

## **Durabilité des systèmes de culture d'igname dans la commune de Tchaourou au Nord - Bénin**

**Alzek BIAO ALIDOU\* et Jacob Afouda YABI**

*Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département d'Economie et de Sociologie Rurale,  
Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES),  
BP 123 Parakou, République du Bénin*

---

\* Correspondance, courriel : [balzeck@yahoo.fr](mailto:balzeck@yahoo.fr)

### **Résumé**

La culture de l'igname extensive et itinérante sur défriche forestière contribue à la déforestation. L'objectif de cette étude est d'évaluer la durabilité des systèmes de culture d'igname dans la commune de Tchaourou, une des meilleures localités productrices d'igname au Bénin. S'inspirant de la méthode IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles), une approche participative basée sur les indicateurs a été utilisée. Elle a permis aux producteurs d'identifier et définir eux-mêmes les indicateurs de durabilité convenables à leurs systèmes de production agricole mais aussi à compléter d'autres indicateurs qu'ils jugeaient pertinents mais qui ne font pas partie de la liste originelle IDEA. Les scores de durabilités, par indicateur puis par composante, déterminés avec les modalités proposées par ladite méthode ont été calculés. Les résultats révèlent qu'en l'état actuel, les systèmes de culture d'igname présentent une très faible durabilité agroécologique (avec un score de 39,8 sur 100), une bonne durabilité économique (avec une note de 50,13 sur 100) et une faible durabilité sociale avec un score moyen de 42,95 sur 100. Le système de culture sur nouvelle défriche forestière qui est le plus rentable est même temps le plus dégradant de l'environnement. L'antagonisme entre les dimensions économique et agroécologique de la durabilité nécessite une évolution vers des systèmes alternatifs de culture rentables et moins dégradant au plan écologique notamment le système en bas-fond, l'agroforesterie.

**Mots-clés :** *durabilité, culture d'igname, méthode PIB, Tchaourou.*

### **Abstract**

#### **Sustainability of yam farming systems in the commune of Tchaourou in Northern Benin**

Extensive and itinerant yam cultivation on forest clearing contributes to deforestation. This study aims to evaluate the sustainability of yam farming systems in the commune of Tchaourou, one of the best yam producing localities in Benin. Inspired by the IDEA method (Agricultural Sustainability Indicators), a participatory approach based on indicators was used. It allowed producers to identify and define suitable sustainability indicators for their agricultural production systems themselves, but also to supplement other indicators that they considered relevant but which are not part of the original IDEA list. The durability scores, by indicator then by component, determined with the modalities proposed by the said method were calculated. The results reveal that, in the current state, yam growing systems have very low agroecological sustainability (with a score of 39.8 out of 100), good economic sustainability (with a score of 50.13 out of 100) and low social

sustainability with an average score of 42.95 out of 100. The system of cultivation on new forest clearing which is the most profitable is even the most degrading of the environment. The antagonism between the economic and agroecological dimensions of sustainability necessitates a shift towards alternative, cost-effective and less environmentally degrading farming systems, particularly the lowland system, agroforestry.

**Keywords :** *sustainability, yam cultivation, PIB approach, Tchaourou.*

## 1. Introduction

Depuis l'émergence du concept de développement durable au lendemain du sommet de la Terre en 1992, l'agriculture durable est devenue une référence partagée par nombres d'acteurs universitaires, économiques et sociaux [1, 2]. Avec une multitude de définition, les auteurs s'accordent tous sur les trois principales fonctions, écologiques, sociales et économiques, que se doit de remplir l'agriculture en vue de satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre ceux des générations futures [3, 4]. La durabilité est devenue un casse-tête pour les secteurs des produits de base : quelque chose à laquelle chacun aspire, que tout le monde exige, et que personne n'arrive à définir en termes pratiques. Sa mesure a nécessité la mise œuvre d'une multitude de méthodes. Dès lors, suite aux inquiétudes grandissantes sur les effets négatifs de l'agriculture « productiviste », plusieurs organisations internationales ont appelé à la création d'outils et méthodes pour mesurer et évaluer la durabilité des systèmes de production [5]. Ces évaluations permettent d'orienter les choix des décideurs afin de définir les actions à entreprendre pour atteindre l'objectif de développement durable ou obtenir un gain par rapport au niveau de durabilité actuel [6, 7]. Ainsi, les effets d'une politique publique, d'un projet ou d'une pratique peuvent être évalués au regard des évolutions de la durabilité des systèmes de production qui en découlent [8]. L'évaluation de la durabilité de l'agriculture concerne différentes échelles, dont les exploitations agricoles et leurs pratiques, en lien avec les débats relatifs aux voies de leur développement futur [5, 9]. L'objectif est donc d'évaluer la durabilité des systèmes de production actuels afin d'aider (i) les agriculteurs à identifier les forces et les faiblesses de leur exploitation et à éclairer leurs prises de décisions futures; (ii) les conseillers agricoles à identifier les compétences et les outils nécessaires afin de mettre en œuvre de nouveaux systèmes de production et de conseils ;

(iii) les chercheurs, à concevoir des innovations pouvant améliorer la durabilité de l'agriculture *via* des scénarios de changement adaptés aux contextes locaux; enfin (iv) les décideurs politiques à soutenir et encourager les systèmes de production respectueux de l'environnement par des incitations, subventions et aides financières appropriées. En effet l'igname est une culture consommatrice d'espaces forestiers. Sa production a connu une forte hausse et sa culture s'est faite essentiellement de façon extensive par défriche forestière au détriment des zones boisées [10]. Elle se place prioritairement en tête de rotation après une jachère longue, obligeant le producteur à toujours se déplacer plus loin pour chercher les zones propices à sa culture. Ces pratiques extensives de la culture d'igname réduisent les aires forestières cultivables qui d'ailleurs sont en net recul [11]. De ce fait, la conduite de la culture de l'igname telle qu'elle se pratique aujourd'hui suscite des inquiétudes sur sa durabilité. Et si rien n'est fait, l'avenir des générations futures risque d'être compromis car elles disposeront peu ou pas de terres propices pour la production d'igname. En d'autres termes, les systèmes de culture d'igname sont-ils durables ? La présente étude de recherche, qui s'inscrit dans cette dynamique de développement durable, se veut donc une tentative de détermination des leviers d'actions de la durabilité agricole dans le contexte béninois de la production d'igname. La pression présente et future sur les ressources naturelles dans la commune de Tchaourou, traversée par d'importants cours d'eau et abritant, sur une bonne partie de sa superficie de grands massifs forestiers classés, interpelle. Cette étude vise à évaluer la durabilité des systèmes de culture d'igname dans cette commune à partir de la méthode participative basée sur les indicateurs (Participatory Indicators Based).

## **2. Matériel et méthodes**

### **2-1. Choix de la zone d'étude**

Située dans le Sud-Borgou au Nord du Bénin, la commune de Tchaourou est comprise entre 8°45' et 9°20' de latitude Nord et 2°10' et 3°40' de longitude Est. Elle couvre une superficie de 7256 km<sup>2</sup>, ce qui correspond à 28 % de la superficie du département du Borgou et 6,5 % du territoire national. L'étude est réalisée dans ladite commune à cause de sa plus forte production d'igname et d'une régression de ses aires forestières favorables à la culture de l'igname [12]. Ce recul est surtout dû à la pression démographique et aux migrations de producteurs venant des zones densément peuplées et épuisées et qui ont pris d'assaut les ultimes réserves forestières. La commune de Tchaourou bénéficie d'un climat de type soudanien avec une seule grande saison des pluies qui dure sept (07) mois environ. La pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1300 mm par an et représente un atout pour la pratique des cultures à cycles longs telles que l'igname et le manioc qui s'y produisent en abondance et font de la commune la première localité productrice d'igname au Bénin.

### **2-2. Unités de recherche et données collectées**

Dans la zone d'étude, les villages ont été choisis en tenant compte de leur niveau de production d'igname, des situations forestières agricoles contrastées et leur diversité socioculturelle. Ce choix a été opéré après l'entretien avec plusieurs personnes ressources notamment le responsable communal du développement rural, les conseillers en production agricole, les organisations des producteurs et les associations des commerçants de la commune lors de la phase exploratoire. Les informations issues de ces divers entretiens ont été recoupées, traitées et ont permis d'identifier les sept (07) premiers villages, grands producteurs d'igname de la commune. Ces différents villages ont été ensuite visités et des contacts ont été pris avec des groupes de producteurs d'igname dans chaque localité. C'est au sein de ces groupes que trente (30) producteurs ont été choisis de façon aléatoire dans chaque village concerné, ce qui a permis d'avoir au total un échantillon constitué de cent vingt (210) producteurs d'igname. C'est sur ces derniers que des enquêtes ont été menées afin de recueillir des informations nécessaires à notre étude.

### **2-3. Outils d'analyse des données**

Selon [13], la méthode de mesure participative basée sur les indicateurs (PIB) vise à impliquer des producteurs et des agents du développement rural dans la définition des objectifs de la durabilité. Dans cette approche, c'est au cours des discussions de groupe avec les producteurs et les conseillers agricoles que ces derniers sont appelés à identifier et définir des indicateurs de durabilité convenables à leurs milieux mais aussi à compléter d'autres indicateurs qu'ils jugeaient pertinents mais qui ne font pas partie de la liste originelle IDEA (Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles). La mise en œuvre de cette méthode s'effectue en quatre (04) étapes : i.) organiser les discussions de groupes afin d'identifier les données requises pour la mesure de la durabilité de l'agriculture ; ii.) Concevoir les questionnaires d'enquête à administrer aux ménages ; iii.) Organiser des enquêtes auprès des ménages pour collecter les données primaires nécessaires telles que définies par les indicateurs choisis et iv.) Estimer les valeurs de chaque indicateur, composante et dimension. Chaque dimension de la durabilité est subdivisée en composantes et chaque composante en indicateurs à mesurer. Les composantes et les indicateurs sont sélectionnés par les producteurs. Une méthode de pondération (poids relatif des différents critères et composantes) et d'agrégation est retenue pour combiner les résultats (notes) obtenus pour chaque critère et aboutir à une performance d'ensemble pour chaque composante puis pour chaque dimension. L'exploitation agricole est évaluée à l'aune des résultats globaux obtenus pour chacune des dimensions. Pour simplifier les calculs, une méthode de pondération

identique a été utilisée pour chaque dimension et chaque composante, impliquant une technique d'agrégation simple et linéaire. Ainsi la valeur d'une composante donnée est égale à la moyenne des scores des indicateurs qui s'y rapportent. En considérant la composante  $C$  avec  $i$  indicateurs ( $I$ ), sa valeur ( $V_C$ ) est donnée par :

$$V_C = N^{-1} \cdot \sum_i V_{Ci} \quad (1)$$

$N$  étant le nombre d'indicateurs de la composante  $C$ ,  $V_{Ci}$  la valeur (score) de l' $i$ ème indicateur.

Ainsi la valeur maximale de chaque composante est 5 et la valeur minimale est 1. La valeur de chaque dimension est la somme des valeurs de ses composantes. De plus, la valeur maximale de chaque dimension est fixée à 100 et le minimum à 20. La valeur  $V_D$  d'une dimension donnée avec  $j$  composante se traduit par :

$$V_D = 20 \cdot J^{-1} \cdot \sum_j V_{Cj} \quad (2)$$

$V_{Cj}$  étant la valeur de la  $j$ ème composante.

**Tableau 1 : Indicateurs associés à chaque dimension de la durabilité**

Dimensions	Composantes	Indicateurs
Agroécologique	Pratiques culturales	Utilisation d'herbicide
		Intensité d'utilisation du sol
		Densité des plantes pérennes
	Diversité variétale	Variété d'igname cultivée
	Assolement	Diversité des cultures (typologie)
		Cycle de rotation
Economique	Dégradation des terres	Intensité d'utilisation des terres
	Autonomie financière	Capital disponible en début de production
	Productivité de l'igname	Rendement
	Rentabilité	Revenu net
Sociale	Sécurité alimentaire	Taux d'autoconsommation
	Contribution aux dépenses du ménage	Part des revenus issus de la vente des ignames dans les dépenses
	Qualité de vie	Niveau de prospérité du producteur
	Implication sociale	Formation
		Ressource humaine locale utilisée (main d'œuvre)
		Diversité des organisations
		Travail collectif
		Isolement
		Part de la production destinée au marché

Source : Nos représentations

### 3. Résultats

Les scores obtenus par les différentes composantes et dimensions de la durabilité sont consignés dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2 : Scores moyens des composantes et dimensions de durabilité**

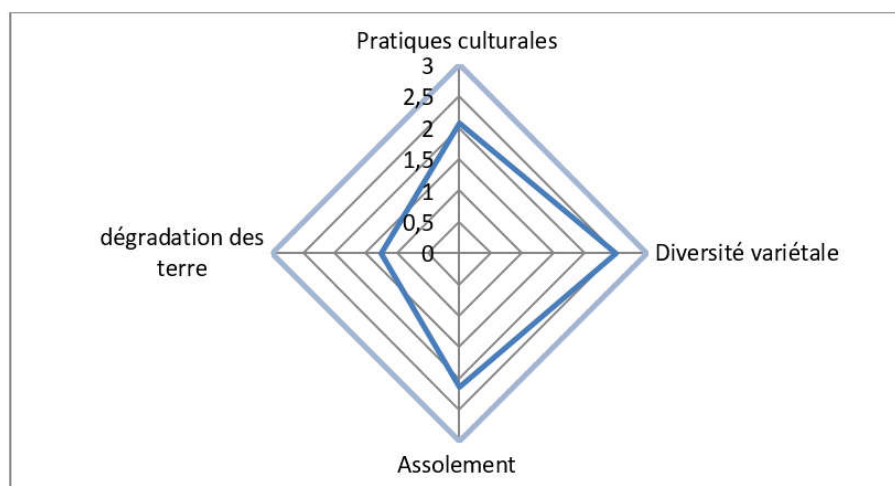
Dimensions	Composantes	Scores de composantes	Scores de dimensions
Durabilité agroécologique	Pratique culturale	2,07	39,8
	Diversité variétale	2,5	
	Assolement	2,14	
	Dégradation des terres	1,25	
Durabilité économique	Autonomie financière	2,02	50,13
	Productivité	2,58	
	Rentabilité	2,92	
Durabilité sociale	Sécurité alimentaire	2,73	42,95
	Contribution aux dépenses des ménages	1,88	
	Qualité de vie	1,72	
	Implication sociale	2,26	
Score de durabilité globale			

Source : Nos représentations

NB : Suivant l'échelle des scores, chaque composante est supposée avoir un score minimal de 1 et un score maximal de 5. Les indicateurs ayant des scores au-dessus de 3 (seuil moyen de durabilité) signalent une durabilité élevée ou très élevée tandis que ceux qui présentent des scores en dessous de 3 indiquent une faible ou très faible durabilité. Quant aux dimension le seuil est fixé à 50.

#### 3-1. Durabilité agroécologique

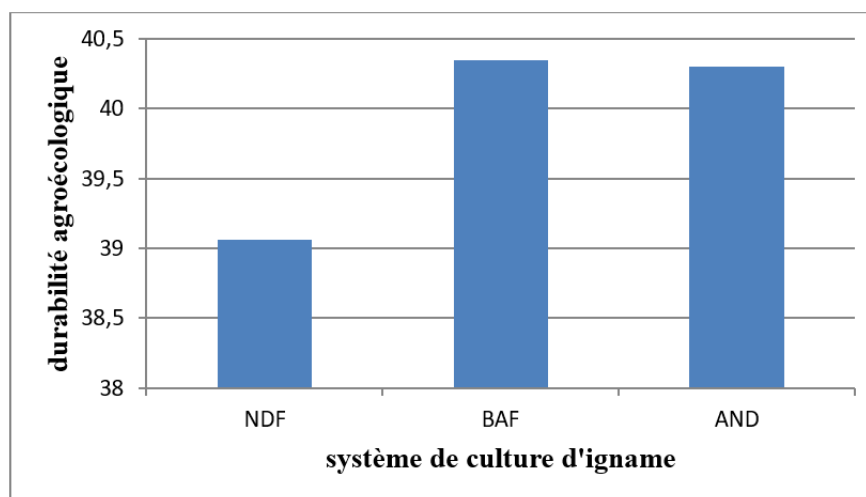
Le score moyen de durabilité agroécologique des systèmes de culture d'igname dans la commune de Tchaourou est de 39,8 sur 100 (**Tableau 2**). Ce niveau actuel de durabilité agroécologique est en dessous du seuil espéré (score 50) et montre que les systèmes de culture ne sont pas écologiquement durables dans la zone d'étude. Les scores obtenus par les quatre (04) composantes de cette dimension de durabilité sont en dessous du seuil. Seule la composante diversité variétale se rapproche du seuil avec un score moyen de 2,5 sur 3. Par contre les composantes « assolement », « dégradation des terres » et « pratiques culturales » en constituent les facteurs limitant. Cependant le test de comparaison de moyenne révèle une différence statistique significative au seuil de 1 % ( $P < 0,01$ ) entre le niveau actuel de durabilité agroécologique et le seuil prévu. La **Figure 1** montre le niveau de chaque composante de la durabilité agroécologique.



**Figure 1 : Niveau de chaque composante de la durabilité agroécologique**

*NB : Les lignes bleue et verte représentent respectivement le niveau actuel de durabilité et le seuil moyen de durabilité.*

Avec un score moyen de 39,06 sur 100 (**Tableau 2**), le système de culture sur nouvelle défriche forestière participe à lui seul à 98 % au faible score de la durabilité agroécologique. Il ressort que le système de culture d'igname sur nouvelle défriche forestière à travers les pratiques menées lors des opérations culturales influence négativement la durabilité agroécologique. La **Figure 2** montre le niveau de la durabilité agroécologique des différents systèmes de culture.



**Figure 2 : Niveau de durabilité agroécologique des différents systèmes de culture d'igname**

*NDF= nouvelle défriche forestière, BAF = Bas-fond ; AND = Ancienne défriche forestière*

*Source : Nos représentations*

L'analyse de variance (**Tableau 3**) signale une différence statistique non significative entre la durabilité agroécologique des trois systèmes de culture d'igname pratiqués par les producteurs au seuil de 5 % pour F (2, 206) = 1,367 et P = 0,257 > 0,05).

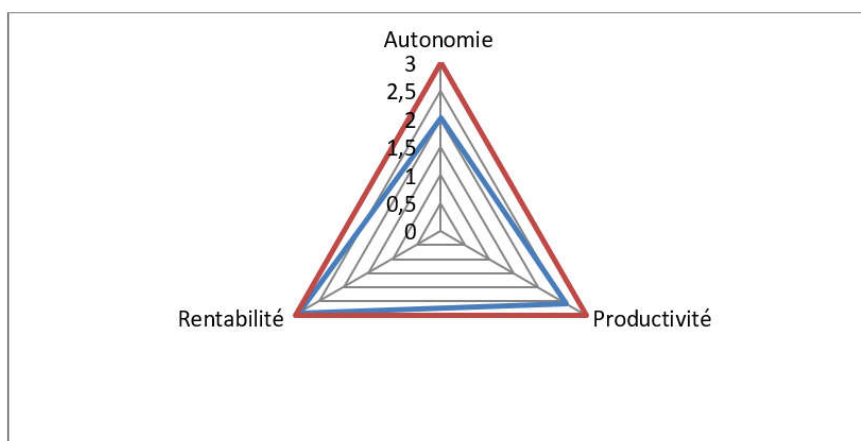
**Tableau 3 : Test ANOVA relatif à la durabilité agroécologique des SCI**

Source	Somme des carrés	ddl	Variance	F	Sig.
Inter-groupe	82,919	2	41,459	1,367	0,257
Intra-groupe	6249,51	206	30,337		
Total	6332,43	208			

Source : Nos estimations

### 3-2. Durabilité économique

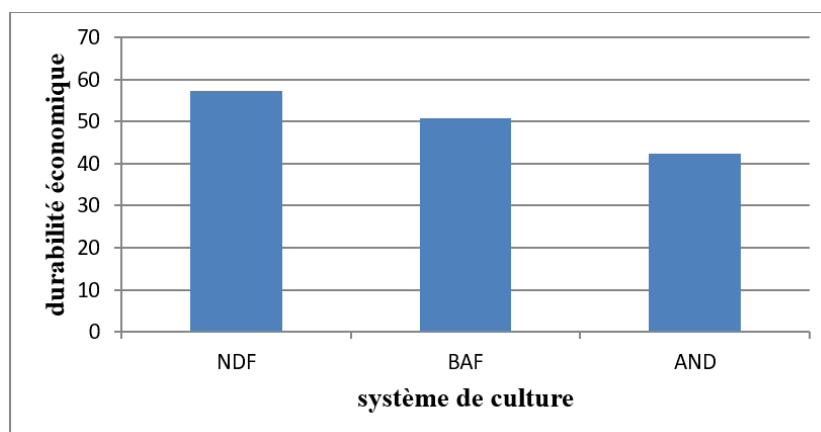
Le score moyen durabilité économique des systèmes de culture d'igname est de 50,13 sur 100 (**Tableau 2**). Ce score légèrement supérieur au seuil montre que la production d'igname est économiquement durable dans la commune de Tchaourou. De plus, le test de comparaison indique qu'il n'existe pas une différence significative au seuil de 1 % ( $P < 0,01$ ) entre le niveau actuel de durabilité économique et le seuil prévu. Dans cette échelle de la durabilité, seule la composante autonomie (2,02) présente un score largement en dessous du seuil espéré tandis que les valeurs moyennes des composantes rentabilité (2,92) et productivité (2,58) avoisinent le seuil. Cela suppose bien que les producteurs d'igname ne disposent pas d'une autonomie financière, cette activité leur est rentable.



**Figure 3 : Niveau de durabilité des composantes de la durabilité économique**

*NB : Les lignes bleue et rouge représentent respectivement le niveau actuel de durabilité et le seuil moyen de durabilité*

Cependant, l'analyse de la **Figure 4** révèle de façon hiérarchique que le système de culture sur nouvelle défriche forestière offre une très bonne durabilité économique (57,21 sur 100) suivi du système en bas-fond (50,78 sur 100) et enfin du système de culture d'igname sur ancienne défriche (42,40 sur 100). La bonne durabilité économique observée dans les systèmes de culture d'igname sur nouvelle défriche forestière et en bas-fond est due à la productivité de la terre et aux variétés d'igname cultivées qui sont généralement des variétés précoces à deux récoltes (*moroko* et *kpouna*) très exigeantes en terme de fertilité mais à haute valeur marchande. La **Figure 4** indique le niveau de durabilité économique des différents systèmes de culture d'igname.



**Figure 4 :** Niveau de durabilité économique des différents systèmes de culture

*NDF = nouvelle défriche forestière, BAF = Bas-fond ; AND = Ancienne défriche forestière*

*Source : Nos représentations*

L'analyse de variance (**Tableau 4**) révèle une différence statistique significative entre la durabilité économique des trois systèmes de culture d'igname pratiqués par les producteurs au seuil de 1 % pour  $F(2, 206) = 10,219$  et  $P = 0,00 < 0,01$ ). Il est aussi intéressant de constater que même sur vieux champs, il est possible d'obtenir une production dont la valeur n'est pas sensiblement distante du seuil.

**Tableau 4 :** Test ANOVA relatif à la durabilité économique des systèmes de culture

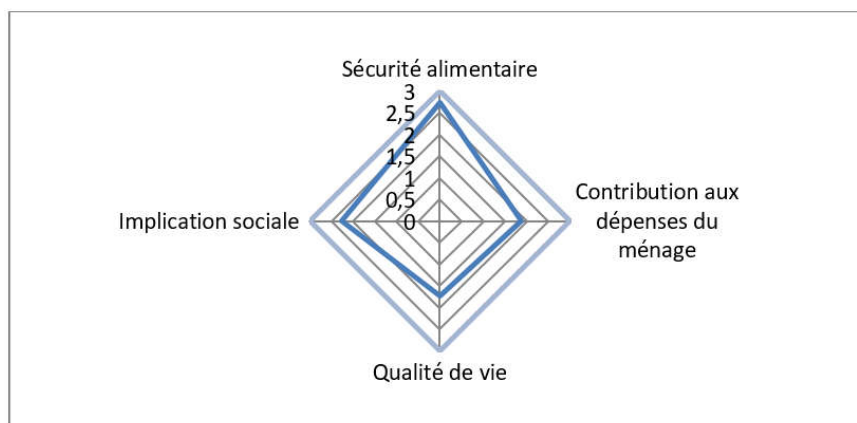
Source	Somme des carrés	ddl	Variance	F	Sig.
Inter-groupe	876,103	2	438,051	10,219	0,000
Intra-groupe	8830,425	206	42,866		
Total	9706,528	208			

*Source : Nos estimations*

### 3-3. Durabilité sociale

La valeur moyenne du niveau actuelle de la durabilité socioterritoriale est 42,95 sur 100 dans la commune de Tchaourou (**Tableau 2**). Ce niveau moyen actuel de durabilité sociale est statistiquement en dessous de la valeur seuil (50) au seuil de 1 % ( $P < 0,01$ ). Dans cette échelle, les composantes « contribution aux dépenses des ménages » et « qualité de vie » présentent des scores respectifs de 1,88 et 1,72 qui sont nettement inférieurs au seuil espéré. Alors que les composantes « implication sociale » et « sécurité alimentaire » offrent des scores respectifs de 2,26 et 2,73 qui se rapprochent du seuil moyen espéré. Les notes obtenues par ces dernières indiquent qu'elles plus contribué au niveau de durabilité sociale actuelle dans les systèmes de culture d'igname.

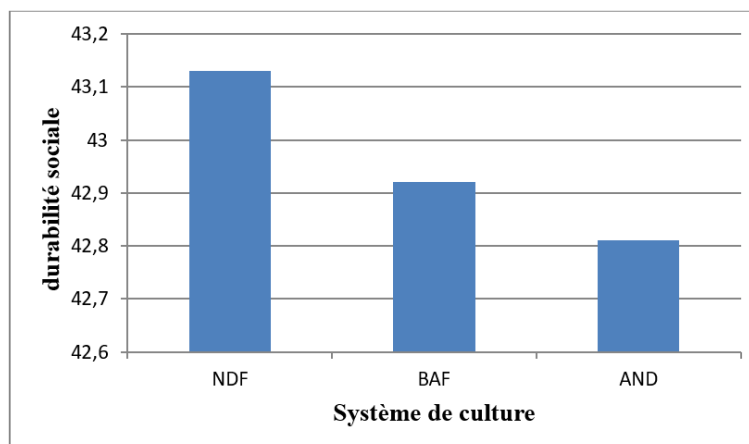




**Figure 5 : Niveau de durabilité des composantes de la durabilité sociale**

*NB : Les lignes bleue et verte représentent respectivement le niveau actuel de durabilité et le seuil moyen de durabilité.*

L'analyse de la **Figure 6** montre qu'avec des scores moyens variant de 42,81 à 43,13 sur 100, tous les systèmes de culture d'igname présentent une faible durabilité sociale dans la zone d'étude. Le test ANOVA (**Tableau 5**) le confirme en révélant une différence statistique non significative entre la durabilité sociale des trois systèmes de culture d'igname pratiqués par les producteurs au seuil de 10 % pour  $F(2,206) = 0,229$  et  $P = 0,795 > 0,10$



**Figure 6 : Niveau de durabilité sociale des différents systèmes de culture d'igname**

*NDF = nouvelle défriche forestière, BAF = Bas-fond ; AND = Ancienne défriche forestière*

*Source : Nos représentations*

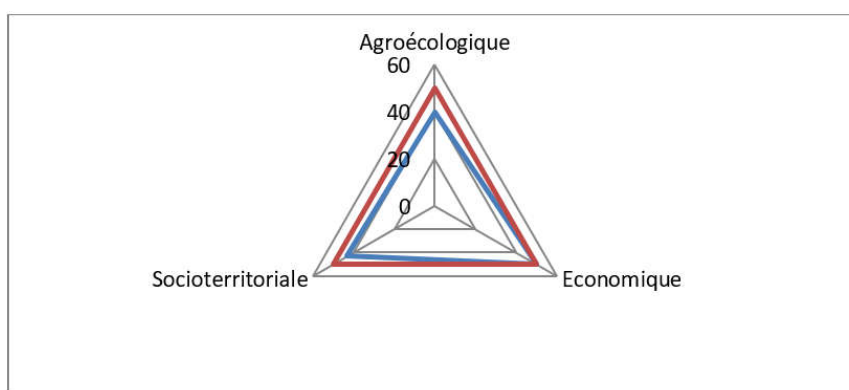
**Tableau 5 : Test ANOVA relatif à la durabilité sociale des systèmes de culture**

Source	Somme des carrés	ddl	Variance	F	Sig.
Inter-groupe	3,981	2	1,991	0,229	0,795
Intra-groupe	1789,330	206	8,686		
Total	1793,311	208			

*Source : Nos estimations*

### 3-4. Durabilité globale

La **Figure 7** présente les niveaux actuels des durabilités agroécologique, économique et sociale des systèmes de culture d'igname dans la commune de Tchaourou. Cette figure révèle des faiblesses dans l'échelle agroécologique de la durabilité et mais montre des scores positifs dans la dimension économique. On déduit donc que la culture d'igname est affectée par des pratiques culturelles qui détruisent l'environnement. Par conséquent la dimension agroécologique est le facteur limitant du niveau actuel de durabilité dans la commune de Tchaourou.



**Figure 7 : Niveau de chaque dimension de la durabilité dans les SCI**

*NB : Les lignes bleue et rouge représentent respectivement le niveau actuel de durabilité et le seuil moyen de durabilité.*

Cependant la matrice de corrélation des dimensions de la durabilité (**Tableau 6**) montre une corrélation forte et positive entre les dimensions économique et sociale de la durabilité. De plus, cette corrélation hautement significative ( $P < 0,01$ ), suppose que toutes actions visant à augmenter la durabilité économique impactera probablement la durabilité sociale et réciproquement. Par contre, cette matrice révèle une corrélation forte et négative entre les dimensions économique et agroécologique. Cette corrélation significative au seuil de 1 % ( $P < 0,01$ ) suppose toutes actions entreprises pour améliorer la durabilité agroécologique conduiront à une diminution de la durabilité économique et réciproquement. Cela s'explique par le fait que la culture des variétés d'igname à grande valeur marchande augmente la rentabilité économique de la production or ces variétés sont très exigeantes en termes de fertilité des sols. Le producteur devra donc chaque fois défricher de nouvelles terres forestières ; ce qui a certainement des impacts négatifs sur l'environnement. Ces résultats confirment la thèse selon laquelle l'igname surtout les variétés les plus exigeante en matière de fertilité du sol sont celles qui concèdent aux producteurs les meilleurs prix sur le marché [14]. Cette spécificité de l'igname a conduit les producteurs à prêter une attention particulière au niveau de fertilité des sols où ils vont l'emblaver. Ces producteurs préfèrent souvent les défriches de terres forestières et tant que celles-ci sont disponibles, ils les exploitent de préférence. La corrélation entre la dimension agroécologique et sociale est faible et positive mais non significative.

**Tableau 6 : Matrice de corrélation entre les dimensions de la durabilité**

Dimensions	Agroécologique	Economique	Socioterritoriale
Agroécologique	1		
Economique	-0,72**	1	
Socioterritoriale	0,066 <sup>NS</sup>	0,59***	1

\*\* = significative au seuil de 5%, \*\*\* = significative au seuil de 1 %, NS = non significatif

Source : Nos estimations

## 4. Discussion

### 4-1. Analyse de la durabilité agroécologique

Les systèmes de culture d'igname dans la commune de Tchaourou sont faiblement durables du point de vue écologique. Ils présentent un score de durabilité agro-écologique moyen de 39,8 sur 100. Ce score est le plus faible comparé à celui des autres dimensions (économique et sociale) de la durabilité. Les composantes "pratiques culturelles" et "dégradation des terres" qui ont contribué négativement à l'état actuel de durabilité agro-écologique de ces systèmes. Les effets de ces composantes sont beaucoup plus pressants sur le système de culture sur nouvelle défriche forestière que les autres systèmes. Selon [15], l'agriculture itinérante sur brûlis contribue à la dégradation et à l'épuisement des éléments minéraux du sol. Ces facteurs constituent des menaces graves à la pérennité de la productivité agricole. Aussi nombreuses et chronologiques, les opérations culturelles de l'igname partent du choix de terrain, pour s'achever à la récolte des tubercules. En effet, la culture de l'igname telle qu'elle est menée actuellement participe à la perte des ligneux. Elle se fait essentiellement de façon extensive par défriche forestière au détriment des zones boisées comme l'ont déjà souligné [10]. Les producteurs choisissent les terres fertiles riches en espèces ligneuses. Ces dernières sont coupées ou calcinées afin de permettre un meilleur ensoleillement de la parcelle. Parfois le défrichage se fait par le feu tardif. Selon [16], les feux de végétation utilisés pour défricher les parcelles dégagent le CO<sub>2</sub> qui pollue l'air; exposent le sol à l'érosion, détruisent les microorganismes et la flore.

Mal contrôlés, ces feux incendient parfois les récoltes et les exploitations d'anacardiens. Dans toutes les rotations, l'igname vient en tête de culture occasionnant la perte massive des ligneux et obligeant le producteur à toujours se déplacer plus loin pour chercher les zones propices à sa culture. En effet, dans un passé plus ou moins lointain, les producteurs cultivaient l'igname non loin du village où les terres étaient fertiles, et existantes. L'appauvrissement des sols sur les parcelles exploitées durant de longues périodes a obligé les producteurs à évoluer et à défricher progressivement de nouvelles terres au niveau des fronts pionniers. Au fil du temps, et aujourd'hui, cette dynamique de gestion des exploitations agricoles d'igname marquée par une poussée démographique de plus en plus croissante a entraîné l'augmentation de la production, donc des surfaces cultivées. Ce qui restreint géographiquement la possibilité de continuer cette pratique [17]. Ainsi, plusieurs phénomènes apparaissent de manière plus ou moins forte selon les régions : déforestation massive, diminution du temps de jachère et épuisement des sols, migration de certaines populations, et finalement, arrêt de la culture ou abandon de toute une gamme de variétés d'igname. La dégradation des forêts boisées obligent certains producteurs à quitter le village pour la recherche de terres propices pour l'igname vers d'autres zones.

Cette évolution a été déjà observée dans les grands bassins de production d'igname du Nord du Bénin et au cours de ces dernières années, la production d'igname s'est déplacée des zones ayant déjà connu une déforestation du sud et du Nord-ouest du pays vers les réserves forestières du centre. Toutefois, ces réserves forestières sont également en cours de déforestation rapide [17]. Selon [18], avec le défrichement des dernières jachères forestières, les superficies cultivées en igname vont régresser du fait d'une demande croissante en travail et d'une baisse de rendement des ignames en systèmes de culture sédentarisés. Pour [16], les pratiques culturelles extensives de l'igname dégradent le couvert végétal car lors du défrichage, les ligneux sont abattus dans les taillis laissant les souches ainsi que les arbrisseaux ou de petits troncs rabattus et émondés que le feu réduira à néant. Pour ce même auteur, de pareil constat avait été déjà fait pour cette culture dans d'autres régions productrices d'igname où même les forêts classées sont pris d'assaut. Comme le souligne [19], la zone tampon de la forêt classée des Monts Kouffé est en majorité occupée par les colons agricoles venus d'ailleurs à la quête des terres forestières comme le précise. Les techniques de production d'igname ne sont pas respectueuses de l'environnement car elles ont entraîné la fragmentation des

écosystèmes forestiers. De nos jours, les terres fertiles deviennent de plus en plus rares, obligeant à des migrations temporaires vers les zones à faible densité de population, elles aussi en constante diminution. Bien que la stratégie productiviste soit à l'origine de nombreux problèmes agro-environnementaux dans les pays en voie de développement, la dimension environnementale de la durabilité de l'agriculture demeure secondaire, voire ignorée, par bon nombre de producteurs agricoles. Elle se limite d'ailleurs à des contraintes individuelles, directement liées au processus de production, tels que le manque de pluie ou la dégradation de la fertilité du sol. En effet, beaucoup d'agriculteurs ignorent encore les effets des pratiques agricoles « productivistes » sur l'environnement et les ressources naturelles par manque de connaissances ou d'informations. Comme le précise [20], les rares qui en sont conscients, ne les prennent pas en compte dans leurs activités. Il apparaît donc un besoin crucial d'informer et de former le monde agricole, les agriculteurs, les conseillers et techniciens de terrain afin de renforcer leur prise de conscience environnementale dans une perspective de durabilité étendue et non plus restreinte à la seule exploitation.

#### **4-2. Analyse de la durabilité économique**

Malgré les contraintes environnementales et les exigences de l'igname du point de vue conditions agronomiques, la culture de l'igname est économiquement rentable car elle génère un revenu net moyen de 517682,14 FCFA par hectare. L'agriculture au Nigéria génère en moyenne et par an un revenu de 222932,59 FCFA [21] alors qu'au Nord-Bénin la culture du coton engendre un revenu de 210000 FCFA [22]. La marge nette enregistrée par les producteurs d'igname dans notre étude dépasse celle obtenue dans la commune de Ouaké qui était estimée à 425000FCFA/Ha [16] et selon ce même auteur, ce revenu varie entre 30 et 35 % du revenu agricole par an/ha. Des résultats similaires sont obtenus par des études antérieures. En effet, une étude économique de la production de l'igname menée par [23] a montré que l'igname peut dégager des profits non négligeables à l'hectare. Suivant les localités, l'étude a révélé que le profit peut varier entre 350.500 et 542.500 francs CFA. Cela appuie l'idée selon laquelle l'igname est une culture très rentable dont la marge dépasse de loin celle du coton auquel les paysans consacrent plus de la moitié de la surface totale emblavée. Mieux, celles menées par le Programme d'Analyse de la Politique Agricole (PAPA) ont montré que la production d'igname dégage une valeur ajoutée de 289.560 francs CFA/Ha avec une rémunération journalière de 1997 francs CFA [23]. Cette amélioration du profit résulte non pas d'une intensification ou d'une amélioration des systèmes de production mais plutôt d'une conquête des grandes villes (Parakou et Cotonou notamment), car l'augmentation de la production se fait toujours aux dépens de l'extension des superficies.

Dans le cas de notre étude, les systèmes de culture sur nouvelle défriche forestière et en bas-fond offrent de bonne performance économique. Ces bons résultats obtenus sont dus au fait que deux variétés d'ignames différentes très exigeantes en terme de fertilité sont produites avec différents prix, dont le prix de la variété à deux récoltes est plus compétitif que celle à une récolte or la variété à une récolte est plus grandement produite que celle de la variété à deux récoltes. Ce qui leur permet d'échelonner les récoltes dans le temps selon leur besoin. Les variétés d'igname à haute valeur marchande représentent une source de revenu pour les producteurs comme le souligne [16]. Sur le plan économique, l'igname s'est fortement insérée dans l'économie marchande et est passée d'un statut de culture vivrière à celui de culture de rente, même exportable [24]. Avec une demande de plus en plus croissante des consommateurs des centres urbains, l'igname apparaît comme une culture de rente et permet à un grand nombre de producteurs d'améliorer leur revenu. Les systèmes de culture sur ancienne défriche (vieux champ) abritent des variétés tardives d'igname destinées à être transformées en cossettes. Afin de générer plus de profit, certaines régions du pays se sont spécialisées dans la production de cossettes d'igname. Cette filière a engendré des revenus qui ont changé la physionomie des zones qui s'en occupent. C'est ce qu'illustre [25] dans son article intitulé « L'igname, locomotive de Tchatchou » où il montrait déjà comment ce village jadis un faubourg de la Commune de

Tchaourou fut métamorphosé grâce à la production de l'igname. De nos jours, la consommation de ce produit reste importante ou augmente dans plusieurs pays traditionnellement producteurs et ce malgré des importations élevées de riz et de blé [26]. Ce tubercule tend à gagner des marchés moins traditionnels comme ceux des villes du Sahel où il constitue un des aliments privilégiés de la diversification alimentaire [27]. D'après la FAO, en 2010 la part de l'igname au PIB était de l'ordre de 6 % et selon le [28] cette production d'igname au Bénin a connu un accroissement annuel de 7 % au cours de ces dernières décennies. C'est d'ailleurs pour cela que l'igname fait parties des treize (13) filières prioritaires retenues comme axes majeurs d'intervention par les récents documents stratégiques adoptés par le Bénin pour une meilleure diversification agricole [28]. Le rendement moyen pour l'ensemble des trois systèmes de culture d'igname est de 4635,66 kg/Ha alors que les rendements moyens estimés sont de l'ordre de 14,114 T/Ha [10]. Malgré cette contre-performance relative et au regard des contraintes liées à la production d'igname, exigence des sols fertiles, disparition progressive des fronts pionniers, dégradation de l'environnement, coût de production élevé, les différents systèmes de culture d'igname offrent des rendements plus ou moins intéressants et il est important de souligner que même sur vieux champs (ancienne défriche), il est possible d'obtenir parfois une production dont la valeur n'est pas sensiblement différente de celle de l'igname de nouvelle défriche.

#### **4-3. Analyse de la durabilité sociale**

L'importance de l'igname pour les populations n'est pas seulement qu'alimentaire. L'igname a une signification dans la vie socioculturelle des peuples d'Afrique Occidentale [27]. Avec une moyenne de 42,95 sur 100, la durabilité des systèmes de culture d'igname sur le plan social est relativement faible dans la commune de Tchaourou. Malgré cette performance approximative, l'igname jouit et continue de jouir, dans une certaine mesure des traitements particuliers qui font que certains la considèrent comme une culture sacrée. Les composantes « sécurité alimentaire » et « implication sociale » ont le plus contribué au niveau de la durabilité socioterritoriale actuelle des systèmes de cultures d'igname avec des scores avoisinant le seuil. L'igname contribue donc pour beaucoup à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté [12]. Selon [18], les populations qui se nourrissent des tubercules en particulier l'igname semblent ne pas être affectées et pour ces mêmes auteurs, l'igname avec ses deux récoltes annuelles est un support de fortes densités démographiques. L'igname fournit plus d'énergie que les autres vivriers [16], et que cette énergie est nécessaire pour réaliser les travaux de préparation du terrain, de buttage, etc. Les résultats des travaux de [26] ont montré qu'un repas d'igname satisfait 100 % des besoins en énergie et en protéines, 130 % des besoins en calcium et 80 % de besoins en fer d'un homme adulte. Ces résultats antérieurs justifient l'intérêt qu'accordent les agriculteurs à l'igname compte tenu de son importance nutritionnelle. C'est la culture dont la récolte vient mettre fin à la période de soudure dans les zones de production. Ensuite, lorsqu'elle est bien conservée, elle contribue largement à assurer la sécurité alimentaire des ménages. L'igname constitue aussi bien une culture de subsistance qu'une culture commerciale et joue un rôle déterminant tant du point de vue économique que socioculturel [26]. Dans les régions où l'igname est cultivée, elle est indissociablement liée à l'histoire sociale et culturelle et c'est par conséquent l'un des symboles les plus forts de l'identité des populations de ces régions. La consommation de l'igname s'est fortement ritualisée, régie à chaque nouvelle récolte chez plusieurs groupes ethniques par des cérémonies entretenant la cohésion des groupes sociaux et activant leur identité : les fêtes de l'igname [23]. En effet, malgré le score relativement faible de la composante « implication sociale », cette plante bénéficie d'un statut particulier dans la société. C'est ce que souligne [16] en montrant que la valeur d'un homme se mesurait par rapport à la taille de l'exploitation agricole notamment la superficie ensemencée en igname. Cette spéculation renforce la base culturelle des producteurs en ce sens qu'avant sa consommation, des rituelles sont organisées. Elle est l'aliment de choix lors de plusieurs cérémonies et festivals et est parfois indispensable pour les dots dans certaines sociétés africaines [27]. Au Bénin, c'est une culture qui a intégré entièrement les mœurs et traditions des populations

du Nord à tel point qu'on peut parler ici d'une civilisation d'igname. Ce constat avait été déjà fait par [27, 29] et qu'ils qualifient sous l'expression civilisation de l'igname, civilisation dans laquelle coutumes et rites sont marqués par son cycle. De ce fait, les ignames sont omniprésentes au menu de toutes les grandes cérémonies, surtout celles rituelles, et elles sont offertes aux invités de marque. Contrairement au manioc, au maïs ou au riz qui sont d'introduction relativement plus récente dans l'alimentation, l'igname est un produit natif de ces régions et est profondément ancré dans la culture de leur population [26]. Le score élevé de durabilité sociale obtenu dans le système de culture suppose que les producteurs qui cultivent l'igname sur de nouvelles terres fertiles renforcent leur rang social d'autant plus qu'ils ont acquis ses nouvelles terres par achat ou par héritage. Les études effectuées par [10] rappelle que dans la zone soudano-guinéenne du Bénin, les producteurs d'igname qui pratiquent la culture itinérante sur défriche brûlis ont accès pour la plupart à des terres en faire valoir direct obtenues par héritage (héritage partagé ou non). Il s'agit donc de descendants des premiers occupants qui se sont octroyés des droits de hache et de chasse sur l'espace. L'étendue de la plantation d'igname et du type de système de culture pratiqué détermine l'importance sociale du producteur. Cette quête permanente de renommée sociale explique très largement le caractère itinérant de la culture de ce tubercule. La faible moyenne de la composante « qualité de vie » de la durabilité sociale peut être certainement expliquée par la pauvreté qui sévit en milieu rural. La pauvreté est prédominante en milieu rural dans la plupart des pays de l'Afrique au Sud du Sahara [30].

#### **4-4. Analyse de la durabilité globale**

La moyenne de la durabilité globale des systèmes de culture d'igname est de 44,30 sur 100 dans la zone d'étude avec une étendue de 39,8 à 50,13 sur 100. Seule la dimension économique de cette durabilité a un score légèrement supérieur au seuil. Or selon [4], pour être durable, un système agricole doit être économiquement viable, écologiquement saine et socialement équitable, c'est-à-dire en plus d'être rentable financièrement et économiquement, l'activité doit être capable de perdurer indéfiniment tout en conservant le stock des ressources naturelles non renouvelables qu'elle utilise et générer un flux de pollution zéro ou proche de zéro et assurer une bonne qualité de vie à l'exploitant et favoriser le développement local. Selon [31], la plupart des producteurs lient intuitivement le concept de durabilité à leurs préoccupations et aspirations actuelles, sous différents angles tels que la rentabilité économique, le modèle agricole « moderniste », la capacité des agriculteurs à identifier les opportunités, les contraintes liées aux facteurs de production (eau, fertilité) ou les valeurs sociales (succession, transmission du savoir-faire). Cependant, la durabilité économique est privilégiée dans leurs discussions : un constat fréquent, dans les pays du Sud, où le maintien ou l'amélioration des moyens d'existence et du capital apparaît comme la priorité des agriculteurs en l'absence d'accès aux biens et services basiques tels que le crédit ou la couverture sociale [32]. La dimension économique de la durabilité domine dans les argumentaires et préoccupations développées par les agriculteurs. Cette dimension, qui intègre des questions d'investissements, de disponibilités de capitaux, de rentabilité et d'efficacité des processus de gestion, est jugée prioritaire pour tout agriculteur par rapport à des préoccupations environnementales, et cela n'est pas spécifique au Bénin [31, 33]. Cette orientation d'une majorité d'agriculteurs va d'ailleurs dans le sens des politiques publiques de la plupart des pays qui, depuis des décennies, ont poussé les agriculteurs à produire plus, faisant du concept de productivisme le standard des modèles agricoles contemporains [34]. Les stratégies de gestion mises en œuvre par les producteurs enquêtés sont en cohérence avec cette priorité économique, que ce soit par la recherche d'une sécurité de revenu au regard des menaces concernant leur exploitation, d'une flexibilité dans l'action pour saisir les opportunités, ou d'une productivité et d'un revenu plus élevés. La stratégie « productiviste » suscite chez les producteurs de la zone d'étude un attrait lié à l'adoption d'une certaine modernité (variétés sélectionnées importées) et à un changement de statut social. Cette évolution du statut social est synonyme, pour eux, d'un



avenir différent et plus agréable que celui de leurs parents [35]. Bien que la stratégie productiviste soit à l'origine de nombreux problèmes agro-environnementaux dans les pays développés, la dimension environnementale de la durabilité de l'agriculture demeure secondaire, voire ignorée, par les agriculteurs [31]. Ce constat dénote un manque d'informations sur les impacts de l'agriculture extensive itinérante sur le milieu naturel. La dégradation de l'environnement et la surexploitation des ressources naturelles ne semblent pas les inquiéter. En effet le système de culture sur nouvelle défriche forestière est significativement corrélé avec les dimensions économique et agroécologique de la durabilité. Cette corrélation est positive avec la durabilité économique et négative avec la durabilité agroécologique. Les terres propices à la culture de l'igname se trouvent au niveau des fronts pionniers. Selon [10], les producteurs se fondent généralement sur des indicateurs physiques qui les informent sur le degré de fertilité d'une terre. Ces résultats confirment la thèse selon laquelle l'igname surtout les variétés les plus exigeante en matière de fertilité du sol sont celles qui concèdent aux producteurs les meilleurs prix sur le marché [14]. Ainsi les sols des terres forestières offrent de très bons rendements aux producteurs et donc améliorent la durabilité économique. Par conséquent, le système itinérant contraint les producteurs à évoluer et à défricher progressivement de nouvelles terres au niveau des fronts pionniers. Cette situation conduit à la dégradation des ressources environnementales et démontre bien l'antagonisme qui existe entre la durabilité agroécologique et la durabilité économique. Cependant, la relation réciproque positive entre les durabilités économique et sociale suppose que toutes manœuvres consistant à accroître la durabilité économique auront probablement des incidences positives sur la durabilité sociale et réciproquement. Le concept de durabilité, appliqué aux exploitations agricoles, renvoie à de nombreux variables et processus. Dans la commune de Tchaourou, où se conjuguent extension de surfaces agricoles et contraintes de disponibilité des aires forestières cultivables, les agriculteurs ont une interprétation restreinte de la durabilité, privilégiant la dimension économique appliquée à leur propre situation. Cette interprétation les amène à adopter des comportements miniers vis-à-vis des ressources naturelles, particulièrement les aires protégées qui sont non seulement envahies et exploitées mais gérées comme une ressource individuelle et non commune. Cette attitude est favorisée par la puissance publique, qui pousse à l'accroissement de la production agricole avant la régulation de l'usage des ressources naturelles et même celle des marchés.

## 5. Conclusion

Les systèmes de culture d'igname tels que pratiqués en l'état actuel dans la commune de Tchaourou contribuent à une bonne durabilité économique et par ricochet à une bonne durabilité sociale. Cependant les résultats montrent un antagonisme entre les dimensions économique et environnementale de la durabilité. Bien que contribuant de façon significative à la durabilité économique, le système de culture itinérant sur nouvelle défriche forestière constitue une menace quant à son impact sur l'environnement et sa durabilité. La nécessité de préserver les ressources naturelles et la biodiversité par la promotion des modes d'agriculture durables et reproductibles s'impose et de façon urgente. Elle devrait passer par l'instauration et l'adoption des systèmes de culture productifs, rentables et moins dégradant au plan environnemental et nécessite une action coordonnée des différents acteurs du secteur agricole. L'agriculture de conservation, le système en bas-fond, l'agroforesterie, la restauration / conservation des sols, l'agroélevage (utilisation des déjections du bétail) ainsi que les jachères en sont quelques-unes ces bonnes pratiques agricoles.

## **Remerciements**

*Nos sincères remerciements au Laboratoire d'analyse et de recherche sur les dynamiques économiques et sociales (LARDES), aux responsables du Centre Communale de Promotion de l'Agriculture, aux producteurs d'igname de la commune de Tchaourou et à tous les anonymes qui ont permis d'avoir les informations contenues dans la présente publication.*

## Références

- [1] - E. LANDAIS, *Le Courrier de l'environnement*, 33 (1999) 15
- [2] - L. VILAIN, *La méthode IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles : guide d'utilisation*, 3<sup>ème</sup> éd. Educagri, (2008) 184
- [3] - M. GAFSI, *Cahiers Agricultures*, 15 (6) (2006) 491 - 497
- [4] - F. ZAHM, A. A. UGAGLIA, H. BOUREAU, B. D'HOMME, J. M. BARBIER, P. GASSELIN, M. GAFSI, L. GUICHARD, C. LOYCE, V. MANNEVILLE, A. MENET et B. REDLINGSHOFER, *Innov. Agron.*, 46 (2015) 105 - 125
- [5] - M. N. THIVIERGE, D. PARENT, V. BELANGER, D. A. ANGERS, G. ALLARD, D. PELLERIN and A. VANASSE, *Ecological Indicators*, 45 (2014) 677 - 686
- [6] - A. BOND, A. MORRISON-SAUNDERS and G. STOEGLHNER, in "Sustainability assessment. Pluralism, practice and progress". Ed. Routledge Taylor & Francis Group, NewYork, (2013) 231 - 262
- [7] - J. SCHINDLER, F. GRAEF and H. J. KÖNIG, *Agron. Sustain. Dev.*, 35 (2015) 1043 - 1057
- [8] - C. BOCKSTALLER, P. FESCHET and F. ANGEVIN, *Issues in evaluating sustainability of farming systems with indicators.*, OCL, 22 (2015) D102
- [9] - D. GIBBON, In: "Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic". Ed. Springer, Netherlands, Dordrecht, (2012) 95 - 115
- [10] - C. TOKPA, A. FLOQUET, R. MALIKI et A. SAIDOU, *Annales des sciences agronomiques*, 19 (2) (2015) 447 - 469
- [11] - D. CORNET, "Influence des premiers stades de croissance sur la variabilité du rendement parcellaire de deux espèces d'igname (*Dioscorea spp.*) cultivées en Afrique de l'Ouest", Thèse de doctorat : Sciences agronomiques et écologiques, (AgroParisTech), Paris, France, (2015) 173 p.
- [12] - J. EGAH, M. N. BACO, et I. MOUMOUNI, *Vertigo- La revue électronique en sciences de l'environnement*, 12 (3) (2012), consulté le 19 juillet 2017
- [13] - R. YEGBEMEY, J. YABI, C. DOSSA, and S. BAUER, *Agronomy for Sustainable Development*, 34 (4) (2014) 909 - 920
- [14] - A. ZANNOU, P. C. STRUIK et P. RICHARDS, *Quarterly Journal of International Agriculture*, 48 (1) (2009) 67 - 80
- [15] - R. MALIKI R, *Enquête diagnostique sur 'Évaluation de la durabilité écologique et socioéconomique des systèmes de culture sédentarisés à base d'igname au Bénin'*, Rapport d'enquête (Com. Person.) Projet CORUS N° 6071, CRA-Centre/INRAB, Savè, (2009) 96 p.
- [16] - M. GIBIGAYE, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3) (2013) 961 - 977
- [17] - A. B. FLOQUET, R. MALIKI, R. C. TOSSOU, et C. TOKPA, *Cahiers Agricultures*, 21 (2012) 427 - 437
- [18] - R. ASIEDU and A. SARTIE A, *Food Security*, 2 (2010) 305 - 15
- [19] - J. ODJOUBERE, "Poussée de la carbonisation à Okouta-ossé, un village périphérique de la forêt classée des Monts Kouffé : problèmes et perspectives pour une gestion durable des ressources végétales", Mémoire de Master II en Géosciences de l'environnement et développement durable, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2011) 126 p.
- [20] - M. KHAN, H. Z. MAHMOOD and C. A. DAMALAS, *Crop Prot*, 67 (2015) 184 - 190
- [21] - J. A. OLADEJO, M. O. ADETUNJI, *Agric Sci Res*, 2 (2) (2012) 77 - 83
- [22] - A. PARAÏSO, A. J. YABI, A. SOSSOU, N. ZOUMAROU-WALLIS et R. N. YEGBEMEY, *Annales Sciences Agronomiques*, 16 (1) (2012) 91 - 105
- [23] - l'INRAB, (2001)
- [24] - M. N. BACO, A. AHANCHEDE, S. BELLO, A. DANSIS, R. VODOUHE, G. BIAOU et J.-P. LESCURES, *Cahiers Agricultures*, 17 (2008) 183 - 188
- [25] - P. BONNEVAL, CIRAD-info, N° 33 (1999)
- [26] - H. M. PADONOU, "Analyse socioéconomique des systèmes de production agricole à base d'igname dans la commune de Glazoué au Bénin le cas du village magoumi", Thèse d'ingénieur agricole, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2011) 68 p.



- [27] - M. N. BACO, S. TOSTAIN, R. L. MONGBO, G. BIAOU et J.-P. LESCURES, *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 9 (2) (2007) 49 - 67
- [28] - MAEP, "Annuaire statistique de la production agricole au Bénin", Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Cotonou, (2013) 130 p.
- [29] - R. DUMONT, J. ZOUNDIHEKPON et PH. VERNIER, *Cahiers d'Agriculture*, 19 (4) (2010) 255 - 261
- [30] - S. DERCON, *World Bank Res Obs*, 24 (1) (2009) 1 - 28
- [31] - M. B. BEN LAMINE, "Evaluation de la durabilité et des processus d'adaptation des exploitations agricoles familiales en lien avec les ressources en eau souterraine et le développement des filières agricoles : cas de la plaine du Saïs (Maroc)". Thèse de doctorat, Sciences agricoles, Montpellier SupAgro, (2017) 215 p.
- [32] - J. A. VAN VLIET, A. G. T. SCHUT, P. REIDSMA, K. DESCHEEMAER, M. SLINGERLAND, G. W. J. VAN DE VEN, and K. E. GILLER, *Glob. Food Secur.*, 5 (2015) 11 - 18
- [33] - E. KELEMEN, G. NGUYEN, T. GOMIERO, E. KOVÁCS, J-P CHOISIS, N. CHOISIS, M.G. PAOLETTI, L. PODMANICZKY, J. RYSCHAWY, J-P. SARTHOU, F. HERZOG, P. DENNIS and K. BALÁZS, *Land Use Policy*, 35 (2013) 318 - 328
- [34] - N. K. LINCOLN and N. M. ARDOIN, *Agric. Hum. Values*, 33 (2016) 389 - 401
- [35] - L. BOSSENBROEK, J. D. VAN DER PLOEG and M. ZWARTVEEN, *Cah. Agric.*, 24 (2015) 342 - 348