

Culture du chanvre en Suisse

Histoire, situation actuelle, variétés, techniques culturales et techniques de récolte, aspects économiques et perspectives

Paolo Bassetti et Vito Mediavilla, Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture (FAL), Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich

Ernst Spiess, Helmut Ammann et Hansruedi Strasser, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), CH-8356 Tänikon

Eric Mosimann, Station fédérale de recherches en production végétale (RAC), Changins, CH-1260 Nyon

Le chanvre est une plante qui est bien adaptée à nos latitudes, à nos conditions climatiques et à nos sols. On considère qu'elle ménage les sols. Elle peut en général être cultivée sans produit chimique de protection des plantes, ce qui la prédestine aux cultures PI et biologique. Des variétés adaptées et testées sont disponibles. La récolte et la transformation des plants, dont

la longueur peut atteindre 3,5 m, exigent une main-d'œuvre et une technologie à la hauteur. Les premiers systèmes de récolte adaptés à la pratique ont pu être mis au point en modifiant des technologies existantes. On peut s'attendre à d'intéressants développements au cours des prochaines années, notamment en ce qui concerne les récoltes combinées de la filasse (partie fibreuse) et de la chènevotte (partie ligneuse). Les possibilités de valoriser le chanvre sont multiples, mais les technologies de transformation et les débouchés dans les pays occidentaux ont été peu testés. De manière générale, les perspectives pour que la réintroduction de la production industrielle de chanvre réussisse sont plutôt bonnes. L'intérêt public pour les produits écologiques issus de matières premières renouvelables est en effet très vif.



Fig. 1. Une plante très prometteuse, une culture sans problème et une matière première de qualité. Les techniques de récolte et de transformation méritent encore quelques améliorations.

Sommaire	Page
Histoire de la culture du chanvre en Suisse	2
Situation actuelle et législation	2
Botanique et sélection	3
Exigences de la plante de chanvre	3
Choix de variétés	3
Semis en lignes comme pour les céréales, en général recommandé	5
Fertilisation du chanvre	6
Le chanvre, une culture facile à entretenir, mais ...	7
Date de récolte idéale: un choix décisif	7
Technique de récolte en pleine évolution	8
Des fibres longues aux fibres courtes	8
Procédé de séparation des fibres en plein bouleversement	9
Double utilisation des fibres et des graines?	9
Vue d'ensemble des systèmes et des techniques de récolte	9
Gestion du travail	18
Rentabilité	18
Conclusions et perspectives	20
Bibliographie	22

Histoire de la culture du chanvre en Suisse

L'histoire récente de la culture du chanvre en Suisse est marquée par des hauts et des bas. Jusqu'à la première guerre mondiale, il était courant que nos agriculteurs produisent suffisamment de fibres de chanvre et de lin pour subvenir à leurs besoins. Puis la culture du chanvre a disparu. Pendant la seconde guerre mondiale et pendant les années d'après-guerre, des efforts ont été entrepris pour réintroduire le lin et le chanvre. Ce dernier a donc connu une seconde naissance, bien que limitée. A cause de la concurrence des fibres importées meilleur marché, mais à cause également de l'interdiction de cultiver le chanvre dans les années 60 et 70, cette culture a peu à peu disparu de la plupart des pays d'Europe occidentale, Suisse comprise (exception: France). En Europe de l'Est et en Asie, en revanche, la culture et l'industrie du chanvre n'ont jamais cessé d'exister. Progressivement, pendant les années 90, les pays d'Europe centrale ont redécouvert le chanvre. Ainsi en 1996, 7500 hectares ont été consacrés à la culture du chanvre en France, 1750 en Grande-Bretagne, 1500 en Espagne, 1400 en Allemagne, 1100 aux Pays-Bas, 750 en Autriche et près de 150 en Suisse. A cause de l'interruption de

plus de 20 ans, beaucoup de connaissances se sont perdues ou ne sont plus d'actualité, en particulier les techniques de récolte et de transformation des fibres et des semences.

Situation actuelle et législation

La «renaissance» de la culture du chanvre en Suisse a débuté en 1993. Cette année là, la Station fédérale de recherche de Zurich-Reckenholz a commencé à effectuer des essais avec le chanvre. Cette même année, les premiers champs de chanvre ont été semés en Valais. Les années suivantes, les surfaces cultivées ont encore augmenté pour atteindre près de 200 hectares en 1997 (tab. 1). Différents projets ont été lancés dans les Stations fédérales de recherches de Tänikon (FAT) et de Changins (RAC), à la Haute Ecole Spécialisée Suisse d'Agronomie (HESSA) ainsi que dans

de nombreuses écoles d'agriculture (fig. 2).

Il existe actuellement en Suisse quelques boutiques spécialisées dans les produits à base de chanvre. Ce sont souvent les «sachets parfumés» contenant du chanvre qui sont les plus vendus dans ces magasins, alors que ces produits sont à la limite de la légalité. On y propose également des vêtements, des denrées alimentaires, des cosmétiques et des livres. Bien que d'importants travaux aient été effectués en Suisse pour développer l'huile, les denrées alimentaires, les essences aromatiques et les cosmétiques, nombre des articles vendus proviennent de l'étranger. La technique utilisée notamment pour séparer et mettre en valeur les fibres de chanvre n'existe pas encore dans notre pays. Plusieurs organisations se sont créées autour du chanvre, telle que l'*Association suisse des paysans producteurs de chanvre* et la *Coordination suisse du chanvre*, pour représenter les intérêts des agriculteurs et du commerce.

Selon la loi sur les stupéfiants du 3

Tableau 1. Surface consacrée à la culture du chanvre en Suisse et utilisation

Année	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Matière première renouvelable¹⁾	0	10	11	6	2	60
Autres utilisations²⁾	1	10	50	150	200	??

¹⁾ Selon l'Office fédéral de l'agriculture

²⁾ Estimation sur la base de différentes informations



Fig. 2. Actuellement, les activités de recherche sur le chanvre sont très variées. Les essais en plein champ sur le choix des variétés et les techniques de culture en sont la base.

octobre 1951 (RS 812.121), il est interdit de cultiver du chanvre pour la production de stupéfiants, ce type de culture est soumis à autorisation. En revanche, il est permis de cultiver le chanvre à d'autres fins. L'*Ordonnance de l'Office fédéral de l'agriculture sur le catalogue de variétés du chanvre* (du 26 février 1998) est entrée en vigueur le 1^{er} mars 1998. Elle règle le commerce des semis et des plants et n'autorise que quelques variétés pauvres en THC¹ (RS 916.151.6). De plus, l'*Ordonnance sur les substances étrangères et les composants* (du 30 janvier 1998, entrée en vigueur le 15 février 1998) fixe des limites relatives au THC contenu dans les denrées alimentaires (huile, graines, pâtisseries et boissons).

¹ Le THC (Δ^9 -tétrahydrocannabinol) est la substance psychoactive du chanvre.

Botanique et sélection

Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) est une plante annuelle qui appartient à la famille des Cannabinaceae. À l'origine, le chanvre était dioïque, les fleurs mâles et femelles se trouvant sur des plantes séparées. Or comme les plantes mâles fleurissent jusqu'à quatre semaines avant les plantes femelles, la récolte était très fastidieuse. Dans les années 50, de nouvelles variétés monoïques ont été sélectionnées. De même, on a distingué les variétés pauvres en THC des lignées riches en THC. En Suisse, dans les années 40, on a cultivé avec succès des variétés italiennes (chanvre de Bologne), hongroises et allemandes. Il n'y avait apparemment pas de variétés suisses à l'époque.

On prétend souvent que la **résistance** des plants de chanvre aux insectes, aux nématodes, aux champignons, aux bactéries et autres est liée au THC. Mais plusieurs études ont montré que tel n'était pas le cas. Il arrive par exemple que des variétés à haute teneur en THC attrapent des maladies lorsqu'elles sont cultivées sous nos latitudes.

Ne pas sous-estimer les exigences du chanvre

Le chanvre est bien adapté à nos conditions climatiques. Mais, on considère souvent que c'est une plante qui n'a aucune exigence en termes de climat et de sol. Or, une introduction à la culture du chanvre publiée en 1928 insiste déjà sur les importants besoins du chanvre. Selon cet ouvrage: «Si l'on considère d'une part, les importants besoins du chanvre en éléments nutritifs présents dans le sol et d'autre part, la courte période pendant laquelle il doit les absorber, il est clair que le travail du sol dans la parcelle de chanvre doit être effectué de manière très consciencieuse.»

Des études et des expériences plus récentes confirment que le chanvre est une plante qui aime relativement la chaleur et qui se développe mieux sur des sols profonds, riches en humus,

bien alimentés en eau, jusqu'à 900 m d'altitude. Par contre, les sols tassés, détrempés, acides, très lourds ou très légers sont des sols qui ne conviennent pas. La racine pivotante du chanvre est souvent moins bien développée que celle d'autres plantes cultivées, le travail du sol doit donc être effectué avec beaucoup de précaution. C'est pourquoi il est recommandé de pratiquer un labour d'automne sur les sols lourds et un labour de printemps sur les sols légers. Le lit de semences doit être moyen à fin. Il est en principe possible de pratiquer un semis direct sur les sols légers à moyennement lourds, mais on ne dispose pas encore de données, notamment en ce qui concerne la lutte contre les adventices.

Bien que le chanvre soit généralement considéré comme une plante apte à la monoculture, il est recommandé de faire une pause culturale de deux à trois ans. La culture précédente peut être n'importe laquelle dans la mesure où elle n'entraîne pas de tassement du sol. La valeur du chanvre comme précédent cultural est devenue légendaire. En effet, si on le sème à forte densité, le chanvre laisse un sol bien structuré, exempt d'adventices.

Quelle variété? – un choix plus que difficile

Le chanvre présente une très grande variabilité génétique. En Allemagne, en France, en Hongrie, en Roumanie, en Pologne, en Italie, en Espagne, dans les anciens états de l'Union soviétique, en Yougoslavie et en Tchécoslovaquie, des variétés ont été sélectionnées durant ce siècle notamment pour la production de fibres. Plusieurs de ces variétés ne sont hélas plus disponibles actuellement.

Pendant cinq ans, on a effectué des essais en plein champ sur 22 variétés disponibles en Europe pour évaluer leurs propriétés agronomiques et psychoactives. On a testé des variétés monoïques et dioïques de diverses précocités (tab. 2). À quelques exceptions près, le **taux de THC** des variétés testées était toujours inférieur à 0,5%. La teneur en THC des variétés

riches en THC dépendait en partie de la date de récolte et des conditions météorologiques. Grâce au calcul du rapport THC/CBD², on a pu montrer que Novosadska plus, Swissmix et Secuieni 1 étaient potentiellement riches en THC. Depuis 1994, les variétés pauvres en THC et dont la valeur agronomique est bonne ont été admises dans la liste des variétés de l'Office fédéral de l'agriculture.

Les variétés qui conviennent pour la production de **fibres** sont surtout celles qui présentent un fort rendement en tiges, telles que Kompolti, Uniko-B et Futura 77. Pour cet usage, la dioïcité n'a pas de répercussion négative sur la récolte de fibres. Les variétés Juso 14, Novosadska plus, Beniko, Bialobrzeskie, Juso 31, Kompolti, Uniko B et Kompolti hybride TC sont particulièrement riches en filasse, c'est-à-dire en fibres.

Pour la **production de grains**, il est recommandé d'utiliser des variétés monoïques suffisamment courtes afin d'en faciliter le battage. La qualité des grains des différentes variétés (teneur en matières grasses et composition des acides gras) varie relativement peu (tab. 3). La teneur en matières grasses (importante pour la production d'huile) était plus élevée pour les variétés à maturation précoce (entre 30 et 36%). Ce sont les variétés Juso 14, Fasamo, Beniko, Juso 31, Féline 34 et Féline 19 qui présentaient le pourcentage d'acide γ -linoléique le plus élevé. Cette substance est intéressante pour la médecine humaine. L'huile produite à partir de semences de variétés riches en THC dépasse souvent la limite de THC autorisée par la législation sur les denrées alimentaires. Une telle huile présente un risque pour la santé. Il est possible d'effectuer une purification spéciale des grains avant de les presser. Mais elle est coûteuse et n'est pas recommandée.

Le parfum joue un grand rôle dans la production d'**huiles essentielles** (distillation des fleurs à la vapeur). Les tests olfactifs ont montré que les variétés Féline 34, Futura 77, Kompolti, Kompolti hybride TC, Secuieni 1, Moldovan et Bialobrzeskie permettaient d'obtenir une huile volatile particulièrement odorante (tab. 3).

Différentes sources ont déclaré que

² CBD (Cannabidiol) est un précurseur de la synthèse du THC.

Tableau 2. Résultats des tests de variétés

Nom des variétés	Provenance	Monocécité/ Dioécité (mâle %)	Maturité	Introduction dans la liste des variétés de l'Office fédéral de l'agriculture	Autorisation de l'Union européenne	Rendement en tiges dtMS/ha	Teneur en fibres %	Rendement en graines dtMS/ha	Teneur en THC %	Rapport THC/CBD	Hauteur des plantes m	Huile volatile Odeur	Nombre de tests max.
Fasamo	D	un (1)	tp	1998	✓	45,0	37,3	4,5	0,04	0,03	1,31	0	2
Juso 31	Ukraine	un (1)	tp		✓	50,8	42,0	3,7	0,01	0,03	1,32		1
Beniko	PL	un (1)	p		✓	79,7	46,4	6,3	0,12	0,16	1,62	0	2
Bialobrzieskie	PL	un (1)	p			87,5	42,1	6,3	0,06	0,05	1,69	+	2
Fédora 19	F	un (1)	p	1994	✓	73,5	34,3	12,9	0,16	0,11	2,19	0	8
Félina 34	F	un (1)	p	1994	✓	81,3	38,1	8,1	0,14	0,06	2,24	+	7
Férimon 12	F	un (1)	p		✓				0,08	0,10		0	1
Juso 14	Ukraine	un (1)	p			46,2	46,5	5,3	0,02	0,18	1,26		1
Livoniae													
(variété indigène)	Lettonie	deux (50)	p			68,0	33,6	10,9	0,01	0,25	3,13	-	1
FxT	H	un (10)	mp	1997		123,2	36,1	10,4	0,24	0,13	2,56	0	2
Secuieni 1	RM	deux (50)	mp			92,2	38,1	7,4	0,69	0,80	2,32	0	3
Swissmix	CH	deux (50)	mp			79,0	29,9	5,3	1,30	0,84	2,21	0	4
Fibramulta 151	RM	deux (50)	m			61,0	33,3	6,1	0,21	0,23	2,25	0	2
Futura 77	F	un (1)	m	1994	✓	93,7	36,2	9,5	0,26	0,13	2,44	+	8
Irene	RM	un (1)	m			91,9		9,3	0,43	0,36	1,89	0	2
Lovrin 110	RM	deux (50)	m		✓	85,6	37,7	7,1	0,15	0,12	2,16	0	3
Moldovan													
(variété indigène)	RM	deux (50)	m			87,2	29,7	7,7	0,33	0,14	2,53	+	1
Uniko-B	H	deux* (30)	m	1996		98,4	41,0	7,0	0,30	0,29	2,38	0	4
Kompolti	H	deux (50)	t	1994	✓	95,1	41,2	3,3	0,14	0,18	2,59	+	5
Kompolti hybrid TC	H	deux (50)	t			112,7	40,7	2,9	0,47	0,48	2,69	+	6
Novosadska	YU	deux (50)	t			112,9	34,1	3,4	0,48	0,47	2,38	+	2
Novosadska plus	YU	deux (50)	t			122,7	42,8	3,0	1,34	0,93	2,27	0	1

* Unisexuel: 70% de plantes femelles et 30% de plantes mâles, **Maturité**: tp: très précoce; p: précoce; mp: moyennement précoce; m: moyenne; t: tardive, **Huiles essentielles** (odeur): -: mauvaise; 0: moyenne; +: bonne

Tableau 3. Qualité des grains de différentes variétés

Variété	Teneur en huile (% MS)	Teneur en pro- téines bruttes (% MS)	Acides gras (poids en %)							Reste
			Acide palmitique C16:0*	Acide stéarique C18:0	Acide oléique C18:1	Acide linoléique C18:2	Acide α-linolénique C18:3	Acide γ-linolénique C18:3	Acide arachidonique C20:0	
Bialobrzieskie	36,5	27,2	6,3	3,1	12,6	55,0	17,6	2,8	1,9	1,0
Moldovan	34,0	30,7	6,3	2,9	13,0	54,2	19,1	2,0	1,7	0,8
Futura 77	33,6	24,1	5,9	2,9	11,3	55,7	19,8	2,1	0,9	1,4
Secuieni 1	33,5	26,5	6,5	2,9	12,8	55,2	18,8	1,8	1,0	1,2
Livoniae	33,2	24,9	6,2	2,9	11,7	56,3	18,5	2,4	0,5	1,8
Uniko-B	32,9	26,6	6,2	2,8	11,8	55,8	19,8	1,8	0,8	1,2
Félina 34	31,7	26,6	6,4	2,8	11,3	55,8	18,0	3,0	1,4	1,4
Fédora 19	31,5	27,7	6,4	3,0	11,9	55,5	17,6	2,9	1,4	1,4
Irene	31,3	30,9	6,2	2,9	14,0	54,5	18,1	1,7	1,6	0,9
Fasamo	31,3	29,4	6,7	2,5	10,0	54,3	20,0	3,4	2,1	0,9
Lovrin 110	31,1	29,3	6,4	2,6	13,3	55,7	17,6	2,0	1,6	0,8
FxT	31,1	26,4	6,5	3,0	13,4	55,4	17,4	2,0	1,2	1,1
Swissmix	28,9	26,0	6,3	2,8	11,6	56,0	19,1	1,9	1,2	1,1
Beniko	28,7	31,3	6,6	2,7	11,2	56,3	16,9	3,4	2,0	0,9
Juso 31	28,3	29,1	6,4	3,1	13,5	54,6	16,4	3,2	2,0	1,0
Kompolti hybrid TC	27,7	27,6	6,3	2,9	13,7	54,9	18,4	1,8	1,1	1,2
Kompolti	24,9	23,5	6,8	2,7	11,8	55,2	18,7	2,0	1,8	1,0
Juso 14	24,5	28,3	6,9	2,8	13,5	55,0	15,1	3,7	2,0	1,0
Novosadska	23,3	28,2	6,6	2,7	12,4	55,4	18,4	1,8	1,7	1,0
Novosadska plus	19,5	27,3	6,7	2,7	13,6	55,4	17,3	1,8	1,6	0,9

* C16: nombre d'atomes C; 0: nombre de liaisons doubles

Swissmix était une «véritable variété suisse de chanvre naturel». Notre expérience a montré qu'il s'agit d'un mélange hétérogène de semences et non d'une variété. De plus, aucune variété de chanvre suisse n'a jamais été homologuée dans une banque de gènes en Europe. Enfin, aucun avantage agronomique n'a pu être mis en évidence avec Swissmix.

Conformément à l'Ordonnance de l'Office fédéral de l'agriculture sur le catalogue de variétés de chanvre, seuls les plants et les semences des variétés Fasamo, Fédora 19, Féline 34, Futura 77, FxT, Uniko-B et Kompolti peuvent être commercialisés.

Semis en lignes comme pour les céréales, en général recommandé

Sur le Plateau, la **période optimale pour semer** le chanvre comme le maïs va de mi-avril à mi-mai. Même si la germination se produit déjà lorsque le sol atteint des températures de 1 à 2° C, il est recommandé d'atteindre un seuil d'au moins 10° C pour qu'au départ, la croissance se fasse rapidement et sans problème. Pour les sols lourds et humides, la profondeur de semis recommandée est de 3–4 cm. Lorsque le site est plutôt sec et le sol léger, il peut être utile d'enfouir les semences jusqu'à 6 cm de profondeur pour obtenir une levée régulière (fig. 3).

Pour le chanvre, la **technique de semis**, la **quantité de semences** et la **distance entre les lignes** dépendent



Fig. 3. Avec une bonne technique de semis, le chanvre lève régulièrement.

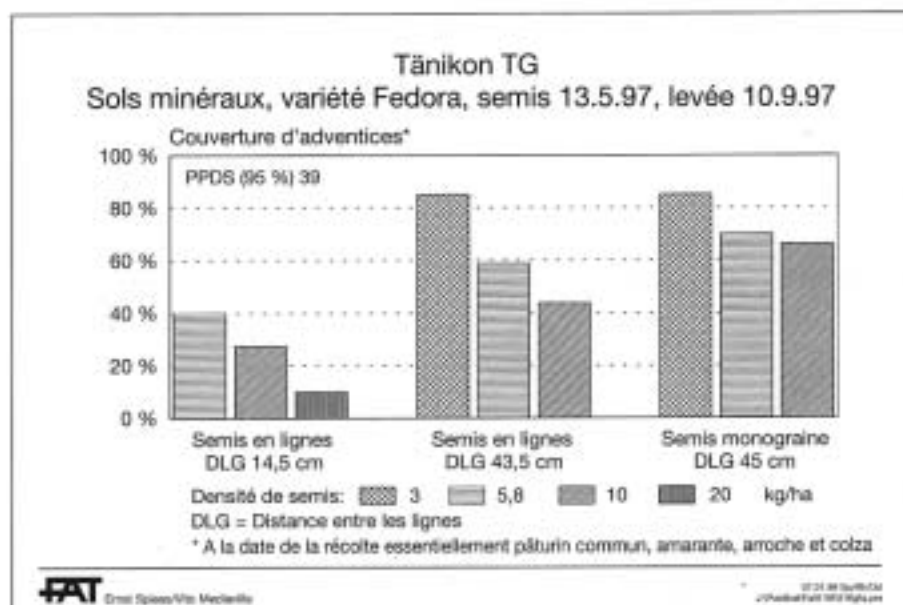


Fig. 4. Comparaison entre le semis en lignes et le semis monograin. Effets de la largeur de l'entre-lignes et de la densité de semis sur la proportion d'adventices dans les cultures de chanvre pour la production de graines (fortes précipitations durant les mois d'été en 1997). Les années où les conditions météorologiques sont plus régulières, les différences ne sont pas aussi nettes.

Fig. 5. Lorsque les conditions de croissance sont bonnes (périodes de mauvais temps pas trop longues), les adventices sont concurrencées par les plantes de chanvre grâce à leur croissance initiale rapide, notamment lorsque les lignes sont faiblement espacées.



étroitement des objectifs de production, de la régulation des adventices et de la technique de récolte. Pour que la **production de fibres** soit de bonne qualité (simplification de la récolte et de la préparation), il faut veiller à ce que les tiges soient fines et nombreuses. Les semis en lignes avec des distances entre les lignes semblables à celles employées dans les cultures de céréales (15–20 cm) et des quantités de semences de 60 kg/ha remplissent le mieux ces exigences. Pour la **production de graines** en revanche, il faut que les plantes soient bien développées et que leur densité

soit plus réduite pour obtenir de bonnes récoltes. Avec les semoirs monograines (équipement utilisé pour les betteraves sucrières), il est possible de répartir les plants plus régulièrement même si la distance entre les lignes est supérieure. Des essais détaillés ont été réalisés à la FAT sur des sols moyennement riches en minéraux avec la variété Fédora 19. En 1996, la pluviométrie fut favorable au développement des plantes, et la concurrence des adventices a pu être réduite efficacement même avec des densités de semis très faibles. Suite aux conditions météorologiques particulière-

ment humides en 1997, le développement des adventices a exercé une influence significative (fig. 4 et 5). Ainsi, notamment lorsque les lignes étaient distantes de 45 cm et que le semis avait été effectué avec un semoir monograin à densité réduite, on a constaté une nette recrudescence des mauvaises herbes. Ce phénomène a d'ailleurs eu tendance à se répercuter sur le rendement en grains (fig. 6). D'après les résultats des essais (récolte manuelle dans les parcelles), le semis monograin n'a obtenu un rendement légèrement meilleur (non significatif) que durant les années moyennes (1996). Avec la moissonneuse-batteuse, cet avantage est rapidement estompé par des pertes plus importantes au niveau du tablier de coupe dans les peuplements plus clairsemés. En conclusion, on peut donc également recommander le semis avec de faibles distances entre les lignes et des densités de semis de 20 à 30 kg pour la production de grains (10 kg dans les zones de grandes cultures très favorables). Exception: pour éviter les pertes de récolte, il peut être utile d'espacer les lignes de 50 cm en liaison avec des tabliers de coupe spéciaux pour les tournesols (sans rotor d'alimentation). Dans ce cas, il faut cependant envisager une régulation mécanique ciblée des adventices.

La fertilisation du chanvre: un point à bien définir

Les essais ont confirmé l'influence très forte de la fumure azotée sur le chanvre. La fumure azotée a exercé un effet positif sur la hauteur des plantes, le diamètre et le rendement des tiges (fig. 7). Le rendement en filasse très important pour la production de fibres a également pu être amélioré par l'augmentation des apports d'azote. Le rendement en grains dépend également de la fumure azotée, un peu moins toutefois que le rendement des tiges (fig. 7).

Comme le chanvre dispose d'une courte période de végétation, pendant laquelle il développe de grosses quantités de biomasse, les éléments nutritifs doivent être disponibles au bon moment sous la forme qui convient.

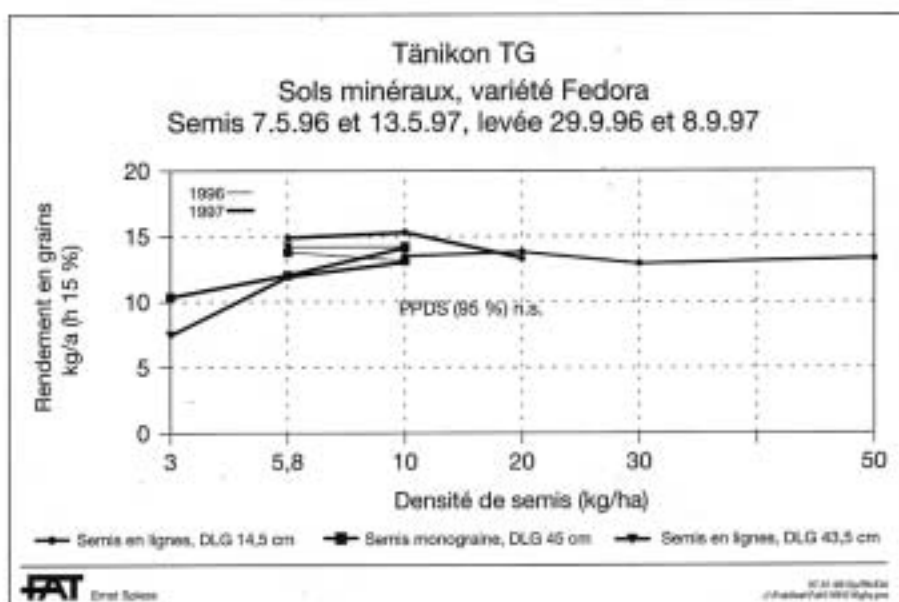


Fig. 6. Comparaison entre le semis en lignes et le semis monograin. Effets de la densité de semis sur le rendement en grains. Les résultats ne mettent pas en évidence de véritables différences. Le semis monograin se justifie uniquement dans des conditions bien définies.

Ceci est surtout valable pour l'azote. Pour réduire au minimum les pertes, il est recommandé de ne pas apporter l'azote trop tôt surtout lorsque la densité des peuplements est faible (jusqu'à 10 kg de semences par hectare). C'est pourquoi nous recommandons d'administrer la majeure partie de l'azote lorsque les plantes ont atteint une hauteur de 20 à 30 cm.

Lors du séchage au sol des tiges de chanvre, les feuilles et les fleurs tombent. La récolte consiste donc uniquement à ramasser les tiges. La récolte des tiges correspond donc à la récolte réelle sur la parcelle. Nos analyses des tiges ont révélé des teneurs de 14 à 45 kg de N, 21 à 33 kg de P_2O_5 , 61 à 183 kg de K_2O et 4 à 8 kg de Mg par hectare. Ces teneurs variaient selon la

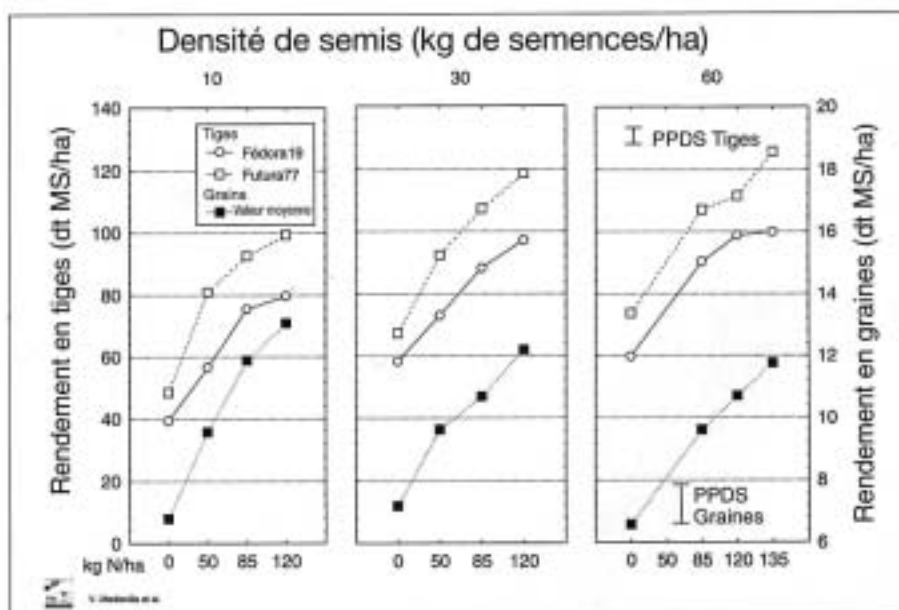


Fig. 7. Influence de la fumure azotée et de la densité de semis sur le rendement en grains et en tiges. Moyenne sur les sites de Zurich-Reckenholz (1996), Tenniken (1997) et Cadenazzo (1996, 1997). Le rendement en grains correspond à des récoltes manuelles (Mediavilla et al., 1998).

fumure N et la densité de semis. Plus la quantité de semences augmente, plus la quantité d'éléments absorbés augmente en général. La quantité d'éléments absorbés était certes plus élevée dans les feuilles et dans les fleurs que dans les tiges, mais les éléments nutritifs ne disparaissent de la parcelle que lorsqu'on récolte toute la plante.

Il faut tenir compte de différents facteurs pour établir la fumure. La minéralisation azotée du sol en fait partie. La réflexion doit également porter sur les questions écologiques, économiques et de technique de récolte. La fumure azotée est à peine rentable (paille, semences) tant que les prix des matières premières sont bas et que la majeure partie de la marge brute provient des paiements directs. Enfin, il faut savoir que la valeur écologique des matières premières renouvelables n'entre en ligne de compte que si elle permet d'économiser des matières premières fossiles. Malgré un effet élevé de la fumure azotée sur le rendement, sa rentabilité reste relativement modeste.

Sur la base de ces réflexions, nous recommandons une fumure azotée de 85 à 120 kg pour la production de fibres et de 50 à 85 kg pour celle de graines de chanvre. Si l'on n'a aucune expérience en matière de récolte, les apports d'azote devraient être réduits. La fumure de fond nécessaire est de 30 kg de P_2O_5 , 120 kg de K_2O et 6 kg de Mg. Les engrais de ferme peuvent être utilisés, mais leur efficacité est limitée. Le fumier devrait être enfoui dans le sol avant le semis. Le lisier doit être épandu précautionneusement par aspersion lorsque le temps le permet (risque de brûlures) et lorsque les plantes atteignent 10 à 20 cm de haut.

Le chanvre, une culture facile à entretenir, mais ...

La culture du chanvre est extrêmement intéressante du point de vue écologique, car elle permet de renoncer à la lutte contre les adventices et aux produits de traitement des plantes. Il faut cependant que la **densité de semis soit suffisante**. Pour la production de graines, elle ne devrait en

général pas être inférieure à 30 kg/ha. Pour les fibres de chanvre, elle devrait être comprise entre 30 et 60 kg. Il est en tout cas absolument indispensable que la faculté germinative³ des semences soit suffisante.

L'égrenage du chanvre est relativement important, en moyenne près de 100 kg/ha. La majeure partie des semences qui tombent déjà au sol avant la moisson peuvent se développer lors de la culture suivante et se transformer en adventices hautement concurrentielles, difficiles à combattre. Pour éviter ce type de problème, il est recommandé de ne pas travailler la parcelle après la récolte pour que les semences qui se trouvent à la surface puissent germer et être détruites ensuite soit par le travail du sol, soit par le gel.

Le chanvre est peu touché par les ravageurs et les maladies. Au moment de la levée, les limaces peuvent toutefois décimer les plantes de chanvre. La pourriture grise (*Botrytis cinerea*) peut attaquer les feuilles, les tiges et les fleurs. Il n'est ni possible, ni nécessaire de lutter contre cette maladie. Dans certains cas, on a également constaté des dommages causés par des altises, des virus et la pyrale du maïs. Dans les cultures de graines de chanvre, on craint beaucoup les oiseaux, quelle que soit leur espèce. Ils peuvent en effet réduire la récolte à néant, notamment lorsque la parcelle est petite. Pour limiter le maraudage et les vols de plantes, le choix d'un site correct et l'information des passants (panneau, variété) sont nécessaires.

Date de récolte idéale: un choix décisif

Pour le chanvre, la date de récolte est en liaison étroite avec le rendement, la qualité et les pertes de récolte. En ce qui concerne les fibres de chanvre, on obtient le **rendement maximum pour les tiges** et donc la **période de coupe idéale** au moment de la floraison. La teneur en matière sèche est alors d'environ 30%. Pour les zones de grandes cultures du Plateau, la date de la récolte oscille en moyenne entre

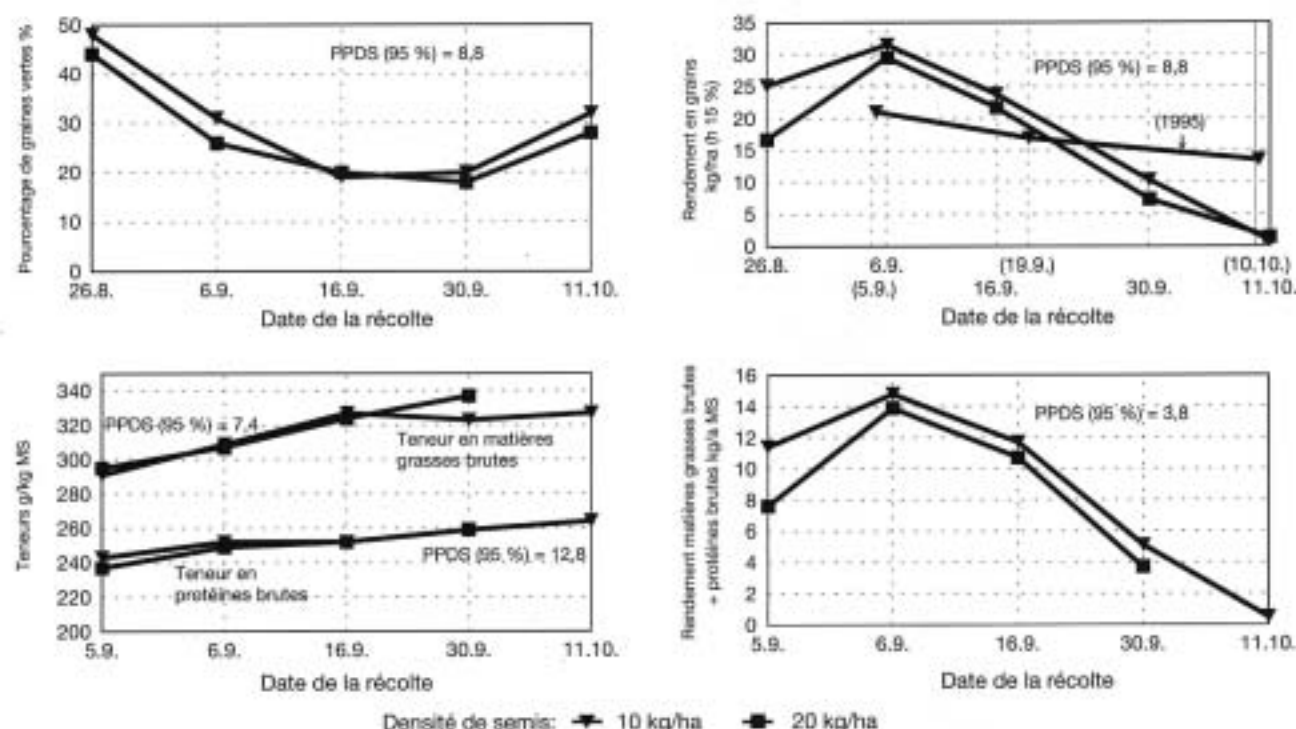
mi-août et mi-septembre selon la variété. Pour les régions plus favorables localisées dans le sud ou l'ouest de la Suisse, la date de récolte idéale peut être atteinte une à deux semaines plus tôt.

Les graines arrivent à **maturité optimale** lorsque leur enveloppe est dure, c'est-à-dire lorsqu'elle ne cède pas sous la pression. En général, à cette époque la surface de la graine, normalement verte, prend alors une couleur brun marbré; la plante commence à passer du vert clair au jaune. De la floraison à la maturation des graines, il s'écoule entre 25 à 30 jours. Ce décalage dans le temps constitue le principal problème lorsque l'exploitant souhaite tirer parti à la fois des graines et des tiges. Non seulement les plantes ne fleurissent pas toujours à la même date, mais les variétés disponibles actuellement ont une maturation variable d'une plante à l'autre, mais aussi sur une même inflorescence. Les fleurs inférieures sont celles dont les semences durcissent en premier. Du fait de la forte tendance à l'égrenage des semences arrivées à maturité, on constate déjà les premières pertes par égrenage ou à cause des oiseaux alors que la plupart des graines sont encore vertes.

Pour en savoir plus sur l'évolution du rendement et de la qualité des graines, des essais ont été entrepris avec la variété Fédora entre 1995 et 1998. Les résultats montrent qu'à aucun moment, il n'a été possible d'obtenir une récolte exempte de graines vertes (fig. 8). Certes, leur part a considérablement diminué durant la première période de maturation. Par la suite, avec l'augmentation de l'égrenage, force a été de constater de nouveau une hausse du pourcentage de graines vertes. Ceci s'explique par le fait que durant la phase finale, il y a plus de graines mures qui tombent au sol que de graines vertes qui arrivent à maturité. Lorsque les températures sont élevées durant l'été, la date de récolte idéale est plus précoce que lorsque les périodes de mauvais temps se succèdent. Des conditions météorologiques favorables en automne ralentissent la baisse du rendement. Dans les cas défavorables par contre, près des deux tiers de la récolte étaient soit tombés au sol dès début octobre, soit avaient été décimés par les oiseaux. En 1995 et en

³ Après deux à trois années de stockage, la faculté germinative du chanvre diminue rapidement.

Tänikon TG, sols minéraux, variété Fedora, semis 7.5.96 Récolte manuelle, DLG = 14,5 cm



FAT Ernst Spiess

07.01.99 Sp/RH/04
J:\Publication\FAT\516\516gkq.ppt

Fig. 8. Influence de la période de récolte sur le pourcentage de graines vertes, le rendement en graines ainsi que les teneurs en protéines brutes et en matières grasses.

1996, les teneurs en protéines brutes et en matière grasse ont légèrement progressé lorsque la date de la récolte était retardée. En revanche, les rendements en protéines et en matière grasse par unité de surface diminuaient. Pour la pratique, on peut en conclure que la récolte de graines (notamment avec une moissonneuse-batteuse) devrait se faire le plus tôt possible en dépit du fort pourcentage de graines vertes, c'est-à-dire dès que l'on commence à constater des pertes par égrenage. Dans les conditions du Plateau, le taux d'humidité des graines est en général élevé quel que soit le stade de maturation. Les coûts de séchage étant faibles, il n'est pas justifié de prendre le risque de retarder la récolte (pertes par égrenage, problèmes techniques lors de la récolte à la moissonneuse-batteuse). Pour le stockage, le taux d'humidité des graines doit être abaissé à 12% immédiatement après la récolte. Pour les semences, il est obligatoire de respecter

certaines principes afin de pouvoir obtenir une faculté germinative suffisante l'année suivante.

Technique de récolte en pleine évolution

Les techniques de récolte et de transformation du chanvre se sont développées de manière très diverse dans le monde. En Chine, on continue à cultiver le chanvre presque exclusivement à la main comme c'était le cas il y a des siècles. Dans les pays de l'ancienne Union soviétique, en revanche, on a mis au point une technique spéciale pour la récolte du chanvre et sa transformation. Mais ces systèmes se caractérisent toujours par une charge de travail relativement importante. Dès le début de la réintroduction de la culture du chanvre dans les pays occidentaux, il parut évident qu'il fallait

trouver des solutions plus rationnelles si l'on voulait rendre la production concurrentielle. Ces réflexions débouchèrent sur des systèmes de récolte entièrement différents qui imposaient d'autres exigences à la transformation du chanvre et au traitement des fibres.

Des fibres longues aux fibres courtes

Toutes les méthodes de récolte traditionnelles, appliquées aujourd'hui principalement dans les pays de l'Est et qui impliquent en général un travail manuel considérable, appartiennent à la **technique des fibres longues**. Les plants restent parallèles que ce soit pendant la récolte, le rouissage⁴, ou le conditionnement. Une technique de traitement spécialement adaptée, notamment en liaison avec un rouissa-

ge par macération des tiges dans l'eau permet en général d'obtenir des fibres de qualité élevée qui peuvent également être utilisées dans le secteur textile. La mécanisation de la production de fibres longues exige des machines spéciales très coûteuses sans qu'elle soit pour autant complète. Mais là aussi, les choses sont en train de se développer.

La technique de **production des fibres courtes** qui s'est implantée dans les pays de l'Ouest se plie en revanche beaucoup mieux aux exigences d'efficacité, de mécanisation totale et de baisse des coûts. Elle permet d'utiliser des combinaisons de machines déjà employées pour les cultures fourragères et les grandes cultures et généralement modifiées. Les avantages sont évidents: investissements réduits, par machines existant mieux exploitées, et les coûts sont globalement plus réduits. Par rapport à la technique des fibres longues, la transformation ultérieure de la récolte est encore limitée pour des raisons de qualité. Dans l'état actuel de la technique de traitement des fibres, ce sont plutôt les produits finis comme les objets moulés, les matériaux isolants, les géotextiles, etc. qui sont au premier plan, car ils ont des exigences plus faibles en ce qui concerne le procédé de séparation et la qualité des fibres.

Procédé de séparation des fibres en plein bouleversement

Contrairement au coton, le chanvre ne présente pas de fibres facilement accessibles. Elles sont liées en faisceaux soudés entre eux par une matière

gommeuse. La décortication sépare cette filasse (chènevotte) du bois. Suivant l'utilisation à laquelle ils sont destinés, les faisceaux de fibres peuvent ensuite être encore affinés, ce qui fait l'objet d'autres étapes de transformation: cotonnisation ou dégommeuse. Les composants dont la valeur est la plus élevée sont les fibres longues. Les fibres courtes font encore figure actuellement de sous-produits nécessitant un traitement et dépréciant la récolte de fibres longues. La tige de chanvre est constituée d'env. 50 à 60% de chènevotte et 20 à 30% de fibres ainsi que de matières gommeuses.

Le chanvre fournit cependant des rendements en fibres relativement élevés. La séparation des fibres est toutefois nettement plus complexe que pour le lin, car les fibres sont soudées nettement plus solidement entre elles. Des recherches intensives ont actuellement pour but de développer un procédé de séparation des fibres permettant d'utiliser les fibres courtes dans la production des textiles et des pâtes chimiques p. ex. Outre les procédés de séparation mécanique, d'autres procédés sont actuellement en cours de discussion: procédés chimique, biochimique, thermique, biologique ou par ultrason. La séparation recherchée étant très fine, la classification fibres longues - fibres courtes n'a plus de raison d'être, sachant que pratiquement toutes les fibres devraient présenter une qualité homogène plus fine (fibres courtes pouvant être tissées). En guise d'alternative au rouissage en plein champ, on étudie également la récolte des plants verts à l'exemple de la conservation par ensilage.

S'il s'avérait possible de produire à bon marché des qualités de fibres supérieures avec la chaîne de production fibres courtes, différents produits classiques importés en masse pourraient être remplacés par des produits d'origine indigène dans des secteurs à forte valeur ajoutée. Un premier **traitement des fibres** doit-il être intégré au **système de récolte**? C'est un problème qui ne peut pas encore être résolu avec certitude pour l'instant. Il faut certainement envisager plusieurs solutions en fonction du système de séparation et des gammes de produits.

Double utilisation des fibres et des graines?

En Allemagne et aux Pays-Bas, les producteurs de fibres renoncent souvent à engranger les graines. En ce qui concerne la production de graines, il faut savoir si la paille est mise en valeur ou éliminée. Jusqu'à présent, on ne connaît quasiment aucun procédé applicable et écologique qui permette d'**éliminer ou de transformer les résidus de récolte** sans problème. Lors des essais, il a toujours fallu renoncer à les broyer immédiatement après la récolte en raison de la forte tendance des plantes au bourrage. D'après des résultats obtenus à la FAL, on peut, dans certaines circonstances, faciliter l'enfouissement à la charrue en passant les longs chaumes au rouleau dans le sens du travail de la charrue (rouleau en attelage frontal). Certes, on ne peut plus alors travailler que dans une seule direction (comme pour le labour en planches). En revanche, si les champs de chanvre restent en l'état pendant l'hiver, il est moins difficile d'incorporer les résidus dans le sol suivant les conditions météorologiques et le degré de décomposition des tiges.

Le développement de techniques de transformation des fibres rentables et écologiques accompagnant la production de graines ne devrait plus être qu'une question de temps. Actuellement, l'utilisation combinée des fibres et des graines implique encore des compromis qualitatifs et quantitatifs d'un côté ou de l'autre. La culture des variétés actuelles et les progrès réalisés dans les techniques de récolte laissent espérer une amélioration des conditions à l'avenir.

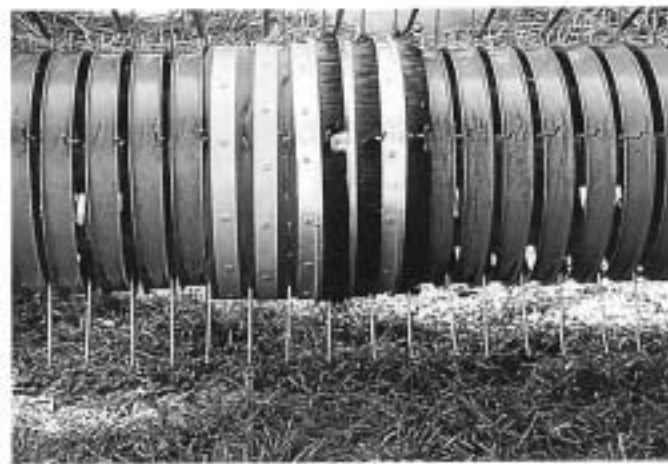
Vue d'ensemble des systèmes et des techniques de récolte

Sur la base des connaissances acquises au cours de plusieurs années d'expérience en Suisse et à l'étranger, il est recommandé de tenir compte de quelques **règles** fondamentales pour les systèmes de récolte, notam-

⁴ **Rouissage**: la matière gommeuse qui entoure les fibres de chanvre est détruite par des micro-organismes et l'effet des UV. A l'issue de cette opération, il est possible de séparer mécaniquement les fibres du bois (brisures). Un rouissage trop important ou trop faible diminue la qualité des fibres et de la récolte. Le **rouissage en plein champ** ou sous l'effet de la rosée dure entre deux et trois semaines. Le rouissage peut aussi s'effectuer **en immergeant les tiges dans l'eau** pendant trois jours (eau chaude) ou plusieurs semaines (eau froide).



Fig. 9. Lorsqu'on récolte les plantes entières, on risque davantage de voir des plantes s'enchevêtrer sur les dents du pick-up que lorsqu'on récolte les plantes fractionnées (a). Des essais avec une protection (plaques en plastique et brosses) entre les tôles n'ont pas encore pu être réalisés sur de grandes surfaces (b). Les autres systèmes de pick-up (tambour de réception rotatif, système de tapis dentelés) devraient poser moins de problème d'enchevêtrement.



ment pour la production de fibres courtes:

Récolte de plantes entières ou de fractions de plantes? Etant donné la longueur et la viscosité des tiges, leur forte tendance à s'entremêler, le chanvre peut causer d'importantes difficultés techniques lorsqu'il s'agit de le couper, de le retourner, de le presser, de défaire les balles, de le doser ou encore de le casser et de séparer les fibres (fig. 9). Les plantes fractionnées sont plus faciles à travailler et impliquent moins d'investissements techniques. Jusqu'à présent, aucune influence négative sur la qualité des fibres n'a pu être mise en évidence. Malgré



Fig. 10. Entretien de la barre de coupe: ce qui est largement suffisant pour les céréales et le colza peut entraîner des problèmes pour le chanvre.

tout, l'industrie mécanique continue à développer les deux techniques.

Systèmes de coupe: Tous les systèmes de coupe rotatifs (faucheuse à tambours, faucheuse à disques) ne se sont pas imposés étant donné la tendance qu'ont les plantes de chanvre à s'emmêler. Les systèmes qui conviennent mieux sont les barres de coupe à doigts, les barres de coupe à double lame ou les «barres de coupe Schumacher» (valable également pour la moisson et le battage) (fig. 10). Certes, la sollicitation (couteaux et rivets brisés) et l'usure (meulage) des machines sont nettement plus importantes que pour les cultures traditionnelles.

Préparation (conditionnement): Différents essais ont montré que seules certaines faucheuses conditionneuses (avec rouleaux aplatisseurs) pouvaient être utilisées pour le chanvre. Les expériences ne sont pas tout à fait uniformes. S'il n'a pas toujours été possible de prouver que le rouissage pouvait survenir plus tôt, on peut en général affirmer que la récolte a séché plus rapidement. Un aplatissage im-



Fig. 11. Les giro-andaineurs ont pu être employés sans problème pour retourner le chanvre et le mettre en andains.



Fig. 12. Les presses à balles rondes (a) conviennent pour conditionner la paille des plantes entières. Comme jusqu'à présent, les dispositifs de coupe sont à chaque fois tombés en panne pendant le service, les presses à balles cubiques (b) ne peuvent travailler qu'avec des plantes fractionnées sans quoi les pistons sont trop sollicités pour une utilisation de longue durée.

portant a en général entraîné des pertes de chènevottes plus importantes au champ.

Retourner le chanvre avec des machines de fénaison: Pour que le rouissage et le séchage des andains soient réguliers, il est indispensable de retourner plusieurs fois le produit de la récolte. Lorsque les plants de chanvre ne sont pas fractionnés, les machines de fénaison à petits moteurs (pirouette) ne conviennent pas. Les modèles fixes de giro-andaineurs ont en revanche fait leurs preuves (fig. 11).

Conditionnement de la paille: le **rouissage** est suffisant pour la décortication mécanique lorsqu'en pilant les tiges, les fibres se détachent facilement de la partie ligneuse. Pour **stocker** le chanvre en toute sécurité, la paille doit présenter un taux de matière sèche d'env. 80%. Dans ce cas, seule la **technique des grosses balles** entre encore en ligne de compte. A l'étranger, les entreprises de transformation optent de plus en plus pour les balles cubiques qui sont plus pratiques à transporter et qui prennent moins de place au stockage. Mais, contrairement aux presses à balles rondes, les presses à balles cubiques ne conviennent pas pour la récolte des plantes entières, car les machines sont très sollicitées (pistons de compression, dispositifs de coupe) (fig. 12). Il reste encore un autre problème à résoudre: c'est celui du bourrage avec les pick-up traditionnels (fig. 9). Pour éviter

d'endommager les machines, il est recommandé d'équiper les presses en conséquence avant de les utiliser pour le chanvre. Différents fabricants de presses proposent déjà des **sets de transformation** pour le chanvre (notamment des renforcements et des dispositifs de protection contre les bourrages). Il faut noter qu'il n'est pas nécessaire de démonter ces équipements spéciaux pour utiliser les machines dans les cultures traditionnelles. Lorsque la récolte est **stockée sur la parcelle**, les grosses balles doivent être déposées sur les rouissoirs (rondins de bois) sans contact avec le sol (risque d'humidité) et recouvertes d'un film plastique.

La figure 13 présente les différentes chaînes de production des fibres longues, des fibres courtes et des graines. Certaines sont déjà en pratique; d'autres, très prometteuses, sont encore au stade de développement.

A Chaîne de production des fibres longues

A1 Exemple: méthode de récolte hongroise

En Hongrie, où la culture du chanvre est traditionnelle, la technique actuelle de production des fibres longues se caractérise certes par l'utilisation de machines modernes et spécialisées, mais exige encore et toujours une im-

portante part de travail manuel. La technique du rouissage dans l'eau nécessite des tiges sans feuille. Pour obtenir ce résultat, on utilise beaucoup les procédés de défoliation chimique par avion. Le chanvre est ensuite coupé dix à douze jours plus tard à l'aide de faucheuses-lieuses russes. Puis, les gerbes sont regroupées à la main en «chapelles» (grandes pouppées d'environ quarante gerbes). Une fois sec, le produit de la récolte est pressé dans une machine spéciale (nécessitant le travail de quatre hommes au moins). Les balles (de 300 à 400 kg) sont ensuite immergées dans des grands réservoirs remplis d'eau pour le rouissage (pollution de l'environnement!). La récolte se déroule de la même manière dans d'autres pays de l'Est.

B Chaîne de production des fibres courtes: récolte des plantes entières ou fractionnées

B1 Récolte des plantes entières

Dans les essais de la FAT, la solution la plus simple et la meilleure marché pour la coupe s'est avérée être une barre de coupe latérale (BCS) avec doigts et couteaux mobiles (fig. 14). Pour que les andains puissent être

A1: Exemple: méthode de récolte hongroise



B1: Récolte des plantes entières



B2: Récolte des plantes entières avec préparation



B3: Récolte des plantes fractionnées, système Scholz



B4: Récolte des plantes fractionnées, système HempFlax



B5: Récolte des plantes fract. avec prédécortication système Nölke/Claas



Fig. 13.

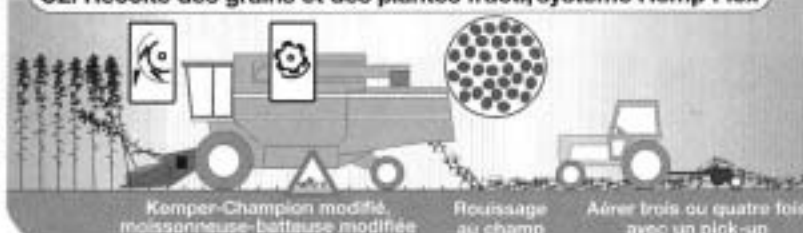
de récolte du chanvre

C: Filière pour fibres courtes; systèmes combinés

C1: Récolte des fleurs et des plantes fractionnées, système Scholtz



C2: Récolte des grains et des plantes fract., système Hemp Flex

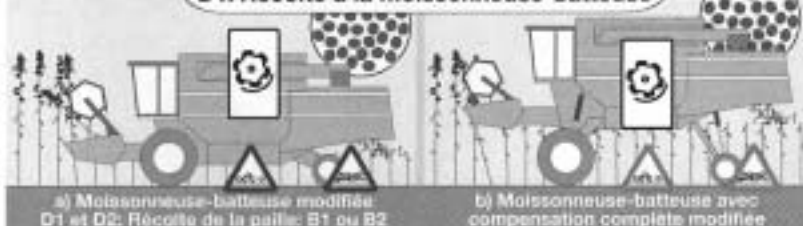


C3: Récolte des chènevottes et de la filasse



D: Récolte des grains

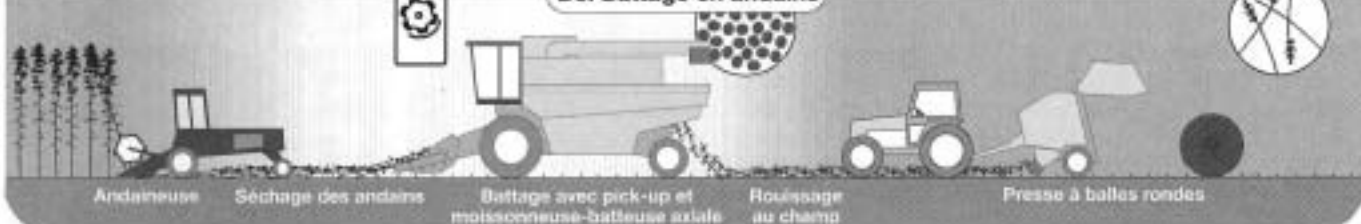
D1: Récolte à la moissonneuse-batteuse



D2: Récolte par «stripping»



D3: Battage en andains



FAT

e + ul spier

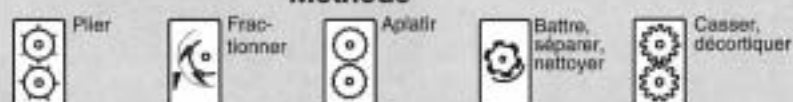
Stades de récolte

Fleuraison

Flétrissement / maturité des grains

Rouissage total

Méthode



Risques de pertes



Produits récoltés





Fig. 14. Pour faucher le chanvre, il est possible d'utiliser une barre de coupe simple (a). Pour qu'elle puisse fonctionner sans problème, il a fallu installer une tôle d'andainage spéciale (b). Ce dispositif a cependant deux inconvénients: une largeur de travail relativement faible et des limites dues au relief de la parcelle.

réalisés sans problème, il a fallu construire un andaineur spécial.

B2 Récolte des plantes entières avec conditionneur

En Allemagne, on utilise des faneuses-andaineuses nouvelle génération équipées d'une paire de rouleaux aplatisseurs. Ces machines proviennent de l'ex-RDA et peuvent actuellement être acquises à bon prix. Il faut cependant leur apporter certaines modifications (réduire la largeur de coupe, monter un diviseur-releveur, fermer les rouleaux, recouvrir le dispositif d'entraînement). Comme avec beaucoup de faucheuses-conditionneuses tractées (France), les plantes trop hautes ont causé des difficultés. Dans les essais de la FAT, les faucheuses-conditionneuses tractées de New-Holland ont encore donné satisfaction sur des champs où les plantes atteignaient 3 m de haut. Des premières expériences ont également été réalisées avec la faucheuse-conditionneuse automotrice Fahr-Grasant, équipée d'un dispositif de récolte Kemper-Champion. Ces combinaisons de machines ont également dû subir des adaptations techniques.

B3 Récolte des plantes fractionnées, système par niveaux de Scholz

Ce système permet de fractionner les plantes relativement bon marché. Plusieurs appareils à double système de coupe sont actuellement en pratique. Désormais, un système à trois niveaux de coupe est également proposé avec



Fig. 15. La technique de récolte HempFlax a déjà fait ses preuves dans de nombreuses régions agricoles à l'étranger. Les plantes sont légèrement pliées après la coupe et réduites à 60 cm de long (a). L'andain très souple (b) n'est pas retourné, mais aéré à plusieurs reprises à l'aide d'un pick-up spécial.

différentes possibilités d'attelage au tracteur. Il peut également être employé pour la récolte des fleurs (voir ci-dessous). Pour que la machine fonctionne de manière satisfaisante, il importe que le vent soit faible.

B4 Récolte des plantes fractionnées, système HempFlax

Depuis 1995, aux Pays-Bas, on emploie le système autonome de récolte de l'entreprise HempFlax, système qui



a fait ses preuves en Allemagne depuis. La faucheuse est constituée d'un dispositif de récolte Kemper-Champion indépendant des lignes, combiné avec ce qu'on appelle une «Blackbox» de HempFlax, utilisée pour couper les tiges à 60 cm. Le tout est tracté par un tracteur Steyer ou un autre tracteur adapté avec dispositif d'attelage arrière. Les andains sont déposés sur les chaumes de 20 cm de long entre les traces des roues (fig. 15). Un appareil à retourner le foin développé par HempFlax, composé de plusieurs pick-up pour trois andains, soulève la paille et la repose en douceur au même endroit sans la déplacer. Par rapport à l'andaineuse, ce système présente plusieurs avantages: son rendement est supérieur, il évite les souillures, permet un meilleur séchage (pas de dépôt sur le passage des roues) et réduit les pertes au niveau de la partie ligneuse.

B5 Récolte des plantes fractionnées avec prédécortication (resp. décortication des plantes vertes); système Nölke/Claas

Le système Nölke est combiné avec un dispositif de récolte Kemper-Champion et une récolteuse-hacheuse Claas-Jaguar. La récolteuse a été adaptée en collaboration avec l'entreprise Claas. Les modifications apportées au tambour de coupe ont permis une **prédécortication** des tiges fractionnées. Les andains sont disposés entre les sillons. Lors des essais comparatifs à Weser-Ems, on a pu obtenir un rouissage total plus tôt qu'avec les systèmes équipés de rouleaux aplatisseurs. Les pertes au niveau de la chènevotte étaient certes plus importantes. Le système paraît particulièrement intéressant si le degré de préparation peut répondre aux exigences d'une certaine branche de production (par exemple dans l'industrie textile) sans nécessiter de transformation ultérieure.

L'entreprise Bassi en Italie a mis pour la première fois au point un prototype permettant de **décortiquer les plantes vertes**. D'après les indications du fabricant, la machine a été utilisée avec succès dans les cultures de lin et de chanvre. Le pick-up prend les plants encore verts qui viennent d'être coupés dans l'andain et la par-

tie ligneuse est automatiquement séparée de la filasse. Le produit de la récolte est ensuite à nouveau déposé au sol. Les chènevottes restent également sur la parcelle. La décortication des plants encore verts accélère le séchage de la filasse. Le risque que présentent les conditions météorologiques est limité, la parcelle peut être nettoyée très tôt.

C Chaîne de production des fibres courtes: systèmes combinés

C1 Récolte des fleurs et des plantes fractionnées, système par étapes de Scholz

Lors de la première étape de coupe, un dispositif permettant la récolte des fleurs a été ajouté en complément. Lors du traitement ultérieur de la récolte, il est possible de séparer les graines matures et les fleurs utilisées pour la production d'huiles essentielles.

C2 Récolte des grains et des plantes fractionnées, système HempFlax

Même si lors de la récolte, toutes les graines ne sont pas encore formées et encore mûres, des quantités considérables restent sur la parcelle et sont perdues lorsque la récolte porte exclu-

sivement sur les tiges (B). Ces graines peuvent devenir des adventices dans les cultures suivantes. HempFlax a combiné son **dispositif de récolte des plantes fractionnées (B4)** avec une **moissonneuse-batteuse** pour pouvoir récolter les graines arrivées à maturité dans la même phase de travail. Le produit fractionné de la récolte placé devant la moissonneuse-batteuse devrait s'y prêter. La moissonneuse-batteuse devrait toutefois avoir subi quelques modifications techniques auparavant (voir encadré).

C3 Récolte de la chènevotte et de la filasse

L'idée de trier et de récolter une grande part des parties ligneuses (chènevotte) sur la parcelle a pour but d'accroître la valeur ajoutée et de minimiser les frais de transport. Il faut savoir que la récolte peut aller jusqu'à environ 5t/ha de chènevotte, ce qui représente une matière première recherchée pour différents produits (prix sur le marché en Allemagne: 0,4 DM/kg). L'entreprise Rohemp (Autriche) travaille par exemple au développement d'un **éclateur à chanvre, mobile, à entraînement stationnaire avec presse à balles cubiques et dispositif pour trier la chènevotte**. L'entreprise Claas a déjà présenté il y a quelques années une **récolteuse totale automotrice pour le lin**. Cette machi-



Fig. 16. En cas d'utilisation d'une moissonneuse-batteuse traditionnelle, il est important de ne pas trop repousser la date de la récolte, sinon on risque d'importantes pertes par égrenage ainsi que des problèmes techniques.



Fig. 17. Les points critiques de la moissonneuse-batteuse (par exemple, surface du secoueur) doivent constamment être vérifiés et éventuellement nettoyés.

ne est équipée d'un pick-up, d'organes de battage, d'outils pour le broyage, de caissons à graines et d'une presse à balles cubiques. La chènevotte ne peut pas être récoltée et reste sur la parcelle. Il est tout à fait envisageable d'adapter la machine à la récolte du chanvre. Si la culture du chanvre se développe de manière favorable ces prochaines années, on peut s'attendre à trouver des machines comme celles décrites fig. 13, C3.

D Récolte des graines

D1 Récolte avec moissonneuse-batteuse

La récolte du chanvre avec la moissonneuse-batteuse (fig. 16), notamment **sans équipements spéciaux**, pose problème pour les raisons sui-



Fig. 18. Lorsque la récolte est tardive, les tiges ont une nette tendance à se défibrer. Lorsque les tiges s'entremêlent sur le batteur, le battage doit se faire à l'aide d'organes tangentiels.

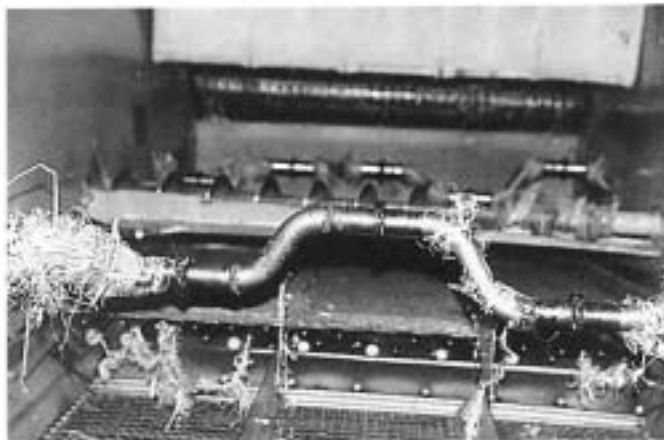


Fig. 19. Les entortillages se produisent principalement sur les paliers du batteur et peuvent rapidement engendrer des problèmes.



vantes (expériences réalisées de 1995 à 1997):

- Maturité irrégulière.
- Battage précoce: humidité des tiges et des grains, risque que les dispositifs de battage collent et s'encrassent (fig. 17).
- Récolte tardive, pertes élevées par égrenage, forte tendance à l'enchevêtrement notamment dans le batteur (les tiges se défibrent, fig. 18).
- Fonctionnement du rabatteur non satisfaisant. Pertes de coupe considérables par égrenage et parce qu'une partie des tiges glissent vers l'avant surtout lorsque les lignes sont très larges ou la densité plus faible.
- Forte tendance au bourrage à l'extrémité des broches de la machine (notamment sur le batteur; risque de dommages sur les paliers, fig. 19).
- Puissance d'entraînement nécessaire très élevée (batteur), forte sollicitation de la machine.
- Pertes importantes du fait des graines vertes non mûres, qui ne peuvent, de ce fait, pas être battues.
- Travail manuel très important pour le nettoyage de nombreuses pièces même après une courte période de battage (fig. 20).

Par rapport à la récolte manuelle (pratiquement sans pertes), dans les essais réalisés avec des équipements traditionnels, on n'a pu récolter que 50 à 60% des graines (fig. 21). Des **modifications techniques** spéciales ont permis de réduire considérablement les pertes et de contourner une grande partie des problèmes mentionnés ci-dessus (voir encadré «Informations sur la récolte du chanvre à la moissonneuse-batteuse»). Certes, on n'a trouvé aucune mesure pour éviter qu'avec le système de battage tangentiel traditionnel, dans les situations critiques (récolte tardive, plantes hautes, pas de dispositif flanc de coteau)

Fig. 20.
Pour le chanvre, les besoins de nettoyage de la moissonneuse-batteuse sont beaucoup plus importants que pour les céréales.

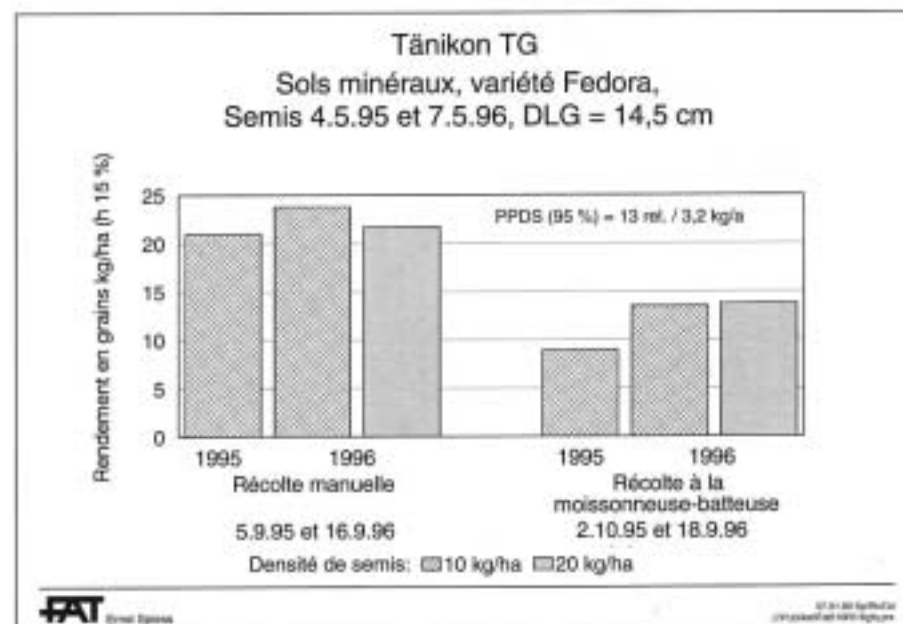


Fig. 21. Les essais montrent qu'en récoltant le chanvre avec une moissonneuse-batteuse équipée d'une barre de coupe traditionnelle, on n'a pu récolter que 50 à 60% des graines alors qu'à la main, les pertes étaient quasiment nulles.

des bourrages se produisent au niveau du batteur (ou des blocages). Apparemment, la tendance au bourrage est renforcée par le fait que les cannelures des barres de battage vont dans une direction opposée. Un dispositif pour-

vu de barres de battage plates pourrait éventuellement apporter certains avantages. Même dans de telles conditions, les **moissonneuses-batteuses axiales** de Case ont en revanche permis de travailler sans problème de bourrage.

Des expériences positives ont été réalisées en Suisse avec une **moissonneuse-batteuse équipée d'un compensateur latéral et longitudinal** (b) (fig. 22). La possibilité de déployer le chariot (en général, il est nécessaire



Fig. 22. L'utilisation de la moissonneuse-batteuse avec mise à niveau intégrale (entreprise Schwaninger, Hallau SH) a permis de réaliser des expériences positives. Elle permet d'adapter au mieux la hauteur de coupe des plantes de chanvre (jusqu'à 2,3 m), ce qui améliore le débit de la récolte et réduit le pourcentage de fibres à travailler.

de modifier le système de commande hydraulique) permet d'adapter la hauteur de coupe des plantes de chanvre à un niveau idéal (jusqu'à 2,3 m), ce qui améliore la qualité de la récolte, réduit le pourcentage de fibres à transformer ainsi que les pertes lors de la conservation de la paille.

D2 Récolte par «stripping»

En 1997, dans le Brandebourg et en Italie, des expériences très prometteuses ont pour la première fois été réalisées avec des méthodes pour récolter le lin par «stripping» (Shelbourne-Reynolds). Grâce à un rendement élevé par unité de surface, il a été possible de réduire considérablement les pertes de capsules et de paille par rapport à la récolte avec une moissonneuse-batteuse. En Italie (Reggio-Emilia, Toscane), les premiers essais ont été effectués en 1998 pour récolter le chanvre par «stripping». Ici aussi, la hauteur élevée des plantes devrait rendre nécessaire l'emploi d'une moissonneuse-batteuse équipée d'un compensateur latéral et longitudinal.

D3 Récolte avec moissonneuse et andaineuse

En raison de la maturité irrégulière et des pertes précoces par égrenage, nous avons également effectué un essai avec un système alliant moissonneuse et andaineuse (parfois pratiqué en France avec des machines spéciales) (fig. 23). Pour le fanage, il devrait suffire d'employer une faneuse-andaineuse travaillant en douceur sans conditionneur avec un long tablier de coupe et un tapis roulant, un rabatteur en trois parties ainsi que des diviseurs adaptés. L'expérience montre que l'on peut obtenir en quelques jours une maturité des graines homogène sans qu'il soit nécessaire de retourner la récolte. Certes, cette méthode a permis d'obtenir une maturité homogène pratiquement sans perte par égrenage, sans graines vertes et sans paille sèche. Mais au moment du battage, les tiges ont eu nettement tendance à se défibrer ce qui a rendu impossible l'utilisation de moissonneuses-batteuses avec système de battage tangentiel. En effet, des bourrages se produisaient immédiatement. Ici aussi, la moissonneuse-batteuse



Fig. 23. Des pertes réduites et une récolte sèche exempte de graines vertes, tels sont les principaux avantages de la récolte avec moissonneuse et andaineuse. La forte tendance des tiges sèches à se défibrer a cependant causé d'importants entortillages sur le batteur avec les organes tangentiels.

axiale (CASE 1660) a fonctionné sans problème. Aucune expérience n'a cependant encore été réalisée en Suisse sur de grandes surfaces.

Aspects liés à la gestion du travail

Les travaux qui doivent être effectués au printemps et en été se distinguent peu de ceux qui doivent être pratiqués dans les cultures céréalières. Le travail du sol, la fumure et le semis ont pu être effectués avec les machines usuelles. En général, on renonce à toute pulvérisation. La pression des adventices est négligeable, aucune maladie fongique et aucun dégât causé par les insectes ne sont véritablement à craindre, sauf les limaces durant la levée. Une grande partie du temps de travail nécessaire est due à la récolte. Pour moissonner et presser la paille de chanvre ainsi que pour le battage du grain, il est plus rentable de recourir à une entreprise en régie. Les exploitations qui transforment elles-mêmes les produits du chanvre sont encore rares pour l'instant. C'est pourquoi les distances à parcourir pour écouler le produit de la récolte sont plus longues et demandent plus de temps (tab. 4).

Tableau 4. Temps de travail nécessaire par hectare et par année (sans travaux complémentaires)

Production de paille, 90 dt MS/ha	23,3 MOh
Production de grains, 9 dt MS/ha	17,7 MOh
Production combinée Paille, 70 dt MS/ha Grains, 9 dt MS/ha	25,5 MOh

Evaluation de la rentabilité

Les résultats économiques de la culture du chanvre sont encore incertains. Il n'existe pas encore de véritable marché que ce soit pour la paille du chanvre ou pour les grains. Le produit réalisé avec la vente de la récolte est décisif pour savoir si et dans quelle mesure la culture du chanvre pourra s'imposer à l'avenir. Le tableau 6 indique la structure des coûts et des rendements. On peut en déduire le prix à atteindre pour que le chanvre puisse être rentable et être concurrentiel par rapport au blé. Le coût des auxiliaires de production est plus bas pour le chanvre que pour

Informations sur la récolte du chanvre à la moissonneuse-batteuse

Préparatifs techniques

- Bien entretenir la **barre de coupe**.
- Les barres de coupe standard pour coupes hautes entraînent un risque important de **défilage des tiges**, en raison des intervalles relativement importants qui séparent les doigts. C'est pourquoi on devrait envisager l'utilisation de barres de coupe à doubles-lames à sections rapprochées.*
- Utiliser de **longs diviseurs**.
- Installer des dispositifs de protection contre l'entortillage autour des rabatteurs (tube fendu en matière synthétique placé sur les dents).*
- Ne travailler qu'avec trois pales de **rabatteur** au lieu de six.*
- Remplacer éventuellement les **peignes du rabatteur** par des lattes caoutchoutées ou les munir de revêtements en caoutchouc.*
- Si nécessaire, augmenter la **hauteur de coupe** maximale en déplaçant les points de fixation du vérin hydraulique du tablier (pas nécessaire sur les moissonneuses-batteuses pour coteaux avec mise à niveau intégrale)*.
- Des **tôles de protection placées sur le batteur** (maïs) réduisent le risque d'entortillage sur les paliers du tambour, mais le rendent plus difficilement accessible.
- Un **contre-batteur universel** (écartement entre celui des céréales et celui du maïs) est idéal pour le chanvre.
- Protéger notamment les **paliers** des éléments qui fonctionnent à haute vitesse par des **dispositifs de protection contre les entortillages** (fig. 24). Les paliers de l'arbre du batteur sont particulièrement exposés. Alternative ou complément éventuel: réduire les ouvertures du convoyeur des deux côtés et éventuellement rallonger proportionnellement les spires du colimaçon, de manière à ce que le produit de la récolte n'entre quasiment plus en contact avec les paliers et les pignons à chaînes. Mais cette mesure diminue le rendement du battage. Les pignons à chaînes du convoyeur peuvent toutefois être protégés en montant une bande en caoutchouc entre la chaîne et les barrettes du convoyeur.
- Retirer dans tous les cas les **accessoires des secoueurs** (dents, secoueur rotatif à dents).
- Recouvrir la **table de préparation** (lorsqu'elle est en métal) d'une tôle en inox ou d'un revêtement synthétique (Téflon).*
- En raison du risque de bourrage, il n'est pas possible d'utiliser un hâche-paille.

* A recommander seulement en cas d'utilisation spéciale, ou pour de grandes surfaces.

A noter pour le battage

- **Récolter le chanvre** le plus tôt possible, c'est-à-dire dès que les grains commencent à tomber.
- **Régler la machine** comme pour la récolte du colza (peignes du rabatteur inclinés vers l'avant, les démonter en cas de problème), tambour à bas régime, mais contre-batteur un peu plus serré, vent légèrement plus fort, relever les toiles anti-projections).
- **Couper** le chanvre à la hauteur maximale (les moissonneuses-batteuses type «coteaux» sont un avantage) de manière à saisir encore les inflorescences les plus basses. Si possible augmenter la vitesse du rabatteur afin de tirer les plantes et non de les pousser.
- En cas de **vitesse de travail** plutôt élevée, les inflorescences tombent plus facilement dans l'auget de la barre de coupe.
- **Contrôler les pertes de récolte** sur le sol, notamment les inflorescences non battues. Afin d'atteindre des récoltes satisfaisantes, les graines vertes doivent également être récoltées.
- Ne pas fermer la porte et les fenêtres de la cabine. Les paliers peuvent chauffer en quelques minutes. En cas d'**odeurs suspectes** (développement de chaleur), vérifier immédiatement les paliers et enlever les tiges enroulées en s'aidant d'un couteau (n'utiliser en aucun cas un chalumeau de soudure!).
- **Contrôler** périodiquement tous les pièces qui travaillent dans la moissonneuse-batteuse. Si nécessaire, nettoyer les endroits critiques (table de préparation, revêtement des secoueurs).
- Ne remplir que partiellement la trémie à **graines** (risque de formation d'un pont).
- **Ventiler/sécher** immédiatement les graines (humidité max. 12%).

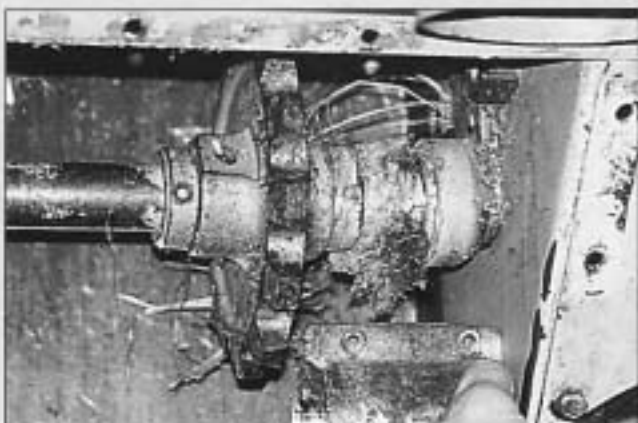


Fig. 24. Paliers protégés efficacement avec revêtement solide. Des portions de tube plastique (non fixées) placées autour de l'arbre et des paliers se sont par contre avérées insuffisantes.

Tableau 5. Techniques de travail et machines sélectionnées pour la comparaison entre le blé et le chanvre

Machines et outils	Mode de propriété et d'emploi	Blé paille et grains	Chanvre		
			Paille	Graines	Paille et grains
Forces de traction					
Tracteur 4 roues motrices, 41 kW	P				
Tracteur, 4 roues motrices, 60 kW	P				
Labour					
Charrue, 3 socs	P				
Herse					
Herse rotative à axes verticaux, 3 m	P				
Fumure de fond					
Distributeur d'engrais centrifuge jusqu'à 500 l, 2 passages	P				
Semis					
Semoir en lignes, 3 m	P				
Fumure de couverture					
Distributeur d'engrais centrifuge jusqu'à 500 l, 2 passages	P				
Distributeur d'engrais centrifuge jusqu'à 500 l, 3 passages	P				
Protection des plantes					
Pulvérisateur pour cultures basses, 12 m	P				
Récolte des grains					
Moissonneuse-batteuse	R				
Récolte de la paille					
Faucheuse spéciale	R				
Presse à haute densité	R				
Presse à balles cubiques	R				
Chargeur frontal	P				
Transport					
Remorque, 8 t	P				
Tassage de la paille					
Rouleau cannelé, 3 m	P				

Machines utilisées

Mode de propriété et d'utilisation des machines P: Propriété, R: Travaux en régie

le blé parce qu'on n'a pas recours aux produits de protection des plantes et que les dépenses liées aux engrais sont plus réduites. Par contre, le coût des semences est de 25 à 150% supérieur.

Les grains récoltés contiennent environ 25% d'eau. Le séchage nécessaire à leur conservation (réduction du pourcentage d'eau à 12%) entraîne des coûts de Fr. 17.30 par dt de matière sèche (taxes de prise en charge comprises).

Dans les techniques de travail présentées au tableau 5, ce sont les frais de récolte qui dominent. Les tarifs appliqués pour les travaux en régie ne sont pas encore soumis au jeu de la concurrence. Pour le labour, le semis et la fumure, il est possible d'utiliser les machines habituellement employées dans une exploitation de grandes cultures. L'exploitation n'est pas obligée de procéder à des investissements supplémentaires pour la culture du chanvre.

Le coût horaire de la main-d'œuvre

est évalué à 23 francs. Les techniques basées sur l'utilisation de la paille entraînent des frais de main-d'œuvre compris entre 536 et 587 francs/ha, ce qui est plus élevé que le blé qui revient à 449 francs/ha. La production de graines de chanvre uniquement entraîne des frais de main-d'œuvre légèrement plus bas, de 407 francs par hectare. Les périodes de travail complémentaire ne sont pas comprises.

Les paiements directs liés à la production contribuent de manière essentielle à la rentabilité de la production de chanvre. Pour 1999, on compte sur les subventions suivantes par hectare: 1250 francs de paiements directs généraux et 1500 francs pour les matières premières renouvelables (tab. 6).

Pour atteindre la rentabilité du blé, le prix de la paille doit être de 37 francs par dt de matière sèche. Pour la production de graines, le prix doit être de 237 francs par dt de matière sèche. En ce qui concerne la production com-

binée de paille et de graines, outre le prix des graines mentionné ci-dessus, il est nécessaire que le prix de la paille s'élève à 23 francs par dt de matière sèche.

D'un point de vue économique, trois facteurs sont importants pour juger la rentabilité du chanvre: le coût des travaux en régie, la sécurité des paiements directs et les prix qu'il est possible d'obtenir pour la paille et les graines.

Conclusions et perspectives

Le chanvre est une plante qui convient pour une culture écologique en Suisse. Si on le plante sur les sites qui conviennent, qu'on choisit les variétés recommandées, qu'on applique des techniques de semis et une fumure simples, le chanvre peut être cultivé sans entretien particulier (lutte contre les adventices, les maladies et les ravageurs).

Les chantiers de récolte sont très divers, notamment en ce qui concerne la production de fibres. Outre les solutions les plus simples qui peuvent déjà être mises en pratique, une grande partie se trouve encore au stade de développement. L'utilisation combinée des fibres, des graines et des fleurs ainsi que la décortication sur la parcelle associée à la production de chènevotte ouvrent des perspectives intéressantes. La priorité consiste à augmenter la valeur ajoutée de la production et à diminuer les frais de transport. Pour la récolte des graines, la moissonneuse-batteuse, déjà présente sur l'exploitation est la première machine qui vient à l'esprit. Il est cependant quasiment impossible de l'utiliser dans les cultures de chanvre sans lui faire subir quelques petits aménagements au préalable. Le fanage et l'andainage exigent une technique spéciale, mais présentent quelques avantages très prometteurs notamment en ce qui concerne la réduction des pertes.

La production de fibres de chanvre n'est possible qu'avec des dispositifs permettant de séparer les fibres, dispositifs qui n'existent plus, ou plutôt pas encore, en Suisse. La manière sans doute la plus rentable d'em-

Tableau 6. Comparaison des coûts et des performances Blé/Chanvre. Prix nécessaires pour les produits du chanvre pour une rentabilité équivalente

Produits de la récolte		Blé grains et paille	Chanvre		
			Paille	Graines	Graines et paille
Rendements physiques par ha					
Grains		64 dt		9 dt MS	9 dt MS
Paille		45 dt	90 dt MS		70 dt MS
Temps de travail nécessaire par ha sans travaux en régie		19,5 MOh	23,3 MOh	17,7 MOh	25,5 MOh
Frais attribuables, travail compris	Fr./ha	2456	3098	1872	3453
Auxiliaires	Fr./ha	866	982	571	736
Engrais	Fr./ha	316	302	241	241
Semences	Fr./ha	264	660	330	495
Herbicides	Fr./ha	161			
Assurance contre la grêle	Fr./ha	125			
Frais de réception et de séchage	Fr./ha	310		156	156
Frais des machines et des forces de traction	Fr./ha	831	1600	738	1974
Machines et forces de traction propres	Fr./ha	246	335	238	349
Travaux en régie	Fr./ha	585	1265	500	1625
Frais de main-d'œuvre	Fr./ha	449	536	407	587
Tarif horaire: Fr. 23.-/h	Fr./ha	449	536	407	587
Paiements directs*	Fr./ha	1250	2750	2750	2750
Contribution à la surface	Fr./ha	1250	1250	1250	1250
Contribution pour matière première renouvelable	Fr./ha		1500	1500	1500
Rendement des produits commercialisés (pour le chanvre à rentabilité équivalente)	Fr./ha	4221	3363	2137	3718
Grains	Fr./ha	3726		2137	2137
Paille	Fr./ha	495	3363		1581
Marge brute	Fr./ha	3015	3015	3015	3015
Prix nécessaires pour les produits du chanvre pour une rentabilité équivalente à celle du blé					
Graines	Fr./ dt MS			237	237
Paille	Fr./ dt MS		37		23

MS: Matière Sèche

* Paiements directs basés sur le projet d'ordonnance sur les paiements directs et les contributions pour les grandes cultures 1999

ployer les fibres de chanvre consiste à les utiliser comme matériaux composites. Il est également possible de les utiliser dans l'industrie du bâtiment, de la cellulose et dans l'industrie textile. Des projets de recherche très prometteurs sont également à l'étude. La chènevotte constitue le sous-produit de la production des fibres. Elle peut être utilisée comme matériau de construction ou d'isolation ou comme li- tière.

La mise à disposition d'installations régionales pour la séparation des fibres est essentielle notamment lorsque l'on envisage d'obtenir des produits avec une forte valeur ajoutée à la fin de la chaîne de production. Jusqu'à présent, la situation ne s'est pas clairement déca- tée, à l'étranger non plus, à savoir quelle forme d'organi- sation (agriculteur, coopérative, entre- prise de travaux agricoles, entreprise privée, industrie de transformation)

devait s'engager à ce niveau. Du point de vue de la production agricole, plu- sieurs facteurs seraient en faveur d'une coopérative de transformation basée sur les producteurs: valeur ajoutée et gains supérieurs, souplesse plus importante, réduction des dépen- dances, infrastructures bon marché (bâtiments, aire de manœuvre) sou- vent déjà disponibles et possibilités d'occupations complémentaires pen- dant les mois d'automne et d'hiver. Des volumes de production plus im- portants permettraient en outre de se positionner plus avantageusement sur le marché. Comme le transport de paille coûte trop cher sur de longues distances, il serait également recom- mandé d'envisager la construction de filières mobiles pour la préparation du chanvre. Dans ce secteur, les entrepri- ses de travaux agricoles pourraient notamment voir se développer un champ d'activités nouveau et intéres- sant.

L'huile de graines de chanvre présente des propriétés très intéressantes et peut être utilisée comme huile de ta- ble, dans le secteur des cosmétiques ou dans la médecine. On peut égale- ment envisager son utilisation comme dérivé tensioactif (produit de net- toyage) ou comme carburant: l'huile de chanvre peut être fabriquée avec des installations existantes (presse à huile).

Les huiles essentielles du chanvre in- téressent l'industrie agro-alimentaire et l'industrie des cosmétiques ainsi que les milieux paramédicaux (aroma- thérapie). Comme il s'agit d'une matiè- re première toute nouvelle, certaines recherches sont encore nécessaires en ce qui concerne son innocuité et son efficacité. L'utilisation du chanvre comme médicament grâce à sa teneur en THC constitue une autre possibilité qui doit s'avérer irréprochable sur le plan juridique et recevoir l'autorisation de l'Office intercantonal de contrôle des médicaments (OICM). Un marché intéressant pourrait ainsi se dévelop- per.

Pour prévenir si possible les mauvai- ses surprises, il est impérativement recommandé de préciser les points suivants et d'en évaluer le coût avant de se lancer dans un projet de culture ou de transformation du chanvre:

- Possibilités de débouchés pour les produits bruts, qualités et quantités

nécessaires, éventuels contrats de livraison (date, quantité, qualité, prix).

- Comparaison et contrôle soigneux des solutions techniques si possible avec les instruments déjà disponibles.
- Organisation sous forme de coopération; élaborer des règlements obligatoires détaillés.

L'agriculture et l'industrie doivent désormais saisir leur chance.

Remerciements

Ces travaux ont été réalisés en partie dans le cadre d'un projet de l'Institut Transfrontalier d'Application et Développement Agronomique (ITADA). Nous remercions les organismes du Baden-Württemberg et d'Alsace, ainsi que l'Office fédéral de l'économie et du travail, les cantons d'Argovie, de Bâle-ville, Bâle-campagne et Soleure pour le soutien financier qu'ils nous ont apporté.

Bibliographie

Ayuso S., 1996. Faseraufschluss bei Hanf. Ansätze für einen ökologischen Vergleich verschiedener Aufschlussverfahren für die textile Nutzung. 1. Auflage, nova-Institut Hürth, 11.

Becker-Dilling J., 1928. Handbuch des Hackfruchtbaus und des Handelspflanzenbaus. Paul Parey, Band 2.

Bösch I., Karus M., 1997. Der Hanfanbau. Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. C.F. Müller Verlag, Heidelberg.

De Meijer E.P.M., 1993. Evaluation and verification of resistance to Meloidogyne hapla chitwood in a Cannabis germplasm collection. Euphytica 71.
De Meijer E.P.M., 1995. Fibre hemp cultivars: A survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics. Journal of the International Hemp Association 2 (2).

De Meijer E.P.M., Van der Kamp H.J. und Van Eeuwijk F.A., 1992. Characterisation of Cannabis accessions

with regard to cannabinoid content in relation to other plant characters. Euphytica 62.

Eidgenössische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon und Vereinigung «Flachs und Hanf», 1943. Anleitung für den Anbau von Flachs und Hanf. Die Grüne.

Grashorn C., 1998. Hanfernte mit modifiziertem Fortschritt-Grasmäher. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Keller A., 1997. Matériaux composites biodégradables. Utilisation de fibres végétales. Rapport FAT no 503.

Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau, 1998. Gewerbliche Nutzung von Hanf.

Lohmeyer D., 1967. Die Hanfernte. Statusbericht und Ausblick, 2. Auflage, nova-Institut Hürt bei Köln, 6/97.

Lohmeyer D., 1998. Anbau und Ernte von Hanf in Ungarn. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Löwe R., 1998. Die Ernte von Flachs mit alternativen Ernteverfahren in Brandenburg. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Martens R., 1998. Ergebnisse des Maschinenvergleiches Hanfernte. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Martinov M., Berenji J., Sad N. und Markovic D., 1997. Bedeutung des Faserpflanzenanbaus in Jugoslawien am Beispiel der Hanfanbautechnologie. VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik Bonn, 6./7. August, Heft 22.

McPartland J.M., 1997. Cannabis as a repellent and pesticide. Journal of the International Hemp Association 4 (2).

Mediavilla V. und Steinemann S., 1997. Essential oil of Cannabis sativa L.

strains. Journal of the International Hemp Association 4 (2).

Mediavilla V., Bassetti P., Konermann M., Schmid-Slembrouck I., 1998. Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. Agrarforschung 5 (5).

Mediavilla V., Derungs R., Känzig A. und Mägert A., 1997. Qualität von Hanfsamenöl aus der Schweiz. Agrarforschung 4.

Meier Ch. und Mediavilla V., 1997. Factors influencing the yield and the quality of essential hemp oil (Cannabis sativa L.). Journal of the International Hemp Association 5 (1): in Druck.

Meyer O., 1998. Ernte- und Aufbereitungstechnologien für Faserpflanzen im Hunsrück – ein Erfahrungsbericht. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Paulitz J., 1998. Hanferntetechnik aus Sachsen. Fachtagung Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf, Leipzig.

Reitz P., 1998. Persönliche Mitteilung zur Erntetechnik von nachwachsenden Rohstoffen. Claas-Engineering, D-Harsewinkel.

Sell J. und Thalmann P., 1998. Anbau und Verarbeitung von Hanf als nachwachsendem Rohstoff – sein Potential für die Schweizer Industrie. EMPA-Bericht 115/37.

Serafin F. und Ammon H.U., 1996. Notwendigkeit und Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung in Kenaf, Chinaschilf und Hanf. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XV.