
ROUISSAGE AU SOL DU CHANVRE INDUSTRIEL (*CANNABIS SATIVA L.*) : DYNAMIQUE SOUS ENVIRONNEMENT CONTROLÉ ET MODÉLISATION.

Thèse de Laurent **BLEUZE**¹

Analysée par Daniel **Tessier**²

Directrices de thèse :

Sylvie RECOUS, Directrice de recherche INRA
Brigitte CHABBERT, Chargée de recherche INRA
Gwenaëlle LASHERMES, Chargée de recherche INRA

En Europe, le lin et le chanvre industriel sont les principales plantes à fibres et leur usage remonte à l'Antiquité. Dans le domaine des matériaux, les fibres végétales représentent une solution prometteuse pour se substituer aux fibres synthétiques ou d'origine minérale. Pour le chanvre, on voit apparaître de nouvelles valorisations comme la fabrication de matériaux composites substitués de ceux issus de l'industrie chimique, ou encore pour l'élaboration de bétons armés pour lesquels leur durabilité pose question du fait de l'augmentation du volume des métaux ferreux lors de leur oxydation. L'intérêt du chanvre est de disposer d'une fibre naturelle, au module d'élasticité intéressant et susceptible de remplacer de nombreux matériaux synthétiques.

L'exposé de la thèse commence par la partie bibliographique qui permet au lecteur non averti d'en savoir plus sur la production de chanvre industriel dans le monde, son intérêt agronomique, ses modes de cultures et de récolte, la structure et les propriétés des fibres, la valorisation de la culture dans différents secteurs d'activité. Ce chapitre traite principalement du rouissage au champ, technique qui facilite le défibrage des tiges et limite les altérations liées au traitement mécanique du chanvre après rouissage. L'étape du rouissage conditionne en effet la qualité des fibres, en particulier leur structure et leurs propriétés. Plus précisément le rouissage au champ est un processus qui, grâce à une dégradation microbienne sélective des tissus externes des tiges, conduit à la dissociation partielle des fibres cellulosiques extraxylémiennes, facilitant leur extraction mécanique ultérieure. Ce chapitre est pédagogique, bien documenté et fournit les éléments essentiels pour positionner la thèse et discuter des résultats acquis.

Le second chapitre est consacré à la mise au point d'un dispositif expérimental original visant à conduire des essais de rouissage au laboratoire sous différents scénarios contrôlés d'humidité, de température de l'air et de pluviométrie. Sans entrer dans le détail, les conditions expérimentales se proposent d'être en phase avec les conditions climatiques prévalant dans la région de provenance des cultures de chanvre. La progression du rouissage est suivie par l'évolution de la couleur et de l'absorbance dans l'infrarouge de la surface des tiges. Les modifications histologiques et de

¹ Thèse de doctorat pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Reims-Champagne-Ardenne, ED Sciences Technologie Santé (547) Discipline : Sciences Agronomiques, Biotechnologies Agro-Alimentaires, Spécialité Sciences de l'Environnement, soutenue le 24 janvier 2019.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France (section 5, Interactions milieux-être vivants).

composition chimique ainsi que les activités enzymatiques ont été caractérisées. Des observations ont été réalisées au microscope électronique à balayage. On peut ainsi suivre la dynamique de colonisation du rouissage, notamment le gradient de colonisation microbienne vertical en fonction de l'humidité et de la position du paillis par rapport au sol.

Le troisième chapitre est consacré à l'influence de la date de coupe sur le rouissage, date de coupe qui modifie la composition chimique initiale et l'architecture des tiges, et leur colonisation et rouissage ultérieur par les microorganismes. L'auteur montre des différences entre les tiges fauchées à pleine floraison (appelé mode non battu) et celles récoltées à maturité physiologique permettant la valorisation des graines et de la paille (appelé mode battu). L'approche expérimentale adoptée compare la progression du rouissage et permet de quantifier précisément les différences induites pour l'obtention d'un rouissage optimal, 28 jours à 15°C pour les tiges récoltées à floraison, et 42 jours à 15°C pour les tiges obtenues à maturité du chanvre. Ces éléments fournissent des connaissances sur les mécanismes en jeu lors de la colonisation par les micro-organismes en vue de leur modélisation dans le chapitre suivant.

Le quatrième chapitre détaille la démarche de modélisation des processus et facteurs mis en évidence précédemment. La plate-forme « Sol Virtuel » fournit un environnement complet sur les processus à l'interface sol-plante-atmosphère. Le modèle s'inspire de celui dédié au processus de décomposition des résidus de récolte à la surface du sol. Deux modules séparés ont été adaptés afin de prendre en compte les spécificités du rouissage au champ. Le premier module vise à décrire la dégradation microbienne des constituants pariétaux en fonction de l'humidité et de la température du paillis. Ce module intègre les phases de croissance de la microflore, notamment en fonction de l'humidité. Le second module intègre notamment les flux d'eau liés aux apports provenant des précipitations, de la rosée et aux pertes d'eau dues à l'évaporation. Des simulations ont été réalisées et discutées pour différents stades de maturité sous conditions de rouissage contrôlées.

La discussion générale et conclusion font ressortir les points importants du mémoire. Elles montrent en particulier l'importance de la teneur en eau comme facteur pilotant le rouissage. Sans négliger d'autres facteurs, les perspectives engagent à poursuivre des approches d'écologie microbienne et notamment le processus de colonisation par les microorganismes, permettant de lever les verrous sur la compréhension des mécanismes entrant dans le rouissage des paillis de chanvre. Plusieurs publications scientifiques et communications orales ont valorisés ce travail.

Sous sa forme le mémoire est clair, précis et rigoureux, richement illustré et accessible au plus grand nombre. Au total ce mémoire apparaît innovant, avec une grande maîtrise de la démarche scientifique, avec une prise de risque qui honore le candidat et ses encadrants, et qui rend les avancées obtenues d'autant plus méritoires, ce que confirment les rapporteurs de la thèse et le rapport de soutenance. Partant d'une gestion du rouissage au champ encore très empirique et basée sur des indicateurs visuels, ce mémoire fournit des éléments pour un meilleur contrôle du rouissage pour une extraction optimale des fibres, mais aussi pour une meilleure gestion agronomique en fonction de la date de coupe, et *in fine* pour le choix des cultures. Ce travail doit aider la filière de valorisation du chanvre industriel à se développer dans notre pays et au candidat de proposer ses compétences aussi bien dans le domaine agronomique que dans la filière industrielle. On n'a pas encore fait le tour des applications potentielles du chanvre textile. Pour l'agriculteur le chanvre apparaît comme une tête d'assolement intéressante et rustique n'ayant pas de besoin particulier en pesticides, insecticides ou fongicides. Cette plante est adaptée aux sols profonds, notamment ceux du nord de la France. Cette culture doit permettre une diversification de l'agriculture intéressante en cette période d'incertitude, et reste certainement une filière à se développer et à se structurer.

Du point de vue de l'industriel la fibre de chanvre présente le taux d'élongation le plus faible des fibres végétales. Outre ses qualités intéressantes inhérentes aux fibres textiles végétales de nombreuses applications industrielles devraient encore voir le jour.

Ce travail mérite, sans réserve, d'être valorisé par sa mise sur le site de l'Académie d'agriculture de France.

Référence :

BLEUZE Laurent, LASHERMES Gwenaëlle, ALAVOINE Gonzague, RECOUS Sylvie, CHABBERT Brigitte, 2018. – *Tracking the dynamics of hemp dew retting under controlled environmental Conditions, Industrial Crops & Products*, **123**, 55–63.