

## Analyse de la vulnérabilité des espaces agricoles dans le département d'Abengourou (Est de la Côte d'Ivoire)

### [ Analysis of the vulnerability of agricultural areas in the Abengourou department (East of Ivory Coast) ]

*KOFFI Innocent*

Géographie, Laboratoire Ville, Société et Territoire (LABO VST), Université Alassane OUATTARA, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The expansion of the plantation economy has led to difficulties in many rural areas of Côte d'Ivoire, and specifically in Abengourou. These difficulties can be seen in the ageing of cocoa orchards and the scarcity of arable land. This situation makes farmland vulnerable. The aim of this study is to map vulnerable agricultural areas in order to contribute to better management. In addition to data collected through literature and field missions, the results are based on AHP multifactorial spatial analysis techniques and geographic information systems (Land suitability map). The results showed that two groups of factors govern the vulnerability of agricultural land in the Abengourou department. These are physical and anthropogenic factors. The combination of these factors enabled us to identify five levels of vulnerability, from the most vulnerable to the least vulnerable. Level 1 is the extremely vulnerable zone (30.54%), followed by level 2 (very vulnerable, 16.68%), level 5 (less vulnerable, around 10.61%), level 3 (highly vulnerable, 27.79%) and level 4 (moderately vulnerable, 12.38%). People are adopting various strategies to deal with land vulnerability. These include changing the rules governing access to land, adopting agroforestry and using phytosanitary products to improve production. In addition, the study revealed that areas with different levels of vulnerability have different cropping histories, namely: dense forest (16,478 ha, 14.06%), degraded forest (11,364 ha, 9.7%), fallow-crop (21,808 ha, 18.61%), lowland (37,199, 31.75%) and annual cropping (30,324 ha, 25.88%). These cropping histories would provide clues for decision-making in the planning and sustainable management of arable land.

**KEYWORDS:** vulnerability, agricultural land, mutations, adaptation strategies, Abengourou.

**RESUME:** L'essor pris par l'économie de plantation a engendré des difficultés dans de nombreux espaces ruraux en Côte d'Ivoire et spécifiquement à Abengourou. Ces difficultés se manifestent par le vieillissement des vergers cacaoyers, la rareté des terres cultivables. Cette situation rend vulnérable les terres agricoles. L'objectif de cette étude est de cartographier les espaces agricoles vulnérables afin d'en contribuer à une meilleure gestion. En plus des données collectées au travers de la littérature et des missions de terrain, les résultats s'appuient sur les techniques d'analyse spatiale multifactorielle AHP et des systèmes d'informations géographiques (*Land suitability map*). Les résultats ont montré que deux groupes de facteurs président la vulnérabilité des terres agricoles à l'échelle du département d'Abengourou. Ce sont les facteurs physiques et les facteurs anthropiques. La combinaison de ces facteurs a permis d'identifier cinq niveaux de vulnérabilité, des plus vulnérables aux moins vulnérables. Le niveau 1 est la zone extrêmement vulnérable (30,54%), suivi du niveau 2, très vulnérable (16,68%) au niveau 5 (moins vulnérable environ 10,61%) en passant par les espaces de niveau 3 (fortement vulnérable, 27,79%) et niveau 4 (moyennement vulnérable, 12,38%). Face à la vulnérabilité des terres, diverses stratégies sont adoptées par les populations. Il s'agit de la modification des règles d'accès à la terre, de l'adoption de l'agroforesterie et de l'utilisation des produits phytosanitaires pour améliorer les productions. Par ailleurs, l'étude a révélé que dans les espaces à différents niveaux de vulnérabilités sont repartis des antécédents culturels à savoir: la Forêt dense (16 478 ha, 14,06%), Forêt dégradée (11 364 ha, 9,7%), Jachère-culture (21 808 ha, 18,61%), Bas-fond (37 199, 31,75%) et Culture annuelle (30 324 ha, 25,88%). Ces antécédents culturels constitueraient des indices de prises de décision pour une planification et une gestion durable des terres cultivables.

**MOTS-CLEFS:** vulnérabilité, terres agricoles, mutations, stratégies d'adaptation, Abengourou.

## 1 INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, les économies des régions de plantation les plus anciennes ont connu une première période de crise (1965-1975). Laquelle correspond essentiellement à une baisse de la production provoquée par le vieillissement des vergers créés durant l'époque coloniale et les déplacements démographiques vers de « nouveaux » espaces d'activité (les villes en pleine croissance et les fronts pionniers où se mettaient en place de nouvelles plantations) [1].

La Côte d'Ivoire n'a pas été épargnée par cette crise. En effet, le secteur agricole qui a constitué le maillon essentiel et prioritaire de l'économie ivoirienne, est entré depuis plus de trois décennies dans une phase de crise majeure qui a sérieusement remis en cause le mode de développement économique du pays. Cette crise, caractérisée par la saturation des terres agricoles, la dégradation des aptitudes culturales des sols, auxquels s'ajoutent le vieillissement et la mauvaise qualité du verger a fragilisé le système agricole basé sur les cultures traditionnelles d'exportation [2]. Elle a de toute évidence transformé les campagnes agricoles ivoiriennes aussi bien dans leurs économies que dans leurs structures sociales. Ces mutations économiques et sociales en cours en milieu rural ivoirien et notamment les difficultés qui se manifestent en économie de plantation ont marqué le déclenchement d'un processus de recomposition et de diversification du secteur de l'agriculture [3].

Aussi faut-il le rappeler que le « miracle économique » ivoirien des années 1960 à 1980 s'est largement construit sur la consommation d'une rente écologique tirée des exportations de trois produits dont l'existence est liée à l'exploitation de la forêt tropicale: le bois, le café et, de façon de plus en plus dominante, le cacao. En effet, la « mise en valeur » du milieu forestier s'est surtout faite par le développement de fronts pionniers dont le plus important s'est mis en place dans le quart Sud-Ouest du pays au début des années 1970 et s'est trouvé en voie de saturation à partir de la fin des années 1980. La forêt ivoirienne, qui représentait près de 16 millions d'hectares au début du siècle et encore 12 millions à l'Indépendance, a depuis subi une dégradation rapide: 6 millions d'hectares en 1975, 3,2 millions en 1981 et moins de 2 millions en 1992 [1]. Cette situation fait de la Côte d'Ivoire, l'un des pays qui a le plus fort taux de déboisement en Afrique avec 90% de forêt disparue avec un rythme d'environ 300.000 ha/an [4]. Par ailleurs, la Côte d'Ivoire vit une ère d'urbanisation rapide d'autant plus qu'elle est classée parmi les pays les plus urbanisés d'Afrique subsaharienne. En effet, dix ans plus tôt avant le Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 1975, on estimait les citadins à 970 000 habitants, ce qui représentait près de 25 % de l'ensemble de la population. Plus tard, le recensement général de la population de 1988 dénombrait 4 418 028 personnes vivant dans des agglomérations considérées comme villes. A cette période, les citadins représentaient 40,8 % des résidents. En 1998, avec les données du recensement général de la population, le nombre de citadins est passé 6 529 138 personnes soit 42,5 % des résidents (RGPH, 1998, p. 6). Ce taux est passé à 47 % (RGPH, 2014) pour atteindre 52,5% en 2021 selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2021. Cette urbanisation s'accompagne de l'étalement urbain et la mise en place d'infrastructures, ce qui consomme selon [5] d'importante superficie de terre agricole.

Abengourou, localité située dans l'ancienne boucle du Cacao n'est pas en marge des deux phénomènes susmentionnés. En effet, avec son double statut de localité de l'ex boucle du cacao, Abengourou fait partie des plus grandes villes de la Côte d'Ivoire avec une population 430 539 (RGPH, 2021). Elle a été le théâtre d'intenses activités agricoles depuis l'indépendance. Plus de 30 ans après le déplacement de la boucle du cacao vers le Sud-Ouest, l'on constate que les terres agricoles ainsi que les reliques forestières demeurent vulnérables. Ce présent travail aborde le problème de la consommation des terres en se focalisant sur les terres agricoles à l'échelle du département d'Abengourou. Il est structuré autour de trois grandes questions:

- Quels sont les facteurs qui président la vulnérabilité des terres agricoles à Abengourou ?
- Quels sont les espaces agricoles vulnérables ?
- Et quelles sont les stratégies populaires d'adaptation ?

En vue de contribuer à l'amélioration de la gestion durable des terres agricoles, ce travail veut dans une première section, identifier les facteurs qui pourraient expliquer la vulnérabilité des terres agricoles, ensuite cartographier les espaces agricoles vulnérables et enfin, étudier les stratégies adoptées par les populations pour réduire les conséquences de cette situation sur leurs conditions de vie, leurs territoires et leurs activités. Pour atteindre ces objectifs, le travail admet en hypothèse que:

- La pression anthropique et les potentialités physiques sont à la base de la vulnérabilité des terres agricoles
- Les espaces forestiers sont exposés aux activités agricoles
- Les stratégies d'adaptation mises en place par les populations face à la vulnérabilité des terres agricoles s'expriment par l'exploitation des terres de bas-fond et l'usage de fertilisant pour les cultures pérennes et vivrières.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Abengourou, capitale de l'ancienne boucle du cacao, fait partie de la région de l'Indénié Djuablin, situé à l'Est de la Côte d'Ivoire à 210 km d'Abidjan (Figure 1). La région est composée de Forêt dense mésophile de type semi-décidue. Elle est drainée par le fleuve Comoé et de ses affluents (Béki, Bossematié, Mazan et le Sogan). Le climat est de type tropical humide (sub-équatorial) avec 2 saisons de pluies

et 2 saisons sèches qui s’alternent au cours de l’année. La précipitation annuelle est de 1667 m. Le mois de juin constitue la précipitation la plus élevée avec 283 mm et la moins élevée est le mois de janvier avec 50 mm de pluie. La population du département d’Abengourou est de 430 539 habitants, dont 53,13% d’hommes et 46,86% de femmes, avec une densité de 32 habitants/km<sup>2</sup>. C’est une population cosmopolite composée d’ethnie autochtone Agni, allochtone ivoirienne et une population étrangère estimée à 43,4% (RGPH, 2021).

Le café et le cacao sont les deux principales cultures pérennes. Toutefois, depuis le début l’année 2000, l’hévéa apparaît comme la culture pérenne, la plus en vogue [6]. L’agriculture constitue la principale ressource de l’économie du département d’Abengourou. Elle représente 90% de l’économie du département. Outre ces cultures d’exportation, le secteur agricole d’Abengourou demeure riche en cultures vivrières et maraîchères que sont banane plantain, igname, manioc, taro, maïs, tomate, etc.

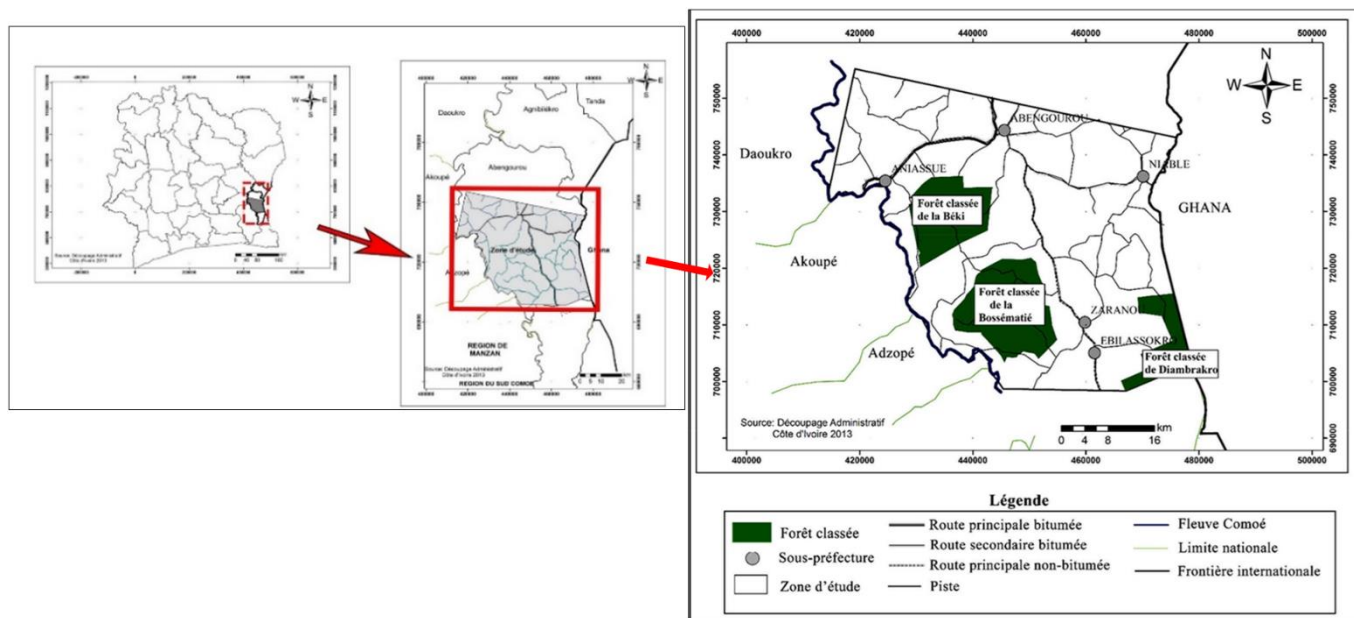


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

La Figure 1 montre la zone d’étude qui occupe le centre du département d’Abengourou et s’inscrit dans un quadrilatère délimité par les coordonnées géographiques 3°10’’ à 3°40’’ de longitude Ouest et 6°20’’ à 6°50’’ de latitude Nord. Elle renferme les Forêts classées de la Béki et de la Bossématié.

2.2 MATERIEL MOBILISE POUR LA REALISATION DE L’ETUDE

Deux jeux de données ont été utilisés pour conduire ces travaux. Il s’agit des images satellitaires de Landsat couvrant les scènes 195-55 et 195-056 (Tableau 1). Les quatre images satellitaires, préalablement traitées, ont été téléchargées sur le site Earthexplorer de l’USGS, United State Geological Survey (<https://earthexplorer.usgs.gov>) et datent de 1986, 2000, 2016 et 2024 avec des caractéristiques qui varient d’une image à une autre. Aussi, avons-nous utilisé des images RADAR pour l’élaboration des cartes de critères des Potentialités physiques et celles de la Pression anthropique.

Tableau 1. Données satellitaires acquises (Landsat, scène 195-055 et 195-056)

Nature des capteurs satellites	Resolutions (m)	Nombre de bandes	Dates acquisition
Landsat 5-TM (Thematic Mapper)	30	6	22 décembre 1986
Landsat 7-ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)	30	8	09 février 2000
Landsat 8-Oli-Tirs (Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor)	30	11	06 mars 2016
Landsat 9-Oli-Tirs	30	11	04 février 2024

Source: <https://earthexplorer.usgs.gov>

Des logiciels et outils ont été utilisés pour la cartographie. Il s’agit entre autres de:

- GPS, outil nomade utilisé pour la collecte de données géographiques lors de la mission de terrain
- ENVI 5.3, utilisé pour le prétraitement et le traitement numérique des images satellites,

- ArcGis 10, utilisé pour le géotraitement et la cartographie thématique,
- Microsoft Excel, utilisé pour la réalisation des graphes et histogrammes.

## 2.3 MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES

L'intégration des techniques d'analyse spatiale multifactorielle AHP et des systèmes d'informations géographiques mettront en évidence les recompositions spatiales des zones potentiellement défrichables [7]. C'est un ensemble de méthode qui permet d'orienter un choix sur la base de plusieurs critères communs, destinés à la compréhension et à la résolution de problèmes de décision.

### 2.3.1 CHOIX DES INDICATEURS ET CRITERES, FACTEURS DE VULNERABILITE

Dans la mise en œuvre de la structure, différents critères ont été choisis comme facteurs de vulnérabilité de l'espace agricole et forestier. Ces critères ont été identifiés sur la base de l'analyse des données collectées sur le terrain, des échanges avec des personnes, de nos propres enquêtes et observations. Ils ont été choisis en fonction de leur disponibilité, de leur distribution spatiale et de leur importance dans l'occupation du sol, ainsi que de leur précision. Ces facteurs reflètent à la fois le potentiel naturel et la pression anthropique. Ce sont:

**Indicateur Potentialité physique**, composé en critère Type de Sol, Altitude du relief, et Drainage des réseaux hydrographiques

**Indicateur Pression anthropique**, on a: Critère Densité population, Distance route, Distance campement, Distance village/Sous-préfecture

### 2.3.2 IDENTIFICATION ET DEVELOPPEMENT DES CRITERES INTEGRES AU MODELE AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS OU PROCESSUS DE HIERARCHIE ANALYTIQUE)

L'AHP permet de décomposer le problème en une hiérarchie de sous-problèmes qui peut être plus facilement compris et évalué subjectivement. Les évaluations subjectives sont converties en valeurs numériques et traitées pour classer chaque alternative sur une échelle numérique. La méthodologie de l'AHP peut être expliquée dans les étapes suivantes:

#### Étape 1: Le problème est décomposé en une hiérarchie d'objectifs, de critères, de sous-critères et alternatives.

C'est la partie la plus créative et la plus importante de la prise de décision. Structurer le problème de la décision en tant que hiérarchie est fondamental pour le processus de l'AHP.

#### Étape 2: Comparaison binaire et Pondération des facteurs

Il s'agit d'effectuer des comparaisons binaires (Pairwise comparaison). C'est à dire donner la priorité aux critères de décision par paires de comparaison. Puis, on réalise une pondération des facteurs dans un contexte de processus décisionnel appelé *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Ainsi, les facteurs sont comparés, deux à deux, dans une matrice de comparaison dite de [8]. et ce en fonction de leur importance relative par rapport à l'objectif fixé (Tableau 2). Il faut signifier que la note est subjective et dépend entièrement de l'analyste.

Tableau 2. Echelle de Saaty pour la pondération des facteurs par paire (Saaty, 1990)

Expression d'un critère par rapport à un autre	Echelle numérique	Expression d'un critère par rapport à un autre	Echelle numérique
Même importance que	1	Même importance que	1
Modérément plus important que	2	Modérément moins important que	1/2
Fortement plus important que	3	Fortement moins important que	1/3
Très important que	4	Très moins important que	1/4
Extrêmement plus important que	5	Extrêmement moins important que	1/5

#### Étape 3: Déterminer les priorités et comparer les solutions de rechange par paire

Ces priorités sont organisées en une matrice carrée. Les éléments diagonaux de la matrice sont 1. Le critère dans la rangée i est meilleur que le critère dans la j ième colonne si la valeur de l'élément (i, j) est supérieure à 1; sinon, le critère de la j ième colonne est meilleur que celui de la rangée i. L'élément (j, i) de la matrice est l'inverse de l'élément (i, j). La somme des matrices de jugement de chaque colonne est faite à travers les tableaux 3 et 4.

Tableau 3. Matrice de jugement des Critères liés à la Potentialité physique

Critère	Sol	Altitude	Drainage hydrographique
Sol	1	3	5
Altitude	1/3	1	3
Drainage hydrographique	1/5	1/3	1
<b>Somme de chaque colonne</b>	<b>1,5333</b>	<b>4,3333</b>	<b>9</b>

Tableau 4. Matrice de jugement des Critères liés à la Pression anthropique

Critère	Densité pop	Distance route	Distance Campement	Distance village /sp
Densité population	1	2	3	4
Distance route	½	1	2	3
Distance Campement	1/3	1/2	1	2
Distance village/Sp	1/4	1/3	1/2	1
<b>Somme de chaque colonne</b>	<b>2,08</b>	<b>3,83</b>	<b>6,5</b>	<b>10</b>

#### Etape 4: Calcul de vecteur de priorité

La détermination des priorités des éléments de chaque matrice se fait par la résolution du problème de vecteurs propres, à savoir:

- Effectuer les sommes de chaque colonne
- Diviser chaque élément de la matrice par le total de la colonne
- Calculer la moyenne des éléments de chaque ligne de la matrice

Le résultat de la division de chaque élément de la matrice par le total de la colonne est représenté à travers les tableaux 4 et 5.

La moyenne des éléments de chaque ligne de la matrice représente les éléments de vecteurs de priorité ou le poids de chaque critère ou encore le coefficient de pondération (tableau 5 et 6).

Tableau 5. Vecteurs de priorité ou Poids des critères ou Coefficient de pondération de l'indicateur Potentialité physique

Critère	Sol	Altitude	Drainage Hydro	Total	Coefficient de pondération Poids = Somme/3
Sol	0,652	0,69	0,555	1,897	0,636
Altitude	0,217	0,23	0,333	0,78	0,26
Drainage Hydro	0,13	0,077	0,111	0,318	0,106

Tableau 6. Vecteurs de priorité ou Poids des critères ou Coefficient de pondération de l'indicateur Pression anthropique

Critère	Densité population	Distance route	Distance Campement	Distance village /sp	Somme	Coefficient de pondération ou Poids = somme /3
Densité pop	0,48	0,52	0,46	0,4	1,86	0,46
Distance route	0,24	0,26	0,31	0,3	1,11	0,28
Distance Campement	0,16	0,13	0,154	0,2	0,644	0,16
Distance village/Sp	0,12	0,087	0,08	0,1	0,387	0,1

**Étape 5: La valeur propre principale ( $\lambda_{max}$ )** correcte normalisée correspond à la matrice de comparaison et donne l'importance relative des différents critères comparés. Les éléments du vecteur propre normalisé sont appelés poids en ce qui concerne les critères ou sous-critères et les évaluations en ce qui concerne les alternatives.

Pour calculer la valeur propre  $\lambda_{max}$ , on multiplie la matrice A par les éléments de vecteur de priorité (x); x est la valeur propre du vecteur (n) de priorité. On calcule la moyenne des valeurs trouvées. Le résultat est appelé valeur propre  $\lambda_{max}$ . Valeur propre de la matrice réciproque de dimension (sous critère Potentialité physique). [8] a suggéré que la plus grande valeur propre  $\lambda_{max}$  est:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{w_j}{w_i} a_{ij}$$

$$636 x \frac{1}{3} + 0,26 x \frac{1}{1} + 0,106 x \frac{3}{1} = 1,946$$

$$= 0,790$$

$$= 0,3199$$

Vecteur propre (sol) = [(1x0,636) + (3x 0,26) + (5x 0,106)] /0,636 = 1,946/0,636 = 3,06

Vecteur propre (altitude) = [(1/3x 0,636) + (1x 0,26) + (3x 0,106)] /0,26 = 0,79/0,26 = 3,038

Vecteur propre (Hydrographie) = [(1/5x 0,636) + (1/3x 0,26) + (1x 0,106)] /0,106 = 0,32/0,106 = 3,019

Ainsi, Valeur propre principale (λmax) Potentialité physique

$$\lambda_{max} = \frac{3,06+3,038+3,019}{3} = 3,039 \text{ec N} = 3$$

Valeur propre de la matrice réciproque de dimension (sous-critère Pression anthropique)

$$0,465 x \frac{1}{3} + 0,28 x \frac{1}{2} + 0,16 x \frac{1}{2} + 0,1 x \frac{1}{4} = 1,905$$

$$= 1,365$$

$$= 0,655$$

$$= 0,389$$

Vecteur propre (Densite pop/sous-pref) = [(1x 0,46) + (2x 0,28) + (3x 0,16) + (4 x 0,1)] /0,46 = 4,13

Vecteur propre (Distance route) = [(1/2x 0,46) + (1x 0,28) + (2x 0,16) + (3x 0,1)] /0,28 = 4,036

Vecteur propre (Distance campement) = [(1/3 x 0,46) + (1/2x 0,28) + (1x 0,16) + (2x 0,1)] /0,16 = 4,08

Vecteur propre (Distance village/sp) = [(1/4x 0,46) + (1/3x 0,28) + (1/2x 0,16) + (1x 0,1)] /0,1 = 3,88

Avec N = 4 on a:

Valeur propre principale (λmax) Pression anthropique

$$\lambda_{max} = \frac{4,13 + 4,036 + 4,08 + 3,88}{4} = 4,0315$$

**Étape 6: Détermination de la valeur d'Indice Aléatoire (IA)**, établie en effectuant des jugements aléatoires à partir de l'échelle de Saaty. Ce nombre IA représente la moyenne des indices calculés à chaque répliation pour différente grandeur de matrice carrée (N), indiquée par le tableau 7.

Tableau 7. Valeur d'Indice Aléatoire (IA)

N=nombre de critères	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IA	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

N = nombre de critères.

Pour N = 3, la valeur correspondante est égale à 0,58; IA = 0,58 pour le facteur physique

et N = 4, la valeur correspondante est égale à 0,90; IA = 0,90 pour la pression anthropique

### Étape 7: Cohérence des jugements (IC)

Il s'agit de calculer l'index d'uniformité et déterminer la validité des jugements [9]. La cohérence de la matrice d'ordre n est évaluée. Les comparaisons effectuées par cette méthode sont subjectives. Les réponses obtenues présentent souvent un certain degré d'incohérence. AHP n'exige pas que les jugements soient cohérents ni transitifs, par contre Saaty a défini un indice de cohérence (IC).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1}$$

Avec  $\lambda_{max}$ : Valeur propre maximale de la matrice donnée

N: nombre d'éléments comparés ou de critères

Alors

Pour N = 3,  $\lambda_{max} = 3,0386$



IC = 0,0193 (Potentialité physique)

Pour N = 4,  $\lambda_{max} = 4,0315$



IC = 0,0105 (Pression anthropique)

Plus l'indice de cohérence devient grand et plus les jugements de l'utilisateur sont incohérents et vice versa. IC est ensuite comparé à des valeurs critiques obtenues par simulation.

### Étape 8: Calcul de Ratio de Cohérence (RC)

Le Ratio de Cohérence (RC) est le rapport de l'indice de cohérence calculé sur la matrice correspondant aux jugements du décideur et de l'indice aléatoire IA d'une matrice de même dimension. Si  $RC \leq 0,1$  ou  $RC \leq 10\%$ , la matrice est considérée comme suffisamment cohérente. Dans le cas où cette valeur dépasse 10%, les appréciations peuvent exiger certaines révisions.

Selon Saaty, la valeur de ce dernier doit être au plus égale à 10%.

Le ratio de cohérence est donné par la formule suivante:

$$RC = IC / IA$$

Avec RC: ratio de cohérence; IA: indice aléatoire; IC: indice de cohérence

On a pour N = 3; IC = 0,0193; IA = 0,58



RC = 0,0336 = 3,36% avec 3,36% < 10%

Pour N = 4; IC = 0,0105; IA = 0,90



RC = 0,01112 soit 1,16% avec 1,16% < 10%

Le degré de cohérence de comparaison est acceptable pour N = 3 et N = 4

### Étape 9: Pondération des indicateurs

La note de chaque alternative est multipliée par les poids des sous-critères et agrégée pour obtenir des notes locales pour chaque critère. Les notes locales sont ensuite multipliées par les poids des critères et agrégées pour obtenir les évaluations globales. Le tableau 8 met en exergue la pondération des indicateurs et celui du tableau 9 nous relate le poids de ceux-ci.

L'AHP produit des valeurs de pondération pour chaque alternative en fonction de l'importance jugée d'une alternative par rapport à une autre et par rapport à un critère commun.

Tableau 8. Pondération des indicateurs par la méthode AHP

Critère	Physique	Pression anthropique
Physique	1	1/3
Pression Anthropique	3	1
Total	4	1,33

Tableau 9. Poids des indicateurs

Critère	Physique	Pression anthropique	Somme	Poids
Physique	0,25	0,248	0,498	<b>0,249</b>
Anthropique	0,75	0,752	1,502	<b>0,751</b>

Suite à la pondération des indicateurs, les poids des différents critères et indicateurs déterminés sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10. Récapitulatif de pondération des critères

Indicateurs	Poids des indicateurs	Critères	Poids partiel des critères	Poids global
Aspect physique	<b>0,249</b>	Sol	<b>0,636</b>	0,158
		Altitude	<b>0,26</b>	0,065
		Drainage	<b>0,106</b>	0,026
Pression anthropique	<b>0,751</b>	Densité population	<b>0,46</b>	0,345
		Distance route	<b>0,28</b>	0,21
		Distance campement	<b>0,16</b>	0,12
		Distance village /SP	<b>0,1</b>	0,075

Après avoir défini les poids des critères, les cartes des niveaux de vulnérabilité issues des différents critères sont élaborées et combinées dans la formule à travers l'équation de la *Carte d'aptitude des terres*, utilisé par [10], [11], [12], intégrées dans un logiciel SIG.

*Land suitability map* = Carte d'aptitude des terres

$$Land\ suitability\ map\ (LSM) = \sum_{1}^{n} (Cn * Wn)$$

**Land suitability map** = [(sol\*0,636 + altitude\*0,26 + hydrographie\*0,106) \*0,164] + [(Densité population\*0,46+distance route\*0,28+distance campement\*0,16+ distance village/SP\*0,1) \*0,3].

Intégrées au logiciel SIG, les cartes thématiques issues des différents critères sont affichées.

A l'aide de l'outil superposition et Géotraitement, Arctoolbox, outil spatial analyste (Overlay-weighted overlay), la formule somme des poids (weighted sum) est appliquée. Il ressort les cartes des niveaux de vulnérabilité des différents indicateurs à savoir: Carte de niveau de vulnérabilité des facteurs physiques et carte de niveau de vulnérabilité de la pression anthropique

Enfin, à partir de l'outil Map Algebra, associé à la superposition des cartes des indicateurs, la carte des niveaux de vulnérabilité des espaces agricoles est élaborée. Cette démarche est illustrée à travers la figure 2.



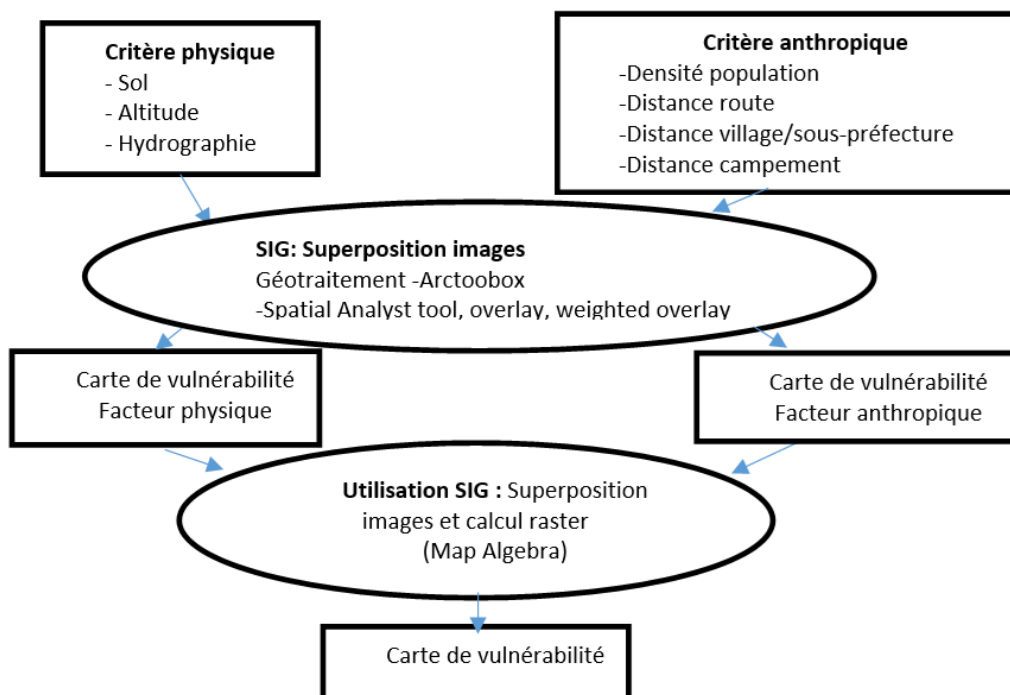


Fig. 2. Processus d'élaboration de la carte de niveaux de vulnérabilité des espaces agricoles

A la fin, la carte de niveaux de vulnérabilité des espaces agricoles est couplée aux mutations Cacao-Hévéa pour faire ressortir les Superficies zonales. Ainsi, à partir du logiciel SIG, on affiche la carte de critère et on la convertit en RASTER (en vue d'extraire les zones). Dans Arcttoobox, les outils Spatial Analyst tool et Reclassify, sont utilisés pour reclassifier la carte, puis convertir en Vecteur. Ensuite, par des requêtes à partir des gricodes, on aboutit à l'extraction zonale des cartes et au fur et à mesure, on superpose les différents shapefiles des superficies des mutations Cacao-Hévéa. Et à partir de l'outil clip, on obtient les Superficies zonales des différentes mutations Cacao-Hévéa par rapport à la carte de vulnérabilité. Cette démarche est mise en exergue à travers la figure 3.

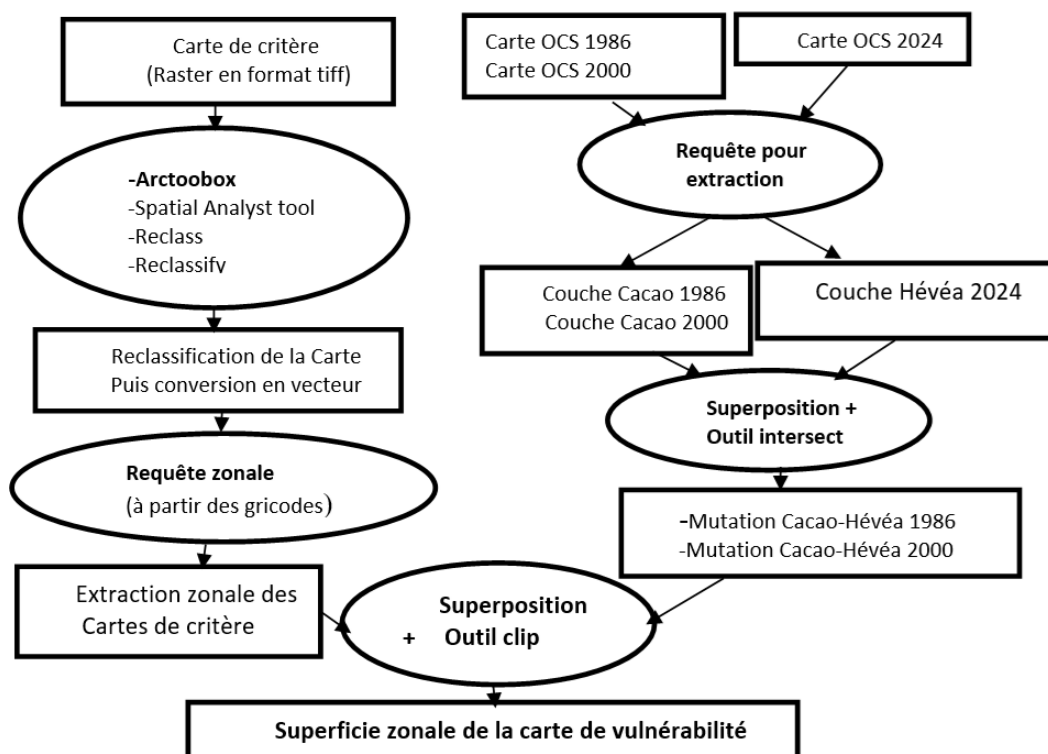


Fig. 3. Superficie zonale de la carte de vulnérabilité par les SIG

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 IDENTIFICATION DES FACTEURS DE VULNERABILITE DES TERRES CULTIVABLES

Les résultats des travaux ont montré que deux grands groupes de facteurs permettent d'expliquer la vulnérabilité des terres agricoles cultivables dans le département d'Abengourou. Il s'agit d'une part des facteurs physiques et d'autre part des facteurs humains.

##### 3.1.1 ANALYSE DES FACTEURS PHYSIQUES LIES À LA VULNERABILITE DES ESPACES CULTIVABLES

L'analyse des facteurs physiques de la vulnérabilité des terres cultivables se fonde sur un certain nombre de critères. Lesquels se résument à l'altitude du relief, au type de Sol et le drainage des réseaux hydrographiques.

L'altitude du relief est une aptitude définie selon la pente. Elle joue un rôle fondamental dans le drainage des eaux de pluies. La carte de la figure 4 présente le relief du département d'Abengourou.

Elle met en évidence les niveaux d'altitudes du relief de la zone d'étude. On constate que les niveaux d'altitudes varient de 70 à 400 mètres soit une différence de 330 mètres. Cette différence facilite l'écoulement des eaux de ruissellement des points les plus hauts vers les points les plus bas. Ainsi, plus la pente est forte, plus le ruissellement est important au détriment de l'infiltration, réduisant de fait, la quantité d'eau infiltrée dans le sol. Comme effet subséquent, les terres agricoles deviennent de plus en plus arides.

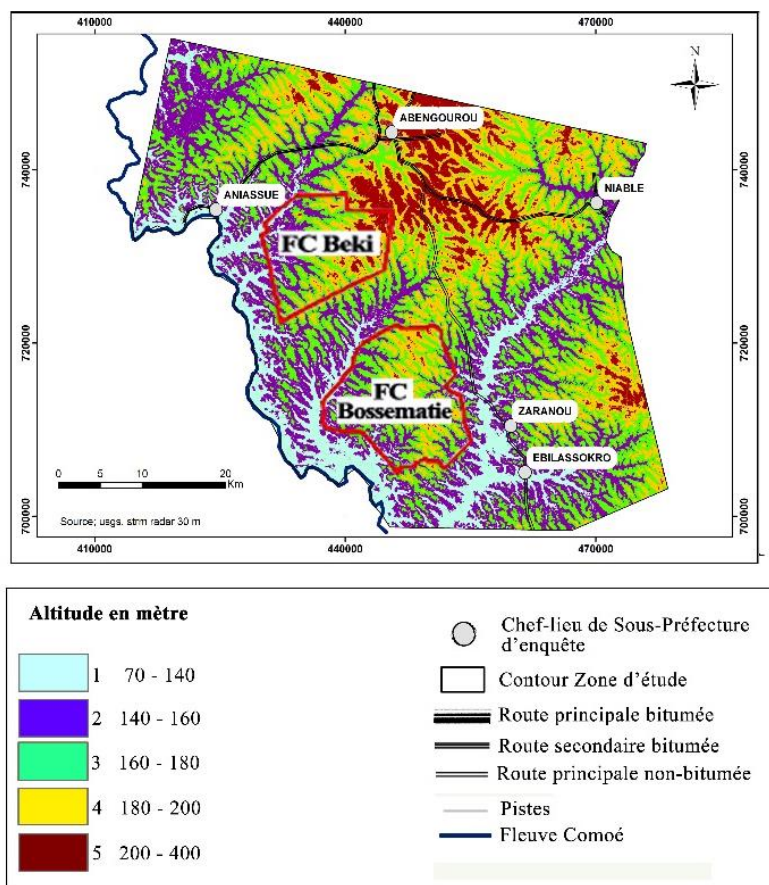


Fig. 4. Carte du relief d'Abengourou

Quant au type de sol dans le département d'Abengourou (figure 5), il est une aptitude définie selon sa nature morpho-pédologique. Il est déterminant dans la capacité de rétention en eau qui conditionne l'état de vigueur de la végétation et des cultures agricoles. Ceci rend ce facteur important dans l'analyse de la vulnérabilité non seulement des espaces cultivables mais également des forêts.

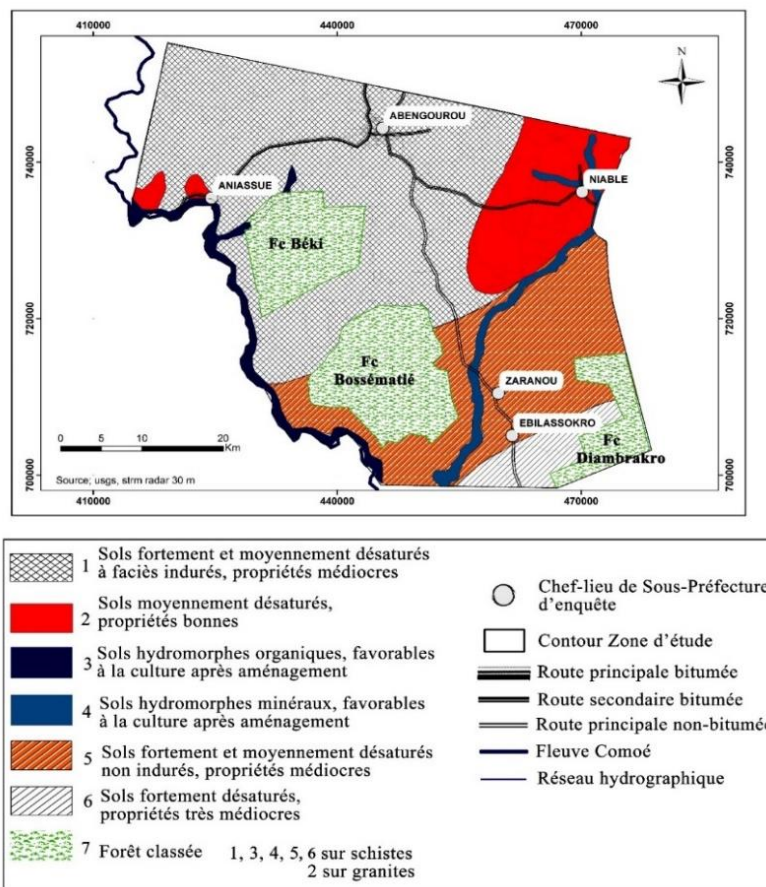


Fig. 5. Typologie des sols dans le département d'Abengourou

Enfin, l'impact du drainage des réseaux hydrographiques (figure 6), dans le département d'Abengourou est un facteur qui est définie selon la nature de la ressource en eau et de la distance la séparant d'un site potentiel. Trois couches de facteurs ont été distinguées. Ce sont le plan d'eau permanent (le fleuve Comoé), les cours d'eau temporaires (les affluents du fleuve Comoé) et les cours d'eau non temporaires. Le niveau de drainage est caractérisé par 69,36% de surfaces modérément humide, 22,11% moins humide donc non permanente et 9,49% en zone très humide en permanence.

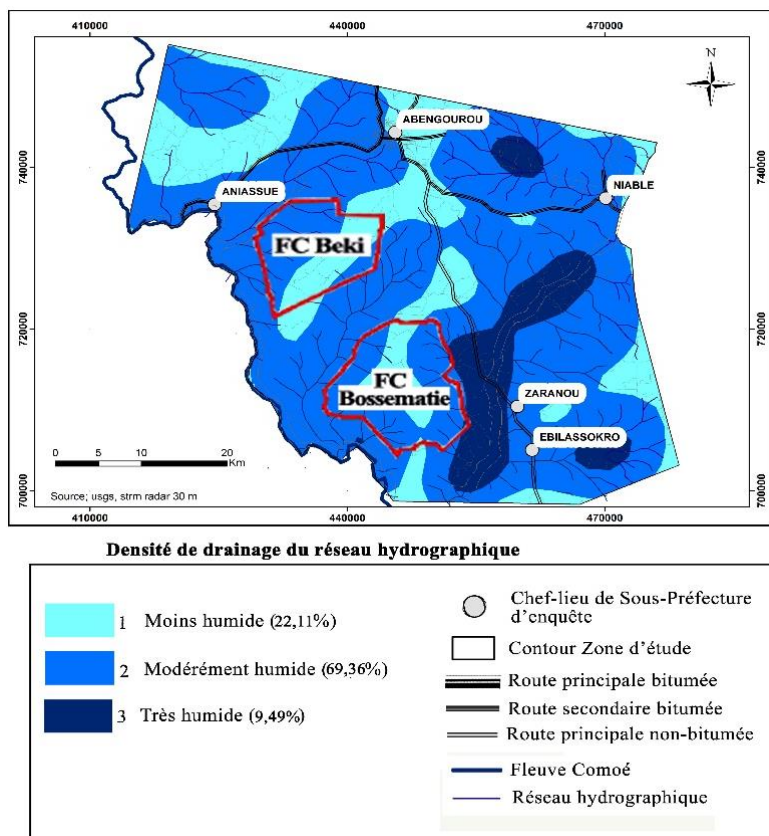


Fig. 6. Carte de critère drainage

### 3.1.2 LES FACTEURS ANTHROPIQUES LIES À LA VULNERABILITE DES ESPACES CULTIVABLES

Ces facteurs sont composés des indicateurs comme la densité de la population, la distance route, la distance village/sous-préfecture et la distance campement. La densité de la population (figure 7) est un critère défini comme une menace constante de dégradation des espaces cultivables et de déforestation. Plus on assiste à une densification humaine de l'espace, plus les espaces cultivables régressent pour faire place à l'habitat.

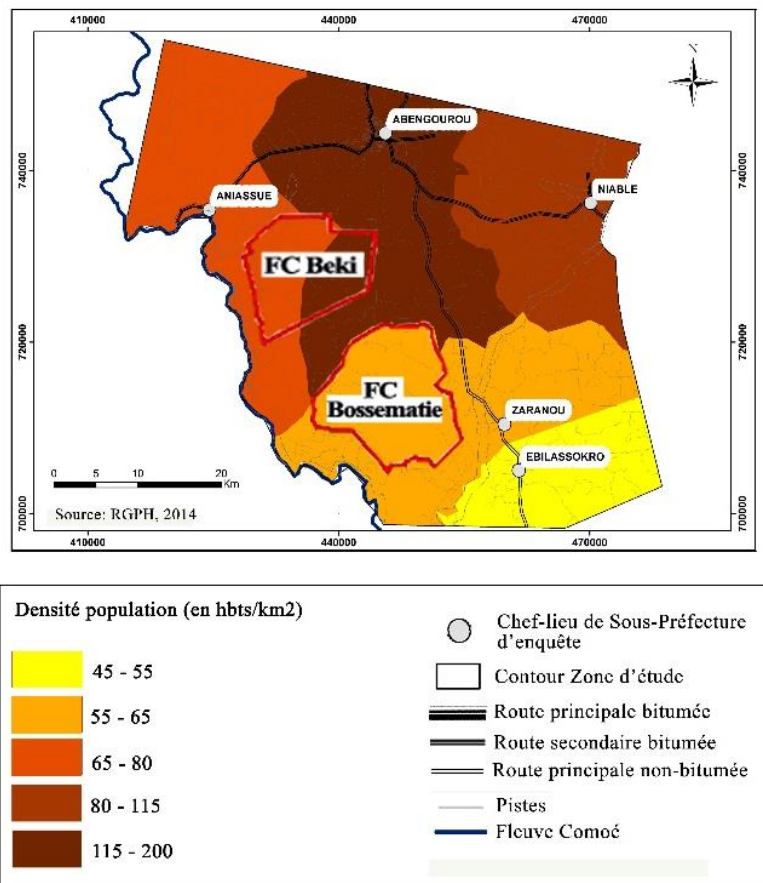


Fig. 7. Critère Densité de la population

La distance route (figure 8) est considérée comme un critère caractérisé par l'accès vers les sites de défrichement agricole et la praticabilité pour le transport des produits vers les marchés d'écoulement.

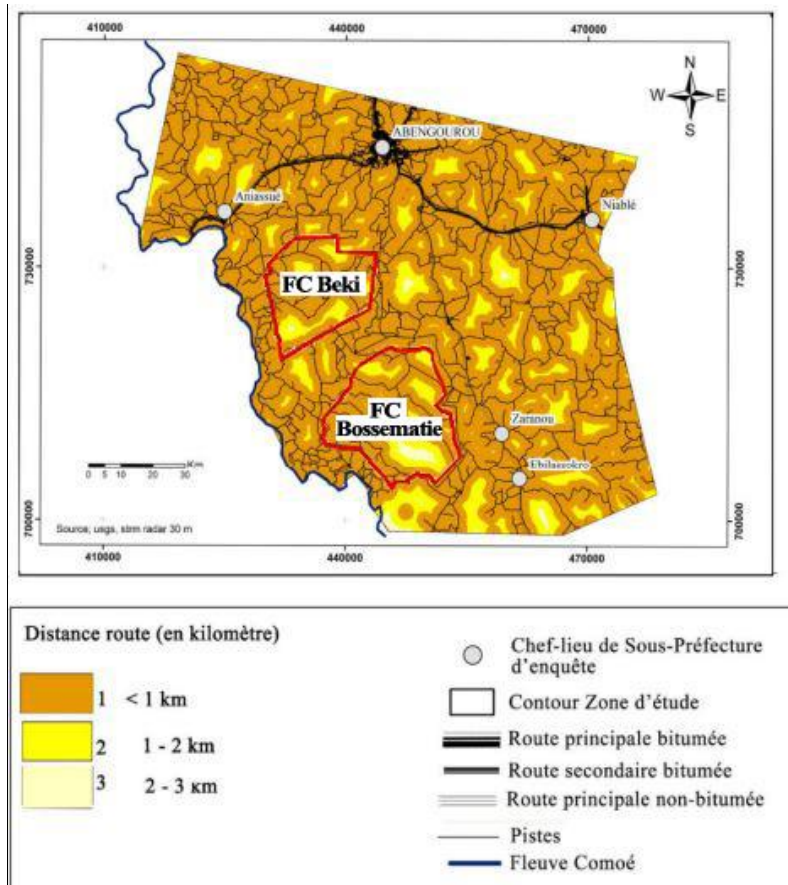


Fig. 8. Critère Distance-Route

Quant à la distance village/sous-préfecture (figure 9) et distance campement (les localités) (figure 10), elles sont des critères considérés comme étant la distance séparant les localités aux sites potentiels de défrichement des parcelles agricoles.

Ces facteurs identifiés représentent le projet d'étude de la vulnérabilité de la forêt et de l'espace agricole.

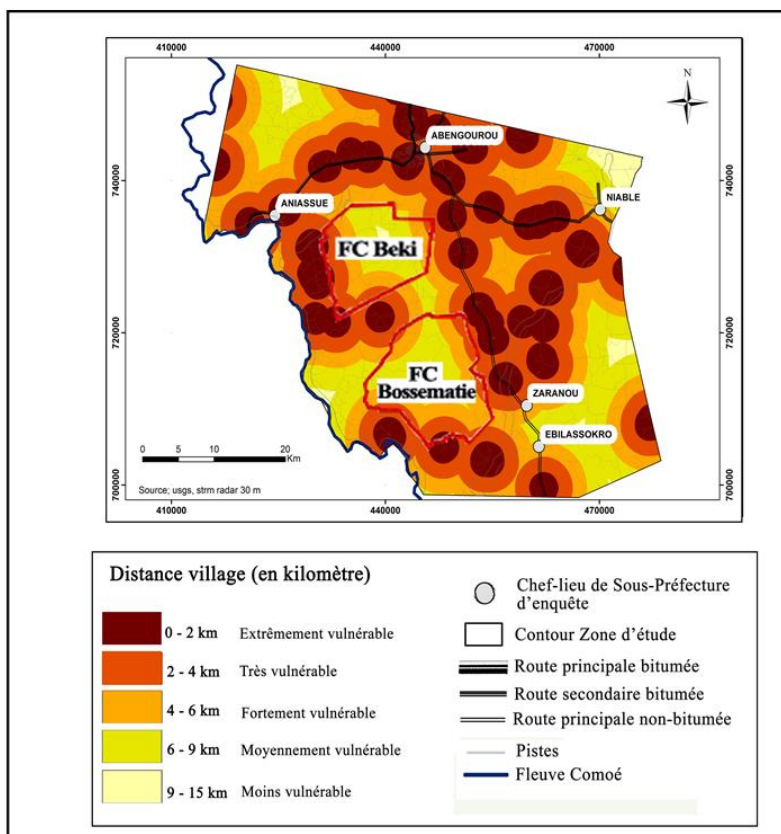


Fig. 9. Carte de critère Distance-village/Sous-Préfecture

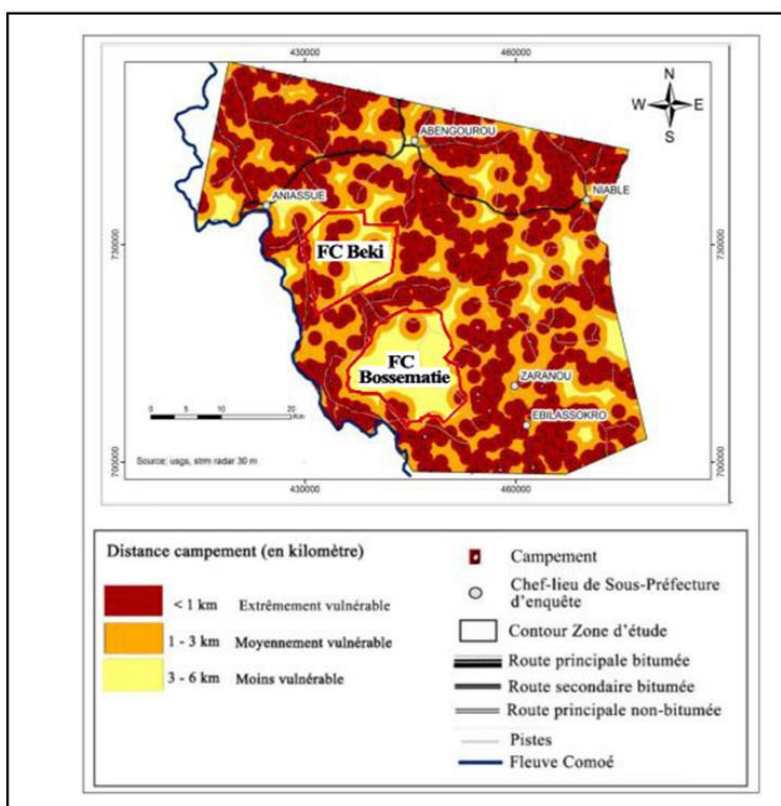


Fig. 10. Carte de critère Distance-Campement

Après analyse des cartes des figures 9 et 10, il ressort que plus les parcelles agricoles sont proches des villages ou campements, plus ces zones sont exposées aux activités agricoles, ces terres sont donc extrêmement et très vulnérables. Plus ces zones sont éloignées, moins elles sont soumises aux travaux à des fins agricoles. En ce moment, elles sont moins vulnérables.

### 3.2 CARTOGRAPHIE DES ESPACES AGRICOLES VULNERABLES DANS LE DEPARTEMENT D'ABENGOUROU

#### 3.2.1 IDENTIFICATION DES ESPACES AGRICOLES VULNERABLES DUS AUX FACTEURS PHYSIQUES

La combinaison des critères d'altitude, de sol et de drainage a permis d'élaborer à partir de l'analyse multicritère AHP, la carte de vulnérabilité qui indique le facteur physique (fig. 11).

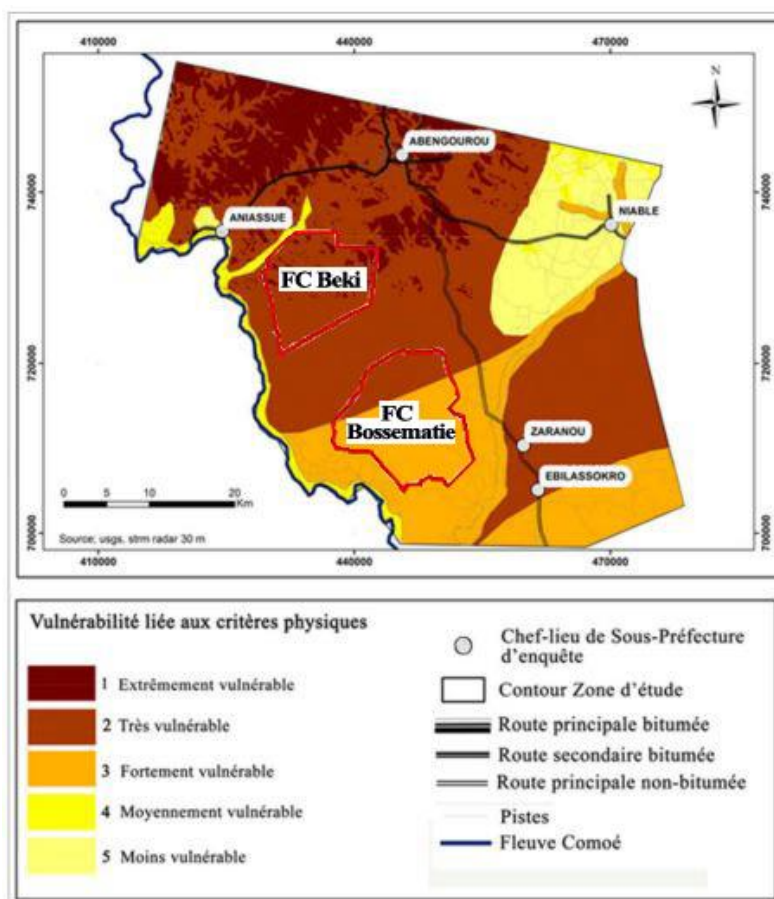


Fig. 11. Carte de vulnérabilité liée à l'Indicateur Potentialité physique

Il ressort de la figure 11 que les zones 4 et 5 sont respectivement moyennement et moins vulnérables. Ces espaces occupent successivement 4,11% et 9,27% de la zone d'étude. Les raisons évoquées sont le fait que le niveau 4 et 5 sont situés sur un sol hydromorphe organique, moyennement désaturé, exposés sur des granites et donc favorables à la culture après aménagement. Ce qui n'est pas le cas pour les autres niveaux 1, 2 et 3. C'est dire que les espaces de niveau 1, 2 et 3 sont sujets à une prise de décision afin de se mettre à l'abri d'éventuel crise socioéconomique et alimentaire à travers la pratique d'une agriculture durable.

#### 3.2.2 VULNERABILITE DES ESPACES AGRICOLES LIEE À LA PRESSION ANTHROPIQUE

Le croisement des critères Densité de la population, Distance-village/Sous-préfecture, Distance-route et Distance-campement a permis d'élaborer la carte de **vulnérabilité liée à la pression anthropique** (figure 12).

Cette carte met en exergue les zones de niveau 4 et 5, dont les superficies représentent un taux de 11,49% et 0,25%. Ces niveaux sont moyennement et moins vulnérables. Cette situation trouve son explication dans le fait que ces espaces sont très éloignés des villages (6 à 15 km) au regard de la carte de distance village/Sous-Préfecture et des campements (entre 3 et 6 km). Aussi, pouvons-nous ajouter que la densité de la population de ces espaces agricoles est moins dense (45 et 55 hbts/km<sup>2</sup>) sans toutefois ignorer qu'ils sont éloignés des routes (environ 3 km). Par ailleurs, ces zones 4 et 5 couvrent la forêt classée de Bossématié qui est un espace forestier protégé bien



qu'il indique des indices d'infiltrations humaines. Cependant, la forêt classée de la Béki également située dans l'enceinte de ces aires protégées n'existe que de nom. Elle a totalement disparu et se trouve à un niveau de vulnérabilité extrême. Au total, tous les espaces agricoles vulnérables sont sujets à décision en fonction de chaque niveau de vulnérabilité.

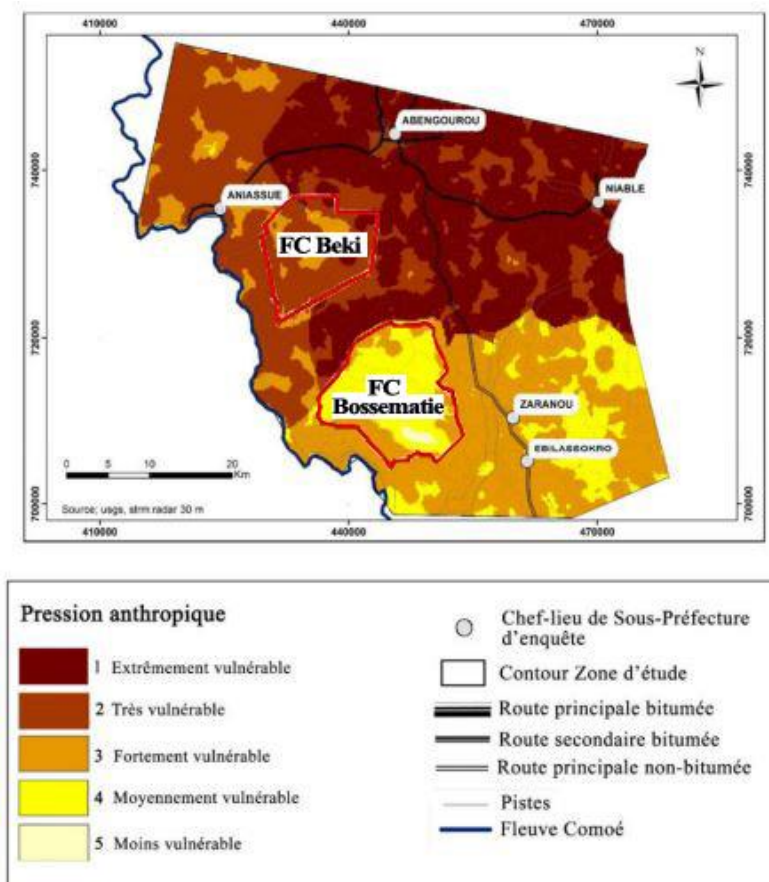


Fig. 12. Indicateur Pression anthropique

### 3.2.3 VULNERABILITE DES ESPACES AGRICOLES DUE À LA PRESSION ANTHROPIQUE ET AUX POTENTIALITES PHYSIQUES

La carte de vulnérabilité de l'espace cultivable de la figure 13 est le résultat de la combinaison des indicateurs de Potentialité physique et de la Pression anthropique du milieu. Elle met en évidence cinq niveaux de vulnérabilités différentes. Le niveau 1, extrêmement vulnérable a une superficie de 73 793,35 ha avec un taux de 30,54%. Il couvre le Centre-nord de la zone d'étude dont la Sous-préfecture d'Abengourou. L'extrême vulnérabilité est soumise à une multiforme d'activités anthropiques socio-économiques. Le niveau 2, qualifié de zone très vulnérable s'étend sur une proportion de 18,68% de l'ensemble de l'espace d'étude. Il couvre également la Sous-préfecture d'Abengourou et celle d'Aniassué y compris la forêt classée de la Béki qui a totalement disparu au profit d'intense activité agricole, d'où sa très forte vulnérabilité.

Le niveau 3, fortement vulnérable a une superficie estimée à 27,79% de l'ensemble de la couverture spatiale d'étude. Il renferme la plus grande partie de l'Est de la zone d'étude et abrite les Sous-préfectures de Niablé, d'Ebilassokro et de Zaranou.

Les niveaux 4 et 5 sont qualifiés respectivement de zones moyennement et moins vulnérables. Le niveau 4 parcourt la périphérie de la Forêt classée de Bossématié et a une étendue spatiale estimée à 12,38% de la zone d'étude. Ce niveau montre des signes d'infiltration humaine et d'exploitation agricole à la périphérie de la forêt classée de Bossématié. Le dernier niveau à savoir le niveau 5 s'étend sur 10,61% de la surface d'étude. Il couvre la forêt classée de Bossématié et est disséminé dans la zone de Niablé et d'Aniassué. Ce dernier niveau présente un état de conservation quasi-naturelle qu'il faille préserver.

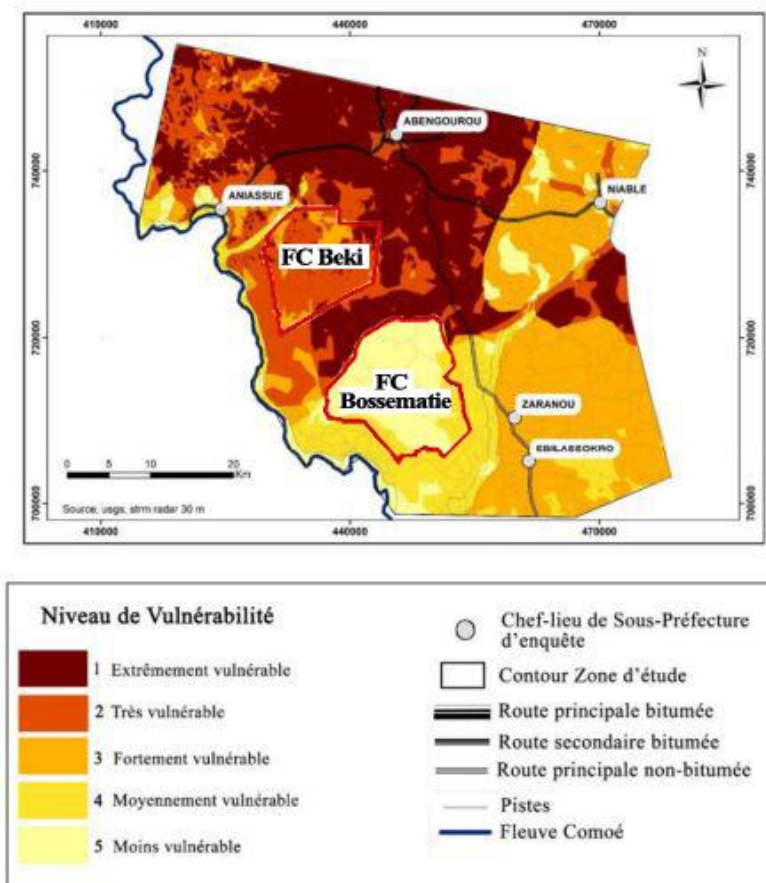


Fig. 13. Carte de vulnérabilité due aux facteurs physiques et à la pression anthropique

### 3.3 STRATEGIE D'ADAPTATION DES POPULATIONS RURALES FACES À LA VULNERABILITE DES TERRES AGRICOLES

Trois types d'adaptation ont été identifiés face à la vulnérabilité des terres agricoles. Ce sont: la modification des règles d'accès à la terre, l'adoption de l'agroforesterie et l'usage des engrais pour l'amélioration de la productivité.

#### 3.3.1 MODIFICATION DES REGLES D'ACCES À LA TERRE AU FIL DES ANS

La terre est un bien précieux qu'il ne faut pas la vendre. L'analyse des graphes de la planche 1 montre que l'acquisition de terre s'est amplifiée à partir des années 1980 de diverses manières.

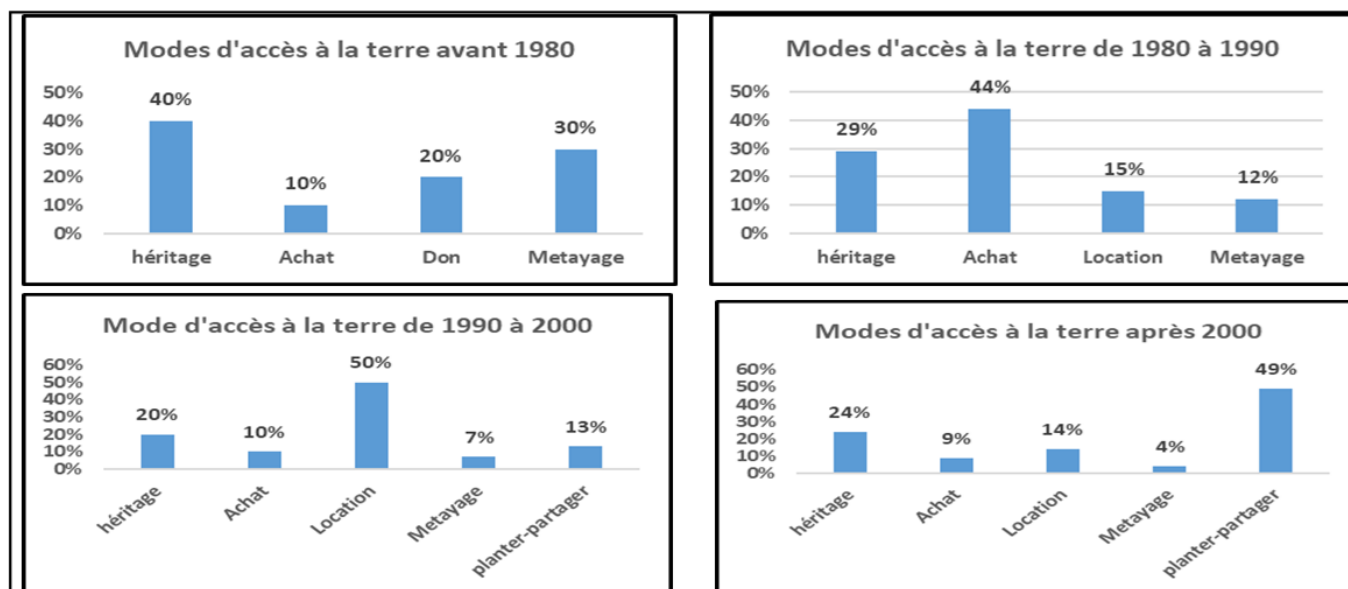


Planche 1: Dynamique temporelle du mode d'accès à la terre dans le département d'Abengourou

Les terres soumises à l'étude sont acquises soit par héritage, par achat, par lègue ou soit par les systèmes travailler-partager ou "Domintchè", location simple (sans partage), location avec partage ou métayage ou "Aboussan" communément appelée en langue locale Agni. Ces modes d'acquisition ont progressé au fil des années. Avant 1980, le mode d'accès par héritage (40%) et métayage (30%) étaient les plus propices. Entre 1980 et 1990, le mode d'accès par achat au taux de 44% a pris le pas sur les autres modes d'accès. Entre 1990 et 2000, le mode d'accès des terres par location est plus pratiqué, il atteint 50%. A partir de 2000, le système planter-partager à 49% est en vogue.

Compte tenu de la pression démographique de la population aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, une bonne politique de planification et de gestion de ses terres s'avère importante.

### 3.3.2 L'ADOPTION DE L'AGROFORESTERIE

Face à la vulnérabilité des terres, les populations enquêtées ont recours à la pratique de l'agroforesterie. C'est une technique culturale utilisée comme stratégie d'adaptation pour atténuer la vulnérabilité des espaces et des sols agricoles. Cette technique commence la plupart du temps par la coupe et le brûlis d'une végétation préexistante: forêt « naturelle », forêt dégradée, jachères ou ancienne plantation. Dans cet espace à exploitation, sont également laissés des arbres et arbustes que le paysan juge bien pour les cultures vivrières mais aussi pour les jeunes cacaoyers qu'il s'apprête à planter. L'objectif, est que les jeunes plants puissent bénéficier de l'ombrage des arbres qui n'ont pas été coupés. Les résultats des enquêtes ont révélé que cette technique culturale combine trois variétés de cacao: l'Amelonado appelé communément français, la variété *Forasteros Haut-Amazonienne et hybrides (Ghana)* et la variété *Mercedes (Hybride Forasteros Haut-Amazonienne et mélange Amelonado et Trinitario)*. La variété Ghana est la plus cultivée (56,7%) dans l'ensemble de la zone d'étude. Viennent ensuite les variétés Français (30,3%) et Mercedes (25%). Le mélange variétal représenté par Français/Ghana est généralement pratiqué dans 53,4% des plantations. En outre, la variété Français constitue la plus cultivée dans les plantations vieillissantes de plus de 30 ans. Cependant, la variété Mercedes est de plus en plus pratiquée dans les nouvelles plantations de Cacao.

### 3.3.3 USAGE DES ENGRAIS POUR L'AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE

La cacao-culture et l'hévéaculture nécessitent l'apport des produits phytosanitaires (pesticides) et fertilisants (engrais) pour leur croissance et une bonne production (figure 14).

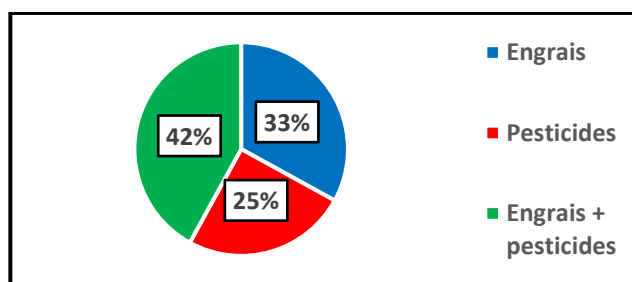


Fig. 14. Répartition des enquêtés selon le type de produits phytosanitaires

Source: Enquêtes de terrain, juillet 2024

Il ressort de l'enquête que 33% des planteurs interrogés utilisent des fertilisants (engrais) et 25% d'entre eux font usage des pesticides pour améliorer l'évolution des plants de cacao et d'hévéa. 42% utilisent aussi bien les engrais que les pesticides. Lors des missions de terrain, il a été donné de constater que l'utilisation correcte de ces produits reste de mise.

### 3.3.4 DE L'AVENIR DES TERRES AGRICOLES DANS LE DEPARTEMENT D'ABENGOUROU

Cette section, analyse dans une vision prospective la situation des terres cultivables. Et propose mes ures en vue d'une agriculture durable. Ainsi, à partir de la carte des vulnérabilités, la carte des antécédents culturaux a été réalisée.

La carte des antécédents culturaux (Figure 15) est issue du croisement de la carte de vulnérabilité des facteurs physiques et anthropiques. Elle fait un bilan des différentes parcelles de terre cultivables. Elle met en exergue la Forêt dense (16 478 ha, 14,06%), la Forêt dégradée (11 364 ha, 9,7%), la Jachère-culture (21 808 ha, 18,61%), le Bas-fond (37 199 ha, 31,75%) et la parcelle de Culture annuelle (30 324 ha, 25,88%).

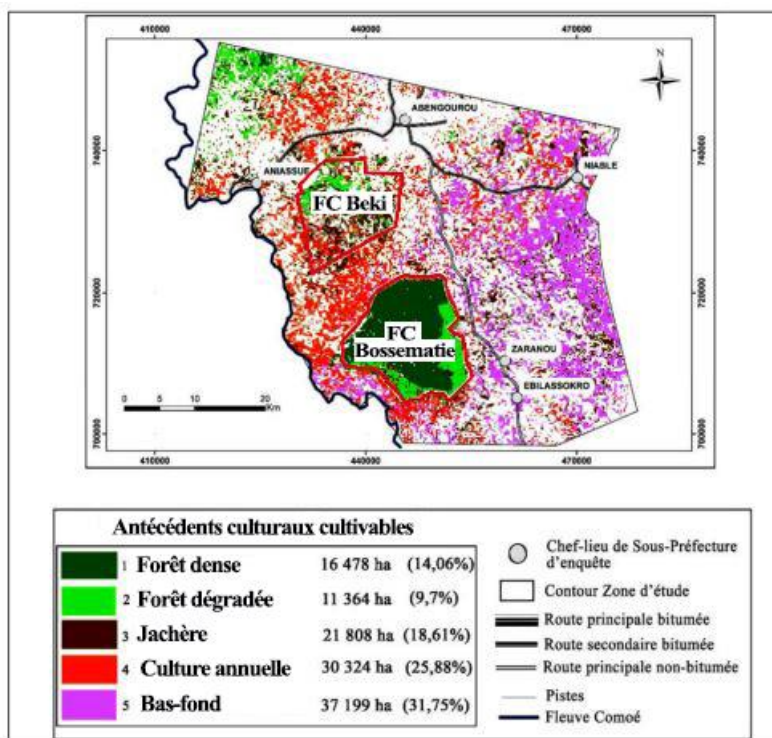


Fig. 15. Carte des Antécédents culturaux de la zone d'études

Ces différentes parcelles disséminées en de petites proportions à travers la zone d'étude sont sujets à des prises de décision relatée dans le tableau 11.

Tableau 11. Listing des actions à mener par rapport aux antécédents cultureaux

Type d'espace	Superficie en hectare	%	Action à mener
Forêt dense	16 478	14,06	A préserver
Forêt dégradée	11 364	9,7	A reboiser
Jachère	21 808	18,61	A cultiver
Culture annuelle	30 324	25,88	A cultiver
Bas fond	37 199	31,75	A cultiver

Source: Enquête de terrain, 2024

## 4 DISCUSSION

### CRITÈRE ALTITUDES ET CULTURE DE CACAO ET HÉVÉA

Un ensemble de critères a été identifié et servi de base à la détermination des zones vulnérables au défrichement agricole de l'espace géographique d'étude. Les zones les moins vulnérables sont les zones 1 de très basses altitudes qui représentent des Bas-fond et celles des hauts plateaux (zones 4 et 5). En effet, dans une étude, [13] a montré que la saturation en eau des sols est plus élevée dans les zones de basses altitudes (bas-fond) et seraient peu propices à la culture du cacao et de l'hévéa. Selon [14], l'échelle temporelle et spatiale utilisée, rend difficilement compte du détail des phénomènes liés à la situation topographique des zones en forte pente, sols peu évolués de sommet de colline, qui peuvent rendre un sol inapte à la cacaoculture, et à l'horizon de surface. Certaines caractéristiques, notamment la teneur en matière organique et la flore adventice, influencent fortement l'aptitude à l'installation des jeunes cacaoyers, [14].

### CRITÈRE TYPE DE SOLS ET CULTURE DU CACAO ET DE L'HÉVÉA

Le Critère Type de sols se justifie par son importance en culture cacaoyère, [15]. La répartition des surfaces agricoles serait liée à l'aptitude des sols pour le développement de la culture cacaoyère. Bien que les paysans ne mènent pas d'étude pédologique, toutefois, ils procèdent à une analyse sommaire basée sur leur propre expérience et sur la productivité des exploitations déjà installées dans les environs, [16]. Les sols hydromorphes (organique et minéral) représentent respectivement 2,79% et 5,22% des surfaces et 2,44% et 8,55% de Cacao reconvertis. Ce sont des bas-fonds, caractérisés par les arénosols parfois liés avec les gleysols. Ces derniers se distinguent par un surplus d'eau causé par une couche impénétrable très argileuse à une profondeur de plus de 55 cm, [17]. Ils sont aussi caractérisés par une forte proportion de matière organique jusqu'à une profondeur de 20-25 cm, ce qui les rend intéressant en vue d'une exploitation saisonnière vivrière, par exemple avec du riz. Ces sols se caractérisent par un potentiel nutritif plus important que dans les autres types de sols de la région [18]. Du fait de leur structure et de leur composition, ils possèdent une bonne capacité de rétention en eau. Cela en fait les sols les plus favorables au développement de cultures de type pérenne comme le cacao. Malgré ce potentiel, les bas-fonds de la zone enregistrent un faible taux de culture cacaoyère.

### PRESSION ANTHROPIQUE ET CULTURE DU CACAO ET DE L'HÉVÉA

Les activités humaines apportent de façon générale une consommation des ressources naturelles et un changement dans le fonctionnement des écosystèmes qui les entourent [19], [20], [21]. L'hévéaculture connaît un succès en milieu rural. Elle est l'un des facteurs des nombreuses mutations observées dans les campagnes, surtout en zone forestière. Qualifiée d'espèce écologiquement rentable et protectrice de l'environnement [22], cependant, l'hévéaculture suscite des inquiétudes consécutives à la forte pression foncière qu'exige parfois sa mise en place d'exploitations, [23]. En effet, dans la zone d'étude, le taux de reconversion de Cacao en Hévéa dans les Sous-préfectures d'Ebilassokro et de Zaranou est respectivement de 38,40% et 32,05% pour une densité de population d'environ 45 à 55 hbts/km<sup>2</sup> et de 55 à 65 hbts/km<sup>2</sup>. Un tel rendement est inspiré du succès de l'hévéaculture dans le département de Bettié, localité située à une vingtaine de kilomètre des sous-préfectures d'Ebilassokro et de Zaranou dont les terres étaient des espaces dédiés jusqu'alors à des cacaoyères vieillissantes et désormais, ces espaces voués à la création de nouvelles plantations d'hévéa, suite aux années d'instabilité, de cours erratiques, de spéculations effrénées et de scandales politico-financiers à répétition [24].

D'un point de vue environnemental selon le groupe [25], l'hévéa respecte parfaitement l'environnement. En effet, les plantations d'hévéa ont remplacé des couvertures forestières primaires et les avantages comparatifs de ce constat sont avérés, tant d'un point de vue environnemental que du point de vue du développement durable villageois [26]. Des recherches ont aussi montré qu'au-delà de la forte fourniture d'arbres, l'hévéaculture est par excellence, l'essence la plus écologique en raison de la faible utilisation des produits phytosanitaires dans les exploitations [25]. Sans donc négliger l'inquiétude des sceptiques sur les conséquences néfastes probables de la forte propension de l'hévéaculture sur l'environnement, nombreuses sont aussi les approches, qui ont montré que l'hévéaculture joue un rôle important dans l'équilibre environnemental.

**VULNÉRABILITÉ DES ESPACES AGRICOLES**

La vulnérabilité des espaces agricoles due à la pression anthropique et aux potentialités physiques a modifié la biodiversité du milieu d'étude en mettant en évidence cinq niveaux de vulnérabilités différentes évoluant du niveau 1 (extrêmement vulnérable, 30,54%) au niveau 4 et 5 qualifiés respectivement de zone moyennement, (12,38% de la zone d'étude) et moins vulnérable (10,61%) en passant par le niveau 2 (zone très vulnérable, 18,68%) au niveau 3 (fortement vulnérable 27,79%). A partir de ces constats, [27] a estimé qu'il est donc important d'identifier les pressions qui s'exercent sur ces zones, mais également de mieux connaître comment ces pressions sont distribuées sur l'espace d'étude, et avec quelle intensité elles s'exercent sur le milieu. Ces connaissances peuvent contribuer à une gestion plus efficace de la biodiversité et activités économiques.

**5 CONCLUSION**

La détermination des niveaux de vulnérabilités de la zone d'étude à partir de l'analyse spatiale multifactorielle AHP et des systèmes d'informations géographiques a permis d'évaluer les différents niveaux des zones vulnérables en se basant sur les cartes de potentialités physiques et de pressions anthropiques. Cette carte de vulnérabilité couplée aux mutations cacao-hévéa a permis de discriminer les antécédents cultureux qui constitueraient des indices de prises de décision pour une planification et une gestion optimale des espaces cultivables dans l'optique d'un défrichement agricole durable.

**REFERENCES**

- [1] Léonard Eric et Vimard Patrice, Crises et recompositions d'une agriculture pionnière en Côte d'Ivoire: Dynamiques démographiques et changements économiques dans le Bas-Sassandra (Côte d'Ivoire), p. 16 IRD et KARTHALA, Paris, 367 pages, 2005.
- [2] Zogbo Zady Edouard, «Valorisation rizicole et maraichère des bas-fonds, une alternative à la crise agricole dans le district de Yamoussoukro,» in *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, Vol. 1, N° 08, LERMIT, Ouagadougou, pp. 145-174, 2019.
- [3] Assi-Kaudjhis Joseph Pierre, *Étude géographique de l'aquaculture en Afrique sub-saharienne: exemple de la Côte d'Ivoire*, thèse de doctorat, p. 233, Université libre de Bruxelles, Bruxelles, 369 pages, 2005.
- [4] Inventaire Forestier et Faunique National, Côte d'Ivoire: Enquête exclusive « Comment la Déforestation accentue le changement climatique, l'Etat organise la riposte » (dossier) publié par Elvis GOUZA le 21 mars 2023, 2021.
- [5] Roel Plant, Pierre Maurel, Éric Barbe, Jane Brennan, Les terres agricoles face à l'urbanisation De la donnée à l'action, quels rôles pour l'information ? éditions Quæ, 2018 ISBN: 978-2-7592-2922-2 Éditions Quæ RD 10 78026 Versailles Cedex, 2018.
- [6] Koffi Innocent, Dibi N'da Hyppolite, N'dri Kouamé Félix, Koffi Brou Emile, Kouame Koffi Fernand «Apport de la Télédétection et des SIG à la caractérisation des mutations de cultures pérennes à base de Cacao et d'Hévéa dans l'ancienne boucle de Cacao: cas du département d'Abengourou (Sud-est de la Côte d'Ivoire) » *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)* ISSN (Online): 2319 – 6734, ISSN (Print): 2319 – 6726 www.ijesi.org | |Volume 7 Issue 5 Ver. IV | | May 2018 | | PP 01-12, 2020.
- [7] Wilson, DK, Purdon, SE et Wallston, KA Respect des recommandations en matière de santé: aperçu théorique de la formulation des messages. *Health Education Research*, 3 (2), 161–171,1988. <https://doi.org/10.1093/her/3.2.161>
- [8] Saaty, T.L. «Comment prendre une décision: le processus de hiérarchie analytique» *Revue européenne de recherche opérationnelle*, 48, 9-26, 1990. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).
- [9] Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, USA, 20-25, 1980.
- [10] Mohamed A. AL-SHALABI, Shattri Bin Mansor, Nordin Bin Ahmed, Rashid Shiriff, GIS Based Multicriteria Approaches to Housing Site Suitability Assessment, TS 72 – GIS Applications – Planning Issues, Shaping the Change XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13, 2006.
- [11] Sheikh, N., Kumar, Y., Mishra, A.K. and Pfoze, L., Phytochemical Screening to Validate the Ethnobotanical Importance of Root Tubers of Dioscorea Species of Meghalaya, North East India. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 1, 62-69, 2013.
- [12] Mohammed, B.; Gabel, M.; Karlsson, LM, Valeurs nutritives de l'ensète, une plante vivrière et fourragère tolérante à la sécheresse. *Afr. J. Agric. Sci.*, 8 (20): 2326-2333, 2013. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.129>
- [13] Vooren A.P., Appropriate buffer zone management practices for Taï National Park (Côte d'Ivoire). In *Atelier sur l'aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide*. Actes. Cayenne, Guyane française, 12-16 de mars de 1990, Paris, MAB-Unesco-Nogent-sur-Marne, CTFT, 1992.
- [14] Petithuguenin, Philippe, Les conditions naturelles de production du cacao en Côte d'Ivoire, au Ghana et en Indonésie. *Plantations, Recherche, Développement*, 5, 393-411, 1998.
- [15] CI (Conservation Internationale) et MINEFOR (Ministère des Eaux et Forêts), Ligne Directrices pour le Parc National de la Marahoué, République de Côte d'Ivoire, 91pages, 2001.
- [16] Rougerie Gabriel, Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière Éditeur: IFAN / Langue: Français. Nombre de pages: 542, 1960.
- [17] Sanchez, Property and management of soils in the tropics. John Wiley and Son, New york, 1976.
- [18] Gérold P, *Mol Biochem parasitol* 75: 131, 1996.

- [19] Scheffer, M., Hosper, SH, Meijer, ML & Moss, B. Équilibres alternatifs dans les lacs peu profonds. *TrendsEcol.*200/201 475-486 (1990), 2001.
- [20] W. Neil Adger, Nigel Arnell, Emma Tompkins, Adaptation réussie au changement climatique à toutes les échelles *Changement environnemental global* 15 (2): 77—86, 2005, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005
- [21] Carpenter, S. R., E. M. Bennett, and G. D. Peterson, Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecology and Society* 11 (1): 29 Copyright © 2006 by the author (s). *Published here under license by the Resilience Alliance*, 2006, [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art29>.
- [22] Greenpeace, Acheter Amical de la forêt et Conseil de gestion de la Forêt. 4 pages, 2011, [Ressource en ligne], Disponible sur: <http://www.greenpeace.org/newzealand/campaigns/ancientforests/action/buy-forest-friendly>. (Consulté le 24-12-2016).
- [23] Kouamé Kra Frédéric, Biologie et écologie des adventices majeures de la riziculture dans la région du.Bélier au Centre de la Côte d'Ivoire. Thèse unique de Doctorat à l'Université FHB Abidjan, 157 pages, 2014.
- [24] Enquête Jeune Afrique, La ruée vers l'hévéa, publié par Théophile Kouamouo le 28 juillet 2009, archive Côte d'Ivoire, 2009.
- [25] Dbhardwoods, L'hévéa respecte parfaitement l'environnement, 2006, [Ressource en ligne]. Disponible sur: <http://www.dbhardwoods.com> (Consulté le 24-12-2016).
- [26] Hamel, O. & Eschbach, J. M., Impact potentiel du mécanisme de développement propre dans l'avenir des cultures pérennes: état des négociations internationales et analyse prospective à travers l'exemple de la filière de production du caoutchouc naturel. In: *CIRAD forêt*, Vol. 8 N° 6. TA10/ Campusinternational de Baillarguet: In: EDP Sciences. 11 pages, 2001, [Ressource En ligne].Disponible sur: <http://www.edpsciences.org>. (Consulté, le 24- 10- 2016).
- [27] Richardson E.A., Kaiser M.J., Edwards-Jones G., Possingham H.P., Sensitivity of Marine-Reserve Design to the Spatial Resolution of Socioeconomic Data. *Conservation Biology*, 20, 1191–1202, 2006.