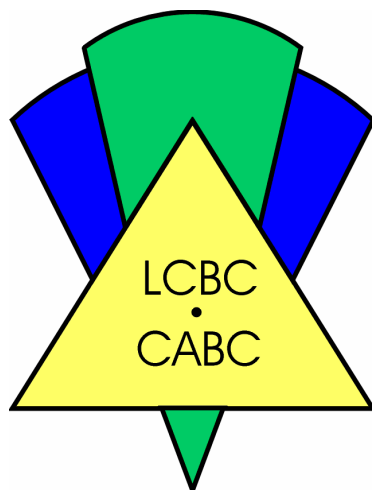




Guide de Bonnes Pratiques en Culture de Chicorée Industrielle

Centre Agricole Betteraves Chicorées

Avant-propos :

Ir. Peter Cornelis

(Centre Agricole Betterave-Chicorée, CABC)

Ce guide a été rédigé en collaboration et avec le support des institutions suivantes :

- **Administration de l'Agriculture de la Région Wallonne**
- **Centre Agronomique de Recherches Appliquées du Hainaut (C.A.R.A.H.), Ath**
- **Centre d'Etude et de Formation Agricole (CEFA), Waremmé**
- **Centre Herbager de Promotion Technique et Economique (CHPTE), La Reid**
- **Rijksuniversiteit Gent département Centrum voor Onkruidonderzoek, Melle**
- **Centre de Recherches Agronomiques, Département de Génie Rural (CRA), Gembloux**
- **Centre de Recherches Agronomiques, Département de Phytopharmacie (CRA), Gembloux**
- **Institut Royal Belge pour l'Amélioration de la Betterave (IRBAB), Tienen**
- **Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap dienst Ontwikkeling**
- **Land-en Tuinbouwcentrum Waasland, Sint-Niklaas**
- **ORAFIT S.A.**
- **Provinciaal Instituut voor Biotechnisch onderwijs en de PHL-Département Biotechnologie (PIBO), Tongeren**
- **Provinciaal Onderzoek- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw (POVLT), Beitem**
- **Warcoing Industrie S.A.**

Coordinateur : **Jean-Pierre Vandergeten (CABC)**

Dépôt légal: D/2003/6430/2

Les illustrations et le contenu de cette brochure peuvent être utilisés à des fins de publications pour autant que l'origine soit mentionnée.

1. INTRODUCTION	2
2. TECHNIQUES CULTURALES	3
2.1. CHOIX DE LA PARCELLE	3
2.2. VARIETES	3
2.3. ROTATION DES CULTURES.....	5
2.4. FERTILISATION.....	5
2.5. TRAVAIL DU SOL ET SEMIS.....	7
2.5.1. Préparation primaire du sol	7
2.5.2. Préparation du lit de germination.....	8
2.5.3. Semis	10
2.5.4. Semis sur buttes.....	13
2.5.5. Travail du sol et semis sous couvert.....	15
2.6. DESHERBAGE	16
2.6.1. Désherbage au moyen de systèmes à basse dose	16
2.6.2. Dsherbage Mécanique (K. Wellemans).....	23
2.6.3. Lutte contre les repousses de pomme de terre (O. Hermann).....	26
2.6.4. Lutte contre les graminées.....	27
2.7. PROTECTION CONTRE LES RAVAGEURS ET MALADIES	28
2.7.1. Ravageurs.....	28
2.7.2. Maladies.....	31
2.8. RECOLTE.....	34
2.8.1. Effeillage.....	34
2.8.2. Arrachage.....	35
2.8.3. Nettoyage.....	37
2.8.4. Récolte des chicorées sur buttes.....	38
2.8.5. Arracheuses spécifiques pour la chicorée.....	39
CONSERVATION DANS LE TAS.....	41
3. INULINE ET FRUCTOSE.....	43
3.1. INTRODUCTION.....	43
3.2. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET PHYSIQUES.....	43
3.3. L'INULINE COMME FIBRE ALIMENTAIRE	44
3.4. EFFET PREBIOTIQUE DE L'INULINE.....	45
3.5. L'INULINE COMME ADOUCISSEUR D'EAU	45
3.6. L'INULINE COMME PRODUIT DE BASE POUR LES EDULCORANTS.....	45
3.7. L'INULINE EN REMPLACEMENT DE LA GRAISSE	46
3.8. FRUCTO-OLIGOSACCHARIDE.....	46
3.9. L'INULINE DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE.....	46
4. LES SOUS-PRODUITS DE LA PRODUCTION D'INULINE CHICOREES	47
4.1. PULPE DE CHICOREE.....	47
4.1.1. Composition chimique de la pulpe de chicorée.....	48
4.1.2. Pulpe de chicorée surpressée et séchée.....	48
4.1.3. Ensilage de la pulpe de chicorée surpressée	48
4.1.4. Pulpe de chicorée en alimentation du bétail.....	49
4.2. RADICELLES DE CHICOREE.....	50
4.3. PRODUITS DE CHAULAGE	50
5. REFERENCES	50
ANNEXE I: Herbicides agréés en culture de chicorée en 2002.....	53
ANNEXE II: Produits agréés dans la culture de la chicorée dans la lutte contre les ravageurs en 2002.....	54

1. Introduction

Cichorium intybus L. appartient à la famille des Asteraceae. C'est une plante bisannuelle, dressée, résistante au gel et qui peut atteindre 80 à 90 cm de haut. Le genre *Cichorium* compte six variétés dispersées dans de nombreuses régions d'Europe et d'Asie. La chicorée se cultive dans différents pays entre autres le Royaume-Uni, la Belgique, la France, les Pays-Bas, l'Allemagne, l'Afrique du Sud, les Etats-Unis, l'Australie et l'Inde. La chicorée a une fine racine pivotante charnue et fragile qui peut atteindre 75 cm, elle est de couleur jaune-brun à l'extérieur et blanche à l'intérieur, sous une fine écorce. La plante atteint sa phase reproductive après une période d'hibernation. Elle forme des fleurs bleues au cours de cette phase. Jadis on utilisait la chicorée pour la production de papyrus (les rouleaux en papyrus d'Ebers datent de 4000 av. J.C.). On lui accordait également des vertus thérapeutiques. Les anciens Egyptiens utilisaient la chicorée pour apaiser les maux d'estomac, les sucs laiteux étaient utilisés pour traiter les affections oculaires. Plus tard la chicorée était renommée pour ses propriétés dépuratives et rafraîchissantes ainsi que pour son effet apaisant pour l'estomac, le foie et le cœur. Ce n'est qu'au 17^{ème} siècle qu'on découvrit ses



Fig. 1.2.: Plante de chicorée - 1^{ère} année

propriétés nutritives. Le blocus commercial contre l'Europe au 18^{ème} siècle fit grimper le prix du café de façon exorbitante. La chicorée s'est alors avérée être la plante qui remplaçait au mieux le café. Au 19^{ème} siècle l'industrie liée à la culture de la chicorée connut son heure de gloire. Cependant, jusqu'en 1980, la chicorée fut utilisée uniquement pour la production de "café". A partir de cette date elle a également été utilisée pour la production de fructose et d'inuline. En Belgique la culture de la chicorée connaît un essor important. Actuellement environ 15.000 ha servent à la culture de la chicorée, dont $\pm$ 10% sur buttes. La chicorée peut être considérée comme une culture maraîchère, ce qui signifie que l'approche de cette culture est totalement différente que pour les betteraves et les pommes de terre. Avec une bonne technique culturale et une récolteuse en bon état de marche et bien réglée, il devrait être possible d'atteindre un rendement moyen de 50 à 60 t/ha. Actuellement la moyenne est de 44 t/ha.

Dans ce guide des bonnes pratiques culturales on trouvera des conseils pour la culture de la chicorée. Ceux-ci doivent permettre d'obtenir une meilleure production et un meilleur rendement, une réduction de la charge environnementale (réduction de la tare et de la surfertilisation, application de produits agréés) et la réduction des résidus (pesticides, fongicides,...) dans la plante, de sorte à garantir la sécurité alimentaire de cette culture.



Fig. 1.1.: Plante de chicorée - 2^{ème} année, phase reproductive. Les fleurs bleues apparaissent.

2. Techniques culturales

2.1. Choix de la parcelle

La chicorée se cultive de préférence sur des sol sablonneux, sablo-limoneux et limoneux. La parcelle idéale doit répondre aux critères suivants:

- peu d'adventices. Il faut surtout éviter les chardons et la petite ciguë;
- il faut éviter les sols trop lourds (tare), trop humides (problèmes à l'arrachage) et trop caillouteux (dégâts aux machines);
- les parcelles doivent être aussi planes et stables que possible afin d'éviter l'érosion par les fortes pluies, elles doivent être aussi rectilignes que possibles afin d'éviter des pertes de temps lors du travail à l'entreprise (pulvérisations, arrachage) et aussi grandes que possible;
- le sol doit contenir suffisamment de matière organique et le pH doit être neutre.

2.2. Variétés (Van Waes *et al.*, 2002)

Comme pour la betterave sucrière, une liste des variétés recommandées est constituée sur base d'essais variétaux. Celle-ci contient également la description de chaque variété. La liste donne un aperçu des caractéristiques des variétés de chicorée industrielle reprises dans le catalogue belge des variétés. Une variété est inscrite au catalogue belge si elle remplit les trois conditions suivantes:

- elle a une valeur culturale et d'utilisation suffisante; ce niveau évolue dans le temps par des modifications de variétés témoins et/ou des critères d'évaluation;
- elle répond aux critères de distinctibilité, d'homogénéité et de stabilité;
- elle doit être identifiée par un nom préalablement approuvé.

L'information est basée sur le résultat des essais variétaux comparatifs des valeurs culturales et d'utilisation effectués en Belgique entre 1993 et 2001. Ceux-ci ont été menés à la demande du Comité pour l'élaboration du catalogue National des variétés pour les cultures agricoles, groupe de travail chicorée.

Lors de la rédaction de ces listes on a tenu compte des caractéristiques de chaque variété, qui ont été testées sous différentes conditions du point de vue du sol, du climat et des maladies.

Le choix de la variété est fonction de la date de semis et d'arrachage. Les variétés sensibles à la montaison doivent être semées après le 15 avril.

Les variétés Katrien (2001) et Vivace (2001) sont fort peu sensibles à la montaison. Les variétés de cette liste qui sont résistantes à très résistantes à la montaison sont: Orchies, Arancha, Apolina, Cassel, Hera et Melci. Balzane, Dageraad, Eva, Madona, Maurane et Nausica, très peu sensibles; Regalo et Faste ont une sensibilité marquée.

Le rendement racine maximal est obtenu pour pratiquement tous les cultivars lorsque l'arrachage a lieu à partir de fin octobre.

Tableau 2.1 Caractéristiques des plantes et des cultures et valeur culturale des chicorées industrielles – Liste des variétés belges 2001 (Source: CLO-Gent)

Caractéristiques	VARIETE														Moyenne (?)
	Apolina	Balzane	Cassel	Dageraad	Eva	Hera	Katrien	Madona	Maurane	Melci	Regalo	Vivace	Tilda (?)	Orchies (?)	
Longueur de la racine (cm)	21,8	21,8	22,0	22,2	21,6	21,8	22,3	21,9	21,8	22,6	21,4	21,3	20,5	22,1	21,8
Racines fourchues (%)	7,9	9,8	8,9	5,6	6,3	7,7	6,7	10,0	7,2	6,8	8,7	12,6	8,4	8,8	8,3
Croissance juvénile (1-9)	6,5	6,7	7,0	7,4	6,4	7,5	7,4	6,9	7,1	7,1	6,9	6,2	6,8	7,0	6,9
Développement foliaire (1-9)	6,6	6,9	7,6	7,5	6,1	7,7	7,1	6,8	7,2	7,4	7,8	6,4	7,3	7,0	7,1
Feuillage persistant (1-9)	6,36,4	6,0	6,8	5,4	6,0	6,4	5,7	6,2	6,2	5,8	5,8	6,3	6,5	6,4	6,1
Pourriture de la tête (degré de sensibilité) (*)	3,5	5,8	6,8	4,2	1,9	2,6	3,3	4,4	4,6	6,2	3,3	7,5	1,8	7,0	4,5
Rendement (relatif)															
Fraîches	10,1	101,8	103,5	93,5	95,0	99,9	95,9	101,0	100,1	101,6	104,1	100,6	103,8	98,0	100=56,070 kg/ha
Sucre	100,0	99,9	98,9	96,5	98,6	100,5	98,4	98,0	103,1	106,5	100,0	102,1	99,8	97,6	100=9,729kg/ha
Teneur en sucre total (%)	17,2	17,0	16,6	17,9	18,0	17,5	17,8	16,8	17,9	18,2	16,7	17,6	16,7	17,3	17,4
DP (degré de polymérisation) (%)	8,4	8,3	7,8	8,4	8,6	8,7	8,3	8,4	8,6	8,6	8,2	8,1	8,2	8,4	8,4
tare (%)	10,9	11,7	12,0	11,9	11,6	11,2	10,6	12,3	12,0	11,7	10,9	11,6	11,2	12,6	11,6

(*) Degré de polymérisation = 1x % racines légèrement atteintes /2 x % racines fortement atteintes

(?) Variétés de la liste européenne avec un certain taux d'utilisation en Belgique et reprises dans les essais en tant que contrôles ou références.

(%) Teneur totale en glucide = (%fructose + % glucose, après hydrolyse)/1,1 DP: degré de polymérisation = (rapport fructose/ glucose, après hydrolyse) + 1

(?) 100 = moyenne de toutes les variétés

2.3. Rotation des cultures

Une rotation longue est idéale pour la chicorée. Une rotation de 5 ans au minimum permet d'éviter l'apparition de nombreux parasites, maladies et mauvaises herbes souvent difficiles à combattre. Il faut éviter les pommes de terre et le colza en précédent cultural pour les repousses éventuelles, le lin pour les insectes du sol et les betteraves qui donnent souvent une structure au sol moins favorable.

2.4. Fertilisation

Il est important de ne pas fertiliser à l'aveuglette. Il est fortement conseillé de faire une analyse du sol et de prendre également des échantillons en profondeur pour déterminer le taux d'azote.

Des essais de fumure en Belgique et en France ont démontré que les besoins de la chicorée en azote sont minimes pour obtenir un rendement optimal. L'azote a une influence néfaste sur le rendement inuline. Il était démontré que des taux d'azote élevés peuvent, par l'abondance foliaire et le taux élevé d'humidité, stimuler des maladies bactériennes¹⁹.

Le tableau 2.2. donne la quantité de minéraux absorbés par la plante et exportés par la racine.

Tableau 2.2. Absorption de minéraux par la plante et exportation par la racine		
	Absorption par la plante ⁽¹⁾	Exportation par la racine ⁽¹⁾
N	180 – 230	140 – 180
P ₂ O ₅	80 – 120	70 – 90
K ₂ O	300 – 600	200 - 400

(1): en kg/ ha par an; source: ³⁷ et ⁹

L'absorption et l'exportation des minéraux dépend du rendement et du niveau de fertilisation. Avec un niveau de fumure bas ou moyen les taux de N, P₂O₅ et K₂O atteignent respectivement des moyennes de 1,6; 0,7; dans la racine et de 4,4 dans la feuille, 2,1; 0,8 et 5,3 kg par tonne de matière fraîche ⁴⁰.

Lors de l'application de fertilisants minéraux, il faut également tenir compte des éléments disponibles, libérés par les matières organiques (fumier, lisier, fientes de poules et résidus de récoltes), du lessivage et de la volatilisation des amendements apportés. La fumure de base se fait de préférence en automne et l'apport en azote de préférence 15 jours avant le semis.

En cas d'arrachage précoce la dose d'azote doit être réduite. Un apport trop important en azote cause également des problèmes de conservation dans le tas par une augmentation des risques de pourriture ⁴. La minéralisation naturelle procure suffisamment d'azote, à condition que le stock d'azote minéral, présent dans le sol au printemps à 1.5 m de profondeur, avoisine les 100 kg. La décomposition des matières organiques dans le sol suffira pour répondre aux besoins de la culture. Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'effectuer un apport supplémentaire en azote. Si la réserve en azote au printemps comporte entre 100 et 50 unités de N/ha, il faut effectuer un apport supplémentaire afin d'atteindre les 100 unités de N/ha. Si au printemps on a 50 unités de N/ha, l'apport ne pourra pas dépasser les 80 unités N/ha ¹⁴.

Le taux d'humus doit atteindre au minimum 1,5 à 2 %. Ce facteur doit être pris en considération lors de l'apport de fumure organique.

Le tableau 2.3. donne les apports moyens en engrais minéraux pour des sols normaux à riches. Pour déterminer l'apport optimal en fumure il est recommandé de suivre les avis de fumure établis par des laboratoires reconnus. Ces avis tiennent compte de la présence des éléments dans le sol, des besoins des plantes, de la rotation des cultures, du lessivage de l'azote et des

minéraux (sur la base d'échantillons du sol) et de la date de semis. Le but des avis de fumure est d'obtenir un résultat financier optimal et de rechercher ou de maintenir une bonne niveau de fertilité du sol.

Tableau 2.3. Fertilisation minérale pour des terres normales et riches	
Azote (N)	0 à 50 U
Phosphore (P ₂ O ₅)	50 à 80 U
Potassium (K ₂ O)	160 à 200 U
Magnésium (MgO)	50 à 90 U
Calcium (CaO)	400 à 600 U

L'apport d'azote se fait généralement avec du nitrate d'ammoniac (27% N) ou d'azote liquide (39% N), le phosphore avec du superphosphate triple (43% P₂O₅), le potassium avec du chlorure de potassium (60% K) ou de sulfate de potassium (25% K), le magnésium avec du sulfate de magnésium (16% MgO) ou de la kiésérite (27% MgO) et le calcium avec de l'écume de sucrerie.

La fumure minérale peut être combinée avec des matières organiques. Généralement le rapport est de 2/3 de fumure organique pour 1/3 de fumure minérale. En cas de fumure organique il est recommandé de réduire la fumure minérale comme suit (tableau 2.4):

Tableau 2.4. Valeur fertilisante des engrais organiques							
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	Matière sèche (kg/tonne)
<u>Apport printanier sur tous sols</u>							
Lisier	Bovins	25	13	49	11	6	95
	Veaux	19	9	27	4	10	20
	Porcs	41	40	47	14	10	85
	Truies	25	33	32	10	7	60
	Poules	63	58	50	18	10	160
Fumier	Bovins	16	21	40	11	7	240
	Porcs	22	63	25	18	7	230
	Poules pondeuses	68	105	99	28	18	320
	Humide						
	Sec	129	196	189	55	27	600
	Poulets	142	133	185	55	20	580
	Fumier de champignonnières	18	36	58	21	17	400

Source: Service Pédologique de Belgique, W.de Croylaan 48, 3001 Heverlee

Dans la pratique ces données ne sont pas suffisamment prises en compte.

La chicorée se plaît dans des sols neutres ou légèrement alcalins (pH KCl 7 – 7,5).

Le pH du sol joue un rôle important sur le plan de la disponibilité des éléments nutritifs et de la levée des plantes. La levée dans les sols acides est souvent plus difficile. Dans la pratique on a plutôt tendance à exagérer la fumure NPK et à négliger le chaulage et l'apport en magnésium ⁴.

2.5. Travail du sol et semis

Dans la culture de la chicorée le travail du sol revêt une importance capitale puisque c'est la partie souterraine de la plante qui sera récoltée. Il s'agit d'une culture printanière ce qui implique que le semis dépend des conditions climatiques et de l'état du sol. Le semis peut uniquement avoir lieu quand le sol est bien ressuyé et lorsque les températures se sont un peu réchauffées. Cette culture est beaucoup plus vulnérable aux périodes de sécheresse printanière que les autres cultures. La préparation du sol doit être telle que la terre puisse fournir l'eau nécessaire à la semence (par capillarité).

Il faut éviter le glaçage et de formation de croûtes de battance occasionnées par les orages de printemps et qui empêchent la germination des semences (par manque d'aération du sol) et entravent les plantules (pression mécanique).

Le profil du sol doit être tel que la racine pivotante puisse descendre le plus rapidement et le plus verticalement possible. La culture de la chicorée demande un sol compact, très homogène sans creux dans le profil ³¹. Le profil optimal devrait répondre aux caractéristiques suivantes (voir figure 2.1):



- 1) la couche superficielle comporte de petites mottes et de la terre est bien ameublie; cette couche est très superficielle (6 à 7 cm);
- 2) la zone sous-jacente est raffermie de façon régulière pour permettre le réglage de profondeur du semoir et le dépôt précis de la graine;
- 3) la couche inférieure est fissurée pour permettre la pénétration des racines.

Fig. 2.1: Profil optimal du sol
(fig. Vademecum 2002, Orafti)

2.5.1. Préparation primaire du sol

Le travail du sol doit toujours être effectué en de bonnes conditions. Pratiqué dans de mauvaises conditions il peut être à l'origine de la déformation des racines, ce qui peut causer une importante perte de rendement.

Avant d'entamer tout travail du sol il est nécessaire de détruire les adventices éventuelles (le chardon principalement) de façon mécanique, ou si cela n'est pas possible, de façon chimique (avec un herbicide total).

Un ameublissement en profondeur est indispensable pour assurer un bon développement racinaire de la chicorée. Ce travail doit être effectué quand le sol est parfaitement ressuyé. Les sols argileux sont labourés de préférence en hiver. Les périodes successives de gel et de pluie vont assurer l'ameublissement naturel du sol.

Les sols légers seront labourés de préférence au printemps. Il est impératif ici d'effectuer un labour très régulier et d'enchaîner les opérations de travail du sol pour éviter tout dessèchement de la terre.

Résumé:

- ❑ **la préparation du sol doit se faire dans de bonnes conditions. Le sol doit être parfaitement ressuyé ;**
- ❑ **éliminer les adventices (principalement le chardon) mécaniquement ou chimiquement ;**
- ❑ **sols argileux : labours d'hiver. Sols légers : labours de printemps.**

2.5.2. Préparation du lit de germination

L'objectif du travail de préparation est d'obtenir une couche de terre égalisée et rappuyée. Ce dernier point est primordial pour pouvoir régler correctement la profondeur de semis du semoir. La terre doit être suffisamment ameublie afin de pouvoir disposer la semence superficiellement tout en la plombant correctement, ceci nécessite de pouvoir travailler sur un sol fermé et bien rappuyé. Un lit de germination effectué correctement favorise une croissance rapide et homogène.

Il faut veiller à travailler dans de bonnes conditions. Le sol doit être suffisamment ressuyé pour favoriser l'émiettement des mottes de terre. On évite ainsi le lissage et le tassement du sol ³².

La préparation peut être entamée à partir du moment où de la terre prise en main s'émiette sans coller aux doigts. La préparation se fait généralement avec des outils combinés, comportant une succession de dents, de rouleaux émietteurs et de rouleaux ou de barres niveleuses (fig. 2.2). La préparation peut également se faire avec une herse rotative dont la profondeur de travail ne dépasse pas 6 à 7 cm (fig. 2.3). Quelque soit l'outil utilisé il faut impérativement veiller à utiliser une croskillette lourde ou une combinaison de deux croskillettes à l'arrière pour rasseoir le sol et maintenir l'humidité en surface.

La préparation du lit de germination se fait dans le sens du labour ou légèrement croisé par rapport au sens du labour.

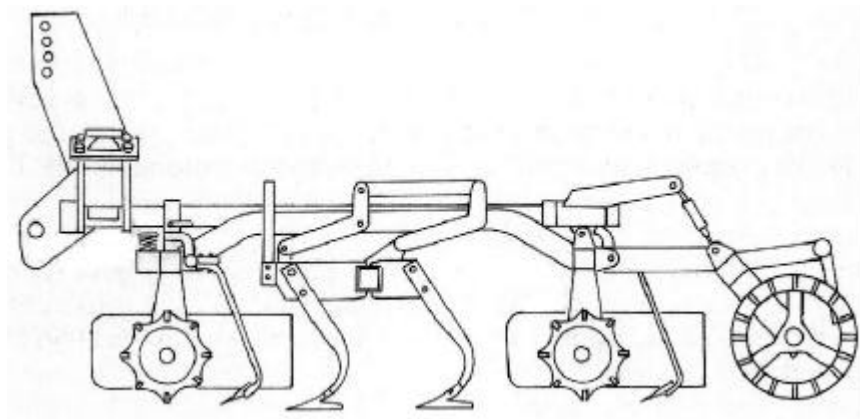


Fig. 2.2: Outil combiné avec 2 rouleaux émetteurs, 2 barres niveleuses, 2 rangées de dents avec socs ailés et une croskille. (fig. Oestges, 1994)



Fig.: 2.3: Herse rotative + croskille (fig. Oestges, 1994)

L'utilisation de pneumatiques larges ou de roues jumelées avec une pression de 0.4 bar est fortement recommandée. Utiliser également des relèves-traces. Toutes ces dispositions évitent de compacter le sol et les traces trop profondes souvent comblées de terre plus sèche par les barres égalisatrices ³⁶. Il est conseillé d'utiliser des éléments qui plombent la totalité de l'aire de travail.

Résumé:

- ❑ Travailler dans de bonnes conditions;
- ❑ Ne démarrer les travaux du sol que lorsque la terre s'émiette facilement dans la main sans coller aux doigts;
- ❑ Préparation du sol dans le sens du labour en légèrement en oblique;
- ❑ Utilisez des pneus larges ou roues jumelées;
- ❑ Pression des pneus: 0,4 bar;
- ❑ L'utilisation de relève-traces est vivement recommandée.

2.5.3. Semis

La qualité du semis a une très grande importance pour le succès de la culture, car c'est d'elle que dépend la régularité, l'homogénéité et la densité de la levée. La semence de chicorée est minuscule et elle n'a que très peu de réserves, il faut donc apporter une très grande attention au semis²⁹.

Le semis doit avoir lieu immédiatement après la préparation, il ne faut jamais laisser un lit de germination se ressuyer. Le lit de germination doit idéalement présenter une température de 10 à 15 °C. Les variétés résistantes à la montée à graines peuvent être semées à partir de début avril, à condition que la préparation du lit de germination ait été effectuée dans de bonnes conditions.

Il est préférable d'utiliser un semoir spécifique à la chicorée (fig. 2.4 et fig. 2.5). Celui-ci est constitué d'un système en parallélogramme permettant un ajustement précis de la profondeur de semis, d'un soc fin et effilé, d'une roue plumbeuse étroite et d'une roue de recouvrement large et plate. Si le lit de germination est bien préparé il n'est pas nécessaire d'utiliser un chasse-mottes.

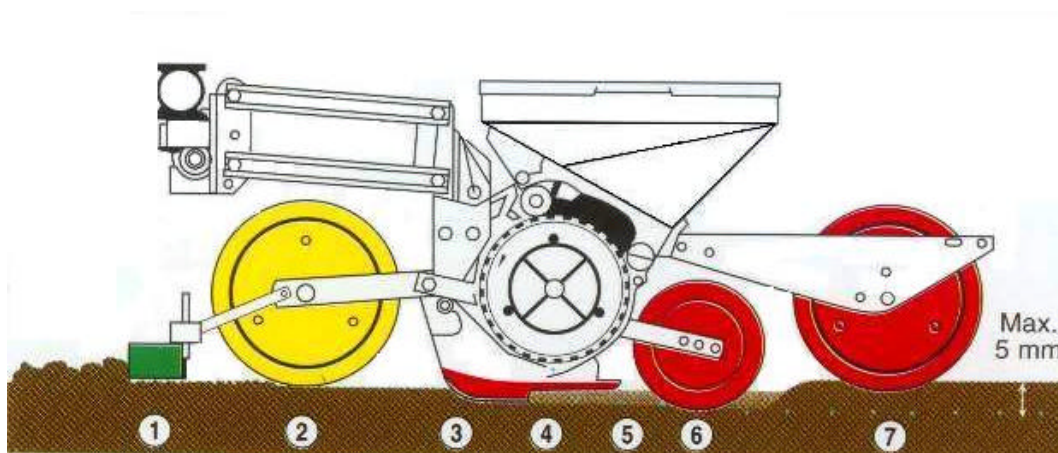


Fig. 2.4: Semoir spécifique pour la chicorée. (1) Chasse-mottes; (2) roue de jauge; (3) soc fin et effilé; (4) éjecteur; (5) disque de semis; (6) roue plumbeuse étroite; (7) roue de recouvrement large et plate.



Fig. 2.5: Comparaison entre le semis avec un semoir spécifique et avec un semoir pour betteraves. A gauche: semoir spécifique pour la chicorée; à droite: semoir pour betteraves. (fig. Vademecum 2002, Orafti)

Le semis se fait à une profondeur de 0.5 cm à 1 cm au maximum (la graine a besoin d'oxygène, problèmes lors de la formation d'une croûte). Le choix de la profondeur dépend également de la date de semis et des périodes de sécheresse. Une profondeur de 0,5cm est idéale quand le lit de germination est très fin, et si le semis est suivi directement par une pluie fine. En cas de sécheresse prolongée, et si le lit de germination n'est pas assez fin, il est préférable de semer plus profondément. L'espacement entre les graines avoisine est 10 cm. Dans la pratique la distance entre les graines est assez variable (écarts pouvant atteindre 44 %). Il est cependant conseillé de veiller à avoir un espacement aussi régulier que possible. En effet, une répartition régulière permet d'obtenir des racines de calibre plus régulier. Pour obtenir une bonne précision il faut utiliser un semoir très précis et adapter la vitesse de semis (4 km/u). Les expérimentations montrent que les racines de dimensions régulières permettent une production plus élevée, moins de tare et une meilleure qualité interne de la racine. La production optimale est atteinte avec 150.000 plantes par hectare. Celle-ci varie cependant en fonction du matériel d'arrachage utilisé (voir tableaux 2.5 et 2.6) ³⁶.

Tableau 2.5: Nombre de plantes de chicorée (45 cm entre les lignes)

Plantes par hectare	Remarques
170.000	trop nombreuses: pertes à l'arrachage risques de repousse dans la culture suivante, limités si l'arrachage se fait avec des machines spécifiques pour la chicorée(max. 200.000)
160.000	acceptable
150.000	optimal tant pour le rendement que du point de vue de qualité de l'arrachage minimal si l'arrachage se fait au moyen de fourches
140.000	acceptable
<130.000	trop peu: rendement commence à diminuer, pas de compensation de croissance

Tableau 2.6: choix de l'espacement en fonction des levées escomptées pour atteindre une population de 150.000 plantes/ha et pour des écartements entre les lignes de 45 cm

distance du semis en cm	nombre de semences / ha	population			
		levée 50%	levée 60%	levée 70 %	levée 80 %
8	278.000	139.000	167.000	194.000	222.000
9	247.000	123.000	148.000	173.000	198.000
10	222.000	111.000	133.000	156.000	177.000
11	202.000	101.000	121.000	141.000	162.000
12	185.000	93.000	111.000	130.000	148.000

La période favorable au semis peut être très courte. Pour ne pas perdre de temps il faut que le semoir soit parfaitement réglé. Pour le semis de graines enrobées et calibrées, avec une levée au champ escomptée de 65 à 70 %, il faut, pour tous les semoirs, environ 2.22 unités ou 222.000 graines par ha (espacement dans la ligne de 10 cm). Dans la pratique on compte généralement 2.5 unités.

Quelques conseils pratiques:

- ❑ *nettoyer les éléments du semoirs;*
- ❑ *vérifier la tension des courroies et des chaînes;*
- ❑ *lubrifier les éléments rotatifs;*
- ❑ *adapter la pression des pneus (tracteur et semoir);*
- ❑ *appliquer une étiquette sur la boîte de vitesse mentionnant les distances de semis;*
- ❑ *vérifier la longueur du cardan dans les différentes positions;*
- ❑ *installer les relèves-traces;*
- ❑ *vérifier le degré d'usure du soc du semoir;*
- ❑ *pour les machines pneumatiques: vérifier le degré d'usure de la courroie d'entraînement du ventilateur et contrôler les tuyaux d'aspiration.*

Pour tester la machine il faut la soulever et faire tourner la roue d'entraînement. Les vides ou les doubles sont la conséquence d'un mauvais réglage des éjecteurs, d'alvéoles bouchées, d'une aspiration insuffisante, etc. L'enrobage de la semence doit être intact, afin de garantir la protection contre les champignons et les insectes, et pour éviter les risques d'obstruction. La présence de poussières (déchets d'enrobages) peut avoir une influence néfaste sur le fonctionnement de certains semoirs.

Quelques conseils supplémentaires:

- ❑ *être présent au moment du semis. Contrôler si les semences sont distribuées par tous les éléments en faisant tourner le disque.*
- ❑ *le soc du semoir ne peut pas être obstrué par de la terre.*
- ❑ *contrôler la distance entre deux passages, très important pour les travaux d'entretien et pour l'arrachage. Régler une nouvelle fois les traceurs si cette distance ne convient pas.*
- ❑ *essayer de semer en ligne droite et limiter le nombre de passages.*
- ❑ *signaler les bornes afin d'éviter d'endommager les machines.*
- ❑ *les tournières doivent mesurer au moins 21,60 m (pour 45 cm) pour permettre aux arracheuses de tourner sans problème et de confectionner les tas. Ne pas semer trop près des talus, fossés ou autres obstacles.*

Tableau 2.7: Quelques chiffres³⁶

Date de semis	Début avril
Calibre des semences	2,75-3,25 mm
Ecartement dans la ligne	9 à 12 cm
Profondeur du semis	0,5 à 1 cm
Ecartement entre les lignes	45 cm
Nombre de plantes	150.000 /ha
Vitesse de semis	4 km/u
Tournière	21,60 à 24 m
Tournière avec emplacement de tas	27 à 30 m

2.5.4. Semis sur buttes



Fig 2.6: La culture sur buttes présente des avantages et de inconvénients (fig. Vademecum 2002, Orafti)

La culture de la chicorée sur buttes a des avantages et des inconvénients. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 2.8 ⁴.

Tableau 2.8: Avantages et inconvénients de la culture sur buttes

Avantages	Inconvénients
⇒ protection contre les fortes pluies ou l'érosion ⇒ moins sensible aux dégâts des taupes ⇒ moins de montées à graines par la température élevée dans les buttes ⇒ meilleur développement de la racine pivotante ⇒ moins de tare terre ⇒ meilleur rendement grâce à la récolte de racines entières ⇒ moins de cassures et de dégâts, donc meilleure conservation	⇒ moins bonne levée en cas périodes de sécheresse ⇒ nécessite un matériel de semis approprié et une grande technicité ⇒ risques accrus de dégâts par le gel en novembre. ⇒ le sol sera gelé un jour plus tôt que dans la culture traditionnelle

La réussite de la culture sur buttes est liée à différentes conditions ²⁷:

- labour d'hiver obligatoire pour les parcelles destinées à recevoir des chicorées;
- éviter de laisser une parcelle labourée au printemps se dessécher; si nécessaire travailler la terre et rouler;
- détruire les adventices germées (p.ex. matricaire) avec un herbicide total (pour éviter les risques de repiquage). Si des problèmes d'adventices apparaissent, des bineuses spéciales pour biner les buttes peuvent être utilisées;
- pour tirer les buttes la terre doit être meuble, plate, fine et humide, jamais collante. Pour l'élaboration des buttes il est important que la terre soit travaillée plus en profondeur, ceci afin d'obtenir une terre suffisamment émiettée pour le façonnage des buttes;
- il faut aménager une tournière qui correspond à la largeur du pulvérisateur (la largeur est un multiple de 6 lignes);
- la première quinzaine du mois d'avril est la période idéale pour le semis des variétés hâtives;
- la chicorée doit être semée peu profondément, le contact entre la graine et le lit de germination est d'une importance capitale pour profiter au maximum de l'eau fournie par remontée capillaire. Un bon plombage des semences dans le lit de germination est indispensable;
- semer en un seul passage avec une combinaison herse rotative ou fraise - butteuse - semoir, dans un lit de germination meuble et bien raffermi a un effet favorable sur la levée. Cette opération nécessite un tracteur de 150 cv;
- la récolte se fait idéalement avec des socs d'arrachage animés avec une distance de deux cm entre les deux socs ou avec une arracheuse à fourches.

2.5.5. Travail du sol et semis sous couvert

Pour les semis sous couvert le travail du sol doit avoir lieu en automne. On sème ensuite un engrais vert (phacélie ou moutarde) avec un apport minimum d'azote.

Ces plantes dépérissent en hiver (la moutarde et la phacélie sont sensibles au gel). Après l'hiver il faut effectuer une pulvérisation avec un herbicide total de contact. Le semis se fait sans travailler la terre au préalable, ou éventuellement très superficiellement. Cette technique présente des avantages et des inconvénients.

Les avantages sont³¹:

- une meilleure utilisation des réserves d'eau (durant l'interculture il se forme un réseau capillaire très dense et efficace);
- l'amélioration de la structure du sol (on travaille dans de bonnes conditions tout en maintenant la structure grâce au système racinaire de l'engrais vert);
- moins de lissages et moins d'érosion (effet protecteur des résidus des plantes sur le lit de germination);
- la meilleure lutte contre les adventices en postémergence (la préparation du lit de germination en vue d'implanter l'engrais vert sert de « faux semis »). Il faut cependant remarquer ici qu'il n'est pas possible d'appliquer le Bonalan, et qu'il peut donc y avoir des problèmes de chénopodes.

Avec les semis sous couvert, ce sont les racines du couvert végétal, et la faune du sol, qui forment et stabilisent le réseau capillaire. Cette technique donne les meilleurs résultats en utilisant une machine qui ne laisse pas de creux dans le profil (équipement à dents plutôt qu'une charrue).

Les désavantages sont les suivants:

- il semble difficile, les années avec semis tardifs, de maintenir une humidité suffisante à la surface. En effet, le système capillaire fait remonter plus d'eau à la surface qu'il n'en tombe au mois de mars et d'avril. Si, dans ces circonstances le sol a été préparé trop tôt le lit de germination sera plus grossier et moins facile à ameublir, ce qui réduit le pourcentage des levées. Il vaut mieux dans ce cas être prudent et éviter de préparer le terrain au printemps si celui-ci n'est pas suffisamment ressuyé. C'est une erreur de vouloir ouvrir le sol plus tôt dans le but d'accélérer son assèchement. En effet, il se forme alors de grosses mottes qui durcissent en séchant et sont très difficiles à émietter³¹;
- une moutarde trop développée (excès d'azote) peut entraver le travail du semoir. Dans certains cas il est donc préférable d'utiliser la phacélie au lieu de la moutarde;
- risques accrus de dégâts de souris et de limaces;
- selon les conditions climatiques durant la période de croissance, la tare terre peut être plus élevée.

2.6. Désherbage

Le désherbage de la chicorée est une opération importante, mais difficile et coûteuse. D'une part les adventices réduisent le rendement et la qualité de la chicorée par la concurrence avec la culture, D'autre part la production de graines d'adventices peut engendrer des problèmes pendant plusieurs années consécutives et doit donc être évitée autant que possible.

Une désherbage réussi nécessite généralement cinq à six pulvérisations: une en présemis, une en préémergence et trois ou quatre pulvérisations en postémergence. Le contrôle des adventices dans un champ de chicorées coûte entre 250 et 375 €/ha, selon le type d'adventices. La présence de mercuriale, de morelle noire, de laiteron et/ou de petite ciguë dans une parcelle augmente sensiblement le coût du désherbage.

Ces dernières années une recherche importante a été réalisée dans le cadre des systèmes de désherbage à doses réduites. Ces systèmes consistent à réaliser en postémergence des applications répétées d'un mélange herbicides à faibles doses sur des jeunes adventices et plantes de chicorées. Ces schémas permettent également d'alléger quelque peu la formule classique BOKAL appliquée en présemis et en préémergence.

2.6.1. **Désherbage au moyen de systèmes à doses réduites** (Groupe désherbage chicorée du CABO, 2002)

1. Le traitement BO en présemis

Le traitement de présemis consiste à appliquer un produit du type **Bonalan** (substance active benfluraline) à une dose de 9 l/ha. Après son application, il faut absolument l'incorporer immédiatement au sol à une profondeur de 7 à 8 cm, car ce produit est volatil et il est surtout photolabile (se dégrade à la lumière). Pour la même raison il est recommandé de l'appliquer en soirée.

Le benfluraline est efficace sur plusieurs dicotylées dont le chénopode, le gaillet, les renouées, les lamiers, les véroniques et le mouron des oiseaux. Certaines graminées, dont le vulpin et le pâturin annuel, sont également bien combattues par ce produit.

2. Le traitement en préémergence: KAL, Kerb ou mini KAL



Fig. 2.7 : Morelle noire



Fig. 2.8: Mercuriale



Fig. 2.9: Escourgeon éclairci suite à une dose de Kerb trop élevée appliquée en préémergence dans un précédent chicorée

a) Kal ou Kerb

Le traitement KAL (**Kerb**, **Asulox**, **Legurame**, chacun à **1 kg ou l/ha**) est appliqué de préférence directement après le semis à cause de la persistance des produits dans le sol et pour profiter au maximum de l'humidité du sol. Par temps sec, le traitement doit être réalisé en soirée, quand l'évaporation est minimale, et en utilisant un volume d'eau suffisant.

Le **Kerb** (substance active propyzamide) est le produit de base du traitement KA(L) et agit sur le mouron des oiseaux, la morelle noire, la mercuriale, l'ortie et des graminées. Ce produit est surtout recommandé dans des parcelles à morelle noire et mercuriale. La dose sera comprise entre 1 et 1,5 kg/ha, selon le type de flore. La combinaison du Bonalan en présemis suivi du Kerb en préémergence est indispensable dans la lutte contre le gaillet et la renouée des oiseaux. La dose totale de Kerb ne peut excéder 2,5 kg/ha. Dans les sols légers ou pauvres en humus, l'application d'une dose totale trop élevée peut provoquer des pertes de levée chez la céréale qui suit, en cas de semis précoce de celle-ci (voir fig. 2.9.).

Le Kerb est également peu soluble et donc fortement dépendant de l'humidité du sol.

Les produits de type **Asulox** (s.a. asulame) offrent une protection contre les composées, en particulier la matricaire (fig. 2.10), le séneçon et le galinsoge. La dose recommandée en préémergence se situe généralement entre 1 et 2 l/ha. Ce produit est le composant le plus agressif du mélange KAL et peut provoquer un certain freinage temporaire, particulièrement en conditions très humides.



Fig. 2.10: Matricaire

L'application du **Legurame** (s.a. carbetamide) est surtout nécessaire dans les terres à mercuriale. La dose de cet herbicide est comprise 1 et 3 l/ha (utiliser la dose maximale dans les terres fort infestées de mercuriale).

b) Le traitement mini-KAL: jusqu'au stade levée-cotylédon de la chicorée

Le traitement mini-KAL se situe entre la préémergence et la postémergence et il est recommandé en cas de levée irrégulière et difficile de la chicorée. Ce traitement est composé de doses réduites de KAL, 0,25 à 0,5 kg/ha de **Kerb**, 0,25 à 0,5 l d'**Asulox** et 0,5 l de **Legurame**. L'Asulox ne peut plus être ajouté au mélange si la chicorée a déjà atteint le stade 1-vraie feuille, car ce produit manque de sélectivité à partir de ce stade.

Ce traitement mini-KAL, sera réalisé:

- soit en une seule application (le plus souvent), en cours de levée de la chicorée et avant toute apparition d'adventices;
- soit éventuellement en deux applications: dans ce cas le premier traitement sera réalisé préférentiellement une semaine après le semis (comme remplacement du traitement KAL de préémergence), suivi par un deuxième traitement à la levée.

Dans les terres où une présence importante de galinsoge, matricaire ou de repousses de colza, l'Asulox du "mini-KAL" doit être remplacé au stade levée-cotylédon par 5 g de SAFARI. Ce traitement Kerb+Safari+Legurame assure une certaine présensibilisation des adventices citées ci-dessus vis-à-vis des traitements ultérieurs.

3. Les traitements en postémergence

a) 1° Traitement de postémergence: à partir du stade cotylédons à 1 vraie feuille (mini-KAL ou mini-SKAzL)

Le stade indicatif du premier traitement de postémergence est le stade cotylédonnaire-1 vraie feuille de la chicorée. Les systèmes suivants sont alors recommandés:

- en cas de levée irrégulière: une répétition du traitement mini-KAL (voir § 2.2);
- en cas de levée régulière de la chicorée: un traitement **mini-SKAzL** à base de 5 à 10g/ha de **Safari**, 0,35 kg de **Kerb**, 25 ml d'**AZ500** et de 0,5 l de **Legurame**. Ce traitement mini-SKAzL peut être entrepris dès que la levée des chicorées a atteint 6 à 7 plantules au stade cotylédonnaire à 1-feuille par mètre courant.
- A ce stade le Dual Gold ne peut pas encore être appliqué (voir plus loin).

Le **Safari** (s.a. triflurosulfuron-méthyle) est un herbicide de contact et systémique qui est absorbé par les feuilles et les racines. Comme toutes les sulfonylurées, ce produit agit bien sur les composées, les crucifères et les ombellifères, mais est inefficace sur plusieurs dicotylées, notamment celles pour lesquelles le Bonalan doit être utilisé (chénopode, mouron des oiseaux, etc...). La dose totale de Safari ne peut dépasser 60 g/ha. Le Safari et l'Asulox ne peuvent en aucun cas être mélangés.

L'**AZ500** (s.a. isoxaben), est un herbicide antidicotylée agissant par le sol. [C'est en pénétrant par les tissus des jeunes plantules, surtout par la petite tigelle et par les cotylédons au moment où ils traversent la couche du sol contenant les produits.] Le produit agit sur les composées, les crucifères, les véroniques, les lamiers, les pensées, le chénopode, mais pas sur le gaillet et faiblement sur la mercuriale et les renouées. L'AZ500 n'agit pas par contact foliaire sauf sur sené et ravenelle qu'il peut détruire à des stades développés. Il peut, mélangé au Safari, renforcer l'action foliaire de ce dernier. La dose totale d'AZ500 ne peut dépasser 200ml/ha. L'AZ500 est peu soluble et donc fortement dépendant de l'humidité du sol.

La dose exacte des composants des mélanges de postémergence doit être déterminée en fonction des espèces d'adventices présentes, de leur stade de développement et de celui de la culture. Un traitement sur un sol humide et sur une culture sèche, sera à la fois bénéfique pour l'action racinaire et pour celle de contact. L'efficacité et la sélectivité des herbicides sont optimales dans ces conditions.

La sélectivité de ces applications successives est généralement bonne, mais un jaunissement et un freinage temporaire provoqués par le Safari sont possibles; cette phytotoxicité n'intervient souvent qu'après une seconde application de ce produit, et en cas de grandes variations entre les températures de nuit et de jour. De même de fortes pluies après un traitement dans un stade jeune de la chicorée peuvent causer un freinage.

b) 2° Traitement en postémergence: à partir du stade 1 à 2 vraies feuilles

Le traitement doit être réalisé de la façon suivante:

- soit un mélange de 10 à 15 g/ha de **Safari** avec 0,5 l de **Legurame**;
- soit une combinaison de 10 g/ha de **Safari**, de 20 à 50 ml/ha d'**AZ500** et de 0,5 l de **Legurame**. Le Kerb n'est nécessaire qu'en présence de mercuriale ou de morelle.
- Soit, en présence de morelle noire, de matricaire, de galinsoge et de seneçon, une combinaison de 10 g de **Safari**, 0,1 l **Dual Gold** et éventuellement de 0,5 l de **Legurame**.

Le **Dual Gold** (s. a. s-métolachlore) est un herbicide racinaire qui agit tant sur les adventices dicotylées que sur les monocotylées. Le produit offre une bonne persistance d'action sur morelle noire, matricaire, galinsoge, seneçon ainsi que sur les graminées annuelles. Combiné au Safari, le produit présente une action modérée sur la petite ciguë à un stade peu développé. Si des adventices sont encore présentes, le produit doit être mélangé au Safari et au Legurame. Par contre le Dual Gold ne peut pas être mélangé à l'AZ.

Le Dual Gold ne peut pas être appliqué en préémergence ni en postémergence avant le stade 1 vraie feuille de la chicorée. La dose est comprise entre 0,1 et 0,6 l/ha, selon le stade de la chicorée (voir plus loin). 3 applications sont autorisées au maximum, et la dose totale ne peut dépasser 1,3 l/ha.

c) 3° Traitement en postémurgence: à partir du stade 2 à 4 vraies-feuilles

Un traitement mini-SKAZL au moyen de 15 g/ha de **Safari**, (0,35 kg de **Kerb**), 30 à 50 ml d'**AZ500** et de 0,5 l de **Legurame** est recommandé à partir du stade 2 vraies feuilles des chicorées. Dans les terres envahies de matricaire, de morelle noire, de galinsoge et de seneçon, l'**AZ500** sera remplacé par 0,2 à 0,4 l de **Dual Gold**.

d) Traitements en postémurgence ultérieurs: à partir du stade 4 à 6 vraies-feuilles

Les applications fractionnées présentées ci-dessus permettent généralement d'arriver sans salissement au stade 4 vraies feuilles. La terre peut donc être propre mais une nouvelle levée est toujours possible.

⇒ **Lorsque la terre est propre**

Sur terre propre il ne faut pas oublier d'assurer la persistance d'action au moyen d'un apport :

- soit d'**AZ500**, afin d'arriver à une dose totale de 125 à 200 ml d'**AZ500**. Dans certains cas, cette dose maximale peut être limitée à 125 ml,
- soit de **Dual Gold**, dans les terres présentant un risque de levées tardives de morelle noire, de matricaire, de galinsoge, de seneçon ou de graminées estivales (p.ex. le panic pied-de-coq); la dose sera fixée afin d'arriver à une dose totale de 1,3 l.

⇒ **En cas de nouvelles levées**

Dans ce cas le traitement suivant est recommandé:

- soit 15 g/ha de **Safari**, 75 ml d'**AZ500** et 0,5 l de **Legurame**,
- soit 15 g/ha de **Safari**, 0,6 l de **Dual Gold** et 0,5 l de **Legurame**.

Une autre possibilité consiste à réaliser un binage pour éliminer les adventices, avant ou après l'apport d'**AZ500** ou de **Dual Gold**.

L'**AZ** ne peut plus être appliqué au-delà du stade 6-feuilles. Le **Dual Gold** ne peut pas être appliqué au-delà du stade 8-feuilles.

4. Quelques points faibles de ces systèmes

L'efficacité des systèmes présentés ci-dessus est bonne sur la plupart des adventices. Elle peut cependant être insuffisante sur petite ciguë et laîteron, ainsi que sur les levées tardives de mercuriale.

Important :

- ❑ **UTILISER UNIQUEMENT DES PRODUITS AGREES (voir annexe I) ;**
- ❑ **Si la parcelle est déjà enherbée avant le semis (par de la camomille, du mouron, ...), appliquer un herbicide total (p.ex. Roundup, Basta, Ouaragan, Touchdown, Paraquat, etc.) et effectuer éventuellement un faux semis (voir paragraphe 2.6.2.1) ;**
- ❑ **Veiller à ce que la chicorée lève rapidement et de façon régulière, une bonne préparation du sol et une bonne qualité de semence sont des conditions primordiales pour y arriver. Il est très important que le lit de germination soit égalisé et bien plombé ;**
- ❑ **Eviter tout salissement de la parcelle. Intervenir avant ou au moment de la levée des adventices, et de toutes façons quand elles sont encore à un stade précoce. Il n'est pas indispensable que la chicorée soit complètement levée ;**
- ❑ **Effectuer les pulvérisations si possible tous les 6 à 8 jours ;**
- ❑ **Choisir les produits selon la flore présente ou attendue (une bonne connaissance des adventices à un jeune stade est très utile), et adapter les dosages en fonction du stade de la plante ;**
- ❑ **Pour certains produits il est nécessaire de tenir compte du stade de croissance de la chicorée, éviter les mélanges déconseillés ;**
- ❑ **Le stade de développement des adventices est plus important que celui des chicorées ;**
- ❑ **Une fois la terre propre, assurer la rémanence ;**
- ❑ **Profiter des bonnes conditions climatiques pour les traitements. Un temps humide et couvert est idéal. Eviter les périodes avec des grandes différences entre les températures diurnes et nocturnes et les fortes pluies après traitement.**

Tableau 2.10: SYSTEMES DE DESHERBAGE EN FONCTION DU STADE DE LA CHICOREE ET DES ADVENTICES (janvier 2003)

Abréviations utilisées pour les produits et expression des doses:

K = Kerb500 (kg/ha); A = produits de type Asulox (l/ha); dg = dual gold; L = Legurame (l/ha); S = Safari (g/ha); AZ=AZ500(ml/ha)

Avec chaque système: PRESEMIS avec un produit de type BONALAN 9 (avec incorporation)

Régularité De levée de la chicorée	PRE- EMERGENCE	POSTEMERGENCE				
		Levée-cotylédon	Cotylédon 1-vraie feuille (**)	1 à 2 vraies feuilles	Au-delà de 2-feuilles	Au-delà de 4-feuilles (max. 6-feuilles pour l’AZ)
Système "passe-partout"						
Régulière	K 1 A 1 L 1	-	S 5 K 0,35 Az 25 L 0,5	S 10 K 0,35 Az 50 L 0,5	S 15 K 0,35 Az 50 L 0,5	si terre propre: Az 75
Irrégulière	K 1 A 1 L 1	K 0,25-0,5 A 0.25-0,5 L 0,5	S 5 K 0,35 Az 25 L 0,5	S 10 K 0,35 Az 50 L 0,5	S 15 K 0,35 Az 50 L 0,5	ou si nouvelles levées S 15 Az75 L 0,5
Système pour terres avec forte présence de MERCURIALE ET MORELLE NOIRE						
	K 1 (A 1*) L 3 (*) Asulox uniquement en présence de matricaire	K 0,5 -(A 0,25*)-L 0,5	S 5 K 0,35 Az 25 L 0,5	S 10 K 0,35 Az 50 L 0,5	S 15 K 0,35 Az 50 L 0,5	Comme ci-dessus
Système pour terres en forte présence de MATICAIRE, MORELLE NOIRE, PETITE CIGUE CHENOPODE						
Régulière ou irrégulière	K 1 (A 1*) L 3	K 0,5 (A 0,25*) L 0,5	S 5 K 0,35 Az 25 L 0,5	S 10 K 0,35 Dg 0,1 L 0,5	S 15 K 0,35 Dg 0,2-0,4 L 0,5	Comme ci-dessus
Système en cas d'absence de MERCURIALE, MORELLE NOIRE, MATRICAIRE OU PETITE CIGUE						
Régulière ou irrégulière	K 1 - -	K 0,25-0,5 A 0.25-0,5 L 0,5	S 10 - - L 0,5	S 10 - Az 50 L 0,5	S 15 - Az 50 L 0,5	Az 100
(**) Application d'AZ au stade levée-cotylédon et 1 vraie feuille possible que si présence de minimum 6 à 7 chicorées au m.						

2.6.2. Désherbage mécanique (K. Wellemans, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie voor Land- en Tuinbouw)

Le contrôle mécanique des adventices permet de réduire sensiblement l'application d'herbicides. Actuellement de nombreux outils ont rejoint la binette de jadis.

Le contrôle mécanique (ou thermique) réduit non seulement la charge environnementale, mais permet également d'éviter que les adventices ne développent une résistance contre les herbicides.

Les cultures semées ou plantées en ligne (comme la chicorée) se prêtent très bien au désherbage mécanique. Les techniques de contrôle préventives et un bon suivi des cultures permettent de maîtriser les adventices.

2.6.2.1. Principe du désherbage mécanique

Le désherbage mécanique prend plus de temps

Le désherbage mécanique demande plus de temps que le désherbage chimique. Il est important, afin d'obtenir de bons résultats, de prévoir suffisamment de temps dans le planning. Le but est cependant d'obtenir un résultat optimal en y consacrant un minimum de temps et d'efforts.

Les adventices ont souvent une fonction de “signalisation”

L'endroit où les adventices poussent et le type d'adventices en dit souvent long sur la qualité du sol. Les adventices avec une racine pivotante p.ex. poussent principalement dans un sol compacté. L'optimisation du sol peut donc également réduire le nombre des adventices

Eviter les adventices

Le principe primordial du désherbage mécanique est la prévention, qu'on peut obtenir grâce à une rotation réfléchie des cultures, une bonne hygiène au niveau de l'entreprise de travaux agricoles, une bonne gestion des bords des parcelles et une couverture maximale du sol.

Stade des fils blancs

La lutte est la plus efficace quand les adventices sont au stade de germination, le stade « des fils blancs »; elles ne sont pas encore enracinées et généralement pas visibles en surface. Pour les détecter il faut fouiller le sol en surface.

Désherbage avant le semis: le faux semis

Le désherbage mécanique en plein champ implique si possible un *faux semis*: après le labour, la terre est préparée comme un semis. Le semis ne se fait cependant pas directement mais on attend que les premières adventices germent pour effectuer un désherbage mécanique qui éliminera les adventices annuelles. Ce sont en effet ces adventices qui pourraient entrer en concurrence avec les graines de chicorée au moment de leur germination.

Préparation du sol après un faux semis

Une fois que les adventices ont été éliminées la parcelle doit immédiatement être préparée pour le semis. Il est important que la parcelle soit bien égalisée et roulée pour permettre un désherbage mécanique efficace à un stade ultérieur.

Désherbage en pré- et postémergence

Etant donné que la chicorée est semée peu profondément il n'est plus possible, après le semis, d'appliquer un traitement mécanique de plein champ. La lutte contre les adventices se concentrera donc sur l'espace entre les lignes.

Influence de la texture et de la structure du sol

La texture et la structure du sol sont des éléments importants pour la détermination d'une stratégie de désherbage adéquate. Les sols sablonneux p.ex. se prêtent mieux au désherbage mécanique que les sols plus lourds. En effet, les passages répétés sur des sols lourds provoquent des dégâts de structure et une formation plus importante de mottes compactes. L'avantage de ces sols par contre est qu'on y trouve généralement moins d'adventices que dans les sols plus légers.

2.6.2.2. Combinaison du désherbage mécanique et du désherbage chimique

Un stade intermédiaire consiste à combiner les deux méthodes (mécanique et chimique).

Pulvérisation complémentaire des lignes

Le désherbage des lignes peut se faire au moyen d'une pulvérisation sur les lignes. Il est indiqué de monter le pulvérisateur sur la bineuse, de sorte que le binage et la pulvérisation s'effectuent en un seul passage.

Pulvérisations complémentaires en plein champ

Un désherbage « chimique » moins nocif pour l'environnement est également possible en plein champ. Il s'agit d'appliquer un désherbage chimique de plein champ après le désherbage mécanique, tout en tenant compte du type d'adventice et du stade de son développement. Il est alors possible d'appliquer un désherbage chimique à des doses réduites au moment où les adventices sont encore peu développées (voir paragraphe 2.6.1.).

2.6.2.3. Outils pour le désherbage mécanique

Le choix des outils s'est sensiblement élargi ces dernières années. Le désherbage mécanique efficace devient de plus en plus facile à réaliser.

Désherbage mécanique en plein champ

Le désherbage mécanique de plein champ pour la chicorée se fera uniquement avant le semis, celui-ci s'effectue en effet à une très faible profondeur. Pour certaines autres cultures il est encore possible d'effectuer un traitement en plein champ avant la levée et même au tout début de la levée.

Le binage est très efficace pour les petites adventices au moment de la germination (le stade des « fils blancs »), il ne l'est pratiquement plus quand elles se sont trop enracinées.

La **herse** élimine les adventices en plein champ. Une structure métalliques munie de dents est fixé sur un cadre. Les dents pénètrent dans le sol et arrachent les adventices et leurs racines. Les petites adventices qui se trouvent entre deux dents sont recouvertes par de la terre. La hauteur des dents est fixe.

La **herse étrille** élimine également les adventices en plein champ, mais certains constructions permettent un travail dans les lignes. Une ligne de dents mises côte à côte pénètre dans le sol jusqu'à une certaine profondeur (réglable) et arrache les adventices et leurs racines. Les petites adventices qui se trouvent juste entre deux dents sont recouvertes par de la terre.

Désherbage mécanique entre les lignes

Dans la chicorée, le désherbage mécanique après le semis se limite principalement à un désherbage entre les lignes.

La **herse à rouleaux** est utilisée dans les lignes et est constituée d'éléments cylindriques pourvus de dents, placés sous un angle déterminé. En fonction du réglage la couche de terre supérieure sera soit éloignée soit rapprochée de la ligne.

La **bineuse** s'utilise dans les cultures en lignes, à condition que l'espacement entre les lignes soit constant. Le montage de la bineuse à l'avant du tracteur permet d'avoir une bonne visibilité. Mais elle peut également être montée soit à l'arrière soit entre les roues avant et arrières. Une commande mécanique ou électronique permet de suivre très précisément les lignes et d'ajuster les éléments. La forme et la position des couteaux permet non seulement de biner mais également de buter les lignes ou de les dégager.

La **houe à rouleaux** s'utilise soit dans les lignes soit en plein champ. Elle se compose de rouleaux de désherbage qui sont actionnés soit hydrauliquement soit par la terre.

Buter ou dégager les lignes peut se faire au moyen de petites herse, disques, plaquettes ou rouleaux. Ces éléments peuvent s'utiliser seuls ou en combinaison avec d'autres systèmes. Les adventices seront éventuellement recouvertes de terre ce qui empêchera leur croissance. Certains modèles utilisent des systèmes qui vibrent, de sorte que la terre ne reste pas collée aux dents. Cette technique semble donner de bons résultats surtout dans les terrains plus lourds.

La **machine à brosses** comporte des brosses rotatives horizontales ou verticales. Par temps humide elles donnent de meilleurs résultats que les bineuses.

La **fraise** détruit les adventices et les incorpore dans la terre. Même les adventices plus grandes peuvent être détruites de la sorte.

Désherbage mécanique dans les lignes

Les systèmes mécaniques de désherbage dans les lignes n'existent que depuis peu, mais actuellement on en trouve plusieurs sur le marché. En ce qui concerne la chicorée il est nécessaire que les plantes soient suffisamment développées pour pouvoir appliquer le désherbage dans les lignes. Le désherbage manuel est encore souvent recommandé.

La '**herse à doigts**' consiste en un élément tournant de chaque côté de la ligne sur lequel sont fixés des doigts métalliques et en caoutchouc. Les doigts métalliques pénètrent dans le sol et assurent ainsi le déplacement des doigts en caoutchouc qui retirent les adventices situées dans la ligne.

Le '**désherbeur à torsion**' consiste en un élément tournant avec des dents à vibrantes montées sous un certain angle.

La **herse à torsion** comporte des dents flexibles carrées ou rondes qui se situent sous un angle faible par rapport à la ligne. Les dents déracinent les adventices dans la ligne.

2.6.3. Lutte contre les repousses de pomme de terre (O. Hermann, IRBAB)

Les repousses de pomme de terre sont non seulement nuisibles pour la culture de la chicorée, de par leur concurrence vis-à-vis des jeunes plantes, mais également pour la culture de la pomme de terre. D'une part ces repousses peuvent multiplier les nématodes de la pomme de terre, d'autre part elles constituent une source de contamination pour le mildiou et le doryphore.

Il est donc primordial de prendre toutes les mesures possibles pour limiter le développement de ces repousses. Bien qu'il n'existe pas encore de solution radicale, des conseils utiles en matière de lutte préventive ou curative peuvent être présentés.

Quelques mesures préventives:

- éviter la pomme de terre dans la rotation de la chicorée (mesure efficace à 100 %)
- limiter au maximum la perte de tubercules à l'arrachage des pommes de terre.
- labourer après l'hiver pour exposer au maximum les tubercules au gel en les maintenant en surface.

Quelques mesures curatives: à entreprendre tôt !

La règle d'or est de commencer le plus tôt possible, afin de limiter tant la concurrence vis-à-vis des jeunes chicorées que la multiplication des nématodes de la pomme de terre.

- **l'arrachage manuel**, qui constitue la meilleure solution en cas d'infestation réduite.
- le **binage**: celui-ci risque de provoquer de nouvelles levées, mais peut être intéressant en cas de forte densité (en surveillant le bourrage si les plants sont développés).
- **applications localisées d'un produit de type 'ROUNDUP'**
 - en cas de faibles infestations:
au moyen de **pistolets** de pulvérisations ou de gants imbibés, à utiliser très délicatement.
 - en cas de plus fortes infestations:
 - avec des **machines à mèches ou à rouleaux**, à condition toutefois que la pomme de terre soit suffisamment grande par rapport à la chicorée.
 - par « **binage chimique** » pour éliminer les repousses dans l'interligne: Cette technique consiste à appliquer un produit de type 'ROUNDUP' (à base de glyphosate) entre les lignes au moyen de buses placées sous un couvercle, pour éviter tout contact avec la

chicorée. Le bord des couvercles est aiguisé de manière à sectionner tout morceau de feuille de chicorée ayant pu passer sous le couvercle et donc éviter le transfert de produit vers la racine de chicorée.

Il faut également veiller à ce que le feuillage des pommes de terre traitées ne retombe pas sur les chicorées, ce qui peut être le cas lors du dépérissement des plants de grande taille.

Les traitements à base d'un produit de type 'ROUNDUP' présentent l'avantage de détruire également les tubercules de pomme de terre et de limiter la multiplication des nématodes de la pomme de terre. A condition toutefois d'être appliqué suffisamment tôt.

2.6.4. Lutte contre les graminées

Les graminées peuvent être détruites au moyen de graminicides. Ceux-ci ne peuvent cependant pas être combinés à des additifs ou aux mélanges SKAzL. Comme mentionné ci-dessus, les levées tardives de graminées estivales (p. ex. panic, sétaire) peuvent être limitées grâce au Dual Gold.

2.7. Protection contre les ravageurs et maladies

2.7.1. Ravageurs

Quand la chicorée est cultivée dans un plan de rotation de minimum 5 ans, elle ne subit que peu d'attaques des divers ravageurs, à l'inverse d'autres cultures. Les dégâts sont généralement occasionnés par les ravageurs communs à plusieurs cultures, tels que les limaces, quelques insectes ou des vertébrés. Il n'y a que les pucerons qui colonisent régulièrement cette culture.

Limaces

Les dégâts de **limaces** sont assez rares en pleine terre et ne surviennent que lorsque les conditions de pluviosité et de couvert végétal ont été favorables. Les dégâts de limaces se reconnaissent aux racines ou tiges totalement rongées, aux bords de feuilles découpés. Le bourgeon central des plantules est parfois détruit et on peut observer des traces argentées de bave. Ces dégâts peuvent être confondus avec les dégâts d'oiseaux ou de gibier. Les limaces apparaissent généralement lorsque le taux d'humidité est élevé et par une température supérieure à 10°C. Le risque de dégâts de limaces est plus élevé après engrais vert ou jachère, dans les parcelles le long des lisières de bois ou de prairies, en cas de semis sans labour. Pour limiter les attaques de limaces il est faut que le lit de germination soit bien préparé. En effet, les grosses mottes et les adventices peuvent servir de refuge aux limaces. Il est possible de dénombrer les limaces en plaçant un morceau de plastic noir ($\pm 0,5 \text{ m}^2$) sur un sol humide et en y plaçant des granulés dont ils sont friands. La présence les jours suivants de limaces mortes donne une indication quant à leur présence et leur nombre. La valeur limite pour le traitement est de 5 à 10 limaces par m^2 en 24 heures. Il est possible, si nécessaire, d'appliquer des appâts granulés. S'il y a des dégâts de limaces au moment de la levée, il faut intervenir directement, même si la valeur limite n'est pas atteinte.

Taupins



Fig. 2.11: Taupins

Les dégâts de taupins (ou larve fil de fer) (fig. 2.11) sont généralement observés dans les prairies retournées ou après une culture de lin. Les insectes rongent et sectionnent parfois les jeunes racines de la plante et peuvent si l'attaque est précoce détruire complètement la plantule. Les symptômes sont donc de deux types: des défauts de levée et le flétrissement des petites plantules. Etant donné que le lindane n'est plus agréé pour la culture de la chicorée depuis 1998, aucun produit ne peut être conseillé actuellement pour

combattre les taupins. La seule défense est le traitement préventif et d'éviter de cultiver la chicorée sur des prairies retournées ou après du lin.

Tipules



Fig. 2.12: Tipule (larve de tipule)

Les dégâts de **tipules** (fig. 2.12) se manifestent par les feuilles, le collet et les tigelles rongées au niveau de la surface du sol. Des morceaux de feuilles ou parfois des feuilles entières sont tirées dans le sol. L'attaque se manifeste souvent par des taches éparses dans le champ.

Les larves de tipules sont apodes, de teinte grise, de forme cylindrique et de consistance molle. Les adultes pondent leurs œufs superficiellement, le plus souvent dans les parties humides des prairies ou d'une culture engrais vert. Les jeunes larves se nourrissent de racinelles

et hivernent dans le sol. Dans la culture qui suit elles séjournent à quelques centimètres de profondeur et sortent de terre pendant la nuit pour s'alimenter. Elles se manifestent préférentiellement dans les prairies retournées, les sols riches en humus et bien aérés. Des conditions humides et froides favorisent également leur apparition.

Les dégâts de tipules tout comme ceux des mille-pattes ou des clivines fouisseuses ne se manifestent que très rarement et ne nécessitent aucun traitement.

Thrips

La présence de **thrips** peut être très importante dans la chicorée, surtout en rotation avec le lin. Les blessures de succion dans le cœur de la plante induisent des malformations de la feuille qui deviennent visible quand celle-ci se développe. Les dégâts de thrips peuvent paraître importants, mais ils sont rarement significatifs et ne nécessitent normalement aucun traitement.

Nématodes:

Nématode des racines noueuses (*Meloidogyne* spp.) peuvent exceptionnellement apporter des dégâts à la culture de la chicorée. Ces nématodes ont beaucoup d'autres plantes hôte, parmi lesquelles la pomme de terre, la betterave et différents légumes (scorsonères, carottes, haricots). Il faut donc veiller à une rotation longue (au minimum 5 ans) dans laquelle ces plantes hôte n'interviennent pas.

Une fumure du sol peut être appliquée (voir Annexe II), mais celle-ci est rarement rentable.

Altises

Les coléoptères adultes ont une couleur métallique bleu foncé. Les pattes arrières sont musclées ce qui lui permet d'effectuer de grands sauts. En conditions sèches ces coléoptères rongent de petits trous (avec un bord clair devenant brun) dans les jeunes plantules. Les dégâts sont généralement sans importance notoire.

Pucerons



Fig. 2.13: Pucerons : *Nasonovia ribis-nigri*

Les **pucerons** (fig. 2.13) sont les insectes les plus communs de la chicorée. Le puceron le plus courant dans nos régions est le *Nasonovia ribis-nigri*, celui-ci se reproduit principalement au cours de la seconde moitié du mois de juin. Les populations peuvent atteindre de niveaux très élevés. Ils n'occasionnent pratiquement pas de dégâts aux cultures et sont rapidement détruits par leurs ennemis naturels. En général il n'est pas nécessaire de traiter les parcelles (contrairement à la culture betteravière où les pucerons peuvent être vecteurs de maladies bactériennes).

Mulots et campagnols

Pour se nourrir, les mulots et campagnols peuvent déterrer les graines immédiatement après le semis. Si le temps est sec pendant plusieurs jours après le semis les dégâts peuvent atteindre une telle ampleur qu'il est nécessaire de ressemer. On peut éventuellement limiter en partie les dégâts au moyen de pièges, placés de préférence quelques semaines avant le semis. Les appâts doivent être recouverts de tuiles creuses ou de morceaux de tuyaux pour éviter que les oiseaux en mangent et qu'il soient lessivés par la pluie. Les appâts doivent être renouvelés jusqu'au moment de la levée.

Oiseaux

Les oiseaux peuvent également déterrer les grains ou plus tard occasionner des dégâts en picorant les feuilles ou le cœur des jeunes plantes. Ils peuvent eux-aussi déterrer les semences. Ce n'est qu'en dernier recours que l'on peut utiliser des techniques répulsives (pétards, épouvantails, ou moyens spécifiques).

Gibier (lapin, lièvre, ...)

Les dégâts de gibier se remarquent le plus souvent dans les environs immédiats des bois. Les dégâts de lièvres se limitent généralement à un rongement des pétioles, souvent en suivant la ligne. Les lapins déterrent les racines et les rongent aux flancs. Les dégâts économiques sont rarement significatifs et le contrôle est pratiquement impossible. Aucun produit n'est agréé pour la lutte contre le gibier et les taupes.

2.7.2. Maladies

2.7.2.1. Maladies foliaires

Oïdium

Les seules maladies foliaires qui peuvent à l'heure actuelle influencer le rendement de la culture de la chicorée sont l'oïdium et la rouille.



Fig. 2.14: Feuille attequée par le mycelium de l'oïdium

Les premiers symptômes de l'oïdium (*Erysiphe cichoracearum*) peuvent se manifester dès le début du mois d'août, un duvet blanchâtre apparaît alors sur les feuilles. La maladie attaque d'abord des plantes individuelles, le duvet blanchâtre peut ensuite recouvrir toute la surface de la feuille. Suite au processus de vieillissement le duvet devient grisâtre. Vers la fin de la période de croissance le champ entier peut avoir un reflet grisâtre, les feuilles n'ont alors plus que très peu de valeur. Ces dernières années l'oïdium a rarement été observé avant la mi-août, et ce n'est généralement qu'à partir du mois de

septembre que la maladie prend de l'extension. Le développement de la maladie, et par conséquent son influence sur le rendement, est donc très variable. La lutte contre la maladie est orientée par un système d'avertissement. ⁶.

Rouille



Fig. 2.15: Feuille attequée par la rouille

La rouille (*Puccinia cichorii*) (fig. 2.15) se caractérise par l'apparition de spores sous forme de pustules de couleur brun-noir sur les feuilles.

Etant donné que cette maladie coïncide généralement avec l'apparition de l'oïdium on ne dispose pas de données valables quant à l'influence de la rouille sur le rendement de la chicorée.

Les fongicides **Impact-R**, **Geyser**, **Eminent** et **Opus (voire annex II)** sont actuellement (janvier 2003) les seuls produits agréés en Belgique pour la lutte contre l'oïdium en chicorées. Ils se présentent également avec une efficacité sur la rouille. La lutte contre les maladies est rentable à condition que son développement ait atteint le seuil limite, qui d'ailleurs est très difficile à déterminer ²⁰.

D'autres symptômes foliaires peuvent également apparaître dans la chicorée. Il peut s'agir de différentes formes de taches foliaires dues au champignon *Alternaria* ou à la bactérie *Pseudomonas* (voir plus loin), de temps en temps d'une faible pourriture ou mucilage à la base des tiges ou sur le collet, de nécroses sur le bord des feuilles, ou de marbrures.

Taches foliaires (dues à *Pseudomonas syringae* ou *Alternaria*)



Fig. 2.16. Feuille atteinte par une maladie secondaire (*Pseudomonas* ou *Alternaria*)

Il est très difficile de distinguer les taches dues à la bactérie *P. Syringae* de celles dues au champignon *Alternaria*. La bactérie, aussi bien que le champignon survivent sur les déchets de plantes dans le sol. L'infection se fait par l'éclaboussure des gouttes de pluies tombant par terre (Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture, 2001). Les symptômes sont comparables à ceux de la cercosporiose chez la betterave.

Une humidité atmosphérique élevée et un temps couvert pendant plusieurs jours sont des conditions idéales pour le développement de ces maladies. Elles apparaissent principalement sur les plantes qui ont souffert de la grêle. Lorsque la plante est infectée des taches

bien délimitées, d'un brun noirâtre apparaissent de façon dispersée sur la feuille. Au début ces taches sont entourées de tissus décolorés. Le centre des taches devient charnu et se désintègre. Des petites déchirures apparaissent sur les feuilles et continuent dans les parties saines ce qui permet à la maladie de se propager.

2.7.2.2. Maladies racinaires

Les différents types de pourritures racinaires peuvent être dues à plusieurs agent pathogéniques, parfois présents ensembles.

Cylindrocarpon didymum

Ce champignon naturel du sol peut provoquer la pourriture sèche de la racine des plantes de chicorée. Il s'agit d'un agent de faiblesse qui ne peut infecter la plante que si celle-ci est en situation de stress. Les symptômes restent limités et n'ont pas de conséquences significatives.

Erwinia (E. chrysanthemi et E. carotovora subsp.odorifera)

Cette bactérie gram-négative provoque la pourriture humide et la pourriture du cœur chez la chicorée. Les bactéries vivent sur les déchets de plantes dans le sol. Un excès d'azote dans les racines favorise la sensibilité aux maladies bactériennes. La pourriture se développe principalement en cas de faible concentration d'oxygène et chaud. A moins de 17°C la croissance est très lente (Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture, 2001). La lutte peut uniquement se faire préventivement en appliquant une rotation des cultures et une fumure adéquates (faible fumure azotée) ⁸.

Geotrichum candidum

Geotrichum candidum est un parasite des blessures qui ne peut pas infecter des tissus sains. Il apparaît uniquement après une infection induite par un autre parasite primaire. Le développement de ce parasite a lieu principalement dans un environnement humide, chaud et pauvre en oxygène (mauvaise structure!). La température nécessaire pour une croissance optimale se situe entre 25 et 27°C. Ce champignon provoque une pourriture interne d'un blanc grisâtre qui dégage une odeur aigre typique (semblable à celle du yaourt). La pourriture interne commence par le bas, le long du cœur de la racine et se propage lentement vers le haut. Dans un environnement humide et chaud il se forme, sur la partie extérieure de la racine, un mycelium blanc, plat et poudreux ³³. Il n'existe aucune lutte chimique adéquate.

Pseudomonas cichorii* et *P. fluorescens

Les symptômes provoqués par ces bactéries sont semblables à ceux provoqués par *Erwinia*. Cette dernière est cependant beaucoup plus fréquente et les dégâts sont plus importants.

Les produits agréés actuellement en chicorée sont Impact-R, Geyser, Eminent et Opus. Ces produits sont uniquement agréés pour la lutte contre l'oïdium.

2.8. Récolte

La récolte des chicorées industrielles est particulièrement délicate. En effet, la racine de chicorée se singularise par une longueur importante, une présence marquée de radicelles et surtout par une grande fragilité de son pivot. Ces caractéristiques ne facilitent pas les opérations de récolte. Son arrachage est compliqué et le matériel utilisé dérive souvent de celui existant pour la récolte des betteraves moyennant quelques adaptations.

L'objectif est de récolter à l'avenir des chicorées « chauves », débarrassées de leurs feuilles, scalpées ou non, avec un minimum de tare.

La perte lors du stockage des chicorées est deux fois plus importante que chez la betterave¹³. La perte en inuline est très importante si les racines sont stockées pendant plus de 3 semaines. Il est donc important qu'elles soient arrachées au maximum 2 semaines avant la livraison **à condition que** l'arrachage soit effectué à l'aide de machines spécifiques. Les racines se conservent mieux si elles ne sont pas abîmées. Il est conseillé de terminer la campagne avant la fin du mois de novembre. La récolte commence par le choix de l'emplacement du tas.

2.8.1. Effeuilage

A la livraison il est intéressant d'avoir des racines avec un minimum de feuilles et non décolletées ou décolletées de façon minimale (en fonction de l'usine). Pour y arriver on utilise de préférence une effeuilleuse à double rotor avec ou sans décolleteurs. Avec l'utilisation de doubles rotors les décolleteurs sont nettement moins sollicités et ils peuvent être réglés à une profondeur moins importante, ce qui permet de réduire les pertes de surdécolletage²⁴.

Avec l'effeuilleuse monorotor sans décolleteurs, le pourcentage de racines avec des feuilles de plus de 3 cm est trop élevé. L'effeuilleuse monorotor avec décolleteurs élimine les feuilles correctement, mais les pertes par surdécolletage sont trop importantes (figure 2.17).

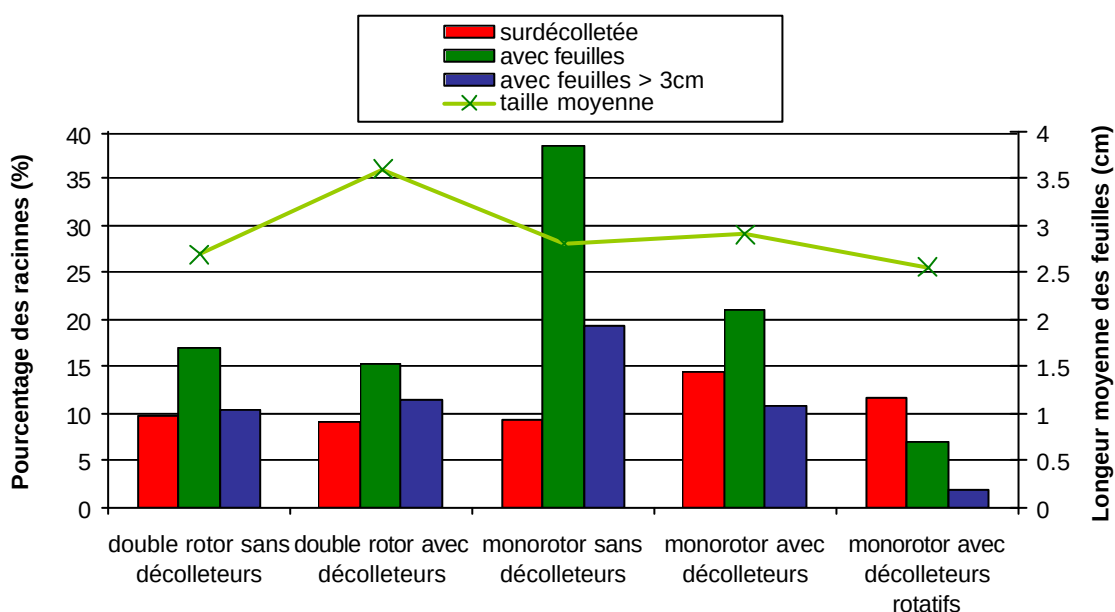


Figure 2.17: L'influence du système d'effeuillage sur la qualité de l'arrachage (CRA Département Génie Rural, 2001)

Un excédent de feuilles crée des problèmes à la production, elles sont une source de supplémentaire d'impuretés lors du traitement. Un mauvais effeuillage a également une influence néfaste sur la qualité des racinelles.

2.8.2. Arrachage

Les machines équipées de fourches fixes (fig. 2.18) donnent généralement les meilleurs résultats à l'arrachage ⁴. Ces fourches se trouvent sur les matériels spécifiques chicorées. En Belgique il n'y que quelques machines de ce type. La fourche s'introduit sous la racine et la déterre. Elle passe ensuite par de petits moulinets qui retiennent les racines et éjectent une partie de la terre (fig. 2.25). Les racines se poussent l'une l'autre. Si la population est trop irrégulière les racines ne pourront pas se pousser mutuellement et il y aura des pertes. Si les lignes ne sont pas bien droites l'arrachage avec les fourches peut occasionner des pertes relativement importantes.



Fig. 2.18: Fourches fixes spécifiques à la chicorée (Agrifac: voir § 2.8.5)

L'arrachage peut également être effectué avec une machine à socs oscillants et dents de décompactage (fig. 2.19). Dans le système deux phases l'installation de dents de décompactage coûte de 1250 à 1500 €. On peut alors d'augmenter le rendement de 10% comparativement au rendement obtenu sans dents de décompactage ⁴.

L'arrachage traditionnel avec les socs oscillants provoque plus de cassures des pointes que les autres systèmes ²⁴.

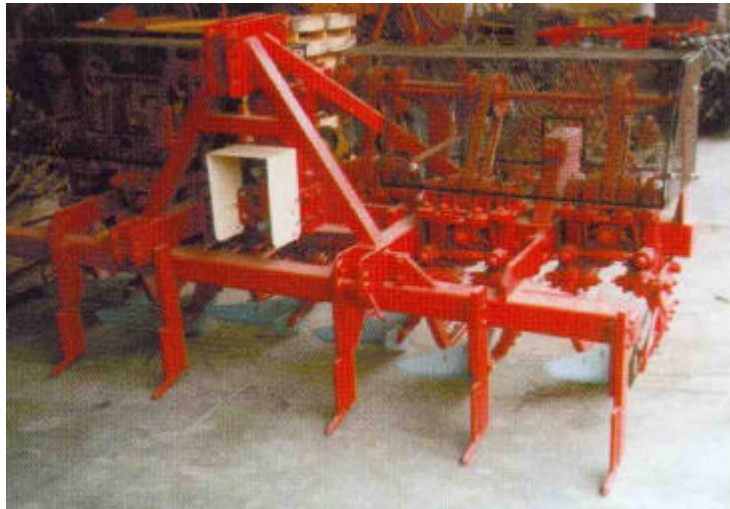


Fig. 2.19: Dents de décompactage et socs spécifiques

Pour l'arrachage avec des socs oscillants adaptés, le matériel doit être contrôlé et réglé très minutieusement:

- ❑ présence de dents de décompactage;
- ❑ soc oscillants spécifiques pour la chicorée, neufs ou peu usés;
- ❑ distance maximale entre les socs: 2 cm (pour l'arrachage des betteraves cette distance est de 3,5-4 cm);
- ❑ éléments de nettoyage adaptées pour éviter une perte de racines;
- ❑ réglage individuel de la vitesse des turbines;
- ❑ vitesse d'arrachage maximale: 4 km/h
- ❑ L'arrachage se fait de préférence en de bonnes conditions.

Résumé :

- ❑ **de préférence une machine avec fourches fixes spécifiques pour la chicorée;**
- ❑ **pour l'arrachage avec socs oscillants adéquats: utilisation de dents de décompactage;**
- ❑ **pour l'arrachage avec socs oscillants le matériel doit être réglé et contrôlé avec précision;**
- ❑ **arracher de préférence en de bonnes conditions.**

2.8.3. Nettoyage



Fig. 2.20: Rouleaux axiaux

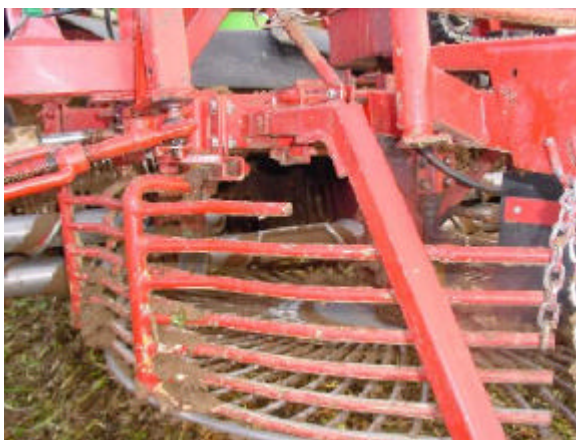


Fig. 2.21: Turbine adaptée pour la récolte de la chicorée



Fig. 2.22: Tapis (Pouchain: voir § 2.8.5)

Après avoir été arrachées les racines doivent être nettoyées pour éliminer un maximum de terre. Au cours de ce processus les dégâts aux racines sont inévitables. Le compromis entre ces deux facteurs n'est pas toujours simple à obtenir.

La majorité des machines présente une combinaison de rouleaux (fig. 2.20), turbines (fig. 2.21) et tapis (fig. 2.22). Les systèmes de nettoyage peuvent provoquer plusieurs effets non souhaitables tels que la cassure et les blessures des racines.

Les rouleaux placés en aval du système d'arrachage peuvent présenter de bons résultats pour autant que l'espace entre eux soit assez petit. Dans le cas contraire les petites chicorées ont tendance à passer entre les rouleaux. Le fait de soulever plus de terre n'est pas une solution étant donné que c'est alors tout le circuit de nettoyage qui doit subir la charge. Le système à rouleaux placé en fin de circuit de nettoyage présente par contre l'inconvénient de provoquer systématiquement assez bien de pertes.

Avec les turbines (ou les grilles) pour la chicorée il faut également réduire l'espace entre les barreaux des grilles et les rayons des turbines doivent être serrés. Si ces précautions ne sont pas prises ces systèmes sont également une source de pertes non négligeables. Les grilles doivent être préférées aux queues de cochons. Les circuits de nettoyage équipés de turbines pourvus ou non de rouleaux donnent de bons résultats.

Le système à tapis peut réduire le taux des pertes. Avec les tapis les cassures sont limitées bien que les racines récoltées soient en général assez longues ²⁴. Le nettoyage effectué par les tapis est moins agressif, mais généralement insuffisant par temps humide.

Résumé :

- ❑ **compromis nettoyage satisfaisant et dégâts minimes aux racines;**
- ❑ **rouleaux: distance réduite entre les rouleaux;**
- ❑ **turbines: distance réduite entre les barreaux;**
- ❑ **tapis non agressifs mais nettoyage insuffisant par temps humide;**
- ❑ **les systèmes combinés offrent souvent la meilleure solution;**
- ❑ **les systèmes de nettoyage équipés de turbines pourvues ou non de rouleaux donnent les meilleurs résultats.**

2.8.4. Récolte des chicorées sur buttes

A l'occasion de différents essais de culture de chicorées sur buttes on a pu constater que l'arrachage se faisait plus facilement sur buttes que sur terrain plat. La longueur moyenne des racines (est un peu plus élevée. La culture sur buttes offre également des avantages du point de vue de l'effeuillage. Le nombre de racines avec feuilles est le même que pour la culture à plat, mais la longueur moyenne des feuilles est plus petite.

En dehors des désavantages mentionnées dans le tableaux 2.8, l'arrachage des cultures sur buttes présente également des risques.

Le passage entre les buttes à l'occasion des traitement agrochimiques peut provoquer le glissement des buttes. La précision du matériel d'arrachage équipé de fourches dépend grandement de l'interligne, ce qui, en cas de déplacement des buttes, peut entraîner la perte de racines entières à l'arrachage. Il est donc préférable d'utiliser des pneus étroits pour effectuer les traitements agrochimiques ²⁴.

En cas de gel il peut se former des blocs de terre qui obligent parfois d'interrompre l'arrachage.

2.8.5. Arracheuses spécifiques pour la chicorée

Pouchain

Cette machine est une arracheuse intégrale équipée de fourches spécifiques. L'effeuilleuse est monorotor sans décolleteurs. Les résidus de feuilles sont éliminés via un tapis. Les racines sont poussées vers l'intérieur entre deux moulinets de nettoyage. Cette machine dispose d'un système de nettoyage pourvu d'une double bande de tamisage (fig2.24) et éventuellement de rouleaux axiaux. Si les circonstances ne sont pas favorables cette machine permet de récolter sur andain. En aval cette machine dispose d'un rouleau de plombage ce qui, avec cette technique de récolte, facilite le ramassage des racines (fig 2.23).



Fig 2.24: Pouchain

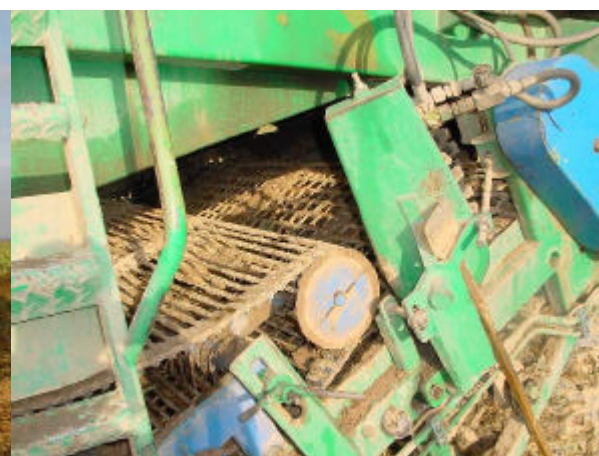
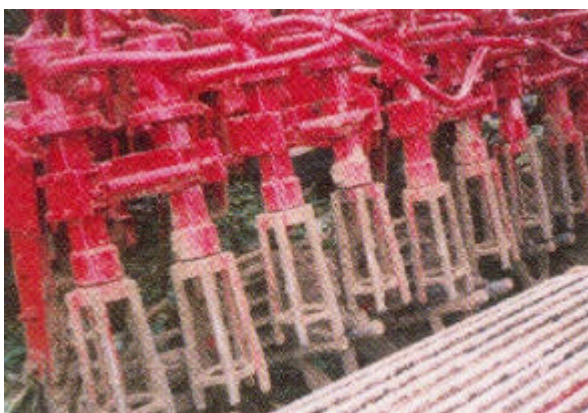


Fig.2.23: Double bande tamisante

Moreau-Copin

Cette machine est également équipée de fourches fixes spécifiques. L'effeuilleuse est un double rotor sans décolleteurs. Les résidus de feuilles sont éliminés via un tapis. Les racines sont poussées vers l'intérieur entre deux moulinets de nettoyage (fig. 2.25). Cette machine est équipée d'un système de nettoyage simplifié avec double bandes et andain.



**Fig 2.25 Moulinets de nettoyage
(Moreau-Copin)**



Fig 2.26 Moreau-Copin

Agrifac

L'intégrale à 6 rangs est équipée de fourches fixes spécifiques se compose d'un monorotor et de décolleteurs. Les résidus de feuilles sont éliminés via une vis d'Archimède. Les racines sont poussées vers l'intérieur entre deux moulinets de nettoyage. Le système de nettoyage consiste en 6 rouleaux axiaux + 5 turbines à vitesses indépendantes.



Fig. 2.27 et 2. 28: Agrifac. Equipée de fourches fixes et d'une installation de nettoyage hybride

Machine équipée de roues Oppel (Entre preneur: Bini; Firme: Gilles)

Le système d'arrachage pour chicorées avec roues Oppel donne également de bons résultats.

Le système d'effeuillage est composé d'un double rotor. Le système d'arrachage tracté n'est pas équipé de dents de décompactage. Le système de nettoyage se compose de rouleaux axiaux suivis d'andins ou d'un tapis ou contretapis. Les racines sont toujours déposées sur l'andin.



Fig. 2.29 Roue Oppel



Fig. 2.30 Effeuilleuse avec double rotor

Prototype: système d'arrachage tracté avec fourches spécifiques (entrepreneur C.M. Ghyselings)

Le système d'effeuillage est un monorotor avec décolleteurs. Les éléments d'arrachage sont des fourches spécifiques sans liaison entre les deux fourches avec double renforcement et des disques (voir fig. 2.32). Le système de nettoyage comporte de petits moulinets de nettoyage suivis d'un contretapis et d'une table avec 24 rouleaux axiaux qui amènent les racines sur l'andain.



Fig. 2.31: Système d'arrachage en deux phases avec fourches spécifiques



Fig. 2.32: Fourches spécifiques avec double étançons et des disques

2.9. Conservation dans le tas

Les tas de chicorées ne peuvent pas être trop hauts (environ 3 m) ni trop larges (environ 6m) de sorte que l'air puisse y pénétrer facilement. Si la ventilation est trop faible il peut y avoir un échauffement ce qui entraîne des pertes par respiration et des risques de pourriture des racines. Des racines bien effeuillées et saines, qui n'ont pas trop de tare terre se conservent plus facilement (pendant les 2 premières semaines) sans pertes significatives ni en rendement ni en inuline ². La température idéale pour conserver la chicorée se situe entre 1 et 6°C, le gel peut provoquer des pertes importantes ³. Les silos doivent être établis sur une assise stable et à un endroit facilement accessible aux grues de chargement et aux camions. Il doivent être protégés contre le gel par des bâches en plastique afin d'éviter le pourrissement des racines et la perte de qualité. Il est cependant important de retirer les bâches dès que le danger de gel est écarté, ceci pour éviter l'échauffement et les repousses. Il peut être intéressant de réduire la tare terre en utilisant des déterreurs (fig. 2.3). Ceci permet de réduire les frais de transport. Le nettoyage est le plus efficace sur une terre adhérente ressuyée.

Le silo ne peut pas être trop grand.



Fig. 2.33: Chargement des racines en utilisant des déterreurs

3. Inuline et fructose

3.1. Introduction

L'inuline et l'oligofructose sont extraits de la racine de chicorée par un procédé industriel. L'inuline est commercialisée tel quel, ou, après hydrolyse (chimique ou enzymatique) comme sirop de fructose et de glucose dans une proportion de plus ou moins 85/15.

Le nom *inuline* a été utilisé pour la première fois en 1818 pour une matière qui avait été isolée en 1804 de l'*Inula helenium*. Ce n'est qu'en 1950 qu'on a déterminé la structure de l'inuline³⁵.

Jusqu'à présent on ne connaît toujours pas la fonction physiologique exacte de l'inuline. Il est cependant probable qu'il s'agisse d'un polymère de réserve, stocké dans les organes d'hivernation souterrains. Il est également possible que l'inuline joue un rôle en tant que cryo-protecteur ou osmo-régulateur. Toutes ces fonctions doivent permettre à la plante de survivre en cas de manque d'eau, que ce soit par le froid ou par la sécheresse¹⁵.

Ce sont principalement les céréales, les oignons, l'ail, l'artichaut, le topinambour (*Helianthus tuberosus*) et la chicorée qui produisent de l'inuline. L'artichaut et la chicorée sont les deux seules plantes à contenir assez d'inuline pour que son extraction soit rentable du point de vue économique.

L'inuline a un effet prébiotique, on peut l'utiliser comme fibre alimentaire, édulcorant à faible niveau énergétique après hydrolyse partielle, et elle stimule la prise de Ca par le corps. Une étude détaillée est en cours actuellement en vue de rechercher les applications de l'inuline dans le secteur des produits non-alimentaires, tels que les adoucisseurs d'eau, les émulsifiants, etc.

3.2. Caractéristiques chimiques et physiques

L'inuline se présente sous deux formes différentes: la forme GpyFn et la forme FpyFn (fig. 3.1). Elle consiste en une répétition d'unités de fructose ($n = 2$ à 70). L'inuline comporte généralement une molécule de glucose au bout du fait qu'elle est synthétisée dans la plante à partir du sucrose (fig. 3.1).

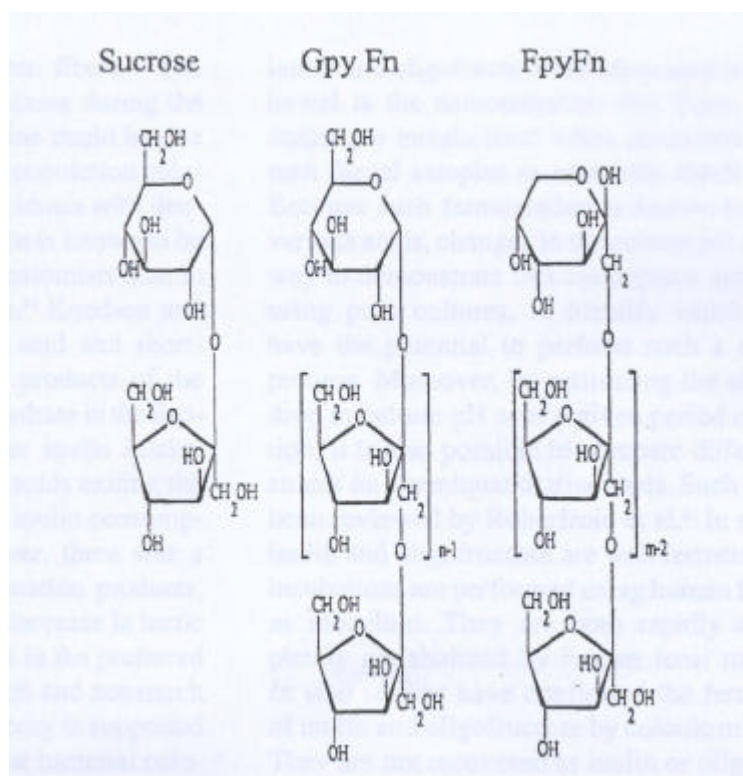


Figure: 3.1: L'inuline comporte principalement des combinaisons fructose β -(2-1). Parce que le sucrose fait partie des éléments de l'inuline, celle-ci comporte une molécule terminale de glucose (fig.: Flamm *et al.*, 2001)

Une grande partie de la matière organique assimilée au cours de la photosynthèse est utilisée pour la synthèse du sucrose. C'est sous cette forme qu'il est transporté vers toutes les parties de la plante. C'est dans la racine que le sucrose est transformé en oligosacarides. Lorsque le sucrose (ou l'inuline) se décompose il libère du fructose (5-chaines, voir figure 3.1) et du glucose (6-chaines) ¹⁸.

3.3. L'inuline comme fibre alimentaire

Par définition les fibres alimentaires sont des saccharides (+ lignine) qui ne sont pas hydrolysées ni absorbées dans la partie supérieure du système digestif humain. Elles sont intactes quand elles atteignent le côlon où la flore microbienne intestinale les fait fermenter entièrement, partiellement, ou pas du tout. La fermentation fait naître des acides gras courts qui sont absorbés par le corps où le métabolisme se poursuit.

Les enzymes digestifs du corps humain ne peuvent pas décomposer les relations β -(2-1) entre les molécules fructose de l'inuline et oligo-fructose. Des études ont démontré que l'inuline et l'oligo-fructose atteignent le côlon pratiquement intactes. Ils sont fermentés par des micro-organismes spécifiques du colon, ce qui stimule leur croissance ¹².

3.4. Effet prébiotique de l'inuline

Les **pro**biotiques sont par définition des micro-organismes vivants qui se trouvent dans les aliments et qui stimulent la santé. Les **pré**biotiques sont des ingrédients alimentaires non digestibles qui améliorent la santé en stimulant la croissance ou l'activité de certaines bactéries parmi lesquelles lactobacilli et bifidobacteria. Les seuls prébiotiques largement connus à l'heure actuelle sont l'inuline et l'oligo-fructose ³⁰.

Effets positifs de l'inuline sur le corps humain.

1. Stimule l'absorption de minéraux

La forte concentration d'acides gras, provenant de la fermentation, favorise l'absorption de minéraux, en particulier Ca^{2+} et Mg^{2+} . Des études récentes ont démontré que l'inuline accroît la réserve en Ca du corps. D'une de ces études est apparu qu'une prise de 8gr d'inuline par jour par de jeunes adolescentes avait augmenté la réserve en Ca de manière significative. Cette donnée est intéressante étant donné que c'est principalement à cet âge que les réserves en Ca sont établies. Plus cette réserve est importante et moins grand sera le risque de développer de l'ostéoporose à un âge plus avancé ¹³.

2. Influence sur la croissance des lactobacilli et bifidobacteria

La présence d'inuline dans le côlon stimule la croissance des lactobacilli et bifidobacteria, ceci a plusieurs conséquences positives: baisse de l'intolérance au lactose, renforcement de l'immunité, ... ³⁰. Certaines études ont démontré que les éléments de la paroi des cellules du Bifidobacterium répriment le développement de tumeurs ²¹.

3. Réduction des risques de cancer des intestins.

La présence de l'inuline dans le côlon influence pas seulement la croissance de la flore intestinale mais également l'activité des bactéries. L'inuline aurait également la propriété de réprimer la production d'une enzyme procarcinogène ²¹.

4. Abaissement du taux de cholestérol

3.5. L'inuline comme adoucisseur d'eau

Il est facile de produire du carboxyméthylinuline (CMI) à partir de l'inuline. Ce produit s'utilise e.a. pour éliminer les traces de calcaire et autres sels dans les systèmes d'eau. Actuellement on utilise principalement des composés pétrochimiques tels que les polyacrylates, qu'on ajoute à l'eau. Le CMI présente de nombreux avantages par rapport à ces produits chimiques: c'est un produit biodégradable, non toxique, qui ne contient ni azote ni phosphate et qui est renouvelable. L'efficacité du CMI a été testée dans une fabrique de papier à Roermond (Pays-Bas). L'adjonction de CMI aux eaux usées a sensiblement réduit les problèmes d'obstruction des tuyaux d'évacuation longs de 3 km ⁵.

3.6. L'inuline comme produit de base pour les édulcorants

Par hydrolyse on peut obtenir du fructose au départ de l'inuline. Ce produit convient parfaitement comme édulcorant naturel dans les boissons rafraîchissantes, les crèmes glacées

et les produits de pâtisserie. Le fructose a également la propriété de renforcer le goût des fruits. En fonction de la température et de l'aliment dans lequel on utilise le fructose, son niveau édulcorant est 1.1 à 1.5 fois celui du sucre. Le fructose contient autant de calories que le glucose, mais il en faut moins étant donné que son niveau édulcorant est plus élevé.

3.7. L'inuline en remplacement de la graisse

Lorsqu'on ajoute de l'inuline à longue chaîne à de l'eau, ce mélange va, dans certaines conditions, se transformer en un gel liquide dont la structure imite très bien celle de la graisse. Ce produit permet de réduire sensiblement le pourcentage de matière grasse dans les pâtes à tartiner qui contiennent de l'eau et de la graisse, tout en stabilisant l'émulsion ⁷.

3.8. Fructo-oligosaccharides

Au départ de l'inuline on produit, par hydrolyse partielle, des fructo-oligosaccharides. Il s'agit d'un sirop mielleux à faible valeur énergétique qui possède également des caractéristiques bifidus.

3.9. L'inuline dans l'industrie chimique

Le DCI se forme lors de l'oxydation de l'inuline et il possède d'excellentes propriétés liantes en ec qui concerne le Ca. Ceci lui permet de faire office de *builder* et de *co-builder* pour les détergeants, p.ex les polyacrylates. L'avantage du DCI est qu'il est biodégradable ¹³. La production totale de *co-builders* atteint plusieurs millions de tonnes par an. Un énorme débouché pour l'inuline.

4. Les sous-produits de la production d'inuline à partir de chicorées

Après extraction de l'inuline des racines de chicorée il subsiste certains sous-produits, à savoir des pulpes déshydratées ou surpressées, des radicelles de chicorées et des écumes. Le tableau 4.1 mentionne les quantités de sous-produits par tonne de chicorée. La pulpe de chicorée est utilisée comme complément dans les produits alimentaires pour le bétail. Les écumes corrigent le pH des terres acidifiées, améliorent la structure du sol et contiennent de plus quelques unités d'azote, de phosphore et de sodium.

Les radicelles sont constituées par un mélange de petits morceaux et de pétioles de chicorée. On peut les utiliser en alimentation directe ou en ensilage.

Tableau 4.1: Sous-produits par tonne de chicorée après extraction de l'inuline des racines (Anon, 1997)

Sous-produit	Traitement	Quantité
Radicelles	Lavage et transport des racines de chicorée	30 kg/ton
Pulpe surpressée ou Pulpe séchée	Diffusion Après séchage	220 kg/ton ou 52 kg/ton
Ecumes	Epuration des jus	80 kg/ton

4.1. Pulpe de chicorée

La pulpe de chicorée a une odeur fraîche et acide et ressemble beaucoup à la pulpe de betteraves du point de vue de la structure, la forme et la couleur. Généralement la pulpe de chicorée est séchée.



Fig. 4.1: Description de la pulpe de chicorée : Sous-produit de la production d'inuline ou de fructose, qui contient des cossettes lessivées et séchées. (fig. : Industriële cichoreiteelt, 1994, Ministerie van Landbouw)

4.1.1. Composition chimique de la pulpe de chicorée

La composition chimique de la pulpe de chicorée est comparable à celle de la pulpe de betterave (tableau 4.2). Les teneurs en phosphore et en sodium sont un peu plus élevées. La pulpe de chicorée est cependant significativement plus riche en sucres totaux et en matières grasses brutes. C'est pourquoi la pulpe de chicorée est commercialisée comme 'matière première' pour l'aliment du bétail et non comme 'aliment simple', contrairement à la pulpe de betterave. La pulpe de chicorée est plus fibreuse que la pulpe de betterave et elle gonfle plus vite.

Tableau 4.2: Composition chimique de la pulpe de chicorée et de betterave (selon Smets, 1999)

composition chimique (g/kg matière sèche)	pulpe de chicorée	pulpe de betterave
matière organique	932	820 – 920
protéines brutes	95	90 – 130
sucres totaux	119	40 – 100
matière grasse	28	5 – 10
cellulose brute	218	200 – 260
cendres brutes	68	40 – 180
Ca	11,7	8 – 12
P	1,8	1 – 2
K	4,2	6 – 10
Mg	1,3	1,6 – 3,0

4.1.2. Pulpe de chicorée surpressée et séchée

La pulpe de chicorée a une teneur en matière sèche d'au moins 18%. La pulpe surpressée peut être utilisée en alimentation directe ou après ensilage.

La plupart des pulpes de chicorée est vendue sous forme séchée. La pulpe séchée est pressée en pellets propres de 6mm, ce qui permet son emploi dans les distributeurs automatiques. La description du produit est la suivante:

Sous-produit de la production d'inuline ou de fructose, qui contient des cossettes lessivées et séchées.

La pulpe de chicorée est plus fibreuse que celle des betteraves et elle gonfle donc plus vite et plus facilement. En gardant au sec la pulpe séchée, sa conservation est pratiquement illimitée.

4.1.3. Ensilage de la pulpe de chicorée surpressée

Pour l'ensilage de la pulpe de chicorée il faut respecter les mêmes règles que pour l'ensilage des pulpes de betteraves: ensiler de préférence dans un silo tranchée, bien tasser, respecter une hauteur maximale de 2m, bien égaliser la surface, couvrir hermétiquement et fixer la bâche. L'acidification se fait rapidement jusqu'à un pH de 3.7, ce qui limite les risques de pourriture.

Après quelques jours, et surtout après ensilage, le produit perd en grande partie sa structure, et devient plus gras et plus collant. La cause en est probablement sa teneur élevée en matières grasses et en sucres totaux. Ceci entraîne une plus grande fermentation dans le silo et peut provoquer des problèmes quand on utilise un distributeur de nourriture mécanique.

4.1.4. Pulpe de chicorée en alimentation du bétail

La pulpe de chicorée est connue en tant que ‘produit de base pour les aliments pour animaux’. La valeur nutritive de la pulpe est reprise dans le tableau 4.3.

Tableau 4.3: Valeur nutritive de la pulpe de chicorée ³⁴		
valeur alimentaire pour le bétail (sur matière sèche)		
	pulpe de chicorée	pulpe de betterave
VEM	1034	1020 – 1047
VEVI	1112	1098 – 1126
PBD	56	60 – 67
DVE	97	106 – 112
OEB	-62	-60 - -67
valeur alimentaire pour les porcs		
NE en kcal sur MS	1899	1836 - 2122

Tout comme la pulpe de betterave, la pulpe de chicorée est un aliment de base énergétique avec un OEB (Onbestendig Eiwit balans) négatif. Pour obtenir une ration équilibrée il faut compléter la pulpe avec des aliments riches en protéines (touteaux, fourrage concentré riche en protéines, ensilages d’herbe de bonne qualité, foin de graminées ou de légumineuses). La chicorée contient très peu de phosphore, de sodium, de magnésium, d’oligo-éléments et de vitamines (A notamment) et sera toujours complétée par un concentré minéral vitaminé (plus riche en phosphore qu’en calcium). Les pulpes de chicorées manquent de structure et ne font pas ruminer et saliver les animaux suffisamment: on veillera donc toujours à les compléter par des fourrages fibreux de bonne qualité (ensilage d’herbe, foin ou paille de bonne qualité). Un manque de structure dans la ration en diminue l’ingestion, la digestibilité, provoquant un état d’acidose le plus souvent chronique. Celui-ci est accompagné d’une chute de production: diminution de la production laitière, du taux butyreux du lait, diminution de la croissance, affections du rumen et du foie. La pulpe de chicorées est un complément idéal de la prairie ²².

Le gonflement de la pulpe séchée favorise un remplissage maximal et un fonctionnement optimal du rumen (fermentation) ³⁴. La pulpe a un effet tampon, anti-acidose, parce qu’il y a une dégradation lente des celluloses brutes dans le rumen.

L’effet anti-acidose et sa possibilité de gonflement stimulent l’ingestion totale, ce qui augmente la productivité du bétail. De plus, il reste encore un peu d’inuline dans la pulpe de chicorée et l’inuline favorise le fonctionnement du côlon (effet Bifidus) ¹.

La pulpe de chicorées peut également remplacer la pulpe de betterave dans l’alimentation porcine.

La pulpe de chicorée n’a aucun effet négatif ni sur la qualité du lait, ni sur celle de la viande. Il faut respecter une période de transition de quelques jours lorsque la pulpe de chicorée est introduite dans la ration ³⁴.

Remarque: les pulpes sèches en pellets sont à proscrire pour les ovins (risque d'étranglement); elles seront distribuées sous forme de pulpes flottantes ou grossièrement broyées; elles ne seront jamais distribuées à des animaux affamés.

4.2. Radicelles de chicorée

Les radicelles de chicorée sont un mélange de d'éclats de chicorée et de feuilles. La valeur alimentaire sur matière sèche est d'environ 810 VEM et 80 gr de protéines brutes. Sa richesse éventuelle en sucres et en cendres brutes, limite son emploi. Il est donc préférable de ne pas donner plus de 5 kg de radicelles par 100 kg de poids vif par jour. Les radicelles constituent généralement un aliment bon marché. L'utilisation correcte des radicelles diminue le prix de l'alimentation totale ³⁴.

4.3. Produits de chaulage

L'usage des écumes de chicorée est le même que celui des écumes de betterave. Leur composition est plus ou moins similaire. (tableau 4.4).

Tableau 4.4: Composition des écumes de chicorée et de betterave

	chicorée (poids frais) ¹	betterave (poids frais) ²
matière sèche	60%	60%
azote total	2,6 kg/t	3,7 kg/t
P2O5	12,14 kg/t	9,2 kg/t
K2O	2,2 kg/t	0,8 kg/t
CaO	296 kg/t	258 kg/t
MgO	4,8 kg/t	9,6 kg/t
Matière organique	62,6 kg/t	60 kg/t

¹: Service Pédologique de Belgique; ²: Destain, 1997

5. Références

1. **Anon**; (1997): Valeur alimentaire et valorisation de pulpes de chicorées. *Notice RT* p1-6
2. **Anon**. (2000a): Cichoreiopbrengst kan gevoelig beter. *Landbouwleven* 17 november 2000 p6
3. **Anon** (2000b): Najaarsoogst- en tarwezaai hervat. *Landbouwleven* 17 november 2000 p7
4. **Anon**. (2001): Cichorei vraagt aangepaste teelttechniek en machines. *Landbouw & Techniek* 16 7 september 2001 p21-24
5. **Blom, J.** (2000): Cleaning up with inulin. *Cosun in Business* 2 No 2 pp 10-11
6. **Cornelis, P. et Hermann, O.** (2002): Netwerk Waarnemigsvelden Cichorei. *De Bietplanter* juli-augustus 2002 p.5
7. **Coussement, A. et Franck, A.** (1998). New food applications for inulin. *Agro-Food-Industry high-Tech* Mei-Juni p26-28
8. **De Temmerman, L., Hofmans, E. en Meurens F.** (2001): Gewasbescherming cichorei. Ministerie van Middenstand en Landbouw, Dienst Ontwikkeling Plantaardige Productie. 11p
9. **De Proft, M., Cleassens, G., Schrevels, E. et Van Laere, A.** (1991): Invloed van de stikstofbemesting op de ontwikkeling en productiviteit van de witloofplant. *XIe tweejaarlijkse internationale witlofdagen*, 20-21 sept. 1991, Arras (Fr.), A1-A9
10. **De Proft, M.** (2000): Plagen in de industriële cichorei. *De Bietplanter*, juli-Augustus 2000 p13

11. **Destain, J.-P.** (1997): Valorisation des engrais de ferme et utilisation d'autres matières organiques en cultures et prairies. *Journées d'information "Les matières organiques"* 28/09/1997 Ciney p1-27
12. **Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L. et Roberfroid, M.** (2001): Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41 (5): p 353-362
13. **Franck, A. et De Leenheer, L.** (2002): Inulin. *Biopolymers* 6, p. 439-479
14. **Frankinet, M.** (1999): Stikstofbemesting in industriële cichorei. *De Bietplanter* April 1999 p15-16
15. **Hendry, G.A. et Wallace, R.K.** (1993): The origin, distribution and evolutionary significance of fructans, in *Science and Technology of Fructans* (Suzuki, M., Chatterton, N.J., Eds.): Boca Raton FL: CRC Press 119-139
16. **Hermann, O.** (2001): De bestrijding van aardappel- en cichoreiopslag in de suikerbieten. *De Bietplanter* april 2001 p4
17. **Hermann, O. et Wauters, A** (2002): Ziekten en plagen in de Belgische suikerbietenteelt. Technische Gidsen van het KBIVB 64 p
18. **Kruger, N.L.** (1990): Carbohydrate synthesis and degradation. In: Dennis DT, Turpin DH (eds): *Plant physiology, biochemistry, and molecular biology*. Longman, UK, p 55-79
19. **Limami, A. et Machet, J.M.** (1991): Studie van de fructosanen en van de stikstof in relatie tot de maturiteit en de productie van witloof. *XIe tweejaarlijkse internationale witloofdagen*, 20-21 sept. 1991, Arras (Fr.): A21-A36
20. **Meeùs, P. et Wittouck, D.** (2001): Ziektebestrijding in cichorei *DeBietplanter* 35, 374 p10
21. **Meyer, P.D., Tungland, B.C., Causey, J.L. et Slavin, J.L.** (2000): The immune effects of inulin in vitro and in vivo. *Agro food industry Hi-tech*. November/December p 18-20
22. **Ministerie van Landbouw** (1994): Industriële cichoreiteelt 45 p.
23. **Ministerie voor middenstand en Landbouw** (2001): Ziekten en plagen in de witloofteelt
24. **Miserque, O., Oestges, O. et Tissot, S.** (2000): Synthese van proeven op oogstmateriaal voor industriële cichorei. *De Bietplanter* September 2000 p6-12
25. **Oestges, O** (1994): La mecanisation des travaux agricoles. *Les presses agronomiques de Gembloux*, A.S.B.L. 248 p.
26. **Onkruidbestrijdingsgroep cichorei van het LCBC** (2002): Onkruidbestrijding in de industriële cichorei met de lagedosissystemen. *De Bietplanter* April 2001 p10-16
27. **Piffet, J., Fagard, J. et Van Eyck, M.** (2000): Teelttechniek: de ruggenteelt in industriële cichorei. *De Bietplanter* April 2000 p16
28. **Piffet, J. et Sevrin, V.** (2001): Waakzaamheid en flexibiliteit *Chico News* Herfst 2001 10 p2-3
29. **Quenon, G., Michot, B., Oestges, O. et Tissot, S.** (1999): Het zaaien, precisie boven alles. *De Bietplanter* April p13-14
30. **Roberfroid, M.B** (2000): Prebiotics and probiotics: are they functional foods. *Am. J. Clin Nutr* 71(suppl): p1682S-1687S
31. **Roisin, C., Ruelle, L. et Kerten, J.L.** (1999): Resultaten uit proeven rond grondbewerking en zaai onder dekvrucht. *De Bietplanter* April 1999, p11-12
32. **Roisin, C., Ruelle, L. et Kerten, J.L** (2000): De grondbewerking en de zaai van cichorei. *De Bietplanter* April 2000 p9
33. **Sarrazyn, R. et Höfte, M.** (1996): Het optreden en de bestrijding van *Geotrichum candidum* in de witloofteelt *Parasitica*, 52 (1): p23-28
34. **Smets, R.** (1999): Cichoreiteelt en veevoeding. *De Bietplanter* mei 1999 p6-8
35. **Stevens, C.V., Meriggi, A. et Booten, K.** (2001): Chemical modification of inulin, a valuable renewable resource, and its industrial applications. *American Chemical Society* Vol. 2 Nr. 1

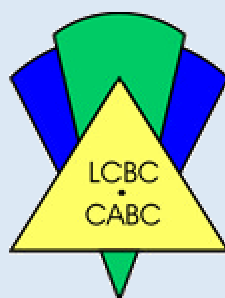
36. **Vandergeten, J.P.** (2001): Bodembewerking en zaai van industriële cichorei. *De Bietplanter* April 2001 p9-10
37. **Van Kruistum, G. et H.H.H. Titulaer.** (1991): N-voorziening tijdens de wortelteelt in relatie tot natrot in witloof. *XIe tweejaarlijkse internationale witloofdagen*, 20-21 sept. 1991, Arras (Fr.) D1-D2
38. **Van Waes, J., De Vliegheer, A., Carlier, L. et Van Waes C.** (2002): Belgische rassenlijst voor industriële cichorei 2001 *Landbouw & Techniek* 04 22 februari 2002 p4-5
39. **Versluis, H.P** (2000): Verbetering inwendige kwaliteit cichorei. *PAV Bulletin Akkerbouw* Juli 2000 p32-35
40. **Westerdijk, C.E.** (1996): Bemesting uit: Cichorei: Verslag van vier jaar onderzoek: verslag nr. 222 p29-35

Annexe I: Herbicides agréés en culture de chicorée en 2002

Produit(s) commercial(aux)	Substance active			Spectre d'action			Caractéristiques
	teneur	Formu- lation ¹	ADVENTICES TRES SENSIBLES	ADVENTICES SENSIBLES	ADVENTICES MOYENNEMENT SENSIBLES		
Bonalan, Benefex	Benfluraline	180 g/l	<u>EC</u>	Coquelicot, lamier pourpre, Pâturin annuel, petite ortie, Véronique, vulpin des champs,	Amarante, chénopode, folle- Avoine, fumeterre, mouron des Oiseaux, renouée des oiseaux, Renouée persicaire	arroche, gaillet, panic pensée, renoncule, renouée faux-liseron	action racinaire volatile & photolabile très persistant
Kerb500	Propyzamide	50 %	WP	Repousses de céréales, Pâturin annuel, spergule, Vulpin	Chiendent, morelle noire, Mouron des oiseaux, petite ortie, Renouée des oiseaux, Renouée persicaire	folle-avoine, arroche, capselle, chénopode, gaillet, mercuriale, sené, renouée faux-liseron, véronique, lamier pourpre	action racinaire sensible à la sécheresse persistant dose totale max.:2.5 kg
Asulox, Agrichim asulam Asulnet, Asulam Hermoo Asulam Protex Luxan	Asulam	400 g/l	SL	Matricaire	Lamier pourpre, mouron des Oiseaux, pâturin annuel, Petite ortie	vulpin, sénéçon commun	action racinaire faible persistance
Legurame	Carbetamide	300 g/l	EC	spergule, vulpin des champs	Folle-avoine, mercuriale, mouron Des oiseaux, pâturin annuel	panic, pensée, petite ortie renouée des oiseaux, renouée faux-liseron, véronique	action racinaire thermosensible
Safari	Triflusaluron- Méthyle	50 %	WG	bident tripartite, capselle, euphorbe, galinsoge, ravenelle, sené, véronique	Amarante, lamier pourpre, Matricaire, morelle noire Colza, sénéçon vulgaire	gaillet, lamier pourpre, mercuriale, petite ciguë petite ortie, pensée des champs renouée des oiseaux	action de contact et racinaire faible persistance dose totale max: 60 g
AZ500	Isoxaben	500 g/l	SC	bident tripartite, capselle, lamier pourpre, matricaire, pensée, ravenelle, sené, sénéçon, spergule, véronique	Chénopode, mouron, Renouée faux-liseron, fumeterre	galinsoge, morelle noire, renouée persicaire, renouée des oiseaux,	action racinaire sensible à la sechèresse longue persistance dose totale max:200 ml
Dual Gold	s-metolachloor	900 g/l	EC	morelle noire, matricaire, galinsoge, sençon, pensée des champs graminées annuelles	petite ciguë, chénopode		action racinaire dose totale max:1,3 l
Fusilade 2000	fluziafop-p- butyl	250 g/l		graminées			ne pas mélanger avec les autres herbicides
Targa Prestige	quizalofop-ethyl D	50 g/l					
Utiliser uniquement les produits agréés qui sont mentionnés sur ce tableau !!							
¹ Formulations solides: WG = Granulé à dispenser dans l'eau (Wettable Granulate) / WP = Poudre mouillable (Wettable Powder) Formulations liquides: EC= Solution émulsionnable (Emulsion Concentrate) / SC = Suspension concentré (Suspension Concentrate) / SL = Concentré soluble dans l'eau							

Annexe II: Produits agréés dans la culture de la chicorée dans la lutte contre les ravageurs en 2002

Ennemi	Substance active	Marque + concentration	Dosage substance active	Remarques	délai de sécurité
Oidium	carbendazim + flutriafol	Impact-R (200+ 94 g/l) B	(0,2 + 0,094 kg/ha)		42 j
	difenoconazole	Geyser (250 g/l)	0,5 l		30 j
	tetraconazole	Eminent (125 g/l)	0,8 l		30 j
	epoxiconazole	Opus (125 g/l)	1 l		30 j
Nématodes	dichloorpropeen	Cyanamid D-D 95 (1100 g/l), Telone II (1158 g/l), Telone II Sanac (1158 g/l)	200 kg/ha		
	metam-natrium	Luxan Monam (510 g/l), Metham-Na (515 g/l), Monam (510 g/l), Solasan (510 g/l), Trimaton 510 (510 g/l)	350-380 kg/ha	nécessité de détermination rotation	
Pucerons	lambda-cyhalothrin	Karate Zeon (100 g/l)	10 gram/ha	aussi agréée contre chenille	14 j
	pirimicarb	Agrichim Pirimicarb (50 %), Pirimor (50 %)	0,2 kg/ha		7 j
Limaces	methiocarb	Mesurol pro (4 %)	4 kg/ha		
	metaldehyde	Metarex RB (6%)	7 kg/ha	granulées	



Administration:

Molenstraat 45
B-3300 Tienen
Tel: 016/78 19 40
Fax: 016/82 04 68

E-mail: cabc.lcbc@irbab.be
Répondeur automatique : 016/ 78.19.44

Siège Social:

Tervurenlaan 182
B-1150 Sint-Pieters-Woluwe
TVA: BE 463518359

Website: www.irbab.be