

Le bas volume,

*une "matière" active
de la pulvérisation*





En préambule...

Ce fascicule est le premier d'une série de trois. Ils constituent une synthèse des acquis récents de la recherche et du développement sur l'introduction (ou la réintroduction !) de techniques innovantes ou remises au goût du jour en vue de limiter la consommation de produits phytosanitaires et plus particulièrement d'herbicides.

Ces documents s'adressent aux agriculteurs engagés dans une démarche de réduction d'usage des produits phytosanitaires, et notamment des herbicides, et à ceux pour qui les stratégies reposant trop sur la chimie seule ne permettent plus d'obtenir des parcelles suffisamment propres pour préserver les rendements.

Trois approches complémentaires seront exposées :

- la reconception des systèmes de culture (successions, date de semis, travail du sol...) en vue de faire diminuer les populations d'adventices
- les possibilités de substitution des interventions chimiques par des interventions mécaniques (houe, herse, bineuse, doigts, traitements localisés...)
- l'amélioration de l'efficacité des interventions quand elles sont nécessaires en dernier recours (conditions d'intervention, qualité de l'eau, buses, adjuvants...).

La mise en œuvre de ces trois approches complémentaires constitue une boîte à outils agronomiques. Ces outils sont utilisés de façon pragmatique et cohé-

rente dans votre exploitation, en fonction du contexte agronomique et environnemental, mais aussi de vos propres objectifs.

Qu'est-ce que le bas volume ?

Le bas volume fait partie de ces techniques qui ont été remises au goût du jour, simplifiées et adaptées au contexte réglementaire actuel. Par définition, le bas volume vise à traiter plus de surfaces dans les meilleures conditions. Dans le cadre actuel d'Écophyto, il nous paraissait intéressant de travailler les fondamentaux de cette technique.

Ce travail s'est fait en 3 étapes :

Première étape : la diminution du volume d'eau par hectare, quel que soit le pulvérisateur ; les bons choix de buses pour réduire les volumes et améliorer la qualité de pulvérisation

Deuxième étape : la validation des conditions optimales d'intervention

Troisième étape : le choix et la systématisation des adjuvants de pulvérisation.

Ces 3 étapes correspondent dans cet ordre aux 3 grandes parties de cette note technique.

Les préconisations réalisées sont donc issues des nombreux travaux menés avec les 160 agriculteurs qui sont venus se former à la technique du bas volume depuis 2008, que ce soit sous forme d'expérimentations, d'observations de plaines et d'échanges.

Sommaire

Le choix des buses	3
Les conditions d'application	7
Les adjuvants et leur usage.....	9
Introduction des produits dans la cuve	12
Des agriculteurs en parlent	13
Pour conclure	15

Le choix des buses

La buse est l'élément matériel qui influe le plus sur le résultat technique d'une pulvérisation.

La pulvérisation est une interaction entre de nombreux paramètres que sont le débit de la buse, la pression de travail, la vitesse d'avancement, le volume par hectare, la taille des gouttelettes.

La pression joue sur le débit qui, combiné à une vitesse d'avancement, nous donne un volume par hectare. Le résultat d'une pulvérisation est avant tout un ensemble de gouttelettes qui doit être projeté avec la meilleure répartition possible sur une cible.

Quelle taille de gouttelettes privilégier, sachant que, dans un jet de pulvérisation, il y aura toujours une proportion de gouttelettes trop

finies et toujours une proportion de gouttelettes trop grosses ?

Voir tableau ci-dessous.

Dans le grand compromis qu'est la pulvérisation, on va rechercher dans cet ordre les paramètres suivants :

- **une répartition** avec des tailles de gouttelettes plutôt fines, les plus homogènes possibles.

À choisir, il vaut mieux des gouttelettes un peu trop fines que trop grosses qui peuvent ruisseler, surtout si l'on intervient le matin tôt avec le maximum d'hygrométrie et le minimum de vent pour limiter les problèmes d'évaporation et de dérives des fines gouttelettes.

Cela se comprend encore mieux lorsqu'on prend l'exemple d'un traitement herbicide sur une petite plantule de ray-grass aux feuilles fines et luisantes : il n'y a que les fines gouttelettes de bouillie pulvérisées tôt le matin par forte hygrométrie qui peuvent adhérer et pénétrer rapidement à l'aide d'adjuvants.

- **un nombre** d'impacts suffisant par cm^2 .

On visera 50 à 70 impacts/ cm^2 : «qui peut le plus peut le moins». Cela est surtout intéressant pour les désherbages sur de jeunes plantules avec des produits systémiques qui exigent au minimum

Propriétés des gouttelettes de pulvérisation en fonction de leur taille

Source Agri-Conseil

Caractéristiques des populations de gouttes	Dimensions des gouttes (VMD)	Fixation sur les feuilles	Utilisation	Risque de dérive
Très fines	< 90 μ	Bonne	À éviter, sauf cas exceptionnel	Très élevé
Fines	90 à 200 μ quelques grosses gouttes	Bonne	Bonne couverture	Élevé
Moyennes	200 à 300 μ très grande variété de tailles de gouttes	Bonne	Courante pour la plupart des produits	moyen
Grosses	300 à 450 μ quelques grosses gouttes	Moyenne avec risques de ruissellement	Herbicides à incorporer sur sol nu	Faible
Très grosses	> 450 μ absence de fines gouttes	Risques de ruissellement importants	Engrais liquides sur sol nu	Très faible



30 impacts/cm².

Ce nombre d'impacts pourra être apprécié à l'aide de papier hydro-sensible que vous trouvez chez votre marchand de matériel habituel.

- **une dérive minimale**

Comme on souhaite plutôt des fines gouttelettes, l'idéal est bien sûr de réaliser les interventions tôt le matin en visant des vents inférieurs à 10 km/h pour limiter le risque de dérive.

Les pressions élevées ont ten-

dance à produire une proportion importante de gouttelettes trop fines encore plus vulnérables à la dérive ; l'idéal est de réaliser des fines gouttelettes avec une pression de travail plutôt faible.

Plus l'angle du jet de la buse est ouvert, plus il génère des gouttelettes trop fines, vulnérables à la dérive.

On conseillera plutôt des angles de 80°.

- **un volume par hectare** modéré

Il y a un intérêt certain à limiter autant que possible le volume d'eau pulvérisé par hectare lorsqu'on travaille avec de l'eau du réseau du département de l'Oise pour diminuer l'impact négatif de la dureté (exprimée en °F) sur de nombreux produits et notamment les herbicides.

Par exemple, la catégorie de buses qui va répondre le mieux à ce compromis est la buse basse pression à jet plat.

Voir tableau ci-dessous.

Au dessus de 300-350 µ, il y a un risque de ruissellement des gouttelettes sur les feuilles.

On visualise sur ce graphique qu'à pression faible (1,5 à 1,75 bar), on va limiter la dérive sans produire des gouttelettes trop grosses avec les buses vertes ou jaunes.

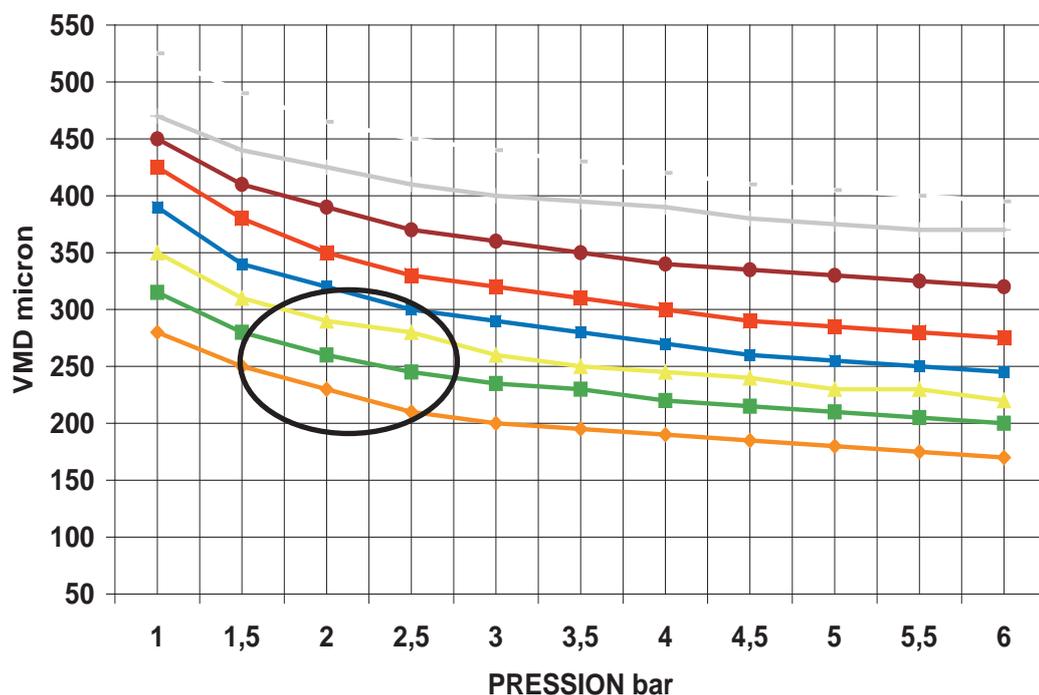
Pour une buse verte, la pression

Préconisation

Il faut choisir une buse qui :

- permette une bonne couverture (jusqu'à 70 impacts/cm²)
- avec une proportion importante de gouttelettes homogènes à tendance fines (autour de 200-250 microns de diamètre)
- avec des pressions d'utilisation plutôt basses : 1,5 à 2,5 bars pour limiter les trop fines gouttelettes, la vitesse de projection sur la cible et par la même occasion, le volume/ha.

XR Teejet



Relation entre la pression et la diamètre moyen des gouttelettes pour les buses XR Teejet

Source Teejet

- XR8008
- XR8006
- XR8005
- XR8004
- XR8003
- XR8002
- XR80015
- XR8001

En entouré : plage optimale de pression



de travail optimale se situera entre 1,75 et 2,25 bars.

Pour une buse jaune, la pression de travail optimale se situera entre 2 et 2,5 bars avec toutefois une proportion de gouttelettes plus

grosses qu'en buses vertes.

Voir tableau ci-dessous.

Les agriculteurs qui ont équipé leur pulvérisateur trainé de buses XR Teejet travaillent :

- soit avec des buses vertes

XR80015 : volume de 50 l/ha avec une pression de 2 bars et une vitesse d'avancement de 12 km/h

- soit avec des buses jaunes

XR8002 : volume de 65 l/ha avec une pression de 2 bars ou

Modèle	Pression (bar)	Taille des Gouttelettes		Débit d'une buse (l/min)	I/ha (50cm)												
		80°	110°		4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	18 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h	35 km/h
		M	F														
XR8001 XR11001 (100)	1,0	M	F	0,23	69,0	55,2	46,0	39,4	34,5	27,6	23,0	17,3	15,3	13,8	11,0	9,2	7,9
	1,5	F	F	0,28	84,0	67,2	56,0	48,0	42,0	33,6	28,0	21,0	18,7	16,8	13,4	11,2	9,6
	2,0	F	F	0,32	96,0	76,8	64,0	54,9	48,0	38,4	32,0	24,0	21,3	19,2	15,4	12,8	11,0
	2,5	F	F	0,36	108	86,4	72,0	61,7	54,0	43,2	36,0	27,0	24,0	21,6	17,3	14,4	12,3
	3,0	F	F	0,39	117	93,6	78,0	66,9	58,5	46,8	39,0	29,3	26,0	23,4	18,7	15,6	13,4
4,0	F	VF	0,45	135	108	90,0	77,1	67,5	54,0	45,0	33,8	30,0	27,0	21,6	18,0	15,4	
XR80015 XR110015 (100)	1,0	M	F	0,34	102	81,6	68,0	58,3	51,0	40,8	34,0	25,5	22,7	20,4	16,3	13,6	11,7
	1,5	M	F	0,42	126	101	84,0	72,0	63,0	50,4	42,0	31,5	28,0	25,2	20,2	16,8	14,4
	2,0	F	F	0,48	144	115	96,0	82,3	72,0	57,6	48,0	36,0	32,0	28,8	23,0	19,2	16,5
	2,5	F	F	0,54	162	130	108	92,6	81,0	64,8	54,0	40,5	36,0	32,4	25,9	21,6	18,5
	3,0	F	F	0,59	177	142	118	101	88,5	70,8	59,0	44,3	39,3	35,4	28,3	23,6	20,2
4,0	F	F	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3	
XR8002 XR11002 (50)	1,0	M	M	0,46	138	110	92,0	78,9	69,0	55,2	46,0	34,5	30,7	27,6	22,1	18,4	15,8
	1,5	M	F	0,56	168	134	112	96,0	84,0	67,2	56,0	42,0	37,3	33,6	26,9	22,4	19,2
	2,0	M	F	0,65	195	156	130	111	97,5	78,0	65,0	48,8	43,3	39,0	31,2	26,0	22,3
	2,5	M	F	0,72	216	173	144	123	108	86,4	72,0	54,0	48,0	43,2	34,6	28,8	24,7
	3,0	F	F	0,79	237	190	158	135	119	94,8	79,0	59,3	52,7	47,4	37,9	31,6	27,1
4,0	F	F	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2	
XR110025 (50)	1,0	M	M	0,57	171	137	114	97,7	85,5	68,4	57,0	42,8	38,0	34,2	27,4	22,8	19,5
	1,5	M	M	0,70	210	168	140	120	105	84,0	70,0	52,5	46,7	42,0	33,6	28,0	24,0
	2,0	F	F	0,81	243	194	162	139	122	97,2	81,0	60,8	54,0	48,6	38,9	32,4	27,8
	2,5	F	F	0,90	270	216	180	154	135	108	90,0	67,5	60,0	54,0	43,2	36,0	30,9
	3,0	F	F	0,99	297	238	198	170	149	119	99,0	74,3	66,0	59,4	47,5	39,6	33,9
4,0	F	F	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1	
XR8003 XR11003 (50)	1,0	M	M	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3
	1,5	M	M	0,83	249	199	166	142	125	99,6	83,0	62,3	55,3	49,8	39,8	33,2	28,5
	2,0	M	F	0,96	288	230	192	165	144	115	96,0	72,0	64,0	57,6	46,1	38,4	32,9
	2,5	M	F	1,08	324	259	216	185	162	130	108	81,0	72,0	64,8	51,8	43,2	37,0
	3,0	M	F	1,18	354	283	236	202	177	142	118	88,5	78,7	70,8	56,6	47,2	40,5
4,0	M	F	1,36	408	326	272	233	204	163	136	102	90,7	81,6	65,3	54,4	46,6	
XR8004 XR11004 (50)	1,0	C	M	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2
	1,5	M	M	1,12	336	269	224	192	168	134	112	84,0	74,7	67,2	53,8	44,8	38,4
	2,0	M	M	1,29	387	310	258	221	194	155	129	96,8	86,0	77,4	61,9	51,6	44,2
	2,5	M	M	1,44	432	346	288	247	216	173	144	108	96,0	86,4	69,1	57,6	49,4
	3,0	M	M	1,58	474	379	316	271	237	190	158	119	105	94,8	75,8	63,2	54,2
4,0	M	F	1,82	546	437	364	312	273	218	182	137	121	109	87,4	72,8	62,4	
XR8005 XR11005 (50)	1,0	C	C	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1
	1,5	C	M	1,39	417	334	278	238	209	167	139	104	92,7	83,4	66,7	55,6	47,7
	2,0	M	M	1,61	483	386	322	276	242	193	161	121	107	96,6	77,3	64,4	55,2
	2,5	M	M	1,80	540	432	360	309	270	216	180	135	120	108	86,4	72,0	61,7
	3,0	M	M	1,97	591	473	394	338	296	236	197	148	131	118	94,6	78,8	67,5
4,0	M	M	2,27	681	545	454	389	341	272	227	170	151	136	109	90,8	77,8	
XR8006 XR11006 (50)	1,0	C	C	1,37	411	329	274	235	206	164	137	103	91,3	82,2	65,8	54,8	47,0
	1,5	C	C	1,68	504	403	336	288	252	202	168	126	112	101	80,6	67,2	57,6
	2,0	C	M	1,94	582	466	388	333	291	233	194	146	129	116	93,1	77,6	66,5
	2,5	C	M	2,16	648	518	432	370	324	259	216	162	144	130	104	86,4	74,1
	3,0	C	M	2,37	711	569	474	406	356	284	237	178	158	142	114	94,8	81,3
4,0	C	M	2,74	822	658	548	470	411	329	274	206	183	164	132	110	93,9	
XR8008 XR11008 (50)	1,0	VC	C	1,82	546	437	364	312	273	218	182	137	121	109	87,4	72,8	62,4
	1,5	VC	C	2,23	669	535	446	382	335	268	223	167	149	134	107	89,2	76,5
	2,0	C	C	2,58	774	619	516	442	387	310	258	194	172	155	124	103	88,5
	2,5	C	C	2,88	864	691	576	494	432	346	288	216	192	173	138	115	98,7
	3,0	C	M	3,16	948	758	632	542	474	379	316	237	211	190	152	126	108
4,0	C	M	3,65	1095	876	730	626	548	438	365	274	243	219	175	146	125	
XR8010† XR11010†	1,0			2,28	684	547	456	391	342	274	228	171	152	137	109	91,2	78,2
	1,5			2,79	837	670	558	478	419	335	279	209	186	167	134	112	95,7
	2,0			3,23	969	775	646	554	485	388	323	242	215	194	155	129	111
	2,5			3,61	1083	866	722	619	542	433	361	271	241	217	173	144	124
	3,0			3,95	1185	948	790	677	593	474	395	296	263	237	190	158	135
4,0			4,56	1368	1094	912	782	684	547	456	342	304	274	219	182	156	
XR8015† XR11015†	1,0			3,42	1026	821	684	586	513	410	342	257	228	205	164	137	117
	1,5			4,19	1257	1006	838	718	629	503	419	314	279	251	201	168	144
	2,0			4,83	1449	1159	966	828	725	580	483	362	322	290	232	193	166
	2,5			5,40	1620	1296	1080	926	810	648	540	405	360	324	259	216	185
	3,0			5,92	1776	1421	1184	1015	888	710	592	444	395	355	284	237	203
4,0			6,84	2052	1642	1368	1173	1026	821	684	513	456	410	328	274	235	

Tableau de calage du volume en fonction du débit de buse (couleur), de la pression de travail et de la vitesse d'avancement

Source Teejet

Remarque : Toujours vérifier très soigneusement les débits. Les chiffres donnés dans les tableaux sont basés sur une pulvérisation d'eau à 21 °C (70 °F).
† Disponible uniquement tout en acier inoxydable.

● Très fin ● Fin ● Moyen ● Gros ● Très gros ● Extrêmement gros



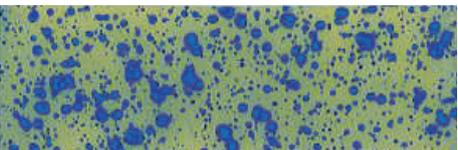
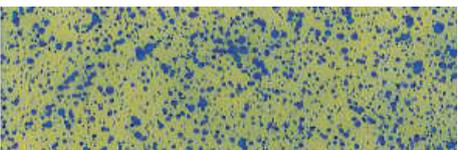
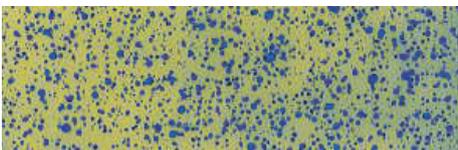
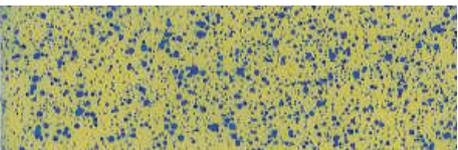
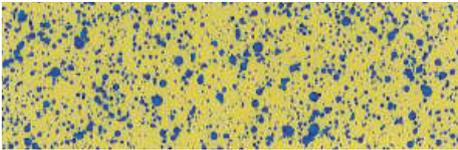
72 l/ha avec une pression de 2,5 bars et une vitesse d'avancement de 12 km/h.

Le test qui réalise la meilleure couverture avec des gouttelettes homogènes et fines est le test n°4 avec la buse verte à 2 bars et 12 km/h (voir tableau ci-dessous).

Avec la buse jaune (test n°5), la couverture reste largement correcte mais, pour avoir le même résultat qu'avec le test n°4, il faudrait, à vitesse identique, augmenter la pression et le volume (75 voire 80 l/ha à 2,5-2,75 bars) pour obtenir des gouttelettes plus fines.

Comparatif de différents résultats de pulvérisation sur papier hydro-sensible

Source : Ceta du Plessis-Belleville

	<p>Test n°1 Buse ALBUZ AVI 110 Anti-dérive-venturi 130 l/ha - 3,2 bars - 12 km/h</p>
	<p>Test n°2 Buse TEEJET XR 80015 verte 50 l/ha - 1 bar - 8 km/h</p>
	<p>Test n°3 Buse TEEJET XR 80015 verte 50 l/ha - 1,5 bars - 10 km/h</p>
	<p>Test n°4 Buse TEEJET XR 80015 verte 50 l/ha - 2 bars - 12 km/h</p>
	<p>Test n°5 Buse TEEJET XR 8002 jaune 65 l/ha - 2 bars - 12 km/h</p>

Préconisation pour l'entretien

- Optez pour des buses en acier inoxydable (VS), c'est un bon compromis durée de vie/ résistance aux produits chimiques.

- Changez vos buses à 150 ha : exemple pour une rampe de 28 m : 56 buses x 150 ha = 8.400 ha en comptant tous les passages cumulés sur toutes les cultures.

- Entretenez régulièrement les filtres : des filtres de tronçons suffisent : leur précision doit être de 80 à 100 mailles pour des buses 01 et 02 et 50 mailles pour des buses à calibre plus important. Les filtres doivent être facilement accessibles pour un nettoyage régulier.

- N'oubliez pas le contrôle technique obligatoire : ceux qui ont leurs 8^e et 9^e chiffres du numéro de Siret ou Siren compris entre 80 et 99 seront à contrôler avant le 31/12/2013.



Les conditions d'application

Les conditions d'application à respecter pour réussir au mieux son traitement.

Les bonnes conditions sont souvent celles, sous entendu, pédo-climatiques. Dans ce cas, il est acquis que les conditions liées au matériel soient respectées : choix d'une buse en bon état, avec un pulvérisateur contrôlé régulièrement.

Il est donc important de trouver le meilleur compromis entre les différents facteurs climatiques, que sont : la température, l'hygrométrie de l'air, le vent, la rosée et l'humidité du sol.

La température

Elle doit être un atout utilisé pour une meilleure efficacité du traitement. Pour cela, il faut savoir qu'elle joue un rôle très important sur l'aspect poussant de la végétation. On visera la température moyenne journalière comprise entre 8 et 20°C et plus les conditions sont poussantes, plus l'efficacité du traitement sera bonne (notamment pour les 90 % de produits

systemiques utilisés en grandes cultures).

Une température trop élevée (> à 25°C) provoque un épaississement de la cuticule (pour limiter la transpiration de la plante) et rend difficile la migration du produit dans la plante.

Elle a un rôle très important le jour du traitement, mais aussi les jours qui précèdent, pour attendrir la cuticule, et les jours qui suivent pour optimiser le traitement et éviter les phytotoxicités.

L'hygrométrie de l'air

C'est le pourcentage d'humidité contenue dans l'air. Elle se mesure à l'aide d'un hygromètre que l'on positionne au champ à la hauteur de pulvérisation.

Une hygrométrie élevée diminue la perte de bouillie par évaporation et permet d'augmenter la perméabilité de la cuticule.

Voir tableau ci-dessous.

Dans ce tableau, on constate qu'une goutte de 200 microns a une durée de vie de 200 secondes, soit plus de 3 min avec une hygrométrie de 80 % et une température de 20°C, alors qu'avec une hygrométrie de 50 % et une température de 30°C, cette même goutte ne vit que 56 secondes !

Elle aura donc 3 fois plus de risque d'être évaporée.

Préconisation

En dessous de 75 % d'hygrométrie, la pulvérisation est déconseillée : on observe jusqu'à 20 % de perte de bouillie par évaporation. C'est donc l'un des critères les plus importants à prendre en compte lorsque l'on décide d'une intervention phytosanitaire.

Durée de vie des gouttes en fonction de leur taille et des conditions climatiques

Source : Agri Conseil

Taille des gouttes en microns	Température 20°C Hygrométrie 80 %		Température 30°C Hygrométrie 50 %	
	Temps de vie en seconde	Distance d'extinction en mètres	Temps de vie en seconde	Distance d'extinction en mètres
50	12,5	0,127	3,5	0,032
100	50	6,7	14	1,8
200	200	81,7	56	21



Le vent

La réglementation interdit de traiter avec un vent supérieur à 19 km/h, c'est-à-dire lorsque les feuilles et rameaux sont sans cesse agités (voir tableau ci-dessous).

De façon évidente, il n'est nullement nécessaire de rappeler qu'il favorise la dérive. Il provoque également le dessèchement de la cuticule de la feuille, qui la rend moins perméable.

L'idéal est donc de ne pas dépasser 5 à 10 km/h au moment du traitement. Cette condition est souvent observée le matin tôt.

La rosée

Longtemps, elle a été décrite comme étant un facteur négatif lors de la pulvérisation, car elle peut provoquer un lessivage de la bouillie positionnée sur la plante. Cela est vrai lorsque l'on pulvérise

de grosses gouttelettes.

Puis nous nous sommes vite rendu compte qu'elle pouvait tout au contraire augmenter la perméabilité de la cuticule et même permettre une re-distribution des matières actives sur la plante.

Si, au préalable, tout est mis en place pour obtenir de fines gouttelettes, la rosée doit être considérée comme un partenaire à une pulvérisation de qualité.

Elle est donc très utile en période chaude et sèche et surtout si elle sèche après le traitement.

L'humidité du sol

Ce critère est très important pour les herbicides à action racinaire qui diffusent dans la solution du sol.

Il faut donc que le sol soit humide au moment du traitement.

En conditions plus sèches, rester

à un volume faible ne pose pas de problème : une pluie de 2 à 3 mm (qui représente 20 à 30.000 l/ha) sera toujours plus efficace que d'augmenter le volume/ha de 50 l.

Préconisation

- Les herbicides, fongicides, régulateurs doivent être appliqués le matin tôt avec une hygrométrie la plus élevée possible, en profitant de la rosée et par vent le plus faible possible.
- Les insecticides peuvent être appliqués le soir par rosée montante, sauf en période de température élevée où l'on préférera également le matin tôt.

Échelle de Beaufort

Degrés Beaufort	Terme descriptif	Vitesse en km/h	Observation sur terre	Possibilité de traitement
0	calme	moins de 1	on ne sent pas le vent, fumée ferticale	bonnes conditions
1	très légère brise	5 à 10	on sent très peu le vent	
2	brise légère	6 à 11	le vent est perçu au visage, les feuilles frémissent	
3	petite brise	12 à 19	les feuilles et les rameaux sont sans cesse agités	moyens de limiter la dérive recommandés
4	jolie brise	20 à 28	le vent soulève la poussière, les feuilles et les morceaux de papier, il agite les petites branches	ne pas traiter
5 à 12	bonne brise à ouragan			

Les adjuvants et leur usage

Quand les conditions d'application sont respectées, les adjuvants peuvent sécuriser la pulvérisation.

La Directive 91/414/CEE qui encadre l'utilisation des produits phytosanitaires précise qu'il s'agit de produits capables de modifier les qualités physiques, chimiques ou biologiques de substances actives et/ou de la bouillie.

L'adjuvant se mélange en extemporané à un produit ou à une bouillie. Ce même principe actif déjà présent dans la formulation de la spécialité commerciale s'appelle surfactant.

Ces adjuvants vont avoir pour rôle de compléter, assister, voire améliorer l'efficacité de la bouillie.

Les adjuvants vont agir à trois niveaux différents :

1 Avant la pulvérisation, au moment de la préparation : pour améliorer la qualité de la bouillie (ex : corriger la dureté de l'eau)

2 Pendant la pulvérisation : pour améliorer sa qualité (ex : limiter la dérive)

3 Après la pulvérisation, au niveau de la cible :

- pour augmenter la rétention (ex : réduire la perte de bouillie causée par une pluie)

- pour améliorer la pénétration (augmenter la quantité de matière active qui va migrer dans la plante et accélérer cette migration)

- pour augmenter l'étalement donc la surface de contact de la goutte

- pour limiter le dessèchement

trop rapide de la goutte.

Quel adjuvant choisir ?

L'agriculteur est très sollicité par les vendeurs d'adjuvants, il n'est pas simple d'orienter son choix et d'identifier en quoi tel ou tel produit sera bénéfique à la pulvérisation.

Très simplement, on va classer les produits selon leur rôle principal et l'on retrouve 3 groupes.

Les huiles

Elles ont pour rôle de faire pénétrer la matière active dans le végétal. On retrouve 2 familles d'huile : végétale (*Actirob B, Actiland TM...*) ou minérale (*Végélux, Alkane, Herbidown...*).

Les huiles végétales sont souvent plus « bio-compatibles » ou moins agressives que les huiles minérales, mais sont souvent plus chères.

Les huiles ne sont homologuées qu'avec les herbicides.

Les sulfates ou sels

Ils ont deux rôles principaux :

- le premier est de corriger (quand cela est nécessaire) la dureté de l'eau

- le second est le rôle d'humectant qui va limiter la vitesse de dessèchement de la goutte.

Enfin, on distingue également un rôle alimentaire : apport de

soufre, azote ou magnésium.

Voir tableau de comparaison des sulfates page suivante.

Ne pas confondre dureté et acidité ! La dureté de l'eau correspond à sa concentration en cation (ions chargés positivement). L'eau dure a une forte teneur en calcium (Ca), en magnésium (Mg), en sodium (Na) ou en fer (Fe). En effet, les cations (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺...) vont se lier aux molécules de certains herbicides (souvent chargées négativement) et neutraliser leur efficacité.

Ce sont les herbicides qui sont les plus sensibles à la dureté. Une simple analyse de l'eau de pulvérisation va permettre d'identifier sa dureté et une probable correction afin de gagner des points d'efficacité (si c'est l'eau du réseau, cette information est régulièrement actualisée en mairie).

La dureté est exprimée en ppm ou en degrés français (titre hydro-métrique = TH° F).

À noter que le meilleur moyen de limiter le nombre de cations est de baisser le volume d'eau épandu à l'hectare. En face d'une même quantité de matière active, il y a 2 fois moins de cations à 60 l/ha qu'à 120 l/ha ! Vous pouvez également utiliser de l'eau de pluie qui n'est pas dure.

Par exemple, avec 250 g d'*Archipel*, le simple fait de passer de

Classement de l'eau selon la dureté

Source : Agri Conseil

Eau douce	Eau moyennement dure	Eau dure	Eau très dure
0-15°F ou 0-60 ppm	15-30°F ou 60-120 ppm	30-45°F ou 120-180 ppm	> 45°F ou > 180 ppm

Vert : eau douce à privilégier - rouge : eau dure à éviter



150 l à 50 l d'eau fait gagner près de 5 points d'efficacité !

La dureté n'est pas la seule explication à cela, on sait que plus la goutte sera concentrée de cette sulfonurée (donc en volume d'eau réduit), mieux elle pénétrera dans la plante.

Voir graphique ci-dessous.

L'acidité correspond à la concentration du milieu en ions hydronium (H⁺) mesurée avec le pH. L'enjeu sera de mettre le ou les molécules dans leur milieu de stabilité.

Milieu de stabilité de certaines molécules :

- le cyproconazole (*Cherokee*) stable de pH 2 à pH 7,3

- l'éthéphon (*Éthéverse*) stable à pH 3 ou inférieur

- le phenmédiophame (*Bétanal*) à pH 7 stable pendant 5 heures, à pH 9 seulement pendant 10 minutes

- le glyphosate (*Round up*) très stable à pH 2,5.

Dans le cas de mélanges de produits, il est difficile de respecter le pH de stabilité de chacun d'entre eux. Plutôt que vouloir corriger le pH, il vaut mieux assurer l'épandage le plus rapidement possible pour éviter toute interaction négative et dégradation des molécules.

On conseille de pulvériser dans le délai maximum de 2 à 3 h après

le remplissage.

Les mouillants

Ils ont souvent de nombreux rôles (voir tableau page suivante), mais ce qui nous intéresse, c'est le rôle d'étalement de la gouttelette pour augmenter la surface de contact avec la cible et accélérer la pénétration de la matière active.

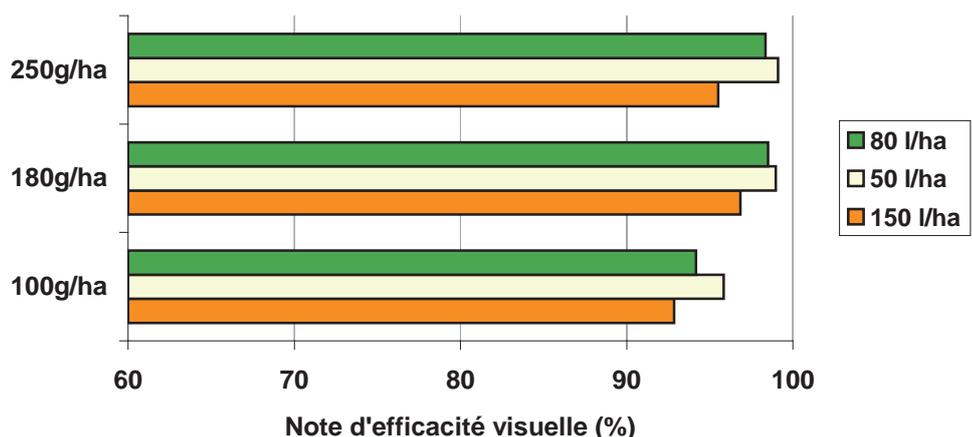
En plus de ses qualités intrinsèques, le choix du mouillant pourra se faire par rapport à son homologation : toutes bouillies, herbicide, fongicide ou insecticide et enfin son prix.

On voit bien les différents rôles des catégories d'adjuvants :

Comparaison de principaux sulfates : rôles, équivalence de doses, prix

Effets	Spécialité	Composition	Équivalence d'utilisation	Prix/hl
Dureté Humectant alimentaire	Sulfate d'ammoniaque = SAM	55-60 % SO ₃ 21 % N	1 %	0,39 €
	<i>ACTIMUM</i>	460 g/l SAM	1,7 l	8,33 €
	<i>X CHANGE</i>	10 % acide citrique + solution de sulfate et propionate d'ammonium	0,2 %	2,08 €
Humectant alimentaire	<i>EPSOTOP</i>	32 % SO ₃ 16 % MgO	1 %	0,33 €

Source : Chambre d'agriculture de l'Oise



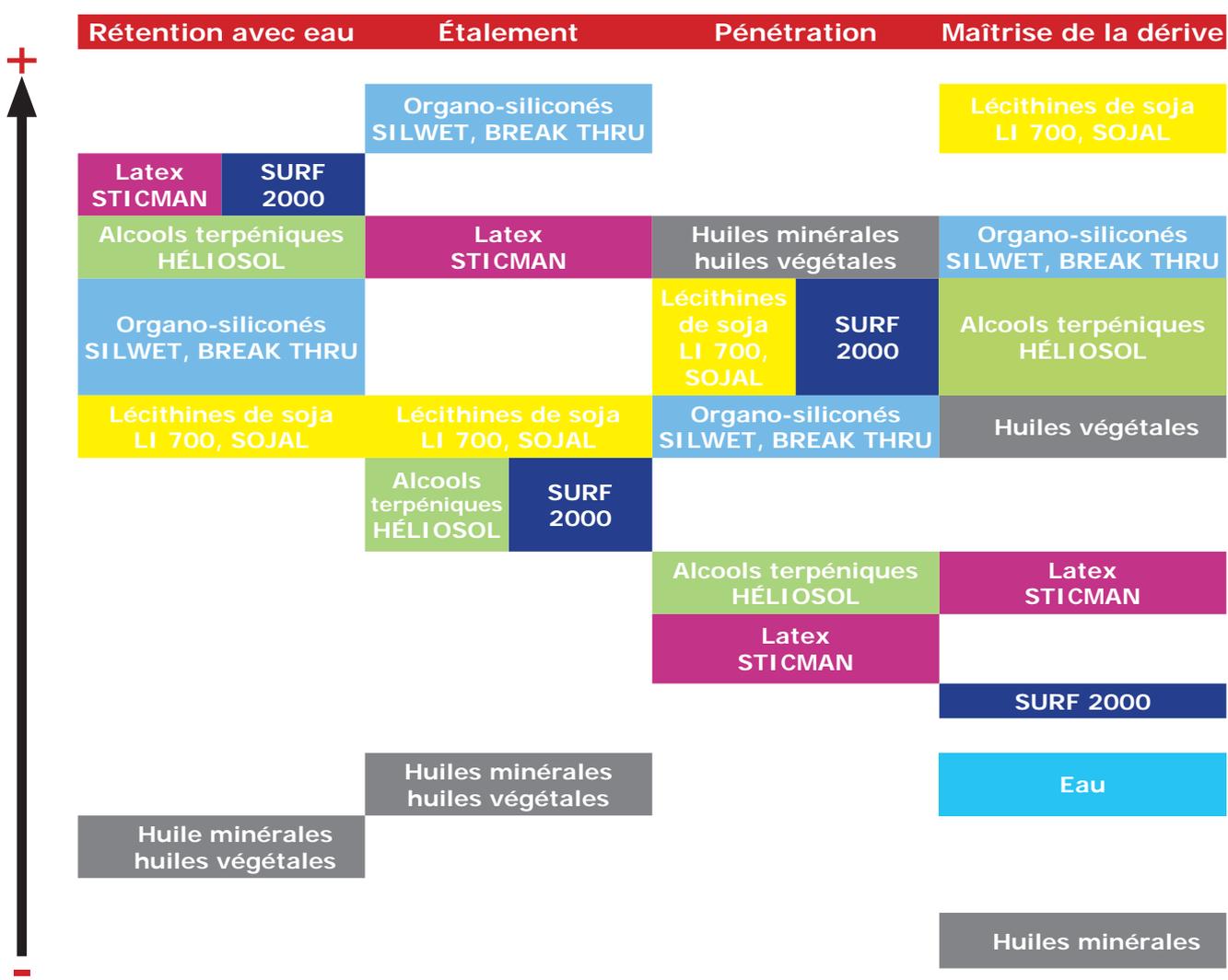
Essai de désherbage ray grass avec *Archipel* sur blé

Source : Arvalis-Institut du végétal



Principaux rôles des mouillants

Source : FC2 grandes cultures



- correcteur d'eau et humectant pour les sulfates
 - pénétrant pour les huiles
 - étalant et rétenteur pour les mouillants.
- On comprend mieux que ces différents rôles se complètent et qu'il faudra additionner les adjuvants selon la bouillie à réaliser.
- Pour les bouillies herbicides : sulfates + huiles + mouillants et pour les bouillies fongicides, régulateurs et insecticides : sulfates + mouillants.

Préconisation

- Les sulfates : pour les herbicides, en présence d'une eau dure (eau du réseau), le traitement de l'eau devra se faire préalablement avec 1 % de sulfate d'ammoniac.
- Pour les fongicides, régulateurs et insecticides, utilisez 1 % d'Epsotop pour favoriser le rôle alimentaire du magnésium.
- Les huiles : végétales ou minérales, uniquement pour les bouillies herbicides. Dose moyenne préconisée : 1 % du volume de la bouillie. Des variations sont possibles de 0,5 % (conditions limitantes) à 1,5 % (bonnes conditions d'application et forte réduction de doses des produits phytos).
- Les mouillants : préférez un mouillant homologué toutes bouillies. Exemple : Héliosol à 0,15 % du volume d'eau.



Introduction des produits dans la cuve

Quel que soit le produit à mettre dans le pulvérisateur, il y a une règle simple et logique. L'incorporation se fait des produits les moins solubles dans l'eau vers les plus solubles. Évidemment, si on veut corriger la dureté de l'eau, cette opération devra se faire avant l'incorporation des produits phytosanitaires. Elle pourra même se faire la veille au soir pour le premier pulvérisateur de la journée. Il faut respecter un minimum de temps pour que le sulfate soit correctement mélangé à l'eau (cela dépend du volume total).



SOURCE INSA PICARDIE

ORDRE d'INTRODUCTION dans la CUVE

Le remplissage se fait avec agitation, la cuve remplie au 2/3.

- Les produits qui traitent la qualité de l'eau :
 - 1 sulfates
- Les produits solides :
 2. Les faibles doses de granulés < 100 g *(WG) : *Nicanor, Allié, Safari, Gratil*
 3. Les poudres mouillables présentées sous forme de sacs hydrosolubles (WPS) : *Emblem, Venzar*
 4. Les dispersables (WG) : (*Unix, Atlantis, Goltix...*)
 5. Les poudres mouillables (WP) : *Emblem, Venzar, Dithane M 45*
- Les produits liquides :
 6. Les suspensions concentrées (SC) : *Mikado, Amistar, Tramet F*
 7. Les suspo-émulsions (SE) : *Camix, Opéra, Abacus SP...*
 8. Les émulsions dans l'eau (EW) : *Horizon EW, Puma LS, Mavrik flo*
 9. Les concentrés émulsionnables (EC) : *Cythrone L, Décis Expert, Starane 200, Moddus*
 10. Les liquides solubles (SL) : *Lontrel 100, Cycocel C5 BASF, Ethéverse, Round Up*
 11. Les formulations huileuses (OD) : *Kalenkoa, Bell Star*
 12. Les suspensions de capsules (CS) : *Pyrinex ME*
- Les adjuvants :
 13. Les mouillants : *Héliosol, Silwett L77...*
 14. Les huiles : *Mix-in, Végélux...*
- Les engrais/oligoéléments.

* Beaucoup de spécialités commerciales ont leur nom qui se termine par 2 lettres ex : *Atlantis WG...*). Ces lettres nous renseignent sur la nature de la formulation donc la solubilité eau de la formulation. L'Atlantis est en formulation WG (poudre dispersable, assez peu soluble dans l'eau).

Des agriculteurs parlent du bas volume

Christophe Gueulle, polyculteur-éleveur à Berneuil-en-Bray et adhérent du CDR Bray : "plus d'autonomie par pulvérisateur pour gérer les parcelles éloignées."

Pourquoi pratiquez-vous le bas volume sur votre exploitation ? À quelle occasion avez-vous mis en place cette technique ?

L'objectif était de transporter moins d'eau car j'ai quelques parcelles éloignées. Je voulais aussi faire des économies de désherbage, et essentiellement sur le glyphosate. J'ai donc débuté cette technique sur les passages d'herbicide total.

Y a-t-il selon vous des cultures ou des postes plus faciles que d'autres pour commencer ?

Non, je ne pense pas qu'il y ait des cultures plus simples pour commencer le bas volume. Cependant, en ce qui concerne les postes, j'ai beaucoup apprécié la simplicité du poste herbicide.

Au départ, j'ai eu du mal à accrocher sur le poste fongicide en bas volume, il y avait trop de passages.

Je pratique le bas volume en fongicide sur mes parcelles les plus éloignées et, pour celles proches de la ferme, je suis plus en technique de protection intégrée.

Aujourd'hui, je me rends compte que c'est plus simple de réaliser mes applications en bas volume.

En bref, comment vous êtes-vous lancé ?

J'ai tout d'abord suivi une formation «Pulvériser mieux» à la Chambre d'agriculture.

J'avais déjà réduit mon volume d'eau autour de 60 l. Mon père avait réduit le volume d'eau depuis déjà quelques années ; cette technique l'intéressait.

La première étape était de réduire encore un peu plus le volume d'eau et à la suite de la formation, j'ai introduit les adjuvants.

Pouvez-vous nous décrire votre matériel (type de buse, volume d'eau...) ?

Depuis 6 ans, j'utilise un Spra Coupe et je travaille actuellement entre 25 et 35 l en fonction de ce que je fais. Au début, avant de partir vers le bas volume, j'avais un pulvérisateur classique RAU.

J'utilise deux sortes de buses : les XR 8002 jaune (Teejet) et les AIXR 80015 verte pour mes désherbages racinaires.

Sachant que vous êtes éleveur, pouvez-vous nous décrire une journée type de pulvérisation, de la préparation à l'application ?

Lors des périodes de pulvérisation, je suis en plaine vers 5 heures du matin et si je ne peux pas, je commence la pulvérisation vers 22-23 heures pour finir vers le lever du jour.



Christophe Gueulle.

Quels sont selon vous les avantages et les inconvénients du bas volume ?

Pour moi, la réduction des doses avec cette technique, c'est beaucoup plus simple. Aussi et je tiens à le dire, le plus gros avantage que je puisse trouver à cette technique, c'est une grande sérénité en désherbage.

En semis sous couvert, les racinaires ne fonctionnaient plus et j'ai pu travailler mes applications phytosanitaires sur le pois et le colza à l'identique de la betterave.

Pour les inconvénients, je n'en donnerai qu'un seul : la multiplication des passages en fongicides.

Quelles sont vos attentes ?

L'idéal serait de pouvoir garder cette réduction de dose, mais de diminuer le nombre de passages !

Avez-vous des recommandations pour les agriculteurs voulant mettre en œuvre cette technique ?

S'entourer et se former avant de se lancer et aussi être patient pour traiter.



Éric Vandromme, céréalier à Bury et adhérent au Geda Thelle-et-Thérain : "on traite plus de surfaces dans de meilleures conditions."



Éric Vandromme.

Pourquoi pratiquez-vous le bas volume sur votre exploitation ? À quelle occasion avez-vous mis en place cette technique ?

Pour des questions d'organisation du travail ! Je pratique sur mon exploitation le bas volume en eau, mais aussi en réduction de dose.

Initialement, nous faisons un diagnostic à la parcelle et il arrivait que certaines années, je mette un demi fongicide blé. Aujourd'hui, je m'affranchis pour partie de l'observation. Une nécessité en tant que double actif.

J'ai testé cette technique lors d'un essai avec du glyphosate ; j'ai retrouvé des effets que je n'observais plus depuis longtemps. En quelque sorte, ça m'a ouvert les yeux !

Y a-t-il selon vous des cultures plus faciles ou

des postes que d'autres pour commencer ?

Il n'y a pas de cultures plus faciles que d'autres, c'est surtout qu'il faut passer au bon moment. Le bas volume demande une grande rigueur dans le calendrier. De plus, il faut être très attentif aux paramètres de pulvérisation, donc se lever tôt le matin pour vérifier les conditions de pulvérisation. C'est un critère important, surtout quand on a des salariés.

Pour un début vers le bas volume, je commencerais par les fongicides. Car, si par hasard, on observe un échec, on peut toujours ré-intervenir si les maladies se développent.

En désherbage, c'est moins facile ; en cas d'échec, les moyens de rattrapage sont faibles.

En bref, comment vous êtes-vous lancé ?

Suite à une formation à la Chambre d'agriculture et par curiosité. J'ai toujours été intéressé par les stratégies de réductions des produits phytosanitaires depuis plus de 20 ans.

Mon parcours a évolué : suite à l'essai sur le glyphosate le printemps suivant, j'ai « passé » entièrement une culture (le blé) en bas volume (désherbage + fongicide). Cette première expérience fut concluante, c'est pourquoi l'année d'après, j'ai utilisé le bas volume sur toute l'exploitation, y compris pour les désherbages colza.

Pouvez-vous nous décrire votre matériel ?

J'ai un pulvérisateur traîné classique, le seul investissement que j'ai fait sont les buses, des XR Teejet.

Jusque 2011, je travaillais à 63 l et depuis, je travaille à 50 l pour des questions d'assolement et de surface totale à faire. Je réalise un pulvé pour 70 ha.

Pouvez-vous nous décrire une journée type de pulvérisation, de la préparation à l'application ?

En général en période de pulvérisation :

- la veille : remplissage du pulvérisateur au 4/5, ajout des sulfates, préparation des bidons par ordre d'incorporation sur un chariot roulant (cela permet d'éviter les erreurs)



- le matin : mise en cuve des produits ; traitement vers 5 heures.

Quels sont selon vous les avantages et les inconvénients du bas volume ?

On peut citer plusieurs inconvénients :

- suivant les années, le nombre de passages est parfois plus important qu'en protection classique
- on peut avoir des degrés d'exigences différents sur les paramètres d'application entre salarié et exploitant.

Les avantages sont :

- on gagne en sécurité
- on passe de 20 ha à 70 ha d'autonomie par pulvé, ce qui est très appréciable. Surtout en cas de fenêtre critique, on fait plus de surface et on gagne de l'aisance dans le calendrier
- au niveau environnemental : grammage de matière active/ha beaucoup plus faible qu'autrefois, réduction des IFT.

Avez-vous des recommandations pour les agriculteurs voulant mettre en œuvre cette technique ?

Il y a parfois des idées reçues : le bas volume ne veut pas dire obligatoirement investissement spécifique, genre Spra Coupe. On peut pratiquer le bas volume avec n'importe quel pulvérisateur, seul un achat de buses est à prévoir.

Les recommandations que je puisse faire sont : rigueur sur l'hygiène du pulvé (être soigneux dans le rinçage) et le calendrier. Même si jusqu'à ce jour, je n'ai jamais rencontré de problèmes de bouchage de buses.

Il a un pré-requis : suivre une formation et échanger avec des agriculteurs qui pratiquent le bas volume, car passer de 150 l à 50 l, c'est une réelle évolution dans les pratiques.

Il y a des habitudes qu'il faut dépasser. On peut se sentir inquiet de mettre 0,3 l de produit commercial au lieu de 2 l habituellement.

Pour conclure

Il est un constat unanime, c'est que les 160 agriculteurs qui sont venus se former à la technique du bas volume se sont réapproprié la pulvérisation, ils ont nettement amélioré les conditions d'application et sécurisé leurs applications sur de plus grandes surfaces.

La technique du bas volume s'inscrit dans une logique de progrès qui va de l'aménagement phytosanitaire (local phyto, aire de remplissage...) en passant par le matériel (buses, coupure des trançons par GPS...) jusqu'à l'application (conditions d'application, correction de l'eau, adjuvants...).

Les plus assidus utilisent cette technique en complément des leviers agronomiques, ce qui leur permet de diminuer les IFT et de répondre aux exigences de certains contrats MAE tout en réduisant

leur facture phyto.

Dans le contexte actuel d'Écophyto, l'arrivée sur le marché de nouveaux produits plus performants risque d'être moins fréquente.

Il est clair que pour préserver l'efficacité des produits qui resteront, il faudra les utiliser de mieux en mieux.

Le conseil phyto de demain risque de changer : on imagine devoir vous donner de plus en plus d'information sur les produits, pour davantage sécuriser et améliorer leur application : conditions spécifiques d'application, dégradation dans le milieu... mais également pour davantage prendre en compte leur formulation qui évolue.

La technique du bas volume et tout le travail effectué s'inscrivent tout à fait dans cette évolution.

Rédacteurs

Justine Dacquin, Christophe Chatain,
Hervé Hémerlyck et Bruno Schmitt

Conseillers à la Chambre d'agriculture de l'Oise
Tél. 03 44 11 44 11
www.chambres-agriculture-picardie.fr

Conception et mise en page
Dominique Lapeyre-Cavé

Si vous souhaitez poursuivre la réflexion sur la pulvérisation,
nos formations et les travaux des groupes de développement
restent à votre disposition.

**Merci aux agriculteurs pour leur témoignage
et aux partenaires pour leur contribution.**

Crédits photos : Chambre d'agriculture
Toute reproduction totale ou partielle du document
nécessite l'accord de la Chambre d'agriculture de l'Oise.

**Ce document technique est édité avec l'aimable
participation financière du Conseil général de l'Oise.**



Janvier 2013