

# Risques de pollution environnementale par l'utilisation des pesticides en maraîchage : cas des exploitations de Sakaby et de Dogona à Bobo-Dioulasso

---

OUEDRAOGO Rayangnéwendé Adèle<sup>1\*</sup> ; POODA Lamine<sup>1</sup> ;  
KAMBIRE Fabèkourè Cédric<sup>1</sup> ; KONE Martine<sup>1</sup>

## Résumé

La nécessité de réglementer l'usage des pesticides en maraîchage exige une évaluation des risques liés aux pratiques phytosanitaires. Ainsi, l'indicateur « EPRIP » (Environmental Potential Risk Indicator for Pesticides) a été utilisé pour évaluer les risques de toxicité liés à l'usage des pesticides dans les compartiments de l'environnement et le risque environnemental global sur le site de Sakaby et Dogona (Burkina Faso). Des données ont été collectées dans 30 exploitations à travers une enquête et des mesures de terrain. Les points de risque de toxicité (RP) par compartiment et le score global de toxicité ont été calculés par substance active et par spéculation. La majorité des pesticides utilisés sont des pyréthriinoïdes (91%) avec comme matières actives l'acétamipride (38%), le cyperméthrine (31%) et le lambda-cyhalothrine (31%). Les doses d'apport de ces pesticides peuvent atteindre 51 fois la norme recommandée. D'où des risques significatifs de toxicité dans les eaux et le sol. L'air présente un risque faible de pollution pour toutes les matières actives. En somme, le seuil alarmant des risques de toxicité des pesticides dans les eaux et le sol ( $RP \geq 3$ ), suggère que des mesures soient prises pour un meilleur suivi des producteurs et une transition vers des pratiques agroécologiques.

**Mots clés :** Pollution, pesticides, maraîchage, Bobo-Dioulasso, Indicateur «EPRIP»

## Risks of environmental pollution linked to the use of pesticides in market gardening: case of the Sakaby and Dogona farms in Bobo-Dioulasso

### Abstract

The need to regulate the use of pesticides in market gardening requires an assessment of the risks linked to phytosanitary practices. Thus, the "EPRIP" indicator (Environmental Potential Risk Indicator for Pesticides) was used to assess the toxicity risks linked to the use of pesticides in environmental

---

<sup>1</sup> Centre National de Recherche Scientifique et Technologique / Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologiques, 03 BP 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso

\*Auteur de correspondant : Email : [delaoued@hotmail.fr](mailto:delaoued@hotmail.fr)

compartments and the overall environmental risk at Sakaby and Dogona (Burkina Faso). Data was collected in 30 fields through a survey and field measurements.

The toxicity risk points (RP) per compartment and the overall toxicity score were calculated per active substance and per speculation. The majority of the pesticides used are pyrethroids (91%) with acetamiprid (38%), cypermethrin (31%) and lambda-cyhalothrin (31%) as active ingredients. Intake doses of these pesticides can reach 51 times the recommended standard. Hence significant risks of toxicity in water and soil. The air presents a low risk of pollution for all active ingredients. In short, the alarming threshold of pesticide toxicity risks in water and soil ( $RP \geq 3$ ), suggests that measures should be taken for better monitoring of producers and a transition to agro-ecological practices.

**Key words:** Pollution, pesticides, market gardening, Bobo-Dioulasso, "EPRIP" indicator

## Introduction

Pour faire face à une forte pression parasitaire et aux risques de perte totale des rendements, les producteurs maraîchers utilisent de plus en plus des pesticides (SOUGNABE *et al.*, 2009 ; NARE *et al.*, 2015 ; OUEDRAOGO *et al.*, 2019). En effet, les doses de pesticides peuvent atteindre jusqu'à 65 indices de fréquence phytosanitaire (IFT) en plus du fait que 55 à 60% de ces produits sont non homologués (OUEDRAOGO, *et al.*, 2019). Cette situation conduit à s'interroger sur l'effet de ces pratiques sur la santé humaine et environnementale. Cette question fonde sa pertinence à travers l'importance stratégique croissante du secteur maraîcher pour relever les défis de sécurité alimentaire et nutritionnelle et de réduction de la pauvreté en Afrique subsaharienne, particulièrement touchée par les aléas climatiques et ses corollaires de déficits de production alimentaire. En effet, le secteur maraîcher emploie directement plus de 600.000 personnes, dont 35% de femmes, procure un revenu annuel moyen variant entre 500.000 FCFA (environ 760 €/an) et 1.000.000 de FCFA (environ 1.500 €/an) et contribue à plus de 3% au PIB (MAH, 2011).

Cette importance stratégique du secteur maraîcher révèle toute la nécessité d'assurer sa durabilité environnementale à travers par exemple la mise au point des réglementations en matière d'utilisation des pesticides. Dans cette optique, il devient nécessaire de connaître les niveaux de risques liés à l'utilisation des pesticides. La détermination des risques peut servir de critère de choix de pesticides et de pratiques de traitements des cultures en vue de minimiser leur impact sur l'environnement et sur l'homme (MAMY *et al.*, 2008). Elle peut aussi servir pour sensibiliser les producteurs, surtout quand on sait que ceux-ci ont encore une connaissance faible et imprécise des effets des pesticides

sur l'environnement. Une étude récente réalisée sur divers milieux maraichers à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) a permis de constater que 50% à 67% des producteurs en milieu urbain pensent que les pesticides n'ont aucun effet néfaste respectivement sur l'eau et le sol (OUEDRAOGO *et al.*, 2019). Cependant, l'utilisation des pesticides, singulièrement remarquable dans les cultures, comporte des risques sanitaires (LEHMANN *et al.*, 2017 ; SON *et al.*, 2017).

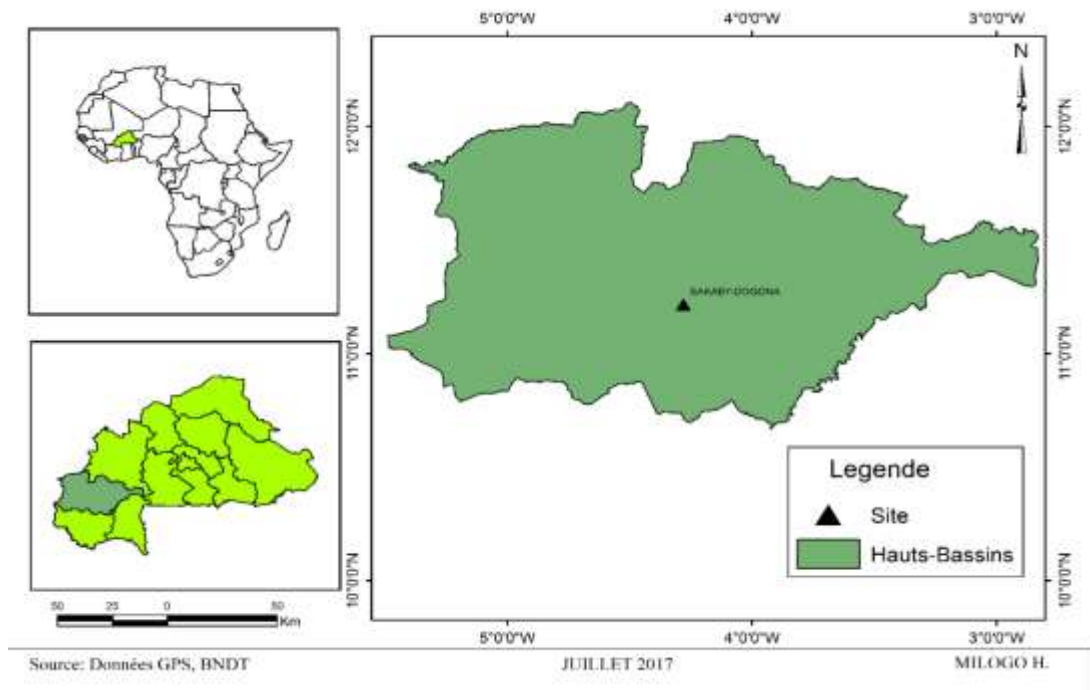
Afin d'évaluer les risques liés à l'usage des pesticides, des modèles numériques et des indicateurs ont été développés, notamment dans divers pays du nord. Ainsi, le modèle HAIR (HARmonised environmental Indicators for pesticide Risk) a été développé afin d'évaluer l'efficacité des politiques de l'Union européenne en faveur d'une agriculture durable (KRUIJNE *et al.*, 2011). L'indicateur IRPeQ (Indicateur de Risque des Pesticides du Québec) est un outil de diagnostic et d'aide à la décision conçu pour optimiser la gestion des produits phytosanitaires, développé par les ministères de l'agriculture et de l'environnement du Québec (SAMUEL *et al.*, 2007). L'indicateur EPRIP (Environmental Potential Risk Indicator for Pesticide) a été développé en Italie, afin de fournir aux agriculteurs des conseils pour choisir les pesticides à moindre impact sur l'environnement (TREVISAN *et al.*, 2009). Au Burkina Faso, par contre, un outil d'aide de choix des pesticides basés sur la connaissance réelle des niveaux de risques, n'est toujours pas disponible. C'est ce qui justifie la présente étude dont l'objectif est de quantifier les niveaux de risque de pollution environnementale en rapport avec les pratiques culturales paysannes. Cette étude est la suite logique d'une première étude publiée par OUEDRAOGO *et al.*, en 2019 et consacrée à la caractérisation des pratiques paysannes. Cette étude permettra de disposer d'une base de décision pour mieux conseiller les producteurs.

## **1. Méthodologie**

### **1.1 Zone d'étude**

L'étude a été conduite dans les périmètres maraichers de Dogona et de Sakaby (situés au Nord-Est de la ville de Bobo-Dioulasso (latitude Nord 11°12'6'' et longitude Ouest 4°27'25'') au Burkina Faso (Figure 1). Les deux sites étant contigus, ils ont donc été considérés comme un seul site dans notre étude. De par sa position, Bobo-Dioulasso hérite d'un climat de type sud soudanien avec des précipitations annuelles moyenne comprises entre 1100 et 1200 mm et réparties sur 5 à 6 mois (mai à octobre). La saison

sèche, sur 5 à 6 mois (novembre-avril) est la principale période de production maraichère. Cette production est favorisée par les températures relativement froides sur la période d’octobre à février (25 à 29 °C), les mois de mars et avril étant plus chauds (37 °C). De par sa population, Bobo-Dioulasso est le deuxième plus grand pôle urbain du pays et donc un marché de consommation des produits maraichers.



**Figure 1** : Localisation du site d'étude

## 1.2 Collecte des données

Trente (30) exploitations ont été choisies par un échantillonnage systématique à la suite d'un quadrillage du périmètre maraicher à l'aide du logiciel QGIS. La taille des mailles a été définie de sorte à avoir 30 intersections au sein du périmètre (OUEDRAOGO *et.al.*, 2019)

Un entretien individuel par questionnaire a été réalisé avec les exploitants sur les pratiques suivantes : spéculations produites, type de pesticides chimiques, dose, fréquence, mode d'apport. Afin d'estimer les doses de pesticides et leur mode d'apport, l'approche a consisté à demander au producteur, les types de pesticides, ainsi que leur

quantité et fréquence pour toutes les spéculations produites au cours d'une année de production, en l'occurrence 2018. Les quantités de matières actives ont été estimées sur la base des quantités de pesticides appliquées et de leurs teneurs en matières actives à l'échelle de la superficie de chaque parcelle, mesurée à l'aide d'un GPS. Nous avons utilisé l'indicateur de fréquence de traitement phytosanitaire (IFT) pour pondérer les doses de fertilisants apportées.

Pour chacune des trente (30) exploitations retenues, des échantillons de sols ont été prélevés dans la profondeur 0-20 cm afin de déterminer le taux de matière organique, la densité apparente et la granulométrie 3 fractions. Pour le carbone et la texture du sol, un échantillon composite sur chaque parcelle a été constitué. Le taux de carbone a été déterminé selon la méthode de WALKLEY and BLACK (1934). La granulométrie a été déterminée par densimétrie. Pour la détermination de la densité apparente des sols, trois échantillons par parcelle ont été prélevés à l'aide de kopeckis d'un volume (V) de 100 cm<sup>3</sup>. La densité apparente a été calculée après séchage à l'étuve de l'échantillon (Psec) selon la formule 1.

$$Da = \frac{Psec}{V} \quad (1)$$

avec *Da* : densité apparente ; *Psec* : Poids sec après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures et *V* : volume du kopeckis.

En outre, les pentes des parcelles ont été estimées par la méthode de lecture directe de la déclivité du terrain avec le clinomètre « suunto ». La distance entre le champ et le plan d'eau le plus proche, la largeur du plan d'eau sont estimées à l'aide d'un GPS et du logiciel Google earth pro. La profondeur du plan d'eau est mesurée à l'aide d'une perche. Elle est plongée dans l'eau puis retirée, et la partie immergée est mesurée à l'aide d'une règle graduée. La mesure est répétée à trois endroits différents afin de déterminer une profondeur moyenne du cours d'eau. Les données météorologiques (température, précipitations) ont été obtenues à l'aéroport de Bobo Dioulasso.

### **1.3 Indicateur d'évaluation des risques**

Pour évaluer les risques de pollution environnementale par les pesticides, nous avons opté pour l'indicateur « EPRIP » (Environmental Potential Risk Indicator for Pesticides) développé par TREVISAN et al. (2009). Il prend en compte le devenir des substances dans plusieurs compartiments (air, sol, eaux souterraines, eaux superficielles). Il est basé

sur le calcul d'un ratio de concentrations environnementales prédites (PEC: Predicted environmental concentration) pour chaque compartiment.

Les valeurs de ratio d'exposition à la toxicité (ETR : Exposure toxicity ratio) sont calculées selon la formule 2 :

$$ETR = PEC / \textit{toxicité} \quad (2)$$

Les « PEC » sont déterminés pour chaque compartiment par des modèles qui prennent en compte des données sur les conditions environnementales et les facteurs d'application. La toxicité du pesticide pour les organismes non-cibles sélectionnés est évaluée en utilisant des données éco-toxicologiques et toxicologiques dérivés de bases de données : Vers de terre pour le sol ; algues, crustacés et poissons pour l'eau de surface ; mammifères, oiseaux et insectes pour l'air. Les valeurs ETR ainsi obtenues sont traduites en point de risque (RP : Risk point) sur une échelle de 1 à 5. Le score final de l'indicateur EPRIP est calculé en multipliant les RP de chaque compartiment entre eux selon la méthode définie par TREVISAN *et al.* (2009) :

Pour ces différents calculs, le logiciel EPRIP 2.2 a été utilisé.

Le choix de l'indicateur EPRIP tient au fait qu'il peut intégrer à la fois les paramètres les plus importants à savoir les propriétés des substances, les sols et les climats, la dose d'application et la dérive de pulvérisation. En plus, le score EPRIP varie de 1 à 825 et est divisé en différentes classes de risque environnemental potentiel sur la base d'un jugement d'expert (PADOVANI, 2004). Enfin, FEOLA *et al.* (2011) rassurent sur le fait que l'indicateur EPRIP est le mieux adapté au contexte des pays en développement limités par la disponibilité des données.

## 2. Résultats

### 2.1 Caractéristiques générales des exploitations

Le site de Sakabi-Dogona est caractérisé par des parcelles de petites superficies ayant en moyennes 3061,5 m<sup>2</sup> avec une médiane de 1148 m<sup>2</sup> situées sur des pentes qui varient entre 0,10 et 2,20 % et dont la médiane se situe à 1%. En aval du périmètre, se trouve une rivière située en moyenne à 100 m des exploitations. Les parcelles les plus proches sont à 15 m de la rivière et les plus éloignées à 389 m. Les sols sont majoritairement sableux avec des teneurs moyennes en sables de 63,44%. La teneur en matière organique varie entre 0,43 et 3,21% avec une moyenne de 1,67% (tableau I).

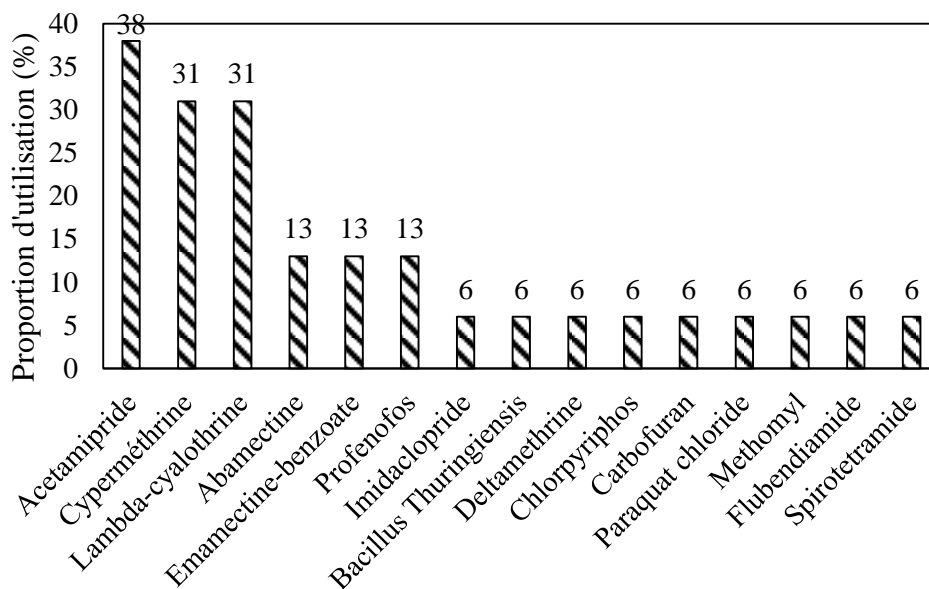
**Tableau I : Caractéristiques générales des exploitations**

Statistique	Caractéristiques du sol					Pente	Dist-exploit-eau	Superficie
	M.O	Argile	Limons	Sables	Da (Kg/m <sup>3</sup> )			
Unité		%	%	%	g.cm <sup>3</sup>	%	m	m <sup>2</sup>
N	30	30	30	30	30	30	30	30
Minimum	0,43	6,73	3,96	28,46	1,01	0,10	15,00	204,00
Maximum	3,21	42,70	28,83	86,34	1,58	2,20	389,00	18970,00
Médiane	1,65	21,18	13,80	64,75	1,35	1,00	87,00	1147,90
Moyenne	1,67	22,04	14,52	63,44	1,34	0,88	100,97	3061,49
Ecart-type	0,58	9,14	4,81	11,93	1,37	0,66	80,76	4621,72

M.O= teneur en matière organique ; Da = densité apparente ; Dist-exploit-eau = distance entre l'exploitation et la source d'eau

## 2.2 Types et doses de pesticides utilisés

Les maraichers utilisent une gamme variée de pesticides. Les plus fréquentes sont de la famille des pyréthrinoïdes (91% des producteurs) et des néonicotinoïdes (55%). En plus, on retrouve la famille des avermectines (36%), des organophosphorés (27%) ainsi que des carbamates et des amino-phosphonates (18%). L'acétamipride, le cyperméthrine et le lambda-cyhalothrine sont les matières actives (m.a.) fréquemment rencontrées (respectivement, 38% ; 31% et 31% de l'ensemble des m.a. rencontrées) dans les exploitations. L'abamectine, l'emamectine-benzoate et le profenophos sont tous des matières actives présent à une fréquence de 13%. On y rencontre également l'imidaclopride, le *bacillus thuringiensis*, la deltaméthrine, le chlorpyrifos, le carbofuran, le paraquat chloride, le methomyl, le flubendiamide et le spirotetramide, mais moins fréquemment (6%) (figure 2). Les doses apportées, représentées par l'indicateur de fréquence de traitement phytosanitaire (IFT) sont très importantes avec une moyenne de 51,55 par producteur. Cela voudrait dire que les producteurs apportent en moyenne 51 fois la dose de pesticide recommandée. On note par ailleurs une très forte variation de l'IFT (2 à 147 IFT) d'une exploitation à l'autre.

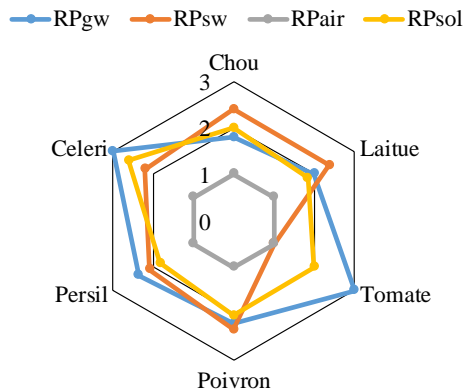


**Figure 2** : Différentes matières actives utilisées sur le site maraîcher de Sakaby-Dogona

### 2.3 Points de Risques de toxicité lié à l'utilisation des pesticides par spéculation

La figure 3 donne les points de risques de toxicité (RP) liés à l'utilisation des pesticides en fonction des principales spéculations au niveau de chaque compartiment de l'environnement : eau souterraine (RP<sub>gw</sub>) ; eau de surface (RP<sub>sw</sub>) ; air (RP<sub>air</sub>) ; sol (RP<sub>sol</sub>). La tomate et le céleri présentent les points de risques les plus élevés sur l'eau souterraine (RP = 3). Au niveau de l'eau de surface, ce sont la laitue, le chou, le persil et le poivron qui montrent un risque plus élevé (RP = 2). Sur le sol, seul le céleri présente un risque de toxicité présent (RP = 3). Quant au compartiment air, le risque de toxicité est négligeable (RP = 1) pour toutes les spéculations.



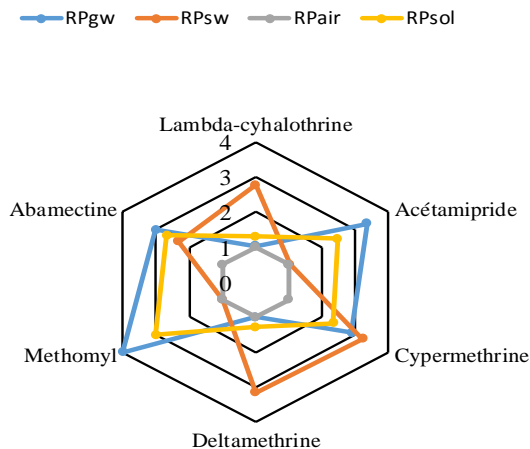


RPgw : Point de Risque eau souterraine, **RPsw** : Point de Risque eau de surface, **RPair** : Point de Risque de l'air et **RPsol** : Point de Risque du sol.

**Figure 3** : Points moyens de risque des principales spéculations des sites

#### 2.4 Points de risques de toxicité moyenne par matière active

Les résultats sur les points de risques de toxicité par matière active, indiquent une toxicité beaucoup plus importante pour l'eau souterraine respectivement pour le methomyl (RP = 4), l'acétamipride (RP= 3) et le cyperméthrine (RP= 3). Dans l'eau de surface, le lambda-cyhalothrine, le deltaméthrine et le cyperméthrine sont les matières actives ayant un point de risque notable (Rp = 3). Au niveau du sol, l'abamectine et le methomyl cumulent des points de risques assez élevés (RP = 3). L'ensemble des matières actives utilisées ne présente qu'un faible risque pour l'air (figure 4).

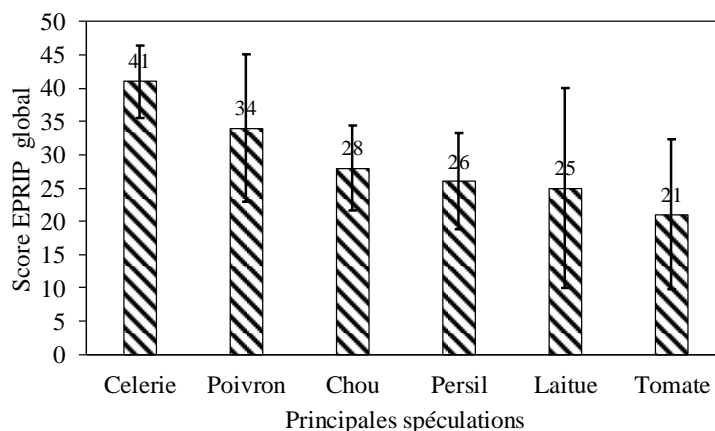


**RPgw** : Point de Risque eau souterraine, **RPsw** : Point de Risque eau de surface, **RPair** : Point de Risque de l'air et **RPsol** : Point de Risque du sol.

**Figure 4** : Points de risques moyens des principales matières actives utilisées sur les sites

## 2.5 Scores globaux moyens de « EPRIP » par principale spéculation

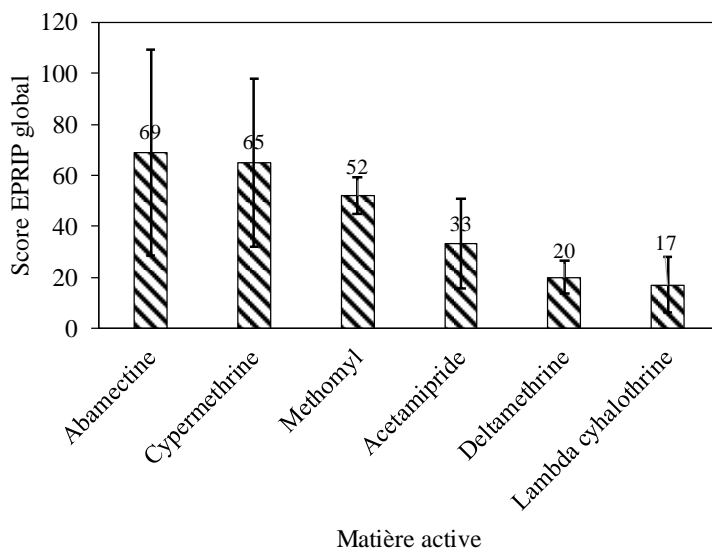
Les scores globaux moyens par spéculation, révèlent que le céleri (Score = 41) possède un score plus important suivi du poivron (Score = 34). Cependant, il existe une dispersion des valeurs des scores reflétant une disparité des pratiques des producteurs. Ainsi, cette dispersion est plus remarquable sur le poivron, la laitue et la tomate (figure 5), contrairement au céleri. En général l'ensemble des spéculations présente un risque global négligeable pour l'environnement.



**Figure 5:** Scores globaux moyens des principales spéculations des sites

## 2.6 Scores globaux moyens de « EPRIP » par matière active

L'analyse des valeurs de score moyen par matière active révèle des scores assez élevés pour l'abamectine (score = 69), le cyperméthrine (score = 65) et le méthomyl (score = 52). A l'opposé, l'acétamipride (score = 33), le deltaméthrine (score = 20) et le lambda-cyhalothrine (score = 17) ont un score beaucoup plus bas (figure 6). Cependant on note une forte variabilité avec l'abamectine et le cyperméthrine dont les scores atteignent 100 à 110 dans certaines exploitations avec des risques pour l'environnement.



**Figure 6 :** Scores moyens de « EPRIP » des principales matières actives utilisées sur les sites

### 3. Discussion

Les maraîchers exploitent de petites superficies en milieu urbain. Cette exigüité des exploitations en lien avec le morcellement de la propriété transmise par héritage et la pression de l'urbanisation (OUEDRAOGO *et al.*, 2019), serait un facteur déterminant de l'option productiviste des maraîchers à travers l'adoption des pratiques plus intensives (utilisation des pesticides chimiques, fertilisants chimiques et organiques) afin de maximiser la production. Ainsi, en recourant aux pesticides chimiques de synthèse, les producteurs veulent garantir l'aspect physique attrayant des produits et la rentabilité de la production (AHOUANGNINO., 2013). C'est pourquoi la plupart des producteurs de nos sites d'étude (Sakaby et Dogona) utilisent des pesticides de synthèse. Ils disposent d'une multitude de spécialités commerciales de pesticides dont la principale famille est représentée par les pyréthrinoïdes. Le lambda-cyhalothrine, l'acétamipride et le cyperméthrine sont les matières actives les plus présentes comme l'ont aussi constaté plusieurs auteurs dont NARE *et al.* (2015) et SON *et al.* (2017). Cette présence dominante des pyréthrinoïdes dans ces exploitations maraîchères, peut engendrer des risques de toxicité sur les organismes non cibles étant donné que les pyréthrinoïdes ont une toxicité aiguë et chronique très élevée (AGBOYI *et al.* 2015). En plus, la forte variation des doses appliquées traduit un non-respect ou l'ignorance des normes phytosanitaires. Ce qui pourrait être dommageable pour la santé humaine et pour environnementale.

#### 3.1. Risques de pollution des eaux de surface et souterraines

L'indicateur EPRIP soutient qu'il existe des risques de pollution des eaux souterraines et de surface ainsi que le sol par les matières actives de pesticides tels que le méthomyl, l'acétamipride, le lambda-cyhalothrine, le deltaméthrine et le cyperméthrine. Une présence de toxicité élevée dans les eaux souterraines et dans les eaux de surface témoigne d'un coefficient d'adsorption moins important des pesticides (methomyl et l'acétamipride). Ce qui serait dommageable pour les organismes vivants non cibles de ces milieux tels que les poissons, les algues et les crustacées. En comparant les valeurs éco-toxicologiques de ces matières actives aux seuils standards (US. EPA, 2009), on peut déduire que le cyperméthrine, le deltaméthrine et le méthomyl sont hautement toxiques pour les organismes aquatiques (CALVET *et al.*, 2005).

Sachant que les producteurs appliquent des quantités élevées de pesticides, les risques de toxicité obtenus au niveau des eaux souterraines et des eaux de surface, son étonnement faible. En réalité, les risques semblent être atténués par l'éloignement de certaines parcelles du lit d'eau et la faiblesse de la pente (environ 1,5%). Cette atténuation pourrait également s'expliquer en partie par le phénomène de sorption due à la forte teneur en matière organique dans le sol. Selon ATTEIA (2015), plus la sorption par la matière organique est importante et moins les eaux présentent des concentrations élevées en pesticides. Surtout que OUEDRAOGO *et al.* (2020) ont constaté une séquestration de carbone dans les sols maraîchers urbains liée à une forte utilisation des déchets organiques. Cependant, les mêmes pratiques phytosanitaires pourraient avoir des effets plus néfastes en milieu semi-urbain et rural, compte tenu de la faible utilisation de la fumure organique dans ces zones (OUEDRAOGO *et al.*, 2019). Il convient alors d'encourager l'utilisation de la fumure organique (de qualité) pour minimiser les risques liés à l'usage des pesticides.

### **3.2. Risques de pollution du sol**

Au niveau du compartiment sol, les niveaux de risques élevés observés peuvent s'expliquer par divers facteurs dont l'application répétée des pesticides et l'intensité des activités maraîchères. De plus, le temps de pulvérisation et le stade de développement de la plante ou de la structure végétative peuvent moduler l'ampleur de la pression de toxicité sur les écosystèmes (RÄSÄNEN *et al.*, 2015). Ces concentrations élevées de pesticides dans le sol pourraient impacter négativement l'activité biologique. En effet, différents travaux au Burkina (NARE *et al.*, 2014) et ailleurs (ATTEIA, 2015) convergent sur le fait que les sols soumis à une agriculture intensive, à forts intrants (pesticides, engrais) ont une vie biologique très faible en raison de la toxicité de certains pesticides pour la faune du sol.

### **3.3. Risques de pollution de l'air**

Le risque de toxicité dans le compartiment air s'est avéré faible. Cela pourrait être lié aux propriétés physico-chimiques des matières actives et aux matériels utilisés pour les traitements. En effet, le méthomyl ( $7,5 \times 10^{-9}$ ), l'acétamipride ( $2,13 \times 10^{-11}$ ), le cyperméthrine ( $3,7 \times 10^{-6}$ ), le deltaméthrine ( $4,2 \times 10^{-6}$ ), et le lambda-cyhalothrine ( $7,38 \times 10^{-6}$ ) ont des coefficients de Henry très faibles. Selon CALVET *et al.* (2005), le risque pour un pesticide d'être transféré dans l'atmosphère est d'autant plus faible que

le coefficient de Henry est faible. En plus, le pulvérisateur à dos utilisé pour l'application des insecticides ne favorise pas une expansion du produit dans l'air.

Enfin, la simulation de l'indicateur d'impact environnemental lié aux pesticides (EPRIP) a produit des valeurs de scores globaux (17 à 81) correspondants à une classe de risque faible pour l'environnement (TREVISAN *et al.*, 2009). Cependant il convient d'être prudent face à cet effet cumulé, qui a été dilué par le faible risque au niveau de l'air (contrairement aux seuils alarmants observés dans les compartiments eau et sol). Du reste, certaines matières actives des pesticides (l'acétamipride, le cyperméthrine et l'abamectine) révèlent la présence de risque de pollution de l'environnement. Toutefois, le faible niveau de risque révélé par l'indicateur EPRIP n'exclut pas l'absence de risque de contamination de l'environnement à long terme. Ce constat suggère aussi pour les investigations ultérieures de rechercher des indicateurs plus sensibles / appropriés pour l'air.

## **Conclusion et recommandation**

L'activité maraîchère sur les sites de Sakaby et Dogona est caractérisée par l'usage d'une diversité de pesticides chimiques de synthèse dominés par les pyréthrinoïdes. On y observe une utilisation excessive de ces pesticides chimiques pouvant atteindre 51 fois la dose recommandée. Cela entraîne des risques de toxicité sur les eaux souterraines et les eaux de surface et sur le sol. Ce risque de toxicité est très remarquable avec l'usage de méthomyl, de l'acétamipride, du cyperméthrine, de lambda-cyhalothrine, de deltaméthrine et de l'abamectine. Toutefois, le risque d'effets toxiques pour les organismes vivants dans l'atmosphère est négligeable. D'un point de vue analytique, le risque environnemental global lié à l'usage des pesticides est faible pour l'ensemble des scénarii à cause de la faible toxicité au niveau de l'air.

Ces résultats militent fortement en faveur de la mise en place d'un mécanisme de surveillance des pesticides ayant comme matière active l'acétamipride, le cyperméthrine et l'abamectine dans les périmètres maraîchers. En plus, des analyses complémentaires sur la pollution des sédiments d'eau de surface restent nécessaires pour une validation de l'indicateur EPRIP. Dans cette perspective, il faudra prendre en compte la diversité des conditions agro-écologiques pour consolider et valider l'indicateur à l'échelle nationale.

## Références bibliographiques

AGBOYI L. K., DJADE K. M., AHADJI-DABLA K. M., KETOH G. K., NUTO Y. et GLITHO I. A., 2015. Vegetable production in Togo and potential impact of pesticide use practices on the environment. *International Journal of Biology Chemical Science*, 9(2): 723-736.

AHOUANGNINOU C. C. A., 2013. Durabilité de la production maraîchère au Sud du Bénin : un essai de l'approche éco-systémique. Thèse de doctorat, option : Environnement, Santé et Développement Durable, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 333p.

ATTEIA O., 2015. Chimie et pollutions des eaux souterraines. Edition Lavoisier, France, 429p.

CALVET R., BARRIUSO E., BEDOS C., BENOIT P., CHARNAY M. P. et COQUET Y., 2005. Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomiques et environnementales. Editions France Agricole. 637p.

FEOLA, G., RAHN E. and BINDER C.R., 2011. Suitability of pesticide risk indicators for Less Developed Countries: A comparison. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2011.05.014.

KRUIJNE, R., J.W. DENEER, J. LAHR AND J. VLAMING, 2011. Calculating risk indicators related to agricultural use of pesticides within the European Union. Wageningen, Alterra, Alterra-report 2113.1, 202 pp.

LEHMANN, E., TURRERO, N., KOLIA, M., KONATÉ, Y., et De ALENCASTRO, L. F., 2017. Dietary risk assessment of pesticides from vegetables and drinking water in gardening areas in Burkina Faso. *Science of the Total Environment*, 601, 1208-1216.

MAAH, 2011. Rapport d'analyse du module maraîchage. Ouagadougou, Burkina Faso 237p.

MAMY L., BARRIUSO E. et GABRIELLE B., 2008. Evaluer les risques environnementaux des pesticides. Exemple du désherbage des cultures résistantes ou non au glyphosate. *Innovation Agronomique* (3), 131-143.

NARÉ R. W. A., SAVADOGO P. W., GNANKAMBARY Z., NACRO H. B. et SEDOGO P. M., 2015 Analyzing Risks Related to the Use of Pesticides in Vegetable Gardens in Burkina Faso. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2015; 4(4): 165-172.

NARÉ RWA, SAVADOGO PW, GNANKAMBARY Z, NACRO HB, SEDOGO PM. 2014. Effect of three pesticides on soil dehydrogenase and fluorescein diacetate activities in vegetable garden in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences* 6 (2): 102–106.

OUÉDRAOGO R. A., CHARTIN C., KAMBIRÉ F. C., VAN WESEMAEL B., DELVAUX B., MILOGO H., and BIELDERS C. L., 2020. Short and long-term impact of urban gardening on soil organic carbon fractions in Lixisols (Burkina Faso). *Geoderma*, 362, 114110.

OUÉDRAOGO R.A., KAMBIRÉ F.C., KESTEMONT M-P., BIELDERS C.L. 2019. Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cah. Agric.*28: 20.

PADOVANI L., TREVISAN M. ET CAPRI E., 2004. A calculation procedure to assess potential environmental risk of pesticides at the farm level. *Ecological Indicators* (4) 111-123.

RÄSÄNEN K., MATTILA T., PORVARI P., KURPPA S. et TIILIKALA K., 2015. Estimating the development of ecotoxicological pressure on water systems from pesticides in Finland 2000-2011. *Journal of Cleaner Production* 89 (2015), 65-77.

SAMUEL, O., DION, S., ST-LAURENT, L. and APRIL, M. H. 2007 Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement [en ligne]. Québec ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation/ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 44 p.

SON D., SOMDA I., LEGREVE A. et SCHIFFERS B., 2017. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l’environnement. *Cah. Agric.* 2017, 26, 25005.

SOUGNABE S.P., YANDIA A., ACHELEKE J., BREVAULT T., VAISSAYRE M. et NGARTOUBAM L.T., 2009. Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d’Afrique Centrale. Actes du colloque « Savanes africaines en développement : innover pour durer », 20-23 avril 2009. Garoua (Cameroun).13p.

TREVISAN M., DI GUARDO A. et BALDER ACCHI M., 2009. An environmental indicator to drive sustainable pest management practices. *Environmental Modelling and Software* (24) 994-1002.



US-EPA., 2009. The ECOTOX (ECOTOXicology) database provides single chemical toxicity information for aquatic and terrestrial life. Retrieved June, 2009, from <http://cfpub.epa.gov/ecotox/>.

WALKLEY A., BLACK C. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-39.

### ***Remerciements***

Cette recherche a été financée par l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES-CCD - Belgique) à travers le projet **PARADE** (Renforcement de la Résilience des Systèmes Productifs Maraîchers par la Recherche-Développement et l'Education Participatives à l'Application de Principes Agro-Écologiques au Burkina Faso). Les auteurs tiennent à remercier les Professeurs Charles BIELDERS et Marnik VANCLOOSTER (UCLouvain) pour leurs orientations scientifiques et pour avoir mis à leur disposition le logiciel EPRIP. Ils remercient également Mr. SAVADOGO Idrissa (CNRST/ IRSAT) pour le soutien technique.