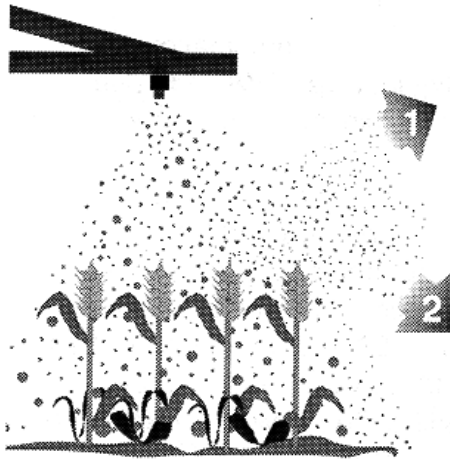


# Réduction du volume de bouillie



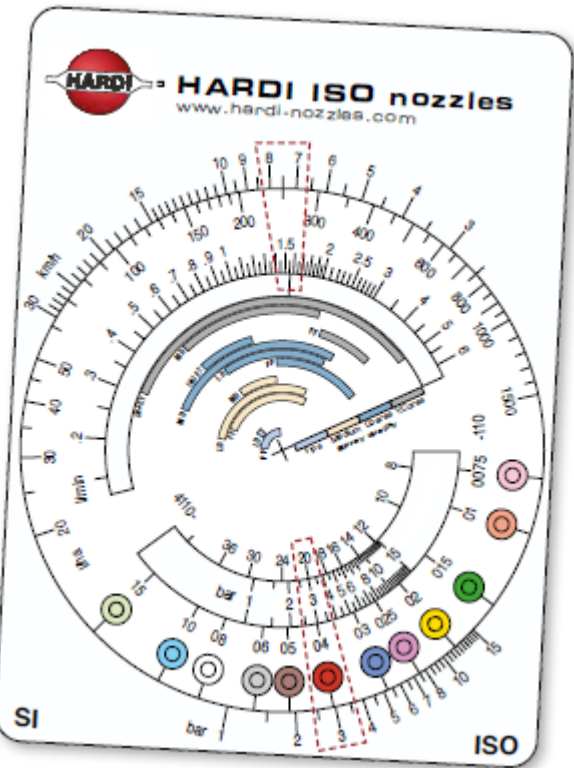
De 150 litres/ha à moins de 80 litres/ha  
Les paramètres à considérer



1. Rapport litres/ha - vitesse d'avancement
2. Choix de la gouttelette désirée – quelle buse
3. Stade de la culture ou des adventices
4. Type d'action du produit – quelle gouttelette
5. Hygrométrie/ température / vent
6. Réceptivité de la plante, matin / soir
7. L'eau, le pH et le degré de dureté
8. Diminution de la dose prescrite à bas volume d'eau
9. Responsabilités
10. Références

# 1. Rapport litres/ha - vitesse d'avancement

De 150 à 80 l/ha



km/h	l/ha															
	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						

bar	Vmin	Nozzle	l/ha at km/h							
			6	7	8	10	12	15	20	25
1.5	0.21	F	42	36	32	25	21	17	13	10
2.0	0.24	F	49	42	37	29	24	20	15	12
2.5	0.27	F	55	47	41	33	27	22	16	13
3.0	0.30	F	60	51	45	36	30	24	18	14
4.0	0.35	F	69	59	52	42	35	28	21	17
5.0	0.39	F	77	66	58	46	39	31	23	19

SYNTAL-CT 371964 (12 pcs. 750634)    SYNTAL-S 371963 (12 pcs. 750639)

bar	Vmin	Nozzle	l/ha at km/h							
			6	7	8	10	12	15	20	25
1.5	0.57	M	113	97	85	68	57	45	34	27
2.0	0.65	M	131	112	98	78	65	52	39	31
2.5	0.73	F	148	125	110	88	73	58	44	35
3.0	0.80	F	160	135	120	94	80	64	48	38
4.0	0.92	F	185	158	139	111	92	74	55	44
5.0	1.03	F	207	177	155	124	103	83	62	50

SYNTAL-CT 371766 (12 pcs. 755629)    SYNTAL-S 371708 (12 pcs. 755649)  
 CERAMIC-CT 371773 (12 pcs. 755636)    CERAMIC-S 371739 (12 pcs. 755670)

A basse vitesse (6 km/h), le débit / minute par buse est très bas.  
 Le choix des buses sera difficile

A vitesse élevée le choix est plus facile.  
 Pour une vitesse de 15 km/h on est dans une plage identique de 150 litres/ha à 7 km/h

**Note: un traitement à 150 l/ha – 6.3 km/h (buse 02 à 3 bars) est équivalent à 80 l/ha -12 km/h.**

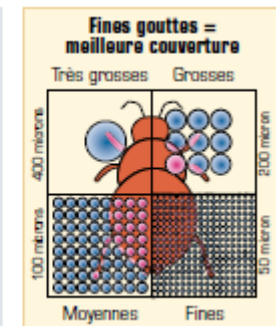
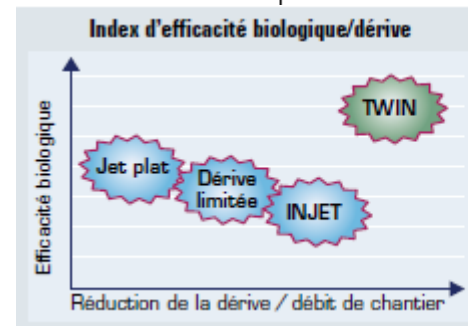
**Réflexions: - un choix de buse plus petite que 0.8 l/min à 3 bars est risqué. Attention à la filtration.  
 - la stabilité de la rampe a un impact direct sur l'homogénéité de la répartition.**

## 2. Choix de la gouttelette désirée - quelle buse

Qualités	Petites gouttes	Grosses gouttes
Evaporation	forte	faible
Sensibilité au vent	forte	faible
Couverture	bonne	faible
Couverture/litre bouillie	bonne	faible
Pénétration	faible	bonne
Vitesse	faible	bonne





La buse détermine :

- ◆ le débit (et donc la dose)
- ◆ la qualité de la distribution
- ◆ le spectre des gouttes et la couverture
- ◆ la distribution sur la cible
- ◆ la rétention des gouttes ou leur rebond
- ◆ le degré de dérive et de dispersion



## 2b. Choix de la gouttelette désirée - quelle buse

### Qualité de pulvérisation et débit des buses à jet plat 110° HARDI ISO

 <b>HARDI ISO F-110</b> Buses classiques à jet plat							 <b>HARDI ISO LD-110</b> Buses à limitation de dérive							 <b>HARDI ISO MINIDRIFT</b> Buses à injection d'air							 <b>HARDI ISO INJET</b> Buses à injection d'air											
Couleur/ code ISO	bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	Couleur/ code ISO	bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	Couleur/ code ISO	bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	Couleur/ code ISO	bar	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	
0075-Rose		0.21	0.24	0.27	0.30	0.35	0.39																									
01-Orange		0.28	0.33	0.37	0.40	0.46	0.52	01-Orange		0.28	0.33	0.37	0.40	0.46	0.52										01-Orange		0.40	0.46	0.52	0.57	0.61	0.65
015-Verte		0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77	015-Verte		0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77	015-Verte		0.42	0.49	0.55	0.60	0.69	0.77		015-Verte		0.60	0.69	0.77	0.85	0.92	0.98
02-Jaune		0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03	02-Jaune		0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03	02-Jaune		0.57	0.65	0.73	0.80	0.92	1.03		02-Jaune		0.80	0.92	1.03	1.13	1.22	1.31
025-Lilas		0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29	025-Lilas		0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29	025-Lilas		0.71	0.82	0.91	1.00	1.15	1.29		025-Lilas		1.00	1.15	1.29	1.41	1.53	1.63
03-Bleu		0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55	03-Bleu		0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55	03-Bleu		0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55		03-Bleu		1.20	1.39	1.55	1.70	1.83	1.96
04-Rouge		1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07	04-Rouge		1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07	04-Rouge		1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07		04-Rouge		1.60	1.85	2.07	2.26	2.44	2.61
05-Marron		1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58	05-Marron		1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58	05-Marron		1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58		05-Marron		2.00	2.31	2.58	2.83	3.06	3.27
06-Gris		1.70	1.96	2.19	2.40	2.77	3.10																		06-Gris		2.40	2.77	3.10	3.39	3.67	3.92
08-Blanc		2.26	2.61	2.92	3.20	3.70	4.13																		08-Blanc		3.20	3.70	4.13	4.53	4.89	5.23
10-Bleu clair		2.83	3.27	3.65	4.00	4.62	5.16																									

Qualité de pulvérisation :	Fine	Grosse
	Moyenne	Très grosse

Pour un traitement à bas volume le choix des buses reste primordial. Il doit impérativement être adapté aux différents critères d'application et de risque de dérive.

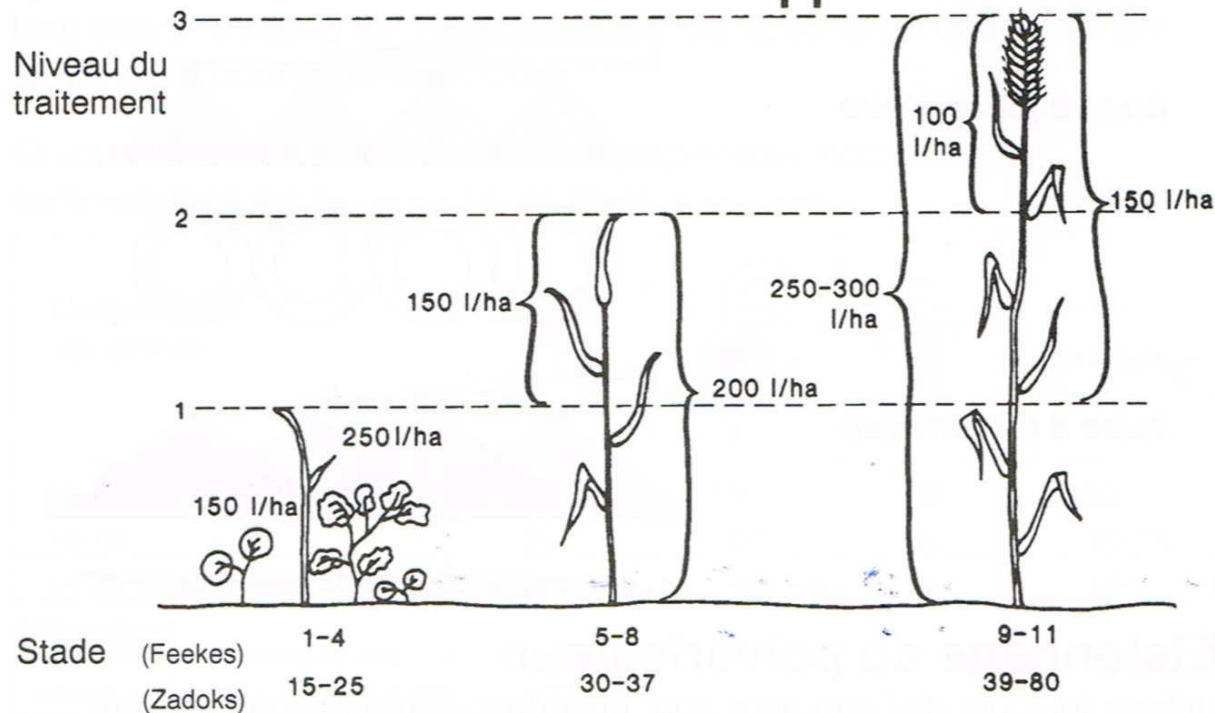
**Ne pas oublier: La gouttelette est un facteur direct de la réussite d'un traitement. Elle est influencée par la pression de travail et par le type de buse choisi (F / LD / MD / Injet).**

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

Exemple: **pour une buse 025 LD**      de 1.5 à 2.0 bars – grosse / + de 2.5 b – moyenne  
 100 l/ha de 8.6 à 10 km/h      10 à 14 km/h

### 3. Stade de la culture ou de la cible à atteindre

#### Stade de croissance et développement



Une culture avec de nombreuses feuilles demande plus de bouillie qu'une culture ouverte.

Il faut prendre en considération le développement de la cible, de la culture et/ou des adventices:

- Stade 2 feuilles - stade épisaison / graminées - pommes de terres / ...

**Constat: Des fines gouttelettes couvrent mieux la surface foliaire mais dérivent et pénètrent moins bien à l'intérieur de la culture.**

## 4. Type d'action du produit – quelle gouttelette

### 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	<i>Fine</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Grosse</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Grosse</i>	<i>Fine</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Grosse</i>
<b>Herbicides</b> - Sol nu	○	●	●	●	●	●	●	●
- Graminées	●	○		○		●	○	
- Dicots	○	●	○	●	○	●	●	○
<b>Fongicides</b> - Systémique	●	●	○	●	○	●	●	○
- Contact	●	○		○		●	○	
<b>Insecticides</b> - 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

## 4b. Type d'action du produit – quelle gouttelette

### Risque de dérive mais traitement indispensable

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

\* En traitement sur sol nu ou sur cultures très basses, des buses à limitation de dérive produisant des gouttes moyennes permettent de garder un volume ha bas et une dérive limitée.

L'assistance d'air TWIN permet de conserver l'excellente couverture des buses classiques à jet plat grâce à sa maîtrise de la dérive.

- Meilleure solution
- Alternative

Remarque: Réduire la dérive en augmentant la taille des gouttelettes entraîne souvent une moins bonne couverture de la cible.



# 5. Hygrométrie/ température / vent

**Une hygrométrie élevée, > 70% et une température de plus de 4 à 12° C pendant 7 à 8 jours**




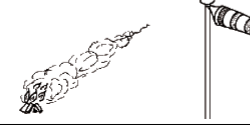
sont favorables aux herbicides foliaires systémiques et racinaires tels que les sulfonylurées et tricétones.

Ces «**conditions poussantes**» - sol humide, température douce et hygrométrie élevée, permettent un meilleur passage du produit dans la feuille (la cire de la cuticule devient lâche) et un bon transport dans la plante par la sève.

**Attention, les cultures sensibles à la sélectivité du produit peuvent avoir du mal à détoxifier.**

**Le mode d'action détermine les conditions d'application à respecter**

Mode d'action	Facteurs à prendre en compte
Produits foliaires de contact	Accessibilité de la cible Stade de la cible
Produits foliaires systémiques	Temps poussant: sol humide, températures douces, hygrométrie élevée (> 70%)
Produits racinaires	Texture du sol : teneur en argile et en matière organique Humidité du sol : efficacité limitée sur sols secs
Produits foliaires systémiques et racinaires	Temps poussant: sol humide, températures douces, hygrométrie élevée (> 70%) Humidité du sol : efficacité limitée sur sols secs

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

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



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

# 6. Réceptivité de la plante, matin / soir

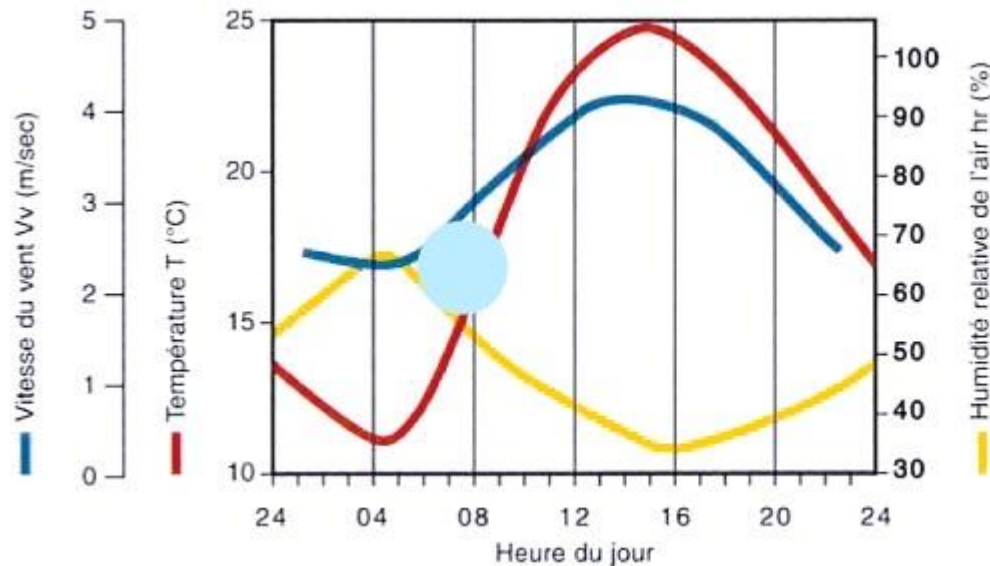
Matin ou soir, l'hygrométrie est primordiale

Idéalement il faut

- une hygrométrie supérieure à 60 %
- Une température douce, soit plus de 7°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.
- 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

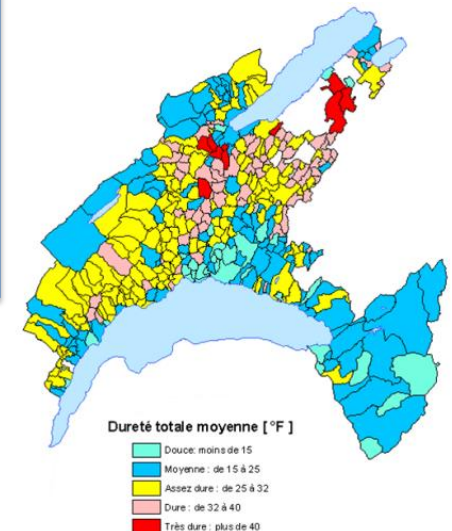
● Plage optimale de traitement

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

# 7. L'eau, le pH et le degré de dureté

## En règle générale:

- \* De l'eau à «température ambiante» est conseillée.
  - \* Un pH en dessous de 6 est idéal.
  - \* Une eau dure à plus de 25 °F «neutralise» les matières actives.
- 
- Les chocs thermiques sont à déconseiller.
  - La plupart des matières actives sont plus stables à un PH légèrement acide.
  - Certaines matières actives, herbicides et fongicides se dégradent rapidement en milieu alcalin.
  - La pénétration des gouttelettes dans la cuticule se situe à environ un pH de 5.8
  - Suisse = eau dure: plus les litres/ha sont élevés plus on diminue l'efficacité des matières actives, surtout en herbicide (plus de présence d'ions Ca<sup>2+</sup>).



**De l'eau de pluie récoltée dans une citerne à l'abri de la lumière est la meilleure solution.  
Remplir la cuve quelques heures avant de pulvériser est une autre possibilité.**

**Pour certains cas, une eau alcaline peut être acidifiée par du sulfate d'ammonium.  
Poser un adoucisseur d'eau à résine (sel) permet d'éliminer une partie du Ca<sup>2+</sup>.  
En région où l'eau est très dure, baisser le volume/ha en dessous de 100 l/ha devient très intéressant.**

La conductivité électrique de l'eau est aussi un paramètre influençant la bonne pénétration d'un produit dans la plante.

**Rappel, l'eau n'est qu'un support, mais elle influence directement la qualité d'un traitement**

# 8. Diminution de la dose prescrite à bas volume d'eau

## Questions:

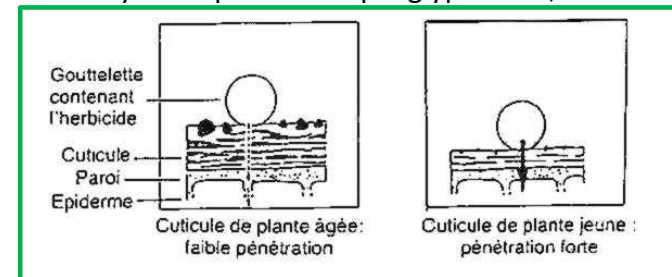
- Herbicides / Fongicides / Insecticides
- Adjuvants
- Ordre d'introduction dans la cuve

80 l/ha

## Herbicides:

C'est surtout dans cette catégorie que des réductions de doses sont possibles.

- Avec moins d'eau, il y a aussi moins d'éléments minéraux neutralisant la matière active.
- La concentration de la bouillie augmente l'efficacité des matières actives foliaires systémiques telles que glyphosate, anti-graminées foliaires, (sulfonylurées).
- Plus l'intervention est appliquée à un stade jeune des adventices, (cotylédons - 1 feuille) mieux le produit pénètre au travers de la cire.
- La cire augmente avec l'âge rendant les plantes moins perméables aux produits phytosanitaires.



## Fongicides:

Il est important de tenir compte de l'efficacité curative ou préventive des matières actives choisies afin de ne pas les positionner en dehors de leur plage optimale.

Ne pas oublier que beaucoup de produits fongicides ont une bonne action préventive et une action curative limitée. Une réduction de dose sera donc très difficile à maîtriser.

Les produits en poudre seront plus difficiles à filtrer et pulvériser sans rencontrer des problèmes de colmatage.

## Insecticides:

Comme avec les fongicides, il faut tenir compte de l'efficacité curative ou préventive des matières actives choisies afin de ne pas les positionner en dehors de leur plage optimale.

Dans le cas des insecticides, certaines matières actives s'emploient en début d'infestation (ex.: Tepeki sur pucerons) et d'autres peuvent être utilisées sur des populations installées (ex. : pirimicarbe sur pucerons). Une réduction de dose sera donc très difficile à maîtriser.

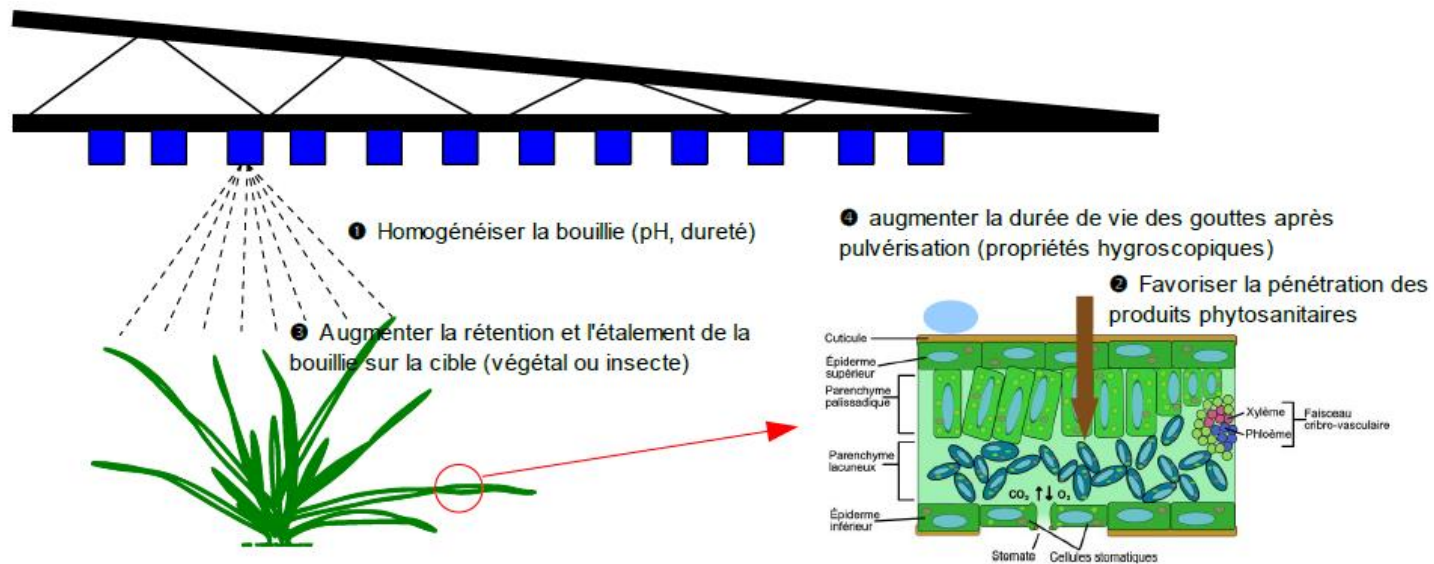
# 8. Diminution de la dose prescrite à bas volume d'eau

80 l/ha

## Adjuvants:

La concentration de la bouillie en matières actives avec des adjuvants et co-formulant, peut augmenter l'efficacité des produits utilisés.

L'utilisation des adjuvants peut permettre d'améliorer la qualité de pulvérisation en conférant certaines propriétés à la bouillie.



Le choix de l'adjuvant ou de l'association d'adjuvants est complexe car il est dépendant du produit utilisé et des effets attendus.

# 8. Diminution de la dose prescrite à bas volume d'eau

## Adjuvants - suite:

Les adjuvants ne sont pas des pesticides, ils n'ont pas d'action comme les produits phytosanitaires mais ils peuvent faciliter leurs rôles en améliorant leurs performances (rétention et/ou étalement). Ils peuvent diminuer les effets néfastes comme le ruissellement ou la dérive.

**A eux seuls, ils ne peuvent pas suffire à diminuer les doses de produits utilisés. Ils ne remplacent pas les interventions en bonnes conditions ( $T^{\circ}C < 25^{\circ}$  et hygrométrie  $> 60\%$ ) mais leurs sont complémentaires.**

80 l/ha

Les adjuvants confèrent à la bouillie différentes propriétés:

### Étalement,

permet la rétention et l'étalement des gouttelettes de la bouillie en diminuant les tensions superficielles à la surface de celle-ci.

Ex: *Li 700, Silwet L-77, Heliosol.*

### Pénétrant,

favorise la pénétration du produit: agit sur la cuticule de la feuille par fusion ou gonflement des cristaux de cire.

Ex: *Silwet L-77, Li700, Actirob B.*

### Rétention,

favorise le maintien des gouttelettes de la bouillie sur la feuille au moment de l'impact. La réduction du rebond dépend de la mouillabilité de la surface du végétal.

Note: La couche externe de la cuticule peut être recouverte de cire cristalline ou de poils qui limitent la rétention et l'étalement des gouttes.

Ex: *Silwet L-77.*

### Adhésivité,

favorise le maintien de la bouillie après l'impact. Apporte une meilleure résistance au lessivage voire à l'évaporation.

Ex: -

### Limitation de la dérive,

les gouttelettes les plus fines ( $< 100\mu m$ ) se dispersent dans l'atmosphère. L'adjuvant antidérive homogénéise la taille des gouttelettes en limitant les plus petites.

Ex: *Li 700, Silwet L-77.*

### Humectant,

permet de maintenir l'hygrométrie à la surface de la feuille: évite la cristallisation de la matière active et l'évaporation de la bouillie.

Ex: *sulfate d'ammonium.*

### Anti-mousse,

empêche la formation de mousse dans la cuve lors de la préparation de la bouillie.

### Homogénéisation de la bouillie,

permet de neutraliser les eaux dures, de tamponner le pH et/ou de stabiliser la bouillie (présence de tensio-actifs).

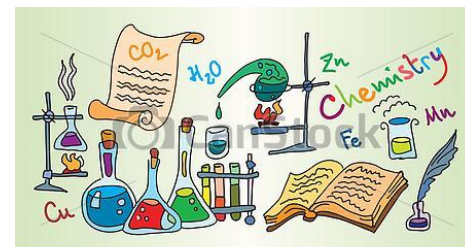
Ex: *X-Change, (sulfate d'ammonium)*

### Acidifiant,

certaines matières actives sont rapidement dégradées dans un milieu basique ( $pH > 7$ ) ce qui diminue leur efficacité. Les acidifiants permettent de maintenir le pH entre 5 et 7.

Ex: *X-Change, Li 700.*

*Homologué en Suisse*



© Can Stock Photo - csp4345218

# 8. Diminution de la dose prescrite à bas volume d'eau

80 l/ha

Adjuvants - suite:

Cette liste confirme que cette technique demande beaucoup d'attention quant au choix des conditions d'application, des buses et des adjuvants utilisés.

Ordre d'introduction dans la cuve:

Dans une cuve sous agitation, remplie d'eau au 2/3, introduire les produits dans l'ordre suivant:

Les formulations des produits phytosanitaires sont parfois incompatibles physiquement et/ou nécessitent des ordres d'introduction spécifiques dans la cuve.

*Homologué en Suisse*

Ordre	Formulation	Exemple
1	<b>Produits ayant une action sur la qualité de l'eau</b> Correcteur de dureté, acidifiant, homogénéisation de la bouillie	Sulfate d'ammonium, X-Change
2	<b>Formulations solides</b> 1- les faibles doses < à 100 g de granulés (WG) 2- les sacs hydro-solubles (WPS) 3- les dispersibles (WG) 4- les poudres mouillables (WP)	Ally SX Unix Moncozèbe
3	<b>Formulations liquides</b> 1- les suspensions concentrées (SC) 2- les suspo-emulsions 3- les émulsions aqueuses (EW) 4- les suspensions huileuses (OD) 5- les concentrés émulsionnables (EC) 6- les liquides solubles (SL)	Opus Opéra Horizon EW Othello Mandate Cyperméthrine Caramba Star Cycocel
4	<b>Les adjuvants</b> 1- les tensio-actifs ou mouillants 2- Les huiles minérales ou végétales	Heliosol Li700 Actirob B

## 9. Responsabilités

De 150 litres/ha à moins de 80 litres/ha

Plusieurs paramètres ont été pris en considération: le choix reste personnel

C'est à chaque utilisateur de décider, avec l'aide de conseillers et d'informations approfondies, s'il désire réduire les litres/ha et la dose prescrite. Il reste responsable de ses applications. Ces techniques pointues sont destinées à des praticiens avertis. Ce petit guide devra servir uniquement à se poser les bonnes questions et permettra une orientation dans ce choix.

En bonnes conditions et sur certains produits, les bas volumes peuvent être associés à des réductions de doses pouvant aller jusqu'à 20 ou 30 %.

**Remarque importante:** Ces chiffres sont tirés de guides techniques français. Ils sont donnés à titre indicatif

La clé pour réussir une bonne application d'un produit ne s'arrête pas à la technique de pulvérisation. D'autres paramètres sont importants: qualité du produit, stade d'application, teneur en matières organiques du sol, ...

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

0 % risques

100 % risques



Réussite assurée

Echec de l'intervention



# 10. Références

- Guide de buses – HARDI, Danemark
- 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
- Le glyphosate en grandes cultures – Agridea, Suisse
- Internet
- Expériences pratiques - Alphatec SA, Joël Petermann