

Procédés écologiques de défanage des pommes de terre de consommation

Différences importantes en matière de coûts, de consommation d'énergie et de pollution de l'air

Edward Irla et Jakob Heusser, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricole (FAT), CH-8356 Tänikon

Pour obtenir un bon rendement et des pommes de terre de qualité, il faut non seulement une technique de mise en place et des soins culturaux appropriés, mais il faut également détruire à temps les fanes. Le défanage doit permettre de stopper la croissance des tubercules trop gros, d'obtenir une maturation régulière, d'avoir des pommes de terre à l'épiderme résistant, une récolte plus aisée dont le produit sera facile à conserver.

Les essais réalisés à la FAT entre 1992 et 1994 montrent qu'il est également possible de détruire les fanes par des procédés mécaniques respectueux de l'environnement, tels que le broyage ou l'arrachage des fanes. Le buttage, le développement des pommes de terre, les con-

ditions météorologiques en août et l'utilisation des machines sont des facteurs déterminants dans ce contexte. La combinaison du défanage et du traitement en bandes permet de réduire de 60% l'emploi des matières actives Dinosèbe resp. Dinocrocol ou Glufosinate. En ce qui concerne le rendement, le calibrage et le déroulement de la récolte, il n'existe souvent pas de différences significatives entre les six procédés étudiés. Le coût du broyage des fanes est de deux ou trois fois et demi inférieur à celui de l'arrachage des fanes ou de la destruction thermique des fanes en régie. L'énergie consommée par les méthodes de pulvérisation sur toute la surface ou de défanage est de dix à douze fois inférieure à celle consommée par la

méthode de défanage thermique. De même, en ce qui concerne l'émission de substances toxiques (CO_2 , HC, N_2O , NO_x et SO_2), les procédés thermiques sont ceux qui affichent les valeurs les plus élevées.

Contenu	Page
Problème	2
Déroulement de l'essai, machines	2
Défanage: comparaison des procédés	2
Rendement et déroulement de la récolte	6
Volume de travail, coûts et énergie	6
Conclusions	8



Fig. 1. Par combinaison de la défaneuse et de l'arracheuse, les fanes broyées sont déposées dans les sillons et les tiges restantes sont arrachées à l'aide de rouleaux en caoutchouc (tracteur 61 kW quatre roues motrices, pneus 11 pouces, prise de force 1000 t/min, Hürlimann 488 DT, 3610 kg + 1985 kg défaneuse et arracheuse Oldenhuis, Samro Burgdorf).

Problème

Dans la pratique, la destruction des fanes dans les cultures de pommes de terre se fait le plus souvent au moyen d'une pulvérisation unique sur toute la surface. L'emploi de défanants chimiques (au «jaune», produit contenant du Dinosèbe ou du Dinitrocrésol comme matière active) trois semaines avant la récolte, est très critiqué à cause des dangers encourus par l'utilisateur et des éventuels problèmes de persistance et de résidus. La production intégrée et la production sous label ainsi que les exigences en matière de protection de l'environnement requièrent des solutions alternatives. Les essais de la FAT ont permis de comparer des procédés uniquement mécaniques, des procédés chimiques et mécaniques ainsi que des procédés thermiques avec une pulvérisation de Dinosèbe ou de Glufosinate sur toute la surface.

Déroulement de l'essai, machines

Les études, qui se sont déroulées pendant trois ans entre 1992 et 1994, ont eu lieu en trois endroits différents et ont porté sur six essais resp. six variétés de pommes de terre. Les six procédés de défanage ont été comparés sur la base de quatre répétitions (1993, trois) (disposition en blocs ou en bandes) et, dans la plupart des cas, sur des parcelles dont la surface était comprise entre 60 et 90 m². D'autres détails sur le déroulement des essais, les machines et les différents procédés ainsi que le recueil des données sont présentés dans le tableau 1 et les figures.

Défanage: comparaison des procédés

La technique de mise en place et les soins culturaux, les caractéristiques des variétés, les conditions météorolo-

giques, la croissance des fanes, la maturité physiologique et la santé des plantes ainsi que les méthodes employées sont des facteurs déterminants pour le succès de la destruction des fanes.

Les machines ont été utilisées dans des conditions météorologiques favorables. En 1992, la maturité physiologique des fanes de pommes de terre était très avancée, en 1993 elle avait commencé et en 1994, elle n'en était qu'à ses débuts. La longueur des fanes était également très variable, allant de 50 à 120 cm (tab. 1). Les variétés Panda, Agria et Eba étaient faiblement à moyennement contaminées par le mildiou.

Tous les procédés utilisés dans les essais en 1992 et 1993 ont permis de détruire ou d'éliminer suffisamment les fanes. Les fanes traitées avaient complètement séché au bout de 12 à 18 jours – même pendant le mois d'août 1993 où il a plu beaucoup – et elles ne repoussaient plus. Les buttes, qui comportaient parfois des fissures, restaient pratiquement exemptes d'adventices jusqu'à la récolte.

Tableau 1. Données techniques relatives aux essais de destruction des fanes dans les cultures de pommes de terre de consommation

Déroulement du travail	1992	1993	1994
Lieu Préparation du lit de semences Plantation des semences 4 rangs, variétés Distance entre les rangs / tubercules Technique de soins culturaux Lutte contre les adventices	Rüfenach / AG Herse rotative à axes verticaux 21.4., Charlotte 75 / 27 cm Bineuse universelle (2 x) mécanique	Bätterkinden / BE Herse rotative à axes verticaux 2.4., Agria, Eba, Panda 75 / 24 cm Fraise en bandes (1 x) Traitement de surface	Tänikon / TG Chisel, herse rotative à axes verticaux 25.4., Matilda, Désirée 75 / 29 cm Bineuse universelle (3 x) Traitement en bandes
Destruction des fanes: Hauteur des buttes / longueur des fanes Couverture des tubercules	3.8. 22 / 105 cm 3 cm	4.8. 22 / 90 - 120 cm 4 - 6 cm	16.8. 19 / 50 - 70 cm 3,5 - 4,5 cm
Procédé de destruction des fanes: machines et défanants			
A. Traitement de surface	15 l/ha Defanol forte	15 l/ha Kabre ou 5 l/ha Basta	10 l/ha Kabre ou 3,5 l/ha Basta
B. Broyage des fanes et traitement en bandes	6 l/ha Defanol forte	6 l/ha Kabre ou 2,5 l/ha Basta ¹⁾	4 l/ha Kabre ou 1,1 l/ha Basta
C. Défanage jusqu'à la crête de la butte	(Amac / Gruse)	(Gruse)	(Oldenhuis)
D. Arrachage des fanes	2 rangs	4 rangs	4 rangs
E. Défanage thermique	110 kg/ha de gaz propane	–	–
F. Broyage, défanage thermique	70 kg/ha de gaz propane	–	–
Quantification du rendement / analyses	20.8. / 8 m ²	23.8. / 6 m ²	31.8. / 6 m ²
Quantification de la récolte / arracheuse combinée	9.9. / Samro SCB	30.8. / Samro Master	5.9. / Hassia (grille de tamisage)
Test de l'épluchage	29.10.1992	13.1.1994	7.2.1995

Tous les sites; sols limono-sableux, en 1994 avec pierrosité moyenne

1) Comme traitement de surface

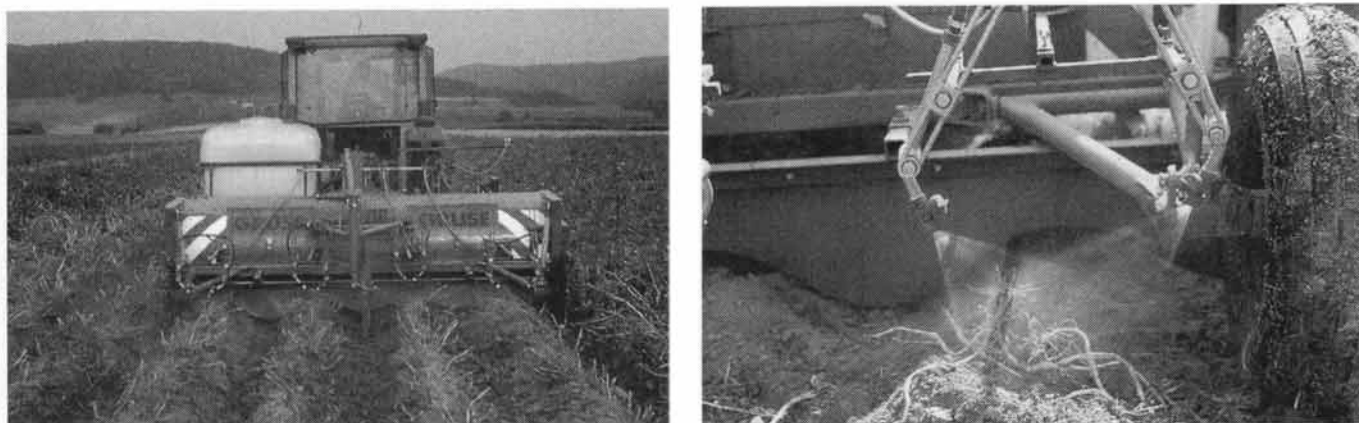


Fig. 2. Le broyage des fanes et le traitement par bandes avec deux buses «Teejet OC-02» par ligne ont donné de bons résultats pour toutes les années d'essai (60% de produits économisés, défaneuse déposant les fanes dans les sillons).

En 1994 par contre, la mauvaise répartition des précipitations a pénalisé le développement des plantes ainsi que le rendement et a également perturbé la réussite du défanage. L'efficacité de ce dernier a cependant été encore suffisante dans la plupart des cas. Le broyage des fanes jusqu'à la crête des buttes fait exception puisque les fanes restantes ont repoussé et ont dû être traitées ultérieurement avec 2 l/ha de Basta. En ce qui concerne les procédés mécaniques, une apparition tardive moyenne de mauvaises herbes s'explique par une fermeture incomplète des lignes et par un manque d'ombre (sécheresse estivale). Les autres expériences réalisées se résument comme suit:

Le traitement de surface (procédé de référence) au moyen des pulvérisateurs de parcelles de la FAT avec du Defanol, du Kabre (Dinosèbe) ou encore du Basta (Glufosinate, tab. 1) ajoutés à 420 l/ha d'eau, se traduisait le plus souvent par une destruction rapide des fanes. Une réduction des apports de Kabre de 15 à 10 l/ha a permis d'avoir une action à peine satisfaisante en 1994, «année d'exception». En 1993, à cause du manque d'efficacité de Basta, produit plus compatible avec l'environnement, sur les spores de champignons, on a ajouté un fongicide à la bouillie.

Broyage des fanes et traitement en bandes. La combinaison du broyage des fanes et du traitement en bandes a permis d'assurer une destruction efficace des fanes tout en réduisant les quantités de produits utilisées de

60%. L'emploi de deux buses obliques par ligne a donné le moyen de traiter les 25 cm de tiges restantes plus exactement qu'avec une seule buse (largeur des bandes 30 cm, 200 l/ha d'eau, fig. 2)

Le broyage des fanes jusqu'à la crête des buttes suppose que les buttes soient régulières, que les plants soient sains et que l'on dispose d'une défaneuse dont les fléaux soient adaptés à la forme des buttes. Les défaneuses Amac et Gruse ont permis de déposer les fanes arrachées dans les sillons au moyen de déflecteurs (vitesse d'avancement 4,5 à 5 km/h, fig. 3). Les tiges restantes endommagées, longues de 14 cm en moyenne, ont ensuite séché en 1992 et 1993. Il n'est pas recommandé, ni même nécessaire, de régler le passage des outils plus près des buttes car on risque de découvrir et d'endommager les tubercules.

Arrachage mécanique des fanes. Les utilisations de la combinaison à quatre rangs, broyeuse de fanes frontale / arracheuse de fanes portée à l'arrière (Oldenhuis/NL) ont donné des résultats nettement meilleurs avec une vitesse de 3,6 à 4,2 km/h que les machines à deux rangs employées en 1992 (fig. 1). La qualité du travail était meilleure lorsque la longueur des tiges restantes variait entre 30 et 35 cm et lorsque la pression de gonflage des rouleaux en caoutchouc oscillait entre 0,4 et 0,6 bar que lorsque la longueur des tiges restantes s'élevait à 25 cm et la pression de gonflage à 1 bar. L'opération a réussi en moyenne à 92% pour la variété Panda, à 88% pour

Eba, à 70% pour Agria, à 89% pour Désirée et à 86% pour Matilda (Charlotte 81%). Les tiges restantes, écrasées pour la plupart, ont séché et n'ont pas repoussé (exception en 1994: de 1 à 2%). Les 4 à 6 cm de terre recouvrant les tubercules sur la crête de la butte ont suffi et peu de tubercules ont été découverts. La qualité du travail effectué par l'arracheuse de fanes dépend en grande partie de la forme et de la topographie du champ, de la structure des buttes, de l'humidité du sol, de l'état des plantes et du comportement des différentes variétés ainsi que du maniement de la machine. Des tubercules recouverts de 5 à 7 cm de terre, des tiges poussant au milieu des buttes, un sol pas trop sec et peu de pierres, telles sont les conditions qui favorisent le travail.

La destruction thermique des fanes de pomme de terre a été effectuée à l'aide d'une défaneuse thermique à infrarouge à huit rangs (Schaffner STF/KG, fig. 4 et 5). La combustion de 110 kg/ha de gaz propane permet de diriger un rayon de chaleur d'environ 900 °C en direction des plantes. Les cellules des plantes éclatent alors, les protéines coagulent et les plantes meurent. L'efficacité de ce système est accrue par l'utilisation d'une grille à infrarouge qui réfléchit le rayonnement de chaleur, une couverture constituée d'un lé de fibres de céramique et des segments de tôle suspendus (vitesse: 2,5 km/h). Aux avantages que constituent l'efficacité de la destruction des fanes, la réduction des repousses et des spores de mildiou font pendant les inconvénients suivants:

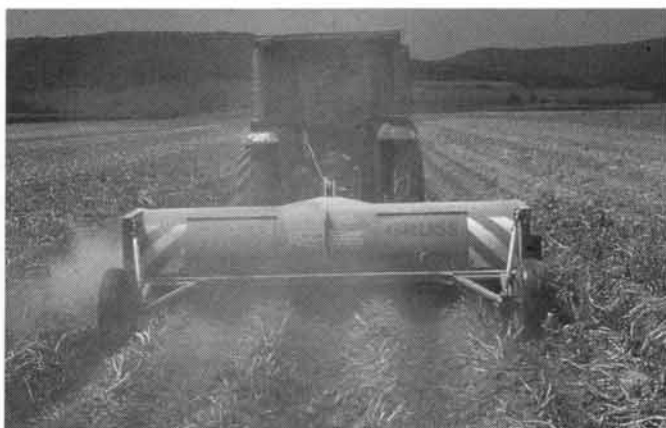


Fig. 3. En haut: défaneuse à chaînes Amac-LK4, 760 kg (Samro, Burgdorf).

En dessous: défaneuse à fléaux Gruse-KS4, 880 kg (Müller, Bättwil).

Les deux outils avec système d'aspiration sur les buttes = travail de bonne qualité même pour les tiges couchées, dépôt des fanes dans les sillons, dispositif de direction nécessaire.



Fig. 4. La défaneuse thermique Schaffner (980 kg) a été utilisée avec un porte-outils 40 kW. Le gaz propane liquide est enflammé électriquement et entre en combustion dans 24 brûleurs. L'efficacité de ce système est contrebalancée par de nombreux effets secondaires indésirables, tels que les émissions de fumée etc.

- besoin d'énergie relativement élevé,
- importantes émissions de fumée et d'odeurs,
- pollution atmosphérique due aux émanations de dioxyde de carbone,
- préjudices causés à la faune des auxiliaires qui vivent à proximité de la surface du sol
- risque d'incendie par inflammation de restes de plantes séchées (distance par rapport aux champs de céréales par vent etc.).

Broyage, destruction thermique. Les fanes de pommes de terre sont d'abord broyées par une défaneuse quatre rangs et déposées dans les sillons, laissant des tiges hautes de 25 cm. Après un délai de six heures environ, on passe la défaneuse thermique (brûleurs à gaz). Par rapport à la destruction thermique simple, la vitesse du passage de la défaneuse thermique est supérieure et atteint 3,5 km/h; la consommation de gaz est donc in-



Fig. 5. En ce qui concerne la mise en pratique technique et la qualité du travail, tous les procédés ont en général obtenu de bons résultats;

1992, broyage des fanes jusqu'à la crête des buttes ou broyage des fanes et traitement par bandes.



1993, bonne efficacité du travail, pas de repousse de mauvaises herbes.



1994, après un broyage des fanes à un niveau bas, les repousses ont dû être retraitées, exceptionnellement.

férieure et s'élève à 70 kg/ha. La séparation du broyage et de la destruction thermique permet aux fanes restantes de sécher un peu et permet également de mieux organiser le travail en fonction des conditions météorologiques. Par contre, un tel système nécessite deux passages, ce qui augmente la consommation de carburant, les ornières laissées par les machines et la charge de travail. En terme de destruction des fanes, l'efficacité de ce procédé est un peu meilleure que celle de la destruction thermique simple. Mais la consommation de gaz par hectare est également élevée.

Rendement et déroulement de la récolte

En ce qui concerne l'importance du rendement et le calibrage des pommes de terre ainsi que la résistance de l'épiderme, il n'y a pas de différences

significatives entre les procédés (tab. 2). Au moment du défanage, la croissance des tubercules est déjà achevée. Les différences de longueur des fanes restantes ne permettent pas de s'attendre à un accroissement du rendement.

La récolte a à chaque fois eu lieu par temps chaud (20 à 22 °C) avec de plus, une humidité du sol favorable en 1993/1994. Son déroulement n'a généralement été véritablement pénalisé par aucun des procédés. En 1992, une importante invasion de vers fil de fer et des tubercules verts, ainsi qu'un fort pourcentage de pierres et des stolons plus épais en 1994, ne permirent d'atteindre une vitesse d'arrachage que de 1,1 à 1,2 km/h – avec quatre personnes sur l'arracheuse. Le pourcentage de tubercules verts sur l'ensemble de la récolte, pour le calibre 35 à 70 mm variait entre 0,3 et 2% en 1993 et 1994, et s'élevait à 9% en 1992. Le procédé d'arrachage des fanes présentait des valeurs légèrement plus élevées. La

tendance est la même en ce qui concerne les dommages causés aux tubercules, mais seules peu de différences sont significatives (tab. 2). Ces différences proviennent de la trop faible profondeur de plantation des pommes de terre et de la trop faible couche de terre qui recouvre les tubercules. Malgré un stockage relativement long (1993 et 1994, tab. 1), les analyses de pommes de terre ont indiqué que les cas de maladies sont très peu nombreux et qu'ils ne sont pas inhérents au procédé utilisé.

Volume de travail, coûts et énergie

Pour les procédés B à F, il faut seulement compter 0,3 à 1,3 heure/ha de volume de travail de plus que pour la pulvérisation (tab. 3).

Le coût des procédés dépend du statut des machines (propriété ou lo-

Tableau 2. Rendements des pommes de terre et dommages causés aux tubercules lors de la récolte, suivant la variété et le procédé de destruction des fanes utilisé, de 1992 à 1994

Variété de pommes de terre C = pommes de terre de consommation R = rendement total			A. Traitement de surface	B. Broyage des fanes + traitements en bandes	C. Broyage des fanes jusqu'à la crête de la butte	D. Arrachage des fanes	E. Destruction thermique	F. Broyage des fanes, destruction thermique
Charlotte 1992			Rendements des pommes de terre en dt/ha					
			410 557	407 580	405 577	412 564	388 552	377 553
Agria 1993			527 603	547 629		513 620		
Eba 1993			434 558	454 595		466 591		
Panda 1993			346 469	330 438		337 437		
Matilda 1994			182 334	187 350		179 338		
Désirée 1994			247 379	250 398		251 385		
Moyennes			C R	358 483	362 498		360 489	
PPDS (95 %)			Dommages causés aux tubercules en pourcentage du poids					
L G			L G	L G	L G	L G	L G	L G
Charlotte	6	ng	7 6	10 5	12 13	16 ¹⁾ 9	17 ¹⁾ 11	15 ¹⁾ 13
Agria	8	13	5 28	6 32	12 25	11 40	13 27	18 ¹⁾ 27
Eba	ng	ng	9 23	13 17	11 26	10 28	6 27	14 22
Panda	ng	10	13 14	12 7	13 15	7 25 ¹⁾	5 14	9 20
Matilda	ng	ng	7 1	8 1	12 1	6 0	7 1	6 1
Désirée	ng	ng	7 2	12 2	9 2	8 1	7 1	8 1
Moyennes			8 12	10 11	11 14	10 17	8 14	11 14

Dommages causés aux tubercules: L = légers, de 2 à 4 mm et G = graves, plus de 4 mm

PPDS (95 %) = plus petite différence significative (au seuil de 95 %)

+) = différences significatives par rapport au procédé A

ng = statistiquement non significative (valable aussi pour les rendements); *) Somme L + G = significative par rapport à A

1) Traitement de surface (Basta); 2) Broyage des fanes et traitement en bandes (Basta)

Tableau 3. Volume de travail, coûts, consommation d'énergie et émission de dioxyde de carbone, suivant le procédé de destruction des fanes

Procédé	A	B	C	D	E	F
Machines / Largeur de travail m	Pulvérisateur pour cultures en plein champ / 12	Défaneuse + pulvérisateur en bandes / 3	Défaneuse / 3	Défaneuse + arracheuse de fanes / 3	Défaneuse thermique / 6	Défaneuse / 3 Défaneuse thermique / 6
Machines / Tracteurs R = en régie, L = location, P = propriété	P / P (44)	L / P (44)	L / P (44)	R / R (60)	R / R (40)	L / P (44) R / R (40)
Volume de travail MWh/ha	0,9	1,3	1,2	1,6	1,3	2,2 (2 x 1,1)
Utilisation du tracteur FTh/ha	0,9	1,3	1,2	1,5	1,1	2,0 (1,1 + 0,9)
Valeurs à neuf des machines Fr.		16 800,00	13 500,00	49 500,00	40 000,00	53 500,00
Frais fixes de machines par an Fr.		2 119,00	1 656,00	7 479,00	10 360,00	12 016,00
Coût des procédés par ha:						
Machines ¹⁾	6,40	140,00	110,00	220,00	140,00	250,00
Tracteur	10,60	15,30	14,10	57,00	32,00	38,00
Frais de main d'oeuvre	20,00	28,70	26,90	53,00	43,00	61,00
Gaz propane / défanant de - à	141,00	56,00	-	-	275,00	175,00
Total Fr./ha	178,00	259,00	151,00	330,00	490,00	524,00
Consommation de carburant l/ha	2,7	5,9	5,4	9,9	3,3	7,7
Défanant / l ou kg/ha	Défanol / 15	Défanol / 6	-	-	Gaz propane / 110	Gaz propane / 70
Consommation d'énergie ²⁾ MJ/ha	585	734	507	850	6 030	4 420
Emission de dioxyde de carbone ²⁾ kg/ha	48	59	40	74	324	253

1) Indemnités à demander pour l'utilisation par an de: défaneuse 25 ha, arracheuse de fanes 50 ha et défaneuse thermique 100 ha

Tarifs conformément au rapport FAT no 449: pulvérisateur pour cultures de plein champ et tracteur 2 roues motrices propres à l'exploitation, sans frais fixes, main d'oeuvre Fr. 22.-/h ou Fr. 33.-/h en régie

2) D'après Jolliet O., 1993. Oekobilanz thermischer, mechanischer und chemischer Kartoffelbeseitigung (Bilan écologique de la destruction thermique mécanique et chimique des fanes de pommes de terre), *Landwirtschaft Schweiz* 11-12, 675-682

cation), des conditions géographiques et du choix du défanant. Lorsque la défaneuse est louée, le procédé mécanique C est nettement meilleur marché que les procédés A et B. Il entraîne des frais de Fr. 151.-/ha contre des frais compris entre Fr. 178.- et Fr. 273.-/ha. L'arrachage des fanes (D, Fr. 330.-/ha) en régie pour une utilisation annuelle sur 50 ha peut tout à fait faire concurrence aux procédés de destruction thermique E et F, qui reviennent respectivement à Fr. 490.- et Fr. 524.-/ha.

La consommation d'énergie du procédé de destruction thermique est environ dix à douze fois plus élevée que pour la pulvérisation ou le broyage des fanes. En ce qui concerne les émissions de substances toxiques également, les procédés de destruction thermique sont ceux qui obtiennent les plus mauvais résultats.

Conclusions

Les essais réalisés pendant trois ans montrent qu'il est également possible de détruire efficacement les fanes de pommes de terre par des procédés mécaniques respectueux de l'environnement. Le broyage des fanes jusqu'à la crête de la butte constitue le meilleur procédé d'un point de vue écologique et économique. L'arrachage des fanes suppose, quant à lui, une technique de mise en place et des soins culturaux appropriés ainsi qu'un maniement correct des machines. Des buttes régulières avec une couche de 5 à 7 cm pour recouvrir les tubercules et des plantes saines constituent des conditions avantageuses, également pour les autres procédés. Par contre, des conditions météorologiques défavorables,

une forte proportion de pierres et des terrains en pente peuvent pénaliser considérablement le résultat des procédés mécaniques. La combinaison du broyage des fanes et du traitement en bandes peut devenir intéressante lorsque les conditions météorologiques sont incertaines et les terrains en pente (économie de 60% de produit). Avec le Glufosinate, produit plus compatible avec l'environnement, on a également pu obtenir une destruction suffisante des fanes.

La destruction thermique des fanes au moyen du gaz propane est certes efficace, mais elle implique une forte consommation d'énergie, des coûts et des émissions de substances toxiques élevés. Cette alternative aux défanants ne satisfait pas l'exigence d'une méthode de travail respectueuse de l'environnement.

Traduction: A B Conseil, Orbe