

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

**ÉTUDE DE L'IMPACT DU PH ET DE LA CONCENTRATION EN IONS FERREUX DE LA BOUILLIE
HERBICIDE SUR L'EFFICACITÉ DES ANTIGRAMINÉES DE LA FAMILLE DES SULFONYLURÉES**

L. GAUTELLIER VIZIOZ ⁽¹⁾ et L. BONIN ⁽²⁾

ARVALIS Institut du végétal
Station Expérimentale de Boigneville - 91720 BOIGNEVILLE - France

⁽¹⁾ l.gautellier@arvalisinstitutduvegetal.fr

⁽²⁾ l.bonin@arvalisinstitutduvegetal.fr

RÉSUMÉ

Dans un contexte de dérive d'efficacité des produits antigraminées de sortie d'hiver, certains acteurs du monde agricole se sont interrogés sur l'impact de la qualité de l'eau sur l'efficacité des bouillies herbicides de type sulfonyleurées appliquées en sortie d'hiver. Après que la dureté de l'eau ait été écartée comme cause de certaines pertes d'efficacité, des questions sont également apparues sur le pH et la concentration en ions ferreux (Fe^{2+}) des eaux utilisées au sein des bouillies herbicides. Pour répondre à ces questions, des essais ont été mis en place par ARVALIS Institut du végétal. Au sein de ces essais, six eaux ont été créées artificiellement avec des concentrations en Fe^{2+} de 0, 100 et 200 mg/l pour les trois premières et avec des pH de 3, 6 et 10 pour les trois dernières. Chacune de ces six eaux a été testée à deux doses de l'herbicide choisi afin de souligner un effet possible à dose réduite. Pour la question de la concentration en Fe^{2+} les six modalités obtenues ont été mises en place avec et sans correction de la dureté, grâce à du sulfate d'ammonium. L'ensemble des six modalités testant l'impact du pH ont été travaillées avec du sulfate d'ammonium afin de mimer les pratiques agricoles. Les résultats obtenus montrent une absence d'impact de la concentration ferrique et du pH sur l'efficacité des herbicides antigraminées de type sulfonyleurées.

Mots-clés : Fe^{2+} , pH, sulfonyleurées, efficacité, sulfate d'ammonium, calcium.

ABSTRACT

STUDY OF THE IMPACT OF FERROUS IONS (Fe^{2+}) CONCENTRATION AND PH ON GRASS WEEDS CONTROL WITH SULFONYLUREAS

With more and more efficacy problems with grass weeds control, some people of the agricultural production have questioned the impact of water quality on grass weeds control with sulfonyleureas herbicides. The water hardness was ruled out as a possibility for these efficacy problems. Some questions were still raised about water quality such as the impact of ferrous ions (Fe^{2+}) concentration or the pH. To answer this question trials have been implemented by ARVALIS Institut du vegetal. In these trials, six waters have been artificially created with Fe^{2+} concentration of 0, 100 and 200 mg/l and with three different pHs (3, 6 and 10). Each of these six waters has been tested with two doses of the chosen herbicide in order to maximise the potential differences between them. A study of each of these treatments was made with and without ammonium sulphate in order to correct iron concentration. The part on the impact of pH was made only with ammonium sulphate in order to copy the farmers'uses. The results of these trials showed no impact of Fe^{2+} concentration and pH on the efficacy of sulfonyleureas herbicides against grass weeds.

Keywords: Fe^{2+} , pH, sulfonyleureas, efficacy, ammonium sulphate, calcium.

INTRODUCTION

En France, l'eau du réseau est limitée à une concentration de 0.2 mg/l de fer, ce qui n'empêche pas certaines eaux de traitement de dépasser cette concentration. En effet, la récolte des eaux de pluie est une pratique fréquente chez de nombreux agriculteurs. Ces dernières sont souvent stockées dans des réservoirs métalliques, ce qui peut rendre artificiellement les eaux de pluie ferreuses alors qu'elles ne l'étaient pas au départ.

Le fer peut être présent dans l'eau sous trois formes : le fer ferreux (Fe^{2+}), le fer ferrique (Fe^{3+}) et le fer complexé à des matières organiques (acides organiques) et minérales (silicates, phosphates, ...). On trouve souvent ce fer complexé dans les puits et les eaux de surface : il leur donne une couleur jaune ou marron.

Les problèmes potentiels liés à ces concentrations en Fer pourraient résulter d'une interaction entre un (des) ion(s) de cette eau et une substance chargée et de signe contraire, avec pour résultat une diminution de solubilité, pouvant aller jusqu'à une précipitation. Les ions ferreux/ferriques étant chargés positivement, l'effet d'une eau ferreuse est possible avec une substance active si elle est chargée négativement. S'il existe un effet du Fer sur l'efficacité de certains produits, la présence d'un correcteur d'eau tel que le sulfate d'ammonium permettrait de piéger les ions ferriques et ferreux et ainsi d'annuler cette perte d'efficacité.

Aux côtés de la concentration en différents ions tel que le fer ou le calcium, le pH de la bouillie est une caractéristique importante de l'eau. Il s'agit également d'une question de concentration. Le pH correspond à la notion de « potentiel hydrogène » de la solution. Cette mesure est définie par la concentration en ions H_3O^+ . ARVALIS - Institut du végétal a déjà étudié ce sujet avec diverses substances actives, en particulier le glyphosate, le MCPA, et le clodinafop (Citron, Données personnelles). L'incidence du pH se révélait neutre ou négative avec des pertes d'efficacité pour le glyphosate et le MCPA, et une incidence nulle pour le clodinafop. Le pH n'est pas neutre sur les produits appliqués. La stabilité des substances actives et leur demi-vie varient en fonction de ce dernier. Les sulfonyles ont ainsi des comportements différents à pH basique ou acide. Par exemple, le flupyrsulfuron est dégradé à pH acide et basique, tandis que le metsulfuron est dégradé uniquement à pH acide.

Suite à une augmentation de la dérive d'efficacité des sulfonyles ces dernières années, des acteurs du monde agricole se sont questionnés sur un possible impact à la fois de la concentration en Fer et du pH, en tant que problème et solution. La concentration en Fer est en effet pressentie comme un frein à l'efficacité de ces produits. Le pH, ou plutôt l'acidification artificielle de la bouillie est quant à elle présentée comme une solution pour améliorer l'efficacité de cette famille de produits. ARVALIS Institut du végétal a donc décidé d'étudier l'impact de ces deux éléments au sein de la bouillie herbicide sur l'efficacité des produits antigraminées de la famille des sulfonyles.

MATERIEL ET MÉTHODE

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais sont réalisés conformément aux modes opératoires en vigueur au sein d'ARVALIS Institut du Végétal, dans le cadre des Bonnes Pratiques Expérimentales (BPE).

Le dispositif expérimental adopté est celui du type Fisher à trois blocs et témoins imbriqués. La surface élémentaire de chaque parcelle est au minimum de 20m².

Les traitements sont réalisés avec un pulvérisateur sur brouette de type "PULVELEC" équipé de buses à fente, à une pression de 2 bars à la buse pour un volume de l'ordre de 150 l/ha.

Les notations visuelles d'efficacité sont réalisées à l'épiaison pour les graminées. L'évaluation visuelle de l'efficacité en pourcentage est basée sur la réduction de biovolume de l'adventice considérée par rapport au biovolume de celle-ci dans le témoin contigüe à la parcelle traitée (0 : le biovolume est identique au témoin, 100% l'adventice est totalement détruite).

PROTOCOLE MIS EN PLACE

Les traitements du protocole étudié sont réalisés en sortie d'hiver de mi-tallage à fin tallage du blé. Pour tester l'impact de la dureté de l'eau sur les herbicides de la famille des sulfonyles, nous avons choisi de travailler avec la spécialité Archipel Duo® (7.5g/l mesosulfuron-méthyl + 7.5g/l iodosulfuron-méthyl, groupe B de l'HRAC (Herbicide Resistance Action Committee)) commercialisée par Bayer CropScience, à la fois sur vulpin et ray-grass. Cette spécialité a été accompagnée dans l'ensemble des modalités étudiées par de l'huile Actirob B à la dose d'1l/ha comme recommandé par la firme.

Deux thématiques sont étudiées dans les mêmes essais, celle sur la concentration en Fe^{2+} et celle sur le pH de la bouillie.

Dans un premier temps, afin de prendre en compte la concentration en Fe^{2+} , trois eaux ont été créées au sein du laboratoire de la station expérimentale de Boigneville. A partir d'une eau déminéralisée exempte d'ions et de fait à 0 mg/l de Fe^{2+} , deux autres eaux ont été fabriquées afin d'avoir des concentrations de 100 et 200 mg/l de Fe^{2+} . Du $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ a été rajouté à l'eau déminéralisée pour créer ces eaux ; ainsi 498 mg/l et 996 mg/l de $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ont été rajoutés pour la fabrication respective des eaux à 100 et 200 mg/l de Fe^{2+} .

Pour chacune de ces trois eaux, on a testé la solution herbicide et son huile végétale avec et sans une dose de 460g de sulfate d'ammonium, sous la forme d'Actimum®, cette dose de sulfate d'ammonium agissant comme correcteur de l'eau.

Afin de maximiser les différences éventuelles entre les modalités, chacune a été testée à une dose N et une dose réduite de 0.6N.

Le tableau I rassemble les caractéristiques des 12 modalités testées.

Tableau I : Modalités mises en place au sein des 3 essais menés par ARVALIS Institut du végétal. Sur une flore ray-grass et vulpin N = 7.5g + 7.5g (Tested forms in the three trials of Arvalis- Institut du végétal. On rye-grass and black-grass N = 7.5g + 7.5g)

N°	Produits	Doses/ha	Eau	Stade
1	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	N + 1L	0 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
2	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	N + 1L	100 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
3	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	N + 1L	200 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
4	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	0 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
5	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	100 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
6	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	200 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
7	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	0.6N + 1L	0 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
8	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	0.6N + 1L	100 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
9	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale	0.6N + 1L	200 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
10	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	0 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
11	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	100 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage
12	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	200 mg/l Fe ²⁺	Tallage/Fin Tallage

Dans un deuxième temps, trois eaux à des pH différents ont été également élaborées au laboratoire de la station expérimentale de Boigneville. L'eau de référence est l'eau déminéralisée exempte d'ions, elle a un pH de 6. Deux autres eaux mimant des pH acide et basique sont fabriquées à partir de cette eau. Les pH étudiés sont un pH acide de 3 et un basique de 10, ils sont obtenus respectivement à partir d'acide citrique d'une part et d'hydroxyde de sodium NaOH à 0.1 mol d'autre part. Soit un ajout de 0.265 g/l d'acide citrique et 1 ml/l de NaOH à 0.1 mol pour obtenir les deux autres eaux étudiées. Pour chacune de ces trois eaux, on a testé la solution herbicide avec de l'huile végétale et 1l de solution Actimum® afin de se rapprocher des pratiques des agriculteurs. Comme pour l'étude de l'impact du Fe²⁺, les trois modalités ont été testées à deux doses : la dose N homologuée et une dose réduite à 60% afin de maximiser l'effet éventuel. Le tableau II rassemble les caractéristiques des 6 modalités étudiées.

Tableau II : Modalités mises en place au sein des 3 essais menés par ARVALIS Institut du végétal. Sur une flore ray-grass et vulpin N = 7.5g + 7.5g (Tested forms in the three trials of Arvalis- Institut du végétal. On rye-grass and black-grass N = 7.5g + 7.5g)

N°	Produits	Doses/ha	Eau	Stade
1	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	pH = 3	Tallage/Fin Tallage
2	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	pH = 6	Tallage/Fin Tallage
3	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	N + 1L + 460g	pH = 10	Tallage/Fin Tallage
4	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	pH = 3	Tallage/Fin Tallage
5	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	pH = 6	Tallage/Fin Tallage
6	(mesosulfuron + iodosulfuron) + huile végétale + sulfate d'ammonium	0.6N + 1L + 460g	pH = 10	Tallage/Fin Tallage

Ces deux thématiques sont travaillées dans trois essais mis en place par des équipes d'ARVALIS Institut du végétal. Ils sont mis en place à Rots dans le Calvados (14), Estouy dans le Loiret (45) et Bruville en Meurthe-et-Moselle (54).

RESULTATS

Impact des ions ferreux (Fe²⁺)

Dans les essais de cette étude, il n'existe pas de différences significatives entre les efficacités des 3 modalités bouillies herbicides (un seul facteur variable : la concentration en ions ferreux), que ce soit au sein des modalités non corrigées (mesosulfuron + iodosulfuron + huile végétale) (figure 1) ou au sein de celles corrigées (mesosulfuron + iodosulfuron + huile végétale + sulfate d'ammonium) (figure 2), et cela aux deux doses étudiées. En effet, pour les modalités corrigées et non corrigées, une différence de moins de 5 points d'efficacité s'observe entre les différentes bouillies aux deux doses testées. Les différences observées ne sont pas significatives au seuil de 5 % de l'analyse de variance (Anova 5%).

Figure 1 : Impact de la concentration en ions Fe^{2+} sur l'efficacité de la modalité : (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [huile végétale]
 (Impact of Fe^{2+} ions concentration on (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [vegetable oil])

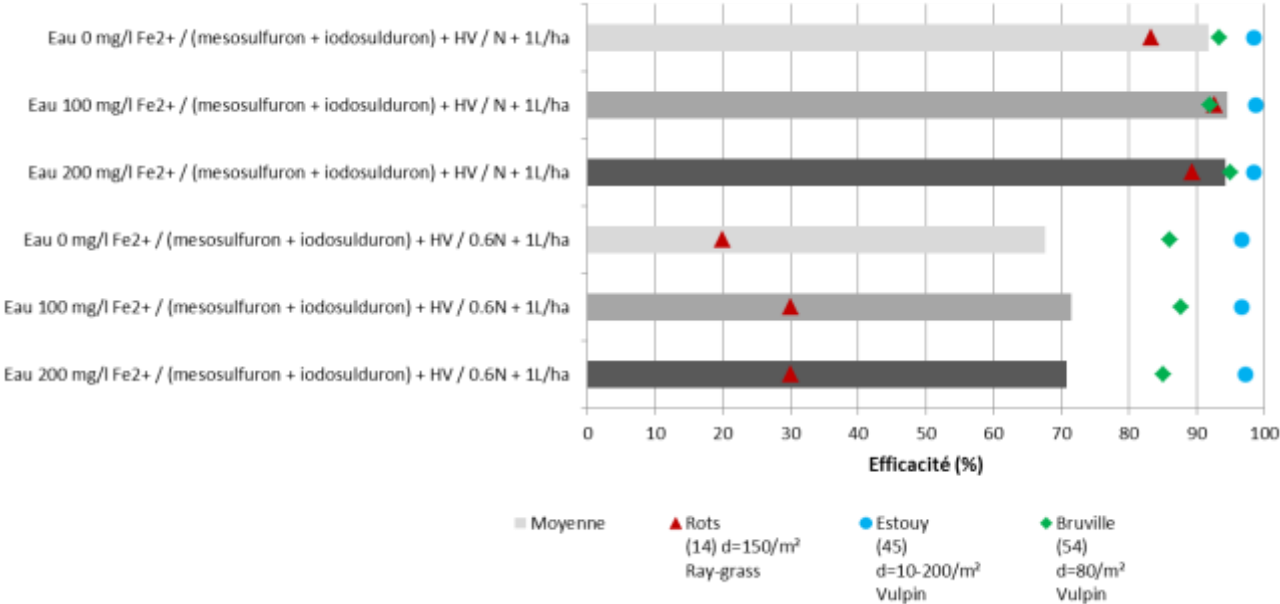
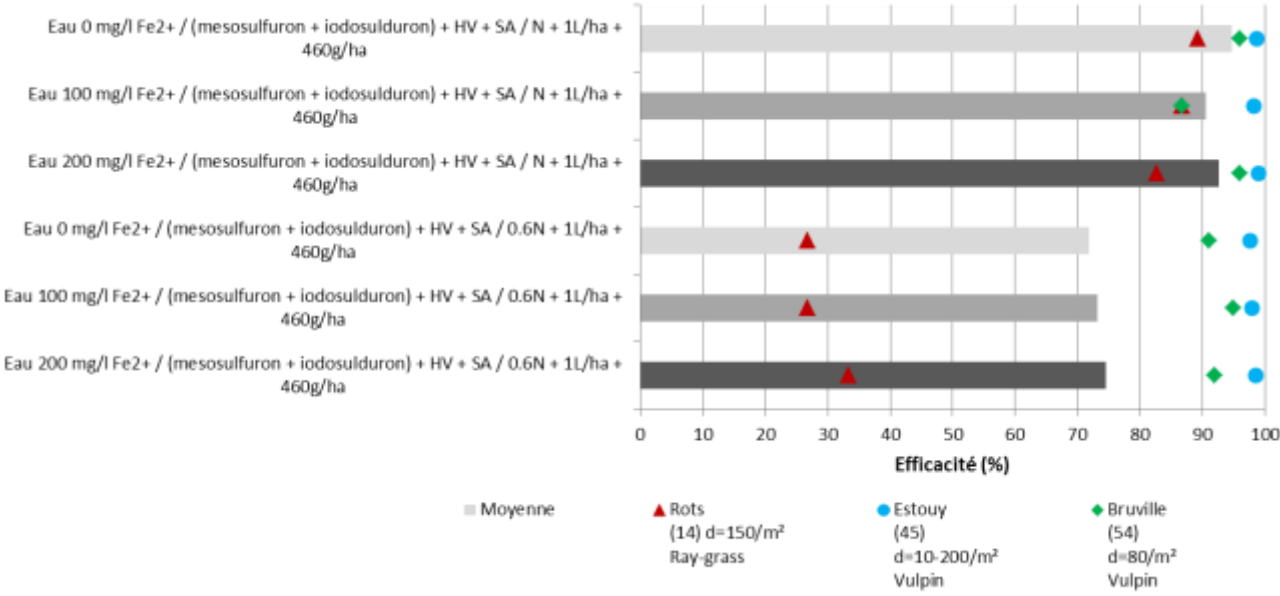


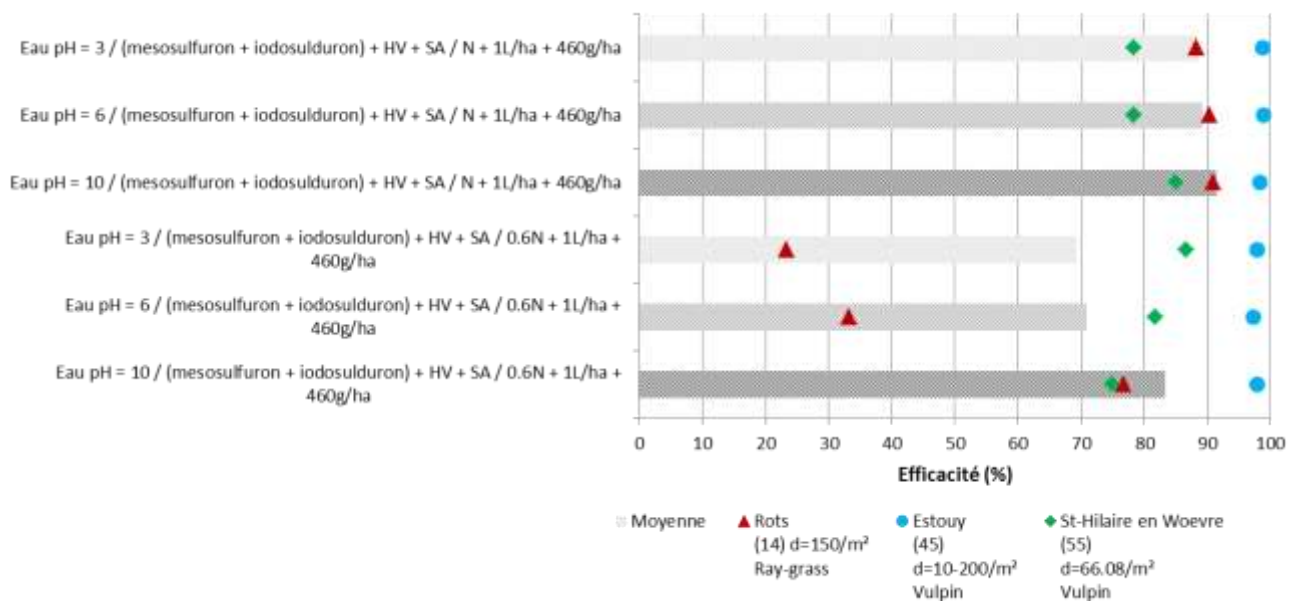
Figure 2 : Impact de la concentration en ions Fe^{2+} sur l'efficacité de la modalité : (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [huile végétale] + SA [sulfate d'ammonium]
 (Impact of Fe^{2+} ions concentration on (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [vegetable oil] + SA [ammonium sulfate])



Impact du pH

La modification du pH de la bouillie dans les trois essais mène à un comportement variable des modalités en fonction du pH. L'avantage dans un sens ou dans un autre n'étant pas prononcé. En effet, alors que sur l'essai d'Estouy (45) on observe un effet neutre des trois bouillies utilisées (figure 3), sur les sites de Rots (14) et Saint-Hilaire en Woevre (55) des effets contraires sont enregistrés à la dose réduite du produit mesosulfuron + iodosulfuron. Aucune différence significative n'existe entre les six modalités travaillées à Estouy (45) et dans les deux autres essais à la dose N de produit (Anova 5%). A 60% de la dose, une différence significative est à noter en faveur d'une baisse de pH à Saint-Hilaire en Woevre (55) et d'une augmentation de pH à Rots (14) (Anova 5%).

Figure 3 : Impact du pH sur l'efficacité de la modalité : (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [huile végétale] + SA [sulfate d'ammonium]
(PH Impact on (mesosulfuron + iodosulfuron) + HV [vegetable oil] + SA [ammonium sulfate])



DISCUSSION

A partir de ces résultats, nous pouvons conclure qu'il ne semble pas exister d'effet de la concentration en ions ferreux (Fe^{2+}) sur l'efficacité des herbicides anti-graminées de la famille des sulfonilurées. En effet en moyenne, on ne distingue pas de différences significatives entre bouillies herbicides en fonction du type d'eau qui est utilisée.

Ces résultats obtenus avec une spécialité à base de mesosulfuron et iodosulfuron peuvent être raisonnablement extrapolés aux différents produits du marché contenant ces deux substances actives à des ratios différents.

La modification du pH de la bouillie dans ces trois essais semble avoir peu d'intérêt dans un objectif d'amélioration de l'efficacité des sulfonilurées. De plus, de telles modifications peuvent avoir des conséquences sur la stabilité des substances actives. En effet, le temps de demi-vie des substances actives au sein des préparations peut être inférieur en condition acide ou basique (exemple du metsulfuron qui a un temps de demi-vie de 5h à pH 2 contre 24h à pH neutre (Dupont, données personnelles)). Il est donc préconisé aux préparateurs de bouillie de s'abstenir. D'autant plus que la manipulation des substances pouvant amener à ces modifications de pH peut être dangereuse pour les applicateurs et ne rentre pas dans la réglementation.

CONCLUSION

Au travers de ces résultats, nous comprenons bien que la concentration en Fe^{2+} des eaux de pulvérisation n'a pas d'impact sur l'efficacité des sulfonyles. Jouer sur le pH des bouillies n'est pas plus efficace pour influencer les efficacités des sulfonyles. Aucun effet répétable n'est observé avec des pH acides ou basiques, qui plus est ces pratiques peuvent être à risque pour les opérateurs.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les trois équipes techniques régionales ayant participé à la mise en place et à la notation de ces essais au sein d'ARVALIS Institut du végétal, ainsi que l'équipe du laboratoire de Boigneville qui nous a aidée à l'élaboration des six eaux utilisées au sein de ces essais.

BIBLIOGRAPHIE

CITRON G, Données personnelles.

DUPONT, Données personnelles.