



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

والبحث العلمي وزارة التعليم العالي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et Environnement**

**Spécialité : Ecologie Microbienne**

Intitulé :

---

# Le sulfosulfuron

---

**Préparé par :** Alliouche Hasna  
Agoun Kenza

**Le :** 21/07/2021

**Jury d'évaluation :**

**Présidente du jury :** *Bouzeraib Latifa* (MAA-UFM Constantine1).

**Rapporteur :** *Zermane Ferial* (MAA-UFM Constantine1).

**Examinatrice :** *Hachemi Zoubeida* (MAA, Université 3 Saleh Boubnider).

**Année universitaire 2020- 2021**

## *Remerciement*

*Le grand Merci nous le réservons à DIEU le tout puissant pour le courage et la volonté qu'il nous a accordé pour réaliser ce travail.*

*Je tiens à remercier notre superviseur **Mme ZERMANE FERIAL**.  
Merci pour votre soutien, votre confiance, vos précieux conseils, et  
votre aimable façon de partager vos connaissances avec nous.*

*Notre profonde gratitude va particulièrement à **Mme  
BOUZERAIB LATIFA** pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant  
la présidence de ce jury. Nous tenons aussi à remercier **Mme  
HACHEMI ZOUBEIDA** d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

*Merci à tous nos enseignants pour leurs efforts considérables au  
cours de toutes ces années et nous leur exprimons notre gratitude pour  
leur aide et je tenais à remercier monsieur **BOUDERSA NABIL** pour  
le soutien et l'aide qu'il nous a apporté surtout dans les dernières  
tâches si difficiles.*

*A la fin, nous tenons à remercier tous nos camarades d'étude  
particulièrement ceux de notre promotion.*

## Dédicace

*Au nom de dieu le tout puissant*

*Je dédie ce modeste travail*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Fatiha Gheribi**.*

*A la mémoire de mon père, Qu'il puisse reposer en paix.*

*A la mémoire de mon grand-père*

*Très chère grand père, tu nous as quittés pour toujours, tu nous as laissé un peu trop tôt. Quand mon père nous a quittés Tu étais toujours de mes côtés, mon deuxième papa, Tu m'as tellement aimé, encouragé, et soutenus mais hélas tu n'es plus en vie maintenant et tu ne peux plus assister à ce grand jour, le fruit de tes efforts. Aujourd'hui, on te pleure encore, on ne t'oubliera jamais et tu resteras toujours aggravé dans nos cœur, l'oubli n'a pas de place pour toi, Chère grand père. Que ton âme repose en paix.*

*A mon frère **Ahmed**, son épouse **Amel Bouchouha** qui n'ont cessées de me conseiller, encourager et soutenir au long de mes études.*

*A mon fiancé **Amine Belkacem** pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé.*

*A mon petit bout de sucre mon cher neveu **Iyad** que dieu le protège et lui offre la chance et le bonheur.*

*A mon adorable petite sœur **Ibtissam**, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille*

*A Toutes Mes Amies  
Spécialement : **Rayane...Tima ...feriel***

*A mon binôme **Kenza** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A tous ceux et toutes celles qui m'ont accompagné et soutenu durant ces années de formation.*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

**HASNA**

## Dédicace

*Je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail que je dédie :*

*A ma chère mère, à mon cher père en reconnaissance de leurs efforts, leurs sacrifices et leur encouragement pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*A ma chère sœur Amira pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A mon cher frère Amar*

*A mes très chères tantes et mes oncles.*

*Particulièrement, à ma précieuse tante Houria, je te remercie pour ta générosité et pour le rôle que tu as tenu en t'occupant de moi comme de ton propre enfant en m'apportant tant de bonnes choses, je m'estime chanceuse de t'avoir pour tante.*

*Au petit enfant Didine.*

*A mes chers Sonia, Nayel, Fouzi et Hamza s qui m'ont toujours soutenu et encouragé.*

*A ma plus douce Hanane.*

*A Mon cher binôme Hasna pour ces efforts durant notre parcours universitaire.*

*A mes très chères amies : Rayane, Fatima.*

*A feu mes grands-parents et en particulier à toi mon grand-père Boukhemis, ceci est ma profonde gratitude pour ton amour éternel, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.*

*Et à vous chers lecteurs.*

**AGOUN KENZA**

# Résumé

Le sulfosulfuron est une molécule caractérisée par une activité herbicide à dose très réduite (10 à 100 fois moins que les herbicides conventionnels) ce qui a permis son introduction rapide sur le marché des herbicides. Il apparaît dans tous les programmes de désherbage du monde car il a connu un très grand succès non seulement grâce à son efficacité sur un très large spectre de mauvaises herbes, mais surtout aussi à sa dose d'utilisation qui ne dépasse pas 10 à 40 g/ha et sa faible toxicité sur l'homme et les mammifères. Le rôle majeur du sulfosulfuron est d'inhiber l'ALS (Acétolactate synthase) qui est une enzyme présente uniquement chez les végétaux ce qui explique la forte phytotoxicité de ce dernier et sa faible toxicité pour le règne animal et l'homme en particulier. Des recherches ont prouvé que son utilisation à long terme et à forte dose peut potentiellement produire des tumeurs peu pertinentes pour l'évaluation de risque chez l'homme. Cependant, des études ont démontré qu'il n'y a aucun effet significatif sur la biomasse microbienne du sol. D'autres recherches ont prouvé que les molécules du sulfosulfuron qui arrivent dans les milieux aquatiques par dérive de pulvérisation, ruissellement et lessivage ne peuvent avoir aucun potentiel de toxicité sur la végétation aquatique non ciblée. La dégradation de cette molécule dans le sol est strictement reliée à la variation de la température et le pH. Cette dégradation est réalisée par plusieurs souches telles que *Brevibacillus borstelensis* et *Streptomyces albogriseolus*.

**Mot clés :** sulfosulfuron, herbicide, dégradation, environnement, toxicité

## Abstract

Sulfosulfuron is a molecule characterized by very low-dose herbicide activity (10 to 100 times less than conventional herbicides) which allowed its rapid introduction into the herbicide market. It appears in all weed control programs in the world because it has been very successful not only because of its effectiveness on a very broad spectrum of weeds, but above all also at its dose of use which does not exceed 10-40 g/ha and its low toxicity to humans and mammals. The major role of sulfosulfuron is to inhibit ALS, which is an enzyme present only in plants, which explains the high phytotoxicity of the latter and its low toxicity to the animal kingdom and man. Research has shown that its long-term, high-dose use can potentially produce tumours of little relevance to human risk assessment. However, studies have shown that there are no significant effects on soil microbial biomass. Other research has shown that sulfosulfuron molecules that arrive in aquatic environments through spray drift, runoff and leaching have no potential for toxicity to non-target aquatic vegetation. The degradation of this molecule in soil is strictly related to temperature variation and pH. This degradation is achieved by several strains such as *Brevibacillus borstelensis* and *Streptomyces albogriseolus*.

**Keyword :** sulfosulfuron, herbicide, dégradation, environnement, toxicité

## تلخيص

إن سلفوسولفورون عبارة عن جزيء يتميز بنشاط قليل الجرعة في مجال مبيدات الأعشاب (أقل بمقدار 10 إلى 100 مرة من مبيدات الأعشاب التقليدية) سمح بإدخاله بسرعة إلى سوق مبيدات الأعشاب، يظهر في جميع برامج مكافحة الحشيش في العالم لكونه ناجحاً جداً على طيف واسع من الأعشاب، بجرعة استخدام لا تتجاوز 10-40 غرام/هكتار وسميته المنخفضة للبشر والثدييات.

هو إنزيم موجود فقط في النباتات، مما يفسر السمية النباتية العالية ALS يتمثل الدور الرئيسي للسلفوسولفورون في كبح لهذا الأخير وانخفاض سميته بالنسبة للمملكة الحيوانية والإنسان على وجه الخصوص. وقد أظهرت البحوث أن استخدامه لجرعات عالية على المدى الطويل يمكن أن ينتج أورام قليلة الأهمية لتقييم المخاطر البشرية. بيد أن الدراسات أظهرت عدم وجود آثار مهمة على الكتلة الحيوية الميكروبية في التربة. وأظهرت بحوث أخرى أن جزيئات السلفوسولفورون التي تصل إلى البيئات المائية عن طريق الانجراف الرذاذي والجريان الجريحي والارتشاح لا يمكن أن تؤدي إلى سمية تحلل هذا الجزيء في التربة صارم المتعلقة بالتغير في درجة الحرارة ودرجة النباتات المائية غير المستهدفة. الحموضة. يتم تنفيذ هذا التدهور من قبل عدة سلالات مثل بروفياسيليس بورستلونيس و سثريثوميساس البوقريسيليس

**الكلمات الرئيسية:** السلفوسولفورون ، مبيدات الأعشاب ، التحلل ، البيئة ، السمية

# Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction** ..... 1

## **CHAPITRE I: Aperçu général sur la molécule de sulfosulfuron**

I. Le Sulfosulfuron.....	4
I.1. Définition.....	4
I. 2. Avantages d'utilisation du Sulfosulfuron.....	5
I. 3. Inconvénients d'utilisation du Sulfosulfuron.....	5
I. 4. Mode d'action.....	5
I. 5. Propriétés physiques et chimiques.....	6
I. 6. Toxicité du Sulfosulfuron.....	7
I. 6.1. Toxicité pour les mammifères.....	7
I.6.2. Toxicité pour les champignons et les microorganismes édaphiques.....	9
I. 6.3. Toxicité pour les plantes aquatiques non ciblé.....	9
I.7. Devenir environnemental.....	10
I.7.1. Mobilité et absorption.....	10
I.7.2. Dégradation dans l'environnement.....	10
I.7.3. Dégradation microbienne du Sulfosulfuron.....	11
I.7.4. Détection du sulfosulfuron dans les eaux souterraines.....	12
I .8. Rémanence du sulfosulfuron dans le sol.....	12
I.9. Méthodes de détermination des résidus du Sulfosulfuron dans l'environnement.....	13
I.10. La résistance aux inhibiteurs de l'acétolactate synthase : bases génétiques.....	14

## **CHAPITRE II: Certains types d'herbicides à base du sulfosulfuron disponibles sur le marché**

II 1. L'herbicide <u>Certainty®</u> .....	17
II 1.1Définition.....	17
II 1.2. Informations générales.....	17
II 1.3. Ingrédients et composition.....	18

II 1.4. Propriétés physiques et chimiques .....	19
II 2. L'herbicide F.S.A sulfosulfuron 750 wg .....	20
II 2. 1. Instructions générales .....	20
II 2.2. Pré -Emploi.....	21
II 2.3. Post-émergence .....	21
II 2. 4. Composition.....	22
II 2.5. Propriétés physiques et chimiques de l'herbicide FSA .....	22
II 2.6. Toxicité.....	23
II 3. L'herbicide Farmalinx .....	23
II 3.1 Introduction générale .....	23
II 3.2 Informations sur les composants de Farmalinx .....	23
II 3.3. Propriétés physiques et chimiques .....	24
II 3.4. Toxicité .....	24
II 4.L'herbicide APYROS.....	25
II 4. 1. Généralités .....	25
II 4.2. Utilisation et mode d'emploi.....	25
II 4.3. Composition.....	26
II 4.4. Caractéristiques.....	26
II 5. L'herbicide acetosulfosulfuron 75% WDG .....	27
II 5.1. Informations sur le produit .....	27
II 5.2. Temps d'apparition des symptômes : .....	27
II 5. 3. Composition de l'herbicide acetosulfosulfuron 75% WDG.....	27
II 5.4. Toxicité .....	28
<b>CHAPITRE III: Discussion de certains recherches et experiences liees aux sulfosulfuron</b>	
III. Recherches sur le sulfosulfuron.....	30
III 1. Les principaux facteurs abiotiques influençant la dégradation des herbicides sulfonyles (Sulfosulfuron).....	30
III 1.1 Effet de la température .....	31
III 1.3 Photodégradation du sulfosulfuron.....	34
III 2. Effets des herbicides sulfonyles comme le sulfosulfuron sur les activités enzymatiques et les communautés microbiennes dans deux sols agricoles .....	35
III 3.Rôle des <i>Brevibacillus borstelensis</i> et <i>Streptomyces albogriseolus</i> dans la dégradation du sulfosulfuron .....	38
III 4. Dégradation de l'herbicide Apyros par les <i>actinomycètes</i> .....	39

III 4.1. Etude, <i>in vitro</i> , de la cinétique de dégradation de l'herbicide Apyros par les souches <i>actinomycètes</i> actives .....	42
III 5 Conclusion de l'examen par les pairs de l'évaluation des risques de sulfosulfuron .....	44
III 5.1. Effets sur les végétaux non visés .....	45
III 6. Identification des résidus de sulfosulfuron et de ses métabolites dans la cinétique de dissipation du sous-sol et les facteurs influençant la stabilité et la dégradation des résidus de la terre dans les conditions de culture. ....	45
III 7. Évaluation du sulfosulfuron pour le contrôle des dicotylédones et des graminées dans le blé ( <i>Triticumaestivum</i> ) .....	46
III 7.1 Persistance du sulfosulfuron dans le système de culture du blé .....	46
III 8. Persistance du sulfosulfuron appliqué dans le blé sur la culture suivante de sorgho...	46
III 9. Effet de l'application répétée d'herbicides à base de sulfonilurée sur le taux de dissipation du sulfosulfuron dans le sol .....	47
III 10. Aperçu de la toxicologie chez les mammifères et l'homme pour le sulfosulfuron ....	48
III 11. Effet du sulfosulfuron sur la croissance des plantules du soja.....	49

## **Conclusion**

## **Références**

## **Résumé**

# Liste des abréviations

<b>(t1/2)</b>	Demi-vie est le temps mis par une substance pour prendre la moitié de son activité physiologique
<b>°C</b>	degree Celsius (centigrade)
<b>µg</b>	microgram
<b>µm</b>	micrometer (micron)
<b>ADI</b>	acceptable daily intake
<b>ALS</b>	Acétolactate synthase
<b>AOEL</b>	acceptable operator exposure level
<b>ARfD:</b>	acute référence dose
<b>ARLA</b>	Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire
<b>bw</b>	body weight
<b>CCS</b>	Chaudhary Charan Singh
<b>cm</b>	Centimetre
<b>Conc</b>	concentration
<b>DFG</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft method
<b>DM</b>	dry matter
<b>DT<sub>50</sub></b>	periode quired for 50 percent disappearance (definemethod of estimation)
<b>DT<sub>90</sub></b>	periode quired for 90 percent disappearance (definemethod of estimation)
<b>DL<sub>50</sub></b>	la dose létale médiane
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority
<b>EU</b>	union européenne
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>FSA:</b>	Four Seasons Agribusiness
<b>g</b>	gram
<b>GAP</b>	good agricultural practice
<b>ha</b>	hectare

<b>HPLC</b>	high pressure liquid chromatography
<b>ILV</b>	inter laboratory validatio
<b>ISP</b>	milieu international « styptomycesproject ».
<b>ITS</b>	Internal transcribed spacer
<b>kg</b>	kilogramme
<b>L</b>	Litre
<b>LC-MS-MS</b>	La chromatographie en phase liquide avec spectrométrie de masse en tandem
<b>LOQ</b>	limit of quantification (determination)
<b>mg</b>	milligramme
<b>mm</b>	millimètre (alsoused for meanmeasured concentrations)
<b>MRLs</b>	maximum residue limit or level
<b>NOEL</b>	no observed effect level
<b>pH</b>	potentiel d'hydrogène
<b>pKa</b>	negative logarithm (to the base 10) of the dissociation constant
<b>SSCE</b>	Seule source de carbone et d'énergie
<b>STEL</b>	Short Term Exposure Limit
<b>SU</b>	sulfonylurée
<b>TWA</b>	Time Weighted Averages
<b>UFC</b>	Unité format colonie
<b>UV</b>	ultraviolet
<b>WG</b>	water dispersible granule

## Liste des figures

Figure 1 : Structure générale du Sulfoufuron Formule : $C_{16}H_{18}N_6O_7S$ .....	4
Figure 2 : Produits hydrolytiques de la photodégradation du sulfosulfuron .....	31
Figure 3 :Dégradation du sulfosulfuron dans l'acétonitrile à différentes températures .....	32
Figure 4:Schéma de dégradation du sulfosulfuron à 28 °C à différents pH dans l'eau distillé .....	33
Figure 5 : Schéma comparatif de dégradation du sulfosulfuron sous la lumière du soleil par rapport aux conditions ambiantes, à l'obscurité et au réfrigérateur .....	35
Figure 6: Réduction de la concentration de sulfosulfuron par <i>Brevibacillus brostelensis</i> et <i>Streptomyces albogriseolus</i> cultivé ensemble en consortia	
Figure 7 : Cinétique de dégradation du Sulfosulfuron par la souche A1 .....	43
Figure 8 : Cinétique de dégradation du Sulfosulfuron par la souche A12.....	43

## Liste des tableaux

Tableau N°1 : propriétés physiques et chimiques du sulfosulfuron .....	6
Tableau N°2 : Profils de résistance croisée associés aux mutations connues dans le gène de l'ALS ,R, résistance ; S, sensibilité, PDD, pas de données.....	15
Tableau N°3 : Le nom chimique, le numéro CAS et/ou le pourcentage d'herbicide Certainty® .....	18
Tableau N° 4: Propriétés physiques et chimiques de l'herbicide Certainty .....	19
Tableau N° 5 : la composition de FSA Sulfosulfuron 75%.....	22
Tableau N° 6: propriétés physiques et chimiques de l'herbicide FSA sulfosulfuron 75% .....	22
Tableau N° 7 : la Composition de l'herbicide Farmalinx. ....	23
Tableau N°8: propriétés physiques et chimiques de l'herbicide Farmalinx .....	24
Tableau N°9 : la Composition de l'Apyros .....	26
Tableau N° 10 : Caractéristiques d'herbicide Apyros.....	26
Tableau N°11 : Composition de l'herbicide ACETOSULFOSULFURON 75% WDG .....	27
Tableau N°12 : Équations de régression, coefficients de corrélation (r) et demi-vies (1/2) du sulfosulfuron à quatre pH différents (28 °C).....	33
Tableau N° 13 : Tolérance des souches d'actinomycètes du 2 <sup>ème</sup> lot à l'herbicide Apyros .....	40
Tableau N° 14: Capacité de souches tolérantes à utiliser l'herbicide Apyros comme seule source de carbone et d'énergie .....	41
Tableau N° 15: diminution de la concentration du sulfosulfuron (mg/L) en fonction du temps .....	42

# Introduction

Depuis plusieurs décennies, les systèmes agricoles sont fondés sur le recours aux pesticides de synthèse comme seul moyen permettant d'assurer une protection rapide et efficace contre les différents ennemis de culture (**Calvet et al., 2005**).

L'intensification de l'agriculture est accompagnée d'une utilisation importante de pesticides et d'herbicides a certes permis d'améliorer et de mobiliser les ressources naturelles, l'application de ces produits chimiques est devenu donc une véritable technologie suffisamment robuste pour assurer l'alimentation d'une population mondiale.

Cependant, l'usage abusif de ces molécules dans l'environnement des pays les plus durables en matière d'agriculture a induit de graves conséquences. En effet, comme toute molécule chimique les produits phytosanitaires peuvent se disperser dans les différents compartiments de l'environnement et devenir, dans certaines conditions, des polluants du sol, de l'air, de l'eau ou des aliments (**Khler et Triebkorn, 2013**).

Les pesticides et les herbicides sont toxiques pour toute les plantes ; seule la dose peut déterminer la sélectivité donc le choix de la dose adéquate est très important.

Les pesticides et d'herbicides s'avèrent alors comme une arme à double tranchant. D'une part, ce sont des moyens indispensables dans la destruction spécifique et sélective des adventices ainsi que la protection rapide et efficace des plantes et d'autre parts, des éléments polluants de l'environnement et des poisons qui peuvent arriver jusqu'à nos tables et robinets.

Notre travail s'inscrit dans le domaine d'écologie microbienne et plus particulièrement dans celui de traitement des sols agricoles par des herbicides et plus précisément par le sulfosulfuron qui appartient à la famille des sulfonilurées qui sont devenus très populaires dans le monde entier en raison de leurs faibles taux d'application ( $10-40 \text{ g ha}^{-1}$ ), une faible toxicité pour les mammifères et pour l'environnement, car ils sont non rémanents et facilement biodégradables(**Battalgin et al., 2000**).

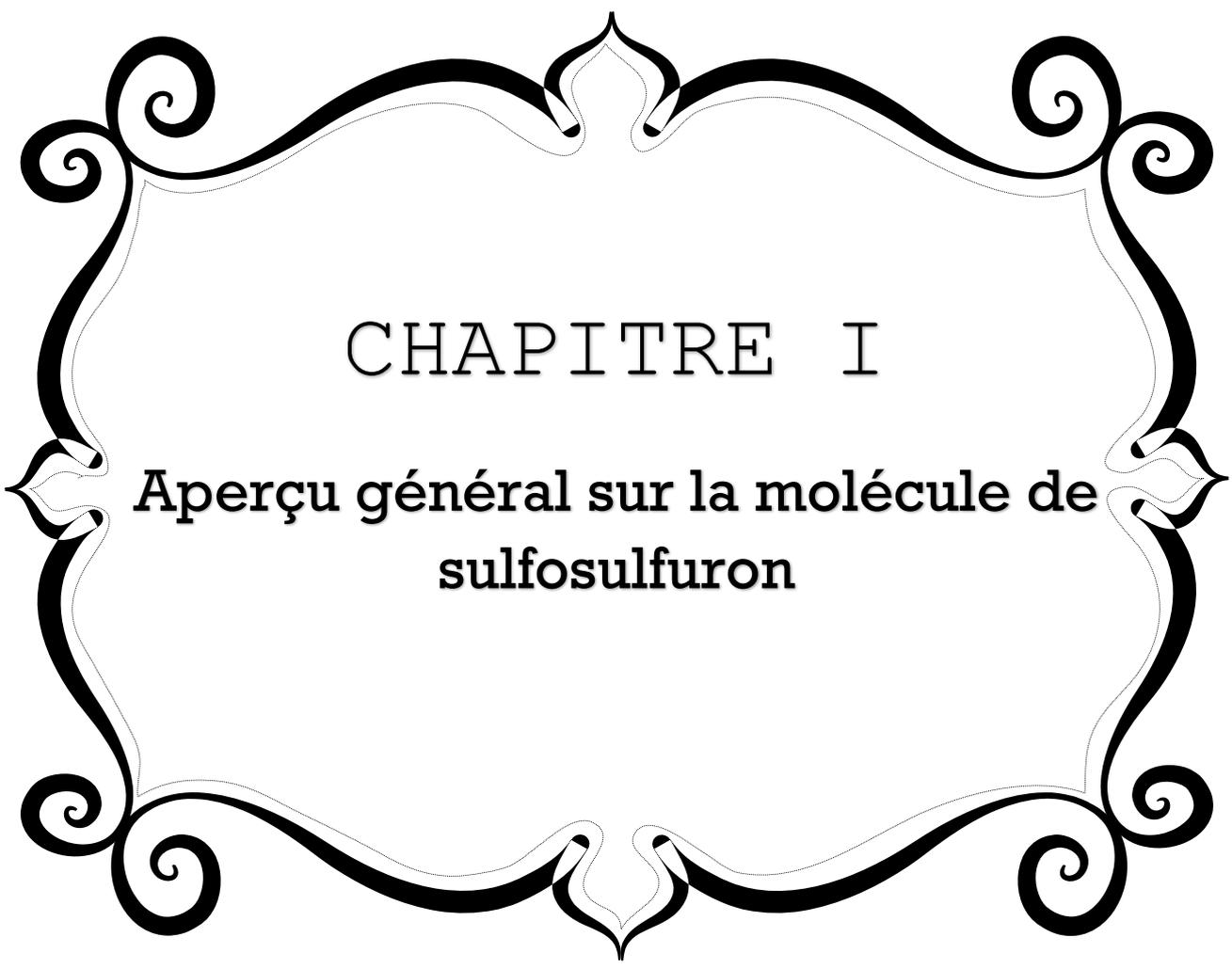
L'objectif de ce travail est de déterminer les caractéristiques générales de la molécule de sulfosulfuron et son impact sur l'environnement.

Notre travail de recherche se présenté en trois chapitres :

Le premier chapitre est un aperçu général sur la molécule de sulfosulfuron, basée sur ses propriétés chimiques et physiques, et son devenir dans l'environnement.

Le deuxième chapitre représente certains types d'herbicides à base de sulfosulfuron disponibles sur le marché.

Dans le dernier chapitre, nous discutons certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron dans différents domaines (environnement, microbiologie et agriculture).



# CHAPITRE I

**Aperçu général sur la molécule de  
sulfosulfuron**

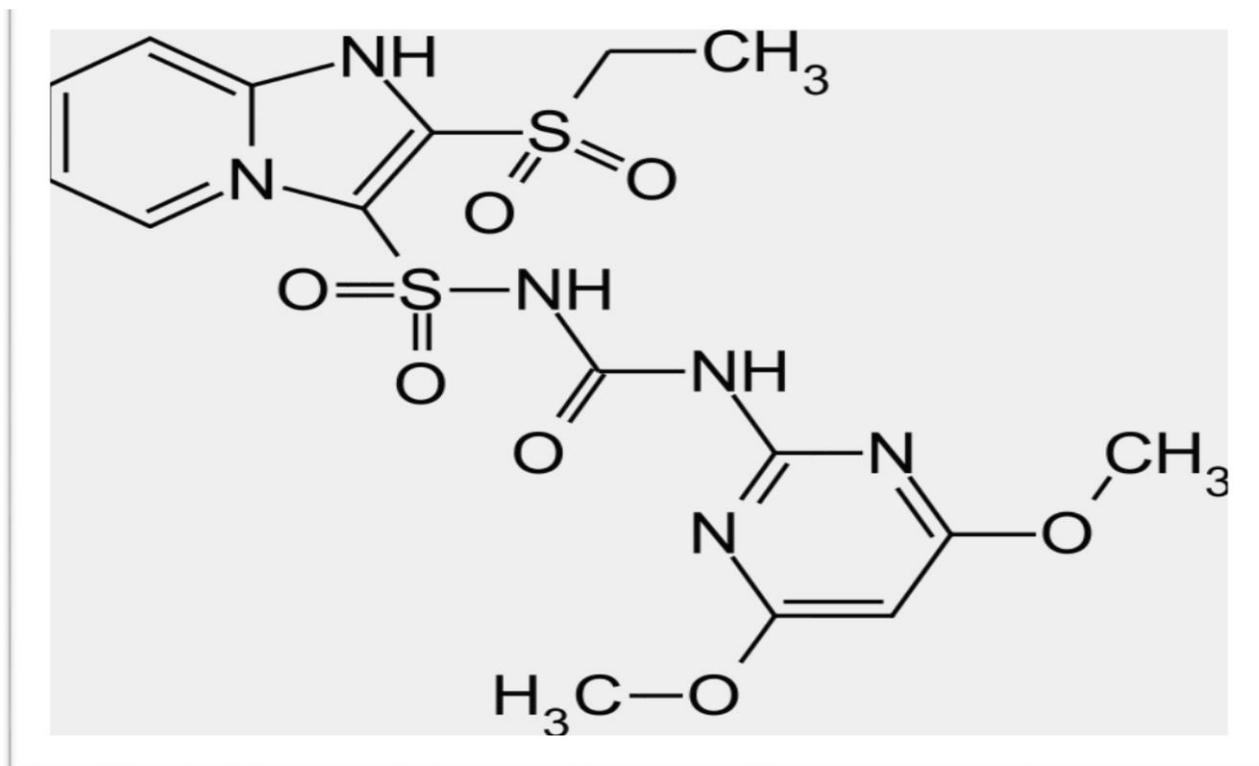
## I. Le Sulfosulfuron

### I.1. Définition

Le Sulfosulfuron est un herbicide de type Sulfonylurées (Figure 1) qui appartient à la société Monsanto. Il est présent dans le marché sous plusieurs formes commerciales tel que Apyros et Outrider qui se présentent disperser dans l'eau sous forme de granulés et contiennent 75% d'ingrédient actif (**khelifa et al., 2003**).

Cette molécule d'herbicide est utilisée pour réprimer les latifoliées et les graminées et compris les mauvaises herbes dans divers culture comme les céréales et le maïs.

Le Sulfosulfuron a des produits de transformation connus dans l'environnement qui comprennent le desméthylsulfosulfuron, le sulfosulfuron aminopyrimidine, le sulfosulfuron guanidine le sulfosulfuron sulfonamide, le sulfonylbiuret et la sulfonylurée (**Kiefer et al., 2019**)



**Figure 1 :** Structure générale du Sulfoulfuron Formule : C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>N<sub>6</sub>O<sub>7</sub>S

### I. 2. Avantages d'utilisation du Sulfosulfuron

Le Sulfosulfuron présente certains avantages par rapport aux autres herbicides en raison de sa persistance dans le sol qu'est strictement reliés aux variations de la température et pH. Ces deux facteurs déterminent le type de dégradation qui peut avoir lieu (biotique ou abiotique) et par conséquent la durée de vie de la molécule actives (Nègre *et al.*, 2005). Il est également sélectif, de sorte que vous pouvez l'appliquer sur les zones à traiter sans craindre que les plantes souhaitées soient affectées par l'ingrédient actif. Le Sulfosulfuron est utilisé de préférence pour traiter les graminées et les dicotylédones annuelles et vivaces sur les pelouses résidentielles ou commerciales (Pest et Lawn, 2021).

### I. 3. Inconvénients d'utilisation du Sulfosulfuron

Les produits au Sulfosulfuron sont les plus efficaces lorsqu'ils sont mélangés avec des surfactants non ionique, de sorte que le produit adhère mieux à l'herbe pulvérisée. Le Sulfosulfuron est également un herbicide à action lente, il faut donc être patient lors de l'utilisation de l'ingrédient actif, car cela prend plusieurs semaines pour voir son effet (Pest et Lawn, 2021).

### I. 4. Mode d'action

Le Sulfosulfuron est un herbicide systémique, ou sa substance chimique agit principalement au niveau du système racinaire et/ou sur la surface des feuilles, ensuite il se diffuse dans tout la plante, une fois qu'il est dispersé, le Sulfosulfuron agit en arrêtant la division cellulaire ce qui entraîne l'arrêt de la croissance des plantes.

Le Sulfosulfuron est un herbicide déjà homologué pour le contrôle en pré et post levé des éléments suivants : les graminées annuelles et vivaces et les mauvaises herbes à feuilles larges dans les cultures de blé, les forêts et d'autres sites non cultivés. Comme d'autres herbicides Sulfonylurées, le Sulfosulfuron inhibe apparemment l'enzyme ALS, qui, chez les plantes, intervient dans la synthèse de plusieurs acides aminés (Levy, 2008).

Après absorption, l'herbicide migre dans les plantes sensibles, où il inhibe l'acétoacétate Synthétase (A.L.S), enzyme responsable de la biosynthèse d'acides aminés essentiels. L'A.L. S est présente uniquement chez les végétaux, ce qui explique, la forte phytotoxicité du produit et sa faible toxicité pour le règne animal en général, et l'homme en particulier (Beyer *et al.*, 1988). Les utilisateurs doivent être conscients que cela peut prendre plusieurs semaines pour tuer les mauvaises herbes cibles après application.

### I. 5. Propriétés physiques et chimiques

Les propriétés physico-chimiques du sulfosulfuron sont présentées dans le **tableau 1** :

**Tableau N°1** : propriétés physiques et chimiques du sulfosulfuron (**European Commission, 2002**)

Nom commun (ISO)	Sulfosulfuron
Nom chimique (IUPAC)	1-(4,6-diméthoxy-pyrimidin-2-yl)-3-[(2-éthanesulfonyl-imidazo[1,2-a]pyridine) sulfonyl]urea
Nom chimique (CA)	1N-[[4,6-diméthoxy-2-pyrimidinyl)amino]=carbonyl]-2-(éthylsulfonyl)imidazo[1,2,a]pyridine-3-sulfonamide
CIPAC No	601
CAS No	141776-32-1
EEC No	rien
Spécification du FAO	rien
La pureté minimum	980 g/kg
La formule moléculaire	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> N <sub>6</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub>
La masse moléculaire	470.49
Formule structurelle	
Point de fusion	201.1 – 201.7°C (pureté 99.0 %)
Point d'ébullition	Non pertinent.
Apparence	Poudre blanche, couleur Munsell N9.5/90% R (pureté 98.9%)
Densité relative	1.5185 g /cm <sup>3</sup> (pureté 99.5%).
Pression de vapeur	3.05 : 10 <sup>-8</sup> Pa a 20 °C (avec extrapolation).
Constante de la loi de Henry	pH 5 : 8.15 x 10 <sup>-7</sup> Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> pH 7 : 8.83 x 10 <sup>-9</sup> Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> pH 9 : 2.97 x 10 <sup>-8</sup> Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup>

## CHAPITRE I : Aperçu général sur la molécule de sulfosulfuron

Solubilité dans l'eau	A 20 °C : pH 5: 17.60 ± 2.71 mg/L pH 7: 1626.8 ± 39.8 mg/L pH 9: 482.44 ± 8.35 mg/L
Solubilité dans les solvants organiques	A 20 °C : heptane: < 0.001 g/L xylene: 0.16 g/L 1,2-dichloroethane: 4.35 g/L methanol: 0.33 g/L acetone: 0.71 g/L ethyl acetate: 1.01 g/L
Coefficient de partition (log Pow)	Ph5 : 0.73 Ph7 : -0.77 Ph9 : -1.44
Stabilité hydrolytique (DT <sub>50</sub> )	A 25 °C : Ph 4 : 7d Ph5 :48d Ph7 :168d Ph9 :156d
Constant de dissociation	pKa = 3.51 à 20 °C dans la gamme de ph 1.1-6.98
Rendement quantique de la photo-transformation directe dans l'eau à ε supérieur à 290 nm	Rendement quantique calculer pour 1.81*10 <sup>-3</sup>
Flammibilité	Le sulfosulfuron n'est pas inflammable.
La propriété explosive	Le sulfosulfuron n'est pas explosive.
Absorption UV/VIS (max)	λ <sub>max</sub> = 208 nm la molécule absorbé le spectre s'étend vers 320 nm, ε=4169 a λ=300nm et ε=2188 a λ= 312.
La photo-stabilité dans l'eau (DT <sub>50</sub> )	A Ph 7 dans de l'eau tamponnée stérile aqueuse le t <sub>1/2</sub> a été déterminée comme étant compris entre 1,6 et 2,1 jours de soleil naturel.

### I. 6. Toxicité du Sulfosulfuron

#### I. 6.1. Toxicité pour les mammifères

Le potentiel du Sulfosulfuron à produire une toxicité aiguë ou une irritation aiguë ou une irritation chez les mammifères est faible. La DL<sub>50</sub> par voie orale chez le rat et la DL<sub>50</sub> par

voie cutanée chez le lapin sont toutes deux supérieures à 5000 mg/kg. Aucune mortalité n'a été observée chez les rats à la suite d'une exposition par inhalation pendant 4 heures à une concentration de 3,0 mg/L (**Bechtel, 1994**). Une rougeur conjonctivale légère à modérée et un gonflement ont été observés dans les yeux de chacun des six lapins après 1 heure d'exposition et administration de la dose, avec un écoulement de l'œil chez cinq des six lapins. Une iritis a également été observée chez quatre des six lapins à 1 h après l'administration, aucun effet sur la cornée n'a été observé tout au long de l'étude. L'irritation de l'iris a disparu dans les 24 heures et les effets sur la conjonctive ont disparu 72 heures après exposition, chez cinq lapins et au 7<sup>ème</sup> jour chez le sixième pratiquement aucune irritation cutanée n'a été notée chez les lapins après une exposition cutanée de 4 heures. Aucun signe d'irritation ou de sensibilisation cutanée n'a été observé chez les cobayes à l'aide d'un test de maximisation du cobaye (**Bonnette, 1993**).

La substance active est largement distribuée et faiblement métabolisée ; l'urine est la principale voie d'élimination à la faible dose, tandis que la quantité excrétée par les fèces augmente avec la dose administrée. Une faible toxicité aiguë est observée lorsque le Sulfosulfuron est administré par voie orale, cutanée ou par inhalation, aucune irritation cutanée et aucun potentiel de sensibilisation de la peau n'ont été observés.

L'appareil urinaire (reins, vessie et uretères) est l'organe cible du Sulfosulfuron chez toutes les espèces testées dans des études à court terme, en liaison avec formation de calculs et/ou de cristaux qui sont en cas d'exposition à long terme et à forte dose, peuvent potentiellement produire des tumeurs, ce type de tumeurs est généralement reconnu comme peu pertinent pour l'évaluation des risques chez l'homme.

Le Sulfosulfuron n'a pas produit de preuves d'effets sur la reproduction, le développement ou la neurotoxicité. Il est à noter qu'aucun effet reconnu de perturbation endocrinienne n'est observé in vivo et qu'il est considéré comme improbable que l'un ou l'autre des tests in vitro ait des effets sur la reproduction. La toxicité orale aiguë et une batterie de tests de génotoxicité in vitro ont été fournies sur deux métabolites, Sulfosulfuron guanidine et Sulfonyle biuret. Dans ces études les deux métabolites ont présenté une faible toxicité aiguë et aucun potentiel de génotoxicité, ils ne sont donc pas considérés comme pertinents selon le document d'orientation sur l'évaluation des risques pour la santé humaine (**Autorité européenne de sécurité des aliments, 2014**).

### I.6.2. Toxicité pour les champignons et les microorganismes édaphiques

Des recherches sur l'effet du Sulfosulfuron sur la biomasse microbienne édaphique du sol et le cycle d'azote du sol, ont été évaluées par l'EU, qui a conclu que le Sulfosulfuron n'a aucun effet significatif sur la biomasse microbienne édaphique du sol et dans les sols exposés au traitement en utilisant une dose maximale, ces paramètres sont considérés comme un bon indicateur de l'activité microbienne dans le sol, y compris les champignons. Pour confirmer ces conclusions de l'EU, on cite aussi que L'ARLA était autrefois annoncer des conclusions similaires au moment de l'évaluation de l'effet de trois autres herbicides du types Sulfonylurées sur des microorganismes édaphiques (**Agence de réglementation de la lutte Antiparasitaire, 1999**).

### I. 6.3. Toxicité pour les plantes aquatique non ciblés

Les herbicides qui pénètrent dans l'environnement aquatique par dérive de pulvérisation, ruissellement et lessivage vers les drains des champs peuvent avoir des effets néfastes sur la végétation aquatique non ciblée. La possibilité de tels effets a généralement été évaluée à partir de tests effectués sur des espèces flottantes monocotylédones comme *Lemna sp.* Cependant, on s'est demandé si cette espèce pouvait être utilisée pour indiquer les effets potentiels sur d'autres types de végétation, notamment les espèces enracinées, submergées, émergentes ou dicotylédones.

En 1997, le Centre de gestion des plantes aquatiques a entrepris de mettre au point de nouveaux tests basés sur les espèces supplémentaires suivantes : *Glyceria maxima (Hartm) Holmb*, *Lagarosiphon major (Ridl) Moss* et *Myriophyllum spicatum L.* La méthodologie qui en résulte a été utilisée pour évaluer les effets des herbicides Sulfonylurée et du Sulfosulfuron, sur ces espèces. Les données présentées ici montrent que l'exposition à des concentrations initiales de Sulfosulfuron de 3,33 µg litre<sup>-1</sup> jusqu'à 21 jours a été tolérée par ces espèces et que des effets néfastes ont été observés uniquement lorsque les plantes ont été exposées à des concentrations initiales de 3,33 et 10 µg litre<sup>-1</sup> pendant 70 jours (**Davies et al., 2003**). Comme l'occurrence de concentrations initiales aussi élevées pendant de longues périodes est peu probable dans l'environnement aquatique, le Sulfosulfuron ne devrait pas avoir d'effets néfastes sur la croissance de ces espèces. Cette étude a également démontré que *G.maxima*, *L.major* et *M.spicatum* cultivés dans de petits bassins extérieurs peuvent être

utilisés avec succès pour évaluer les effets des produits phytosanitaires sur la flore aquatique non ciblée (Davies *et al.*, 2003).

### I.7. Devenir environnemental

L'accumulation maximale de résidus de Sulfosulfuron dans deux sols pendant 360 jours (au laboratoire) s'est chiffrée à 21 % de la quantité appliquée. Le produit aurait donc des effets rémanents. Les DT<sub>90</sub> (temps de disparition) rapportés montrent qu'il faut une durée considérable avant que 90 % du résidu soit dissipé. Il existe donc le risque que le résidu exerce son action l'année suivant son application. L'homologation d'un herbicide « modérément rémanent » n'est pas appropriée (Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 1999).

#### I.7.1. Mobilité et absorption

Le Sulfosulfuron herbicide appartient à la famille de Sulfonilurées (mobile dans le phloème), il provoque les mêmes symptômes que les imidazolinones. Sa dégradation s'opère surtout sous l'action des microbes est très réduite en anaérobie. Il se lie fortement à la matière organique du sol. Lorsque le sol est sec, il est adsorbé sur les particules de sol; par contre, en sol humide, il est livré à la décomposition et à l'absorption par les plantes. Plus le pH du sol descend au-dessous de 6,5, plus l'herbicide se lie fortement à la matière organique du sol et ne peut être décomposé. Dans un sol humide et chaud dont le pH est supérieur à 6,5 la biodégradation s'accélère. La mobilité dans le sol est faible. La rémanence est plus grande dans les sols à pH faible, d'où un inconvénient pour la remise en culture avec des espèces sensibles (Hugh, 2000).

#### I.7.2. Dégradation dans l'environnement

Dans les sols et l'eau, les principaux produits de dégradation du Sulfosulfuron sont les fragments de sulfonamide et d'aminopyrimidine, en raison du clivage de la liaison sulfonilurée. Le clivage hydrolytique semble être le principal mécanisme impliqué. La vitesse de formation du sulfonamide et de l'aminopyrimidine reflète la diminution de la concentration de Sulfosulfuron. Selon le pH du système, la majorité du Sulfosulfuron parent peut être transformée en ces produits de dégradation.

Dans les études sur le métabolisme du sol, outre les produits sulfonamides et aminopyrimidines, deux produits de transformation mineurs ont été observés, ces produits de transformation mineurs (10 % de la radioactivité appliquée) ont également été identifiés :

Sulfosulfuron desméthyl (2,58 %), et sulfosulfuron guanidine (1,74 %).

Les composés énumérés ci-dessus seraient les produits de dégradation du Sulfosulfuron les plus susceptibles d'être présents dans les eaux de surface et souterraines. D'autre dégradé ont été formés dans les études de photolyse du sol et de l'eau. Toutefois, on ne s'attend pas à ce que la photodégradation (surtout sur les sols) soit un mécanisme de dissipation important. Les principaux produits de photodégradation (15 à 30 %) comprennent l'aminopyrimidine, le sulfonamide, l'acide sulfamique, la N'-hydroxy-urée, l'éthylsulfone, l'acide oxamique et l'acide sulfonique, on cite aussi les produits de dégradation mineurs (4-9%) comprennent l'urée et le cyanamide (Levy, 2008).

### I.7.3. Dégradation microbienne du Sulfosulfuron

Plusieurs microorganismes dont des champignons, des bactéries et des actinomycètes isolés de sols contaminés par le Sulfosulfuron sont capables de le dégrader et de l'utiliser comme seule source de carbone ou d'azote, qui est le cas de certaines souches de *Trichoderma sp.* et de *Brevibacillus borstelensis* (Arya *et al.*, 2016).

Dans certains rapports sur l'isolement de micro-organismes provenant de sols contaminés par le Sulfosulfuron, l'inoculation d'échantillons frais non contaminés ou stérilisés (autoclavés) avec des souches microbiennes dégradant le Sulfosulfuron ont réduit la persistance de cet herbicide dans le sol, en illustrant une amélioration potentielle des taux de dégradation due à des changements dans les microbes du sol. Il a été démontré que l'augmentation des taux de dégradation des pesticides biodégradables due aux changements dans la communauté microbienne du sol est produite en réponse à l'application répétée d'un pesticide spécifique, ou à l'application d'autres pesticides du même groupe chimique. (Paporisch *et al.*, 2020).

Cette dégradation est estimée par la demi-vie ( $DT_{50}$ ), qui est le temps requis pour la moitié de la quantité des molécules dispersées, ce  $DT_{50}$  varie considérablement selon l'environnement où se trouve ces molécules et principalement selon la température, l'humidité, et le pH (Andrea, 2000). La biodégradation des molécules organiques provoque leurs minéralisations totales. Les réactions de transformation ou de dégradation des molécules par les populations microbiennes du sol sont essentiellement des réactions d'oxydation, de réduction et d'hydrolyse (Calvet, 2005).

### I.7.4. Détection du sulfosulfuron dans les eaux souterraines

Le document d'orientation sur l'évaluation de la pertinence des métabolites dans les eaux souterraines (**European Commission européenne, 2004**) a constaté que le métabolite sulfosulfuron guandine peut apparaître dans les eaux souterraines à des niveaux supérieurs à 0,75 µg/L. Selon les modèles de devenir et de comportement dans l'environnement, des informations toxicologiques supplémentaires sont nécessaires pour effectuer une évaluation de l'exposition des consommateurs (manque de données). Trois autres métabolites peuvent apparaître dans les eaux souterraines à des niveaux supérieurs à 0,1 µg/L, le desméthyl sulfosulfuron, le sulfosulfuron sulfonamide et le sulfosulfuron sulfonylurée.

### I.8. Rémanence du sulfosulfuron dans le sol

Les études sur la biotransformation effectuées au laboratoire sur des sols des États-Unis ont rapporté une accumulation maximale de l'herbicide correspondant à 21 % de la quantité appliquée. Il s'agissait d'un loam sableux de Californie (à pH 7,6) et d'un loam limoneux de l'Illinois (à pH 6,8). Toutefois, les études sur des sols du Canada indiquent que le sulfosulfuron est légèrement à modérément rémanent dans les sols. Les TD<sub>90</sub>, dérivées des données au champ, indiquent le temps requis pour la dissipation de 90 % de l'herbicide appliqué. Ces valeurs servent à attirer l'attention sur les risques d'un effet rémanent l'année subséquente. Cependant, l'examen des données canadiennes au champ (concentrations mesurées) indique qu'à la fin de 192 jours au maximum, la quantité de résidu exerçant un effet rémanent était de 15 % seulement de la quantité appliquée. L'estimation de la concentration dans le sol du résidu, accumulé à ce taux annuel, après 10 ans, montre que le résidu ne s'accumule pas de façon substantielle dans le sol, c.-à-d. au point d'avoir des effets sérieux sur l'environnement. Le sulfosulfuron et ses produits de transformation sont principalement détectés dans la tranche supérieure du sol jusqu'à 15 cm de profond. Il existe un risque réduit qu'ils puissent être lessivés dans l'eau souterraine. Les études au laboratoire sur l'adsorption et le lessivage dans une tranche de sol permettent de conclure que le sulfosulfuron, le sulfonamide et le desméthyl sulfosulfuron peuvent être classés avec les substances ayant un fort potentiel de mobilité dans les sols. Les études sur l'adsorption et sur le lessivage dans les sols ont été réalisées au laboratoire et elles révèlent l'existence d'un potentiel de mobilité. Toutefois, celui-ci n'est pas réalisé sur le terrain. Les études au laboratoire, souvent basées sur un scénario du pire des cas possibles, sont organisées de façon à déterminer les possibilités de réalisation d'un processus donné. Par ailleurs, les études sur le

terrain sont organisées de façon à reproduire approximativement les conditions d'emploi réelles. Elles englobent notamment l'intégration de tous les processus de dissipation, notamment par transformation et par transport. Il n'est pas rare que des études sur le terrain révèlent un potentiel inférieur à celui observé dans les études au laboratoire (**Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 1999**). Le sulfosulfuron peut poser de sérieux problèmes de rémanence dans les levées de colza dans les conditions de printemps (**Terres INOVIA: l'agronomie en mouvement, 2019**).

### I.9. Méthodes de détermination des résidus du Sulfosulfuron dans l'environnement

Les préoccupations concernant les pollutions environnementales, la sécurité alimentaire, la santé humaine, les contaminations des sols et des eaux et les effets de transfert ont augmenté ces dernières années en raison de l'application d'herbicides et de leurs résidus dans l'environnement. Les facteurs édaphiques ont un effet majeur sur le comportement des herbicides appliqués dans les champs agricoles (**Rahman et al., 2011**).

**Mehdizadeh et al., 2016** ont constaté que les résidus de sulfosulfuron et de tribenuron méthyl affectent l'orge, le maïs, le colza et la betterave à sucre à de très faibles concentrations tels que 0,06 et 0,1  $\mu\text{g m.a. kg}^{-1}$  de sol. La détection de la concentration de traces de résidus de sulfonyleurée dans les échantillons de sol nécessite l'utilisation de méthodes instrumentales sensibles ainsi que des procédures d'extraction et de purification précises. Différentes méthodes instrumentales ont été développées pour l'analyse de ces composés dans l'environnement du sol comme l'HPLC (**Wang et al., 2012 ; Yan et al., 2016**),

L'équipe de Guibiao ont développé une méthode analytique utilisant la HPLC pour la détermination de dix herbicides à base de sulfonyleurée à partir d'échantillons de sol avec un excellent taux de récupération qui atteint jusqu'au 80 %. L'essai biologique, en tant que technique conventionnelle, est une méthode très simple et sensible pour la détection des sulfonyleurées dans le sol (**Guibiao et al., 2006**). Une technique de bio-essai a été développée par **Santin-Montanya et al., 2006** pour évaluer l'effet de transfert du sulfosulfuron sur différentes plantes. Ils ont constaté que le sulfosulfuron à la concentration de 1  $\mu\text{g L}^{-1}$  avait un effet phytotoxique sur le lin (*Linum usitatissimum L.*). L'objectif de ce travail était de développer une méthode de chromatographie liquide à haute performance pour la détection du sulfosulfuron et du tribenuron méthyle dans des échantillons de sol et d'évaluer l'effet de

transfert de ces herbicides avec l'effet rémanent sur les plantes de lentilles en utilisant une méthode de bio-essai.

Il existe des méthodes d'analyse adéquates pour la détermination du Sulfosulfuron.

Le Sulfosulfuron peut être contrôlé dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale par la méthode multi-résidus DFG et par HPLC-MS/MS avec une LOQ de 0,01 mg/kg dans les produits secs et de 0,05 mg/kg dans les produits à forte teneur en eau respectivement. Des lacunes dans les données ont toutefois été identifiées pour les méthodes de détermination des résidus pour les produits à forte teneur en acide et en huile, ainsi que pour une VLI pour la méthode de détection des résidus dans les plantes à forte teneur en eau.

Les résidus de Sulfosulfuron dans le sol peuvent être contrôlés par la méthode multi-résidus DFG S19 utilisant la HPLC MS/MS avec une LOQ de 0,0003 mg/kg. Il existe une méthode HPLC-MS/MS appropriée avec une LOQ de 0,1 µg/L pour la surveillance du Sulfosulfuron dans les eaux de surface et l'eau potable. Les résidus de Sulfosulfuron dans l'air peuvent être contrôlés par HPLC-UV avec une LOQ de 0,227 µg/m<sup>3</sup>. Les méthodes analytiques pour la détermination des résidus de Sulfosulfuron dans les fluides et tissus corporels ne sont pas nécessaires car la substance active n'est pas classée comme toxique ou hautement toxique (**Autorité européenne de sécurité des aliments, 2014**).

### **I.10. La résistance aux inhibiteurs de l'acétolactate synthase : bases génétiques**

Il existe deux grands types de mécanismes de résistance aux pesticides en général, et aux herbicides en particulier. Le premier est la résistance liée à la cible, qui est due à des mutations dans le gène codant pour la protéine cible de l'herbicide. Les herbicides se fixent sur une région donnée de leur protéine cible : le site d'action. La forme spatiale de ce site d'action sur la protéine codée par le gène mutant est légèrement différente de celle du site d'action sur la protéine non mutante, ce qui entrave la fixation des herbicides et permet la survie de la plante. Le second type de mécanisme de résistance est la résistance non liée à la cible. Elle englobe des processus différents, mais qui ont en commun de réduire la quantité de molécules herbicides atteignant sa cible dans une proportion telle que la survie de la plante est peu affectée : pénétration réduite de l'herbicide dans la plante, déplacement réduit de l'herbicide vers sa cible, piégeage de l'herbicide ou dégradation de celui-ci. Les niveaux de résistance dus aux deux types de mécanismes varient avec la substance herbicide et l'espèce. Ainsi, selon les cas, une résistance liée à la cible peut permettre à la plante de survivre à

## CHAPITRE I : Aperçu général sur la molécule de sulfosulfuron

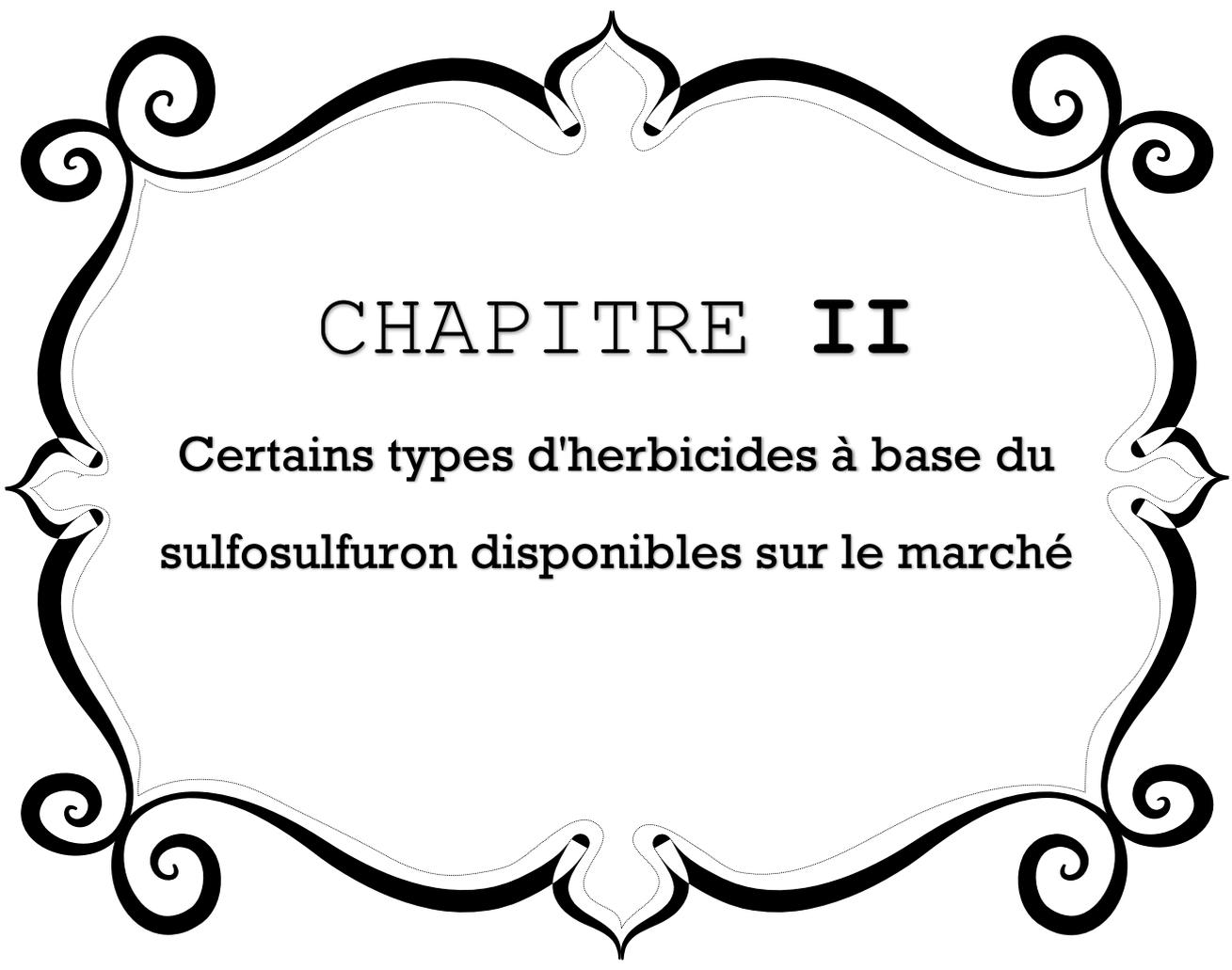
seulement deux ou trois fois la dose homologuée d'herbicide ou à plusieurs centaines de fois cette dose (Délye *et al.*, 2005).

L'essentiel de la résistance aux inhibiteurs de l'ALS semble dû à des mutations ponctuelles dans le gène de l'ALS. Des études conduites sur plus de 30 espèces d'adventices ont bien caractérisé ces mutations (Tranel *et al.*, 2008). Cinq positions dans le gène de l'ALS, toujours les mêmes, sont impliquées dans la résistance (Tableau 2). Toute mutation se produisant à une de ces positions dans l'ALS d'une plante rend cette plante résistante à des inhibiteurs de l'ALS.

**Tableau N°2** : Profils de résistance croisée associés aux mutations connues dans le gène de l'ALS (Tranel *et al.*, 2008).

Cinq positions du gène d'ASL ciblé obtenu après technique de séquençage		Familles d'inhibiteurs de L'ASL autorisées sur blé en France		
Numéro	Nombre de mutants résistants connus	Sulfonylurées	Triazolopyrimidine S	Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones
122	1	R	S	PDD
197	8	R	R	R
205	1	R	R	PDD
574	1	R	R	R
653	2	S	S	PDD

- R, résistance ; S, sensibilité, PDD, pas de données. Attention : ces données sont une synthèse de la littérature. Une caractéristique de la plupart des travaux publiés est de ne considérer qu'une mutation particulière, dans une espèce donnée, et une ou deux substances actives représentant une ou deux familles chimiques. L'existence d'exceptions aux profils ci-dessous est donc possible.



## CHAPITRE **II**

**Certains types d'herbicides à base du  
sulfosulfuron disponibles sur le marché**

## **1. L'herbicide Certainty®**

### **1.1 Définition**

L'herbicide pour gazon Certainty est fabriqué par Monsanto est un excellent herbicide sélectif de post-levée contenant 75 % de sulfosulfuron. Certainty est facile à utiliser et possède une large étiquette pour les mauvaises herbes. Grâce à des traitements ponctuels ou à des applications généralisées, il offre une excellente maîtrise du dallisgrass et des souchets jaunes et violets. L'herbicide pour gazon Certainty est très sécuritaire pour le gazon résidentiel et commercial et peut être pulvérisé sur le gazon de St-Augustin et de Bermuda sans l'endommager (**Pest et Lawn, 2021**).

### **1.2. Informations générales :**

- **Description du produit** : Ce produit est un herbicide systémique de post-levée avec une activité résiduelle limitée dans le sol. Il permet de supprimer en post-levée de nombreux carex, graminées et dicotylédones annuels et vivaces sur les pelouses, les gazonniers et les sites de gazon indigène hautement gérés. Il s'agit d'un herbicide sélectif qui peut être utilisé sur le dessus de nombreuses pelouses vivaces de saison chaude.
- **Sites d'utilisation** : Ce produit peut être utilisé pour la suppression générale des mauvaises herbes sur les pelouses hautement gérées, les graminées indigènes, les zones aménagées et les pépinières ornementales. Ce produit peut être appliqué sur les sites résidentiels et commerciaux, y compris les complexes d'appartements, les terrains de sport, les cimetières, les allées de golf, les aspérités de terrain de golf, les tertres de départ de terrain de golf et autres zones de terrain de golf, les propriétés hôtelières, les pépinières, les complexes de bureaux, les parcs, les zones publiques, les sites de vente au détail, les installations d'entreposage, les cours d'école, les fermes de gazon en plaques et de semences de gazon et autres sites de gazon en plaques hautement gérés. Ce produit ne doit pas être utilisé sur les verts d'exercice des terrains de golf.
- **Quand pulvériser** : Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les mauvaises herbes ciblées sont en croissance active et qu'elles ne sont pas dérangées par la tonte pendant au moins 2 jours avant et 2 jours après l'application.
- **Délai d'apparition des symptômes** : Ce produit est absorbé à la fois par les racines et le feuillage des plantes et inhibe rapidement la croissance des mauvaises herbes sensibles. La croissance des mauvaises herbes sensibles s'arrête dans les 24 heures suivant le traitement,

même si les symptômes visuels sont lents à se développer. Les mauvaises herbes sensibles présentent généralement un jaunissement ou un brunissement dans les 2 à 3 semaines. Des conditions chaudes et humides après l'application accélèrent l'activité herbicide. Des conditions froides et sèches retarderont l'activité herbicide. Les mauvaises herbes stressées par la sécheresse sont moins sensibles à ce produit.

- **Résistance à la pluie** : Une pluie abondante ou une irrigation dans les 2 heures suivant l'application peut faire disparaître ce produit du feuillage et une nouvelle application peut être nécessaire pour une suppression adéquate.
- **Dose maximale d'utilisation annuelle** : Le total combiné de tous les traitements ne doit pas dépasser 2,66 onces de ce produit par acre par année.
- **Important** : Éviter tout contact de ce produit avec les racines ou le feuillage de la végétation sensible non ciblée, car des dommages pourraient survenir. Cela comprend les zones où ce produit peut être lavé ou mis en contact avec les racines de la végétation désirable. Les plantes sensibles peuvent être endommagées si elles sont semées ou transplantées dans les zones traitées, à moins d'indications contraires dans cette étiquette (Compagnie de Monsanto, 2012).

### 1.3. Ingrédients et composition

**Tableau N°3** : Le nom chimique, le numéro CAS et/ou le pourcentage d'herbicide  
Certainty® (Valent U.S.A, 2020).

Nom chimique	Numéro CAS	Poids
Sulfosulfuron	141776-32-1	75%
Acide naphthalène sulfonique, polymère avec formaldéhyde, sel de sodium	9084-06-4	2.5
Autres	(Différents CAS)	25
Witcolate7093	68585-34-2	4.2

Les autres ingrédients, qui peuvent être conservés comme secrets commerciaux, sont toutes les substances autres qu'un ingrédient actif contenu dans ce produit. Certains de ces ingrédients peuvent être dangereux, mais leur identité n'est pas révélée car ils sont considérés comme des secrets commerciaux. Les dangers associés aux autres ingrédients sont traités dans ce document. Des informations spécifiques sur les autres ingrédients pour la gestion des expositions, des déversements ou des évaluations de sécurité peuvent être obtenues par un médecin traitant ou une infirmière (Valent U.S.A, 2020).

### 1.4. Propriétés physiques et chimiques :(Tableau N° 4)

Ces données physiques sont des valeurs typiques basées sur le matériel testé mais peuvent varier d'un échantillon à l'autre. Les valeurs typiques ne doivent pas être interprétées comme une analyse garantie d'un lot spécifique ou comme des spécifications du produit.

**Tableau N° 4:** Propriétés physiques et chimiques de l'herbicide Certainty (Compagnie de Monsanto, 2007).

Propriété	Valeur
Couleur/ Plage de couleurs	Blanchâtre
Odeur	Inodore
Forme	Granules, (s'écoulant librement)
Changement de forme physique (fusion, ébullition, etc.)	
Point de fusion	Aucune donnée
Point d'ébullition	Non applicable
Point d'éclair	Non applicable
Propriétés explosives	Aucune donnée
Température d'auto-inflammation	>400°C
Poids spécifique	Non applicable

Taille de particules	<7µm
Pression de vapeur	Aucune volatilité significative
Densité de vapeur	Non applicable
Taux d'évaporation	Non applicable
Viscosité dynamique	Non applicable
Viscosité cinématique	Non applicable
Densité	33.8 (densité d'écoulement)
Solubilité	soluble dans l'eau
pH	5.5 au 10 g/l
Coefficient de partage	log Pow : < 1 (sulfosulfuron)

## **2. L'herbicide F.S.A sulfosulfuron 750 WG**

### **2. 1. Instructions générales**

L'herbicide F.S.A. Sulfosulfuron750WG est un herbicide sélectif absorbé par le feuillage et les racines. Il est rapidement transloqué et agit en inhibant l'acétolactate synthase (ALS), une enzyme nécessaire à la croissance des racines et des pousses des plantes sensibles. L'herbicide F.S.A. Sulfosulfuron750WG est un herbicide granulaire dispersible dans l'eau destiné à être utilisé dans le blé et le triticale. Il peut être utilisé en préplantation, incorporé au semis, pour la lutte contre le navet sauvage et la suppression de l'orge et du brome, ou en post-levée pour la lutte contre le liseron, le radis sauvage et le navet sauvage, et la suppression de l'orge, du brome, de la moutarde sauvage (*Sinapsisarvensis*) et de la folle avoine.(**FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019**).

### 2.2. Pré -Emploi

Appliquer sur le sol nu avant le semis ou au moment du semis et incorporer par l'opération de semis pour obtenir un mélange complet. Si le produit est appliqué sur un sol sec et que le semis doit être retardé, l'incorporer immédiatement après la pulvérisation pour éviter les pertes par érosion éolienne. Pour de meilleurs résultats, appliquer sur un sol nu lorsqu'une pluie de suivi est susceptible de survenir dans les 7 à 10 jours. Les mauvaises herbes peuvent émerger et deviendront rabougries et non compétitives peu après l'application, bien que les résultats définitifs puissent ne pas apparaître avant quelques semaines (FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019).

### 2.3. Post-émergence

Les mauvaises herbes doivent être jeunes et en pleine croissance. Utiliser la dose la plus élevée en cas de forte pression des mauvaises herbes et pour les mauvaises herbes plus grosses. Une pulvérisation de suivi avec un herbicide approprié peut être nécessaire pour contrôler les germinations ultérieures. La meilleure suppression des mauvaises herbes est obtenue lorsque la pluie mouille le sol à une profondeur de 5 à 7,5 cm dans les 7 à 10 jours suivant l'application.

Les mauvaises herbes seront rabougries et non compétitives peu après l'application, bien que les résultats définitifs puissent ne pas apparaître avant quelques semaines. Lorsque le traitement est retardé ou lorsque les mauvaises herbes ne sont pas en croissance active en raison de conditions défavorables, par exemple, un sol sec, gorgé d'eau, gelé ou malade, une carence en éléments nutritifs, une forte pression d'insectes ou un traitement herbicide antérieur, les niveaux de contrôle peuvent être réduits. L'herbicide F.S.A. Sulfosulfuron 750 WG demeure dans le sol pendant un certain temps. La persistance de l'herbicide F.S.A. Sulfosulfuron 750 WG dans le sol dépend de diverses conditions environnementales, par exemple le pH du sol, l'humidité du sol, la température du sol et la matière organique. Les cultures autres que le blé et le triticales peuvent être très sensibles aux faibles concentrations de l'herbicide F.S.A. Sulfosulfuron 750 WG dans le sol. Par conséquent, avant d'utiliser le produit, il faut examiner attentivement les plans de rotation des cultures (FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019).

## 2. 4. Composition

**Tableau N° 5 :** la composition de F.S.A Sulfosulfuron 75% (FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019).

Ingrédients	No CAS	Conc, g/kg	TWA (mg/m3)	STEL (mg/m3)
Sulfosulfuron	141776-32-1	750	non établi	non établi
Autres ingrédients non dangereux	secret	à 1 kg	non établi	non établi

## 2.5. Propriétés physiques et chimiques de l'herbicide FSA

**Tableau N° 6:** propriétés physiques et chimiques de l'herbicide FSA sulfosulfuron 75% (FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019).

Description physique et couleur	Granulés à écoulement libre de couleur blanc cassé
Odeur	Aucune donnée
Point d'ébullition	Non disponible.
Point de congélation/fusion	Aucune donnée spécifique. fond à 201°C.
Volatiles	Aucune donnée.
Pression de vapeur	Aucune donnée.
Densité de vapeur	Non applicable.
Gravité spécifique	Aucune donnée :
Solubilité dans l'eau	Dispersible.
pH	4-7 (mélange aqueux à 1%)
Volatilité	Pas de données.
Seuil de l'odeur	Pas de données.
Taux d'évaporation	Non applicable.
Coefficient de distribution huile/eau	Aucune donnée
Viscosité	Non applicable.
Température d'auto-inflammation	Pas de données.

## **2.6. Toxicité**

Il est hautement toxique pour les organismes aquatiques et peut entraîner des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique. (FSA Quatre Saisons Agribusiness, 2019).

## **3. L'herbicide Farmalinx**

### **3.1 Introductions Générales**

L'herbicide Farmalinx sulfosulfuron 750 WG est un herbicide granulaire dispersible dans l'eau pour une utilisation dans le blé et le triticale. Il peut être utilisé en pré-semis, incorporé au semis, pour la lutte contre le navet sauvage et la suppression de l'herbe à orge et du brome, ou en post-levée pour la lutte contre le liseron, le radis sauvage, la moutarde sauvage (*Sinapsis arvensis*) et la folle avoine (Farmalinx partenaires en agriculture, 2014).

### **3.2 Information sur les composants de Farmalinx**

**Tableau N° 7 : Les composants de l'herbicide Farmalinx (Farmalinx partenaires en agriculture, 2014).**

<b>Ingrédients</b>	<b>Conc,%</b>	<b>TWA (Pondérée dans le temps) (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>STEL Limite d'exposition à court terme (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Sulfosulfuron	750g/kg	non établi	non établi
Autres ingrédients non dangereux	à 100	non établi	non établi

### 3.3. Propriétés physiques et chimiques

**Tableau N°8: Propriétés physiques et chimiques de l'herbicide Farmalinx (Farmalinx partenaires en agriculture, 2014).**

Description physique et couleur :	Granules à écoulement libre de couleur blanc cassé.
Odeur	Il n'y a pas de données sur les odeurs.
Point d'ébullition	Indisponible
Point de congélation/fusion	Aucune donnée spécifique. Le sulfosulfuron fond à 201°C.
Volatiles	Aucune donnée spécifique. Elle devrait être inférieure à 100°C.
Pression de vapeur	Négligeable aux températures ambiantes normales.
Densité de vapeur	Non applicable.
Densité spécifique	Aucune donnée.
Solubilité dans l'eau	Dispersible.
pH	4-7 (10g/L à 20°C).
Volatilité	Négligeable aux températures ambiantes normales.
Seuil de l'odeur	Aucune donnée.
Taux d'évaporation	Non applicable.
Coefficient de distribution huile/eau	Aucune donnée.
Viscosité	Non applicable.
Température d'auto-inflammation	Aucune donnée.

### 3.4. Toxicité

Ce produit est très toxique pour les organismes aquatiques. Il est biodégradable et ne s'accumulera pas dans le sol ou l'eau et ne causera pas de problèmes à long terme (**Farmalinx partenaires en agriculture, 2014**).

## **4. L'herbicide Apyros**

### **4.1. Généralités**

Depuis deux décennies, les herbicides sulfonyles sont recommandés pour lutter contre les mauvaises herbes dans les céréales d'hiver (**Palm et Allison, 1980; Adamczewski et al., 1988**). A la fin du siècle dernier, deux nouveaux herbicides sulfonyles: le Susulfuron-méthyl (Apyros 75 WG) et le Sodium propoxycarbazone (Attribut 70 WG) ont été introduits sur le marché polonais. La caractéristique de ces herbicides est le contrôle efficace des mauvaises herbes graminées, y compris le chiendent (*Agropyron repens*) et certaines mauvaises herbes à feuilles larges dans le blé d'hiver.

L'Apyros est un herbicide de post-levé du blé, sous forme de granulés à disperser dans l'eau. Il est utilisé en désherbage des variétés de blé tendre et du retape porte une efficacité unique pour le contrôle des infestations de graminées, notamment les bromes, ainsi certaines dicotylédones (**Apyros Monsanto, 2018**). L'effet désherbant de l'herbicide Apyros 75 WG sur les graminées et les dicotylédones a été évalué dans un grand nombre d'essais au champ (**Adamczewski et al., 2000**).

### **4.2. Utilisation et mode d'emploi**

La combinaison de l'absorption foliaire et racinaire présente un avantage d'Apyros par rapport aux autres herbicides du sol.

Bien que des niveaux élevés en matières organiques inactivent les herbicides, Apyros peut être absorbé par les racines, particulièrement quand le sol est humide.

Une fois dans le sol, Apyros peut être absorbé par les racines des adventices, s'ajoutant ainsi à l'activité foliaire.

Une fois absorbé par les feuilles, Apyros pénètre à travers la cuticule des feuilles et le phloème où il est transporté vers les méristèmes apicaux en pleine activité de croissance (zone de croissance).

L'Apyros monte dans la plante via le xylème et gagne les feuilles puis les zones de croissance Ce via le phloème

La croissance végétative est affectée lorsque suffisamment d'Apyros s'accumule dans les zones de croissance

## CHAPITRE II Certains types d'herbicides à base du sulfosulfuron disponibles sur le marché

---

Des températures de l'air de 10 à 30°C, un sol humide ainsi qu'une humidité relative élevée sont des conditions favorables à une meilleure translocation de la matière active et donc à des résultats plus rapides et efficaces (**Apyros Monsanto, 2018**)

### 4.3. Composition

**Tableau N°9 : La Composition de l'Apyros (Apyros.Monsanto, 2018).**

Composition :	En poids %
Matière Active (Sulfosulfuron)	75%
Autre Ingrédients	25%

### 4.4. Caractéristiques

**Tableau N° 10 : Caractéristiques d'herbicide Apyros (Index des produits phytosanitaires à usage agricole, 2017).**

<b>Nom commercial</b>	<b>Apyros</b>
Matière Active	Sulfosulfuron
Concentration	75
Formulation	WG
Déprédateurs	Monocotylédones/dicotylédones/brome/phalaris/ray grass/chiendent/gaillet/mouron/matricaire/crucifère
Cultures	Céréales
Doses d'utilisation	26,5g/Ha dans 200-400L/Ha
N° d'homologation	R 09 47 008
Firme	MONSANTO
Représentant	ACI

## **5. L'herbicide Acetosulfosulfuron 75% WDG**

### **5.1. Informations sur le produit**

L'herbicide Acetosulfosulfuron 75 % WDC est un herbicide sélectif à base de sulfonylurée, utilisé en prélevée et en poste levée pour lutter contre diverses graminées annuelles et dicotylédones dans des pâturages et des parcours sélectifs, des zones non cultivées et dans le blé d'hiver et de printemps (**Aceto Sciences de la vie LLC, 2020**).

### **5.2. Temps d'apparition des symptômes**

Ce produit est absorbé par les racines et le feuillage des plantes. Peu après l'application, la croissance des mauvaises herbes sensibles est inhibée et, dans les situations de culture, les mauvaises herbes sensibles ne font plus concurrence à la culture. Après l'inhibition de la croissance, les plantes touchées peuvent sembler vert foncé et rabougries, les feuilles touchées deviennent jaunes et/ou rouges, et le point de croissance de la plante peut devenir rouge-violet. Ces effets visibles de la lutte peuvent ne pas être observés avant 1 à 3 semaines après l'application. Dans les 6 semaines suivant l'application, les points de croissance meurent. Des conditions chaudes et humides après l'application accélèrent l'activité herbicide. Des conditions fraîches et sèches retarderont l'activité herbicide. Les mauvaises herbes stressées par la sécheresse sont moins sensibles à ce produit. Une forte pluie peu après l'application (moins de 2 heures) peut faire disparaître ce produit du feuillage et une application répétée peut être nécessaire pour une suppression adéquate (**Aceto Sciences de la vie LLC, 2020**).

### **5. 3. Composants de l'herbicide Acetosulfosulfuron 75% WDG**

**Tableau N°11 : Composition de l'herbicide Acetosulfosulfuron 75% WDG**

(**Aceto Sciences de la vie LLC, 2020**).

Matiere active	En poids %
Sulfosulfuron	75%
Autres Ingredient	25%
Total	100%

#### **5.4. Toxicité**

Ce produit est très toxique pour les plantes non ciblées. Ne pas appliquer directement sur l'eau, ni dans les zones où il y a de l'eau de surface, ni dans les zones intertidales sous la ligne moyenne des hautes eaux. Ne pas contaminer l'eau lors de l'élimination des eaux de lavage ou de rinçage de l'équipement (**Aceto Sciences de la vie LLC, 2020**).



## CHAPITRE III

Discussion de certaines recherches et  
expériences liées aux sulfosulfuron

### **III. Recherches sur le sulfosulfuron**

#### **1. Les principaux facteurs abiotiques influençant la dégradation des herbicides sulfonylurés (Sulfosulfuron)**

Le sulfosulfuron a été récemment introduit par Monsanto, sous le nom commercial Leader. Cet herbicide est recommandé pour une utilisation dans les céréales contre une large gamme de mauvaises herbes, Dermiyati et Yamamoto (1997) ont rapporté que la diminution de la température de 30 à 4 °C réduisait la vitesse de dégradation de l'herbicide sulfonyluré appelé l'halosulfuron-méthyle dans deux sols différents ayant une capacité de rétention d'eau de 50 %. La demi-vie moyenne aux deux températures était respectivement de 13 et 98 jours dans les deux sols. Les herbicides à base de sulfonylurée ont été hydrolysés plus rapidement dans des conditions acides que dans des conditions alcalines. Le principal mécanisme hydrolytique est le clivage acide de la liaison sulfonylurée est susceptible d'être attaquée par l'eau sur le carbone carbonyle, ce qui produit du CO<sub>2</sub> et de l'eau, les hétérocycles arylsulfonamide et amino hétérocycliques correspondants de la molécule en plus de l'hydrolyse acide produisant du CO<sub>2</sub>. Certains herbicides à base de sulfonylurée sont également sujets à une dégradation hydrolytique en milieu alcalin : les pyridine-2-sulfonylurées, y compris le flazasulfuron, le rimsulfuron, le flupyrsulfuron-méthyle et la trifluorométhylpyridine sont soumises à un nouveau mécanisme de dégradation.

La dégradation du sulfosulfuron (Figure 2) est influencée par différents facteurs abiotiques tels que la température, le pH, la lumière, le solvant et le type de surface. Contrairement aux autres sulfonylurées. Une photodégradation directe importante du sulfosulfuron a été observée lorsqu'il a été exposé à la lumière solaire simulée. Il existe plusieurs rapports sur la dégradation de cette classe d'herbicides sous l'influence de la température, du pH et de la lumière étant non volatil et thermiquement instable. Le sulfosulfuron ne pouvait pas être analysé par chromatographie en phase gazeuse. Une chromatographie liquide à haute performance (HPLC) pour la détermination qualitative et quantitative du sulfosulfuron (**Saha et Kulshrestha, 2002**).

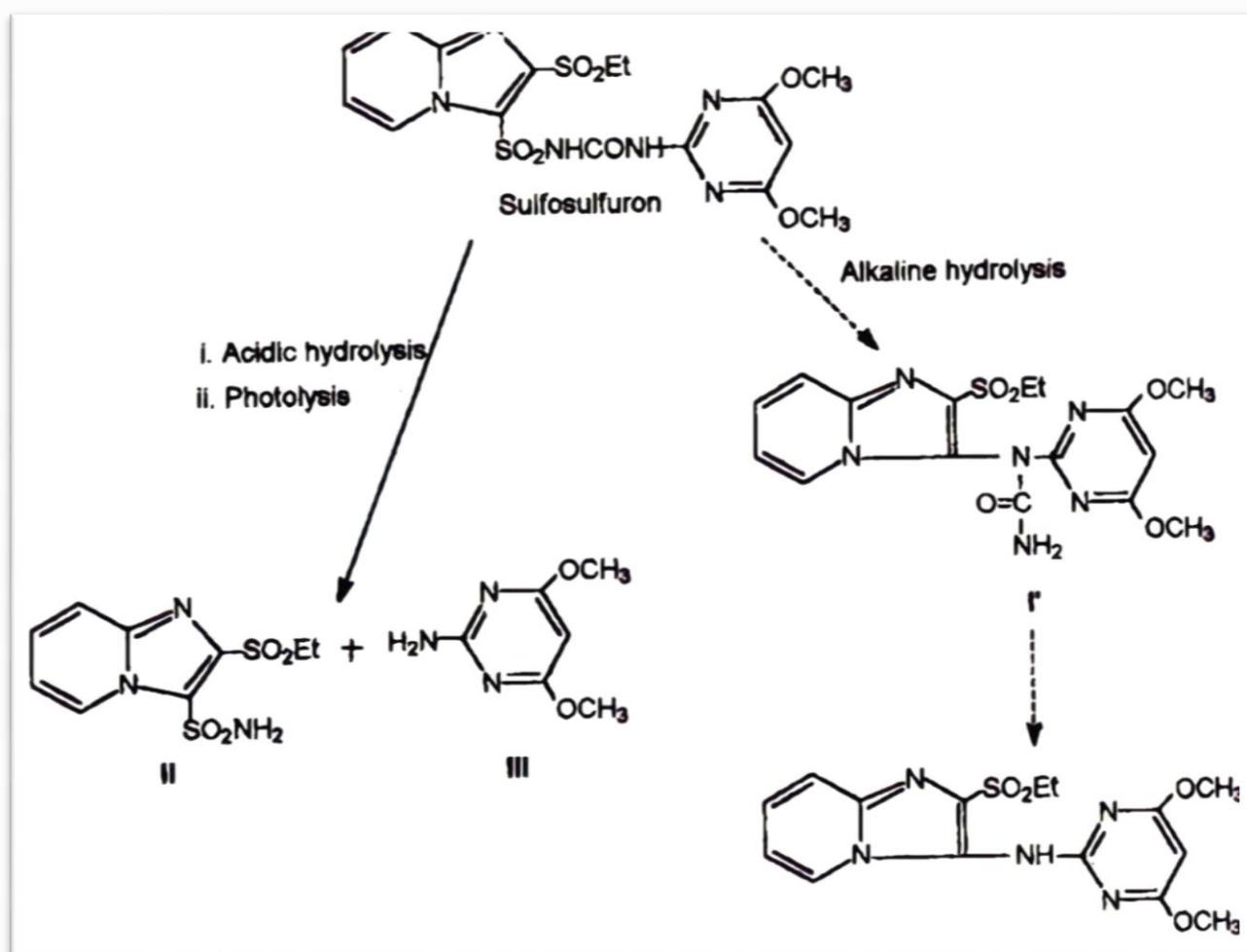
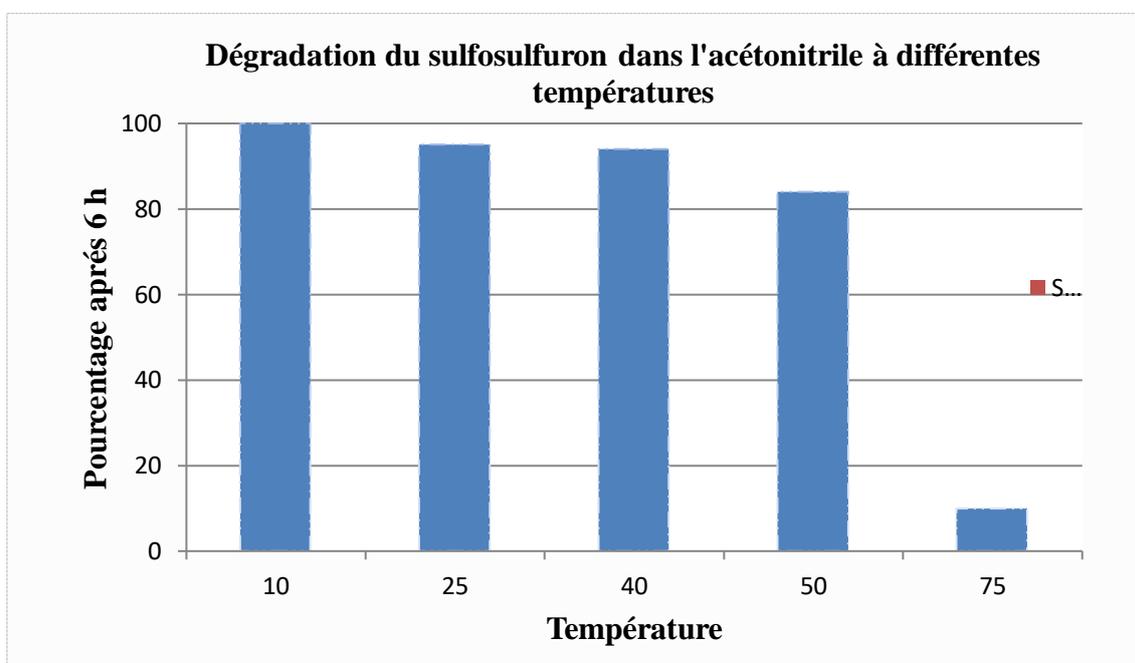


Figure 2 : Produits hydrolytiques de la photodégradation du sulfosulfuron (Saha et Kulshrestha, 2002).

### 1.1 Effet de la température

Des solutions standard de sulfosulfuron ( $0.5$  et  $1,0 \mu\text{g mL}^{-1}$  dans l'acétonitrile) dans des tubes à essai à bouchon de verre ont été incubées à  $10$ ,  $25$ ,  $40$ ,  $50$  et  $75^\circ\text{C}$  pendant 6 heures, solutions en double ont été injectées dans l'HPLC et analysées. La stabilité du sulfosulfuron dans l'acétonitrile a été examinée à différentes températures allant de  $10$  à  $75^\circ\text{C}$ . Les récupérations quantitatives sont été observées jusqu'à  $40^\circ\text{C}$ . Les taux de récupération moyens ont baissé à  $65,8$  et  $13,5\%$  à  $50$  et  $75^\circ\text{C}$  en 6 h (Figure 3), respectivement (Saha et Kulshrestha, 2002).

*Singles et al., 1999* ont rapporté que le taux de dégradation thermique du flupyr-sulfuron-méthyle dans le sol à 10 °C était deux fois moins élevé qu'à 20 °C. La dégradation des herbicides à base de sulfonyleurée dépend principalement du pH et de la température (*Beyer et al., 1988; Princes et al., 1999*). Il a été conclu que la température de travail expérimentale pour le sulfosulfuron doit être maintenue en dessous de 40 °C (Figure 3). Toute expérience menée à une température supérieure à celle-ci, par exemple pendant la saison estivale, ou toute opération telle que l'évaporation rotative effectuée à une température supérieure à 40 °C dégraderait thermiquement le composé, et il faut donc être prudent à cet égard, La température pendant l'évaporation rotative ne doit pas dépasser 40 °C (*Saha et Kulshrestha, 2002*).



**Figure 3 :** Dégradation du sulfosulfuron dans l'acétonitrile à différentes températures (*Saha et Kulshrestha, 2002*).

### 1.2 Effet du pH sur la dégradation du sulfosulfuron

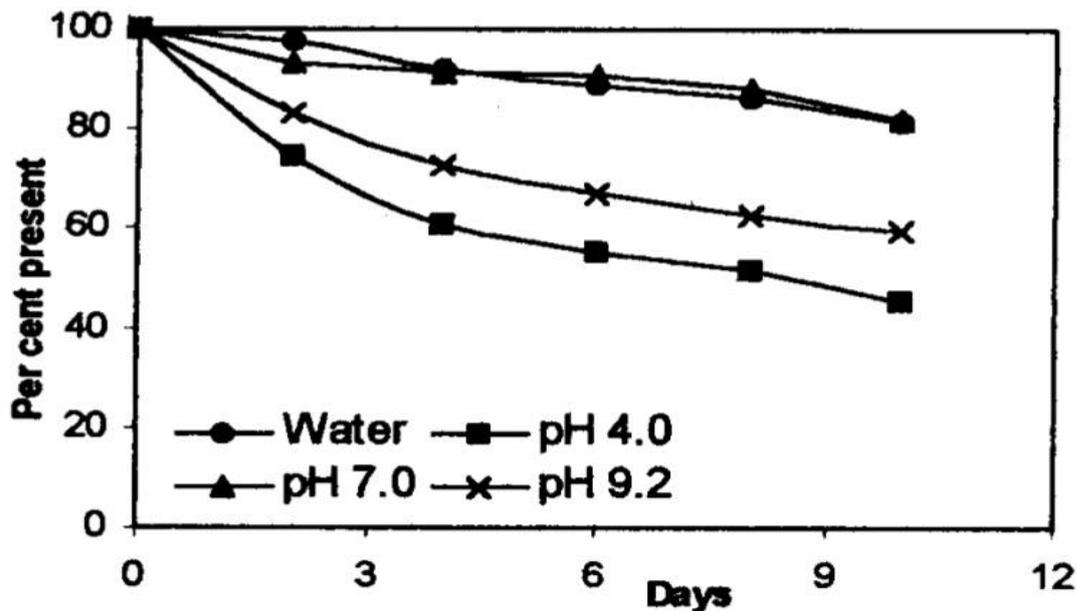
Pour étudier l'effet du pH sur la vitesse d'hydrolyse du sulfosulfuron, des solutions aqueuses de différentes valeurs de pH, à savoir 2, 4, 6, 7, 8, et 9 ont été utilisées. La vitesse de dégradation à 28 °C a suivi une cinétique de premier ordre avec des valeurs significatives de la constante de vitesse (tableau 12).

### CHAPITRE III : Discussion de certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron

**Tableau N°12 :** Équations de régression, coefficients de corrélation (r) et demi-vies ( $t_{1/2}$ ) du sulfosulfuron à quatre pH différents (28 °C) (Saha *et* Kulshrestha, 2002).

pH	l'équation de régression	r	$t_{1/2}$ jours
4.0	$Y=1.956 - 0.0321x$	-0.967	9.3
7.0	$Y=1.995 - 0.074x$	-0.959	40.6
9.2	$Y=1.972 - 0.0216x$	-0.969	13.9
6.8 (eau distillé)	$Y=2.006 - 0.0086x$	-0.990	35.0

La dégradation était la plus faible dans des conditions neutres (eau distillée et pH 7,0) et s'est produite dans des conditions acides et alcalines (Figure 4). L'hydrolyse était plus rapide dans des conditions acides, pH 4,0 ( $t_{1/2}$  9,3 jours), que dans des conditions alcalines, pH 9,2 ( $t_{1/2}$  13,9 jours). Les demi-vies étaient de 35,0 et 40,6 jours dans l'eau distillée et à un pH de 7,0 respectivement.



**Figure 4 :** Schéma de dégradation du sulfosulfuron à 28 °C à différents pH dans l'eau distillée (Saha *et* Kulshrestha, 2002).

Les résultats indiquent que le sulfosulfuron est plus stable dans des conditions neutres et que le taux de dégradation est élevé dans des conditions acides. Le produit de l'hydrolyse en condition alcaline a montré qu'il y avait un réarrangement et contraction dû à la présence d'une base Sulfonyle peut être le mode principal de dégradation du sulfosulfuron en milieu alcalin. La rupture d'un pont uréique était la voie de dégradation dans des conditions acides (Figure 2). La dégradation du sulfosulfuron dans le sol et sa persistance dans le sol seront influencée par le pH du sol (Saha et Kulshrestha, 2002).

### 1.3 Photodégradation du sulfosulfuron

Après une irradiation de 11 jours, le sulfosulfuron s'est décomposé selon une cinétique de premier ordre, pour corriger les effets de la température, des témoins sombres ont été maintenus à la température ambiante et ils ont montré une dégradation très lente par rapport à l'échantillon irradié, la demi-vie a été observée 9,1 jours à la lumière du soleil. Le résultat a montré (Figure 5) qu'il n'y avait pas de différence significative dans la dégradation, maintenue à température ambiante et dans l'obscurité. La vitesse de dégradation du sulfosulfuron dans les différents types de contrôles et à la lumière du soleil, les produits de photodégradation ont été analysés par HPLC et comparés aux produits de dégradation authentiques préparés par le laboratoire, les composés ont été identifiés comme étant le 1-(2-éthylsulfonylimidazo[1,2-a]pyridine)-3-sulfonamide et la 4,6-diméthoxy-2-aminopyrimidine. Les valeurs des produits photodégradés étaient les mêmes que pour les produits authentiques préparés au laboratoire, le mécanisme de la phototransformation est l'hydrolyse du pont sulfonylurée (Saha et Kulshrestha, 2002).

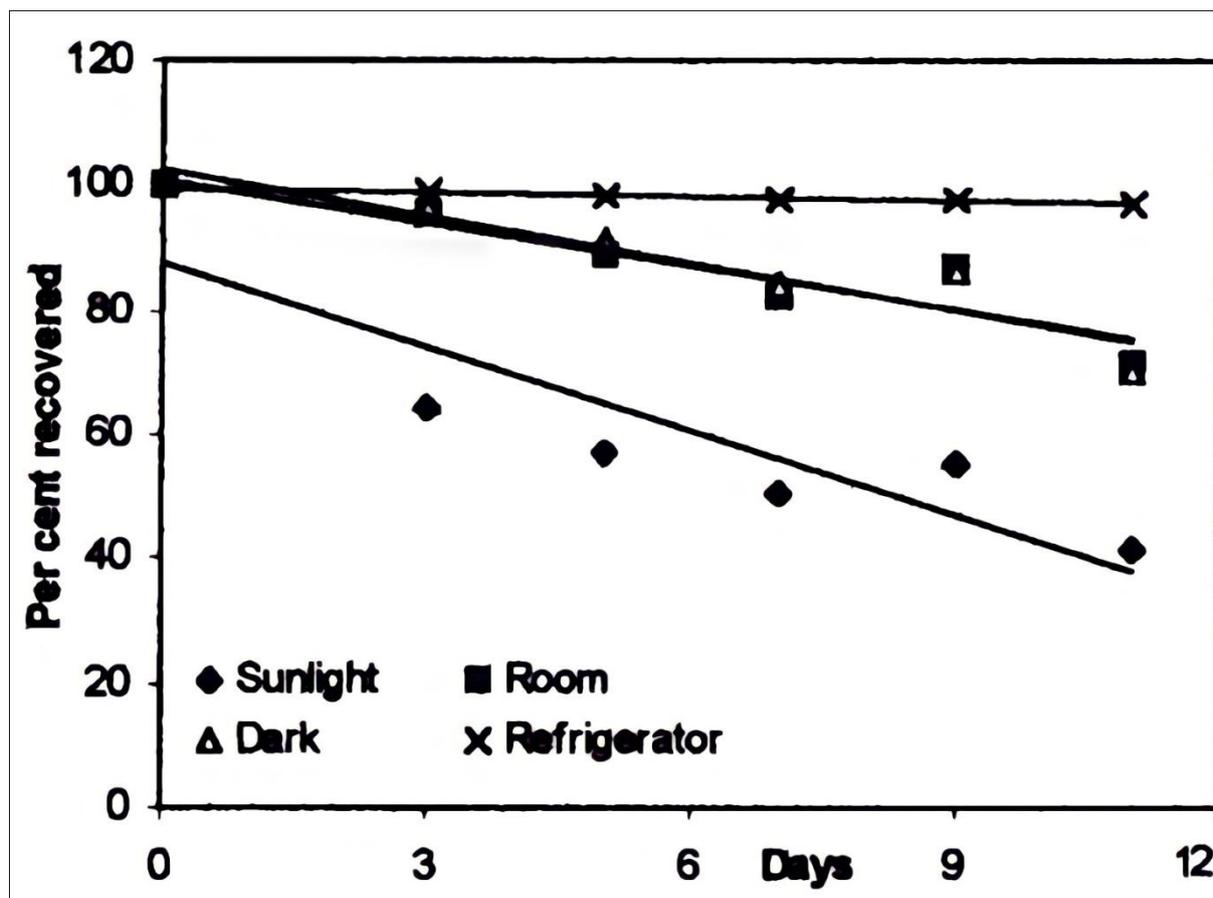


Figure 5 : Schéma comparatif de dégradation du sulfosulfuron sous la lumière du soleil par rapport aux conditions ambiantes, à l'obscurité et au réfrigérateur (Saha et Kulshrestha, 2002).

## 2. Effets des herbicides sulfonyleurée comme le sulfosulfuron sur les activités enzymatiques et les communautés microbiennes dans deux sols agricoles

Les herbicides à base de sulfonyleurée sont largement utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes dans l'agriculture, et ils sont soupçonnés d'altérer les communautés et les activités microbiennes dans le sol. Cette étude examine l'impact de des herbicides sulfonyleurées comme le sulfosulfuron, sur la communauté et l'activité microbiennes dans deux sols différents prélevés sur deux sites dans la partie ouest de la République slovaque. Le sol du site de Malanta était un luvisol limoneux avec un pH (H<sub>2</sub>O) 5,78 tandis que le sol du site de Stefanov était un régosol limoneux sableux avec un pH(H<sub>2</sub>O) 8,25. Ces sols n'ont pas été traités par des herbicides à base de sulfonyleurée au moins pendant les deux années précédant l'étude. En laboratoire, les herbicides ont été appliqués au sol à leurs doses maximales

### CHAPITRE III : Discussion de certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron

---

recommandées, soit 26 et 25 g par hectare de sulfosulfuron. Son effet a été évalué les 3<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup>, 28<sup>ème</sup>, 56<sup>ème</sup> et 112<sup>ème</sup> jours après l'application au sol. Le séquençage par amplicon à haut débit Illumina du gène de l'ARNr 16S et de la région ITS a été utilisé pour surveiller les changements dans la composition de la communauté procaryote et fongique. L'activité enzymatique a été évaluée en utilisant 11 substrats. Le profil physiologique de la communauté microbienne a été analysé en utilisant les écoplatesBiolog©. Des changements significatifs dans l'activité enzymatique causés par l'application d'herbicides ont été trouvés pendant les 28 premiers jours. L'application d'herbicides a modifié l'activité de la cellobiohydrolase, de l'arylsulfatase, de la déhydro-génase, de la phosphatase et de la FDA hydrolase. Les changements observés n'étaient pas les mêmes pour les deux sols. Dans le sol de Malanta, L'activité phosphatase a diminué au cours du 7<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> jour. L'application de pesticides n'a entraîné que des changements mineurs dans la communauté procaryote ou fongique ou dans les profils physiologiques, les différences entre les sols et le temps d'incubation expliquant la plupart de la variabilité de ces paramètres. Les indices de diversité, les paramètres physio-logiques et l'activité enzymatique ont diminué avec le temps. Les résultats ont montré que le sulfosulfuron peut affecter la fonction et l'activité de la communauté microbienne du sol sans changement significatif. L'évaluation de l'activité enzymatique dans les échantillons de sol, ainsi que l'analyse de la diversité des espèces et le profilage physiologique, ont été réalisés et ont permis un suivi précis de la communauté microbienne du sol et de sa fonction. Des différences dans les communautés microbiennes entre les sols ayant des caractéristiques différentes ont été observées. Sur 112 jours, aucune remarque d'impact significatif des herbicides à base de sulfonilurée sélectionnés sur les communautés microbiennes sur la diversité et les profils physiologiques des microorganismes, malgré le fait que toutes les variables étudiées ont changé au fil du temps. L'analyse a démontré un effet significatif des herbicides à base de sulfonilurée (chlorsulfuron et sulfosulfuron) sur l'activité enzymatique dans des conditions de laboratoire. Le chlorsulfuron a provoqué une perturbation plus importante des activités enzymatiques que le sulfosulfuron et les changements étaient prévalent principalement au cours des 28 premiers jours. La mesure de l'activité enzymatique représente une méthode sensible pour la détection des changements dans le sol causés par l'application du pesticide. Puisque les herbicides de sulfonilurées appliqués dans la dose recommandée ont causé seulement des changements transitoires, ils sont considérés sans

### CHAPITRE III : Discussion de certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron

---

danger pour les communautés microbiennes du sol lorsque le dosage approprié est respecté (Medo et al., 2020).

### **3. Rôle du *Brevibacillus borstelensis* et *Streptomyces albogriseolus* dans la dégradation du sulfosulfuron**

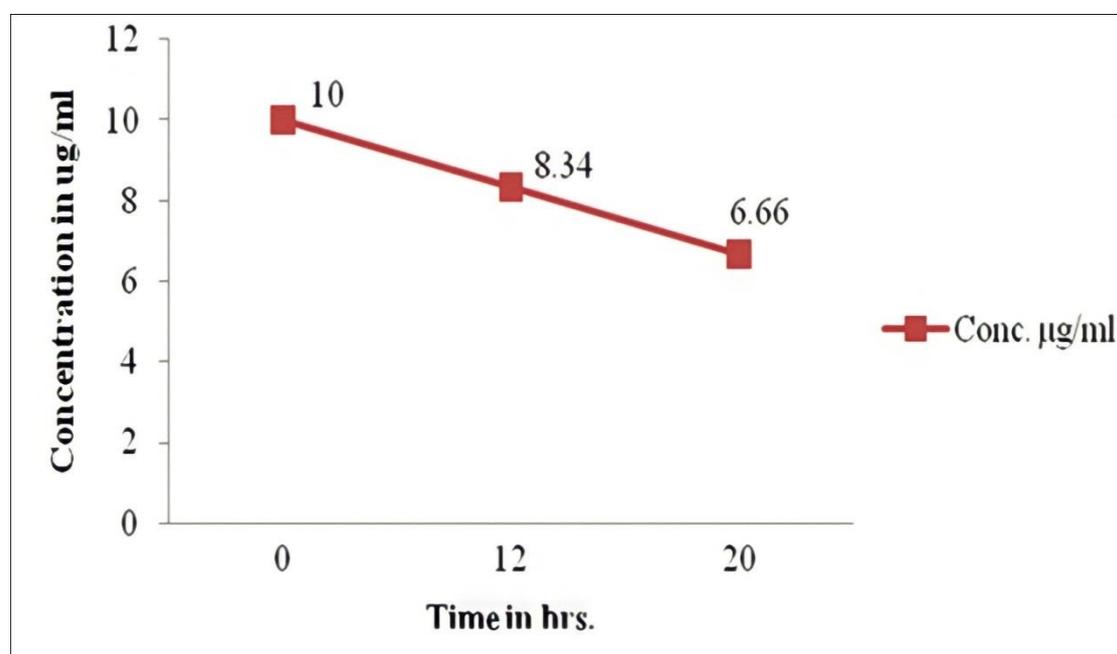
Pour l'isolation, des échantillons de sol ont été collectés dans des champs de blé des régions du nord de l'Inde. La couche supérieure des feuilles et les débris ont été enlevés et un sol d'une profondeur de 6 pouces près de la racine des plantes de blé (partie rhizosphère) a été prélevé. La méthode de dilution en série a été utilisée pour l'énumération du nombre total de microbes et l'agar Nutrient a été utilisé comme milieu de croissance. Les microorganismes ont été sélectionnés par la technique de culture d'enrichissement avec l'addition de sulfosulfuron (25 ug/mL) ajouté au milieu de Jensen. Le nombre de microbes a été dénombré en unités formatrices de colonies/ml (UFC/mL). Les caractéristiques spécifiques des colonies, telles que la couleur, la forme, la taille, la dureté, l'apparence, la texture, la pigmentation et le diamètre ont été observées. L'optimisation de la souche a été faite en utilisant la procédure standard pour la sélection.

Les colonies sélectionnées ont été replantées sur un milieu gélosé contenant du sulfosulfuron (25ug/mL) et leur croissance a été vérifiée. Des dilutions en série des deux isolats ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$ ) ont été déposées sur les plaques de milieu contenant différentes concentrations de sulfosulfuron (25, 50 et 500 ug/mL), respectivement). Les cellules ont été colorées selon la méthode classique de Gram et ainsi que la coloration des endospores. D'autres analyses des deux isolats morphologiques, biochimiques et physiologiques ont été effectuées. Les échantillons de culture ont été collectés au point de temps initial (0 h), 12 et 20 h de croissance de *Brevibacillus borstelensis* et de *Streptomyces albogriseolus* cultivés dans un milieu de Jensen contenant du sulfosulfuron (10 ug/mL) à 37 °C dans des conditions d'agitation.

Après évaluation des produits de métabolites et de dégradation du sulfosulfuron dans ces échantillons par chromatographie liquide avec spectrométrie de masse. Un consortium microbien a été développé. Les échantillons de culture ont été collectés à 0, 12 et 20 heures de croissance initiale de *B. borstelensis* et *S.albogriseolus* cultivés ensemble dans le milieu de Jensen contenant du sulfosulfuron (10 ug/mL) à 37 °C sous agitation.

Les consortiums microbiens contenant *B. borstelensis* et *S.albogriseolus* ont réduit la concentration de sulfosulfuron de 10 ug/mL à l'heure initiale, à 8,34 ug/mL en 12 h et à 6,66

ug/mL en 20 h. Les métabolites détectés par LCMS-MS sont l'aminopyrimidine et une amine réarrangée dans la croissance de 12 h et 20 h des consortia. Les deux souches *B. borstelensis* et *S. albogriseolus* ont la capacité de dégrader avec succès les sulfosulfures dans les 10 à 20 h de croissance (Figure6). Cependant, la dégradation était presque la même dans la forme de *consortia* microbien. Ces souches microbiennes ont la capacité de dégrader les résidus de sulfosulfuron dans l'environnement du sol qui pourrait être exploré davantage en comprenant les mécanismes de dégradation au niveau génétique. Les efforts peuvent conduire à l'amélioration du potentiel des microorganismes pour dégrader efficacement le sulfosulfuron et donc de mieux agir (Arya *et al.*, 2016).



**Figure 6:** Réduction de la concentration de sulfosulfuron par *Brevibacillus brostelensis* et *Streptomyces albogriseolus* cultivé ensemble en consortia (Arya *et al.*, 2016).

#### 4. Dégradation de l'herbicide Apyros par les actinomycètes :

Une étude de la tolérance à forte concentration de l'herbicide Apyros a été faite sur 2 lots de souches d'actinomycètes (Tableau N°13). En premier temps, les souches d'actinomycètes du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>ème</sup> lot sont testées, pour leur tolérance vis à vis à l'herbicide Apyros, à une concentration 10 fois plus grande que la dose recommandée (1 g / l).

## CHAPITRE III : Discussion de certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron

**Tableau N° 13 : Tolérance des souches *d'actinomycètes* du 2<sup>ème</sup> lot à l'herbicide Apyros (Saci et Safane, 2015).**

Souches D'actinomycète	Croissance en présence de 1 g/L d'Apyros	Souches D'actinomycète	Croissance en présence de 1 g/L d'Apyros
A+	++	S9	-
A1	+++	S10	-
A3	-	S11	-
A7	+	S12	-
A8	++	S13	-
A5	++	S14	+
A9	-	S15	+
A10	+	S16	-
A11	-	S18	-
A11+	-	S30	++
A12	+++	S34	-
A104	-	S35	+
B11	-	S37	+
B11+	-	S42	-
B12	++	S44	-
B12+	-	S63	++
B104	++	S66	++
S+	++	S73	-
S1	++	S100	-
S2	-	S101	-
S3	-	S102	-
S4	-	S104	-
S105	++	S138	-
S108	++	S151	++
S118	++	S151+	++

### CHAPITRE III : Discussion de certaines recherches et expériences liées aux sulfosulfuron

(+++): Bonne croissance, (++) : croissance modérée, (+) : croissance faible, (-) : pas de croissance.

La tolérance d'une souche microbienne à un herbicide, n'est pas toujours un indice de sa capacité de le dégrader, en effet, Singh *et al.* (1999) ont rapportés que le champignon blanc *Trametes hirsutus* accumule l'herbicide Lindane sans le dégrader, pour cela, les souches d'actinomycètes tolérantes (déjà testées et approuvées la tolérance) sont soumises à un deuxième test, elles sontensemencées sur le milieu ISP 9 contenant l'herbicide Apyros comme seule source de carbone et d'énergie. La dégradation ou non de l'Apyros est appréciée en comparant la croissance avec celle obtenu sur le milieu ISP 9 additionné de glucose (contrôle positif) et celle obtenu sur le milieu ISP 9 sans aucune source de carbone (contrôle négatif).

Dix souches d'actinomycètes reconnues pour leur bonne tolérance à l'Apyros sont criblées à partir du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> lot, pour étudier leur capacité à utiliser l'Apyros comme seule source de carbone et d'énergie. Sur les dix souches d'actinomycètes testées, seulement les deux souches A1 et A12 présentent une bonne croissance sur le milieu ISP9 contenant l'herbicide Apyros comme seule source de carbone et d'énergie, les souches A5, A+ et G9 présentent une croissance modérée, et une faible croissance est observée pour les souches A8, G6 et G8 tandis que les souches G10 et G13 sont incapables d'utiliser l'Apyros comme SSCE (tableau 14). D'après les résultats obtenus, seules les souches (A1 et A12) ayant une bonne croissance sur le milieu de tolérance, sont capables d'utiliser l'herbicide Apyros comme seule source de carbone et d'énergie (Saci et Safane, 2015).

**Tableau N° 14 :** Capacité de souches tolérantes à utiliser l'herbicide Apyros comme seule source de carbone et d'énergie (Saci et Safane, 2015).

Les souches	A1	A2	A5	A+	A8	G6	G8	G9	G10	G13
<b>Croissance sur milieu</b>	++	++	++	++	+	+	+	++	-	-
<b>ISP9+ Apyros (SCE)</b>	+	+								

#### **4.1. Etude, *in vitro*, de la cinétique de dégradation de l'herbicide Apyros par les souches actinomycètes actives**

Dans les conditions expérimentales, le standard de l'herbicide étudié (Sulfosulfuron 75%) a un temps de rétention qui correspond à 1.9 min. Les résultats de l'analyse par chromatographie à haute performance en phase liquide, révèlent une dégradation progressive du produit au cours du temps : après 5 jours d'incubation, la concentration du Sulfosulfuron, varie de 75 mg/l à 2,43 mg/l pour la souche A1 et à 2,79 mg/l pour la souche A12. À partir du 5<sup>ème</sup> jour, les taux de diminution deviennent faibles, jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour où la concentration du sulfosulfuron atteint une valeur de 1,22 mg/l pour A1 (Figure 7) et 0,60 mg/l pour A12 (Figure 8).

Romesser *et al.*, (1986) révèlent, que *Streptomyces griseolus* métabolise plusieurs herbicides de la famille sulfonyleurée, via l'hydrolyse de groupement phényle, ainsi que Minghua *et al.*, (2011) qui ont étudié la capacité d'un actinomycète appartenant au genre *Rhodococcus* à dégrader un herbicide sulfonyleuré qui est le bensulfuron-méthyle (Saci et Safane, 2015).

**Tableau N° 15 : diminution de la concentration du sulfosulfuron (mg/L) en fonction du temps (Saci et Safane, 2015).**

	<b>Standard</b>	<b>Après 5 jours</b>	<b>Après 10 jours</b>	<b>Après 15 jours</b>
<b>A1</b>	<b>75</b>	<b>2,43</b>	<b>2,1</b>	<b>1,22</b>
<b>A12</b>		<b>2,79</b>	<b>1,22</b>	<b>0,6</b>

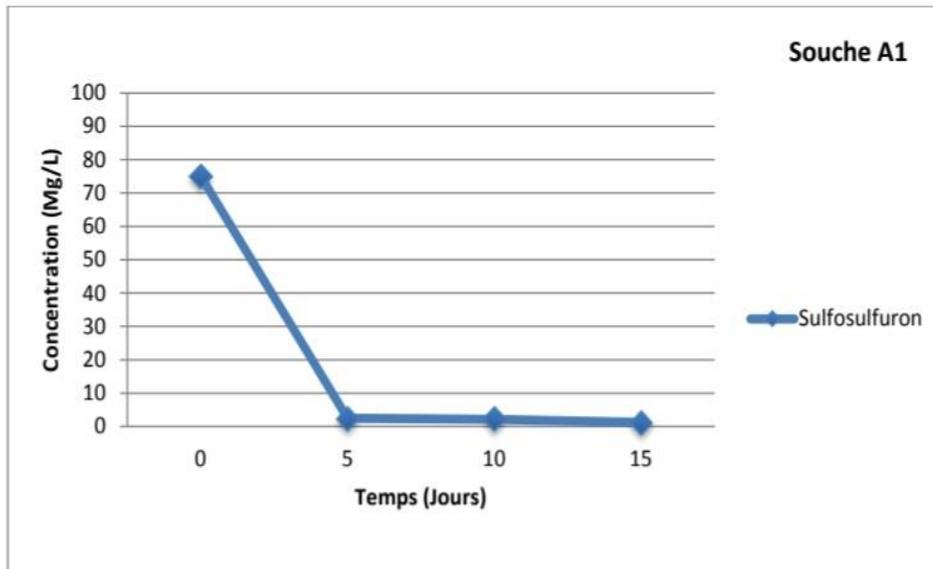


Figure7 : Cinétique de dégradation du Sulfosulfuron par la souche A1 (Saci et Safane, 2015).

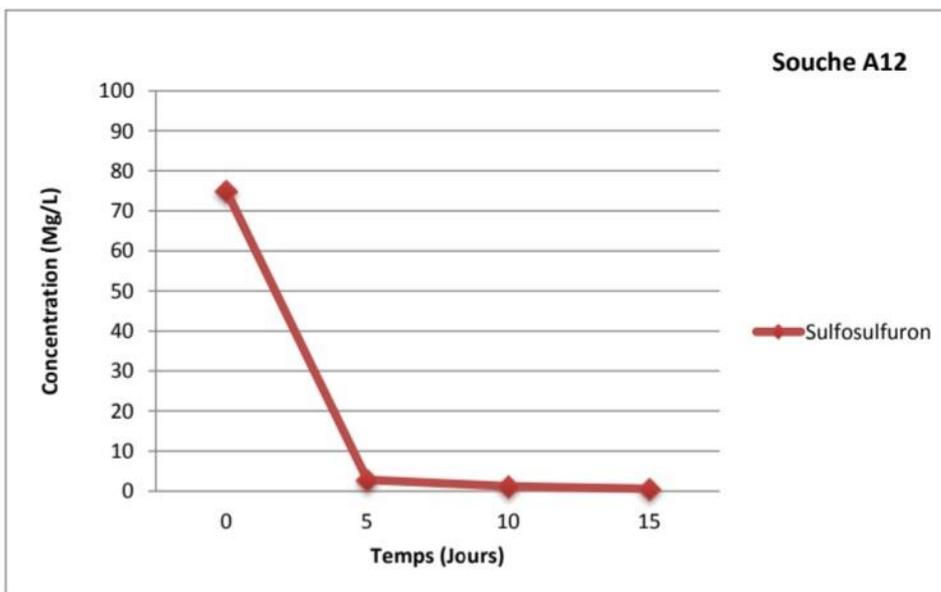


Figure8 : Cinétique de dégradation du Sulfosulfuron par la souche A12 (Saci et Safane, 2015).

### 5 Conclusion de l'examen par les pairs de l'évaluation des risques de sulfosulfuron

Le métabolisme primaire du sulfosulfuron a été étudié chez le blé après des applications au sol et foliaires, couvrant ainsi le groupe des cultures céréalières sur la base de cette étude le résidu pertinent pour la mise en application et l'évaluation des risques sur ce groupe de cultures a été défini comme étant le sulfosulfuron.

En ce qui concerne l'ampleur des résidus dans le blé, les GAP ont été étayées par un nombre suffisant d'essais supervisés sur les résidus. Cependant, des données supplémentaires sur la stabilité au stockage en congélateur sont nécessaires.

Des résidus quantifiables de sulfosulfuron ne sont pas attendu dans les cultures et comme l'exposition chronique ne dépasse pas 10 % d'ADI, il n'a pas été nécessaire d'étudier l'effet de la transformation industrielle et/ou domestique. Des facteurs de traitement spécifiques pour l'application des produits transformés ne sont donc pas proposés. L'incorporation potentielle des résidus du sol dans les cultures successives et en rotation a été étudiée chez la laitue, le radis, l'orge et le seigle. Ces études ont montré un métabolisme comparable à celui des cultures primaires et des résidus significatifs dans les cultures de rotation, à l'exception de la paille de céréales, ne sont pas attendus, à condition que le sulfosulfuron soit appliqué conformément aux GAPs soutenues dans le cadre de cette révision. Pour la paille de céréales, les données disponibles indiquent que les résidus pourraient être présents dans les mêmes quantités que dans les cultures primaires et des informations complémentaires sont nécessaires pour exclure la présence de résidus dans la paille de rotation.

La charge alimentaire résultant des utilisations subventionnées du sulfosulfuron a été calculée pour chaque type de bétail. Comme toutes les doses calculées représentaient moins de 0,1 mg/kg de DM la présence de résidus significatifs dans les produits d'origine animale n'est pas attendue et aucune MRLs n'est proposée.

Pour l'évaluation des risques pour le consommateur, les apports étaient inférieurs à 2% de laADI. Une ARfD n'a pas été fixée, et une évaluation du risque aigu n'est donc pas nécessaire. L'exposition supplémentaire des consommateurs au métabolite sulfosulfuron

guanidine présent dans les eaux souterraines au-dessus de 0,75 µg/L n'a pas pu être conclue car les informations sur la toxicité de ce métabolite sont manquantes (**Autorité européenne de sécurité des aliments, 2014**)

### 5.1. Effets sur les végétaux non visés

Certains rapports sur les effets des herbicides à base de sulfonilurée sont apparus, notamment des éclaboussures d'eau flottaient dans le verger depuis les champs voisins. Parce qu'il n'y a pas des données sur les effets et la toxicité des plantes ligneuses (**Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 1999**)

## 6. Identification des résidus de sulfosulfuron et de ses métabolites dans la cinétique dissipation du sous-sol et les facteurs influençant la stabilité et la dégradation des résidus de la terre dans les conditions de culture

La stabilité à long terme du sulfosulfuron a été étudiée dans le sous-sol dans les conditions naturelles de culture du blé. Les expériences ont été menées en l'application d'une formulation commerciale de sulfosulfuron sur le sol à 50 g/ha et 100 g/ha. Pour comprendre les facteurs qui influencent la persistance des résidus, deux expériences différentes ont été menées. Dans une expérience. Le blé a été cultivé une fois au début de la période d'étude de deux ans, puis ensuite, les parcelles n'ont pas été perturbées pendant le reste de la période. Dans une autre expérience, les cultures suivantes sont été poursuivies pendant la période d'étude. Dans les deux cas, le sulfosulfuron a été appliqué une seule fois au début de l'étude. Des échantillons de sol représentatif sont été collectés à des profondeurs de 0-5, 15, 30, 45,60 et 90 cm à différentes occasions d'échantillonnage déterminées à l'avance, 50, 100, 200, 300, 400, 500 et 600 jours après l'application de l'herbicide. Les échantillons de sol collectés ont été analysés pour les résidus de sulfosulfuron sous l'influence de la culture continue, les résidus de sulfosulfuron étaient relativement faibles par rapport aux échantillons de sol prélevés sur les parcelles agricoles maintenues sans aucune culture. Les résidus détectés situent dans la fourchette de 0,001 à 0,017 µg/g. Les échantillons prélevés de 30 à 45 cm ont montré des concentrations résiduelles plus élevées. Les échantillons de sol ont également montré la présence de produits de décomposition. Ces données ont été confirmées par LC-MS/MS. La relation entre la teneur en résidus de sulfosulfuron et les facteurs contribuant à la stabilité de la concentration de l'herbicide ont également été étudiés (**Atmakuru et al., 2006**).

## **7. Évaluation du sulfosulfuron pour le contrôle des dicotylédones et des graminées dans le blé (*Triticumaestivum*)**

Trois expériences ont été menées en 2003-2004 à différents endroits en Iran pour comparer l'efficacité du sulfosulfuron à 15, 19,95 et 24,90 g/ha comme nouveau herbicide à double usage avec certains herbicides actuellement appliqués, y compris le tribenuron méthyle, le clodinafoppropargyl, le diflufenican plus l'isoproturon comme herbicide à double usage, et le mélange en réservoir de clodinafoppropargyl plus tribenuron méthyle. Les herbicides ont été pulvérisés pendant le tallage du blé. Les résultats ont indiqué que le sulfosulfuron à 19,95 et 24,90 g/ha étaient des options appropriées pour le contrôle des dicotylédones et des graminées dans le blé, de sorte que les herbicides actuellement appliqués (clodinafoppropargyl et tribenuron méthyl) pourraient être remplacés par ces deux options (**Baghestani *et al.*, 2006**).

### **7.1 Persistance du sulfosulfuron dans le système de culture du blé**

La présence de résidus d'herbicides dans le sol n'endommage pas seulement les cultures sensibles suivantes mais affecte également la santé humaine et animale en raison de la bio- cumulation des résidus dans les produits agricoles. Ainsi, une expérience a été menée pour évaluer la persistance des résidus de sulfosulfuron appliqués dans la culture du blé en post- émergence à des taux d'application de 25, 50 et 100 g / ha<sup>-1</sup> pour contrôler les mauvaises herbes. Les résidus ont été évalués dans le sol de surface et de subsurface par HPLC en utilisant un détecteur à barrettes de diodes. Les résidus de sulfosulfuron se sont dissipés rapidement dans les sols de surface et de subsurface au cours de la période initiale. Après 150 jours, les résidus étaient inférieurs à 0,001 µg/g dans les échantillons de sol prélevés sur les parcelles traitées à 25 et 50 g/ ha<sup>-1</sup>. Cependant, à la dose de 100 g/ ha<sup>-1</sup>, les résidus n'ont pas été détectés après 200 jours dans les sols de surface et de subsurface. (**Sondhia et Singhai, 2008**).

## **8. Persistance du sulfosulfuron appliqué dans le blé sur la culture suivante de sorgho**

Une expérience de terrain a été menée en 2003 et 2004 dans la zone de recherche du département d'agronomie, CCS Haryana Agricultural University Hisar pour étudier l'effet de

la fréquence d'irrigation sur le comportement résiduel du sulfosulfuron appliqué dans le blé sur la culture de sorgho suivante en rotation. Sulfosulfuron appliqué dans le blé sur la culture suivante de sorgho en rotation. L'effet résiduel du sulfosulfuron a été évalué en effectuant des études de bio-essai sur des animaux. L'effet résiduel du sulfosulfuron a été évalué en effectuant des essais biologiques sur le sorgho dans un plan de parcelles divisées avec trois niveaux d'irrigation (3, 4 et 5) dans les parcelles principales et des traitements contre les mauvaises herbes (sulfosulfuron 25 et 50 g/ha, avec et sans mauvaises herbes) dans les sous-parcelles. Après la récolte du blé, la culture du sorgho a été plantée après un léger décapage sans perturber la disposition originale. Il a été constaté que le sulfosulfuron appliqué sur le blé persistait même 150 jours après son application sur le blé et que ses résidus dans le sol provoquaient des problèmes phytosanitaires. Ses résidus dans le sol ont causé une phytotoxicité à la culture suivante de sorgho. Population des plantes, hauteur des plantes, nombre de feuilles par plante, poids sec des pousses et des racines et rendement fourrager du sorgho ont été significativement réduits par le sulfosulfuron. A 60 jours 50 g de sulfosulfuron appliqué dans le blé a réduit la hauteur des plantes de sorgho, le poids des pousses sèches et des racines par plante de 56, 50, 50, 50 et 50 %. par plante de 56, 50, 70 et 57, 51, 71 % pendant la première et la deuxième année, respectivement, par rapport au témoin non traité. De même, le rendement en fourrage a été réduit de 73 et 75 % par 50 g de sulfosulfuron par rapport au témoin non traité au cours de la première et de la deuxième année d'étude, respectivement. L'effet résiduel du sulfosulfuron sur le sorgho n'a pas été trouvé pour être de la fréquence d'irrigation. Ni les paramètres de croissance ni le rendement fourrager du sorgho n'ont été affectés de manière significative par le nombre d'irrigations appliquées au blé. Par conséquent, on peut en déduire que l'augmentation de la fréquence d'irrigation n'a pas contribué à la dégradation ni à l'amélioration du rendement. La fréquence d'irrigation n'a pas aidé à la dégradation ni au lessivage du sulfosulfuron et e sorgho ne devrait pas être planté en rotation avec le blé là où le sulfosulfuron a été appliqué (**Pal Brar et al., 2007**).

### **9. Effet de l'application répétée d'herbicides à base de sulfonilurée sur le taux de dissipation du sulfosulfuron dans le sol**

L'accélération de la dégradation microbienne après des applications répétées du même pesticide ou d'un autre pesticide de structure chimique similaire est un phénomène connu. Actuellement, il existe peu d'informations sur la dégradation accélérée des herbicides à base

de sulfonyleurée (SU). Cette étude vise à évaluer l'effet d'applications répétées de SU sur le taux de dégradation de l'herbicide sulfosulfuron dans le sol. L'effet d'applications répétées de sulfosulfuron sur sa dégradation a été évalué dans deux sols, à l'aide d'une méthode d'analyse de l'eau, en utilisant un test biologique d'élongation des racines de sorgho. L'effet d'applications consécutives d'herbicides à base de sulfonyleurée au cours de trois ou quatre saisons a été examiné plus en détail dans un environnement contrôlé et dans une étude de terrain. La dégradation du sulfosulfuron a été déterminée à la suite de son application sur des échantillons de sol provenant du champ ou d'une étude au champ sur des échantillons de sol provenant du champ ou d'un environnement contrôlé, en mesurant les résidus de sulfosulfuron en utilisant la chromatographie liquide avec spectrométrie de masse en tandem. Après l'application répétée de sulfosulfuron dans l'essai biologique, le temps nécessaire pour réduire de 50 % la croissance des racines du sorgho a été raccourci de 31,6 %. Cependant, l'application consécutive de SUs dans l'environnement contrôlé n'a eu aucun effet sur la constante de vitesse de dégradation du sulfosulfuron. Cependant, la vitesse de dégradation du sulfosulfuron a été augmentée par un facteur de 1,35 après des applications consécutives de SUs dans le champ, par rapport au sol témoin non traité. Ces données confirment que la dégradation du sulfosulfuron pourrait être accrue par des applications répétées de sulfosulfuron qui pourrait réduire son efficacité herbicide (**Paporisch *et al.*, 2020**).

### 10. Aperçu de la toxicologie chez les mammifères et l'homme pour le sulfosulfuron

Le sulfosulfuron est un herbicide à base de sulfonyleurée à faible dose d'utilisation. Un examen de la base de données sur la toxicité du sulfosulfuron indique que la molécule présente une toxicité aiguë de faible ordre. Elle n'est pas génotoxique et n'est pas une substance toxique pour la reproduction, le développement ou le système nerveux. Il n'y a eu aucune indication de perturbation endocrinienne dans aucune étude réalisée avec la molécule. Les seuls résultats considérés comme un effet néfaste chez les animaux de laboratoire mammifères à la suite d'une exposition subchronique ou chronique prolongée au sulfosulfuron étaient isolés à l'appareil urinaire. Ces constatations sont survenues en même temps que des constatations de formation de lithiase urinaire à la suite d'un dosage chimique de haut niveau entraînant une hyperplasie épithéliale qui, dans quelques cas, a évolué vers la formation de tumeurs. Les informations sur le mode d'action permettent de conclure que ces tumeurs

résultent d'un processus non génotoxique, basé sur un seuil, qui est bien établi et largement considéré comme non pertinent pour les humains. Comme n'étant pas pertinent pour les humains. Compte tenu de son mode d'application à court terme et peu fréquent, de sa très faible dose d'utilisation et de ses résidus dans les cultures, les évaluations des risques globaux et cumulatifs indiquent que le sulfosulfuron présente des marges d'exposition substantielles et ne représente aucun danger significatif sur la santé humaine (**Healy *et al.*, 2003**).

### **11. Effet du sulfosulfuron sur la croissance des plantules du soja**

Le sulfosulfuron a un effet négatif sur la croissance des semis de soja. En effet, Les semis traités aux herbicides ont montré une croissance réduite [longueur, poids humide, Poids sec] Par rapport aux semis témoins, cette réduction est plus marquée que celle des semis témoins. Le dosage de l'herbicide est très important. La sulfadiazine a également provoqué une accélération Les semis de soja quittent la sénescence. D'après les résultats obtenus, les racines sont moins touchées que les tiges, 1% à 20% de la sulfonilurée appliquée sur les feuilles est transportée vers la tige et seulement 0,1% à 5% sont transportés vers les racines (**Bayer *et al.*, 1988**)

## CONCLUSION

Durant le développement des plantes cultivées, des adventices apparaissent et rentrent en concurrence avec la récolte. Pour éliminer ces mauvaises herbes, les agriculteurs ont d'abord adopté la méthode de désherbage manuelle. Puis, avec la progression scientifique et technologique ils ont opté pour la pratique de désherbage chimique par une utilisation rationnelle d'herbicides minéraux puis celle d'herbicides organiques.

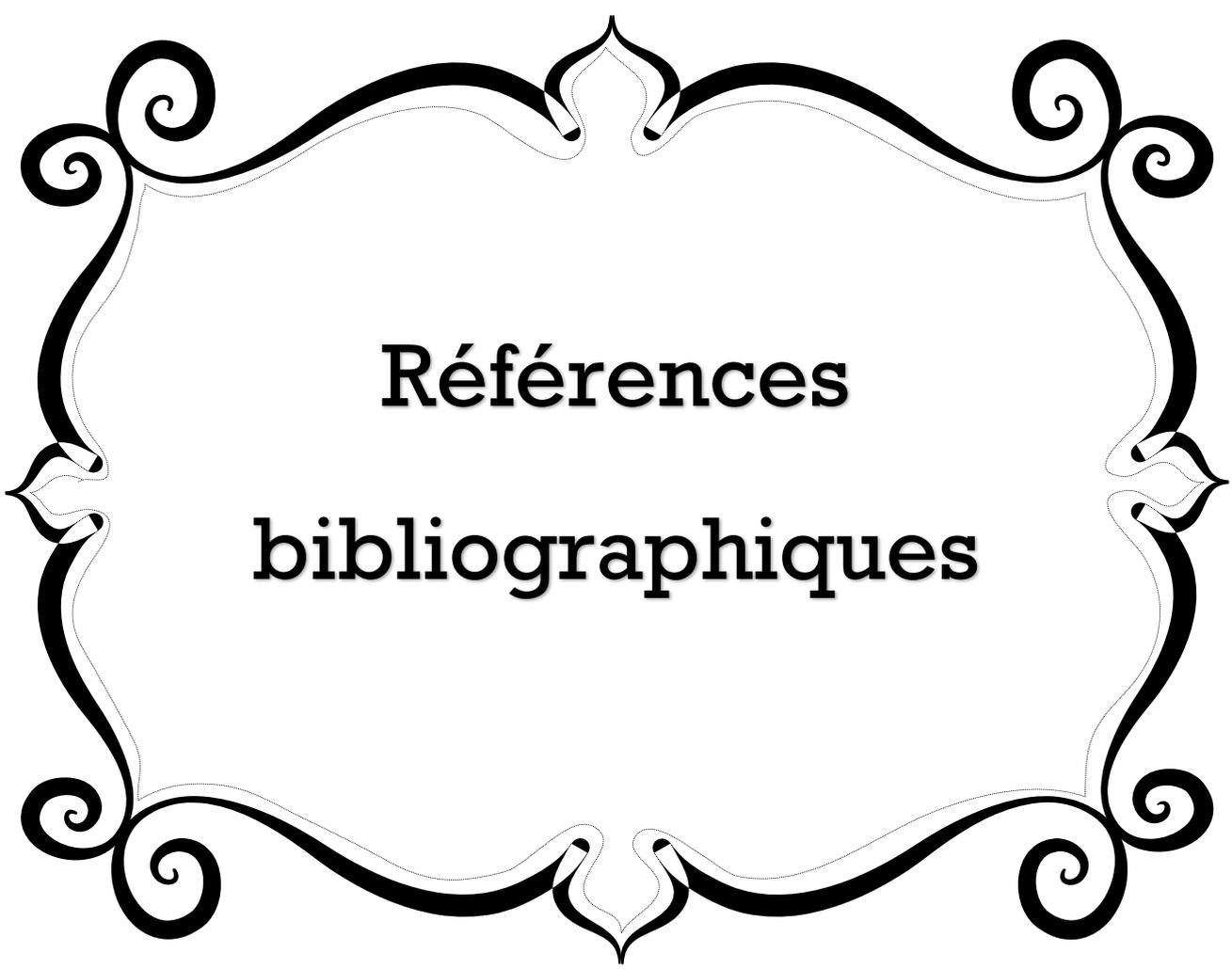
Le sulfosulfuron est une molécule caractérisée par une activité herbicide à dose très réduite (10 à 100 fois moins que les herbicides conventionnels) ce qui a permis son introduction rapide sur le marché des herbicides. C'est un herbicide systémique qui agit principalement au niveau du système racinaire où sur la surface des feuilles par l'intermédiaire de l'enzyme ALS qui inhibe la biosynthèse des acides aminés essentiels. Cet enzyme est présente uniquement chez les végétaux ce qui explique la forte phytotoxicité du sulfosulfuron et sa faible toxicité pour le règne animal et l'homme en particulier

Les herbicides à base du sulfosulfuron sont toxiques pour toutes les plantes ; seule la dose (10-40 g/ha) peut déterminer la sélectivité, donc le choix de la dose adéquate est très important.

La persistance de cette molécule dans le sol est strictement affectée par la variation de la température et le pH ainsi que l'humidité.

Cet herbicide est moins toxique pour l'environnement, car il est non rémanent et facilement biodégradable, cela pourrait faire de cette molécule, un excellent modèle de produit permettant une protection et une efficacité maximale pour les différentes cultures non cible.

Plusieurs microorganismes du sol sont impliqués dans la biodégradation du sulfosulfuron, tel que : *Brevibacillus borstelensis* et *Streptomyces albogriseolus* qui présentent une grande tolérance au sulfosulfuron et peuvent l'utiliser comme seule source de carbone et d'énergie.



**Références  
bibliographiques**

## Références

- Aceto Life Sciences, LLC.[en ligne] (page consultée le 09/14/2020).
- Adamczewski, K. (2000). Rozwój metod zwalczania i perspektywy ograniczania chwastów. *Progress in Plant Protection*, 40(1), 101-112
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, (1999). L'herbicide sulfosulfuron, document des décisions réglementaires. *Coordination des publications*. Ontario, Canada. p. 7.
- Andrea, M. M., Peres, T. B., Luchini, L. C., and Pettinelli, A. Jr. (2000). Impact of longterm pesticide application on some soil biological parameters. *J. Environ. Sci. Health B* 35, 297–307.
- APYROS .MONSANTO .[en ligne] (page consultée le 2018).
- Arya, R., Mishra, N. K., & Sharma, A. K. (2016). *Brevibacillus borstelensis* and *Streptomyces albogriseolus* have roles to play in degradation of herbicide, sulfosulfuron. *3 Biotech*, 6(2), 1-7.
- Assessment for Proposed Uses of the Herbicide Sulfosulfuron on Grass Forage, united states environmental protection agency (N° 361), P 1-37.
- Atmakuru, R., Elumalai, T. P., & Sivanandam, S. (2007). Identification of residues of sulfosulfuron and its metabolites in subsoil-dissipation kinetics and factors influencing the stability and degradation of residues from topsoil to subsoil under predominant cropping conditions. *Environmental monitoring and assessment*, 130(1), 519-528.
- Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Jamali, M., & Maighany, F. (2007). Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. *Crop protection*, 26(9), 1385-1389.
- Battaglin W.A., Furlong E.T., Burkhardt M.R. et Peter C.J.,
- Bechtel, C.L., 1994a. Acute inhalation study of MON 37532 herbicide. *Monsanto Company*, unpublished report.
- Beyer, E.M., Duffy, M.F., Hay, J.V., and Schlueter, D.D. (1988). Sulfonylurea. In *Herbicides: Chemistry, Degradation, and Mode of Action*, P.C. Kearney, and D.D. Kaufman, eds. (New York), pp. 117–183.
- Bonnette, K.L., 1993a. Acute oral toxicity study in rats with MON 37500. *Monsanto Company*, unpublished report
- Bounadi, F., & Mammeri, K. (2017). Contribution à l'étude de l'utilisation des produits phytosanitaires dans quelques vergers de la région de BOUIRA (Doctoral dissertation, Université de Bouira).
- Brar, A. P., Punia, S. S., Yadav, A., & Malik, R. K. (2007). Persistence of sulfosulfuron applied in wheat on succeeding crop of sorghum. *Indian Journal of Weed Science*, 39(1and2),
- Calvet, R., E. Barriuso, C. Bedos, P. Benoit, M.P. Charney, and Y. Coquet (2005). Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. *France Agricole Editions FSA* .four seasons agribusiness [en ligne]

- Davies, J., Honegger, J. L., Tencalla, F. G., Meregalli, G., Brain, P., Newman, J. R., & Pitchford, H. F. (2003). Herbicide risk assessment for non-target aquatic plants: sulfosulfuron - a case study. *Pest Management Science*, 59(2), 231–237. doi:10.1002/ps.625
- Délye C., Zhang X.-Q., Michel S., Matějček A., Powles S.B., 2005. Molecular bases for sensitivity to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in black-grass. *Plant Physiology* 137, 794-806.
- European Commission, Guidance document of aquatic ecotoxicology in the context of the Directive 91/414/EEC, Sanco/3268/2001 rev. 4 (final), pp. 1–62 (2002). Available: [http://europa.eu.int/comm/food/plant/protection/resources/publications\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/plant/protection/resources/publications_en.htm) [15 December 2004].
- European Food Safety Authority (EFSA), (2014). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfosulfuron. Parma, Italy. 12(7), 7-8.
- European Food Safety Authority. (2014). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfosulfuron. *EFSA Journal*, 12(7), 3764.
- Farmalinx partners in agriculture.[en ligne] (page consultée le 02/2014).
- Guibiao Y, Wei Z, Xin C, Canping P, Shuren J (2006) Determination and quantitation of ten sulfonylurea herbicides in soil samples using liquid chromatography with electrospray ionization mass spectrometric detection. *Chin J Anal Chem* 34:1207–1212.
- Healy, C. E., Heydens, W. F., & Naylor, M. W. (2004). Mammalian toxicology overview and human risk assessment for sulfosulfuron. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 39(3), 310-324.
- Hughes J.B., Thomas J.M., Ward C.H., 1995, *Environ. Toxicol & Chem.*, Vol.14, n06, 953-959: Effect of surfactant addition on phenanthrene biodegradation in sediments.
- Josiane Champolivier, *Terres INOVIA: l'agriculture en mouvement*, (2019). Editions Terres Inovia : Centre de Grignon. Avril 2019.
- Khelifa N., Abrous O. & Aïd F., (2003). Effets du sulfosulfuron sur la germination et la croissance des plantules de Soja (*Glycine max L*) *Annales de l'institut national Agronomique*, El Harrach. Vol. 24, 1 et 2.
- Khler, H.-R., and Triebkorn, R. (2013). Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond. *Science*. 341, 759–765.
- Kiefer, K., Müller, A., Singer, H., Hollender, J., New relevant pesticide transformation products in groundwater detected using target and suspect screening for agricultural and urban micropollutants with LC-HRMS, *Water Research* (2019).
- Mehdizadeh M, Alebrahim MT, Roushani M, Streibig JC (2016) Evaluation of four different crops' sensitivity to sulfosulfuron and tribenuron methyl soil residues. *Acta Agric Scand Sect B* 66:706–713

- MinghuaXiong, Chunyan Li, Junbo Pan, Xia Osong Cheng & Chuanwu Xi,(2011). Isolation and characterization of Rhodococcus Sp. BX2 capable of degrading bensulfuron methyl. *African journal of microbiology research*, vol.5 (25), P.4296-4302
- Monsanto company.[en ligne] (page consultée le25/09/2007).
- Nalewaja, J. D., & Adamczewski, K. A. (1988). Thiameturon phytotoxicity to kochia (*Kochia scoparia*). *Weed science*, 36(3), 296-300.
- Nègre, M., Baiocchi, C., and Gennari, M. (2005).Cinosulfuron: chemical and biological degradability, adsorption and dissipation in flooded paddy field sediment. *Pest Manag. Sci.* 61, 675–681
- Palm, H. L., Riggleman, J. D., & Allison, D. A. (1980). Worldwide review of the new cereal herbicide-DPX 4189. In Proceedings of the 1980 British Crop Protection Conference-Weeds(15th British Weed Control Conference), 17-20 Nov. 1980, Brighton, Eng.;[comps. C. Wheeler, J. Holroyd, Programme Committee, ARC Weed Research Organ.]. [Croydon, Surrey]: *British Crop Protection Council*,[1980]..
- Paporisch, A., Laor, Y., Rubin, B., & Eizenberg, H. (2020). Effect of repeated application of sulfonylurea herbicides on sulfosulfuron dissipation rate in soil. *Agronomy*, 10(11), 1724.
- Pest and lawn (2021), *Solution Pest and Lawn*, 2021 [en ligne] (page consulté le 18 /06/2021). <https://www.solutionsstores.com/sulfosulfuron>
- Princes, J. L.; Guinivan, R. A. Analysis of chlorimuron-ethyl in crops by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 1988, 36, 63-69.
- Rahman A, James TK, Trolove MR, Dowsett C (2011) Factors affecting the persistence of some residual herbicides in maize silage fields. *N Z Plant Prot* 64:125–132
- Romesser, J.A., O’Keefe, D.P., (1986). Induction of cytochrome P-450-dependent sulfonylureametabolism in *Streptomycesgriseolus*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*140,
- Saci K., Safane A., 2015. Isolement des souches d’actinomycètes d’un sol agricole contaminé par l’herbicide Apyros et étude de leur capacité à le dégrader.thèse de Master Microbiologie générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes. Université de Constantine.
- Saha et Kulshrestha. 2002.Division of Agricultural Chemicals, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110012, India.*J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4572-4575
- Santin-Montanya I, Alonso-Prados JL, Villarroya M, Garcia- Baudin JM (2006) Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. *J Environ Sci Health B* 41:781–793.
- Sarah J. Levy, Kelly M. Lowe, P.V. Shah, Ph.D., (2008). Human Health Risk
- Scalla, R., & Gauvrit, C. H. (1991). Mécanismes d'action phytotoxique des autres familles d'herbicides. Scalla, R., *Editor*, 115-191.

- Singh BK, Kuhad RC, Singh A, Lal R & Tripathi K K., (1999). Biochemical and molecular basis of pesticide degradation by microorganisms. *Crit Rev Biotechnol*, 19: 197–
- Singles, S. K.; Dean, G. M.; Kirkpatrick, D. M.; Mayo, B. C.; Langford-pollard, A. D.; Barefoot, A. C.; Bramble, F. Q., Jr. Fate and behaviour of flupyr-sulfuron-methyl in soil and aquatic systems. *Pestic. Sci.* 1999, 55, 288-300.
- Sondhia, S., & Singhai, B. (2008). Persistence of sulfosulfuron under wheat cropping system. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 80(5), 423-427.
- Sulfonylureas. In *Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action*; Kearney, P. C., Kaufman, D. D., Eds.; Dekker: New York, 1988; Vol. 3, pp 117-189.
- *Terres Inovia*, 2019. Colza : vigilance après les sulfonylurées au printemps sur précédent céréales [en ligne] (page consulté le 30 juin 2021).
- Top, E. M. and D. Springael, 2003 - The role of mobile genetic elements in bacterial adaptation to xenobiotic organic compounds. *Current Opinion in Biotechnology*. 14, 262-269.
- Tranel P.J., Wright T.R, Heap I.M., 2008. Mutations from herbicide-resistant weeds. <http://www.weedscience.com>
- Occurrence of sulfonylurea, sulfonamide, imidazolinone and other herbicides in rivers, reservoirs, and ground water in the Midwestern United States, 1998. *Sci. Tot. Envr.*, 248 : 123 -133.
- Wang NX, Tang Q, Ai GM, Wang YN, Wang BJ, Zhao ZP, Liu SJ (2012) Biodegradation of tribenuron methyl that is mediated by microbial acidohydrolysis at cell-soil interface. *Chemosphere* 86:1098–1105
- Yan L, Jing Z, Lin R, Yongxin L, Xiaoli Z (2016) Application of solvent demulsification-dispersive liquid-liquid microextraction based on solidification of floating organic drop coupled with high performance liquid chromatography in determination of sulfonylurea herbicides in water and soil. *J Braz Chem Soc* 27:1792–1799

## **Site web**

- Consulté le 22/07/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilgOTsgofzAhWHhP0HHSsoDW0QFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.fourseasonsag.com%2Fsulfosulfuron-750wg-e-label-210x297-proof%2F&usg=AOvVaw14myjbdODEvteax-c6\\_2Ru](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwilgOTsgofzAhWHhP0HHSsoDW0QFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.fourseasonsag.com%2Fsulfosulfuron-750wg-e-label-210x297-proof%2F&usg=AOvVaw14myjbdODEvteax-c6_2Ru)

- Consulté le 06/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwuiqoruhYfzAhUNhf0HHRrKDIYQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.farmalinx.com.au%2Fwp-content%2Fuploads%2Fpdf%2FSulfosulfuron%2520750%2520WG\\_500g\\_12PP\\_Booklet\\_Web.pdf&usg=AOvVaw0zM9As6M5s\\_qVH3vzDI837](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwuiqoruhYfzAhUNhf0HHRrKDIYQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.farmalinx.com.au%2Fwp-content%2Fuploads%2Fpdf%2FSulfosulfuron%2520750%2520WG_500g_12PP_Booklet_Web.pdf&usg=AOvVaw0zM9As6M5s_qVH3vzDI837)

- Consulté le 13/08/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiBksTQiofzAhV\\_hf0HHblVBOoQFnoECAIQQAQ&url=https%3A%2F%2Fgroupesaos.com%2Fapyros-p78.html&usg=AOvVaw188ps2RO4Oba6vKsw9eznU](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiBksTQiofzAhV_hf0HHblVBOoQFnoECAIQQAQ&url=https%3A%2F%2Fgroupesaos.com%2Fapyros-p78.html&usg=AOvVaw188ps2RO4Oba6vKsw9eznU)

- Consulté le 03/09/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKv4jSk4fzAhVRhP0HHaozDOkQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww3.epa.gov%2Fpesticides%2Fchem\\_search%2Fppls%2F002749-00596-20200914.pdf&usg=AOvVaw3Box2EL3IXXYgUsnwLLViC](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKv4jSk4fzAhVRhP0HHaozDOkQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww3.epa.gov%2Fpesticides%2Fchem_search%2Fppls%2F002749-00596-20200914.pdf&usg=AOvVaw3Box2EL3IXXYgUsnwLLViC)

- Consulté le 20/08/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh\\_0HHRRLCusQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.domyown.com%2Fcertainty-herbicide-125-oz-p-1339.html&usg=AOvVaw3Tc2NwUkNd2QhBYOW6Q5GV](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh_0HHRRLCusQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.domyown.com%2Fcertainty-herbicide-125-oz-p-1339.html&usg=AOvVaw3Tc2NwUkNd2QhBYOW6Q5GV)

- Consulté 20/08/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh\\_0HHRRLCusQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Flabelsds.com%2Fimages%2Fuser\\_uploads%2FCertainty%2520Label%252012-1-16.pdf&usg=AOvVaw18Gfl6XFzOtzkYvToQZDdV](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh_0HHRRLCusQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Flabelsds.com%2Fimages%2Fuser_uploads%2FCertainty%2520Label%252012-1-16.pdf&usg=AOvVaw18Gfl6XFzOtzkYvToQZDdV)

- Consulté 03/09/2021

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh\\_0HHRRLCusQFnoECCwQAQ&url=https%3A%2F%2Fstore.doyourownpestcontrol.com%2Fcertainty-herbicide&usg=AOvVaw1uCoMv2QG4CWUxXnFkmqbX](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUj8SXgYnzAhUIh_0HHRRLCusQFnoECCwQAQ&url=https%3A%2F%2Fstore.doyourownpestcontrol.com%2Fcertainty-herbicide&usg=AOvVaw1uCoMv2QG4CWUxXnFkmqbX)

- Consulté 13/07/2021

<https://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/strategie-technique-culturelle/article/interculture-apres-colza-gerer-les-repousses-et-les-adventices-217-150847.html>

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Filière : Ecologie et Environnement  
Spécialité : Ecologie Microbienne**

## **Le Sulfosulfuron**

### **Résumé**

Le sulfosulfuron est une molécule caractérisée par une activité herbicide à dose très réduite (10 à 100 fois moins que les herbicides conventionnels) ce qui a permis son introduction rapide sur le marché des herbicides. Il apparaît dans tous les programmes de désherbage du monde car il a connu un très grand succès non seulement grâce à son efficacité sur un très large spectre de mauvaises herbes, mais surtout aussi à sa dose d'utilisation qui ne dépasse pas 10 à 40 g/ha et sa faible toxicité sur l'homme et les mammifères. Le rôle majeur du sulfosulfuron est d'inhiber l'ALS (Acétolactate synthase) qui est une enzyme présente uniquement chez les végétaux ce qui explique la forte phytotoxicité de ce dernier et sa faible toxicité pour le règne animal et l'homme en particulier. Des recherches ont prouvé que son utilisation à long terme et à forte dose peut potentiellement produire des tumeurs peu pertinentes pour l'évaluation de risque chez l'homme. Cependant, des études ont démontré qu'il y a aucun effet significatif sur la biomasse microbienne du sol. D'autres recherches ont prouvé que les molécules du sulfosulfuron qui arrivent dans les milieux aquatiques par dérive de pulvérisation, ruissellement et lessivage ne peuvent avoir aucun potentiel de toxicité sur la végétation aquatique non ciblée. La dégradation de cette molécule dans le sol est strictement reliée à la variation de la température et le pH. Cette dégradation est réalisée par plusieurs souches telles que *Brevibacillus borstelensis* et *Streptomyces albogriseolus*.

**Mot clés :** sulfosulfuron, herbicide, dégradation, environnement, toxicité

### **Membre du jury :**

**Présidente du jury:** Bouzeraib Latifa (MAA-UFM Constantine1).

**Rapporteur:** Zermane Ferial (MAA-UFM Constantine1).

**Examinatrice:** Hachemi Zoubeida (Université 3 Saleh Bounnider).

**Présenté par :**  
**ALLIOUCHE HASNA**  
**AGOUN KENZA**

**Année universitaire : 2020-2021**