



REVUE INTERNATIONALE DE GESTION ET D'ECONOMIE

SERIE B - ECONOMIE / NUMERO 3 - VOLUME 1 - Décembre 2017

Emmanuel Brou AKA

Financial development, economic growth and poverty reduction: The experience of Côte d'Ivoire

**Hervé William Ekoula MOUGNOLA,
Jean TCHITCHOUA et Jean-Marie GANKOU**

Changement structurel, limitation des importations industrielles du Cameroun et bien-être des ménages: analyse par un MEGC

Soumahila KEBE

Déterminants extérieurs majeurs de l'économie ivoirienne et cycles économiques : une étude spectrale des principales séries chronologiques clefs des relations de la Côte d'Ivoire avec le reste du monde

Agnès Kaudjis Koffi AKAFFOU

Approches théoriques de la discrimination de genre (hommes/femmes) sur le marché du travail

Christophe Adassé CHIAPO

Effet de l'agriculture contractuelle sur l'efficacité technique des riziculteurs du pôle de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)

Adepoh ADEPOH

Une analyse de la performance fiscale de la Côte d'Ivoire

Bertin EDDY

Analyse de l'efficacité technique des exploitations d'anacardiens en Côte d'Ivoire

Mariam Gniré OUATTARA, Mazella Myriam TRAORE,

Sibirina SORO et Zié BALLO

Impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde dans le département de Zuenoula en Côte d'Ivoire

Série B

ECONOMIE

N°3



ISSN 2520-3061

REVUE INTERNATIONALE DE GESTION ET D'ECONOMIE

Impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde dans le département de Zuenoula en Côte d'Ivoire

Mariam Gniré OUATTARA, Mazella Myriam TRAORE, Sibirina SORO et Zié BALLO

Université Alassane OUATTARA, Bouaké (Côte d'Ivoire)

E-mail : gnirefr@yahoo.fr

Université Jean Lorougnon GUEDE, Daloa (Côte d'Ivoire)

Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Abidjan (Côte d'Ivoire)

Résumé :

Cette étude menée dans le Département de Zuénoula en Côte d'Ivoire avait pour objectif d'évaluer l'impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde. Ce Département est situé au centre-ouest, dans la région de la Marahoué en Côte d'Ivoire. La méthode de collecte de données utilisée est l'enquête par sondage. Les données en coupes transversales et le modèle de la fonction de production de type Cobb-Douglas ont été utilisés. Il ressort de l'étude que la quantité de pesticides utilisée dans une exploitation d'anacarde est positivement corrélée au rendement au seuil de 10%. Une hausse de la quantité de pesticides de 10% conduit à un accroissement du rendement de 0,07%. La variable pest est négativement liée au rendement au seuil de 5%. L'utilisation des pesticides impacte négativement le rendement au-delà de 10 litres/ha.

Mots clés : Pesticides, rendement, anacarde, Zuénoula, Côte d'Ivoire

Abstract:

A study was conducted in the Department of Zuénoula in Côte d'Ivoire to estimate the impact of the use of pesticides on the yield on the exploitations of cashew. The Department of Zuénoula is located in the west central region of Marahoué in Côte d'Ivoire. The method of collection for this study is a sample survey. The data in cross sections and the model of the function of production of type Cobb-Douglas were used. This form of function has the substitution elasticities constant. In addition, the parameters of this function are the elasticities of production towards the various factors. Thus, it appears that the quantity of pesticides used in the exploitation is positively correlated in the yield at the threshold of 10%. An increase of the quantity of pesticides of 10% leads (drives) to an increase of the 0,07% yield (efficiency). The pest variable is negatively connected to the yield (efficiency) at the threshold of 5%. The use of pesticides impacts negatively on the yield (efficiency) beyond 10 liters / ha.

Keywords: Pesticides, yield, cashew, Zuénoula, Côte d'Ivoire

Introduction

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), originaire du Brésil, est l'une des plus importantes cultures fruitières en Côte d'Ivoire. Il appartient à la famille des Anacardiaceae. Introduit dans le Nord de la Côte d'Ivoire en 1951 (Goujon et al., 1973), l'anacardier s'est rapidement intégré au paysage local et s'est répandu dans les localités urbaines ou villageoises de cette Région du pays, en raison de sa rusticité et de sa croissance rapide. A l'origine, il a été utilisé comme un moyen d'amélioration des écosystèmes et de lutte contre les feux de brousse (ARECA, 2006).

Depuis la fin des années 1960, cet arbre est devenu en Côte d'Ivoire une culture fruitière de rente, dont la noix de cajou s'est révélée comme la principale spéculation du fruit. Aujourd'hui, la production de noix de cajou ivoirienne ne fait qu'augmenter, en raison de l'accroissement des cours mondiaux et de la réforme de la filière engagée par l'Etat de Côte d'Ivoire en 2013. Elle est ainsi passée de 19 000 tonnes en 1998 à 702 000 tonnes en 2015, hissant la Côte d'Ivoire au rang de 1^{er} producteur mondial de noix brutes de cajou devant l'Inde. L'anacardier représente la première source de revenu pour les populations rurales du nord de la Côte d'Ivoire, et de ce fait, un facteur de lutte contre la pauvreté. En effet, ce sont près de 1,5 millions personnes qui vivent directement ou indirectement des activités de la filière anacarde.

Les recherches sur l'anacardier sont récentes en Côte d'Ivoire. Elles datent de la deuxième moitié des années 1980 et ont porté sur l'introduction de matériel végétal du Brésil, la « jumbo », par l'ex SODEFEL (Lebailly et al., 2012). Le niveau sanitaire du verger anacardier de la Côte d'Ivoire ne sera étudié qu'en 2015 avec l'établissement de la carte sanitaire (Soro et al., 2015; Akesse et al., 2015). En effet, l'anacardier subit de plus en plus la menace de nombreux insectes ravageurs et de maladies dont les impacts réels sur le rendement des vergers étaient ignorés (Soro et al., 2013 ; Soro et al., 2015; Akesse et al., 2015).

L'anthracnose, causée par le *Colletotrichum gloeosporioides*, constitue l'une des maladies les plus dommageables pour la plante. Pour augmenter la production de noix de cajou et réduire la pression des ravageurs et des maladies, les producteurs utilisent de plus en plus, des pesticides (herbicides, fongicides et insecticides). L'impact des traitements phytosanitaires de

l'anacardier n'est cependant pas évalué et les effets sur le rendement en noix de cajou peuvent être divers. Il est alors nécessaire d'évaluer les effets que pourraient avoir ces traitements sur le rendement des vergers d'anacardier. En d'autres termes, quel est l'impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde dans le Département de Zuénoula ? Existe-t-il un effet seuil dans l'utilisation de ces produits ?

Cette étude qui s'inscrit dans le cadre général de la gestion des exploitations d'anacardiens et de lutte contre les ravageurs et les maladies de l'anacardier, vise à analyser et appréhender l'impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des vergers d'anacarde et, par ricochet, sur la situation socioéconomique des producteurs. Notre analyse sera circonscrite à la Région de la Marahoué, précisément au Département de Zuénoula situé au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact des pesticides sur le rendement des exploitations et de montrer l'existence d'un effet seuil dans leur utilisation.

Dans cet article, nous aborderons d'abord la méthodologie. Celle-ci comprend une revue de littérature ainsi que la méthode de collecte et d'analyse des données. Ensuite, nous présenterons le modèle d'analyse. Enfin, nous exposerons les résultats.

1. Méthodologie

1.1. Revue de littérature

Il s'agit d'un résumé de certaines études théoriques et empiriques réalisées sur la culture de l'anacarde. Il faut noter que cette culture est aujourd'hui confrontée à plusieurs contraintes dans la majeure partie des pays producteurs, notamment les maladies et les ravageurs. L'établissement de la carte sanitaire de l'anacardier en 2015 a révélé que la culture de l'anacarde est fortement attaquée aussi bien par les agents pathogènes que par les ravageurs. Au nombre des maladies majeures qui attaquent l'anacardier, l'anthracnose causée par *Colletotrichum gloeosporioides* est l'une des plus dommageables, avec une incidence variable de 5 à 25% dans le verger ivoirien. Les insectes ravageurs comme l'*Analeptes trifasciata* et l'*Apate terebrans* ont été observés comme les dévastateurs de la plante d'anacardier. Ces bio-agresseurs sont considérés comme de redoutables fléaux, car ils contribuent à réduire fortement la production en noix de cajou (Soro et al., 2013 ; Soro et al., 2015 ; Akesse et al., 2015). La forte pression parasitaire emmène les producteurs à l'usage des pesticides. Il est

donc important d'évaluer l'impact que pourrait avoir l'utilisation de ces pesticides sur le rendement des vergers d'anacardier. Un bref aperçu des théories et études empiriques servira d'étude préliminaire.

L'économie de la production agricole dans les pays en développement est généralement appréhendée sous deux angles qui sont rarement confrontés. L'approche agro-économique privilégie l'unité de production comme niveau d'une analyse empirique (au sens ici d'absence de théorisation explicite), techno-économique qui met l'accent sur le processus technique de production, la disponibilité et le coût des facteurs de production. C'est le domaine par excellence du quantifié, du calcul économique appliqué à l'agriculture. Le principal outil d'analyse est le système de production entendu, suivant les auteurs, comme combinaison des productions et des facteurs de production ou comme seule combinaison des facteurs uniquement. Dans une perspective très différente, l'anthropologie économique privilégie l'analyse qualitative, au niveau de groupes sociaux, des rapports de production, des processus de différenciation sociale et des modes de production. Il semble pourtant nécessaire de raisonner à la fois en termes de calcul économique et de rapports sociaux.

Le concept de système productif, entendu comme l'ensemble des éléments et des activités qui concourent à la formation du flux des produits agricoles, concilie ces deux approches en assurant un « *balayage* » complet du champ d'investigation qui s'offre à l'économiste. Badouin (1987) propose d'en distinguer trois aspects : le système de culture se rapportant aux combinaisons des cultures dans le temps et dans l'espace (rotations, assolement, associations), le système de production, combinaison des facteurs de production (terre, travail, consommations intermédiaires, biens d'équipement), le système d'exploitation entendu comme mode de fonctionnement des unités de production (détermination du pouvoir de décision, structure interne de l'unité de production, modalités d'accès aux facteurs de production, rapports entre l'exploitation) et l'environnement économique, à savoir la combinaison « système de culture-système de production », en intégrant les rapports de production dans l'analyse.

Une autre approche théorique est celle de la détermination des impacts économiques des pesticides chimiques. Les approches avant/après et sans/avec ont été développées pour mesurer les impacts des technologies introduites en production agricole. L'approche avant/après introduction de la technologie ne permet pas d'isoler les effets liés aux facteurs

exogènes à la technologie. Ainsi, cette approche peut conduire à des erreurs d'appréciation, étant donné que la différence entre les situations avant et après introduction de la technologie peut être liée uniquement ou principalement aux facteurs exogènes. Quant à l'approche avec/sans, elle permet de pallier cet inconvénient, et plus encore, cette approche est conceptuellement claire (Scherr et Muller, 1991). Selon Gregersen et Contreras (1994), en appliquant le concept avec/sans aux coûts économiques (ou coûts d'opportunité), il faut être particulièrement attentif pour bien identifier la meilleure possibilité réelle abandonnée, c'est-à-dire la meilleure utilisation possible d'une ressource qui aurait effectivement été faite, en tenant compte des diverses contraintes institutionnelles.

De nombreuses études empiriques ont été menées dans presque tous les domaines et continents pour quantifier le niveau d'impact des pesticides. Wade (2003) a évalué l'utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement dans la localité Mboro (Sénégal). Il a fait une étude comparative entre l'agriculture conventionnelle et l'agriculture biologique. L'étude a montré que les espèces de parasites sont plus nombreuses en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle. Cette réduction de la prolifération des ennemis dans l'agriculture conventionnelle accroît la production et participe à la réduction de l'insécurité alimentaire ; mais elle provoque un déséquilibre au niveau de la chaîne alimentaire. Elle a aussi un effet de pollution sur l'environnement qui a des répercussions sur la santé des populations et recommande pour la réduction de l'utilisation des pesticides une bonne sensibilisation sur les dangers de ces produits chimiques.

Prudencio et al. (2011), dans une étude visant à caractériser les pesticides chimiques utilisés en production cotonnière, a montré leur impact sur les indicateurs économiques dans la commune de Banikoara au nord du Bénin. Ils ont utilisé une approche méthodologique basée sur la comparaison des indicateurs économiques du système de production de coton conventionnel et de celui du coton biologique. L'analyse des résultats économiques a révélé que les rendements du coton conventionnel, avec l'utilisation des pesticides, (1518,2 kg/ha) sont plus élevés que ceux du coton biologique, sans l'utilisation des pesticides, (513,9 kg/ha). Cette étude a également montré que l'endosulfan est fortement utilisé à Banikora, avec un taux de 75,43%. Des résultats semblables ont été obtenus par OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Béninoise) (2002) et aussi par Agba (2003) dans l'analyse de la rentabilité économique de la production du coton dans quelques systèmes

d'exploitation au Bénin. C'est aussi le constat fait par Balogouin *et al.* (2014) dans leurs études sur la caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de production du Bénin. En effet, ils ont noté que la non-utilisation des insecticides ne permet pas une augmentation substantielle des rendements en pomme et en noix de cajou au niveau des différentes zones de production.

Des résultats contraires ont été obtenus par FIBL (Institut de Recherche de l'Agriculture Biologique) (2005), à travers une étude portant sur l'impact de la culture biologique du coton sur les sources du revenu des petits agriculteurs, et par Helvetas (2008) en Inde centrale, où il a été montré que le rendement du coton biologique est 4 à 6 fois supérieur à celui du coton conventionnel. Aubertot JN *et al.* (2005) ont démontré également que l'utilisation abusive des pesticides, augmente les probabilités de survenue et de résistance chez les bio-agresseurs visés. Elle a un effet négatif sur les organismes non-ciblés, les écosystèmes et provoque la dégradation physique des milieux. C'est pourquoi, ils optent pour une réduction des pesticides. D'autres auteurs ont utilisé des modèles économétriques pour montrer l'impact des pesticides sur le rendement des exploitations agricoles. Adigoun (2002) a évalué l'impact des traitements phytosanitaires du niébé sur l'environnement et la santé des populations de Klouékanmé et de la basse vallée de l'Ouémé au Bénin, à l'aide d'un modèle économétrique de type Logit. Cette étude a montré que l'utilisation des pesticides accroît le rendement. Elle a également montré que les différentes catégories socio-professionnelles perçoivent l'extrait aqueux de neem comme non-toxique et leur impact sur l'environnement et la santé est quasi nul. La quantité de pesticides a une relation significativement positive avec les affections gastro-intestinales. Les pesticides sont aussi dangereux pour la santé des producteurs et des consommateurs. C'est pour cette raison que l'étude préconise l'utilisation des extraits aqueux qui sont sans danger pour la santé et sans dommage pour l'environnement.

Matin *et al.* (2003), dans l'étude intitulée *Bt cotton and pesticides use in Argentina : economic and environmental effects*, ont évalué les effets économiques et environnementaux de l'utilisation du coton Bt et des pesticides en Argentine. Ils ont utilisé un modèle de fonction de production quadratique Translog qui donne généralement un bon ajustement dans les études empiriques au niveau microéconomique pour mesurer l'effet du coton Bt sur l'utilisation des pesticides et sur le rendement. Pour le contrôle des dommages, la même fonction quadratique, dans laquelle sont incluses des spécifications logistiques, est utilisée. Les statistiques descriptives et les modèles économétriques confirment que la technologie Bt

reduit l'effet des pesticides. Aussi, ils confirment que le montant d'insecticides et le nombre d'application des insecticides sont inférieurs à celui du Bt. Le Bt a un effet positif sur le rendement de 507 kg/ha, de même que les insecticides qui contribuent sensiblement à de plus grands rendements. Par ailleurs, les résultats montrent que le travail, la superficie, l'âge et le niveau d'instruction ont des effets positifs sur le rendement. Cette étude a utilisé des données en coupes transversales, et pour la prise en compte des biais possibles, les variables instrumentales ont été utilisées. Les spécifications de Cobb-Douglas souvent utilisées ont été également essayées avec des résultats généraux semblables. Il ressort de cette étude que la technologie a un effet plus élevé sur le rendement et un effet réducteur sur l'utilisation des pesticides. Mais, elle présente comme limite de grands risques d'adaptation rapide des insectes à la toxine de Bt.

Le même constat est fait par Nouhoheflin et al. (2003) qui ont étudié, à l'aide d'un modèle de production Cobb-Douglas et un modèle de frontière de production, l'impact de l'adoption des nouvelles technologies sur l'efficacité de la production du niébé au Bénin. Le principal résultat est que les nouvelles technologies développées par PRONAF (Projet Niébé pour l'Afrique) ont permis d'améliorer les rendements, afin de garantir la sécurité alimentaire des ménages. Aussi, la production du niébé est affectée par quatre facteurs qui sont la variété du niébé, la zone agro-écologique, la main d'œuvre disponible et les traitements phytosanitaires. Jikun et al. (2005) vont dans le même sens que ces auteurs dans l'analyse intitulée « insect-resistant GM rice in farmers field assessing productivity and health effect in china ». Ils ont utilisé une régression multiple pour déterminer l'impact net de l'adoption des GM sur les pesticides ; et aussi une fonction d'utilisation des pesticides pour nous montrer que le rendement de GM xianyou 63 s'avère plus haut que celui des variétés conventionnelles. Ils ont trouvé que les petites fermes tirent un bénéfice de plus grand rendement à la suite de l'adoption de GM et une réduction des pesticides qui contribue à l'amélioration de la santé des populations. Ces auteurs sont donc arrivés à la conclusion que l'utilisation des pesticides a un impact positif sur le rendement des exploitations agricoles. Mais leur utilisation devrait être réduite à cause de leur impact négatif sur la santé et l'environnement. Il a été aussi montré dans la littérature que les organismes génétiquement modifiés ont un effet positif sur le rendement et réduisent l'utilisation des pesticides.

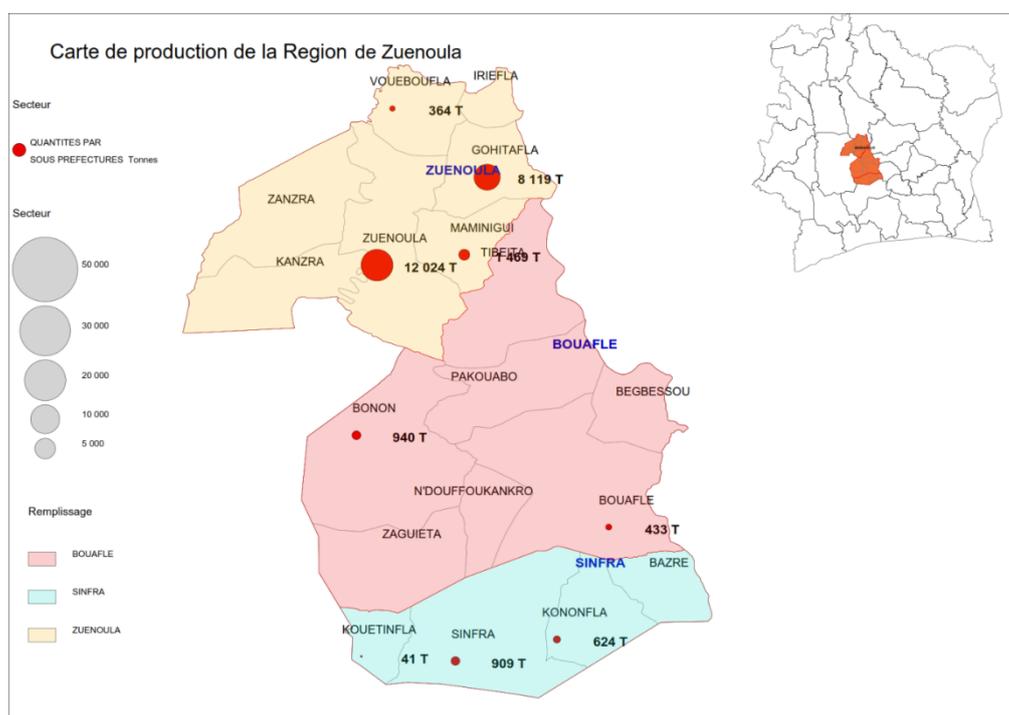
Dans le cadre de cette étude, vu la progression des maladies et ravageurs, il été évalué l'impact des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde dans le département de

Zuénoula. Pour ce faire, il a été utilisé des données en coupes transversales, et le modèle choisi à travers la revue de littérature est une fonction de production de type Cobb-Douglas. L'intérêt de cette forme fonctionnelle est qu'elle est pratique et particulièrement appropriée pour exprimer la substituabilité des biens (des inputs ou des biens de consommations). De surcroît, elle est à élasticité de substitution constante et ses paramètres sont les élasticités de production vis-à-vis des différents facteurs. Le choix de ce modèle se justifie aussi par le fait que la variable dépendante qui est le rendement, est quantitative et non qualitative comme c'est le cas dans le modèle économétrique Logit et Probit.

1.2. Zone d'étude

Le Département de Zuénoula est au centre-ouest de la Côte d'Ivoire ; il est situé dans la région de la Marahoué. La ville de Zuénoula est le Chef-lieu de Commune, de Sous-Préfecture et de Département. La région couvre une superficie de 8500 km² et se situe à 7°25'45° de latitude nord et 6°02'35° longitude ouest. Le Département de Zuénoula couvre deux Communes, à savoir celle de Zuénoula et celle de Gohitafla. La population est estimée à 75 380 habitants dont 52 449 pour la Commune de Zuénoula et 22931 pour la Commune de Gohitafla, selon le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH, 2014). La population est composée d'autochtones Gouro, d'allochtones originaires des régions de la Côte d'Ivoire et d'allogènes ressortissants des pays de la CEDEAO. Les activités économiques du Département de Zuénoula sont dominées par l'agriculture. La majorité de la population du Département tire leur revenu des principales cultures agricoles, pérennes et vivrières, à savoir le café, l'anacarde, le cacao, etc. L'anacarde est l'une des principales cultures de rente, avec 17 688 tonnes commercialisées, soit 3,22% du volume national.

Figure 1 : Carte de la production de noix de cajou dans le Département de Zuénoula



Source : Conseil du Coton et de l'Anacarde (2015)

1.3. Collecte des données

L'étude a utilisé comme base de sondage la liste des villages de la sous-préfecture de Gohitafla dans le Département de Zuénoula, établie par l'Agence National d'Appui au Développement Rural (ANADER). La sélection des producteurs de l'échantillon a été précédée d'une sélection des villages où se trouvent ces producteurs. Les villages appartenant à la zone d'intervention de l'ANADER ont été choisis comme unités d'échantillonnage. Les ménages de producteurs d'anacarde ont constitué les unités statistiques enquêtées.

La taille de l'échantillon de producteurs à enquêter a été définie de façon empirique en appliquant la loi normale. Cette dernière est une approximation de la loi binomiale et s'applique dans le cas des études sur des données biométriques des individus en agriculture et en zones rurales. Selon cette loi, pour une taille au-delà de 30 observations, la distribution des moyennes d'un échantillon peut être approchée par une loi normale, sans condition sur la distribution des moyennes de la population mère. Aussi, les conclusions obtenues à partir de cet échantillon sont identiques à celles résultant d'échantillons issus d'une population normale, que la population étudiée soit normale ou non. Il a été fait donc l'hypothèse que les

pratiques culturelles sont similaires au sein du département. Ainsi, dans le cadre de cette étude, l'effectif minimum retenu est de 30 producteurs pour chacun des quatre villages de la sous-préfecture de Gohitafla dans le département de Zuénoula ; soit un total de 150 producteurs retenus. Ces producteurs ont été répartis en deux groupes : 100 producteurs qui emploient les pesticides dans leur exploitation et 50 qui n'en utilisent pas.

La méthode de collecte pour cette étude est une enquête par sondage, plus simple à réaliser avec des coûts relativement modestes pour le choix des villages et des individus composant notre échantillon. Elle a été conduite auprès des producteurs d'anacarde dans les villages sélectionnés dans la zone de Zuénoula. Les données de cette étude sont des données secondaires provenant principalement de deux sources : l'une issue des bases de données statistiques de l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural et l'autre obtenue à partir d'entretiens réalisés avec la coopérative agricole moderne de Zuénoula (CAMOZ) dans le département de Zuénoula. Ces entretiens ont porté essentiellement sur les caractéristiques des villages enquêtés (les principales activités économiques, les infrastructures et les tissus associatifs). Les villages retenus dans la base ont été au nombre de quatre (4). Ce sont : Bibikorefla, Bohikouaifla, Gouenfla et Manfla. Les producteurs enquêtés ont été répartis dans ces différentes localités. Les localités de Bohikouaifla et de Manfla ont relevé le plus grand nombre de producteurs, avec 33,33% pour chacune des deux localités. Par contre, les localités de Bibikorefla et Gouenfla ont été moins représentées, avec respectivement 20% et 13,33% de producteurs constituant la base.

1.4. Variables utilisées dans l'analyse

Plusieurs variables susceptibles d'expliquer les effets des pesticides sur le rendement des exploitations agricoles ont été utilisés :

- Age_i : représente l'âge du producteur ;
- $Pest_i$: c'est la quantité de pesticides utilisée dans les exploitations d'anacarde ;
- k_i : représente l'outil utilisé et est pris comme une variable muette. Il prend la valeur 1 pour les instruments rudimentaires et 0 pour les autres instruments ;
- sup_i : c'est la superficie des parcelles d'anacarde ;
- Sex_i : c'est une variable binaire qui représente le sexe de l'exploitant. Elle prend la valeur 0 si le producteur est une femme et 1 si le producteur est un homme ;

- $Pest^2_i$: c'est la quantité seuil pour laquelle les pesticides ont un effet négatif sur le rendement.

Tableau 1 : Variables utilisées pour notre modélisation

| VARIABLES | DESCRIPTION | MODALITÉS |
|-----------|--|-------------------------------------|
| Sex | Sexe de l'exploitant | 1 : Homme 0 : Femme |
| Age | Age de l'exploitant | Quantitative |
| sup | Superficie cultivée | Quantitative |
| Pest | Quantité de pesticides utilisée par producteur | Quantitative |
| $Pest^2$ | Quantité seuil des pesticides | Quantitative |
| K | Outils utilisés par l'exploitant | 1 : Rudimentaire 0 : Sophistiqué |

2. Modèle d'analyse

Le modèle proposé est une fonction de production, et la forme fonctionnelle utilisée est de type Cobb-Douglas comme celles utilisées dans la revue de littérature dont celui de Nouhoeflin et al. (2004). Le modèle de base est de la forme :

$$Q = A L^\alpha K^\beta \quad (I)$$

$$A > 0 ; \alpha > 0 ; \beta > 0$$

Où A est un coefficient de dimension caractéristique de l'économie et des unités de mesure utilisées.

K = quantité de capital utilisée ;

L = quantité de travail utilisée ;

α = désigne l'élasticité de la production par rapport au travail ;

β = désigne l'élasticité de la production par rapport au capital ;

Avec $\alpha + \beta = 1$.

En introduisant le progrès technique dans le modèle (I), on obtient :

$$Q = A L^\alpha K^\beta e^{\gamma t} \text{ (II)}$$

Le coefficient $e^{\gamma t}$ décrit l'évolution du progrès technique au cours de la période. γ est le taux du progrès technique.

La transformation linéaire du modèle (II) permet de déduire la spécification à estimer suivante :

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K + \gamma t \quad \text{(III)}$$

S'il est supposé que les rendements d'échelles sont constants ($v = \alpha + \beta = 1$), l'équation (II) devient :

$$\frac{Q}{L} = A \left(\frac{K}{L}\right)^\beta e^{\gamma t} \text{ (IV)}$$

Il a été estimé la forme linéarisée de l'équation (IV) :

$$\ln q = \ln A + \beta \ln k + \gamma t \quad \text{(V)} \quad \text{où } q = \frac{Q}{L} \text{ et } k = \frac{K}{L}$$

Avec $\ln A = \text{constante}$.

Le modèle d'étude se spécifie de la manière suivante :

La variable expliquée est le rendement noté y .

$$\ln y_i = \ln A + \beta_1 \ln k_i + \beta_2 \ln \text{pest}_i + \beta_3 \ln \text{pest}_i^2 + \beta_4 \ln \text{Age}_i + \beta_5 \ln \text{sex}_i + \beta_6 \ln \text{sup}_i + \varepsilon_i \text{ (VI)}$$

S'il est posé que la constante $\ln A = \alpha$, le modèle s'écrit donc :

$$\ln y_i = \alpha + \beta_1 \ln k_i + \beta_2 \ln \text{Pest}_i + \beta_3 \ln \text{pest}_i^2 + \beta_4 \ln \text{Age}_i + \beta_5 \ln \text{sex}_i + \beta_6 \ln \text{sup}_i + \varepsilon_i \text{ (VII)}$$

Comme le travail a été fait sur un échantillon de producteurs qui utilise des pesticides, il pourrait y avoir un biais d'échantillonnage car les producteurs qui n'utilisent pas des pesticides n'auront pas été pris en compte.

Pour corriger le biais d'échantillonnage, nous avons procédé par la décision d'utilisation des pesticides qui est une variable latente et qui prend la valeur 1 quand le producteur utilise les pesticides et 0 s'il ne les utilise pas. Pour ce faire, nous avons utilisé un modèle d'Heckman avec biais de sélection. Le modèle d'Heckman à deux étapes a permis d'avoir les déterminants d'un rendement élevé (équation d'intérêt) en prenant en compte une équation de sélection qui représente la décision d'utilisation des pesticides. Après estimation de l'équation d'Heckman avec biais de sélection, il a été trouvé qu'il n'y avait pas de biais, car le coefficient d'athrho qui mesure la corrélation entre les termes d'erreurs de l'équation d'intérêt et celui de l'équation de sélection n'ont pas été significatifs. Cela a permis de ne pas estimer l'équation d'Heckman. Ainsi, l'équation de départ (équation VII) a été estimée pour l'analyse.

2.1. Méthode de détermination de la quantité optimale de pesticides

Suite à la forme en « U inversé » de la variable $pest^2$, on a une équation générale de la forme $Y = A_0 + A_1X + A_2X^2$ avec $A_1 > 0$, $A_2 < 0$.

Où Y est le rendement noté, A_0 est la constante, A_1 le coefficient de la variable $pest$, X la variable $pest$, A_2 le coefficient de la variable $pest^2$ et X^2 représente la variable $pest^2$.

L'équation à partir des résultats de ces estimations devient :

$$Y = 0,1544282 + 0,007259pest - 0,0003608pest^2$$

$pest$ est maximum, si la dérivée première est nulle ($\frac{\partial y}{\partial pest} = 0$) et la dérivée seconde est inférieure à zéro ($\frac{\partial^2 y}{\partial^2 pest} < 0$).

$$C1O : \frac{\partial y}{\partial pest} = 0 \leftrightarrow 0,007259 - 2 * 0,0003608pest = 0$$

$$\leftrightarrow pest^* = \frac{0,007259}{2*0,0003608}$$

$$\rightarrow pest^* = 10,0595898$$

$$C1IO : \frac{\partial^2 y}{\partial^2 pest} < 0$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial^2 pest} = -2 * 0,0003608 \leftrightarrow -0,0007216 < 0$$

Cela signifie que la quantité de pesticides optimale pour laquelle le rendement est à son maximum est de 10,0595898 litres.

2.2. Analyse statistique

La saisie et l'analyse des données ont été effectuées respectivement avec les logiciels Excel et STATA 13. Le logiciel STATA a permis d'estimer les paramètres du modèle de la fonction de production de type Cobb-Douglas. Ce qui a permis de ressortir les effets de la quantité des pesticides utilisée sur le rendement de l'anacardier. La méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) a été utilisée comme méthode d'estimation.

3. Résultats

L'étude consistait à investiguer en milieu paysan sur les pesticides utilisés par les producteurs pour lutter contre les mauvaises herbes, les maladies et les insectes ravageurs de l'anacardier et à dégager l'impact de l'utilisation de ces pesticides sur les rendements des exploitations.

Le tableau 2 montre que la superficie de l'exploitation est positivement liée à la variable rendement au seuil de 1%. Ainsi, une hausse de la superficie de l'exploitation de 1% entraîne une hausse du niveau de rendement de 0,047%. De même, il ressort que la quantité de pesticides utilisée dans l'exploitation est positivement corrélée au rendement au seuil de 10%. Aussi, une hausse de la quantité de pesticides de 10% conduit à un accroissement du rendement de 0,07%. La variable $pest^2$ est négativement liée au rendement au seuil de 5%. Cela implique que la relation entre la quantité de pesticide utilisée et le rendement de l'exploitation est non linéaire ; cette relation prend la forme d'un « U inversé ». En effet, cette forme montre, dans un premier temps, qu'une augmentation de la quantité de pesticide entraîne une amélioration du rendement de l'exploitation.

Il existe cependant une quantité maximale de pesticides au-delà de laquelle tout accroissement de la quantité de pesticides se solde par une baisse du rendement de l'exploitation. Quant à la variable outils (k), elle est corrélée négativement au rendement au seuil de 5%. Au niveau de cette variable relative aux équipements, l'usage du matériel rudimentaire a un effet négatif sur le rendement.

Dans cette perspective, lorsqu'un producteur utilise des matériaux modernes, comparé un producteur utilisant des matériaux rudimentaires, le rendement baisse de 5,7%. Les variables

âge et sexe ne sont pas significatifs car elles ne permettent pas d'expliquer la variation du rendement de l'exploitation d'anacarde dans cette étude.

Tableau 2 : Fonction de production des exploitants d'anacarde

| Variabes | Coefficients | P-value |
|------------------------|---------------|---------|
| Superficie | 0,047036*** | 0,003 |
| Outils (k) | -0,0565741** | 0,037 |
| Pesticide | 0,007254* | 0,074 |
| Pesticide ² | -0,0003608*** | 0,000 |
| Age | 0,0007233 | 0,275 |
| Sexe | 0,0327846 | 0,359 |
| Constante | 0,1544282*** | 0,001 |

NB : Significativité, *** 1%, ** 5% et * 10%

4. Discussion

Les différentes analyses de notre étude montrent que les variables les plus significatives sont la superficie, la quantité des pesticides utilisée et les outils (k). Parmi ces variables pertinentes, celles qui réduisent le rendement des exploitations sont les outils rudimentaires. En revanche, les variables pesticides et superficies accroissent le rendement dans notre étude. La relation négative entre les outils et le rendement des exploitations d'anacarde peut s'expliquer par l'obsolescence des équipements. Cette relation négative se justifie par l'usage des outils rudimentaires (machette, daba, charrette à bœufs, etc.) dans la gestion des exploitations d'anacarde par la majorité des producteurs dans notre zone d'étude. La même observation a été faite par Nuama (2006) dans son étude et par Latruffe *et al.* (2004), qui ont proposé, pour la Pologne, que le signe négatif de la variable fixe pourrait s'expliquer par l'obsolescence des équipements.

Par ailleurs, le coût élevé des outils rend leur acquisition difficile pour les producteurs. En clair, moins on investit en équipement, moins le rendement est élevé. Quant à l'effet positif

des pesticides sur le rendement, il s'explique par l'efficacité des pesticides à éliminer les nuisibles des plants d'anacardiens, permettant ainsi à la plante de mieux se développer et produire à son maximum. La même observation a été faite par Agbohessi *et al.* (2011) dans l'étude réalisée dans la commune de Banikoara au nord du Bénin par Obepab (2002) lors d'une enquête réalisée à Djidja, à Glazoué et à Kandi et par Agba (2003) au cours d'une étude réalisée à Parakou, Bembéréké et Banikoara sur le coton biologique et le coton conventionnel au Bénin. Outre cette explication, il a été ressorti que l'impact positif des pesticides sur le rendement est dû à d'autres raisons telles que l'encadrement technique rapproché dont bénéficient le coton conventionnel (avec l'utilisation des pesticides), le respect des itinéraires techniques et la fertilité initiale. Ces facteurs peuvent influencer le rendement. Des résultats semblables ont été obtenus par OBEPAB (2002) et Agba (2003), FIBL (2005) et Helvetas dans leurs études réalisées en Inde central et qui ont trouvé que les rendements sans utilisation des pesticides est 4 à 6 fois supérieur à ceux avec utilisation des pesticides dans le cas du coton.

La relation positive entre la superficie et le rendement peut se justifier par le temps accordé par le producteur au bon entretien du champ et aux ressources naturelles dont dispose la superficie. Ce résultat a été observé par Qaim et Janvry (2003) en Argentine, de même que par Alvarez et Arias (2004), Thiam et al (2001). Contrairement à ces résultats, il a été prouvé par Nuama (2006) qu'il existe une relation négative entre la superficie et la production (rendement). Cela est vrai, d'autant plus que l'augmentation de la superficie entraîne un accroissement des temps de travaux d'entretien. Or, compte tenu du nombre pléthorique d'activités ou de parcelles et d'autres cultures vivrières (les légumes) dont disposent les producteurs, ceux-ci, dans le souci de travailler sur toutes leurs parcelles, consacrent moins de temps qu'il faut à chaque parcelle.

L'existence d'un seuil de 10 litres dans l'utilisation des pesticides signifie qu'au-delà de cette quantité, toute utilisation supplémentaire de pesticide conduirait à une baisse du rendement. Il est donc important de sensibiliser les producteurs de notre zone sur l'utilisation des pesticides et sur leur effet réversible sur le rendement des exploitations d'anacarde, mais également sur son effet néfaste sur l'environnement et la santé.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif, d'une part, d'évaluer l'impact des pesticides sur le rendement des exploitations d'anacarde dans le département de Zuénoula et, d'autre part, de montrer l'existence d'un effet seuil dans l'utilisation des pesticides. L'étude d'impact menée a révélé que l'utilisation des pesticides a des répercussions sur la culture d'anacarde à Zuénoula. Elle a notamment un effet sur le rendement des producteurs possédant des anacardiers infectés. En effet, les résultats empiriques ont permis de confirmer les hypothèses de base. La première hypothèse de base stipule que le rendement des exploitations d'anacarde augmente avec l'utilisation des pesticides. Cette utilisation a un effet positif sur le rendement car elle entraîne une augmentation de 0,07%.

La deuxième hypothèse de base précise qu'il existe un effet seuil dans l'utilisation des pesticides. Il y a un seuil de 10 litres au-delà duquel l'utilisation des pesticides a un effet négatif sur le rendement des exploitations. L'utilisation des pesticides a donc un effet positif sur le rendement jusqu'à un certain seuil au-delà duquel il impacte négativement le rendement. Il ressort aussi que l'entretien du verger a un effet significativement positif sur le rendement de l'exploitation d'anacarde. Il a été relevé que l'impact négatif des outils sur le rendement d'exploitation est lié à l'obsolescence de ces derniers. Vu l'existence de l'effet seuil, il est important de sensibiliser les producteurs de cette zone sur l'utilisation des pesticides et sur leur effet réversible sur le rendement des exploitations d'anacarde.

Bibliographie

- ADIGOUN F. A. (2002), « Impact des traitements phytosanitaires du niébé sur l'environnement et la santé des populations : cas de Klouékanmé et de la vallée de l'Ouémé (Benin) », *Mémoire de Maitrise professionnelle*, Université d'Abomey Calavi (UAC), Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines (FLASH), 81 p.
- AGBA L. (2003), « Analyse de la rentabilité économique de la production du coton dans quelques systèmes d'exploitations du Bénin », *Thèse d'ingénieur des travaux statistiques*, Université d'Abomey calavi (Benin), 212 p.
- AGBOHESSI P. T., TOKO I. I., YABI J. A., ASSOGBA F. C. D., KESTEMON P. (2011), « Caractérisation des pesticides chimiques utilisés en production cotonnière et impacts sur les indicateurs économiques dans la commune de Banikoara au nord du Benin », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 5, n° 5, pp. 1828 -1841. [DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i5.6>].
- ARECA (2006), « Bilan diagnostic et perspectives de développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire », *Rapport technique de l'Atelier national sur la filière anacarde*, Yamoussoukro, 91 p.
- AKESSÉ E. N., OUALI-N'GORAN S-W. M., N'DÉPO O. R., KONÉ T., KONÉ D. (2015), « Prospective study of the insect fauna associated with *Anacardium occidentale* L. (Salpindales: Anacardiaceae) in five producing areas of Côte d'Ivoire », *Proceedings of the Third International Cashew Conference, Naliendele Agricultural Research Institute*, ISBN: 978-9987-446-10-0, pp. 147-157.
- AUBERTOT J. N, BARBIER J. M., CARPENTIER A., GRIL J. N., GUICHARD L., LUCAS P., SAVARY S. (2005), « Pesticides, agriculture et environnement : Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux », *Expertise scientifique collective, synthèse du rapport*, NRA et CEMAGREF (France), 64 p.
- BALOGOUIN I., SAIDOU A., AHOTON E. L., AMADJI L. G., AHOHUENDO C. B., ADEBO I. B., BABATOUNDE S., CHOUGOUROU D., SAGBADJA H. A., AHANCHEDE A. (2014), « Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Benin », *Agronomie Africaine*, Vol. 26, n°1, pp. 9-22.
- COULIBALI Z. (2015), « Détermination du coût moyen de production du kilogramme de noix de cajou en Côte d'Ivoire », Abidjan, Conseil du Coton et de l'Anacarde, 40 p.
- DJAHA J. B. A, N'DA A. A. A., KOFFI E. K., BALLO C. K., COULIBALY M. (2012), « Croissance et aptitude au greffage de deux génotypes d'anacardier (*anacardium occidentale*

L.) Élités utilisés comme porte greffe en Côte d'Ivoire », *Int.J.Biol.Chem.Sci*, Vol. 6, n°4, pp.1453-1466.

DJAHA J. B. A., N'GUESSAN A. K., AKA S. (2010), « Germination des semences de deux variétés d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) Élités destinés à servir de porte greffe en Côte d'Ivoire », *Journal of applied Biosciences*, n° 32, pp. 1995-2001.

DUGUE P., KONE F. R., KONE G. (2003), « Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles », *Cahiers agricultures*, Vol. 12, n°4, pp. 267-273.

INSTITUT DE RECHERCHE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE (FIBL) (2005), « Impact de la culture biologique du coton sur les sources de revenu des petits agriculteurs. Résultats du projet Maikaal biore en inde central », *presse locale : Inde central*.

GOUJON P., LEFEBVRE A., LETURCQ P. H., MARCELLESI A. P., PRALORAN J. C. (1973), « Études sur l'anacardier », *Revue Bois et Forêts des tropiques*, n° 151, pp. 27-53.

OUATTARA G. M. (2008), « Valorisation de ressources spécifiques et stratégies d'acteurs locaux : le cas de la production et de la transformation de la noix de cajou dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire », Thèse de Doctorat, 248 p.

OUATTARA G. M. (2017), « Les déterminants de l'adoption de certaines bonnes pratiques culturelles avant récolte de la noix de cajou en Côte d'Ivoire », *Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, Vol. 8, Issue 3, pp 08-15.

OUEDRAOGO A., YOMBI L., DOUMBIA S., EYHORN F., DISCHL R. (2008), « Guide de production du coton biologique et équitable », *Helvetas, Association Suisse pour la Coopération Internationale*, Ouagadougou, 49 p.

HUANG J. HU R., ROZELLE S., PRAY C. (2005), « Insect-Resistant GM Rice in farmers' fields : Assessing productivity and health effects in China », *Science*, Vol. 308, 4 p.

KEHE M., N'DA A. A. A., REY J. Y., N'GUETTA K. (1997), « L'anacardier, place de l'Afrique de l'ouest et de la Côte d'Ivoire dans la production mondiale : Diagnostic du verger ivoirien », *Symposium Anacarde, promexa, PP DEA, CECI*, Yamoussoukro, 9 p.

KONAN C., RICAU P. (2010), « La filière anacarde en Côte d'Ivoire acteurs et organisation », *Création d'un réseau NTIC proactif de partage des connaissances du marché mondial de la noix de cajou, pour valoriser la filière en Côte d'Ivoire*, Inades et Rongead, 36 p.

KOUA A. H. G (2007), « Situation de la production du café en Côte d'Ivoire : Cas du département d'Aboisso, état des lieux et perspectives », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie, *École supérieure d'Agronomie (ESA)*,

http://www.memoireonline.com/10/07/663/m_situation-production-cafe-cote-d-ivoire-aboisso0.html#toc0.

LEBAILLY P., LYNN S., SERI H. (2012), « Etude pour la préparation d'une stratégie pour le développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire », *AGRER Consortium*, 92 p.

LEBAILLY.P., LYNN S., SERI H. (2012), « Proposition d'une stratégie pour le développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire », *AGRER Consortium*, 143 p.

MAREDIA M., PINGALI P. (2001), « Environmental impacts of productivity-enhancing crop reserach : A critical review », *TAC'S standing panel on impact assessment (SPIA)*, 49 p.

NDIAYE A. (2008), « Structuration professionnelle de la filière anacarde une contribution durable à la paix- Côte d'Ivoire », *Rongead, IFCI*, 24 p.

NUAMA E. (2010), « Frontière de production stochastique des exploitations d'igname en Côte d'Ivoire », *Agronomie Africaine*, Vol. 22, n°3, pp. 263-272.

NUAMA E. (2006), « Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte d'Ivoire », *Économie rurale*, 16 p.

OBEPAB (ORGANISATION BENINOISE POUR LA PROMOTION DE L'AGRICULTURE BENINOISE) (2002), « Le coton au Bénin : rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin », *A report for PAN UK'S pesticides poverty and livelihoods project presse locale cotonou*, 36 p.

QAIM M., JANVRY A. D. (2003), « Bt cotton and pesticide use in Argentina : Economic and environmental effects », *Environment and development Economics*, 38 p.

SOMUM R. (2001), « Analyse empirique des fonctions de production de Bosnie Herzégovine sur la période 1952-1989 », *Classification JEL : c20-047*, 24 p.

SORO S., N'DA A. A., KONE D. (2013), « Comportement des géotypes d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) À l'anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* penz.) au nord de la Côte d'Ivoire », *L'agriculture face aux défis de l'alimentation et de la nutrition en Afrique : quels apports de la recherche dans les pays cotonniers*, 1^{re} conférence de la recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, Les Presses Agronomiques de Gembloux, pp. 501-510.

SORO S., SILUÉ N., OUATTARA G. M., CHÉRIF M., CAMARA I., SORHO F., OUALI N. M., ABO K., KONÉ M., KONÉ D. (2015), « Investigations on Major Cashew Diseases in Côte d'Ivoire », *Proceedings of the 3rd International Conference on Cashew at Tanzania. Naliendele Agricultural Research Institute*, pp. 158-166.

THUILLIEZ J. (2009), « L'impact du paludisme sur l'éducation primaire : une analyse en coupe transversale des taux de redoublement et d'achèvement », *Revue d'économie du développement*, Vol.17, p. 167-201, DOI 10.3917/edd.231.0167.

WADE C. S. (2003), « *L'utilisation des pesticides dans l'agriculture périurbaine et son impact sur l'environnement* », Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 59 p.

WILSON C., TISDELL C. (2001), « Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs », *Ecological Economics*, Issue 39, pp. 449-462.



SERIE B - ECONOMIE / NUMERO 3 - VOLUME 1 - Décembre 2017