

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

www.riges-uaو.net

ISSN-L: 2521-2125

ISSN-P: 3006-8541

Numéro 19, Tome 1

Décembre 2025



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

INDEXATION INTERNATIONALE

SJIF Impact Factor

<http://sjifactor.com/passport.php?id=23333>

Impact Factor: 8,333 (2025)

Impact Factor: 7,924 (2024)

Impact Factor: 6,785 (2023)

Impact Factor: 4,908 (2022)

Impact Factor: 5,283 (2021)

Impact Factor: 4,933 (2020)

Impact Factor: 4,459 (2019)

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Maître de Conférences à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOUOT** Asseyopo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO** N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOKO** Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ANOH** Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO** Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP** Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW** Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP** Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU** Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA** Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ÖBEL** Christof, Professeur Tutilaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) - Azcapotzalco (Mexico)

EDITORIAL

La création de RIGES résulte de l'engagement scientifique du Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RIGES est une revue généraliste de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des mutations en cours issues des désorganisations structurelles et fonctionnelles des espaces produits. La revue maintient sa ferme volonté de mutualiser des savoirs venus d'horizons divers, dans un esprit d'échange, pour mieux mettre en discussion les problèmes actuels ou émergents du monde contemporain afin d'en éclairer les enjeux cruciaux. Les enjeux climatiques, la gestion de l'eau, la production agricole, la sécurité alimentaire, l'accès aux soins de santé ont fait l'objet d'analyse dans ce présent numéro. RIGES réaffirme sa ferme volonté d'être au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent aux enjeux, défis et perspectives des mutations de l'espace produit, construit, façonné en tant qu'objet de recherche. A cet effet, RIGES accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées à la pensée géographique dans cette globalisation et mondialisation des problèmes qui appellent la rencontre du travail de la pensée prospective et de la solidarité des peuples.

**Secrétariat de rédaction
KOUASSI Konan**

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- HECTHELI Follygan, Professeur Titulaire, U L (Togo)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- Yao Jean-Aimé ASSUE, Professeur Titulaire, UAO
- Zamblé Armand TRA BI, Maître de Conférences, UAO
- KADOUZA Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- GIBIGAYE Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- GÖBEL Christof, Professeur Tutilaire, Universidad Autonoma Metropolitana, (UAM) - Azcapotzalco (Mexico)

Sommaire

Maguette NDIONE, Mar GAYE <i>Variabilité climatique et dynamiques spatio-temporelle des unités morphologiques dans le département d'Oussouye des années 1970 aux années 2010 et les perceptions locales de leurs déterminants</i>	9
KROUBA Gagaho Débora Isabelle, KONAN Loukou Léandre, KOUAKOU Kikoun Brice-Yves <i>Variabilité climatique et prévalence de la diarrhée chez les enfants de moins de cinq ans dans le district sanitaire de Jacqueville (Côte d'Ivoire) : contribution pour une meilleure épidémiosurveillance</i>	32
Henri Marcel SECK El Hadji Balla DIEYE, Tidiane SANE, Bonoua FAYE <i>Mutations et recompositions des territoires autour des sites miniers des ICS dans le département de Tivaouane (Sénégal)</i>	47
NGOUALA MABONZO Médard <i>Analyse spatio-temporelle des paramètres hydrodynamiques et bilan hydrologique dans le bassin versant Loudima (République du Congo)</i>	63
TRAORE Zié Doklo, AGOUALE Yao Julien, FOFIE Bini Kouadio François <i>L'influence des acteurs d'arrière-plan et le rôle ambivalent des associations villageoises dans la préservation du parc national de la Comoé en Côte d'Ivoire</i>	78
Rougyatou KA, Boubacar BA <i>Les fonciers halieutiques à l'épreuve des projets gaziers au Sénégal : accaparement et injustices socio-environnementales à Saint-Louis</i>	97
Yves Monsé Junior OUANMA, Atsé Laudose Miguel ELEAZARUS <i>Logiques et implications socio-spatiales du mal-logement à Zoukougbeu (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)</i>	124
Abdou BALLO, Boureima KANAMBAYE, Souleymane TRAORE, Tidiani SANOGO <i>Impacts of artisanal gold mining on grassland pastoral resources in the rural commune of Domba in Mali</i>	141

Mbaindogoum DJEBE, Pallaï SAABA, Christian Gobert LADANBÉ, Beltolna MBAINDOH	152
<i>Influence du milieu physique et stratégies de résilience de la population rurale dans le bassin versant de lac Léré au sud-ouest du Tchad</i>	
SENE François Ngor, SANE Yancouba, FALL Aïdara C. A. Lamine	168
<i>Caractérisation physico-chimique des sols du sud du bassin arachidier sénégalais : cas de l'observatoire de Niakhar</i>	
Ahmadou Bamba CISSE	192
<i>Variabilité temporelle des précipitations dans le nord du bassin arachidier sénégalais et ses conséquences sur la planification agricole</i>	
ADOUM IDRIS Mahadjir	204
<i>Analyse spatiale et socio-économique de la crise du logement locatif à Abéché au Tchad</i>	
Modou NDIAYE	215
<i>Les catastrophes d'inondation sur Dakar. analyse de la dynamique des relations entre les systèmes des établissements et les systèmes naturels vues par le prisme de conséquences sous la planification spatiale dans la ville de Keur Massar</i>	
YRO Koulaï Hervé, ANI Yao Thierry, DAGO Lohoua Flavient	231
<i>Conteneurisation et dynamique du transport conteneurisé sur la Côte Ouest Africain (COA)</i>	
SREU Éric	245
<i>Commercialisation des produits médicamenteux dans les transports de masse à Abidjan : le cas des bus de la Sotra</i>	
ODJIH Komlan	266
<i>L'accès à la césarienne dans la zone de couverture du district sanitaire de Blitta (Togo)</i>	
Arouna DEMBELE	283
<i>De l'arachide au coton : une mutation agricole dans la commune rurale de Djidian au Mali</i>	
Ibra FAYE, El Hadji Balla DIEYE, Tidiane SANE, Henri Marcel SECK, Djiby YADE	297
<i>Transformations des usages des sols dans les Niayes du Sénégal : vers une recomposition des activités agricoles traditionnelles dans un espace rural en mutation</i>	
TAKILI Madinatètou	325
<i>Stagnation des anciennes villes secondaires au Togo : une analyse à partir de Pagouda</i>	

KOUAKOU Kouadio Séraphin, TANO Kouamé, KRA Koffi Siméon <i>Champs écoles paysans, une nouvelle technique de régénération des plantations de cacao dans le département de Daloa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	341
DOHO BI Tchan André <i>Etalement urbain et mode d'occupation de l'espace périphérique ouest de la ville de San-Pedro (sud-ouest, Côte d'Ivoire)</i>	359
Etelly Nassib KOUADIO, Ali DIARRA <i>Analyse spatiale de la couverture en infrastructure hydraulique et accès à l'eau potable en milieu rural du bassin versant de la Lobo (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	374
GNANDA Isidore Bila, SAMA Pagnaguédé, ZARE Yacouba, OUOBA-IMA Sidonie Aristide, YODA Gildas Marie-Louis, ZONGO Moussa <i>Effet de deux formules alimentaires de pré vulgarisation sur les performances pondérales et les rendements carcasses des porcs en croissance : cas des élevages des zones périurbaines de Réo et de Koudougou, au Burkina Faso</i>	393
KOUAKOU Koffi Ferdinand, KOUAKOU Yannick, BRISSY Olga Adeline, KOUADIO Amoin Rachèle <i>Camps de prière et conditions de vie des Populations Vivant avec la Maladie Mentale (PVMM) dans le département de Tiébissou (Centre, Côte d'Ivoire)</i>	415
Madiop YADE <i>L'agropastoralisme face à la variabilité pluviométrique dans la commune de Dangalma (région de Diourbel, Sénégal)</i>	432
DIBY Koffi Landry, YEO Watagaman Paul, KONAN N'Guessan Pascal <i>Dynamique de l'agriculture de plantation dans la sous-préfecture de Bouaflé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	452
Leticia Nathalie SELLO MADOUNGOU (ép. NZÉ) <i>L'usage des pesticides et des eaux usées dans le maraîchage urbain au Gabon : risques sanitaires et environnementaux</i>	469
Sawrou MBENGUE, Papa SAKHO, Anne OUALLET <i>Appropriation de l'espace à Mbour (Sénégal) : partage de l'espace entre visiteurs-visités dans une ville touristique</i>	495
ZONGO Zakaria, NIKIEMA Wendkouni Ousmane <i>Gestion linéaire et opportunités de valorisation des déchets solides de la gare routière de Boromo (Burkina Faso)</i>	520

Omad Laupem MOATILA <i>Habitudes citoyennes et stratégies d'adaptation à la pénurie en eau dans la périphérie nord de Brazzaville (République du Congo)</i>	537
Aboubacar Adama OUATTARA <i>Perspectives d'utilisation de l'intelligence artificielle dans le district sanitaire de San Pedro (Sud-Ouest, Côte d'Ivoire)</i>	554
Mamadou Faye, Saliou Mbacké FAYE <i>Mobilité des femmes Niominkas et dynamique du transport fluvio-maritime dans les îles du Saloum, Sénégal.</i>	572
Mame Diarra DIOP, Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL, Adama Ndiaye <i>Evaluation corrélative de la dégradation des sols et des performances agricoles dans le bassin versant du Baobolong (Sénégal) : implications pour une gestion durable des terres</i>	590
KASSI Kassi Bla Anne Madeleine, YAO N'guessan Fabrice, DIABAGATÉ Abou <i>Dynamique spatio-temporelle et usage des outils de planification urbaine à Abengourou (Côte d'Ivoire)</i>	613
EHINNOU KOUTCHIKA Iralè Romaric <i>Diversité floristique des bois sacrés suivant les strates dans les communes de Glazoué, Save et Ouesse au Bénin (Afrique de l'ouest)</i>	639
KONATE Abdoulaye, KOFFI Kouakou Evrard, YEO Nogodji Jean, DJAKO Arsène <i>Le vivier face à l'essor des cultures industrielles dans la région du Gboklé (Sud, Côte d'Ivoire)</i>	655
OUATTARA Oumar, YÉO Siriki <i>Le complexe sucrier de Ferke 2, un pôle de développement de l'élevage bovin dans le nord de la Côte d'Ivoire</i>	667
Lhey Raymonde Christelle PREGNON, Cataud Marius GUEDE, Tintcho Assetou KONE épouse BAMBA <i>Analyse spatiale du risque de maladies hydriques liées à l'approvisionnement en eau domestiques dans trois quartiers de Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire)</i>	687
Awa FALL, Amath Alioune COUNDOUL, Malick NDIAYE, Diarra DIANE <i>Le déplacement à Bignarabé (Kolda, Sénégal) : des populations au chevet de leur mobilité</i>	716
DANGUI Nadi Paul, N'GANZA Kessé Paul, Yaya BAMBA, HAUHOUOT Célestin <i>Analyse du processus de la reconstitution morpho-sédimentaire des plages de Port-Bouët à Grand-Bassam (sud de la Côte d'Ivoire) après la marée de tempêtes de juillet 2018</i>	735

MUTATIONS ET RECOMPOSITIONS DES TERRITOIRES AUTOEUR DES SITES MINIERS DES ICS DANS LE DEPARTEMENT DE TIVAOUANE (SENEGAL)

Henri Marcel SECK, Docteur

Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE)

Département de Géographie, U.F.R. Sciences et Technologies, Université Assane
SECK de Ziguinchor (UASZ), BP 523 Ziguinchor (Sénégal).

Email : h.seck5142@zig.univ.sn

El Hadji Balla DIEYE, Maître de Conférence,

Département de Géographie, U.F.R. Sciences et Technologies, Université Assane
SECK de Ziguinchor (UASZ), Laboratoire de Géomatique et d'Environnement,

Email : edieye@univ-zig.sn

Tidiane SANE, Professeur titulaire,

Département de Géographie, U.F.R. Sciences et Technologies, Université Assane
SECK de Ziguinchor (UASZ), Laboratoire de Géomatique et d'Environnement, BP
523 Ziguinchor (Sénégal).

Email : tsane@univ-zig.sn

Bonoua FAYE, Phd,

School of Public Administration and Law, Northeast Agricultural University, Harbin
150030, China;

Email : bonouafaye08@gmail.com

(Reçu le 1 août 2025; Révisé le 11 novembre 2025 ; Accepté le 30 novembre 2025)

Résumé

Dans les communes environnantes des industries chimiques du Sénégal (ICS), la croissance spatiale rapide des carrières à des mutations importantes sur l'occupation des sols, en particulier autour des sites miniers. Cette croissance spatiale est l'une des facteurs de la dynamique des paysages entraînant ainsi d'énormes conséquences environnementales et sanitaires dans l'espace. La présente étude vise à évaluer la dynamique des paysages autour des sites miniers des ICS de 1973 à 2021. À partir de l'approche cartographique couplée aux outils de collectes, de traitement de données d'entretiens de terrain, les tendances évolutives de l'occupation du sol sont quantifiées. L'étalement des carrières de 491 % entre 1973 et 2021 a enregistré une expansion rapide du bâti de 404 % sur la période de l'étude, suivie d'une régression des vergers de - 8 % et des autres zones de cultures - 45 %. Ces effets négatifs sont nettement plus marqués à proximité des sites miniers. Ces perturbations, liées à l'évolution des carrières de phosphates, s'amplifient avec le temps et sont perceptibles au sein de toutes les classes proches des sites miniers.

Mots-clés : Dynamique, Occupation du sol, Sites miniers, ICS, Tivaouane, Sénégal.

TRANSFORMATIONS AND REORGANIZATIONS OF TERRITORIES AROUND MINING SITES OF ICS IN THE TIVAOUANE DEPARTMENT (SENEGAL)

Abstract

In the communes surrounding the chemical industries of Senegal (ICS), the rapid spatial growth of quarries has led to significant changes in land use, particularly around mining sites. This spatial growth is one of the factors driving landscape dynamics, thereby causing enormous environmental and health consequences in the area. The present study aims to assess the landscape dynamics around the ICS mining sites from 1973 to 2021. Using the cartographic approach combined with tools for collecting and processing field interview data, the evolving trends of land use are quantified. The expansion of quarries by 491% between 1973 and 2021 coincided with a rapid growth of built-up areas by 404% during the study period, followed by a decline in orchards by -8% and other crop areas by -45%. These negative effects are much more pronounced near mining sites. These disruptions, linked to the development of phosphate quarries, increase over time and are noticeable across all classes near the mining sites.

Keywords : Dynamics, Land use, Mining sites, ICS, Tivaouane, Senegal.

Introduction

Dans la région de Thiès, l'extraction des réserves de phosphates a commencé vers les années 1960 avec l'ouverture d'une première carrière dans la commune de Taïba Ndiaye. Cette exploitation a été assurée par la Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba Ndiaye (CSPT) dans la commune éponyme et l'unité de traitement des Industries Chimiques du Sénégal (ICS) dans la commune de Darou Khoudoss. Dans leur fonctionnement, la CSPT et les ICS étaient complémentaires dans la mesure où une partie du phosphate exploité à ciel ouvert par la CSPT subissait un traitement chimique par les ICS jusqu'aux années 1996 où elles se sont fusionnées pour éviter la concurrence locale afin de faire face à celle internationale. La CSPT et les ICS constituent un atout réel pour l'économie Sénégalaise et celle locale du fait des nombreuses retombées économiques (H. M. SECK, 2021, p 3 ; S. COULIBALY, 1998, p 87). Outre les retombées économiques (taxes diverses, création d'emplois directs et indirects, création d'entreprises connexes, etc.) l'exploitation minière est une activité qui engendre d'énormes problèmes environnementaux et socio-économiques dont la modification du paysage et la dégradation des conditions de vie des populations. En 1984, après la fusion-absorption qui consacre les ICS et le démarrage de la première usine de traitement, l'entreprise débute la transformation du phosphate en acide phosphorique. Ce qui a fait positionner le pays parmi les 15 premiers producteurs mondiaux de phosphate (B. Mballo, 2012, p 44). L'exploitation minière à ciel ouvert dans la zone d'étude utilise de gros engins (bulldozers, pelles, dumper) pour atteindre

le minerai. Cette extraction entraîne la dégradation de milliers d'hectares de terres qui après exploitation, font parfois l'objet de réaménagement pour la pratique du maraîchage. Aussi, les activités minières occupent de grands espaces, ce qui impacte négativement la végétation. C'est ainsi que la zone d'exploitation qui, jadis, était une plaine couverte de fourrées, de savanes entrecoupées d'ilots forestiers très dégradés, est devenue une zone accidentée, dénudées souvent difficile d'accès, marqué par des monticules, des plateaux et des vallées artificielles résultant des dépôts de terrils en cônes impropre à l'agriculture. Dans ce contexte, le développement de l'activité minière en particulier l'exploitation du phosphate par les ICS, qui est devenu un enjeu socioéconomique et environnemental local, doit tenir compte la protection de leur environnement, l'utilisation durable des ressources naturelles, l'équité sociale et la préservation de la santé de la population des communes riveraines.

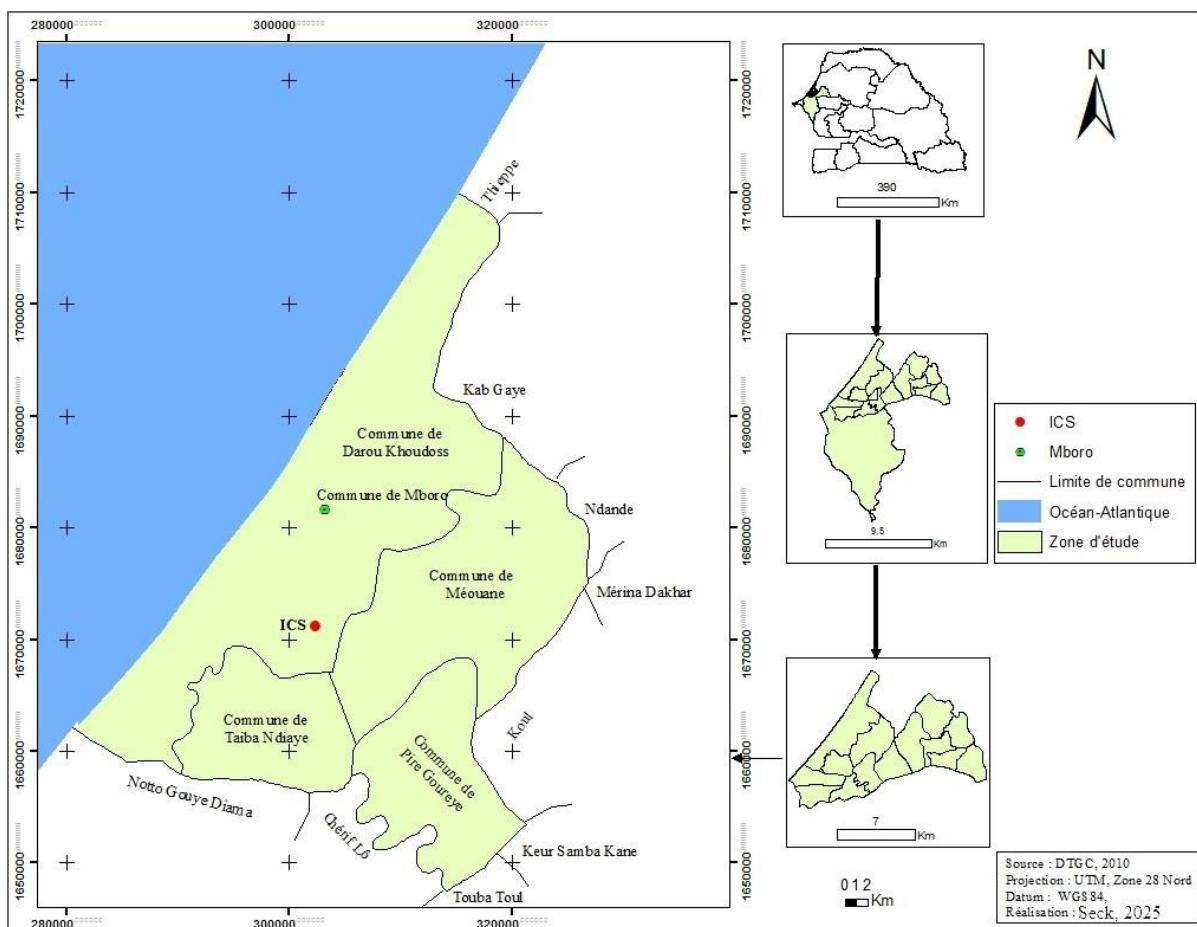
De ce fait, nous nous sommes posé la question suivante : comment se présente la dynamique spatiale de l'occupation du sol dans les carrières de phosphates des ICS ?

Cette contribution scientifique vise à analyser la dynamique spatiale de l'occupation des sols dans les carrières de phosphates des ICS. De façon spécifique, il s'agit de cartographier l'évolution spatiale de l'occupation des sols de 1973 à 2021 avant d'analyser les facteurs à l'origine de cette évolution. Elle vérifie l'hypothèse selon laquelle, les autres zones de cultures et vergers ont régressé au profit de l'exploitation minière. La dégradation de l'environnement et par conséquent celle des ressources naturelles est d'autant plus inquiétante qu'elle ne laisse indifférents ni acteurs de développement, ni chercheurs.

1. Présentation de la zone d'étude

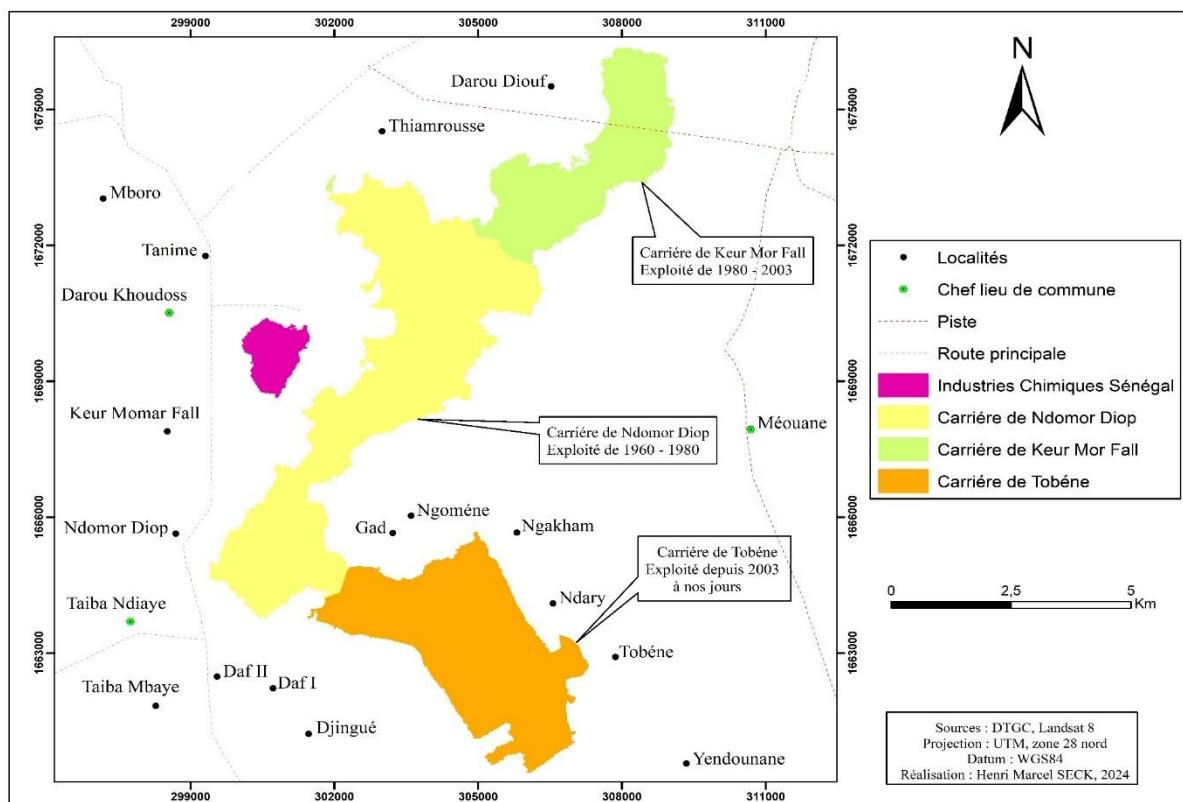
La zone d'étude est située au Sénégal, dans la région de Thiès, plus précisément dans le département de Tivaouane. Elle regroupe quatre (4) communes qui accueillent les ICS : la commune de Taïba Ndiaye (140 km²), la commune de Darou Khoudoss (548 km²), la commune de Méouane (334,3 km²) et la commune de Pire Goureye (192 km²) (S. KESSELER et V. TTINE., 2004, p 17). Elle est limitée au Nord-Est par les communes de Thieppe et Kab Gaye dans le département de Kébémer, au Sud par la commune de Notto Gouye Diama et de Chérif Lô, à l'Ouest par l'Océan-Atlantique et à l'Est par les communes de Mérina Dakhar, Koul et Ndande (Kébémer) (carte 1). Cette zone fait partie de la zone des Niayes et couvre au total une superficie de 1214,3 Km². Elle est rendue célèbre par les ICS et le phosphate exploité depuis 1960.

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude



La carrière de phosphate des ICS est située au Sénégal, dans la région de Thiès entre les villes de Mboro et de Tivaouane. Cette zone fait partie du bassin Sénégalo-Mauritanien et se situe à environ 80 km au nord-est de Dakar (H. M. SECK, 2019, p 53 ; P. O. Diongue, 1999, p 1). La carrière des ICS forme une vaste zone triangulaire de 22 km de long sur 10 km de large (carte 2). Elle s'étale sur quatre communes (Taïba Ndiaye, Darou Khoudoss, Méouane et Pire Goureye). La carrière comprend trois grands secteurs d'extraction (carte 2) recouvert chacun d'une importante couche de sable variant de 20 à 30 m d'épaisseur (C. L. FAYE, 2006, p 13) : le secteur de Ndomor Diop déjà exploité de 1960 à 1980 ; le secteur de Keur Mor Fall déjà exploité de 1980 à 2003 ; le secteur de Tobéne est en cours d'extraction depuis 2003

Carte 2 : Secteurs d'extraction de phosphate par les ICS



2. Méthodes et données

2.1. La cartographie de l'occupation des sols et des changements dans la zone d'étude

2.1.1. Données géospatiales utilisées

Dans le cadre de cette étude, trois images satellites de la série Landsat MSS (*Multi Spectral Sensor*) (*Thematic Mapper* (TM) et *Operational Land Imager* (OLI) and the *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) ont été utilisées pour cartographier l'évolution de l'occupation des sols de la zone d'étude (T. MBAVUMOJA. A. J. EBUY. K. J. MASIMO, 2022, p 3) (tableau 1).

Tableau 1 : Données satellites utilisées

Satellite et capteur	Dates d'acquisition	Résolution spatiale	Numéro de Scènes
Landsat1 MSS	16 avril 1973	60 m	Scène 220/049
Landsat 5 TM	9 mai 1985	30 m	Scène 205/050
Landsat8 OLI -TIRS	23 mai 2021		Scène 205/049

Source : Landsat 1973, 1985 et 2021

Les images, téléchargées sur le site <http://earthexplorer.usgs.gov>, ont permis d'étudier la dynamique de l'occupation des sols en trois dates 1973, 1985, et 2021. Le choix de ces dates repose sur des critères relatifs à la qualité des images, à la disponibilité (1973), et l'implantation de la première industrie (ICS) de transformation du phosphate en acide phosphorique et sulfurique (1985) dans la zone d'étude. Et enfin, l'année 2021 est retenue pour cartographier les états et mutations récents principalement occasionnés par l'exploitation et la transformation du phosphate par les ICS. Les caractéristiques des images utilisées sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Quelques caractéristiques des capteurs Landsat utilisés

Capteur et plate-forme	MSS Landsat 1	TM Landsat 5	OLI -TIRS Landsat8
Bandes Spectrales en (μm)	Aérosols	---	0,433 - 0,453
	Bleu	0,45 - 0,52	0,450 - 0,515
	Vert	0,5 - 0,6	0,525 - 0,600
	Rouge	0,6 - 0,7	0,630 - 0,680
	Proche Infrarouge	0,7 - 0,8 0,8 - 1,1	0,845 - 0,885
	Infrarouge moyen	---	1,55 - 1,75 2,08 - 2,35
	Infrarouge thermique	---	10,4 - 12,50
	Panchromatique	---	0,500 - 0,680
	Cirrus	---	1,360 - 1,390
Résolution spatiale	Générale : 79 m	Générale : 30 m Infrarouge thermique : 120 m	Générale : 30 m Panchromatique : 15m Infrarouge thermique : 60 m

Source : Landsat 1973, 1985 et 2021

2.1.2. Le traitement des données satellites

La production de cartes d'occupation des sols est basée sur des méthodes prétraitements et de traitement des images satellitaires Landsat retenues (source) avec les logiciels de traitements d'images (*Envi classic 5.6*) et de cartographie (*ArcGis*). Le traitement des trois images (1973, 1985 et 2021) a commencé par la correction géométrique pour attribuer les mêmes caractéristiques aux dates retenues (résolution spatiale, superposition des bandes de dates différentes) ; ensuite la combinaison de bandes pour faire des compositions colorées et enfin l'identification et la définition des classes spectrales et thématiques et la classification supervisée des images.

2.1.3. Le choix des classes thématiques et classification

Pour l'identification des classes d'occupation des sols, il a été question de s'appuyer sur les caractéristiques de l'image (couleur, forme, teinte et texture des objets) et sur

notre connaissance du terrain. Pour les besoins de l'étude, neuf (9) classes d'occupation des sols sont retenus : bâti, sols nus (terrain non bâti et sans végétation), zone de culture sous pluie, zone de maraîchage, autres végétations, verger, mare, industries chimiques du Sénégal et carrières.

La classification supervisée a été lancée sur la base de ces classes. Deux indices ont permis d'évaluer la qualité de la classification : un indice global de précision qui s'exprime en pourcentage et renseigne sur la qualité globale de la classification et un indice Kappa calculé sur l'ensemble des classes et qui renseigne sur la qualité globale de la classification. Son calcul prend en compte le fait que certains pixels peuvent être bien classés au hasard. Cet indice varie entre $-\infty$ et 1. Plus le kappa se rapproche de 1, meilleure est la classification. Les résultats de ces indices montrent que la discrimination entre les classes d'occupation des sols a été statistiquement acceptable (Tableau 3).

Tableau 3 : Synthèse des indices illustrant la fiabilité de la précision

Indice	1973	1985	2021
Précision globale %	96,22	98,21	98,29
Coefficient de Kappa	0,96	0,98	0,98

Source : Landsat 1973, 1985 et 2021

2.2. Travaux de terrain

Pour valider les résultats cartographiques, nous avons fait des entretiens individuels et groupés pour mieux comprendre la dynamique de l'occupation des sols. Les entretiens individuels sont faits avec le chef du service des Eaux et forêts de Méouane, le président des paysans de la zone, les chefs de villages des localités environnantes de la carrière des ICS. Les entretiens groupés sont faits avec les maraîchers. Ils ont porté sur le paysage, les facteurs et les impacts de la dynamique de la carrière et enfin sur les stratégies de gestion de l'environnement. Afin de mieux comprendre la dynamique de l'occupation des sols dans la zone d'étude, nous avons réalisé des relevés GPS, notamment sur les classes thématiques étudiées. Ces relevés ont permis de localiser avec précision les classes thématiques et de vérifier et valider les cartes d'occupation des sols.

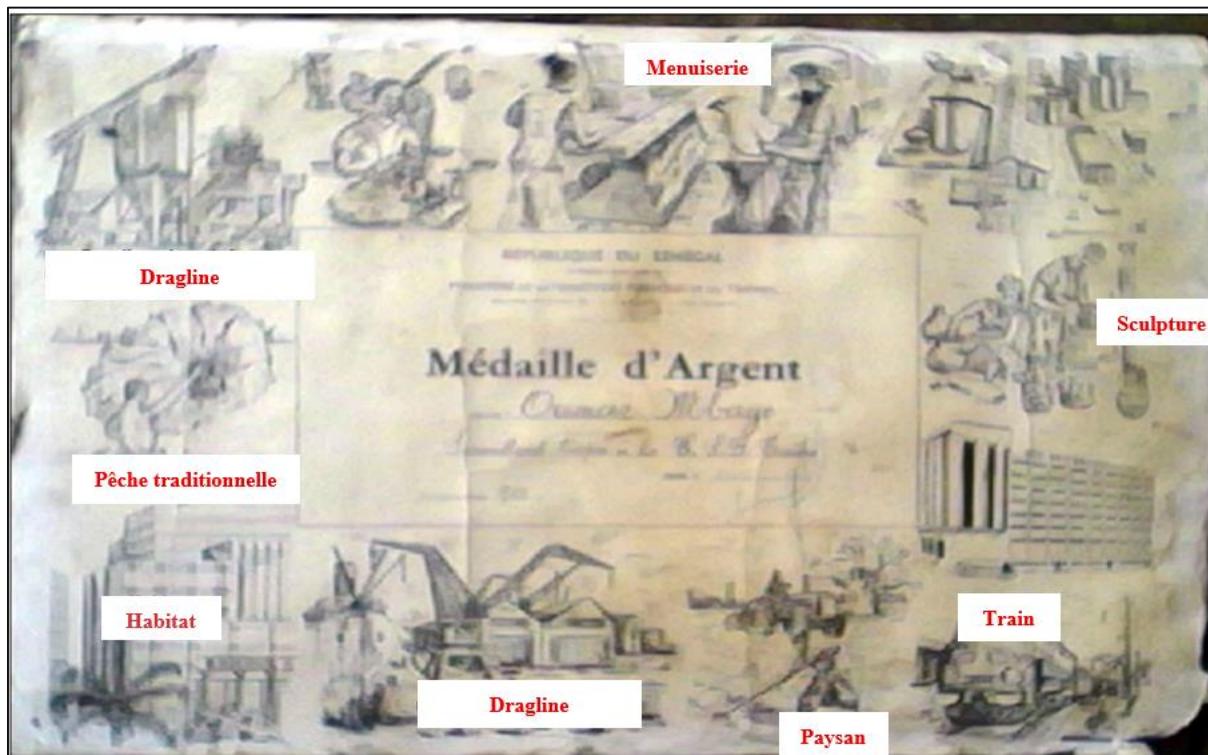
3. Résultats

3.1. Typologie des activités

Au niveau de la carrière des ICS, la dynamique des paysages est analysée à partir des statistiques obtenues grâce à la cartographie diachronique et la comparaison de la variation des superficies des différentes unités d'occupation des sols aux trois dates retenues (1973, 1985 et 2021) (I. BIGA, A. AMANI, I. SOUMANA, M. BACHIR ETA. MAHAMANE, 2020, p 5). Selon les entretiens de terrain, l'espace, occupé actuellement

par la carrière des ICS, était le siège de plusieurs activités socioéconomiques de la population locale. On y pratiquait l'agriculture, la pêche traditionnelle dans les marigots, la menuiserie, la sculpture de bois en plus de l'exploitation minière et d'autres activités de la population locale. Ces différentes activités sont représentées sur la photographie 1, correspondant à une attestation remise par les ICS à leurs travailleurs au début de leur implantation vers 1957 selon la population entrevue.

Photographie 1 : Attestations résumant les principales activités exercées par la population locale au moment de l'implantation des ICS

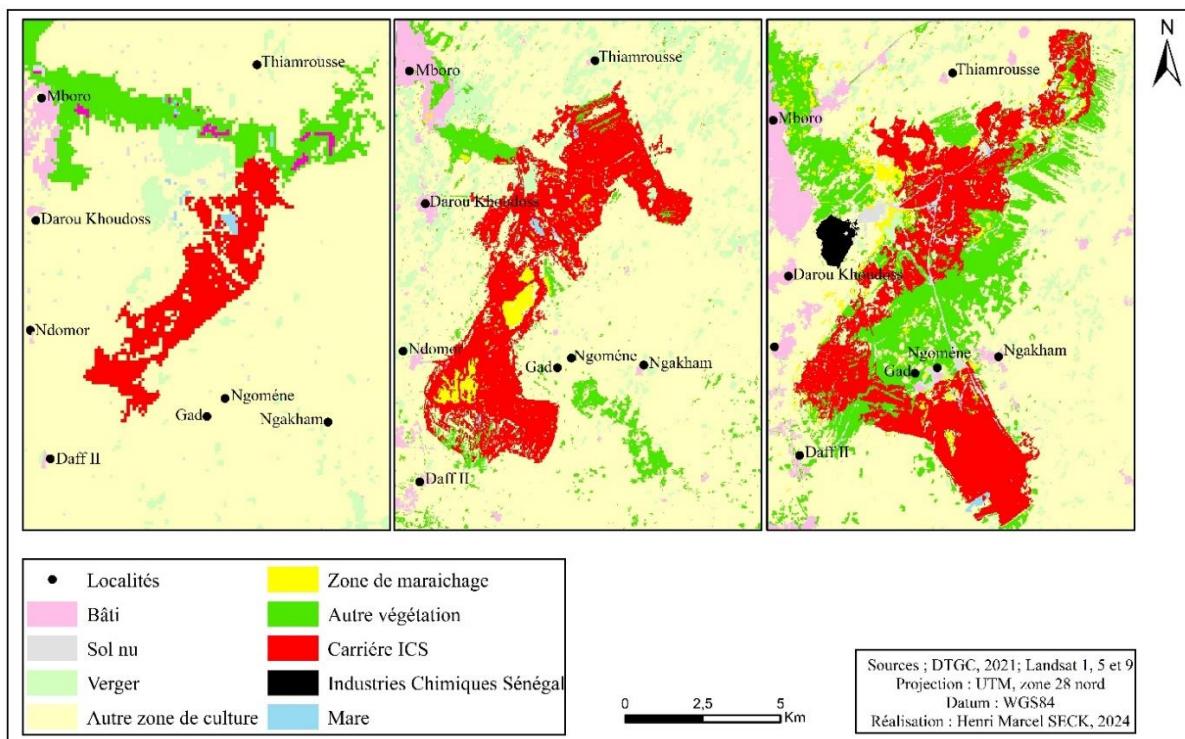


Sources : ICS (1967), Enquête de terrain (2021), modifiée par Seck (2023)

3.2. Occupation des sols de la zone d'étude en 1973, 1985 et 2021

Dans le cadre de cette étude, neuf (9) classes d'occupation des sols ont été identifié. Ces classes retenues et identifiées sur les images Landsat, sont représentées sur la carte 3.

Carte 3 : Évolution de l'occupation des sols dans les alentours de la carrière des ICS en 1973 ; 1985 et 2021



En 1973, les modifications engendrées par l'exploitation minière dans la zone sont peu importantes. Elles concernent l'emprise de la carrière Ndomor Diop des ICS et l'extension de la zone industrielle qui existait depuis 1960. Le fait marquant sur la carte de l'occupation des sols en 1973 est la présence importante d'autres zones de cultures et de vergers par rapport aux autres unités spatiales. L'occupation et l'utilisation des sols sur l'espace cartographié en 1973 est marquée par la prédominance des autres zones de cultures et des vergers qui occupent respectivement 19693,87 ha, soit 85,02%, et 1075,67 ha, ou 4,64% de la zone cartographiée. L'importance des terres agricoles à cette année s'explique par le fait que la zone était encore très rurale. La classe autre végétation, formant une bande dans la partie nord-ouest à l'intérieur des autres zones de cultures, couvrait une superficie de 935,01 ha, soit 4,04% de la superficie de la zone considérée. Les autres unités d'occupation des sols telles que la carrière des ICS, le bâti, la zone de maraîchage, et les mares ou points d'eau stagnante sont spatialement très faibles (tableau 5).

Tableau 5 : Statistiques sur les unités d'occupation des sols à la carrière des ICS en 1973

Unités d'occupation des sols	Superficie 1973	
	En ha	En %
Autres végétations	935,01	4,02
Zone de maraîchage	45,8	0,20
Bâti	223,8	0,96
Carrière	544,22	2,34
Verger	1152,71	4,96
Mare	21,6	0,09
Autres zones de cultures	19693,87	84,75
Sol nu	77,04	0,33
Carrière des ICS	544,22	2,34
Totale	23161,23	100

Source : Landsat 1973

En 1985, les statistiques rendent compte également de l'évolution de l'occupation des sols par les unités spatiales identifiées à la carrière des ICS. Comme en 1973, la superficie occupée par les autres zones de cultures reste la plus élevée en 1985. Sur l'espace cartographié, leurs statistiques étaient dominantes avec 15339,49 ha, soit 66,22%, mais diminuent au fil du temps sous l'effet de la progression de la carrière et des facteurs climatiques. La carrière d'extraction de phosphate et l'espace couvert par autres végétations viennent respectivement en deuxième et troisième position avec 2324,27 ha (10,04%) et 1530,8 ha (6,61%) (tableau 6) de la superficie totale de la zone.

Tableau 6 : Statistiques des unités d'occupation des sols dans les espaces environnants de la carrière des ICS en 1985

Unités d'occupation des sols	Superficie en 1985	
	En ha	En %
Autres végétations	1530,8	6,61
Zone de maraîchage	87,17	0,38
Bâti	399,96	1,73
Carrières	2326,27	10,04
Vergers	1105,21	4,77
Mares	22,14	0,10
Autres zones de cultures	15339,49	66,22
Sol nu	25,92	0,11
Carrière des ICS	2324,27	10,04
Totale	23161,23	100

Source : Landsat 1985

En 2021, l'occupation des sols dans les carrières des ICS était devenue une préoccupation environnementale majeure dans un contexte d'évolution progressive des carrières sur les terres de cultures et sur l'habitat. En effet, les conversions dues à l'exploitation du phosphate ont de plus en plus d'incidences sur le fonctionnement des écosystèmes, les ressources naturelles et les activités de la population locale (E. F. Lambin *et al.*, 2001, p 6). Sur les carrières d'exploitation du phosphate par les ICS, les enjeux en matière d'occupation et d'utilisation des sols sont importants à cerner pour une meilleure gestion de l'environnement (Faye *et al.*, 2016, p 22). Les statistiques cartographiques de l'année 2021 montrent une régression des terres de cultures, comparée à l'année 1985. Elles sont restées prédominantes en 2021 et couvraient une superficie de 10871,88 ha, soit 46,93 %. Elles sont suivies par les carrières et la classes autres végétations qui occupaient respectivement 3217,30 ha (13,89 %) et 2975,48 ha (12,85 %) des terres. L'espace restant est couvert par le bâti 1127,13 ha (4,87 %), les vergers 987,09 ha (4,26 %) et la zone de maraîchage 444,31 ha (1,92 %) (tableau 7).

Tableau 7 : Statistiques des unités d'occupation des sols environnants des ICS en 2021

Unités d'occupation du sol	Superficie en 2021	
	en ha	En %
Autre végétation	2975,48	12,85
Zone de maraîchage	444,31	1,92
Bâti	1127,13	4,87
Carrières	3223,3	13,92
Vergers	987,09	4,26
Mares	26,1	0,11
Autre zone de culture	10871,88	46,93
Sol nu	288,64	1,24
Carrière des ICS	3217,30	13,89
Totale	23161,23	100

Source : Landsat, 2021

3.3. Evolution de l'occupation des sols entre 1973 - 2021

L'analyse de l'évolution de l'occupation des sols dans les carrières des ICS a été réalisée à travers les cartes de 1973, 1985 et 2021 avec les statistiques obtenues à ces trois dates montrant l'évolution pour chaque période. Les résultats cartographiques obtenus à partir de l'exploitation des images Landsat de 1973, 1985 et 2021 ont permis ainsi de mettre en évidence les évolutions spatiales observées dans les carrières des ICS.

Selon S. Coulibaly (1998, p 87), avant le début de l'extraction de phosphate par les ICS, l'occupation des sols dans la zone était constituée essentiellement de zones d'habitation, de cultures et de couvert végétal. Après plus de 60 ans d'extraction, force est de constater que l'étalement spatial de la carrière des ICS a entraîné une évolution des classes d'occupation des sols. Une bonne partie des anciennes carrières des ICS a connu une certaine conversion dans l'occupation et l'utilisation des sols. Elles sont aménagées par la population locale pour les besoins de maraîchage. Entre 1973 et 2021, la carrière des ICS est passée d'une superficie de 544,22 ha à 3223,3 ha, soit une évolution progressive de 492,27 %. L'importante évolution de la surface de la carrière des ICS s'est passée dans un contexte d'une très forte demande de la ressource phosphatée par les pays comme la Pologne (34,1 %), le Liban (29,2 %), la Suisse (10,2 %), l'Espagne (9,5 %) et l'Inde (6,5 %) (ANSD, 2015).

Dans les détails, les données collectées sur le terrain révèlent que l'évolution de la production de phosphate est à l'origine de l'étalement progressif de la carrière des ICS. En effet, les données obtenues auprès du service géologique des ICS montrent que leur production est passée de 104000 tonnes de phosphate brutes en 1960, à 1607000 tonnes en 2016, soit une évolution de 1445,19 % (H. M. Seck, 2019, p 7).

La superficie de la zone de maraîchage a connu la plus forte progression de toutes les couches spatiales étudiées. Jusqu'en 1973, la superficie occupée par la zone de maraîchage ne représente que 0,20 % de la superficie totale de la zone d'étude. Selon la population interrogée, cette activité se pratiquait uniquement dans les « *Niayes* » et aux environnements des mares. Elle indique que, jusqu'en 1976, les zones déjà exploitées par les ICS ont été abandonnées sans des initiatives de mise en valeur. Mais en 1976, suite à la réussite d'une tentative de maraîchage par un habitant de Keur Mor Fall dans les anciennes carrières des ICS, environ 444,3 ha de la superficie abandonnée après l'extraction de phosphate ont été transformés en zone de maraîchage, soit une évolution de 870,10 % entre 1973 et 2021.

L'occupation humaine a également connu une croissance spatiale. En effet, elle est passée de 223,8 ha en 1973 à 1127,13 ha en 2021 soit une progression de 403,63 %. De même, la superficie couverte par la classe autre végétation et les mares ou points d'eau stagnante a connu une progression respective de 218,22 soit 20,83 % de la surface étudiée. L'augmentation de la végétation aux alentours de la carrière des ICS s'explique par une régénération sur les espaces anciennement exploités et abandonnés.

En revanche, les surfaces couvertes par les vergers et les autres zones de cultures ont connu une évolution régressive au détriment de la carrière de phosphate et du bâti. L'exploitation du phosphate en activité depuis 1960 et la croissance démographique ont fait reculer les autres zones de cultures de - 44,79% et les vergers de - 14,36 % entre

1973 et 2021. Le tableau 8 donne le détail des statistiques sur les taux d'occupation des sols aux trois dates étudiées et permis ainsi d'appréhender le taux d'évolution spatio-temporelle de l'occupation des sols entre 1973 et 2021 (tableau 8).

Tableau 8 : Statistiques de l'occupation des sols environnants de la carrière des ICS en 1973, 1985 et 2021

Unités d'occupation du sol	Superficies						Taux d'évolution 1973-2021	
	1973		1985		2021			
	ha	%	ha	%	ha	%		
Autres végétations	935,01	935,01	1530,8	6,61	2975,48	13,16	218,22	
Zone de maraîchage	45,8	45,8	87,17	0,38	444,31	1,96	870,10	
Bâti	223,8	223,8	399,96	1,73	1127,13	4,98	403,63	
Vergers	1152,71	544,22	1105,21	4,77	987,09	4,36	-14,36	
Mare	21,6	1152,71	22,14	0,10	26,1	0,12	20,83	
Autres zones de cultures	19693,87	21,6	15339,49	66,22	10871,88	46,93	- 44,79	
Sols nus	77,04	19693,87	25,92	0,11	288,64	1,24	274,66	
Carrières des ICS	544,22	77,04	2324,27	10,04	3217,30	13,89	491,17	
Total	23161,23	100	23161,23	100	23161,23	100	---	

Source : Landsat 1973, 1985 et 2021

4. Discussion

L'analyse des images, pour les années 1973, 1985 et 2021 a permis d'établir une cartographie de l'évolution de l'occupation des sols de la zone d'étude. La méthode de classification dite supervisée a permis d'étudier neuf (9) classes d'occupation des sols en 1973, 1985 et 2021. Cette classification de l'occupation des sols résultant du traitement et de l'analyse des images Landsat, a donné une précision globale respective de 96,22 %, 98,21 % et 98,29 %. L'indice de Kappa a donné des valeurs de 0,96 % pour l'année 1973 et 0,98 % pour les années 1985 et 2021. De l'analyse de ces différents indices, on peut déduire une fiabilité des résultats de cette analyse étant donné que Pontius (2000, p 17) a admis que les résultats d'une analyse d'image dont la valeur de Kappa est supérieure à 0,50 sont bons et exploitables. De ce fait, la présente classification qui compte huit (8) classes est acceptable et permet d'évaluer l'évolution de l'occupation des sols dans la zone d'étude entre 1973 - 2021. Durant cette période, l'occupation du sol a subi, sur les sites d'exploitations du phosphate, des modifications très sensibles. Les causes de cette forte fragmentation de l'espace sont

surtout d'ordre anthropique. Cette idée est en phase avec ceux de J. OBODAI ; K. A. ADJEI ; S.N. ODAI. et M. LUMOR (2019, p 252), qui avaient déjà démontré une forte dynamique de l'occupation du sol liée à l'exploitation minière. En effet, les activités minières entraînent un afflux de population et favorisent la multiplication d'effets complémentaires de ceux de l'extraction minière proprement dite, comme l'expansion agricole et la multiplication des constructions, ce qui contribue à la déforestation (P. BASOMMI ; O. GUAN et D. CHENG, 2015, p 623; M. A. KAMGA., S.C. NGUEMHE., M. O. AYODELE., C. O. OLATUBARA., S. NZALI., A. ADENIKINJU. et M. KHALIFA., 2019, p 1104; Y. U. SIKUZANI., S. BOISSON., S. C. KALEBA., C. N. KHONDE., F. MALAISSE., J. M. HALLEUX., J. BOGAERT. et F. M. KANKUMBI. 2020, p 9). En conséquence, l'augmentation de la population entraîne la dégradation des sols, de la végétation et de la biodiversité. En corollaire, elle génère aussi des rivalités d'accès à l'espace et aux ressources. Selon S. Coulibaly (1998, p 67), avant le début de l'extraction de phosphate par les ICS, l'occupation des sols dans la zone était constituée essentiellement de zones d'habitation et de cultures. Et depuis l'implantation des ICS, force est de constater que l'évolution spatiale des carrières de phosphate des ICS (Ndomor DIOP, Keur Mor FALL et Tobéne) (491,17 %) a entraîné une régression des zones de culture (- 44,79 %) et des vergers (- 14,36 %). Par contre, la zone d'étude a connu également une progression des autres espaces végétale (218,22 %). Cette évolution progressive de la végétation est liée d'une part à l'abandon des terres après extraction du minerai de phosphate et d'autre part, par la prise de conscience de nos autorités étatiques et des cadres de l'industrie sur la question de la dégradation de l'environnement constituant un phénomène mondial. L'augmentation de la superficie occupée par les bâtiments (403,63 %) de 1973 à 2021 peut s'expliquer par l'explosion démographique et le système industriel qui a connu son extension dans la zone d'étude durant ces dernières années. La pression foncière a également favorisé cette augmentation des surfaces couvertes par les bâtiments (B. AMAR et al, 2024 p 11). Ces résultats corroborent avec ceux de K. R.S. Ourega et al. (2019, p 73) dans la sous-préfecture de Korhogo. Selon ces auteurs, les régions les plus peuplées (forte croissance démographique) enregistrent plus de pression humaine sur le milieu. G. E. Aké (2010, p 138), confirme que l'emprise des activités anthropiques s'aperçoit par l'augmentation des zones habitées et des sols nus. Pour cet auteur, cette tendance est liée aussi à la forte pression démographique exercée sur le milieu naturel. Selon V. SHEORAN., A. S. SHEORAN. et P. POONIA. (2010, p 14), la perturbation de l'occupation des sols dans les zones minières se produisent aussi bien pour les mines à ciel ouvert que pour les mines souterraines. Il en résulte une altération des propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol et un dysfonctionnement des écosystèmes. Des analyses poussées des sols et des végétaux seraient nécessaires pour identifier et quantifier les transformations du milieu. Elles fourniraient des éléments de connaissance pertinents en vue de remédier aux problèmes.

Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que le paysage étudié est soumis à une pression anthropique et connaît de profondes mutations depuis l'implantation des ICS. En effet, la typologie des activités et l'analyse de l'occupation des sols autour des ICS révèlent une perte de terres agricoles du fait de l'expansion des carrières de phosphate. L'analyse des dynamiques de l'occupation des sols dans les carrières de phosphates des ICS a mis en évidence les différentes formes de conversion subies par les terres agricoles et habitats. Ainsi, on peut noter une régression des zones de culture (- 44,79 %) et des vergers (- 14,36 %). Les unités paysagères ont cédé progressivement place aux carrières de phosphates. L'exploitation du phosphate constitue la principale cause de dégradation de la zone d'étude. Cette étude permet ainsi d'attirer l'attention des décideurs sur la nécessité d'élaborer des outils efficaces de gestion et de préservation de l'environnement afin d'améliorer le cadre de vie des populations riveraines des carrières de phosphate.

Références bibliographiques

- AKE Gabriel Etienne, 2010, Impacts de la variabilité climatique et des pressions anthropiques sur les ressources hydriques de la région de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat en Sciences de la terre, Université de Cocody.
- BASOMMI Prosper Lari., GUAN Qingfeng. et CHENG Dandan. (2015) - Exploring land use and land cover change in the mining areas of Wa East district, Ghana using satellite imagery. *Open Geosciences*, vol. 7, n° 1, p. 618-626.
- BIGA, Ibrahim. AMANI, Abdou. SOUMANA, IDRISSE. BACHIR, Mourtala. et MAHAMANE, Ali, 2020, Dynamique spatio-temporelle de l'occupation des sols des communes de Torodi, Gothèye et Tagazar de la région de Tillabéry au Niger. 1Institut National de la Recherche agronomique du Niger (NRAN), BP : 429 Niamey-Niger Centres National de Surveillance Écologique et Environnementale (CNSEE), BP : 11870 Niamey- Niger. 3Université de Diffa, BP : 78 Diffa-Niger, 17 p.
- Bineta AMAR1*, Mame Samba MBAYE1, Alfred Kouly TINE2, Ibrahima MALL3, Maniane SARR1, Maïmouna AÏDARA1 et Kandioura NOBA1, Étude de la dynamique de l'occupation des sols du département de Fatick de 1984 à 2020 (Fatick, Sénégal) Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024) Vol.59(2) : 10887 -10898 <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v59-2.5>, 12 pages.
- COULIBALY, Safiétou, 1998, Production minière et problématique de la réhabilitation des anciennes carrières : Exemple des anciennes carrières de Taïba : Mémoire de Maitrise : section : Géographie : Université Gaston Berger de Saint-Louis, 144 p.
- DIONGUE, P, O. (1999) : Présentation du Département de Tivaouane, 7.

KESSELER, Sascha. et TINE, Victor, 2004, « Un mal nécessaire ? » Influences industrielles à l'interface urbain-rural L'impact des ICS sur la zone de Mboro, Sénégal, 78 p.

FAYE, Cheikh. BA, Daouda. Djibirou. SY, Baba, 2019, Quantification de la sécheresse météorologique indices standardisés de précipitations dans la vallée du fleuve Sénégal, de 1980 à 2017, 17 p.

MBALLO, Boubacar, 2012, Impacts possibles des activités minières sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest : Cas des mines aurifères du Burkina Faso. Option : Environnement, 74 p.

MBAVUMOJA, Trésor Selemani. EBUY, Jerome. MASIMO, Joël Masimo. (2022) : « Cartographie de la dynamique de l'occupation du sol dans la concession de l'INERA-Yangambi en République Démocratique du Congo », In : Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 10(1) (Mars 2022) 195-204, 9 p.

OUREGA Kouassi Remi Stéphane, KONAN Kouadio Eugène, KOLI BI Zuéli, 2019, « Occupation de l'espace dans un contexte d'évolution démographique dans la sous-préfecture de Korhogo (Côte d'Ivoire) », Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes, n° 7, pp. 65-76.

OBODAI Joséphine., ADJEI Kwaku. Adjei., ODAI Samuel. Nii. et LUMOR Mawuli. (2019) - Land use/land cover dynamics using Landsat data in a gold mining basin- the Ankobra, Ghana. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, vol. 13, p. 247-256. DOI : [10.1016/j.rsase.2018.10.007](https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.10.007)

PONTIUS Robert Gilmore., 2000, « Erreur de quantification versus localisation dans la comparaison de cartes catégorielles ». *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* , 66 (8) : p. 1011-1016

SECK Henri Marcel, DIEYE El Hadji Balla, SOLLY Boubacar et SANE Tidiane, 2021, Extraction minière et conséquences socio-économiques dans les collectivités locales riveraines : exemple des industries chimiques du Sénégal (ICS), January 2021, Afrique Science Revue Internationale des Sciences et Technologie 19(4):93-105

SHEORAN Vandana., SHEORAN Sajja. et POONIA Poonam. (2010) Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: a review. *International Journal of Soil, Sediment and Water*, vol. 3, n° 2, article 13, 20 p.