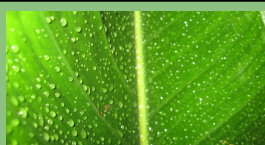
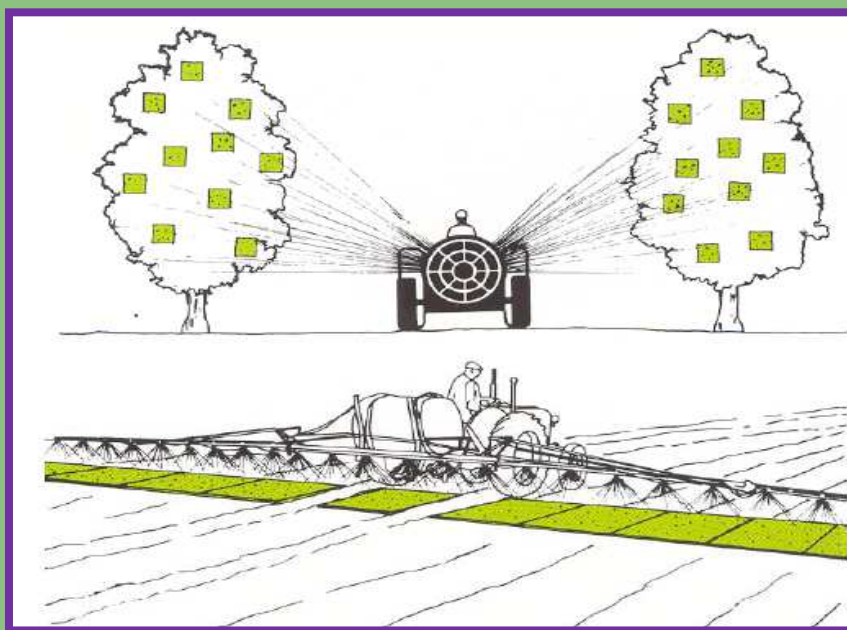


Les Bases de l'Application Rationnelle des Produits Phytosanitaires

Guide Pratique Pour les Opérateurs Agricoles



PREPARE PAR :
EL AISSAOUI ABDELLAH, DR.ING.

LABORATOIRE DE MACHINISME AGRICOLE
INRA, BP 589, SETTAT, MAROC



Sommaire

1.	Introduction	4
2.	Principes d'application d'un produit phytosanitaire.....	4
3.	Technologies courantes de pulvérisation	6
4.	Types et choix des buses	7
5.	La taille des gouttelettes d'un jet de pulvérisation	9
6.	Choix de densité du jet [Nombre d'impacts/cm ²]	10
7.	Qualité du jet en fonction des tailles des gouttelettes	14
8.	Effet de volume de bouillie sur la densité du jet	15
9.	La dérive des gouttelettes d'un jet de pulvérisation	15
10.	Effet des conditions climatiques	17
11.	La qualité d'eau utilisée pour la préparation de la bouillie de pulvérisation 18	
12.	Le test de la qualité de l'eau.....	18
13.	Les caractéristiques de l'eau.....	19
14.	Réglage des pulvérisateurs agricoles	20
15.	Réglage en vue d'un traitement en bande	24
16.	Réglage de la hauteur des buses.....	24
17.	Evaluation de l'usure des buses	25
18.	Préparation de la bouillie dans la cuve	26
19.	Risque de bouchage des buses	26
20.	Informations de l'emballage d'un produit phytosanitaire	27
21.	Sécurité de l'opérateur	28
22.	Calibration du pulvérisateur à dos	29
23.	Stockage des produits phytosanitaires et sécurité lors de la manipulation	30
24.	La durée de vie d'un produit phytosanitaire	31
25.	Les dix règles d'application rationnelle des produits phytosanitaires	31
	Références	32

Liste des figures

Figure 1 : Exigences en expertise pour une application raisonnée des produits phytosanitaires	5
Figure 2 : Schémas de pulvérisateur tracté (gauche) et de pulvérisateur à dos (droite)	6
Figure 3 Caractéristiques d'une buse et forme du jet produit.....	7
Figure 4 : Types des buses utilisées en pulvérisation agricole.....	7
Figure 5: Qualité du jet en fonction de la taille des gouttelettes	10
Figure 6: Facteurs influençant la taille des gouttelettes	11
Figure 7 : Le volume d'une gouttelette de 500 µm vaut huit gouttelettes de 250 µm	11
Figure 8 Effet de choix de buse et de volume de bouillie sur la densité du jet...	12
Figure 9 : Exemple de variation de la densité du jet en fonction de variation du diamètre des gouttelettes pour une même bouillie de 40 L/ha.....	12
Figure 10: Incidence de dérive due à une pression et vitesse de travail élevées	16
Figure 11: Evolution des facteurs climatique dans une journée et plage optimale de traitement.....	18
Figure 12: Illustration de calcul de vitesse d'avancement d'un tracteur	21
Figure 13 : Charte standardisée des buses et des volumes des bouillies relatifs	23
Figure 14 : Traitement généralisé contre traitement en bande	24
Figure 15 : Choix de la hauteur de la rampe en fonction de l'angle du jet de buse utilisée.....	25
Figure 16 : Etat des buses et leurs variation d'uniformité d'application (A= état neuf, B= état moyen, C= état dégradé) (Support Teejet)	25
Figure 17 : Information standard disponible sur un emballage de pesticide agricole.....	27
Figure 18 : Les classes de risque d'un produit phytosanitaire	27
Figure 19 : Exposition chimique des opérateurs à la contamination par voie cutanée, par inhalation, ou par ingestion.....	28
Figure 20 : La manipulation des produits chimiques nécessite le port des équipements de protection personnelle	28
Figure 21 : Procédure de calibration de pulvérisateur à dos (support de HARDI)	29
Figure 22: Usage des buses à miroir pour augmenter le rendement des pulvérisateurs à dos	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Couleurs, codes et débits relatifs des buses (Standard ISO).....	9
Tableau 2 : Qualité du jet en fonction du code couleur de buse	9
Tableau 3 : Tailles des gouttelettes escomptées pour chaque type de traitement	9
Tableau 4 : Densité du jet recherchée par type de traitement	10

1. Introduction

Les produits phytosanitaires jouent un rôle primordial dans la production agricole. Leur utilisation est quasiment inévitable dans un programme de lutte contre les ennemis des cultures. En effet, les méthodes de lutte non chimiques s'intègrent rarement dans un programme de production agricole intensif d'où le recours à un usage et application rationalisés des produits phytosanitaires sans risque de pollution environnemental, et de contamination humaine.

Lors d'une application d'un produit phytosanitaire, on cible un couvert végétal ou plus précisément une surface foliaire de l'ensemble des plantes adventices (cas d'herbicide sélectif ou total) ou des plantes infestées (cas de fongicide ou insecticide).

L'application d'un produit phytosanitaire est dite efficace lorsque l'efficacité de sa matière active pour combattre un ennemi de culture ou une adventice est atteinte totalement avec le minimum des pertes inévitables. En effet, en appliquant un produit chimique, nous cherchons à maximiser la quantité qui atteint la cible (une cible de volume ou surface foliaire) et minimiser la quantité diffusée dans les surfaces hors de la cible. Un bon résultat d'application au champ n'est obtenu qu'avec l'adoption des trois règles suivantes :

- © L'agriculteur doit régulièrement visiter le champ et identifier avec précision les adventices, les agents pathogènes, ou les ravageurs (les insectes, acariens, oiseaux.....).
- © L'agriculteur doit adéquatement sélectionner la taille et/ou le nuage des gouttelettes et le volume de la bouillie qui conviennent à chaque travail de pulvérisation en fonction du type de traitement.
- © L'agriculteur doit régulièrement calibrer et adapter le jet de son pulvérisateur et utiliser seulement de l'eau propre pour préparer les bouillies.

2. Principes d'application d'un produit phytosanitaire

Le processus de pulvérisation des produits phytopharmaceutiques est largement utilisé en production végétale. Il se base sur la fragmentation d'une préparation de bouillie liquide (dilution de produit chimique dans l'eau). Cette fragmentation peut aboutir à des formes de jets et des tailles de gouttelettes variées en fonction des types et calibres des buses hydrauliques utilisées.

Un processus de pulvérisation est inefficace et/ou inadéquat lorsqu'il y a un manque d'efficacité de contrôle des ennemis de la culture, un manque de rendement de la culture, et une perte des produits chimiques dans la nature et par conséquent un faible revenu pour l'agriculteur.

La maximisation de l'efficacité d'un processus de pulvérisation repose sur une distribution uniforme du jet sur la surface de la cible et une minimisation des pertes dues à la dérive, à l'évaporation ou au ruissellement des gouttelettes produites.

L'opérateur de produits phytosanitaires doit être conscient de l'importance de la taille des gouttelettes, de la densité des gouttelettes et du volume de la bouillie pour obtenir le meilleur résultat possible qu'on peut escompter d'une opération de pulvérisation.

L'équipement de pulvérisation doit être performant. Son réglage est aussi de grande importance pour appliquer exactement et uniformément une bouillie. Il faut que le jet soit bien déposé et retenu par un couvert foliaire ciblé sans risque de dérive, d'évaporation ou de ruissellement du jet de bouillie sur le couvert végétal.

Un mauvais état du pulvérisateur et / ou un manque de réglage adéquat pour appliquer précisément une dose peut affecter directement le résultat du traitement appliqué et par conséquent le rendement de la culture. Il peut aussi porter des préjudices de pollution du milieu naturel et risque de contamination des êtres humains.

Pour une application raisonnée des produits phytosanitaires, l'opérateur doit être apte à choisir une méthode adéquate, maîtriser la technologie d'application, connaître les caractéristiques des formulations chimiques pour la préparation de la bouillie, et bien adapter le jet de pulvérisation au couvert végétal ciblé et aux conditions climatiques (Fig. 1).

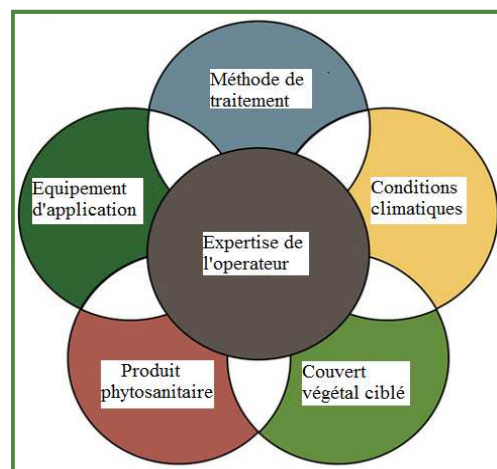


Figure 1 : Exigences en expertise pour application Raisonnée des produits phytosanitaires

3. Technologies courantes de pulvérisation

Le pulvérisateur tracté

Un système de pulvérisation hydraulique est constitué pratiquement d'une pompe à diaphragme qui aspire la bouillie mélangée à partir de la cuve et la refoule vers le régulateur de pression. Ce dernier alimente la rampe de pulvérisation en fonction de la consigne de pression préétablie au niveau de la console du régulateur sur la base de l'indication du manomètre. Le débit sortant du régulateur de pression est répartie en deux : un débit alimentant les tronçons de la rampe et un autre sert de retour en cuve pour assurer un mélange constant de la bouillie dans la cuve (fig. 2).

Les pulvérisateurs conventionnels disposent de rampes hydrauliques munies de buses espacées de 0.5 m et donnant des débits constants en fonction de la taille de la buse (calibre de l'orifice utilisé) et de la pression mise en service.

Le pulvérisateur à dos

Le pulvérisateur à dos est un outil manuel adapté pour traiter des petites superficies. Il dispose d'une cuve de 16 ou 20 L, d'une pompe à diaphragme et d'une lance munie d'une buse ou rampe de quatre buses. Les buses utilisées pour un pulvérisateur à dos sont les mêmes que celles utilisées pour les pulvérisateurs tractés.

Pour augmenter le rendement du chantier en utilisant un pulvérisateur à dos, on adapte pratiquement au lance une rampe de quatre buses ou une buse à miroir de grande portée donnant un jet uniforme sur une largeur variant de 1,5 à 2,5 m en fonction de la pression et du calibre de l'orifice (différentes couleurs/calibres) de la buse. La pression de service varie typiquement entre 1 et 2 bars en fonction de la cadence entretenue par l'opérateur.

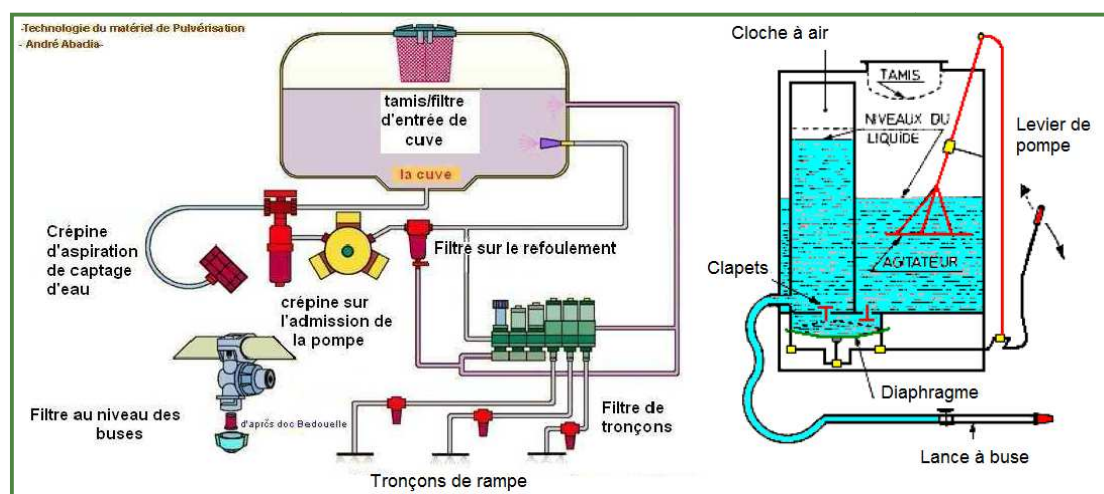


Figure 2 : Schémas de pulvérisateur tracté (gauche) et de pulvérisateur à dos (droite)

4. Types et choix des buses

Les buses sont les pièces clés pour produire un jet de pulvérisation de bonne qualité et uniformément répartie sur un couvert végétal ciblé. Les buses présentent des caractéristiques standardisées concernant la couleur et le calibre de l'orifice, l'angle de jet et le type de jet (Fig. 3).

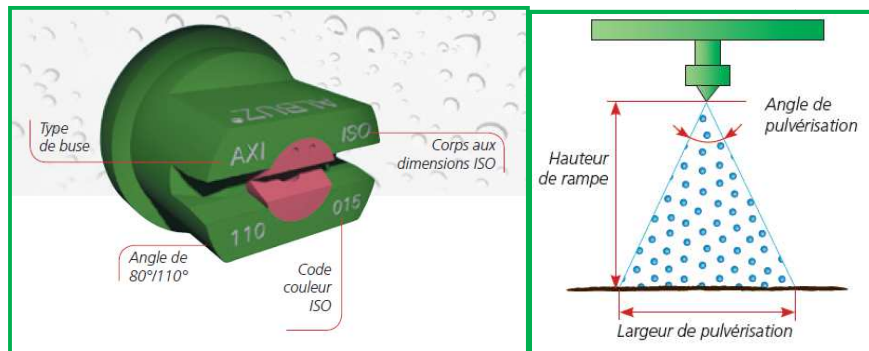


Figure 3 : Caractéristiques d'une buse et forme du jet produit

Il y a pratiquement trois types de buses :

- © **Jet en forme de cône** (buse à jet turbulent)
- © **Jet en forme de ligne plate** (buse à jet plat)
- © **Jet en forme de lame large** (buse à miroir).

Il faut noter que les buses de même couleur ont le même débit indépendamment de leurs conceptions (Fig. 4).



Figure 4 : Types des buses utilisées en pulvérisation agricole

Le choix d'un type de buse et sélection de sa calibre se font sur la base du :

- © **Volume de bouillie** visé à l'hectare,
- © **La grosseur des gouttelettes** recherchée,
- © **Et la qualité du jet** recherchée (nombre d'impacts/cm²).

Les buses à turbulence

Elles sont très adaptées pour appliquer des insecticides et des fongicides. Elles produisent généralement des gouttelettes fines en comparaison avec le jet produit par les autres types de buses. Elles donnent pratiquement un jet en forme de cône creux ou plein. Cette forme de cône est obtenue grâce à l'accélération forcée du liquide dans l'hélice de la buse avant l'émission du jet à travers l'orifice de sortie. Les buses à turbulence munies de cône plein donne des gouttelettes plus grandes que celles issues de cône creux.

Les buses à jet plat

Elles sont les plus utilisées comme type de buse et sont adaptées pour les trois types des traitements courants (herbicides, fongicides et insecticides). Ce type de buse dispose d'orifice de forme rectangulaire produisant un jet conique de distribution non uniforme à travers la largeur de pulvérisation. Des chevauchements des jets de 30 % entre les buses sont produits pour obtenir une application uniforme le long de la rampe de pulvérisation. Il y a plusieurs tailles des buses à jet plat qui peuvent donner une large fourchette de tailles de gouttelettes sous différents régimes de pression.

Les buses à double jet plat

Elles produisent deux jets parallèles inclinés opposément vers l'avant et l'arrière afin d'améliorer la couverture de la cible. Ces buses sont bien adaptées pour appliquer des fongicide sur du blé en permettant une bonne couverture des épis avec le choix correct des calibres et des pressions de pulvérisation.

Les buses à jet plat avec induction d'air

Ces buses sont conçues pour donner des larges gouttelettes remplies d'air assistant leur transport vers la cible sans effet de dérive. L'induction de l'air est due à l'action d'un venturi situé à l'intérieur de la buse pour induire des bulles d'air dans les gouttelettes. Ces gouttelettes tendent à se briser en impacts et favorise une redistribution autour des ports des plantes traitées. L'avantage principal de ce type de buse est de réduire la dérive et donner à l'opérateur la flexibilité de traiter dans des conditions climatiques venteuses.

Tableau 1: Couleurs, codes et débits relatifs des buses (Standard ISO)

Couleur de buse	Code ISO de buse	Débit de buse (L/min) à 3 bars
Orange	8001 ou 11001	0.4
Vert	80015 ou 110015	0.6
Jaune	8002 ou 11002	0.8
Violet	80025 ou 110025	1
Bleu	8003 ou 11003	1.2
Rouge	8004 ou 11004	1.6

Tableau 2 : Qualité du jet en fonction du code couleur de buse

Code ISO de buse	Catégorie du jet	Taille des gouttelettes
110-01	Très fine – fine	140 -180 µm
110-02	Fine – moyenne	180 -220 µm
110-03	Moyenne - grossière	220 -300 µm
110-04	Grossière – très grossières	300 - 400 µm

5. La taille des gouttelettes d'un jet de pulvérisation

Les gouttelettes sont très petites et leurs diamètres sont pratiquement mesurées en micromètres -µm- (un micromètre vaut un millième de millimètre). En opérant un pulvérisateur à une pression donnée, les buses hydrauliques produisent des tailles des gouttelettes bien définies. Ces tailles sont bien classées et standardisées (selon les trois standards ISO, BCPC et ASABE) afin de donner des références utiles pour l'évaluation de tout travail de pulvérisation des produits phytosanitaires.

Tableau 3: Tailles des gouttelettes escomptées pour chaque type de traitement

Catégorie des gouttelettes	Taille des gouttelettes	Description	Usage possible pour la pulvérisation agricole
Très fine	< 150 µm	Brouillard	
Fine	150-250 µm	Jet fin	Insecticides, herbicides de contact, fongicides de contact
Moyenne	250-350 µm	Jet moyen	Herbicides de sol, fongicides
Grossière	350-450µm	Pluie très fine	Herbicides de sol, Herbicides systémiques, engrais foliaires
Très grossière	450-550 µm	Pluie fine	Engrais foliaires
Extrêmement grossière	>550 µm	Pluie grossière	Engrais foliaires

Il est à noter que les gouttelettes de moins de 100 µm ne sont pas perçues à l'œil nu et ont tendance à s'évaporer rapidement dans l'air.

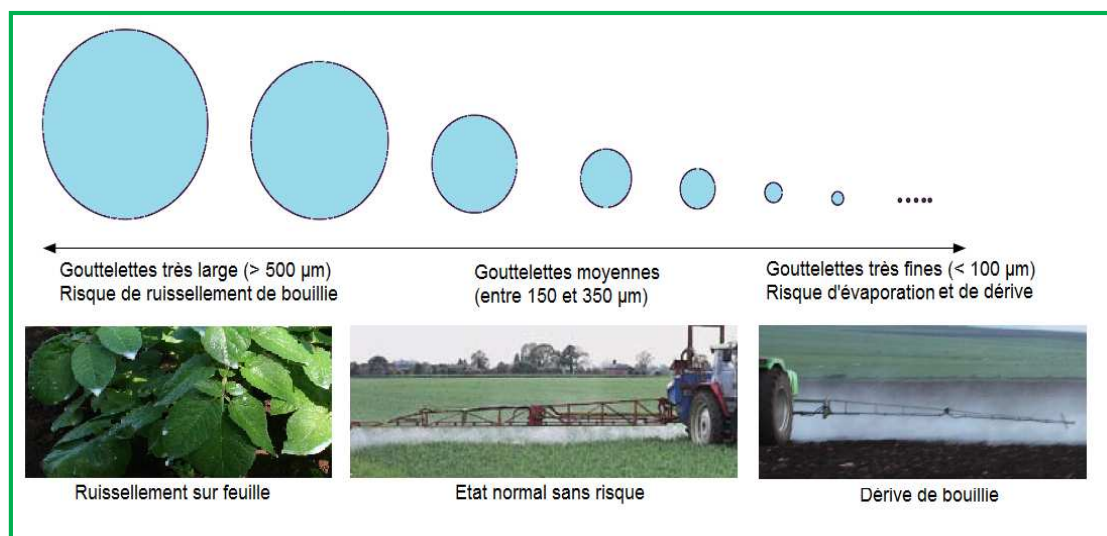


Figure 5: Qualité du jet en fonction de la taille des gouttelettes

6. Choix de densité du jet [Nombre d'impacts/cm²]

Les gouttelettes n'ont pas besoin seulement d'être distribuées uniformément sur la surface foliaire de la cible mais leur densité aussi doit être suffisante pour arriver à un bon résultat. Les différents types de produits phytosanitaires exigent des niveaux différents des densités des gouttes.

La densité des gouttelettes est ajustable en fonction du type de produit utilisé (herbicide, fongicide ou insecticide). Le tableau suivant donne les densités des gouttelettes exigées pour assurer des niveaux de contrôle adéquats.

Les produits systémiques exigent des densités faibles autour de 20-30 impacts/cm² étant donné que la matière active agit par translocation dans la plante. Quand le traitement est destiné pour la lutte contre des insectes mobiles ou pour appliquer des fongicides de contact, la densité recommandée doit être à un niveau élevé de l'ordre de 70-100 impacts/cm².

Tableau 4 : Densité du jet recherchée par type de traitement

Produit	Traitement	Impact/cm ²
Herbicides	Pré-levé	20 – 30
	Post-levé	30 – 40
Fongicides	Effet systémique	30 – 50
	Effet par contact	50 – 70
Insecticides	Insectes mobiles	60 – 100
	Effet systémique	20 – 30
	Effet par contact	50 – 70

Pour augmenter la densité (nombre d'impacts/cm²), il faut fragmenter davantage le liquide de la bouillie, en augmentant la pression et/ou en utilisant des buses de petits calibres (Fig. 6). Les buses à turbulence donnent des gouttelettes relativement plus fines que celles des buses à jet plat que celles des buses à miroir.

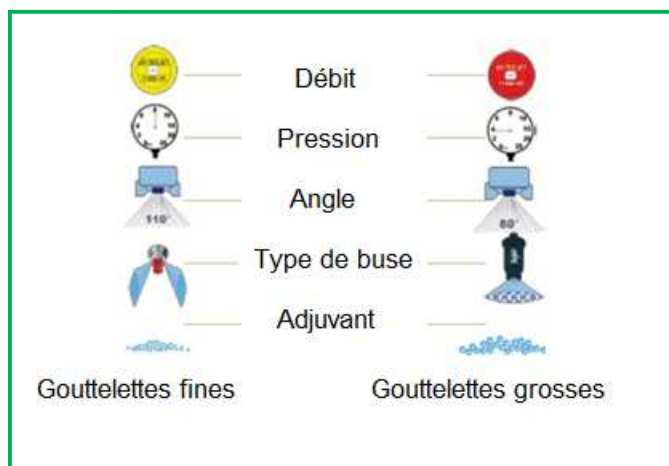


Figure 6 : Facteurs influençant la taille des gouttelettes

A titre d'exemple, un volume donnant une gouttelette de 400 μm peut donner 64 gouttelettes de 100 μm . Ceci montre qu'on peut prétendre une bonne répartition du jet de pulvérisation afin d'optimiser la couverture d'une surface foliaire avec 64 gouttelettes de 100 μm qu'avec une gouttelette de 400 μm . Cependant, il faut être conscient du risque potentiel de dérive et d'évaporation des fines gouttelettes.

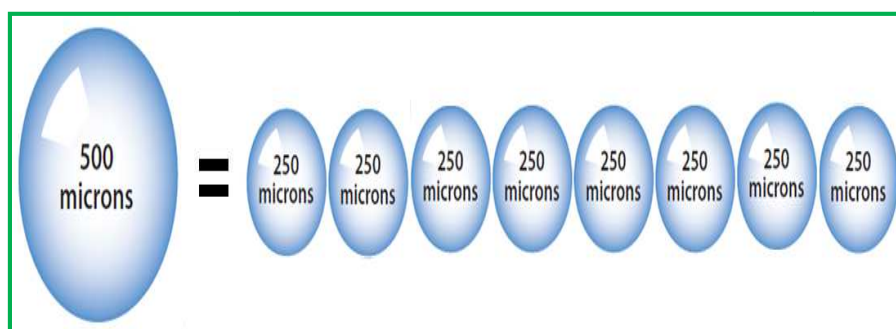


Figure 7 : Le volume d'une gouttelette de 500 μm vaut ce de huit Gouttelettes de 250 μm

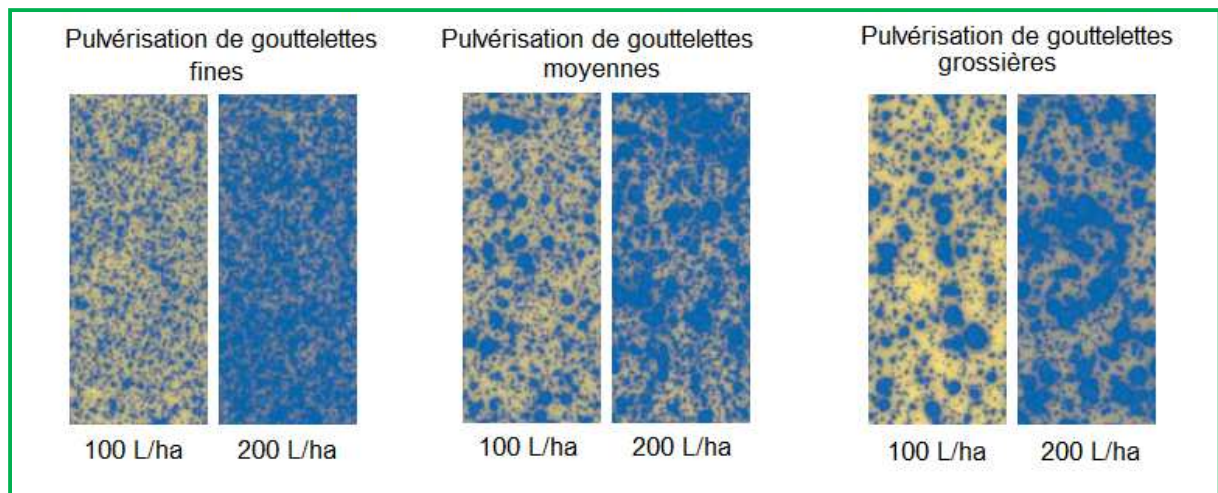


Figure 8: Effet de choix de buse et de volume de bouillie
Sur la densité du jet

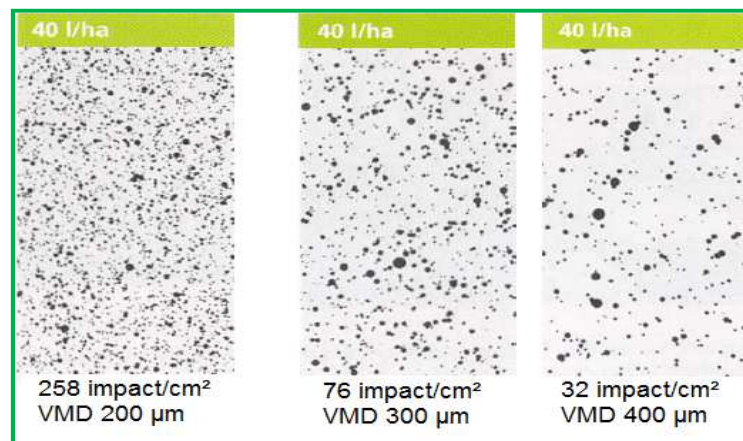


Figure 9 : Exemple de variation de la densité du jet
en fonction du diamètre des gouttelettes
pour une même bouillie de 40 L/ha.

Astuces pratiques...

- ***Pour un calibre de buse donné, toute augmentation de la pression aboutit à un nuage de gouttelettes plus fines et une densité de jet relativement importante.***
- ***Pour deux buses différentes opérant à la même pression (Par exemple : buses jaune et bleu), la buse jaune de calibre petit (11002) donne pratiquement le jet le plus dense et les gouttelettes les plus fines.***
- ***Si on vise un jet dense et avec des gouttelettes grossières, il faut choisir une buse de calibre grand (11003 ou 11004) et augmenter la pression de service à 3 bars et plus.***
- ***Pour un produit chimique de contact, il faut chercher à régler le pulvérisateur pour obtenir un jet dense (50 à 70 gouttelettes / cm²) à travers tout le volume végétal de la cible traitée.***
- ***La densité optimale pour bien couvrir la surface foliaire ne doit pas avoir de risque de ruissèlement de bouillie sur les feuilles et ce en choisissant des buses ayant des débits petits à moyens (gouttelettes fines à moyennes) et en ajustant la pression de service.***
- ***Pour arriver à une couverture optimale des feuilles, il faut adapter le volume de bouillie utilisé (de 100 à 250 L/ha) au stade de la plante traitée.***
- ***Il faut utiliser moins de volume de bouillie pour une plante jeune et l'augmenter pour un couvert végétal plus volumineux.***
- ***L'application des herbicides nécessite pratiquement des volumes de bouillies réduits (80 à 120 L/ha) et ce pour avoir des concentrations importantes, clé de l'efficacité de matière active.***

7. Qualité du jet en fonction des tailles des gouttelettes

Quand une plante est ciblée, le nuage des gouttelettes issu d'une pulvérisation doit être distribué uniformément sur toutes les parties de la plante, incluant les faces inférieures des feuilles, le haut et le bas de la plante, surtout si le produit appliqué agit par contact sur les feuilles ou les insectes.

Un résultat optimal est obtenu généralement en produisant un jet de gouttelettes de taille diamétrale petite à moyenne (150 à 300 μm) afin de favoriser la couverture de tout le volume et/ou la surface foliaire et sans recours à des volumes de bouillie important (plus de 200 L/ha) non justifiés économiquement dans les zones arides de production des céréales et légumineuses.

Les gouttelettes de diamètre large (300 à 500 μm) sont lourds en poids et ont tendance à tomber avec inertie sur la cible sans effet défecteur du vent mais leur rétention sur les feuilles est probable faute de leur rebondissement sur les feuilles et/ou ruissellement vers le sol.

Quand de très grosses gouttelettes (plus de 500 μm) sont produites par un pulvérisateur, il y a le problème de ruissellement du jet sur les feuilles des plantes traitées et une faible quantité de bouillie (seulement moins de 10 %) reste déposée sur la plante ciblée.

Si un jet de pulvérisation est produite en utilisant des buses de taille d'orifice grande et/ou avec une pression faible (2 bars ou moins), le nuage de pulvérisation est composé principalement de gouttelettes grossières (plus de 400 μm).

Les gouttelettes grossières sont aptes à glisser sur les feuilles ou à se diviser par éclatement. Par conséquence, une partie importante du jet est perdue par ruissellement et tombe vers la surface du sol au lieu de rester sur la cible.

Pratiquement, lorsqu'on veut réduire l'effet de la dérive (conditions considérable de vent ou de chaleur) on doit chercher techniquement à choisir des tailles des gouttelettes grossières. Ceci est faisable avec le choix de pression de service basse (1,5 à 2 bars) ou avec le choix de buse de grand calibre (calibre ISO 11003 ou plus grand).

Ces choix peuvent contribuer à avoir une réduction importante de la densité du jet (nombre de gouttelettes/cm²) et ça peut affecter l'efficacité de quelques produits phytosanitaires (cas d'un herbicide de contact comme le Paraquat, ou cas d'un herbicide appliqué sur des adventices de petite taille).

8. Effet de volume de bouillie sur la densité du jet

La densité des gouttelettes voulue (nombre d'impacts / cm^2) est déterminée par le volume de la bouillie appliqué et la grosseur des gouttelettes dans le jet de pulvérisation.

Si le volume de la bouillie appliqué est très faible, le jet de pulvérisation produit est aussi de densité faible de gouttelettes.

Si le volume de la bouillie appliqué est très élevé, le jet de pulvérisation produit contient des gouttelettes de taille grossière et/ou de densité élevée ce qui favorise le ruissellement du jet sur les feuilles ciblées. Par conséquence ceci peut causer une perte du produit appliqué et une pollution de l'environnement.

Il ne faut pas oublier qu'une bonne application de jet pulvérisé a pour objectif d'adapter le jet au couvert végétal ciblé et au type de traitement effectué en donnant une distribution uniforme des gouttelettes et avec la densité voulue.

Il y a une relation importante entre la taille des gouttelettes, le volume et le nombre des gouttelettes qu'on veut produire à partir d'un volume de bouillie à pulvériser.

Pour un volume de bouillie donné, quand les gouttelettes deviennent fines en augmentant la pression hydraulique du pulvérisateur, un nombre plus grand de gouttelettes est produit à partir du même volume de bouillie pulvérisée.

9. La dérive des gouttelettes d'un jet de pulvérisation

Un résultat optimal du pulvérisateur est obtenu quand la vitesse d'avancement est autour de 8 à 10 km/h. En effet, dans ce cas l'effet du vent induisant la dérive est négligeable. Cependant, quand la vitesse du tracteur est grande ($> 10 \text{ km/h}$), les sollicitations de la rampe subissent des vibrations importantes et affectent la position de la rampe et l'uniformité du jet pulvérisé.

Si un jet de pulvérisation est produit en utilisant des orifices des buses petits et/ou des pressions excessives, le nuage de pulvérisation est composé principalement de gouttelettes fines et/ou très fines (moins de $150 \mu\text{m}$).

Les gouttelettes fines sont très affectées par la dérive et l'évaporation. Pratiquement, quand on réduit la taille des gouttelettes pour améliorer le couvert du jet de pulvérisation, il y a une susceptibilité importante au phénomène de la dérive.

Le principe d'une application efficiente ne cherche pas seulement à avoir une bonne couverture de la cible traitée mais il faut aussi réduire les impacts négatifs liés à la pollution de l'environnement et la contamination des êtres humains.

Les petites gouttelettes (moins de 150 μm) sont sensibles aussi à l'évaporation rapide dans les conditions chaudes et peuvent disparaître avant d'atteindre la cible. Les très fines gouttelettes (de moins de 50 μm) ont tendance à s'évaporer 250 fois plus rapidement que des gouttelettes de 200 μm .

Durant un jour chaud, les gouttelettes de 50 μm ne peuvent être transportées dans l'air que dans une faible distance (entre 0.1 à 1m) avant qu'elles disparaissent par évaporation alors que les gouttelettes de 200 μm et plus n'ont que de faible chance pour s'évaporer avant d'atteindre leurs cibles.



Figure 10 : Incidence de dérive due à une pression et vitesse de travail élevées (photo El Aissaoui A.)

Astuces pratiques pour remédier à la dérive

On doit avoir les connaissances adéquates sur les équipements et sur les facteurs qui influencent le phénomène de la dérive. Les facteurs ci-dessous doivent être pris en considération pour assurer une application de pulvérisation précise et sans danger.

- ***Baisser la pression de pulvérisation.***
- ***Choisir une taille de buse adéquate donnant un jet moyen ou grossier.***
- ***Réduire la hauteur des buses de pulvérisation par rapport au cible.***
- ***Réduire la vitesse d'avancement.***
- ***Eviter les traitements si la vitesse du vent est élevée.***
- ***Choisir des buses anti- dérive telles que les buses AI, TTI ou AIXR.***
- ***Traiter le matin ou lors d'une température modérée et d'une humidité relative élevée***

10. Effet des conditions climatiques

Lors d'une opération d'application de produit phytosanitaire, les gouttelettes doivent être transférées vers la cible avec le minimum possible de pertes. Les conditions climatiques ont une influence importante sur le comportement des gouttelettes et par conséquent leur devenir final et efficacité dans un couvert végétal.

La température

Elle affecte le taux d'évaporation ou volatilisation du jet de pulvérisation. Une haute température augmente le taux de volatilisation du produit chimique et augmente aussi le taux d'évaporation du liquide formant les gouttelettes de pulvérisation.

Humidité relative de l'air

Une faible humidité augmente aussi le taux d'évaporation des gouttelettes. Il est bien de pulvériser une bouillie quand la température est faible (moins de 28 °C) et l'humidité est élevée (plus de 50 %).

Le vent

La vitesse du vent et sa direction ont aussi un effet significatif sur les gouttelettes de pulvérisation. Une vitesse de vent idéale se situe entre 7 et 10 km/h (vent léger donnant un mouvement constant des feuilles et des branches).

Un vent modéré (11 à 14 km/h) reste souhaitable pour appliquer un volume de bouillie élevé (plus de 250 L/ha) en utilisant des buses donnant des grosses gouttelettes moins sensibles à la dérive (plus de 300 µm). L'usage des buses à induction d'air permet aussi d'atténuer l'effet de dérive due au vent modéré.

Phénomène d'inversion de température

Les conditions climatiques calmes qui se manifestent lors du changement de température du matin et du soir (inversion de la température du jour) sont à éviter. Le temps de formation de brouillard est indicateur du phénomène d'inversion de température. La présence d'un brouillard est relative au temps calme et manque d'effet turbulence favorisant le transport vertical des fines gouttelettes et par conséquent elles restent portées par l'air sans atteindre la cible à traiter.

Faut-il traiter le matin, le soir ou la nuit ?

Le mode d'action du produit appliqué, l'hygrométrie et la vitesse de vent sont des facteurs déterminants pour limiter l'évaporation et la dérive de la bouillie. Quels que soient le produit et le volume de bouillie appliqués, il faut traiter lorsque l'hygrométrie est maximale pour limiter les pertes par volatilisation. Et les bonnes conditions d'hygrométrie commencent à partir de 60 %, ce qui est souvent le cas le matin et le soir.

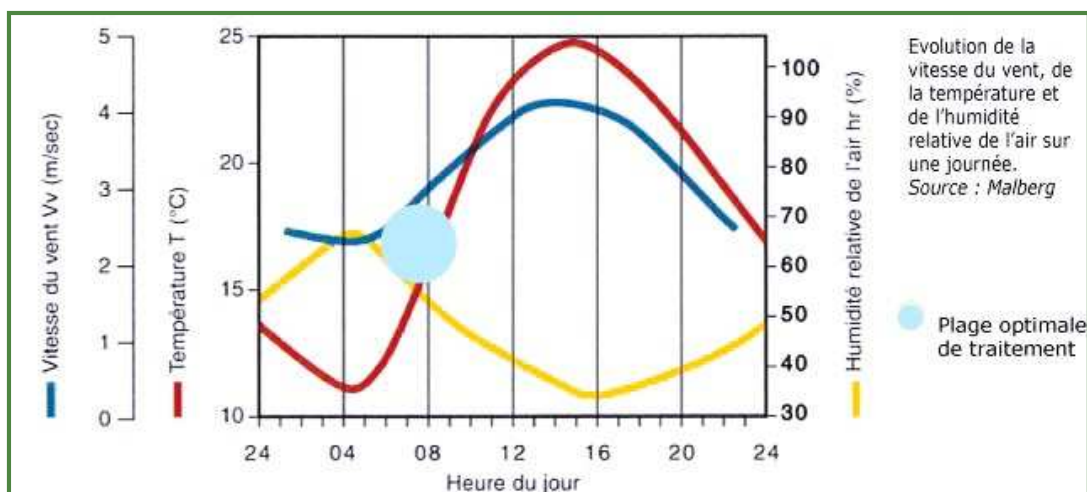


Figure 11 : Evolution des facteurs climatiques dans une journée et plage optimale de traitement

11. La qualité d'eau utilisée pour la préparation de la bouillie de pulvérisation

La qualité de l'eau utilisée pour la pulvérisation des produits phytosanitaires peut avoir un effet significatif sur leur efficacité.

L'eau de pluie reste le plus propre pour mélanger une bouillie mais son utilisation n'est pas toujours possible. Si l'eau utilisée est prise d'un puits ou d'autre source (ex. canaux, rivières ...), sa qualité peut être variable et causer des problèmes d'application des produits chimiques.

L'eau utilisable pour la préparation des bouillies doit être claire, sans couleur, sans odeur et neutre (pH 7.0). Elle ne doit pas être acide, alcaline ou saline.

12. Le test de la qualité de l'eau

Il est possible de tester la qualité de l'eau à la maison pour évaluer leur effet sur la performance des formulations chimiques qu'on veut appliquer. Un test pratique consiste à diluer une faible quantité de formulation chimique dans un récipient en verre claire de 1 L et ce en respectant la concentration de la bouillie recommandée par le fournisseur.

L'agitation du mélange dans le récipient durant une minute doit être suivie d'un repos de 30 mn pour tester le comportement du mélange. Si le moussage, la sédimentation ou la séparation de la solution en couches a eu lieu, l'eau utilisée pour la préparation de la bouillie n'est pas souhaitable pour la formulation ou mélange des formulations testées.

Après le test préliminaire, il est considérable de mener un test de laboratoire pour apporter les améliorations possibles surtout pour mesurer la quantité des cations (calcium et magnésium) responsables de la dureté de l'eau et apporter la quantité exacte de sulfate d'ammonium qui corrige la dureté potentielle d'une eau.

Il faut prendre en considération que dans la plus part des régions où il y a des roches calcaires, les eaux des puits sont chargées et présentent potentiellement un effet sur l'efficacité de quelques herbicides comme le glyphosate et le 2,4-D

13. Les caractéristiques de l'eau

La charge solide de l'eau

L'eau des puits ou des rivières contient souvent des particules d'argiles en suspension lui donnant une couleur sombre.

Il y a des types de produits herbicides tels que le glyphosate, le paraquate, le 2,4,D et le MCPA qui sont affectés par l'usage des eaux chargées.

Les eaux chargées sont aussi sources des problèmes de chantier de traitement comme le bouchage des buses et le colmatage dans les filtres et les étages d'admission et de refoulement de la pompe.

Le pH neutre

L'eau à un pH de 7 est considérée neutre. La plu part des eaux courantes ont un pH situé entre 6.5 et 8.

Une eau de pH supérieur à 8 est considéré alcalin et peut provoquer aux produits chimiques le processus d'hydrolyse alcaline.

Le processus d'hydrolyse alcalin peut altérer la matière active d'un produit chimique et réduire son efficacité et sa rémanence.

A titre d'exemple, l'efficacité des insecticides (ex. carbamates et organophosphorés) diminue étroitement dans les eaux alcalines.

Si l'usage d'une eau alcaline est inévitable, il sera nécessaire de réduire son pH avant de procéder au mélange de bouillie.

L'eau acide peut aussi affecter la stabilité et les propriétés physiques des formulations chimiques.

La salinité et la dureté de l'eau

Un niveau élevé du sel dans l'eau peut causer la phytotoxicité et l'endommagement des tissus de la plante. Une eau est dite dure quand il contient un pourcentage élevé de calcium et magnésium. La difficulté de produire de la mousse en ajoutant du savon est une indication de la dureté d'une eau. Cette dernière peut causer la précipitation de quelques formulations chimiques et réduire leur efficacité.

14. Réglage des pulvérisateurs agricoles

Les pulvérisateurs agricoles doivent, au minimum, être réglés une fois au début de chaque saison de traitements. On doit les régler de nouveau chaque fois qu'on modifie une variable, par ex. le volume de la bouillie, la dose de la formulation ou la matière active, la vitesse d'avancement, la pression, etc. Par ailleurs, on doit augmenter la fréquence du réglage si on utilise des produits abrasifs tels que les poudres mouillables. Une fois qu'on connaît bien les règles de base de calibrage, on doit réaliser cette opération systématiquement comme le vidage d'huile d'un moteur.

Méthode classique de réglage d'un pulvérisateur tracté

Tout produit phytosanitaire exige une application précise et avec un volume de bouillie adéquat. La calibration des pulvérisateurs est de grande importance pour satisfaire cette exigence. Une méthode de calibration précise et simple est expliquée comme suit :

- 1- Choisir un volume de bouillie à appliquer par hectare
- 2- Déterminer la largeur de pulvérisation en mètre
- 3- Evaluer la vitesse d'avancement du tracteur portant le pulvérisateur (il faut choisir la bonne vitesse adaptée au champ traité sans risque de basculement de la rampe et sans induction d'effet de dérive)
- 4- $Vitesse (Km/h) = \frac{360}{Temps (s)}$
(Temps effectué en seconde pour un trajet de 100 mètres)
- 5- Sélectionner le type de buse et le calibre adéquat pour obtenir le débit d'eau nécessaire (L/min) et la taille des gouttelettes adaptées pour le type de traitement à mener
- 6- Se référer à la charte des buses pour adapter la pression de mise en service des buses appropriées pour la grosseur et la densité des gouttelettes qu'on vise pour un type de traitement
- 7- Déterminer le débit total donné par la rampe sur toute la largeur de pulvérisation
 $Débit\ total\ (L/min) = Débit\ d'une\ buse\ (L/min) \times Nombre\ de\ buses\ monté\ sur\ la\ rampe$
- 8- Calculer le volume réel de bouillie à appliquer par hectare :

$V \text{ (L/ha)} = \text{Débit total (L/min)} \times 600 / (\text{Largeur (m)} \times \text{Vitesse du Tracteur (Km/h)})$

Comparer le volume de bouillie réel obtenu par calcul (étape 8) avec celui choisi au départ (étape 1). Si la différence est grande, il faut ré-étalonner. D'un côté, la réduction du volume de bouillie (L/ha) passe par l'augmentation de la vitesse (Km/h) ou la diminution de pression de service ou le choix d'un calibre de buse plus petit. D'autre côté, l'augmentation du volume de bouillie (L/ha) passe par la réduction de la vitesse (Km/h) ou l'augmentation de la pression de service ou le choix d'un calibre de buse plus grand.

9- Enfin Calculer combien il faut mettre de produit phytosanitaire dans la cuve du pulvérisateur : La dose recommandée (L/ha ou Kg/ha) x Le volume d'eau dans la cuve (L) / volume réel de bouillie (L/ha).

Méthode de calibration simple des pulvérisateurs

→ Choix du rapport de vitesse et du niveau d'accélérateur pour une vitesse d'avancement du tracteur adaptée au terrain agricole à traiter ;

→ Chronométrage du temps nécessaire pour parcourir une distance connue (distance de 100 mètres au moins) par le tracteur muni de pulvérisateur avec la cuve moitié remplie avec de l'eau ;

→ Evaluation de la vitesse d'avancement en kilomètre par heure (Km/h);

Pour cela, il faut avoir en tête la relation suivante :

- 1 m/s correspond à 3,6 km/h,
- 2 m/s correspondent à 7,2 Km/h,
- 3 m/s correspondent à 10,8 km/h).

La vitesse (Km/h) = Distance (m) X 3,6 (Km/h)/Temps (s)

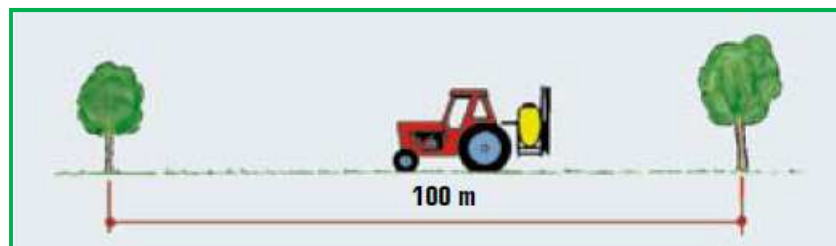


Figure 12 : Illustration de calcul de vitesse d'avancement d'un tracteur

Pour parcourir une distance de 100 mètres, le tracteur fait 45 secondes (temps donné par le chronomètre).

La vitesse de déplacement du tracteur est donc de 8 km/h.

La vitesse (Km/h) = $100 \text{ (m)} \times 3,6 / 45 \text{ (s)} = 8 \text{ km/h}$

- 100 m → 30 s → 12 km/h
- 100 m → 36 s → 10 km/h
- 100 m → 45 s → 8 km/h
- 100 m → 50 s → 7,2 km/h
- 100 m → 60 s → 6 km/h

→ Usage de la charte pour le choix du volume de la bouillie à appliquer par hectare,

→ Vérification de la couleur de la buse utilisée (standard ISO),

→ Choix de la pression hydraulique à utiliser (en bars) en fonction du volume de la bouillie (en L/ha) et en fonction de la vitesse d'avancement mesurée (en Km/h),

→ Enfin, l'évaluation du débit moyen de trois buses au long de la rampe (au milieu et sur les deux côtés) ne sert que pour le comparer au débit donné par la charte,

→ Si la comparaison des deux débits (celui mesuré et celui donné par la charte en bas) donne une différence importante (plus de 10%), il faut vérifier si le manomètre n'indique pas la bonne pression ou si les buses sont arrivées à un stade d'usure intolérable.

Code de buse	 BAR	L/Min	L/ha  50cm													
			6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
01	1	0.23	46	35	28	23	20	17	15	14	13	12	11	10	9	9
	2	0.32	64	48	38	32	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12
	3	0.39	78	59	47	39	33	29	26	23	21	20	18	17	16	15
	4	0.45	90	68	54	45	39	34	30	27	25	23	21	19	18	17
	5	0.50	100	75	60	50	43	38	33	30	27	25	23	21	20	19
	6	0.55	110	83	66	55	47	41	37	33	30	28	25	24	22	21
	7	0.60	120	90	72	60	51	45	40	36	33	30	28	26	24	23
	8	0.64	128	96	77	64	55	48	43	38	35	32	30	27	26	24
015	1	0.34	68	51	41	34	29	26	23	20	19	17	16	15	14	13
	2	0.48	96	72	58	48	41	36	32	29	26	24	22	21	19	18
	3	0.59	118	89	71	59	51	44	39	35	32	30	27	25	24	22
	4	0.68	136	102	82	68	58	51	45	41	37	34	31	29	27	26
	5	0.76	152	114	91	76	65	57	51	46	41	38	35	33	30	29
	6	0.83	166	125	100	83	71	62	55	50	45	42	38	36	33	31
	7	0.90	180	135	108	90	77	68	60	54	49	45	42	39	36	34
	8	0.96	192	144	115	96	82	72	64	58	52	48	44	41	38	36
02	1	0.46	92	69	55	46	39	35	31	28	25	23	21	20	18	17
	2	0.65	130	98	78	65	56	49	43	39	35	33	30	28	26	24
	3	0.79	158	119	95	79	68	59	53	47	43	40	36	34	32	30
	4	0.91	182	137	109	91	78	68	61	55	50	46	42	39	36	34
	5	1.02	204	153	122	102	87	77	68	61	56	51	47	44	41	38
	6	1.12	224	168	134	112	96	84	75	67	61	56	52	48	45	42
	7	1.21	242	182	145	121	104	91	81	73	66	61	56	52	48	45
	8	1.29	258	194	155	129	111	97	86	77	70	65	60	55	52	48
025	1	0.57	114	86	68	57	49	43	38	34	31	29	26	24	23	21
	2	0.81	162	122	97	81	69	61	54	49	44	41	37	35	32	30
	3	0.99	198	149	119	99	85	74	66	59	54	50	46	42	40	37
	4	1.14	228	171	137	114	98	86	76	68	62	57	53	49	46	43
	5	1.28	256	192	154	128	110	96	85	77	70	64	59	55	51	48
	6	1.40	280	210	168	140	120	105	93	84	76	70	65	60	56	53
	7	1.51	302	227	181	151	129	113	101	91	82	76	70	65	60	57
	8	1.62	324	243	194	162	139	122	108	97	88	81	75	69	65	61
03	1	0.68	136	102	82	68	58	51	45	41	37	34	31	29	27	26
	2	0.96	192	144	115	96	82	72	64	58	52	48	44	41	38	36
	3	1.18	236	177	142	118	101	89	79	71	64	59	54	51	47	44
	4	1.36	272	204	163	136	117	102	91	82	74	68	63	58	54	51
	5	1.52	304	228	182	152	130	114	101	91	83	76	70	65	61	57
	6	1.67	334	251	200	167	143	125	111	100	91	84	77	72	67	63
	7	1.80	360	270	216	180	154	135	120	108	98	90	83	77	72	68
	8	1.93	386	290	232	193	165	145	129	116	105	97	89	83	77	72
04	1	0.91	182	137	109	91	78	68	61	55	50	46	42	39	36	34
	2	1.29	258	194	155	129	111	97	86	77	70	65	60	55	52	48
	3	1.58	316	237	190	158	135	119	105	95	86	79	73	68	63	59
	4	1.82	364	273	218	182	156	137	121	109	99	91	84	78	73	68
	5	2.04	408	306	245	204	175	153	136	122	111	102	94	87	82	77
	6	2.23	446	335	268	223	191	167	149	134	122	112	103	96	89	84
	7	2.41	482	362	289	241	207	181	161	145	131	121	111	103	96	90
	8	2.58	516	387	310	258	221	194	172	155	141	129	119	111	103	97

Figure 13 : Charte standard des buses et des volumes des bouillies relatifs (standard ISO)

15. Réglage en vue d'un traitement en bande

Dans le cas des cultures en ligne, la dose qui est épandue sur la bande traitée est la même que la dose d'une pulvérisation en pleine surface, mais, au bout du compte, la quantité de pesticide épandue est moins grande puisque une partie seulement du champ est traitée.

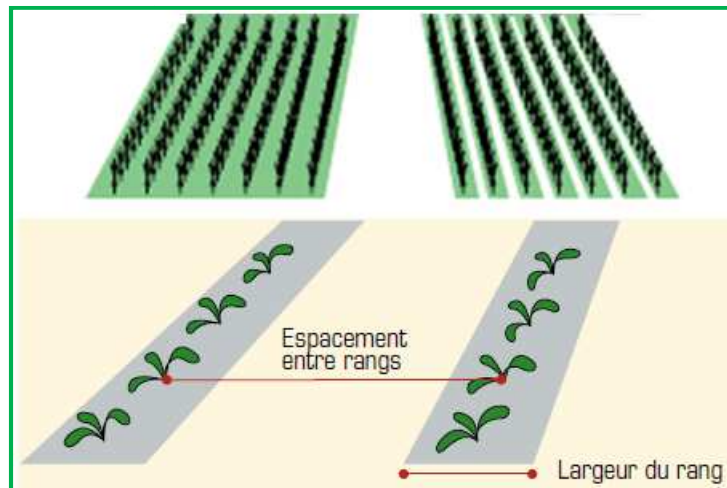


Figure 14 : Traitement généralisé contre traitement en bande

Pour calculer le débit qui correspond à la pulvérisation en bandes, la formule suivante permet de calculer le débit pour une pulvérisation en pleine surface à partir du débit pour une pulvérisation en bandes :

Débit (en bandes) = Débit (Total) * Largeur de la bande / Interligne

16. Réglage de la hauteur des buses

Pour que la bouillie soit répartie uniformément, il faut régler la hauteur des buses selon les recommandations données par le fabricant des buses utilisées.

Les buses à jet plat et les buses à miroir à différents angles demandent un entrecroisement différent des jets pour assurer une répartition uniforme de la bouillie. La buse ayant un angle de 110° demande pratiquement une hauteur de rampe faible (30 à 50 cm) par rapport aux buses d'angles 80°.

La hauteur de la rampe se mesure à partir de l'extrémité supérieure de la culture visée. Si vous pulvérisez un herbicide de post levée, la hauteur de la rampe se mesure à partir de l'extrémité supérieure des mauvaises herbes levées.

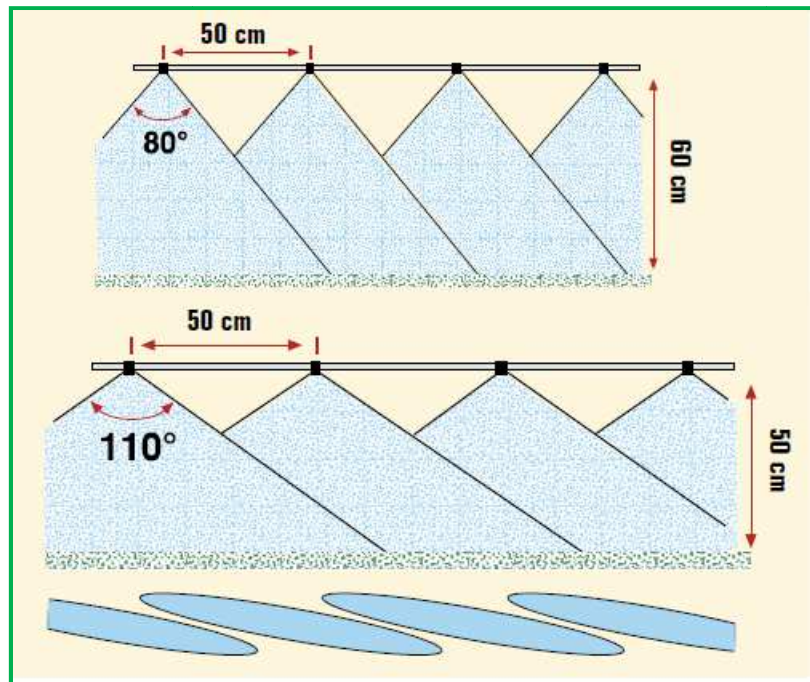


Figure 15 : Choix de la hauteur de la rampe en fonction de l'angle du jet de buse utilisée

17. Evaluation de l'usure des buses

Les orifices des buses neuves ont une forme ovale. Une pression de service excessive ainsi que la fragmentation des produits abrasifs à base de poudre mouillable contribuent à l'usure des buses (déformation de la forme ovale).

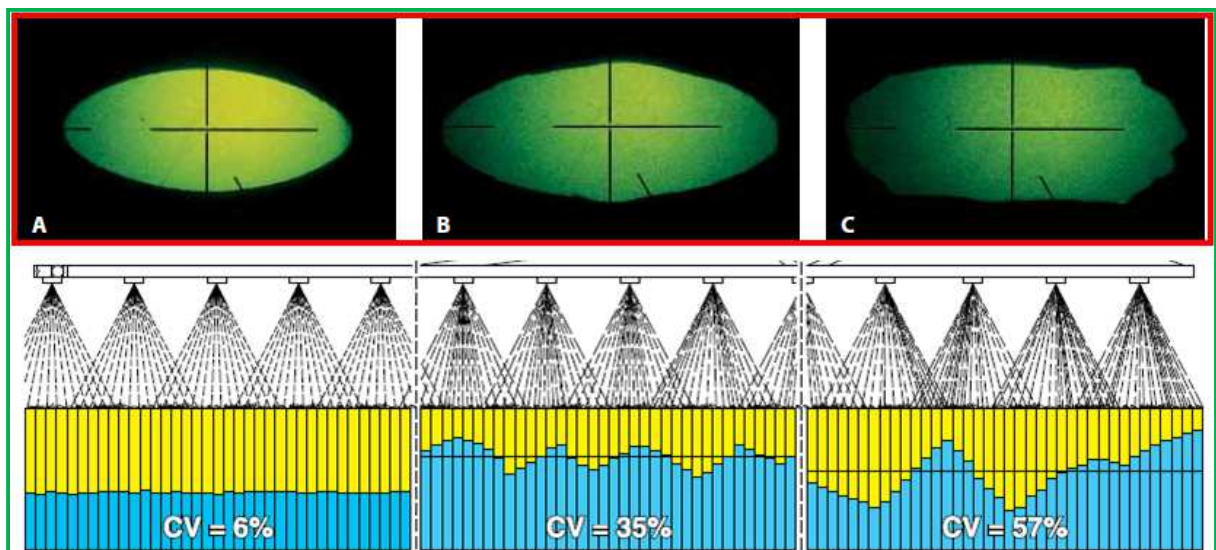


Figure 16 : Etat des buses et leur variation d'uniformité d'application (A= état neuf, B= état moyen, C= état dégradé) (Support Teejet)

18. Préparation de la bouillie dans la cuve

Maintenant que le pulvérisateur est réglé, il est important d'ajouter la quantité exacte du produit appliqué. Vous n'avez même pas besoin de savoir à quoi ressemble un hectare pour épandre une dose de pesticide exprimée en litres par hectare.

En premier lieu, déterminez la capacité de la cuve du pulvérisateur. Si vous n'êtes pas sûr de la capacité, remplissez le réservoir avec un seau dont vous avez mesuré exactement la capacité et, après avoir versé chaque seau, marquez le niveau correspondant sur le réservoir.

$$\text{Hectares par réservoir} = (\text{Capacité du réservoir (en litres)}) / (\text{Dose (L/ha)})$$

Pour déterminer la quantité du produit à ajouter par réservoir, il suffit de multiplier le nombre d'hectares traités avec un réservoir avec la quantité du produit chimique à épandre par hectare. Suivez les recommandations du fabricant concernant la préparation des bouillies pour chaque formulation.

19. Risque de bouchage des buses

Le risque de bouchage est fréquent avec les petits calibres des buses. Il faut aussi prendre en considération qu'il y a une certaine sensibilité au bouchage pour les buses dotées d'angles de jet larges due à la forme d'orifice ovale qui est relativement longue (en comparant deux buses ayant même calibre et deux angles de jet de 80° et 110°).

Les buses à pastille de calibrage et celles à injection d'air sont moins sensibles. En effet, leur orifice de calibrage est circulaire, donc moins fin qu'une fente.

Pour réduire les risques de bouchage, il faut prévoir l'utilisation des filtres de tronçons et de buses et adapter leurs tailles (nombre de mesh) aux calibres des buses utilisées.

Le débouchage des buses doit se faire avec une brosse souple (cas de brosse à dent) et avec circulation inverse d'eau dans l'orifice de la buse. Il ne faut pas utiliser d'aiguille en métal ou souffler directement avec la bouche

20. Informations de l'emballage d'un produit phytosanitaire

L'emballage de tout produit chimique agricole est réglementé pour contenir les informations techniques nécessaires ainsi qu'un pictogramme relatif au risque potentiel de sa toxicité due à son usage pour l'environnement et les êtres vivants.

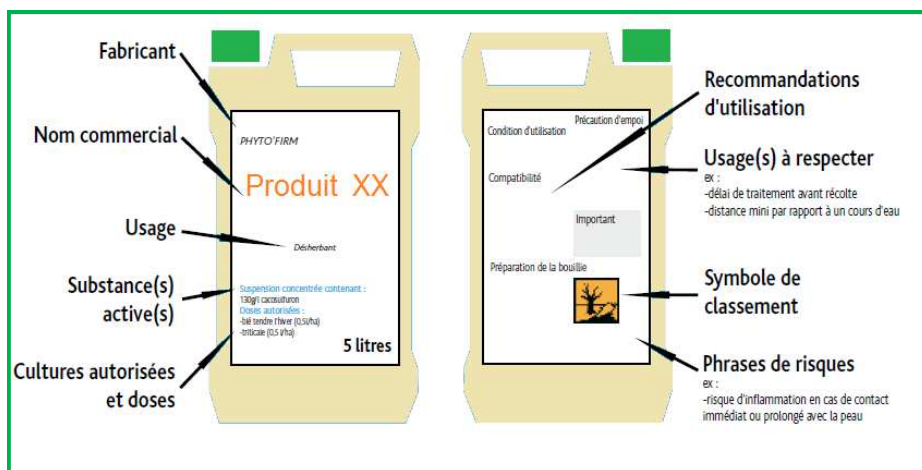


Figure 17 : Information standard disponible sur un emballage de pesticide agricole

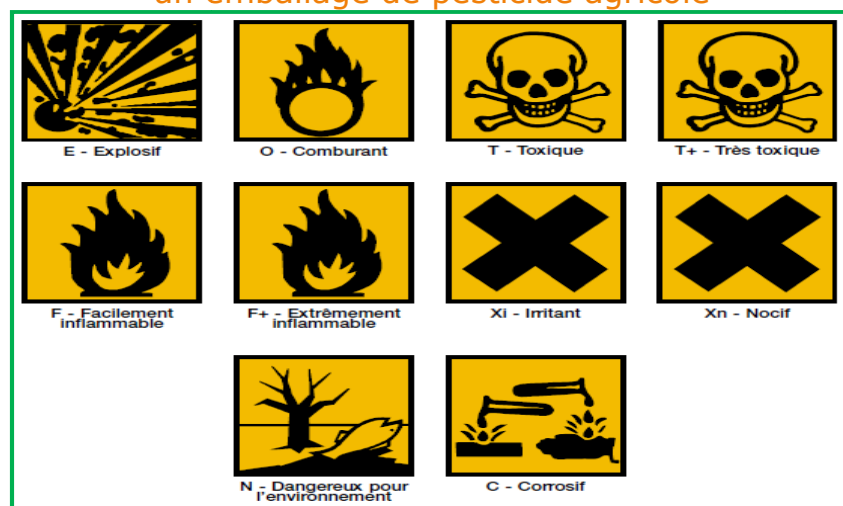


Figure 18 : Les classes de risque d'un produit phytosanitaire

21. Sécurité de l'opérateur

L'opérateur doit prendre des précautions pour ne pas entrer en contact avec les produits chimiques. Il doit porter des gants et une tenue protectrice pendant la manipulation des produits et le réglage du pulvérisateur. Il faut porter toujours de l'eau fraîche pendant le chantier de traitement (le pulvérisateur à tracteur est généralement doté d'une cuve d'eau propre pour lavage des mains). En effet il y a toujours un risque de contact lors du rinçage des emballages, lors du renversement accidentel du produit ou lors de manipulation d'une buse bouchée.

Les produits phytosanitaires sont susceptibles de causer des effets graves pour les applicateurs en cas d'exposition par voie cutanée, par inhalation, ou par ingestion dans le cas d'expositions chroniques ou accidentelles

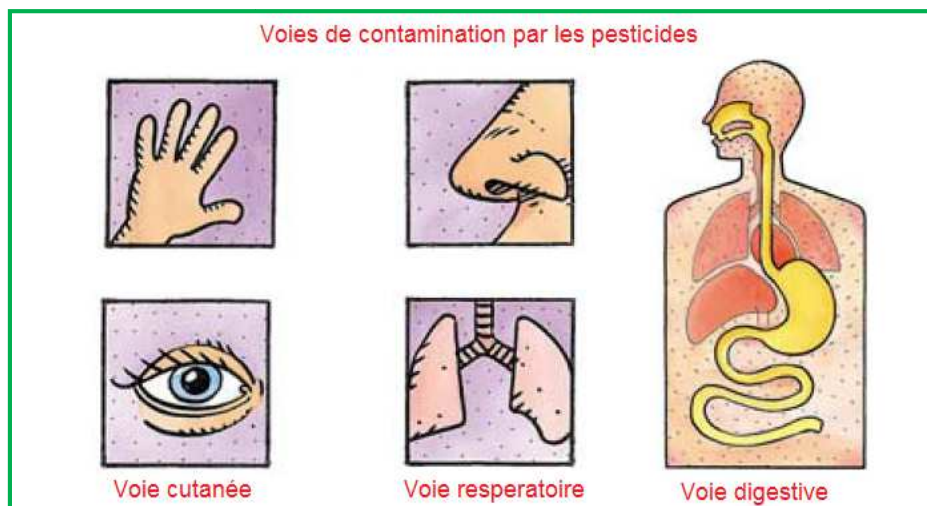


Figure 19 : Exposition chimique des opérateurs à la contamination par voie cutanée, par inhalation ou par ingestion



Figure 20 : La manipulation des produits chimiques nécessite le port des équipements de protection personnelle

22. Calibration du pulvérisateur à dos

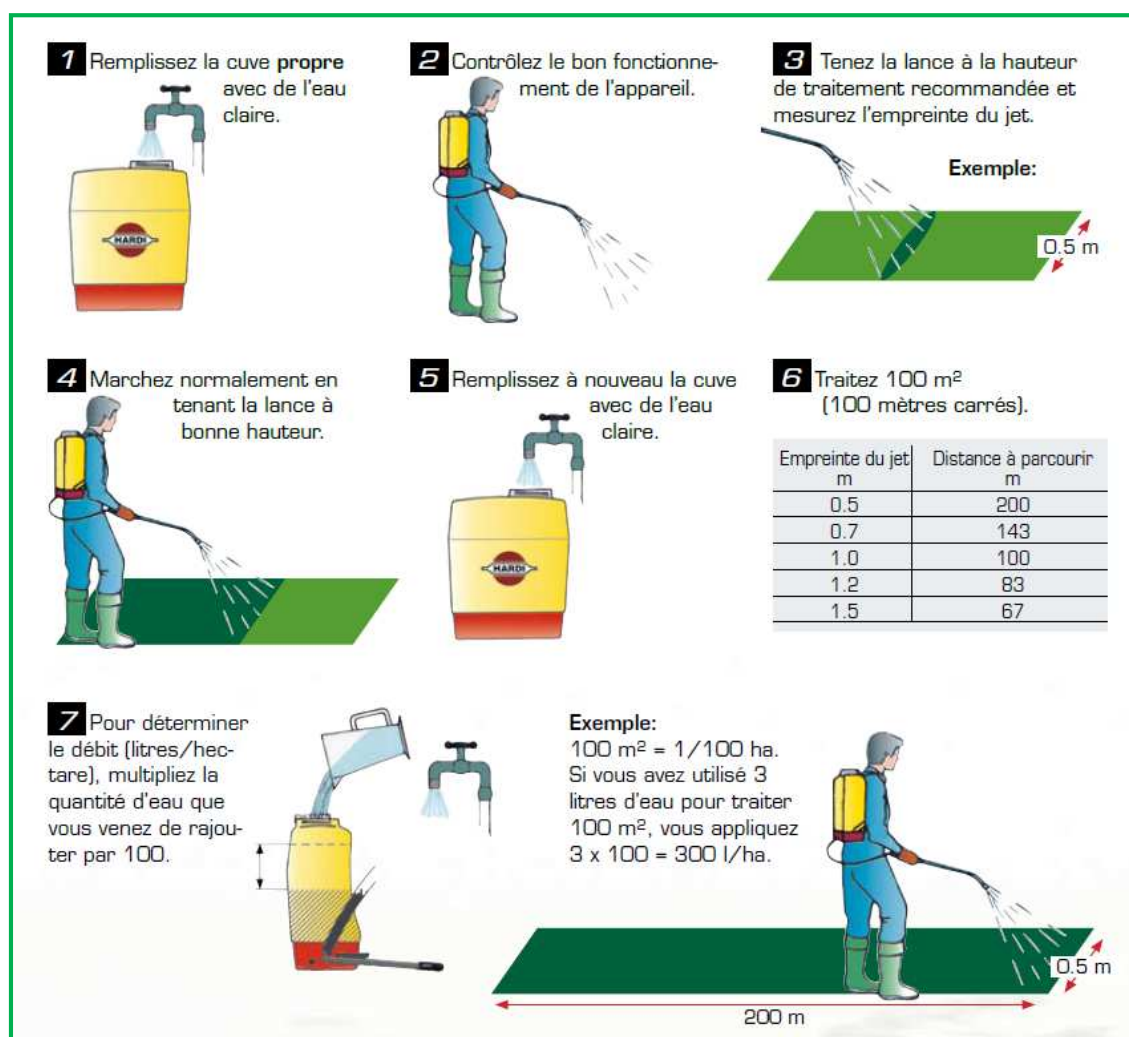


Figure 21 : Procédure de calibrage de pulvérisateur à dos (support de HARDI)

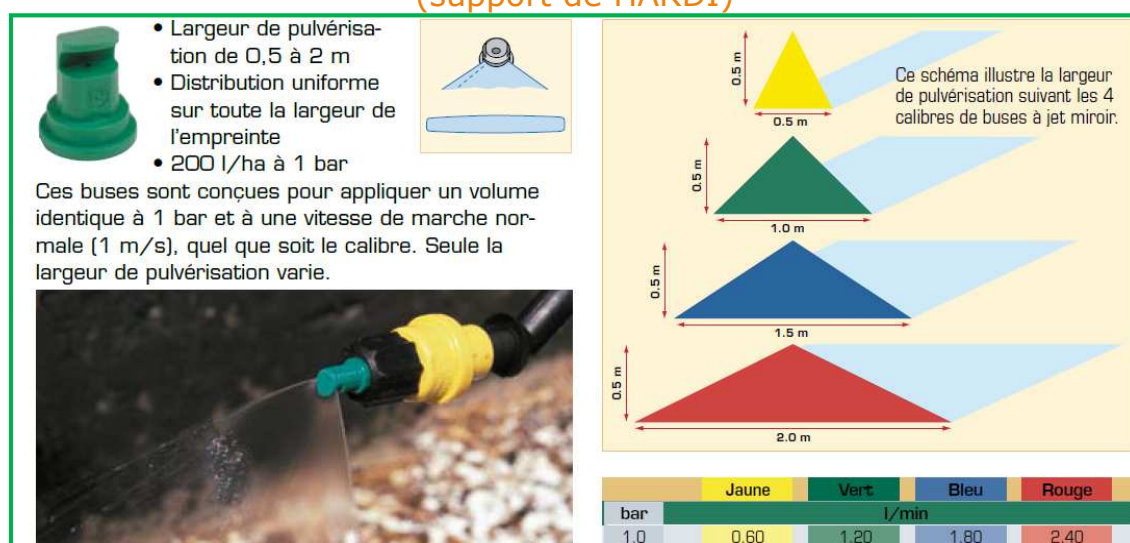


Figure 22 : Usage des buses à miroir pour augmenter le rendement des pulvérisateurs à dos

23. Stockage des produits phytosanitaires et sécurité lors de la manipulation

Il faut non seulement prendre les précautions lors de l'usage des produits chimiques mais aussi les stocker dans des lieux sécurisés. Les produits phytosanitaires doivent être posés dans un lieu spécialement conçu pour le stockage des produits chimiques classés de dangereux. Le lieu du stockage doit être situé dans une place de la ferme protégée et loin des animaux et des sources d'eau.

Un lieu de stockage sécurisé permet de maximiser la durée de vie des formulations chimiques conservées et de protéger les êtres humains, les animaux et l'environnement. Un magasin de stockage doit avoir les exigences suivantes :

1. Le magasin doit être séparé, de plafond et murs étanches, bien ventilé, protégé contre les incendies, et privé pour seulement stocker les produits chimiques et localisé loin de la maison sans risque de ruissellement ou de drainage du contenu toxique qui peut être versé accidentellement sur le sol.
2. Le magasin doit disposer des conditions climatiques d'un lieu froid (moins de 30°C), sec (l'humidité relative à l'intérieur doit être moins de 50%) et loin des rayonnements solaires pour un stockage approprié des produits chimiques.
3. Le magasin doit disposer d'un banc rempli de sable ou du sol pour aider à limiter le ruissellement de tout liquide chimique versé accidentellement lors de son manipulation.
4. Le bâtiment doit être disposé d'une porte de fermeture avec clé et portant la mention « stockage des produits chimiques toxiques et dangereuses – rester loin ».
5. Le bâtiment doit disposer d'un robinet d'eau et de bassin pour laver les mains après chaque manipulation des produits chimiques.
6. Il est aussi préférable d'avoir une source d'eau juste à côté du lieu de stockage pour remplir la cuve du pulvérisateur et préparer la bouillie à côté sans transporter les emballages jusqu'au champ.
7. Il faut aussi une poubelle à côté ou à l'intérieur du magasin pour récupération des emballages vides après leur lavage avec de l'eau (trois fois) et versement de la dilution dans la cuve du pulvérisateur.
8. Il faut aussi enfin une douche située à proximité du magasin et lieu de préparation de la bouillie dans la cuve pour que l'opérateur puisse se laver juste après l'enlèvement des habillements de protection et éviter immédiatement la subsistance de tout risque de toxicité du au contact des produits chimiques lors de la manipulation.

24. La durée de vie d'un produit phytosanitaire

La plu part des emballages des produits chimiques ne portent aucune indication sur leur durée de vie effective mais on trouve facilement la date de fabrication du produit ou de leur mise en emballage. S'il n'y a pas d'information sur la durée de vie, il faut pratiquement considérer que la plu part des formulations chimiques ont une durée de vie de deux ans. Il y a des exceptions pour certains produits chimiques si les conditions de stockage sont bonnes.

25. Les dix règles d'application rationnelle des produits phytosanitaires

Avant l'application du produit phytosanitaire



1. Stocker les produits chimiques dans un local loin des enfants, aéré et fermé à clé



2. Bien lire l'étiquette et les précautions d'emploi



3. Porter les vêtements et outils de sécurité (gants, lunettes, masque, combinaison, bottes)



4. Maintenir le bon état et réglage du pulvérisateur



5. Surveiller le remplissage et ajuster le volume de bouillie pour éviter les débordement et la pollution des sols et des eaux



6. Rincer les emballages trois fois, vider l'eau de rinçage dans la cuve et ne pas jeter les vides dans la nature

Pendant l'application du produit phytosanitaire



7. Appliquer la bouillie dans un temps calme en évitant le vent qui favorise la dérive du jet vers les cours des eaux et les lieux sensibles

Après l'application du produit phytosanitaire



8. Appliquer après dilution les fonds de cuve et les eaux de rinçage sur les bordures de la parcelle



9. Nettoyer les équipements de protection. Se laver les mains et prendre une douche



10. Prévenir les pollutions ponctuelles due au lavage du pulvérisateur

Références

Albuz (2009) Buses de pulvérisation, Catalogue. www.albuz.saint-gobainx.com

El Aissaoui A., El Gharras O. (2014) Pesticide application and best management practices. Training course support

El Aissaoui A. (2013) Techniques d'application des pesticides. Support de cours, formation des conseillers agricoles de l'ONCA, CCA de Berrichid.

Hal, (2015) Spray application basics, <http://ausveg.com.au>

HARDI (2007) Catalogues buses. <http://www.hardi-fr.com/fr/products/sprayer-components/nozzles/downloads/component-brochures>

Hypro (2014) Guide pratique de pulvérisation agricole. www.hypri-buses.com

Syngenta (2010), water sensitive paper for monitoring spray distribution, www.syngenta.com.au

Teejet (2012) Spraying Technologies, Catalogue 50F. www.teejet.com

CCE (1979) Possibilité de réduction des quantités des produits phytosanitaires utilisées en agriculture