

Pulvérisateurs et technique d'application dans l'arboriculture biologique

Adapter la technique de pulvérisation aux plantations fruitières

Edward Irla et Jakob Heusser, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen, E-Mail: edward.irla@fat.admin.ch

Le succès de l'arboriculture biologique exige une technique de mise en place, d'entretien et de protection des plantes professionnelle, adaptée à la production et au site. L'objectif est de produire des variétés de fruits à pépins, robustes et résistantes aux maladies ainsi qu'une grande diversité de plantations de basses tiges. Outre l'application de mesures préventives, la production de fruits de qualité suppose une protection directement efficace des arbres contre les maladies et les ravageurs. Or, les produits phytosanitaires biologiques ne sont, de loin, pas aussi efficaces que ceux utilisés dans la production intégrée. C'est pourquoi ils doivent être appliqués et répartis à plusieurs reprises sur les feuilles

comme sur les fruits, et ce, de manière particulièrement homogène.

Les plantations fruitières sont particulièrement hétérogènes en ce qui concerne la distance entre les rangées d'arbres, entre les arbres eux-mêmes, en ce qui concerne la taille ou la forme de ces derniers, ainsi que leur volume et la densité de leur feuillage. Les conditions d'application pendant la période végétative ne sont pas les mêmes de la pousse jusqu'à la pulvérisation finale et posent des exigences élevées en termes d'équipements et de maniement des pulvérisateurs. Plusieurs pulvérisateurs ont été testés dans trois plantations de pommiers. Ces essais montrent que pour obtenir une application de bonne qualité, il faut que les

appareils soient réglés de manière ciblée suivant le stade de développement des arbres. Un certain nombre de paramètres sont décisifs à ce niveau. Il s'agit du débit et de la canalisation de l'air, du type et de la position des buses, de la quantité d'eau (300 à 1000 l/ha), de la taille des gouttes et enfin, de la vitesse de progression des machines de 5 à 8 km/h. Les pulvérisateurs avec souffluses axiales inversées et déflecteurs se caractérisent par une meilleure canalisation de l'air et un meilleur dépôt des produits phytosanitaires, ainsi que par des pertes de dérive plus faibles que les pulvérisateurs équipés de souffluses axiales (fig. 1). Le réglage de ces dernières exige légèrement plus de temps.



Fig. 1: Les pulvérisateurs équipés de souffluses axiales inversées avec déflecteur permettent d'appliquer les produits phytosanitaires dans le respect des plantes et de l'environnement (Fischer 900 Hi).

Sommaire	Page
Problématique	2
Plantations fruitières et pulvérisateurs	2
Répartition verticale et dépôt des produits phytosanitaires	2
Maniement des pulvérisateurs	6
Conclusions	8
Bibliographie	8

Problématique

Dans les cultures biologiques de fruits à pépins, les maladies comme la tavelure, l'oïdium et la maladie de la suie, ainsi que les ravageurs comme les pucerons, les vers des pommes, les hoplocampes du pommier, etc. peuvent causer d'importantes pertes de qualité et de rendement. Outre les mesures préventives, il est donc indispensable de traiter les cultures à plusieurs reprises avec des insecticides et des fongicides. En général, les produits phytosanitaires biologiques sont moins efficaces et ont une action moins durable que les produits chimiques de synthèse. Ils posent également des exigences plus élevées en ce qui concerne les pulvérisateurs et la technique d'application. Les produits à base d'alumine sont particulièrement abrasifs et peuvent obstruer les appareils et accroître l'usure normale. C'est pourquoi les pulvérisateurs équipés de buses rotatives, prévues pour une quantité de bouillie de 80 à 200 l/ha, n'étaient pratiquement pas en mesure de fonctionner (fixations et engrenages des buses bouchés). Les problèmes rencontrés à ce niveau nous ont conduits à effectuer des relevés par rapport à la technique d'application dans différentes exploitations biologiques.

Plantations fruitières et pulvérisateurs

Les essais de pulvérisateurs utilisés dans la pratique ont été effectués début septembre 2004 sur trois sites différents avec trois variétés de pommes et des arbres ayant un feuillage complet (tab. 1, fig. 2, 3, 4). Les données citées se réfèrent uniquement à la partie de la plantation sur laquelle ont été effectués les essais (= conditions d'application). Indépendamment des variétés testées, les exploitations cultivent environ dix à trente variétés différentes, ce qui représente un volume d'arbres de 12 000 à 15 000 m³/ha au maximum.

Le réglage des pulvérisateurs et le choix de la quantité d'eau/ha ainsi que celui de la vitesse d'avancement des machines sont basés sur l'expérience propre de l'exploitant ainsi que sur le test de pulvérisateurs (tab. 2). Les angles d'incidence des buses et des déflecteurs d'air mesurés à l'aide d'un goniomètre définissent la position de ces dispositifs sur la coque de la souffleuse. Les pulvérisations des pommiers ont eu lieu alors que les conditions météorologiques étaient favorables; vitesse du vent de 0 à 1 m/s, température de l'air de 20 à 22 °C et feuilles sèches.

Répartition verticale et dépôt des produits phytosanitaires

La répartition du produit à la surface des feuilles sur toute la hauteur de l'arbre est

très variable suivant la forme de culture et la variété cultivée. Dans une plantation de pommiers taillés en forme de fuseau, elle diminue considérablement de bas en haut. Pour éviter tout sur- ou sous-dosage, il est indispensable d'adapter la répartition verticale de la bouillie.

Il est possible de déterminer très précisément le réglage des pulvérisateurs qui convient à la forme des arbres grâce au test des pulvérisateurs réalisé sur deux bancs d'essais à lamelles. Ce réglage sert de point de départ pour une répartition optimale des produits phytosanitaires sachant qu'il faut encore tenir compte de l'état du feuillage des arbres, des conditions météorologiques, du débit d'air de la souffleuse et de la vitesse d'avancement de la machine (fig. 5). Lorsque la souffleuse est équipée d'un déflecteur, les distances entre les surfaces pulvérisées par les buses sont plus courtes, ce qui permet une meilleure répartition du produit et une réduction de la dérive.

La répartition et le dépôt de la bouillie dans les plantations fruitières biologiques ont été contrôlés avec de l'eau et à l'aide de bandelettes de papier réagissant à l'eau. Les bandelettes de papier ont été fixées des deux côtés sur des lattes en bois de 3 m placées dans les rangées d'arbres et ont ainsi permis de déterminer la répartition verticale du produit du côté gauche et droit de l'appareil (fig. 6). Le dépôt du produit sur la face inférieure et supérieure des feuilles a été enregistré et évalué à quatre niveaux dans l'arbre. Des pulvérisations dans cinq voies de passage voisines ont permis de tenir compte de l'influence latérale. Les figures 7, 8 et 9 donnent un aperçu de la qualité de pulvérisation.

Tab. 1: Plantations fruitières biologiques et équipement des pulvérisateurs.

Position		Bad Ragaz SG	Remigen AG	Steinebrunn TG
Plantation fruitière	ha	18	9 / avec filets anti-grêle	2
Variété de pommes		Ariwa	Gravensteiner	Cox Orange
Distance entre les rangées/arbres	m	3,5 / 1,2	3 / 1	3,1 / 0,9
Forme/hauteur des arbres	m	Fuseau / 3,2	Fuseau / 3	Haie étroite / 2,5
Volume des arbres	m ³	10 000	10 000	6 400
Pulvérisateur		Tifone Storm 32	Fischer Viromax 900 Hi	Berthoud Arbo BX 10
Remorque avec:		Chape d'attelage	Timon d'attelage rotatif	Chape d'attelage
Pneus	mm, pouce	235 / 75-15	11,5 / 80-15,3	11,5 / 80-15,3
Réservoir/Brasseur	l	1000 / 1 injecteur	1000 / 2 injecteurs	1000 / 2 injecteurs
Pompe: - Modèle/pression max.	bar	TE 110 / 50	APS 100 / 40	G 82 F / 40
- Type/débit	l/min.	3 pompes à membranes à piston/107	3 pompes à membranes à piston/99	3 pompes à piston/85
Trémie = T / Filtre		-/filtre d'aspiration, à compression	T/filtre d'aspiration, à compression, de buses	T/filtre d'aspiration, à compression, de buses
Buses: Jet conique		Albuz ATR; marron ¹⁾ , vert	Teejet TX; jaune, rouge	Albuz ATR; jaune, vert
Nombre		2 x 16	2 x 14	2 x 12
Souffleuse		axiale	axiale inversée avec déflecteur	axiale
Déflecteurs réglables	nbre	16	16	10
Débit d'air pour 540 t/min	m ³ /h	30 300 / 37 800 / 40 500	35 500 / 40 900	36 300 / 41 600
Tableau de bord: électrique ²⁾		Soupape à ressort	Doseur à membrane	Soupape à ressort
Manomètre: pression max./échelle	bar	60 / 0,2 pour 0-15	60 / 0,5 pour 0-30	60 / 0,2 pour 0-15

¹⁾ nouveau ATR orange

²⁾ indicateur de pression constante



Fig. 2: Les plantations qui présentent un important volume d'arbres exigent que le débit d'air et la vitesse de progression de la machine soient bien adaptés. Un tel résultat peut être obtenu grâce au réglage manuel continu de l'angle des pales (Tifone).



Fig. 3: Les remorques avec un timon d'attelage rotatif permettent de bien suivre la voie de passage et sont très maniables. L'air étant aspiré par l'avant, il n'y a pratiquement aucune réaspiration des gouttes (Fischer).

Fig. 4: Une haie d'arbres étroite exige une quantité de bouillie par hectare et un débit d'air réduits en conséquence. Souffleuse axiale sans déflecteur (Berthoud).

Tab. 2: Réglage des pulvérisateurs pour les essais dans les plantations de pommiers.

Pulvérisateurs		Tifone Storm 32				Fischer Viromax 900 Hi				Berthoud Arbo BX 10			
Quantité d'eau épanchée	l/ha	300				500				500			
Buses à jet conique	nombre	Albus marron / 16				Teejet jaune / 14				Albus jaune / 11			
Pression de service	bar	13				9				12			
Niveau de la souffleuse / régime de la prise de force	t/min	2,5 / 450				1 / 400				1 / 400			
Débit d'air	m³/h	32 600				26 300				26 800			
Vitesse de progression	km/h	6,5				7,5				5,0			
Angle d'incidence des buses et des déflecteurs		Buses		Déflecteurs		Buses		Déflecteurs		Buses		Déflecteurs	
en degrés de haut en bas:		G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D
G = gauche	1	42	66	56	61	56	60	74	73	69	zu	43	45
D = droite	2	39	62	52	44	48	48	59	53	53	36	55	35
	3	27	45	48	34	38	34	51	48	39	15	34	21
	4	21	43	36	31	24	24	42	45	25	8	18	-7
	5	20	27	16	13	18	17	36	35	11	0	-8	-12
	6	11	24	10	10	6	-5	21	24	-4	-20		
	7	-6	8	3	5	5	-8	15	21				
	8	2	22	5	5			-2	2				

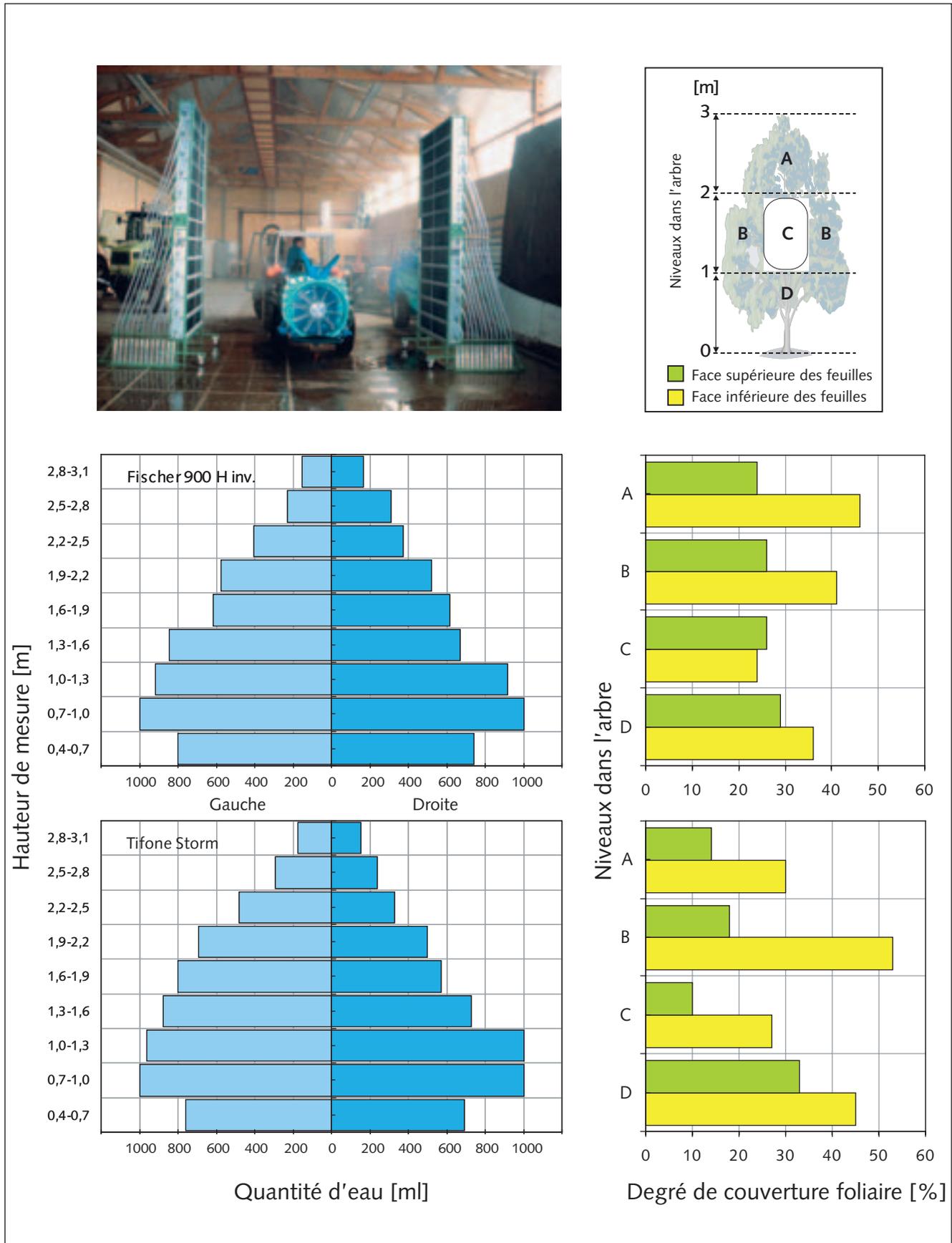


Fig. 5: En haut: Deux bancs d'essais à lamelles FAT permettent d'optimiser le réglage de base du pulvérisateur par rapport à la forme de l'arbre. A gauche: Exemples de répartition verticale d'eau. A droite: bien qu'on ait prévu une quantité plus faible d'eau dans la zone supérieure, pratiquement toutes les niveaux de mesure dans l'arbre affichent soit une bonne couverture foliaire, soit une couverture hétérogène (avec/sans déflecteur).



Fig. 6: La répartition verticale et le dépôt de produit sur les deux faces des feuilles (à droite) ont été contrôlés à l'aide de papier réagissant à l'eau.

Le pulvérisateur **Tifone** a généralement permis d'obtenir une bonne répartition verticale des gouttes sur une hauteur de 0,5 à 3 m (fig. 7). Lorsque la rangée d'arbres est traitée avec le côté gauche de l'appareil, puis le côté droit, la répartition est relativement homogène. A tous les niveaux de l'arbre ou presque, on constate une bonne répartition des gouttes sur la face inférieure et supérieure des feuilles. Par contre, la quantité d'eau de 300 l/ha et le faible spectre des gouttes se sont avérés trop justes pour un volume d'arbres de 10 000 m³/ha. Suite à un débit d'air relativement élevé, les gouttes ont parfois été réaspirées par l'appareil. En 2005, il est prévu d'employer une quantité de bouillie de 500 l/ha et les buses «Albus orange», qui sont plus grosses.

Le pulvérisateur **Fischer** avec souffluse axiale inversée et défecteur a permis d'obtenir une bonne répartition verticale du produit des deux côtés de la voie de passage et sur toute la hauteur de mesure (fig. 8). Certes, la couverture des feuilles par les gouttes diminue rapidement dès 2,5 à 3 m, mais reste encore suffisante. La face supérieure de la majorité des feuilles présente une couverture nettement meilleure que la face inférieure. Ce phénomène est apparemment dû à la disposition des feuilles qui varie selon les variétés et la phase de végétation, à la direction du flux d'air et aux résistances auxquelles il doit faire face dans la plantation fruitière équipée de filets anti-grêle ainsi qu'à la vitesse relativement élevée de la machine (7,5 km/h).

Le pulvérisateur **Berthoud** a également permis d'obtenir une bonne répartition verticale dans une plantation où les pommiers étaient relativement espacés avec un volume d'arbres de seulement 6400 m³/ha (fig. 9). La répartition sous forme de taches est liée à la quantité d'eau de 500 l/ha et à la vitesse relativement réduite de progression de la machine (5 km/h). A noter toutefois que les bandelettes de papier fixées sur les lattes en bois ont été touchées plusieurs fois par les gouttes. L'influence de l'arrêt d'une buse en haut à droite à cause du tourbillon d'air et de la hauteur des arbres (2,5 m) se fait nettement sentir dans le tronçon supérieur de mesure. La répartition des gouttes sur la face supérieure des feuilles est nettement meilleure que sur la face inférieure jusqu'à 2 m de haut. Le jet d'air de la souffluse axiale soulève les feuilles, mais son effet ne se fait sentir qu'au niveau le plus haut de l'arbre (A) où l'on peut observer un dépôt légèrement meilleur du produit sur

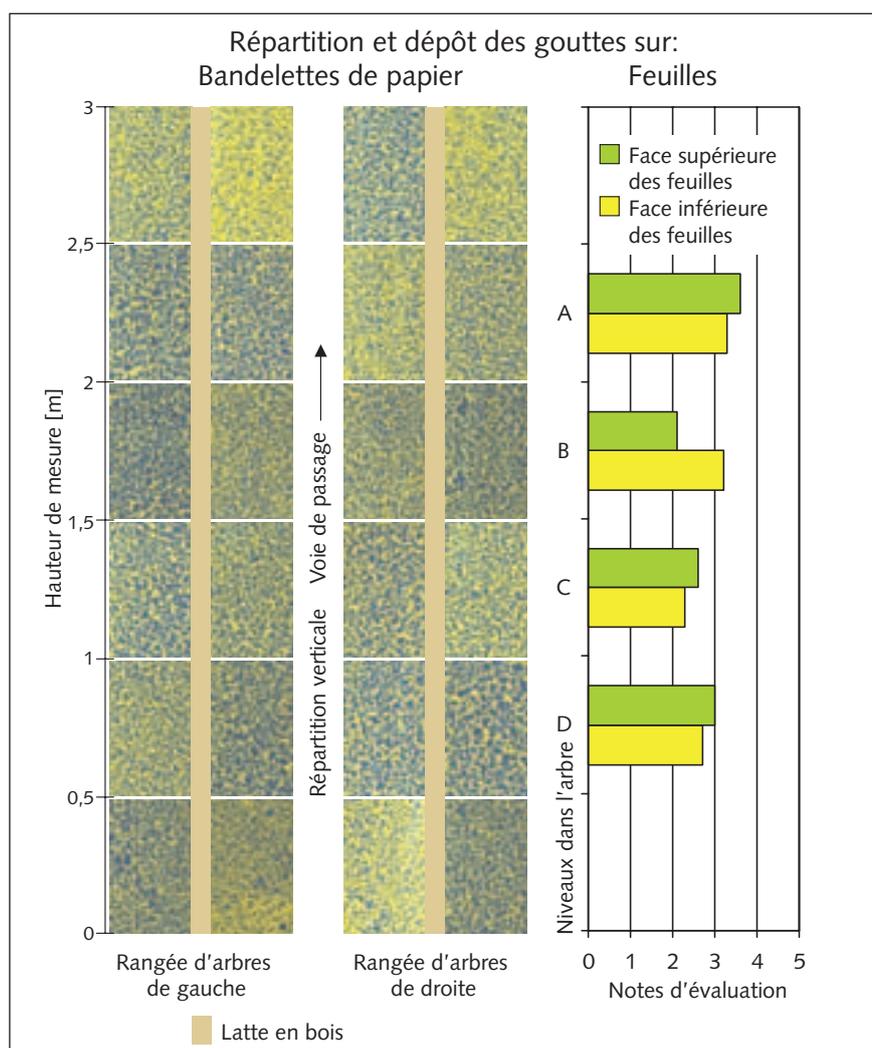


Fig. 7: a) Répartition verticale et dépôt des gouttes sur les feuilles (Tifone).

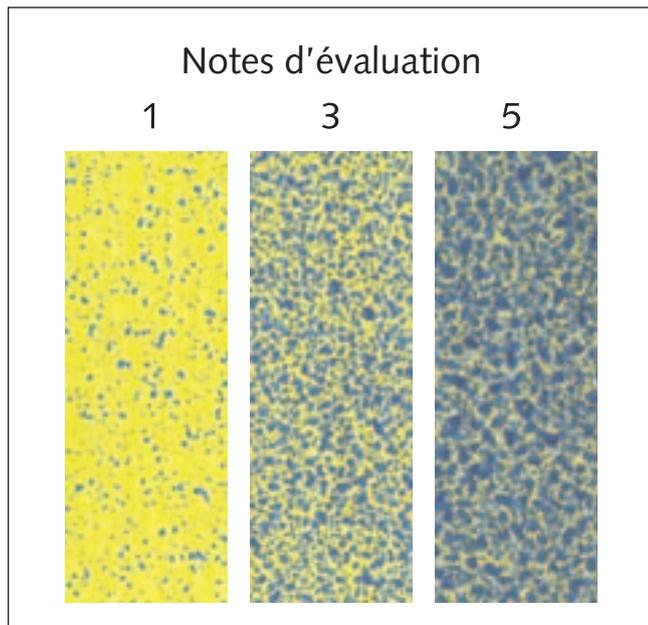


Fig. 7: b) Evaluation du dépôt de produit sur les feuilles: 1 = satisfaisant, 2 = bon, 3 = très bon.

la face inférieure des feuilles. La répartition de la bouillie de 0,2 à 0,5 m de haut est sensée permettre de traiter les branches et les fruits les plus bas.

Maniement des pulvérisateurs

Pour pouvoir épandre les produits phytosanitaires dans le respect des plantes et de l'environnement, il est indispensable que le pulvérisateur soit équipé et manipulé de manière professionnelle. Or, pour pouvoir régler l'appareil le mieux possible, il est nécessaire, entre autres, d'avoir de bonnes connaissances de la plantation fruitière, des maladies et des ravageurs, des propriétés physiques et du mode d'action des produits phytosanitaires ainsi que de déterminer le volume des arbres/ha et de doser les produits de traitement (cf. fiche de l'IRAB «Pflanzenschutz im Biokernobstbau», protection des plantes dans les cultures biologiques de fruits à pépins).

La quantité de bouillie dépend essentiellement du volume d'arbres, du ravageur ou de la maladie à traiter et du produit phytosanitaire. Pour un volume d'arbres de 10 000 m³/ha, on utilise généralement 500 l/ha. Un tel volume permet d'effectuer des traitements contre la tavelure, l'oïdium, les pucerons et les vers des pommes. Par contre, on applique 1000 l/ha contre la maladie de la suie, les araignées rouges, les pucerons lanigères et les hoplocampes du pommier. En cas de modifications du volume d'arbres, les quantités d'eau et de produits sont calculées et adaptées proportionnellement. Etant donné les quantités d'eau relativement élevées par hectare, les passages du pulvérisateur doivent d'abord être effectués une voie sur deux ou trois. Le fait de décaler les passages permet aux arbres déjà traités de sécher un peu. Cette méthode a l'avantage d'améliorer le dépôt de bouillie de l'autre côté de l'arbre et de réduire le risque de taches dues à la pulvérisation.

La majorité des produits phytosanitaires se présentent sous forme de poudre. Mélangés à de l'eau, ils forment une suspension appelée bouillie. Un brasseur assure une concentration homogène de la bouillie dans le réservoir. Dans la pratique, les **produits à base d'alumine** exigent un soin tout particulier. Le mode d'emploi suivant a fait ses preuves: il consiste à mélanger d'abord le produit avec de l'eau dans un seau, puis à le verser dans le réservoir alors que la prise de force est enclenchée et à

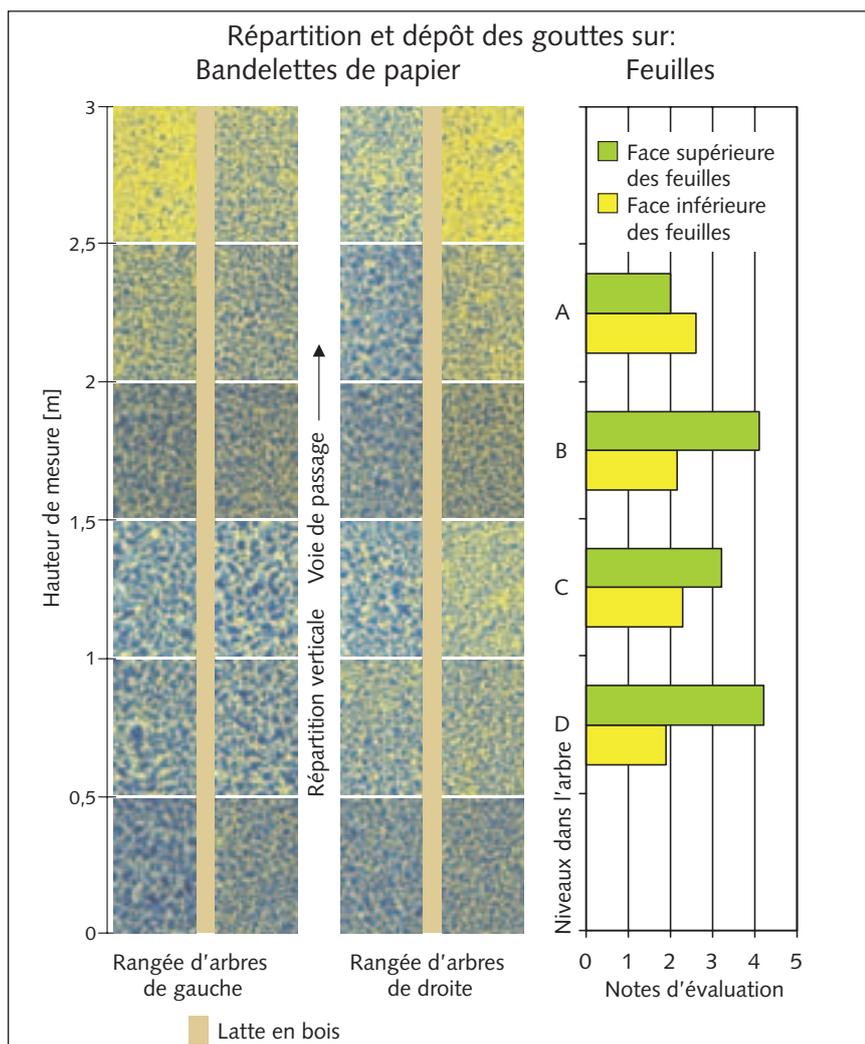


Fig. 8: Répartition verticale et dépôt des gouttes sur les feuilles (Fischer).

le mélangeur à l'aide du brasseur pendant toute la durée de la pulvérisation. En cas d'interruption du travail, le brasseur doit rester enclenché. Aussitôt après le traitement, l'intérieur et l'extérieur du pulvérisateur doivent être rincés soigneusement à l'eau. Pour ce faire, il faut démonter les filtres et les buses et éliminer tous les dépôts de produits. Il est recommandé de faire tremper les buses dans de l'eau vinaigrée.

Les **buses** utilisées sont généralement des buses doubles à jet conique avec une embouchure en céramique ou en plastique et un angle de pulvérisation de 80°. Dans la plage de pression comprise entre 5 et 10 bar, il est par exemple possible d'obtenir une couche suffisante avec les buses Albus ATR jaunes, oranges, rouges et vertes ou les buses Teejet TXVK vertes, jaunes, bleues et rouges. Jusqu'à présent, les buses à injection d'air qui ont un spectre de gouttes plus grossier ne sont pratiquement pas utilisées dans l'arboriculture biologique.

Le débit et la canalisation de l'air ainsi que le type de souffeuse sont déterminants pour la répartition et le dépôt des gouttes sur la face inférieure et supérieure des feuilles (fig. 10). Un débit d'air trop élevé peut entraîner un dépôt insuffisant

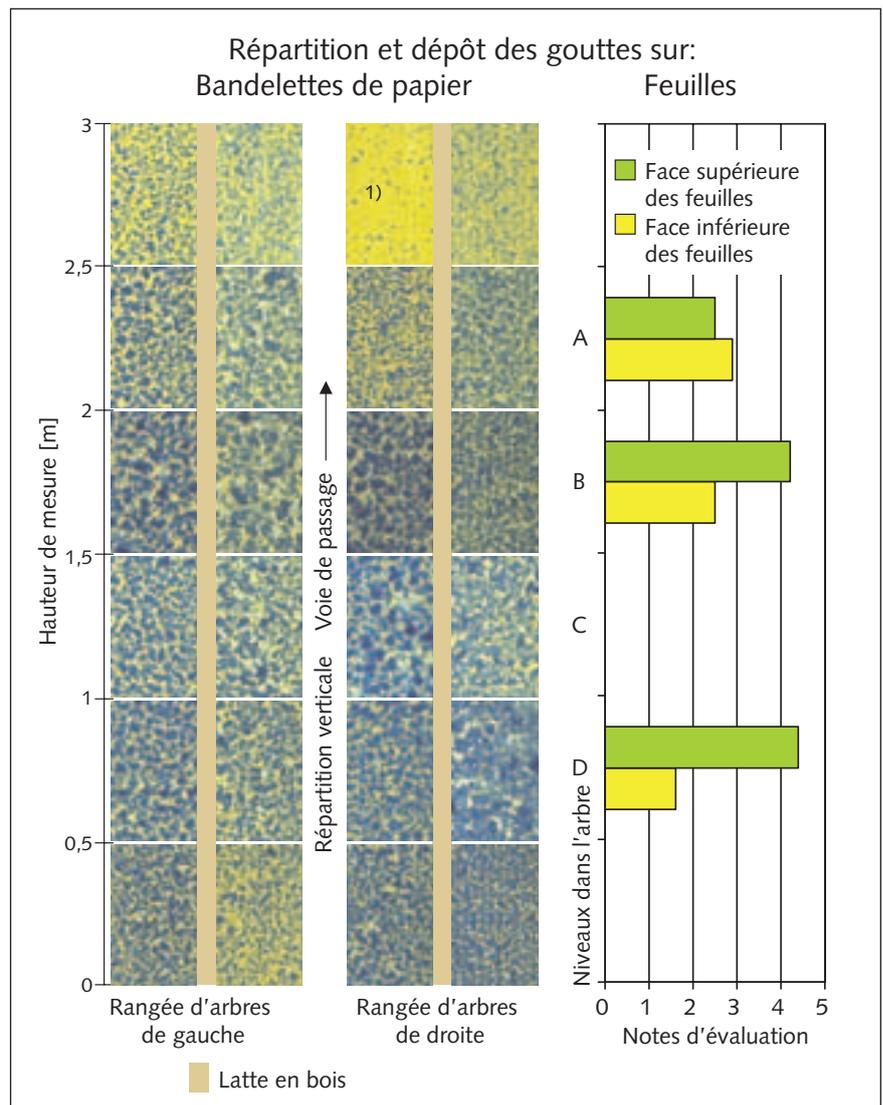


Fig. 9: Répartition verticale et dépôt des gouttes sur les feuilles (Berthoud).
1) Buses fermées

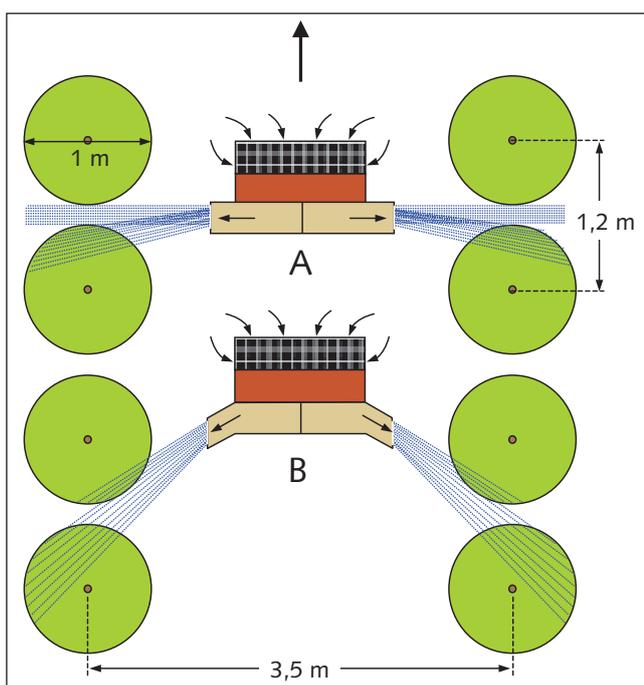


Fig. 10: Schéma du mode de fonctionnement du pulvérisateur avec souffeuse axiale inversée:
A = avec un angle de pulvérisation de 90° par rapport à la direction d'avancement de la machine, une partie de la bouillie est envoyée de manière incontrôlée dans les voies de passage voisines (elle passe par les interstices).
B = par contre, avec un angle de pulvérisation de 40 à 45° vers l'arrière, les gouttes sont retenues par le feuillage.

du produit et des pertes importantes par dérive. Au contraire, un débit d'air trop faible est néfaste en ce qui concerne le dépôt du produit au centre de l'arbre. Lorsqu'on pulvérise, on cherche à obtenir un flux d'air symétrique, turbulent, contrôlé par des déflecteurs.

Pour que le produit pénètre bien au cœur des arbres produisant des fruits à pépins, il faut en général un débit d'air compris entre 15 000 et 30 000 m³/h et une **vitesse de progression** de 5 à 8 km/h. La quantité d'air pulsée est généralement adaptée à l'aide d'une transmission à deux niveaux du régime de la prise de force ou par réglage de l'angle des pales. Un dispositif de réglage en continu du régime de la prise de force ou de l'angle des pales de la souffeuse depuis le tracteur permettrait d'adapter le débit d'air de manière optimale en fonction du feuillage des arbres. Mais il n'existe pour l'instant pratiquement aucune solution de ce type susceptible d'être employée dans la pratique. Les débits d'air relevés pour 13 pulvérisateurs sont disponibles dans le rapport FAT n° 499.

Un **contrôle** du réglage des appareils doit également être effectué dans la plantation fruitière à l'aide de papier réagissant à l'eau. Ce dernier est agrafé sur la face inférieure et supérieure des feuilles ainsi que sur les fruits sur toute la hauteur du feuillage. Des pulvérisations-tests sont effectuées avec de l'eau. Après quoi, le débit d'air, la vitesse de progression des machines ainsi que la position des buses et des déflecteurs peuvent éventuellement être corrigés. La règle d'or est la suivante: lorsque le feuillage est complet, les gouttes doivent à peine être visibles de l'autre côté de l'arbre.

Conclusions

Les relevés relatifs à la technique d'application des produits phytosanitaires, effectués dans les cultures de pommes biologiques, montrent que pour épandre les produits dans le respect des plantes et de l'environnement, il est indispensable que le pulvérisateur soit bien adapté à la plantation fruitière traitée. Etant donné la complexité des facteurs d'influence, les conditions d'utilisation changeantes, la diversité des produits phytosanitaires et des quantités de bouillie par hectare, on privilégie les pulvérisateurs universels. Equiper les souffeuses axiales d'un déflecteur contribue à réduire les distances entre les surfaces pulvérisées par les buses dans la moitié supérieure de l'arbre. D'autre part, le fait de canaliser l'air en biais permet d'améliorer la répartition du produit et de réduire les pertes par dérive. Ces dernières dépendent de l'adéquation du débit d'air, de la vitesse de progression de la machine de 5 à 8 km/h, de la taille des gouttes et de l'état du feuillage. Des buses à jet conique avec une ouverture moyenne à grossière et une pression comprise entre 5 et 10 bar sont appropriées.

En ce qui concerne le maniement des appareils, il convient de tenir compte des expériences tirées des tests pratiques de pulvérisateurs et des indications et recommandations figurant sur l'emballage des produits phytosanitaires. Par ailleurs, il est vivement recommandé de contrôler le réglage des appareils dans la plantation fruitière à l'aide de bandelettes de papier réagissant à l'eau. En cas d'utilisation de produits à base d'alumine, la bouillie doit sans cesse être brassée dans l'appareil.

Enfin, les filtres et les buses notamment doivent être nettoyés soigneusement immédiatement après le traitement.

Perspectives: Les exigences qui portent sur le châssis, sur le respect du sol par les pneus, sur le réservoir, le tank d'eau douce et d'eau de rinçage, le brasseur, la pompe, les filtres, les buses, la souffeuse et le tableau de bord sont nombreuses, mais sont différemment satisfaites suivant l'appareil. Actuellement, la norme européenne (EN) contribue considérablement à l'homogénéisation et à l'amélioration de l'équipement des pulvérisateurs.

Bibliographie

Häseli A., Weibel F., Daniel C., Schmid A., Tamm L. et Wyss E., 2005. FiBL-Merkblatt Pflanzenschutz im Biokernobstbau, 10–11.
Höhn H. et al., 2004. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2004. FAW-Flugschrift Nr. 122, 50–55.
Irla E., Heusser J., Siegfried W. et Holliger E., 1997. Pulvérisateurs pour l'arboriculture, Rapport FAT 499.
Rüegg J., Siegfried W., Holliger E., Viret O. et Raisigl U., 1999. Anpassung der Menge des Pflanzenschutzmittels an das Baumvolumen der Kern- und Steinobstbäume, Schweiz. Z. Obst-Weinbau 135, Separat-Druck.

Impressum

Edition: Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Les Rapports FAT paraissent environ 20 fois par an. – Abonnement annuel: Fr. 60.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothèque, CH-8356 Ettenhausen. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).
ISSN 1018-502X.

Les Rapports FAT sont accessibles en version intégrale sur notre site Internet (www.fat.ch).