

Techniques de défanage des plants de pommes de terre

Diminuer les applications d'herbicides ou en faire abstraction – ménager l'environnement et abaisser les coûts

Edward Irla et Gérard Gaillard, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT),

CH-8356 Tänikon

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

La destruction prématurée et complète des fanes est une étape essentielle dans la production de plants de pommes de terre. Les critères d'une production de plants sont: le rendement, une bonne maturation de la peau, une bonne aptitude à la conservation ainsi qu'une excellente qualité sanitaire des tubercules. La réussite d'une production demande des mesures de protection efficaces pour lutter contre le mildiou, le rhizoctone et d'autres maladies, pour empêcher la contamination par les virus et limiter l'enherbement tardif des cultures.

Dans les essais FAT et RAC, effectués de 1995 à 1997, l'efficacité d'un broyage des fanes, suivi d'un défanage chimique, était satisfaisante

dans la plupart des cas. La combinaison du broyage des fanes avec un traitement en bandes a permis d'économiser 60% de matière active «dinosèbe». L'arrachage mécanique des fanes est particulièrement intéressant pour la production biologique ou la PI (Production intégrée), mais beaucoup plus exigeant quant à la topographie, aux conditions météorologiques et à l'utilisation de machines. Ce procédé ménageant l'environnement peut aussi diminuer les coûts de défanage en raison d'une utilisation optimale des machines.

L'utilisation d'énergie non renouvelable et la pollution de l'air par l'émission de particules nuisibles sont abaissées d'environ 40% dans le

procédé du traitement en bandes et de 50% dans le procédé de l'arrachage des fanes par rapport au traitement en surface. Pour la toxicité du sol, les valeurs correspondent à une économie de bouillie de 60% ou se réduisent à zéro.

Sommaire	Page
Problématique	2
Expérimentation, machines	2
Comparaison des procédés	3
Temps de travail et coûts	5
Bilan énergétique et écobilan	6
Conclusions	7
Bibliographie	7



Fig. 1. La combinaison du broyage des fanes et du traitement en bandes permet de diminuer l'utilisation d'herbicides de 60%. A droite: Dans des conditions optimales, le broyage et l'arrachage mécaniques des fanes peuvent être effectués en un seul passage.

Problématique

La production de plants pose les exigences les plus élevées pour la destruction des fanes. Par rapport aux autres productions, le défanage prématuré doit être effectué en pleine croissance des fanes. Habituellement, le broyage des fanes est suivi de deux traitements en surface. L'application de défanants chimiques est soumise à de vives critiques en raison de l'utilisation de matières actives, comme le dinosèbe ou le dinitrocresol, et de leur toxicité pour l'utilisateur, leur dégradation insuffisante ainsi que de leurs résidus. Dans l'UE, l'utilisation du dinosèbe est interdite depuis 1992; en l'absence de méthodes de substitution satisfaisantes, son application est encore tolérée pour la production de plants en Suisse. Le glufosinate, ménageant davantage l'environnement, a été examiné dans des essais à la RAC. La germination des plants a été parfois compromise. Le défanage thermique n'a pas donné satisfaction pour des raisons de repousses après le défanage. Finalement, le broyage des fanes, combiné avec un traitement en bandes, avec une économie de 60% de matière active, ou l'arrachage des fanes se sont avérés intéressants.

Expérimentation, machines

- L'essai a duré trois ans, de 1995 à 1997. Il a été effectué pour six variétés à trois endroits différents et dans des sols moyennement lourds (tab. 1).
- Trois procédés pour la destruction des fanes ont été comparés et répétés dans trois bandes distinctes, sur une surface variant de 60 à 840 m² par parcelle (de 3 m × 20 m à 3 m × 280 m). Une broyeuse de fanes de quatre rangs (Oldenhuis), crochée à l'avant du tracteur, a été utilisée dans les procédés suivants:

A. Broyage des fanes et traitement en surface: avec équipement pour le traitement des parcelles de la FAT, matière active dinosèbe (DNBP) diluée dans 550 ou 600 l d'eau/ha.

B. Broyage des fanes et traitement en bandes: pompe (Hardi) avec deux buses par ligne, du type «Teejet OC-02», disposée à l'arrière sur une barre universelle (Haruwy), 40% de matière active du procédé A diluée dans 550 ou 600 l d'eau/ha (tab. 1).

C. Broyage et arrachage des fanes: combinaison de deux machines attelées à un tracteur 4 roues motrices (Hürlimann 488 DT), 61 kW, pneu 11 pouces, prise de force 1000 t/min (Oldenhuis, Samro Berthoud).

Technique de récolte à l'état vert avec réenfouissement des tubercules: une broyeuse de fanes avec élimination latérale du feuillage, combinée avec une arracheuse à tapis, équipées pour deux rangs. Les tubercules sont mis en andains et recouverts de terre par des disques (Samka/DK) (essai préliminaire 1996).

- **Relevés:** dates liées à l'expérimentation, qualité du travail des machines, notations de l'efficacité de la destruction des fanes, des repousses, des tubercules découverts et de l'enherbement. Observations à la conservation: 800 tubercules par variété ont été prélevés à la récolte et conservés dans des conditions normales (4 °C et 85% humidité relative) et des conditions anaérobiques plus extrêmes (8 °C puis 12 °C) dans des cornets en plastique, pour déceler d'éventuelles maladies et déterminer les tubercules verts et endommagés.

Tableau 1. Données techniques concernant le défanage des plants de pommes de terre

(pour tous les lieux: sol mi-lourd, planteuse à 4 rangs, distance entre les lignes 75 cm)

Déroulement	1995	1996		1997	
Lieu	Überstorf FR	Überstorf FR	Goumoens VD	Überstorf FR	Goumoens VD
Variété	Agria/Matilda	Agria/Charlotte	Bintje/Désirée/Agria	Agria/Charlotte	Bintje/Désirée/Agria
Date de plantation	13.4./8.4.	16.4.	10.4./12.4./9.4.	9.4./3.4.	1.4./3.4./27.3.
Distance de plantation	22/27 cm	22/22 cm	22/24/23 cm	22/27 cm	22/24/23 cm
Utilisation machines pour soins culturaux	étrille, fraise	bineuse universelle (2x), fraise	bineuse universelle (3x)	bineuse universelle, tôle forme billon	bineuse universelle (3x)
Date de défanage	14.7.	2.7./4.7.	3.7.	30.6.	25.6.
Longueur des tiges, Ø	85/65 cm	95/80 cm	80/90/85 cm	95/80 cm	85/95/85 cm
Couche de terre sur les tubercules	5-7 cm	7-9/2-4 cm	3/2-3 cm	5-8/4-5 cm	5-6/4-6/5 cm
Procédés de défanage: machines et défanants (avec 30% de dinosèbe DNBP)					
A Broyage des fanes, traitement en surface	17,5 l/ha Kabre forte	25 ou 20 l/ha Kabre forte	25 l/ha Defanol forte	25 l/ha Kabre forte	30 l/ha Defanol forte
B Broyage des fanes et traitement en bandes	7 l/ha Kabre forte	10 ou 8 l/ha Kabre forte	10 l/ha Defanol forte	10 l/ha Kabre forte	12 l/ha Defanol forte
C Broyage et arrachage des fanes ¹⁾	Procédé mécanique: broyage et arrachage des fanes combinés				

¹⁾ en 1995 également avec la variété Nicola

Comparaison des procédés

L'efficacité de la destruction des feuilles dépend du lieu de production, de la pratique culturale, des soins, de la variété, des conditions météorologiques, de l'accroissement des fanes, de l'état sanitaire du feuillage et du procédé de destruction des fanes. Le vol de dispersion des pucerons est déterminant pour la date ultime du défanage ou de l'arrachage des fanes. Cette date peut être avancée en tout temps par le producteur, selon l'état et le rendement de la culture.

Les conditions pour l'utilisation des machines ont été optimales en 1995 et 1996 et plus difficiles en 1997, à cause de conditions climatiques plus humides. La taille des fanes a fortement varié entre les variétés, soit de 60 à 100 cm. La destruction des fanes pour les variétés Agria et Désirée s'est avérée plus difficile que pour les variétés Bintje, Charlotte ou Matilda en raison de leur masse foliaire plus importante. La possibilité de retarder de cinq jours l'arrachage des fanes par rapport à la date de défanage imposée pour les procédés chimiques n'a pas été utilisée. L'accroissement a été trop rapide. L'expérience tirée des différents procédés se résume comme suit:

Broyage des fanes et traitement de surface: le procédé de référence nécessite généralement trois interventions. Le broyage des fanes est suivi d'un traitement de surface avec une barre de traitement de 12 ou 15 m. Dans un intervalle de deux à trois jours, un second traitement est effectué à raison de 50% de matière active diluée dans 500 à 600 l d'eau/ha. Dans nos essais, les fanes ont été broyées et déposées dans les sillons. Les moignons de tiges mesuraient 25 à 30 cm. Les tiges déchiquetées favorisent la pénétration de la bouillie et accélèrent la destruction des fanes. La vitesse d'avancement a été de 5 à 6 km avec 800 à 900 t/min à la prise de force. Dans nos essais, le Defanol ou Kabre (tab. 1) a été dilué dans 550 à 600 l d'eau et appliqué par une pompe de la FAT adaptée aux parcelles. La dessiccation des fanes est intervenue dans les 10-15 jours sans nouvelles repousses. Un traitement complémentaire a été nécessaire en 1996 à Überstorf pour la variété Agria après un orage et, en 1996 et 1997 à Goumoens, pour les variétés Agria et Désirée, probablement à cause de moignons trop longs, ce qui empêcha une bonne répartition du produit.

Broyage des fanes et traitement en bandes: la combinaison du broyage des fanes et du traitement en bandes a permis d'assurer une destruction des

fanés correcte tout en réduisant les quantités de produits utilisés de 60% (fig. 1). La masse foliaire a été broyée au moyen de fléaux et de couteaux avec un effet d'aspiration et a été déposée dans les sillons. Le traitement des moignons de 20 à 25 cm a été plus régulier avec deux buses inclinées qu'avec une seule buse (largeur des bandes 30 cm, 220 à 240 l d'eau/ha, vitesse d'avancement 5 km/h). Il est important de ne pas placer les buses trop près de la broyeuse des fanes (effet d'aspiration). L'efficacité des défanants est insuffisante pour les tiges écrasées par les roues du tracteur et partiellement recouvertes de terre, celles couchées dans les sillons ou celles qui sont trop longues et humides. Le traitement des repousses sur ces tiges doit souvent être répété.

Arrachage mécanique des fanes: la combinaison de la broyeuse et de l'arracheuse des fanes ont donné satisfaction pour le défanage des plants (fig. 2). Les mêmes résultats ont été obtenus dans des essais antérieurs de défanage de pommes de terre de consommation. Les fanes broyées sont déposées dans les sillons. Les moignons de tiges sont guidés vers des ballons en caoutchouc en rotation et arrachés par ceux-ci. La meilleure qualité du travail a été obtenue avec une vitesse d'avancement de 3,8 à 4,2 km/h, avec des moignons de 30 à

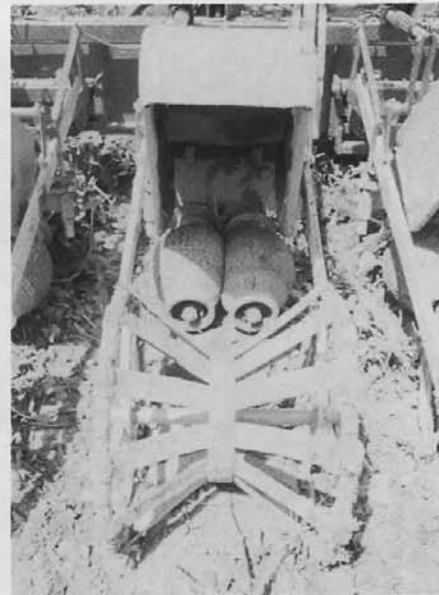


Fig. 2. La combinaison du broyage et de l'arrachage des fanes exige une parfaite pratique culturale et une bonne maîtrise de conduite des machines. Pour atteindre une bonne qualité de travail des ballons en caoutchouc, le sol doit être ressuyé et les moignons secs (poids du tracteur 3600 kg et de la machine 1985 kg).

Les exigences pour l'arrachage des fanes avec la combinaison d'outils cités sont les suivantes:

- Champ rectangulaire, sol mi-lourd, peu de cailloux (pas de sol graveleux) et une pente latérale maximale de 10%.

- Interlignes de 75 cm, hauteur des buttes de 19 à 22 cm, couverture de terre sur les tubercules de 5 à 7 cm au moment de la destruction des fanes et une largeur du sommet des buttes de 20 à 25 cm.

- Tiges uniquement situées au sommet des buttes; équipement à quatre rangs pour la plantation et les soins, deux à trois répétitions de buttage. Lorsque le terrain est légèrement en pente, utiliser une tôle forme billon ou fraise.

- Tiges ressuyées, humidité du sol optimale (un sol trop sec favorise l'usure des ballons en caoutchouc).

- Conduite de la machine avec précision, réglage à l'aide d'une deuxième personne, profondeur de travail des ballons en caoutchouc de 2 à 3 cm.

35 cm et avec des ballons gonflés à 0,5-0,6 bar. L'efficacité de l'arrachage a varié de 91 à 99% selon les variétés. Cependant, en 1996, les tubercules de Charlotte étant insuffisamment couverts de terre, la réussite de l'arrachage des fanes n'a atteint que 83%. D'autre part, un grand nombre de tubercules ont été découverts (fig. 2).

Dans des conditions de travail optimales, l'efficacité de l'arrachage des fanes a été satisfaisante; par contre, dans des conditions plus difficiles,

Tableau 2. Proportion de tiges insuffisamment arrachées et nombre de tubercules découverts après l'arrachage des fanes

Lieu	1996	1997	1996	1997
	tiges non arrachées %		tubercules découverts; nombre/a	
Goumoens				
Agria	2	4	45	31
Bintje	4	1	41	34
Désirée	5	2	87	61
Überstorf				
Agria	9	2	25	21
Charlotte	17	5	144	62

l'arrachage de quelques fanes avec des repousses a dû être complété à la main à raison de 2 à 5 MOh/ha (main d'œuvre heures par ha).

La technique de récolte à l'état vert avec réenfouissement des tubercules a été expérimentée en Hollande dans le but de ne pas utiliser de produits de traitement et de diminuer l'attaque par le rhizoctone. Ce procédé a été appliqué sur une surface d'environ 1000 ha de terres sablonneuses ou humifères. En Suisse, quelques essais préliminaires ont été faits en 1996 dans la région de Guin avec un équipement à deux rangs. Les fanes ont été broyées avec un appareil frontal jusqu'au niveau de la butte et déposées sur le côté. Les tubercules et moignons de tiges des deux rangs ont été récoltés avec une arracheuse à tapis, mis en andain et recouverts de terre par des disques butteurs (fig. 3). Les tiges se sont dégradées après deux semaines. Selon les variétés, la maturation de l'épiderme a pris trois à cinq semaines. Les tubercules ont été

récoltés avec une arracheuse traditionnelle. Après cinq mois de stockage, aucun cas de pourriture n'a été observé; par contre, il y eut environ quatre fois plus de tubercules endommagés mécaniquement par ce procédé.

Cette pratique ne nécessite pas de défanants chimiques; en revanche les tubercules sont plus fortement endommagés, le passage de la machine provoque un brassage du sol, les coûts d'investissement sont élevés (Fr. 26 000.- à 27 000.-) et le broyeur des fanes subit une importante usure. Selon les essais de l'Institut de mécanisation IMAG à Wageningen, l'attaque de rhizoctone a pu être diminuée de 80% dans ce procédé grâce à l'élimination latérale du feuillage.

L'enherbement tardif a été beaucoup plus important dans les procédés mécaniques (fig. 4), particulièrement dans les conditions humides. Les mauvaises herbes, plus fréquentes dans les sillons que sur les buttes, n'ont pas porté préjudice à la récolte.



Fig. 3. L'arrachage avec le réenfouissement des tubercules nécessite un bon état sanitaire des cultures, car souvent un grand nombre de tiges restent attachées aux tubercules et sont enfouies avec ceux-ci (risque d'infection élevé, droite).



Fig. 4. De gauche à droite: Destruction des fanes et enherbement tardif après le procédé mécanique-chimique; technique de récolte à l'état vert avec réenfouissement des tubercules.

Essais de conservation:

Aucune variété et aucun procédé n'ont montré de tubercules atteints de pourriture. Dans les procédés chimiques, la part de tubercules verdissés a été de 0,4% à Goumoens et de 0,3 à 3,3% à Überstorf. En 1996, dans les procédés d'arrachage des fanes, la part des tubercules verdissés a été deux à trois fois plus élevée et particulièrement pour la variété Charlotte. Ce résultat est probablement dû à une couverture de terre trop mince sur les tubercules (fig. 1). Les procédés de défanage chimique ont présenté 0,2 à 0,6% de tubercules endommagés contre 0,5 à 1% après l'arrachage des fanes.

Tableau 3. Choix des machines et conditions d'engagement pour le défanage des plants de pommes de terre

Machine	Condition d'engagement	Valeur à neuf	Coûts des procédés	Procédés de travail		
				A	B	C
broyeuse à fanes 3,0 m	location	15 500	115,00/ha			
pulvérisateur 12,0 m	propriété	8 200	6,40/ha*			
pulvérisateur en bandes	location	3 200	28,00/ha			
broyeuse et arracheuse à fanes 3,0 m	en régie	49 500	310,00/ha			
tracteur, 2 roues motrices, 44 kW	propriété	46 000	11,98/ha*			

* uniquement coûts variables

Tableau 4. Besoins en temps de travail et coûts des procédés par ha pour le défanage des plants de pommes de terre

Procédés de défanage	A	B	C
machines utilisées	broyeuse à fanes pulvérisateur	broyeuse à fanes pulvérisateur en bandes	broyeuse + arracheuse à fanes
Besoins en temps de travail			
Unités de travail heures (MOh)	2,9 MOh	1,3 MOh	1,6 MOh
Utilisation du tracteur (FTh)	2,9 FTh	1,3 FTh	1,5 FTh
Coûts des procédés			
coûts attribuables aux machines	156.20	158.60	
machines et travail en régie	-	-	310.00
coûts des défanants	342.00	136.50	-
total	498.20	295.10	310.00
coûts de main-d'œuvre (Fr. 23.-/h)	66.80	29.90	-
Coût total des procédés	565.00	325.00	310.00

Défanant: Kabre forte = Fr. 11.40/l, procédés A = 2 x 15 l/ha, B = 12 l/ha

Temps de travail et coûts

Le temps de travail nécessaire pour le traitement en bandes est inférieur de 1,6 h/ha à celui du traitement en surface (trois interventions); celui de l'arrachage des fanes est inférieur de 1,3 h/ha (tab. 4). Les coûts des procédés choisis sont résumés dans le tableau 3 et sont basés sur un déroulement optimum des travaux. Les machines sont soit en propriété, soit louées, soit en régie.

En louant la broyeuse à fanes et l'équipement pour le traitement en bandes (procédé B, avec une économie de bouillie de 60%), ce procédé s'avère meilleur marché de Fr. 240.-/ha par rapport au procédé A et légèrement

plus cher que le procédé C. L'économie de 100% de bouillie avec l'arrachage des fanes (procédé C, Fr. 308.-/ha), effectué par un entrepreneur, s'avère très intéressante. Cependant, il est nécessaire d'utiliser un tel équi-

pement sur au moins 50 ha par an, dans une région pas trop dispersée et dans de bonnes conditions de travail.

Bilan énergétique et écobilan

La comparaison du bilan énergétique et de l'écobilan des trois procédés est présentée dans le tableau 5. L'analyse écologique a pu être limitée au défanage, car les autres éléments (production et rendement) sont identiques. La figure 5 et le tableau 6 résument cette étude. Les besoins en énergie non renouvelables (fig. 5) sont les suivants:

- mécanisation: préparation et utilisation des machines et du tracteur
- bâtiment: mise à l'abri des machines et du tracteur
- carburant: préparation et utilisation
- bouillie: mise à disposition des herbicides

Du point de vue écologique, le procédé A est nettement moins favorable que le procédé C, pour les raisons suivantes: utilisation élevée de carburant, effets toxiques de la matière active «dinosèbe», pollution des eaux de surface et du sol (ne pollue pas les nappes phréatiques ni l'air). Les procédés B et C ont des impacts identiques sur l'environnement, car l'application de dinosèbe compense l'utilisation plus faible de carburant. Du point de vue toxicologique, le procédé A, et dans une moindre mesure le procédé B, est globalement moins favorable que le procédé C.

Tableau 5. Données pour calculer les besoins en ressources d'énergies non renouvelables pour le défanage d'un ha de plants de pommes de terre

Procédé de défanage	mécanisation, carburants et lubrifiants	unité	quantité
A. Broyeuse à fanes et pulvérisateur (2 x)	tracteur: 2 roues motrices, 44 kW	h	2,9
	broyeuse à fanes: 3 m	ha	1
	pulvérisateur 12 m, 600 l	ha	2
	carburant: mazout	kg	9,9
	matière active: dinosèbe ¹	kg	8,9
B. Broyeuse à fanes et traitement en bandes	tracteur: 2 roues motrices, 44 kW	h	1,3
	broyeuse à fanes (3 m) et pulvérisateur 4 rangs, 400 l	ha	1
	carburant: mazout	kg	5,8
	matière active: dinosèbe ¹	kg	3,6
C. Broyeuse et arracheuse de fanes	tracteur: 4 roues motrices, 60 kW	h	1,5
	broyeuse à fanes et arracheuse, 3 m	ha	1
	carburant: mazout	kg	9,1

¹ 295 g de dinosèbe par l (Kabre forte)

Poids des machines et besoins en bâtiments à lire dans le rapport FAT no 507.

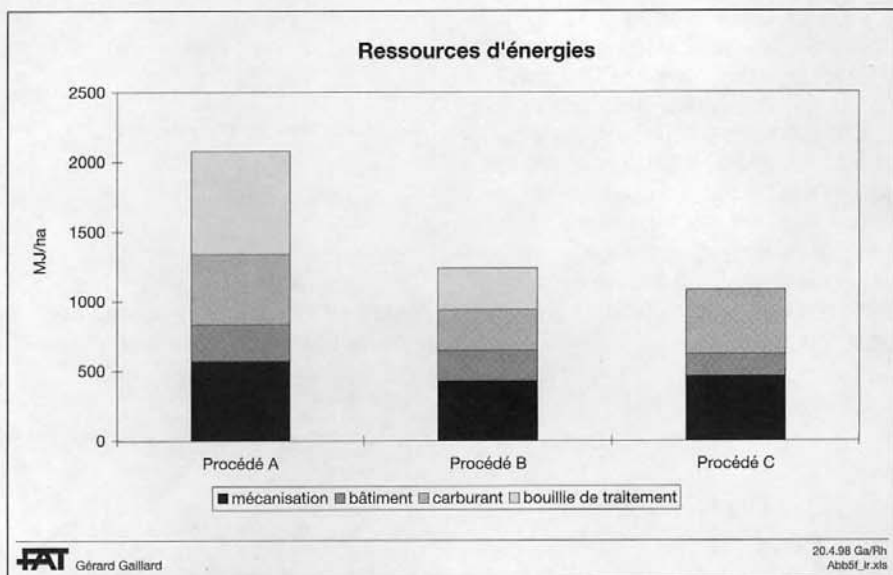






Fig. 5. Besoin en énergie non renouvelable pour les procédés de destruction des fanes dans les plants de pommes de terre. A: broyage des fanes, traitement en surface. B: broyage des fanes, traitement en bandes. C: broyage et arrachage des fanes.

Tableau 6. Comparaison de l'impact sur l'environnement des procédés A et B par rapport au procédé C pour 10 indicateurs importants

Indice pour l'environnement	procédé A	procédé B
Utilisation de ressources d'énergies non renouvelables	beaucoup moins favorable	légèrement moins favorable
Entreposage des déchets	moins favorable	comparable
Potentiel effet de serre	moins favorable	comparable
Formation d'ozone	légèrement moins favorable	comparable
Effet acidifiant	moins favorable	comparable
Eutrophisation	moins favorable	comparable
Toxicité pour l'air	moins favorable	comparable
Toxicité pour les eaux de surface	beaucoup moins favorable	moins favorable
Toxicité pour les nappes phréatiques	moins favorable	comparable
Toxicité pour le sol	beaucoup moins favorable	moins favorable

Légende

	beaucoup moins favorable		légèrement moins favorable
	moins favorable		comparable

Irla E. et Heusser J., 1995. Umweltgerechte Krautbeseitigungsverfahren für Speisekartoffeln. FAT-Berichte Nr. 469, 8 S.

Schwärzel R., 1991. Le défanage thermique des cultures de plants de pommes de terre. Revue suisse Agric. 23 (3), 133-135.

Schwärzel R. et Torche J.-M., 1997. Le défanage chimique des cultures de plants de pommes de terre. Revue suisse Agric. 29 (4), 201-204.

Conclusions

Les exigences élevées pour la production de plants nécessitent la synchronisation des pratiques culturales, des soins et du procédé de défanage. La destruction des fanes doit être efficace et rapide, tout en tenant compte des conditions régionales, des variétés et de l'environnement. L'essentiel de la masse foliaire peut être broyé et déposé dans les interlignes par une broyeuse à fanes. Les moignons blessés peuvent être traités d'une manière optimale. La combinaison du broyage des fanes et du traitement en bandes permet d'économiser 60% de bouillie par rapport au traitement en surface et s'avère un procédé efficace, économique et écologique. La combinaison de la broyeuse et de l'arracheuse à fanes sur un plan purement mécanique peut être bon marché et efficace si toutes les conditions d'utilisation sont réunies. Ce procédé présente un bilan favorable quant à l'utilisation d'énergies non renouvelables et diminue les préjudices pour l'air et le sol.

Bibliographie

Bouman A. et Molema G. J., 1993. Dreigeteiltes Ernteverfahren. Kartoffelbau 6, 246-248.

Bouman A., 1996. Krautabtötung bei Pflanzkartoffeln. Kartoffelbau 6, 214-215.

Gaillard G., Crettaz P. et Hausheer J., 1997a. Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau. FAT-Schriftenreihe Nr. 46, 45 S.

Gaillard G., Dinkel F. et Waldeck B., 1997b. Ressourcenbedarf und ökologische Wirkungen von Stoffflüssen, in Wolfensberger U. et F. Dinkel, Beurteilung nachwachsender Rohstoffe, Bericht im Auftrag des schweizerischen Bundesamtes für Landwirtschaft, FAT und Carbotech, Tänikon und Basel, S. 37-88 und Anhänge.

Irla E., 1984. Maschinen und Verfahren für die Kartoffelkrautbeseitigung. FAT-Berichte Nr. 243, 10 S.