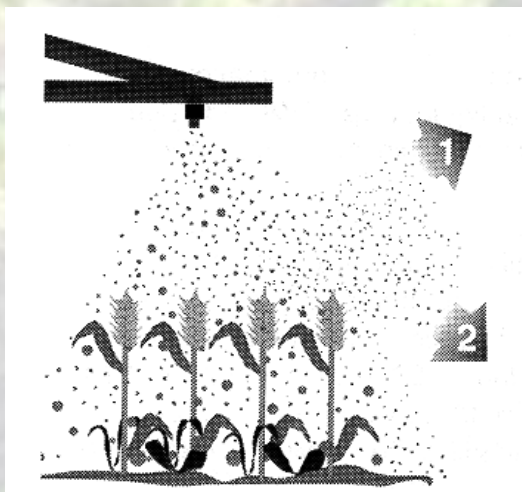


# Fongicides en pommes de terres

## la base d'une bonne application



Eviter les résistances et obtenir les meilleurs résultats possibles.

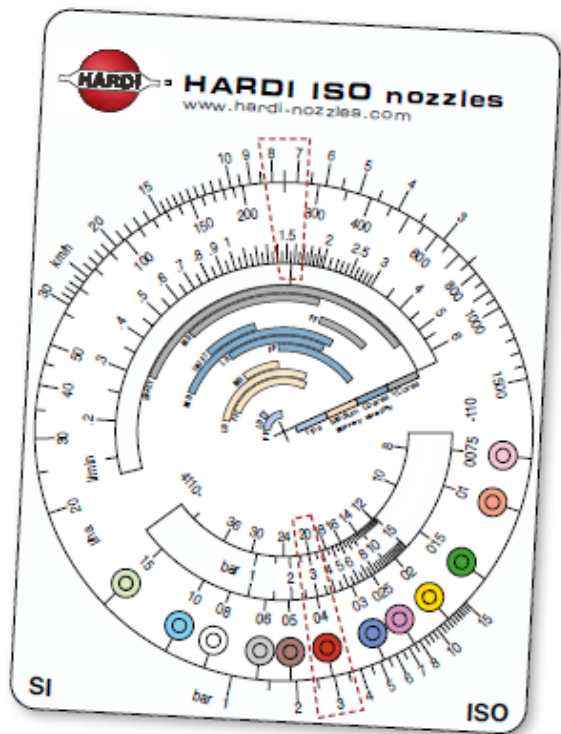
**Quelques paramètres à considérer**



1. Litres/ha - vitesse d'avancement & stade de la culture
2. Type d'action du produit – quelles gouttelettes
3. Type de gouttelettes désirées – quelles buses
4. Hygrométrie/ température / vent
5. Mode d'action des produits foliaires
6. Réceptivité de la plante, matin / soir
7. Zones de bordures, réduction de la dérive
8. Quelques exemples et tests
9. Conclusions et remarques
10. Références

# 1. Litres/ha - vitesse d'avancement & stade de la culture

## Litres hectare – vitesse d'avancement



	l/ha															
km/h	25	50	75	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600
3				0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25	1.38	1.50
4			0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50	1.67	1.83	2.00
5		0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.83	1.04	1.25	1.46	1.67	1.88	2.08	2.29	2.50
6		0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
7		0.29	0.44	0.58	0.73	0.88	1.02	1.17	1.46	1.75	2.04	2.33	2.63	2.92	3.21	3.50
8		0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.67	2.00	2.33	2.67	3.00	3.33	3.67	4.00
9		0.38	0.56	0.75	0.94	1.13	1.31	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75	4.13	4.50
10	0.21	0.42	0.63	0.83	1.04	1.25	1.46	1.67	2.08	2.50	2.92	3.33	3.75	4.17	4.58	5.00
12	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00		
15	0.31	0.63	0.94	1.25	1.56	1.88	2.19	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00				
20	0.42	0.83	1.25	1.67	2.08	2.50	2.92	3.33	4.17	5.00						

A basse vitesse (5 km/h), le débit / minute par buse est très bas.

➤ Le choix des buses sera plus difficile.

A vitesse plus élevée le choix est facilité.

➤ A 8 km/h nous sommes dans une plage de 2 l/min par buse pour 300 l/ha.

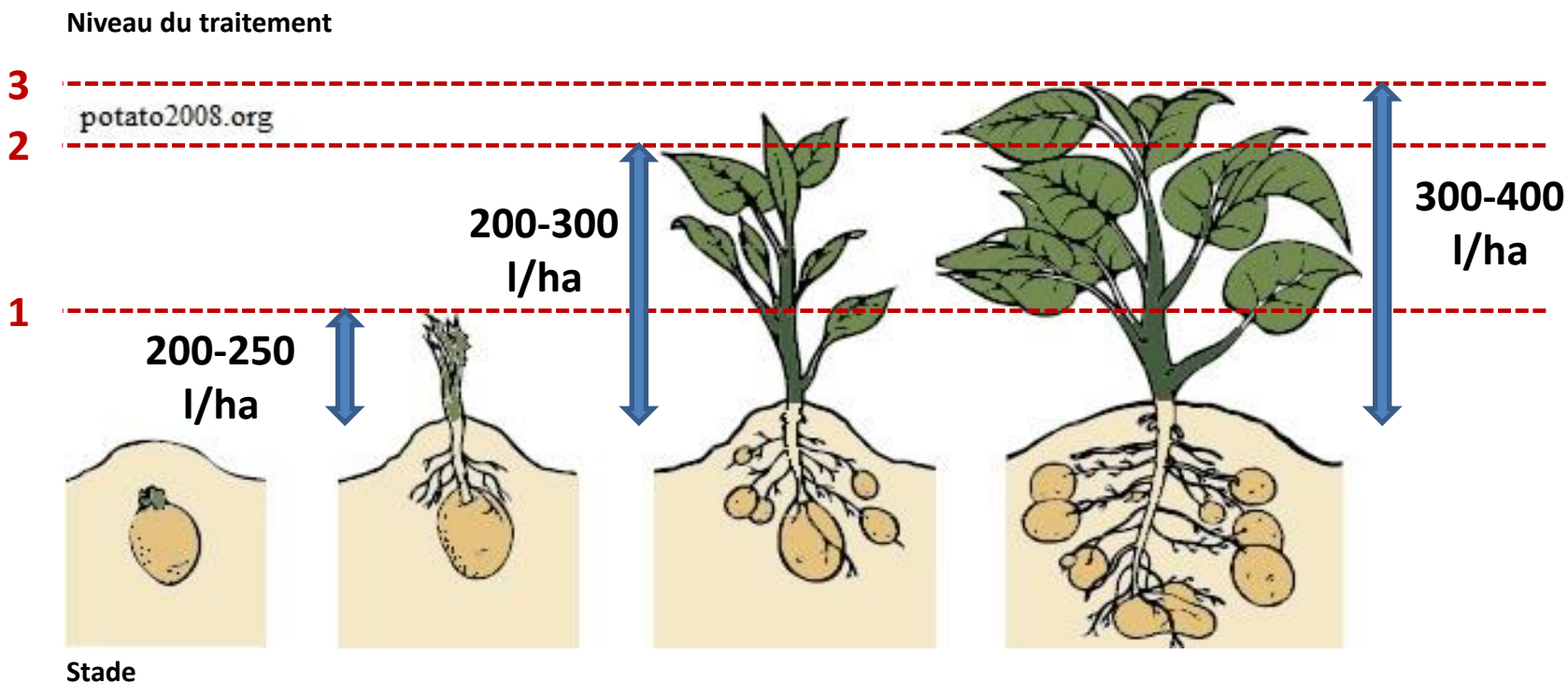
**Note:** un traitement fongique avec une buse de plus grand diamètre évite de devoir utiliser des buses à réduction de dérive tout en gardant une bonne pénétration.

**Réflexions:** - Un choix de buse plus petite que 1.0 l/min à 3 bars est risqué.

Problèmes de filtration et de bouchage.

- Une vitesse trop élevée a un impact direct sur l'homogénéité de la répartition si la rampe n'est pas stable (+ de 10 km/h).

# 1. Litres/ha - vitesse d'avancement & stade de la culture



**Une culture avec un volume foliaire important demande plus de bouillie qu'une culture ouverte.**

Il faut pendre en considération le développement de la cible, c'est-à-dire du feuillage.

- Dans une culture de pomme de terre après floraison, la surface totale en m<sup>2</sup> peut être multipliée jusqu'à 8.

**Constat: une application de 200 l/ha à 8 km/h en début de végétation puis de 300 l/ha à 6 km/h peut se faire avec la même buse: par exemple, la buse 04 rouge .**

## 2. Type d'action du produit – quelles gouttelettes

### Conditions de traitement optimales

Pulvérisateur	Conventionnel *					Assistance d'air TWIN *		
	Classiques à jet plat ISO FF 110			Limitation de dérive ISO LD 110		Classiques à jet plat ISO FF 110		
Qualité de pulvérisation	Fine	Moyenne	Grosse	Moyenne	Grosse	Fine	Moyenne	Grosse
Herbicides - Sol nu	○	●	●	●	●	●	●	●
- Graminées	●	○		○		●	○	
- Dicots	○	●	○	●	○	●	●	○
Fongicides - Systémique	●	●	○	●	○	●	●	○
- Contact	●	○		○		●	○	
Insecticides - Inhalation	●	●	○	●	○	●	●	○
- Contact	●	○		○		●	○	
- Systémique	●	●	○	●	○	●	●	○

\* A vitesse d'avancement > 7 km/h, utilisez des buses à limitation de dérive.

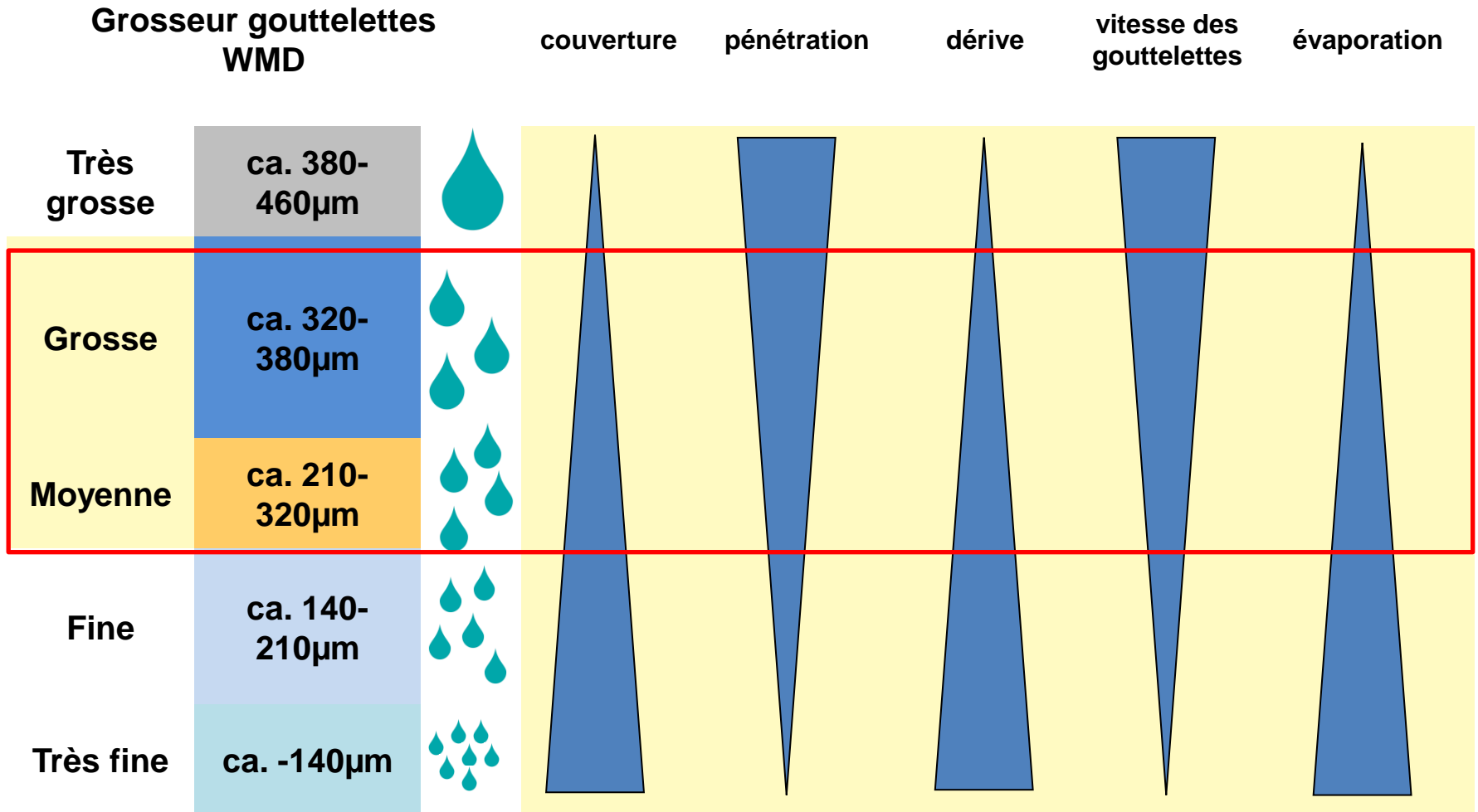
\* A vitesse d'avancement > 12 km/h, utilisez des buses à limitation de dérive.

- Meilleure solution
- Alternative

Si les gouttelettes sont fines à moyennes, la couverture des feuilles sera bonne et la réussite du traitement améliorée.

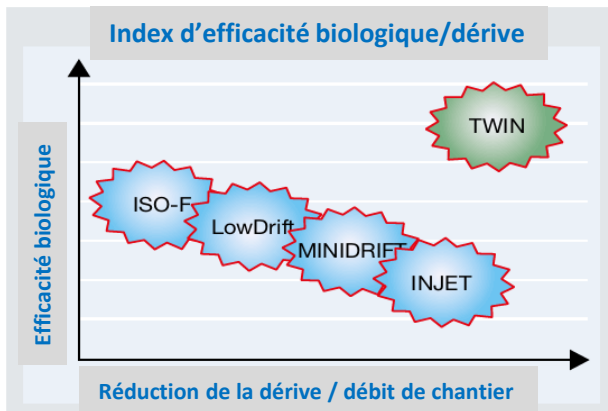
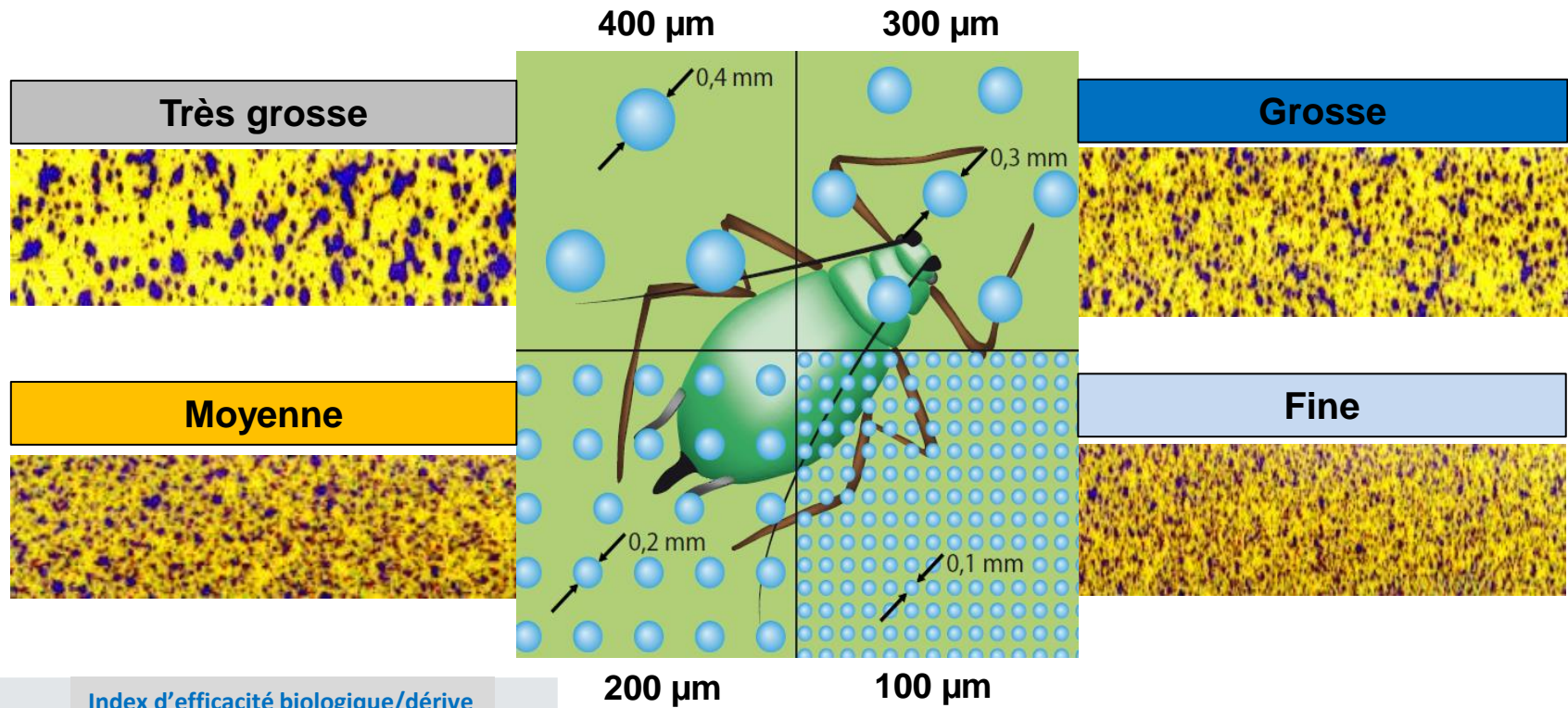
### 3. Type de gouttelettes désirées – quelles buses

## Comportement des gouttelettes





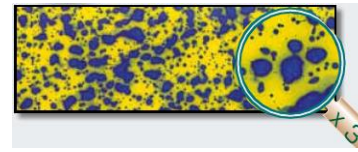
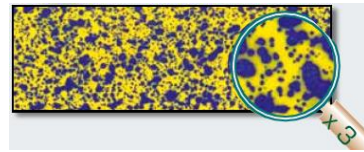
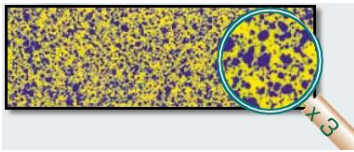
### 3. Type de gouttelettes désirées – quelles buses



Le choix d'une buse détermine:

- ✓ le débit à l'ha
- ✓ la qualité de la distribution
- ✓ le spectre des gouttelettes et la couverture
- ✓ la répartition sur la cible
- ✓ la rétention des gouttes ou leur rebond
- ✓ le degré de dérive et de pénétration

### 3. Type de gouttelettes désirées – quelles buses



**HARDI ISO F-110**  
Buses classiques à jet plat

bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Couleur/ code ISO	V/m					
0075-Rose	0.21	0.24	0.27	0.30	0.35	0.38
01-Orange	0.28	0.33	0.37	0.40	0.46	0.52
015-Verte	0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77
02-Jaune	0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03
025-Lilas	0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29
03-Bleu	0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55
04-Rouge	1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07
05-Marron	1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58
06-Gris	1.70	1.96	2.19	2.40	2.77	3.10
08-Blanc	2.26	2.61	2.92	3.20	3.70	4.13
10-Bleu clair	2.83	3.27	3.65	4.00	4.62	5.16

**HARDI ISO LD-110**  
Buses à limitation de dérive

bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Couleur/ code ISO	V/m					
01-Orange	0.28	0.33	0.37	0.40	0.46	0.52
015-Verte	0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77
02-Jaune	0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03
025-Lilas	0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29
03-Bleu	0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55
04-Rouge	1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07
05-Marron	1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58

**HARDI ISO MINIDRIFT**  
Buses à injection d'air

bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Couleur/ code ISO	V/m					
015-Verte	0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77
02-Jaune	0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03
025-Lilas	0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29
03-Bleu	0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55
04-Rouge	1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07
05-Marron	1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58

**HARDI ISO INJET**  
Buses à injection d'air

bar	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Couleur/ code ISO	V/m					
01-Orange	0.40	0.46	0.52	0.57	0.61	0.65
015-Verte	0.60	0.69	0.77	0.85	0.92	0.98
02-Jaune	0.80	0.92	1.03	1.13	1.22	1.31
025-Lilas	1.00	1.15	1.29	1.41	1.53	1.63
03-Bleu	1.20	1.39	1.55	1.70	1.83	1.96
04-Rouge	1.60	1.85	2.07	2.26	2.44	2.61
05-Marron	2.00	2.31	2.58	2.83	3.06	3.27
06-Gris	2.40	2.77	3.10	3.39	3.67	3.92
08-Blanc	3.20	3.70	4.13	4.53	4.89	5.23

Qualité de pulvérisation :

Fine	Grosse
Moyenne	Très grosse

Lors d'un traitement, le choix des buses reste primordial: il doit impérativement être adapté aux différents critères d'application et de risque de dérive.

**Ne pas oublier: la gouttelette est un facteur direct de la réussite d'une bonne pulvérisation. Elle est influencée par la pression de travail et par le type de buse choisi (F / LD / MD / Injet).**

Remarque: un chauffeur attentif ainsi qu'un bon système de régulation sur le pulvérisateur permet de moduler la taille de la gouttelette par la vitesse d'avancement et la pression de travail.



# 4. Hygrométrie/ température / vent

**Une hygrométrie élevée > 60% et une température de plus de 12° C** sont favorables aux fongicides. Ces «conditions poussantes» - température douce (8° la nuit et 25° le jour) et hygrométrie élevée (min. 50 %), permettent une meilleure pénétration dans la feuille (la cire de la cuticule devient plus lâche) ainsi qu'un bon transport dans la plante par la sève. En revanche, lorsque l'hygrométrie est faible et la température élevée, une partie de la bouillie pulvérisée se volatilise avant d'atteindre la végétation.

**Tenez toujours compte des conditions météorologiques**



## Les mesures possibles

Vitesse du vent

Température

Humidité de l'air

Point de rosée



## Ne pas traiter lorsque la force du vent dépasse 19 km/h (3 beaufort)

Vitesse du vent m/sec.	Repères visuels	Dimension recommandée des gouttes	Remarques
0 - 0,5		Fine Moyenne Grosse	
0,6 - 2		Fine Moyenne Grosse	Temps idéal pour traiter
2 - 4		Fine Moyenne Grosse	
4 à 5		(Moyenne) Grosse	

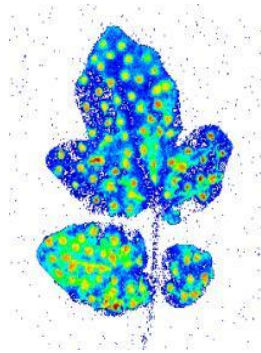
**Pour être efficace  
une station météo est indispensable**

# 5. Mode d'action des produits foliaires

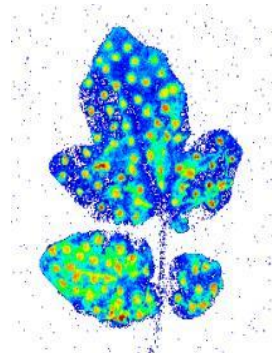
(herbicides, fongicides, insecticides)

**Les produits foliaires se répartissent principalement dans ou sur les plantes selon deux modes d'action.**

Les produits de **contact** sont efficaces seulement à l'endroit de l'impact

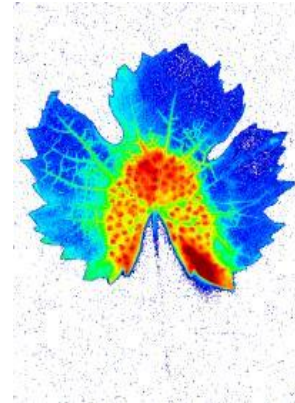


6 heures

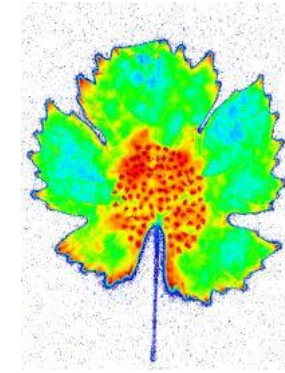


72 heures

Les produits **systémiques** sont ensuite répartis dans la feuille touchée



6 heures



72 heures

**Pour les produits foliaires de contact:**

- Il faut prendre en compte l'accessibilité de la cible pour une bonne couverture et son stade

**Pour les produits foliaire systémiques:**

- Des conditions «poussantes», des températures douces, une hygrométrie élevée (> 60 %) seront une des clés de la réussite.

# 6. Réceptivité de la plante, matin / soir

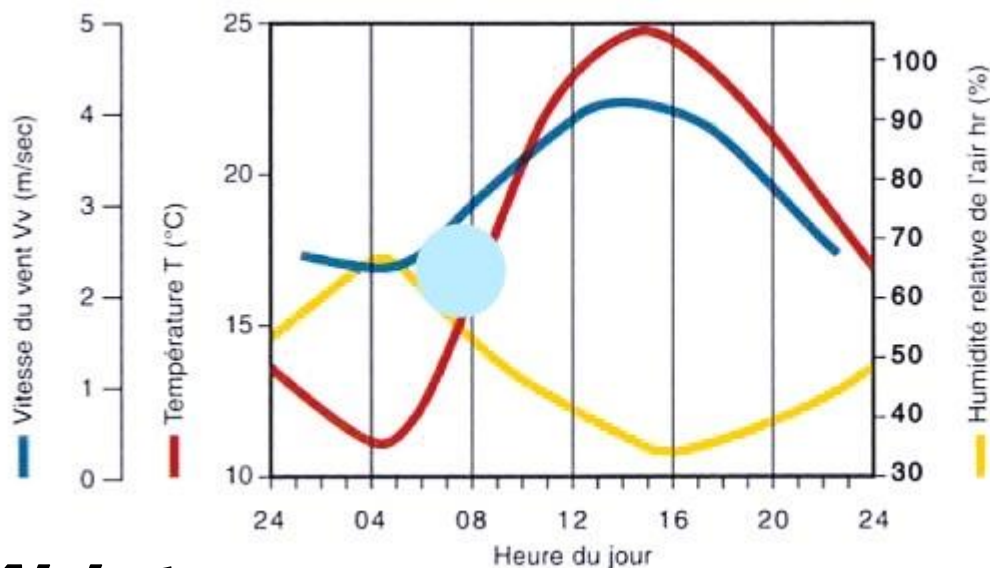
Matin ou soir, l'hygrométrie est primordiale

Idéalement il faut

- une hygrométrie supérieur à 60 %
- Une température douce, soit plus de 8°C
- Une plante non-stressée.

Matin – soir

- Au printemps, le matin et le soir sont idéals.
- Le soir en été, la plante est encore stressée après la chaleur du jour.
- L'hygrométrie élevée limite l'évaporation et le dessèchement du produit.
- En été, c'est le matin avec la rosée que les conditions sont les meilleures. Attention par contre aux fortes rosées (risque de lessivage).
- Le vent est souvent plus faible le matin.



Evolution de la vitesse du vent, de la température et de l'humidité relative de l'air sur une journée.  
Source : Malberg

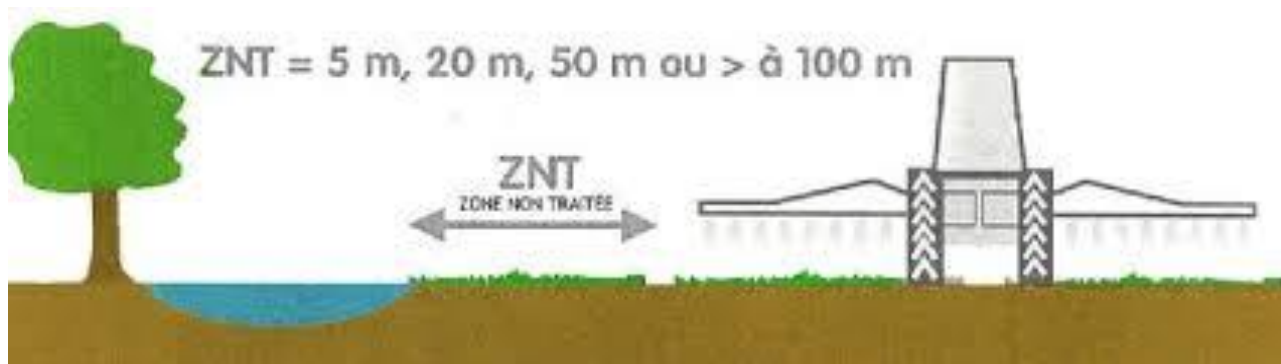
● Plage optimale de traitement

**Equiper son pulvérisateur d'un éclairage de rampe aide aux interventions nocturnes**

# 7. Zones de bordures, réduction de la dérive

Les zones tampons non traitées (ZNT) ont pour but d'éviter les impacts non intentionnels de la dérive des embruns de pulvérisation sur les organismes aquatiques : poissons, algues, daphnies, plantes.

La ZNT est la **distance à respecter par rapport aux eaux de surfaces** lors de la pulvérisation.



Cette distance peut être réduite, entre autres, par l'emploi de buses à réduction de dérive.

- Ce type de buses augmente la taille des gouttelettes mais diminue l'efficacité du produit par une moins bonne couverture du feuillages.

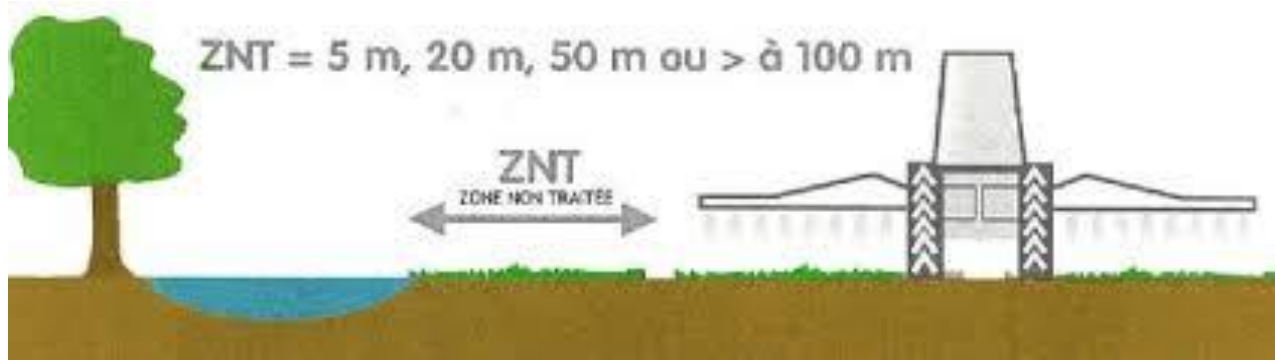
**Actuellement les directives suisses restent les mêmes qu'en 2014.**

En Allemagne, chaque type de buses est classé selon la réduction de dérive obtenue: 0 % - 50 % - 75 % - 90 % - 95 %

En France, c'est une liste de buses antidérive à pression donnée qui est édictée par la CEMAGREF.

En Holland, le système TWIN de HARDI est le seul reconnu pour pulvériser jusqu'à très faible distance (1 m).

# 7. Zones de bordures, réduction de la dérive



## 1.3 Mesures permettant de réduire la largeur de la zone tampon non traitée

Il est possible de diminuer la largeur de la zone tampon non traitée fixée dans les phrases SPe 3 si des mesures sont prises afin de réduire la dérive. La combinaison de plusieurs mesures ou le choix de mesures particulièrement efficaces permet de réduire d'autant plus la dérive. Le nombre de points nécessaires pour réduire la largeur de la zone non traitée à la distance souhaitée est fixée dans le tableau ci-après:

Distance prescrite	6 m	20 m	50 m	100 m
Nombre de points nécessaires	Réduction de la largeur de la zone non traitée à ...			
1	3 m	6 m	20 m	50 m
2	3 m	3 m	6 m	20 m
3	3 m	3 m	3 m	6 m




# 7. Zones de bordures, réduction de la dérive

## 1.4 Echelle des points selon les mesures

Le nombre de points nécessaire pour réduire la largeur de la zone non traitée peut être obtenu en combinant des mesures de différentes colonnes et en additionnant les points. Il n'est en revanche pas possible de combiner plusieurs mesures de la même colonne (voir l'exemple ci-après).

### a) Grandes cultures

Points	Buses	Matériels	Parcelle
0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buses anti-dérive / à injection &lt; ISO 04</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulvérisateur à rampe avec assistance d'air</li> </ul>	
1	<p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Buses anti-dérive / à injection ISO 04 à ISO 05 avec max. 4 bar de pression</li> </ul>	<p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement en bande <u>sans</u> capot de protection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ceinture végétale continue d'au moins 3 m de largeur aussi haute que la culture traitée</li> </ul> <p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Haie de protection contre la dérive (min. hauteur de la culture + 1 m)</li> </ul>
2	<p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Buses anti-dérive / à injection &gt; ISO 05 avec max. 3 bar de pression</li> </ul>	<p>ou</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement en bande <u>avec</u> capot de protection</li> </ul>	



**HARDI ISO MINIDRIIFT**  
Buses à injection d'air

bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Couleur/ code ISO	V/m					
015-Verte	0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77
02-Jaune	0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03
025-Lilas	0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29
03-Bleu	0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55
04-Rouge	1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07
05-Marron	1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58

Grosseur des gouttes
Moyenne
Grosse
Très grosse

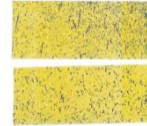
# 8. Quelques exemples et tests

250 litres ha, 8 km/h, buses rouge 04 standard, 3.2 bars

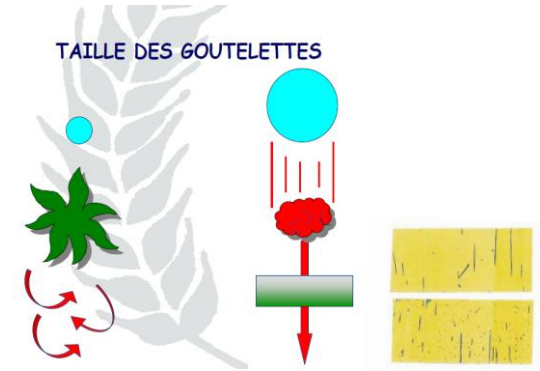


Principe de dépôt sur des feuilles verticales:

-derrière



-devant



- Bonne application sans trop de dérive.
- Les gouttelettes tournent en atteignant la cible et se fixent devant et derrière les feuilles.
- La taille des gouttelettes est moyenne, avec une proportion de fines et de grosses gouttes permettant de couvrir idéalement le feuillage.



# 8. Quelques exemples et tests

Syngenta et Amazone ont testé plusieurs buses à réduction de dérive sur pommes de terre en 2010.

Note: uniquement ce type de buse a été testé. Il n'y a pas de référence avec des buses standard à jet plat.

Les trois buses à doubles jets testées à 350 l/ha sortent avec un meilleur résultat car il faut considérer que le trou est divisé en 2 (2 petits trous) et de par ce fait les gouttelettes sont de grandeur moyenne (210-320 microns).

La buse ID 120-04 a une qualité de gouttelettes très grosses (380 – 460 microns).

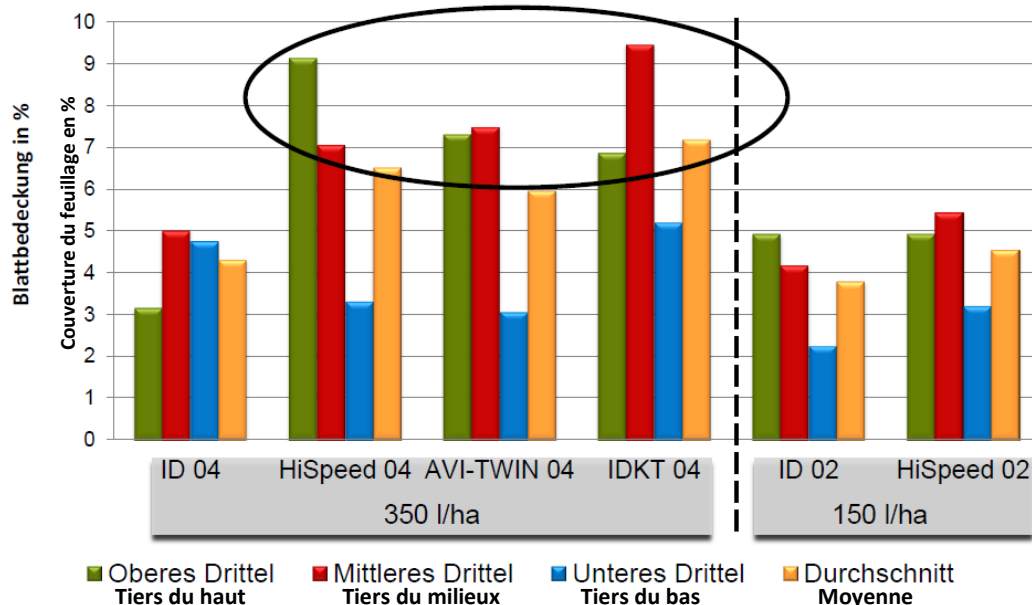
Le bas du feuillage (bleu) est moins couvert malgré de grosses gouttes pénétrantes mais qui ne sont pas «magnétiques» car trop lourdes.

Types de buses testées:

Düsentyp	ID 120-04	HiSpeed 110-04	AVI-TWIN 110-04	IDKT 120-04	ID 120-02	HiSpeed 110-02
Wasser l/ha	350 l/ha			150 l/ha		
Druck / Tropfen-spektrum	6 bar / sehr grobtropfig	6 bar / grobtropfig	6 bar / grobtropfig	3,5 bar / grob-mitteltröfig	4 bar / grobtropfig	4 bar / sehr grobtropfig
km/h	7.5 km/h	7.5 km/h	7.5 km/h	6 km/h	7.5 km/h	7.5 km/h
Produkt	RIDOMIL GOLD MZ 2,0 kg/ha					
VMD goutte-lettes	très grosses	grosses	grosses	moyennes	grosses	grosses

## Blattbedeckung Kartoffellaub

Couverture du feuillage en pommes de terres





## 8. Quelques exemples et tests

- Avec les buses à réduction de dérive et en doubles-jets, la face supérieure du feuillage est correctement couverte. Par contre, la face inférieure du feuillage reste peu ou pas couverte.
- Avec des produits ayant une action systémique, l'efficacité du traitement est bonne.
- L'efficacité de protection avec des produits à mode d'action de contact uniquement, sera par contre inférieure.
- **Ceci montre la possibilité de réduire la dérive, mais pour que le résultat soit bon, il faut absolument rester proche d'une qualité de gouttelettes moyennes (210-320 microns).**
- Avec des buses à réduction de dérive, deux angles d'attaque aide la pénétration dans le feuillage.
- Par contre les différents angles influencent que très peu la pénétration.

### Couverture du feuillage en pommes de terres

#### Blattbedeckung Kartoffellaub

dessus du feuillage



Blattoberseite



AVI-Twin 04, 350 l/ha  
mittleres Drittel

dessous du feuillage



Blattunterseite



IDKT 04, 350 l/ha  
mittleres Drittel

syngenta

échantillons pris sur le tiers du milieu

### Couverture du feuillage en pommes de terres

#### Blattbedeckung Kartoffellaub

dessus du feuillage



Blattoberseite



High Speed 04, 350 l/ha  
mittleres Drittel

dessous du feuillage



Blattunterseite



High Speed 02, 150 l/ha  
mittleres Drittel

syngenta

échantillons pris sur le tiers du milieu

Alphatec

jp\_alphatec\_fongicides\_en\_pommes\_de\_terres



## 8. Quelques exemples et tests



Culture: choux de Bruxelles  
Feuillage: rigide avec de grande surface.  
Hauteur de la plante: 120 cm  
Gouttelettes: moyennes - à fines par la pression élevée.

Dans ce test, c'est le bon choix des gouttelettes lié à une assistance d'air qui permet une couverture uniforme de toute la plante.

**500 litres ha, 5 km/h, buses rouge 04 standard, 5.0 bars**





## 9. Conclusions et remarques

Base d'une bonne application fongicides en pommes de terres

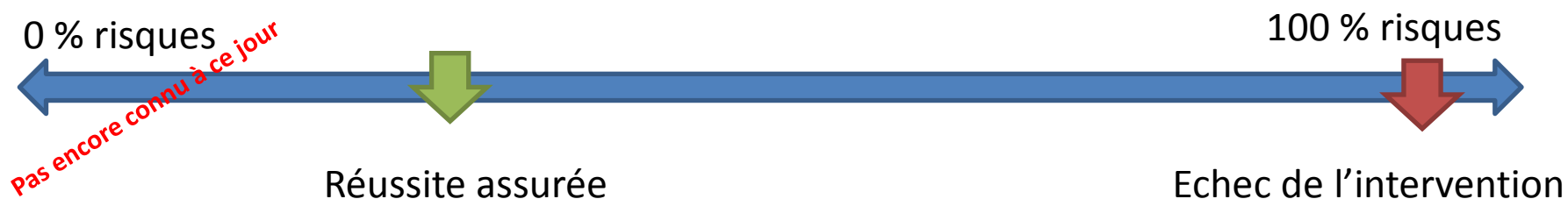
➤ Plusieurs paramètres à prendre en considération:

Une bonne technique d'application est la clé de la réussite.

Améliorer l'efficacité du produit sur le feuillage des pommes de terres lors des traitement ne veut pas dire que nous pouvons systématiquement diminuer les dosages prescrits. (sur conseil)

La clé de la réussite pour une bonne application d'un produit ne s'arrête pas à la technique de pulvérisation. D'autres paramètres sont très importants: type de produits, stade d'application, état sanitaire de la plante, etc.

**Il convient de trouver le juste équilibre entre le risque et la réussite**



# 10. Références

- Guide de buses – HARDI, Danemark
- Syngenta Agro GmbH
- Techniques d'application – HARDI, Danemark
- Guide Culture 2012 – 2013 – Chambre d'agriculture Nièvre, France
- Divers articles – Perspectives Agricoles, France
- Qualité de la pulvérisation – Terre-net Média, France
- Agridea, Suisse
- Internet
- fenaco protection des plantes – Olivier Delay
- Expériences pratiques – Alphatec SA, Joël Petermann