

Choix des buses de pulvérisation en grandes cultures

Les buses fractionnent le liquide en gouttelettes et les propulsent vers la cible. Elles déterminent en partie le taux d'application de la bouillie et ont un impact sur l'efficacité de la pulvérisation et sur la dérive. **Les buses représentent moins de 1 % du coût du pulvérisateur, mais elles en constituent la pièce la plus importante.**

Il n'existe pas de buse universelle qui convienne à tous les types et conditions d'application. Chaque buse a des caractéristiques spécifiques en termes de matériau, débit, pression, angle de jet et taille des gouttelettes. La désignation des buses telle qu'illustrée (Figure 1) permet de repérer facilement certaines de ces caractéristiques. La couleur des buses est basée sur la norme ISO 10625 et correspond à son débit à une pression de 2,8 bar (Tableau 1).

LA DÉRIVE DES PESTICIDES

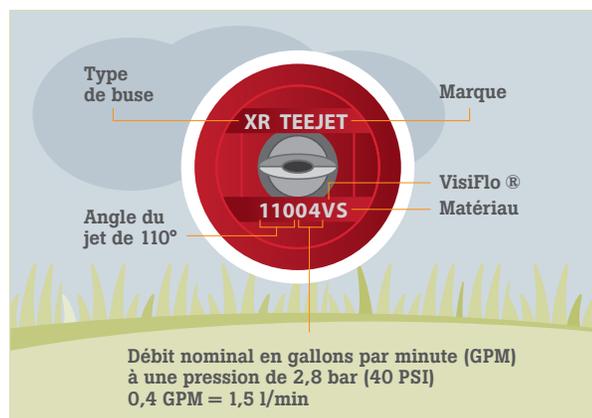
La dérive est le transport par voie aérienne de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement. Plus les gouttelettes pulvérisées sont fines, plus la distance parcourue est grande avant leur dépôt. Par exemple, une gouttelette extrêmement fine de 20 microns (μm) prendra un peu plus de 4 minutes pour chuter d'une hauteur de 3 m (10 pi) par vent nul, comparativement à 10 secondes pour une gouttelette de 100 μm (fine).

Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement la dérive, il importe de la limiter pour optimiser la qualité de l'application et réduire les impacts sur l'environnement, la santé ainsi que sur les cultures voisines.



- La taille des gouttelettes se mesure en microns (μm).
- 1 μm = 1/1000 mm
- La largeur d'un cheveu est d'environ 100 microns.
- Toutes les buses produisent des gouttelettes dont le diamètre varie de 5 à 1000 microns.

FIGURE 1 - Désignation des buses



Se référer aux catalogues des manufacturiers pour connaître la signification des symboles.

TABLEAU 1 - Couleur des buses et débit correspondant, à une pression de 2,8 bar

COULEUR DES BUSES	DÉBIT DES BUSES l/min à 2,8 bar (GPM à 40 psi)
Orange	0,38 (0,10)
Vert	0,56 (0,15)
Jaune	0,75 (0,20)
Violet	0,94 (0,25)
Bleu	1,13 (0,30)
Rouge	1,50 (0,40)
Brun	1,88 (0,50)
Gris	2,25 (0,60)
Blanc	3,00 (0,80)

Les causes de la dérive se divisent en deux grandes catégories : les conditions météorologiques et les techniques d'application.

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

VITESSE DU VENT - Ne pas pulvériser lorsque la vitesse du vent est de plus de 12 km/h. Il n'est pas recommandé de pulvériser par vent nul (condition favorable à l'inversion). Un vent léger (3,5 à 6,5 km/h à la hauteur de la rampe), de direction stable est l'idéal.



Diverses applications pour téléphones intelligents permettent de mesurer la vitesse du vent. Certaines requièrent l'achat d'un anémomètre qui se branche sur le téléphone, alors que d'autres évaluent le volume d'air qui passe dans le microphone et le convertissent en vitesse du vent.

STABILITÉ ATMOSPHÉRIQUE - Il y a un risque plus élevé de dérive lorsque la pulvérisation est réalisée dans des conditions d'inversion de température, alors que l'air le plus chaud, qui est normalement le plus près du sol, se trouve au-dessus d'une couche d'air plus froid (plus lourd). Dans ce cas, cette masse d'air qui se trouve près du sol ne peut s'élever et se disperser dans l'atmosphère, ce qui peut favoriser la concentration des pesticides au-dessus de certaines zones. Les gouttelettes peuvent se déplacer avec l'air frais sur de nombreux kilomètres lorsque la brise se lève ou lorsque l'inversion se dissipe. Les Figures 2 et 3 illustrent ce phénomène d'inversion de température et son effet sur la dérive.

TEMPÉRATURE DE L'AIR ET HUMIDITÉ RELATIVE - Par temps chaud (25°C et plus) et avec un taux d'humidité inférieur à 50%, l'eau des gouttelettes s'évapore plus rapidement, concentrant la matière active dans de plus fines gouttelettes qui seront transportées sur une plus grande distance.



Même avec des buses neuves il est important de régler le pulvérisateur à chaque début de saison pour en connaître le débit réel.

TECHNIQUES D'APPLICATION

VITESSE D'AVANCEMENT - Pour une application conventionnelle, plus la vitesse d'avancement est élevée, plus le risque de dérive augmente, impliquant une moins bonne couverture de pulvérisation. Avec des buses conventionnelles, il est recommandé d'appliquer à des vitesses maximales de 6 à 8 km/h (4 à 6 mph).

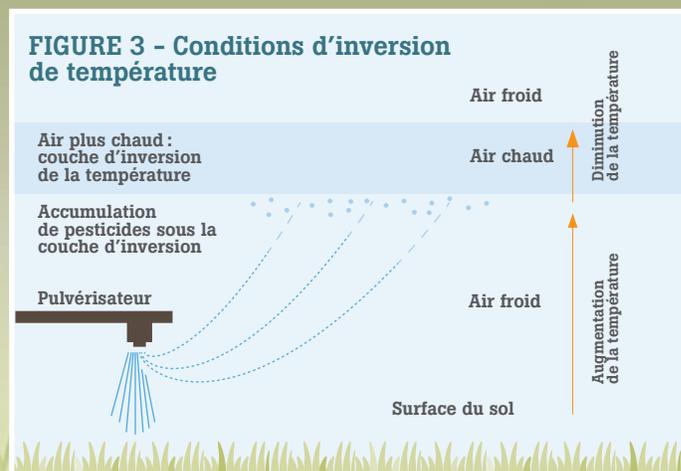
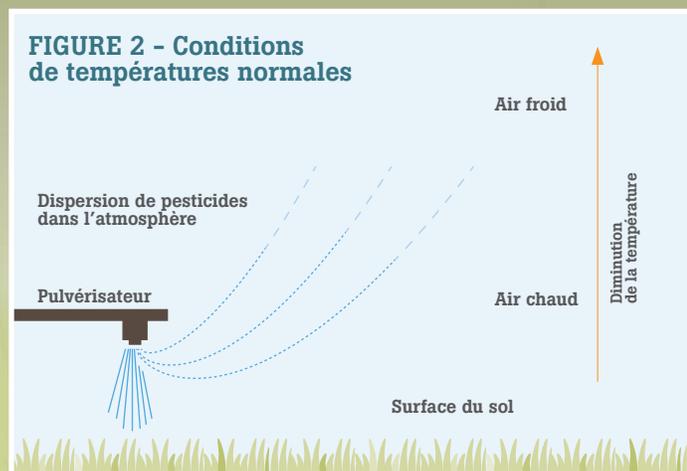
HAUTEUR DE LA RAMPE - Abaisser la rampe, en utilisant des buses à grand angle, permet de réduire la dérive et ce, en dépit des gouttelettes plus fines produites par ces buses. La hauteur recommandée lors de l'application avec des buses à jet plat 80° est de 75 cm (30 po) au-dessus de la cible, alors que les buses à 110° peuvent être à 50 cm (20 po) et les buses à grand angle (130°) à 35 cm (14 po) au-dessus de la cible.

TAILLE DES GOUTTELETTES - L'augmentation de la taille des gouttelettes est la méthode la plus efficace pour réduire la dérive. L'objectif est de réduire la proportion de gouttelettes dont le diamètre est inférieur à 150 µm. Cet objectif peut être atteint en changeant le type de buse et/ou en modifiant la pression d'utilisation. Dans tous les cas, il est possible de changer le diamètre des gouttelettes tout en maintenant le taux d'application souhaité.

L'American Society of Agricultural & Biological Engineers (ASABE) associe un symbole et une couleur à la taille des gouttelettes (Tableau 2). Le symbole et la couleur sont présentés dans les fiches des buses fournies par les fabricants. Ils permettent de repérer facilement la taille des gouttelettes produites par une buse donnée, aux différentes pressions d'opération. Il ne faut pas confondre la couleur des buses avec ce code de couleur.

TABLEAU 2 - Taille des gouttelettes et catégorie correspondante (selon la norme de l'ASABE)

CATÉGORIE	SYMBOLE	CODE DE COULEUR	DIAMÈTRE DES GOUTTELETTES (µm)
Extrêmement fine	XF	Violet	~ 50
Très fine	VF	Rouge	< 136
Fine	F	Orange	136 – 177
Moyenne	M	Jaune	178 – 218
Grossière	C	Bleu	219 – 349
Très grossière	VC	Vert	350 – 428
Extrêmement grossière	XC	Blanc	429 – 622
Ultra grossière	UC	Noir	> 622



CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS TYPES DE BUSES DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ

Les buses de pulvérisation les plus utilisées en grandes cultures sont les buses à jet plat. Elles se divisent en deux grandes catégories, soit les buses anti-dérive et les buses conventionnelles à jet plat. **Pour toutes les buses, les jets doivent se recouper pour produire une couverture égale sur toute la largeur, sauf pour les buses à jet plat uniforme, utilisées pour les applications en bandes.** La plupart des fabricants fabriquent des buses de ces différentes catégo-

ries, sous divers noms. Pour un même type de buse, les principales différences d'un fabricant à l'autre concernent le matériau, la gamme de pression, le débit et l'angle du jet. Le Tableau 3 présente des informations sur les principaux types de buses à jet plat sur le marché. Les autres types de buses (cônes et grand angle) réservés à des usages particuliers (application de fertilisants, d'herbicides incorporés, etc.) ne seront pas traités dans ce feuillet.

TABLEAU 3 - Caractéristiques des principaux types de buses de pulvérisation en grandes cultures disponibles sur le marché

TYPES DE BUSES	PRESSION D'OPÉRATION BAR (psig *)	DÉBIT À LA BUSE L/MIN	AVANTAGES / DÉSAVANTAGES	EXEMPLES DE MODÈLES DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ
----------------	-----------------------------------	-----------------------	--------------------------	---

BUSES CONVENTIONNELLES À JET PLAT

Standard	2 à 4 ** (30 à 60)	0,16 à 9,11	Permet l'application d'un faible volume d'eau (28 L/ha ou 3 gal/acre). Risque de dérive.	TeeJet, Albus APE, Hardi F-110, John Deere FF
Uniforme	2 à 4 ** (30 à 60)	0,32 à 6,84	Pour les applications en bandes seulement. Permet l'application d'un faible volume d'eau (28 L/ha ou 3 gal/acre). Risque de dérive.	Hardi 4680E, John Deere ES, Al TeeJet
À gamme étendue d'utilisation	1 à 4 (15 à 60)	0,23 à 6,84	Idéal avec un pulvérisateur équipé d'un contrôleur de débit. Permet l'application d'un faible volume d'eau (28 L/ha ou 3 gal/acre). Risque de dérive.	TeeJet XR, Albus AXI, John Deere ER
À double jet plat	2 à 4 (30 à 60)	0,32 à 4,56	Les deux orifices produisent de plus petites gouttelettes qui améliorent la couverture et la pénétration des pesticides dans le couvert végétal, surtout pour les cibles verticales, mais qui augmentent le risque de dérive. Permet l'application d'un faible volume d'eau (28 L/ha ou 3 gal/acre).	TwinJet, Albus AVI Twin

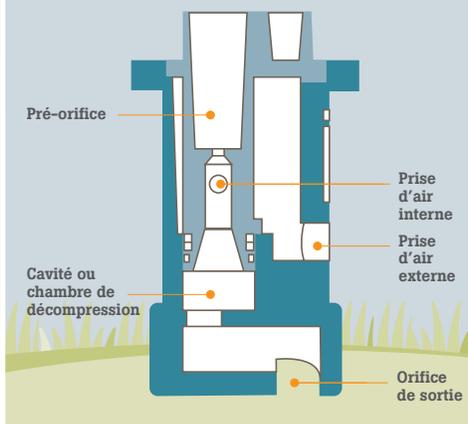
BUSES ANTI-DÉRIVE À JET PLAT

À pré-orifice	2 à 4 et + (30 à 60 et +)	0,48 à 2,54	Réduction de la dérive de 50 %. Efficace avec un faible volume d'eau (28 L/ha ou 3 gal/acre).	TeeJet DG, Hardi LD, Turbo TeeJet, Hypro Guardian
À induction d'air, basse pression	1 à 6 (15 à 90)	0,34 à 3,35	Réduction de la dérive de 50 à 70 %. Requiert un volume minimum d'eau de 37 L/ha (4 gal/acre).	TeeJet AIXR, Hardi Mini Drift, John Deere LDA
À induction d'air, haute pression	2 à 8 (30 à 120)	0,48 à 5,16	Réduction de la dérive de 70 à 90 %. Requiert une pompe qui permet de générer une pression élevée. Requiert un volume minimum d'eau de 56 L/ha (6 gal/acre).	Albus AVI, TeeJet AI, Hardi InJet, Hypro ULD

* « Pounds per square inch gage » ou « livre par pouce carré » ** Pression optimale : 2 à 2,5 bar (30 à 40 psig)

La différence entre une **buse anti-dérive** et une **buse conventionnelle** est liée à la proportion du volume de gouttelettes de diamètres différents du diamètre moyen. Les buses anti-dérive produisent plus de gouttelettes de catégorie « moyenne à grosse », ce qui réduit la dérive, mais suffisamment de gouttelettes allant de « fine à moyenne » pour obtenir une bonne couverture. Il existe 2 types de buses anti-dérive. La buse à pré-orifice comporte un orifice à l'entrée de la buse qui restreint l'arrivée de liquide dans la cavité (ou chambre de décompression), crée une chute de pression dans le corps de buse et réduit la pression à la sortie. Cette technique permet de produire de plus grosses gouttelettes pour le même débit et pression d'opéra-

FIGURE 4 - Vue en coupe d'une buse anti-dérive



tion qu'avec une buse conventionnelle. La buse à induction d'air (ou à effet venturi) comporte au moins un orifice par lequel l'air est aspiré à l'intérieur de la cavité de la buse et se mélange au liquide pour ajouter des bulles d'air dans les gouttelettes. Les grosses gouttelettes ainsi formées explosent en plus petites gouttelettes au contact de la cible permettant une redistribution locale de plus fines gouttelettes. Certaines buses ont un pré-orifice ainsi que des orifices d'induction d'air. Même à haute pression les buses anti-dérive produisent moins de dérive que les buses conventionnelles à basse pression. Toutes les buses anti-dérive sont conçues pour s'adapter aux porte-buses conventionnels.

ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR LE CHOIX DES BUSES

La sélection du type de buse doit tenir compte à la fois des objectifs de couverture et de réduction de la dérive. Ces deux éléments sont principalement fonction de la taille des gouttelettes. Celle-ci est déterminée par les facteurs discutés dans la démarche de sélection d'une buse présentée ci-après.

1- CONSULTER L'ÉTIQUETTE DU PESTICIDE

L'étiquette constitue la première source d'information pour le choix des buses et la réduction de la dérive. L'extrait de l'étiquette de l'herbicide LIBERTY présenté ci-après en est un exemple.

Étiquette

Appliquer l'herbicide LIBERTY 150 SN dans au moins 110 L d'eau/ha, à une pression de 275 kPa et à une vitesse d'avancement de 6 à 8 km/h. L'utilisation de buses à jet plat de 80° ou 110° est recommandée pour un épandage uniforme et une pénétration optimale du couvert végétal. L'application de la solution à un angle avant de 45° permettra un meilleur épandage.

NE PAS appliquer en gouttelettes de pulvérisation de taille inférieure au calibre moyen de la classification de l'ASABE. La rampe d'aspersion doit se trouver à 60 cm ou moins au-dessus de la culture ou du sol.

NE PAS appliquer durant les périodes de calme plat.

NE PAS appliquer si le vent souffle à plus de 16 km/h.

Note : 1 bar = 100 kPa

2- DÉTERMINER LES CONDITIONS D'APPLICATION

- L'espacement entre les buses** varie selon qu'il s'agit d'une application en bandes ou plein champ. Pour une application plein champ, l'espacement recommandé est de 50 cm (20 po).
- La vitesse réelle d'application** doit être mesurée précisément et à chaque fois que les conditions de sol changent pour s'assurer de maintenir le taux d'application souhaité. Pour améliorer la couverture et réduire la dérive, choisir la vitesse la plus basse possible.
- Le volume d'eau** (taux d'application) appliqué est principalement fonction de la cible et du type de pesticide utilisé. Pour un même volume d'eau, plus les gouttelettes sont grosses, plus la couverture de la cible est réduite, tel qu'illustré à la Figure 5.

Certains applicateurs réduisent le volume d'eau appliqué. Il peut alors être tentant d'augmenter la pression pour compenser la perte de couverture. Cependant, le risque de dérive sera ainsi augmenté, car la taille des gouttelettes sera diminuée (voir e; La pression d'application). En conséquence, si la couverture de la cible par le pesticide appliqué est un élément important, il est recommandé de ne pas réduire le volume d'eau.

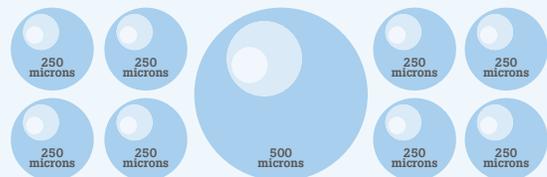
- La finesse de pulvérisation** a un impact sur la qualité de la distribution des gouttes, surtout pour des applications nécessitant l'atteinte de très petites cibles.

- Pour les herbicides de contact (groupes 6, 10, 14, 22, 27, tels que PARDNER, LIBERTY, REFLEX, REGLONE, CALLISTO, CHAMPS PROPRES), pour bien couvrir de très petites mauvaises herbes, pour le contrôle des mauvaises herbes difficiles à mouiller (Chénopode et graminées), ou pour l'application d'un dessiccant en fin de saison, il est recommandé d'augmenter le volume d'eau ou de choisir une buse qui produit de plus petites gouttelettes.
- Pour les herbicides systémiques (qui se déplacent à l'intérieur de la plante, comme les herbicides des groupes 2, 4 et 9, tels que REFINE, 2,4-D, MCPA, BANVEL, glyphosate), il est possible d'utiliser des buses qui produisent des gouttelettes plus grosses ou de réduire le volume d'eau, car la couverture par la bouillie affecte peu ou pas l'efficacité du traitement.
- Pour l'application de certains fongicides et insecticides, la couverture de la cible doit être la plus complète possible. C'est le cas avec les pesticides qui doivent entrer en contact avec les organismes nuisibles (qui sont généralement très petits), pour les fongicides protecteurs qui doivent recouvrir toute la plante et avec les insecticides non systémiques (les insectes doivent manger les feuilles pulvérisées). Des buses qui produisent des gouttelettes fines à moyennes doivent alors être utilisées.

- La pression d'application** a un impact majeur sur la taille des gouttelettes et détermine le taux d'application pour une buse donnée. Augmenter la pression pour une même buse augmentera le taux d'application tout en réduisant la taille des gouttelettes. Lors de la sélection d'une buse, il faut s'assurer que la pompe du pulvérisateur permette d'ajuster la pression au niveau recommandé par le fabricant. *L'utilisation d'une pression d'application trop faible est la cause première de mauvaise efficacité des buses anti-dérive. Avec les buses anti-dérive à induction d'air, la réduction de la pression peut affecter le mécanisme d'induction d'air et causer une réduction de la qualité de la couverture.*

FIGURE 5 - Impact de la taille des gouttelettes sur la couverture

Pour un même volume d'eau, une gouttelette de 500 microns équivaut à 8 gouttelettes de 250 microns. La couverture de la cible est donc moindre avec la grosse gouttelette, ce qui peut affecter la qualité du traitement, selon le contexte d'application.



Source : Nozzles : Selection and Sizing. Virginia Polytechnic Institute and State University, 2013.

3- CALCULER LE DÉBIT REQUIS À PARTIR DES CONDITIONS D'APPLICATION DÉTERMINÉES PRÉCÉDEMMENT

Un exemple de calcul pour déterminer le débit à la buse requis est présenté au dos de ce document.

4- CHOISIR LE TYPE DE BUSE

Le débit calculé permettra ensuite de consulter les catalogues des fabricants pour choisir le ou les modèles de buses qui conviennent à l'utilisation prévue.

AUTRES ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

a) **Double orifice** - Les buses à double orifice (un orienté vers l'arrière et un vers l'avant) améliorent la couverture des cibles verticales (comme pour certains fongicides appliqués sur les épis de céréales) et des mauvaises herbes de type graminées. Il y a peu d'avantage à choisir des buses à double orifice dans les autres situations.



PHOTO: Hardi North America Inc.

b) **Matériau** - Les buses peuvent être en laiton, nylon, acier inoxydable, plastique, carbure de tungstène, céramique ou autres. Les différents matériaux possèdent une résistance différente à l'usure. Les buses faites des matériaux les plus durs sont généralement les plus chères à l'achat, mais elles durent plus longtemps. Par exemple, les buses en céramique sont les plus durables et les buses en laiton et acier inoxydable sont moins durables que les buses en plastique.

c) **Colmatage** - Les buses à induction d'air sont moins sujettes au colmatage que les buses conventionnelles, mais elles doivent être démontées pour être débouchées, ce qui peut être difficile au champ. Il est recommandé d'avoir des buses additionnelles dans le tracteur pour remplacer les buses colmatées et ainsi les démonter et les nettoyer de retour à l'atelier. Pour déboucher les buses, souffler avec de l'air comprimé ou utiliser une brosse douce. Ne jamais utiliser une broche ou un clou, qui pourraient endommager l'orifice. Porter des gants de protection et ne jamais souffler avec la bouche.

d) **Filtres** - Voir les conseils du fabricant pour choisir les filtres appropriés aux différents types de buses. Éviter les buses qui requièrent des filtres plus fins que 50 mailles si vous utilisez des poudres mouillables. Les filtres de 80 à 100 mailles se colmatent plus facilement.

Il faudra généralement prévoir au moins deux jeux de buses de types différents, notamment pour permettre divers taux d'application. L'utilisation de porte-buses multiples permet de changer facilement de type de buse.

Références

Outils en ligne pour la sélection des buses

<http://nozzleselector.deere.com/>

<http://www.hardi-fr.com/fr/products/sprayer-components/nozzles/nozzle-selector/online-nozzle-selector/>

http://oad.arvalis-infos.fr/choixbuses/FR/PAGE_IDV023.php

<http://www.teejet.com/french/home/selection-guides/spray-nozzles.aspx>

Catalogues en ligne

<http://www.teejet.com/french/home/literature/catalogs/catalog-50a-f.aspx>

<http://www.albuz-spray.com/category/grande-culture> (ouest canadien seulement)

http://www.hypropumps.com/EngineeredApplications_application_agriculture_turf_spraytips.aspx (Ontario)

<http://www.hardi-us.com/na/products/application-products/nozzles>

Réalisation

Rédactrice principale: Sylvie Thibaudeau, agr., Terre à Terre agronomes-conseils

Comité de révision:

Marie-Édith Cuerrier, agr., CÉROM inc.

Michel Dupuis, agr., Coordination services-conseils

Jean-François Foley, agr., BASF

Benoît Garon, ITA la Pocatière

David Girardville, agr., CCAE du Suroît

Jacques Madison, agr., consultant

Marlène Piché, ing., consultante

Pierre-Antoine Thériault, MAPAQ

Conception graphique: Jacques Choquette Communications inc.

ISBN 978-2-923996-32-5 (version imprimée)

ISBN 978-2-923996-33-2 (version PDF)

2015 Coordination services-conseils

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2015

EXEMPLE DE MISE EN APPLICATION DE LA DÉMARCHE DE SÉLECTION D'UNE BUSE

1- CONSULTER L'ÉTIQUETTE DU PESTICIDE

2- DÉTERMINER LES CONDITIONS D'APPLICATION

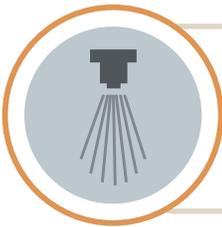
Pesticide à appliquer : herbicide de post-émergence systémique

- **Vitesse d'application prévue : 8 km/h (5 mph)**
- **Espacement entre les buses (application plein champ) : 50 cm (20 po)**
- **Volume d'eau recommandé sur l'étiquette : 150 L/ha (15 GPA)**

3- CALCULER LE DÉBIT REQUIS

$$\text{DÉBIT} = \frac{\text{vitesse (km/h)} \times \text{espacement (cm)} \times \text{volume (L/ha)}}{60\,000}$$

$$= \frac{8 \times 50 \times 150}{60\,000} = 1,0 \text{ L/min (ou } 0,264 \text{ GPM)}$$



Un changement de pression n'affecte pas le débit de façon proportionnelle. Par exemple, pour doubler le débit d'une buse, la pression appliquée doit être quatre fois supérieure à la pression originale.

4- CHOISIR LE TYPE DE BUSE

Selon le Tableau 4, pour l'application d'un herbicide de post-émergence systémique, les buses à gamme étendue d'utilisation et les buses anti-dérive constituent de très bons choix. Ces dernières devraient être privilégiées afin de réduire la dérive.

Pour le type de buse recommandé, les fabricants offrent plusieurs modèles qui permettent d'appliquer le débit requis (1,0 L/min dans cet exemple). Selon les informations présentées dans le tableau des buses à jet plat à induction d'air XR du catalogue de la compagnie TeeJet, les buses suivantes pourraient être utilisées :

AIXR11002 : à **5 bar** (gouttelettes grossières) donne **1,02 L/min** pour un taux d'application de **153 L/ha** et une vitesse de **8 km/h**

AIXR110025 : à **3 bar** (gouttelettes très grossières) donne **0,99 L/min** pour un taux d'application de **149 L/ha** et une vitesse de **8 km/h**

D'autres buses de cette compagnie ou d'autres fabricants pourraient également permettre de répondre aux critères définis dans cet exemple. Pour une efficacité optimale, choisir une buse qui offre de la flexibilité par rapport à la pression et qui sera utilisée à une pression moyenne (ni la plus basse, ni la plus élevée), ce qui permettra d'ajuster la pression si une des conditions d'application (vitesse, volume, etc.) change. À cet égard, selon les conditions d'application définies dans cet exemple, la AIXR110025 offre plus de flexibilité que la AIXR11002.

TABLEAU 4 - Synthèse pour le choix des buses de pulvérisation selon le type de pesticide utilisé (buses à jet plat)

		APPLICATION PLEIN CHAMP				APPLICATION EN BANDES	
		STANDARD	À GAMME ÉTENDUE D'UTILISATION	À DOUBLE JET PLAT	ANTI-DÉRIVE	À JET UNIFORME	À DOUBLE JET UNIFORME
HERBICIDES	Pré-semis incorporé		Bon		Très bon		
	Pré-émergence	Bon	Très bon (à basse pression)		Très bon	Très bon	Bon
	Post-émergence de contact	Bon	Bon	Très bon	Bon (buses à pré-orifice)	Bon	Très bon
	Post-émergence systémique	Bon	Très bon (à basse pression)		Très bon	Très bon	Bon
FONGICIDES	De contact	Bon	Très bon		Bon (buses à pré-orifice)	Bon	
	Systémique		Très bon (à basse pression)		Très bon	Très bon	
INSECTICIDES	De contact	Bon	Bon	Très bon	Bon (buses à pré-orifice)		Très bon
	Systémique		Très bon (à basse pression)		Très bon	Très bon	