



Essais comparatifs de pulvérisateurs (cultures fruitières), 1985

Edward Irla

Les nombreuses mesures concernant la protection des plantes dans les cultures fruitières posent de grandes exigences du point de vue qualité du travail et performance des pulvérisateurs. En premier plan, la technique d'application exige une répartition et un dépôt du produit réguliers sur la surface à traiter. Les conditions de travail varient au fur et à mesure de la croissance des arbres fruitiers: les plantes sont plus ou moins grandes, le feuillage et plus ou moins touffu, la forme des arbres varie; il faut tenir compte de la distance entre les rangées d'arbres, du genre de maladies ou de parasites. Cela exige un équipement approprié et un maniement adéquat des pulvérisateurs. L'équipement des pulvérisateurs, sous forme de buses doubles, pivotantes et de soufflerie à deux niveaux facilite la détermination de la quantité appropriée de bouillie à pulvériser par hectare, de la dimension des gouttes et de la puissance de l'air pulsé.

Le débit et la vitesse de l'air, mais aussi la canalisation de l'air jouent un rôle prépondérant dans la répartition et le dépôt des gouttes dans le feuillage. Une vitesse trop élevée a pour conséquence une augmentation de la dérive; une vitesse trop faible par contre a un effet négatif sur la pénétration et le dépôt de la bouillie à l'intérieur du feuillage. La canalisation appropriée de l'air exige des tôles de guidage.

Les pulvérisateurs qui ont été testés au cours de ces essais comparatifs ont donné des résultats assez différents quant à leur équipement, la qualité de travail, mais aussi les caractéristiques de manipulation et leur prix d'achat.

Evolution des essais et leurs résultats

15 pulvérisateurs ont été testés, dont neuf modèles étaient portés et six modèles, traînés. Il

s'agissait donc de tester les caractéristiques techniques les plus importantes, par rapport aux exigences actuelles de la technique de pulvérisation. L'annonceur était libre de choisir le genre de modèles et d'équipements qu'il voulait faire

tester, pour autant toutefois que le débit puisse être réglé sur 500 et 1000 litres par hectare, pour une largeur de rangée de 4 m et une vitesse de service de 4-5 km/h. Nous avons prié les fabricants de marquer les positions recommandées des tôles de guidage (buse et air) pour un traitement standard sur des pommiers qui auraient 2,5 et 3,5 m de haut. Mais seul un fabricant a tenu compte de ces desiderata pour trois modèles de pulvérisateurs. Cela prouve que les problèmes de la technique d'application sont complexes et qu'il y a encore des difficultés.

Les résultats provenant de différents bancs d'essai sont indiqués dans les tableaux no 1, 2 et 3. Ils sont également repris dans le texte. Les résultats de la répartition verticale de la bouillie et de la détermination du dépôt de celle-ci sur les feuilles sont indiqués dans les croquis. Afin de faciliter l'interprétation des données indiquées dans le tableau no 1, les numéros de colonnes s'y référant sont indiqués entre parenthèses.

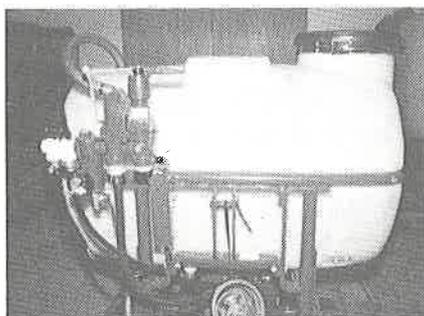
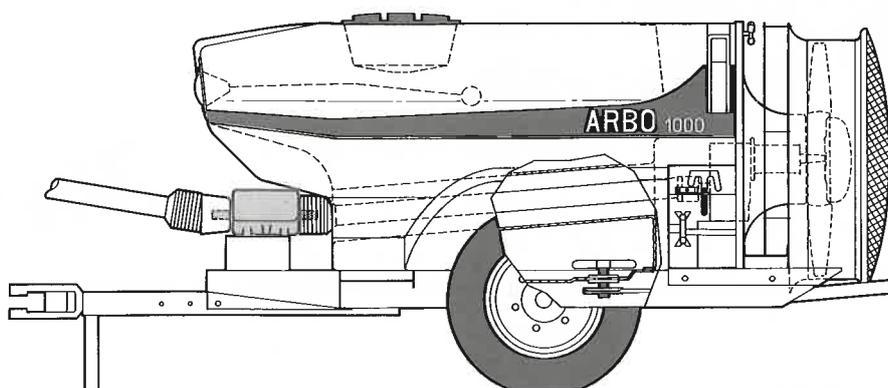


Fig. 1: A gauche: pulvérisateur porté, orifice de remplissage bien placée et échelle graduée (mod. Platz).



A droite: schéma du pulvérisateur trainé avec soufflerie axiale à deux paliers, brasseur à hélice mécanique, tamis de remplissage et échelle graduée flotteuse (mod. Berthoud).

Genre de construction (3, 4). Les **pulvérisateurs portés** sont équipés d'un cadre de la catégorie I et II (Hardi Combi, seulement II). Ils se distinguent par la construction de leur réservoir et de la soufflerie, le point de gravité ainsi que d'autres détails techniques, dont il faut tenir compte (Fig. 1).

Les **pulvérisateurs trainés** sont placés sur un châssis à un essieu avec timon pivotant pour l'attelage à barre et un arbre articulé à grand angle. Pour les modèles Fischer et Platz par contre, les pulvérisateurs ont un attelage à 2-points et à 3-points avec un timon pivotant court et sont fixés aux bras inférieurs du tracteur. Ce système articulé permet à la remorque de suivre très fidèlement les traces, les virages sont étroits et le traitement des rangées d'arbre est donc régulier en bout de rangée, c'est-à-dire pendant la manœuvre du virage. Une roue de support facilite l'attelage et le démontage du pulvérisateur; nous recommandons plutôt la roue de support que le pied de support. Le châssis et la dimension des roues jouent un rôle important pour une garde au sol suffisante. Nous l'avons mesurée en dessous de l'essieu ou sous le bord du pulvérisateur. Sur les

terrains en pente, de gros pneumatiques et un bon écartement de la voie présentent des avantages évidents.

Les réservoirs en polyéthylène

Fischer et Platz sont lisses à l'intérieur (5, 6); les modèles AGRO, Sorarui et Tifone par contre, ont des surfaces intérieures passablement rêches. Les fibres de verre se sont en partie dissoutes pendant la pulvérisation, ce qui provoquait des bourrages du filtre et des buses. Des orifices de remplissage bien dimensionnés et des parois intérieures bien lisses permettent un remplissage rapide et un nettoyage approprié. Les couvercles à rabat ou à visser ferment hermétiquement pour tous les réservoirs.

Nous recommandons une échelle graduée allant par 50 ou 100 litres, que l'on peut lire depuis le siège du tracteur, que ce soit pour les modèles portés que pour les modèles trainés. Cela est également valable pour une échelle graduée flotteuse munie d'un compteur de remplissage (mod. Berthoud 1000, Tifone).

Effet de brassage (7). L'installation de brassage joue un rôle important pour la préparation de la bouillie et pour le maintien

d'une concentration homogène dans le réservoir. Le système mécanique de brassage sous forme d'une hélice (Berthoud 1000) offre un effet de brassage intensif, indépendamment du débit de la pompe et de la décharge des buses. La plupart des systèmes de brassage hydrauliques dépendent d'une partie de la quantité du débit de la pompe, qui est refoulée directement ou de la conduite de brassage et la buse d'injection dans le réservoir.

L'effet de brassage était suffisant (5 min. de brassage avec une bouillie de suspension de 1% pour 1000 l/ha, espace entre les rangées: 4 m, vitesse de marche: 5 km/h). Pour d'autres paramètres de réglage il faut compter en principe avec une quantité de refoulement par minute qui correspond à 5% du contenu.

Grâce au dispositif de remplissage et effet automatique ultérieur de rinçage sur les modèles Fischer-Viromax, Sorarui et Tifone, l'agriculteur est moins exposé aux émanations des produits phytosanitaires.

Filtres (8). Les filtres doivent éviter les salissures de la pompe, mais aussi des conduites et des buses. Les pulvérisateurs munis de tamis de remplissage,

Débit et besoin de puissance (10). Les débits obtenus suffisent pour les utilisations mentionnées plus haut (voir Fig. 2). On peut donc calculer le débit de la pompe nécessaire de la façon suivante:

$$\text{débit (litres/min.)} = \frac{\text{quant. pulv. l/ha} \times \text{espace entre rangées (m)} \times \text{vitesse marche km/h}}{600} + 5\% \text{ du contenu du réservoir *)}$$

Exemple:

quant. pulv.	1000 l/ha	
espace/rangées	4 m	
vitesse marche	5 km/h	
contenu réservoir	600 l	*) nécessaire seulement pour les systèmes de brassages hydrauliques

$$\frac{1000 \times 4 \times 5}{600} + 30 = 33,3 + 30 = 63,3 \text{ l/min.}$$

de filtres d'absorption, de conduites à pression et de buses sont moins sujets aux bourrages et exigent moins d'entretien. Les filtres d'absorption, placés avant la pompe, peuvent être nettoyés même si le réservoir est rempli, à l'exception toutefois des modèles Fischer-Turboron et Sorarui, où la bouillie s'échappe du réservoir. Les filtres à pression des modèles Hardi, Sorarui, Platz et Tifone (munis d'un robinet à nettoyage rapide), ont un tamis plus fin que les ouvertures des buses. Les filtres des buses absorbent également des salissures déposées dans les conduites et évitent ainsi des bourrages.

Pour le même pulvérisateur, mais avec un système mécanique du brassage, il faudrait prévoir une puissance de débit de la pompe d'environ 37 l/min. en tenant compte également d'une quantité de trop-plein de 10%. Il est en principe bon de prévoir une réserve de puissance, au moment du choix de la pompe et du pulvérisateur, car on obtient la plupart du temps le débit suffisant avec une vitesse de tours/minute plus basse. De ce fait on économise du carburant, on nuit moins à l'environnement par moins de gaz d'échappe-



Fig. 2: Mesurages de la puissance d'absorption de la pompe et de la soufflerie.

ment par le tracteur et moins d'émissions de bruit par le pulvérisateur.

Les pompes à piston offrent un débit pour ainsi dire constant. Les pistons sont refroidis par la bouillie, il ne faudrait donc pas les faire fonctionner à sec. Les membranes de piston hydraulique à bain d'huile et les membranes des pompes sont par contre moins sensibles à un fonctionnement à sec. Le débit toutefois diminue nettement avec l'augmentation de la pression et cela, selon les types de pompes. Selon les indications de l'annonceur, les pompes AZ 90 devraient produire 88 litres par min. à raison de 500 t/min. à la prise de force et d'une pression de 40 bar. Cela correspond à une augmentation de rende-

ment par rapport à la vitesse de 540 t/min.

Buses et dimensions des gouttes (11-14). Le genre de buse, sa grandeur, sa disposition dans le cadre de la couronne de buses ainsi que sa pression jouent un rôle important pour la dimension des gouttes et la répartition du produit à pulvériser. Tous les modèles de pulvérisateurs, à l'exception de Fischer-Turboren, ont été testés avec deux grandeurs de buses et nombres de buses différents, et cela à raison de 500 litres et de 1000 litres/ha (voir Fig. 3).

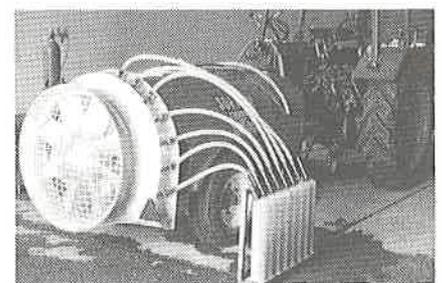


Fig. 3: L'exactitude de pulvérisation des buses (comparaison gauche/droite) était satisfaisante (écarts 2-3%). Les indications concernant la pression de service nécessaire l'étaient moins.

La tâche très ardue du **mesurage des gouttes** a été exécutée à l'aide d'un appareil à rayons

Tableau 1: Données techniques et résultats des essais comparatifs de pulvérisateurs

Vente par:	Marque, modèle	Genre de construction		R é s e r v o i r			F i l t r e
		A=porté B=traîné avec attelage ...-points F=pied de support R=roue de support	Pneumatique Voie Garde au sol Réservoir Pouces, cm	Matériel: P=Polyester N=Polyéthylène Contenu, échelle graduée V=avant S=latéral l	Hauteur de remplissage Orifice de remplissage Ø cm	Brasseur: M=mécanique H=hydraulique I=injection	a=tamis de remplissage b=filtre d'aspiration c=filtre par pression d=filtre buse
1	2	3	4	5	6	7	8
Birchmeier Künten AG	Birchmeier Radiax 800/500	A		N 500 50 V	132 25	HI	b c d
	Birchmeier Radiax 800/600	A		N 600 50 V	150 25	HI	b c d
	Birchmeier Radiax 800/1000	B 1 R	10 x 15,3 113/31	N 1000 100 S	142 25	HI	b c d
Fischer Fenil-Vevey VD	Fischer Turboron 700	A		P 400 50 S	127 27	HI	b c d
	Fischer Turbo 780	A		P 500 100 V	132 27	HI	b c d
	Fischer Viromax 1000	B 2 R	10 x 15 100/24	P 1000 200 S	130 37/17	HI	a b d d
Harwy Romanel VD	Hardi Maxi 600 SPV	A		N 600 50 V	154 20	HI	a b c
	Hardi Combi 600 SU5	A		N 600 50 ¹⁾	167 20	HI	a b c
Indag Lausanne VD	Berthoud Arbo 480	A		P 400 50 V	118 40	HI	a b
	Berthoud Arbo 1000	B 1 F	10 x 15,3 114 / 29	P 1000 100 V	137 40	MH	a b b
K. Berger Riedt/Erlen TG	Sorarui 1000	B 1 R	8,5 x 14 94 / 25	P 1000 100 V	124 40/30	HI	a b c d
Messer Niederbipp BE	Platz AS4 460	A		N 400 50 V	130 32	H	a b c d
	Platz N 11 S4 1000	B 3 F	7,5 x 14 83 / 25	P 1000 100 S	124 40	HI	a b c d
OBI Landm. Bischofszell TG	Tifone vrt 36 AX 1000	B 1 FR	8,5 x 15 115/31	P 1000 100-200 V	134 40	HI	a b c
Sonderegger Herisau AR	Agro A2 Clipper	A		P 350 50 S	117 30	HI	a b d

1) échelle graduée du contenu, à l'arrière. 2) sans embrayage à segments.

3) position des pelles: no 2 et 3,8/3a-no 3

Pompe					Buses				
Mod., genre: K=piston M=pompe à membrane pression max. bar	Débit: litres/min. Puissance absorbée: kW par pression de ser- vice de ... bar				Genre: H=jet co- nique creux V=jet co- nique plein F=à éven- tail	Nombre: E=buses simples Z=buses doubles s=pivotant	Marque Orifice de sortie: K=céramique S=sinterrubin R=saphir	Stop égouttage successif par: K=soupape à bille M=soupape à membrane R=disp. de suction	Ø/décharge: ... fois Ecart entre arrivée et sortie d'air cm
	10	20	30	40					
9	10				11	12	13	14	15
ME-3/3K 50	100 3,0	100 4,6	100 6,2	100 7,7	H F	12 E 12 E	Albuz K Fanjet S	M M	80/2 29
ME-3/3K 50	100 3,0	100 4,6	100 6,2	100 7,7	H F	12 E 12 E	Albuz K Fanjet S	M M	80/1 29
ME-3/3K 50	100 3,0	100 4,3	100 5,7	100 7,1	H F	12 E 12 E	Albuz K Fanjet S	M M	80/2 29
AZ75/3KM 50	76 2,7	75 4,3	75 5,9	74 7,4	F	8 E	Albuz K	M	70/1 17
AZ90/3KM 50	80 3,4	78 5,0	78 6,6	78 8,7	H	14 Zs	Albuz K	-	78/2 27
AZ90/3KM 50	82 2,8	81 4,3	80 5,9	79 7,5	H	14 Zs	Albuz K	-	80/3 28
1301/3M 15	100 3,9	95/15 bar 4,9			H	10 E	Hardi K	-	40/10 50
1301/3M 15	100 4,6	95/15 bar 5,0			H	5 E	Hardi K	-	50/5 50
G82F/3K 40	85 3,2	85 4,5	85 5,8	84 7,0	H	12 Zs	Albuz K Berthoud R	-	80/2 29
G82F/3K 40	85 3,3	85 4,7	85 6,1	84 7,4	H	12 Zs	Albuz K Berthoud R	-	85/3 30
VD80/3KM 60	90 2,6	88 3,9	86 5,2	84 6,5	V	14 Zs	Brevet K	K, R	80/1 27
Z73 /3K 60	74 2,8	74 4,0	74 5,2	73 6,4	H	10 Zs	Lechler K	R	60/2 18
Z111/3K 60	116 4,4	115 6,3	115 8,4	114 10,2	H	12 Es	Lechler K	R	80/2 18
IDS /3KM 50	99 2,6	98 3,9	97 5,3	94 6,8	V/H	16 Zs	Tifone K	M	90/2 29
AR50/3KM 40	52 1,4	52 2,0	50 2,5	49 3,1	V	10 Zs	Agro K	-	60/1 21

4) Empattement 1,91 m, longueur bras inférieurs: 90 cm, par contenu indiqué en catalogue pour le réservoir.

Souffleuse					Tableau de bord			Poids	Dimensions	Prix
Commande: G=entraînement K=courroie trapéz. Nombre de tôles de guidage air	Nombre de tôles de guidage d'air tours/min.	Débit d'air m ³ /h	Puissance absorbée kw	Emission de bruit latérale/arrière db(A)	M=régulateur de membrane G=équipression u=enfichable v=réglable	Soupapes de mise en marche et d'arrêt Z=centrale S=poignée par secteur nombre	Manomètre diamètre int. Ø pression max. échelle graduée mm/bar	Poids à vide Décharge sur essieu avant du tracteur ⁴⁾ kg	Longueur Largeur Hauteur cm	Mars 1986 Frs.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
4K 16	1370	29 900	10,5	86 84	-	S2	55/100 5	235 484	154/130 136	9'165.--
4K 12	1370	29 100	10,5	86 85	-	S2	55/100 5	242 529	139/130 154	8'785.--
4K 16	1480	28 700	12,7	87 84	u	S2	55/100 5	468 41	312/140 146	11'910.--
G 10	2160	17 900	4,3	83 90	M	Z, S2	56/ 60 0,5/ 10	150 354	126/100 145	7'700.--
3K 14	1835	29 000	9,4	83 90	M v	Z, S2	56/ 60 2	243 535	153/115 143	8'850.--
G 14	1845 2125	30 200 34 600	8,7 13,3	84/91 87/95	M v	Z, S2	56/ 60 2	473 72	300/127 150	14'700.--
5K 10	2680	12 000	11,3	87 95	G v	Z, S2	60/ 16 0,2	294 599	160/136 184	6'330.--
5K -	1665	11 900	17,8	92 94	G v	Z, S3	60/ 16 0,2	351 665	189/120 168	7'780.--
5K 7	1700	31 000	9,2	82 90	u	Z	51/100 2	229 450	140/110 120	8'771.--
G 9	1600 1830	36 300 41 600	10,5 15,5	80/89 83/92	u	Z	51/100 2	542 125	300/139 140	14'641.--
G -	1944 2095	32 900 35 200	10,4 12,7	82/92 85/94	u	Z	54/100 5	488 98	297/118 127	8'850.--
G3K 4	1910 2630	16 700 22 800	3,5 8,7	79/85 85/91	-	Z, S2	54/100 2	256 440	145/127 132	8'381.--
G ²) 2	1720 2120	33 600 40 800	7,5 13,4	83/91 87/97	v	Z, S2	57/100 2,5/ 2	446 184	325/102 130	12'490.--
G ²) 4	2015 2015	30 100 42 800 ³⁾	3a) 19,5	87/96 89/98 ³⁾	u	S2	54/30/1 100/2,5	502 77	303/138 137	12'800.--
G ²) 4	2000 2430	11 800 14 100	2,8 4,8	76/83 80/88	-	S2	54/ 80 2	218 385	118/128 122	5'120.--

Tableau 2: Dimensions des gouttes, en tant que moyenne VMD

(mesuré à 1,2 m du centre de pulvérisation et en trois rayons de jets différents, de 75, 175, et 240 cm au-dessus du sol).

Quantité pulvérisée: ligne sup.: 500 l/ha, ligne inf.: 1000 l/ha.

Pulvérisateur	Buses: H=jet conique creux, V=jet conique plein, F=jet plat Disposition: à partir du bas, de chaque côté	Pres- sion bar	V M D microns*)			Part des gouttes en dessous de 0,1 mm Ø en %		
			75 cm	175 cm	240 cm	75 cm	175 cm	240 cm
Birchmeier 600 Radiax	H. 2 jaune+orange+2rouge+jaune	9,5	214	203	216	6	8	5
	F. 120, 140, 160, 180, 180, 120	9,5	255	281	248	4	3	3
	H. comme pour 600	9,5	207	218	212	6	5	5
1000								
500	F.	9,5	262	279	263	3	3	3
Fischer Turboron	F. 2 rouge + 2 orange	10,5	271	223	223	3	5	4
	F. 2 rouge + 2 orange	30	334	226	194	4	6	7
Virmax Turbo	H. 3 brun + 4 jaune	15	152	185	188	15	10	8
	H. 4 x 1,2 + 3 x 1,0	27	294	188	208	6	12	6
Hardi Maxi	H. 5 x 12 toupies grises	8,5	184	239	191	7	5	7
	H. 5 x 12 toupies noires	13,5	174	195	199	11	10	6
Combi	H. 20, 24, 30, 35, 30 toupies noires	4,5	258	284	316	3	3	2
		15	201	268	278	10	4	3
Berthoud 1000 Arbo 480	H. 2 jaune + 3 orange + rouge	9	201	221	203	7	5	7
	H. 15 + 2 x 1,8 + 3 x 1,2	23	275	218	165	5	6	15
Sorarui 1000	V. 7 x 1,8	4	254	262	257	2	3	3
	V. 2 x 1,2 + 1,5 + 4 x 1,2	13	224	285	272	4	3	3
Platz AS4	H. 5 x 1,0	12	200	204	209	9	8	6
	H. 5 x 1,5	20	211	228	200	9	6	8
N11S	H. 5 x 1,0	10,5	219	245	224	5	4	5
	H. 5 x 1,5	17,5	269	291	234	4	3	5
Tifone vrt 36AX	V. 7 x 0,8	36	220	186	161	13	12	16
	V. 7 x 2,0	4	349	399	364	1	2	2
Agro Clipper	V. 0,8 + 2 x 1,0 + 2 x 0,8	24	212	222	217	5	6	5
	V. 1,0 + 3 x 1,2 + 1,0	40	222	263	299	7	5	4

*) 100 microns = 0,1 mm.

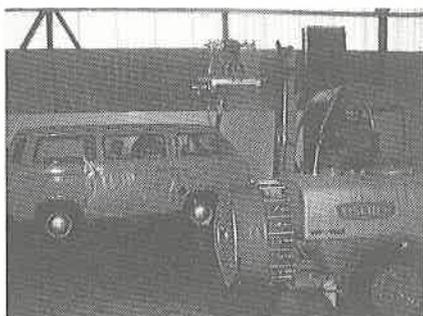


Fig. 4: Avec le dispositif laser PMS-Knollenberg, les gouttes pouvaient être mesurées au vol, avec un débit de 500 et de 1000 litres/ha. En dirigeant l'appareil de mesure de gauche à droite, les gouttes ont pu être enregistrées sur la largeur totale du jet.

laser. Ce travail a été réalisé grâce à la collaboration de la «Application Service AG» de la maison Ciba-Geigy (voir Fig. 4). Les résultats de la moyenne du diamètre volumétrique (VMD) du tableau no 2 peuvent être comparés aux dimensions que nous nous étions fixées, de 150 à 250 microns. Par exemple, le résultat du VMD de 214 microns (Birchmeier 600) indique que 50% de la bouillie pulvérisée l'était sous forme de gouttes de 214 microns et plus, mais aussi 50% de gouttes plus petites.

La part volumétrique des gouttes en dessous de 100 microns ne devrait pas dépasser les 10%, car à cette dimension, le risque de dérive et de dessèchement est grand. La limite de 10% a été souvent atteinte ou dépassée et cela à cause de buses trop justes (Tifone, Fischer, Hardi et en partie aussi avec le modèle Berthoud). Il est difficile de différencier entre les buses à jet conique creux, à jet conique plein et à jet plat, car les grandeurs de buses et leur nombre ainsi que la pression de service variaient fortement.

Toutes les buses placées dans la couronne peuvent être enlevées séparément, sauf pour le

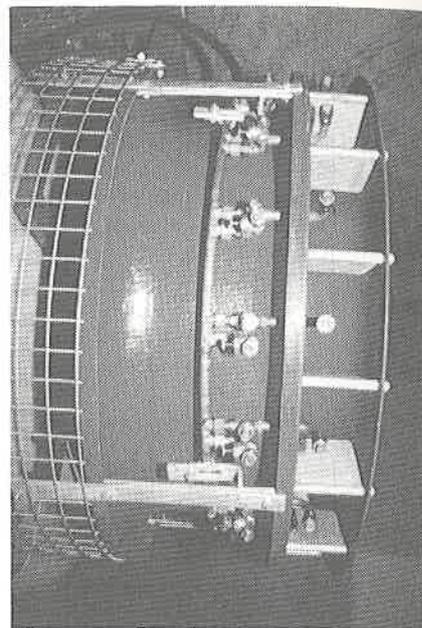
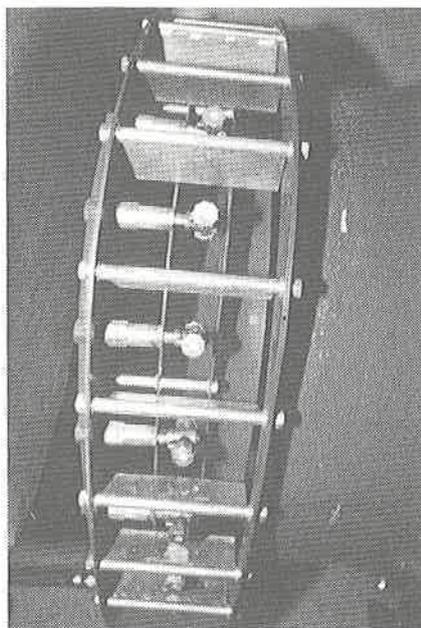


Fig. 5: Des buses pivotantes, doubles ou une tête de buses double permettent un échange rapide de la bouillie à pulvériser. Bon guidage de l'air grâce à un jet triple (à gauche: mod. Fischer) et des tôles de guidage (à droite: mod. Birchmeier).

modèle Hardi. La modification dans la quantité de bouillie à pulvériser est facilitée par des buses doubles, pivotantes ou par une couronne double de buses (Birchmeier) (voir Fig. 5). Avec le modèle Berthoud, le réglage du jet et de la quantité à pulvériser est à système continu.

Les orifices de sortie des buses sont en un matériel très solide. Mais nous conseillons de contrôler le débit des buses chaque année avant la saison de pulvérisation. Seules les machines munies d'une membrane à soupape de retenue évitent totalement l'égouttage successif.

Débit d'air et vitesse de l'air (15-20). Le flux d'air provoqué par le pulvérisateur sert à transporter et à déposer les gouttes dans le feuillage. La quantité d'air propulsée, la vitesse de l'air ainsi que la direction donnée jouent un rôle prépondérant pour la pénétration et la répartition des gouttes des deux côtés des feuilles. Selon la théorie de l'échange de l'air, l'air ambiant dans les arbres fruitiers doit être échangé par l'air saturé du produit pulvérisé. Voici le calcul du débit d'air nécessaire:

$$\text{Débit d'air en m}^3/\text{h} = \frac{\text{espace entre rangées (m)} \times \text{haut. arbres (m)} \times \text{vit. de marche (m/h)}}{\text{facteur de refoulement (2-3)}}$$

Exemple:

espace entre rangées	4 m	$\frac{4 \times 3 \times 5000}{2,5} = 24\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
hauteur arbres	3 m	
vitesse marche	5 km/h	

Le facteur de refoulement est choisi selon les conditions d'utilisation, par rapport aux couronnes d'arbres, à la densité du feuillage etc. (2-3). Si le feuillage est très épais, on prend souvent le facteur «2». Dans l'exemple repris ci-dessus, il faudrait avoir un débit d'air de 30000 m³/h.

Le débit d'air de 13 souffleuses (axiales) et 2 souffleuses (radiales) a été mesuré dans l'installation de la FAT. Les débits obtenus étaient en général en dessous des indications données par le fabricant. Les souffleuses radiales Hardi et la souffleuse axiale Agro ont donné des résultats relativement faibles. Pour travailler avec de grands espaces entre les rangées et des arbres plutôt hauts ainsi qu'à une bonne vitesse de marche, un débit d'air de plus de 30000 m³/h est avantageux, car il permet une certaine réserve de puissance. En adaptant le débit tout en diminuant le nombre de tours/min. de la souffleuse par un entraînement à deux paliers ou par la prise de force, on économise du carburant (colonne 19) et on diminue les émissions de bruit.

Pour obtenir une **canalisation de l'air** symétrique, il faut disposer d'anneaux de dérivation et de tôles de guidage, particulièrement pour les souffleuses axiales. On subdivise le canal avec des anneaux de dérivation et on obtient une vitesse de l'air régulière sur toute la largeur des orifices de sortie d'air (voir Fig. 5: décharge double et triple). En réglant par contre les tôles de guidage en sens inverse des ailettes, on peut corriger considérablement l'influence du tourbillon d'air.

Il faut veiller à ce qu'il y ait une distance suffisante entre l'orifice d'absorption de l'air et celui

de la sortie, afin d'éliminer le risque de réabsorption du mélange air-gouttes. Il faut également attacher de l'importance au placement des buses et de la roue à ailettes. Ce sont ces raisons qui ont poussé Tifone à échanger la roue à ailettes et les buses, et cela très peu de temps avant la fin des tests. L'absorption latérale de l'air dans le sens de la marche évite en grande partie la réabsorption des gouttes (Birchmeier).

Les résultats de mesurage de la **vitesse de l'air** sont indiqués au tableau no 3 (Fig. 6, 7).

La limite du pouvoir portant des

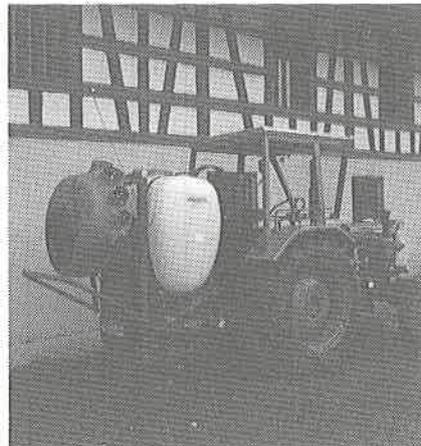


Fig. 8: La soufflerie radiale, mod. Hardi Combi présente un boîtier du côté droit, lequel peut être pivoté avec un système hydraulique. Cet appareil à grande portée est utilisé avant tout pour des pépinières ou des arbres très hauts.

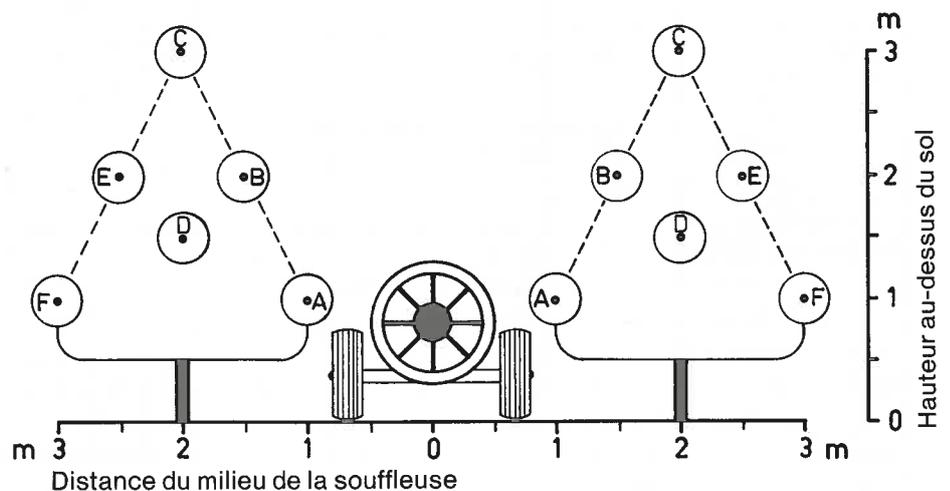


Fig. 7: Points de mesurage de l'établissement de la direction de l'air des pulvérisateurs.

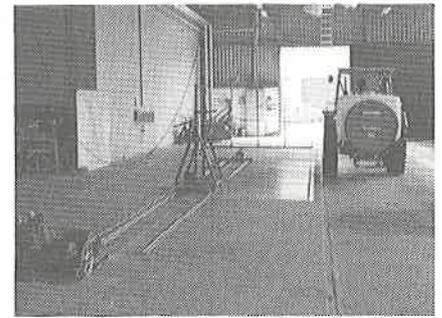


Fig. 6: La vitesse de l'air a été mesurée à l'aide de manomètres électroniques, et cela à six endroits de chaque côté de la souffleuse. Vitesse de parcours: 4,5 km/h: les anémomètres suivant sur un rail ont été dépassés.

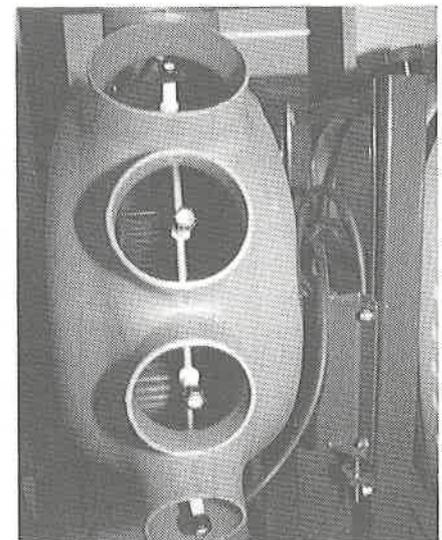


Tableau 3: Vitesse de l'air à raison de différentes distances du milieu de la souffeuse
(écart entre rangées 4 m, vitesse de service 4,5 km/h, prise de force 540 t/min.)

Pulvérisateur	Hauteur au-dessus du sol 1)	Réglage des tôles de guidage à partir d'en bas	Phase de la souffeuse	Vitesse de l'air: m/s											
				à gauche						à droite					
				F	E	D	C	B	A	A	B	C	D	E	F
Birchmeier 500 Radiax	117 R	Nr. 1 (57 cm)		6	9	15	6	11	20	15	12	7	5	7	4
	600 113 R	Nr. 2		7	7	8	4	13	19	16	12	4	9	7	6
	1000 88 R	Nr. 2 (41 cm)		8	8	11	8	17	27	16	12	4	10	6	5
Fischer Turboron	85 L	CDCCC		4	6	6	6	9	12	21	9	2	8	5	3
	Turbo 85 L	7 x C		9	6	10	6	11	25	25	12	10	10	8	7
	Viromax 75 L	6 x C + B	1 2	9 10	8 9	12 12	7 9	12 15	24 30	25 31	9 11	6 7	15 18	9 10	6 8
Hardi Maxi	83 L	71 - 207 cm à partir du sol		6	8	6	5	12	28	34	11	8	9	5	6
	Combi ²⁾ 126 R	Buse: 125 cm à partir du sol		-	-	-	-	-	-	11	37	3	11	26	8
Berthoud 480	94 R			8	8	13	7	11	30	21	11	9	10	8	6
Arbo 1000	88 L	à gauche: en haut à droite: en bas	1	9	6	11	6	9	24	26	12	8	11	7	7
			2	9	7	13	8	11	31	31	15	9	13	8	10
Sorarui 1000	69 L		1	6	7	8	6	10	21	20	11	8	10	7	8
			2	7	8	11	7	12	22	25	12	8	11	7	8
Platz AS 4	74 L	(24 cm)	1	3	3	4	3	4	8	9	4	2	3	3	4
			2	4	5	5	4	10	16	13	5	4	5	5	6
N11S	75 L	Nr. 5	1	5	5	8	5	8	18	16	9	5	8	6	5
			2	7	7	9	6	9	23	20	12	8	9	7	6
Tifone vrt 36AX	83 L	56 cm à partir du sol 43 cm	1	4	4	6	5	7	18	17	10	6	5	5	2
			3	7	8	10	8	13	25	30	18	9	10	8	7
Agro Clipper 2	80 L	(40 cm)	2	3	4	5	5	7	10	13	4	3	5	3	4

1) jusqu'au milieu de la souffeuse (gauche/droite) = sens de la marche de la roue à ailettes; gauche/droite.

2) souffeuse à 3 orifices de sortie de l'air (. . .) = distance entre les deux tôles de guidage supérieures.

gouttes se situe vers 3 m/sec. Avec le modèle Fischer-Turbo-ron, elle n'a pas été atteinte, avec d'autres (Platz AS4 et Har-di Combi et Agro) elle a été atteinte ou dépassée (voir Fig. 8). Le réglage de la hauteur au-dessus du sol et des tôles de guidage a été en général fait de commun accord avec l'annonceur. Toutefois, certaines modifications ultérieures ont apporté de meilleurs résultats. Les valeurs indiquées dans le tableau no 3 se basent sur le réglage optimal des machines. Il faudrait toutefois régler les tôles de guidage de chaque côté de façon différente, si on voulait corriger l'influence du tourbillon d'air. Il faut aussi noter que les mesurages ont été faits par temps calme (sans vent) dans une halle. Pour un travail en plein air, et à cause des différents facteurs d'influence, tels que la résistance de l'air, la densité du feuillage, la vitesse du vent et la vitesse de service, il faut calculer une vitesse minimale de l'air à l'endroit du dépôt du produit d'environ 4 m/sec. Ensuite, afin d'obtenir une pénétration suffisante dans le haut des couronnes des arbres, et si au moment de la pulvérisation on travaille avec une quantité et une vitesse de l'air minimale, il faut diminuer

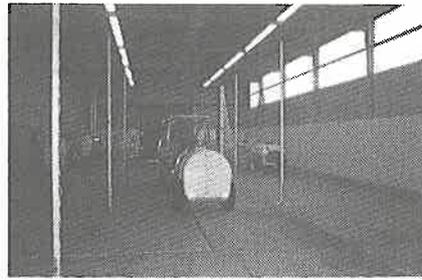


Fig. 9: Mesurages de la répartition moyenne, verticale d'une bouillie. Les filtres en papier, placés sur des lattes de bois, ont été pulvérisés pendant le parcours, ensuite séchés dans un local séparé et analysés par les services de Ciba-Geigy.

la vitesse de service en travaillant en dessous de 3 km/h.

L'émission du bruit (20), c'est-à-dire le bruit de la souffleuse, a été mesurée en plein air à une distance de 7 m du bord de la souffleuse et à raison de 1,2 m au-dessus du sol. Les valeurs obtenues du côté de l'absorption de l'air sont nettement plus importantes que celles du côté de la sortie de l'air. Une différence de 10 db (A) correspond à peu près à un redoublement du bruit. On pourrait diminuer celui-ci en abaissant la vitesse de rotation du moteur et de la souffleuse, mais aussi en prévoyant une cabine isolée et bien sûr en utilisant des pulvérisateurs de types silencieux.

Pour l'établissement de la **répartition verticale**, nous avons calculé d'une part la quantité de bouillie déposée et d'autre part la quantité d'eau. Nous avons calculé la quantité pulvérisée (HELIOS), c'est-à-dire 500 l/ha, à une vitesse de 4,5 km/h, des deux côtés et en un passage. Cela nous a également donné une idée du tourbillon d'air et de la symétrie de répartition (voir Fig. 9).

La répartition verticale de l'eau a été mesurée avec un appareil construit à cet effet à la FAT (profils verticaux de séparation des gouttes, voir Fig. 10). Cet appareil de mesure est subdivisé en blocs de 30 cm chacun, de 0,4 m à 4 m de haut, avec une quantité pulvérisée de 1000 l/ha.

Les tableaux no 2 et 3 indiquent les données concernant le réglage des machines, l'emplacement et la direction des buses et des tôles de guidage. Le marquage de la position des tôles de guidage que nous avons exigé par les fabricants n'a été suivi que sur trois modèles des pulvérisateurs Fischer. Pour le modèle Berthoud 480, sept tôles ont été ajoutées par après, pour le modèle Berthoud 1000 on a ajouté 5 tôles et pour le modèle Tifone, 2 tôles.

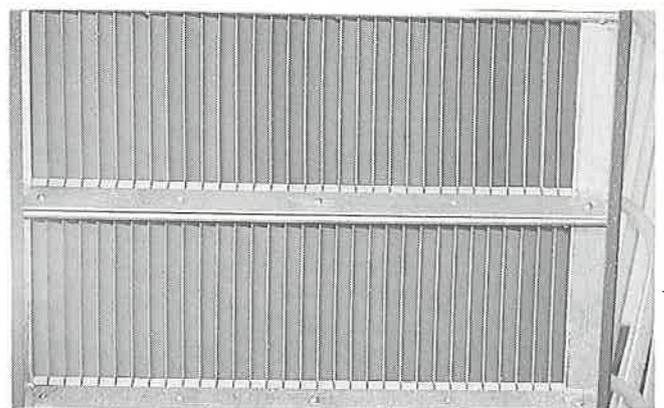
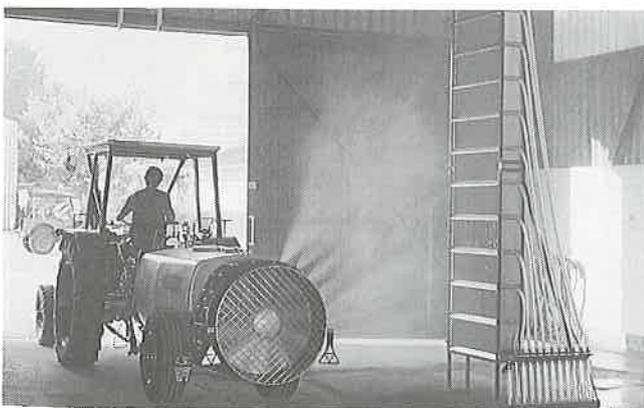


Fig. 10: Les mesurages de la répartition verticale des gouttes ont eu lieu sur le banc d'essai de la FAT avec des profils verticaux de séparation des gouttes. Mesurages: 4,0 x 0,8 x 0,2 m à raison de 12 domaines de hauteur allant de 0,3 m, 0,4 m jusqu'à 4 m de haut.

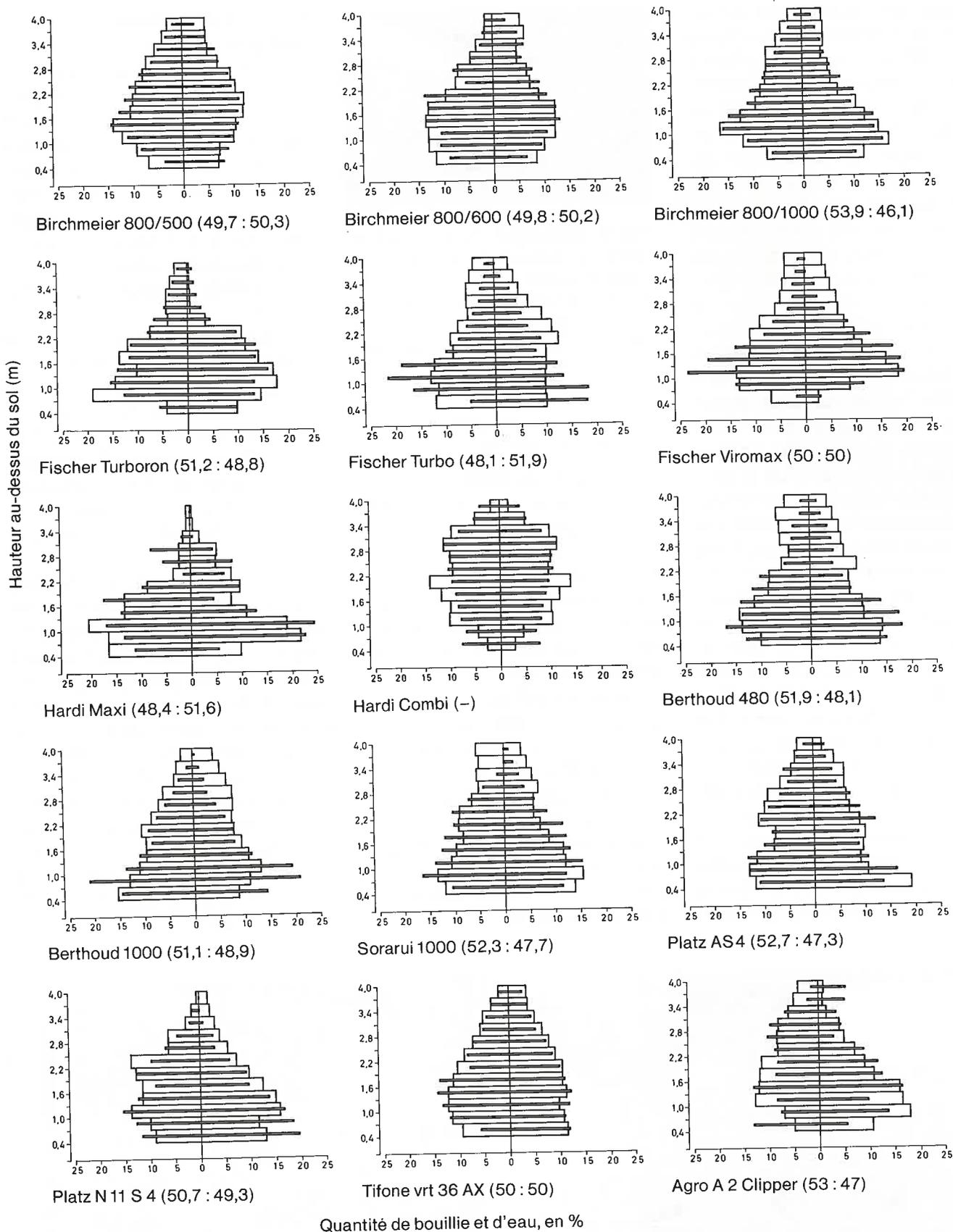


Fig. 12: Résultats de la répartition verticale de la bouillie du côté gauche et droit des pulvérisateurs (Hardi Combi: seulement côté droit).

Barre large: selon l'établissement de la masse à pulvériser, 500 litres/ha (quantité en % gauche : droite).

Barre mince: selon la répartition de l'eau au banc d'essai: 1000 litres/ha. La dimension et la disposition des buses ainsi que le réglage de la machine sont indiqués dans les tableaux 2 et 3.

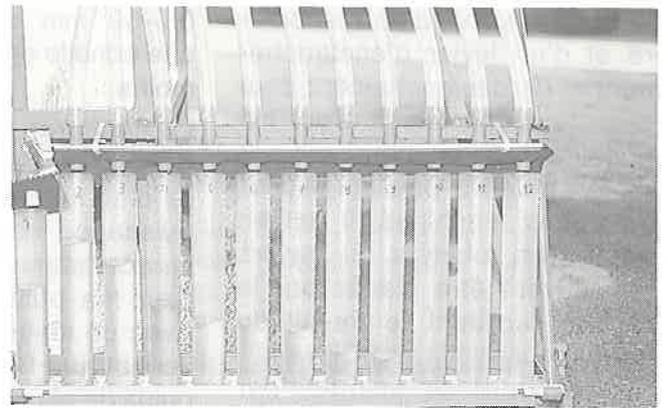
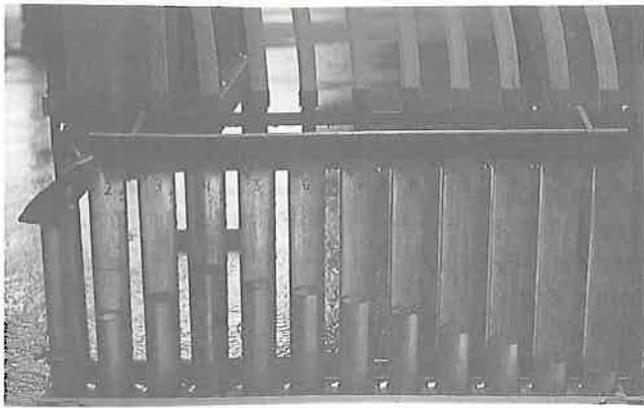


Fig. 11: Répartition verticale de la bouillie selon un réglage conventionnel des buses et des tôles de guidage (à gauche). A droite: essai de réglage selon les formes des arbres en diminuant de façon linéaire la surface des feuilles vers le haut de l'arbre.

Pour des raisons de place, nous avons dû présenter les résultats de la répartition verticale de la bouillie sous forme d'un diagramme (voir Fig. 12). Les résultats de la bouillie déposée et de la répartition de l'eau montrent des tendances très similaires, à part quelques exceptions, et cela malgré des quantités pulvérisées qui variaient entre 500 et 1000 l/ha, des grandeurs de buses différentes et des vitesses de service différentes. Il s'agit donc de régler les tôles de guidage de façon très précise, de bien choisir le genre de buses, de façon à ce que la quantité de bouillie pulvérisée soit bien répartie sur la surface des feuilles. Mais on pourrait déjà

enregistrer un succès considérable, si la répartition moyenne était adaptée à la forme de la couronne des arbres.

Les graphiques montrent de grandes quantités de bouillie, dans un rayon de 3,4-4 m de haut; si l'on part d'une hauteur estimée de 3,1-3,4 m, on s'aperçoit que cela représente une dérive considérable.

L'image symétrique est souvent décalée par rapport au sens de la marche, ce qui provient d'un effet de tourbillon d'air et d'un mauvais réglage des tôles de guidage, particulièrement avec les modèles Fischer Turboron, Hardi Maxi, Sorarui, Platz AS4 et Agro. Pour obtenir un bon guidage de l'air et une bonne adap-

tation aux souffleuses axiales, il faut disposer d'au moins 4 tôles de guidage par côté, avec un marquage qui permet de reproduire le même réglage lors d'une utilisation successive. La moyenne de la répartition verticale est ensuite considérablement influencée par la disposition des buses de diamètres différents tout autour de la couronne de buses et par leur angle d'incidence. L'application optimale de produit par rapport aux besoins de l'arbre et à la protection de l'environnement dépend d'un réglage approprié des buses et des tôles de guidage.

La raccorderie (21-23) se compose en général d'une soupape de réglage à pression (soupape

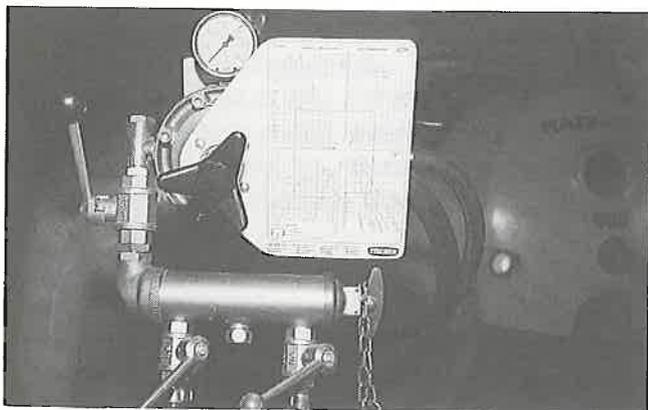


Fig. 13: Un régulateur de membrane avec disp. automatique d'équipression incorporé ou une armature d'équipression (à droite) avec un robinet principal ou par secteur ainsi qu'un manomètre à échelle graduée fine représentent de grands avantages.

de surpression), d'un manomètre et d'un levier d'enclenchement et de déclenchement pour le secteur des buses. Pour les modèles Hardi et Tifone, celui-ci est en matière plastique, pour les autres machines, il est en métal. Les robinets ou leviers qui peuvent être placés sur le tracteur facilitent le travail du conducteur.

Le régulateur de quantité par membrane avec équipression automatique (Fischer) permet un dosage précis de la bouillie, même par vitesse de rotation (tours/min.) fluctuante et en une position. Si on déclenche l'un des secteurs des buses, la pression réglée ne varie pas (équipression Hardi, Fig. 13). Le réglage de la pression du modèle Agro est assez compliqué et ne correspond pas aux exigences actuelles (4 paliers à dents, grossiers et une micro-vis).

L'exactitude d'indication du manomètre est suffisante dans un rayon de pression de 10-40 bar. Une exception toutefois: le manomètre des modèles Berthoud, Platz 1000 et Tifone, qui indique 8-12% de plus dans un rayon de 5-10 bar. La répartition de l'échelle graduée par 5 bar est trop peu précise pour les modèles Birchmeier et Sorarui. Il faudrait avoir un manomètre de

55-60 mm de diamètre avec une échelle graduée par 2 bar et moins.

La décharge sur l'essieu avant du tracteur (24) a une importance prépondérante, en plus de la puissance de la pompe et de la souffleuse, particulièrement pour les pulvérisateurs portés. Avec un réservoir plein, les pulvérisateurs Hardi indiquaient un poids de plus de 600 kg.

Signalisation et protection contre les accidents. Les annonceurs ont été informés par l'Office de vulgarisation pour la protection contre les accidents des lacunes d'équipement des pulvérisateurs concernant la protection contre les accidents. Il s'agissait de catadioptrés, d'un manchon de protection pour l'articulation en croix de l'arbre etc. Des commentaires ont également été faits par rapport à la gaine assez grossière des pulvérisateurs pour les machines Agro, Platz, Sorarui et Tifone; ce genre de gaine pourrait éventuellement occasionner des blessures aux mains.

Le prix (26) s'entend pour le modèle indiqué dans le tableau no 1 avec l'équipement mentionné, faisant partie du pulvérisateur. Cet équipement varie fortement d'un modèle à l'autre.

Conclusions

Le pulvérisateur représente une partie importante de la technique d'application pour l'agriculteur. Il n'est pas encore possible de pulvériser des produits sans qu'il n'y ait aucune dérive, mais il est possible à l'heure actuelle de pulvériser avec très peu de dérive.

Le mesurage des dimensions des gouttes et de la répartition verticale (bouillie et répartition de l'eau) donne une idée de l'importance du choix approprié des buses et de la disposition de celles-ci, mais aussi du réglage des tôles de guidage. Les modèles Birchmeier, Fischer, Berthoud 1000 et Hardi Maxi (souffleuses radiales avec conduits d'air) présente une quantité suffisante de tôles de guidage. Il faudrait toutefois que les tôles soient marquées par rapport à leur position optimale, particulièrement quand il s'agit de souffleuses axiales.

Cet essai avait pour but de motiver les fabricants quant à d'éventuelles améliorations, mais aussi quant à l'élaboration de modes d'emploi bien rédigés.