, vol. 40, n° 111, p. 421-437. [En ligne]. <http://id.erudit.org/iderudit/022588ar>

Bouchard, A., Lalonde, O. Beaulieu, M., 2016. Effet de semis hâtif et tardif sur les rendements en grain et en fibre pour deux différents cultivars de chanvre industriel en régie biologique. Projet IA21418. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Programme Innov'action.

https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Recherche_Innovation/Grandescultures/IA215455.pdf. (Consulté le 18 janvier 2018)

Bouchard, A., 2014. Essais visant l'amélioration de la qualité du semis et l'optimisation des rendements dans la culture du chanvre industriel biologique. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Programme Innovbio. <https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/87094/essais-visant-lamelioration-de-la-qualite-du-semis-et-loptimisation-des-rendements-dans-la-culture-du-chanvre-industriel-biologique-rapport-de-projet-saison-2013> (Consulté le 20 janvier 2018)

Bouchette, J., 1815. Dictionnaire topographique de la province du Bas-Canada avec des remarques sur le Haut-Canada, Réédition 1978, Élysée, Montréal.

Bouloc, P., 2013. Hemp Industrial Production and Uses. CABI, Wallingford, UK, p. 322.

Brown, A.E. et Sharma, H.S.S. 1984. Production of polysaccharide-degrading enzymes by saprophytic fungi from glyphosate-treated flax and their involvement in retting. Ann. Appl. Biol. 105 : 65-74.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. 2003. Guide de référence en fertilisation. 2^e ed. Cent. de référence en agric. et agroalimentaire du Québec, Québec, Canada. p. 379.

Commission canadienne des grains. 2015. Manuel des systèmes d'échantillonnage et Guide d'approbation. 34 p. <https://www.grainscanada.gc.ca/guides-guides/ssh-mse/ssh-mse-fra.pdf>.

Commission canadienne des grains. 1999. Tableau de conversion pour humidimètre de modèle 919/3,5 – chanvre. 1 p. <http://www.grainscanada.gc.ca/guides-guides/moisture-teneur/table-tableau/hemp1.pdf>.

Douville, Y., 2009. Technique et appareils de désherbage mécanique. Technaflora. Publication N° 09-0003 (2009-03). <https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/BrochureTech084.pdf> (Consulté le 20 janvier 2018)

Grishko, N.N., Malusha, K.V., 1935. Probleme und Richtlinien in Hanfzüchtung. Trudy prikl. 4 : 61-67. (Russe)

Guide d'identification des mauvaises herbes du Québec [Internet]. 2016. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) : Québec (QC); [mis à jour en 2016; cité le 20 décembre 2016]. <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Protectiondescultures/mauvaisesherbes/fichesmauaiseherbes/Pages/Guide-identification-mauvaises-herbes>

Heard, J., Watson, K., Kostuik, J., 2007. Nutrient uptake and partitioning by industrial hemp. Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives. http://www.umanitoba.ca/faculties/afs/MAC_proceedings/proceedings/2007/Heard_poster.pdf.

(Consulté le 4 janvier 2018)

Kessler, R.W., Becker, U., Kohler, R., Goth, B., 1998. Steam explosion of flax - a superior technique for upgrading fibre value. *Biomass Bioenergy* 14: 237-249.

Leblanc, M., Cloutier, D., 1996. Effet de la technique du faux-semis sur la levée des adventices annuelles. 10e Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes; 11-13 septembre 1996; Dijon. *Annales de l'Association Nationale pour la Protection des Plantes*. 10 : 29-34.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000a. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 1. General introduction and the effect of temperature on the pre-emergent development of hemp. *Aust. J. Exp. Agric.* 40 : 405-411.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000b. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 2. The flowering response of two hemp cultivars to photoperiod. *Aust. J. Exp. Agric.* 40: 413-417.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000c. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 3. The effect of plant density on leaf appearance, expansion and senescence. *Aust. J. Exp. Agric.* 40 : 419-423.

Lisson, S.N., Mendham, N.J., Carberry, P.S., 2000d. Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model. 4. Model description and validation. *Aust. J. Exp. Agric.* 40 : 425-432.

Mediavilla, V., Jonquera, M., Schmid-Slembrouck, I., Soldati, A., 1998. Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.) *J. Int. Hemp Assoc.* 65 : 68-74.

Meijer, W.J.M., van der Werf, H.M.G., Mathijssen, E.W.J.M., van den Brink, P.W.M., 1995. Constraints to dry matter production in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Eur. J. Agron.* 4 : 109-117.

Meijer, W.J.M., Vertregt, N., Rutgers, B., Van de Waart, M., 1995. The pectin content as a measure of the retting and rettability of flax. *Ind. Crops. Prod.* 4: 273-284.

Mills, J.T. 1989. Spoilage and heating of stored agricultural products: prevention, detection and control. Publication 1823E. Agriculture and Agri-Food Canada. 98 p. <https://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepot/jimills/shsap-depae-eng.pdf>.

Ministre de la Justice, 2017. Règlement sur le chanvre industriel DORS/98-156. <http://lois-laws.justice.gc.ca>. (Consulté le 4 janvier 2018).

National Plant Germplasm System (NPGS), Taxon: *Cannabis sativa* L. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=8862>. (Consulté le 4 janvier 2018).

Neuer, H., von Sengbusch, R., 1943. Die Geschlechtsvererbung bei Hanf und die Züchtung eines monözischen Hanfes. Züchter, 15 : 49-62. (Allemand)

Renalli, P., 2004. Current status and future scenarios of hemp breeding. Euphytica 140 : 121-131.

Slaski, J., Kostuik, J., Shukla, K., Wtson, K., Semeniuk, R., 2018. The hemp production eGuide. Canadian Hemp Trade Alliance. <http://www.hemptrade.ca/eguide>.

St-Pierre, N., V. Bélanger et A. Bréard. 2014. Ventilation et conservation des grains à la ferme. Réseau Innovagrains et Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 58 p. <http://www.reseauinnovagrains.ca/dynamiques/PDF/PGCC0101-01PDF.pdf>.

Taché, J.C., 1856. Le Canada et l'exposition universelle de 1855, impr. de J. Lovell., Toronto.

Tatum, V., Chow, C.K., 2000. Effects of processing and storage on fatty acids in edible oils. In: Chow, C.K. (2nd Ed.), Fatty acids in foods and their health implications. Marcel Dekker inc., New York, USA.

van der Werf, H., Brouwer, K., Wijnhuizen, H., Withagen, J.C.M., 1995. The effect of temperature on leaf appearance and canopy establishment in fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Ann. Appl. Biol., 126 : 551-561.

Crédits photographiques

Couverture

Crédit photos : O. Lalonde

Chapitre II

Figures 2-1 à 2-8 : Crédit photos : O. Lalonde

Figure 2-9 : O. Beherec, FNPC. Tiré de Bouloc, P., 2006. Le chanvre industriel, production et utilisations. Éditions France Agricole. 432 p.

Chapitre V

Figures 5-1 à 5-5 : Crédit photos : O. Lalonde

Chapitre VII

Figures 7-1 à 7-4 : Crédit photos : O. Lalonde

Chapitre X

Figures 10-1 à 10-6 : Crédit photos : O. Lalonde

Chapitre XI

Figures 11-1 à 11-5 : Crédit photos : O. Lalonde

Figures 11-6, 11-7, 11-11, 11-12, 11-16 et 11-17 : Crédit photos : J. Slaski, T. Tekle, W.V. Roessel, K. Shukla, K. Watson, J. Kostiuik et B. Vandenberg. Tirés de Hemp Production eGuide, 2018. Canadian Hemp Trade Alliance. <http://www.hemptrade.ca/eguide>.

Figure 11-8 : Crédit photo : Tirée de

https://idparts.deere.com/partsmkt/document/english/pmac/7545_fb_HighEnertiaEnclosedCylinders.htm

Figures 11-9, 11-10 et 11-13 : Crédit photos : F. Lavoie

Figure 11-14 : Crédit photo : Tirée de

http://punjabtrade.com/featured_product.php?value=straw_walker&cus_id=498&prod_id=22

Figure 11-15 : Crédit photo : Tirée de

http://manuals.deere.com/omview/OMCQ66657_19/OU64006_00000CF_19_21SEP05_1.htm

Chapitre XII

Figures 12-1 à 12-3, 12-5, 12-8 : Crédit photos : O. Lalonde

Figures 12-4 et 12-9 : Crédit photos : <https://www.youtube.com/watch?v=LNyLm0mhOVQ>

Chapitre XIV

Figure 14-1 : Crédit photo : O. Lalonde

Chanvre industriel

Guide pour la production en régie biologique et conventionnelle

Avril 2018