

ESTIMATION DE RISQUE DE POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES PAR CINQ HERBICIDES DANS LA REGION DE OUARGLA À L'AIDE D'UN INDICATEUR BASE SUR UN SYSTEME EXPERT « LOGIQUE FLOUE »  
**SLAMENE NACEREDDINE<sup>(1)</sup>, IDDER-IGHILI HAKIMA<sup>(2)</sup>, DADAMOUSSA MOHAMED LAKHDAR<sup>(3)</sup> & KECHICHED RABAH<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Université KASDI Merbah -Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Ouargla 30000 Algérie zft\_nasro@yahoo.fr.

<sup>(2)</sup> Université KASDI Merbah -Ouargla, Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Ouargla 30 000 Algérie. idder.ighili@yahoo.fr

<sup>(3)</sup> Université KASDI Merbah -Ouargla, Laboratoire de Bioressources Sahariennes, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 30000 Ouargla Algérie. dadahami@gmail.com

<sup>(4)</sup> Université KASDI Merbah Ouargla, Laboratoire des Réservoirs Souterrains: Pétroliers, Gaziers et Aquifères. kechiched.ra@univ-ouargla.dz

### Résumé poster

Cette étude vise à estimer le risque de transfert de cinq herbicides vers les eaux souterraines de la région de Ouargla à l'aide d'un indicateur basé sur un système expert « logique floue ». Il prend en considération les caractéristiques physico-chimiques des matières actives, de celles du milieu et les conditions d'application. Le modèle de l'indicateur est programmé par le logiciel MATLAB. La liste des herbicides qui fait l'objet de cette étude est le résultat d'une enquête auprès de différents acteurs de l'agriculture dans la région d'étude. Les résultats montrent que Tribenuron-Méthyl présente un risque majeur de l'ordre de 76,80%, tandis que le Sulfo-sulfuron est de moindre risque avec 60,90%, par contre le reste des herbicides (2,4 Dichlorophenoxy Acétique, Glyphosate et Clethodime) ne montrent aucun risque de transfert, où ces derniers varient sensiblement en fonction de l'indice d'ubiquité dans les eaux souterraines de Gustafson (GUS) et le type de couverture végétale du sol.

Mots clés : Herbicide, pollution, logique floue, transfert, eaux souterraines, Ouargla.

### Introduction :

Sous l'effet de de l'extension et le développement de l'agriculture saharienne, les agriculteurs ont des tendances à utiliser des intrants agricoles, comme les produits phytosanitaires. Face à cette situation, et en raison des risques potentiels liées à l'utilisation de ces produits phytosanitaires vis-à-vis l'homme et l'environnement, il est mieux de les évaluer pour mieux les gérer en terme de risques de pollution des différents compartiments de l'environnement.

L'objectif du présent travail s'inscrit dans le cadre de l'estimation le risque de transfert de cinq herbicides vers les eaux souterraines de la région de Ouargla à l'aide d'un indicateur basé sur un système expert « logique floue ».

### Matériel et méthodes

Pour atteindre l'objectif visé, la démarche adoptée est synthétique-analytique. Elle consiste sur la collecte des données sur les herbicides dans les sites d'études à l'aide des enquêtes préliminaires par questionnaire chez certains agriculteurs dans la région de Ouargla et Taibet, ainsi que des enquêtes chez les différents organismes d'agriculture (directions des services agricoles, Coopératives de Céréales et de Légumes Secs), et aussi chez les points de vente des produits phytosanitaires. Ces enquêtes ont été suivies par une étude d'analyse de risque de l'utilisation de ces derniers sur les eaux souterraines.

#### - La fiche d'enquête

Pour avoir une idée sur les utilisations des herbicides et les pratiques phytosanitaires dans la zone d'étude, nous avons élaboré une fiche d'enquête pour la collecte des données. Elle consiste à collecter essentiellement les données relatives aux :

- Matières actives des herbicides utilisés
- Les doses les plus utilisés
- Type d'application (sur la plante, sur le sol, dans le sol)
- **Les herbicides qui font l'objet de cette étude**
  - Tribenuron-Methyl
  - Sulfo-sulfuron
  - 2,4 Dichlorophenoxy
  - Glyphosate
  - Clethodime
- **Les bases de données utilisées**
  - L'index des produits phytosanitaires à usage agricole
  - Le logiciel de la base de données sur les sols du monde *HWSD (The Harmonized World SoilDatabase)*, Ce logiciel fourni les informations nécessaires pour calculer le risque de transfert des insecticides dans le sol et la nappe phréatique, qui résumant dans les la texture dominante et leur fractions (sable, limon et argile), ainsi que le pH, la conductivité électrique cationique (CEC), le pourcentage du carbone organiques, la salinité,...sur deux couches (de 0 à 30 cm et de 30 à 100 cm).
  - Base de données des propriétés des pesticides, Base de données des propriétés des pesticides (*PPDB: Pesticide Properties Data Base*) est une base de données relationnelle complète des pesticides physicochimiques et éco toxicologiques. Elle a été développé par l'Unité de recherche Agriculture & Environnement (*AERU*) à l'Université de Hertfordshire (Royaume-Unis Britanniques), à partir de la base de données qui a accompagné l'origine de l'*EMA* (gestion de l'environnement de l'agriculture).
- **Logiciels utilisés**
  - Logiciel "EXCEL"
  - Logiciel "MATLAB", Ce logiciel comporte une boîte d'outils relatifs à la logique floue qui a été utilisée dans la programmation pour estimer le risque de transfert des herbicides vers les eaux souterraines.
- **un indicateur d'impact environnemental d'herbicides basé sur un système expert à logique floue :**

C'est un outil robuste, capable de travailler avec des données incertaines ou imprécises et permettant l'agrégation de variables d'entrée disparates de façon uniforme (**Bouchon-Meunier, 1993**). Le système expert que nous décrivons ici est le reflet d'une perception d'expert de l'impact environnemental possible d'un traitement herbicide d'une culture dans la région de Ouargla.

Pour le module « risque de transfert des herbicides vers les eaux souterraines », on construit un ensemble de règles de décision pour attribuer des valeurs entre 0 et 1 (Figure 1) à une variable de sortie en fonction du degré d'appartenance de ses variables d'entrée aux sous-ensembles flous F et D (Figure 14). Pour calculer les modules et l'indicateur, nous nous sommes servis de la méthode d'inférence de Sugeno (**Sugeno, 1985**).

- **Risque de pollution des eaux souterraines**

Le module *Risque de pollution des eaux souterraines* traduit le risque pour un herbicide d'atteindre les eaux souterraines par lessivage et d'en affecter les usages tels que la boisson. Sa valeur dépend de 4 variables d'entrée (**Hayo et al.,1998**):

- Lessivabilité de l'hericide ;

- Type d'application du pesticide (sur la plante, sur le sol, dans le sol) ;
- Risque de lessivage engendré par le type de sol ;
- Toxicité de l'herbicide pour l'Homme.

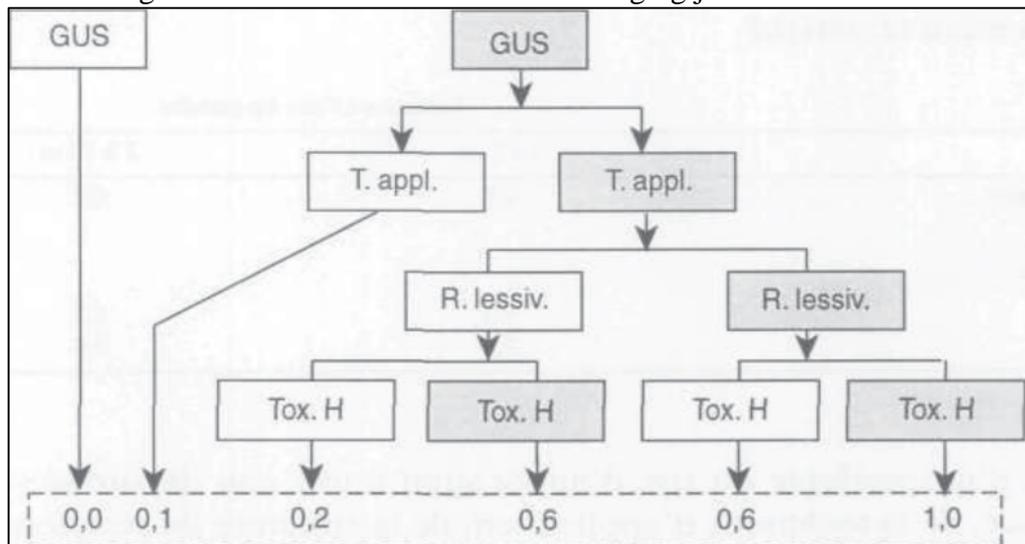
Nous employons l'indice d'ubiquité dans l'eau souterraine de Gustafson (GUS), pour classer les herbicides en fonction de leur Lessivabilité, c'est-à-dire du danger qu'ils présentent pour les eaux souterraines.

$GUS = \log_{10}(DT50) (4 - \log_{10}(Koc))$ .

Où : DT50 : le temps de demi-vie de l'herbicide (jours)

Koc : le coefficient de partage carbone organique-eau

La toxicité de l'herbicide envers l'homme est exprimée en fonction du dose journalière de la matière active absorbée tout au long de la vie, apparaît sans risque appréciable au regard des connaissances actuelles en mg/kg/jour.



**Figure 1.** Effet des variables d'entrée *Lessivabilité* (GUS), *Type d'application* (T. appl.), *Risque de lessivage* (R. lessiv.) et *Toxicité pour l'Homme* (Tox. H) sur les valeurs des conclusions des règles de décision pour le module *Rsou* en fonction de leur appartenance aux ensembles flous F (favorable, rectangles clairs) ou D (défavorable, rectangles grisés) (Hayo et al., 1998).

### Résultats et discussions

A partir des résultats des enquêtes que nous avons menées auprès des différentes structures agricoles de la région en relation avec les produits phytosanitaires. Nous pouvons constater que d'après le tableau 1, les herbicides occupent le troisième rang parmi les autres catégories

**Tableau 1.** Place des insecticides parmi les autres catégories dans les sites d'études

Pesticides	Nombre de produits	Pourcentage
Insecticides	42	55,26%
Fongicides	16	21,05%
Herbicides	10	13,16%
Insecticides-Acaricides	04	05,26%
Acaricides	03	03,95%
Nématocides	01	01,32%
Total	76	100%

Les résultats de l'analyse de Risque de pollution des eaux souterraines montrent que Tribenuron-Methyl présente un risque majeur de l'ordre de 76,80%, tandis que le Sulfo-sulfuron est de moindre risque avec 60,90%, par contre le reste des herbicides (2,4 Dichlorophenoxy Acétique, Glyphosate et Clethodime) ne montrent aucun risque de transfert, où ces derniers varient sensiblement en fonction de l'indice d'ubiquité dans les eaux souterraines de Gustafson (GUS) et le type de couverture végétale du sol.

### **Références Bibliographiques**

**Bouchon-Meunier, B.**, 1993. La logique floue. Presses Universitaires de France, Paris, France.

**Castany, G.**, 1982. Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie Tunisie). Aquifères du continental intercalaire et du complexe terminal. Bull. BRGM 2 III, Vol. 2, 127-167.

**Clavet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.-P., Coquet Y.**, 2005. Les pesticides dans le sol conséquences agronomiques et environnementales. France Agricole. Paris, 625 p.

**Cornet, A. & Gouscov, N.**, 1952. Les eaux de Crétacé inférieur continental dans la Sahara algérien (nappe dite "Albien"). In: "La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie". 19<sup>ème</sup>. Congrès géologique international. T. II, 30p

**Debus I.G., Brown C.D. & Beulke S.**, 2000. Sensitivity analyses for leaching models used for pesticides registration in Europ. In: Clavet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.-P., Coquet Y. (Eds). Les pesticides dans le sol conséquences agronomiques et environnementales. France Agricole. Paris.

**Fournier J.**, 1988. Chimie des pesticides. Technique et documentation-Lavoisier. Paris, 344

**Hayo M.G., Werf V.D. et Zimmer C.**, 1998. Un indicateur d'impact environnemental de pesticides basé sur un système expert à logique floue. Courrier de l'environnement de l'INRA n°34, juillet 1998. 20 p.

**DPVCT (Direction de Protection des Végétaux et du Contrôle Technique)**. 2011. Index des produits phytosanitaires à usage agricole. Alger, 204 p.

**Sugeno M.**, 1985. An introductory survey of fuzzy control. Inform. Science. 36, pp. 59-83.

**UNESCO.**, 1972. Projet reg 100. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport sur les résultats du projet, UNESCO, Paris. 78p.

**Van den Berg F., Boesten J.J.T.I.**, 1999. Pesticide leaching and accumulation model (PESTLA), version 3.4. In: Clavet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M.-P., Coquet Y. (Eds). Les pesticides dans le sol conséquences agronomiques et environnementales. France Agricole. Paris.