



Essais comparatifs de pulvérisateurs pour cultures basses, 1986

Edward Irla

Les diverses mesures de protection des plantes dans les cultures basses posent de grandes exigences, par rapport à la qualité de travail des pulvérisateurs. Le traitement de protection des plantes doit être maintenu dans un cadre restreint et exige de ce fait un dosage très exact de la bouillie à pulvériser et également une distribution régulière de bouillie sur les surfaces à pulvériser (plantes, sol etc.). Pendant la période de végétation, les conditions du moment sont diverses; il faut donc disposer d'un excellent équipement et de connaissances approfondies quant au maniement du pulvérisateur. Le calcul de la quantité optimale de bouillie à pulvériser, par hectare, mais également l'établissement de la dimension des gouttes est facilité grâce à l'utilisation de deux grandeurs différentes de buses, à angle d'attaque fixe dans le porte-buse ou par système à baïonnette.

Sur le nombre de pulvérisateurs que nous avons testés, environ 60% présentaient un niveau technique élevé; aussi bien pour les pompes, les rampes de pulvérisation avec système de réglage de hauteur des buses, le système d'équilibrage sur des terrains en pente que les raccorderies de service permettant de régler le dosage selon la vitesse de marche de la machine. L'exactitude de dosage des mélangeurs-pulvérisateurs mécaniques est bonne; par contre, les systèmes à contrôle et dosage électroniques ne fonctionnent parfaitement que si l'étalonnage et la manipulation sont parfaits. Si l'on se base sur des critères tels que la qualité de l'équipement, la sécurité de service, le confort de travail et le prix d'achat, les pulvérisateurs testés présentent des différences marquées. Un pulvérisateur bon marché n'est pas nécessairement avantageux quant à sa qualité de travail.

Evolution des essais et résultats obtenus

Nous avons étudié 21 pulvérisateurs, d'une largeur de travail al-

lant de 10 à 15 m et d'une contenance de 400 à 800 litres. Ces essais consistaient à contrôler uniformément les caractéristiques techniques principales des pulvérisateurs, par

rapport aux exigences actuelles de la technique d'application. Le choix des modèles était fait par l'annonceur, de même que leur équipement. La seule condition de base était que les quantités à pulvériser devaient tourner autour de 250 à 500 litres/ha, à une vitesse de marche de 5 km/h.

Les résultats obtenus sur différents bancs d'essai sont repris dans le tableau ci-dessous. Nous avons indiqué les numéros de colonnes du tableau sous forme de parenthèses dans le texte afin de faciliter la lecture de ce rapport.

Suspension. La plupart des pulvérisateurs sont montés sur un cadre de la catégorie I et II et disposent d'un réservoir de 800 litres. Le modèle Rau a un réservoir de 600 litres et un cadre de la catégorie II. Sur les modèles Birchmeier, Favaro, Florida et Fischer, le cadre porteur et les rampes sont traités à effet anti corrosion et souvent zingués au feu. La plupart des autres marques présentent un vernis-émaillé. Le mode d'emploi ne donne, en général, que peu d'indications concernant la résistance des matériaux utilisés

pour le traitement, par rapport aux engrais liquides pulvérisés. Le cadre portant se distingue par son point de gravité et d'autres caractéristiques techniques, dont il faudra encore tenir compte. Le modèle Platz est muni d'un cadre avec crochet d'arbre de transmission et de galets transporteurs; le modèle Rau a également un cadre avec crochet d'arbre de transmission. Cela facilite le montage et démontage.

Largeur de travail (3). La largeur de travail d'un pulvérisateur doit être adaptée aux écarts des voies de passage dans les céréales et aux largeurs de rangées dans les plantes sarclées. Par exemple, pour un semoir de 2,5 m ou de 3 m, il faut pulvériser avec des largeurs de travail de 10 m, de 12,5 m et de 15 m ou alors de 12 m et de 15 m. On obtient une diminution, c'est-à-dire une adaptation de la largeur de travail en fermant certains robinets de secteur, ou certaines buses.

Pour **les réservoirs (4, 5)** nous avons étudié les exigences concernant le point de gravité, la construction compacte de la machine, les indications concer-

nant la contenance du réservoir bien lisibles depuis le tracteur avec une échelle graduée de 50, ou de 100 litres, pour une contenance allant jusqu'à et plus de 600 litres. Certains modèles ne correspondaient pas à ces exigences. La forme du réservoir du modèle Rau avec son poids tirant vers l'arrière, a été améliorée sur le modèle Sprimat L (1987) réservoir de 600 litres, par une rampe rabattable manuellement. Avec les modèles Tecnomat, Hardi, Berthoud, Rau, le contrôle de la quantité dans le réservoir est assez compliqué quant il s'agit de polyéthylène de couleur bleue ou jaune. La surélévation, exigée à cause de la formation de mousse (5 à 10% du réservoir) n'a pas été obtenue avec les modèles Tecnomat, Hardi 600 et Berthoud Standarmatic. Le modèle Hardi se situe à 3,5% en dessous du volume nominal de 600 litres. A l'exception des modèles Favaro, Hardi et Berthoud, l'orifice de sortie est suffisamment profond, ce qui permet, sur terrains en pente, de travailler jusqu'à vidage pratiquement complet du réservoir (Fig. 1).

De grands orifices de remplissage, placés latéralement ou une

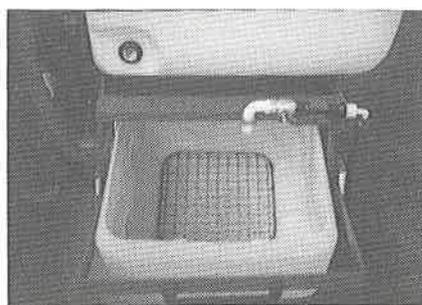


Fig. 2: La chambre d'aspiration permet d'y remplir la bouillie ainsi que l'urée. Dès que les deux liquides sont dilués, ils sont absorbés dans le réservoir par les injecteurs (mod. Holder).

estrade (mod. Florida, Hardi LX/LY, Platz EL) permettent un remplissage aisé ainsi qu'un nettoyage approfondi. Les couvercles de serrage ou à système de vis avec soupape d'aération ferment tous hermétiquement.

L'effet d'agitation (6) des brasseurs était suffisant, mesuré après 5 minutes de brassage d'une bouillie (1% suspension) et de 500 litres/ha et à une vitesse de marche de 5 km/h.

Un système de brassage mécanique, sous forme d'une hélice (mod. Berthoud-Bermatic) ou sous forme d'une turbine (mod. Tecnomat) offre un effet très intense, indépendamment du débit de la pompe et des buses. La plupart des brasseurs pneumatiques travaillent par contre en utilisant une partie de la capacité de refoulement, qui est ensuite reconduite dans le réservoir directement ou indirectement par la conduite de brassage et les buses d'injection, ou le tuyau à rayons multiples. En général, il faut compter avec une quantité de refoulement correspondant à 5% du contenu du réservoir, par minute. Grâce aux dispositifs de remplissage des modèles Fischer Exacta 12 et Platz IS/EL, l'effet automatique de dilution lors de la préparation de la bouillie, est moins nocif, car

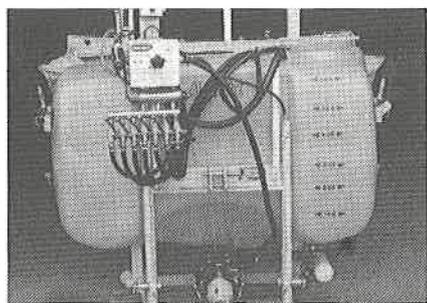
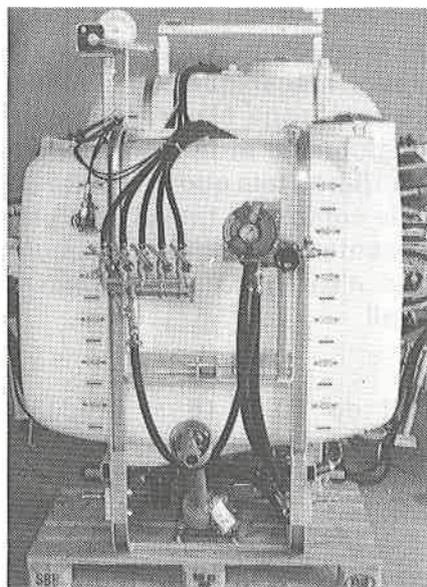


Fig. 1: Un orifice latéral de remplissage, une rigole d'écoulement profonde et une échelle graduée bien visible sont des avantages évidents (mod. Fischer, Birchmeier).



Quantité de refoulement (l/min) =

Quantité pul- Largeur de Vitesse de
 vérifiée (l/ha) × travail (m) × marche (km/h) + 5% contenu du
 600 réservoir *)

Exemple:

Quantité à pulvériser 500 l/ha
 Largeur de travail 12 m
 Vitesse de marche 5 km/h
 Contenu du réservoir 600 l

$$\frac{500 \times 12 \times 5}{600} + 30 =$$

$$50 + 30 = 80 \text{ l/min}$$

*) nécessaire si le système de brassage est hydraulique

l'agriculteur est moins exposé aux émanations des produits phytosanitaires (Fig. 2). L'orifice de remplissage et les bonbonnes vides peuvent être rincés par un tuyau à pression et le liquide est absorbé par l'injecteur (mod. Platz EL); ce système existe aussi maintenant pour les modèles Fischer 800 et Berthoud.

Les filtres (7). L'équipement des buses par un tamis de remplissage, un filtre des conduites d'absorption et de pression ainsi que les filtres placés sur les buses font que les bourrages sont évités et que le travail peut se faire sans interruption. Les filtres d'absorption peuvent être nettoyés même si le réservoir est plein sans que la bouillie ne s'échappe, à l'exception toutefois du modèle Favaro-Swiss/12.

Les filtres à pression ont un tamis plus fin que les ouvertures des buses. Les filtres à pression autonettoyants des modèles Hardi LY, Rau, Fischer-Cultura et Florida conduisent la bouillie filtrée jusqu'aux buses; la partie non filtrée est refoulée dans le réservoir. Leur effet autonettoyant n'est toutefois garanti que si la soupape de pression est ouverte, ce qui permet au filtre d'être continuellement rincé. Les filtres de buses, par contre, retiennent les souillures prove-

nant des conduites et évitent ainsi des bourrages.

Débit de la pompe (8, 9). Les quantités de refoulement mesurées ainsi que la quantité pulvérisée de 500 litres/ha à raison d'une vitesse de marche de 5 km/h et 540 t/min à la prise de force sont suffisantes pour les largeurs de travail, la contenance des réservoirs et la quantité à pulvériser, indiquées dans ce rapport. Il y a également un moyen plus simple de calculer la quantité de refoulement de la pompe (voir formule encadrée ci-dessous).

Avec un pulvérisateur identique, mais une vitesse de marche de 7 km/h, il faudrait disposer d'une puissance de refoulement de 100 litres par minute. Des pompes à débit important sont avantageuses dans le sens que, même à vitesse réduite, (diminution des tours/minute) on obtient un effet de refoulement suffisant. La consommation de carburant est moindre et l'environnement souffre moins (gaz d'échappement, bruit).

Les pompes à piston et la plupart des pompes à membrane (hydr. à bain d'huile) sont caractérisées par un mouvement moins bruyant (à l'exception du modèle Rau M 120) et un débit pratiquement constant. Le débit des pompes à membrane (pression 10 à 15 bar) diminue un

peu plus. Les pompes permettant de travailler à 15-20 bar suffisent pour les cultures basses. Si l'on veut pulvériser au pistolet ou traiter des arbres individuellement, éventuellement nettoyer des outils etc. il faut disposer d'une pompe de 40 à 60 bar.

Rampes de pulvérisation (10-13). Le genre de construction des rampes de pulvérisation et leurs caractéristiques techniques sont importants pour la répartition transversale et longitudinale de la bouillie. L'offre sur le marché va d'un type de rampe très simple à des modèles très sophistiqués. Elles présentent différentes solutions du point de vue adaptation en hauteur et aux terrains en pente ou des effets escamotants. La plupart des suspensions en trapèze ou pendulaires affaiblissent les vibrations et les oscillations transmises par le tracteur. Les oscillations verticales et horizontales qui peuvent avoir des répercussions sur le dosage de la bouillie sont ainsi maintenues à leur minimum (Fig. 3).



Fig. 3: Le jeu qui existe dans les articulations des rampes doit être contrôlé périodiquement et, si nécessaire, les ressorts doivent être resserrés.

Pour ce qui est des conduites de pulvérisation, nous conseillons des tubes en acier chromé nickelé ou en matière synthétique au lieu des tuyaux. Les tuyaux montés sur les modèles Tecno-

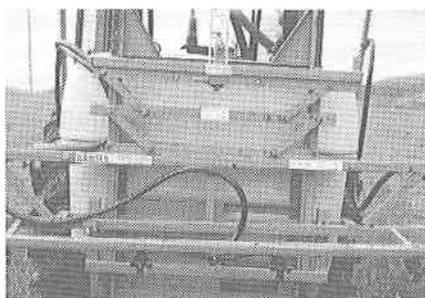


Fig. 4: Réglage du disp. de travail en pente avec le trapèze double. En bas: La commande se fait par le tracteur.



ma, Favaro 15 m/Colibri et Florida sont montés trop bas et avec le modèle Hardi LX on court le risque de les voir se coincer.

Le réglage en hauteur des rampes par un cylindre hydraulique ou par un treuil permet une adaptation rapide de la distance des buses sur une surface désirée. Les pulvérisateurs Birchmeier, Favaro et Platz sont munis d'un système de protection pour le treuil. Pour les autres modèles, certains treuils présentent des lacunes pour ce qui est de la sécurité du travail et de la protection contre les accidents. Les valeurs indiquées dans la colonne 12 ont été mesurées avec un arbre articulé horizontal et à 70 cm du sol. Selon le genre de tracteur, ces valeurs peuvent augmenter de 50 cm. La hauteur nécessaire pour le traitement des épis qui est de 1,5 m au-dessus du sol est atteinte avec tous les modèles testés, à l'exception du Berthoud-Standard.

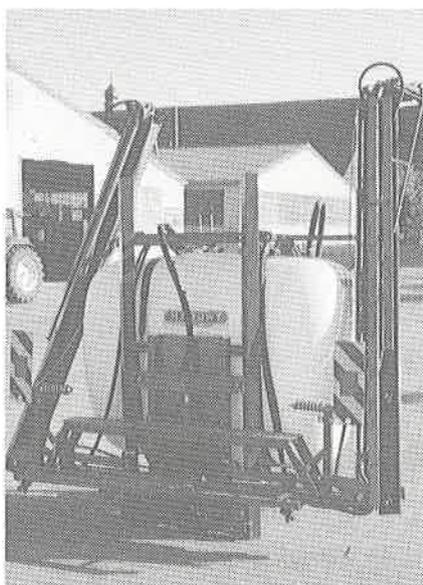
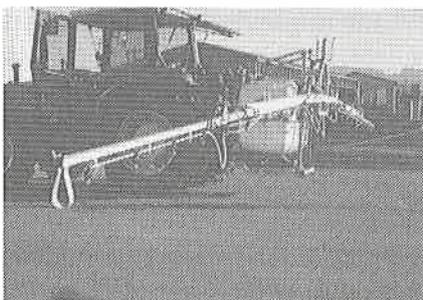


Fig. 5: Des rampes rabattables hydrauliquement facilitent le travail de pulvérisation, particulièrement si, après les avoir ouvertes, elles ne doivent pas être corrigées pour obtenir une position bien horizontales (en bas: Favaro).



Système d'équilibrage sur terrains en pente. Si on pulvérise en travers de la pente, la plupart des rampes avec suspension en trapèze s'adaptent automatiquement jusqu'à environ 10 à 12% de déclivité. Avec le modèle Rau - suspension double en trapèze - et Fischer-Exakta 12, et Berthoud-Bermatic, on obtient une adaptation de 15 à 18% (Fig. 4). Mais il faut dire que cette adaptation automatique n'est obtenue que si la pente est régulière. Pour des travaux sur terrains en pente accidentés, il faudrait disposer d'un système d'adaptation hydraulique

ou électrique, commandé depuis le tracteur.

Les rampes rabattables hydrauliquement sont nettement plus lourdes et plus chères, mais elles facilitent le travail considérablement et offrent un plus grand confort. Pour les modèles Favaro, Hardi et Rau, le système rabattable a lieu latéralement; on y gagne de la place et en position de transport, ce système est avantageux du point de vue de la répartition du poids (voir Fig. 5). Seuls les modèles Favaro, Florida und Fischer ont une possibilité supplémentaire de rabattre les extrémités des rampes en cas d'obstacles, en bordure des champs. Avec le modèle Favaro les rampes, une fois ouvertes ne sont pas horizontales et leur position doit être corrigée.

Une protection des extrémités des rampes est offerte sous forme d'articulations qui évitent que celles-ci se heurtent à des obstacles sur le terrain. Les modèles Tecnomat et Berthoud-Standard n'ont toutefois pas d'arceau de sécurité.

Exactitude de pulvérisation des buses (14-20). Lors du contrôle de la quantité de bouillie pulvérisée par chaque buse à titre individuel, les écarts par rapport à la valeur moyenne était en général en dessous de la limite de tolérance, c'est-à-dire $\pm 5\%$. Une exception toutefois: avec les modèles Birchmeier-800 et Rau-800, la limite de tolérance a été dépassée par trois et par cinq buses (quantité de bouillie: 500 l/ha). Ces résultats, pour la plupart dans les normes, prouvent que l'exactitude des ouvertures de buses, les sections des lances ainsi que le nombre des conduites d'arrivée sont suffisants.

Le mesurage de la **répartition transversale** en sections de 10

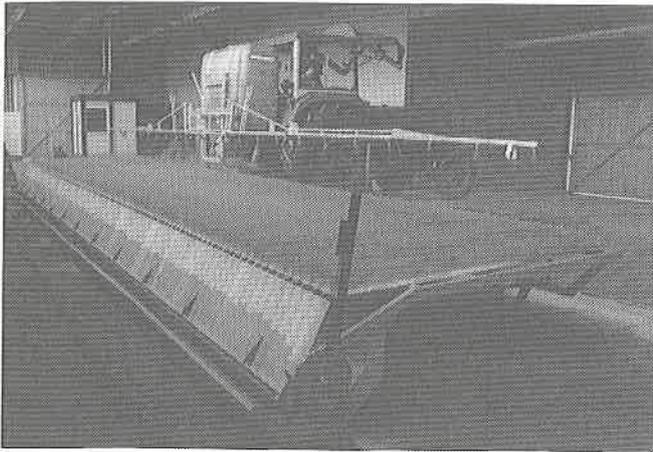


Fig. 6: Exemples d'une bonne et d'une mauvaise répartition transversale sur le banc d'essai.

cm de la largeur de travail a eu lieu, à raison d'une hauteur de buse de 50 cm (mod. Florida, Favaro; hauteur de buse de 80 cm), au-dessus de la rigole du banc d'essai (Fig. 5). Nous avons obtenu des résultats satisfaisants et même bons. Mais la moitié des modèles testés présentaient toutefois des écarts dépassant de $\pm 15\%$ la limite de tolérance et cela, mesuré sur trois à onze points. Les raisons de ces écarts sont dues aux points suivants:

- les rampes n'étaient pas toujours horizontales
- la partie centrale de la rampe était fixée trop près du châssis de la machine

- Les porte-buses n'étaient pas toujours bien verticaux
- obstacles dûs à des tuyaux traînant par terre ou à des cadres de protection aux extrémités des rampes
- angle d'incidence de la buse par rapport à la lance, en dessous de 5° (contact avec le jet)

- tension inégale des soupapes de retenue à membrane.

Après avoir corrigé ces lacunes, nous avons obtenu de bons résultats de répartition transversale avec tous les modèles testés. Par exemple, en agrandissant l'angle d'incidence des buses sur le modèle Hardi, nous

avons obtenu une répartition transversale bien meilleure (colonnes 18, 19, entre parenthèses).

Pour la plupart des pulvérisateurs, avec une quantité à pulvériser de 500 litres et de 250 litres par hectare, le fabricant livre avec les rampes deux jeux de buses à jet plat présentant un angle de pulvérisation de 110° et un angle de pénétration fixe, ce qui est correct. Ceci permet de mieux adapter la technique de pulvérisation aux exigences posées pour les herbicides, les fongicides et les insecticides par rapport à la dimension des gouttes (0,1 à 0,5 mm) ainsi qu'à la pression de service

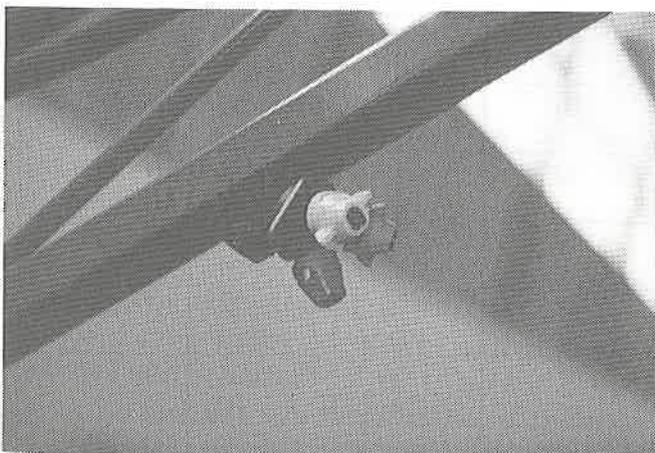


Fig. 7: Les buses interchangeable et à raccord rapide par baïonnette et angle d'incidence fixe font en général partie de l'équipement standard.

Essais comparatifs de pulvérisateurs pour cultures basses, 1966: données techniques et

Vendu par MARQUE	Modèle	Lar- geur de tra- vail m	R É S E R V O I R			F I L T R E	P O M P E			
			Matériau: P=polyester N=polyéthylène Contenance, échelle graduée V=avant H=arrière l	Hauteur de rempl. ouverture de rempl. Ø S=lateral M=centré cm	Brasseur: M=mécanique H=hydraulique I=injection R=jets mul- tiples l		E=tamis de rempl. profond. de rempl. filtre à S=absorpt. D=pression N=de buse cm	Mod./Genre: K=piston M=à mem- brane Pression max. bar	Débit: l/min à raison d'une pres- sion de bar 0 10 20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Birchmeier Künten AG	Agroport 605	12,5	N 600 50 V	147 25 S	HI	E 20 SDN	ME-3/3K 50	100	100	100
BIRCHMEIER	Agroport 600	12,5	N 600 50 V	147 25 S	HI	E 20 SDN	B103/3KM 20	97	88	87
	Agroport 800	15	N 800 50 V	175 25 S	HI	E 20 SDN	B150/3KM 15	146	144	144
TECNOMA	TE 400	10	N 400 50 VH	124 24 S	MH	E 17 S	PM140/2KM 20	59	53	51
Bovet J. Villars-le- Grand VD	Swiss/12	12	N 600 50 VH	128 30 M	H	E 25 SD	S140/4KM 60	119	116	115
	Swiss/15	15	N 600 50 VH	128 30 M	H	E 25 SD	S140/4KM 60	119	116	115
FAVARO	Colibri	12	N 600 50 VH	126 30 M	H	E 25 SD	S150/4KM 20	143	139	136
Chappot Et. Charrat VS	Florida	12	P 600 50 V	114 29 M	HI	E 24 SDN	IDS/4KM 50	150	144	144
Fischer Vevey VD	Agrifix Cultura	12	N 500 100 VH	121 27 S	HI	SDN	BP105/3KM 20	103	102	101
FISCHER	Agrifix Exacta 12	12	P 600 100 VH	135 27 S	HI	E 33 SDN	BP105/3KM 20	103	102	101
	Agrifix Exacta 15	15	P 800 100 VH	158 27 S	HI	SDN	AZ130/4KM 40	134	132	132
Haruy Romanel VD	NK 600	10	N 600 50 V	143 20 M	HI	E 25 SDN	1301/3M 15	110	100	95
HARDI	LX 600	12	N 600 50 V	103 20 M	HI	E 25 SDN	1301/3M 15	110	100	95
	LY 800	12	N 800 50 V	95 31 M	HI	E 25 SDN	361/6M 15	161	153	152
Indag Lausanne VD	Standard	10	N 400 50 V	120 25 M	HI	E 15 S	G101B/3K 20	109	105	105
BERTHOUD	Standar- matic	12	N 600 50 V	135 34 M	HI	E 22 S	G101B/3K 20	109	105	105
	Bermatic	12	N 600 50 V	133 34 M	MH	E 22 SD	G101B/3K 20	109	105	105
Messer Nieder- bipp BE HOLDER/PLATZ	IS 600-23	12	N 600 50 V	164 40 S	HR	E 35 SDN	KS135/3K 20	134	134	134
	EL 800IS-35	15	N 800 50 V	114 40 S	HR	E 35 SDN	KS160/3K 20	159	158	156
Service Co. Dübendorf ZH	Spridomat 600	12	N 600 25 VH	141 33 S	H2R	E 30 SDN	M120/2KM 20	130	121	120
RAU	Spridomat 800	15	N 800 25 VH	143 33 S	H2R	E 30 SDN	M200/4KM 20	202	201	200

résultats obtenus

RAMPES DE PULVÉRISATION				BUSES								
Sus- pension S=rigide P=pendu- laire T=en tra- pèze Nombre de pièces	Conduites: R=conduits S=tuyaux en: M=métal K=matière synthé- tique	K=hydr. rabatt. Réglage en hau- teur: H=hydr. S=par- treuil à cm	Équili- brage pour pentes: S=autonome E=élec- trique H=hydrau- lique	Porte-buses: multiple (..... x) M=métal K=mat. syn- thétique B=écrou à baïonnette	Marque orifice: K=céramique A=alumax F=mat. syn- thétique M=laiton	Exactitude de pulvérisation						
						Quantité pulv.: A=500 B=250 l/ha Pression bar	des buses		Répartition transversale par 10 cm de la largeur de trav.		Écart de la valeur moyenne, en %	
							Ø	maximal (+)	Ø	minimale (-)	Ø	Valeurs supé- rieures ± 15 %
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
T 7	RM	S 168	SH	1M B	Fanjet 180 K Fanjet 160 K	A 7,4 B 3,9	2,6 0,7	16,7	12,1	5,4	1	
T 5	RM	KH 164	SH	1M B	Fanjet 180 K Fanjet 160 K	A 7,4 B 3,9	3,0 0,9	15,4	14,2	5,5	2	
T 7	RM	H 196	SE	3K B	Fanjet 160 K Fanjet 160 K	A 3,9 B 3,9	1,2 1,2	10,6	10,5	4,3		
S 5	SK	121	-	1K B	Tecnomat A0 F	A 4,4 B 1,1	2,4 2,7	23,8	17,2	7,3	7	
T 5	RM	S 130	S	1K B	Teejet 05 M Teejet 03 M	A 3,4 B 2,4	1,3 2,2	17,2	13,1	4,1	3	
T 7	RM	S 120	S	1K B	Teejet 05 M Teejet 03 M	A 3,4 B 2,4	1,5 2,1	17,8	13,7	4,0	1	
P 5	RM	KH 130	H	1K B	Teejet 05 M Teejet 03 M	A 3,4 B 2,4	1,2 0,9	19,4	14,2	4,0	1	
S 5	RM	KS 116	-	1 M	Albuz vert K " orange K	A 4,5 B 4,5	1,9 2,1	23,5	11,8	6,4	3	
T 5	RM	122	S	1K B	Albuz vert K " rouge K	A 4,5 B 2,2	0,8 0,8	22,4	9,6	5,1	8	
2T 7	RM	H 186	SE	1M B	Albuz vert K " rouge K	A 4,5 B 2,2	0,6 1,4	16,3	13,4	4,9	3	
T 7	RM	KH 164	H	1M B	Albuz vert K " rouge K	A 4,5 B 2,2	0,9 0,9	20,8	19,9	5,5	5	
T 5	RSK	S 156	S	1K B	Hardi 20 F Hardi 16 F	A 5,2 B 2,6	0,8 0,9	23,2 (13,5)	15,1 (11,4)	9,3 (4,9)	10	
T 5	RK	H 166	S	3K B	Hardi 20 F Hardi 16 F	A 5,2 B 2,6	1,5 0,9	24,8 (12,8)	14,1 (11,8)	7,4 (5,0)	11	
T 5	RK	KH 167	S	3K	Hardi 20 F Hardi 16 F	A 5,2 B 2,6	1,4 1,2	15,7	11,5	4,3	1	
S 5	RK	75	-	4K	Albuz vert K " orange K	A 4,5 B 4,7	1,5 1,8	24,0	13,8	6,4	7	
P 5	RK	S 180	-	4K	Albuz vert K " rouge K	A 4,5 B 2,2	1,9 2,0	17,5	10,4	5,3	4	
2T 5	RK	S 180	S	4K	Albuz vert K " orange K	A 4,9 B 4,0	1,8 1,4	18,1	9,9	5,0	4	
PT 5	RK	S 200	-	1K B	Teejet 06 M Teejet 03 M	A 2,5 B 2,4	1,2 1,0	12,8	11,3	4,8		
T 5	RK	KH 188	H	1K B	Teejet 06 M Teejet 03 M	A 2,5 B 2,4	1,4 1,2	17,0	12,2	5,3	2	
T 5	SK	H 220	S	1K B	Teejet 04 A Teejet 03 A	A 5,2	2,1	20,6	13,4	5,1	2	
T 7	SK	KH 200	S	1K B	Teejet 06 A Teejet 03 A	A 2,4	3,2	15,6	15,2	6,0	5	

LEVIERS DE COMMANDE				Disp. de rem- plissage par P=pompe I=injec- tion	POIDS	DIMENSIONS	PRIX	Évaluation globale 1=satisfai- sant 2=bon 3=très bon
Régulateur de quantité M=à membrane S=à système de soupape rigide m=métal k=mat. syn- thétique	Nombre de robi- nets de secteur U=enfichable H=horizontal V=vertical réglable	Manomètre Ø int. pression max. échelle graduée mm/bar	Rampes hydrau- liques S=bloc de com- mande raccords Nombre		Poids à vide Décharge essieu avant tracteur kg	Longueur/ Largeur de transport/ Hauteur cm	Mars 1987 Frs.	
21	22	23	24	25	26	27	28	29
Mm	5 HV	57/60 0,5-2	2	P	350 572	125/186 186	9'885	2-3
Mm	5 HV	55/25 1	S 2	P	463 662	141/275 170	14'000	2-3
Mm	5 HV	55/25 1	1	P	502 717	154/250 209	11'400	2-3
Sk	3 HV	60/25 1		I	119 319	120/250 152	3'650	1
Sk	5	54/60 0,5-10		I	331 574	155/265 163	5'030	1-2
Sk	5	56/60 0,5-10		I	341 585	145/250 163	6'090	1-2
Sk	5	54/60 0,5-10	S 2	P	378 632	155/258 176	9'090	1-2
Sk	4	54/60 0,5-10	S 2	-	376 626	168/250 167	11'000	1-2
Sk	5 HV	55/60 0,5-10		P	229 462	120/260 150	4'880	1-2
Mm	7 HV	54/60 0,5-10	1	P	351 596	145/205 186	9'910	2-3
Mm	7 HV	54/60 0,5-10	S 2	P	526 814	146/257 186	21'940	2-3
Sk	3 H	60/16 0,2		P	301 565	160/190 213	4'620	1-2
Sk	5 H	60/16 0,2	1	P	346 595	158/225 230	5'820	2
Sk	5 U	60/16 0,2	S 2	P	476 763	175/240 245	11'440	2-3
k	3	51/25 1		I	164 339	143/255 173	4'000	1
Sk	3 HV	51/25 1		I	253 506	140/253 186	5'620	2
Mk	3 HU	51/25 1		I	349 612	160/250 232	8'690	2-3
Sm	5 HV	56/25 0,1-0,2		P	356 572	140/273 238	7'502	2
Sm	5 U	53/25 0,1-0,2	5	P	606 895	160/298 236	17'008	2-3
Sk	5 HV	110/10 0,1-0,5	1	P	417 701	155/271 220	8'695	2
Sk	5 HV	110/10 0,1-0,5	3	P	682 1012	270/285 223	14'498	2

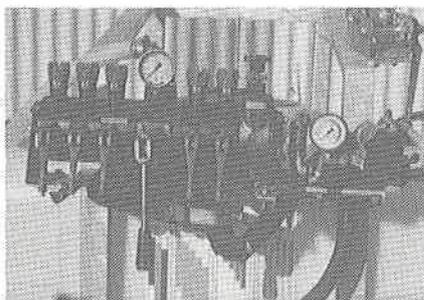
de 2 à 10 bar. Un angle de pénétration fixe est à recommander, car il évite le risque de contact avec le jet (angle de pénétration: 8 à 10°). Les modèles à plusieurs buses et à raccords rapides à baïonnette facilitent et raccourcissent nettement le travail au moment du changement des buses (voir Fig. 7). Les raccords à baïonnette en matière synthétique «Fischer-Exakta en métal précieux» sont prévus pour une pression maximale de 10 bar. Pour des raisons de technique de travail, nous ne conseillons actuellement pas les buses à angle de pulvérisation de 80° (Favaro, Florida) ou celles qui n'ont pas d'angle fixe de pénétration, tel que sur les Tecnomat, Florida et Hardy LY). La même réflexion est valable pour les buses en laiton qui sont beaucoup plus sujettes à l'usure que celle en céramique, en Alumax ou en matière synthétique.

Tous les modèles testés étaient munis de soupape de refoulement à membrane de bonne qualité afin **d'éviter l'égouttage** après avoir arrêté l'amenée de bouillie.

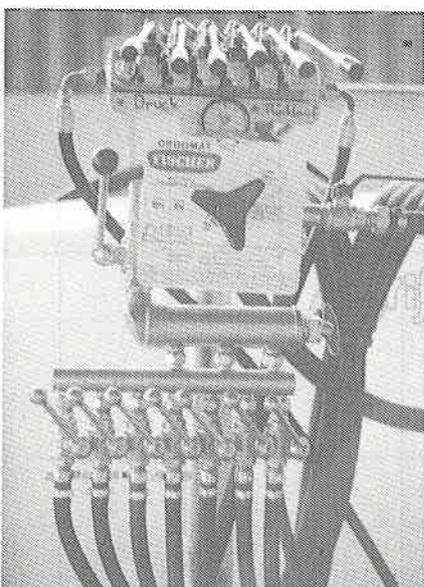
Pour **les porte-buses** (14), une construction compacte, intégrant la lance et la rampe est à conseiller. Avec les modèles Favaro, Florida et Berthoud, ces porte-buses sont relativement longs, ce qui élève le risque d'endommagements en cas d'obstacles, au moment de la mise en route. Par exemple, au moment de rabattre les rampes du modèle Favaro 15 m, deux porte-buses se sont cassés; il s'agissait toutefois aussi d'une matière synthétique de mauvaise qualité.

Pour ce que est **des raccorderies** (21-23), nous avons testé l'exactitude de travail des doseurs à système mécanique et

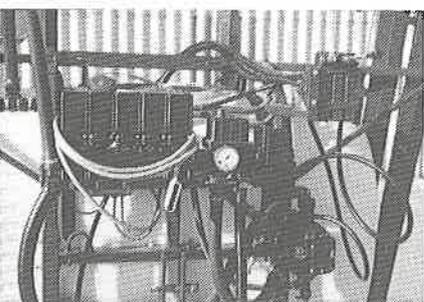
Fig. 8: Exemples des raccorderies à équipression avec régulateur mécanique de quantité, muni de:



a) Principe de soupape rigide



b) Soupape à membrane



c) Commande à distance électromagnétique.

électronique, les manomètres ainsi que leur maniement. Avec le modèle Berthoud-Standard, muni d'une soupape à pression de ressort qui sert également de soupape de protection pour la pompe et la raccorderie, nous avons constaté que pour obtenir

un dosage exact de la bouillie, il fallait travailler à une vitesse constante. Si les régulateurs de quantité sont munis toutefois d'un système à soupape rigide et à membrane à équipression, ils offrent un dosage de bouillie exact, même si la vitesse de marche du tracteur, le nombre de tours/minutes dans une même vitesse ne sont pas nécessairement toujours réguliers, à condition toutefois qu'il n'y ait pas de glissement trop prononcé.

Avec **les régulateurs à soupape rigide**, la section est réglée de façon fixe par une soupape sans ressort; la répartition du débit de bouillie est donc réglée par rapport aux buses et au refoulement. La soupape à ressort est préalablement réglée à une pression maximale (par exemple 12 bar) et ne sert qu'en tant que soupape de sécurité. Si les tours/minute subissent des fluctuations, la quantité de bouillie est pulvérisée par les buses proportionnellement à la vitesse de marche, par l'enclenchement d'une vitesse. En fermant certains robinets de secteurs pour diminuer la largeur de pulvérisation, le trop-plein de bouillie est reconduit dans le réservoir à l'aide des soupapes à équipression. Il faut toutefois veiller à ce que celles-ci soient calibrées ou réglées très exactement avant la pulvérisation et au moment du changement de buse.

Avec **le régulateur à membrane** (système Bermatic: sur les modèles Berthoud, Birchmeier, Fischer) avec équipression automatique intégrée, la quantité à pulvériser et la pression sont réglées par une soupape d'étranglement. En cas de diminution de la largeur de pulvérisation, l'équipression a lieu automatiquement par une membrane

équilibrante (balance de pression hydraulique). L'avantage primordial de ce système, par rapport au régulateur à soupape rigide, réside dans le fait que l'adaptation de la pression et de la quantité à pulvériser est automatique, si, en plus de la fermeture de robinets des secteurs on ferme également quelques buses individuelles. Le réglage des soupapes à équipression est aussi supprimé.

Nous avons exécuté le contrôle du régulateur de quantité à l'aide d'une prise de force de 425 à 575 t/min (Favaro 450-550 t/min) et en une vitesse. Comparées à une vitesse de prise de force constante de 500 t/min, les fluctuations ont provoqué des écarts dans le débit de la quantité pulvérisée allant de 0,4 à 1%. Pour les modèles Hardi et Favaro, ces écarts étaient de 1,9 à 2%. Des fluctuations de vitesse de 15% influencent de façon minime l'exactitude de quantité pulvérisée; par contre elles réagissent négativement sur le spectre des gouttes de bouillie, à cause de la diminution et de l'augmentation de pression. C'est la raison pour laquelle, les fluctuations des tours/minute pendant la pulvérisation ne devraient pas dépasser de $\pm 10\%$ le réglage de pression initial.

Les **dispositifs électroniques de contrôle et de réglage** qui devront encore augmenter l'exactitude de pulvérisation ont été fournis par les fabricants de Birchmeier, de Fischer, de Platz et de Rau.

Les **dispositifs de contrôle** sur les modèles Fischer-Hektron et Rau-Quantotron (Frs. 2500.- à Frs. 3000.-) se composent d'une installation de mesurage de la vitesse et du débit ainsi que d'un monitor à indications digitales (Fig. 9). La vitesse de

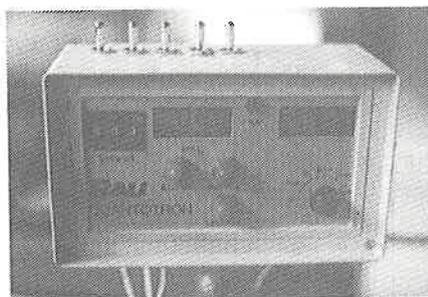


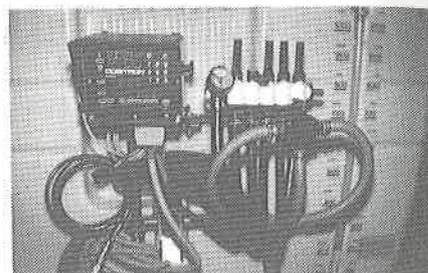
Fig. 9: Monitor d'un appareil électronique de contrôle avec indication de la vitesse de marche (km/h) et de la quantité pulvérisée (l/ha).

marche (roue avant et cardan) et le débit vers les buses sont enregistrés continuellement par des détecteurs; les impulsions sont calculées dans le monitor et transformées en indications de km/h, l/min, l/ha, etc. Cet équipement permet de mesurer, calculer, indiquer, mémoriser. Le dosage de la bouillie proprement dit est calculé par le régulateur proportionnel. D'éventuels écarts par rapport à la quantité de bouillie préétablie par hectare doivent être corrigés manuellement en modifiant la pression ou la vitesse de marche.

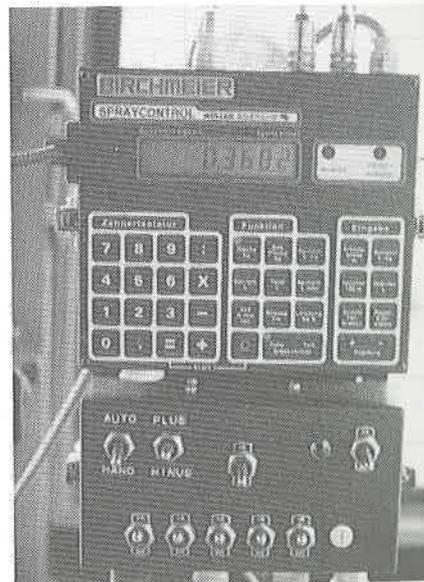
Les **dispositifs électroniques de réglage** des modèles Birchmeier-Spraycontrol et Holder/Platz-Dositron Standard (Frs. 8300.- et Frs. 5904.-) ont en plus une fonction de réglage. Le débit nécessaire, de passage dans les buses, s'adapte automatiquement à la vitesse de marche (Fig. 10). Le Servomètre du modèle Fischer (Frs. 6360.- à Frs. 6830.-) est un dispositif électronique de commande et de contrôle, à commande électrique à distance. Le dosage de la bouillie a lieu par le régulateur à membrane et les écarts de la quantité préétablie par hectare doivent être corrigés manuellement, par une modification de la pression sur le monitor. S'il s'agit d'installations électro-

ques déjà étalonnées, on indiquera les quantités à pulvériser (l/ha), la largeur de travail et les largeurs partielles (m) en tant qu'indications prévisionnelles. L'exactitude des indications ou du dosage des raccorderies électroniques dépend principa-

Fig. 10: Dispositifs électroniques de réglage des pulvérisateurs avec commande à distance:



a) Holder, Dositron-Standard



b) Birchmeier-Spraycontrol, monitor



c) Soupapes électromagnétiques avec robinets sphériques.

lement de l'exactitude de mesurage, de la vitesse de marche et de débit. Dans la plupart des essais, dû à un mauvais étalonnage, les mesureurs de débit présentaient une erreur allant de 4 à 8%, ce qui entraînait une erreur du calculateur. Après un réétalonnage précis, l'indication des moniteurs présentait encore un écart allant de 1 à 2% par rapport à la quantité effective de bouillie pulvérisée (prise de force: 425 à 575 t/min). Avec le modèle Fischer-Servometer le débit en litres/hectare correspondait à la quantité préétablie, mais le monitor indiquait 5% de moins (vitesse de marche: 4,4 à 6,4 km/h). L'étalonnage de la vitesse de marche des pulvérisateurs portés doit être établi avec un réservoir à moitié plein et une pression des pneumatiques appropriée pour le champ. Les écarts dus ensuite aux modifications de la périphérie des roues par la diminution et l'augmentation du poids selon que le réservoir est plus ou moins plein sont ainsi atténués. Nous conseillons de prévoir 4 magnétos plutôt que 2 sur la roue avant (fluctuations de vitesse). Pour les mesureurs de débit, une turbine est préférable à la roue à ailettes (axe transversal ou longitudinal).

Dans l'ensemble, les dispositifs électroniques de commande et de contrôle offrent un confort de service et un contrôle permanent du processus de pulvérisation ainsi qu'une mémorisation des données. Le mesurage de la vitesse et de la surface traitée présente également un avantage pour l'épandage d'engrais et pour les semis. Mais si l'étalonnage n'est pas exact, ou si la manipulation est incorrecte, la soi-disant facilité de travail peut se transformer en une complication évidente et présenter des résultats inexacts.

Nous déconseillons de changer de vitesse au tracteur pendant la pulvérisation, car la différence de pression importante qui en résulte aurait un effet négatif sur la dimension des gouttes. La pratique dira également quels seront les risques de pannes, quel sera le dépôt du produit dans les conduites, etc.

La visibilité sur les raccorderies, qu'elles soient enfichables ou ajustables sur le tracteur, peut être meilleure. Les raccorderies à commande à distance (modèle Hardi LY, électrique) et cinq à sept robinets de secteur présentent un avantage certain (colonne 22).

L'exactitude d'indication des manomètres (23) était suffisante dans un domaine de pression allant de 1 à 15/20 bar (pour le modèle Rau: 5,3 bar seulement). Une exception toutefois: avec le modèle Platz IS, et un travail à 5 et 10 bar, le manomètre indiquait 30% et 14% de plus. Nous conseillons un manomètre de 55 à 60 mm de diamètre intérieur et une échelle graduée d'environ 0,5 bar.

La commande hydraulique des rampes de pulvérisation (24) par un bloc de commande est à conseiller et n'exige qu'un raccord de refoulement et de pression sur le tracteur. Le bloc de commande du modèle Favaro-Colibri est enfichable sur le tracteur, mais il est plutôt lourd et son étanchéité n'est pas bonne.

Dispositif de remplissage (25). Afin d'éviter des résidus de bouillie dans le réservoir, il faut calculer de façon exacte la quantité nécessaire pour la surface à pulvériser. Les réservoirs des modèles Holder-Platz présentent un bon raccord de tuyau à refoulement, monté entre le couvercle et le tamis. Les injecteurs de remplissage étaient munis d'une soupape de refou-

lement pour éviter l'écoulement de la bouillie.

La décharge de l'essieu avant du tracteur (26) a été calculée à volume nominal, empattement des roues de 227 cm, longueur du bras inférieur de 82 cm et hauteur du cadre de pulvérisation de 50 cm au-dessus du sol. Cette décharge était élevée, particulièrement avec des réservoirs de 800 litres; nous avons enregistré 717 à 1012 kg.

Signalisation et protection contre les accidents. D'après l'ordonnance sur les règles de la circulation routière (LCR) et l'ordonnance sur la construction et l'équipement des véhicules routiers (OCE), les pulvérisateurs portés, sur route, doivent être munis de catadioptrés appropriés et de tableaux à rayures jaunes et noires, dès qu'il y a porte-à-faux. Ils doivent également être munis de feux arrière et de clignoteurs. Les annonceurs recevront les indications concernant les lacunes observées sur leurs machines, particulièrement concernant la protection du joint de cardan (manchon), des treuils etc. par l'entremise de l'Office consultatif central suisse de la prévention des accidents dans l'agriculture (SPAA).

Le prix indiqué (28) se base sur le modèle indiqué dans le tableau et l'équipement s'y référant. Pour le modèle Holder-Platz EL, le doseur électronique «Dositron-Standard» est compris dans le prix. Également pour les modèles Birchmeier 600, Fischer-Exakta 15 m und Rau 800: l'installation d'éclairage est comprise dans le prix.

L'évaluation globale (29) se base sur l'équipement, la qualité de travail, le maniement, la sécurité de travail, l'aptitude à travailler sur terrains en pente et la qualité des éléments de cons-

truction des pulvérisateurs. Nous nous sommes basés pour ce faire sur les exigences en cours actuellement.

Conclusions

De nombreux progrès ont été obtenus dans le domaine des pulvérisateurs, du point de vue de l'équipement, de la sécurité et du confort du travail. Mais le niveau technique entre les différentes marques, quelquefois

même entre les différents modèles d'une même marque, varie considérablement.

Les dispositifs de réglage de la quantité de bouillie pulvérisée par hectare offrent une bonne précision, même par fluctuations des tours/minute d'une même vitesse. Les dispositifs électroniques de commande et de contrôle offrent une facilité et un plus grand confort de travail, pour autant que l'étalonnage soit correct. Mais pour des raisons de prix, ce genre d'installation n'intéressera que de grands domaines ou les entrepreneurs. Pour les autres exploitations,

nous conseillerions plutôt un bon système de pulvérisation par rampes, avec commande à distance qu'un système électronique très coûteux.

Au moment de choisir un modèle, il faudra tenir compte d'une part des remarques faites dans le rapport ci-dessus, mais également des conditions spécifiques de l'exploitation en question. Les lacunes observées lors des tests ont été communiquées aux fabricants et nous en attendons qu'ils fassent le nécessaire et qu'ils complètent, le cas échéant, les modes d'emploi.

Des demandes éventuelles concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique agricole doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications et les rapports de textes peuvent être obtenus directement à la FAT (8356 Tänikon).

BE	Furer Willy, 2710 Tavannes	Tél. 032 - 91 42 71
FR	Lippuner André, 1725 Grangeneuve	Tél. 037 - 82 11 61
TI	Müller A., 6501 Bellinzona	Tél. 092 - 24 35 53
VD	Gobalet René, 1110 Marcelin-sur-Morges	Tél. 021 - 71 14 55
VS	Pitteloud Camille, Châteauneuf, 1950 Sion	Tél. 027 - 36 20 02
GE	A.G.C.E.T.A., 15, rue des Sablières, 1214 Vernier	Tél. 022 - 41 35 40
NE	Fahrni Jean, Le Château, 2001 Neuchâtel	Tél. 038 - 22 36 37
JU	Donis Pol, 2852 Courtemelon/Courtételle	Tél. 066 - 22 15 92

Les numéros des «Rapports FAT» peuvent être également obtenus par abonnement en langue allemande. Ils sont publiés sous le titre général de «FAT-Berichte». Prix de l'abonnement: Fr. 35.- par an. Les versements doivent être effectués au compte de chèques postaux 30 - 520 de la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural, 8356 Tänikon. Un nombre limité de numéros polycopiés en langue italienne sont également disponibles.