



FICHE TECH' Viti

PULVERISATION



Sommaire

- Choix du volume d'eau/ha 1
 - Comment calculer et faire varier le volume d'eau / ha 2
- Taille des gouttelettes et type de pulvérisateur 3
 - Quelle taille de gouttelettes pour quelle utilisation ? 3
 - Taille de gouttelettes et efficacité..... 3
 - Type d'appareil et taille des gouttelettes 4
- Entretien et mesures à effectuer 7
 - Vérifications et lavage 7
 - Mesure de la vitesse réelle d'avancement 7
 - Mesure du débit des buses ou des pastilles 8
 - Orientation des diffuseurs 9
 - Vérification du réglage avec des papiers hydro-sensibles 10
- Témoignages de viticulteurs – Pulvérisation confinée 11

Choix du volume d'eau/ha

Le principe de la pulvérisation est de **remplacer le volume d'air contenu dans le feuillage par des gouttelettes de bouillie** (eau + produit). **Plus le volume de feuillage est important**, plus le volume d'air contenu dans le feuillage est important, et donc **plus le volume d'eau par ha** doit être **élevé pour avoir une bonne couverture**.

Par exemple, nos voisins suisses de l'Agroscope Changins, qui travaillent avec la modulation des doses de matière active / ha **en fonction du stade végétatif préconisent les volumes d'eau / ha suivants** afin d'assurer une couverture optimale :

Source : http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/documents/quantite_deau_necessaire.jpg

*** On constate qu'ils préconisent des volumes d'eau par ha plus importants que ceux utilisés dans notre région.**

Quantité d'eau nécessaire (l/ha) en fonction des stades phénologiques et du type de pulvérisateur

TYPES DE PULVERISATEURS	TRAITEMENT D'HIVER Stades A-C	ROUGEOT Stades E-F 11-13	1 ^{er} PRÉ-FLORAL Stade G	2 ^e PRÉ-FLORAL Stade H	FLORAL Stade I	POST-FLORAL Stade J	ZONE DES GRAPPES Stade M
	00-09	11-13	53	55	61-69	71-73	81-85
Pulvérisateurs à pression et à jet porté – Turbodiffuseur et atomiseur à dos							
Selon les buses et le type de pulvérisateur utilisés, les volumes d'eau indiqués peuvent varier. La quantité de produit à utiliser en % se calcule selon les volumes indiqués dans la colonne première ligne (base de calcul), ce qui correspond à une concentration de 4 fois des produits. 	Pas approprié	150 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 0,6 kg/ha	200 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 0,8 kg/ha	250 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,0 kg/ha	300 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,2 kg/ha	400 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,6 kg/ha	300 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,2 kg/ha
Pulvérisateur pneumatique – Traitement face par face							
Selon les buses et le type de pulvérisateur utilisés, les volumes d'eau indiqués peuvent varier. La quantité de produit à utiliser en % se calcule selon les volumes indiqués dans la première ligne (base de calcul). 	Pas approprié	(50)-100 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 0,6 kg/ha	100-150 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 0,8 kg/ha	150-200 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,0 kg/ha	150-200 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,2 kg/ha	200-250 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,6 kg/ha	150-200 Exemple pour un produit homologué à 0,1% : 1,2 kg/ha

En effet, la plupart des viticulteurs d'Anjou-Saumur que nous rencontrons font varier les volumes d'eau entre :

- 40 et 60 L/ha en début de végétation et 120 et 180 L/ha en pleine végétation avec des pulvérisateurs à jets portés.
- 50 et 70 L/ha en début de végétation et 100 et 130 L/ha en pleine végétation avec des pulvérisateurs pneumatiques.



Il ne faut pas descendre trop bas en volume d'eau par ha sous peine d'avoir une qualité de couverture défaillante. Or, si l'on veut diminuer les quantités de matières actives par ha, il faut avoir une qualité de couverture irréprochable.

La qualité de couverture de chaque réglage doit être vérifiée avec des papiers hydro-sensibles (voir chapitre 5 à la fin de cette fiche).

L'IFV, quant à eux, préconisent de **ne jamais descendre en dessous de 80 L/ha d'eau, même en début de végétation**. L'IFV Sud-ouest met en ligne un formulaire de calcul de volume de bouillie à l'hectare à l'adresse suivante :

<http://www.vignevin-occitanie.com/outils-en-ligne/reglages-du-pulverisateur/>

➤ Comment calculer et faire varier le volume d'eau / ha

Pour le calculer, il faut utiliser la formule suivante :

$$\text{Volume d'eau (L/ha)} = \frac{\text{Débit des buses ou des diffuseurs (L/min)} \times 600}{\text{Largeur traitée (m)} \times \text{Vitesse d'avancement (km/h)}}$$

On constate avec cette formule que le **volume d'eau par hectare augmente** lorsqu' :

- **On diminue la largeur traitée.**

La largeur traitée est fonction de la largeur de l'inter-rang et du nombre de rangs traités.

Par exemple, si vous passez tous les 3 rangs et que vos rangs sont espacés de 1.80 m, votre largeur traitée est de 5.4 m.

- **On diminue la vitesse d'avancement.**

Tous les essais effectués par l'IFV concordent pour dire que la **vitesse réelle d'avancement en pleine végétation** doit être de **5,5 km/h maximum** pour assurer une bonne couverture. En début de végétation, avec des pulvérisateurs en face par face, de bons résultats peuvent être obtenus jusqu'à 6.5 km/h maximum.

- **On augmente le débit des buses ou des pastilles.**

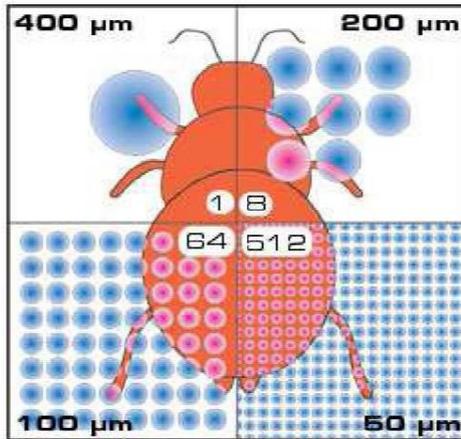
Mais attention, ceci peut avoir un impact sur la taille des gouttelettes pulvérisées.

Une fois que l'on a trouvé les bons réglages, il est indispensable d'établir un tableau qui sera **affiché dans le tracteur**, avec **pour chaque largeur d'inter-rangs et chaque stade végétatif** les différents réglages :

- vitesse d'avancement,
- nombre de rangs traités,
- pression de la pompe,
- buses ou pastilles utilisées

Taille des gouttelettes et type de pulvérisateur

➤ Quelle taille de gouttelettes pour quelle utilisation ?



Source : Arvalis – institut du végétal

Grâce au schéma ci-contre, on comprend que pour un **même volume d'eau par hectare**, la **surface couverte est différente en fonction de la taille des gouttelettes** : 1 gouttelette de 400 µm couvre moins de surface que 64 gouttelettes de 100 µm. (100 µm = 0,1 mm)

Ensuite, **plus les gouttelettes sont fines, plus elles sont mobiles** et vont atteindre des cibles difficiles : derrière les feuilles, à l'intérieur des grappes.

Il faut donc raisonner la taille des gouttelettes en fonction de ses besoins.

Pour les traitements vigne :

- Pour les produits de contact et les pénétrants classiques, fongicides et insecticides : **gouttelettes fines** (- de 150 µm).
- Pour les fongicides translaminaires et les systémiques : **grosses gouttelettes** (+ de 150 µm) possibles.
- Pour le(s) premier(s) traitement(s) excorioso : **grosses gouttelettes** pour leur effet mouillant, avec utilisation de panneaux récupérateurs.

Pour le désherbage :

- Si la **densité d'herbes** est **forte** : **gouttelettes fines**, avec des caches pour éviter la dérive.
- Si la **densité d'herbes** est **faible** : **grosses gouttelettes**, pour leur moindre sensibilité à la dérive, et bénéficier de l'effet mouillant pour les pré-levées.

➤ Taille de gouttelettes et efficacité

Comme nous venons de le voir, **plus les gouttelettes sont fines, meilleure est la couverture**. Elles sont également **plus sensibles au vent et à la dérive**, et **sèchent plus rapidement** :

Taille des gouttelettes en microns (µm)	Température : 20 °C Hygrométrie : 80 %		Température : 30 °C Hygrométrie : 50 %	
	Temps de vie en secondes	Distance parcourue avant extinction (<i>en m</i>)	Temps de vie en secondes	Distance parcourue avant extinction (<i>en m</i>)
50	12,5	0,13	3,5	0,03
100	50	6,7	14	1,8
200	200	81,7	56	21

Source : CA 44

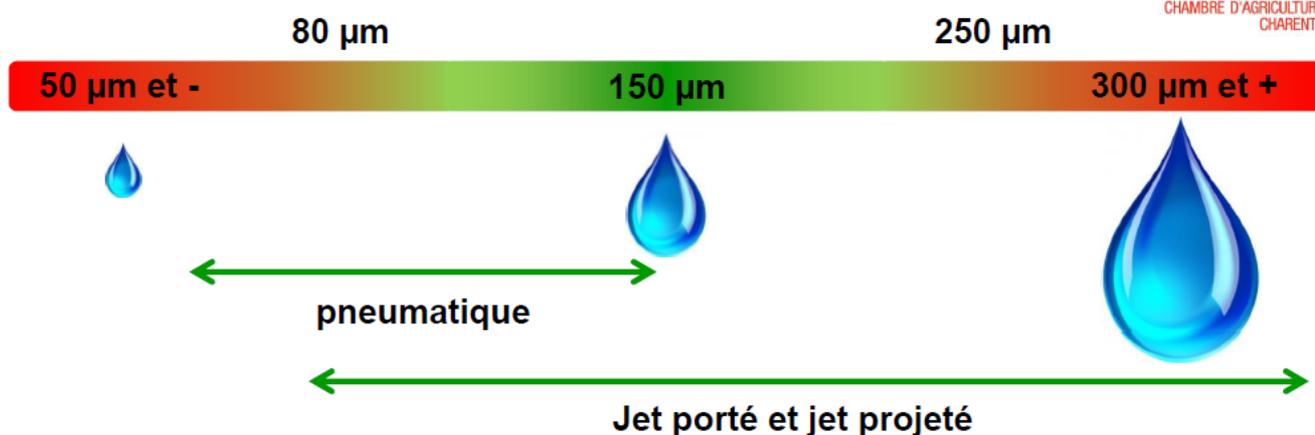
On constate que les **gouttelettes de 50 µm** parcourent entre **3 et 13 cm** en fonction des conditions d'application : **ces gouttelettes atteignent rarement leur cible**. En revanche, les **gouttelettes de 100 µm** parcourent entre 1.8 et 6.7 m, ce qui leur laisse **beaucoup plus de chances d'atteindre leur cible**.

Pour mettre toutes les chances de votre côté :

- Traitez dans les meilleures conditions de vent, de température et d'hygrométrie possibles.
- Ne faites pas de gouttelettes trop fines (- de 80 μm).
- Investissez dans un pulvérisateur avec :
 - o des diffuseurs proches de la zone à traiter
 - o des panneaux récupérateurs

➤ Type d'appareil et taille des gouttelettes

La taille des gouttes



- ✓ Bonne couverture (produit de contact)
- ✓ Meilleure mobilité
- ✓ Meilleure pénétration...
- ✓ Peu de perte au sol

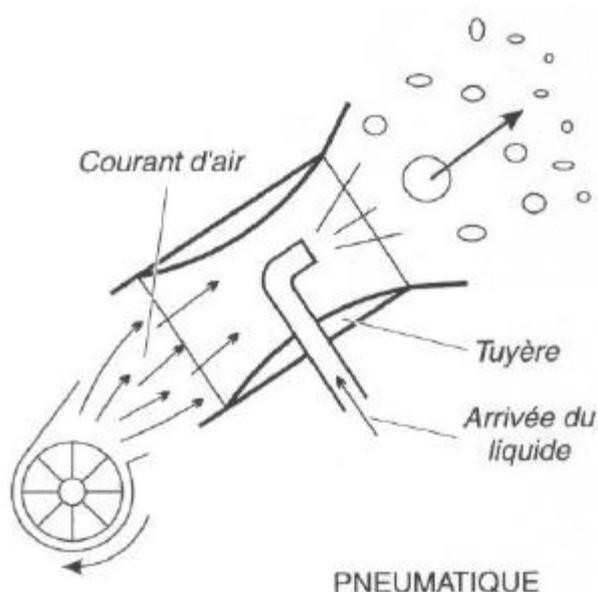
- ✓ Risque de dérive
- ✓ Risque d'évaporation
- ✓ Goutte peu véloce (peu d'énergie)

- ✓ Peu de dérive
- ✓ Peu d'évaporation
- ✓ Goutte véloce (énergie cinétique élevée)

- ✓ Peu mobiles et peu pénétrantes
- ✓ Mauvaise couverture
- ✓ Perte au sol
- ✓ Risque de lessivage

Sur le schéma ci-dessus, on constate que les **appareils qui utilisent des buses** (jet porté et jet projeté), **permettent un choix de taille de gouttelettes plus large** que les appareils pneumatiques. Ces derniers sont en effet conçus pour faire des gouttelettes fines.

Pulvérisateurs pneumatiques :



C'est la **vitesse de l'air** qui assure le fractionnement du liquide.

Les **gouttelettes** sont **d'autant plus grosses** que :

- Le **débit** de liquide par diffuseur est **important**.

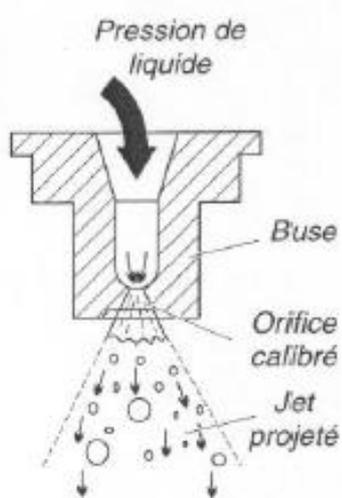
- La **vitesse de l'air** est **faible**.

La **vitesse de l'air** doit cependant être assez forte pour fractionner la veine de liquide : environ 250 km/h au niveau des diffuseurs, et **40 à 50 km/h au niveau du feuillage** pour assurer un bon dépôt de la bouillie, y compris en conditions limites de vent (entre 15 et 19 km/h). En fonction des constructeurs, le dimensionnement des turbines peut être différent. **Il est bon de faire des mesures avec un anémomètre au**

niveau du feuillage, à 540 tr/min, afin de savoir si la turbine est : surdimensionnée, sous-dimensionnée, ou bien dimensionnée. On pourra augmenter ou diminuer, dans une certaine mesure, la rotation de la prise de force. Cette dernière peut d'ailleurs être également vérifiée avec un appareil.

Concernant le débit de liquide par diffuseur, il ne faut pas descendre trop bas, pour ne pas faire de gouttelettes trop fines. Un débit **entre 0,6 et 0,9 L/min par diffuseur** semble être, selon certains conseillers machinisme, un bon compromis.

Pulvérisateurs à jet porté :



Ce sont les **buses qui forment les gouttelettes** : c'est ce qu'on appelle le jet projeté. Lorsque les **buses sont orientées vers un flux d'air** qui porte les gouttelettes : **c'est le jet porté**.

Bien que certains pulvérisateurs de cette catégorie sont équipés de ventilateurs similaires à des pulvérisateurs pneumatiques, la sortie de l'air n'est pas canalisée pour acquérir de la vitesse au niveau des diffuseurs, mais va sortir largement sur toute la hauteur des buses : c'est un débit d'air important et uniforme sur toute la hauteur des buses qui est recherché.

Il est également **important de mesurer la vitesse de l'air au niveau du feuillage** qui doit être compris entre **40 et 50 km/h** afin de pouvoir porter les gouttelettes efficacement,

même en cas de vent contraire compris entre 15 et 19 km/h.

bar	ATR 80°										bar	ATI 60°								
	BLANC	LILAS	MARRON	JAUNE	ORANGE	ROUGE	GRIS	VERT	NOIR	BLEU		ROSE 60-0075	ORANGE 60-01	VERT 60-015	JAUNE 60-02	LILAS 60-025	BLEU 60-03	ROUGE 60-04	MARRON 60-05	
5	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F	5	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F
7	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F	7	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F
10	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	F	10	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F
15	TF	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F	15	TF	TF	TF	TF	TF	F	F	F	F
20	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	20	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF	TF

bar	TVI 80°							
	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

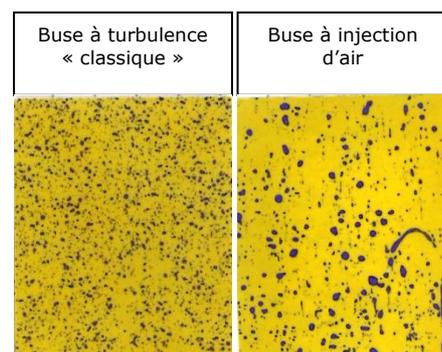
bar	ATF 80°				
	VERT 80-015	JAUNE 80-02	LILAS 80-025	BLEU 80-03	ROUGE 80-04
3	F	F	F	F	F
5	F	F	F	F	F
10	TF	TF	F	F	F
15	TF	TF	TF	TF	TF

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)

A partir du tableau ci-dessus (extrait du catalogue du fabricant Albus 2019), on constate que **la taille des gouttelettes** dépend :

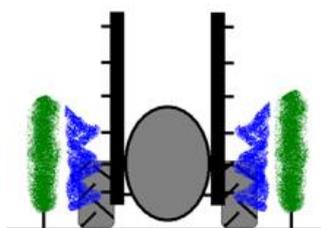
- Du **modèle de buse** : chaque modèle est conçu pour former des gouttelettes de taille différente en fonction de l'utilisation qu'on en fait et du type de couverture recherchée : buses à injection d'air TVI 80° pour des traitements excorioso et des buses à turbulence ATI/ATR pour des produits de contact.

Sur les papiers hydro-sensibles ci-contre, on visualise bien la différence entre les buses classiques (type ATI) et les buses anti-dérive à injection d'air (type TVI) qui font moins d'impacts au cm² pour un même débit/min, ainsi que des gouttelettes plus grosses et moins mobiles.



- Du **débit des buses** : pour chaque modèle, plus le débit de la buse en L/min augmente (couleur de gauche à droite), plus la taille des gouttelettes augmente.
- De la **pression du liquide** : pour chaque modèle, plus la pression d'utilisation est élevée, plus la taille des gouttelettes diminue.

Enfin, avec ces appareils, on peut **panacher les buses pour adapter au mieux la couverture** d'une zone **en fonction du stade végétatif et de la sensibilité des organes**.

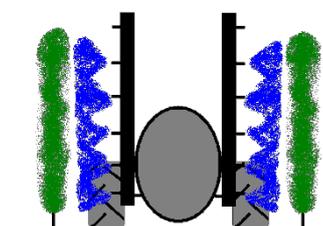


Exemple 1 : À boutons floraux séparés

La hauteur de végétation oblige à ouvrir 3 buses à une période de sensibilité élevée des grappes. On peut donc insister plus particulièrement sur cette zone en mettant une buse avec un débit plus important : par exemple, une buse ATR marron en haut et en bas, et une buse ATR jaune au milieu.

Exemple 2 : Entre fermeture et véraison

La sensibilité des grappes diminue alors qu'au-dessus le feuillage doit être bien protégé. On peut alors mettre 2 buses lilas en bas et 3 buses marron au-dessus.



Les possibilités sont infinies !!!

Entretien et mesures à effectuer

➤ Vérifications et lavage

Au début de chaque saison, la préparation du pulvérisateur est primordiale. Une vidéo très bien faite par nos collègues arboriculteurs québécois illustre toutes les opérations à effectuer **avant de démarrer la saison** : <https://www.youtube.com/watch?v=OIVMMXZu6uo>

Ce tutoriel est adaptable à tous les pulvérisateurs. On peut y voir :

- Vérification et graissage du cardan.
- Lavage à haute pression de l'intérieur de la cuve pour décoller les éventuels dépôts.
- Lavage à haute pression de l'extérieur du pulvérisateur : organes de ventilation...
- Vérification du 0 du manomètre
- Vérification de l'étanchéité de la pompe après mise sous pression.
- Vérification de l'absence de fuite sur l'ensemble du circuit.
- Vérification de la propreté et de l'intégrité des filtres, des buses et des porte-buses.

Entre chaque traitement, le lavage de l'ensemble du circuit (cuve, filtres, buses ou pastilles) est primordial afin de s'assurer **qu'aucune saleté ne va boucher** une partie du circuit et ainsi déprécier l'homogénéité de pulvérisation et donc la qualité de protection à certains endroits. **Ce temps de nettoyage doit être prévu** dans votre emploi du temps !

Voici un lien sur la gestion des effluents phytosanitaires qui pourraient résulter du lavage :

http://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2016_effluents_phytosanitaires_bien_les_gerer_Ecophyto_cle82dccb.pdf

Concernant la **vitesse d'avancement** et le **débit des buses ou des diffuseurs**, les compteurs ou les manomètres ne sont pas forcément justes. Il faut **faire des mesures en conditions réelles tous les ans, en début de campagne**.

➤ Mesure de la vitesse réelle d'avancement

Pour mesurer la vitesse réelle d'avancement, il faut **marquer une distance de 50 ou 100m** dans un rang de vigne, et **chronométrer** le temps mis à parcourir cette distance. Le pulvérisateur doit être attelé, et le tracteur doit arriver lancé à la marque de départ, le régime moteur stabilisé à 540 tr/min, et la soufflerie démarrée. Petite astuce : la personne qui chronomètre est embarquée sur le tracteur.

Il suffit ensuite de diviser la distance parcourue en mètres, par le temps en secondes, et de multiplier par 3.6 pour avoir le résultat en km/h. Par exemple, si le tracteur a mis 63 secondes pour parcourir 100 m, sa vitesse réelle est de : $(100 / 63) \times 3.6 = 5.7$ km/h

➤ Mesure du débit des buses ou des pastilles



Si vous ne pouvez pas débrayer la ventilation, il faut mesurer le débit global de l'appareil. Pour voir comment on réalise cette mesure, allez à 5 min 30 s de la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=KrqT525Z4ww>.

Sinon, débrayez la ventilation, ajustez la pression, et recueillez le liquide sortant de chaque buse ou diffuseur pendant 1 minute dans des récipients (photo ci-contre).

Mesurez ensuite précisément avec une éprouvette graduée la quantité de liquide récupérée pour chaque diffuseur ou chaque buse (photo ci-contre)



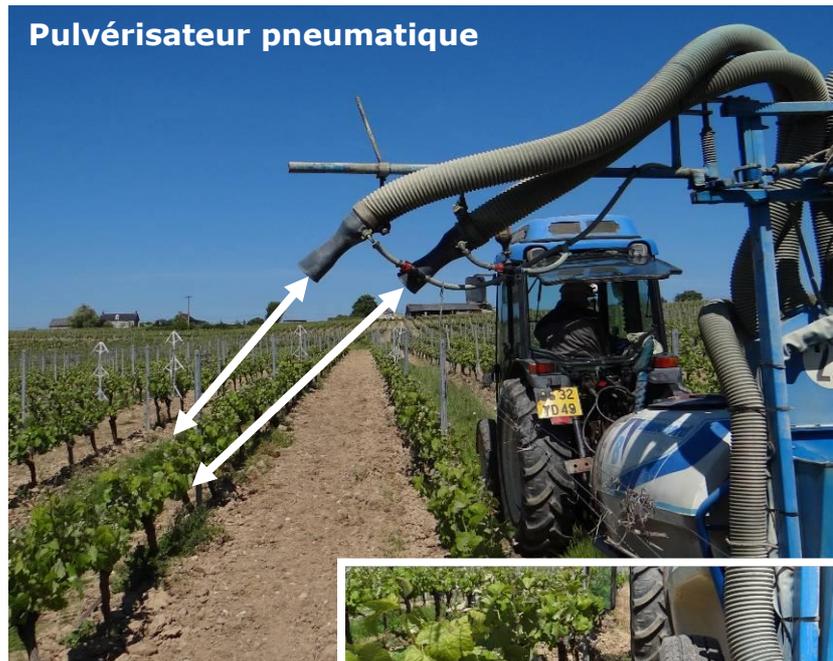
Reportez-vous ensuite au tableau de débit correspondant à la pastille ou la buse utilisée, et **comparez ce que vous trouvez réellement** pour chacune d'entre elles.

Cela permet de vérifier :

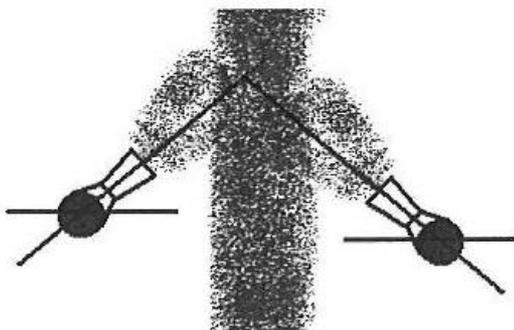
- **L'usure des pastilles ou des buses**
- **Que la bouillie est répartie comme il convient** entre les diffuseurs ou les buses.
Si ce n'est pas le cas, c'est qu'il y a peut-être :
 - o un **problème de bouchage** au niveau du circuit
 - o une **pression trop faible** dans le circuit..
- **La précision du manomètre.** Cela permet **d'ajuster la pression** pour arriver au débit théorique que l'on a sur le tableau pour chaque buse ou pastille utilisée.

➤ Orientation des diffuseurs

Il faut bien sûr faire ces derniers réglages dans la vigne. On dirige au mieux les diffuseurs ou les buses sur la végétation.



Pulvérisateur à jets portés



S'il est possible **d'orienter les diffuseurs par rapport à l'avancement** :

« Ceux-ci doivent être orientés de 5° à 10° vers l'avant. L'idéal pour créer un maximum de turbulence est de décaler légèrement les diffuseurs l'un par rapport à l'autre afin que le flux d'air ne s'annule pas. »

(Fiche : « Bien régler son pulvérisateur », FDCUMA Ouest, CA49)

➤ Vérification du réglage avec des papiers hydro-sensibles

On dispose avec des trombones des papiers hydro-sensibles sur le feuillage, ou sur des portants. Sur la photo ci-dessous, les papiers mesurent 7.5 cm*2.5 cm et sont pliés en 2 puis trombonés à des feuilles en plastique fin qui simulent la souplesse d'une feuille de vigne.

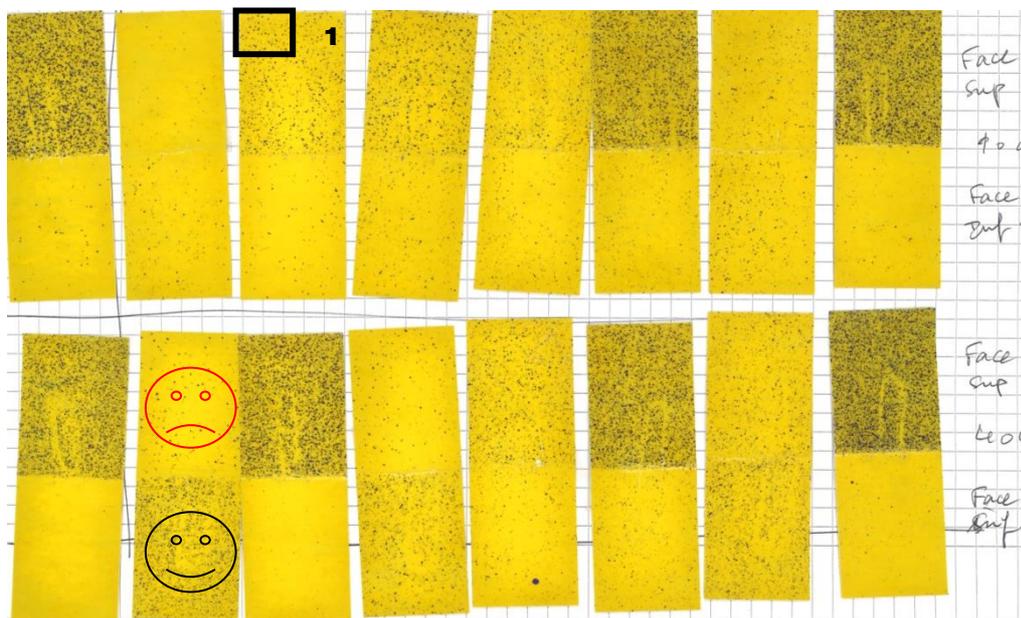


Après passage du pulvérisateur avec de l'eau, les papiers sont ramassés, dépliés et collés sur une feuille (image ci-dessous) : une moitié simule la face supérieure de la feuille, et l'autre moitié simule la face inférieure.

Pour assurer la couverture la plus exigeante, c'est-à-dire une **couverture fongicide avec des produits de contact** ou **pénétrants**, il est préconisé d'avoir entre **50 et 70 gouttelettes/cm²**.

On utilise un carré d'1 cm² ou 0.5 cm² que l'on pose sur le papier, puis on compte avec une loupe le nombre de gouttelettes.

Pour vous donner une idée, le smiley rouge indique une couverture insuffisante, tandis que le smiley noir indique une couverture suffisante.



Témoignages de viticulteurs – Pulvérisation confinée

Vincent ROUSSEAU – EARL Domaine des Fontaines – Friuli 1000 L (acheté en 2017)

« J'ai choisi d'acheter ce pulvérisateur pour l'aspect environnemental et l'aspect financier de la récupération. Je l'ai acheté chez un concessionnaire de la région avec les conseils d'un collègue viticulteur. Je raisonne actuellement mes plantations notamment vis-à-vis du pulvérisateur car les tournières nécessaires sont de 6,50m minimum. Le pulvérisateur réalise un travail propre, la perte de temps par rapport au précédent pulvérisateur est de 10 min par hectare. Son principal inconvénient est son aspect virant du fait d'une hauteur exagérée des panneaux pour notre vignoble, il est aussi un peu lourd. Fermer le dernier jet inutile et une potence élevée font virer l'ensemble. La récupération très intéressante passe de 70% en début de saison à 30% en fin de saison. Le vignoble a donc été protégé normalement début juin 2018 en lien avec mon raisonnement précis des début et arrêts de pulvérisation en fonction de la météo. »

Marc SECHET – EARL SECHET – Friuli 600 L (acheté en 2018)

« Le choix d'achat du confiné est plus issu d'une volonté environnementale qu'économique car ce n'est pas très rentable pour moins de 30 ha. Je me suis décidé après des journées techniques, des avis des voisins et des fournisseurs locaux. On ne voit pas s'éparpiller les produits dans la nature. La récupération n'a pas encore été mesurée sur notre appareil. Le choix des buses est difficile et il faut s'habituer dans le positionnement des panneaux par rapport à la vigne. Le 600 L est moins grand et tangue moins. Un inconvénient est l'absence de pompe pour la vidange des bacs qui est un système Venturi actuellement. Cela engendre des soucis notamment pour des produits moussants et complexifie le nettoyage en plus des nombreux recoins présents partout sur la machine. Nous avons acheté le pulvérisateur en cours de saison et nous avons protégé correctement le vignoble vis-à-vis de la forte pression de maladies fin mai 2018. »

