



CHOIX DES BUSES, RÉGLAGES ET QUALITÉ DE PULVÉRISATION

1. CHOIX DES BUSES

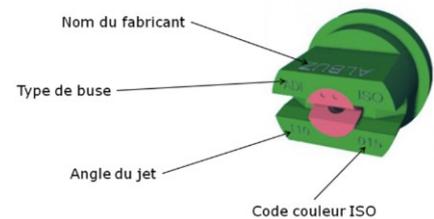
Pour une configuration de pulvérisateur donnée, il convient d'optimiser les réglages avec un choix de buses limitant la dérive et maximisant la qualité de répartition en végétation.

LES BUSES

Les buses sont déterminantes dans la qualité de la pulvérisation.

Une buse accomplit plusieurs fonctions :

- Calibre le débit à pression donnée
- Disperse la bouillie selon un angle et une forme de jet (conique, plat, plein, creux)
- Atomise la bouillie selon un spectre de gouttelettes



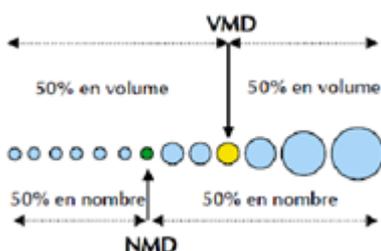
NOMENCLATURE DES BUSES

Les buses sont classifiées selon un code couleur. La norme ISO est aujourd'hui utilisée :

Tableau des débits (l/min)

Pression (bar)	LILAS 80-0050	ROSE 80-0075	ORANGE 80-01	VERT 80-015	JAUNE 80-02	VIOLET 80-025	BLEU 80-03	ROUGE-BRUN 80-035	ROUGE 80-04	MARRON 80-05
3	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0,26	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	1,81	2,07	2,58
6	0,28	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,83
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	3,06
8	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,29	2,61	3,27
9	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	2,08	2,42	2,77	3,46
10	0,37	0,55	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,56	2,92	3,65
11	0,38	0,57	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	2,68	3,06	3,83
12	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2,00	2,40	2,80	3,20	4,00
13	0,42	0,62	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	2,91	3,33	4,16
14	0,43	0,65	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,02	3,46	4,32
15	0,45	0,67	0,89	1,34	1,79	2,24	2,68	3,13	3,58	4,47
16	0,46	0,69	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,23	3,70	4,62
17	0,48	0,71	0,95	1,43	1,90	2,38	2,86	3,33	3,81	4,76
18	0,49	0,73	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,43	3,92	4,90
19	0,50	0,75	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	3,52	4,03	5,03
20	0,52	0,77	1,03	1,55	2,07	2,58	3,10	3,61	4,13	5,16

Tableau des débits des buses selon la pression (norme ISO)



Représentation VMD et NMD

Les dimensions moyennes des gouttes sont basées sur leur volume (VMD et NMD en μm). Ces informations permettent d'apprécier le risque de dérive.

Afin de la limiter au mieux, les valeurs de VMD et de NMD doivent être proches de 300 à 400 μm et leur rapport proche de 1. Les buses anti-dérive sont les seules à pouvoir générer cette taille de goutte. Cependant l'augmentation de la taille des gouttes engendrera une moins bonne couverture de la cible pour un même volume de bouillie.



ATR 80°										
bar	BLANC	LILAS	MARRON	JAUNE	ORANGE	ROUGE	GRIS	VERT	NOIR	BLEU
5	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F
7	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F
10	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F
15	TF	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F
20	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF

TVI 80°								
bar	VIOLET 80-0050	ROSE 80-0075	ORANGE 80-01	VERT 80-015	JAUNE 80-02	LILAS 80-025	BLEU 80-03	ROUGE 80-04
5			UG	UG	UG	UG	UG	UG
7	UG	TG	UG	UG	UG	UG	UG	UG
10	XG	TG	XG	XG	XG	XG	UG	UG
15	TG	G	TG	TG	TG	XG	UG	UG

TF Très fine (< 159 µm) -
 F Fine (> 159 / < 231 µm) -
 M Médium (> 231 / < 326 µm) -
 G Grosse (> 326 / < 386 µm)
TG Très grosse (> 386 µm / < 484 µm) -
 XG Extrêmement grosse (> 484 / < 553 µm) -
 UG Ultra grosse (> 553 µm)

Tailles des gouttelettes diffusées par les buses ATR (buse classique) et TVI (buse à injection d'air) en fonction de la pression de pulvérisation

Plus la pression est importante à l'entrée de la buse, plus celle-ci générera des gouttes fines. Le choix de buse est un compromis selon la taille de goutte souhaitée, la pression d'utilisation et le volume recherché.

Plusieurs catégories de buses sont utilisées en viticulture :

Buses classiques à jet plat	Buses à jet plat avec injection d'air	Buses à turbulence classiques à jet conique	Buses à turbulence avec injection d'air à jet conique
<p>Pour ce type de buses, la pression d'utilisation recommandée est comprise entre 2 et 4 bars.</p> <p>Elles sont intéressantes du fait que la finesse des gouttes augmente le taux de recouvrement ainsi que la densité des impacts. Mais elles restent sensibles à l'évaporation.</p>	<p>Buses idéales pour équiper les panneaux récupérateurs et également les configurations face par face à jet porté, où elles apportent d'excellents résultats.</p> <p>Buses conseillées également sur les aéro-convecteurs.</p>	<p>Il est inutile de faire fonctionner les buses à turbulence classiques au-dessus de 8 bars, sous peine de générer trop de fines gouttes sujettes à une dérive trop importante.</p> <p>Large couverture avec des angles variant de 80 à 120°.</p> <p>Classiquement utilisées en version jet projeté en début de traitements.</p>	<p>Entre 8 et 12 bars (ne pas descendre en dessous de 8 bars car les gouttes seraient trop grosses).</p> <p>Buses conseillées pour les aéro-convecteurs ou face par face en jet porté.</p> <p>Plus sensibles au bouchage, il faut un bon système de filtration sur le circuit.</p>



Lechler LU (céramique)



Lechler IDK (entre 4 et 8 bars)



Teejet TXA (jet conique plein entre 3 et 8 bars)



Albuz TVI 80 (jet conique creux)



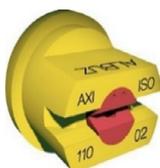
Teejet XR (céramique)



Albuz AVI 80° (entre 10 et 12 bars)



Albuz ATR (jet conique creux entre 3 et 8 bars)



Albuz AXI (céramique)



Albuz CVI (entre 10 et 12 bars)

La buse est un organe qui s'use :

L'utilisateur doit veiller à ce qu'elle réponde toujours aux exigences initiales : le débit et le spectre de gouttes. L'usure entrainera un surdosage à certains endroits du spectre, une hétérogénéité de débit et de spectre de gouttes, ainsi qu'un mauvais recouvrement.

- Les buses en céramique s'usent peu mais coûtent plus cher
- Les buses en Inox sont très précises lorsqu'elles sont neuves, mais perdent rapidement de leur précision
- Les buses en résine de synthèse (polymère) : le matériau a une résistance variable avec un rapport qualité prix intéressant.



LES PASTILLES DES APPAREILS PNEUMATIQUES

Elles ont pour fonction de calibrer le débit de la pulvérisation juste en amont des sorties. Il est à noter que leurs sens de montage a une influence sur le débit. Plusieurs modèles existent, mais les pastilles type Albus AMT sont les plus utilisées.



2. RÉGLAGES DU PULVÉRISATEUR

LE DÉBIT DU PULVÉRISATEUR

Il dépend de la somme des débits des buses (voir tableau des débits des buses selon la pression) et de la vitesse d'avancement du tracteur. Les formules suivantes permettent de calculer la vitesse du pulvérisateur, son débit et le volume de bouillie appliqué :

Vitesse d'Avancement V en km/h	Débit D en L/min	Volume appliqué en L/ha
$v = \frac{D}{T} \times 3,6$	$D = \frac{Q \times L \times V}{600}$	$Q = \frac{D \times 600}{L \times V}$
V : Vitesse d'avancement (en km/h) D : Distance (en m) T : Temps (en s)	D : Débit total (en L/min) Q : Volume appliqué (en L/Ha) L : Largeur de travail (en m) V : Vitesse d'avancement (en km/h)	D : Débit total (en L/min) Q : Volume appliqué (en L/Ha) L : Largeur de travail (en m) V : Vitesse d'avancement (en km/h)

La vérification du débit doit s'effectuer avec la Prise De Force (PDF) enclenchée au régime de travail habituel, sur une distance de 100 m (deux repères visibles), en ligne droite et sur sol plat. L'ensemble de l'appareil doit être lancé à la vitesse de travail habituel au premier repère et ne doit ralentir qu'après le passage du deuxième repère.



À noter : Il n'y a pas besoin d'actionner la soufflerie.

LA PRESSION D'UTILISATION

Elle doit respecter la gamme de pression de la norme de la buse. Si la pression de pulvérisation est trop élevée, les gouttelettes seront beaucoup plus fines, plus nombreuses, mais elles seront surtout plus sensibles à la dérive et à l'évaporation. A contrario, une pression trop basse entraînera une mauvaise formation de l'angle et donc un mauvais recouvrement.



À noter : Il faut de façon régulière vérifier que la pression affichée sur le manomètre est bien la même que celle à l'entrée des buses.

Pression de la pulvérisation		
Trop faible	→	Trop forte
Buses classiques	Cône du jet non formé	Dérive, embruns liés aux gouttes trop fines, perte d'efficacité liée à l'évaporation du produit en conditions sèches
Buses à injection d'air	Gouttes trop grosses	Gouttes idéales pour l'efficacité de la pulvérisation et la réduction de la dérive
		Volume/hectare important entraînant une diminution de l'autonomie du pulvérisateur

Schéma pression et performance ©IFV



Vérification du débit de la buse

Cette vérification doit être pratiquée sur une valeur entière de pression (pas de virgule) afin de se référer à la valeur du constructeur. La mesure du débit de la buse doit être réalisée à l'aide d'un pichet mesureur placé au plus près de la buse afin de récolter l'ensemble du liquide pulvérisé. Ce prélèvement doit s'effectuer sur une durée minimale d'une minute. Plus le prélèvement se fera sur une durée importante, plus la lecture sera précise.

Attention, ce type de test nécessite le débrayage du système de ventilation.

Exemple : Pour une buse couleur ISO Jaune à 5 bars, le liquide récolté devra être d'environ 1,03 L à + ou - 10 % sur une durée d'une minute.

Si la valeur récoltée s'éloigne de la valeur du constructeur plusieurs pistes sont envisageables. Soit la buse est usée ou partiellement bouchée, soit la pression à l'entrée de la buse n'était pas celle recherchée. Il faudra procéder par élimination. Et refaire un essai avec une buse neuve.



Mesure du débit des buses

LA VITESSE D'AVANCEMENT

Elle doit être de 5 à 7 km/h maximum. Au delà de 7 km/ha, la qualité de répartition est beaucoup plus aléatoire, ce qui peut entraîner une mauvaise protection.



POINTS DE VIGILANCE

La qualité de filtration : Le bouchage des buses par des particules solides peut engendrer des échecs de pulvérisation et de protection. Les buses de petits calibres employées pour les traitements à bas volume engendrent des phénomènes d'obturation partielle ou même complète, c'est aussi le cas des buses à injection d'air ou des buses à grand angle. Afin d'éviter ces problèmes, il est de rigueur de monter un circuit de filtration en conséquence.

- Le premier niveau de filtration est le filtre qui se trouve entre la cuve principale et la pompe. Il a pour rôle de protéger la pompe des divers résidus.
- Les autres niveaux de filtration se trouvent dans le circuit de refoulement, leur rôle est d'éviter les phénomènes de bouchage.



Pour ce faire, trois niveaux de filtration peuvent se monter. Une filtration en sortie de pompe, une filtration par tronçon, puis une à chaque buse (de la filtration la plus grossière à la plus fine). Les constructeurs de buses vous indiquent la filtration appropriée suivant le type de buse utilisée. L'unité retenue pour déterminer la finesse de la filtration est le « MESH ». Un nettoyage de ces éléments après chaque traitement est conseillé.

Si les buses à injection d'air permettent de concilier efficacité de la protection et réduction de la dérive, elles présentent toutefois un inconvénient : elles sont plus sensibles au bouchage en raison de l'orifice souvent plus petit que sur les buses classiques.

L'utilisation de buses à injection d'air requiert un nettoyage du pulvérisateur régulier pour éviter que des dépôts ne se forment au fond de la cuve ou dans le circuit et soient remis en circulation dans la bouillie.

La filtration doit être adaptée avec au minimum un filtre d'aspiration et des filtres de tronçons.

En cas de bouchage fréquent, il est conseillé d'utiliser des filtres de buses (de forme cylindrique prioritairement, voir les recommandations du constructeur en fonction du calibre de la buse choisie). Après chaque journée de pulvérisation, démonter les buses et les filtres, les faire tremper dans de l'eau ou un produit de nettoyage et les remonter avant le traitement.



Filtre de buse bleu
50 mesh Teejet
(Recommandé pour
les buses couleur
ISO lilas et au-delà)



Filtre de buse vert
100 mesh Teejet
(Recommandé pour
les buses couleur
ISO orange à jaune)

LA DISTANCE BUSES-FEUILLE

La distance entre la buse et sa cible est un paramètre à ne pas négliger. Trop près, le jet ne pourra pas couvrir toute la hauteur de végétation. Trop loin, une partie de la bouillie sera gaspillée. Elle est déterminée par rapport à l'angle généré par les buses et à leurs espacements afin de permettre un bon recroisement. Réduire cette distance, en utilisant des buses à grand angle, permet de réduire la dérive.

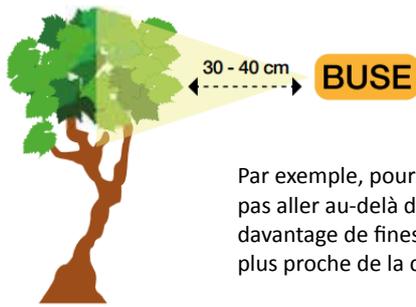


Schéma distance buse végétation

Par exemple, pour des buses à ouverture de 90°, il faudra les positionner à 30 – 40 cm du feuillage. Ne pas aller au-delà d’une distance de 50 cm. À pression et calibre égaux, les buses de 120° produisent davantage de fines gouttes que les buses de 90°. Cependant elles permettent de travailler à une distance plus proche de la cible.

3. ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE PULVÉRISATION

Plusieurs méthodes sont mobilisables sur l’exploitation. Elles consistent à vérifier l’homogénéité de répartition dans la végétation, sur feuilles et grappes, ainsi que le spectre de gouttelettes. Ces approches sont complémentaires entre elles, chacune présentant ses avantages et limites.

<https://www.youtube.com/watch?v=eJHzuhiawhQ>

LES PLAQUES NOIRES

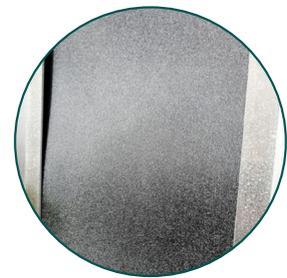
Elles permettent de révéler l’homogénéité de répartition verticale de la pulvérisation sur un support plastique noir ou une plaque de fer rouillée. On prend en compte les points d’impacts d’une bouillie d’argile ou talc diluée.

Pour le cas des plaques de fer rouillée, la pulvérisation d’eau brunit temporairement la PFR, qui sèche d’autant plus vite là où la pulvérisation est la moins dense.

Cela permet donc de visualiser la répartition quantitative de la pulvérisation dans les différents étages du feuillage, et de procéder à d’éventuels ajustements.



Plaque rouillée



Plaque et impacts de pulvérisation

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Simple à mettre en œuvre et réutilisable • Permet de repérer les hétérogénéités de couverture sur un plan vertical • Permet de visualiser le spectre de gouttelettes 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence d’information sur la qualité de pénétration • Risque de colmatage du pulvérisateur

LES PAPIERS HYDROSENSIBLES

Le contact de ce papier avec l’eau entraîne l’apparition d’une couleur bleue et il doit être manipulé avec précaution (gants secs, stockage dans une enveloppe à l’abri de l’humidité). La simulation se réalise à l’eau claire. Pour avoir un bon aperçu de la qualité de pulvérisation, il est nécessaire de placer les papiers sur 5 ceps par rang. Sur un cep concerné, les mesures sont réalisées sur les 2 côtés du rang et sur plusieurs étages de végétation. Les papiers sont agrafés par paires sur une feuille de vigne, l’un sur la face supérieure, l’autre sur la face inférieure. À l’examen des papiers, la densité des impacts doit être bonne sans pour autant être excessive (lessivage).



Présentation résultats pulvérisation





Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Facilité d'utilisation Appréciation de la pénétration à l'intérieur de la végétation Analyse de l'homogénéité de répartition face inférieure / supérieure des feuilles et dans la zone des grappes 	<ul style="list-style-type: none"> Manipulation délicate des papiers et prix Nombre de répétitions minimum (au moins 3) pour chaque niveau de positionnement dans la végétation

LIENS UTILES

Pour se procurer des papiers hydrosensibles :

JCM Technologies à Rouillac :
<https://www.jcm-technologie.com/294-papier-Bedouelle>
 Bedouelle :
<https://bedouelledistribution.com/p/papier-hydrosensible/>

CONTACT UTILE



Qui contacter pour effectuer des contrôles de qualité de pulvérisation avec des papiers hydrosensibles et plaque de fer rouillée :
Chambre interdépartementale d'agriculture de Charente Maritime Deux Sèvres :
Fabien TESSIER

MÉTHODE PAR FLUORESCENCE

La visualisation de la répartition de la pulvérisation peut également se faire par fluorescence en ajoutant un produit dans la bouillie, ce qui permet de s'affranchir des papiers hydrosensibles mais dont l'observation in situ doit se faire la nuit. Il est également possible de prélever les feuilles. Les impacts sont observés et notés sous lampe UV.

Eclairage Naturel	Eclairage UV	Notation de 1 à 10*
		3/10
		8/10

*selon % de surface couverte Homogénéité Densité des impacts

Dépôt fluorescent et exemple de notation

Les prélèvements de feuilles doivent être représentatifs d'un rang (extérieurs et intérieur de la végétation). Ils peuvent être réalisés sur 3 dates différentes pour mesurer la qualité de pulvérisation selon la densité de végétation durant la saison.

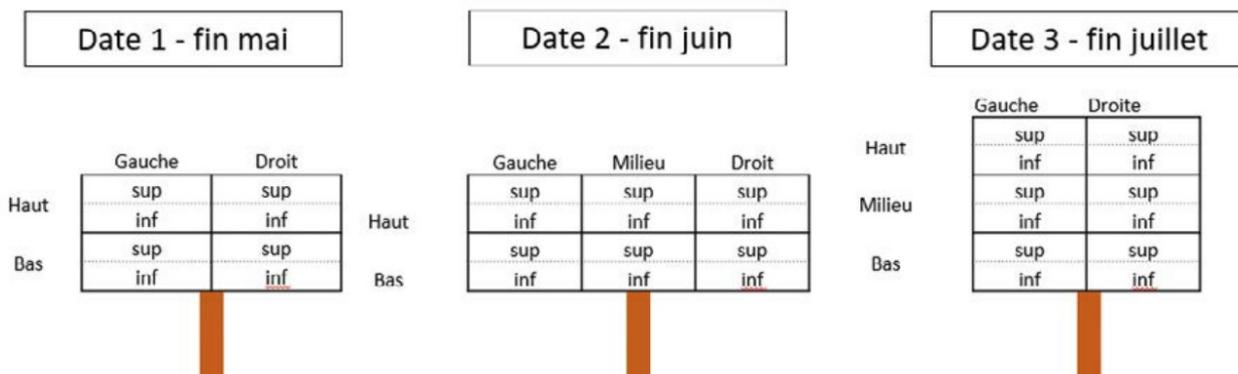


Schéma de prélèvement des feuilles pour apprécier la qualité des pulvérisations



Exemple d'appréciation de la qualité de répartition sur 2 configurations de pulvérisateurs à 3 stades végétatifs

Exemple 1	Exemple 2	Échelle de notation																							
<p>Pulvérisateur Bertoni Arcobaleno 4 faces équipé de buses ATR 60° lilas</p> <p><i>ATR 60° lilas 8 bars</i></p> <table border="1"> <tr><td>6,1</td><td>7,6</td></tr> <tr><td>6,1</td><td>6,2</td></tr> <tr><td>7,7</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>6,7</td><td>6,0</td></tr> </table>	6,1	7,6	6,1	6,2	7,7	7,2	6,7	6,0	<p>Pulvérisateur Berthoud Win'Air 6 faces équipé de buses ATR 80° lilas</p> <p><i>ATR 80° 7 bars</i></p> <table border="1"> <tr><td>7,1</td><td>5,8</td></tr> <tr><td>8,3</td><td>6,6</td></tr> <tr><td>5,1</td><td>4,0</td></tr> <tr><td>7,5</td><td>6,7</td></tr> </table>	7,1	5,8	8,3	6,6	5,1	4,0	7,5	6,7								
6,1	7,6																								
6,1	6,2																								
7,7	7,2																								
6,7	6,0																								
7,1	5,8																								
8,3	6,6																								
5,1	4,0																								
7,5	6,7																								
<p><i>ATR 60° lilas 8 bars</i></p> <table border="1"> <tr><td>8,5</td><td>7,6</td><td>7,4</td></tr> <tr><td>8,3</td><td>8,1</td><td>7,7</td></tr> <tr><td>9,1</td><td>6,7</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>5,5</td><td>7,8</td></tr> </table>	8,5	7,6	7,4	8,3	8,1	7,7	9,1	6,7	7,5	6,8	5,5	7,8	<p><i>ATR 80° 7,6 bars - 7,5 km/h</i></p> <table border="1"> <tr><td>8,5</td><td>6,7</td><td>7,0</td></tr> <tr><td>8,0</td><td>5,3</td><td>7,1</td></tr> <tr><td>8,1</td><td>7,9</td><td>6,5</td></tr> <tr><td>6,8</td><td>5,2</td><td>4,4</td></tr> </table>	8,5	6,7	7,0	8,0	5,3	7,1	8,1	7,9	6,5	6,8	5,2	4,4
8,5	7,6	7,4																							
8,3	8,1	7,7																							
9,1	6,7	7,5																							
6,8	5,5	7,8																							
8,5	6,7	7,0																							
8,0	5,3	7,1																							
8,1	7,9	6,5																							
6,8	5,2	4,4																							
<p><i>ATR 60° lilas 8 bars</i></p> <table border="1"> <tr><td>4,7</td><td>5,6</td></tr> <tr><td>6,5</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>7,6</td><td>3,9</td></tr> <tr><td>5,7</td><td>6,2</td></tr> <tr><td>5,6</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>3,9</td><td>4,5</td></tr> </table>	4,7	5,6	6,5	6,8	7,6	3,9	5,7	6,2	5,6	4,8	3,9	4,5	<p><i>ATR 80° lilas 7,6 bars</i></p> <table border="1"> <tr><td>5,2</td><td>6,0</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>6,6</td><td>5,6</td></tr> <tr><td>4,2</td><td>3,3</td></tr> <tr><td>4,5</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>4,0</td><td>3,7</td></tr> </table>	5,2	6,0	7,0	4,8	6,6	5,6	4,2	3,3	4,5	7,5	4,0	3,7
4,7	5,6																								
6,5	6,8																								
7,6	3,9																								
5,7	6,2																								
5,6	4,8																								
3,9	4,5																								
5,2	6,0																								
7,0	4,8																								
6,6	5,6																								
4,2	3,3																								
4,5	7,5																								
4,0	3,7																								

Deux exemples de résultats de mesures de qualité de pulvérisation sur feuilles

MÉTHODE PAR QUANTIFICATION DES DÉPÔTS

C'est une méthode développée par l'IFV pour quantifier le grammage de produit par unité de surface traitée (ng de produit / dm²). Le marqueur utilisé est la tartrazine dont la concentration est connue avec précision. C'est une méthode fiable, qui est surtout utilisée lors de l'évaluation des matériels de pulvérisation (EvaSprayViti et Forum pulvérisation), mais n'est pas déployable pour des contrôles de pulvérisation à l'échelle de l'exploitation. Voir la fiche "Choisir son pulvérisateur".



Collecteur pour les grappes



Collecteur pour le feuillage

©Crédits photos et schémas : CA IDF, Albus, Teejet, IFV, CA16, A Davy IFV.