
Actes de la troisième Conférence internationale sur la Francophonie économique

VERS UNE ÉCONOMIE RÉSILIENTE, VERTE ET INCLUSIVE

Université Cheikh Anta Diop de Dakar – Sénégal, 16 – 18 mars 2022

**L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIÉTAL DE L'UTILISATION DES INTRANTS
CHIMIQUES EN AGRICULTURE AU TOGO : UNE ANALYSE PERCEPTUELLE DES
ACTEURS DU SECTEUR AGRICOLE**

CURWITCH P'HAM BODJONA

Doctorant, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)

Université de Lomé, Togo

curvbodjona2017@gmail.com

AKOVI GADEDJISSO-TOSSOU

Doctorante, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)

Université de Lomé, Togo

akouvigade@yahoo.fr

ISMAÏLA GANIYOU

Docteur en agroéconomie, Département d'Agroéconomie, Ecole Supérieure d'Agronomie
(ESA), Université de Lomé, Togo

iganyou@gmail.com

TSOTSO KOUEVI

Maître de Conférences Agrégé, Enseignant chercheur à la Faculté des Sciences Economiques et
de Gestion (FASEG), Université de Lomé, Togo

Kmamir2@gmail.com

RÉSUMÉ – Les enjeux environnementaux liés à l'utilisation des intrants chimiques en agriculture font l'objet de préoccupations croissantes, tant dans les médias que dans les rapports d'expertise institutionnelle et les travaux scientifiques. Cette préoccupation est réaffirmée dans le cadre des récentes politiques publiques des pays de l'Afrique subsaharienne comme autant d'injonctions à une réduction significative des intrants chimiques, dans le secteur agricole. Au Togo, la gestion des risques en santé environnementale est, suivant les cas, inadaptée du fait de la non-maîtrise des risques potentiels et de l'inefficacité des parties prenantes devant valablement jouer leur rôle. Ce papier a pour objectif d'analyser la perception des acteurs du secteur agricole sur l'impact environnement et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques au Togo. A l'aide d'une régression de modèles d'équations structurelles

(PLS) sur un échantillon de 270 acteurs du secteur agricole, ce papier montre que l'usage à outrance des intrants chimiques affecte négativement l'environnement ; il appauvrit le sol et pollue l'eau. Par ailleurs, nos résultats montrent également que l'utilisation des intrants chimiques a des répercussions négatives sur la santé humaine.

Mots clés : intrants chimiques ; environnemental ; sociétal, secteur agricole.

Les idées et opinions exprimées dans ce texte n'engagent que leur(s) auteur(s) et ne représentent pas nécessairement celles de l'OFE ou de ses partenaires. Aussi, les erreurs et lacunes subsistantes de même que les omissions relèvent de la seule responsabilité de ou des auteurs.

1- Introduction

Les intrants agricoles font généralement référence aux matériaux utilisés ou ajoutés dans le processus de production agricole et comprennent les intrants biologiques, les intrants chimiques et les installations et équipements agricoles. En particulier, les intrants chimiques agricoles désignent les différents types de produits chimiques de synthèse utilisés dans la production agricole notamment les pesticides, les engrais chimiques, les produits vétérinaires et les additifs alimentaires, entre autres (Zhang et al., 2018).

Une utilisation accrue de produits chimiques ou d'engrais agricoles sont souvent évaluées en fonction de leurs avantages pour l'efficacité économique de la production comme la réduction des coûts de production totaux et l'augmentation du rendement de production. En effet, l'épandage de pesticides et d'engrais joue un rôle essentiel dans l'augmentation de la production agricole et la garantie de l'approvisionnement en produits agricoles. La pulvérisation de pesticides peut réduire ou compenser considérablement les coûts économiques des maladies des plantes, des insectes nuisibles et des mauvaises herbes sur la production agricole et l'application d'engrais peut fournir une variété de nutriments nécessaires à la croissance des cultures et à un rendement accru de la production. Ainsi une importance capitale est donnée à l'avantage économique des intrants chimiques. Les acteurs du secteur agricole accordent moins d'attention au potentiel effet de l'utilisation de ces intrants sur l'environnement et la santé humaine (Udeigwe et al., 2015). Pourtant, de nombreuses études ont signalé des résidus alarmants de produits chimiques agricoles dans le sol, l'eau, l'air, les produits agricoles et même dans le sang humain et les tissus adipeux (Alvarez et al., 2017 ; Ridolfi et al., 2014).

La recherche suggère que l'utilisation massive d'engrais inorganiques dans le monde entier est associée à l'accumulation de contaminants et métaux lourds, par exemple l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le fluor (F), le plomb (Pb) et le mercure (Hg) dans les sols agricoles (Udeigwe et al., 2015). Aux États-Unis, selon une enquête menée par l'US Geological Survey sur 51 grands bassins fluviaux et systèmes aquifères, des pesticides ont été détectés à 97% du temps dans des échantillons d'eau des cours d'eau des zones agricoles (Gilliom, 2007). Au Japon, des pesticides ont été fréquemment détectés dans l'air des environnements résidentiels et des garderies après l'application de pesticides ; ceci est cohérent avec les conclusions selon lesquelles les applications extérieures de pesticides sont des contributeurs majeurs à la pollution de l'air intérieur dans les communautés agricoles (Kawahara et al., 2005).

Les chercheurs dans les domaines de l'agriculture, de la chimie, des sciences de l'environnement, de l'écologie, de la médecine et de l'économie ont également été très préoccupés par la menace

d'une utilisation excessive de produits chimiques agricoles pour l'environnement et la santé humaine. Au cours des deux dernières décennies, les chercheurs se sont principalement concentrés sur les quatre principaux domaines en lien avec l'utilisation accrue des produits agrochimiques et leur impact. Le premier axe de recherche a porté sur la pollution dérivée de l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques pour l'environnement naturel. Deuxièmement, les chercheurs ont étudié les effets de l'utilisation de pesticides et d'engrais sur la production agricole (Carpenter et al., 1998; Relyea, 2005; Ikoyi et al., 2018). Troisièmement, d'autres recherches se sont concentrées sur l'impact de l'utilisation de pesticides et d'engrais sur la société notamment l'économie sociale, la sécurité alimentaire et la santé humaine (Pimentel et al., 1992; Machado et al., 2017). Enfin, la littérature existante a exploré les interactions entre les intrants chimiques, le rendement des cultures et l'environnement écologique (Zhu et Chen, 2002; Tschardt et al., 2012).

Au Togo, la gestion des risques en santé environnementale est, suivant les cas, inadaptes du fait de la non-maitrise des risques potentiels et de l'inefficacité des parties prenantes devant valablement jouer leurs rôles. Depuis plusieurs années, de nombreuses analyses soulignent les limites de dispositifs agro-environnementaux dont le déficit d'efficacité environnementale résulte d'une négociation continue entre organismes gestionnaires et profession agricole pour parvenir à des ajustements acceptables entre logique de production agricole et exigences environnementales. Différents types de pesticides agricoles sont utilisés par les agriculteurs togolais pour lutter contre plusieurs ravageurs des cultures maraichères. Cependant, les pratiques des agriculteurs dans l'utilisation de ces pesticides sont mal connues, ainsi que l'impact de ces pesticides sur l'environnement. Les pesticides de synthèse sont les pesticides les plus disponibles sur les marchés au Togo et par conséquent, les plus accessibles aux agriculteurs qui les utilisent à leur tour de manière inadéquate (Mondédji et al., 2014). Avec l'utilisation des quantités excessives de pesticides sur les cultures, des pertes de récolte importantes sont souvent signalées par les agriculteurs, ce qui confirme une réduction de la sensibilité de certains ravageurs (Agboyi et al., 2015). De plus, il faut relever et souligner une prolifération des pesticides non homologués sur le marché exposant les populations et les agriculteurs aux différents dangers liés à leur usage (Ahouidi et al., 2018).

Les études antérieures de revue de la littérature documentant l'impact des produits chimiques agricoles sur l'environnement ont normalement utilisé des méthodes qualitatives (par exemple des rapports) pour effectuer les analyses descriptives et factuelles. En outre, l'échelle de recherche pour la plupart des études de revue a été étroite, se concentrant sur un type spécifique d'intrant chimique agricole (les pesticides ou les engrais) et analysant son impact sur un seul élément environnemental (le sol ou l'eau ou l'air). À notre connaissance, seuls quelques recherches ont examiné conjointement l'impact des produits chimiques agricoles sur l'eau, le sol et la santé humaine (Wauchope, 1978; Udeigwe et al., 2015; Coulter et al., 2002). La présente étude aborde ces limites et utilise une approche robuste basée sur les modèles d'équations structurelles (PLS). Nous nous posons la question de savoir quel est la perception des acteurs du secteur agricole de l'impact environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques au Togo ? plus précisément :

- quel est l'effet de l'utilisation des intrants chimiques sur le sol ?
- quel est l'impact de l'utilisation des intrants chimiques sur l'eau ?
- quelle est l'influence de l'utilisation des intrants chimiques sur la santé humaine ?

L'objectif de notre papier est d'analyser la perception des acteurs du secteur agricole de l'impact environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques. Notre étude vise alors à montrer les effets environnementaux et sociétaux induits par l'usage excessif d'intrants chimiques (engrais et pesticides) en agriculture au Togo.

Le reste de notre papier est organisé comme suit ; la section 2 fait une brève littérature des recherches sur l'utilisation des engrais chimiques ; la section 3 décrit la démarche méthodologique appliquée ; la section 4 présente les résultats empiriques et la section 5 aborde la conclusion.

2. Revue de littérature sur l'utilisation des engrais chimiques

Dans la plupart des pays en développement, la pollution causée par les produits chimiques agricoles est encore plus grave (Tirado et al., 2008; Elfvendahl et al., 2004). Le volume d'utilisation d'engrais et de pesticides en Chine a été enregistré comme le plus élevé au monde. Plus précisément, son volume d'utilisation d'engrais chimiques a atteint plus de 59 millions de tonnes et pour les pesticides, c'est plus de 1,8 million de tonnes. En Chine, les estimations indiquent que la superficie des terres arables contaminées est d'environ 150 millions d'acres, soit 8,3% du total des terres arables du pays (Zhang et al., 2018). En outre, près de la moitié des ressources en eaux souterraines ont été excessivement polluées par des produits chimiques agricoles, qui menacent gravement la salubrité de l'eau potable en Chine, en particulier dans les zones rurales. Rother (2008) rapporte que les conséquences d'une utilisation accrue de produits chimiques agricoles transcendent l'environnement. Les agriculteurs des pays en développement subissent, à court ou à long terme, des effets sur la santé dus à l'exposition aux produits chimiques agricoles, y compris des symptômes graves (maux de tête, éruptions cutanées, irritations des yeux) et certains effets chroniques (cancer, perturbation endocrinienne, malformations congénitales).

Les décideurs politiques reconnaissent que l'application excessive et non systématique d'intrants agrochimiques, de pesticides et d'engrais en particulier, est un obstacle au développement d'une agriculture durable et constitue une menace pour l'environnement et les humains. Plusieurs pays ont adopté des politiques pour réglementer le volume d'utilisation et les types de produits chimiques agricoles (Carey et Kutz, 1985; Gong et al., 2011). Aux États-Unis, la Federal Environmental Pesticide Control Act (FEPCA) de 1972 et les modifications ultérieures reconnaissent les effets négatifs de l'application des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Elles réglementent l'utilisation des pesticides et appliquent la conformité contre les produits pesticides interdits. Le règlement de l'Union européenne de 2003, Commission Européenne n° 2003/2003 établit que les engrais à conductivité électrique doivent répondre à des critères spécifiques en termes de teneur en éléments nutritifs, de sécurité et d'absence d'effets nocifs sur l'environnement (Ciavatta et al., 2012). En 2015, le ministère chinois de l'Agriculture a introduit « Action pour atteindre une croissance zéro dans l'application d'engrais » et « Plan d'action pour une croissance zéro dans l'application de pesticides », qui définissent tous deux des objectifs, des stratégies, des plans et des mesures de sauvegarde pertinents pour contrôler l'utilisation des produits chimiques agricoles à l'horizon 2020 (Zhang et al., 2018).

En dehors des textes juridiques ratifiés au niveau international, le Togo s'est doté d'un cadre juridique national qui offre une panoplie de dispositions en matière de gestion des pesticides. Parmi ces dispositions on peut citer entre autres :

- la loi n° 96-007/PR du 3 juillet 1996 relative à la protection des végétaux et ses textes d'application. Composée de 50 articles regroupés en 5 grands chapitres, cette loi interdit d'importer, de fabriquer, de conditionner ou de reconditionner, de stocker, d'expérimenter, d'utiliser ou de mettre sur le marché, tout produit phytopharmaceutique non autorisé ou homologué. Le but visé par cette loi est de mettre sur les marchés du pays et à disposition des producteurs, des pesticides les moins toxiques et les moins polluants possibles.
- la loi de 1996 interdit d'importer, de fabriquer, de conditionner ou de reconditionner, de stocker, d'expérimenter, d'utiliser ou de mettre sur le marché, tout produit phytopharmaceutique non homologué. Le 30 septembre 1998, le décret N°98-099/PR portant application de cette loi et les arrêtés ont été signés. Tout pesticide doit faire l'objet d'une homologation ou doit bénéficier d'une autorisation provisoire de vente (APV) préalablement à son utilisation au Togo. L'arrêté d'homologation est accordé pour une période de 5 ans renouvelable, tandis que l'APV a une durée de 3 ans non renouvelable. L'usage à des fins d'expérimentation de pesticides non encore homologués et ne bénéficiant pas d'une APV est réservé aux instituts de recherche ainsi qu'aux laboratoires universitaires. Une déclaration préalable en est obligatoirement faite au Comité des Produits Phytosanitaires (CPP) qui pourra éventuellement ordonner la destruction des cultures ayant servi de champ d'expérimentation. L'importation à des fins d'expérimentation de pesticides non homologués ou autorisés provisoirement à la vente est soumise à autorisation préalable du ministère chargé de l'agriculture sur proposition du Comité. Les homologations et APV sont accordés par arrêté du ministre chargé de l'agriculture sur proposition du Comité.

Des organes ont été mis en place pour faciliter la coordination et la concertation des actions de gestion de l'environnement en général et des produits chimiques en particulier. On peut citer le Comité National de Gestion des Pesticides. Ce comité créé par arrêté interministériel N° 068/16/MAEH/MERF/MSPS, du 17 mars 2016 et placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'agriculture, a pour mission entre autres, de proposer les principes et les orientations générales de la réglementation des pesticides ; d'analyser et émettre les avis sur les problèmes de santé causés par les pesticides ; d'analyser et émettre les avis sur les problèmes de pollution et de dégradation de l'environnement causés par les pesticides. Initié sur recommandations de la CEDEAO/UEMOA/CILSS, le Comité National de Gestion des Pesticides est un cadre formel d'échange, de discussion, d'orientation et de décision sur les questions liées aux pesticides, dans leur gestion la plus rationnelle et le plus sécuritaire au Togo. Le comité regroupe plus de 35 acteurs publics, privés, organisation des producteurs agricoles, organisation de la société civile, ONG, intervenants dans la filière des pesticides.

Malgré ces dispositions prises, l'utilisation des intrants chimiques dans le domaine agricole ne cesse d'augmenter. En 10 ans, le nombre de pesticides utilisé au Togo est passé de 172 tonnes en 2009 à 1425 tonnes en 2019 selon les données de FAOSTAT¹. Ceci laisse croire que les acteurs ne connaissent pas vraiment les effets de l'utilisation de ces intrants sur l'environnement et également sur la santé humaine. Il faille alors s'assurer de leur perception afin de trouver les réelles solutions à l'utilisation à outrance de ces produits en agriculture.

Sur la base de ceci, nous faisons nos propositions de recherche en ces termes :

¹ Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. Cette base fournit un accès libre aux données concernant l'alimentation et l'agriculture pour plus de 245 pays et 35 régions depuis 1961 jusqu'à l'année disponible la plus récente.

P1 : l'utilisation des intrants chimiques a un effet significatif et négatif sur le sol.

P2 : l'utilisation des intrants chimiques impacte significativement et négativement l'eau.

P3 : l'utilisation des intrants chimiques a une influence significative et négative sur la santé humaine.

Ces trois propositions seront testées dans la méthodologie et les résultats nous permettront d'affirmer ou d'infirmer nos propositions.

3. Démarche Méthodologique

Le modèle empirique estimé prendra en compte un ensemble de variables relatives à la perception des acteurs agricole au Togo de l'impact environnemental et sociétal des intrants chimiques.

3.1- Echantillon

Pour atteindre notre objectif qui est d'analyser la perception des acteurs du secteur agricole sur l'impact de l'utilisation des intrants chimiques sur l'environnement et la santé humaine au Togo, nous avons, après une phase exploratoire, adopté une approche quantitative. La base de l'enquête est constituée de 270 acteurs du secteur agricole. Nous leur avons administré un (01) questionnaire par voie électronique par google form sur une échelle de likert à cinq (05) points allant de « pas du tout d'accord » à « tout à fait d'accord ».

3.2- Les variables de l'étude

3.2.1- La variable dépendante

La variable dépendante de cette étude c'est l'environnement mesuré par les items relatifs à l'eau, le sol et la santé humaine. Concernant le traitement, l'opérationnalisation des variables est une étape importante dans une recherche quantitative et nous allons présenter les variables associées aux questions en faisant le lien avec les propositions liées à nos questions de recherche. Les propositions ont été construites lors de la phase exploratoire en lien avec notre cadrage théorique de l'impact environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques. Ces propositions ou affirmations font référence à des variables codées dans le questionnaire. Pour ce dernier, une échelle de Likert a été mobilisée permettant de traduire les items en échelle ordinale pour faciliter les traitements statistiques. Les propositions sont associées à des affirmations ou questions du questionnaire et des variables que l'on retrouve dans le traitement multivarié PLS. Dans le tableau 1, nous faisons la synthèse des propositions, questions de recherche servant de base à notre étude.

Tableau 1 : propositions et variables associées à l'étude

Propositions	Questions	Variables codées
P1 : l'utilisation des intrants chimiques a un effet significatif et négatif sur le sol	Quel est l'effet de l'utilisation des intrants chimiques sur le sol	SOL
P2 : l'utilisation des intrants chimiques impacte significativement négativement l'eau	Quel est l'impact de l'utilisation des intrants chimiques sur l'eau	EAU

Propositions	Questions	Variables codées
P1 : l'utilisation des intrants chimiques influence significativement négativement la santé humaine	Quelle est l'influence de l'utilisation des intrants chimiques sur la santé humaine	SAN

Source : sur la base de nos enquêtes, 2022

3.2.2- Les variables indépendantes

Les variables indépendantes sont les pesticides et les engrais chimiques mesurés par la variable intrants chimiques (INT).

L'opérationnalisation des variables est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Variables et Items

Panel 1a : Variable indépendante		
Variables	Items	
Intrants (INT)	INT1	Le recours à l'utilisation des engrais chimiques dans l'agriculture est nécessaire pour améliorer les rendements.
	INT2	L'utilisation des pesticides et herbicides est indispensable pour réduire la faim et la malnutrition.
	INT3	L'agriculture biologique est une alternative efficace à l'utilisation des intrants chimique.
	INT4	Le recours à l'agriculture moderne implique l'utilisation des pesticides chimiques.
	INT5	Le recours aux pesticides peut favoriser l'émergence du secteur agricole.
Panel 1b : Variables dépendantes		
Sol (SOL)	SOL1	L'utilisation des pesticides et des engrais chimiques réduit la fertilité des sols.
	SOL2	Les pesticides favorisent l'émergence des ravageurs de cultures.
	SOL3	L'usage à outrance des pesticides contribue à l'appauvrissement des sols.
	SOL4	L'utilisation des engrais chimiques augmente l'érosion du sol.
	SOL5	Le recours à l'utilisation des pesticides impacte la salinité du sol.
	SOL6	L'utilisation des engrais chimiques augmente la toxicité des sols.
Eau (EAU)	EAU1	L'utilisation des pesticides contamine les sources d'eau.
	EAU2	Le recours à l'utilisation des pesticides impacte la toxicité de l'eau.
	EAU3	Le recours aux pesticides affecte négativement les eaux en réduisant la capacité des eaux en poissons.
Santé Humaine (SANT)	SAN1	L'utilisation des engrais chimiques réduit l'espérance de vie.
	SAN2	L'utilisation des engrais chimiques favorise les maladies cancéreuses.
	SAN3	Le recours à l'utilisation des pesticides favorise les maladies infantiles.
	SAN4	L'utilisation des engrais chimiques favorise les déformations à la naissance.

Source : sur la base de nos enquêtes, 2022

3.3- traitement des données

Pour l'analyse de nos données, nous nous servons de la méthode des moindres carrés partiels (PLS). Les moindres carrés partiels appartiennent à la famille des modèles d'équation structurelle (SEM). La méthodologie PLS comporte deux parties : la validation des construits et le modèle structurel (Chin, 1998).

3.3.1- Première partie : la validité des construits

La validité des construits comporte cinq (05) étapes.

- ✓ **Étape 1** : calcul de la fiabilité des Items en évaluant les contributions factorielles (factor loadings).
- ✓ **Étape 2** : évaluation de l'homogénéité des échelles par plusieurs indicateurs : l'Alpha de Cronbach, l'indice KMO et la sphéricité de Battlet.
- ✓ **Étape 3** : faire le test de fiabilité des construits par le calcul du Composite Reliability (CR). De manière générale, on considère comme bonne une fiabilité des construits supérieure ou égale à 0,7. Si elle se situe entre 0,6 et 0,7 ; elle peut être jugée acceptable à condition que les estimations relatives à la validité du modèle soient bonnes (Amatucci et Crawley, 2011; Hair Jr et al., 2021; Teschan et al., 1979). Le CR se définit par la somme de la variance réelle par rapport à la variance totale. Il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CR = \frac{\sum_{i=1}^P (\lambda_i)^2}{\sum_{i=1}^P (\lambda_i)^2 + \sum_{i=1}^P (\delta_i)^2}$$

Où :

CR : fiabilité des construits ;

λ = valeur factorielle complètement standardisée ;

δ = variance d'erreur ;

P = nombre d'indicateurs ou de variables observées.

- ✓ **Étape 4** : calcul de la statistique de la validité convergente (AVE). La validité convergente suffisante implique un AVE d'au moins 0,5 (Fornell et Larcker, 1981). L'AVE se calcule à l'aide de valeurs (complètement) standardisées :

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^P \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^P \lambda_i^2 + \sum_{i=1}^P \delta_i^2}$$

- ✓ **Étape 5** : évaluation de la validité discriminante des échelles. Elle est démontrée lorsque les éléments hors diagonales de la matrix de corrélation des construits sont inférieures à la racine carrée des AVE situées sur la diagonale (Chin, 1998).

3.3.2- Deuxième étape : le modèle structurel

Le modèle structurel permet d'établir le lien entre les différentes variables de notre étude. Notre modèle est sous la forme :

$$ENV_i = \alpha_0 + \beta_1 INT + \epsilon_i$$

Où ;

ENV_i = représente le Sol, l'eau et la santé humaine

INT = Intrants chimiques

ϵ_i = terme d'erreur

4. Résultats et discussions

4.1- Profil des répondants

Nous avons préparé puis administré le questionnaire en ligne par Google form entre janvier et février 2022. Le questionnaire a été adressé aux ingénieurs, techniciens agricoles et tous ceux qui exercent dans le secteur agricole. En sommes, les répondants sont inégalement répartis sur le territoire togolais avec des niveaux d'études à même de comprendre nos questions (voir tableau 3).

Tableau 3 : Profil des répondants

Niveau d'études	Effectifs	Pourcentage (%)
Inférieur au BAC II	6	2,22
BAC II à BAC +3	60	22,22
BAC + 3 à BAC +5	144	53,33
Plus de BAC +5	60	22,22
TOTAL	270	100

Source : sur la base de nos enquêtes, 2022

4.2- Test de validité du modèle

Pour la réalisation d'une analyse factorielle exploratoire, il est nécessaire de s'assurer de la possible factorisation des données. Elles doivent former un ensemble cohérent pour pouvoir y arriver, il faut chercher des dimensions communes qui aient un sens et qui ne soient pas des artéfacts statistiques (Pras et al., 2003).

Les tests effectués pour la première partie de la méthode PLS concernant la validation des construits comme décrit par Bodjona et al. (2021) nous ont permis d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Indicateurs de fiabilité et de validité des construits

Variables	Items	Composante	Alpha de Cronbach	KMO	Bartlett	AVE	CR
Intrants (INT)	INT1	0,887	0,794	0,725	0,00	0,634	0,978
	INT2	0,912					
	INT3	0,512					
	INT4	0,78					
	INT5	0,826					
Sol (SOL)	SOL1	0,868	0,821	0,589	0,008	0,638	0,983

Variables	Items	Composante	Alpha de Cronbach	KMO	Bartlett	AVE	CR
	SOL2	0,899					
	SOL3	0,812					
	SOL4	0,847					
	SOL5	0,801					
	SOL6	0,502					
Eau (EAU)	EAU1	0,681	0,599	0,533	0,022	0,500	0,945
	EAU2	0,75					
	EAU3	0,689					
Santé humaine (SANT)	SAN1	0,786	0,600	0,580	0,000	0,560	0,961
	SAN2	0,916					
	SAN3	0,686					
	SAN4	0,561					

Source : Nos enquêtes, 2022

Le tableau 4 fournit les résultats de la fiabilité et de la validité convergente. Au regard des résultats issus de ce tableau, nous pouvons remarquer que, sur les 18 items rapportés (Composante), 15 items dépassent la valeur de 0,6 ; les trois autres étant supérieurs à 0,5. Les mesures de Alpha de Cronbach révèlent une très bonne cohérence de la fiabilité des construits ; les variables Intrants, Sol et Santé humaine ont des alphas de cronbach supérieurs à 0,6. Les valeurs de Cronbach sont respectivement 0,794 ; 0,81 et 0,6. Quant à la variable Eau, son alpha de cronbach est de 0,599 ; ce qui est acceptable pour des études exploratoires comme la nôtre. Les indices de KMO sont tous supérieurs à 0,5 ; les probabilités de Bartlett inférieures à 5% ; les CR largement supérieurs à 0,7. Tout ceci confirme de la fiabilité de nos construits. Les valeurs AVE des construits sont toutes supérieures au seuil habituel de 0,50. Cela indique que tous les construits présentent une validité convergente suffisante.

Concernant, la validité discriminante des échelles, la matrice de de corrélation est présentée dans le tableau 5.

Tableau 5 : Validité discriminante

	INT	SOL	EAU	SAN
INT	0,634			
SOL	0,220	0,638		
EAU	0,117	0,016	0,500	
SAN	0,384	0,357	0,017	0,560

Source : sur la base de nos enquêtes, 2022

Au vu des résultats du tableau 5, la validité discriminante de chacun de nos construits est démontrée, les valeurs de la diagonale étant supérieures à la corrélation entre les facteurs.

4.3- Résultats des régressions et discussions

Nous avons effectué trois (03) régressions compte tenue de nos trois (03) variables dépendantes que sont le sol, l'eau et la santé humaine. Les résultats sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résultats des régressions

Modèles				Coefficient	T-sta	P
1	INT	<-->	SOL	-0,22	-4,6	***
2	INT	<-->	EAU	-0,117	-2,781	0,005
3	INT	<-->	SAN	-0,384	-4,723	***

***p < 0,01 ; **p < 0,05 ; *p < 0,1 ; INT= Intrants ; SAN= santé humaine.

Source : sur la base de nos enquêtes, 2022

Le **Modèle 1** du tableau 6 correspond à la régression entre les intrants et le sol. Le **Modèle 2** traduit la régression entre les intrants et l'eau et le **Modèle 3**, la régression entre les intrants et la santé humaine. Au seuil de 1%, les t-statistique des trois modèles sont tous supérieurs à la norme de 2,576. Nos régressions sont tous significatifs au seuil de 1%.

Modèle 1 : le coefficient de régression est négatif (-0,22), ceci indique que selon la perception des acteurs, les intrants chimiques ont un effet négatif sur le sol. Selon les acteurs agricoles de notre échantillon, l'utilisation des intrants appauvrit le sol. Ainsi, nous pouvons conclure que notre première proposition selon laquelle l'utilisation des intrants chimiques a un effet significatif et négatif sur le sol est validée.

Modèle 2 : le coefficient de régression est également négatif (-0,117). Ces résultats montrent que l'utilisation des intrants chimiques pollue les eaux selon les acteurs du secteur agricole. Nous pouvons conclure que notre seconde proposition stipulant que l'utilisation des intrants chimiques impacte significativement et négativement les ressources en eau est validée. Ce résultat confirme ceux de Stehle et Schulz (2015) qui ont montré que la pollution des eaux de surface résultant de l'utilisation actuelle d'insecticides agricoles constitue une menace excessive pour la biodiversité aquatique. Leur analyse suggère que des révisions fondamentales des procédures réglementaires actuelles et des pratiques d'application des pesticides sont nécessaires pour inverser les impacts environnementaux mondiaux de l'agriculture agrochimique à haute intensité.

Modèle 3 : tout comme dans les deux modèles précédents, le coefficient de régression est négatif (-0,384), traduisant le fait que l'utilisation des intrants affecte la santé humaine. Au regard de ce qui précède on peut conclure que notre troisième proposition est aussi validée : l'utilisation des intrants chimiques a une influence significative et négative sur les ressources en eau. Ce résultat corrobore la plupart des études sur ce sujet notamment celle de Kalyabina et al. (2021), selon qui, de nombreuses données théoriques et expérimentales démontrent que les résidus de pesticides peuvent produire des effets négatifs à long terme sur la santé des humains et des animaux et sur la stabilité des écosystèmes. Elle est contraire aux résultats obtenus par Ahoudi et al. (2018) qui rapportent que les pesticides détectés au Togo ne pouvaient pas être considérés comme un problème grave de santé publique dans les conditions étudiées. Ces auteurs recommandent d'accroître la surveillance à l'égard de ces pesticides pour réduire leur mésusage sur les légumes.

5. Conclusion

Ce papier a adressé un questionnaire aux ingénieurs et techniciens de l'agriculture dans le but de mesurer l'effet environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques. Le cadre théorique a été appliqué au Togo pour décrire la thématique de l'étude. La problématique que nous traitons est celle de la mesure de l'effet environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques. Cette préoccupation nous a amené à nous fixer comme objectif principal d'analyser l'impact de l'utilisation des engrais chimiques sur l'environnement et la santé selon la perception des ingénieurs et techniciens agricoles au Togo. Les différentes analyses que nous avons effectuées nous ont permises de constater que l'effet de l'utilisation des intrants chimiques est désormais une réalité au sein du secteur agricole au Togo.

A l'issue de l'analyse de la littérature, nous avons retenu quatre (04) variables dont une (01) explicative (intrant chimique) et trois (03) expliquées (sol, eau et santé humaine) pour mesurer l'effet environnemental et sociétal de l'utilisation des intrants chimiques du secteur agricole au Togo. Les résultats de l'étude ont montré que l'utilisation des intrants chimiques influence négativement et significativement l'eau, le sol et la santé humaine. L'effet marginal de l'utilisation des intrants chimique est plus sensible sur la santé humaine avec un coefficient beta relativement plus grand.

Cette recherche, à vertu exploratoire, présente certaines limites qui ouvrent, toutefois, un chemin vers de nombreuses voies d'investigation. La limite est liée aux données subjectives. Ces mesures font appel à la perception des acteurs quant au recueil d'informations auprès des répondants avertis sur une thématique donnée. Cette recherche pouvait être élargie à un échantillon plus grand et plus représentatif en ciblant les acteurs directs du secteur agricole. Conduire une recherche future en interrogeant les producteurs et agriculteurs utilisant les intrants chimiques permettrait de généraliser les conclusions de l'étude.

Bibliographie

- Agboyi, L. K., K. M. Djade, K. M. Ahadji-Dabla, G. K. Ketoh, Y. Nuto, et I. A. Glitho. 2015. « Vegetable production in Togo and potential impact of pesticide use practices on the environment », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2): 723-36.
- Ahoudi, H., K. Gnandi, G. Tanouayi, K. Ouro-Sama, J.C. Yorke, E. E. Creppy, et C. Moesch. 2018. « Assessment of pesticides residues contents in the vegetables cultivated in urban area of Lome (southern Togo) and their risks on public health and the environment, Togo », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5): 2172-85.
- Alvarez, A., J. M. Saez, J. S. Davila Costa, V. L. Colin, M. S. Fuentes, S. A. Cuzzo, C. S. Benimeli, M. A. Polti, et M. J. Amoroso. 2017. « Actinobacteria: current research and perspectives for bioremediation of pesticides and heavy metals », *Chemosphere* 166: 41-62.
- Amatucci, F. M., et D. C. Crawley. 2011. « Financial self-efficacy among women entrepreneurs ». *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 3(1): 23-37
- Bodjona, C. P., J. P. Gueyie, et E. Magnangou. 2021. « Telework and the perceived financial performance of togolese firms during the covid-19 health crisis », *International Journal of Entrepreneurship* 25: 1-12.
- Carey, A. E., et F. W. Kutz. 1985. « Trends in ambient concentrations of agrochemicals in humans and the environment of the United States », *Environmental monitoring and assessment* 5(2): 155-63.

- Carpenter, S. R., N. F. Caraco, D. L. Correll, R. W. Howarth, A. N. Sharpley, et V. H. Smith. 1998. « Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen », *Ecological applications*, 8(3): 559-68.
- Chin, W. W. 1998. « Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling ». *MIS quarterly*, 22 (1) : vii-xvi.
- Ciavatta, C., C. Manoli, L. Cavani, C. Franceschi, et P. Sequi. 2012. « Chromium-containing organic fertilizers from tanned hides and skins: a review on chemical, environmental, agronomical and legislative aspects », *Journal of Environmental Protection*, 3(11): 1532-1541.
- Coulter, B. S., W. E. Murphy, N. Culleton, E. Finnerty, et L. Connolly. 2002. « A survey of fertiliser use in 2000 for grassland and arable crops ». *Teagasc. Dublin*. ISBN 1-84170-295-1: 80.
- Elfvendahl, S., M. Mihale, M. A. Kishimba, et H. Kylin. 2004. « Pesticide pollution remains severe after cleanup of a stockpile of obsolete pesticides at Vikuge, Tanzania », *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 33(8): 503-8.
- Fornell C. et D.F. Larcker. 1981. « Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics », *Journal of Marketing Research*, 18(3): 382-388.
- Gilliom, R. J. 2007. « Pesticides in US streams and groundwater », *ACS Publications, Environ Sci Technol*, 15;41(10):3408-14.
- Gong, P., L. Liang, et Q. Zhang. 2011. « China must reduce fertilizer use too », *Nature*, 473 (7347): 284-85.
- Hair Jr., J. F. Hair, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, et M. Sarstedt. 2021. *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage publications.
- Ikoyi, I., A. Fowler, et A. Schmalenberger. 2018. « One-time phosphate fertilizer application to grassland columns modifies the soil microbiota and limits its role in ecosystem services ». *Science of The Total Environment* 630: 849-58.
- Kalyabina, V. P., E. N. Esimbekova, K. V. Kopylova, et V. A. Kratasyuk. 2021. « Pesticides: formulants, distribution pathways and effects on human health—a review », *Toxicology reports*, 8: 1179-92.
- Kawahara, J., R. Horikoshi, T. Yamaguchi, K. Kumagai, et Y. Yanagisawa. 2005. « Air pollution and young children's inhalation exposure to organophosphorus pesticide in an agricultural community in Japan », *Environment international*, 31 (8): 1123-32.
- Machado, C. S., B. M. Fregonesi, R.I.S. Alves, K. A.A. Tonani, J. Sierra, B. S. Martinis, B. S. Celere, M. Mari, M. Schuhmacher, et M. Nadal. 2017. « Health risks of environmental exposure to metals and herbicides in the Pardo River, Brazil », *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (25): 20160-72.
- Mondédji, A. D., W. S. Nyamador, K. Amévoïn, G. A. Abbey, G. K. Ketoh, et I. A. Glitho. 2014. « Analyse des caractéristiques sociodémographiques et identification des perceptions des distributeurs de pesticides et des consommateurs sur l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraichères au Sud du Togo », *Bulletin IFAN Cheick Anta. Diop, Dakar séries. A* 53 (2): 135-50.
- Pimentel, D., H. Acquay, M; Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz, et M. D'amore. 1992. « Environmental and economic costs of pesticide use », *BioScience*, 42 (10): 750-60.

- Pras, B., Y. Evrard, et E. Roux. 2003. Market : études et recherches en marketing - Fondements, méthodes. *Dunod. Vol. 3ème édition*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00150660>.
- Relyea, R. A. 2005. « The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities », *Ecological applications*, 15 (2): 618-27.
- Ridolfi, A. S., G. B. Álvarez, et M. E. Rodríguez Girault. 2014. « Organochlorinated contaminants in general population of Argentina and other Latin American Countries », In *Bioremediation in Latin America*, 17-40. Springer.
- Rother, H. A. 2008. « South African farm workers' interpretation of risk assessment data expressed as pictograms on pesticide labels », *Environmental research*, 108 (3): 419-27.
- Stehle, S., et R. Schulz. 2015. « Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (18): 5750-55.
- Teschan, P. E., H. Earl Ginn, J. R. Bourne, J. W. Ward, B. Hamel, J. C. Nunnally, M. Musso, et W. K. Vaughn. 1979. « Quantitative Indices of Clinical Uremia », *Kidney International*, 15 (6): 676-97.
- Tirado, R., A. J. Englande, L. Promakasikorn, et V. Novotny. 2008. « Use of agrochemicals in Thailand and its consequences for the environment », *Greenpeace Research Laboratories Technical. Bangkok, Thailand*. Note 03/2008, February 2008.
- Tscharntke, T., Y. Clough, T. C. Wanger, L. Jackson, I. Motzke, I. Perfecto, J. Vandermeer, et A. Whitbread. 2012. « Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification », *Biological conservation*, 151 (1): 53-59.
- Udeigwe, T. K., J. M. Teboh, P. N. Eze, M. Hashem Stietiya, V. Kumar, J. Hendrix, H. J. Mascagni Jr, T. Ying, et T. Kandakji. 2015. « Implications of leading crop production practices on environmental quality and human health », *Journal of environmental management*, 151: 267-79.
- Wauchope, R. D. 1978. « The pesticide content of surface water draining from agricultural fields: a review », *Journal of Environmental Quality*, (7): 459-472.
- Zhang, L., C. Yan, Q. Guo, J. Zhang et J. Ruiz-Menjivar. 2018. « The impact of agricultural chemical inputs on environment: global evidence from informetrics analysis and visualization ». *International Journal of low-Carbon technologies*, 13 (4): 338-52.
- Zhu, Z. L. et D. L. Chen. 2002. « Nitrogen fertilizer use in China—Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies », *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 63 (2): 117-27.