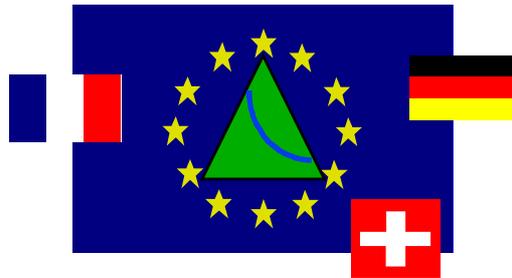


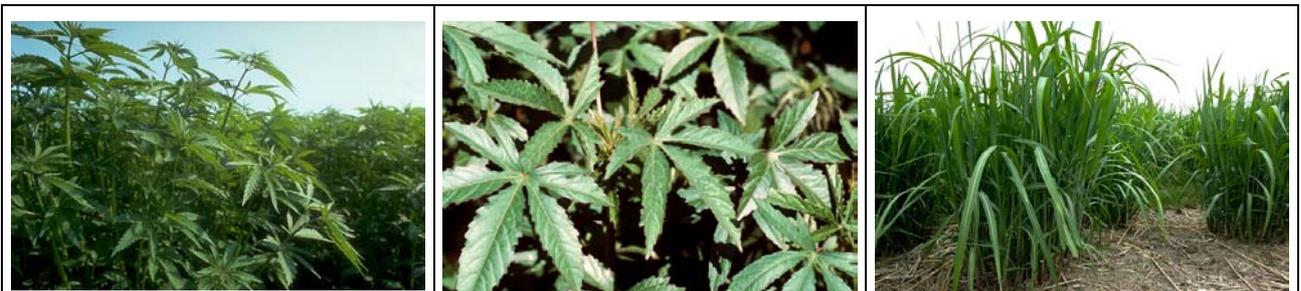
ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



**Test de nouvelles cultures à fibres et débouchés
potentiels sur le marché
(chanvre, kénaif, miscanthus)**

RAPPORT FINAL DU PROJET A 3.1 (1996-1999)



**Etude cofinancée par l'initiative communautaire
INTERREG II "Rhin Supérieur Centre-Sud"**

Le programme d'actions de l'ITADA était placé sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil Régional d'Alsace et cofinancé par :

- le Fonds Européen pour le Développement Régional (programme INTERREG),
- le Ministère de l'Agriculture du Land de Bade-Wurtemberg,
- les Cantons suisses de Bâle Ville, Bâle-Campagne, Argovie et Soleure ainsi que la Coop - Suisse,
- le Conseil Régional d'Alsace,
- l'Agence de l'Eau Rhin Meuse,
- l'Etat français via les Ministères de l'Agriculture et de l'Environnement,
- les Organisations Professionnelles Agricoles alsaciennes.

Le projet A 3.1 :

«Test de nouvelles cultures à fibres et débouchés potentiels sur le marché (kénaf, chanvre, miscanthus) »

a été réalisé par :

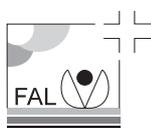
Chef de projet : Dr. E. Meister, V. Mediavilla

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) Zürich-Reckenholz, CH

Partenaires : Dr. R. Vetter, M. Konermann

Institut für umweltgerechte Landwirtschaft (IfuL)

Müllheim, D



SOMMAIRE

| | | |
|------------|---|-----------|
| 0 | Résumé | 3 |
| 1 | Situation initiale et position du problème | 6 |
| 2 | Objectifs | 10 |
| 3 | Méthodes utilisées | 10 |
| 3.1 | Etude des techniques culturales | 11 |
| 3.2 | Etude du développement possible sur le marché | 12 |
| 3.2.1 | Marge brute et temps de travail | 12 |
| 3.2.2 | Analyse du marché | 13 |
| 4 | Résultats | 16 |
| 4.1 | Etude des techniques culturales | 16 |
| 4.1.1 | Chanvre | 16 |
| 4.1.1.1 | introduction, botanique, exigences | 177 |
| 4.1.1.2 | variétés | 18 |
| 4.1.1.3 | semis | 22 |
| 4.1.1.4 | fertilisation | 25 |
| 4.1.1.5 | récolte tardive | 28 |
| 4.1.1.6 | expériences pratiques | 28 |
| 4.1.2 | Kenaf | 33 |
| 4.1.2.1 | introduction, botanique, exigences | 33 |
| 4.1.2.2 | variétés | 34 |
| 4.1.2.3 | densité de semis | 35 |
| 4.1.2.4 | fertilisation | 36 |
| 4.1.2.5 | expériences pratiques | 37 |
| 4.1.2.6 | Comparaison de la qualité des fibres entre Kenaf et Chanvre | 39 |
| 4.1.3 | Miscanthus | 39 |
| 4.1.3.1 | introduction, botanique, exigences | 39 |
| 4.1.3.2 | fertilisation | 40 |
| 4.1.3.3 | variétés | 42 |
| 4.1.3.4 | densité de semis | 42 |
| 4.1.3.5 | expériences pratiques | 43 |
| 4.2 | Etude du développement possible sur le marché | 44 |
| 4.2.1 | économie | 44 |
| 4.2.1.1 | conditions réglementaires | 44 |
| 4.2.1.2 | marges brutes | 45 |
| 4.2.1.3 | temps de travail | 46 |
| 4.2.1.4 | bilan | 46 |
| 4.2.2 | Estimation du potentiel de marché | 47 |
| 4.2.2.1 | Suisse | 47 |
| 4.2.2.2 | Bade-Wurtemberg | 52 |
| 4.2.2.3 | Comparaison Suisse du Nord-Ouest, Bade-Wurtemberg et Alsace | 544 |
| 5 | Transposition dans la pratique | 55 |
| 5.1 | Production | 55 |
| 5.1.1 | Chanvre | 55 |
| 5.1.1.1 | adaptation au climat et aux sols | 55 |
| 5.1.1.2 | choix variétal | 55 |
| 5.1.1.3 | semis et entretien | 555 |
| 5.1.1.4 | fertilisation | 56 |
| 5.1.1.5 | récolte | 56 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 5.1.2 | Kenaf | 57 |
| 5.1.1.1 | adaptation au climat et aux sols | 57 |
| 5.1.2.2 | lutte contre les mauvaises herbes et les maladies | 57 |
| 5.1.2.3 | choix variétal | 57 |
| 5.1.2.4 | semis et fertilisation | 57 |
| 5.1.2.5 | récolte et qualité des fibres | 58 |
| 5.1.3 | Miscanthus | 58 |
| 5.1.3.1 | Adaptation au climat et aux sols | 58 |
| 5.1.3.2 | Entretien | 58 |
| 5.1.3.3 | Fertilisation et protection de la nappe | 58 |
| 5.1.3.4 | Récolte | 58 |
| 5.2 | Introduction sur le marché | 599 |
| 5.2.1 | Rentabilité | 59 |
| 5.2.2 | Potentiel de marché | 59 |
| 6 | <i>Perspectives et conclusion</i> | 60 |
| 6.1 | Coopération transfrontalière | 60 |
| 6.2 | Protection de l'environnement | 60 |
| 6.3 | Recherche et développement | 60 |
| 6.4 | Renforcer la base d'informations | 60 |
| 6.5 | Coordination | 60 |
| 6.6 | Développement de produits et certification | 61 |
| 6.7 | Nécessité d'une installation de transformation des fibres en Suisse du Nord-Ouest | 61 |
| 6.8 | La persévérance avant tout | 61 |
| 7 | <i>Remerciement</i> | 62 |
| 8 | <i>Bibliographie</i> | 63 |
| 9 | <i>Publications personnelles dans le cadre du projet</i> | 66 |
| 10 | <i>Travail de communication</i> | 68 |
| 11 | <i>Annexes</i> | 69 |
| 11.1 | Essais en Suisse | 69 |
| 11.2 | Essais en Bade-Wurtemberg | 74 |
| 11.3 | Marges brutes et temps de travail | 90 |
| 11.4 | Analyse du marché | 91 |
| 11.5 | Enquête sur la culture du chanvre en Bade-Wurtemberg | 94 |

0 Résumé

Le savoir faire de la production agricole et de la transformation industrielle des plantes à fibres a été totalement perdu en Europe durant la longue période d'arrêt de la culture. Mais depuis un peu plus de 10 ans, l'intérêt suscité s'est rallumé. L'agriculture et l'industrie du Rhin supérieur ont par la suite soutenu dans les années 90 un travail pionnier considérable sur les plantes à fibres dans le contexte européen. En dehors des aspects agronomiques, de nombreux autres éléments ont influé sur la réussite de l'introduction de nouvelles plantes à fibres. Aujourd'hui, environ 750 hectares de plantes à fibres sont cultivés dans le Rhin supérieur. Une véritable percée sur le marché n'est cependant pas encore atteinte.

Le projet avait deux objectifs : réduire le déficit en références pour la conduite des cultures et analyser la possibilité et les chances de mise en place d'un marché. Le projet a été réalisé essentiellement en Bade-Wurtemberg et dans le Suisse du Nord-Ouest. Les principales questions pratiques relatives à la production ont été appréhendées à l'aide d'essais au champ et de recherches bibliographiques. Les avis et les expériences des agriculteurs ont été collectés par l'intermédiaire d'enquêtes. L'analyse de la possibilité d'introduction d'un marché a été faite à l'aide de calculs économiques à l'échelle de l'entreprise agricole et d'une analyse du marché. Les perspectives de marché pour les plantes à fibres locales ont été enquêtées par une analyse de marché. Cette dernière a analysé les caractéristiques quantitatives et qualitatives du marché en Suisse et a été conçue à l'aide d'études européennes analogues. La faisabilité technique, la capacité concurrentielle sur le plan économique, la valeur ajoutée et le potentiel de marché ont servi d'indicateurs.

Le chanvre était autrefois fort développé dans la région du projet. Notre travail a montré que les variétés de chanvre se distinguaient pour ce qui est de leur teneur en substances psycho-actives THC (tetra-hydro-cannabinol), de leur taux de plantes mâles et de leur date de maturité. La teneur en THC des variétés inscrites en Suisse ou dans l'Union Européenne a toujours été nettement inférieure à la valeur seuil. A basses densités de semis, les plantes de chanvre ont émis des pousses axillaires et ont été plus épaisses. A fortes densités, un „auto éclaircissage“ naturel du couvert est intervenu. Les mauvaises herbes ont été étouffées. Le choix de la densité de semis a exercé une influence remarquable sur l'état de la végétation du chanvre. Pour un semis après pomme de terre précoce, le rendement graines a été étonnement élevé. Les fortes exigences de la culture de chanvre vis à vis du sol et du climat ont été confirmées. Les rendements en tiges et fibres dépendent fortement de la fertilisation azotée. Seules de très faibles reliquats d'azote minéral ont été retrouvés dans le sol après la récolte. En 1997, une enquête a été réalisée en collaboration avec la firme allemande BAFA dans le but de sécuriser la qualité des fibres. A l'époque, 115 agriculteurs du Bade-Wurtemberg cultivaient du chanvre. La bonne compétitivité de la culture vis à vis des mauvaises herbes fut confirmée par presque tous les producteurs. Des apports de plus de 100 kg N/ha ont presque toujours conduit à des difficultés considérables à la récolte. Le principal problème pour les agriculteurs restait la technique de récolte. Le problème de la qualité variable des fibres a été alors clairement porté au niveau de la pratique de production.

La culture de chanvre est particulièrement bien adaptée aux conditions du Rhin supérieur. Le désherbage et la protection de la culture sont totalement superflus. Un semis suffisamment dense épargne le désherbage. Nous recommandons dans ce sens de ne pas semer moins de 30 kg /ha pour le chanvre graines et entre 30 et 60 kg /ha pour le chanvre fibres. Une fertilisation azotée élevée (au dessus de 100 kg N/ha) n'est pas rentable car elle conduit à d'importantes difficultés de récolte. L'apport principal en azote doit intervenir à une hauteur de végétation de 20 à 30 cm.

Le Kenaf, originaire d'Afrique, est cultivé en Asie et aux USA. Il a été cultivé pour la première fois au nord des Alpes en 1993. Son besoin en minima de température est très élevé avec 16 °C.

La variété Tainung 2 qui est la plus cultivée dans la pratique s'en tire bien et est à préférer pour le Rhin supérieur. Les fibres n'ont pas été homogènes suite aux attaques de maladies. Les années favorables et dans des situations climatiques adéquates, le rendement augmente avec l'accroissement de la densité. Des apports en azote importants n'ont pas pu être absorbés par la

culture même en bonnes conditions et représentent un danger pour la nappe phréatique. Le choix du site de production, le semis et la protection de la culture méritent une attention particulière. L'attaque en automne de pourriture grise fut en général très forte. Une lutte n'est pas possible. Les fibres de kenaf se montrent beaucoup moins solides que celles de chanvre.

De par son besoin très élevé en température, le kenaf n'est pas encore bien adapté à la plaine du Rhin supérieur. Sans une lutte drastique contre les mauvaises herbes, la culture n'est pas envisageable. On peut se demander si l'on disposera dans quelques années de variétés plus adaptées. La fertilisation azotée est peu efficace pour la culture de kenaf et une valeur limite devrait être fixée.

Le miscanthus est une espèce de graminée pérenne géante qui est cultivée comme plante fourragère depuis 1935 en Europe. On a jusqu'à présent jamais pu constater dans les essais d'effet positif de la fertilisation. Le miscanthus représente pendant toute la durée de sa culture (jusqu'à 20 ans), une protection efficace contre le risque de lessivage de nitrates. Dans les essais, on a pu atteindre des rendements de plus de 20 T MS/ha. Dans la pratique, le rendement se situe entre 10 et 15 T de MS/ha. Tous les géotypes ne sont pas aussi bien adaptés. La densité de peuplement conseillée est d'une plante par m². Les agriculteurs mettent en place du miscanthus généralement dans le but d'en faire un couvert à jachère, de ne pas produire de nitrates et de minimiser l'entretien. La première année est décisive pour le succès de la culture. Le marché reste ouvert. Le stockage au champ répété donne matière à souci. Le risque de dégâts en hiver lors de la première année existe pour les sites en altitude.

Les cultures de plantes à fibres bénéficient de primes différentes suivant le pays de production. Sans ces aides, la mise en place des ces plantes à fibres n'est pas concurrentielle. La prise en compte des sous produits améliore la situation. Tant que le marché reste tel qu'il est, la double valorisation de chanvre en Suisse du nord-ouest avec l'huile essentielle ou les fleurs s'en tire bien. En Bade-Wurtemberg, la double valorisation en graines et fibres est aussi intéressante. En Alsace, la culture du miscanthus mais aussi la double valorisation du chanvre –graines et fibres – semblent dignes d'intérêt. Le miscanthus est de loin la culture la plus extensive. La rentabilité économique du miscanthus en Suisse et en Alsace atteint celles de cultures comparées.

La culture du kenaf n'est économiquement pas intéressante. Une double valorisation du chanvre permet une rentabilité intéressante pour tous les pays.

Lors de l'analyse du marché suisse, l'estimation du potentiel pour le lin fibre a été étonnamment haute.

Le miscanthus a été préféré pour des produits à tendance de moindre plus-value comme les matériaux d'isolation, les matériaux de construction en terre, les produits de remplacement à la tourbe et les plastiques de technologie courante.

Il n'y a pas de marché pour le kenaf. Pour l'instant, ce sont les produits de faible plus-value qui sont avant tout fabriqués. L'absence de l'infrastructure nécessaire à l'extraction des fibres constitue en Suisse le point principal de blocage. La faible compétitivité économique et les coûts élevés en matières premières entravent de la même façon une large introduction. En plus des possibilités d'utilisation connues, il existe des chances réalistes pour le béton de fibres, les plastiques renforcés de fibres et les géotextiles. Le développement et l'introduction sur le marché peuvent être fortement soutenus par la modification de certaines conditions réglementaires et contractuelles.

Selon des études récentes, il n'y a pas pour le lin fibres de grand potentiel en Allemagne. Néanmoins il y a en Allemagne six unités industrielles d'extraction de fibres pour le chanvre et le lin. Le marché potentiel est cependant plus important pour le chanvre. Rien qu'en Bade-Wurtemberg, environ 400 ha de chanvre sont transformés annuellement. Les matériaux isolants et les matériaux destinés à l'industrie automobile en sont pour l'instant issus. Un marché lucratif existe également pour les produits secondaires tels que la chènevotte (partie ligneuse des tiges) et les graines (chènevis).

En Suisse du nord-ouest et en Bade-Wurtemberg, le marché potentiel pour les produits issus de fibres va probablement continuer à progresser. Le marché potentiel pour le miscanthus est en Bade-Wurtemberg en revanche encore à venir. Pour le kenaf, il n'existe pour l'immédiat pas de potentiel. La prise de conscience écologique et les initiatives prises en Suisse et en Allemagne ont aidé dans ces régions à former un marché.

Les conclusions qui peuvent être tirées à l'issue du projet sont les suivantes. La coopération avec l'Alsace doit être améliorée. Le miscanthus et le chanvre peuvent être cultivés de manière respectueuses de l'environnement. La double exploitation du chanvre et la sécurisation de la qualité des fibres doivent encore faire l'objet de travail. Des informations sur les propriétés techniques tout comme le travail de diffusion sont nécessaires. La coordination entre la production, la transformation et le commerce est encore à améliorer.

Le développement intégré de nouveaux produits et la certification devraient jouer un rôle grandissant.

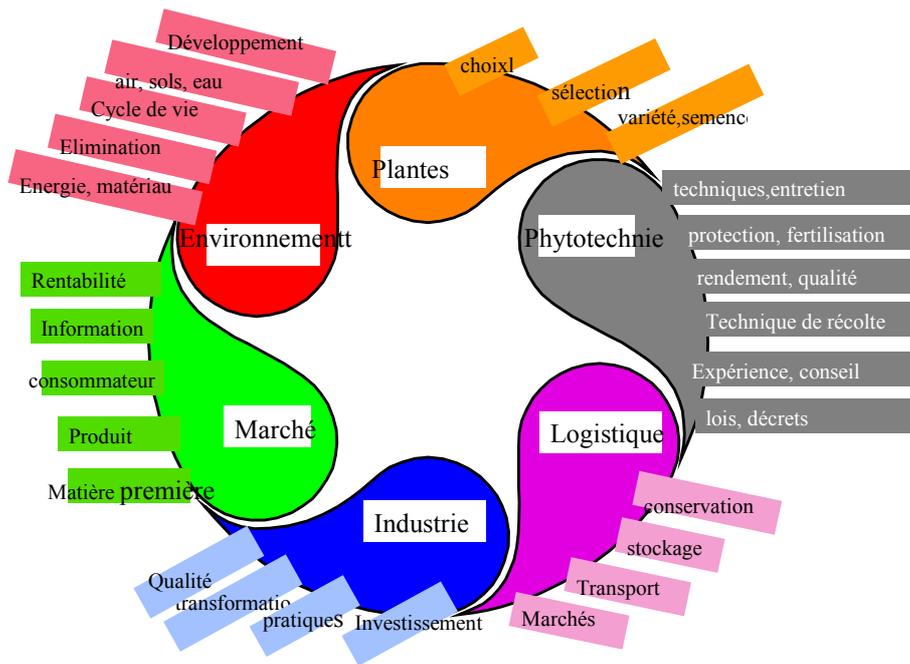
Une installation d'extraction des fibres est indispensable en Suisse.

1 Situation initiale et position du problème

Jusqu'au 19^{ème} siècle, la culture et la transformation des plantes à fibres étaient des activités qui allaient de soi dans beaucoup d'exploitations agricoles.

Avec le lin et le chanvre, on faisait de nombreux habits, des draps et des cordages. Après la seconde guerre mondiale, les fibres naturelles régionales ont été presque totalement supplantées par l'arrivée de fibres synthétiques à bon marché. Ce n'est que depuis une bonne dizaine d'années que l'intérêt vis à vis de ces plantes s'est réveillé en Europe et cela pour diverses raisons..

Il y a une bonne dizaine d'années, l'intérêt pour les plantes à fibres s'est ravivé en Europe.



A coté des facteurs agromonomiques, de nombreux autres éléments interviennent sur le succès dans la réintroduction de „nouvelles“ plantes à fibres.

Figure 1. Facteurs qui agissent sur le développement de nouvelles plantes à fibres.

Lorsque l'agriculture et l'industrie ont à nouveau souhaité développer les plantes à fibres, il est apparu clairement que de nombreux facteurs sont décisifs pour cette réintroduction (Figure 1). Il s'est agi par ex de choisir les plantes et les variétés adéquates et de mettre en œuvre les techniques culturales et la logistique qui leur conviennent. Des savoirs faire industriels et des investissements étaient nécessaires, un marché devait être établi et le cycle de vie de ces produits devait se montrer écologiquement plus intéressant que celui des produits issus de pétrole.

En dépit de tous ces obstacles, des arguments décisifs plaident en faveur de la production et de l'utilisation de ces plantes à fibres :

- ♦ *Surfaces agricoles gelées* . En raison de la l'amélioration des rendements de différentes espèces végétales, la production de céréales, d'oléagineux et de protéagineux est montée très fortement. La mondialisation des marchés toujours plus forte a conduit à des difficultés d'écoulement sur le marché pour les grandes cultures. Cette évolution a alors obligé les exploitations agricoles à geler des terres agricoles qui ont alors menacé d'être envahies par les mauvaises herbes. La culture de plantes à fibres offre une possibilité intéressante de valoriser ces terres.

- ◆ *Nouvelles possibilités de valorisation dans le domaine du non alimentaire.* Le marché des cultures arables traditionnelles comme par ex. les céréales, le maïs ou le soja est de plus en plus encombré. Le marché du non alimentaire, bien qu'international, n'est pas encore aussi fortement disputé. Il convient de se positionner à temps sur ces marchés. Ceci permettra aux agriculteurs de trouver de nouvelles sources de revenus qui permettront d'atténuer les baisses de rentabilité financière des grandes cultures.
- ◆ *Diversification des productions végétales.* Les agriculteurs peuvent élargir leurs rotations à l'aide de „nouvelles cultures „ comme le chanvre. A cette occasion, le recours aux engrais et produits phytosanitaires peut être réduit.
- ◆ *Protection de la nappe phréatique.* L'eau est notre ressource la plus précieuse. Grâce à la réduction des surfaces de cultures défavorables à la qualité de l'eau et à une moindre utilisation d'engrais permise par ex. par certaines plantes à fibres, l'eau souterraine peut être mieux préservée. Le miscanthus, culture pérenne, présente les atouts les plus forts pour stopper les risques de lessivages.
- ◆ *Réduction des ressources fossiles et montée du CO₂ dans l'atmosphère.* Les sources d'énergie renouvelables préservent les ressources fossiles qui sont déjà limitées (pétrole, gaz naturel). Lors de l'incinération ou de l'élimination de la biomasse végétale, il ne se crée qu'une quantité de CO₂ identique à celle absorbée par les plantes pendant la durée de leur cycle de végétation. Les matières premières renouvelables sont ainsi neutres sur le bilan en CO₂.
- ◆ *Problème d'élimination.* Les produits biologiquement dégradables peuvent être compostés ou bien éliminés sans problème. Il s'ensuit moins de déchets toxiques et moins de coûts.
- ◆ *Besoins des consommateurs.* Les acheteurs prennent de plus en plus en considération les critères environnementaux. Ils désirent des produits respectueux de l'environnement qui laissent peu de déchets (compostage, recyclage). Les clients sont prêts à payer un surcroît de prix justifié pour les produits écologiques. Cependant, le prix reste décisif pour le consommateur.
- ◆ *Alternatives pour l'industrie.* L'industrie cherche des alternatives aux matières premières et aux énergies fossiles. Dans la compétition économique, les produits qui sont respectueux de l'environnement dans leur phase de production et d'élimination des déchets possèdent des avantages sensibles.

Ökologische Gründe wie der Schutz des Grundwassers, die Verknappung fossiler Ressourcen und das Entsorgungsproblem sprechen für Anbau und Nutzung von Faserpflanzen.

Les consommateurs et les industriels montrent un intérêt croissant pour les matières premières biodégradables.

L'agriculture du Rhin supérieur montre en Bade Wurtemberg, en Alsace et en Suisse du nord-ouest, à côté des similitudes géographiques et culturelles, des problèmes identiques. La saturation du marché, la baisse des prix des produits agricoles, les inquiétudes vis à vis des ressources naturelles et notamment la nappe phréatique ainsi que la circulation des personnes et des marchandises sont autant de thèmes de travail transfrontaliers pour la région. Le Rhin supérieur est traditionnellement une région de production de chanvre et de lin fibre. Ces plantes, sources de matières premières, ne sont cependant plus cultivées depuis plusieurs décennies, si bien que les activités de production et de transformation ont été perdues. Au milieu des années 90, les agriculteurs et les industriels du Rhin supérieur ont appartenu aux premiers qui en Europe réintroduisirent ces cultures (tableau 1). Vu sous l'angle des surfaces occupées, les plantes à fibres n'ont pas atteintes jusqu'à présent une grosse signification. En particulier en Alsace, l'agriculteur ne manifeste actuellement que peu d'intérêt.

L'agriculture et les industriels du Rhin supérieur ont réalisé dans les années 90 un travail de pionnier significatif à l'échelle européenne sur les plantes à fibres.

Côté secteur industriel, de nombreux projets, petits et gros, ont été engagés. En Suisse du nord-ouest, l'utilisation du miscanthus a été fortement explorée. Dans ce sens, il a été établi une installation spéciale pour la fabrication d'un produit

remplaçant la tourbe. En Bade-Wurtemberg a été construite la première unité industrielle de transformation de fibres de chanvre à l'échelle fédérale. Un projet transfrontalier d'utilisation de kenaf s'est avéré sans lendemain. En Alsace, les industriels à l'analogie des agriculteurs, n'ont guère montré d'intérêt.

Tableau 1. Surfaces de production de plantes à fibres dans la région (Ha)

| Année | Bade-Wurtemberg | | | Suisse N.O. (BL, BS, AG, SO) | | | Alsace | | |
|-------|-----------------|-------|------------|------------------------------|-------|------------|---------|-------|------------|
| | Chanvre | Kenaf | Miscanthus | Chanvre | Kenaf | Miscanthus | Chanvre | Kenaf | Miscanthus |
| 92 | - | - | - | - | - | 9* | - | - | - |
| 93 | - | - | - | - | 10* | 25* | - | - | - |
| 94 | - | - | - | 5* | 10* | 30* | - | - | - |
| 95 | - | 120 | 90 | 5 | 10 | 38 | - | - | 10 |
| 96 | 191 | 12 | 100 | - | 6 | 50 | - | - | 10 |
| 97 | 429 | 1 | 100 | 1 | 1 | 50 | - | - | 10 |
| 98 | 437 | 1 | 100 | 166* | 1 | 50 | - | - | 10 |

* estimation (pas de données précises disponibles)

Malgré leur passé millénaire, les fibres naturelles avaient considérablement reculé lors des dernières décennies devant la suprématie des fibres synthétiques. Seule la culture du coton, historiquement et culturellement jeune, avait pu conserver sa compétitivité grâce aux avancées techniques réalisées en production et en transformation. Le chanvre et le lin étaient les plantes à fibres européennes traditionnelles pour l'industrie textile. Aujourd'hui, des fibres sont extraites du chanvre et du lin, mais aussi d'autres plantes plus récemment introduites telles que le Kenaf et le roseau de chine ou bien encore le bois. Leurs propriétés sont caractérisées entre autres par leur longueur, leur diamètre, leur résistance à l'étirement, leur élasticité, leur tenue à la rupture et leur capacité d'absorption (Tableau 2, Tableau 3).

Tableau 2. Comparaison des longueurs, diamètres et densité de plusieurs fibres de plantes et de fibres de verre.

| | Longueur [mm] | | Diamètre [µm] | | Densité [g/cm ³] |
|------------------|-------------------|-------------|---------------|-----------|------------------------------|
| | Fibres | Faisceau | Fibres | Faisceau | |
| Roseau de chine | 1,4 – 1,5 | | 15 | | |
| lin | 22 – 33 (20 – 40) | 200 – 1500 | 19 – 25 | 40 – 620 | 1,4 – 1,5 |
| chanvre | 15 – 20 (5– 55) | 1000 – 3000 | 22 – 25 | | 1,4 – 1,5 |
| Kenaf | 1 – 2,6 | | 14 – 33 | | |
| coton | 20 – 30 | – | 15 – 19 | – | 1,5 |
| ortie | 5 – 55 | 19 – 80 | 20 – 80 | | 1,5 |
| Jute | 0,9 – 6 | 150 – 360 | 18 – 20 | 30 – 140 | 1,4 |
| Ramie de chine | 40 – 250 | > 1500 | 40 – 50 | 60 – 9040 | 1,4 |
| Sisal | 0,8 – 8 | 600 – 1000 | 21 – 23 | 100 – 460 | 1,2 – 1,5 |
| E-fibre de verre | variable | | 8 – 20 | | 2,5 |

Source: Sell und Mediavilla (1999)

Les fibres (chanvre, lin, kenaf) doivent tout d'abord être libérées des tiges.. Cela est réalisé en règle générale à l'aide d'une désagrégation des fibres. Ainsi, les parties ligneuses (cœur des tiges), la pectine, l'hemicellulose et la lignine sont séparés. Ceci peut s'effectuer de manière traditionnelle (rouissage), mécanique, biologique (à l'aide de micro-organismes), physique (vapeur, rayonnement) ou chimique ().

A partir des fibres, on peut fabriquer papier, tissu, matériaux composites, produit d'isolation, textiles ou bien encore d'autres produits. Les parties ligneuses peuvent aussi être utilisées pour faire des matériaux de construction et d'isolation, un „ersatz“ de tourbe et des litières (chevaux, petits animaux).

Plus de 750 hectares de plantes à fibres sont actuellement cultivés en Rhin supérieur.

Les fibres se distinguent les unes des autres de par leurs propriétés mécaniques et chimiques.

Face aux fibres de verre, la légèreté des fibres naturelles est un atout décisif.

Pour être utilisées, les fibres de plantes sont extraites par différents procédés.

L'arrêt de la production entre les années 60 et 90 a conduit à la disparition des installations industrielles de transformation des plantes à fibres à raphia (chanvre et lin). En fonction du développement technologique, les industries se sont adaptés dans de nombreuses branches aux nouvelles matières premières, comme par exemple le coton importé et les fibres synthétiques. Il s'est ainsi développé un manque dans le savoir ou même dans le développement qui rendent plus difficile la ré-introduction des fibres de plantes à filasse. Il en est de même pour l'agriculture. Les techniques de production pour les cultures telles que les céréales ont fortement évolué. Les technologies de protection des cultures et de récolte ont énormément changé et cette étape devait et doit encore être compensé pour le chanvre et le lin car les techniques traditionnelles ne sont plus compétitives.

Les savoir-faire agricoles et industriels ont été totalement perdus pendant la longue période d'arrêt de la production.

Tableau 3. Comparaison de la résistance à la rupture, l'élasticité et l'étirement entre différentes fibres naturelles et les fibres de verre

| | Résistance à la rupture [cN/tex]* | Elasticité (Zug) [cN/tex] | Étirement [%] |
|------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------|
| Lin | 50 – 100 (35 – 100) | 800 – 1000 (2000 – 2500) 38 kN/mm ² (DA) | 1,5 – 3 (1,4 – 4) 1,2 (DA) |
| Chanvre | 41 (DA) | 30 kN/mm ² (DA) | 2,0 – 2,1 |
| Kenaf | 62 | 53 kN/mm ² | 1,6 |
| Coton | 25 – 50 | 300 – 600 | 6 – 10 |
| Ortie | 49 | 65 kN/mm ² | 1,2 |
| Fibre de verre E | 40 – 140 (35 – 140) | 2800 – 3400 (2500 – 3400) | 1,5 – 3 (1,3 – 5) |

Source : Sell et Mediavilla (1999), DA : séparation à la vapeur

Suite à cette situation, différents projets ont été conduits en Europe en recherche agronomique, qui devaient aider à optimiser la conduite culturale, la récolte et la transformation des fibres de plantes produites régionalement. Dans le cadre du premier programme ITADA, deux projets ont été réalisés en 1994-1995 : „production de lin à fibres et de développement de produits pour l'industrie automobile“ et „cultures alternatives matières premières ressources renouvelables : production de plantes énergétiques et test de différentes méthodes de récolte de plantes entières“. Par la suite, de plus en plus d'informations ont été accessibles sur les matières premières ressources renouvelables grâce à un autre projet (B 2) de l'ITADA démarré en 1996 : „mise en place d'un système d'information sur les ressources renouvelables“. La collaboration entre le présent projet et le projet B 2 a été très intense et a conduit à des publications et des réalisations communes (par ex. des présentations et une exposition itinérante).

2 Objectifs

Le projet était établi sur trois années dans un cadre de coopération transfrontalière et a débuté en 1996. Il avait deux objectifs :

- ◆ *Etude des techniques de production.* Le manque de savoir-faire au niveau de la production au champ devait être compensé. Pour les plantes à fibres Chanvre, Kenaf et Miscanthus, on devait préciser les techniques de production en Rhin supérieur à l'aide des données disponibles dans la bibliographie et d'essais complémentaires. Le point essentiel consistait à développer des pratiques culturales adaptées au contexte local et respectueuses de l'environnement. Pour le chanvre qui n'était plus cultivé depuis les années 50 dans la région, il s'agissait de créer un référentiel au niveau du choix variétal, de l'incidence de la fertilisation, de la densité et de la date de semis. Pour le kenaf, plante qui n'avait encore jamais été cultivée au nord des Alpes, il était désiré connaître l'effet du choix variétal, de la fertilisation et de la densité de semis. Le Miscanthus, originaire du sud-est asiatique, a été introduit en Europe dès 1935 comme plante fourragère mais son exploitation agricole était quasi-inconnue en Europe. La productivité du miscanthus a donc été observée en fonction de différents critères. Le lin qui avait déjà fait l'objet de travail dans le cadre d'un projet précédent ne fut pas retenu pour ce nouveau projet.
- ◆ *Etude de la faisabilité de la création d'un marché.* La possibilité de produire des plantes à fibres dans notre région est certes un atout important mais non décisif pour la mise en place d'un marché. La situation du marché est capitale pour que des fibres de ces plantes sont transformées et introduites sur le marché. Ceci est influencé par toute une série de facteurs spécifiques du marché (image, demande, offre), économiques (prix, coûts, subventions), écologiques, politiques (soutien publique, réglementation), spécifiques aux produits (données techniques) et techniques (infrastructure, alimentation en matière première. L'économie de production dépend également de l'intérêt des agriculteurs à produire des plantes à fibres. Afin d'investiger les possibilités de créer un marché, il est nécessaire d'étudier les paramètres économiques au niveau des entreprises ainsi que les perspectives du marché.

La première partie du projet a été travaillée avec la plus forte priorité en raison de l'urgence à combler le déficit d'information pour la pratique agricole dans la région.

3 Méthodes

Contrairement aux attentes et souhaits d'arriver à une coopération transfrontalière tripartite, ce projet n'a pu être conduit qu'en Bade Wurtemberg et en Suisse du nord-ouest. Côté alsacien, l'intérêt vis à vis de la production, la recherche et le développement était trop faible à l'époque du projet pour trouver un partenaire actif. Pour ces raisons, les études ont donc été principalement réalisées dans les deux régions de langue allemande.

3.1 Etude des techniques de production

Des essais au champ ont été mis en place pour tester certaines techniques culturales (Tableau 4). Les résultats obtenus ont été comparés aux données existantes dans les publications scientifiques existantes et commentés. Les

Le manque de connaissances dans le domaine des techniques de production devait être compensé.

La possibilité de créer un marché et les chances d'y parvenir doivent être étudiées.

Le projet a été principalement conduit en Bade Wurtemberg et en Suisse du nord-ouest.

questions travaillées dans les essais correspondaient à des besoins de la pratique agricole. Les essais ont été réalisés selon des dispositifs blocs à plusieurs facteurs randomisés ou en dispositifs bandes, le plus souvent répétés sur plusieurs sites et sur plusieurs années. La taille des microparcelles en essais à 3 ou 4 répétitions était de 1,3 x 7 m (Suisse) et de 1,5 x 9 m (Bade-Wurtemberg). Les récoltes ont été mécanique ou manuelle. Pour plus de détails, se rapporter aux annexes.

Les principales questions qui se posaient dans la pratique agricole ont été étudiées par l'intermédiaire d'expérimentations et de l'exploitation des références bibliographiques.

Pour le chanvre, les questions étudiées ont été le choix variétal, en tenant compte des obligations de la loi en ce qui concerne la teneur en matières psycho-actives, la densité de semis, l'intensité de la fertilisation N, P, K et B, la faisabilité d'une production en seconde culture annuelle, la récolte en hiver, les utilisations nouvelles (graines, huile, essences essentielles et thé-tisanes).

Pour le Kenaf, la question primordiale de la variété ainsi que des questions relatives à la densité de semis et à la fertilisation azotée (minérale et organique) ont été éclaircies. Comme pour le chanvre, on a attaché à connaître l'incidence des techniques culturales sur la qualité des fibres. Les tests sur la qualité des fibres de chanvre et de kenaf ont été réalisés à l'institut de recherche appliquée (IAF) de Reutlingen.

Pour le Miscanthus, il n'a pas été fait de nouveaux essais mais une poursuite de champs d'études a été réalisée, en partie selon de nouveaux points de vue. Ces études ont focalisé sur la fertilisation, les variétés et les potentiels de rendement.

En plus des essais, il a été cherché d'affiner la connaissance des pratiques culturales des producteurs de chanvre et de roseau de chine par l'intermédiaire d'une enquête. Les questionnaires, préparés de manière spécifique à chaque culture, ont été envoyés à tous les producteurs du Bade-Wurtemberg. L'envoi fait en 1997 concernait 115 agriculteurs. Les résultats de l'enquête ont été ensuite exploités. Pour le miscanthus, la participation des agriculteurs a été faible et seuls 7 questionnaires de producteurs allemands plus un français ont pu être exploités. Les questionnaires sont présentés en annexe.

Tableau 4. Questions étudiées relatives à la phytotechnie et calendrier+réalisateur

| Année | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Chanvref | | | | |
| - variétés | FAL, IfUL | FAL, IfUL | FAL, IfUL | FAL, IfUL |
| - Psychoactivité | FAL | FAL | FAL | |
| - densité de semis | FAL, IfUL | FAL, IfUL | IfUL | |
| - Fertilisation N | FAL, IfUL | FAL, IfUL | IfUL | |
| - fertilisation P-, K-, B- | | IfUL | | |
| - seconde culture | | IfUL | IfUL | IfUL |
| - récolte en hiver | | | IfUL | |
| - graines et huile | FAL, IfUL | FAL, IfUL | FAL, IfUL | |
| - huile essentielle | FAL | FAL | | |
| - production de thé | | | | FAL |
| - enquête agriculteurs | | IfUL | | |
| Kenaf | | | | |
| - fertilisation | FAL, IfUL | FAL, IfUL | | |
| - variétés | FAL, IfUL | FAL, IfUL | IfUL | |
| - densité de peuplement | FAL, IfUL | | | |
| Miscanthus | | | | |
| - fertilisation N | FAL | FAL | FAL | FAL |
| - densité de peuplement | FAL | FAL | FAL | FAL |
| - variétés | FAL | FAL | FAL | FAL |
| - potentiel de rendement | IfUL | IfUL | IfUL | IfUL |
| - enquête agriculteurs | | IfUL | | |

3.2 Etude de la faisabilité de la création d'un marché

La situation du marché pour l'introduction des plantes à fibres s'avère très différente dans les trois pays. En Allemagne et en Suisse, en raison d'une sensibilisation générale élevée des consommateurs vis à vis de l'environnement, la demande en produits issus de matières renouvelables est relativement forte. Au contraire, en France, le segment de marché associé aux produits issus de fibres naturelles fait l'objet d'une demande encore peu conséquente.

L'étude de la possibilité de créer un marché a été réalisée à partir de calculs économiques à l'échelle de l'exploitation et d'une analyse du marché.

En Suisse, la demande de produits, qui potentiellement représentent les meilleures perspectives de marché, a été évaluée à l'aide d'une analyse de marché. En Allemagne, cette analyse de marché était déjà faite pour les produits dérivés de chanvre et de miscanthus par d'autres études (Nova *et al.* 1996, Steinbeis-Transferzentrum 1995). L'essentiel du travail fut établie d'une part sur l'information des consommateurs sur les produits du marché déjà disponibles (par ex. par l'exposition itinérante réalisée en collaboration avec le projet B 2) et d'autre part sur l'estimation des différentes perspectives de chiffres d'affaires en collaboration avec la fédération des producteurs de plantes à fibres (rassemblement des agriculteurs producteurs de plantes à fibres en Bade-Wurtemberg).

La rentabilité économique des productions a été appréciée au moyen des marges brutes et des temps de travail nécessités.

3.2.1 Marges brutes et temps de travail

Savoir si les agriculteurs sont prêts à cultiver des plantes à fibres est une question triviale. A côté des facteurs techniques, les considérations économiques jouent un rôle considérable. La marge brute et le temps de travail ont été les indicateurs retenus pour répondre à ces questions. Pour le calcul des marges brutes, il a été illustré la différence entre chiffre d'affaire (rendement du produit principal et des sous produits) et les charges variables. La définition des charges variables est toutefois différente suivant le pays. La marge brute est un indicateur de comparaison entre cultures qui ne peut donc être utilisé qu'à l'intérieur d'un même pays.

La décision de cultiver ou non des plantes à fibres dépend essentiellement pour l'agriculteur des considérations économiques.

Pour la conduite des calculs, les mêmes principes ont été appliqués en Bade-Wurtemberg, en Alsace et en Suisse du nord-ouest (cf. Annexe). Elles concernaient le travail du sol, la semence, la fertilisation, la protection de la culture, la récolte, le transport et le rendement. Ces derniers éléments ont été évalués à partir des valeurs locales retenus pour les coûts. Le niveau de rendement accepté est réaliste à légèrement optimiste pour la région. Les primes retenues valent pour l'année 1999.

Pour le roseau de chine, une durée de culture de 16 années a été prise en considération (cf. annexe). En première année interveint la plantation, en seconde année une première récolte partielle puis de la troisième à la quinzième année une récolte à plein potentiel de rendement. La seizième année s'effectue le retour de la culture. Les primes sont versées de la première à la quinzième année.

Les marges brutes et temps de travaux ne peuvent être comparés que de manière interne à chaque pays.

Les bases utilisées pour le calcul provenaient d'études disponibles sur les ressources renouvelables ainsi que de données actuelles d'exploitations. Suisse : FAT et Carbotech (1997), LBL (1998a, 1998b), Bade-Wurtemberg : Wöhlken (1997). Alsace : prix de catalogues de distributeurs, en partie évaluation à partir du Bade-Wurtemberg.

Tableau 5. Prix de reprise retenus

| | unité | CH [CHF] | D [DM] | F [FF] |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|--------|
| Kenaf-agglomérés | q MS | 20 ¹ | 29 ¹ | 97 |
| Chanvre-paille | q MS | 15 ² | 13,5 ³ | 45 |
| Roseau de chine-paille | q MS | 15 ⁴ | 10 ⁵ | 33 |
| Chanvre-graines | q (12% H ₂ O) | 300 ⁶ | 150 ⁷ | 500 |
| Fleurs pauvres en THC- | kg MS | 30 ^{8,9} | - | - |
| Huile essentielle de chanvre | kg | 2'500 ⁸ | - | - |

Sources : ¹ Terbatec 1994 und 1995, ² FAT und Carbotech 1997, ³ BAFA 1998, ⁴ Birosto 1998, ⁵ IfUL 1998, ⁶ Hanfhaus Zürich 1998, ⁷ IfUL 1998, ⁸ Bächlers Hanfprodukte 1998, ⁹ Kaufmann J. 1998

Les prix de reprise pris en compte dans les calculs sont présentés dans le tableau 5. Comme ces marchés sont encore instables, la fixation de prix a été difficile. C'est pourquoi il a été retenu les prix que les repreneurs (parfois potentiels) ont cités. Pour le kenaf, il n'existe plus pour l'instant de marché si bien que le prix mentionné date de 1994-95. Pour les pailles de chanvre et de miscanthus, les prix sont relativement stables. La demande en paille de miscanthus est actuellement plutôt en recul. Pour le chanvre, en plus des pailles il y a dans certains cas également vente des graines. Les spécialités à base de chanvre telles que l'huile essentielle ou les fleurs pauvres en THC sont surtout produites à partir de cultures biologiques. Ce marché est cependant limité à la Suisse.

Les marchés pour les plantes à fibres sont encore instables. Les prix sont très fluctuants et en partie „théoriques“.

3.2.2 Analyse de marché

Quelles sont les plantes à fibres régionales qui s'imposent face à la concurrence des fibres traditionnelles dans des applications particulières ? Quels sont les critères qui sont décisifs pour la compétitivité et quels sont les marchés qui sont valorisants et ouverts à ces fibres ? Où se situent les branches d'activités aux marchés potentiels les plus forts et quels sont les domaines où la substitution de fibres de ressources renouvelables aux fibres conventionnelles serait intéressante du point de vue des décideurs industriels. Dans l'analyse de marché, il a été essayé de répondre à ces questions ainsi qu'à d'autres.

En prenant pour exemple la Suisse, les marchés de gammes choisies de produits, dans lesquels les fibres de roseau de chine, de chanvre, de lin et de kenaf

* MS =matière sèche

pourraient être utilisées, ont été décrits. Les moyens financiers disponibles ne permettraient pas de conduire des analyses de marché analogues dans les autres pays. La Suisse représente cependant une situation intermédiaire entre le Bade-Wurtemberg et l'Alsace pour ce qui concerne l'utilisation industrielle actuelle de plantes à fibres.

La description s'est concentrée sur les caractéristiques quantitatives et qualitatives des marchés. Dans la description quantitative du marché, des paramètres descriptifs de différentes origines, tels les volumes du marché, les quantités importées/exportées et les quantités produites, ont été rassemblés et décrits dans un tableau (Figure 2). Il n'a pas été réalisé d'enquêtes pour la recherche de ce type d'information qui a été obtenu à partir de recueils de données accessibles. Pour de plus amples informations, se reporter à „Sell und Mediavilla (1999)“.

La partie essentielle de l'analyse de marché concerne la description des paramètres qualitatifs du marché, qui par ex. donne des informations sur la facilité à substituer des matières premières ou des technologies, la faisabilité technique des produits à base de fibres végétales ou l'intensité de la compétition au niveau des prix à l'intérieur d'une gamme de produits.

Ces données sont issues de l'exploitation d'entretiens téléphoniques avec des experts (Figure 2). Dans le tableau 6, on retrouve les secteurs concernés et le nombre d'entretiens réalisés par secteur, divisés par segments de branches d'activités enquêtées.

A partir de cet ensemble de données et de déclarations, il a été estimé et discuté le potentiel de marché pour les produits des branches de la cellulose et du papier, du textile, du bâtiment, du jardinage et des articles à base de géo-tissus et d'articles plastiques.

Environ 150 entretiens télépho-niques ont été réalisés avec des experts des différentes branches et exploités.

Tableau 6. Nombre d'entretiens réalisés dans les différents segments de secteurs d'activités

| Secteur | Ligne de produits / segment d'activités | Nombre d'interviews |
|----------------------|--|---------------------|
| Cellulose et papier | Production de cellulose | 1 |
| | Production de divers papiers | 11 |
| | Distributeurs de papier | 12 |
| Textile | Filature/ retorderie | 8 |
| | Fabricants de tissus | 8 |
| | Transformation | 4 |
| | Distribution | 10 |
| Bâtiment | Construction en argile, crépis | 9 |
| | Béton mélangé de fibres | 4 |
| | Spanplattenproduzenten | 2 |
| | Marchés de la construction | 2 |
| | Producteurs et vendeurs de matériaux isolants | 13 |
| | Prod. D'éléments en chanvre pour la construction | 1 |
| Jardinage, -articles | Architectes, écologistes de la construction | 4 |
| | pépinières, jardineries | 10 |
| | Gartencenter | 5 |
| | Producteurs de Mulch et d'ersatz de tourbe | 3 |
| | Production d'éléments plastiques pour le jardinage | 5 |
| Plastiques | Geotextiles | 5 |
| | Produits divers | 30 |
| Total | | 147 |

Dans cette manière de procéder, l'objectivité des réponses aux interviews est variable puisque selon les firmes et leur appartenance, les experts sont plus ou moins engagés dans le sujet des plantes à fibres. En général, il s'agit donc pour

les estimations qualitatives (pas pour des données chiffrées) de réponses plutôt subjectives, à cause des intérêts des firmes en jeu, lesquelles peuvent tout de même avoir une influence sur l'orientation du marché.

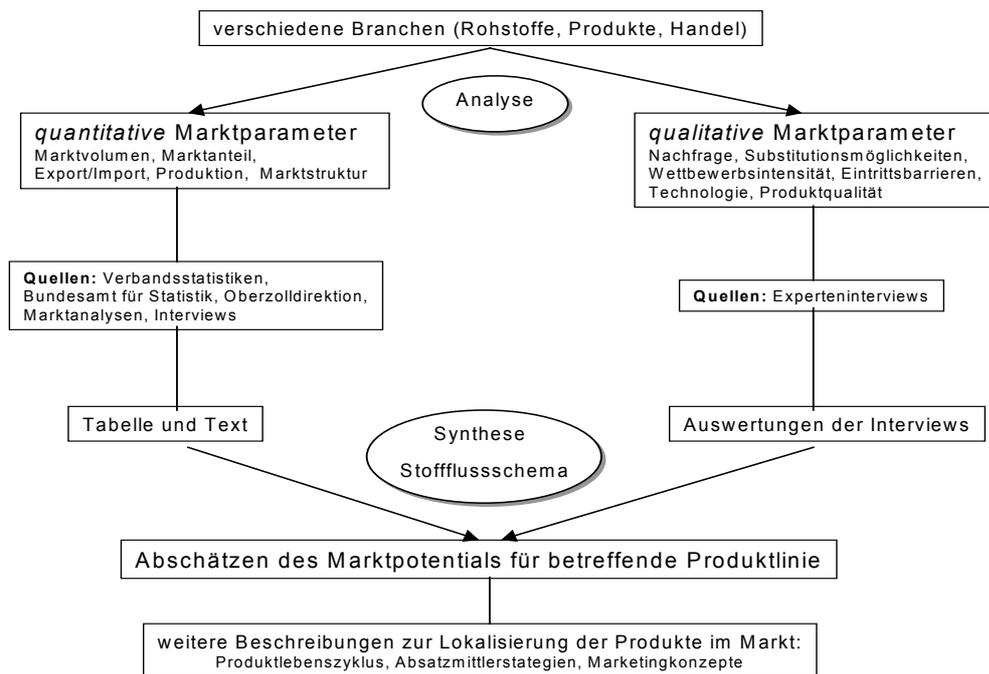


Figure 2. réalisation de l'analyse de marché

Pour les interviews, il a été réalisé une série de questions en principe applicable à tous les secteurs d'activités (Annexe). En raison du caractère souvent pionnier des marchés pour les plantes à fibres, l'entretien direct avec la série de questions préparées a été préféré à une enquête massive à l'aide de questionnaires expédiés et les interviews ne sont donc toutefois exploitables statistiquement que de manière limitée.

Les lignes de produits enquêtées et les secteurs correspondants ont été choisies suite aux expériences acquises dans le domaine des possibilités d'utilisation des matières en fibres renouvelables et à l'aide de l'étude de projets analogues en Europe de l'Ouest. Pour la réalisation des interviews et avant tout le choix des questions qui concernent le marketing ou la stratégie de marché, il a d'abord été procédé à une consultation de la bibliographie suivante : Ahsen et Czenskowsky (1996), Bruhn (1997), Kotler (1978), Kühn et Frankhauser (1996).

Pour mieux déterminer la position dans le marché des lignes de produits enquêtées, les potentiels de marché et leur valeur ajoutée ou bien leur faisabilité technique et économique ont été précisées dans des représentations graphiques.

Les différentes définitions sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7. Définitions des notions utilisées dans l'analyse de marché

Faisabilité technique

Coût de l'application des produits (Ex : coût élevé = faible faisabilité)

Capacité concurrentielle

Compétitivité économique (ex . prix de la matière brute, coûts de production)

Valeur ajoutée

Grandeur d'augmentation de la valeur de la matière première par la réalisation du produit (ex: Werden les fibres finement découpées et par différentes étapes transformées en produits spécifiques disposent d'une meilleure valeur ajoutée que les fibres à l'état naturel)

Potentiel de marché

Volume de marché réalisable, raccordé à des conditions (ex : quel part en produit conventionnel peut être substitué pour une raison technique ou économique)

Faisabilité technique, capacité concurrentielle, valeur ajoutée et potentiel de marché ont servi d'indicateurs.

4 Résultats

Les principaux résultats sont rassemblés et présentés dans les pages suivantes. Pour plus de détails veuillez vous rapporter à la liste des publications (9).

4.1 Test de production

4.1.1 Chanvre

4.1.1.1 Introduction, Botanique, exigences

Les botanistes estiment que le chanvre (*Cannabis sativa* L.) est originaire d'Asie centrale. Il doit s'être par la suite étendu vers l'est et l'ouest, où les chinois, les grecs et les romains ont fait sa connaissance et l'ont utilisé. En Europe, jusqu'à après la première guerre mondiale, il était partout cultivé (Bosca et Karus 1997) – aussi en Suisse du Nord-Ouest, en Bade-Wurtemberg et en Alsace. Peu à peu, la culture de chanvre a ensuite périclité dans la plupart des pays d'Europe occidentale (photo 1).

Le chanvre était autrefois très répandu dans la région



Image 1. Le chanvre fait preuve d'un développement juvénile très rapide. Sa capacité à étouffer les mauvaises herbes est donc forte.

Aujourd'hui, le chanvre est la source de fibres dans les pays suivants : Chine, Inde, Corée, Pakistan, Russie, France, Ukraine, Pologne, Hongrie, Roumanie, Allemagne, Espagne, Turquie, Pays-Bas, Angleterre, Autriche, Italie, Finlande, Canada, Chili et Suisse. En Inde, Afrique du Nord et dans les pays de l'Est, la plante est aussi connue pour ses effets médicinaux et psychoactives.

Les botanistes reconnaissent le chanvre comme une des espèces *Cannabis sativa* L.

En Suisse, Allemagne et en France, la culture de chanvre est interdite pour la production de substances anesthésiantes mais les variétés pauvres en THC¹ sont autorisées et leur production fait l'objet d'une aide étatique.

Comme toutes les lignées du genre cannabis sont faciles à croiser entre elles, il est aujourd'hui généralement considéré que le *Cannabis* est issu d'une seule espèce de *C. sativa* L. Selon les propriétés agronomiques et les teneurs en cannabinoïdes, les populations sont distinguées en variétés sauvages, locales, à fibres, pour les animaux et pour la drogue. Il est généralement accepté que les populations sauvages naturelles (dénommées *C. ruderalis*, *C. sativa ssp. ruderalis* et *C. sativa var. spontanea*) proviennent de variétés locales autrefois cultivées. Les variétés à fibres aujourd'hui disponibles proviennent de populations qui ont été sélectionnées entre le début et le milieu du siècle en Allemagne, en France, en Italie, Hongrie et dans l'ex Union Soviétique. Ce matériel était orienté vers une haute teneur en fibres et de faibles teneurs en substances psychoactives (De Meijer 1995).

Des sources populaires (par ex. Dunkel 1995) évoquent l'absence d'exigences du chanvre pour ce qui concerne les sols, le climat, la fertilisation, la lutte contre les mauvaises herbes et la protection de la culture. C'est vrai mais il convient de noter que des difficultés apparaissent toujours de nouveau chez les agriculteurs qui produisent du chanvre. En particulier lorsque des erreurs sont faites au niveau de la fertilisation ou de la densité de semis. Des dégâts de limaces, des séquences d'eau stagnante ou des tassements de sols conduisent aussi à des peuplements chétifs peu productifs. Des végétations trop hautes rendent la récolte plus difficile.

Les discours populaires attribuent souvent au chanvre une absence d'exigences exagérée.

4.1.1.2 Variétés

Les populations de chanvre se composent d'une proportion de plantes mâles, femelles et monoïques plus ou moins importante (tableau 8). Les variétés comportant des parts analogues en plantes mâles et femelles sont décrites comme dioïques (par ex. Kompolti et Lovrin 110). Les variétés monoïques ont été sélectionnées à partir de dioïques (par ex. les *Cultivars français*). Elles ont l'avantage de posséder une qualité de fibres plus homogène et montrent de meilleurs rendements en fleurs et graines.

¹ THC (Δ^9 -Tetrahydrocannabinol) est la matière psychoactive du chanvre.

Tableau 8. Propriétés, Origine et inscriptions des variétés étudiées

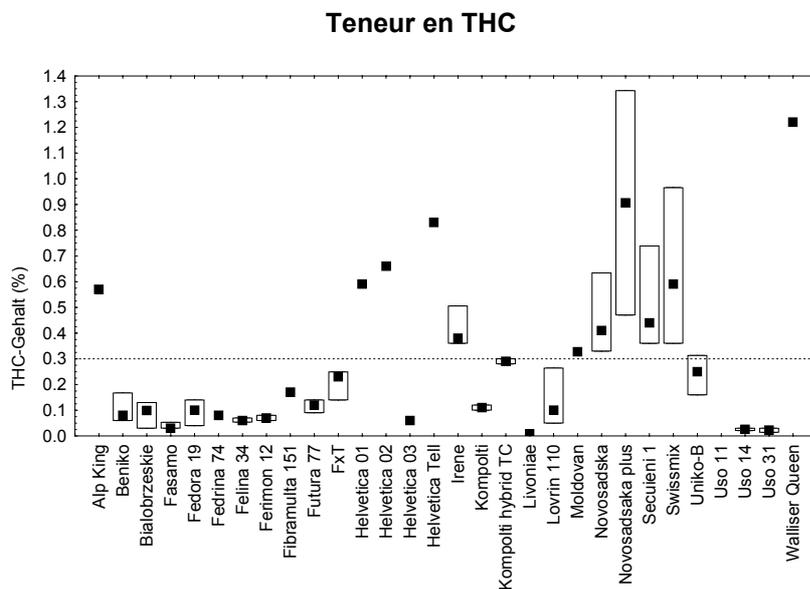
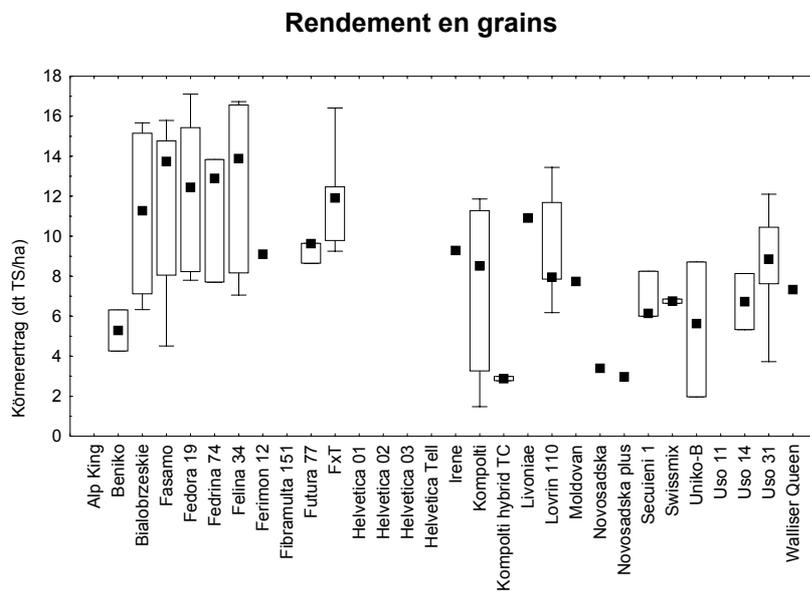
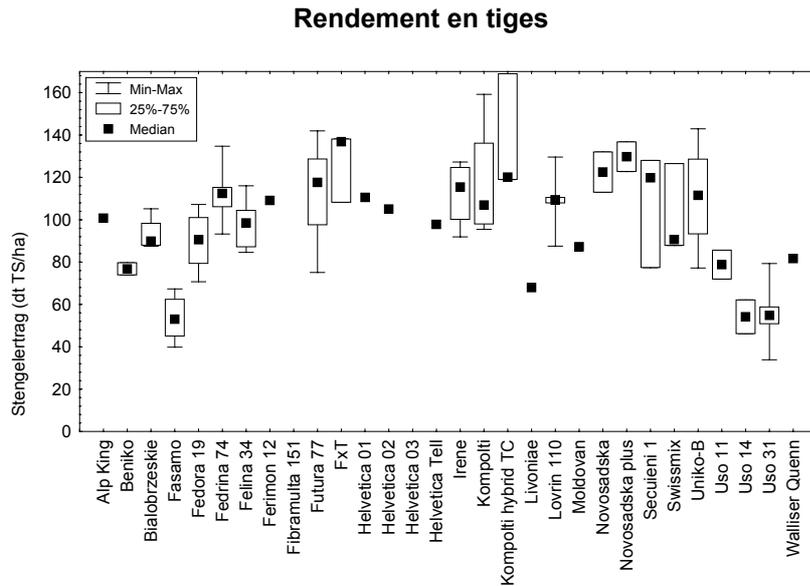
| Variété | Caractéristique | Taux de plantes mâles [%] | Maturité * | Provenance | Inscription | |
|--------------------|-----------------|---------------------------|--------------|------------|-------------|--------|
| | | | | | UE | Suisse |
| Alp King | Dioïque | 50 | Moyenne | CH | | |
| Beniko | Monoïque | 1 | précoce | PL | ✓ | ✓ |
| Bialobrzeskie | Monoïque | 1-3 | Demi-précoce | PL | | |
| Fasamo | Monoïque | 1-3 | Très précoce | D | ✓ | ✓ |
| Fédora 19 | Monoïque | 1-5 | précoce | F | ✓ | ✓ |
| Fedrina 74 | Monoïque | 1-5 | Moyenne | F | ✓ | ✓ |
| Féliina 34 | Monoïque | 1-5 | précoce | F | ✓ | ✓ |
| Férimon 12 | Monoïque | 1 | précoce | F | ✓ | ✓ |
| Fibramulta | Dioïque | 50 | Moyenne | RM | | |
| Futura 77 | Monoïque | 1-5 | Moyenne | F | ✓ | ✓ |
| FxT | Monoïque | 15-25 | Demi-précoce | H | | ✓ |
| Helvetica 01 | Dioïque | 50 | Demi-précoce | CH | | |
| Helvetica 02 | Dioïque | 50 | Demi-précoce | CH | | |
| Helvetica 03 | Dioïque | 50 | Mittel | CH | | ✓ |
| Helvetica Tell | Dioïque | 50 | Demi-précoce | CH | | |
| Irene | Monoïque | 5-7 | Demi-précoce | RM | | |
| Kompolti | Dioïque | 40-50 | Tardive | H | ✓ | ✓ |
| Kompolti Hybrid TC | Dioïque | 30-50 | Tardive | H | | |
| Livoniae | Dioïque | 50 | Moyenne | Lettland | | |
| Lovrin 110 | Dioïque | 40-50 | Moyenne | RM | ✓ | ✓ |
| Moldovan | Dioïque | 50 | Moyenne | RM | | |
| Novosadska | Dioïque | 50 | Tardive | YU | | |
| Novosadska plus | Dioïque | 50 | Tardive | YU | | |
| Secuieni 1 | Monoïque | 5 | Demi-précoce | RM | | |
| Swissmix | Dioïque | 50 | précoce | CH | | |
| Uniko-B | Dioïque | 30-40 | Moyenne | H | | ✓ |
| USO 11 | Monoïque | 1-5 | Précoce | Ukraine | | |
| USO 14 | Monoïque | 1 | Très précoce | Ukraine | | |
| USO 31 | Monoïque | 1-5 | Très précoce | Ukraine | ✓ | ✓ |
| Walliser Queen | Dioïque | 50 | Très précoce | CH | | |

Les variétés de chanvre se distinguent au niveau de leur teneur en substances psychoactives (THC), la proportion de plantes mâles et la précocité de maturité. Pour leur autorisation, elles doivent être inscrites officiellement en UE ou en Suisse.

* apprécié à peu près au moment de la pleine floraison (en Suisse et en Bade-Wurtemberg) : près précoce 4. Semaine de juillet ; précoce 1. semaine août; demi-précoce 2. semaine août; moyenne 3. semaine août; tardive 4. semaine août.

Les variétés se distinguent également les unes des autres par leur précocité.. L'époque de pleine floraison (selon Mediavilla *et al.* 1998b) se trouve pour les variétés très précoces comme Fasamo et USO 14 dans la quatrième semaine de juillet, pour les variétés tardives comme Kompolti et Novosadska dans la dernière semaine d'août (tableau 8). La précocité a une influence très nette sur la hauteur des plantes et par là sur le rendement en tiges (Figure 3). Au moment du début de la formation des fleurs, le chanvre stoppe sa croissance en longueur.

Figure 3. Rendement en tiges, en graines et la teneur en THC de différentes variétés



Rendements des essais : 1996 Auggen, Zürich-Reckenholz; 1997 Auggen, Biengen, Tenniken; 1998 Auggen, Biengen, Möhlin

Teneurs THC d'essais : 1996 Zürich-Reckenholz; 1997 Tenniken; 1998 Möhlin

Pour la production de fibres, on recherche des variétés possédant de forts rendements en tiges, de hautes teneurs en fibres et en liber. Nos essais ont montré que les variétés précoces comme Uso11, Uso 14, Uso 31, Fasamo, Walliser Queen et Livoniae possèdent des rendements en tiges plus faibles (entre 50 à 80 q MS/ha), contrairement aux variétés tardives comme Kompolti, Kompolti hybrid TC, Futura 77, FxT, Uniko-B et Fedrina 74 qui atteignent des rendements jusqu' à plus de 160 q (Figure 3). Pour une recommandation, il convient également de tenir compte des teneurs en liber et en fibres. La teneur en liber varie entre 27,1 et 46,3 %, les variétés suisses étaient particulièrement mauvaises. Les variétés hongroises et polonaises montrent les meilleures teneurs en fibres, l'influence du rendement en fibres étant la plupart du temps décisif.

Les **qualités des fibres** sont un autre critère décisif pour l'utilisation d'une variété précise. Dans les expérimentations, en plus de la teneur en fibres, on appréhende également la tenue, l'allongement et la finesse des fibres. L'interprétation de ces valeurs qualitatives est fortement dépendantes de la nature du produit final recherché. Dans le tableau 9, il est mis en évidence que la teneur en fibres varie entre 25 et 35 % suivant la variété. Les variétés hongroises, polonaises, roumaines et ukrainiennes montrent les meilleures teneurs (tableau 10). En raison de leur rendement en fibres également élevé, ces variétés sont considérées comme des variétés à fibres typiques. La meilleure tenue de fibre est toutefois enregistrée pour la variété française Féлина 34. Dans le test Airflow-Wert, une mesure déterminant la finesse de fibres, il est à remarquer que les valeurs les plus faibles correspondent aux plus fortes finesses. La variété allemande Fasamo obtient de loin les meilleurs résultats.

Les variétés hongroises, polonaises, roumaines et ukrainiennes sont les plus adaptées à la production de fibres. La variété allemande Fasamo possède la meilleure finesse de fibres.

Tableau 9. Caractéristiques de la qualité des fibres pour quelques variétés sur 2-3 ans en Bade-Wurtemberg

| Variété | Teneur en fibres (%) | Tenue (cN/Tex) | Allongement (%) | Airflow (l/min) |
|---------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Bialobrzeskie | 34,10 | 74,36 | 2,24 | 18,76 |
| Fasamo | 25,28 | 73,56 | 2,83 | 11,41 |
| Fédora 19 | 28,69 | 71,91 | 2,77 | 15,38 |
| Fedrina 74 | 29,03 | 72,88 | 2,65 | 14,71 |
| Féлина 34 | 29,85 | 76,49 | 2,58 | 15,57 |
| Futura 77 | 28,87 | 68,34 | 2,61 | 13,79 |
| Irene | 32,38 | 73,37 | 3,15 | 14,14 |
| Kompolti | 32,89 | 66,27 | 2,81 | 14,20 |
| Lovrin 110 | 27,59 | 71,71 | 2,54 | 14,11 |
| Uniko-B | 35,78 | 68,22 | 2,86 | 15,75 |
| Uso 11 | 31,48 | 67,20 | 2,02 | 18,95 |
| Uso 31 | 33,45 | 73,07 | 2,59 | 16,77 |

Les **graines de chanvre** sont une source d'acides gras insaturés intéressante pour l'alimentation humaine (Mediavilla *et al.* 1997b). Pour celle valorisation, en plus d'un fort rendement en graines, il est important que la hauteur de plantes soit faible (Bassetti *et al.* 1998) car ainsi la récolte par moissonneuse-batteuse est moins problématique. Une précocité suffisante est indispensable pour atteindre une complète maturité et mieux échapper aux dégâts des oiseaux. Les variétés locales satisfont en particulier à ces exigences

Tableau 8). Les propriétés qualitatives des graines (teneur en graisse et composition en acides gras) varient assez peu entre variétés. La teneur en graisse, importante pour la production d'huile, est plus importante pour les variétés précoces (entre 30 et 36%) que chez les tardives. La teneur en acide γ -linoléique, intéressante en médecine humaine, est au plus haut chez USO 14, USO 31, Fasamo, Beniko, Féline 34 et Fédora 19 et au plus bas chez pratiquement toutes les obtentions suisses.

Des **huiles essentielles** sont obtenues par distillation des inflorescences à la vapeur d'eau (Meier et Mediavilla 1997). Ces essences odorantes sont utilisées comme porteurs de goût dans différents produits d'alimentation. Plus que le rendement, c'est la qualité olfactive est décisive. Lors de tests olfactifs, il est apparu que l'on pouvait obtenir une huile essentielle particulièrement odorante à partir des variétés Féline 34, Futura 77, Kompolti, Kompolti hybrid TC, Moldovan et Bialobrzeskie (données non présentées). Ces variétés, s'ils présentent aussi de faibles teneurs en THC sont vraisemblablement également bien adaptées à la production de thés.

Les résultats des analyses en **THC** ont confirmé ceux trouvés dans les publications (De Meijer et al. 1992). Entre autres pour Swissmix et d'autres obtentions suisses, la teneur en THC est resté largement en dessous du seuil établi par l'administration européenne et suisse qui est de 0,3% (Figure 3).

La teneur en THC des variétés inscrites en UE et en CH sont restées toujours largement en dessous du seuil.

Il est souvent affirmé que la **résistance** contre les insectes, les champignons, les bactéries et les nématodes, voire la qualité des fibres seraient dépendant de la teneur en THC des plantes de chanvre. Des travaux ont cependant montré que ce n'est pas le cas (De Meijer 1993, McPartland 1997). Selon certaines expériences rapportées, les variétés intéressantes pour l'obtention de drogue qui ne sont pas adaptées à nos conditions souffrent de maladies lorsqu'elles mises en culture. Swissmix est par exemple connue pour sa sensibilité au *Botrytis*. Notre expérience a montré que la teneur en THC n'a aucun lien agronomique. Les examens ont confirmé que cela n'est qu'un caractère exclusivement génétique et que par ex., l'altitude du lieu de culture n'avait pas d'effet (Mediavilla et Brenneisen 1996).

4.1.1.3 Semis

4.1.1.3.1 Densité

La densité de semis a une influence remarquable sur différents caractères agronomiques d'une culture de chanvre, comme la densité de peuplement, la hauteur des plantes, le diamètre des tiges et la verse de la végétation. Là où les plantes disposent de plus de place, elles peuvent intercepter plus de lumière, d'eau et d'éléments nutritifs. De telles plantes développent des ramifications et croissent plus haut et sont plus épaisses de tige. Des plantes de plus de 3.5 m ne sont pas rares. Les densités de peuplement ont varié à la récolte entre 35 (pour 10 kg semences/ha) et 135 plantes par mètre carré (pour 60 kg semences/ha) (données non présentées).

La teneur en THC des variétés inscrites en UE et en CH restent toujours largement en dessous du seuil.

Tableau 10. Teneur moyenne en liber et rendement en fibres de différentes variétés

| Variété | Teneur en liber ¹ [%] | rendement en fibres ² [q MS/ha] |
|--------------------|----------------------------------|--|
| Alp King | 28,0 | |
| Beniko | 46,3 | |
| Bialobrzeskie | 41,9 | 33,0 |
| Fasamo | 33,8 | 13,6 |
| Fedora 19 | 34,7 | 26,5 |
| Fedrina 74 | 35,6 | 31,0 |
| Felina 34 | 36,6 | 29,8 |
| Ferimon 12 | 37,2 | |
| Futura 77 | 36,5 | 32,6 |
| FxT | 35,6 | |
| Helvetica 01 | 27,5 | |
| Helvetica 02 | 27,1 | |
| Helvetica Tell | 28,1 | |
| Irene | 37,9 | 37,1 |
| Kompolti | 40,3 | 38,8 |
| Kompolti hybrid TC | 40,9 | |
| Livoniae | 33,6 | |
| Lovrin 110 | 35,2 | 30,3 |
| Moldovan | 29,8 | |
| Novosadska | 33,8 | |
| Novosadska plus | 41,5 | |
| Secuieni 1 | 37,4 | |
| Swissmix | 29,4 | |
| Uniko-B | 39,0 | 38,1 |
| Uso 11 | | 24,7 |
| Uso 14 | 44,5 | |
| Uso 31 | 41,6 | 18,8 |
| Walliser Queen | 31,4 | |

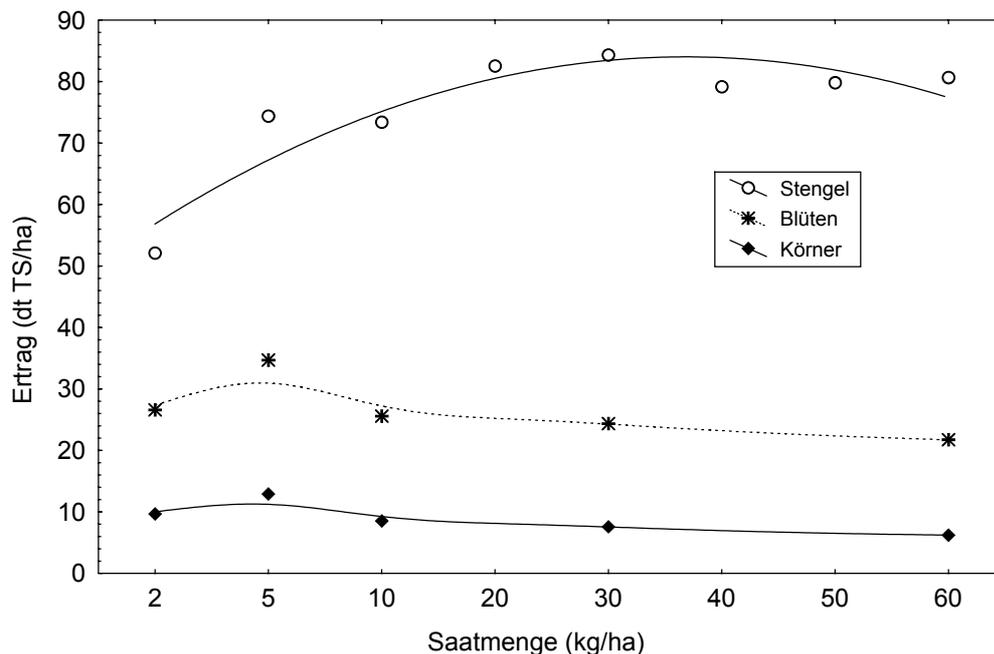
¹ essai 1996 à Zürich-Reckenholz, 1997 à Tenniken et 1998 à Möhlin

² essais 1996, 1997 et 1998 à Biengen, 1997 et 1998 à Auggen

Une particularité du chanvre est l'auto-éclaircissage pour des fortes densités. Cela signifie que les plus faibles plantes disparaissent suite à la concurrence exercée par les plus grosses (van der Werf et al. 1995b). Cela conduit à une densité de population qui diminue au fil du temps (Slembrouck 1994). Dans nos essais, le nombre de plantes souhaité a été à peu près atteint à la récolte seulement pour les densités de semis les plus faibles. Pour les densités de semis les plus fortes, il a été observé une mortalité des plantes allant jusqu'à 60 % (données non communiquées). De plus, pour de fortes densités, de nombreuses plantes restent d'un développement limité (plantes naines) ce qui n'est pas souhaitable.

Des semis très peu denses favorisent le développement de plus de ramifications et de tiges plus épaisses.

Pour des semis de 30 à 60 kg semences/ha, le sol a été totalement couvert par les plantes seulement un mois après le semis (et cela en l'absence de désherbage). Il n'y avait ainsi pas de place pour le développement d'adventices. Avec des doses de semis plus faibles, le chanvre ne couvrait pas entièrement le sol. AOs, il était possible à une autre flore de s'établir de manière significative.



Le choix de la densité de semis exerce une influence remarquable sur le peuplement du chanvre. Ce critère doit être adapté à la valorisation des plantes.

Figure 4. Influence de densités croissantes sur le rendement en fleurs et en graines (1996 Auggen et Biengen, 1997 Tenniken [fleurs et graines])

La densité de semis influence aussi le rendement. Une augmentation de la densité de 2 à 30 kg/ha augmente le rendement en tiges (Figure 4). Le rendement ne progresse ensuite plus significativement si la densité continue d'augmenter. Il en est de même pour le rendement en fibres (Données non présentées). Ces résultats confirment ceux de van der Werf *et al.* (1995b), qui rapportait un maximum pour le rendement en tiges pour une densité de 90 plantes /m² (environ 30 kg semences/ha). Au contraire du rendement en tiges, le rendement en graines et en fleur diminuent avec l'augmentation de la densité. (Figure 4, Figure 6). En Europe de l'Est, en général, il est semé 2 kg/ha pour une production uniquement de graines (Bócsa et Karus 1997). Ceci conduit cependant à ce que la récolte ne puisse être que manuelle et donc honéreuse (Martinov et al. 1997).

4.1.1.3.2 Date de semis

Le chanvre est généralement semé dans le sud de l'Allemagne et en Suisse de mi-avril à mi-mai (Ammon *et al.* 1996, Bócsa et Karus 1997). Des semis plus précoces peuvent conduire à des dégâts par le froid. En suivant l'exemple d'autres plantes (par ex. le maïs), il a été proposé de produire le chanvre en seconde culture annuelle après la récolte d'une culture précoce (par ex. la pomme

Hanf nach z.B. Frühkartoffeln kann eine ökologisch und ökonomisch sehr interessante Kombination sein.

de terre). Par cette technique, les rendements maximum ne peuvent, il est vrai, être atteints, mais la rentabilité de la surface pourrait augmenter ainsi pour l'agriculteur. De plus, l'azote disponible après la récolte d'une pomme de terre précoce pourrait être très bien absorbée.

Dans nos essais, nous avons pu semer le chanvre derrière une pomme de terre vers mi à fin juin. La culture s'est installée immédiatement malgré le manque d'eau et étouffa très bien les mauvaises herbes dès la densité de 40 kg/ha. Dans nos parcelles d'essais, il a été observé très nettement où des tassements de sols avaient eu lieu lors de la récolte de la pomme de terre. Le chanvre a réagi sur ces endroits là par une croissance largement moindre. Sur ces surfaces, aucune récolte ne fut possible. Dans un cas normal, la récolte du chanvre intervient début octobre. A cette époque, les graines sont totalement sèches et la météo mûre. Les variétés tardives ne sont toutefois pas adaptées pour une production de graines. En 1998, la récolte n'a pas pu être faite avant la mi-octobre à cause d'une période pluvieuse. A ce moment, quelques graines étaient déjà égrenées ou bien germées. C'est pourquoi, il était assez inattendu de récolter, comme en 1997, plus de 15 q/ha de graines. Le rendement en tiges était plutôt modeste en raison de la courte période de végétation, mais suivant les variétés compris entre 20 et 50 q MS/ha (Figure 5). La figure montre que la variété tardive Kompolti procure le meilleur rendement en tiges mais un rendement en graines très bas. Les doses de semis étudiées n'ont pas d'effet important sur le rendement, mais la plus forte densité nécessaire à l'obtention du meilleur peuplement. La faisabilité du séchage des tiges coupées au champ reste posée. La double valorisation des fibres et des graines est toutefois facilitée par la plus faible hauteur des plantes.

Pour un semis après une pomme de terre précoce, les rendements en graines ont été étonnamment élevés.

Il est à attendre, que le battage soit facilité. En raison des bons résultats obtenus lors des deux années d'études, il a été décidé de tester cette technique sur une grande surface (0,3 ha) dans les conditions de la pratique agricole.

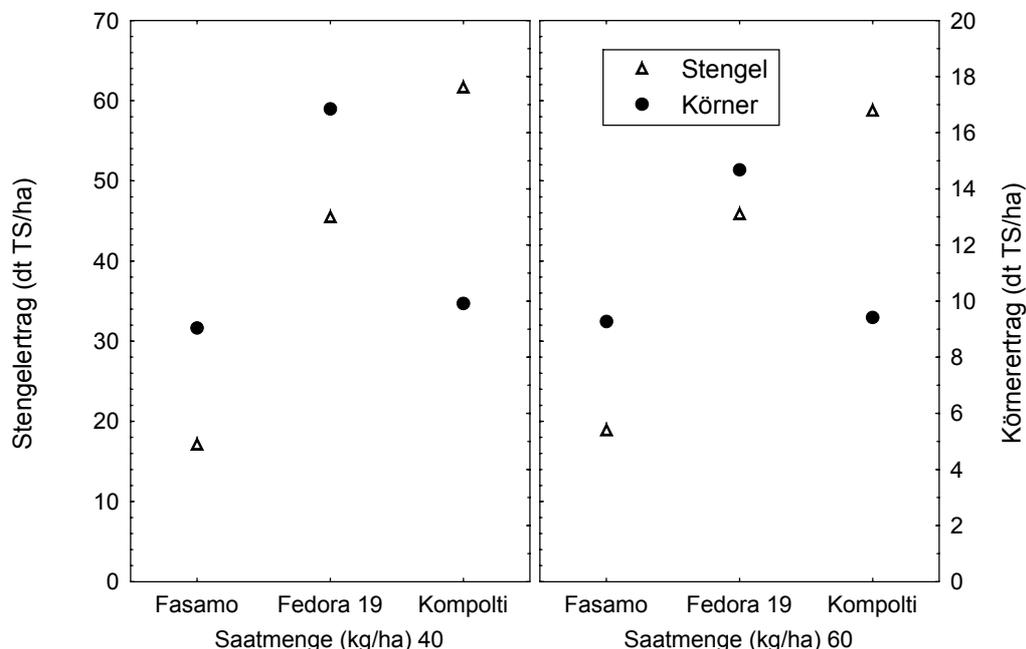


Figure 5. rendement d'un chanvre semé derrière pomme de terre précoce en fonction de la variété et de la densité de semis (Auggen 1997 et 1998, Biengen 1998).

4.1.1.4 Fertilisation

4.1.1.4.1 Azote

Contrairement à l'opinion générale, une étude conduite au début du siècle rapporte déjà les exigences élevées du chanvre vis à vis du sol et du climat (Becker-Dillinger 1928). Il y est rapporté des conseils d'apports en fertilisation de 80 à 90 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha et 150 kg K₂O/ha ainsi qu'une dose de semis de 25 à 120 kg/ha. Au delà il est dit : „suite aux fortes exigences du chanvre en éléments nutritifs du sol et vu la courte période de végétation durant laquelle il doit les absorber, on peut conclure que le travail du sol doit aussi fait l'objet d'une préparation soignée. Des études plus récentes rapportées par des publications confirment que les disponibilités en éléments nutritifs et en eau doivent être importantes. Probablement que la raison à cela réside en l'enracinement en pivot du chanvre qui doit être assez faiblement développé en comparaison à d'autres cultures. (Bócsa und Karus 1997).

Des publications anciennes rapportent déjà des besoins importants du chanvre vis à vis du sol et du climat rûche des

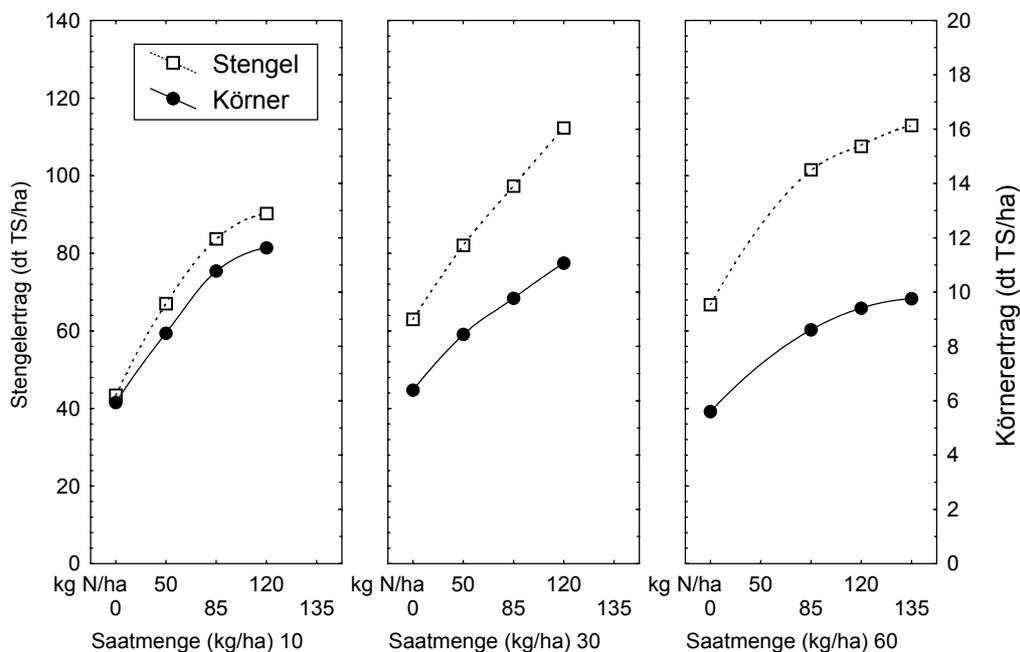


Figure 6. Influence de la fertilisation azotée, de la dose de semis sur le rendement entiges et en graines (1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Tenniken, moyenne de deux variétés)

La forte influence de la fertilisation azotée sur le chanvre a été confirmée par nos essais. A Auggen et Biengen, cet effet est moins significatif car de fortes quantités d'azote étaient déjà présentes dans le sol (bis 65 kg) et que les sols ont minéralisé beaucoup d'azote pendant la période de végétation (fertilité naturelle des sols élevée : de 80 à 90 points sur l'échelle allemande qui va jusqu'à 100). La fertilisation azotée agit positivement sur la hauteur des plantes et le diamètre des tiges. Elle influence aussi la réduction naturelle du peuplement et la sensibilité à la verse (données non présentées). Le rendement entiges augmente avec la quantité d'azote apportée (Figures 6 et 7). Le rendement de l'azote apporté varie entre 74 et 184 kg tiges/kg N. La plupart du temps, un frein à l'augmentation de rendement est observé à partir de 85 kg N/ha. Les rendements en liber et en fibres, si importants pour la production de fibres, ont également pu être augmentés par des apports croissants en azote. (données non présentées).

Le rendement en tiges et en graines dépendent fortement de la fertilisation azotée.

Le rendement en graines n'a été dépendant de la fertilisation azotée que dans les essais suisses, mais toutefois de façon plus faible que le rendement entiges (Figure 6). L'effet de l'azote sur la densité de peuplement n'a pas pu être mise en évidence de manière probante dans nos essais (Mediavilla *et al.* 1998a).

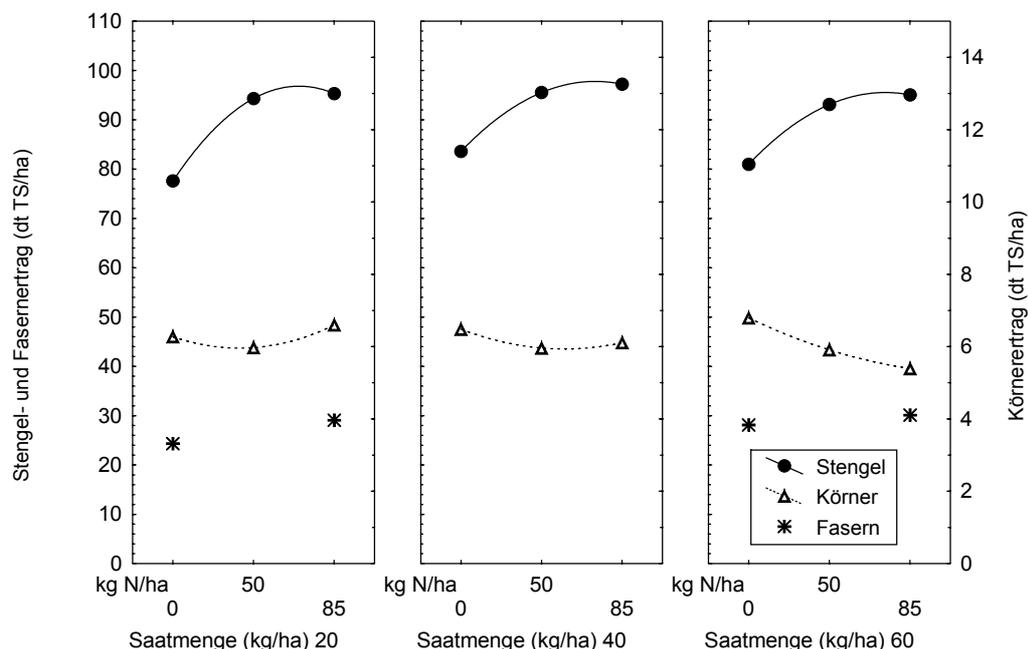


Figure 7. Effet de la fertilisation azotée et de la densité de semis sur le rendement en tiges, en fibres et en graines (1997 et 1998 Auggen, Biengen)

L'effet de la disponibilité en azote sur la densité de peuplement, la hauteur des plantes, le diamètre de tiges, le rendement et la date de floraison a été plusieurs reprises rapporté ces derniers temps (Esendal et Ozdemir 1993, Höppner et Menge-Hartmann 1994, Anonymus 1996, Di Candilo *et al.* 1996). L'offre en azote exerce un effet important sur la concurrence interspécifique, et la variabilité interne, entre les plantes d'un peuplement est ainsi augmentée. (van der Werf *et al.* 1995a, van der Werf et van den Berg 1995).

Des données disponibles sur les reliquats en azote minéral (Nmin) du sol (Tableau 11), on peut en déduire que très d'azote minéral reste dans le sol après la récolte. Ceci indique que les quantités d'azote testées ont été absorbées par la culture et que le chanvre présente peu de risque de pertes de nitrates vers la nappe.

Tableau 11. Azote minéral (kg/ha) dans le sol après la récolte suivant es doses d'azote apportées. Analyses de sols par Walther *et al.* 1994 (CH) et Hoffmann 1991 [CAL-Methode] (Bade-Wurtemberg). Profondeur : Suisse 0–100, Allemagne 0–90 cm

| Année | 1996 | 1997 | 1997 | 1997 | 1998 | 1998 |
|-------------------------|-------------------|-----------|------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| Site expérimental | Zürich-Reckenholz | Tenniken | Auggen | Biengen | Auggen | Biengen |
| Pas d'azote | 22 | 32 | 20 | 9 | 23 | 7 |
| Fertilisation N (kg/ha) | 29 (85 N) | 33 (85 N) | 23 (50 N) 20 (85 N) | 7 (50 N) 8 (85 N) | 45 (85 N) | 14 (85 N) |

De très faibles reliquats en azote minéral sont retrouvés dans le sol après la récolte.

Comme le chanvre ne possède qu'une période de végétation courte, alors qu'il produit de fortes quantités de biomasse, les éléments nécessaires à la croissance doivent être disponibles au bon moment et sous une forme bien disponible (Berger 1969). Cela est avant tout vrai pour l'azote. Une fertilisation azotée doit elle donc être si possible précoce, apportée par exemple au semis ou à la levée ?

La comparaison entre les pratiques de fertilisation „35 kg N/ha à la levée et 50 kg N/ha à 20 cm de hauteur des plantes“ (N3) et „85 kg N/ha à 20 cm de hauteur“ (N2) permet de tirer des enseignements intéressants vis à vis de l'effet date d'apport de l'azote. Le rendement en tiges pour la variante N3 est significativement inférieure à la variante N2 pour la dose de semis 10 kg/ha (Tableau 12). Comme le peuplement en plantes était dans ce cas très faible (environ 50 plantes/m²), nous supposons que l'apport d'azote à la levée n'a pas été totalement valorisé et qu'une partie a pu être lessivée par les précipitations. Pour les autres densités de semis, pour lesquelles les peuplements étaient plus conséquents, ce ne fut apparemment pas le cas.

L'azote est mal valorisé si les densités de semis sont trop faibles.

Tableau 12. Effet de la date d'apport de l'azote sur le rendement en tiges et en graines. Essai de Zürich-Reckenholz (1996), Tenniken (1997) et Cadenazzo (1996, 1997).

| variante kg N/ha | Rendement tiges q MS/ha | | | Rendement graines q MS/ha | | | |
|---------------------|----------------------------|--------|-------|------------------------------|------|------|------|
| | Dose de semis kg/ha | 10 | 30 | 60 | 10 | 30 | 60 |
| N2 | | 84,7 | 101,9 | 108,2 | 11,9 | 11,0 | 10,0 |
| N3 | | 76,1 | 100,3 | 107,3 | 11,7 | 11,0 | 10,7 |
| ppds (0,05) | | 5,7 ** | | | ns | | |

4.1.1.4.2 Autres éléments nutritifs

Les résultats de l'essai P-K-B montrent (Figure 8), que la variante K- (250 kg K₂O/ha, 64 kg P₂O₅ und 0 kg B) a obtenu le meilleur rendement de toutes les variantes testées. Le rendement en tiges pour la fumure de fond (64 kg P₂O₅, 120 kg K₂O, 0 kg B) est avec 80 q/ha le plus faible. La variété Kompolti réagit aux apports supplémentaires de fertilisants de manière positive, alors que la variété Fedora 19 n'indique pas de différences de rendement. Elle réagit même plutôt négativement aux apports de phosphate. Le niveau de productivité général de l'essai – conditionné par la date de récolte relativement précoce - de 80 - 100 q MS/ha est en dessous de celui espéré lors du calcul de la fertilisation (125 q/ha).

Un apport supplémentaire de K ou P peut s'avérer intéressant pour les variétés tardives.

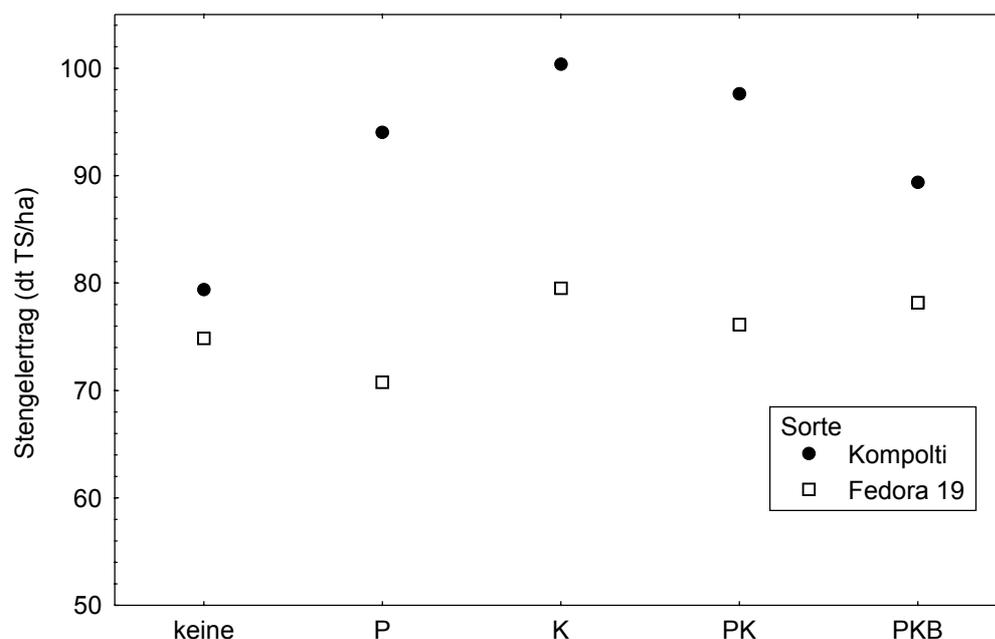


Figure 8. Effet de la fumure sur le rendement (1997 Auggen).

Lorsque les tiges de chanvre sont laissées sécher sur le champ, les feuilles et les inflorescences tombent au sol. Les produits de récolte enlevés ne sont alors pratiquement que des tiges de chanvre. Les exportations par les tiges correspondent aux exportations réelles en dehors de la parcelle. Les quantités mesurées dans les tiges suivant la fertilisation azotée ont été de 14 à 45 kg N, 21 à 33 kg P₂O₅, 61 à 183 K₂O et 4 à 8 kg Mg par hectare (données non présentées). Des valeurs analogues ont été rapportées par Berger (1969). Les consommations augmentent généralement avec les densités de semis. En particulier, les absorptions en N et P sont très dépendantes des fertilisations en azote et des doses de semis. Les absorptions par les graines et les inflorescences sont plus importantes que celles des tiges mais les éléments fertilisants ne sont exportés que dans le cas d'une récolte des plantes entières.

Lors d'un séchage sur le champ, les graines et les inflorescences restent sur le sol et les éléments mobilisés ne sont pas exportés.

4.1.1.5 Date de récolte tardive

Les résultats de 1998 concernant un premier essai de récolte tardive de chanvre en hiver sont encourageants (données non présentées). La récolte a été faite en mars 1999 par une humidité du produit récolté de 15% H₂O. Les teneurs en fibres obtenues, jusqu'à 40 %, sont étonnamment élevées pour des plantes mortes depuis longtemps. Les valeurs de tenue de tige étaient comprises entre 50 et 75 cN/tex, soit des valeurs identiques ou légèrement plus faibles que pour la récolte à l'automne. De plus, pour cette pratique, on peut utiliser un système de récolte plus simple sans engin de fauche. Il a été montré qu'à ce stade, les plantes peuvent être facilement pressées.

La récolte en hiver est considérablement facilitée mais la qualité des fibres moindre.

4.1.1.6 Expériences pratiques

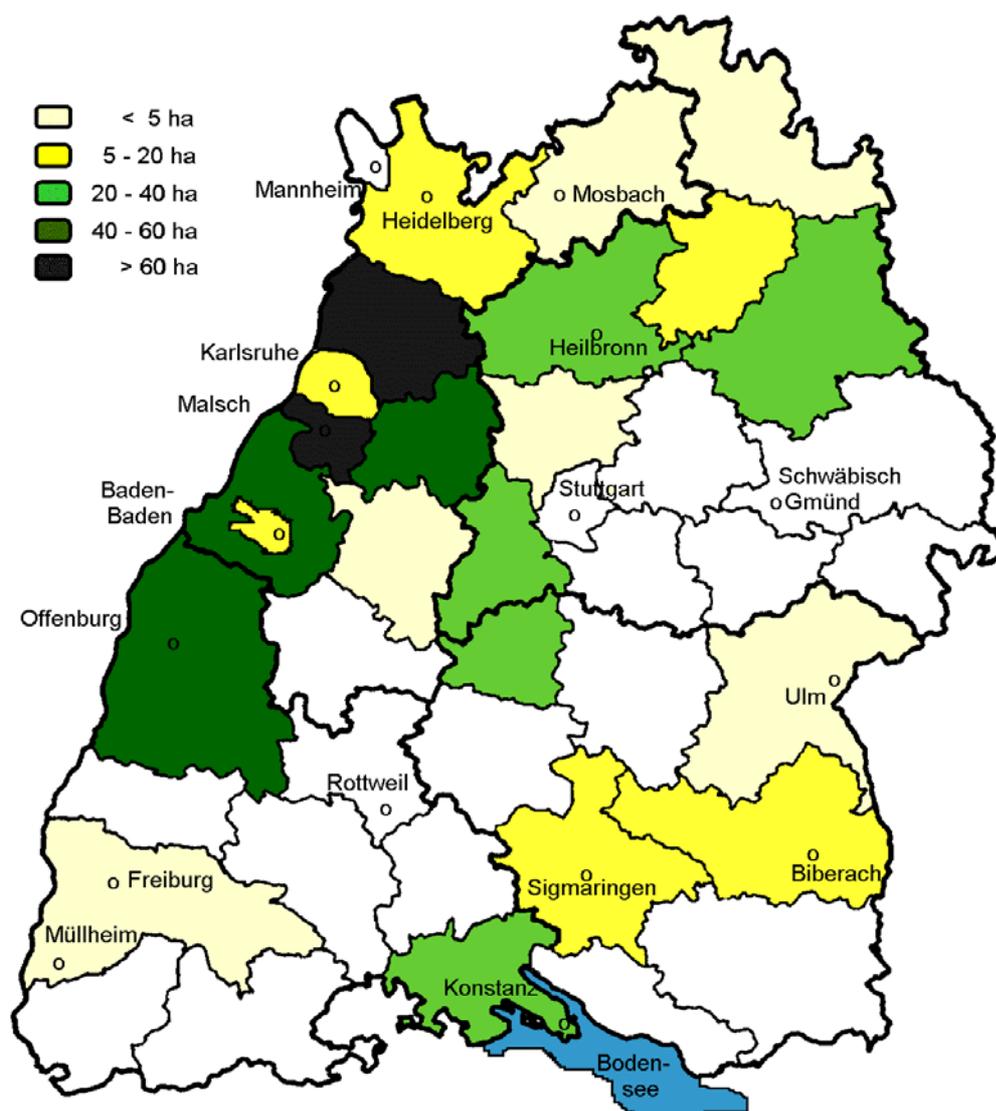
4.1.1.6.1 Enquête auprès des agriculteurs du Bade-Wurtemberg

En Bade-Wurtemberg, beaucoup d'agriculteurs s'étaient décidé à produire du chanvre en 1996 (191 ha, Tableau 1). La plupart des 97 producteurs avaient passé un contrat pour la reprise de la récolte avec la société BAFA (Badische Naturfaser Aufbereitung GmbH) installée à Malsch. Dans la région du Bodensee (Lac de Constance), il y avait beaucoup d'agriculteurs qui ont aussi effectué une récolte des graines vendue à la Firme 'Hanf-Dampf' à Hochdorf. Il y a eu également quelques agriculteurs qui se sont préoccupé de commercialiser directement leurs produits.

Dans le but de sécuriser la qualité des fibres, une enquête a été réalisée en 1997 avec la firme BAFA.

En raison d'une grande variabilité des qualités de bottes rondes de chanvre livrées la première année à la „Badische Naturfaseranlage BAFA“ à Malsch, il s'ensuivit des difficultés de transformation et des pertes de qualités des fibres. Suite à cela, il a été réalisé en collaboration avec BAFA un questionnaire pour les producteurs afin d'appréhender les expériences des agriculteurs avec cette „nouvelle“ culture et élaborer les modifications de pratiques culturelles souhaitables. En même temps, une série d'échantillons de chanvre ont été prélevés dans des exploitations choisies et ont fait l'objet de tests de qualité des fibres.

Le questionnaire a été envoyé à 115 agriculteurs, et 76 (66%) d'entre eux y ont répondu, les données étant exploitées par Mme Konermann (1998). Beaucoup de ces agriculteurs avaient cultivé du chanvre en 1996 et avaient augmenté leur surface en 1997. La région principale de production se retrouve principalement autour de l'usine de BAFA à Malsch, mais aussi autour du „Bodensee“ et il y avait aussi quelques pionniers un peu partout dans tout le Bade-Wurtemberg (Figure 9).



En 1997, en Bade-Wurtemberg, 115 agriculteurs ont cultivé du chanvre. 66% d'entre eux ont répondu à l'enquête.

Figure 9. surfaces cultivées en chanvre en 1997 en Bade-Wurtemberg.

En raison d'une mauvaise disponibilité en semences, seules les variétés françaises Fédora19, Felina 34 et Fedrina 74 ont pu être semées en 1997. 30% des agriculteurs ont réalisé une double valorisation en fibres et graines, les exploitations en agriculture biologique ayant plus fortement misé sur la valorisation des graines que celles conventionnelles. La double valorisation s'est faite principalement pour la variété Fédora 19 ce qui correspondait au conseil habituel.

Dans son ensemble, la culture du chanvre est estimée comme relativement facile et sans problème. Avant tout, c'est la **bonne capacité à étouffer les mauvaises herbes** qui est rapportée par presque tous les agriculteurs. (Figure 10). Des difficultés avec les adventices ne sont mentionnées que pour des doses de semis trop faibles et des parcelles avec un fort salissement en mauvaises herbes.

Le pouvoir étouffant du chanvre vis à vis des mauvaises herbes a été confirmé par presque tous les producteurs.

Les **maladies** décrites dans la littérature n'ont pas posé de difficulté dans la pratique. Seuls deux agriculteurs signalent une attaque de maladie fongique et trois exploitations rapportent des dégâts de liamces. Les études ont montré que le chanvre, au moins pour l'immédiat, ne fait pas l'objet d'une forte pression de maladies ou de ravageurs. Aucun traitement ne fut nécessaire sur les exploitations enquêtées. Pour ce qui est de la récolte, les oiseaux sont considérés comme le danger le plus conséquent. Les dégâts peuvent aller jusqu'à la perte

total de la récolte en graines, d'autant que beaucoup de graines tombent au sol à l'arrivée des oiseaux sur les inflorescences.

Au niveau de la **fertilisation azotée**, on a retrouvé une situation très hétérogène. Une progression du rendement a pu être observée jusqu'à 100 kg/ha. Pour des fertilisations plus importantes, il n'y a pas eu plus de rendement mais des verses fréquentes de la végétation qui ont occasionné des difficultés à la récolte. Les rendements en paille restent en moyenne autour de 60 q/ha. Les rendements en graines ont varié entre 3 et 17 q/ha. En pratique, la variabilité des rendements en paille et graines est très forte.

Des apports de plus de 100 kg N/ha conduisent à des difficultés considérables à la récolte.

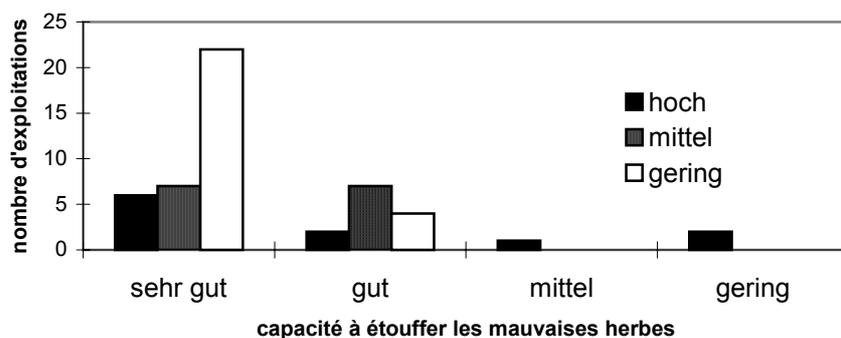


Figure 10. (Jugement de l'aptitude à étouffer les adventices en fonction du salissement naturel de la parcelle (élevé, moyen et faible) d'après les déclarations des agriculteurs enquêtés

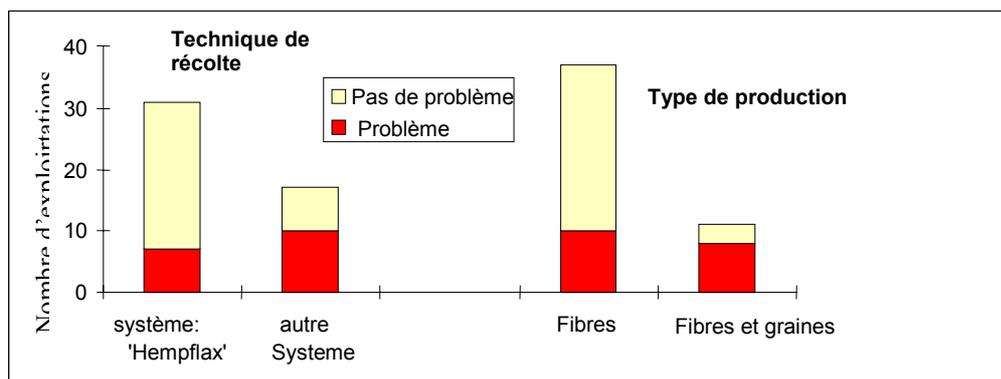
Les difficultés principales vues par les agriculteurs se situent au niveau de la **technique de récolte**. Pour une récolte uniquement de la paille, la technique „Hemp-Flax-Technik“ quasi imposée par la firme BAFA fut relativement sans problèmes. Pour une valorisation en paille et graines, il n'existe par contre pas de pratique de récolte qui soit satisfaisante (Figure 11).

La technique de récolte reste la difficulté principale selon les agriculteurs vus.

Pour la récolte de graines, il faut utiliser une moissonneuse batteuse. Pour des densités de végétation élevées, la table de coupe ne peut ne pas être élevée jusqu'à la hauteur des inflorescences. Beaucoup de végétation entre alors dans la machine et les fibres des tiges s'emmêlent dans les éléments de la batteuse. Il est alors indispensable de munir la machine d'équipements protégeant des fibres qui ont tendance à s'emmêler. Aussi, pour une double exploitation, il est important d'avoir une végétation courte et régulière. On peut aussi employer de nouvelles variétés telles par ex. Uso 31 ou Fasamo qui minimisent ce problème.

L'analyse de la qualité des fibres prélevées sur le terrain a montré une forte variabilité de résultats. Les teneurs en fibres fluctuent ainsi entre 29 et 50%. Cette grande variabilité est à rapporter à des pratiques variables de retournement de la paille lors du rouissage au champ. Si l'agriculteur retourne plusieurs fois, de nombreuses parties des tiges tombent au sol et il récolte relativement plus de fibres pour un rendement total plus faible. Du point de vue de l'agriculteur, il est souhaitable, de pouvoir déterminer la teneur en fibres dès la livraison et de pouvoir ensuite être payé. Un autre critère de qualité est le taux de petites fibres indésirables. Il est compris entre 3 et 21%, ce qui a une influence sur la résistance et les efforts mécaniques lors du traitement des pailles. La longueur des fibres a été également très irrégulière avec 110 à 215 mm ce qui a nécessité des procédés différents de décorticage lors de la préparation mécanique des pailles.

Le problème de la qualité des fibres rencontrée dans la pratique n'est pas encore résolue.



La plus grande partie des agriculteurs tient la technique de récolte pour la double exploitation comme encore non optimale.

Figure 11. Problème à la récolte du chanvre en fonction de la technique de récolte et de l'objectif de production, selon les déclarations des agriculteurs

A côté de la récolte, une grosse difficulté reste pour l'agriculteur les **voies de commercialisation**. Il semble conseillé et même nécessaire depuis le nouveau décret européen de disposer d'un contrat avant le semis. Une commercialisation individuelle des fibres de chanvre est pratiquement impossible. Afin de réduire les coûts du transport le plus possible, il conviendrait à ce que le transformateur ne soit pas éloigné de plus de 80 km des surfaces de production. Pour la vente des graines, les agriculteurs ont choisi différentes voies. Il y a en Bade-Wurtemberg différents repreneurs de graines et d'autres agriculteurs ont essayé de vendre en direct.

La commercialisation des fibres et des graines est à clarifier suffisamment à temps..

Les marges brutes obtenues sont présentées en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Des résultats de l'enquête, il ressort nettement que pour l'agriculteur, la double récolte est la variante la plus rentable. De même, il est évident que la production ne peut actuellement subsister sans le soutien public.

À la question posée de savoir s'il escomptait dans les prochaines années de continuer à produire du chanvre, la plupart des agriculteurs ont répondu que cela dépendrait du niveau de la prime et des voies de commercialisation qui se développeront. Côté techniques culturales, la grande majorité des producteurs reste assez enthousiaste.

4.1.1.6.2 Récolte

La technique de récolte est orientée suivant la valorisation des plantes (fibres, graines, huile de graines, huile essentielle, inflorescences). Cela se passe alors de différentes manières. L'expérience montre que la récolte est le point le plus délicat de la culture de chanvre. Les raisons en sont nombreuses : machines encore insuffisamment adaptées, trop peu d'expérience, peuplement non optimal, choix variétal inadapté...

La récolte reste souvent le point le plus délicat. Une planification dès avant le semis est nécessaire

Pour la récolte du chanvre, il existe aujourd'hui différentes méthodes (Bassetti *et al.* 1998, Dun 1997, Martinov *et al.* 1997, Lohmeyer 1997, Schweiger *et al.* 1996, Strasser 1995). Pour la récolte en graines, les problèmes de battage sont considérablement renforcés par la verse de la végétation. Le problème se pose au niveau du passage des longues tiges fibreuses dans la machine. La hauteur des plantes joue alors un rôle déterminant (Lohmeyer 1997, Spiess 1997). L'expérience a montré que les pertes au battage augmentaient avec les plantes hautes et ramifiées si bien que le potentiel de productivité supplémentaire était perdu par les pertes au battage (Bassetti *et al.* 1998).

4.1.2 Kenaf

4.1.2.1 Introduction, botanique, exigences

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) appartient à la famille des Malvengewächse et est vraisemblablement originaire d'Afrique (Soudan). Le nom d'espèce *cannabinus* vient de la forme des feuilles qui rappelle celle du chanvre (*Cannabis*, Photo 2). Pour l'instant, le kenaf est surtout cultivé en Thaïlande, Inde, Pakistan et aux USA. Près de 4 Millions de Tonnes de fibres ont été produites dans le monde en 1980. En Europe, la culture existe en Italie, France, Espagne et fait l'objet d'intérêt plus récemment en Allemagne et en Suisse. Jusqu'en 1993, le Kenaf *n'avait jamais été cultivé au nord des Alpes*. Kenaf est une plante annuelle en Europe mais pourrait être pluriannuelle en l'absence de gel. Ses besoins en chaleur sont très élevés et sa croissance ne s'effectue qu'au dessus de 16 °C, et sa germination ne se fait qu'à partir de 12 °C; son optimum est voisin de 25 °C (Amaducci et Venturi 1994).

Les fibres de kenaf sont d'une longueur comprise entre 1,5 et 6 mm et sont issues de l'écorce de la tige (liber). Ces fibres peuvent être extraites des tiges purement mécaniquement (Terbatec AG 1995). Par cette propriété, le kenaf présente un gros avantage sur les autres plantes à fibres qui nécessitent un rouissage naturel ou chimique. Un papier spécial et des matériaux d'emballage particuliers ainsi que des sacs et cordelettes peuvent être produits avec les fibres de kenaf. En Italie, on arrive à obtenir 1,5 Tonne de fibres longues. Les fibres courtes (0,5 à 1 mm) et autres parties (bois) trouvent des débouchés dans l'industrie du papier ou de la paille.

Pour nos zones climatiques, il existe des expériences de conduites culturales du kenaf aux USA et en Italie (Neill et Kurtz 1994, Leto et Sacco 1989). Le kenaf a fait l'objet de tentative de culture en Suisse qu'en 1995 car une demande se faisait jour pour cette plante (Terbatec AG 1995). Cette culture trouva bon accueil et la surface de culture atteint en Suisse les 100 hectares et en 1995 120 hectares en Bade-Wurtemberg. Mais les surfaces sont ensuite retombées rapidement (Tableau 1).

Kenaf est originaire d'Afrique et est répandu en Asie et aux USA. Il a été cultivé au nord des Alpes pour la première fois en 1993.

Son besoin en température minimale est très élevé avec 16 °C.

Seules parties des techniques culturales peuvent transposées d'Italie ou des USA.



Photo 2. Le Kenaf est une plante ligneuse annuelle. Ses feuilles ressemblent fortement à celles du chanvre.

4.1.2.2 Variétés

Le kenaf a fait l'objet tout au long du 20^{ème} siècle de travaux d'amélioration génétique en Chine, en Inde, en Indonésie, en Corée, au Bangladesch, à Taiwan, en union Soviétique, aux USA, à Cuba, au Guatemala, au Pérou, au Maroc, en Egypte, en Afrique du Sud, au Soudan, en Tanzanie et en République Centrafricaine (Dempsey 1975). Jusqu'à présent, aucune variété n'est connue pour être adaptée aux conditions d'Europe septentrionale. Il y a peu de temps, un programme de sélection a débuté en Espagne. En plus de l'adaptation insuffisante au climat local, la disponibilité en semences est faible et de mauvaise qualité (Venturi et Amaducci 1994a).

Les rendements des variétés testées ont été analogues mais ont varié considérablement d'une année à l'autre (Figure 12). A cause de la période de végétation active relativement courte en Europe, les variétés n'ont pas atteint le stade floraison, ce qui a pu avoir des effets conséquents sur la productivité. La variété Cubano a toutefois montré un rendement sensiblement plus faible. Les différences sont peut être à rapporter aux différences de résistance au froid. Des essais variétés aux USA (Webber 1993), Argentinien (Ayerza und Coates 1996), Grèce (Kipriotis *et al.* 1998), Italie (Di Candilo *et al.* 1992, Petri *et al.* 1994, Venturi *et al.* 1990) und Baden-Württemberg (Adelmann 1997) montrent que les classements entre variétés changent suivant les lieux. Il a été très difficile de trouver des semences à bonne germination pour toutes les variétés. La variété Tainung 2 (et les lignées Tainung 2* et Tainung 2**) se comportent plutôt bien et sont à recommander pour le Rhin supérieur.

Kenaf wurde in Asien, Afrika und Amerika gezüchtet. Neu findet in Spanien ein Selektionsprogramm statt.

Die in der Praxis häufig angebaute Sorte Tainung 2 schnitt gut ab und ist für den Oberrhein vorzuziehen.

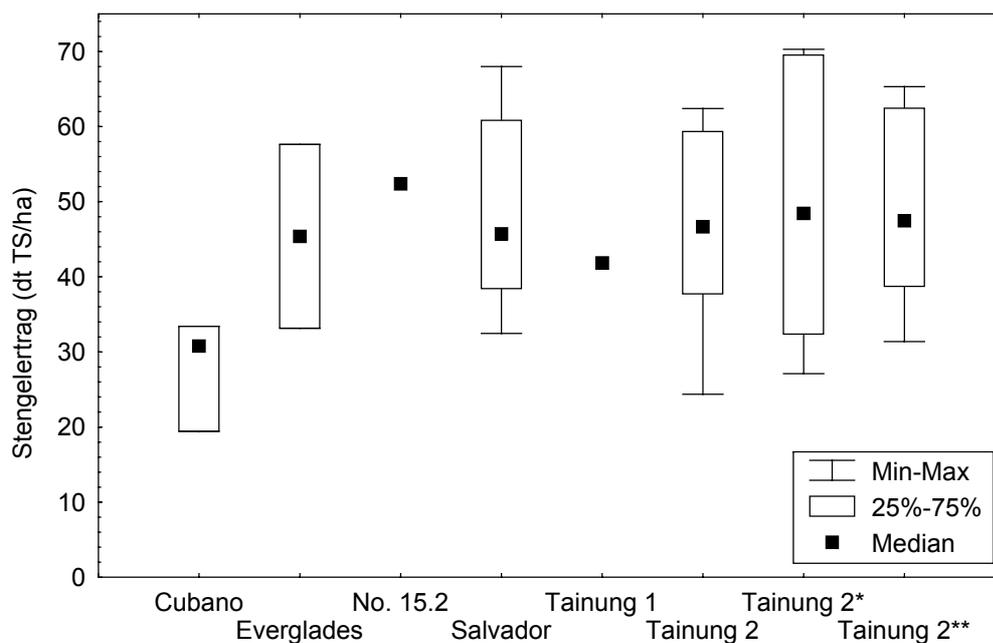


Figure 12. productivité de différentes variétés (Tainung 2* et Tainung 2 sont des lignées de Tainung 2, récolte en hiver, essais 1996 à Biengen, Steinenstadt, Zürich-Reckenholz, 1997 à Biengen, Giebenach, Steinenstadt)**

Les paramètres de qualité mesurés dans les essais variétés sont rapportés dans le tableau 13. On peut constater que les variétés Everglades et Salvador sont les plus riches en liber (filasse) mais les résultats concernant la tenue des fibres varient considérablement si bien qu'aucune interprétation n'est possible. Ceci est probablement due à une forte attaque des tiges par le champignon *botrytis* et souligne l'irrégularité de la matière première.

Les fibres sont très hétérogènes suite à une attaque de maladies

Tableau 13. Paramètres de qualité des fibres en fonction de la variété

| Variété | Teneur en liber [% tige] | Teneur en fibres ² [% tige] | Tenue des fibres [cN/Text] |
|-----------------------|--------------------------|--|----------------------------|
| Cubano | - | 27,6 | 25,8 |
| Everglades | 43,4 | - | - |
| No. 15.2 | 40,7 | - | - |
| Salvador | 43,7 | 31,6 | 27,9 |
| Tainung 1 | 40,3 | - | - |
| Tainung 2 | 41,1 | 33,0 | 30,7 |
| Tainung 2* | 40,6 | 37,0 | 30,3 |
| Tainung 2** | 42,4 | 27,0 | 23,1 |
| Standardabweichung | 2,2 | - | - |
| Variationskoeffizient | - | - | 16,3 (1996); 29,2 (1998) |

¹ récolte d'automne, 1996 in Zürich-Reckenholz und 1997 in Giebenach

² récolte hivernale, 1996 in Biengen, Steinenstadt und 1998 in Auggen

4.1.2.3 Densité de semis

Quelles densités de semis sont elles conseillées pour le Kenaf ? Les sources bibliographiques sont contradictoires sur ce point (Dempsey 1975, Amaducci et al. 1990, Venturi et Amaducci 1994b). Selon l'auteur, une densité de 15 à 120 plantes m² est conseillée. Pour les densités les basses, les plantes se ramifient et fabriquent plus de masse foliaire. Le rendement en fibres et leur tenue augmentent avec les fortes densités (Konermann *et al.* 1997). Une forte densité permet de plus de bien couvrir le sol. Le prix des semences est très élevé (environ 15 Euro par kg). Les charges variables diminuent donc avec des densités faibles.

Les publications concernant le Kenaf livrent des conclusions assez contradictoires au sujet de la densité de semis idéale.

Nous avons pu mettre en évidence dans nos essais un effet de la densité de semis (Figure 13) Bien que les écarts entre les années et les sites soit important, les 6 essais réalisés montrent une tendance à l'augmentation de la quantité de fibres récoltée avec la densité de semis. Ces résultats confirmeront ceux de Mediavilla *et al.* (1997a) des années 1994 et 1995 et étouffent l'hypothèse que les fortes densités de plantes agissent positivement sur le rendement dans des conditions climatiques et des sites favorables.

Il a été montré que pour des semis de faibles densités, les plantes de kenaf fabriquent plus de biomasse foliaire et se ramifient fortement et atteignent ainsi des densités de peuplement plus forte qu'attendus . cet effet disparaît pour des densités supérieures à 50 plantes/m². Les forts taux de ramification n'ont toutefois pas conduit à la couverture du sol souhaitée. Pour les variantes à faible densité, un enherbement plus conséquent a pu être observé.

Sous des conditions favorables, le rendement augmente avec la densité de semis.

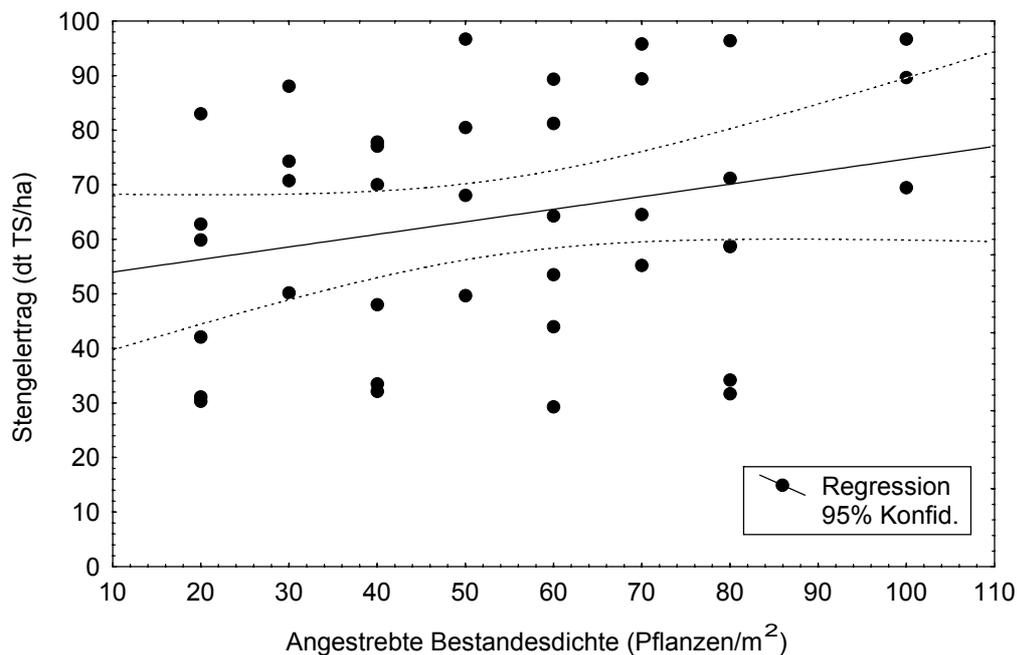
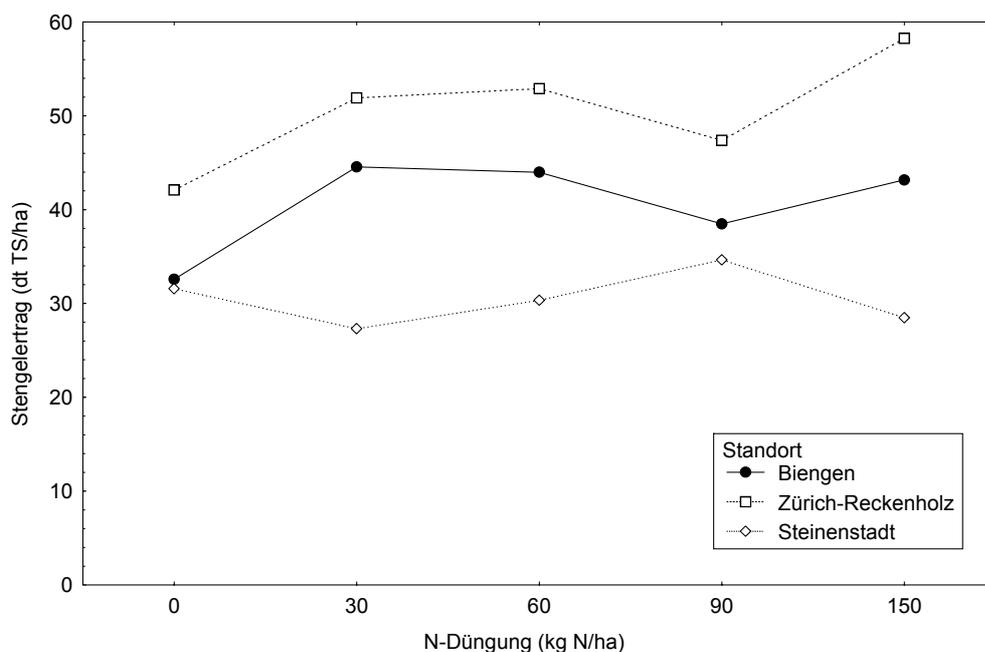


Figure 13. Influence de la densité sur le rendement en fibres. (récolte hivernale, essais 1996 de Biengen, Steinensstadt, Zürich-Reckenholz, 1997 de Biengen, Giebenach, Steinensstadt)

4.1.2.4 fertilisation

Un avis unanime se retrouve pour ce qui concerne la fertilisation du Kenaf (Berger 1969, Dempsey 1975). Dans nos essais, nous avons pu montrer que des apports de 30 kg N/ha avaient des effets positifs sur le rendement sur les sites favorables (Biengen et Zürich-Reckenholz) (figure 14). Des apports supérieurs n'ont plus d'effets positifs. Des résultats analogues ont été rapportés en Espagne par Manzanares *et al.* (1997). Sur des sites moins favorables (Steinensstadt), la fertilisation azotée n'a pas eu d'effet positif.

Les exportations à l'automne ont été à Zürich-Reckenholz voisines de 65 kg N, 25 kg P₂O₅, 190 kg K₂O et 20 kg Mg par hectare. Comme la récolte est généralement faite dans la pratique en hiver, on peut imaginer que la chute des feuilles évite l'exportation d'une bonne part des éléments fertilisants (environ 40% de l'azote). Pour les parcelles fertiles et des années favorables, une bonne minéralisation en azote du sol doit permettre de limiter l'apport à 30 kg N/ha.



Des apports élevés en azote n'ont pas pu être valorisés même sur des sites favorables et représentent des dangers de lessivage.

Figure 14. Influence de l'apport en N sur le rendement en tiges (récolte hivernale, essais 1996 à Biengen, Steinensstadt, Zürich-Reckenholz)

En automne, à Zürich-Reckenholz, le reliquat N_{\min} du sol du témoin et de l'apport 30 kg N/ha a atteint 42 kg N/ha alors que pour l'apport maximum le reliquat est monté à 80 kg/ha. Pour un site moins favorable comme Steinensstadt, on peut supposer que des pertes par lessivage ont lieu pour les apports les plus importants. Afin de réduire un tel danger, la fertilisation azotée doit être limitée à des apports de 30-60 kg N /ha. Ceci signifie qu'il convient de réduire les conseils de Schweiger 1995 et de Ammon *et al.* 1996 de 50-100 à 75-90 kg N/ha.

4.1.2.5 Expériences pratiques

4.1.2.5.1 Semis et protection

La production de kenaf doit être réfléchie vis à vis des besoins de chaleur de l'espèce. Le choix de la parcelle, mais aussi le semis et la protection de la culture doivent faire l'objet d'une grande attention. Il s'est avéré que les agriculteurs qui sousestimaient ces éléments de base étaient ensuite confrontés à de grandes difficultés avec le salissement des parcelles.

Le choix de la parcelle, le semis et la protection de la culture doivent faire l'objet d'attention.

Kenaf a des exigences en chaleur plus fortes que le maïs. Les situations tempérées en dessous de 500 m au dessus du niveau de la mer sont appropriés (secteurs à maïs grains). Le Kenaf peut être cultivé sur tous types de sols sains sans problèmes de ressuyage. Il est difficile de maîtriser l'enherbement dans les sols dotés de fortes populations d'adventices. Le semis doit intervenir entre mi mai et fin mai. Le kenaf germe très vite si les températures sont supérieures 16 °C.

De part une longue phase juvénile d'installation, le Kenaf nécessite une lutte contre les mauvaises herbes intensive ce qui limite fortement les possibilités de production biologique (Heim 1994, Mediavilla *et al.* 1997a). La lutte est à la base chimique et souvent complétée mécaniquement. Différents produits de pré-semis et prélevée sont utilisables (Ammon *et al.* 1996, Di Candilo und Faeti 1990, Schweiger 1995). En post-levée, on ne peut plus intervenir que contre les graminées adventices. Un désherbage mécanique ne peut être réalisé que pour des installations avec des écartements entre rangs de 40 à 50 cm.

En Suisse, le kenaf est le plus souvent semé avec un semoir à betterave et le désherbage est chimique et mécanique.. En Bade-Wurtemberg, le semis est plutôt réalisé avec un semoir classique à céréales et donc seul un désherbage chimique est pratiqué. . Les différences entre les pratiques peuvent s'expliquer par les différences régionales (pluviométrie plus forte et par là plus forte pression en mauvaises herbes en Suisse du N.O.)

4.1.2.5.2 Maladies et ravageurs

La principale maladie du Kenaf a été la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). Les premiers symptômes sont visibles dès début août sur les feuilles et quelques tiges. Sous des conditions humides et des températures fraîches, la maladie peut s'étendre rapidement. En septembre et octobre, les tiges sont alors fortement touchées. On observe alors une intense sporulation. En 1994 et 1995, il a été étudié l'effet de fongicides pour stopper la maladie. Malgré des applications renouvelées, aucun effet n'a été constaté. En revanche, il a été constaté de fortes difficultés pour les passages (hauteur des plantes) et des coûts très élevés sans parler des risques de favoriser la montée des souches résistantes (Mediavilla *et al.* 1997a).

L'attaque en pourriture grise est généralement très forte à l'automne. Une lutte est impossible.

Dans certains cas il a été aussi observé des attaques de *Sclerotinia*, *Verticillium* et pyrale du maïs (*Ostrinia nubilis*). Les dégâts furent modestes.

4.1.2.5.3 Récolte

4.1.2.5.3.1 Date de récolte

La croissance du Kenaf est très lente en mai, juin et juillet. Les conditions climatiques d'août à octobre sont décisives sur le rendement, car il s'agit de la période de forte croissance. En octobre, on atteint le rendement maximum en tiges et les feuilles sont encore présentes sur les plantes. Durant l'hiver, la biomasse foliaire va totalement disparaître suite aux gelées et aux attaques de pourriture grise. Le rendement en tiges diminue alors en général de 10 à 25 %. La teneur en eau diminue aussi en hiver (Mediavilla *et al.* 1997a). C'est pourquoi, en pratique, la récolte du Kenaf n'est faite qu'en hiver (décembre à mars). Fin septembre, on peut observer le début floraison sporadique de plantes mais elles ne parviennent pas à fabriquer des graines.

La récolte en hiver permet d'économiser une partie de l'énergie nécessaire au séchage.

4.1.2.5.3.2 Technique

La récolte en hiver a été réalisée dans le Rhin supérieur à l'aide de broyeurs à maïs. A cause de la résistance des fibres au cisaillement, des dispositifs de coupe en très bon état sont indispensables afin d'éviter les risques d'enroulement. Les séparations des tiges du reste des plantes peut être facilement réalisées par une moissonneuse-batteuse transformée. Un problème réside toutefois dans l'humidité à la récolte même pour la récolte en hiver. Les parcelles récoltées en 1996 par les agriculteurs avaient encore une humidité comprise entre 25 et 35 %. Une séchage complémentaire fut donc nécessaire. Une installation de séchage suffisamment puissante et une organisation de l'approvisionnement en produit récolté est donc particulièrement importante car sinon la marchandise hachée s'échauffe rapidement et la qualité des fibres s'en trouve atteinte. Cette opération a conduit à des difficultés en Bade-Wurtemberg (Schwappach 1996). En Suisse, la récolte a été – pratiquement sans séchage-compressée en bouchons (granulés) ce qui a facilité grandement la manipulation de la marchandise.

4.1.2.6 Comparaison de la qualité des fibres de Kenaf et de chanvre

En dehors du rendement en fibres, la qualité des fibres est un élément décisif pour le transformateur. La figure 15 met en vis à vis la qualité des fibres de Kenaf et de chanvre pendant les années d'essais 1996 à 1998. On constate très clairement que le chanvre a obtenu les meilleures performances pour les différents critères étudiés. (plus la valeur Airflow est faible, plus la finesse des fibres est importante). On peut donc constater la difficulté pour une culture de Kenaf à s'affirmer contre une culture de chanvre.

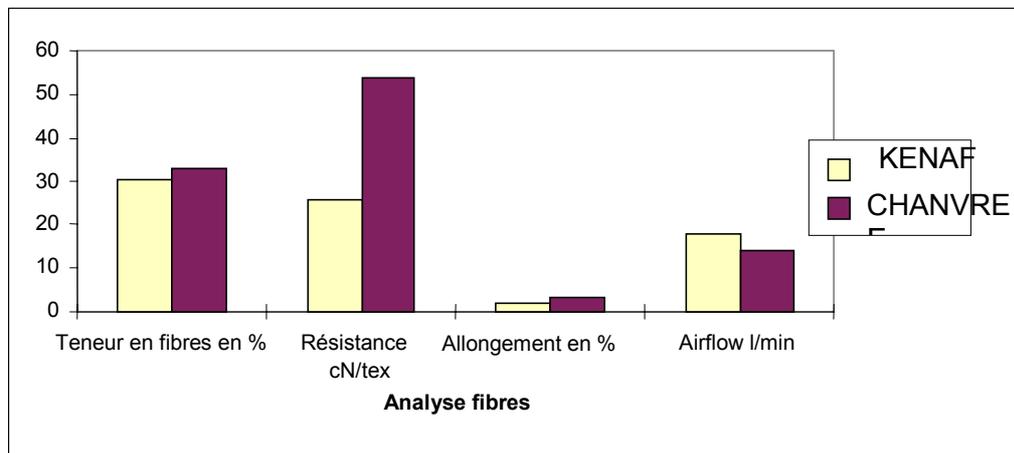


Figure 15. Comparaison des qualités de fibres de kenaf et de chanvre à partir des résultats des essais 1996 à 1998.

4.1.3 Miscanthus

4.1.3.1 Introduction, Botanique, Exigences

Le roseau chinois (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU, Synonyme *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' FOERSTER, *Miscanthus x ogiformis* HONDA [Linde-Laursen 1993]) est une graminée géante qui est originaire d'Asie du sud-est.

Depuis quelques années, un type particulier (hybride triploïde multiplié par clones) est cultivé en Europe. Il a été introduit du Japon vers le Danemark en 1935 comme plante fourragère (photo 3). En raison de son énorme potentiel de production de biomasse, son utilisation a été envisagée comme matière première renouvelable pour la production de fibres et la production d'énergie. Le roseau chinois est triploïde et ainsi stérile. Il ne peut être multiplié que par reproduction végétative à l'aide des rhizomes ou bien par la culture de méristèmes (Lewandowski 1992).

Les plants produits en serre sont repiqués au champ de fin avril à mi mai. La réussite de la culture dépend fortement du développement de la végétation lors de la première année. Celui-ci est influencé par le contexte pédoclimatique et les soins de mise en place. La culture peut s'envisager jusqu'à une altitude de 700 m. Les sols à mauvais ressuyage ou bien compactés sont à éviter. Une bonne réserve en eau du sol est aussi indispensable à l'atteinte de hauts rendements (Mediavilla *et al.* 1997c).

Miscanthus est une graminée géante et pérenne à forte croissance qui est cultivée depuis 1935 en Europe comme plante fourragère.



Photo 3. Miscanthus, ou roseau de chine, est une graminée géante pérenne

4.1.3.2 Fertilisation

La période végétation du Miscanthus est longue : elle s'étend d'avril à octobre. La récolte est réalisée de février à avril et seules les tiges sont exportées de la parcelle. Celles ci possèdent de faibles teneurs en éléments fertilisants. A l'automne, l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium migrent des bourgeons vers les racines où ils sont stockés (Stünzi et Lehmann 1995). En hiver, la plupart des feuilles tombent au sol (20-25 % de la biomasse totale) et forment un mulch qui sera dégradé les années suivantes. Tous ces éléments contribuent à expliquer la faiblesse des besoins de la culture de roseau de chine.

Sur les sites Zürich-Altwei et Anwil, on a pas pu enregistrer d'effets significatifs de la fertilisation sur les sept premières années (Figure 16). L'effet modeste de l'azote sur le rendement confirme les résultats de Schwarz *et al.* (1993) en Autriche, Hotz *et al.* (1993) et Lewandowski et Kahnt (1994) en Allemagne, tout comme ceux de McCarthy et Walsh (1996) issus d'un projet réunissant plusieurs pays européens. L'alimentation en eau est souvent considérée comme le facteur limitant le plus conséquent. Les raisons possibles pour le manque d'effet des fertilisants sont : la longue période de végétation pour une seule pousse, la récolte de tiges faiblement pourvues en éléments nutritifs, l'énorme masse de rhizomes avec un fort pouvoir de stockage en éléments nutritifs.

Jusqu'à présent, aucun effet positif d'apports de fertilisants n'a pu être mise en évidence dans les essais.

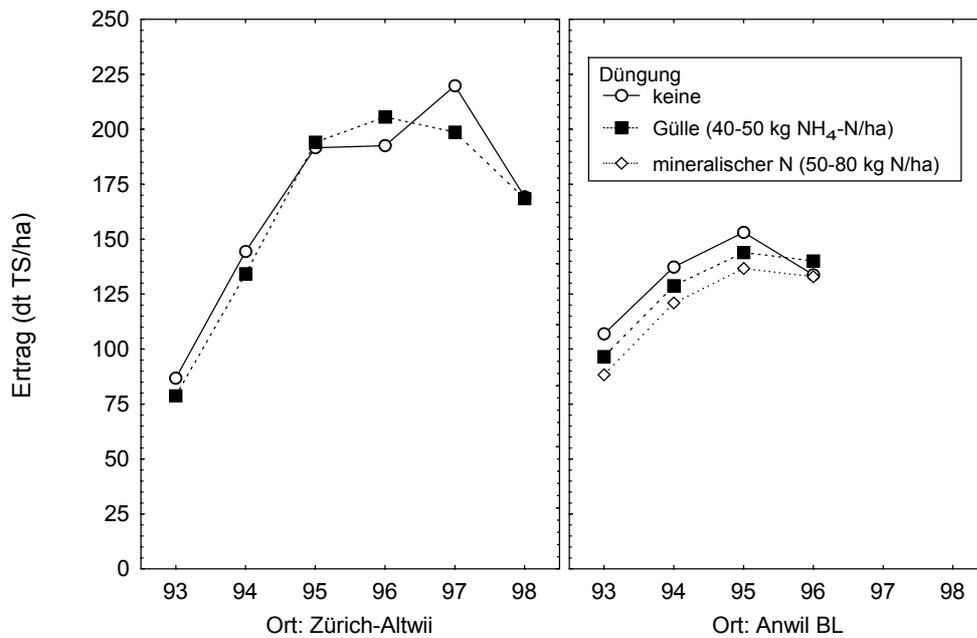


Figure 16. Effet de la fertilisation sur le rendement du Miscanthus sur 2 sites. Installation en 1992.

Le besoin de longue durée en fertilisation reste toutefois à préciser. Il semble cependant clair que pour des sols correctement pourvus, on peut renoncer à des apports de fertilisants les premières années. Sur le long terme, on pourrait réaliser de faibles apports compensant les exportations.

Pour toute la durée de culture (jusqu'à 20 ans), le Miscanthus représente une bonne garantie contre le risque de lessivage en nitrates.

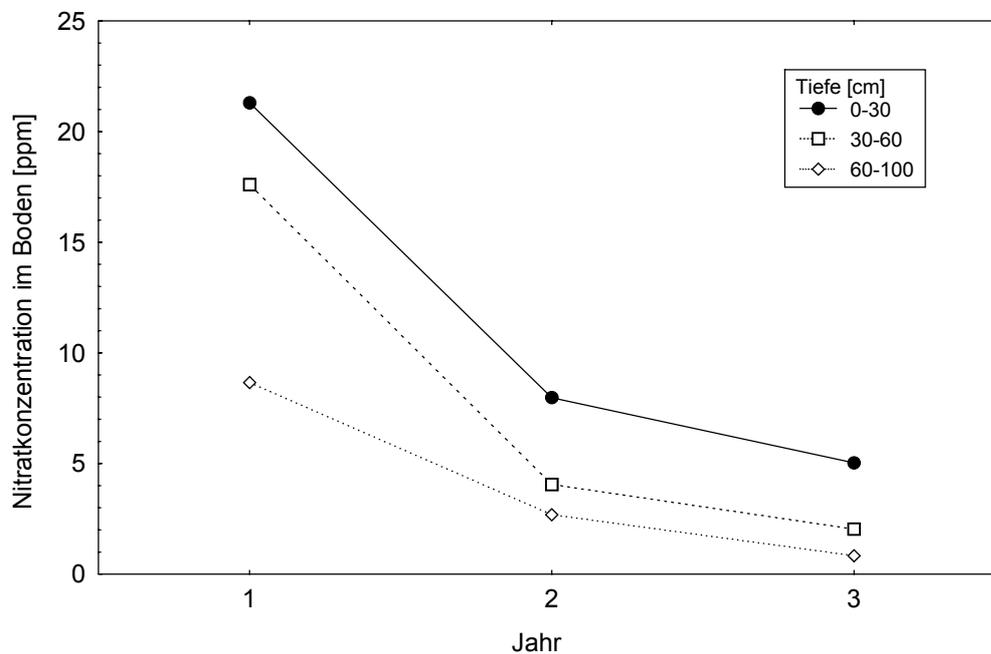


Figure 17. Evolution des teneurs en nitrates au fil des années en moyenne des 2 sites.

Afin d'évaluer le risque de la culture vis à vis de la nappe phréatique, des prélèvements de sols ont été faits pour mesurer les N_{\min} sous la végétation de miscanthus. L'année d'installation, la teneur N_{\min} était encore assez élevée. En juin, les concentrations atteignaient jusqu'à 27 ppm (0-30 cm).

Ensuite, la concentration en nitrates a diminué pour atteindre environ 5 ppm sur l'horizon 0-30 cm en novembre (ce qui signifie environ 100 kg N_{min}/ha pour 0-100 cm). La concentration en nitrates continua de baisser en seconde année et par la suite (Figure 17), pour atteindre environ 10 kg N/ha (0-100 cm). A ce niveau, l'azote minéral du sol ne présente plus de risques de lessivage. Au contraire, vue sur 15 années, la forte valeur N_{min} de la première année peut être considérée comme un épisode négligeable.

Dans les essais réalisés en conditions optimales, il a été enregistré des rendements compris entre 15 et 20 tonnes de matière sèche par hectare. Dans la pratique, il reste souvent une forte quantité de résidus de tiges sur le champ (jusqu'à 3 t MS/ha) (Beuch 1995). De plus, sur des sites peu fertiles, les rendements sont souvent plus modestes de l'ordre de 10 à 15 tonnes MS/ha.

Dans les essais, des rendements allant jusqu'à 20 t MS/ha ont été atteints. Dans la pratique, ils sont plutôt voisins de 10 à 15 tonnes.

4.1.3.3 Variétés

La comparaison entre plusieurs génotypes a montré clairement après 4 années de culture que certaines variétés sont particulièrement productives : Giganteus GSB et Giganteus Spaet (Figure 18). Les rendements absolus sont toutefois à prendre avec précautions étant donné la petite taille des parcelles d'expérimentation, mais il est nettement ressorti que certaines variétés étaient peu adaptées (par ex. Xanten V*H250 et Gracillimus). Le Cultivar Goliath, qui a montré dans des essais en chambres climatiques (Meister *et al.* 1996) une forte tolérance au froid, montre une productivité intermédiaire.

Tous les Genotypes ne sont pas aussi productifs.

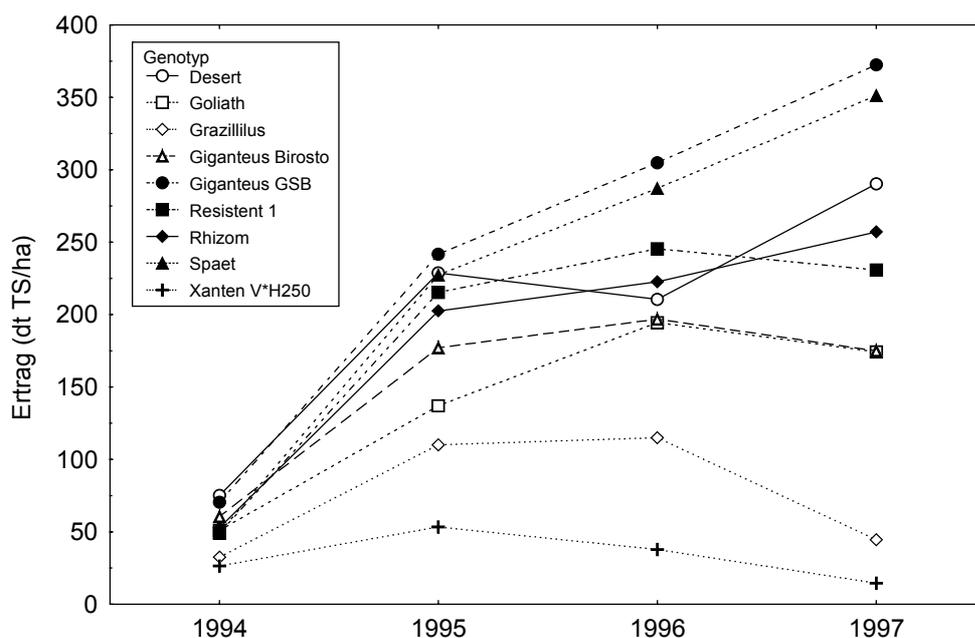


Figure 18. Comportement de différents Genotypes au fil des années. Installation Zürich-Reckenholz 1993.

4.1.3.4 Densité de peuplement

La densité conseillée est d'une plante au m² (Ammon *et al.* 1996). Une densité supérieure serait agronomiquement intéressante (lutte contre salissement en mauvaises herbes), mais les coûts d'implantation s'élèveraient alors beaucoup trop pour que cela soit économiquement rentable. Une densité plus faible de 30% a conduit à une perte de rendement lors des premières années sur les deux essais (Tableau 14).

La densité conseillée est d'une plante au m²

Tableau 14. Réduction du rendement lors des trois premières années pour une densité faible (0,7 en comparaison de 1 Plante par m²).

| Lieu | Année | Rendement 1 Plante/m ² (t MS/ha) | Réduction de ren- dement 0,7 Planten/m ² (%) |
|--------------|-------|--|---|
| Zürich-Altwi | 2 | 10,1 | 36 |
| | 3 | 14,5 | 14 |
| | 4 | 19,7 | 4 |
| Anwil BL | 2 | 10,7 | 18 |
| | 3 | 13,4 | 7 |
| | 4 | 14,5 | 1 |

4.1.3.5 Expériences pratiques

4.1.3.5.1 Enquête auprès des producteurs en Bade-Wurtemberg

Selon les résultats de l'enquête, les points suivants motivent la décision de production prise par les agriculteurs.

Valorisation de terres agricoles qui seraient sinon devenues des parcelles mises en jachère ; alternative en secteurs de „Wasserschutzgebiete“ (faibles teneurs en nitrates sous le Miscanthus); faibles dépenses en intrants et charges de travail modestes.

Les expériences des agriculteurs en Bade-Wurtemberg vis à vis du Miscanthus sont très variables, les enseignements généraux suivants peuvent être tirés.

La tendance est à cultiver le Miscanthus plutôt sur des parcelles à faible fertilité, malgré les exigences de la culture. Les plants livrés n'étaient pas en état optimal pour partie des situations. Le repiquage doit intervenir immédiatement et si possible être suivi d'une irrigation afin de favoriser une reprise de végétation rapide. Un apport d'azote n'est pas nécessaire sur les sols favorables et pour les parcelles au potentiel limité, une fertilisation est peu conseillée car sinon les plantes risquent d'être encore en pleine pousse lors des premières gelées ce qui réduira les chances de résistance au froid. La pression en mauvaises herbes est particulièrement forte la première année et il convient de désherber mécaniquement ou le plus souvent chimiquement (attention au choix des matières actives). Selon les parcelles, une seconde intervention peut être nécessaire en deuxième année de culture.

Au total, on peut dire que la première année reste décisive pour la réussite de la culture. Si la culture est bien installée à l'entrée de l'hiver, alors les risques liés au rigueur de l'hiver sont faibles. La pratique a montré qu'il peut y avoir des cas où la culture est totalement compromise par les dégâts hivernaux.

La plus grande partie des parcelles implantées en Bade-Wurtemberg ont été récoltées pour la première fois en 1997. Au total, il y a eu environ 40 ha de récoltés avec une productivité moyenne de 8 t/ha. Au niveau du choix de la méthode de récolte, il y a eu de fortes interrogations et un véritable incomfort. Il n'était pas très clair s'il fallait pour faciliter l'utilisation industrielle, livrer la récolte sous forme hachée, les tiges entières liées ou bien en grosses bottes cubiques. En raison de facilité de stockage, la dernière possibilité a été le plus souvent retenue par les agriculteurs.

4.1.3.5.2 Résistance au froid et hivernation, verse de la végétation

Les rhizomes sont les organes de conservation. Des froids très intenses peuvent les endommager et conduire à la destruction totale de la culture ce qui s'est produit ces dernières années dans quelques cas pour les parcelles situées en altitude. Le risque de mauvaise hivernation de la culture est maximal la pre-

Les agriculteurs se lancent dans la culture de miscanthus pour valoriser les parcelles qui seraient en jachères et parce que la conduite est très extensive.

mière année car les plantes ne sont pas encore suffisamment développées. Ainsi, un salissement important de la parcelle peut nuire au développement des plantes et compromettre les chances de la culture à bien passer l'hiver. Le choix d'un site bien adapté et d'une lutte efficace contre les mauvaises herbes peuvent minimiser les risques de destruction hivernale.

Des essais en chambres climatiques, Mediavilla *et al.* (1997c) ont montré que des plantes de roseau de première année pouvaient supporter des températures jusqu'à -6 °C pendant 12 heures. Les plantes de deuxième année supportent des minimas jusqu'à -8 °C. Des températures plus basses occasionnent des dégâts irréversibles. Une protection des plantes à l'aide d'une couverture avec un matériau organique tel la paille, du fumier ou bien la végétation issue d'un semis d'une plante gélive (par ex. phacélie) n'a pas pu être mise en évidence. De telles méthodes sont toutefois rencontrées dans la pratique.

Très souvent, il peut se produire en hiver une verse de la végétation. Celle-ci renforce les difficultés de récolte et contrarie le séchage naturel au champ. Les causes possibles citées sont les chutes de neige, un peuplement trop luxuriant ou bien une phase de végétation non stoppée.

Le passage de l'hiver la première année est le facteur décisif pour la réussite de la culture.

La verse répétée au champ occasionne des difficultés de récolte et de séchage au champ.

4.1.3.5.3 Lutte contre les mauvaises herbes

Miscanthus est peu compétitif lors de la première année et nécessite une lutte contre les mauvaises herbes. Les adventices doivent être détruites dès le départ. Le buttage et le binage sont possibles. La lutte chimique intervient après la plantation et il peut être nécessaire la seconde année de réaliser un second désherbage. En Suisse, plusieurs produits sont utilisables en pré-levée ou en post-levée (Ammon *et al.* 1996). A partir de la troisième année, l'épais much rend tout désherbage inutile.

4.2 Etude de la possibilité d'introduction du marché

4.2.1 Economie

4.2.1.1 Cadre contractuel

En 1999, des primes d'un montant variable d'un pays à l'autre étaient proposées pour la production de plantes à fibres (Tableau 15). La culture de chanvre reçoit en UE une prime spécifique, proche de celle du lin fibres. Le Miscanthus et le Kenaf bénéficient des primes données pour les jachères. En Suisse, le chanvre fait aussi l'objet d'un traitement spécial et le montant de l'aide est nettement supérieure à celle de l'UE mais inférieure à celle du Kenaf et du Miscanthus.

Des primes variables suivant les pays existent pour la production de plantes à fibres.

Tableau 15. Primes pour la production de plantes à fibres suivant le pays (1999)

| Pays | Chanvre | Kenaf | Miscanthus |
|----------------------|---------|-------|------------|
| Suisse [CHF] | 2'700 | 3'200 | 3'200 |
| Bade-Wurtemberg [DM] | 1'292 | 710 | 710 |
| Alsace [FF] | 2'800 | 3'000 | 3'000 |

4.2.1.2 Marges brutes

Sans les primes, la production de plantes à fibres ne serait pas attractive en Suisse comme l'indiquent nos calculs de marges brutes. Elles atteignent pour le Kenaf -1 859, le chanvre-paille -1 121 et pour le miscanthus 259 CHF par hectare (Tableau 16). Avec les primes (1999), les marges brutes s'améliorent nettement : miscanthus (3'259 CHF) et chanvre paille (1'579 CHF/ha) pour les plus forts écarts. En comparaison à cela, la MB du maïs grain (y inclus les paiements directs) est de 1'400 CHF (production intégrée) et 2'000 CHF (production biologique) et pour le blé d'hiver : 3'200 CHF (Classe I, IP) et 4'700 CHF (Classe I, bio).

Sans primes, l'utilisation de plantes à fibres n'est pas concurrentielle. Les sous produits améliorent sensiblement les résultats.

Tableau 16. Rentabilité des productions de plantes à fibres en Suisse (1999)

| Type de produit | Marge brute [CHF] | |
|--|-------------------|------------|
| | Sans prime | Avec prime |
| Kenaf-Pellets | -1'859 | 1'341 |
| Chanvre paille | -1'121 | 1'579 |
| Chanvre chénevis et paille (bio) | 506 | 3'206 |
| Miscanthus-paille | 259 | 3'259 |
| Chanvre : huiles essentielles et paille (bio) | 15'450 | 18'150 |
| Variétés chanvre pauvre en THC –fleurs et paille (bio) | 23'355 | 26'055 |

Pour les agriculteurs suisses qui disposent de suffisamment de main d'œuvre et disposent des infrastructures nécessaires, la double valorisation du chanvre peut être intéressante (Tableau 16). La MB pour la production de chanvre-chénevis (graines) s'élève à 3 206, celle pour les huiles essentielles à 18 150 et pour les fleurs de chanvre pauvre en THC un sommet de 26 055 CHF/ha.

Pour la récolte des fleurs, il est nécessaire de récolter mécaniquement, de disposer d'équipements de séchage adéquat (ventilation du type séchage à foin) et si possible de nettoyage (utilisés en production d'herbes aromatiques). Pour la production d'huiles essentielles de chanvre, il est nécessaire de disposer de l'équipement à récolte des inflorescences et à distiller. Le marché pour les huiles essentielles de chanvre et de fleurs de chanvre sont nouveaux et l'on peut prévoir que les prix payés vont faiblir dans les prochaines années. La demande est instable. En Allemagne et en France, les réglementations rendent difficiles la production d'huiles essentielles ou de fleurs de chanvre pauvres en THC. Le décret UE sur la production de chanvre prévoit que la récolte ne soit réalisée qu'après formation des graines (donc en post floraison). C'est pourquoi il a été renoncé à une même démarche.

Aussi longtemps que le marché restera identique en Suisse, la production de chanvre exploitée doublement en paille et en huiles essentielles ou en fleurs restera extrêmement favorable

Tableau 17 Rentabilité des productions de plantes à fibres en Bade-Wurtemberg

| Type de produit | Marge brute [CHF] | |
|-----------------------------------|-------------------|------------|
| | Sans prime | Avec prime |
| Miscanthus-paille | -500 | 165 |
| Kenaf-Pellets | -305 | 405 |
| Chanvre-paille | -771 | 521 |
| Chanvre – graines et paille (bio) | 162 | 1'454 |

Sans les primes, en Bade-Wurtemberg, les productions de plantes à fibres ne seraient également pas économiquement intéressantes. Primes incluses, les marges brutes atteignent pour le miscanthus 165, pour le Kenaf 405, pour le chanvre paille 521 et pour le chanvre exploité en graines + paille 1'454 DM par hectare (Tableau 17). En comparaison, les MB en 1998 sont de 1'070 DM (pro-

En Bade-Wurtemberg, la double exploitation paille + graines est intéressante.

duction semi intensive) pour le maïs grain et de 1'170 DM pour le tournesol. Ceci montre que seule la double exploitation du chanvre (graines + paille) semble intéressante. Ceci a déjà été mentionné dans le chapitre sur l'enquête conduite auprès des producteurs (4.1.1.6.1).

Tableau 18. Rentabilité de la production de plantes à fibres en Alsace

| Type de produit | Marge brute [CHF] | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------|
| | Sans prime | Avec prime |
| Produktlinie | Deckungsbeiträge [FF] | |
| | ohne Prämie | mit Prämie |
| Miscanthus-paille | -573 | 2'227 |
| Kenaf-Pellets | -219 | 2'781 |
| Chanvre-paille | 399 | 3'212 |
| Chanvre – graines et paille (bio) | 1'252 | 4'052 |

La situation est assez proche en Alsace. Sans les primes, l'intérêt des plantes à fibres est faible. Avec les primes, les marges brutes atteignent pour le chanvre-paille 2'227, pour le Kenaf 2'781 et pour le miscanthus 3'212 FF/ha (Tableau 18).

En comparaison, un maïs irrigué atteint en bonne condition 5'750 FF et un blé 4'800 FF.

4.2.1.3 Charges en travail

Le Miscanthus avec seulement 19 heures de main d'oeuvre par hectare est la culture la plus extensive (Tableau 19). C'est aussi celle qui nécessite le moins d'heures de traction mécanique. La culture de Miscanthus montre des différences sensibles entre l'année d'implantation et les années de récolte. La première année, la charge de travail est de 24 heures puis elle se réduit à 19 h par la suite (y inclus les heures de transport du produit récolté).

La plus forte charge de travail se retrouve pour l'exploitation double du chanvre –huiles essentielles et fleurs. Grâce au prix élevé pour l'instant des graines et huiles de chanvre, des huiles essentielles et des fleurs de chanvre, la productivité du travail reste toutefois très rentable (respectivement 122, 190 et 261 CHF par heure de travail). Bien que nos calculs aient été réalisés sur la base de productions biologiques, il existe actuellement un marché important pour des produits (graines, huiles et fleurs) de la production intégrée. Il faut remarquer que la récolte du Miscanthus et du Kenaf s'effectue en hiver ou au début du printemps. Ceci est particulièrement avantageux pour l'organisation du calendrier de travail (pas de compétition forte).

En Alsace, la production de miscanthus et de chanvre doublement exploité semblent intéressants.

Le Miscanthus est de loin la culture la plus extensive et la moins exigeante en travail.

Tableau 19. Charge en travail et productivité du travail en Suisse du N.O.

| Type de produit | Charge de travail [h] | | Productivité du travail [CHF/h] MB avec prime |
|--|-----------------------|----------|--|
| | Travail | traction | |
| Kenaf-Pellets | 35 | 29 | 38 |
| Chanvre paille | 27 | 28 | 59 |
| Chanvre graines et paille (bio) | 34 | 33 | 96 |
| Miscanthus-paille | 19 | 18 | 174 |
| Chanvre- huiles essentielles et paille (bio) | 95 | 68 | 190 |
| Chanvre- fleurs pauvres en THC et paille (bio) | 100 | 69 | 261 |

4.2.1.4 Bilan

Pour un agriculteur, la culture de plantes à fibres est à considérée de manière distincte suivant la culture et le pays. Les primes sont indispensables et constituent une grande partie de la marge brute.

La compétitivité du Miscanthus en Suisse et en Alsace est semblable aux autres cultures comparées.

Miscanthus : culture extensive. Elle atteint en Suisse des niveaux de marge comparables à ceux du blé d'hiver des classes de qualité médiocre. En Alsace, la culture est moins rentable qu'un blé d'environ 1 500 F et en Bade Wurtemberg elle n'est guère envisageable avec seulement 165 DM de MB. Il ne faut oublier ici de dire que dans le passé, la demande en marchandise récoltée avait été surestimée. Actuellement, dans le Bade Wurtemberg pour le moins, il n'apparaît pas de perspectives d'écoulement pour de plus grosses quantités de produits..

Kenaf : son marché est actuellement inexistant et même les calculs théoriques n'ont pas de signification pratique, les niveaux atteints sont peu attractifs.

La culture de chanvre mérite une distinction suivant le type d'exploitation. Pour une simple valorisation de la paille, la marge brute en Suisse est du même niveau qu'un maïs (Production intégrée) mais nettement plus bas que celle d'un blé d'hiver. En Bade Wurtemberg, la marge atteint environ 500 DM ce qui est nettement en deçà du maïs grain ou dur tournesol. En Alsace, sa marge brute serait (il n'y a actuellement pas de surfaces) en dessous de celle d'un blé d'environ 2 000 FF/ha.

Pour une valorisation double, l'intérêt économique de la culture du chanvre est tout autre. Si l'on ajoute le produit des graines à celui de la paille, la marge du chanvre passe au dessus de celles du maïs grain et du tournesol en Bade Wurtemberg et en Alsace elle rivalise alors avec celle du blé. En Suisse, il existe également l'alternative particulièrement rentable (pour les exploitations qui s'en donnent les moyens) d'une exploitation pour la production d'huiles essentielles ou de fleurs. Abschätzung des Marktpotentials

La rentabilité de la culture de Kenaf n'est pas correcte dans les régions étudiées.

La production de chanvre à double valorisation (chênevis+ paille) est intéressante dans les trois pays.

4.2.2 Estimation du potentiel suisse

4.2.2.1 Suisse'

Le Tableau 20 donne un aperçu des potentiels de marché en Suisse à court et long terme. Les plantes à fibres les plus connues, produisables localement et dotées des meilleurs potentiels sont le chanvre et le lin fibres. Différentes raisons concourent à cela : la relative simplicité des techniques culturales, les propriétés techniques des fibres (par ex. longueur des fibres et la solidité), les multiples possibilités d'utilisation potentielles et aussi la popularité de ces plantes comme matière première renouvelable dans la plupart des régions en Europe, pour partie en Asie et de plus en plus en Amérique et Canada. L'estimation trouvée pour le lin fibres est étonnante dans le sens qu'il n'existe en Suisse pour l'instant pas de production. Toutefois, cette fibre est et a été toujours disponible dans le commerce (textile).

L'estimation du potentiel pour le lin fibre fut surprenante

Le Miscanthus est utilisée en grande partie pour des produits à faible valeur ajoutée, même si les fibres sont introduites des matériaux plastiques, dans lequel cas ils ne nécessitent pas d'être fortement isolés. Les atouts du Miscanthus qui favorisent la production de masse de produits à faible valeur ajoutée sont sa production extensive, sa pérennité et sa forte productivité.

Le Miscanthus est préféré pour des produits de faible valeur ajoutée.

Le potentiel de marché du kenaf est le plus faible. Bien que les fibres de kenaf soient disponibles à partir de firmes qui en commercialisent à partir d'approvisionnements provenant de productions réalisées à l'étranger, (T. Grether, IBF AG, communication personnelle 1998), la connaissance des experts questionnés est pour cette espèce la plus faible. Ce constat peut être également transposé à l'Europe entière dans laquelle l'utilisation de fibres de kenaf est largement plus rare que celle de lin ou de chanvre. Les choses

Il n'existe pas de marché potentiel pour le kenaf.

sont inverses USA, où le Kenaf est mieux connu par ex. pour son potentiel dans la production de papier (Fuller et Doler 1994, Neill et Kurtz 1994).

Tableau 20. Synthèse des marchés potentiels dans les différentes branches d'activités en Suisse

| Branche | Gamme de produits | Culture | Marché potentiel | |
|--------------------------------|---|---------------------------------|---|--|
| | | | Court terme (< 3 ans) [t/an] | Long terme (pas avant 3 ans) [t/an] |
| Production de Papier | Filtre papier technique | chanvre | aucun | 5 000 (lié à certaines conditions) |
| Commerce de papier | Entre autres papier design, peu de papier bureau | chanvre | 15 à 20 | éventuelle diminution vu la mode actuelle |
| Tissage | Différents tissus | Lin, chanvre | 100 lin, 15 chanvre | Probablement pas d'augmentation |
| Commerce du textile | Habillage de surface, textiles d'intérieur | Lin, chanvre | Pas de données concrètes | Lin : marché stable Chanvre : progression voire niche de marché |
| Matériaux d'isolation | Plaques d'isolant | chanvre, lin | Isolant alvéolaire : 375 (chanvre) Matelas isolant : >10 | 5 00 - 1000 |
| Béton de fibres | Protection contre les fissures | Lin, chanvre | Pas de données concrètes; Interêt présent | Substitution partielle aux fibres de verre et de polypropylène |
| Plaques de construction | Plaques de résidus | Chanvre, lin, miscanthus; Kenaf | Pas de données concrètes Interêt présent | Besoin minimum : 2500 Chips |
| | Éléments de construction | chanvre, (lin?) | 400 plaques | progression |
| Construction en terre | Brique d'argile, crépis | Chanvre, lin, miscanthus | 10 à 20 | Forte augmentation |
| Jardinage | Ersatz de tourbe, Mulch, paillage | Chanvre, miscanthus | Chanvre : 20 Roseau de chine : 800 | Forte augmentation |
| Geo textiles | Espaces verts | Lin, chanvre | Pas de données précises | 100 à 150 |
| Plastiques renforcés de fibres | Composant secondaire de la matrice : récipients, emballages, Automobile, autres | Miscanthus, chanvre, lin | 1 000 à 1 500 | progression |
| | Composant principal de la matrice (pratique d'injection) | chanvre, lin fibres | 100 | progression |

Les Figure 19 et Figure 20 montrent , que pour le moment, tous les produits de faibles valeur ajoutée, peuvent être produits à des prix compétitifs avec des faibles coûts techniques de productions.

Ceci est avant tout conditionné par deux facteurs :

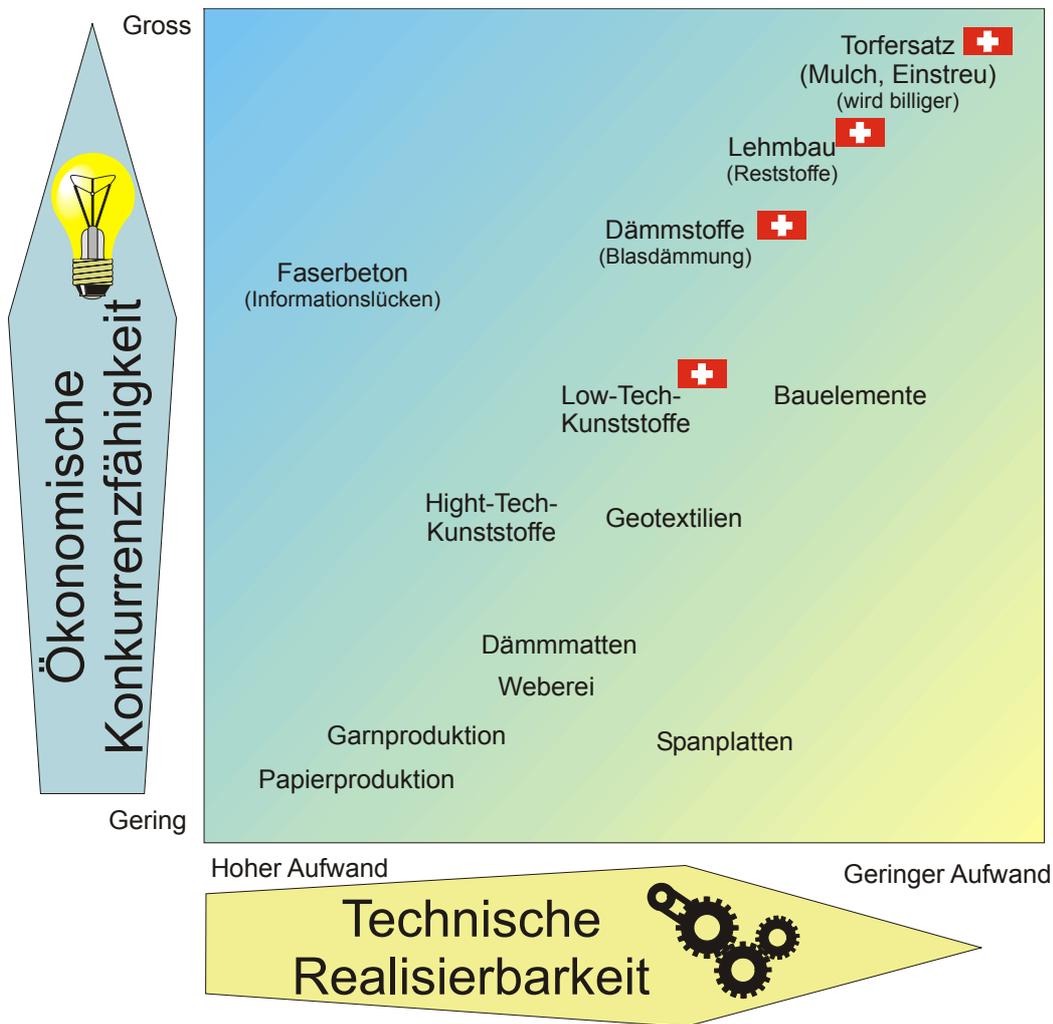
Premièrement, la préparation des fibres et en partie également la récolte est en Suisse génératrice de coûts élevés car l'infrastructure nécessaire manque. Ainsi, des fibres fines ne peuvent pas être produites car les installations d'extraction des fibres manquent et la marchandise nécessaire doit être importée. Il reste à préciser sous quelles conditions seraient une extraction de fibres en Suisse permettrait d'obtenir des fibres meilleurs marché que celles de l'importation.

Une seconde raison expliquant la relative faible compétitivité de quelques produits à forte valeur ajoutée est le fait que nombre de ces produits sont produits après de nombreuses étapes dotées d'un coût technique élevé. Les équipements techniques sont adaptés à des matières premières conventionnelles et l'introduction de nouveaux matériaux peut occasionner des adaptations techniques coûteuses ou de nouveaux process d'optimisation, qui se répercutent sur la compétitivité économique (par ex. dans la branche du papier ou du tissage).

Pour l'instant, l'essentiel des produits sont à faible valeur ajoutée.

L'absence d'une infrastructure d'extraction des fibres constitue pour l'instant le handicap principal.

Dans ce sens, il existe actuellement une corrélation évidente entre faisabilité technique coûteuse et faible compétitivité économique.



 Zur Zeit mit Rohstoffen aus einheimischem Anbau produziert

Figure 19. Comparaison qualitative des gammes de produits au niveau de leur faisabilité et de leur compétitivité

Une autre raison qui explique la faible compétitivité des produits est le coût des matières premières qui oblige d'ailleurs à se tourner vers des produits à fortes valeur ajoutée. Dans les conditions actuelles, les plantes à fibres sont très dispersées géographiquement, les champs de production petits (problème de coordination), les voies de transports sont souvent longues et les machines pour la récolte doivent être en partie provenir d'Allemagne. Ainsi, les fibres de chanvre ou de lin ne peuvent pas être concurrentielles des matières premières de masse bon marché telles que le coton (textiles) ou le bois (papier) et uniquement entrer au mieux dans la composition de produits spéciaux (par exemple textiles hospitaliers nobles, papiers techniques spéciaux).

En dehors des gammes de produits dans lesquelles des matières premières renouvelables agricoles sont déjà introduites et pour lesquelles il est exclu de tabler sur une croissance du volume de marché (à l'exception du commerce de papier et des textiles à base de lin), il semble que les domaines suivants aient les chances les plus réalistes pour une utilisation future principalement de chanvre et de linfibres : béton de fibres, plastiques renforcés de fibres avec forte par-

La faible compétitivité économique et les prix élevés des matières premières entravent un large développement.

En dehors des possibilités d'utilisation connues, des chances réalistes se trouvent dans le béton fibres, les tissus high-tech renforcées en fibres et les néotextiles.

ticipation à la matrice de fibres et tissus peu dense de fibres tels les géotextiles pour les espaces verts.

Pour ce qui concerne le béton à fibres, il manque actuellement avant tout des informations de base sur les aptitudes techniques et des expériences d'application. Si l'aptitude était confirmée par des essais adéquats, il y a dès à présent un intérêt dans cette branche pour l'utilisation de fibres si bien qu'une partie des fibres de verre et des polypropylènes pourrait être remplacée.

Pour une (re) végétalisation de pentes et la protection contre l'érosion, des géotextiles issus de fibres de chanvre et de lin pourraient se substituer aux toiles de jute et fibres de noix de coco. Une demande n'est pas encore perceptible au niveau des clients mais un intérêt à été observé chez les vendeurs distributeurs. Le facteur le plus limitant risque d'être la compétitivité économique qui laisserait envisager plutôt une substitution des fibres de coco que de fibres de jute..

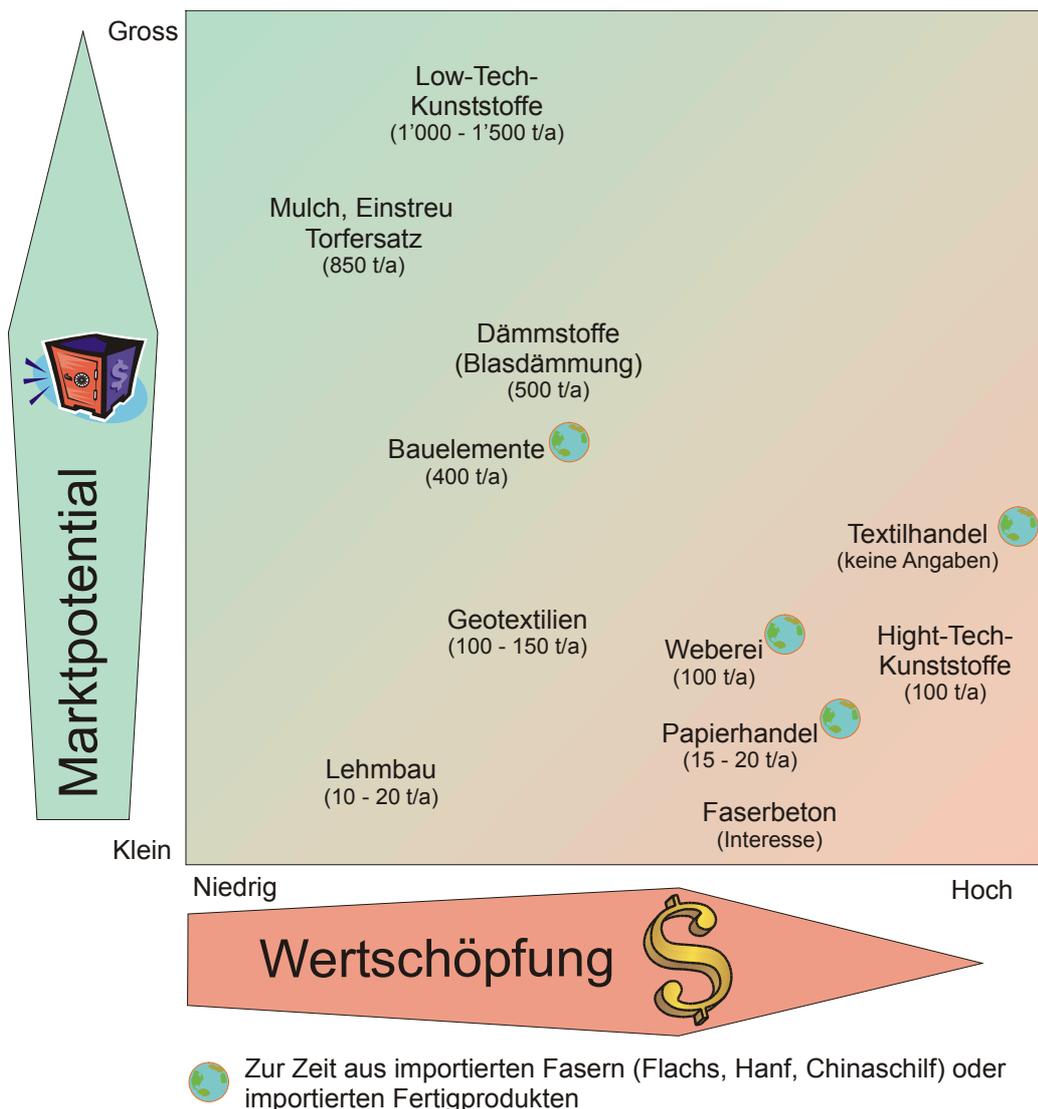


Figure 20. Comparaison qualitative des gammes de produits pour ce qui concerne leur marché potentiel et leur valeur ajoutée

Dans le domaine des plastiques renforcés avec des fibres finement purifiées (plastiques „High-Tech“), des produits à forte valeur ajoutée sont possibles. Un intérêt pour ces produits existe dès à présent chez les vendeurs comme chez les clients. Cependant, il manque là aussi d'expériences en application et sur les propriétés résultantes des produits. On peut mentionner la difficulté à préparer des fibres sous forme d'étoupes homogènes ou de textiles ou de fibres in-

Le développement et l'introduction sur les marchés pourraient être fortement influencés par l'évolution de certaines réglementations.

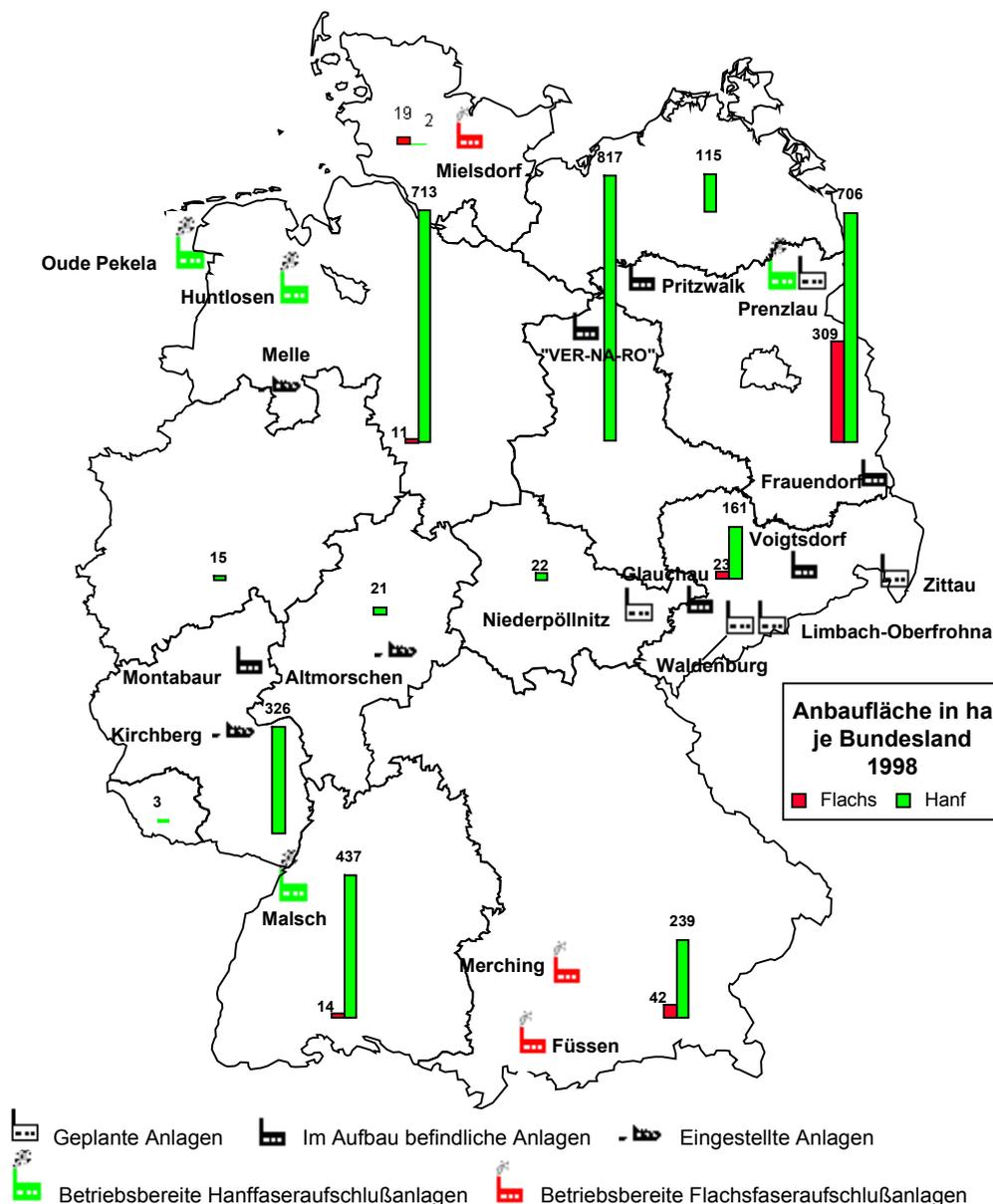
dividuelles avec si possible des dimensions de fibres uniformes. Bien que les coûts des matières premières sources de fibres naturelles pourraient devenir plus abordables, il a été conclu à une capacité de concurrence économique faible à moyenne en raison du coût élevé de préparation qui pourrait toutefois conduire à une substitution partielle des fibres de verres.

Selon les estimations d'experts et les données issues de la bibliographie, dans les trois gammes de produits (béton de fibres, géotextiles et plastiques High-Tech) il pourrait être réalisé des parts de substitution significatives de matières premières conventionnelles par des matières premières renouvelables. L'introduction de ces produits sur les marchés puis leur établissement ont donc de bonnes chances selon les paramètres enquêtés. Le développement et l'introduction sur les marchés pourraient être fortement influencés par une évolution de certaines conditions de la réglementation.

4.2.2.2 Bade-Wurtemberg

Dans l'Allemagne entière, il y a actuellement au total six industriels qui extraient et préparent les fibres de chanvre et de lin (Figure 21). On doit cependant constater que "...les nombreuses et coûteuses actions dans le secteur du **lin** n'ont débouché ni sur des surfaces significatives ni sur une utilisation industrielle renforcée." (Ministère fédéral de l'Espace rural 1998). Un marché potentiel plus important pour les fibres de lin n'est donc pas entrevu par les services officiels.

En Allemagne, il n'a pas de plus fort potentiel pour le lin.



En Allemagne, il y a six installations industrielles de préparation de fibres.

Quelle: BMELF, Faserpflanzen, Bericht des Bundes und der Länder, 1998

Figure 21. Installations de préparation de fibres et surfaces cultivées en lin et en chanvre en Allemagne - 1998.

Au contraire, les potentiels du marché semblent plus importants pour le **chanvre**. En 1996 en Bade-Wurtemberg, l'entreprise Bafa a été la première unité allemande opérationnelle de préparation des fibres de chanvre.

Depuis, il y a eu chaque année environ 400 ha de chanvre de transformés. A moyen terme, il est escompté une transformation de 800 ha. Les fibres obtenues dans cette unité de séparation des fibres brutes sont ensuite travaillées dans d'autres installations de transformation en matériau d'isolation. Une grosse part des fibres est aussi utilisée par l'industrie automobile.

Il y a eu également des études de réalisées dans ce domaine dans le cadre du projet. En 1996, 6 agriculteurs de l'union des producteurs de plantes à fibres ont produit du chanvre pour le centre de recherche de la firme Daimler-Benz. Les aspects culturaux et les qualités des fibres étudiés des différentes parcelles ont été selon l'entreprise Daimler Benz pleinement satisfaisant pour leur secteur d'utilisation. Des essais de substitution de fibres de verre par des fibres de

Le marché potentiel est plus important pour le chanvre. En Bade-Wurtemberg, 400 ha de chanvre sont transformés chaque année.

Des isolants et des matières composées utilisés en industrie automobile sont actuellement produites avec des fibres de chanvre.

chanvre ont été conduits dans le centre de recherche. La capacité insuffisante de préparation des fibres a été identifiée en 1996 comme le principal problème. Le remplacement de fibres de verre par celles de chanvre semble donc réalisable dans le futur pour certaines parties des voitures. Les fibres de chanvre actuellement utilisées dans l'industrie automobile sont intégrées dans les garnitures intérieures des portières de voitures et autres plastiques renforcés analogues.

Les sous produits récoltés lors du défibrage telle que la **chênevotte** ont trouvé un marché et sont valorisés sous forme de litière à animaux. A côté des produits existants, de nouveaux produits sont en permanence inventés et développés par de petites à grosses entreprises. Ainsi, il a été fabriqué des sommiers de lits avec des étoupes de tiges de chanvre. L'imagination semble n'avoir pour utilisation du chanvre aucune limite. En quelle mesure ces produits perdureront sur des niches de marchés reste à suivre.

La commercialisation et l'écoulement des graines de chanvre ou **chênevis** sont assurés en Bade Wurtemberg par une grosse firme ('Hanf-Dampf'). En 1999, 200 ha de chanvresont sous contrat rien qu'avec cette firme, essentiellement en production biologique.

Au contraire du développement et des bons résultats du marché pour le chanvre, les efforts d'ouverture d'un marché pour le **Miscanthus** en Bade Wurtemberg ne sont pas encore couronnés de succès. Malgré une collaboration active avec les groupements de producteurs et de perspectives de marché toujours porteuses, les potentiels du marché restent modestes. Dès 1995, il s'est constitué un groupe de travail sur le Miscanthus avec des représentants de l'agriculture, de la recherche, de l'industrie et des gestionnaires de l'eau sous la conduite de l'institut pour une agriculture respectueuse de l'environnement de Müllheim. Une activité de recherche sur le thème „application des produits de miscanthus“ a été réalisée par certains membres de ce (Steinbeis 1995). Malheureusement, aucune de ces possibilités d'application n'a pu être mise en oeuvre. Lors d'une dernière rencontre du groupe en février 1999 à Müllheim, l'unique possibilité de valorisation à court terme relevée était la transformation thermique (biomasse). Mais pour ceci également, des entraves existent. Ainsi, les chaufferies existantes ne sont pas équipées techniquement pour le brûlage du Miscanthus et ne disposent pas d'autorisation.

En relation avec les réunions du groupe de producteurs, il convient de mentionner positivement une rencontre qui a eu lieu avec le producteur alsacien de Miscanthus, M. Ditner. M. Ditner a haché le Miscanthus et a essayé de le vendre comme couvre sol naturel sous le nom 'Biosanthus'.

Pour le **Kenaf**, il n'existe actuellement pas de marché potentiel en Bade Wurtemberg. Les récoltes des surfaces produites en 1995 n'ont pas été commercialisées du fait de la défection de l'entreprise qui devait les reprendre. Une autre possibilité de commercialisation ne s'est jusqu'à présent pas présentée.

Après les questions liées à la production et la faisabilité technique des nouveaux produits à base de fibres, les utilisateurs sont la composante la plus importante pour l'introduction sur le marché de ces produits. Sans une bonne information sur les avantages écologiques des produits à base de fibres naturelles, aucun client ne sera disposé de s'orienter vers des produits à base de fibres végétales, comme par ex. les panneaux d'isolation thermique. Une liste de notre propre production en matière de communication est donnée en annexe

Pour les produits secondaires du chanvre telles que la chènevotte (partie ligneuse des tiges) et le chènevis (graines), il existe un marché lucratif.

Le marché potentiel pour le Miscanthus en Bade-Wurtemberg est encore modeste.

Il n'existe pas de potentiel actuel pour le kenaf.

4.2.2.3 Comparaison Suisse du N.O., Bade Wurtemberg et Alsace

La comparaison entre les pays du Rhin supérieur pour ce qui concerne les caractéristiques des marchés pour les fibres végétales n'est pas facile. La Suisse du nord-ouest et le Bade Wurtemberg semblent proche au niveau de l'estimation (

Tableau 21). Dans les deux pays, la production de différents produits à partir de fibres végétales est comparable. En Suisse, à cause du manque d'installation de préparation des fibres, c'est plutôt le Miscanthus qui serait transformé en produits de réalisation facile (ex. substitut de tourbe et litière). En Bade Wurtemberg, au contraire, les fibres de chanvre peuvent être préparées et transformées en plastiques et matériaux d'isolation. La chènevotte est alors utilisée en co-produit. En Suisse, s'il est vrai que l'on observe des initiatives nombreuses, l'enthousiasme à l'investissement y est moindre qu'en Allemagne. En Alsace, il faudrait que la situation du marché soit tout autre pour la production et l'utilisation de fibres végétales. Le manque d'intérêt à la production, le faible degré de connaissance, la forte pression des prix et la plus faible sensibilisation envers l'écologie pourraient agir défavorablement. De plus, la production ne semble pas faire l'objet d'incitation politique en Alsace.

La sensibilité écologique et les diverses initiatives en Allemagne et en Suisse. ont favorisé l'émergence d'un marché d'un marché dans ces régions.

Tableau 21. Estimation des caractéristiques de marchés pour les fibres végétales

| Caractéristiques | Suisse du NO | Bade Wurtemberg | Alsace |
|--|--|--|--------------|
| Production de plantes à fibres | Miscanthus, chanvre | chanvre, lin, Miscanthus | (Miscanthus) |
| Produits manufacturés à base de fibres végétales | Substitut de tourbe, litière, construction en terre, isolants, plastiques Low-Tech | plastiques Low-Tech, isolants, litière | ? |
| Degré de notoriété des fibres végétales | + | + | - |
| Pression des prix des secteurs conventionnels | + | + | ++ |
| Sensibilité envers l'écologie | + | + | - |
| Initiative | ++ | ++ | ? |
| Facilité d'investissement | - | + | ? |

5 Transposition dans la pratique

5.1 Production

5.1.1 Chanvre

5.1.1.1 Adaptation au climat et aux sols

L'expérience a montré que la production de chanvre est particulièrement bien adaptée au Rhin supérieur. La culture de chanvre y était autrefois traditionnelle et largement répandue. Le chanvre se comporte assez bien même en zone situées en hauteur bien que le rendement y soit réduit. Sa bonne adaptation s'exteriorise entre autres par le fait qu'aucune intervention de désherbage ou de protection de la culture n'est nécessaire.

La culture de chanvre est particulièrement bien adaptée au Rhin supérieur. Désherbage et protection de la culture ne sont pas nécessaires. Pflanzenschutz sind völlig überflüssig.

5.1.1.2 Choix variétal

Si nous avons pu tester un grand nombre de variétés dans nos essais, le choix variétal dans la pratique n'est pas si important. A côté des aspects agronomiques, différents autres facteurs viennent limiter le choix variétal. Il convient d'absolument respecter les arrêtés réglementaires. Depuis que de nouveaux pays (par ex. en 1998 Canada et Italie) se sont mis à aussi produire du chanvre, la disponibilité en semences de chanvre est limitée, voire précaire. De plus, on observe un certain protectionnisme volontaire des établissements obtenteurs (entre autres ceux de France) qui limitent la production de semences ou qui ne mettent pas la semence à disposition de tous. Dans l'Union Européenne, il sera de plus exigée à partir de 2001 pour que les variétés soient inscrites que leur teneur THC soit inférieure à 0,2%. Il est pour l'heure difficile de savoir quelle répercussion cette nouvelle règle va t'elle avoir en Suisse.

Les lois concernant le choix variétal doivent être absolument respectées. Les aspects agronomiques ainsi que le type de valorisation sont éléments importants du choix variétal.

Il reste à observer que selon l'objectif de production, simple utilisation des fibres ou double valorisation fibres + graines, des variétés différentes doivent être cultivées. Dans nos essais, il a été mis en évidence que les variétés tardives et dioïques ne sont pas adaptées à une double valorisation. Les propriétés des différentes variétés de chanvre sont décrites dans le Tableau 8 .

5.1.1.3 Semis et entretien

Un avantage environnemental considérable en faveur de la culture de chanvre se retrouve au niveau de l'impasse possible sur le désherbage et les interventions de phytoprotection. Une condition nécessaire est de réaliser un semis suffisamment dense. Pour ces raisons, le semis de chanvre ne doit pas être fait à une densité de semis inférieure à 30 kg/ha pour une production de graines. Pour la production de fibres, la densité doit être comprise entre 30 et 60 kg/ha. Une faculté germinative suffisante est à chaque fois indispensable.

Un semis suffisamment dense permettra d'épargner un désherbage. Nous conseillons pour la production de graines de ne pas descendre en dessous de 30 kg/ha et pour la production de fibres d'atteindre 30 à 60 kg/ha .

La production de chanvre peut être influée par la densité de peuplement (Tableau 22). Il est donc important non seulement d'obtenir une végétation exempte d'adventices mais que celle-ci permette de réaliser une récolte sans problèmes et un emploi des intrants écologiquement et économiquement optimal.

Tableau 22. Avantages et inconvénients de différentes densités de semis et de la fertilisation azotée sur le peuplement

| Forte densité de semis | | Faibles densité |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| + | Charges de semences | - |
| + | Densité de peuplement | - |
| - | Problème de désherbage | ++ |
| + | Auto éclaircissage | - |
| - | Probleme de ravageurs | ++ |
| + | Rendement tiges et fibres | -- |
| - | Rendement en graines | + |
| - | Probleme avec la récolte en tiges | - |
| + | Probleme avec la récolte en graines | +++ |
| Apport N élevé | | apport N faible |
| + | Danger de lessivage | - |
| + | rendement (tiges, fibres, graines) | - |
| ++ | Probleme de récolte | + |
| + | Exportations N- et K ₂ O | - |

5.1.1.4 Fertilisation

Pour la conduite de la fertilisation azotée, il convient de prendre en compte différents facteurs. Il faut considérer la minéralisation du sol mais aussi intégrer dans la réflexion les techniques de récolte et des considérations environnementales et économiques (Tableau 22).

Dans les essais et dans la pratique, il a été démontré qu'une fertilisation importante (de plus de 100 kg N/ha) conduisait à des difficultés de récolte considérables (verse de la végétation, technique de récolte mal adaptée aux végétations très développées). La rentabilité de la fumure azotée vis à vis du produit récolté (tiges, graines) n'est pas démontrée et restera mauvaise tant que les prix du produit brut de récolte resteront faibles et que la grosse part de la marge brute se fera par la prime. Il convient de plus de se rappeler que la valeur écologique des matières premières renouvelables vient de l'économie réalisée en matières fossiles. Malgré un effet important de la fertilisation azotée sur le rendement, il convient donc de considérer celle-ci comme finalement d'effet assez peu intéressant.

Le rendement en matière brute peut être optimisé pour une fertilisation azotée comprise entre 85 et 100 kg/ha pour la production de tiges et 50 à 85 kg N/ha pour la production de graines. Si l'on ne dispose pas d'expérience de la culture et la récolte, il est plus prudent de réduire encore les apports en azote. En plus de cela, il convient d'apporter 30 kg P₂O₅, 120 kg K₂O et 6 kg Mg. Les engrais de ferme peuvent être utilisés mais sont d'efficacité limitée.

Afin de réduire au maximum les risques de pertes de nitrates par lessivage, il convient de ne pas apporter l'azote trop tôt surtout pour les cultures à faible peuplement. Nous conseillons donc d'apporter l'essentiel de l'azote à un stade correspondant à une hauteur de plantes de 20 à 30 cm.

Dans nos essais, nous avons montré que les reliquats en azote minéral (N_{min}) après la récolte du chanvre restaient toujours inférieurs à 45 kg N/ha même pour des apports d'azote élevés.

5.1.1.5 Récolte

La technique de récolte du chanvre a fait l'objet de différents développements. Pour l'obtention exclusive de fibres, le système de récolte „HempFlax-System“, développé en Hollande, a fait ses preuves. Cette technologie est disponible via un entrepreneur en Bade Wurtemberg. Suivant l'état de la culture, par exemple en cas de verse de la culture, on peut toutefois rencontrer des difficultés avec cette technique. Pour la récolte supplémentaire de graines (chènevis), il est nécessaire d'employer une moissonneuse batteuse, mais cela n'est pas sans po-

Une forte fertilisation azotée (supérieure à 100 kg N/ha) conduit à des difficultés de récolte considérables et n'est pas économiquement rentable

L'apport principal en azote doit être réalisé au stade 20 à 30 cm.

Le technique de récolte pour la production de fibres est au point.

ser problèmes. La raison principale en est que la barre de coupe ne peut pas être suffisamment élevée pour ne ramasser que les inflorescences. Si la barre est placée par ex. à 1,5 m de hauteur, la machine doit encore avaler environ 1 m de tiges avec les inflorescences car les plantes atteignent au minimum 2,5 m. Ceci conduit à de très forte charge du système de battage. La double exploitation grains-graines ou fleurs-tiges est donc encore difficile. Ceci montre bien qu'il convient en prévision d'une double exploitation de la culture à s'appliquer à bien choisir la variété et établir une densité optimale.

5.1.2 Kenaf

5.1.2.1 Adaptation au climat et aux sols

A cause de ses besoins énormes en chaleur (minimum de 16 °C), le Kenaf est seulement adapté aux meilleures secteurs et pour des années favorables. Ceci limite fortement sa production et montre les risques important d'échec certaines années. Cette problématique laisse penser que son adaptation à la plaine du Rhin est discutable.

A cause de ses besoins en chaleur élevés, le Kenaf n'est pas bien adapté à la plaine du Rhin supérieur.

5.1.2.2 Désherbage et lutte contre les maladies

En raison de températures insuffisantes, le Kenaf souffre souvent de la concurrence exercée par les mauvaises herbes à développement rapide. Afin d'éviter cela, il convient de désherber fortement préventivement (en pré-semis ou en prélevée). Le plus souvent, une intervention mécanique s'avère par la suite également nécessaire. A l'automne, le Kenaf fait l'objet d'attaques importantes de pourriture grise (*Botrytis cinerea*). Ceci bloque la croissance des tiges et nuit à la qualité des fibres. Une lutte est impossible.

Sans un désherbage intensif, la culture du du Kenaf est impossible.

5.1.2.3 Choix variétal

Les variétés actuellement disponibles sont assez peu adaptées aux conditions des pays d'Europe de l'Ouest. La plupart sont originaires du sud des USA, des caraïbes ou d'Asie du sud-est. Un seul programme de sélection vient de se mettre en route en Espagne et les résultats ne sont pas encore là. Pour un développement en Europe, il conviendrait que des travaux de sélection soient engagés plus intensément et dans plusieurs sites. L'introduction du maïs dans les années 60 a pu se faire justement grâce à un tel effort de sélection. Mais comme la signification économique du Kenaf est bien moindre, on peut douter de tels efforts.

On peut se demander si l'on disposera dans quelques années de variétés mieux adaptées aux conditions régionales.

5.1.2.4 Semis et fertilisation

Afin de réduire les difficultés de salisemnt en mauvaises herbes, il convient d'assurer un semis à densité suffisante. Les conseils sont de semer un minimum de 35 graines germantes par m², ce qui correspond à environ 14 kg/ha. Le semis avant mai est à déconseiller à cause de risques de coup de froid tardif et des besoins élevés en chaleur .

Dans nos essais, un effet positif des la fertilisation azotée n'a pas pu être mis en évidence. Le risque de lessivage en nitrates existe donc pour des apports élevés en azote. Afin de les limiter, il convient de se limiter à un fumure azotée de maximum 30 à 60 kg N/ha.

Les apports d'azote s'avèrent sans effet positifs sur la culture de kenaf. Il convient de limiter les apports.

5.1.2.5 Récolte et qualité des fibres

La récolte de Kenaf en hiver avec une ensileuse à maïs se fait sans difficultés. Elle se réalise pendant une période creuse en charge de travail. Grâce au séchage au champ pendant l'hiver, un séchage après récolte n'est pratiquement plus utile. La qualité des fibres est cependant un peu atteinte et l'utilisation plus limitée. Les bons rendements atteignent 4 à 6 tonnes de MS/ha.

5.1.3 Miscanthus

5.1.3.1 Adaptation au climat et aux sols

A cause de son caractère pluriannuel, le site d'implantation est à bien raisonner. Lors du premier hiver, le miscanthus est sensible aux gelées et des destructions hivernales ont déjà été observées en des situations d'altitude et pour des sols défavorables. Il dispose normalement en situation de moyenne de suffisamment d'eau. Sur ces sites, des végétations de miscanthus très spectaculaires ont pu se développer. L'affirmation que le Miscanthus ne serait pas adapté à notre région, ne peut donc pas être confirmée.

Le danger de destruction hivernale existe surtout pour des sites situées en altitude.

5.1.3.2 Entretien

Aucun ravageur et aucune maladie n'occasionne de dégâts jusqu'à présent au Miscanthus. La lutte contre les mauvaises herbes est toutefois importante la première année et éventuellement la seconde. Elle est réalisée la plupart du temps chimiquement et mécaniquement. A partir de la 3^{ème} année, aucune intervention n'est plus nécessaire.

5.1.3.3 Fertilisation et protection de la nappe

Un aspect très positif de la culture de Miscanthus est qu'elle ne nécessite aucun apport d'azote et qu'elle assure une protection maximale de la nappe phréatique. Les reliquats en nitrates relevés au printemps et en automne ont été à chaque fois très faibles.

Le Miscanthus assure une protection maximale de la nappe phréatique.

5.1.3.4 Récolte

La récolte qui se pratique au printemps est avantageuse pour des raisons écologiques et de répartition de charge de travail. On a pu rencontrer des verses intervenues en hiver (par forte charge en neige) qui ont parfois contrarié fortement la récolte. En pratique, les récoltes ont varié entre 10 à 15 tonnes de MS par hectare.

La verse peut rendre la récolte difficile.

5.2 Introduction sur les marchés

5.2.1 Rentabilité

La prime octroyée conditionne actuellement fortement le résultat économique de la culture. En Suisse du nord-ouest et en Alsace, la marge brute du Miscanthus est plus ou moins comparable avec celle des autres cultures. En Bade Wurtemberg, elle par contre plus faible.

Il n'y a pour l'immédiat plus de marché pour le Kenaf ce qui conduit à des marges théoriques extrêmement faibles.

La production de chanvre pour la paille est pour les agriculteurs en Suisse de rentabilité comparable aux autres cultures. En Bade Wurtemberg et en Alsace, la simple exploitation des tiges n'est pas aussi rentable. La double exploitation du chanvre semble en revanche très intéressante.

5.2.2 Potentiels des marchés

Le marché potentiel présent est spécifique au pays concerné. En Suisse du nord-ouest il faut s'attendre à ce que la gamme de produits suivante s'oriente de plus en plus vers les fibres végétales indigènes : matériau d'isolation, plaques d'agglomérés, plastiques renforcés en fibres et produits de jardinage. A côté du chanvre et du Miscanthus, le lin pourrait prendre de plus en plus d'importance. Le manque d'affluence d'investissements dans ces domaines porte cependant matière à souci.

Pour des raisons analogues, le marché en Bade Wurtemberg (

Tableau 21) offre des créneaux pour les mêmes types de produits qu'en Suisse (plastiques renforcés de fibres et isolants). La présence d'une unité industrielle d'extraction et de préparation des fibres (BAFA) a fortement favorisé le développement de la production de chanvre et son entrée sur les marchés. Grâce à la poursuite de recherche et à l'application de technologies de transformations existantes de nouveaux produits supplémentaires à forte valeur ajoutée pourraient arriver sur le marché : plastiques High-Tech, nouveaux textiles spécialisés et haut de gamme.

En Alsace tout semble indiquer qu'il n'y aura pas de marché potentiel pour les fibres végétales avant long terme (> 3 ans). Il convient de dire que l'éventuel démarrage de la production de chanvre pourrait exercer un effet positif sur l'industrie et le commerce.

Les paiements compensatoires conditionnent la rentabilité de la culture

En Suisse du nord-ouest et en Bade Wurtemberg, le marché potentiel pour les fibres végétales va continuer à progresser.

6 Perspectives et conclusion

6.1 Coopération transfrontalière

La coopération transfrontalière a été très forte dans le cadre du projet entre la Suisse du nord-ouest et le Bade Wurtemberg. A côté des activités de recherche commune, il y a eu échanges de machines pour la récolte et transports de grosses bottes de paille de chanvre et de Miscanthus. Les frontières sont ouvertes à des échanges commerciaux. En Alsace aussi, du Miscanthus a été produit pour une société suisse. Si la communication est renforcée et les résultats économiques optimisés, il devrait être possible dans le futur de produire du chanvre en Alsace pour le marché allemand.

La coopération avec l'Alsace devra être améliorée.

6.2 Protection de l'environnement

Le Miscanthus et le Chanvre peuvent être cultivés en respect de l'environnement. En comparaison des autres cultures, ils protègent la nappe et permettent de réduire sensiblement l'usage des intrants chimiques. Ceci n'est pas le cas pour le Kenaf.

Miscanthus et chanvre peuvent être cultivés avec respect de l'environnement.

6.3 Recherche et développement de la culture

Pour une meilleure faisabilité de l'exploitation double de la paille du chanvre avec graines ou fleurs, il faut poursuivre le travail. Il reste vanat tout des références à obtenir pour les techniques de récolte et certaines techniques culturales. La question de la faisabilité d'une production de chanvre en seconde culture annuelle n'a pas trouvé de réponses totalement claires. De nouvelles variétés doivent être sélectionnées pour une valorisation uniquement en graines. Afin de garantir la qualité des fibres sur le long terme, il est nécessaire d'étudier les facteurs décisifs de celle-ci puis de les optimiser. Les premiers résultats de récolte hivernale de chanvre doivent être confortés par d'autres références.

La double valorisation du chanvre et la sécurisation de la qualité des fibres restent encore à étudier.

6.4 Renforcer la base d'informations

Les propriétés techniques des matières premières et des produits issus de fibres végétales sont encore trop mal connues des industriels. Les consommateurs sont trop peu informés sur la signification écologique de l'utilisation de ressources renouvelables dans leur vie quotidienne. Ces deux éléments contrarie le développement de ces productions, leur l'application et l'introduction sur le marché. Cette retenue de l'information doit être absolument dépassée. Les travaux du présent projet ainsi que le renforcement de la base d'informations sur les matières premières *Informationssysteme Nachwachsende Rohstoffe* (INARO) réalisée dans le cadre d'un autre projet de l'ITADA devraient aider dans ce sens.

L'information sur les caractéristiques techniques ainsi qu'un travail de communication sont nécessaires.

6.5 Coordination

Bien que la volonté de produire des plantes à fibres soit présente dans l'agriculture, et qu'un vif intérêt est manifesté par les industriels de la transformation et par les distributeurs, il a été démontré de nombreuses fois qu'une carence en coordination pouvait conduire à l'échec de nombreuses initiatives. Un centre de coordination serait utile. Il pourrait prendre la forme d'une fédération transfrontalière des plantes à fibres ou d'un groupe de travail comme il existe déjà en Allemagne. Grâce à un tel rassemblement, les objectifs politiques pourraient aussi être atteints plus facilement.

La coordination entre la production, la transformation et la commercialisation doit être renforcée.

6.6 Développement de produits et certification

D'autres aspects qui influent l'introduction sur les marchés des plantes à fibres sont le soutien des produits, la sécurisation de leur qualité et leur certification. Pour aider au développement des produits, le contrôle des produits pourrait être réalisé par ex. sous la forme de soutien aux pratiques culturales par les instituts de recherche concernés. La garantie de la qualité à l'aide d'une certification adaptée apporterait une contribution décisive au marketing réussi des produits et à leur introduction sur les marchés puis leur établissement sur le long terme.

Le développement intégré de nouveaux produits et de la certification joueront un rôle de plus en plus déterminant.

6.7 Nécessité d'une installation industrielle de préparation des fibres en Suisse du nord-ouest

Les données géographiques, économiques et les spécificités du marché militent en faveur de la présence en Suisse d'une unité d'extraction des fibres pour le chanvre. Ainsi, il serait possible de produire des produits avec de fortes teneurs en fibres de qualité là où la demande existe.

Une unité de préparation des fibres est nécessaire en Suisse rhénane.

6.8 La persévérance est le plus important

„ le courage, c'est bien ; mais la persévérance c'est mieux.

La persévérance, c'est le principal " (Th. Fontane)

cette réalité s'applique également aux plantes à fibres. Après des années de travail en pionniers dans la recherche, la production, la transformation, le développement de produits et la commercialisation, les plantes à fibres sont entrain d'émerger sur les marchés. Comme pour chaque développement de nouveautés, elles ont besoin de temps. Le courage montré jusqu'à présent à la créativité doit maintenant faire place à de la persévérance.

7 Remerciement

Durant ces trois années d'investissement en développement et en conseil , nombre de personnes nous ont généreusement aidés Nous remercions ici chaleureusement tous les collaborateurs de la FAL-Zürich et de l'IfUL-Müllheim, et tous les stagiaires en particulier Achim Sell, Christoph Meier, Silvio Guarneri, Simon Steinemann, Oliver Haury, les techniciens de terrain, en particulier Gabi Zeun ainsi que M. Werner Mahrer de l'Administration de l'Agriculture du Canton Bâle-Campagne pour la coordination du projet ITADA du côté suisse.

Les organismes financeurs sont également remerciés pour leur soutien : Union Européenne, Land de Bade Wurtemberg, l'Institut Transfrontalier d'application et de développement agronomique ITADA, la Confédération Suisse et les cantons Argovie, Bâle-Campagne et Bâle-Ville et Soleure. Merci à la fédération spécialisée pour le travail et l'environnement (,Fachverein für Arbeit und Umwelt') et à la fondation „Chance“ pour leur bon accueil et leur aide.

8 Références bibliographiques citées

- Adelmann J. 1997. Pflanzenbauliche Erfahrungen und Verwertungsmöglichkeiten von Kenaf als Faserpflanze. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan.
- Ahsen von A., Czenskowsky T., 1996. Marketing und Marktforschung. LIT.
- Amaducci M.T., Venturi G. und Benati R., 1990. Effetti della densità del kenaf. *L'informatore agrario* **25** (Supplemento), 27-32.
- Amaducci M.T. und Venturi G., 1994. Caratteristiche botaniche, biologiche ed esigenze. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 21-28.
- Ammon, H.U, Bohrer C., Mediavilla V., Serafin F., Buri A., 1996. Nachwachsende Rohstoffe umweltschonend anbauen. *UFA-Revue* **4**.
- Anonymus 1996. Hanf in Brandenburg - Anbau und Verwertung aus landwirtschaftlicher und ökologischer Sicht. *Land Brandenburg*.
- Ayerza R., Coates W., 1996. Kenaf performance in northwestern Argentina. *Industrial Crops and Products* **5**:223-228.
- Bassetti P., Mediavilla V., Spiess E., Ammann H., Strasser H. und Mosimann E., 1998. Hanfanbau in der Schweiz – Geschichte, aktuelle Situation, Sorten, Anbau- und Erntetechnik, wirtschaftliche Aspekte und Perspektiven. *FAT-Berichte*, 516.
- Becker-Dillinger J., 1928. Handbuch des Hackfruchtbaus und des Handelspflanzenbaus. *Paul Parey*, Band 2.
- Berger J., 1969. The world's major fibre crops - their cultivation and manuring. *Centre d'Etude de l'Azote*, **6**, Zürich.
- Beuch St., 1995. Verluste und Rückstände an Biomasse von *Miscanthus x giganteus* (Greef et. Deu.). *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **8**, 311-314.
- Bòsca I., Karus M., 1997. Der Hanfanbau, Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. C.F. Müller Verlag, Heidelberg.
- Bruhn M. 1997. Marketing. Gabler, 3. Auflage.

- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998. Faserpflanzen, Bericht des Bundes und der Länder.
- 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**:187-200.
- De Meijer E.P.M., 1993. Evaluation and verification of resistance to *Meloidogyne hapla* chitwood in a Cannabis germplasm collection. *Euphytica* **71**:49-56.
- 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):66-76.
- Dempsey J.M., 1975. Fiber crops. University Press.
- Deutscher Naturfaserverband, Satzung vom 15.06.1998.
- Di Candilo M. and Faeti V., 1990. Kenaf: caratteristiche, importanza e indicazioni di tecniche colturali. *L'Informatore Agrario*. **25**:47-50.
- Di Candilo M., Faeti V., Dal Re L., Venturi G., 1992. Confronto di cultivar di kenaf in Italia settentrionale. *L'Informatore Agrario* **8**:91-95.
- Di Candilo M., Ranalli P. und Marino A., 1996. Influenza dell'investimento e della concimazione azotata sulla produzione di canapa da cellulosa (*Cannabis sativa* L.). *Rivista di Agronomia* **30** (2), 258-263.
- Dun A., 1997. Hemp-Flax-Erntesystem - Status und Ausblick. *Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97, Tagungsband zum Symposium, Frankfurt am Main, 27.2.-2.3.1997*, 263-264.
- Dunkel D., 1995. Wildwuchs im Hanfparadies. *Facts* **22**, 22-24.
- Esendal E. and Ozdemir O., 1993. Effect of nitrogen and plant density on yield and some characters of hemp (*Cannabis sativa* L.). *2. European Symposium on Industrial Crops and Products, I-Pisa, 22-24 Nov. 1993*, 70-71.
- FAT und Carbotech, 1997. Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993 - 1996. Bundesamt für Landwirtschaft.
- Fuller M.J., Doler J.C., 1994. An economic analysis of Kenaf separation. A Summary of Kenaf Production and Product Development Research 1989-1993 Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. May; Bulletin **1011**:21-22.
- Heim S. Kenaf - Anbaueignung im biologischen Landbau. Semesterarbeit Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ, Abteilung für Umweltnaturwissenschaften. 1995.
- Höppner F. und Menge-Hartmann U., 1994. Anbauversuche zur Stickstoffdüngung und Bestandesdichte von Faserhanf. *Landbauforschung Völkenrode* **44** (4), 314-324.
- Kipriotis E., Alexopoulou E., Georgiadis S, 1998. Growth and productivity of three kenaf varieties in northern Greece. Biomass for Energy and Industry, Proceeding of the International Conference, Würzburg, Germany, 8-11 June 1998: 943-946.
- Konermann M., Vetter R., Mediavilla V., 1997. Prüfung des Anbaus von Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Baden-Württemberg und der Schweiz, Internationales VDI_MEG Kolloquium Nr. **22**, Bonn: 14-18.
- Konermann M., 1998. Hanf im Praxisanbau, Erste Erfahrungen der Landwirte, Landwirtschaftliches Wochenblatt, BW agrar **26**/1998 11-12.
- Kotler P., 1978. Marketing für Nonprofit-Organisationen, Poeschel Verlag, Stuttgart.
- Kühn R., Frankhauser K., 1996. Marktforschung, Paul Haupt Verlag.
- Landwirtschaftliche Beratungszentrale LBL, 1998a, Deckungsbeiträge.

- Landwirtschaftliche Beratungszentrale LBL, 1998b, Preiskatalog – Produzentenpreise, Bundesbeiträge, Betriebsmittelpreise, verschiedene Kosten.
- Leto C. und Sacco M.G.P., 1989. Il kenaf: Le sue potenzialità e le sue caratteristiche. *L'informatore agrario* **15**, 79-87.
- Lewandowski I., 1992. Entwicklung eines In-vitro-Kultursystems für *Miscanthus sinensis* (Thunb.) Anderss. 'Giganteus' als Voraussetzung zur Mikrovermehrung. *Dissertation*, Universität Hohenheim, 189 S.
- Lewandowski I. und Kahnt G., 1994. Einfluss von Bestandesdichte und Stickstoff-Düngung auf die Entwicklung, Nährstoffgehalte und Ertragsbildung von *Miscanthus* 'Giganteus'. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **7**, 341-343.
- Linde-Laursen I., 1993. Cytogenic analysis of *Miscanthus* 'Giganteus', an interspecific hybrid. *Hereditas* **119**, 297-300.
- Lohmeyer D., 1997. Die Hanfernte. Nova-Institut.
- Manzanares M., Tenorio J.L., Ayerbe L. 1997. Sowing time, cultivar, plant population and application of N fertilizer on kenaf in Spain's central plateau. *Biomass & Bioenergy*. 1997; **12** (4):263-271.
- Martinov M., Berenji J. und Markovic D., 1997. Hemp programme and harvesting mechanisation in Yugoslavia. *VDI/MEG Kolloquium Agratechnik* **22**.
- McCarthy S. und Walsh M., 1996. *Miscanthus* production in Europe - conclusions from the *Miscanthus* productivity network. *1. Europ. energy crops conference*, Enschede, NL.
- McPartland J.M., 1997. Cannabis as a repellent and pesticide. *Journal of the International Hemp Association* **4** (2):89-94.
- Mediavilla V. und Brenneisen R., 1996. THC-Gehalt von Industriehanf-Sorten. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **9**:243-244.
- Mediavilla V., Bassetti P., Winter W., Meister E., 1997a. Kenaf – eine geeignete Faserpflanze für die Schweiz? *Agrarforschung* **4** (1): 31-34.
- Mediavilla V., Derungs R., Känzig A. und Mägert A., 1997a. Qualität von Hanfsamenöl aus der Schweiz. *Agrarforschung* **4** (11-12):445-451.
- Mediavilla V., Lehmann J., Meister H., Stünzi H., 1997b. Biomasseproduktion mit Chinaschilf und einheimischen Gräsern. *Agrarforschung* **4** (7): 295-298.
- Mediavilla V., Bassetti P., Konermann M., Schmid-Slembrouck I., 1998a. Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. *Agrarforschung* **5** (5):241-244.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I. und Soldati A., 1998b. Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the International Hemp Association* **5** (2):65, 68-74.
- Meier Ch. und Mediavilla V., 1997. Factors influencing the yield and the quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil. *Journal of the International Hemp Association* **5** (1):16-20.
- Meister E., Mediavilla V., Lehmann J., Stünzi H., Serafin F., 1996. Energiegras / Feldholz: Teilprojekt Energiegras. Schlussbericht, Bundesamt für Energiewirtschaft.
- Neill S.W. und Kurtz M.E., 1994. Agronomic research for kenaf crop in Mississippi. A summary of kenaf production and product development research 1989-1993. Mississippi State University, Agricultural & Forestry Experiment Station, Bulletin **1011**, 1-2.
- Nova, IAF/FH, Ifeu, 1996. Das Hanfproduktlinien-Projekt. Nova-Institut, Hürth.

- Petrini C., Bazzocchi R, Montalti P., 1994. Yield potential and adaptation of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in north-central Italy. *Industrial Crops and Products* **3**:11-15.
- Schwappach P., 1996. Auch Kenaf wächst nicht in den Himmel, Anbauerfahrungen mit der neuen Faserpflanze aus Unterfranken, *BLW* **24/15.6.1996**: 43-44.
- Schwarz H., Liebhard P., Ehrendorfer K. und Ruckenbauer P., 1993. Ertragsverlauf von *Miscanthus sinensis* „Giganteus“ auf zwei Ackerstandorten in Österreich. *Die Bodenkultur* **44** (3), 253-263.
- Schweiger P. Kenaf die wärmeliebende Faserpflanze. Baden-Württemberg, Merkblatt **9**. 1995.
- Schweiger P., Mastel K. und Stolzenburg K., 1996. Informationen für die Pflanzenproduktion - Untersuchungen zu pflanzenbaulichen, erntetechnischen und ökonomischen Fragen des Anbaus von Faserhanf. *Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim* **9**.
- Sell A., Mediavilla V., 1999. Marktanalyse für Faserprodukte aus Chinaschilf, Flachs, Hanf und Kenaf in der Schweiz. Schriftenreihe der FAL-, im Druck.
- Serafin F. und Ammon H.U., 1996. Notwendigkeit und Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung in Kenaf, Chinaschilf und Hanf. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (Sonderheft) **XV**, 255-264.
- Slembrouck I., 1994. Anbau von Hanf: Ertragsbildung unter verschiedenen klimatischen Bedingungen. *Diplomarbeit Institut für Pflanzenwissenschaften ETH Zürich Prof. Dr. P. Stamp*.
- Spieß E., 1997. Zur Problematik der Ernte von Körnerhanf. *VDI-MEG-Kolloquium Mähdrescher*, 17.-18.3.1997 Hohenheim.
- Steinbeis 1995. Stoffliche Verwertung von Chinaschilf. Transferzentrum, Technologie, Management, D-Mosbach, persönliche Mitteilung.
- Strasser H., 1995. Nachwachsende Rohstoffe ernten - aber wie? *Die Grüne* **3**, 13-14.
- Stünzi H. und Lehmann J., 1995. Energiegras: Qualität von Chinaschilf und schnellwachsenden Gräsern, *Bulletin SGPW/SSA* **4**, 23.
- Terbatec AG, 1995. Die Hi-Tech Fasertechnologie aus lokal nachwachsenden Rohstoffe. Tagung „Nachwachsende Rohstoffe“, Bundesamt für Landwirtschaft, Weinfelden, 20.-22. November 1995.
- van der Werf, H. M. G. und van den Berg, W., 1995. Nitrogen fertilization and sex expression affect size variability of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Oecologia* **103** (4), 462-470.
- van der Werf, H. M. G., van Geel, W. C. A., van Gils, L. J. C. und Haverkort, A. J., 1995a. Nitrogen fertilization and row width affect self-thinning and productivity of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Field Crops Research* **42** (1), 27-37.
- van der Werf, H. M. G., Wijlhuizen, M. und Deschutter, J. A. A., 1995b. Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Field Crops Research* **40** (3), 153-164.
- Venturi G., Benati R., Amaducci M.T., 1990. Valutazioni dell'adattabilità di alcune cultivar di ibisco all'ambiente padano. *L'Informatore Agrario* **25**:9-17.
- Venturi G. und Amaducci M.T., 1994a. Cultivar, miglioramento genetico, componenti della resa. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 35-42.
- Venturi G. und Amaducci M.T., 1994b. Tecnica colturale. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 43-58.
- Webber C.L., 1993. Yield components of five kenaf cultivars. *Agron. J.* **85**: 533-535
- Wöhlken E., 1997. Einführung in die landwirtschaftliche Marktlehre, Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau.

9 Publications personnelles dans le cadre du projet

- Ammon H.U., Bohrer Ch., Mediavilla V., Serafin F. und Buri A. Nachwachsende Rohstoffe umweltschonend anbauen. UFA-Revue, **4**, 1996.
- Bassetti P., Mediavilla V., Spiess E., Amman H., Strasser H. und Mosimann E. Hanfanbau in der Schweiz - Geschichte, aktuelle Situation, Sorten, Anbau- und Erntetechnik, wirtschaftliche Aspekte und Perspektiven. FAT-Berichte 516, 1998.
- Hersener J.-L. and Mediavilla V. Biomass for Energy in Switzerland - a Short Overview. First European Energy Crops Conference, BTG, Enschede, NL, 1996. (Poster)
- Konermann M. Diebstahl von Nutzhanf lohnt nicht, Badische Zeitung, 11.08.1998.
- Konermann M. Hanf im Praxisanbau - Erste Erfahrungen der Landwirte, BW agrar, **26**/1998.
- Konermann M. und Vetter R. Hemp-cultivation in Baden-Württemberg - inquiry among the farmers, 10. Europäische Biomassekonferenz in Würzburg, 1998. (Poster)
- Konermann M., Vetter R. und Mediavilla V. Prüfung des Anbaus von Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Baden-Württemberg und der Schweiz. VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik, Universität Bonn, **22**: 14-18, 1997. (Vortrag)
- Konermann M., Vetter R., Eusterschulte B., Kahnt. Pflanzenfasern für die Industrie, Posterpräsentation auf der 'Wirtschaft trifft Wissenschaft' in Stuttgart, 1998. (6 Poster)
- Konermann M., Maier J., Vetter R. Hemp, high oleic sunflower and winter linseed – alternative crops for industrial raw materials. Industrial Crop Symposium, Bonn, 1999 (Poster)
- Konermann M. und Vetter R. Kenaf - 3-jährige Anbauergebnisse aus Südwestdeutschland (in Bearbeitung)
- Mediavilla V., Leupin M. und Keller A. Technisch-wissenschaftliches Hanfsymposium Frankfurt, AgrarForschung **4** (6): 255-256, 1997.
- Mediavilla V. Alte und neue Faserpflanzen - eine Renaissance? Bulletin SGPW/SSA **6**: 14, 1996. (Vortrag)
- Mediavilla V. and Steinemann S. Essential oil of *Cannabis sativa* L. strains. Journal of the International Hemp Association **4** (2): 82-84, 1997.
- Mediavilla V. Flachs-anbau 1997 an der FAL-Reckenholz - erste Erfahrungen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1997.
- Mediavilla V. Soll ich Hanf anbauen? Bauernzeitung, 19.4.1996.
- Mediavilla V. The production of essential hemp oil in Switzerland. Natural Fibres, Hemp, flax and other bast fibrous plant - production, technology and ecology Symposium 24 and 25 September 1998, Poznan, PL: 117-118, 1998.
- Mediavilla V. und Brenneisen R. THC-Gehalt von Industriehanf-Sorten. Mitt. (Deutsch.) Ges. Pflanzenbauwiss., **9**: 243-244, 1996. (Poster)
- Mediavilla V. und Steinemann S. Ätherisches Hanföl - erste Prüfung einiger Herkünfte. Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97, Tagungsband zum Symposium 1997, Frankfurt am Main, 27.2. - 2.3.1997, 1997. (Vortrag)
- Mediavilla V. Wiederentdeckte Ölpflanzen. Die Grüne **32**: 18-19, 1997.
- Mediavilla V., Bassetti P., Konermann M. und Schmid-Slembrouck I. Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. AgrarForschung **5** (5): 229-232, 1998.

- Mediavilla V., Bassetti P., Winter W. und Meister E. Kenaf - eine geeignete Faserpflanze für die Schweiz? *AgrarForschung* **4** (1): 31-34, 1997.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I. and Soldati A. A decimal code for growth stages of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the International Hemp Association* **5** (2): 65, 68-74, 1998.
- Mediavilla V., Lehmann J. and Stünzi H. Fuel production with local grasses and *Miscanthus*. B. Boller and F.J. Stadelmann (eds.): *Breeding for a multifunctional agriculture*, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zürich-Reckenholz, EUCARPIA, Fodder Crops and Amenity Grasses Section, 21st Meeting, 9-12 September 1997, Kartause Ittingen, Switzerland: 134-136, 1998. (Poster)
- Mediavilla V., Lehmann J., Meister E. und Stünzi H. Biomasseproduktion mit Chinaschilf und einheimischen Gräsern. *AgrarForschung* **4** (7): 295-298, 1997.
- Mediavilla V., Ott A., Bassetti P., Meister E., Strasser H.R., Spiess E., Ramseier H., Ammon A.U., Mosimann E., Aeby P., Schmutz J., Lavanchy P.F. und Giroud G. Erste Resultate aus dem Hanfanbau 1995 - Interner Bericht der Forschungsanstalten, des Technikums Zollikofen und einiger landwirtschaftlichen Schulen - Ergebnisse der beteiligten Versuchsansteller. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1996.
- Mediavilla V., Sortenkatalog für Hanf 1999. *Agrarforschung* **6** (6): 246-247, 1999.
- Mediavilla V., Spiess E., Bassetti P., Konermann M., Keller A., Meier Ch., Probst T., Grunder F., Mosimann E., Leupin M., Känzig A. und Gmünder R. Interner Bericht zu den Erfahrungen aus dem Hanfanbau 1997 Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1998.
- Mediavilla V., Spiess E., Zürcher B., Bassetti P., Strasser H.R., Konermann M., Spahr J., Christen S., Mosimann E., Aeby P., Ott A. und Meister E. Erfahrungen aus dem Hanfanbau 1996 - Vorläufiger Bericht der Forschungsanstalten, des Technikums Zollikofen und einiger landwirtschaftlichen Schulen - Ergebnisse der beteiligten Versuchsansteller. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1997.
- Mediavilla V., Sortenkatalog für Hanf 1999. *Agrarforschung* **6** (6): 246-247, 1999.
- Mediavilla V. et al., 1999. Hanfsorten, *Agrarforschung* (In Bearbeitung)
- Mediavilla V. et al., 1999. Hanfwachstumsstadien, *Agrarforschung* (In Bearbeitung)
- Mediavilla V. et al., 1999. Einfluss der Erntezeit auf den Hanfanbau (In Bearbeitung)
- Meier Ch. und Mediavilla V. Factors influencing the yield and the quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil. *Journal of the International Hemp Association* **5** (1): 16-20, 1998.
- Sell J., Mediavilla V., Pflanzen mit Potential. *Die Grüne*. **7**, 14-17, 1999.
- Sell J., Mediavilla V. Marktanalyse für Faserprodukte aus Chinaschilf, Hanf, Kenaf und Flachs in der Schweiz, Schriftenreihe der FAL, im Druck., 1999.

10 Activités de communication

| | | |
|---------------|--------------------------|--|
| 16.10.96 | CH-Wülflingen | Tagung der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF mit Beitrag über nachwachsende Rohstoffe |
| 19.2.97 | CH-Neuenhof | Vortrag über Hanfanbau |
| 20.2.97 | CH-Cham | Vortrag über Hanf und Flachs |
| 21.5.97 | CH-Uster | Vortrag über Hanf |
| 19.6.97 | CH-Zürich | Informationstag der FAL über Pflanzen als Rohstoff- und Energiequelle, Vortrag über Anbau und Bewertung nachwachsender Rohstoffe |
| 13.-19.9.97 | D-Freiburg | Ausstellungsstand auf der Badischen Landwirtschaftlichen Woche BALA |
| 19.-22.9.97 | D-Villingen-Schwenningen | Ausstellungsstand auf der ÖKOLOGA unter dem Motto „Nachwachsende Rohstoffe für unsere Umwelt“ |
| 9.-19.10.97 | CH-St. Gallen | Messestand auf der OLMA unter dem Thema „Das Institut für Umweltgerechte Landbewirtschaftung IfUL und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit“ |
| 3.6.98 | CH-Zürich | Stand über nachwachsende Rohstoffe an der FAL beim Tag der offenen Tür |
| 8.-11.6.98 | D-Würzburg | Posterpräsentation auf der 10. Europäischen Biomassekonferenz |
| 16.6.98 | D-Hochburg | Tag der offenen Tür mit Sonderschau |
| 19.-22.6.98 | D-Freiburg | Stand zu nachwachsende Rohstoffe auf der Ökowelt |
| 30.6.98 | CH-Zürich | Besichtigung Kulturpflanzen mit Studenten der ETHZ |
| 19.8.98 | CH-Zürich | Durchführung des Kurses Alternative Kulturen im Biolandbau |
| 24.9.-3.10.98 | D-Stuttgart | Stand zu nachwachsenden Rohstoffen auf dem landwirtschaftlichen Hauptfest |
| 24.10.98 | D-Müllheim | Tag der offenen Tür am Iful |
| 9.-19.11.98 | D | Führungen von 20 Schulklassen durch die Sonderausstellung zu nachwachsenden Rohstoffen |
| 8.12.98 | CH-Neuhausen | Vortrag über nachwachsende Rohstoffe und Faserpflanzen |
| 8.-9.12.98 | D-Stuttgart | Stand auf der Messe „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ mit dem Motto „Pflanzenfasern“ |
| 12.2.99 | CH-Egnach | Vortrag über Hanfanbau |
| 25.2.99 | CH-Cham | Vortrag über Hanf, Flach und andere Alternativkulturen |
| 30.3.99 | CH-Zürich | Informationsaustauschs zu Faserpflanzen |
| April 99 | CH-Zürich | Aussendung „Demopack – nachwachsende Rohstoffe“ |
| 11.4.99 | CH-Zürich | Vortrag für die industrielle Nutzung von Hanf an der Öko |
| 5.9.99 | CH-Sissach | Stand über nachwachsende Rohstoffe am Ebenraintag |
| 8.-19.9.99 | D-Weil am Rhein | Ausstellung in der Landengartenschau zum Thema „High-tech aus der Natur“ |

11 Annexes

11.1 Visites d'essais en Suisse

CHANVRE / HANF

▪ Densité de semis et fertilisation N 1996 et 1997

Versuchsfrage: Wie wirken sich Saatmenge und N-Düngung auf Samen- und Stengel-Ertrag aus?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, Cadenazzo TI; 1997 Tenniken BL, Cadenazzo TI

Sorten: Fedora 19 (Doppelnutzung), Futura 77 (Stengelnutzung)

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Verfahren

| Saatmenge (kg/ha) | Düngung mit Ammonsalpeter (Zeitpunkt und kg N/ha) Verfahren | Auflaufen (5 cm) | Kopfgabe (20 cm) |
|-------------------|--|------------------|------------------|
| 10 | N0 | 0 | 0 |
| 10 | N1 | 0 | 50 |
| 10 | N2 | 0 | 85 |
| 10 | N3 | 35 | 50 |
| 10 | N4 | 35 | 85 |
| 30 | N0 | 0 | 0 |
| 30 | N1 | 0 | 50 |
| 30 | N2 | 0 | 85 |
| 30 | N3 | 35 | 50 |
| 30 | N4 | 35 | 85 |
| 60 | N0 | 0 | 0 |
| 60 | N2 | 0 | 85 |
| 60 | N3 | 35 | 50 |
| 60 | N4 | 35 | 85 |
| 60 | N5 | 50 | 85 |
| Total | 15 | | |

Erhebungen: Ertrag Samen und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, $N_{\min 0-100}$ (bei der Saat, 5 cm, 20 cm, 50 cm, Ernte), N-Gehalt in der Pflanze, Bastgehalt

Ernten: Volle Blüte, Volle Samenreife

Wiederholungen: 4

▪ Densité et variétés

Versuchsfrage: Wie wirken sich Sorte und Saatmenge auf Körner, Blüten- und Stengel-Ertrag aus?

Standort und Jahr: 1997 Tenniken BL

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Verfahren

| Saatmenge (kg/ha) | Reihenabstand (cm) |
|-------------------|--------------------|
| 2 | 36 |
| 5 | 36 |
| 10 | 18 |
| 30 | 18 |
| 60 | 18 |

Sorten: Fedora 19, Futura 77, Secuieni 1

N-Düngung: 30 (Auflaufen, 5 cm) + 90 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 120 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Körner, Blüten und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, Bastgehalt

Ernten: Samenreife

Wiederholungen: 4

▪ Variétés

Versuchsfrage: Wie hoch ist das Ertragspotential verschiedener Sorten in Bezug auf Stengel, Bast und Samen?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Tenniken BL, 1998 Möhlin AG, 1998 Zweidlen ZH

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Saatmenge: 1996 60, 1997 40, 1998 40, 1999 60 kg/ha

N-Düngung: 35 (Auflaufen, 5 cm) + 85 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 120 kg N/ha

Sorten

| Sortenname | Charakteristika | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | Herkunft |
|--------------------|-----------------|------|------|------|------|----------|
| Alp King | zweihäusig | | | x | | CH |
| Beniko | einhäusig | | x | x | | PL |
| Bialobrzeskie | einhäusig | | x | x | x | PL |
| Early flower | Zweihäusig | | | | x | CH |
| Fasamo | einhäusig | | x | x | x | D |
| Fédora 19 | einhäusig | x | x | x | x | F |
| Fedrina 74 | einhäusig | | | x | | F |
| Féliina 34 | einhäusig | x | x | x | | F |
| Férimon 12 | einhäusig | | | x | | F |
| Futura 77 | einhäusig | x | x | x | x | F |
| FxT | einhäusig | x | x | x | | H |
| H-4 | Noch unbekannt | | | | x | H |
| H-6 | Noch unbekannt | | | | x | H |
| H-7 | Noch unbekannt | | | | x | H |
| Helvetica 01 | zweihäusig | | | x | | CH |
| Helvetica 02 | zweihäusig | | | x | | CH |
| Helvetica 03 | zweihäusig | | | x | | CH |
| Helvetica Tell | zweihäusig | | | x | | CH |
| Irene | einhäusig | | x | x | | RM |
| Kompolti | zweihäusig | | x | x | x | H |
| Kompolti Hybrid TC | zweihäusig | x | x | x | | H |
| Lipko | Noch unbekannt | | | | x | H |
| Livoniae | zweihäusig | x | | | | Lettland |
| Lovrin 110 | zweihäusig | | x | x | | RM |
| Moldovan | zweihäusig | | x | x | | RM |
| Novosadska | zweihäusig | | x | x | | YU |
| Novosadska plus | zweihäusig | | x | | | YU |
| Secuieni 1 | einhäusig | x | x | x | | RM |
| Swissmix | zweihäusig | x | x | x | | CH |
| Uniko-B | zweihäusig | x | x | x | x | H |
| USO 14 | einhäusig | | x | x | | Ukraine |
| USO 31 | einhäusig | | x | x | | Ukraine |
| Walliser Queen | Zweihäusig | | | x | x | CH |

Erhebungen: Ertrag Samen und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Ölgehalt und -qualität, Cannabinoid-Gehalte

Ernten: Vollblüte, Vollreife

Wiederholungen: 4 (1996 3)

▪ **Semis de petites légumineuses**

Versuchsfrage: Kann die Einsaat von Leguminosen den Mähdrusch erleichtern? Kann damit auf eine N-Düngung verzichtet, die Bodenstruktur verbessert und Futter für das Folgejahr produziert werden?

Standort und Jahr: 1997 Oensingen SO

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai, Sorte Fedora 19, Saatmenge 40 kg/ha, Saattiefe 1-2 cm

Verfahren

| Mischung mit | Menge (kg/ha) | N-Düngung (Kopfgabe) |
|--------------------|---------------|----------------------|
| (Kontrolle) | - | 0 |
| (Kontrolle) | - | 30 |
| Alexandrinklee | 15 | 30 |
| Perserklee | 15 | 30 |
| Erdklee | 15 | 30 |
| Standardmisch. 240 | 38 | 30 |
| Standardmisch. 330 | 33 | 30 |

Wiederholungen: 4

Wegen Schneckenfrass Versuch abgebrochen!

▪ **Huile essentielle / Ätherisches Öl**

Versuchsfrage: Welcher Erntezeitpunkt eignet sich am besten für die Produktion von ätherischem Öl? Wie können die verschiedenen Reifestadien erkannt werden? Welcher Einfluss hat die Trocknung und die Lagerung der Blüten auf das ätherische Öl?

Standort und Jahr: 1997 Tenniken BL

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai, Saatmenge 40 kg/ha

Sorten: Felina 34, Futura 77, Kompolti hybrid TC, Swissmix, pro Sorte ca. 20 m²

Erntezeit

| Stadium | Erntezeit | | |
|---------------------|---------------------|--------------|--------------------|
| Beginn weibl. Blüte | Ende Juli | Anfang Aug. | Anfang Aug. |
| weibl. Blüte | Anfang Aug. | Mitte Aug. | Mitte Aug. |
| Ende weibl. Blüte | Ende Aug. | Anfang Sept. | Mitte Sept. |
| Samenreife | Mitte Sept. | Ende Sept. | Anfang Okt. |
| Sorte | Felina 34, Swissmix | Futura 77 | Kompolti hybrid TC |

Erhebungen: Ausbeute ätherisches Öl, Geruchsnote, chemische Analyse

KENAF

▪ **Généralités sur les essais**

Saat

Reihenabstand: 35-50 cm

Herbizide: Vorauf- oder Vorsatherbizide

Zusätzlich manuellen Unkrautbekämpfung

Saatdichte: 40 keimfähige Samen pro Quadratmeter

Saatzeitpunkt: zwischen Mitte Mai und Anfang Juni

Sorte: Tainung 2

Ernten: Ende Vegetationszeit (September bis Oktober), Winter (Januar)

▪ **Dose de semis**

Versuchsfrage: Welche Pflanzendichte bzw. Saatmenge eignen sich am besten im Hinblick auf Ertrag und Faserqualität?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Giebenach BL

Verfahren

| Verfahren | Ziel (Pfl./m ²) |
|-----------|-----------------------------|
| D20 | 20 |
| D30 | 30 |
| D40 | 40 |
| D50 | 50 |
| D60 | 60 |
| D70 | 70 |
| D80 | 80 |
| D100 | 100 |

Saatmenge: höher als das Ziel, Vereinzeln von Hand in zwei Durchgängen auf Zieldichte

N-Düngung: 40 (Auflaufen, 5 cm) + 40 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 80 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Stengel und Blätter, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

▪ **Variétés**

Versuchsfrage: Welche Sorten geben den höchsten Ertrag und weisen die beste Faserqualität auf?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Giebenach BL

Sorten

| Sorten |
|--|
| Everglades |
| No. 15.2 |
| Salvador |
| Tainung 1 |
| Tainung 2 |
| Tainung 2 * (Vermehrungslinie von Tainung 2) |

N-Düngung: 40 (Auflaufen, 5 cm) + 40 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 80 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Stengel und Blätter, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

▪ **Fertilisation**

Versuchsfrage: Wie wirkt sich die Düngung auf Ertrag aus?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz

Verfahren

| | Zeitpunkt (Pflanzenhöhe) und Menge (kg NH4 bzw. N/ha) | | | Form |
|-----|---|-------|-------|-------|
| | 5 cm | 20 cm | 70 cm | |
| N0 | 0 | 0 | 0 | Gülle |
| N1 | 30 | 0 | 0 | Gülle |
| N2 | 30 | 30 | 0 | Gülle |
| N3 | 30 | 30 | 30 | Min. |
| N4 | 30 | 0 | 0 | Min. |
| N5 | 30 | 60 | 0 | Min. |
| N6 | 30 | 30 | 30 | Min. |
| N7 | 0 | 30 | 30 | Min. |
| N8 | 0 | 60 | 0 | Min. |
| N9 | 0 | 60 | 30 | Min. |
| N10 | 30 | 60 | 60 | Min. |

Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, N_{min}, N-Gehalt, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

MISCANTHUS

▪ Variétés

Versuchsfrage: Welche Sorten bzw. Klone sind besser geeignet?

Standort: Zürich-Reckenholz (445 m ü.M.)

Anlage: 1993 (1994*)

Sorten

Sorte bzw. Klon
(Herkunft bzw. Vermehrungsart)

Giganteus (Birosto Meristem)
Giganteus (GSB Meristem)
Giganteus (FAW Meristem)*
Giganteus (Rhizom)
Spät
Desert
Resisitent 01
Xanten VxH 250
Goliath
Gracillimus
Silberfeder

Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Triebe pro Quadratmeter, Umfang, mineralische Inhaltstoffe

Wiederholungen: 3 (1*)

▪ Fertilisation N et densité

Versuchsfrage: Welche ist die ideale Pflanzdichte, wie wirkt sich die Düngung aus?

Standort: Zürich-Antwi (445 m ü.M.), Anwil BL (588 m ü.M.)

Anlage: 1992

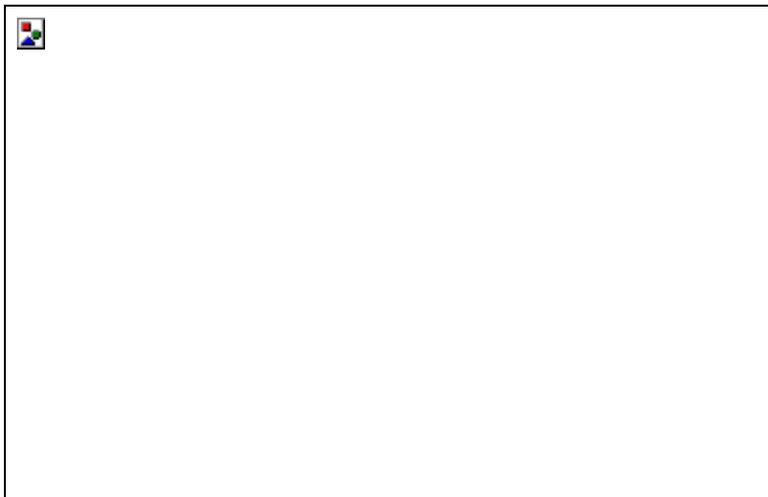
Verfahren

| Verfahren | NO | N1 | N2 (nur Anwil BL) |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Düngung | keine | Gülle 50 kg NH ₄ /ha | Mineralisch 50-80 kg N/ha |
| Dichte | 1 und 0.7 Pfl./m ² | 1 und 0.7 Pfl./m ² | 1 und 0.7 Pfl./m ² |

Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Triebe pro Quadratmeter, Umfang, mineralische Inhaltstoffe

Ernten: im nachfolgenden Frühjahr, Zürich-Reckenholz 1993-1998, Anwil BL 1993-1996

Wiederholungen: 4 (Zürich-Reckenholz), 3 (Anwil BL)



11.2 Essais en Bade Wurtemberg

CHANVRE / HANF 1996

▪ Densité de semis et fertilisation azotée - Biengen

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|--|-------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|------------------|-----|--|
| Hanf | Wie wirken sich Saaddichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | |
| 1996 | I | | FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | 212 | m ü. NN | Ø Niederschlag: | 600 | mm/a | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | 90 | pH: | | | |
| | Humus: | % | P ₂ O ₅ : | K ₂ O: | Mg: | mg/100g | Ges-N: | % | | |
| VORFRUCHT: | Mais | | Stroh / Blatt abgefahren: | | ja <input type="checkbox"/> | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | eingearbeitet am: abgefahren am: | | | | | | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFLÄCHE | | | | | |
| | 20 | 4 | 80 | m ² | 9 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | Saatdichte | | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | |
| Sorten | 30/60 kg/ha | | N0 0 | | mechanisch | | | | | |
| Fedora | 30/60 kg/ha | | N 1 50 | | 01.06.96 | | | | | |
| Futura | 30/60 kg/ha | | N 2 85 | | | | | | | |
| | | | N 3 35/50 | | | | | | | |
| | | | N 4 35/85 | | | | | | | |
| | | | N 5 50/85 | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 09.05.96 | 17.05.96 | 30/60 | | | | 20 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 23.4.96 | 26 21 | 25 | 72 | Kali | 1/96 | 5 | 200 | 30 | | |

▪ Densité de semis et fertilisation - Auggen

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|----------------|--|-----------------|-------------------|-------------|-------------------------------|------------------|---------|----------|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
| Hanf | Wie wirken sich Saaddichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | |
| 1996 | I | | FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Auggen | Höhe: | 232 | m ü. NN | Ø Niederschlag: | 650 | mm/a | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | sL | Boden-/Ackerzahl: | 80 | pH: | 7,4 | | |
| | Humus: | 2,6 % | P ₂ O ₅ : | 12 | K ₂ O: | 16 | Mg: | 8 | mg/100g | Ges-N: % |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFLÄCHE | | | | | |
| | 20 | 4 | 80 | m ² | 9 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | Saatdichte | | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | |
| Sorten | 30/60 kg/ha | | N0 0 | | mechanisch | | | | | |
| Fedora | 30/60 kg/ha | | N 1 50 | | 01.06.96 | | | | | |
| Futura | 30/60 kg/ha | | N 2 85 | | | | | | | |
| | | | N 3 35/50 | | | | | | | |
| | | | N 4 35/85 | | | | | | | |
| | | | N 5 50/85 | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 07.05.96 | 17.05.96 | | | | | | | | | |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 11.04.96 | 32 25 | 22 | 79 | | | | | | | |

▪ Variétés et densités - Biengen

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------------|--|-------------------|-----------------------------|--|---------------------|-----|----|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
| Hanf | Wie wirken sich Sorte und Saaddichte auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | |
| 1996 | II | | FAL Zürich Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | 212 | m ü. NN | Ø Niederschlag: | 600 | mm/a | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | 90 | pH: | | | |
| | Humus: | % | P ₂ O ₅ : | K ₂ O: | Mg: | mg/100g | Ges-N: | % | | |
| VORFRUCHT: | Mais | | Stroh / Blatt abgefahren: | | ja <input type="checkbox"/> | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFLÄCHE | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------|---------------|-----------|----------------|-----|----------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----|
| FAKTOREN | 24 | 4 | | 96 | | | m ² | 9 m ² | | | |
| Sorten | Saatdichte | | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | | |
| Fedora 19 | 10 kg/ha | | 40 kg N 5 cm | | mechanisch | | | | | | |
| Futura 77 | 20 kg/ha | | 40 kg N 25 cm | | 01.06.96 | | | | | | |
| Felina 34 | 30 kg/ha | | | | | | | | | | |
| Uniko | 40 kg/ha | | | | | | | | | | |
| | 50 kg/ha | | | | | | | | | | |
| | 60 kg/ha | | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | | DICHTEN | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | |
| 09.05.96 | 17.05.96 | | | | | | | 20 | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| 23.04.96 | 26 | 21 | 25 | 72 | Kali | | 1/96 | 5 | | 200 | 30 |

▪ Variétés et densités - Auggen

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|----------------|-----|---------------------------------|----|---------------------|----|------------------|------|---------|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | | |
| Hanf | Wie wirken sich Sorte und Saatdichte auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ? | | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | | | | | | | | | |
| 1996 | II | | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Auggen | Höhe: | | 232 | m ü. NN | | Ø Niederschlag: | | 650 | mm/a | | |
| | | | | | | Ø Jahrestemperatur: | | 9,5 | °C | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | | 80 | pH: | 7,4 | |
| | Humus: | 2,6 % | | P ₂ O ₅ : | 12 | K ₂ O: | 16 | Mg: | 8 | mg/100g | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | | PARZELLENZAHL | | PARZ.GRÖSSE | | ERNTEFLÄCHE | | | |
| | 24 | 4 | | 96 | | m ² | | 9 m ² | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------|---------------|-----------|----------------|-----|--------|-------------|-------------------------------|------------------|-----|
| FAKTOREN | Saatdichte | | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | | |
| Sorten | 10 kg/ha | | 40 kg N 5 cm | | mechanisch | | | | | | |
| Fedora | 20 kg/ha | | 40 kg N 25 cm | | 01.06.96 | | | | | | |
| Futura | 30 kg/ha | | | | | | | | | | |
| Felina 34 | 40 kg/ha | | | | | | | | | | |
| Uniko B | 50 kg/ha | | | | | | | | | | |
| | 60 kg/ha | | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | | DICHTEN | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | |
| 07.05.96 | 17.05.96 | | | | | | | 20 | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| 11.04.96 | 32 | 25 | 22 | 79 | | | | | | | |

▪ Variétés - Biengen

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|--|------------------|------|---------|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | | |
| Hanf | Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ? | | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | | | | | | | | | |
| 1996 | III | | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | | 212 | m ü. NN | | Ø Niederschlag: | | 600 | mm/a | | |
| | | | | | | Ø Jahrestemperatur: | | 9,5 | °C | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | | 90 | pH: | | |
| | Humus: | % | | P ₂ O ₅ : | | K ₂ O: | | Mg: | | mg/100g | |
| VORFRUCHT: | Mais | | Stroh / Blatt abgefahren: | | ja <input type="checkbox"/> | | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | | PARZELLENZAHL | | PARZ.GRÖSSE | | ERNTEFLÄCHE | | | |
| | 5 | 4 | | 20 | | m ² | | 9 m ² | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-------|---------------|-----------|----------------|-----|--------|-------------|-------------------------------|------------------|-----|
| FAKTOREN | Saatdichte | | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | | |
| Sorten | 40 kg/ha | | 40 kg N 5 cm | | mechanisch | | | | | | |
| 1 Fedora | 40 kg/ha | | 40 kg N 25 cm | | 01.06.96 | | | | | | |
| 2 Felina | | | | | | | | | | | |
| 3 Futura | | | | | | | | | | | |
| 4 Uniko B | | | | | | | | | | | |
| 5 Kompolti | | | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | | DICHTEN | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | |
| 09.05.96 | 17.05.96 | | 40 | | | | | 20 | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| 23.04.96 | 26 | 21 | 25 | 72 | Kali | | 1/96 | 5 | | 200 | 30 |

▪ Variétés Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
Hanf Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?

JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
1996 III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim

VERSUCHSORT: Auggen Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: sl Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,4
Humus: 2,6 % P₂O₅: 12 K₂O: 16 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %

VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
5 4 20 m² 9 m²

FAKTOREN

| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
|------------|-----------|---------------|----------------|
| 1 Fedora | 40 kg/ha | 40 kg N 5 cm | mechanisch |
| 2 Felina | | 40 kg N 25 cm | 01.06.96 |
| 3 Futura | | | |
| 4 Uniko B | | | |
| 5 Kompolti | | | |

AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
07.05.96 17.05.96 20

| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|---------------------|------|-------|-------|-----------|-------------|----|---------|-------------------------------|------------------|-----|
| 11.04.96 | 32 | 25 | 22 | 79 | | | | | | |

CHANVRE / HANF 1997

▪ Densité de semis et fertilisation azotée - Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
Hanf Wie wirken sich Saadichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?

JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
1997 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim

VERSUCHSORT: Auggen Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,5
Humus: 2,6 % P₂O₅: 7 K₂O: 12 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97

VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²

FAKTOREN

| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
|----------|-----------------------|---------------|----------------|
| Fedora | 100 K./m ² | N0 0 | |
| Kompolti | 200 K./m ² | N1 50 | |
| | 300 K./m ² | N2 85 (50/35) | |

AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
23.04.97 05.05.97 18 g 85 % 20

| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|---------------------|------|-------|-------|-----------|-------------|----------|---------|-------------------------------|------------------|-----|
| 14.04.97 | 30 | 17 | 15 | 62 | Thomaskali | 04.03.97 | 8 | 64 | 120 | 48 |

1. KAS 12.05.97 variabel 50
2. KAS 30.05.97 variabel 35

▪ Densité de semis et fertilisation azotée - Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
Hanf Wie wirken sich Saadichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?

JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
1997 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim

VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 7,5
Humus: 1,6 % P₂O₅: 19 K₂O: 28 Mg: 10 mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:

VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²

FAKTOREN

| | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|---|
| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
| Fedora | 100 K./m ² | N0 0 | |
| Kompolti | 200 K./m ² | N1 50 | |
| | 300 K./m ² | N2 85 (50/35) | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK |
| 23.04.97 | 05.05.97 | | 18 85 % 20 |
| N _{min} am | 0-30 30-60 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO |
| 14.04.97 | 40 16 10 | 66 | Thomaskali 02.97 10 100 200 30 |
| | | | 1. KAS 14.05.97 variabel 50 |
| | | | 2. KAS 30.05.97 variabel 35 |

▪ **Variétés fibres - Auggen**

| | | | |
|---------------------|---|--|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | |
| Hanf | Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag? | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | |
| 1997 | IIIa FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | |
| VERSUCHSORT: Auggen | Höhe: 232 | m ü. NN | Ø Niederschlag: 650 mm/a Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C |
| BODEN | Typ: Braunerde | Art: uL | Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,5 |
| | Humus: 2,6 % | P ₂ O ₅ : 7 K ₂ O: 12 | Mg: 8 mg/100g Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97 | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE |
| Blockanlage | 10 | 4 | 40 13,5 m ² 12 m ² |

FAKTOREN

| | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|---|
| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
| 1 Fedora | 200 K./m ² | 85 (50/35) kg N | |
| 2 Felina | | | |
| 3 Futura | | | |
| 4 Uniko | | | |
| 5 Kompolti | | | |
| 6 Lovrin | | | |
| 7 Fedrina | | | |
| 8 Juso 31 | | | |
| 9 Irene | | | |
| 10 Fasamo | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK |
| 23.04.97 | 05.05.97 | | 20 |
| N _{min} am | 0-30 30-60 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO |
| 14.04.97 | 40 16 10 | 66 | Thomaskali 04.03.97 8 64 120 48 |
| | | | 1. KAS 12.05.97 50 |
| | | | 2. KAS 30.05.97 35 |

▪ **Variétés fibres - Biengen**

| | | | |
|----------------------|---|---|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | |
| Hanf | Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag? | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | |
| 1997 | IIIa FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: 212 | m ü. NN | Ø Niederschlag: 600 mm/a Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C |
| BODEN | Typ: Braunerde | Art: uL | Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 7,5 |
| | Humus: 1,6 % | P ₂ O ₅ : 19 K ₂ O: 28 | Mg: 10 mg/100g Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | eingearbeitet am: abgefahren am: | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE |
| Blockanlage | 10 | 4 | 40 13,5 m ² 12 m ² |

FAKTOREN

| | | | |
|------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
| 1 Fedora | 200 K./m ² | 85 (50/35) kg N | |
| 2 Felina | | | |
| 3 Futura | | | |
| 4 Uniko B | | | |
| 5 Kompolti | | | |
| 6 Lovrin | | | |
| 7 Fedrina | | | |
| 8 Juso 31 | | | |
| 9 Irene | | | |
| 10 Fasamo | | | |

| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
|---------------------|------------|---------|-----------|-------------|----------|-------------|-------------------------------|------------------|-----|--|
| 24.04.97 | 05.05.97 | 200 Kö. | | | | 20 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 14.04.97 | 40 16 | 10 66 | | Thomaskali | 02.97 | 10 | 100 | 200 | 30 | |
| | | | | 1. KAS | 14.05.97 | 50 | | | | |
| | | | | 2. KAS | 30.05.97 | 35 | | | | |

■ Variétés grains - Auggen

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
|---------------------|---|-----------------------|---------------------------------|---------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------|---------|----------|
| Hanf | Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | |
| 1997 | IIIb FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Auggen | Höhe: | 232 | m ü. NN | ∅ Niederschlag: | 650 | mm/a | | | | |
| | | | | ∅ Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | uL | Boden-/Ackerzahl: | 80 | pH: | 7,5 | | |
| | Humus: | 2,6 % | P ₂ O ₅ : | 7 | K ₂ O: | 12 | Mg: | 8 | mg/100g | Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Hanf | | Stroh / Blatt abgefahren: | | ja <input checked="" type="checkbox"/> | nein <input type="checkbox"/> | | | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | | | eingearbeitet am: | | abgefahren am: | | 1/97 | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFÄCHE | | | | | |
| Blockanlage | 6 | 4 | 24 | 13,5 m ² | 12 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | Sorten | | Saatdichte | Düngung | Pflanzenschutz | | | | | |
| | 1 Fedora | 200 K./m ² | 50 kg N | | | | | | | |
| | 2 Felina | | | | | | | | | |
| | 3 Lovrin | | | | | | | | | |
| | 4 Juso 31 | | | | | | | | | |
| | 5 Kompolti | | | | | | | | | |
| | 6 Fasamo | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 23.04.97 | 05.05.97 | 200 K. | | | | 20 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 14.04.97 | 30 17 | 15 63 | | Thomaskali | 04.03.97 | 8 | 64 | 120 | 48 | |
| | | | | KAS | 12.05.97 | 50 | | | | |

■ Variétés grains - Biengen

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|------------------|---------|----------|
| Hanf | Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | |
| 1997 | IIIb FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | 212 | m ü. NN | ∅ Niederschlag: | 600 | mm/a | | | | |
| | | | | ∅ Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | uL | Boden-/Ackerzahl: | 90 | pH: | 7,5 | | |
| | Humus: | 1,6 % | P ₂ O ₅ : | 19 | K ₂ O: | 28 | Mg: | 10 | mg/100g | Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | | | Stroh / Blatt abgefahren: | | ja <input type="checkbox"/> | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | Mais | | eingearbeitet am: | | abgefahren am: | | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFÄCHE | | | | | |
| Blockanlage | 6 | 4 | 24 | 13,5 m ² | 12 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | Sorten | | Saatdichte | Düngung | Pflanzenschutz | | | | | |
| | 1 Fedora | 200 K./m ² | 50 kg N | | | | | | | |
| | 2 Felina | | | | | | | | | |
| | 3 Lovrin | | | | | | | | | |
| | 4 Juso 31 | | | | | | | | | |
| | 5 Kompolti | | | | | | | | | |
| | 6 Fasamo | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 24.04.97 | 05.05.97 | 200 K. | | | | 20 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 | ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 14.04.97 | 40 16 | 10 66 | | Thomaskali | 02.97 | 10 | 100 | 200 | 30 | |
| | | | | KAS | 14.05.97 | 50 | | | | |

■ Fertilisation P-K-B

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Hanf | Wie wirken sich verschiedene Dünger auf den Ertrag | | | | | | | | | |

(Körner und Stengel) aus?
JAHR 1997 **VERSUCHSNUMMER** II **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Auggen **Höhe:** 232 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 650 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,5
Humus: 2,6 % P₂O₅: 7 K₂O: 12 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
VORFRUCHT: Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97
VERSUCHSANLAGE **VARIANTEN** **WIEDERHOLUNGEN** **PARZELLENZAHL** **PARZ.GRÖSSE** **ERNTEFLÄCHE**
Spaltanlage 10 4 40 12 m² 10,5 m²
FAKTOREN
Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
Fedora 200 K./m² siehe Zettel
Kompolti
AUSSAAT **AUFGANG** **DICHTE** **MENGE** **TKG** **KEIMF.** **REIHENABST.** **SÄTECHNIK**
23.04.97 05.05.97 200 K./m² 18 85 20
N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm **DÜNGUNG MIT** **AM** **MENGE** **N** **P₂O** **K₂O** **MgO** **Bor**
14.04.97 30 17 15 62 Thomaskali 04.03.97 8 5 64 120 48
1. KAS 12.05.97 50
P;K;B 14.05.97 variabel 151 130 - 1,5
2. KAS 30.05.97 35
P₂O₅ K₂O Bor
Grunddüngung 64 120 -
P-Düngung 215 120 -
K-Düngung 64 250 -
P+K-Düngung 215 250 -
P+K+Bor-Düngung 215 250 1,5

■ Récolte en seconde culture annuelle Site 1.

KULTURART **VERSUCHSFRAGE**
Hanf Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus? (Ernte Herbst '97)
JAHR 1997 **VERSUCHSNUMMER** IVa **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Biengen **Höhe:** 212 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 90 pH:
Humus: % P₂O₅: K₂O: Mg: mg/100g Ges-N: %
VORFRUCHT: Frühkartoffeln Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
VERSUCHSANLAGE **VARIANTEN** **WIEDERHOLUNGEN** **PARZELLENZAHL** **PARZ.GRÖSSE** **ERNTEFLÄCHE**
Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²
FAKTOREN
Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
Fedora 19 200 Körner/m²
Kompolti 300 Körner/m²
Fasamo
N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm **DÜNGUNG MIT** **AM** **MENGE** **N** **P₂O₅** **K₂O** **MgO**
Thomaskali 01.97 10 100 200 30
N-Düngung 130
zu Frühkart.

■ Récolte en seconde culture annuelle Site 2

KULTURART **VERSUCHSFRAGE**
Hanf Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus? (Ernte Winter '98)
JAHR 1997 **VERSUCHSNUMMER** IVb **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Biengen **Höhe:** 212 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 90 pH:
VORFRUCHT: Kenaf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 02/97
VERSUCHSANLAGE **VARIANTEN** **WIEDERHOLUNGEN** **PARZELLENZAHL** **PARZ.GRÖSSE** **ERNTEFLÄCHE**
Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²
FAKTOREN
Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
Fedora 19 200 Körner/m²
Kompolti 300 Körner/m²

Fasamo
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 ∑ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 Thomaskali 02.97 10 100 200 30

■ Utilisation énergétique

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Ertragsleistung von Energieganzpflanzen
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 IVD Stuttgart
 VERSUCHSORT: Müllheim Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Parabraunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 81 pH: 6,2
 Humus: 1,4 % P₂O₅: 10 K₂O: 20 Mg: 8 mg/100g Ges-N: 0,1 %
 VORFRUCHT: Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Großparzelle m² m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz Aussaat
 Kompolti
 BODENBEARBEITUNGSMASSNAHMEN BEREGNUNGEN AM /mm
 Pflug 08.03.97
 AUSSAAT AUFGANG DICHTHE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 25.04.97 05.05.97 122 40 kg 12,5 Drill
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 ∑ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 03.03.97 8 9 9 26 KAS 28.05.97 50

CHANVRE / HANF 1998

■ Densité de semis et fertilisation - Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag
 (Körner und Stengel) aus?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Auggen-Hach 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,3
 Humus: 2,8 % P₂O₅: 12 K₂O: 15 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Winterweizen Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 19 100 Pfl./m² N0 0 kg N
 Kompolti 200 Pfl./m² N1 50 kg N
 300 Pfl./m² N2 85 (50/35) KG N
 AUSSAAT AUFGANG DICHTHE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 30.04.98 07.05.98 19
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 ∑ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 16.04.98 19 31 15 65 Thomaskali 03.98 12 96 180 72
 KAS 12.05.98 1,8 50
 KAS 1,3 35
 ERNTE
 Datum Wassergehalt (Ø, min-max) Erträge (Ø, min-max) Qualitäten (Ø, min-max)
 12.08.98 35 % 9 - 10 t/ha

■ Densité de semis et fertilisation - Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?

JAHR 1998 **VERSUCHSNUMMER** I **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Biengen **Höhe:** 212 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 95 pH: 7,1
Humus: 0,9 % P₂O₅: 18 K₂O: 18 Mg: 12 mg/100g Ges-N: %
VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
FAKTOREN
Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
Fedora 19 100 Pfl./m² N0 0 kg N
Kompolti 200 Pfl./m² N1 50 kg N
300 Pfl./m² N2 85 (50/35) kg N
AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
05.05.98 10.05.98 19
N_{min} am 0- 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
30
15.04.98 9 11 8 28 Superphosphat 21.04. 5,5 dt 100
KAS 14.05. 2,0 75
KAS 1,3 35
ERNTE
Datum Wassergehalt (Ø, min-max) Erträge (Ø, min-max) Qualitäten (Ø, min-max)
17.08.98

▪ Variétés fibres - Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
Hanf Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag?
JAHR 1998 **VERSUCHSNUMMER** II **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Auggen-Hach **Höhe:** 232 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 650 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,3
Humus: 2,8 % P₂O₅: 12 K₂O: 15 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
VORFRUCHT: Winterweizen Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
Blockanlage 12 4 48 13,5 m² 12 m²
FAKTOREN
Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
1 Fedora 19 200 Pfl./m² 85 (50/35) kg N
2 Felina
3 Futura
4 Uniko
5 Kompolti
6 Lovrin
7 Fedrina
8 Juso 31
9 Irene
10 Fasamo
11 Juso 11
12 Bialobrzeskie
AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
30.04.98 07.05.98 200 Pfl./m²
N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
16.04.98 19 31 15 65 Thomaskali 03.98 12 96 180 72
KAS 12.05.98 1,8 50
KAS 1,3 35
ERNTE
Datum Wassergehalt (Ø, min-max) Erträge (Ø, min-max) Qualitäten (Ø, min-max)
14.08.98

▪ Variétés fibres - Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
Hanf Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag ?
JAHR **VERSUCHSNUMMER** **IN ZUSAMMENARBEIT MIT**

1998 II FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 95 pH: 7,1
 Humus: 0,9 % P₂O₅: 18 K₂O: 18 Mg: 12 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ. GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 12 4 48 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Fedora 19 200 Pfl./m² 85 (50/35) kg N
 2 Felina
 3 Futura
 4 Uniko B
 5 Kompolti
 6 Lovrin
 7 Fedrina
 8 Juso 31
 9 Irene
 10 Fasamo
 11 Juso 11
 12 Bialobrzeskie
 AUSSAAT AUFGANG DICHTE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 05.05.98 10.05.98 200 Pfl./m² 19
 N_{min} am 0- 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 30
 15.04.98 9 11 8 28 Superphos 21.04.98 5,5 100
 KAS 10.05. 2,0 75
 KAS 1,3 35

ERNTE
 Datum Wassergehalt (Ø, min-max) Erträge (Ø, min-max) Qualitäten (Ø, min-max)
 18.08.98

▪ Variétés grains - Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Auggen-Hach Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,3
 Humus: 2,8 % P₂O₅: 12 K₂O: 15 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Winterweizen Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ. GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 9 4 36 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Fedora 19 200 Körner/m² 50 kg N
 2 Felina
 3 Lovrin
 4 Juso 31
 5 Kompolti
 6 Fasamo
 7 Bialobrzeskie
 8 Fedrina
 9 F x T
 AUSSAAT AUFGANG DICHTE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 30.04.98 07.05.98 200 Pfl./m² 19
 N_{min} am 0- 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 30
 16.04.98 19 31 15 65 Thomaskali 03.98 12 96 180 72
 KAS 12.05.98 1,8 50

▪ Variétés grains - Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag ?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim

VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 95 pH: 7,1
 Humus: 0,9 % P₂O₅: 18 K₂O: 18 Mg: 12 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ. GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 9 4 36 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Fedora 19 200 Pfl./m² 50 kg N
 2 Felina
 3 Lovrin
 4 Juso 31
 5 Kompolti
 6 Fasamo
 7 Bialobrzeskie
 8 Fedrina
 9 FXT
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 05.05.98 10.05.98 200 Pfl./m² 19
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 15.04.98 9 11 8 28 Superphos 21.04.98 5,5 100
 KAS 10.05.98 2,0 75

■ Récolte en seconde culture annuelle Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirkt sich die Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 IV FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Auggen-Hach Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,3
 Humus: 2,8 % P₂O₅: 12 K₂O: 15 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Winterweizen Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ. GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
Fedora 19 200 Pfl./m²
Kompolti 300 Pfl./m²
Fasamo
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
16.06.98
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
05.06.98 62 37 16 115 KAS 24.06.98 40 kg

■ Récolte en seconde culture annuelle - Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 IV FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 6,9
 Humus: 3,6 % P₂O₅: 3 K₂O: 8 Mg: 16 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Frühkartoffeln Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ. GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 19 200 Pfl./m²
 Kompolti 300 Pfl./m²
 Fasamo
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 19.06.98
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 19.06.98 108 26 27 161

Transformation énergétique

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|----------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--|-------------------------------|------------------|---------|----------|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
| Hanf | Eignet sich Hanf als Biomasse zur Energiegewinnung? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | |
| 1998 | V FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Auggen-Hach | Höhe: | 232 | m ü. NN | | Ø Niederschlag: | 650 | mm/a | | | |
| | | | | | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | | Art: | uL | Boden-/Ackerzahl: | 80 | pH: | 7,3 | |
| | Humus: | 2,8 % | P ₂ O ₅ : | 12 | K ₂ O: | 15 | Mg: | 8 | mg/100g | Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Winterweizen | | Stroh / Blatt abgefahren: | | | ja <input checked="" type="checkbox"/> | nein <input type="checkbox"/> | | | |
| ZWISCHENFRUCHT: | eingearbeitet am: abgefahren am: | | | | | | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFÄHIGKEIT | | | | | |
| Blockanlage | 4 | 4 | 16 | 13,5 m ² | 12 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | | | | | | | | | | |
| Sorten | Saadichte | Düngung | | | Pflanzenschutz | | | | | |
| Kompolti | 100 Pfl./m ² | 50 kg N | | | | | | | | |
| Futura | 300 Pfl./m ² | | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 30.04.98 | 07.05.98 | | | | | 19 | | | | |
| N _{min} am | 0- 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | |
| 16.04.98 | 19 31 | 15 | 65 | Thomaskali | 23.03.98 | 12 | 96 | 180 | 72 | |
| | | | | KAS | 12.05.98 | 1,8 | 50 | | | |

KENAF 1996

Fertilisation Biengen

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|----------------|---------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|--|-----|--|--|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
| Kenaf | Wie wirkt sich die Düngung auf den Ertrag aus ? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | |
| 1996 | I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | 212 | m ü. NN | | Ø Niederschlag: | 600 | mm/a | | | |
| | | | | | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | 90 | pH: | | |
| | Humus: | % | P ₂ O ₅ : | K ₂ O: | Mg: | mg/100g | Ges-N: | % | | |
| VORFRUCHT: | Mais | | Stroh / Blatt abgefahren: | | | ja <input type="checkbox"/> | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFÄHIGKEIT | | | | | |
| | 6 | 4 | 24 | m ² | 15 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | | | | | | | | | | |
| Sorten | Saadichte | Düngung | | | Pflanzenschutz | | | | | |
| Kenaf 2 | 40 Pfl./m ² | N 0 0 0 0 | | | | | | | | |
| | | N 1 30 0 0 | | | | | | | | |
| | | N 4 30 0 0 | | | | | | | | |
| | | N 5 30 60 0 | | | | | | | | |
| | | N 6 30 30 30 | | | | | | | | |
| | | N 10 30 60 60 | | | | | | | | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | SÄTECHNIK | | | |
| 28.05.96 | 03.06.96 | | | | | 30 | | | | |
| PFLANZENSCHUTZ | | | | | | | | | | |
| Datum | Entw.stad. | Produkt | Aufw.menge | Wasserm. | Bedingungen | Wirkungen | | | | |
| 30.05.96 | VA | Stomp SC | 2 l/ha | 400 l | günstig | gut | | | | |
| 30.05.96 | | Round up | 3 l/ha | 400l | günstig | gut | | | | |

Fertilisation Steinestadt

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|----------------|---------------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|-----|---------|----------|
| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | |
| Kenaf | Wie wirkt sich die Düngung auf den Ertrag aus ? | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | |
| 1996 | I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Steinestadt | Höhe: | 235 | m ü. NN | | Ø Niederschlag: | 650 | mm/a | | | |
| | | | | | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | | Art: | sl | Boden-/Ackerzahl: | | pH: | 6,2 | |
| | Humus: | 4,9 % | P ₂ O ₅ : | 8 | K ₂ O: | 8 | Mg: | 15 | mg/100g | Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Mais | | Stroh / Blatt abgefahren: | | | ja <input type="checkbox"/> | nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | WIEDERHOLUNGEN | PARZELLENZAHL | PARZ.GRÖSSE | ERNTEFÄHIGKEIT | | | | | |
| | 6 | 4 | 24 | m ² | 15 m ² | | | | | |
| FAKTOREN | | | | | | | | | | |

| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
|---------------------|-----------------------|---|---|
| Kenaf 2 | 40 Pfl/m ² | N 0 0 N 1 30 Gülle N 4 30 30 N 5 30 30 30 N 6 30 30 30 N 10 30 60 60 | |
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK |
| 23.05.96 | 30.05.96 | | 30 |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO |
| 23.04.96 | 50 20 | 11 81 | Thomaskali 19.4.96 10 80 150 50 |

PFLANZENSCHUTZ

| Datum | Entw.stad. | Produkt | Aufw.menge | Wasserm. | Bedingungen | Wirkungen |
|----------|------------|---------|------------|----------|-------------|-----------|
| 21.06.96 | | Buctril | 1,5 l/ha | 400 l | | |

■ Densité - Biengen

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE |
|--|------------------------------------|
| Kenaf | Welches ist die ideale Saadichte ? |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER |
| 1996 | II |
| IN ZUSAMMENARBEIT MIT FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: 212 m ü. NN |
| | Ø Niederschlag: 600 mm/a |
| | Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C |
| BODEN | Typ: Braunerde |
| | Art: sl |
| FAKTOREN | Boden-/Ackerzahl: pH: 9,5 |

| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
|---------|---|-------------------------------|----------------|
| Kenaf 2 | D2 20 Pfl./m ² D 4 40 Pfl./m ² D 6 60 Pfl./m ² D 8 80 Pfl./m ² | 40 kg N 5 cm 40 kg N 25 cm | |

| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK |
|----------|----------|--------|--|
| 28.05.96 | 03.06.96 | | 30 |

PFLANZENSCHUTZ

| Datum | Entw.stad. | Produkt | Aufw.menge | Wasserm. | Bedingungen | Wirkungen |
|----------|------------|----------|------------|----------|-------------|-----------|
| 30.05.96 | VA | Stomp SC | 2 l/ha | 400 l | günstig | gut |
| 30.05.96 | | Round up | 3 l/ha | 400 l | günstig | gut |

■ Densité - Steinstadt

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE |
|---|---|
| Kenaf | Welches ist die ideale Saadichte ? |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER |
| 1996 | II |
| IN ZUSAMMENARBEIT MIT FAL Zürich-Reckenholz | |
| VERSUCHSORT: Steinstadt | Höhe: 235 m ü. NN |
| | Ø Niederschlag: 650 mm/a |
| | Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C |
| BODEN | Typ: Braunerde |
| | Humus: 4,9 % |
| | Art: sl |
| FAKTOREN | Boden-/Ackerzahl: pH: 6,2 |
| | P ₂ O ₅ : 8 K ₂ O: 8 Mg: 15 mg/100g Ges-N: % |
| VORFRUCHT: | Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE |
| | 4 4 16 m ² 15 m ² |

| Sorten | Saadichte | Düngung | Pflanzenschutz |
|---------|--|-------------------------------|----------------|
| Kenaf 2 | D2 20 Pfl./m ² D4 40 Pfl./m ² D6 60 Pfl./m ² D8 80 Pfl./m ² | 40 kg N 5 cm 40 kg N 25 cm | |

| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK |
|---------------------|------------|-----------------|---|
| 23.05.96 | 30.05.96 | | 30 |
| N _{min} am | 0-30 30-60 | 60-90 ∑ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO |
| 23.04.96 | 50 20 | 11 81 | Thomaskali 19.4.96 10 80 150 50 |

PFLANZENSCHUTZ

| Datum | Entw.stad. | Produkt | Aufw.menge | Wasserm. | Bedingungen | Wirkungen |
|----------|------------|---------|------------|----------|-------------|-----------|
| 21.06.96 | | Buctril | 1,5 l/ha | 400 l | | |

■

■ Variétés - Biengen

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE |
|--|---|
| Kenaf | Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ? |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER |
| 1996 | III |
| IN ZUSAMMENARBEIT MIT FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: 212 m ü. NN |
| | Ø Niederschlag: 600 mm/a |
| | Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C |

BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 6,2
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 5 4 20 m² 15 m²

FAKTOREN

Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Kenaf 21 40 Pfl./m² 40 kg N 5 cm
 2 Kenaf 2 40 kg N 25 cm
 3 Kenaf 3
 4 Kenaf 22
 5 Salvador

AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 28.05.96 03.06.96 30 M 30

PFLANZENSCHUTZ

Datum Entw.stad. Produkt Aufw.menge Wasserm. Bedingungen Wirkungen
 30.05.96 VA Stomp SC 2 l/ha 400 l günstig gut
 30.06.96 Round up 3 l/ha 400 günstig gut

▪ **Variétés - Steinenstadt**

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Kenaf Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1996 III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Steinenstadt Höhe: 235 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: sl Boden-/Ackerzahl: 15 pH: 6,2
 Humus: 4,9 % P₂O₅: 8 K₂O: 8 Mg: 15 mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein

VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 5 4 20 m² 15 m²

FAKTOREN

Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Kenaf 21 40 Pfl./m² 40 kg N 5 cm
 2 Kenaf 2 40 kg N 25 cm
 3 Kenaf 3
 4 Kenaf 22
 5 Salvador

AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 23.05.96 30.05.96 30 M 30

N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 23.04.96 50 20 11 81 Thomaskali 19.4.96 10 80 150 50

PFLANZENSCHUTZ

Datum Entw.stad. Produkt Aufw.menge Wasserm. Bedingungen Wirkungen
 21.06.96 Buc tril 1,5 l/ha 400 l

KENAF 1997

▪ **Densité - Steinenstadt**

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Kenaf Welches ist die ideale Saatdichte?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 I FAL Zürich-Reckenholz
 VERSUCHSORT: Steinenstadt Höhe: 235 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 9 pH: 6,7
 Humus: 1,7 % P₂O₅: 8 K₂O: 15 Mg: 9 mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein

ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:

VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 8 4 32 12 m² 10,5 m²

FAKTOREN

Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Kenaf 21 D2 20 Pfl./m² 40 kg N 5 cm 26.05.97
 D3 30 Pfl./m² 40 kg N 25 cm Herbizid
 D4 40 Pfl./m²
 D5 50 Pfl./m²
 D6 60 Pfl./m²
 D7 70 Pfl./m²
 D8 80 Pfl./m²

| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | | |
|---------------------|----------|----------------------------|-------|-----------|-------------|----------|-------------|---|-------------------------------|------------------|-----|
| 22.05.97 | 29.05.97 | 20-100 Pfl./m ² | | | 27 g | 85 % | 30 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| 14.04.97 | 26 | 27 | 8 | 61 | Thomaskali | 04.03.97 | 8 | | 64 | 120 | 48 |
| | | | | | 1. KAS | 28.05.97 | | | | | 40 |
| | | | | | 2. KAS | | | | | | 40 |

■ Densité - Biengen

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|---------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------------|-------------------|--------------|---------------------|--|
| Kenaf | Welches ist die ideale Saattiefe? | | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | | | | | | | | | |
| 1997 | I | | | | | | | | | | |
| IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | | | |
| FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Biengen | Höhe: | 212 | m ü. NN | Ø Niederschlag: | 600 | mm/a | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | sL | Boden-/Ackerzahl: | | pH: | | | | |
| | Humus: | % | P ₂ O ₅ : | | K ₂ O: | | Mg: | mg/100g | Ges-N: | % | |
| VORFRUCHT: | Kenaf | Stroh / Blatt abgefahren: ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | 8 | WIEDERHOLUNGEN | 4 | PARZELLENZAHL | 32 | PARZ.GRÖSSE | 12 m ² | ERNTEFÄLÄCHE | 10,5 m ² | |
| Blockanlage | | | | | | | | | | | |
| FAKTOREN | | | | | | | | | | | |
| Sorten | Saatdichte | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | | | |
| Kenaf 21 | D2 20 Pfl./m ² | 40 kg N | 5 cm | 23.05.97 | | | | | | | |
| | D3 30 Pfl./m ² | 40 kg N | 25 cm | Herbizid | | | | | | | |
| | D4 40 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |
| | D5 50 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |
| | D6 60 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |
| | D7 70 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |
| | D8 80 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |
| | D10 100 Pfl./m ² | | | | | | | | | | |

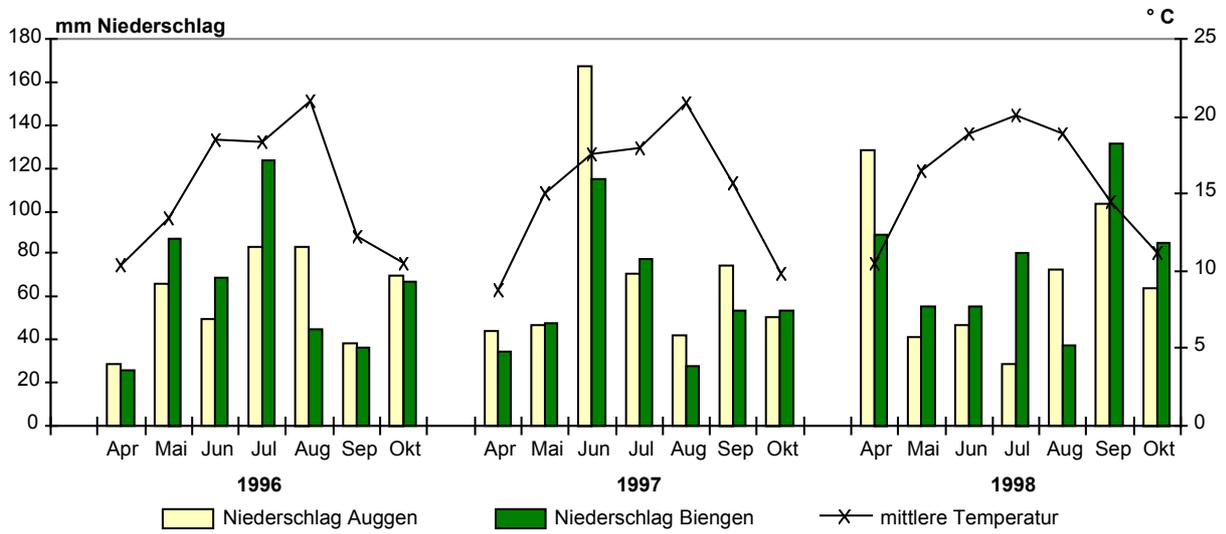
| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | | |
|---------------------|----------|----------------------------|-------|-----------|-------------|----------|-------------|---|-------------------------------|------------------|-----|
| 23.05.97 | 29.05.97 | 20-100 Pfl./m ² | | | 27 g | 85 % | 30 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| | | | | | Thomaskali | 02.97 | 10 | | 100 | 200 | 30 |
| | | | | | 1. KAS | 27.05.97 | | | | | 40 |
| | | | | | 2. KAS | | | | | | 40 |

■ Variétés - Steinstadt

| KULTURART | VERSUCHSFRAGE | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------------|-------------------|--------------|---------------------|--|
| Kenaf | Welche Sorten geben den höchsten Ertrag? | | | | | | | | | | |
| JAHR | VERSUCHSNUMMER | | | | | | | | | | |
| 1997 | II | | | | | | | | | | |
| IN ZUSAMMENARBEIT MIT | | | | | | | | | | | |
| FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim | | | | | | | | | | | |
| VERSUCHSORT: Steinstadt | Höhe: | 235 | m ü. NN | Ø Niederschlag: | 650 | mm/a | Ø Jahrestemperatur: | 9,5 | °C | | |
| BODEN | Typ: | Braunerde | Art: | sL | Boden-/Ackerzahl: | | pH: | 6,7 | | | |
| | Humus: | 1,7 % | P ₂ O ₅ : | 8 | K ₂ O: | 15 | Mg: | 9 | Ges-N: | % | |
| VORFRUCHT: | Mais | Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | |
| VERSUCHSANLAGE | VARIANTEN | 8 | WIEDERHOLUNGEN | 4 | PARZELLENZAHL | 32 | PARZ.GRÖSSE | 12 m ² | ERNTEFÄLÄCHE | 10,5 m ² | |
| Blockanlage | | | | | | | | | | | |
| FAKTOREN | | | | | | | | | | | |
| Sorten | Saatdichte | Düngung | | Pflanzenschutz | | | | | | | |
| 1 Kenaf 21 | 40 Pfl./m ² | 40 kg N | 5 cm | 26.05.97 | | | | | | | |
| 2 Kenaf 2 | | 40 kg N | 25 cm | Herbizid | | | | | | | |
| 3 Kenaf 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 Kenaf 22 | | | | | | | | | | | |
| 5 Salvador | | | | | | | | | | | |
| 6 Kenaf 1 | | | | | | | | | | | |
| 7 Everglades | | | | | | | | | | | |
| 8 Nr. 15.2 | | | | | | | | | | | |

| AUSSAAT | AUFGANG | DICHTE | | MENGE | TKG | KEIMF. | REIHENABST. | | SÄTECHNIK | | |
|---------------------|----------|------------------------|-------|-----------|-------------|----------|-------------|---|-------------------------------|------------------|-----|
| 22.05.97 | 29.05.97 | 40 Pfl./m ² | | | | | 30 | | | | |
| N _{min} am | 0-30 | 30-60 | 60-90 | Σ 0-90 cm | DÜNGUNG MIT | AM | MENGE | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| 14.04.97 | 26 | 27 | 8 | 61 | Thomaskali | 04.03.97 | 8 | | 64 | 120 | 48 |
| | | | | | 1. KAS | 28.05.97 | | | | | 40 |

DONNEES CLIMATIQUES / METEOROLOGISCHE DATEN



11.3 Marges brutes et temps de travail

INVENTAIRE DE PRODUCTION POUR LE KENAF ET LE CHANVRE

| | Kenaf-Pellets | Hanf-Stroh | Hanf-Stroh und - Samen (biologisch) | Hanf-Stroh und ätherisches Öl (bio- logisch) | Hanf-Stroh und THC- arme Blüten (biolo- gisch) |
|----------------|--|---|---|--|--|
| Ertrag Stroh | 50 dt TS | 80 dt TS | 40 dt TS | 20 dt TS | 20 dt TS |
| Ertrag anderes | - | - | 8 dt TS Samen | 10 kg äth. Öl | 10 dt TS Blüten, 5 dt TS Samen |
| Saatgut | 14 kg | 60 kg | 40 kg | 30 kg | 30 kg |
| Düngung | 20 t Mist (50 N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 100 kg Ammonsalpeter (26N) | 20 t Mist (50 N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 200 kg Ammonsalpeter (52N) | 20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 20 m ³ Gülle (30N, 18 P ₂ O ₅ , 90 K ₂ O, 5Mg) | 20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg) | 20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg) |
| Pflanzenschutz | 4 l Stomp SC | - | - | - | - |
| Verfahren | Pflügen Eggen Saat (Einzelkornsä- maschine Rüben Hacken (Rübenhackge- rät Ernte (Maishäcksler (200 kW) Trocknung, Mahlen, Pelletieren | Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschwader) Ballenpressen (Quadratballen) | Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Dreschen Nachtrocknen Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschwader) Ballenpressen (Quadratbal- len) | Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Blütenmähen Destillieren Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschwader) Ballenpressen (Quadratbal- len) | Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Blütenmähen Trocknen Reinigung Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschwader) Ballenpressen (Quadratballen) |
| Transport | 50 km | 50 km | 50 km | 50 km | 50 km |

INVENTAIRE POUR LA PRODUCTION DE MISCANTHUS

| | Chinaschilf 1. Jahr (Anpflanzung) | Chinaschilf 2. Jahr (Teilertrag) | Chinaschilf 3.-15. Jahr (Vollertrag) | Chinaschilf 16. Jahr (Rodung) |
|--------------------------|---|--|--|---|
| Ertrag Stroh | - | 70 dt | 170 dt | - |
| Pflanz- und Saat- gut | 10000 Stück | - | - | 25 kg Grünbrachemischung |
| Düngung | - | 20 m ³ Gülle (30N, 18 P ₂ O ₅ , 90 K ₂ O, 5 Mg) | 30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg) | - |
| Pflanzenschutz | 4 l Stomp SC | 3 l Roundup | - | 4 l Roundup |
| Verfahren | Pflügen Eggen Setzmaschine (2-Reihen) Spritzen Hacken | Mähen (Doppelmesser) Ballenpressen (Quadratballen) | Mähen (Doppelmesser) Ballenpressen (Quadratballen) | Spritzen Pflügen Fräsen Eggen Saat (Drillsämaschine) Mulchen (2 x) |
| Transport | - | 50 km | 50 km | - |

11.4 Analyse de marché

THEMES DANS LE LE QUESTIONNAIRE POUR LES INTERVIEWS



- **Produktion**

- 1. Marktstruktur**

- 1.1 Anzahl der Papierfabriken.
- 1.2 Klassenbildung bezüglich Produktionsmengen (=Grösse).
- 1.3 Wieviele Betriebe pro Klasse?
- 1.4 Welchen Anteil der Klasse an Gesamtproduktion?
- 1.5 Wieviel Betriebe für Zellstoff mit Altpapier-, Holz-, Faserpflanzenverwertung?
- 1.6 Wieviele Betriebe für Graphische Papiere, Verpackungspapiere, Haushalt/Sanitär, Spezialpapiere?
- 1.7 Wieviel Betriebe pro Endsortiment?

- 2. Wettbewerbsintensität**

- 2.1 ökonomische Aspekte:
 - 2.1.1 Zellstoffpreise vergleichen (siehe Zellstoff)
 - 2.1.2 Verkaufspreise vergleichen in den Sortimenten, wo NawaRo (potentiell) vorkommen.
 - 2.1.3 durchschnittliche Preise für:
 - 2.1.3.1 graphische Papiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.3.2 Verpackungspapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.3.3 Hygiene- & Haushaltspapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf)
 - 2.1.4 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.5 Mindestproduktionsmengen bzw. Maximal zulässige Preise
 - 2.1.6 Investitionskosten für Infrastruktur für Papierherstellung aus Zellstoff von Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf
 - 2.1.6.1 graphische Papiere
 - 2.1.6.1 Verpackungspapiere
 - 2.1.6.1 Hygiene- & Haushaltspapiere
 - 2.1.6.1 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere
 - 2.1.7 Produktionskosten für Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf
 - 2.1.7.1 graphische Papiere
 - 2.1.7.2 Verpackungspapiere
 - 2.1.7.3 Hygiene- & Haushaltspapiere
 - 2.1.7.4 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere
- 2.2 weitere marktspezifische Aspekte:
 - 2.2.1 Eintrittsbarrieren: Zellstoffversorgung, Verarbeitung, Handel
 - 2.2.2 Marketingimage
- 2.3 technologische Aspekte:
 - 2.3.1 Entwicklungszustand der Technologie für Konkurrenzrohstoffe
 - 2.3.1.1 Papierherstellung
 - 2.3.1.2 Nachbehandlungen

2.3.2 Aufwand für Modifizierungen, um Technologie für NawaRo übernehmen zu können.

2.3.3 Produktionsdurchsätze, Kapazitäten

2.4 ökologische Aspekte:

2.4.1 Vergleich der Produkteherstellung

2.4.2 Vergleich der Produktenachbehandlung

2.4.3 Vergleich der Verwendung und Entsorgung, bzw. Recyklierung

3. Substitutionsmöglichkeiten

3.1 aussichtsreichste Sortimente für Substitution durch betreffenden NawaRo

3.2 Gründe für Substitutionschancen bzw. Behinderung:

3.2.1 ökonomische:

3.2.1.1 Zellstoff, Einkaufs-, Verkaufspreise (max, min)

3.2.1.2 Investitionskosten, Produktionskosten

3.2.1.3 Subventionen

3.2.2 ökologische:

3.2.2.1 Papierproduktion

3.2.2.2 Nachbehandlungen

3.2.2.3 Einsatz

3.2.2.4 Rezyklierung/Abfallbearbeitung

3.2.3 technische:

3.2.3.1 Infrastruktur

3.2.3.2 techn. Verarbeitbarkeit

3.2.3.3 Kapazitäten

3.2.3.4 Zellstoffversorgung

3.2.4 marktspezifische:

3.2.4.1 Image

3.2.4.2 Marktstruktur

3.2.4.3 Nachfrage, Angebot

3.2.4.4 Nachfrage (Menge, Preise, Sortimente) bei den Absatzmittlern

3.2.5 Produktqualität/-Eignung:

Sortimente definieren in denen NawaRo

3.2.5.1 mindere Qualität

3.2.5.2 bessere Qualität

aufweisen

3.2.6 politische:

Förderung, F&E, Subvention, Information, Kontingente,...

• Absatz

1. Marktstruktur

1.1 Typen von Absatzmittlern (Druckereien, Verlage, Zeitungen, Verpackungsindustrie, Grossisten, Spitäler...)

1.2 Wieviele Absatzmittler pro Sortiment?

1.3 wieviele Absatzmittler handeln Mit Papier aus:

1.3.1 Holz

1.3.2 Recyclingpapier

1.3.3 Hanf, Chinaschilf, Kenaf.

als Rohstoff?

1.4 Marktanteile

1.5 Nachfrageabsschätzung von Seiten der Konsumenten

- 1.6 Absatzmittlerstrategien für die verschiedenen Sortimente (auch in-, direkte Vermarktung)
- 1.7 Produktelebenszyklusanalysen
- 1.8 Produktpolitik

2. Wettbewerbsintensität

- 2.1 ökonomisch
Papierpreise für die verschiedenen Sortimente
- 2.2 marktspezifisch
 - 2.2.1 Eintrittsbarrieren
 - 2.2.2 Marketingimage (inkl. Ökologie)
 - 2.2.3 Verbände etc.
- 2.3 ökologisch
 - 2.3.1 wieviel mehr wird für ökologische Produkte bezahlt?
 - 2.3.2 wie wichtig ist der Faktor Ökologie für den Verkauf der Papiere?

3. Substitutionsmöglichkeiten

- 3.1 aussichtsreichste Sortimente für Substitution durch betreffenden NawaRo
- 3.2 Gründe für Substitutionschancen bzw. Behinderung:
 - 3.2.1 ökonomische
Papierpreise (Einkauf/Verkauf)
 - 3.2.2 ökologische
siehe Wettbewerbsintensität
 - 3.2.3 Produktequalität/-Eignung
 - 3.2.4 Politische (PR, Subventionen, F&E...)
 - 3.2.5

11.5 Enquête sur la production de chanvre en Bade Wurtemberg

QUESTIONNAIRE CHANVRE

I. Betriebsdaten
 Name des Betriebsleiters
 Ausbildung Alter Jahre

Lage/Klima
 Gemarkung Höhenlage
 Jahresdurchschnittstemperatur ° C
 jährl. Niederschläge mm/Jahr

Betriebsgröße ha
 Anzahl Schläge

Erwerbtyp
 Haupterwerbsbetrieb Nebenerwerbsbetrieb

Bewirtschaftung konventionell ökologisch

Betriebszweige
 Milchvieh Marktfrucht Sonderkulturen
 Veredelung

Hauptkulturen

Wieviel Hanf haben Sie 1997 angebaut? ha
 Hatten Sie 1996 ebenfalls schon Hanf angebaut? Nein Ja, ha

II. Schlag für Hanfanbau
 (bei mehreren Schlägen nur für den größten Schlag ausfüllen oder weiteren Fragebogen anfordern)

Acker/Bodenzahl Bodentyp
 Bodenart

Neigung Grad nach Süden Norden Osten Westen

Gründigkeit flach- mittel- tiefgründig
 Bodenzustand Verdichtungen Staunässe
 Versorgungszustand des Bodens
 pH P₂O₅ K₂O MgO mg/100 g Boden
 Besonderheiten
 Lage am Waldrand Lage an Gewässer Grundwassereinfluß
 Sonstige Besonderheiten:
 Pflanzenbauliche Maßnahmen Nr.

Produktionsziel: Fasern Samen beides
 (bei III. Ernte nur 1.1 nur 1.2 1.1 und 1.2 beantworten)

1. Fruchtfolge Hauptfrucht Zwischenfrucht
 1995
 1996
 1997 Hanf
 1998

2. Bodenbearbeitung
 Grundbodenbearbeitung Pflugfurche am
 pfluglos mit am
 Saatbettbereitung mit am
 Saatbettqualität sehr gut (fein) gut mittel schlecht (grob, zu feucht)

3. Saat
 Aussaat am
 Hanfsorte gebeizt ja nein Keimfähigkeit %
 Aussaatstärke kg/ha Reihenabstand cm Saattiefe cm

Beobachtungen zum Aufgang:
 Aufgang nach Tagen nach der Saat
 Feldaufgang gut (> 80 %) mittel (60-80%) schlecht (< 60%)
 mögliche Ursachen für schlechten Aufgang:

4. Düngung (mineralisch/organisch)

| Datum | Düngemittel | Menge dt/ha; m ³ | Reinnährstoffe (kg/ha) | | | | |
|-------|-------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

5. Unkräuter / Krankheiten Nr.
 Unkrautdruck hoch mittel gering
 Unkrautunterdrückung sehr gut gut mittel gering

Leitunkräuter
 Krankheiten
 Schädlinge

6. Pflegemaßnahmen

7. Sonstige Beobachtungen
 Auftreten von Lager nein ja, wann
 durch.....
 starke schwache Lagerneigung % vom Feld

III. Hanfernte

1.1 Hanfernte zur Fasernutzung
 Pflanzendaten zum Erntezeitpunkt (Durchschnittswerte)
 Pflanzenhöhe cm Pflanzen/m²
 Stengeldurchmesser mm

Ernte am Erntemaschine
 gewendet mit wie oft ?
 gepreßt mit nach Tagen nach der Ernte
 Stoppellänge cm

Witterung während und nach der Ernte

.....

Probleme bei der Ernte und während des Trocknungsverlaufs
 Strohertrag dt/ha bei einer Feuchte von% ⇔ TM-Ertrag dt/ha Nr.
 Lagerung
 wo ? wie lange ?

1.2 Hanfernte zur Samennutzung

Pflanzenaten zum Erntezeitpunkt (Durchschnittswerte)
 Pflanzenhöhe cm Pflanzen/m²
 Stengeldurchmesser mm

Erntezeitpunkt Mähdreschertyp
 Druschverluste% (geschätzt) Grünkornanteil% (geschätzt)

Samenertrag dt/ha bei einer Feuchte von% ⇔ TM-Ertragdt/ha
 Probleme bei der Ernte

.....

Gleichzeitige Strohnutzung ? ja nein
 wenn nein, wie beseitigt ?

.....

wenn ja
 gewendet mit wie oft ?
 gepreßt mit nach Tagen nach der Ernte

Witterung während und nach der Ernte

.....

Strohertrag dt/ha bei einer Feuchte von % ⇔ TM-Ertrag dt/ha Nr.
 IV. Vermarktung
 Abnehmer für Fasern weiß noch nicht ja, Vertragsanbau ja, sonstige Abnehmer
 Abnehmer:

.....

Abnehmer für Samen weiß noch nicht ja, Vertragsanbau ja, sonstige Abnehmer
 Abnehmer:

.....

Selbstvermarktung nein ja, wie ?

.....

.....

Betriebswirtschaft

| Einnahmen | | DM/Feld | DM /ha |
|-----------|---------------|---------|--------|
| | Erlös Stroh | | |
| | Erlös Samen | | |
| | Prämie | | |
| | | | |
| Ausgaben | | | |
| | Saatgut | | |
| | Düngung | | |
| | Lohnmaschinen | | |
| | Transport | | |

Haben Sie für 1998 den Hanfanbau wieder vorgesehen ja ha
 nein, weil

Selbstverständlich werden Ihre Angaben entsprechend den datenschutzrechtlichen Bestimmungen bearbeitet und nur für diese Auswertung genutzt. Mit der wissenschaftlichen Auswertung des Fragebogens bin ich einverstanden.

Datum, Unterschrift

Secrétariat ITADA :

Bâtiment Europe, 2 allée de Herrlisheim,

F – 68000 COLMAR

Tél : 0(0.33)3.89.22.95.50 Fax : 0(0.33)3.89.22.95.59

E-Mail : itada@wanadoo.fr