



N série:...

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا
Département de Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : La Biodiversité et environnement

THEME

Prédiction de risque de transfert des pesticides vers
l'agroenvironnement saharien de cultures maraichères

Présentés Par :

GUEZEI Abdellatif

SOUALEH AMMARAMmar

Devant le jury composé de :

Président : Mr. ALLALI AHMED, *Université d'El-Oued*

Examinatrice : Mr. ZAATER ABDELMALEK, *Université d'El-Oued*

Promoteur : Mr. BELMASSOUD RACHID, *Université d'El-Oued*

Année universitaire : 2017/2018

Dédicace

Je dédie ce travail à:

Que dieu ALLAH les bénissent,

Mes frères, mes sœurs,

Toute ma famille,

Et tous mes fidèles amis

Notre dédicace va également à ceux

qui ont participé de près ou de loin

à l'aboutissement de nos efforts

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier "**Dieu**" qui nous a aidé pour que ce modeste travail soit achevé et pour que nous avons réussi.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui nous a orientées et nous a encouragées .nous pensons en particulier à notre encadreur : BELMASSOUD Rachid d'avoir nous bien me suivi et dirigé notre travail et de nous faire profiter de son savoir, ainsi que les conseils, toute l'aide et les remarques constructive qui nous ont permis d'améliorer ce travail et qui grâce à lui nous avons pus réaliser notre objectif.

Nous remercions également le membre de jury et tous les enseignants qui ont contribué à notre formation à l'Institut de génie électrique.

En fin ; nous remercions nos amis pour leur aide, leur soutien et leur compréhension.

Sommaire

Dédicaces	
Remerciements	
Table de matière	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Synthèse Bibliographique	
CHAPITRE I PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET ENVIRONNEMENT	3
1. Nature et propriétés physico-chimiques générales des pesticides	4
1.1. Nature chimique des pesticides organiques	4
1.2. Propriétés physico-chimiques générales des pesticides	5
2. Devenir des pesticides dans l'environnement	5
2.1. La rétention des pesticides sur les particules du sol	6
2.2. Transfert des pesticides vers les eaux souterraines	6
2.2.2. Facteurs influençant le transfert des pesticides vers les eaux souterraines	7
2.2.2.1. Les propriétés physico-chimiques des pesticides	7
2.2.2.2. Propriétés des sols	7
2.2.2.3. Facteurs climatiques	8
2.2.2.4. Temps de contact sol-pesticide	8
2.3. Transfert des pesticides vers l'atmosphère	8
2.3.1. La volatilization	8
2.3.2. L'érosion éolienne	9
2.4. Dégradation des pesticides	9
1. Risques environnementaux liés à l'utilisation des pesticides	9
3.1. Risques de pollution des sols	9
3.2. Risques de pollution des eaux	10
3.3. Risques écoto-xicologiques	10
3.4. Risques toxicologiques	11
Chapitre II L'outil PHYTO'AIDE	14
1. Historique	14
2. Définition	14
3. Utilisation de PHYTO'AIDE	14
4. Lecture et interprétation des résultats de PHYTO'AIDE	15

5. Exemple d'arbre de régression généré par PHYTO'AIDE	18
---	-----------

Partie Expérimentale

CHAPITRE I METHODOLOGIE ET CADRE D'ETUDE

1. METHODOLOGIE DE RECHERCHE	19
1.1. Les objectifs du travail	19
1.2. Méthodologie de l'étude	19
1.2.1. Choix de la région d'étude	21
1.2.2. Choix de l'échantillon	21
1.2.3. Elaboration du questionnaire	21
1.2.4. Les enquêtes	21
1.3. ANALYSE DES DONNEES	22
1.3.1. L'organisation des données	22
1.3.3. Evaluation de la pression phytosanitaire de la plasticulture sur l'agroécosystème oasien	22
2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE	22
2.1. Situation géographique	22
2.2. Le milieu physique	23
2.2.1. Les reliefs	23
2.2.2. Le sol	24
2.2.3. Les ressources hydriques	24
2.2.4. Le climat	25
CHAPITRE II RESULTATS ET DISCUSSION	
1. Exploitation HK1 (Hassi khalifa1)	28
2. Exploitation Hk2 (Hassi khalifa2)	29
3. Exploitation D (Debila)	32
4. Exploitation HA1(Hassani ak1)	35
5. Exploitation HA2(Hassani ak2)	37
6. Exploitation R1(Robbah1)	39
7. Exploitation R2(Robbah2)	42
8. Exploitation M1(Magren1)	45
9. Exploitation M2(Magren2)	47
10. Exploitation S1(Sidi aoun1)	49
11. Exploitation S2(Sidi aoun2)	51
12. Exploitation T1(Trifaoui1)	53
13. Exploitation T2 (Trifaoui2)	55

14. Exploitation TG (Taghzout)	57
15. Exploitation G (Guemar)	58
Conclusion générale	62
Références Bibliographiques	
Annexes	

Liste Des Figures

Figure 01 : Devenir des pesticides dans l'environnement après application	5
Figure 02: Exemple d'arbre de régression généré par PHYTO'AIDE	15
Figure 03: graphique permet d'identifier rapidement sur quelles variables et par conséquent sur quels leviers d'action	16
Figure 04: Schéma méthodologique de l'étude	20
Figure 05: Arbre de régression de Hassi khalifa1	28
Figure 06 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Hassi khalifa1	29
Figure 07 : Arbre de régression de Hassi khalifa2	30
Figure 08 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Hassi khalifa2	30
Figure 09: Arbre de régression de Debila	32
Figure 10 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Debila	33
Figure 11: Arbre de régression de Hassani abdelkrim1	35
Figure 12 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Hassani abdelkrim1	36
Figure 13: Arbre de régression de Hassani abdelkrim2	37
Figure 14 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Hassani abdelkrim2	38
Figure 15: Arbre de régression de Robbah 1	39
Figure 16 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Robbah 1	40
Figure 17: Arbre de régression de Robbah 2	42
Figure 18 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Robbah 2	43
Figure 19: Arbre de régression de Megran 1	45
Figure 20 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Megran 1	45
Figure 21: Arbre de régression de Megran 2	47
Figure 22 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Megran 2	48

Figure 23: Arbre de régression de Sidi Aoun 1	49
Figure 24 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Sidi Aoun 1	50
Figure 25: Arbre de régression de Sidi Aoun 2	51
Figure 26 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Sidi Aoun 2	52
Figure 27: Arbre de régression de Trifaoui 1	53
Figure 28 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Trifaoui 1	54
Figure 29: Arbre de régression de Trifaoui 2	55
Figure 30 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Trifaoui 2	55
Figure 31: Arbre de régression de Taghzout	57
Figure 32 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Taghzout	57
Figure 33: Arbre de régression de Guemar	58
Figure 34 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Guemar	59

Liste Des Tableaux

Tableau .01: stations d'enquête

23

Introduction générale

Introduction générale :

Dans une logique de l'Agriculture Durable, la dimension écologique est un élément central de la pérennité d'une exploitation agricole. L'agroécosystème fait partie prenante de l'écosystème d'où l'extrême nécessité de l'évaluer dans ses différentes composantes.

En Algérie, l'évaluation de risques des pratiques phytosanitaire de l'exploitation agricole sur l'agroécosystème n'a fait l'objet que de peu de recherches dans certaines régions, en abordant l'usage des pesticides. Toutefois, à notre connaissance, la prédiction de risque phytosanitaire de l'exploitation agricole sur l'agroenvironnement dans une région saharienne telle que El Oued n'a jamais été abordée.

Dans le Souf, l'intensification accrue des pratiques de fertilisation et traitement phytosanitaires des cultures devient une préoccupation urgente et déterministe pour mesurer et évaluer la pression de ces pratiques sur l'agroenvironnement saharien.

Ce travail vise à prédire le risque d'usage des produits phytosanitaires (communément appelés pesticides) sur l'agro-environnement local à l'aide PHYTO'AIDE, un outil d'aide à la décision.

Des éléments bibliographiques seront tout d'abord apportés

- Les produits phytosanitaires et leurs impacts sur l'environnement.
- La méthodologie mise en œuvre et la présentation du cadre d'étude
- L'identification et une analyse des exploitations agricoles maraichères de culture de champs de la zone d'étude
- La conclusion générale

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Produits phytosanitaires et Environnement

Les produits phytosanitaires utilisés en agriculture appartiennent à différentes familles chimiques et possèdent ainsi des propriétés diverses, lesquelles conditionnent, en partie, leur devenir dans l'environnement. En effet, une fois appliqués, ils vont subir divers processus de rétention, de transfert et/ou de dégradation aboutissant à la pollution des sols, de l'eau, de l'atmosphère et des denrées alimentaires ou au contraire à leur élimination.

Ce chapitre traite de la nature et des propriétés physico-chimiques de ces pesticides, de leur devenir dans l'environnement, des risques résultant de leur usage et de la problématique des résidus de pesticide dans les aliments et l'eau.

1. Nature et propriétés physico-chimiques générales des pesticides

Les pesticides sont des substances ou préparations permettant de lutter contre les ennemis des cultures et des produits récoltés. Leur composition élémentaire et leur structure chimique très variées sont à la base de propriétés physico-chimiques et biologiques très diverses. Ces propriétés, en particulier chimiques, conditionnent leur comportement dans l'environnement. Selon la nature chimique, il existe trois catégories de pesticides que sont les pesticides inorganiques, les pesticides organométalliques et les pesticides organiques. Ces derniers constituent, de loin, le groupe le plus important et représentent l'essentiel des pesticides utilisés en agriculture.

1.1. Nature chimique des pesticides organiques

Les pesticides organiques appartiennent à diverses familles chimiques regroupant chacune un ensemble de molécules dérivées d'un groupe d'atomes qui constituent une structure de base. Il existe actuellement plus de 80 familles chimiques constituées par un nombre de substances très variable dont certaines représentées par un seul pesticide (Manual, 1995).

Cependant, il faut noter qu'il n'existe pas de relations univoques simples entre une famille chimique et les propriétés des molécules qui ne dépendent pas seulement de l'existence d'un groupe fonctionnel caractéristique mais aussi de celle de motifs moléculaires particuliers (noyaux aromatiques ou chaînes aromatiques, par exemple). Ceci explique les difficultés liées à la réalisation d'une typologie des familles regroupant tous les pesticides. Néanmoins, une classification chimique se fondant sur la présence d'un groupe principal d'atomes, l'arrangement cyclique ou aliphatique des atomes, la présence d'atomes particuliers ou de groupes secondaires d'atomes peut être faite. Le tableau 2-1 dresse une liste des principales familles chimiques sur cette base avec un représentant pour chacune d'elle.

1.2. Propriétés physico-chimiques générales des pesticides

La grande variété structurale des pesticides est à l'origine d'une grande diversité de propriétés physico-chimiques dont dépend leur comportement dans les différents compartiments de l'environnement, le sol, les eaux et l'atmosphère. En effet, le potentiel de transfert des produits phytosanitaires peut être évalué à partir de quelques propriétés physicochimiques dont les plus importantes sont la solubilité, le coefficient de partage octanol/eau (KOW), la pression de vapeur, la constante de Henry (KH), le coefficient de partage sol/eau (Kd).

2. Devenir des pesticides dans l'environnement

L'évolution des pesticides dans l'environnement dépend de leurs propriétés physicochimiques (solubilité, KOC, DT50...) ainsi que des caractéristiques pédoclimatiques et topographiques du terroir (structure, texture du sol, matière organique, biodiversité, microorganismes...). Après épandage, ils atteignent le sol où ils peuvent être soumis à des processus de rétention, de transfert vers les eaux souterraines et de transfert vers l'atmosphère par volatilisation ou érosion. Ils peuvent aussi faire l'objet de dégradation biologique par les microorganismes du sol (biodégradation) et de dégradation abiotique (réactions d'hydrolyse, d'oxydoréduction, de photodégradation) (Figure 1).

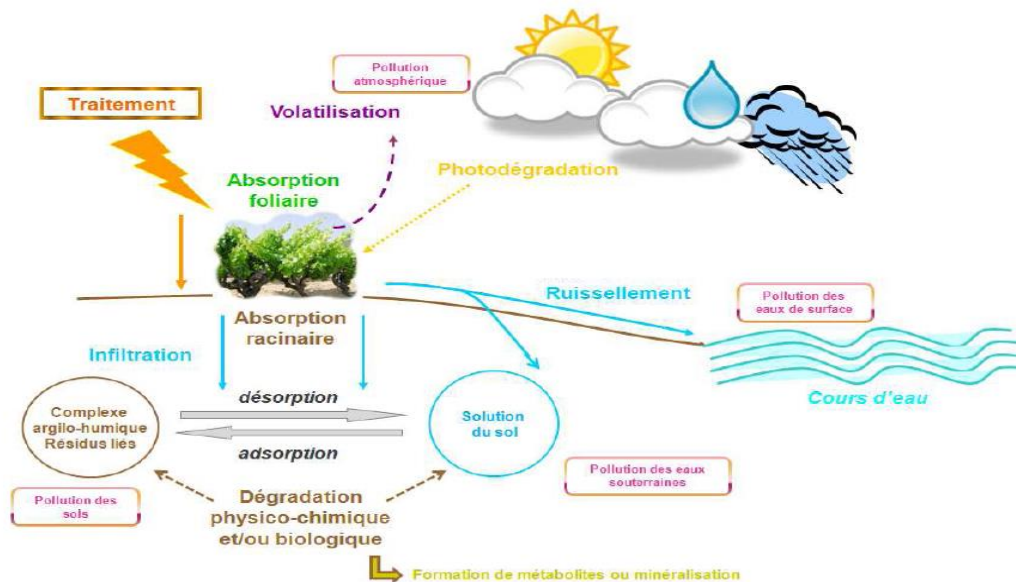


Figure 01 : Devenir des pesticides dans l'environnement après application.

2.1. La rétention des pesticides sur les particules du sol

C'est un processus immobilisant plus ou moins longtemps les molécules de pesticides et joue un rôle central dans le déterminisme de leur biodisponibilité et de leur transfert. Les phénomènes impliqués peuvent être physico-chimiques (adsorption, stabilisation chimique et stabilisation physique) ou biologiques (biosorption ou absorption). L'adsorption est plus fréquemment observée et aussi mieux connue que les autres phénomènes et concerne les espèces chimiques à l'état gazeux ou à l'état dissous. Elle a lieu, en général pour les pesticides, à l'interface liquide/solide entre la solution du sol et les constituants solides ou la phase liquide interstitielle et les sédiments. Elle dépend des propriétés physico-chimiques des pesticides et des adsorbants.

2.2. Transfert des pesticides vers les eaux souterraines

La présence des pesticides dans les eaux souterraines a été mise en évidence dans beaucoup de travaux. Les processus impliqués sont divers et les quantités transférées sont fonction des caractéristiques physico-chimiques des pesticides et des sols mais aussi des conditions climatiques (Beigel et Di Pietro, 1999).

Phénomènes impliqués sont :

La lixiviation

Elle permet, en milieu non saturé en eau, de transférer des pesticides jusque dans les nappes souterraines au cours de l'infiltration. Son importance est fonction du partage avec le ruissellement. Elle est faible voire nulle si celui-ci est maximal et inversement. Les modalités d'infiltration de l'eau dépendent des caractéristiques pédologiques et expliquent les différences observées entre les prélèvements dans des piézomètres voisins (Calvet et al., 2005).

Le transport particulaire

Les molécules de pesticides associées à des particules colloïdales minérales ou organiques peuvent être transportées jusqu'aux nappes phréatiques. Les substances humiques et d'autres composés organiques colloïdaux provenant, par exemple, de lixiviats de décharges peuvent fixer des pesticides et accroître leur solubilité apparente dans l'eau. La mobilité plus grande que prévue d'une molécule hydrophobe comme le DDT a été expliquée sur cette base (Enfield et Yates, 1990). De même, les transferts de pesticides dans les eaux souterraines pourraient trouver une explication dans la présence de composés organiques colloïdaux dans les aquifères sableux.

2.2.2. Facteurs influençant le transfert des pesticides vers les eaux souterraines

2.2.2.1. Les propriétés physico-chimiques des pesticides

Certaines propriétés physico-chimiques jouent un rôle important dans le transfert des pesticides vers les eaux souterraines et les approches d'estimation des risques se fondent sur des paramètres tels que le Kd ou son expression normalisée le KOC et le DT50.

Relativement au Kd, la tendance générale est que plus un pesticide possède un Kd élevé, plus son transport est réduit. On observe une diminution importante de l'adsorption et donc du Kd en profondeur (1 à 10) correspondant à des horizons du sol pauvres en composés carbonés (Madrigal-Monarrez, 2004).

Le paramètre DT50 est utilisé pour déterminer le caractère polluant potentiel d'un pesticide. En effet, plus le pesticide est persistant dans les sols, plus il a de chances de subir des transferts vers les eaux souterraines ou superficielles.

L'indice de mobilité GUS (Groundwater Ubiquity Score) proposé par Gustafson a été construit en considérant que le potentiel de pollution d'un pesticide est principalement déterminé par l'adsorption, exprimée par le coefficient KOC et la dissipation, exprimée par la durée de demi-vie de dissipation (DT50) (Gustafson, 1989). Elle est exprimée de la façon suivante:

$$GUS = [\log_{10}(\text{soil half-life})][4 - \log_{10}(\text{KOC})]$$

Il permet de répartir les pesticides en deux groupes en se basant sur leur présence ou leur absence dans les eaux souterraines selon les deux valeurs repères suivants:

- $GUS > 2,8$ pesticides généralement retrouvés dans les eaux souterraines;
- $GUS < 1,8$ pesticides généralement absents des eaux souterraines.

2.2.2.2. Propriétés des sols

Dans le sol, la matière organique constitue la principale phase adsorbante et l'un des facteurs jouant un rôle important dans la mobilité des pesticides. Ceci a été démontré dans de nombreux travaux où les quantités lessivées retrouvées étaient plus importantes dans les sols pauvres en matière organique (Ariaz-Estevéz et al., 2008).

Cependant, la présence de matière organique dissoute dans le sol et les eaux d'infiltration peut favoriser le lessivage des pesticides en raison de l'augmentation de la solubilité des molécules (Song et al., 2008).

La structure du sol joue également un rôle important dans le transfert des pesticides vers les eaux souterraines. Des pollutions parfois importantes peuvent être consécutives à des

transferts préférentiels dus à la présence de macropores (sols argileux, roches altérées) (Siczec et al., 2008).

La texture des sols est également un des facteurs dont dépend le transport des pesticides dans le sol comme l'illustre le cas du terbacil qui est très mobile dans les sols à texture sableuse et modérément mobile dans les sols argileux (Mora et al., 1997).

2.2.2.3. Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques susceptibles d'influencer le transfert des pesticides vers les eaux souterraines sont essentiellement la température et les précipitations.

2.2.2.4. Temps de contact sol-pesticide

Le transfert des pesticides vers les nappes d'eaux souterraines est aussi influencé par leur durée de résidence dans le sol. De nombreux travaux ont mis en évidence une diminution des concentrations de pesticides dans les volumes de lixiviat après un temps de séjour plus ou moins long des pesticides dans le sol (Conrad et al., 2006). Au cours du vieillissement, il y a une dégradation des pesticides sans que ce processus ne permette d'expliquer la diminution des quantités transférées. Une diffusion à l'intérieur des agrégats du sol, rendant les molécules moins disponibles au transfert, pourrait l'expliquer (Walker et al., 2005).

2.3. Transfert des pesticides vers l'atmosphère

Ce transfert peut être consécutif à un processus de volatilisation ou par érosion éolienne.

2.3.1. La volatilisation

C'est un processus qui permet le transfert, par évaporation ou sublimation, des composés du sol ou des plantes vers l'atmosphère. Il se fait en deux temps :

- dans un premier temps, une partie de la quantité appliquée se volatilise à la suite d'un déplacement d'équilibre entre la phase solide ou liquide et la phase gazeuse. Ce processus implique un changement d'état du pesticide;
- le deuxième temps correspond à la dispersion de la vapeur résultante dans l'atmosphère par diffusion ou par mélange turbulent.

En fonction des propriétés physico-chimiques des pesticides et des conditions environnementales, des pertes par volatilisation allant jusqu'à 90% des doses appliquées peuvent être enregistrées. Les départs de volatilisation peuvent se faire à partir du sol ou des plantes. Ces derniers semblent plus importants et plus rapides (Van den Berg et al., 1999).

La durée et l'intensité des émissions vers l'atmosphère sont très variables selon la nature chimique du composé, le mode d'application et les conditions pédoclimatiques locales.

2.3.2. L'érosion éolienne

Sa contribution à la contamination de l'atmosphère n'est pas la plus importante ni la plus étudiée. Cependant, certains herbicides peuvent être soumis à ce processus bien que les quantités émises soient faibles par rapport aux pertes par volatilisation (Glotfelty et al., 1989).

2.4. Dégradation des pesticides

La dégradation joue un rôle important dans le devenir des pesticides en ce qu'elle assure la transformation de la molécule initiale d'une manière plus ou moins prononcée, pouvant aller jusqu'à sa minéralisation. En fonction de la distribution du pesticide, de la nature des surfaces mises en jeu, de l'activité biologique et des propriétés physico-chimiques, diverses réactions chimiques et/ou biochimiques peuvent se produire et conduire à la transformation partielle ou complète du pesticide.

3. Risques environnementaux liés à l'utilisation des pesticides

Lors des traitements ou des transferts ultérieurs, les pesticides pénètrent dans les compartiments de l'environnement entraînant différents types de pollution pouvant avoir des effets négatifs sur les organismes vivants.

Pour l'homme, seuls les risques toxicologiques indirects provenant de son environnement et dus à la présence de substances toxiques dans le milieu naturel, les aliments et l'eau de boisson sont considérés comme risques environnementaux.

3.1. Risques de pollution des sols

Les pesticides se retrouvent dans le sol par application directe, retombées atmosphériques, dérive au moment des applications. leur transport, persistance ou dégradation dans ce milieu dépend de leurs propriétés physico-chimiques et des propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. Ces facteurs vont affecter l'adsorption/désorption, la volatilisation, la dégradation, l'absorption par les plantes, le ruissellement et la lixiviation des pesticides.

Certains pesticides comme les organochlorés ont une persistance dans le sol pouvant varier de quelques heures à plusieurs années. Ainsi, bien que leur utilisation ait été interdite ou restreinte depuis des années dans beaucoup de pays, ils continuent d'être détectés dans les sols (Hildebrandt et al., 2009, Jiang et al., 2009). En Inde, Mishra et al. ont rapporté des concentrations moyennes en HCH total et DT assez élevées dépassant 705 ng/g. En Chine, dans une étude réalisée dans des parcs urbains, Li et al. ont trouvé des teneurs élevées en pesticides organochlorés, en particulier le DDT et le HCH. Cette contamination a été attribuée à l'usage de l'HCH technique, du lindane, du DDT technique et du dicofol contenant des

impurétés de DDT (Li et al., 2008). Dans la même rubrique, des pesticides de la famille de l'endosulfan et du DDT figuraient parmi les pesticides les plus détectés dans les sols bien que leur application récente n'ait pas été signalée (Plaza-Bolaños et al., 2012).

Dans le sol, les pesticides peuvent s'adsorber sur la matière organique ou les particules d'argile qui les rendent moins mobiles, moins biodisponibles, moins accessibles à la biodégradation et par conséquent plus persistants. Ce processus peut aboutir avec le temps et une répétition des applications à la formation de résidus liés non-extractibles. Bien que ces résidus liés n'aient qu'une faible signification en raison de leur caractère inactif et non biodisponible, ils peuvent être parfois libérés en cas de changement du pH du sol ou d'addition d'engrais azotés. Des possibilités d'absorption et de remobilisation de ces résidus par les plantes et les vers de terre existent également (Gevao et al., 2000).

3.2. Risques de pollution des eaux

Les pesticides entrent en contact avec l'eau par dérive au moment de l'application, ruissellement à partir des surfaces traitées, lixiviation au cours des infiltrations, ou par dépositions atmosphériques humides ou sèches. La contamination des eaux dépend essentiellement des propriétés du pesticide, des caractéristiques du sol, des conditions climatiques mais aussi de la distance du site d'application à la source d'eau. Sa distribution spatiale et temporelle est fonction des schémas d'exploitation de la terre et des pesticides utilisés.

Des contaminations des eaux de surface et de puits ont été notées au niveau de sites proches de terres agricoles dans le monde (Añasco et al., 2010, Gilliom, 2007). En général, les composés fréquemment retrouvés étaient l'atrazine, la simazine, l'alachlor, le métolachlor, le trifluraline, le diazinon, le parathion méthyle, le lindane, l'endosulfan et l'aldrin. Les eaux superficielles étaient généralement plus polluées que les eaux souterraines surtout près des sites agricoles ou urbaines.

3.3. Risques éco-toxicologiques

Les organismes et microorganismes du sol sont essentiels pour le maintien de la structure du sol, la transformation et la minéralisation de la matière organique permettant de rendre disponibles les nutriments à la plante. Les produits phytosanitaires appliqués de manière écologiquement irrationnelle peuvent avoir des impacts négatifs sur ces populations.

Des effets toxiques de certains fongicides sur les champignons du sol et les actinomycètes ont été rapportés (Pal et al., 2005). Les bactéries nitrifiantes sont très sensibles à l'influence des pesticides et une inhibition de la nitrification a été observée par des herbicides de la famille des sulfonilurées (Gigliotti et Allievi, 2001).

Des études récentes réalisées par Shahla et D'Souza ont mis en évidence des effets négatifs de plusieurs pesticides sur la reproduction et la croissance des vers de terre (Shahla et D'Souza, 2010).

Cette dernière a été, par exemple, influencée négativement par une exposition chronique au chlorpyrifos et à l'azinphos méthyle (Reinecke et Reinecke, 2007).

Les effets des pesticides sur les abeilles sont étroitement surveillés. Ainsi, un déclin de la richesse en espèces d'abeilles sauvages a été noté après des applications répétées de fénitrothion (Brittain et al., 2010). Russel et Schultz ont démontré que l'utilisation d'herbicides pouvait réduire significativement la survie, l'aile et le poids de la nymphe de papillon au niveau des zones traitées (Russell et Schultz, 2009).

3.4. Risques toxicologiques

Les pesticides peuvent se retrouver dans l'organisme humain directement par ingestion, inhalation ou pénétration cutanée ou indirectement par l'intermédiaire des sols, des poussières, d'eau ou d'aliments contaminés. Une fois dans l'organisme, ils ont la propriété de provoquer des dommages en altérant les fonctions normales. Leurs effets peuvent se manifester immédiatement ou quelques heures après l'intoxication (intoxication aiguë) ou sur le long terme (intoxication chronique). Les effets délétères des pesticides peuvent se manifester localement (effets locaux) ou affecter tout l'organisme (effets généraux). Selon, l'OMS, les pesticides sont responsables de près de trois millions de cas d'empoisonnements graves et de 220 000 décès chaque année dans le monde (WHO, 1992). Les perturbations auxquelles l'organisme est confronté peuvent être de divers ordres (affections neurologiques, endocriniens, du système immunitaire, cancers, troubles de la reproduction...).

C'est ainsi que plusieurs études ont mis en évidence un risque accru de maladie de Parkinson associé à l'exposition à des insecticides ou des herbicides et ce risque serait élevé en cas d'exposition aux organochlorés, organophosphorés ou carbamates (Gorell et al., 1998, McCormack et al., 2002)].

Une part significative des substances identifiées comme perturbateurs endocriniens sont des pesticides. Ils agissent en interférant avec les hormones naturelles à cause de leur potentiel de liaison élevé avec les récepteurs oestrogéniques et androgéniques (Tabb et Blumberg, 2006). Ils peuvent aussi interférer dans la synthèse, le transport, le métabolisme et l'élimination de ces hormones entraînant une diminution de leur concentration. Par exemple, la production d'hormones thyroïdiennes peut être inhibée par certains pesticides (cyhalothrine, fipronil) (Sugiyama et al., 2005).

Les pesticides perturbateurs endocriniens sont susceptibles d'affecter le développement sexuel avec une sensibilité particulière chez le fœtus et l'enfant. Généralement, les dommages se produisent au cours de la gamétogénèse et au stade initial du développement foetal mais les effets n'apparaissent qu'à l'âge adulte. La résidence à proximité des zones agricoles a été citée comme un facteur explicatif des anomalies du développement au cours de plusieurs études (faible poids de naissance, mort foetale, cancers chez l'enfant, cryptorchidie, hypospadias) (Carbone et al., 2006).

Une série d'études épidémiologiques réalisées depuis 1900 a permis de conclure que l'exposition aux pesticides peut affecter la spermatogénèse réduisant la fertilité masculine (Roeleveld et Bretveld, 2008).

D'autres études tendent à établir un lien entre l'exposition environnementale aux pesticides et le risque de cancers hormono-dépendants (Cohn, 2011).

Chapitre II

L'outil PHYTO'AIDE

PHYTO'AIDE

1. Historique

PHYTO'AIDE a été développé par l'unité de recherche HortSys du Cirad dans le cadre du projet Ecofrut. Le développement informatique a été réalisé par l'unité de recherche AIDA du Cirad avec l'appui des biométriciens de l'unité mixte de recherche PVBMT.

Ces travaux ont été financés par la Région Réunion et l'UE. Ils s'inscrivent dans les objectifs du Plan Ecophyto.

PHYTO'AIDE repose sur les résultats de l'indicateur d'évaluation I-PHY (méthode Indigo©) développé par l'équipe Agriculture Durable du laboratoire agronomie et environnement de l'INRA, et adapté au contexte tropical pour les cultures fruitières pérennes et la canne à sucre (CIRAD, 2015).

2. Définitions :

PHYTO'AIDE est un outil d'aide à la décision évaluant les risques de transfert des pesticides vers l'environnement. Il permet de déterminer les marges de progrès et proposer différents leviers pour limiter ces transferts. L'acteur utilisateur est au centre du processus de décision lors de l'usage d'un pesticide. PHYTO'AIDE a été développé par le CIRAD1 dans le cadre du projet ECOFRUT2 pour accompagner cet utilisateur et son conseiller. PHYTO'AIDE apporte un conseil personnalisé, lequel varie en fonction du pesticide utilisé mais aussi des conditions d'utilisation de ce pesticide (CIRAD, 2015).

2. Utilisation de PHYTO'AIDE

Sur la plateforme web, dans l'onglet « paramétrage », l'utilisateur renseigne : les caractéristiques du sol de la parcelle et le pesticide utilisé (voir ci-dessous). Si l'on ne connaît pas la substance active du produit utilisé on peut cliquer sur l'icône qui renvoie l'utilisateur vers le site e-phy, catalogue en ligne des produits phytopharmaceutiques qui permettra de retrouver la substance active à partir du nom commercial du produit. PHYTO'AIDE ne calcule les risques de transfert du pesticide vers l'environnement que d'une substance active à la fois. De sorte que lorsqu'un produit commercial est composé de plusieurs substances (cas de certains herbicides par exemple), il convient de tester les substances une à une.

Une fois les données saisies, le bouton lance les procédures de calcul de cet outil d'aide à la décision. PHYTO'AIDE fournit ses résultats sous une forme graphique en générant un arbre

de régression et le graphique de contribution. Ces différents résultats varient d'un pesticide à l'autre et d'un sol à l'autre (CIRAD, 2015).

3. Lecture et interprétation des résultats de PHYTO'AIDE

Avant toute chose, il convient de préciser que les scores affichés par PHYTO'AIDE proviennent de de l'indicateur I-PHY et sont donnés sur une échelle qualitative de 0 (risque maximum de transfert) à 10 (très peu de risque) et où un score supérieur à 7 est considéré comme limitant les risques de transfert.

L'arbre de régression PHYTO'AIDE (voir exemple ci-contre) permet de visualiser les scores de plus de 1000 scénarios d'utilisation du pesticide. Ces scénarios sont construits en faisant varier les variables d'utilisation (type de pulvérisateur, de buse, distance à un point d'eau...) constitutives du score d'I-PHY (sauf celles du pesticide et du sol que l'utilisateur a fixé selon le cas d'étude). Les variations résultent des valeurs dites favorable ou défavorable de chaque variable. C'est-à-dire qu'en partant du score moyen I-PHY de tous les scénarios testés (score affiché dans le rond bleu en haut de l'arbre), selon que la valeur prise par la variable est favorable ou défavorable, ce score moyen va être dégradé (branche rouge de l'arbre, ce qui signifie que le risque augmente) ou au contraire augmenté (branche verte de l'arbre, ce qui signifie que le risque diminue). Plus les variables sont hautes dans l'arbre plus elles ont d'importance dans la construction du score d'I-PHY. Le score minimum de tous les scénarios testés par PHYTO'AIDE est en bas à gauche de l'arbre et le score maximum est en bas à droite. La différence entre ces deux scores constitue la marge de progrès possible en manœuvrant les différents leviers (passage de la condition défavorable à favorable des variables) (CIRAD, 2015)..

4. Exemple d'arbre de régression généré par PHYTO'AIDE

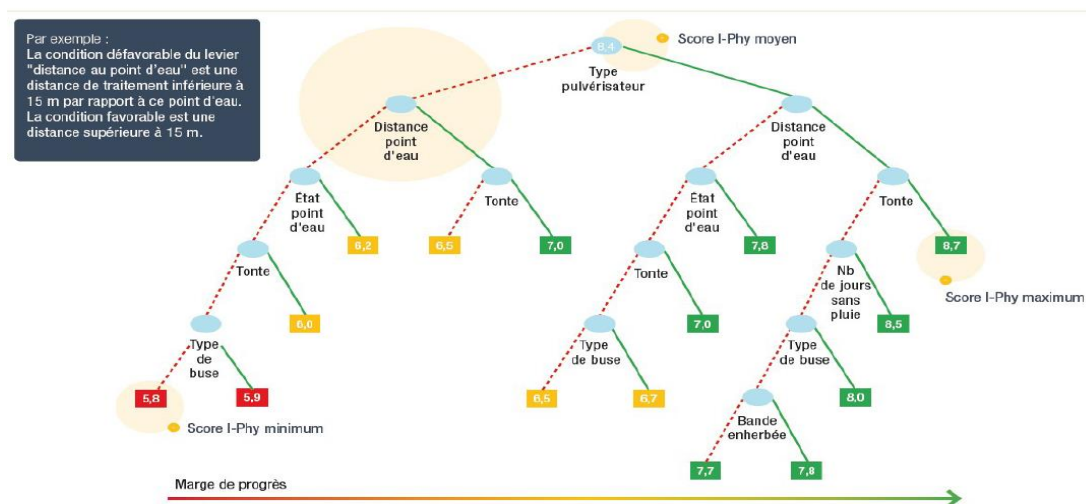


Figure 02: Exemple d'arbre de régression généré par PHYTO'AIDE

Le deuxième résultat généré par PHYTO'AIDE est le graphique de contribution des variables (voir ci -dessous). Sa lecture est simple. En effet, plus une variable a d'importance dans la construction du score d'I-PHY, plus son pourcentage de contribution sera élevé. Dans l'exemple si dessous, pour l'aclonifen (herbicide) testé sur un sol réunionnais, le pulvérisateur utilisé a le plus d'importance (de 52 % de contribution) suivi de la distance du traitement au point d'eau (20.7 %) et à l'état de ce dernier (19.7 %). Les autres variables ont quant à elles moins d'importance. L'analyse de ce graphique permet d'identifier rapidement sur quelles variables—et par conséquent sur quels leviers d'action— il convient d'apporter son attention prioritairement (CIRAD, 2015)..

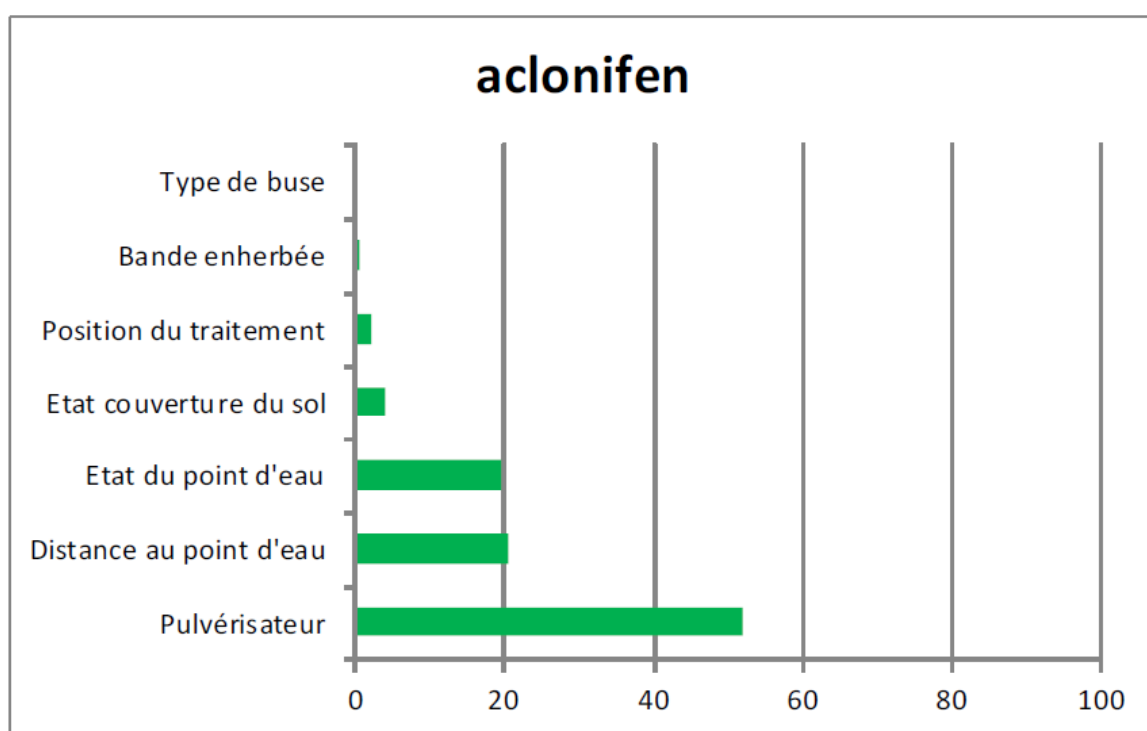


Figure 03: graphique permet d'identifier rapidement sur quelles variables et par conséquent sur quels leviers d'action

Partie Expérimentale

■

CHAPITRE I

METHODOLOGIE ET

CADRE D'ETUDE

1. METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1.1. Les objectifs du travail

La recherche sur la prédiction de risque des pratiques phytosanitaires sur l'environnement nécessite une analyse multi-échelle centrée sur les aspects écologiques, économiques et sociaux. Ainsi, les objectifs assignés au présent travail consistent en :

- La connaissance des systèmes de production agricole par la description statistique des exploitations agricoles.
- la prédiction de risque phytosanitaires sur l'environnement des exploitations agricoles dans la région d'El Oued par l'outil PHYTO'AIDE (Cirad, 2018).

1.2. Méthodologie de l'étude

La démarche méthodologique adoptée pour réaliser cette étude s'appuie sur trois étapes principales (Figure 4).

La première étape consiste à recueillir les informations nécessaires auprès des différents organismes agricoles (DSA, chambre d'agriculture, subdivisions agricoles et délégations communales) pour établir un échantillonnage représentatif de la région d'étude.

La deuxième étape est la réalisation de l'enquête auprès des agriculteurs. Cette étape consiste à collecter les informations nécessaires pour la prédiction de risque phytosanitaires sur l'environnement grâce à un questionnaire inspiré du guide de l'indicateur IFT.

La dernière étape consiste en le dépouillement des données et le traitement statistique de façon à établir une description statistique et diagnostic des exploitations étudiées et à prédire le risque de leurs pratiques phytosanitaires sur l'agroenvironnement saharien.

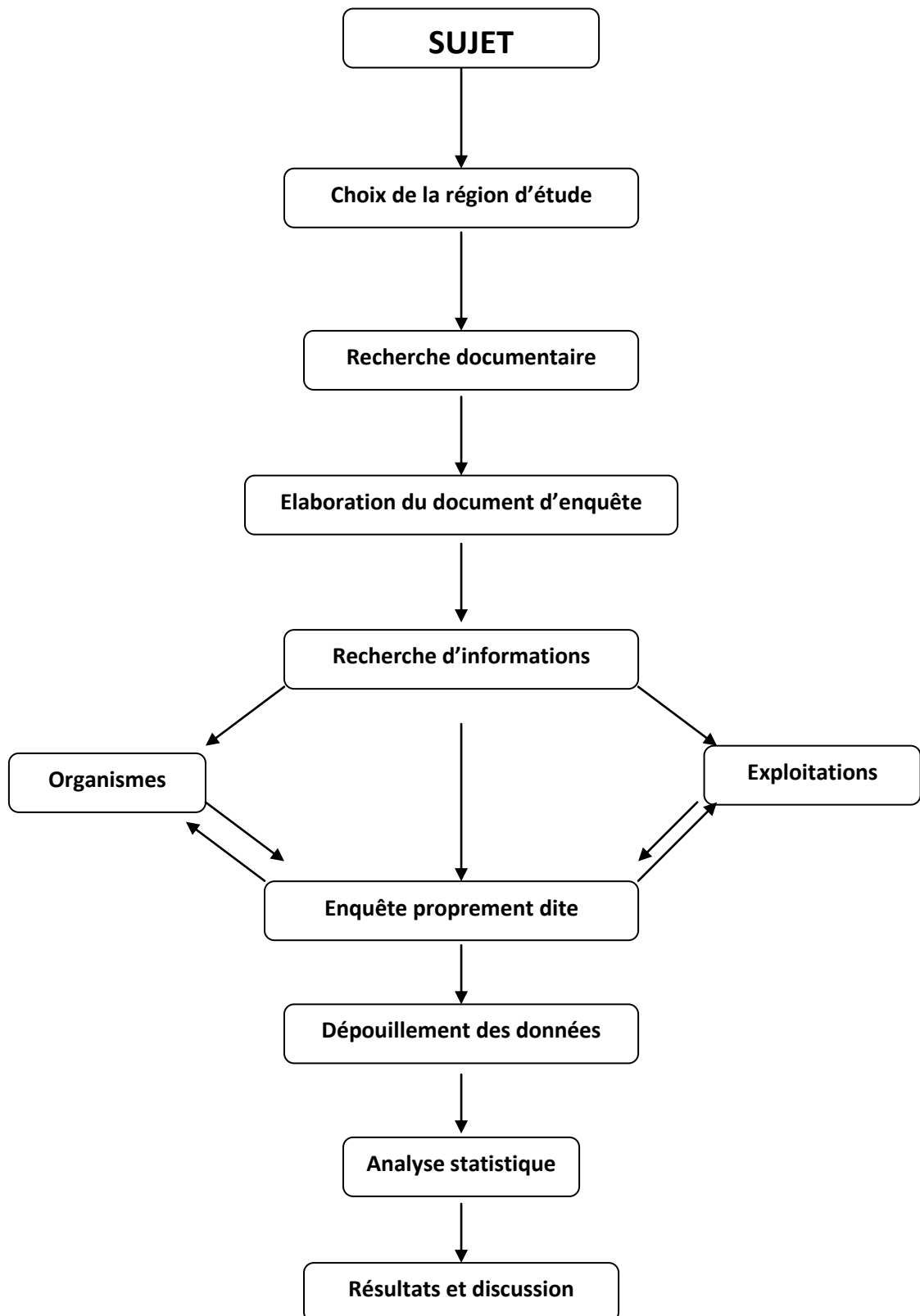


Figure 04: Schéma méthodologique de l'étude.

1.2.1. Choix de la région d'étude

Le choix de la région d'El Oued est lié à l'importance du secteur agricole dans cette région saharienne. L'activité agricole se caractérise par une diversité des cultures et avec une prédominance des cultures maraichères.

1.2.2. Choix de l'échantillon

Le choix de l'échantillon de notre étude (15 exploitations) repose sur les critères suivants :

- l'existence d'une diversité de production au sein de l'exploitation.
- l'accessibilité, la disponibilité et la coopération de l'agriculteur,
- la disponibilité de l'information,

La liste des agriculteurs à enquêter n'est pas préalablement préparée : le choix des communes d'enquêtes est fonction des possibilités d'accès (disponibilité des moyens de transport). Arrivé à la commune, les sites d'enquêtes sont choisis en collaboration avec le délégué communal ou les personnels de la subdivision agricole.

1.2.3. Elaboration du questionnaire

Le questionnaire (Annexe1) constitue un outil indispensable pour recueillir les informations nécessaires à la fois pour la description statistique des exploitations enquêtées et à prédire le risque de leur pratique phytosanitaire. Il comporte des questions qui abordent les thèmes suivants :

- L'identification de l'exploitation.
- La situation de l'exploitation au moment de l'enquête.
- Les pratiques et la gestion des ressources naturelles.

1.2.4. Les enquêtes

Les enquêtes ont été réalisées sous forme d'entretiens avec les agriculteurs. Le manque d'informations a été comblé par les observations enregistrées lors des visites aux différentes exploitations à chaque fois que cela a été possible. Ces enquêtes se sont déroulées sur trois mois (mars 2018 jusqu'au mai 2018).

1.3. ANALYSE DES DONNEES

1.3.1. L'organisation des données

L'analyse des données, effectuée à l'aide des logiciels XL Stat version 13 a été réalisée en plusieurs étapes. Tout d'abord, la saisie des données du questionnaire a été faite à l'aide d'une base de données construite sur un fichier EXCEL ce qui a permis la construction des fichiers de calcul de la description structurelle et de la diversité pour les exploitations. Le premier tableau (Annexe1) porte sur le questionnaire.

1.3.3. Evaluation de la pression phytosanitaire de la plasticulture sur l'agroécosystème oasien

Pour évaluer de la pression phytosanitaire de la plasticulture sur l'agroécosystème oasien, on a procédé à une analyse, à base de statistiques sommaires, porte sur la description des exploitations agricoles, la prédiction de risque à l'aide de l'outil PHYTO'AIDE des exploitations agricoles dans la wilaya d'El oued.

2. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

2.1. Situation géographique

La Wilaya d'El-Oued qui occupe une superficie de 44.586,80 km², soit un taux de 1,87 % de la superficie du territoire (DSA, 2007) est limitée par

- La Wilaya de Tébessa au Nord-Est.
- La Wilaya de Khenchela au Nord.
- La Wilaya de Biskra au Nord-Ouest.
- La Wilaya de Djelfa à l'Ouest.
- La Wilaya de Ouargla à l'Ouest et le Sud.

Elle est aussi frontalière avec la Tunisie sur une distance de 300 km environ. La Wilaya d'El-Oued est composée de 30 communes et 12 Dairas.

Le tableau (1) liste les stations de distribution de l'échantillon des exploitations enquêtées.

Tableau .01: stations d'enquête.

Communes	Nombre d'exploitations
Sidi Oun	02
Guemar	01
Magrane	02
Hassi Khalifa	02
Trifaoui	02
Hassani abde el kerim	02
Debila	01
Robbah	02
Taghzout	01

2.2. Le milieu physique

2.2.1. Les reliefs

La configuration du relief de la Wilaya se caractérise par l'existence de trois grands ensembles à savoir :

- **Région du Souf** : Une région sableuse qui couvre la totalité du Souf, d'Est et Sud.
 - **Erg** : Une région sableuse qui occupe les 3/4 de la superficie de Souf et se trouve sur les lignes 80m Est, 120m Ouest. Cette région fait partie du grand Erg oriental.
- **Oued Righ** : Une forme de plateaux rocheux qui longe la route nationale n°3 à l'Ouest de la Wilaya et s'étend vers le Sud.
 - **Région de dépression** : C'est la zone des Chotts ; elle est située au Nord de la Wilaya et se prolonge vers l'Est avec une dépression variante entre -10m et -40m et parmi les chotts connues, il y'a Milghigh et Merouane, auprès de la route nationale n°48 qui traverse les communes de Hamraia et Still (DSA, 2007).

➤ La bande frontalière

Elle est constituée par la Daïra de Taleb-Larbi qui compte trois communes : Taleb-Larbi, Douar El-Ma et Ben-Guecha. Cette Daïra couvre une superficie de 21.569,60 km²

soit 48% du territoire de la Wilaya pour une population de 31.876 habitants (estimation de 2006), soit une densité de 1,5 habitants au km². Cette zone est constituée d'une plaine recouverte d'alluvions et d'une importante zone de parcours (DSA, 2007).

2.2.2. Le sol

Les types de sols de la région sont constitués surtout par une seule formation d'apport éolien avec des caractères d'halomorphie et d'hydromorphie. La salinité des sols est fortement liée à la présence d'une nappe à faible profondeur. Ainsi, presque tous les sols halomorphes de la région se situent dans des dépressions où la nappe est proche de la surface du sol à une profondeur inférieure à 2 mètres. La cause de ce phénomène s'explique par l'ascension capillaire et les pertes par évaporation. Sur le terrain, la salinité se traduit par une végétation de type halophile et le plus souvent par l'apparition d'efflorescences salines blanchâtres en surface. La texture grossière empêche le développement de la structure. Il y a cependant une légère tendance à la structure massive, particulaire et fondue. La faible capacité totale d'échange et les fortes teneurs en calcium (carbonate de calcium et gypse) empêchent l'alcalinisation du complexe absorbant (DSA, 2007).

2.2.3. Les ressources hydriques

La région d'El Oued est située dans le bas Sahara au centre d'une grande cuvette synclinale dans laquelle nous pouvons distinguer trois nappes d'eau souterraine :

- la nappe phréatique proprement dite ;
- le Complexe Terminal (CT) ;
- le Continental Intercalaire (CI).

Traditionnellement, les populations utilisent rationnellement les ressources que lui offraient les nappes phréatiques du Souf. La région ne connaissait en effet qu'une faible implantation humaine et il n'y avait donc pas de déséquilibre sur ce plan-là.

Les pratiques agricoles se limitaient à la technique des ghouts (vastes entonnoirs creusés par la main de l'homme) au fond desquels étaient plantées des palmerais. Les palmiers dattiers n'avaient alors qu'à puiser l'eau nécessaire directement dans la nappe phréatique, la surface de celle-ci étant facilement accessible à leur système racinaire.

Vers la fin du 19^{ème} siècle, on observe une sensible baisse du niveau statique de la nappe vraisemblablement due à l'augmentation des besoins en AEP de la population résidente sans cesse croissante, à l'extension des cultures et à son irrigation par de nombreux puits artisanaux.

C'est alors par l'accroissement des besoins de la ressource que l'on a recherché d'autres solutions et que l'on s'est tourné vers de nouvelles ressources en eau pour mettre en pratique certaines techniques modernes d'irrigation. On a donc eu recours aux nappes captives profondes, l'artésianisme local de celles-ci a par ailleurs rendu l'exploitation de cette eau facile. Des forages profonds, atteignant les nappes d'eaux souterraines, des niveaux captifs du complexe terminal et du continental intercalaire ont été réalisés (**Arami, 2008**).

On distingue trois types de nappe d'aquifères à Oued Souf :

- La nappe phréatique située entre 0 à 60 m de profondeur (1^{ère} nappe).
- Le complexe terminal situé entre 220 à 600 m de profondeur (2^{ème} nappe).
- Le continentale intercalaire ou "Albien" situé entre 1800 et 2000 m de profondeur (3^{ème} nappe)(**DSA, 2007**).

Les potentialités hydrauliques existantes, le taux de mobilisation des eaux, les eaux exploitées, l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation sont résumés dans les tableaux 2 et 3 (**DSA, 2007**).

Le service de distribution d'eau potable connaît toutefois de nombreuses insuffisances : réseau vétuste, branchements illicites, absence de compteurs d'eau, utilisation de l'eau pour l'arrosage des jardins. L'ensemble de ces insuffisances génère des pertes et des gaspillages aggravant l'alimentation de la nappe phréatique (**Arami, 2008**).

2.2.4. Le climat

Le climat de la région est de type saharien caractérisé par un été chaud et sec où la température peut atteindre 35°C et un hiver doux. Les principales contraintes climatiques restent la fréquence régulière des vents et leur violence connue sous le nom de Sirocco ainsi que des vents de sables durant le printemps.

Le Souf est compris entre les isohyètes 100 mm et 50 mm ; la moyenne annuelle des pluies à El Oued est de 80 mm. La répartition saisonnière est extrêmement variable ; le Souf

se trouve dans la zone des pluies ayant le maximum principal en automne. La pluie ne tombe que quelques jours par an, laissant une longue période estivale complètement sèche.

Cependant, les pluies peuvent tomber à torrent pendant quelques heures, ce qui provoque des dégâts et des effondrements (avril 1947 et mai 1967).

Le maximum des précipitations annuelles est de 160 mm, le minimum est 19 mm. La moyenne du nombre de jours de pluie est de 17. Le volume des pluies utiles, c'est-à-dire dépassant 5 mm, atteint 67%, et la fréquence des jours de pluies utiles est 22% (**Arami, 2008**).

CHAPITRE II

RESULTATS ET

DISCUSSION

CHAPITRE II

Resultats et discussion

de Analyse des scores d'I-PHYsa des exploitations enquêtées

L'objectif de l'analyse statistique est de déterminer les variables les plus influentes sur le score I-PHYsa afin d'identifier les principaux leviers techniques à disposition du producteur pour réduire les risques de pollution liés à l'usage de substance active sur sa parcelle.

16. Exploitation HK1 (Hassi khalifa1)

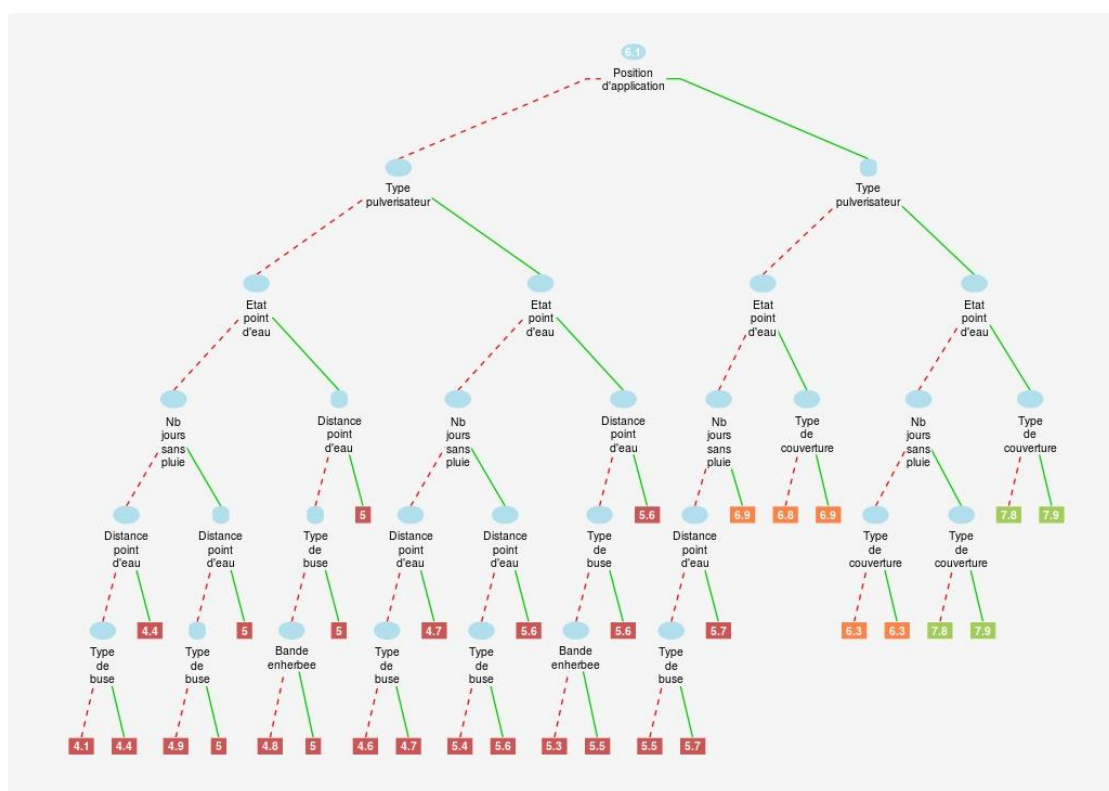


Figure 05: Arbre de régression de Hassi khalifa1

La substance active utilisée dans cette exploitation est la Métribuzine.

Le score moyen de l' I-PHY est de 6.1 avec un minimum de 4.1 et un maximum de 7.9 donc le progrès qui sera réalisé est de 5.6.(Figure...).

Il est intéressant de noter que pour cet herbicide, sur ce type de sol, le score I-PHY max est inférieur à 7, score pour lequel l'indicateur considère les risques de transfert du pesticide vers l'environnement comme acceptables.

Cependant et compte tenu du score max, il paraît important d'étudier les leviers techniques à mobiliser pour atteindre ce score maximum. L'arbre de régressions de PHYTO'AIDE présenté ci-dessus éclaire l'analyse. Manifestement, les principaux leviers pour réduire les risques de transfert de cet herbicide et d'après le pourcentage de contribution (Figure 05) sont : Position d'application, Etat point d'eau, Type pulvérisateur et Distance point d'eau.

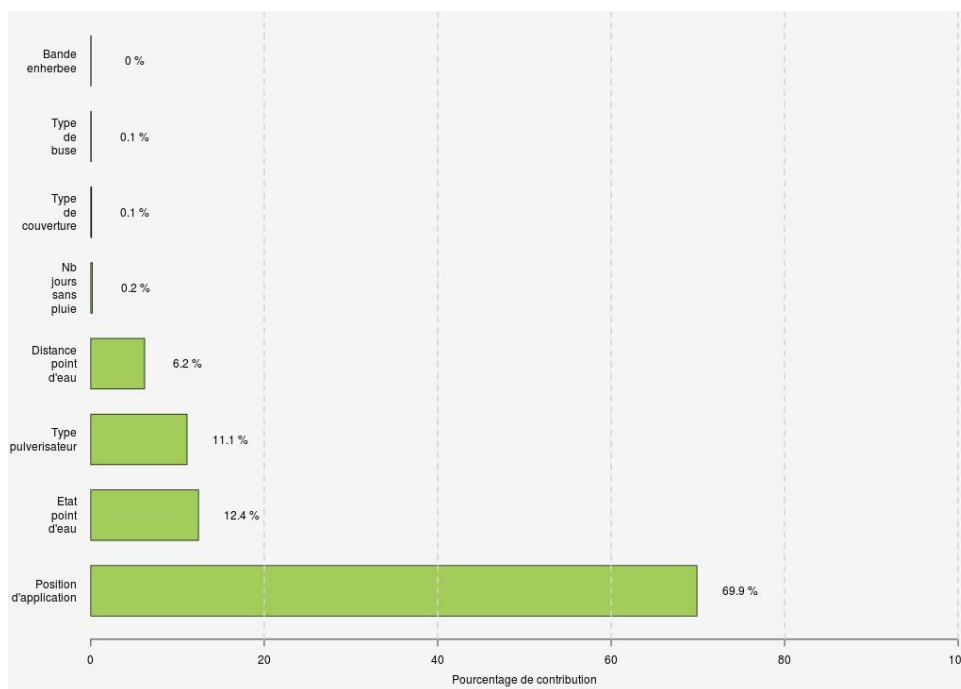


Figure 06 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Hassi khalifa1

L'agriculteur doit vérifier ses pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert de la Métribuzine vers l'environnement.

17. Exploitation Hk2 (Hassi khalifa2)

La substance active utilisée dans cette exploitation est la fongicide Chlorothalonil.

Le score moyen de l' I-PHY est de 5, les conditions défavorables d'utilisation de la Chlorothalonil sur ce sol conduisent à un score minimum de 4.4 et un maximum de 5.8 donc le progrès qui sera réalisé est de 1.4(Figure 06).

Pour arriver à ce score maximum, il devrait établir les conditions favorables d'utilisation suivantes : 'Type pulvérisateur', 'Etat point d'eau' et la 'Distance point d'eau' (Figure 06).

Malgré les améliorations à apporter, ce score restera inacceptable (inférieur à 7), il est préférable de substituer cette molécule par une autre.

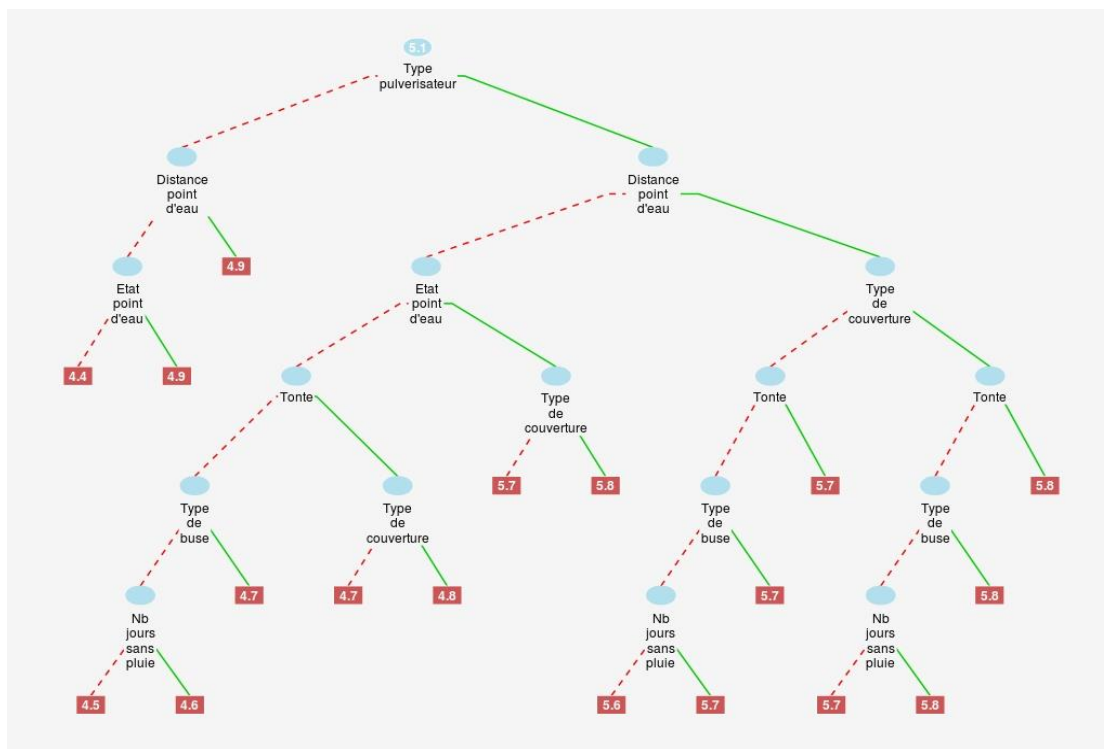


Figure 07 : Arbre de régression de Hassi khalifa2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Chlorothalonil sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 4.4

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Chlorothalonil sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 5.8

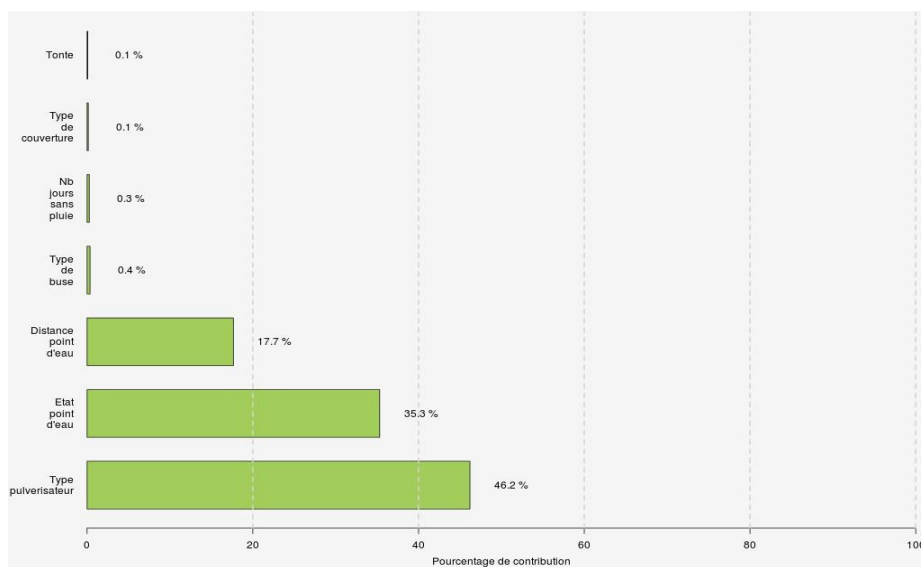


Figure 08 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phyde Hassi khalifa2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Chlorothalonil

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

Levier 'Nbjours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir

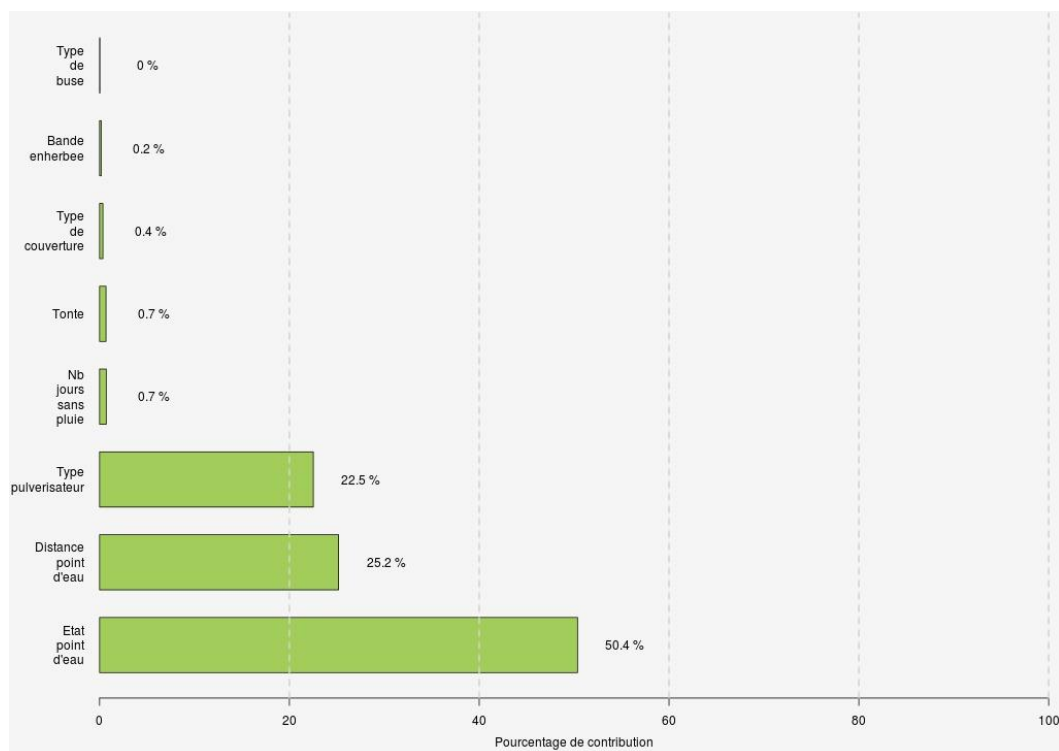


Figure 10 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy de Debila

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Acétamipride

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si c'en est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran

antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Bande enherbee' : La présence d'une bande enherbée en bas de pente ou en bordure de zone sensible (cours d'eau par exemple) de 5 mètres de large permet de limiter les transferts des pesticides de la parcelle vers l'environnement.

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide

19. Exploitation HA1(Hassani ak1)

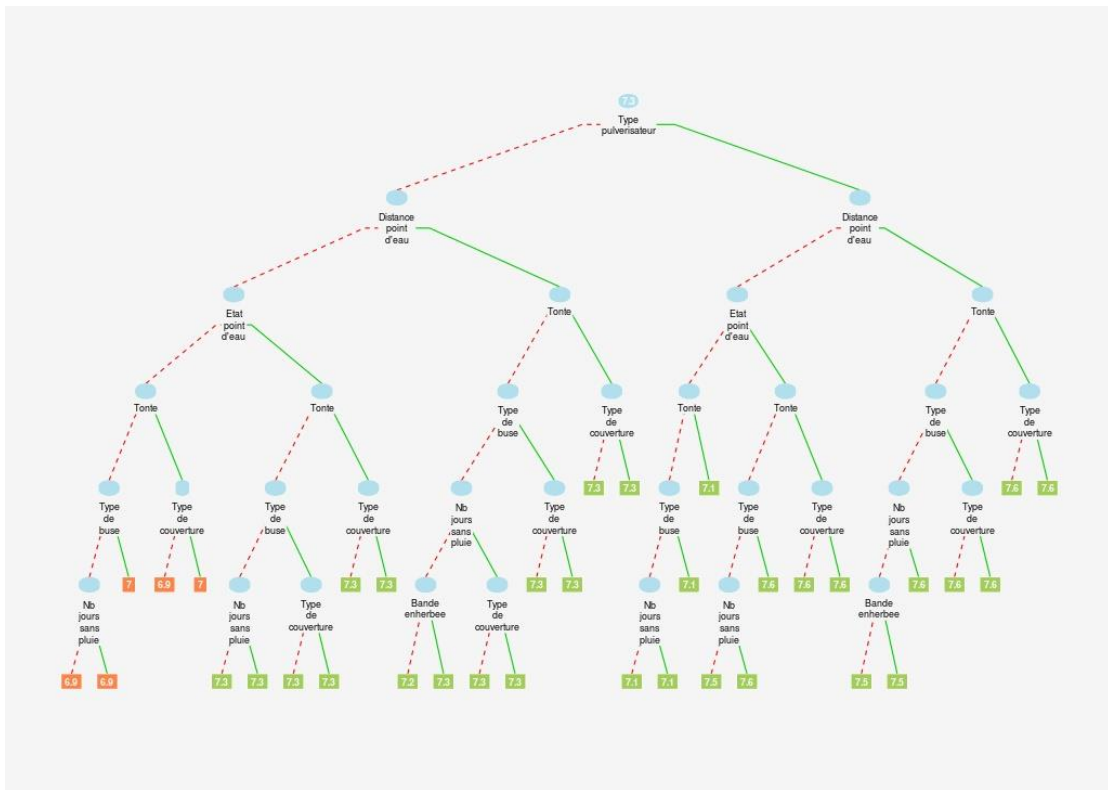


Figure 11 : Arbre de régression de Hassani ak1

Les conditions défavorables d’utilisation du (de la) Abamectine sur votre sol conduisent à un score minimum d’I-PHY de 6.9

Les conditions favorables d’utilisation du (de la) Abamectine sur votre sol conduisent à un score maximum d’I-PHY de 7.6

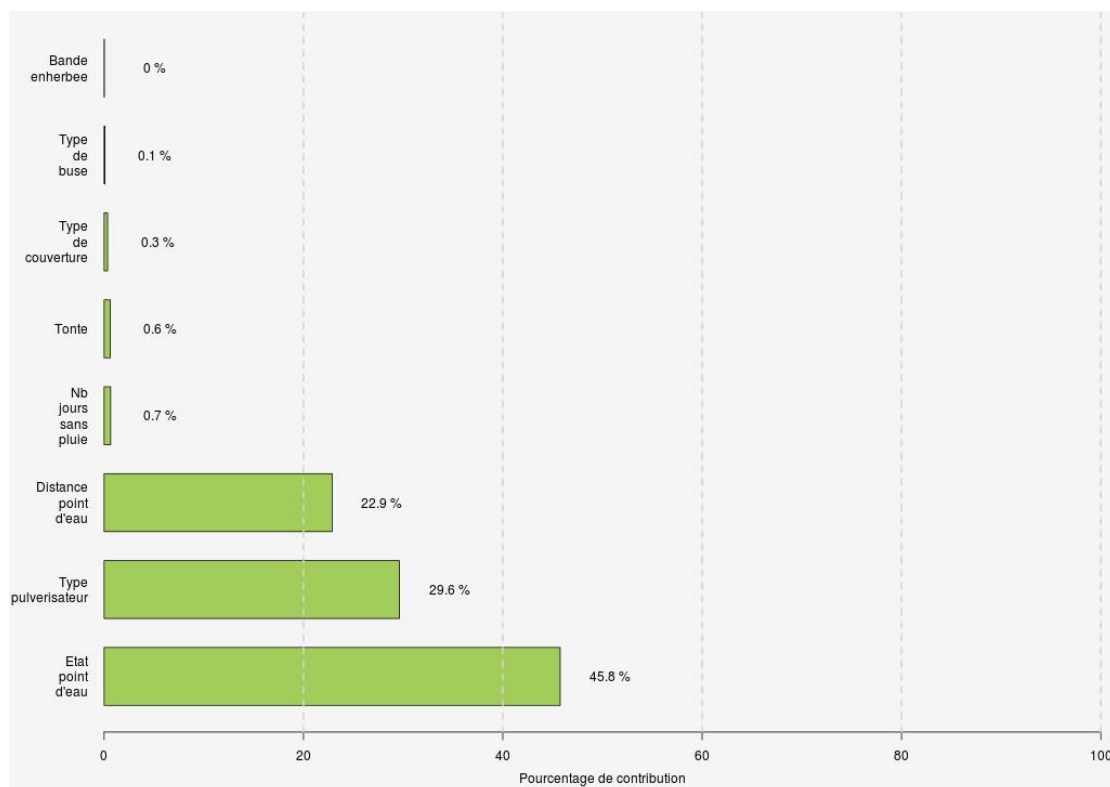


Figure 12 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Hassani ak1

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Abamectine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayez de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

20. Exploitation HA2(Hassani ak2)

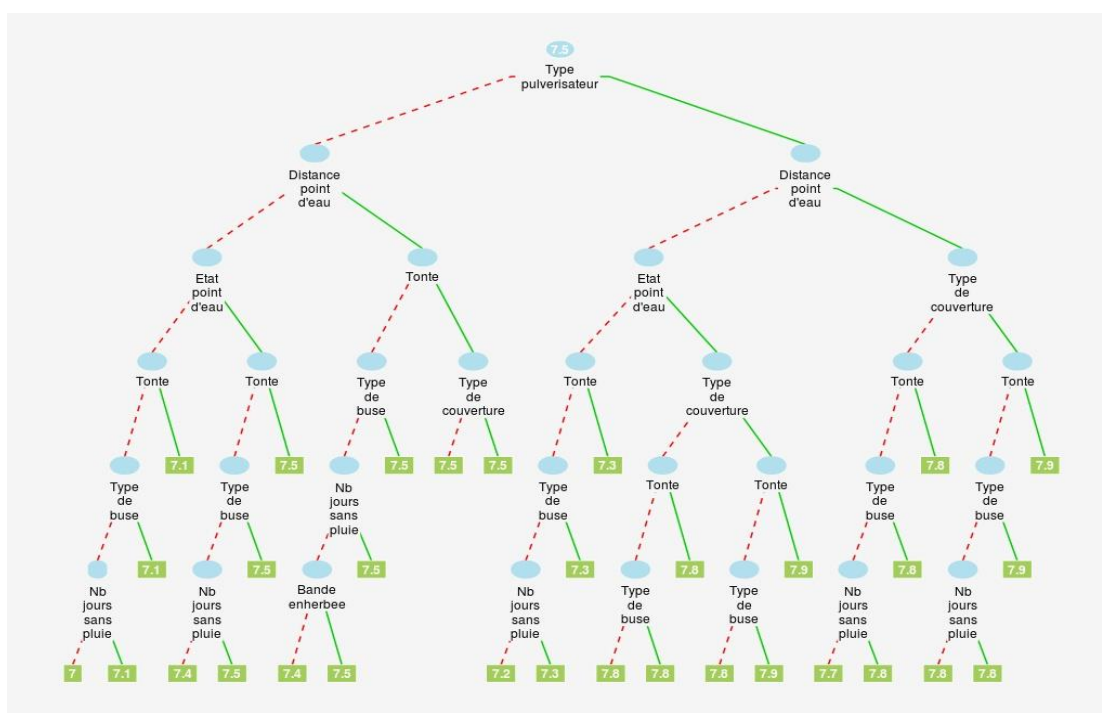


Figure 13 : Arbre de régression de Hassani ak2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Lambda-Cyhalothrine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 7

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Lambda-Cyhalothrine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.9

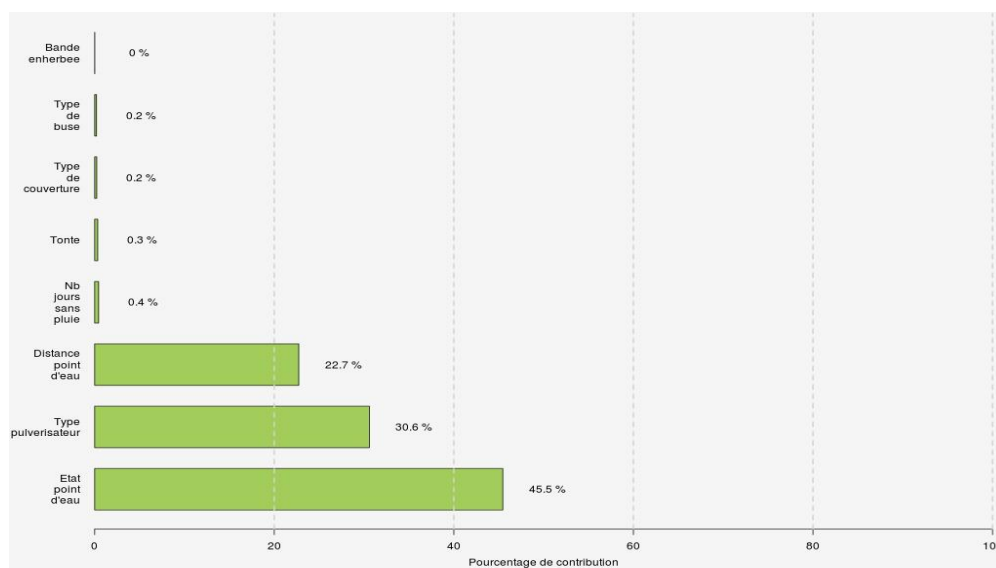


Figure 13 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.

de Hassani ak2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Lambda-Cyhalothrine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulverisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayez de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

21. Exploitation R1(Robbah1)

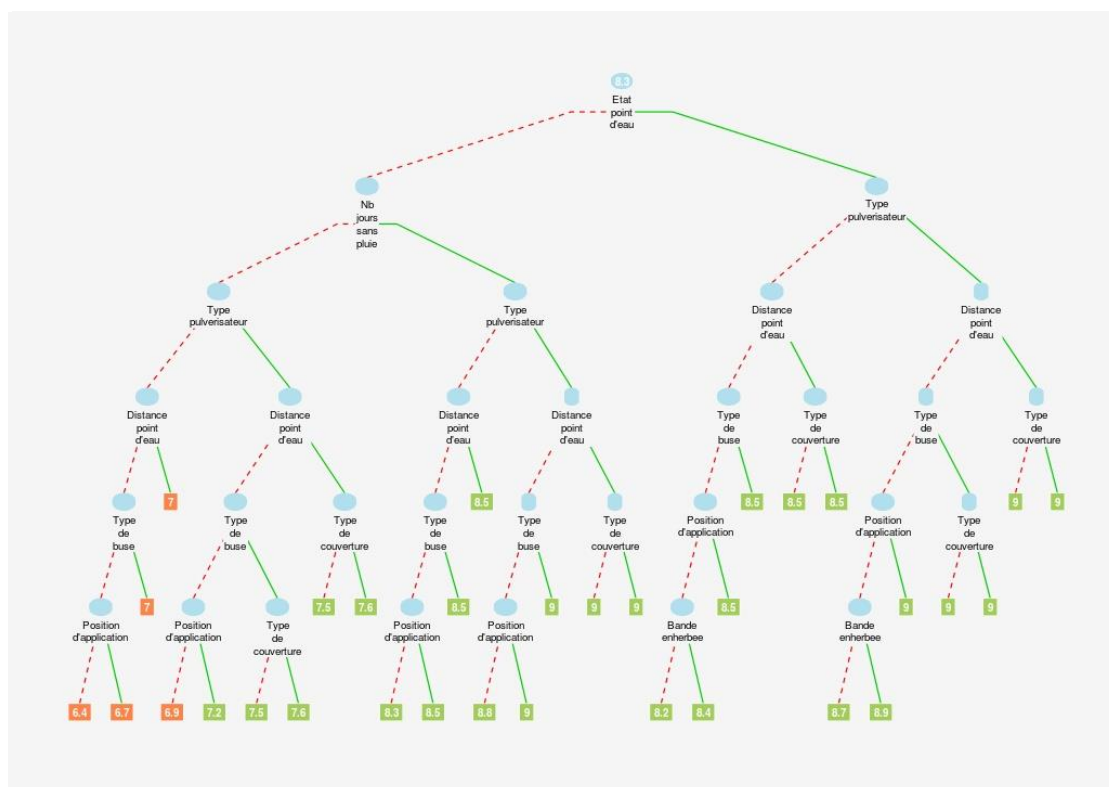


Figure 14 : Arbre de régression de Robbah1

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Glyphosate sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 6.4

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Glyphosate sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 9

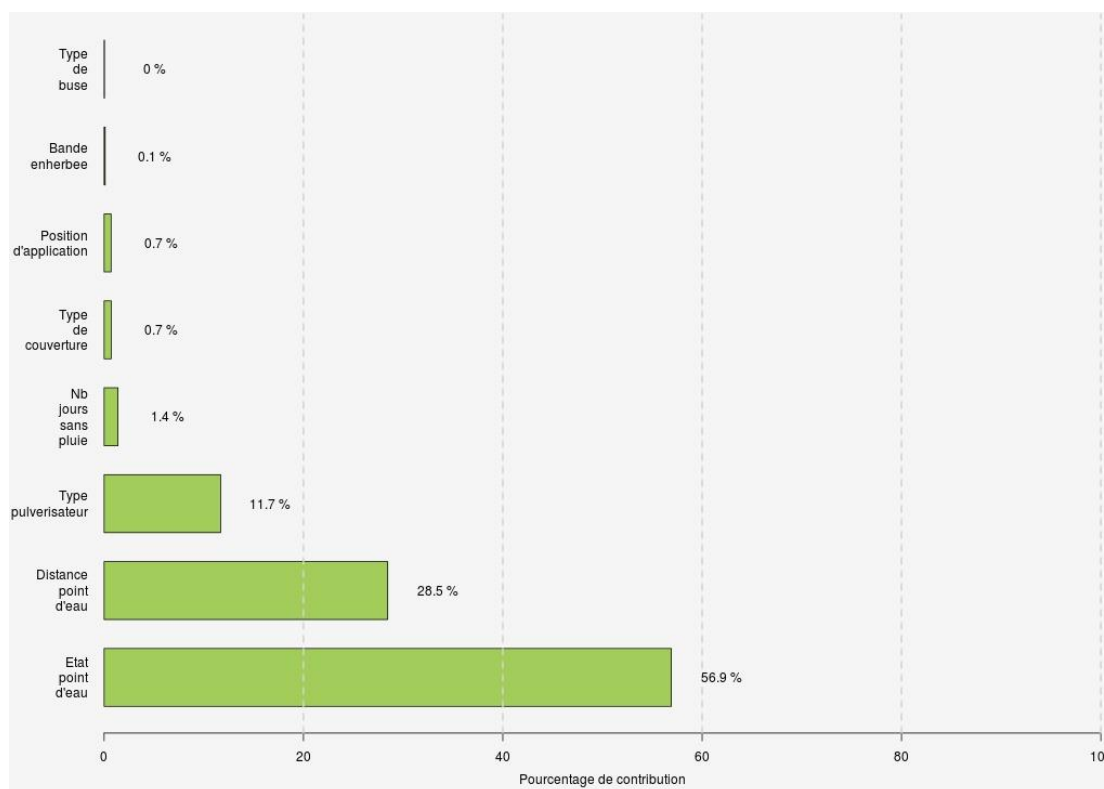


Figure 15 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.

de Robbah1

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Glyphosate

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence

d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Position d'application' : L'application de ce pesticide sur votre sol si celui-ci est nu (sans aucune végétation ou paillage) présente des risques très élevés de transfert vers l'environnement. Si le traitement a lieu lors d'une période à risque (pluie notamment), substituez ce pesticide par un autre si possible.

Levier 'Bande enherbée' : La présence d'une bande enherbée en bas de pente ou en bordure de zone sensible (cours d'eau par exemple) de 5 mètres de large permet de limiter les transferts des pesticides de la parcelle vers l'environnement.

22. Exploitation R2(Robbah2)

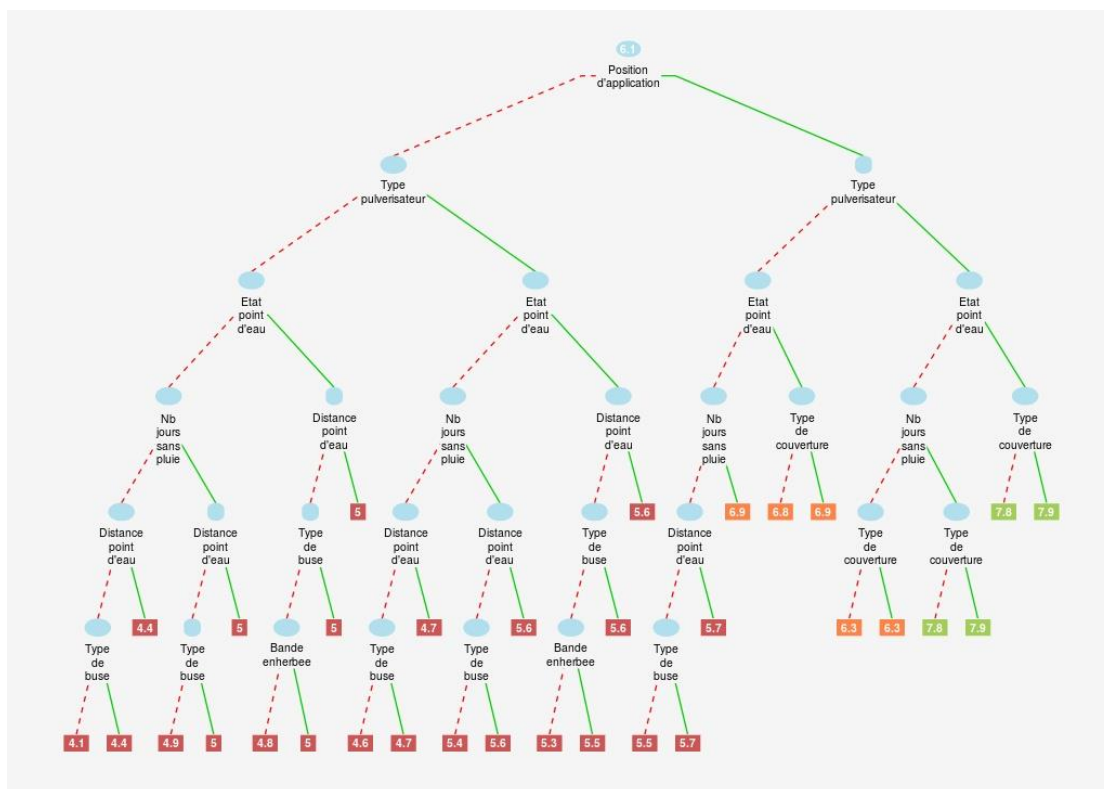


Figure 16 : Arbre de régression de Robbah2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 4.1

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.9

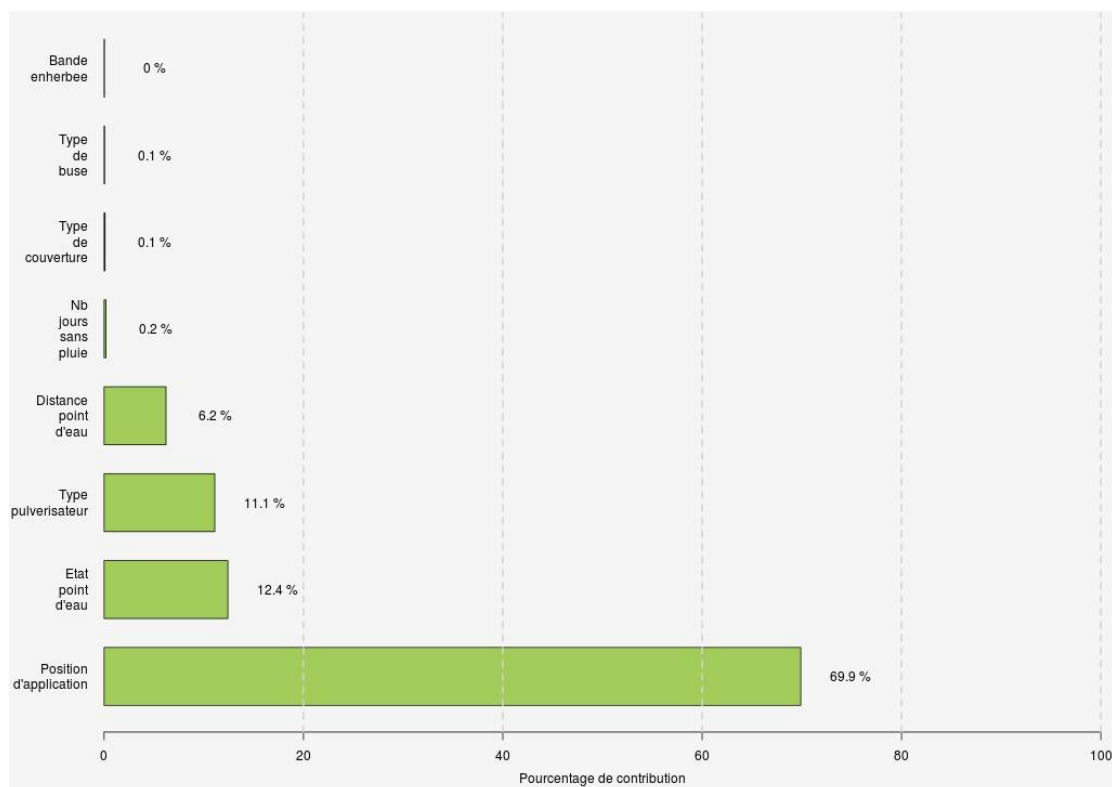


Figure 17 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.

de Robbah2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Métribuzine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Position d'application' : L'application de ce pesticide sur votre sol si celui-ci est nu (sans aucune végétation ou paillage) présente des risques très élevés de transfert vers l'environnement. Si le traitement a lieu lors d'une période à risque (pluie notamment), substituez ce pesticide par un autre si possible.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran

antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte)

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

23. Exploitation M1(Magren1)

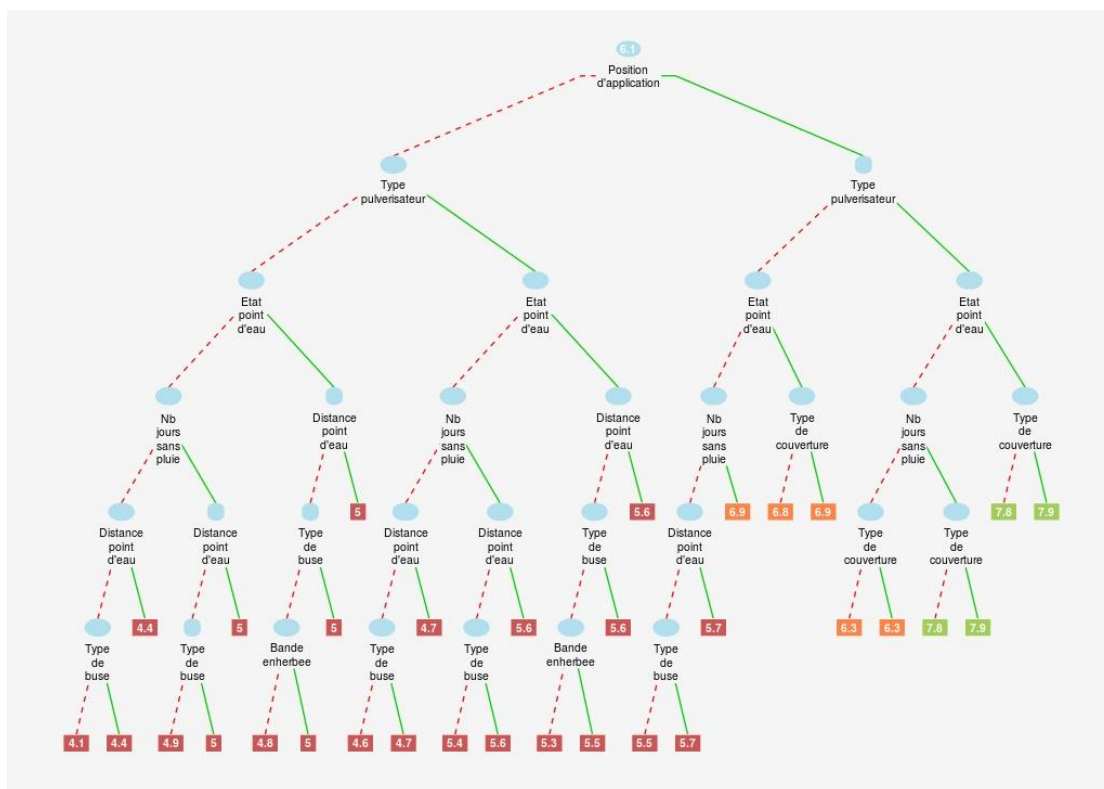


Figure 18 : Arbre de régression de Magren1

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 4.1

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.9

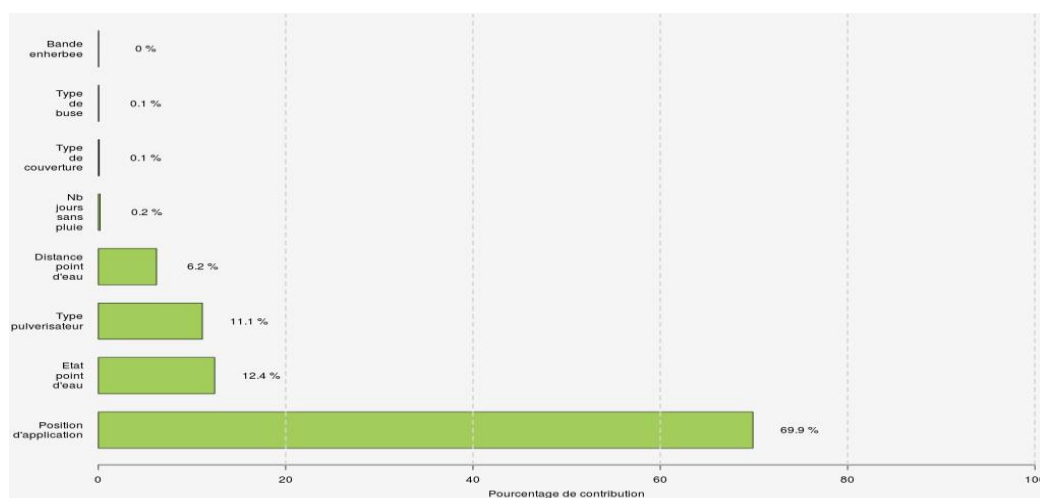


Figure 19 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Magren1

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Métribuzine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Position d'application' : L'application de ce pesticide sur votre sol si celui-ci est nu (sans aucune végétation ou paillage) présente des risques très élevés de transfert vers l'environnement. Si le traitement a lieu lors d'une période à risque (pluie notamment), substituez ce pesticide par un autre si possible.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

24. Exploitation M2(Magren2)

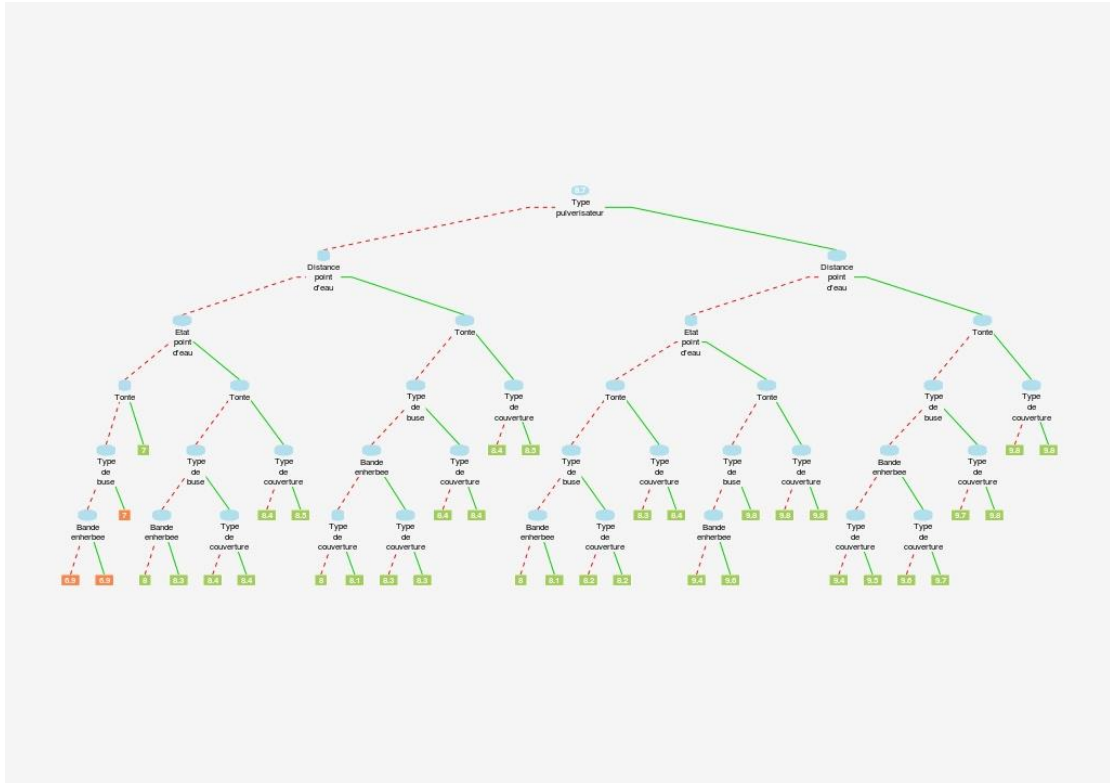


Figure 20 : Arbre de régression de Magren2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Difénoconazole sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 6.9

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Difénoconazole sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 9.8

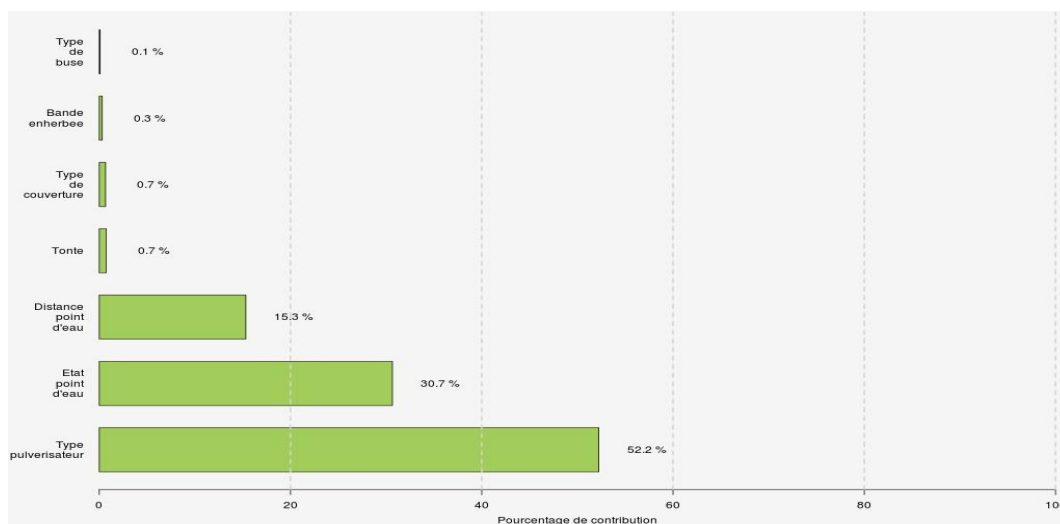


Figure 21 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Magren2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Difénoconazole

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Bande enherbee' : La présence d'une bande enherbée en bas de pente ou en bordure de zone sensible (cours d'eau par exemple) de 5 mètres de large permet de limiter les transferts des pesticides de la parcelle vers l'environnement.

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

25. Exploitation S1(Sidi aoun1)

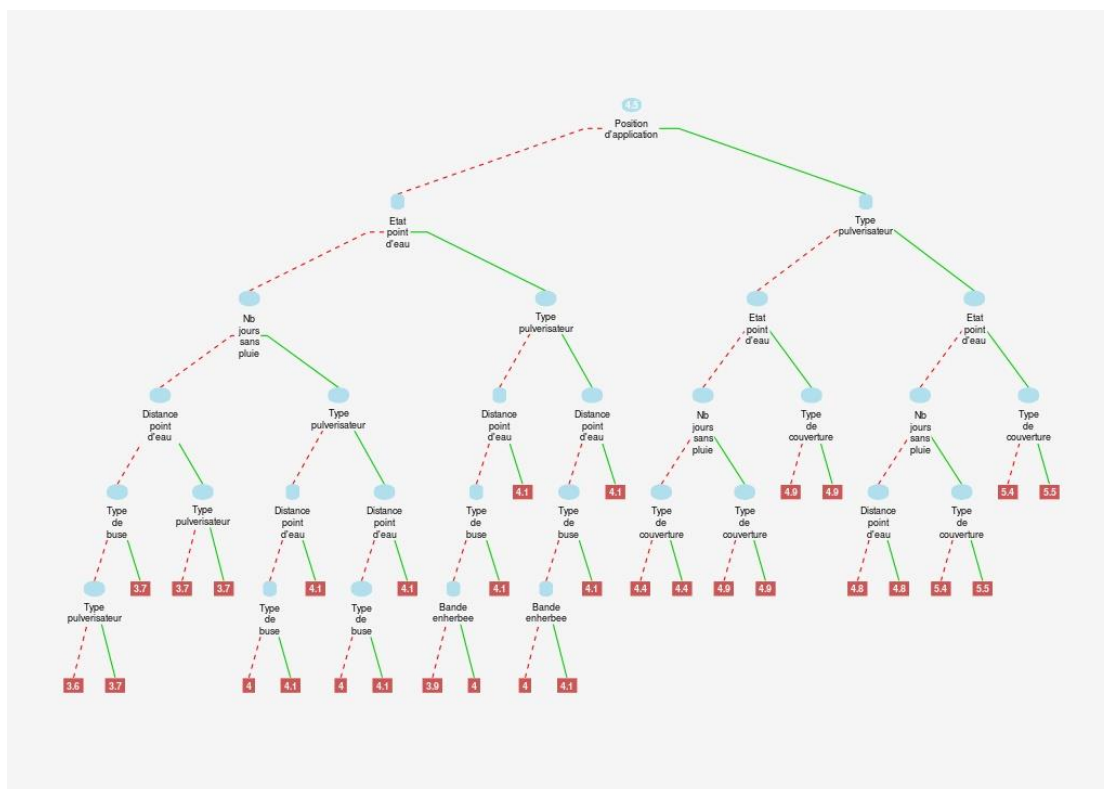


Figure 22 : Arbre de régression de Sidi aoun1

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Terbuthylazine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 3.6

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Terbutylazine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 5.5

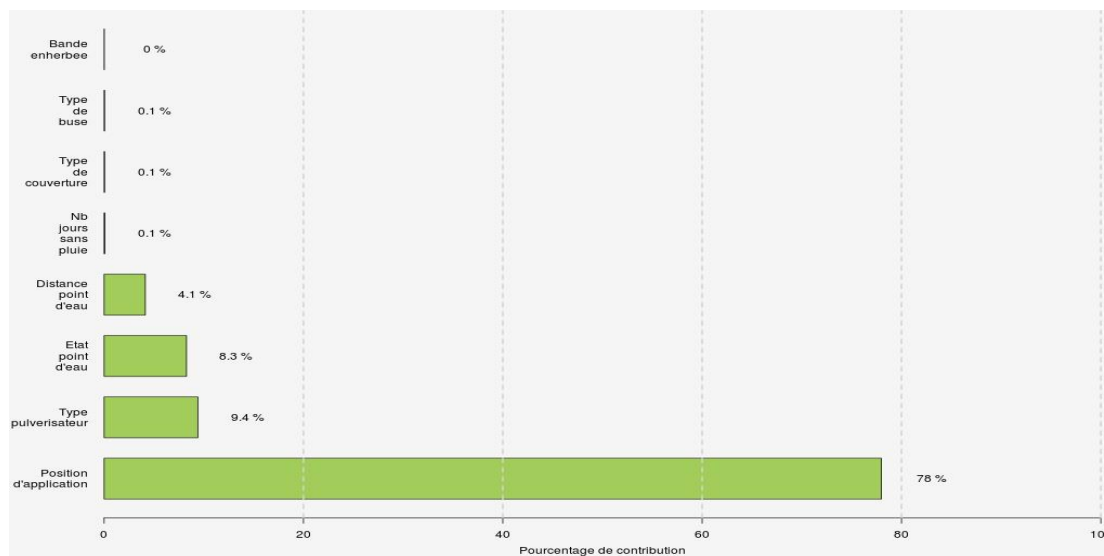


Figure 23 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Sidi aoun1

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Terbutylazine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Position d'application' : L'application de ce pesticide sur votre sol si celui-ci est nu (sans aucune végétation ou paillage) présente des risques très élevés de transfert vers l'environnement. Si le traitement a lieu lors d'une période à risque (pluie notamment), substituez ce pesticide par un autre si possible.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence

d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

26. Exploitation S2(Sidi aoun2)

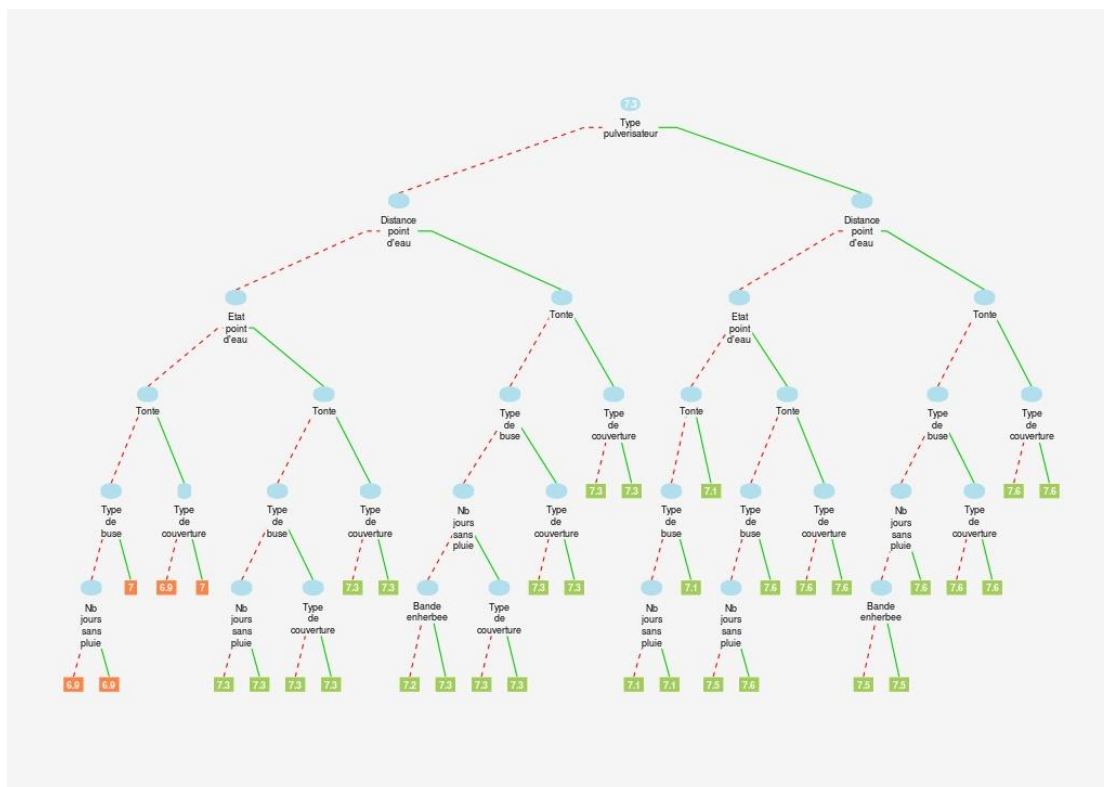


Figure 24 : Arbre de régression de Sidi aoun2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Abamectine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 6.9

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Abamectine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.6

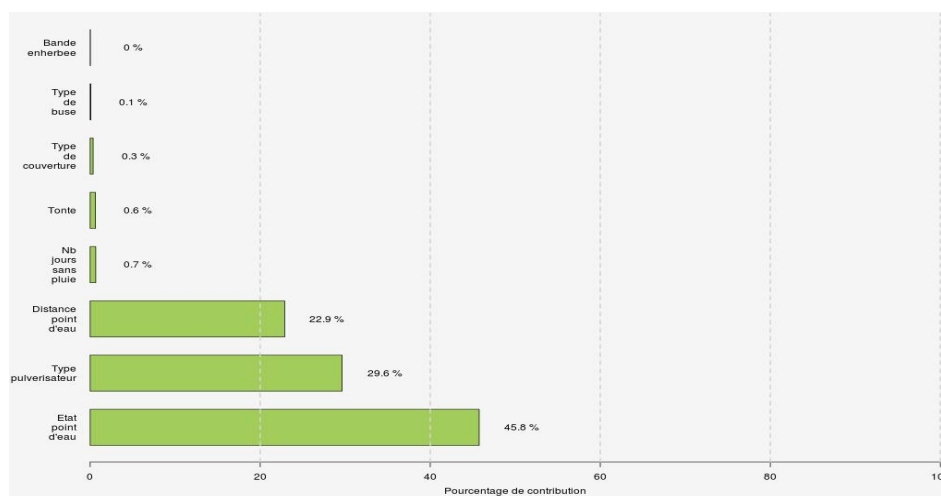


Figure 25 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Sidi aoun2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Abamectine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas

utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

27. Exploitation T1(Trifaoui1)

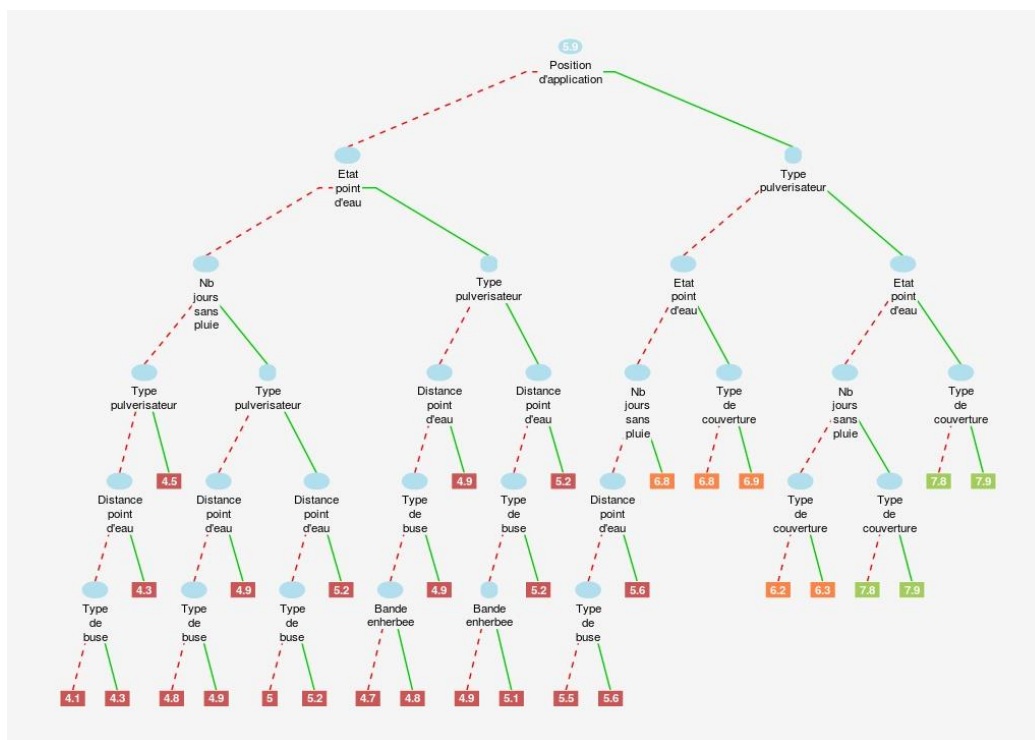


Figure 26 : Arbre de régression de Trifaoui1

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 4.1

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Métribuzine sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.9

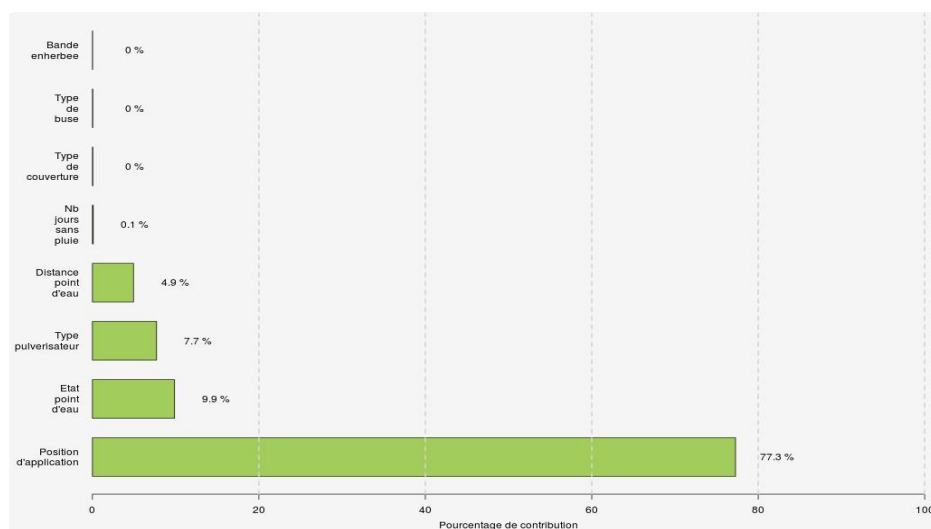


Figure 27 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Trifaouil

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Métribuzine

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Position d'application' : L'application de ce pesticide sur votre sol si celui-ci est nu (sans aucune végétation ou paillage) présente des risques très élevés de transfert vers l'environnement. Si le traitement a lieu lors d'une période à risque (pluie notamment), substituez ce pesticide par un autre si possible.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

28. Exploitation T2 (Trifaoui2)

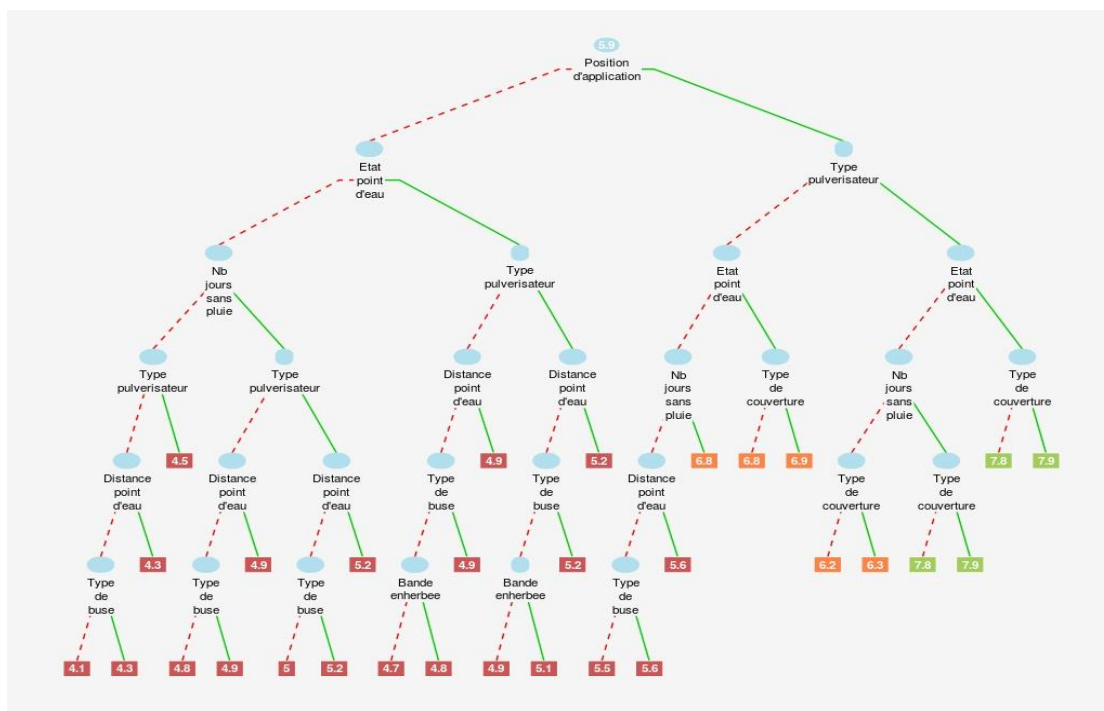


Figure 28 : Arbre de régression de Trifaoui2

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Fosétyl-Aluminium sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 6.9

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Fosétyl-Aluminium sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 9.1

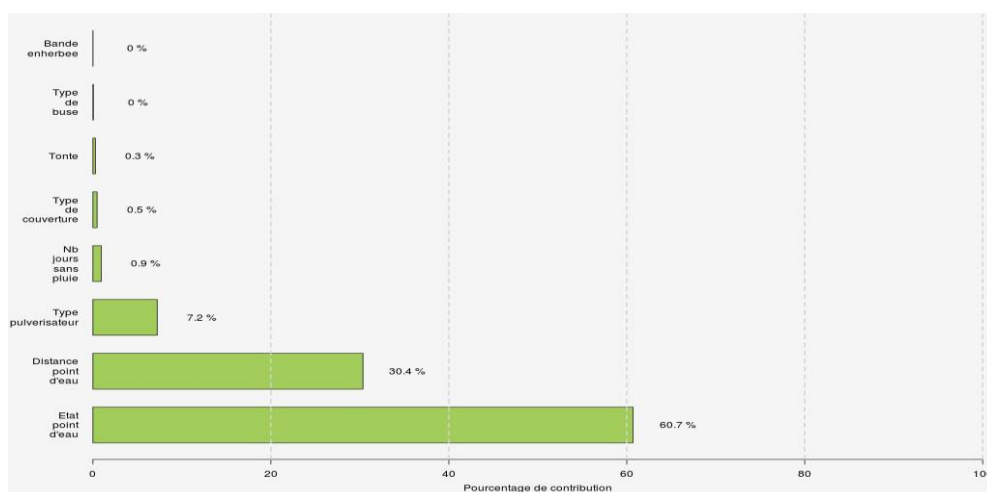


Figure 29 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Trifaoui2

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Fosétyl-Aluminium

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

29. Exploitation TG (Taghzout)

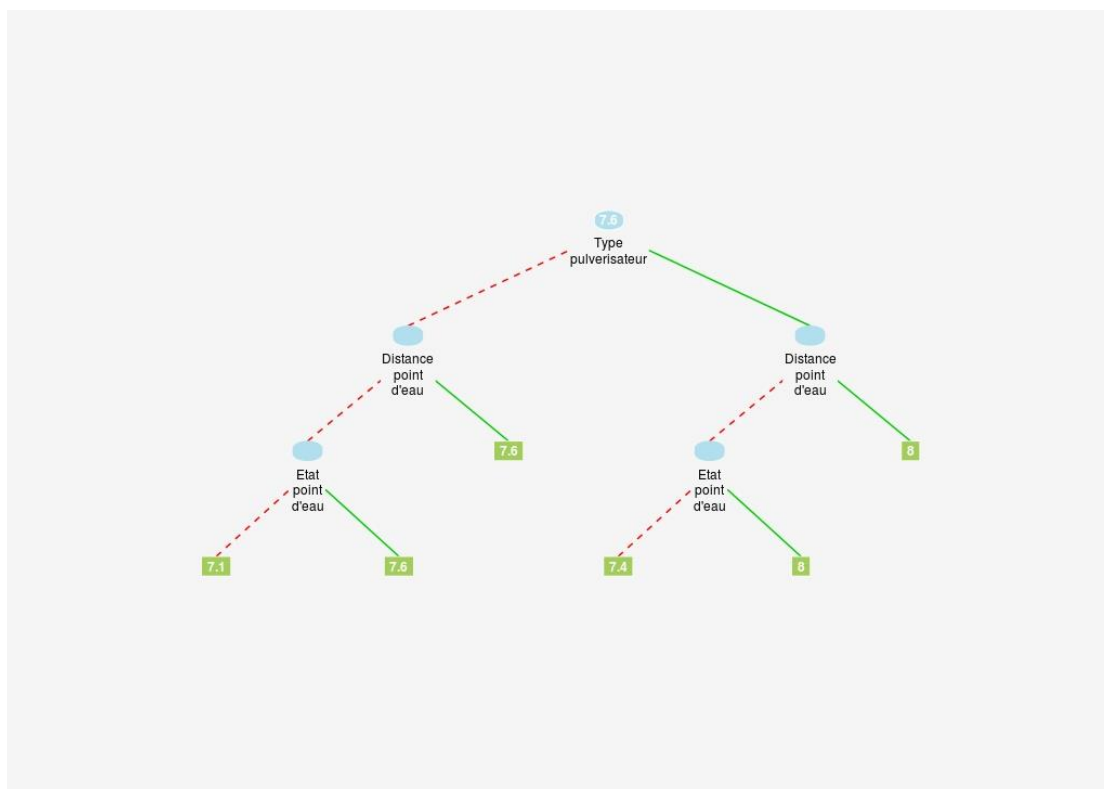


Figure 30 : Arbre de régression de Taghzout

Les conditions défavorables d’utilisation du (de la) Soufre sur votre sol conduisent à un score minimum d’I-PHY de 7.1

Les conditions favorables d’utilisation du (de la) Soufre sur votre sol conduisent à un score maximum d’I-PHY de 8

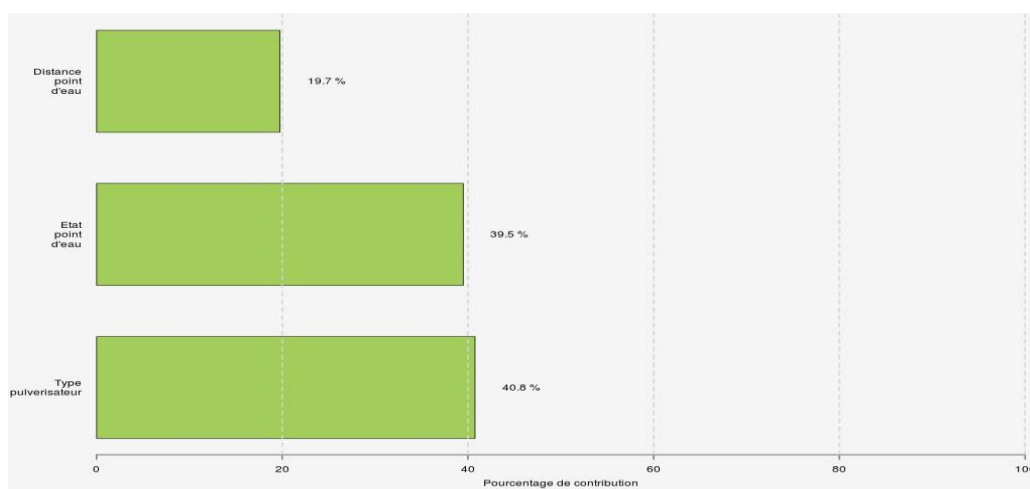


Figure 31 : contribution des variables d’utilisation du pesticide au score d’I-Phy.de Taghzout1

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Soufre

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Type pulvérisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

30. Exploitation G (Guemar)

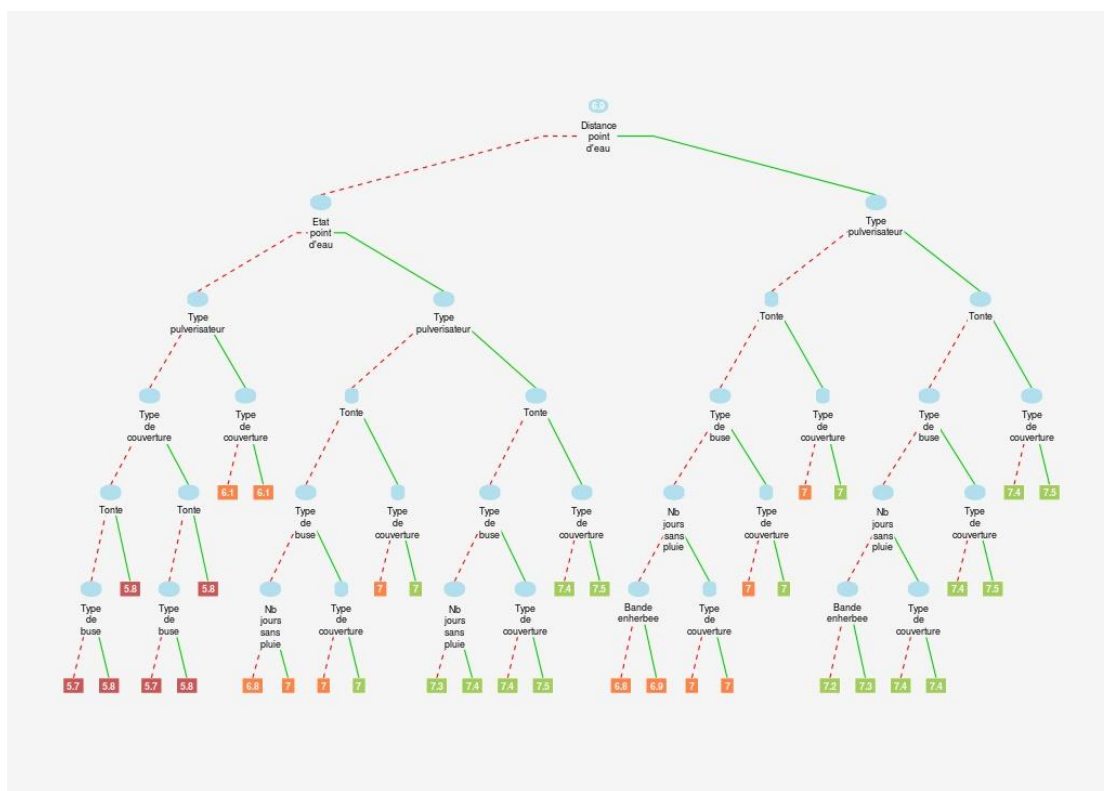


Figure 32 : Arbre de régression de Guemar

Les conditions défavorables d'utilisation du (de la) Tébufenpyrad sur votre sol conduisent à un score minimum d'I-PHY de 5.7

Les conditions favorables d'utilisation du (de la) Tébufenpyrad sur votre sol conduisent à un score maximum d'I-PHY de 7.5

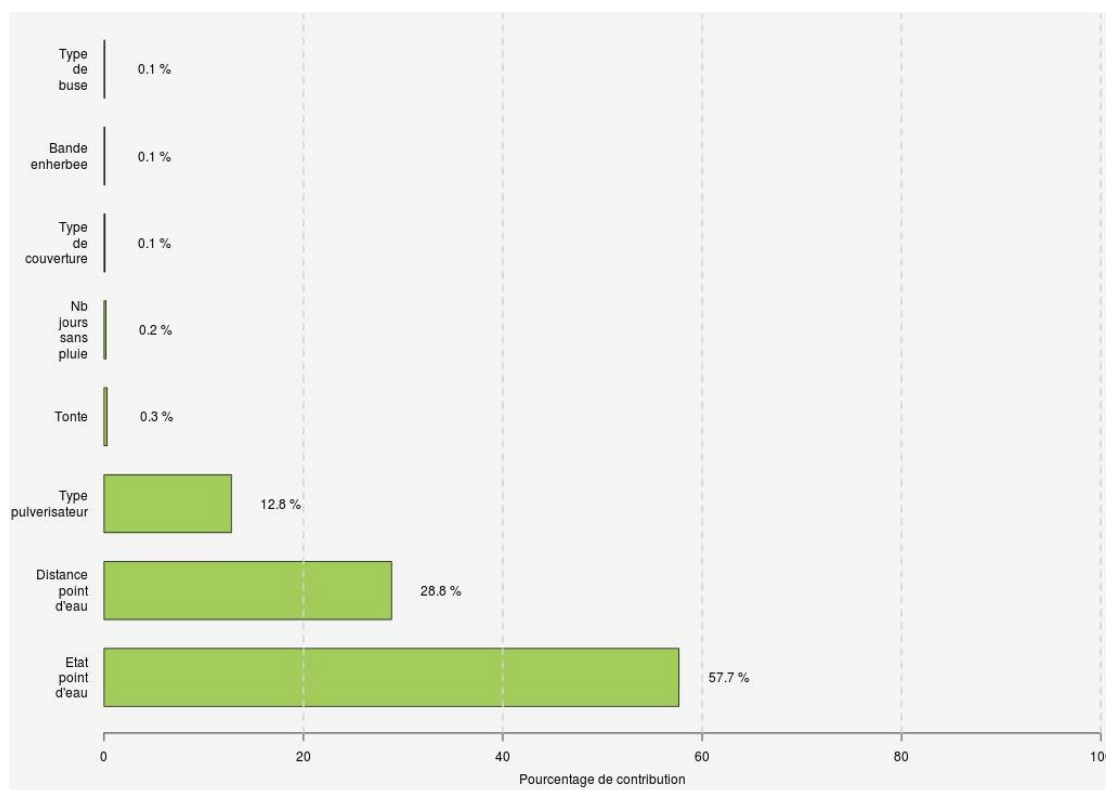


Figure 33 : contribution des variables d'utilisation du pesticide au score d'I-Phy.de Guemar

Vérifier vos pratiques en fonction des leviers identifiés pour minimiser les risques de transfert du (de la) Tébufenpyrad

Généralement, les 3 ou 4 premiers leviers vous permettent d'accéder à un score I-PHY acceptable. Si ce n'est pas le cas, substituez, si possible, le pesticide par un autre...

Levier 'Etat point d'eau' : S'il y a présence d'un point d'eau sur votre parcelle et que celui-ci est en eau (et non à sec) ne traitez pas à moins de 15 mètres de ce dernier car le pesticide que vous utilisez fait craindre des risques importants de transfert vers l'environnement.

Levier 'Distance point d'eau' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés particulièrement s'il y a présence d'un point d'eau à moins de 15 mètres de la zone traitée. Tous les points d'eau (ruisseau, ravine, mare...) doivent être pris en compte, qu'ils soient ou non en eau.

Levier 'Type pulverisateur' : L'usage d'un pulvérisateur limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide. Un écran antidérive à l'arrière de la rampe de pulvérisation ou encore l'utilisation de pendillards peuvent contribuer à limiter ces risques.

Levier 'Tonte' : Traiter juste après une opération d'entretien des enherbements peut favoriser le transfert du pesticide vers l'environnement car la couverture du sol est réduite. Attendez au moins 20 jours avant d'intervenir.

Levier 'Nb jours sans pluie' : Les caractéristiques du pesticide utilisé sur votre sol font craindre des risques de transfert vers l'environnement élevés en cas de pluie. Veillez à ne pas utiliser ce produit si les risques de pluies sont élevés, de même n'irriguez pas dans les trois jours qui suivent un traitement s'il y a risque de pluie.

Levier 'Type de couverture' : Une couverture du sol au moment du traitement limite considérablement les risques de transfert du pesticide vers l'environnement. Essayer de maintenir une couverture presque totale du sol soit par un enherbement spontané ou semé soit par un paillage de végétaux si le système de culture le permet (exemple : paille de canne régulièrement répartie sur toute la surface après la récolte).

Levier 'Bande enherbee' : La présence d'une bande enherbée en bas de pente ou en bordure de zone sensible (cours d'eau par exemple) de 5 mètres de large permet de limiter les transferts des pesticides de la parcelle vers l'environnement.

Levier 'Type de buse' : L'usage de buses limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire vers l'environnement est indispensable pour ce pesticide.

Conclusion générale

Conclusion générale

La prédiction de risque d'usage des phytosanitaires des Exploitations Agricoles dans de la région du Souf montre une grande diversité de résultats quels que soient le type d'exploitations donnée. En fait, les résultats relatifs à la prédiction de risque phytosanitaire sur l'environnement saharien permettent de mettre en évidence un niveau variable de risque au niveau de la culture considérée, l'exploitation enquêtée et la station agrégée.

L'analyse approfondie montre le rôle déterminant des pratiques culturelles de phytosanitaires dans l'acquisition de forts risques sur l'écosystème et en conséquence des forts impacts négatifs sur l'environnement dans la localité enquêtée du Souf.

Appliqué au contexte saharien, l'outil PHYTO'AIDE montre un niveau d'adaptation acceptable pour prédire le risque d'usage des pesticides sur l'environnement compte tenu de la pertinence exprimée par les différentes modalités d'application et calcul.

Néanmoins, des limites d'application ont été constatées. Ainsi, certains aspects apparaissent entièrement impertinents au contexte saharien et d'autres semblent influencés par le tempérament de l'agriculteur ou la connaissance de l'enquêteur.

L'outil PHYTO'AIDE est un réel outil d'aide à la décision pour prédire le de traitements phytosanitaires sur l'environnement pour mettre en exergue certaines composantes de l'évaluation complexe de pression. Ce travail constitue une étape primordiale dans l'évaluation des pratiques phytosanitaires maraichères et leurs risques sur l'agroenvironnement saharien du Souf.

Ainsi, il serait intéressant que des travaux ultérieurs soient nécessaires à la mise au point d'un guide de bonnes pratiques phytosanitaires de culture de champs issu des travaux d'expertise en évaluation environnementale qui prennent en considération les remarques signalées dans l'analyse critique de l'outil pour devoir concevoir un outil de prédiction de risque des pratiques phytosanitaires des exploitations agricoles plus adapté qui correspond au contexte saharien en Algérie.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- ❖ Beigel et L. Di Pietro, «Transport of triticoconazole in homogeneous soil columns:
- ❖ Brittain, M. Vighi, R. Bommarco, J. Settele et S. G. Potts, « Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales,» *Basic and Applied Ecology* , vol. 11, n°2, pp. 106-115, 2010.
- ❖ CIRAD, Guide Phyto'aide, cirad france 8p, 2015
- ❖ Cohn, «Developmental and environmental origins of breast cancer: DDT as a case study,» *Reprod. Toxicol.*, vol. 31, pp. 302-311, 2011.
- ❖ Conrad, O. Dedourge, R. Cherrier, M. Couderchet et S. Biagianti, «Leaching of terbumeton and terbumeton-desethyl from mini-columns packed with soil aggregates in laboratory conditions,» *Chemosphere*, n°65, pp. 1600-1609, 2006.
- ❖ Cooper, «Central and North West Regions Water Quality Program 1995/1996. Report on Pesticide Monitoring,» Department of Land & Water Conservation, Sydney, Australia, 1996.
- ❖ Dans le sol: Conséquences agronomiques et environnementales, Paris: Editions France Agricoles, 637 p, 2005.
- ❖ E. Glotfelty, M. M. Leech, J. Jersey et A. W. Taylor, «Volatilization and wind erosion of soil surface applied atrazine, simazine, alachlor and toxaphene,» *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 37, pp. 638-643, 1989.
- ❖ G. Enfield et S. R. Yates, «Organic chemical transport in groundwater,» chez *Pesticides in the soil environment: Processes, impacts, and modeling*, H. Cheng, Éd., Madison, Wis., Soil Science Society of America, 1990, pp. 271-302.
- ❖ Gevao, C. Mordaunt, K. T. Semple, T. G. Pearce et K. C. Jones, «Bioavailability of nonextractable (bound) pesticide residues to earthworms,» *Environmental Science & Technology*, vol. 35, n°3, pp. 501-507, 2000.
- ❖ Gigliotti et L. Allievi, «Differential effects of the herbicides Bensulphuron and Cinosulphuron on soil microorganisms,» *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* , vol. 36, n°6, pp. 775- 7, 2001.
- ❖ Gustafson, «Groundwater Ubiquity Score: A simple method for assessing pesticide leachability,» *Environ. Toxicol. Chem.*, vol. 8, pp. 339-357, 1989.
- ❖ Hildebrandt, S. Lacorte et D. Barceló, «Occurrence and Fate of Organochlorinated Pesticides and PAH in Agricultural Soils from the Ebro River Basin,» *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* ., vol. 57, n°2, pp. 247-255, 2009

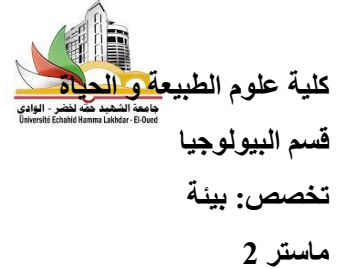
- ❖ I. Madrigal-Monarez, «Rétention de pesticides dans les sols des dispositifs tampon enherbés et boisés : Rôle des matières organiques,» *Thèse de Doctorat Agronomie de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon*, p. 218 p, 2004.
- ❖ Influence of non equilibrium sorption,» *Soil Science Society of American Journal*, vol. 63, p. 1077–1086, 1999.
- ❖ J. M. Gorell, C. C. Johnson, B. A. Rybicki, E. L. Peterson et R. J. Richardson, «The risk of Parkinson's disease with exposure to pesticides, farming, well water, and rural living,» *Neurology*, vol. 50, n°5, pp. 1346-50, 1998.
- ❖ L. McCormack, M. Thiruchelvam, A. B. Manning-Bog, C. Thiffault, J. W. Langston, D. A. Cory-Slechta et D. A. Di Monte, «Environmental risk factors and Parkinson's disease: selective degeneration of nigral dopaminergic neurons caused by the herbicide paraquat,» *Neurobiol. Dis.*, vol. 10, n°2, pp. 119-27, 2002.
- ❖ M. Ariaz-Estevez, E. Lopez-Periago, E. Martinez-Carballo, J. Simal-Gandara, J. Mejuto et L. Garcia-Rio, «The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources,» *Agric. Ecosyst. Environ.*, n°123, pp. 247-260, 2008.
- ❖ M. M. Tabb et B. Blumberg, «New modes of action for endocrine-disrupting chemicals,» *Mol. Endocrinol.*, vol. 20, pp. 475-482, 2006.
- ❖ M. Mora, M. C. Hermosin et J. Cornejo, «Mobility of terbacil as influenced by soil characteristics,» *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, n°66, pp. 149 -161, 1997.
- ❖ N. Añasco, S. Uno, J. Koyama, T. Matsuoka et N. Kuwahara, «Assessment of pesticide residues in freshwater areas affected by rice paddy effluents in Southern Japan,» *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 160, n° 11, pp. 371-383, 2010.
- ❖ N. Roeleveld et R. Bretveld, «The impact of pesticides on male fertility,» *Curr. Opin Obstet. Gynecol.*, vol. 20, pp. 229-233, 2008.
- ❖ N. Song, L. Chen et H. Yang, «Effect of dissolved organic matter on mobility and activation of chlorotoluron in soil and wheat,» *Geoderma*, n°146, pp. 344-352, 2008.
- ❖ P. Carbone, F. Giordano, F. Nori, A. Mantovani, D. Taruscio, L. Lauria et I. Figà-Talamanca, «Cryptorchidism and hypospadias in the Sicilian district of Ragusa and the use of pesticides,» *Reprod. Toxicol.*, vol. 22, pp. 8-12, 2006.
- ❖ P. Manual, Crop Protection Publication, 10e édition éd., London, UK: British Crop Protection Council, The Royal Society of Chemistry, 1995.

- ❖ Russell et C. B. Schultz, « Effects of grass-specific herbicides on butterflies: an experimental investigation to advance conservation efforts,» *Journal of Insect Conservation* , vol. 14, n°1, pp. 53-63, 2009.
- ❖ Siczec, U. Kotowska, J. Liepec et A. Nosalewicz, «Macro-porosity and leaching of atrazine in tilled and orchard loamy soils,» *Chemosphere*, n°70, pp. 1973-1978, 2008.
- ❖ Van den Berg, R. Kubiak, W. G. Benjey, M. S. Majewski, S. R. Yates, G. L. Reeves, J. H. Smelt et A. M. A. Van der Linden, «Emission of pesticides into the air,» *Water Air Soil Pollut.*, vol. 115, pp. 195-210, 1999.
- ❖ Walker, M. Rodriguez-Cruz et M. Mitchell, « Influence of ageing of residues on the availability of herbicides for leaching,» *Environ. Pollut.*, n°133, pp. 43-51, 2005.

Annexes

Annexe 1 Questionnaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر-الوادي-



Questionnaire

Date :.....

N° de l'enquête :....

Thème

Prédiction de risque de transfert des pesticides vers l'agroenvironnement saharien des Exploitations Agricoles dans le Souf..

Wilaya : El oued.

Daïra :.....

Commune :.....

Lieu :.....

Exploitation :.....

Nom du chef de l'exploitation :.....

Nombre d'associés :.....

Informations à recueillir auprès de l'exploitant	Valeurs caractéristiques de l'exploitation
Superficie totale (ha):	
SAU (ha):	
Surfaces cultivées(ha):	
Herbicides _ nombre moyenne de dose homologuées consommées annuellement sur l'exploitation:	
Insecticide _ nombre de moyenne dose homologuées consommées annuellement sur l'exploitation(NB: le traitement de semences vaut pour 1 dose/ha):	
Liste de productions végétales de l'exploitation (espèces, variétés):	
Liste de production animales de l'exploitation (espèces , races):	

Questionnaire PHYTO'AIDE

Les 10 variables, leurs conditions favorables/défavorables et les niveaux d'action du producteur sont les suivants :

1. La distance d'application du pesticide par rapport à un point d'eau est :

- supérieure (condition favorable) à 15 mètres.
- ou inférieure à 15 mètres (condition défavorable).

2. Ce point d'eau est :

- en eau (condition défavorable)
- ou pas (condition favorable).

3. Le pesticide est appliqué :

- en période humide (condition défavorable)
- ou sèche (condition favorable).

4. Le nombre de jour sans pluie et/ou sans irrigation après l'application du pesticide :

- si inférieur ou égal à 3 jours (condition défavorable).
- si supérieur à 30 jours (condition favorable).
- La quantité d'eau (pluie et/ou une irrigation) est- elle comptabilisée lorsque le cumul atteint 5 mm ? oui, Non

5. Le type de pulvérisateur utilisé. Les différents pulvérisateurs sont classés en 2 groupes :

- pulvérisateurs limitants les risques de dérive du produit phytosanitaire (condition favorable).
- et les autres pulvérisateurs (condition défavorable).

6. Le type de buse du pulvérisateur :

- si utilisation d'une buse à fente classique (condition défavorable).
- si utilisation d'une buse antidérive (condition favorable).

7. La présence d'un cache antidérive (cas des herbicides).

- si oui (condition favorable)
- ou non (condition défavorable).

8. La présence d'une bande enherbée autour de la parcelle :

- Si oui (condition favorable).

- ou non (condition défavorable)

9. L'état de couverture du sol au moment du traitement :

- partiel (condition défavorable).
- Ou total dont paillage (condition favorable).

10. Position d'application du pesticide :

a. Cas des herbicides :

- application sur sol nu (condition défavorable).
- ou désherbage localisé (condition favorable).

b. Cas des autres pesticides : le nombre de jours entre le traitement et la dernière opération d'entretien de l'enherbement (fauchage ou désherbage) :

- inférieur à 20 (condition défavorable).
- ou supérieur à 20 (condition favorable).

11. Substance active :

- Herbicide
- Autre

12. Dose réduite

- Oui
- Non

Nom de substance active

13. Profondeur du sol

- Superficiel (<30 cm)
- Profond

14. Valeur du PH

- $Ph < 5$
- $5 \leq Ph < 5.5$
- $5.5 \leq Ph < 6$
- $6 \leq Ph < 6.5$
- $Ph \geq 6.5$

15. Type du sol

- Plutôt sableux
- Plutôt limoneux
- Plutôt argileux

16. Taux de matière organique

- Pauvre : $MO < 2$
- Moyenne : $2 \leq MO < 5$
- Riche : $MO > 5$

17. Présence d'argiles gonflantes

- Non
- Oui

18. Le sol est-il filtrant ?

- Non
- Oui

19. Pente

- Nulle (0%)
- Faible (< 5%)
- Moyenne (5-10%)
- Forte (> 10%)