الجـــــــــمهورية الجـــــــزائرية الديمـــــقراطية الشـــــعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التـــــــــــعليم العـــــالي والبـــــــحث العـــــلمـــي

Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique

المـــــــدرسة العـــــليا لإدارة الأعـــمال – تلمســـــان

Ecole Supérieure De Management- Tlemcen

En vue de l'obtention du ***Diplôme de Master*** en science de gestion
Spécialité: ***Management financier***

Thème :

La relation entre technologies vertes, développement financier et empreinte écologique : analyse empirique par le modèle ARDL (2000 – 2024)

Présenté par : **Ayat El Ferdaous BENARIBA**

Date de Soutenance : **27/06/2026**

Noms et Prenoms	Grade	Etablissement	Qualité
M. Iznasni Ali	Pr	ESM Tlemcen	Président
M. Hemche Omar	Pr	ESM Tlemcen	Encadrant
M. Sahraoui Saïd	MCA	ESM Tlemcen	Examinateur

L'année universitaire : 2025 - 2026

Remerciements

Je remercie avant tout **Dieu Tout-Puissant** pour Son aide, Ses bénédictions et la force qu'Il m'a accordées tout au long de ce parcours. Grâce à la santé, à la foi, au courage et à la persévérance qu'Il m'a inspirés, j'ai pu mener ce travail à son terme.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **mon encadrant, M. Hemche Omar**, pour son accompagnement, sa patience ainsi que pour la précieuse aide scientifique qu'il m'a apportée tout au long de la réalisation de ce mémoire.

J'adresse également mes sincères remerciements aux **membres du jury** qui ont accepté d'évaluer ce mémoire. Je leur suis reconnaissante pour le temps consacré à sa lecture ainsi que pour leurs remarques et recommandations.

J'adresse également mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidée, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, depuis la première personne qui m'a appris à tenir un stylo entre les doigts jusqu'aux enseignants, collègues et amis qui ont accompagné mon parcours universitaire.

Enfin, je me remercie d'avoir gardé espoir, d'être restée curieuse, persévérante et passionnée par la recherche scientifique. Ce mémoire représente l'aboutissement de plusieurs années d'efforts, d'apprentissage et de détermination.

Dédicace

À ***ma chère mère***, qui a toujours illuminé mon chemin par ses prières, son amour inconditionnel et son soutien indéfectible.

À la mémoire de ***mon cher père***, qui m'a laissé le plus précieux des héritages : sa confiance en moi, son soutien et ses encouragements, qui continuent de m'accompagner chaque jour.

À mon cher frère*,* ***Houssam***, qui a toujours été présent sans jamais rien attendre en retour.

À mes chères sœurs**,** ***Assia*** et ***Cima***, véritables remèdes à mes inquiétudes, qui savent écouter sans juger et réconforter sans conditions.

À mes très chers neveux, ***Adam, Wassim, Islam, Younes, Razane*** et ***Rim***, dont la joie et l'affection ont illuminé les moments les plus difficiles.

À ***Sanaa*** et ***Asmaa***, pour leurs conseils avisés, leur disponibilité et leurs encouragements tout au long de ce parcours.

À **Katia**, pour son amitié sincère, sa présence constante et son soutien indéfectible.

À ***Insaf,*** pour son amitié sincère, sage et réconfortante**,** ainsi que ***Feriel*** et ***Hanane***, pour tous les moments de partage, de complicité et de bonne humeur qui ont marqué ces années.

Aux enseignants qui ont profondément marqué mon parcours académique et personnel : ***À M. Iznasni Ali***, dont la passion pour l'enseignement est une véritable source d'inspiration, ainsi qu'au ***Dr. Haid Zahia et au Pr. Khedim Amel,*** pour leurs enseignements, leur bienveillance et la confiance qu'ils m'ont toujours témoignée.

Au ***Pr. Zenasni Soumia***, vers qui je revenais chaque fois que je me sentais perdue. Son courage, son ambition et son travail acharné ont toujours été une source d'inspiration pour moi.

À ma deuxième famille, mes ***AIESECers préférés*** : mon ***Executive Board (EB)*** et mes ***Managers (MMs)***, qui m'ont soutenue dans les moments les plus sombres et les plus difficiles de mon parcours.

À toutes les personnes qui ont cru en moi*,* de près ou de loin, et qui ont contribué à faire de ce travail une réalité.

Sommaire

Résumé **84**

Liste des Tableaux ..... **IV**

Liste des Figures ..... **V**

Liste des Annexes ..... **VI**

Introduction Générale **7**

Chapitre I : L'empreinte écologique : fondements conceptuels, enjeux économiques et situation en Algérie **9**

Section 1 : Fondements conceptuels de l'empreinte écologique **11**

Section 2. : L'empreinte écologique comme indicateur de soutenabilité économique et environnementale **14**

Section 3 : Situation environnementale de l'Algérie **18**

Chapitre II : Technologies vertes, développement financier et qualité environnementale : fondements théoriques **29**

Section 1 : Développement financier et technologies vertes : fondements conceptuels **31**

Section 2 : Déterminants économiques et énergétiques de l'empreinte écologique **37**

Section 3 : Cadre théorique des interactions entre développement financier, technologies vertes et environnement **39**

Chapitre III : Analyse empirique de la relation entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique en Algérie **44**

Section 1 : Contexte algérien et cadre opérationnel **46**

Section 2 : Spécifications et méthodologie du modèle **48**

Conclusion Générale **64**

Bibliographie **70**

Annexes **75**

Table des matières **79**

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Statistique descriptives 52
Tableau 2 : Matrix de corrélation des variables 52
Tableau 3 : de nombre de retard P 54
Tableau 4 : Augmented Dickey–Fuller, Phillips and Perron 55
Tableau 5 : de test de robustesse 56
Tableau 6 : F-Bounds Test 57
Tableau 7 : Résultats de l'approximation à long et court terme du modèle ARDL 58

Liste des Figures

Figure 1 : La Démarche Méthodologique du Modèle ARDL 5
Figure 2 : Empreinte écologique par habitant (Algérie, 1961–2024).....19
Figure 3 : Empreinte écologique vs biocapacité (1961–2024).....22
Figure 4 : Contraintes structurelles de la transition écologique 27
Figure 5 : Relations entre la finance verte, l'innovation et la transition énergétique.....35
Figure 6 : Courbe EKC.....40
Figure 7 : Présentation graphique des variables de l'échantillon.....49
Figure 8 : Graphe de l'ensemble cumulatif.....56
Figure 9 : Graphe de la somme cumulée des carrés.....57

Liste des Annexes

Annexe 1 : Court terme 76
Annexe 2 : Long terme 77
Annexe 3 : Test de cointégration 77
Annexe 4 : Les tests de robustesses 78

Introduction Générale

Introduction

Au cours des dernières décennies, les préoccupations environnementales se sont imposées comme l'un des principaux défis auxquels sont confrontées les économies du monde entier. La croissance économique rapide, l'industrialisation intensive et l'exploitation accrue des ressources naturelles ont entraîné une dégradation progressive de l'environnement, se traduisant notamment par l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, le changement climatique, la perte de biodiversité et l'épuisement des ressources naturelles.

Dans ce contexte, la recherche de modèles de développement conciliant croissance économique et préservation de l'environnement est devenue une priorité pour les décideurs publics et les organisations internationales. Parmi les solutions proposées, les technologies vertes occupent une place centrale en raison de leur capacité à réduire les impacts environnementaux des activités économiques tout en favorisant l'innovation et la compétitivité. Parallèlement, le développement financier joue un rôle déterminant dans le financement des investissements, la diffusion des innovations technologiques et la transition vers une économie plus durable.

Toutefois, la relation entre le développement financier, les technologies vertes et la qualité environnementale demeure complexe. Alors que certaines études soulignent le rôle positif du développement financier dans le financement des projets écologiques, d'autres montrent qu'il peut stimuler la consommation énergétique et accroître les pressions environnementales. De même, les technologies vertes sont généralement considérées comme un levier de réduction de la dégradation environnementale, mais leur efficacité dépend du niveau de diffusion technologique et des politiques publiques mises en œuvre.

Dans le cas de l'Algérie, cette problématique revêt une importance particulière. L'économie nationale demeure fortement dépendante des hydrocarbures, tandis que les enjeux liés à la transition énergétique et à la protection de l'environnement deviennent de plus en plus pressants. Dès lors, l'étude des interactions entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique apparaît essentielle pour mieux comprendre les déterminants de la soutenabilité environnementale dans le contexte algérien.

A. Problématique

La littérature économique récente met en évidence l'existence de relations significatives entre les technologies vertes, le développement financier et la qualité environnementale. Cependant, les résultats empiriques demeurent souvent contradictoires selon les pays, les périodes étudiées et les méthodologies utilisées. Dans le cas de l'Algérie, les recherches portant simultanément sur ces trois dimensions restent limitées.

Dans ce cadre, la problématique principale de cette recherche peut être formulée comme suit :

« Dans quelle mesure le développement financier et les technologies vertes influencent-ils l'empreinte écologique en Algérie ? »

De cette question principale découlent les sous-questions suivantes :

1. Quel est l'effet des technologies vertes sur l'empreinte écologique en Algérie ?

2. Quel est l'impact du développement financier sur l'empreinte écologique ?

B. Hypothèses

Afin de répondre à cette problématique, les hypothèses suivantes sont formulées :

Hypothèse principale

Les technologies vertes et le développement financier influencent significativement l'empreinte écologique en Algérie.

Sous-hypothèses

H1 : Le développement financier a un effet significatif sur l'empreinte écologique

$H1_1$: La fintech a un effet significatif sur l'empreinte écologique

$H1_2$: L'inclusion financière à un effet significatif sur l'empreinte écologique

H2 : La finance verte a un effet significatif sur l'empreinte écologique.

C. Importance de l'étude

Cette recherche présente plusieurs intérêts :

- Elle contribue à enrichir la littérature relative aux déterminants de la qualité environnementale dans les économies émergentes.
- Elle permet de mieux comprendre le rôle des technologies vertes dans la réduction de la dégradation environnementale.
- Elle met en évidence les effets du développement financier sur la soutenabilité environnementale.
- Elle fournit des recommandations utiles aux décideurs publics dans le cadre de la transition écologique en Algérie.
- Elle apporte des éléments empiriques susceptibles d'orienter les politiques de développement durable.

D. Objectifs de la recherche

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les effets des technologies vertes et du développement financier sur l'empreinte écologique en Algérie.

De manière spécifique, cette recherche vise à :

- Examiner l'impact des technologies vertes sur l'empreinte écologique.
- Évaluer l'effet du développement financier sur la qualité environnementale.
- Identifier l'existence d'une relation de long terme entre les variables étudiées.
- Déterminer les relations de causalité entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique.
- Formuler des recommandations de politique économique et environnementale adaptées au contexte algérien.

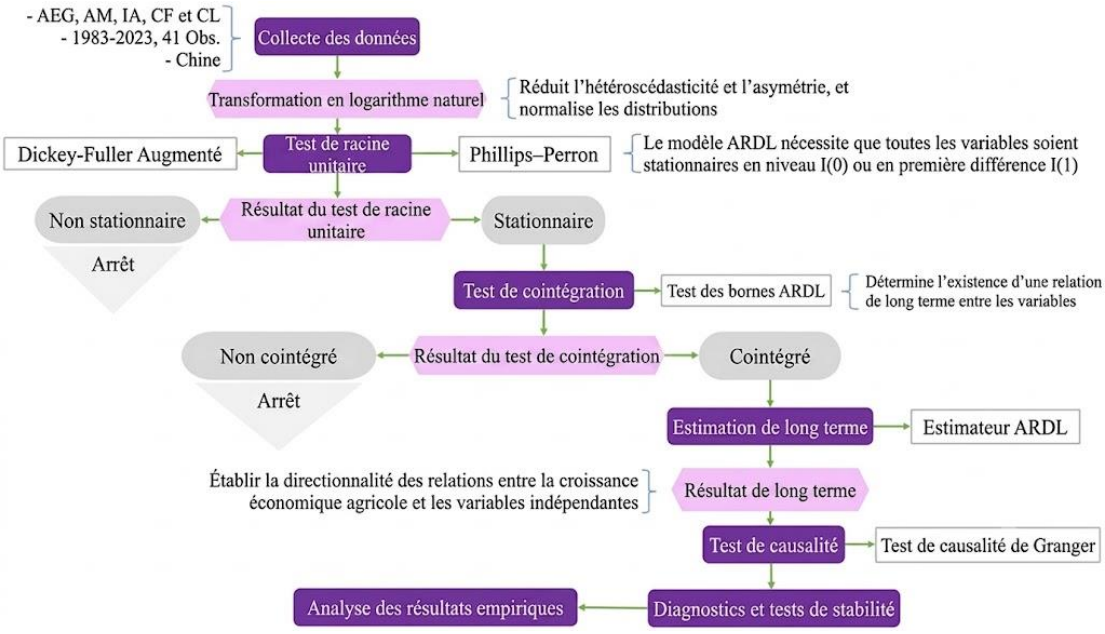
E. Méthodologie de recherche

Cette étude adopte une approche quantitative fondée sur l'analyse économétrique des séries temporelles.

Les principales étapes méthodologiques sont les suivantes :

- Collecte des données relatives aux technologies vertes, au développement financier et à l'empreinte écologique.
- Analyse descriptive des variables.
- Vérification des propriétés statistiques des séries à travers les tests de racine unitaire.
- Étude de la relation de long terme à l'aide du modèle ARDL.
- Réalisation de tests de causalité afin d'identifier les interactions entre les variables.
- Analyse et interprétation des résultats obtenus.

Figure 1 : La Démarche Méthodologique du Modèle ARDL



Source : https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2025.1619447/full

F. Raisons du choix du sujet

Raisons personnelles

1. Intérêt personnel pour les questions liées au développement durable et à l'économie verte.
2. Volonté de contribuer à la compréhension des enjeux environnementaux en Algérie.

Raisons objectives

- Importance croissante des questions environnementales à l'échelle mondiale.
- Nécessité d'évaluer le rôle des technologies vertes dans la transition écologique.
- Besoin d'approfondir les connaissances sur la relation entre développement financier et environnement en Algérie.
- Faible nombre d'études algériennes analysant simultanément les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique.

G. Limites de la recherche

- Limite temporelle

L'étude couvre la période allant de 2000 à 2024.

- Limite spatiale

La recherche porte exclusivement sur l'Algérie.

- Limite conceptuelle

L'analyse se concentre sur les interactions entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique.

- Limite méthodologique

Les résultats dépendent des indicateurs retenus ainsi que des techniques économétriques utilisées.

H. Revue de littérature

La littérature récente s'intéresse de plus en plus aux interactions entre le développement financier, les technologies vertes, la fintech, l'inclusion financière et la qualité environnementale. Toutefois, les résultats obtenus demeurent hétérogènes selon les pays, les périodes étudiées et les méthodologies économétriques mobilisées.

Une première catégorie d'études examine l'effet du développement financier sur l'environnement. Les travaux de (Bergougui, 2024), (Dong et al., 2024) ainsi que Wang et al. (2024) concluent que le développement financier exerce globalement un effet défavorable sur l'environnement. Dans le cas algérien, (Bergougui, 2024) montre que le développement financier accroît l'empreinte écologique à long terme, traduisant une augmentation des activités économiques et de la consommation énergétique. Des résultats similaires sont obtenus pour les pays des BRICS et certains pays asiatiques où le développement financier est associé à une dégradation environnementale mesurée respectivement par l'empreinte écologique et les émissions de CO_2.

Une deuxième catégorie de recherches met en évidence le rôle positif des technologies vertes et des énergies renouvelables. (Bergougui, 2024)) démontre que les technologies vertes réduisent significativement l'empreinte écologique en Algérie. De même, montrent que les innovations liées à l'énergie verte contribuent à diminuer l'empreinte écologique dans les pays E7. Ces résultats confirment l'idée selon laquelle l'innovation technologique constitue un levier essentiel pour atteindre les objectifs de développement durable.

Par ailleurs, plusieurs études s'intéressent aux nouvelles formes de finance durable. Yan Hou et al. (2024) analysent conjointement la finance verte, la fintech et l'inclusion financière dans les économies asiatiques. Leurs résultats révèlent des effets complexes et parfois contradictoires entre les variables financières et la performance environnementale. (Huo et al., 2024) soulignent également que les effets de la fintech sur l'environnement sont asymétriques, ce qui signifie que les impacts positifs et négatifs ne produisent pas les mêmes conséquences environnementales.

D'autres travaux portent principalement sur les relations entre développement financier, croissance économique et inclusion financière. (Elfaki et al., 2024) mettent en évidence une contribution positive du développement financier à la croissance économique au Soudan. Ping Li et al. (2024) montrent également que la fintech favorise la croissance économique en Chine. Quant

à Neaime et Gaysset (2024), ils concluent que l'inclusion financière contribue à réduire les inégalités et à renforcer la stabilité financière dans les pays méditerranéens.

Sur le plan méthodologique, la littérature récente est dominée par les modèles ARDL et leurs extensions. Plusieurs auteurs utilisent les approches Fourier ARDL, NARDL, Dynamic ARDL, CS-ARDL ou PMG-ARDL afin de tenir compte des ruptures structurelles, des asymétries et des dépendances transversales. Cette diversification méthodologique reflète la complexité croissante des relations étudiées et la nécessité d'obtenir des estimations plus robustes.

Malgré les avancées réalisées, plusieurs limites persistent. Les études se concentrent souvent sur un nombre restreint de variables, omettant des facteurs importants tels que la qualité institutionnelle, l'innovation technologique, la gouvernance ou l'ouverture économique. De plus, peu de travaux analysent simultanément les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique dans le contexte algérien. Cette lacune justifie la réalisation de recherches complémentaires permettant de mieux comprendre les mécanismes par lesquels le système financier et l'innovation verte influencent la durabilité environnementale.

I. Structure de la recherche

Ce mémoire est organisé en trois chapitres complémentaires.

Le premier chapitre présente le cadre théorique et conceptuel relatif à l’empreinte écologique.

Le deuxième chapitre analyse les relations théoriques et empiriques entre les technologies vertes, le développement financier.

Le troisième chapitre est consacré à l’étude empirique appliquée au cas de l’Algérie. Il présente les données utilisées, la méthodologie économétrique adoptée, les résultats obtenus ainsi que leur interprétation économique.

Enfin, une conclusion générale synthétise les principaux résultats de la recherche, met en évidence ses contributions, ses limites et propose des perspectives pour les travaux futurs.

Chapitre I : L’empreinte écologique : fondements conceptuels, enjeux économiques et situation en Algérie

Introduction du chapitre

Au cours des dernières décennies, les préoccupations environnementales ont occupé une place croissante dans les débats économiques et scientifiques, en raison de l'intensification des activités humaines et de leurs impacts sur les ressources naturelles. Cette évolution s'inscrit dans un contexte marqué par la prise de conscience des limites écologiques de la planète, notamment à travers les travaux de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, qui ont introduit le concept de développement durable comme un modèle visant à concilier croissance économique et préservation de l'environnement (World Commission on Environment and Development, 1987).

Dans ce cadre, l'adoption des Objectifas de Développement Durable (ODD) a renforcé la nécessité d'intégrer les dimensions environnementales dans les stratégies de développement. Toutefois, les indicateurs économiques traditionnels, tels que le produit intérieur brut (PIB), se révèlent insuffisants pour appréhender ces enjeux, car ils ne prennent pas en compte la dégradation des ressources naturelles ni les coûts environnementaux associés à la croissance.

C'est dans ce contexte que de nouveaux indicateurs ont émergé, parmi lesquels l'empreinte écologique occupe une place centrale. Cet indicateur permet d'évaluer la pression exercée par les activités humaines sur les écosystèmes, en mettant en relation la consommation de ressources et la capacité de régénération de la biosphère. Il constitue ainsi un outil pertinent pour analyser la soutenabilité des systèmes économiques et présente également des implications importantes pour les décideurs économiques et financiers, notamment en matière d'évaluation des risques environnementaux et d'orientation des investissements vers des activités durables.

Section 1 : Fondements conceptuels de l'empreinte écologique

1. Genèse et évolution du concept

La genèse du concept d'empreinte écologique s'inscrit dans le développement de l'économie écologique, un courant de pensée apparu à l'intersection de l'écologie et de l'analyse économique. Les travaux de Georgescu-Roegen (1971), fondés sur l'application des principes de la thermodynamique à l'économie, ont mis en évidence l'existence de contraintes biophysiques limitant la croissance économique. Dans la même perspective, le rapport du Club de Rome publié par Meadows et al. (1972) a contribué à sensibiliser la communauté scientifique et les décideurs aux risques liés à l'exploitation excessive des ressources naturelles et à l'incompatibilité potentielle entre une croissance économique illimitée et les capacités finies de la planète. (Missemer, 2013)

Dans ce contexte, la notion de capacité de charge des écosystèmes (carrying capacity), issue de l'écologie des populations, a constitué une base théorique essentielle pour l'émergence du concept d'empreinte écologique. Rees (1992) a introduit la notion de « capacité de charge appropriée » afin de décrire l'appropriation des ressources naturelles et des services écologiques au-delà des limites territoriales d'un espace donné. Ce concept a ensuite été formalisé et opérationnalisé par Wackernagel dans sa thèse doctorale en 1994, puis développé dans l'ouvrage fondateur publié avec Rees en 1996. L'idée fondamentale de cette approche est que la demande humaine en ressources naturelles et en services écologiques peut être exprimée sous forme de surface biologiquement productive et comparée à la capacité biologique disponible de la Terre.

Depuis sa formalisation, l'empreinte écologique a connu plusieurs évolutions méthodologiques visant à améliorer sa précision et sa comparabilité à l'échelle internationale. La création du Global Footprint Network a notamment permis la standardisation des Comptes Nationaux d'Empreinte (National Footprint Accounts) et le développement d'une base de données couvrant un grand nombre de pays sur plusieurs décennies. Grâce à ces avancées, l'empreinte écologique est devenue l'un des indicateurs les plus utilisés pour évaluer la pression exercée par les activités humaines sur les ressources naturelles et apprécier la soutenabilité des modes de production et de consommation. (E., 2020)

2. Définition et principes fondamentaux

L'empreinte écologique est définie comme un indicateur mesurant la surface biologiquement productive nécessaire pour produire les ressources consommées par une population et absorber les déchets qu'elle génère, notamment les émissions de dioxyde de carbone (Fang, 2015).

Ce concept repose sur la notion de biocapacité, qui représente la capacité des écosystèmes à produire des ressources renouvelables et à absorber les déchets. La comparaison entre l'empreinte écologique et la biocapacité permet ainsi d'évaluer le niveau de soutenabilité d'un système économique. Lorsque l'empreinte écologique dépasse la biocapacité, cela traduit une situation de déficit écologique, indiquant une surexploitation des ressources naturelles (Schaefer, Luksch, Steinbach, Cabeça, & Hanauer, 2006).

Cette approche met en évidence le caractère limité des ressources naturelles et souligne la nécessité d'adopter des modes de production et de consommation plus durables. Elle permet également d'intégrer la dimension écologique dans les analyses économiques, en offrant un cadre quantitatif pour évaluer les impacts environnementaux des activités humaines.

3. Les composantes de l'empreinte écologique

L'empreinte écologique se compose de plusieurs catégories de surfaces biologiquement productives, chacune correspondant à un type spécifique de consommation des ressources naturelles. Parmi ces composantes figurent les terres cultivées, les pâturages, les forêts, les zones de pêche ainsi que les surfaces bâties (Schaefer, Luksch, Steinbach, Cabeça, & Hanauer, 2006).

Ces différentes composantes couvrent l'ensemble des besoins humains en ressources naturelles et permettent d'appréhender de manière globale les interactions entre les systèmes économiques et les écosystèmes (Schaefer et al., 2006).

Parmi ces composantes, l'empreinte carbone occupe une place prépondérante, dans la mesure où elle représente la surface forestière théorique nécessaire pour absorber les émissions de CO_2 issues des activités humaines, notamment la combustion des énergies fossiles et les processus industriels. Cette composante constitue généralement la part dominante de l'empreinte écologique totale, ce qui met en évidence le rôle central des émissions de gaz à effet de serre dans la dégradation de l'environnement. (Fang, 2015).

La prise en compte de ces différentes composantes permet d'obtenir une vision globale de la pression exercée sur les écosystèmes, ce qui constitue l'un des principaux atouts de cet indicateur par rapport à d'autres mesures environnementales plus spécifiques.

4. Les déterminants de l'empreinte écologique

L'empreinte écologique est influencée par plusieurs facteurs économiques, démographiques et technologiques. La croissance économique constitue un déterminant majeur, dans la mesure où l'expansion des activités productives s'accompagne généralement d'une augmentation de la consommation de ressources naturelles et des émissions polluantes.

L'industrialisation et l'urbanisation contribuent également à l'accroissement de l'empreinte écologique, en raison de l'intensification de la production et de la transformation des modes de consommation. De même, la structure du système énergétique joue un rôle déterminant, notamment en fonction de la part des énergies fossiles et renouvelables.

Enfin, les innovations technologiques et le développement financier peuvent avoir un effet ambivalent. D'une part, ils peuvent favoriser la réduction de l'empreinte écologique en soutenant les technologies vertes et les investissements durables. D'autre part, ils peuvent stimuler la croissance économique et la consommation, ce qui peut accroître la pression environnementale en l'absence de régulation adéquate (Sadiq, Ali, Usman, & Sulehri, 2025).

Section 2. : L'empreinte écologique comme indicateur de soutenabilité économique et environnementale

1. Positionnement parmi les indicateurs environnementaux (CO2, Load Capacity Factor, etc.)

L'empreinte écologique s'inscrit dans un ensemble d'indicateurs de soutenabilité, chacun appréhendant une dimension spécifique de la relation entre activité économique et environnement. Son positionnement par rapport à ces indicateurs permet de justifier son utilisation comme variable dépendante dans le cadre de ce mémoire.

Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2), généralement exprimées en tonnes par habitant, constituent l'indicateur environnemental le plus largement utilisé en raison de leur disponibilité dans les bases de données internationales (Banque mondiale, IEA, Global Carbon Project), ainsi que de leur lien direct avec les politiques climatiques et les engagements internationaux. Toutefois, cet indicateur présente une limite majeure : il ne capture qu'une seule dimension de la pression environnementale, à savoir la pression climatique liée aux émissions de gaz à effet de serre, en négligeant d'autres formes de dégradation telles que la surexploitation des sols, la perte de biodiversité ou l'épuisement des ressources naturelles.

À l'inverse, l'empreinte écologique propose une approche plus globale en intégrant plusieurs dimensions de la pression environnementale à travers ses différentes composantes. Elle inclut notamment la composante carbone, mais également la consommation de ressources biologiques et l'occupation des sols, ce qui permet d'appréhender de manière plus systémique les interactions entre les activités économiques et les écosystèmes (Schaefer et al., 2006 ; Fang, 2015).

Par ailleurs, des indicateurs complémentaires ont été développés afin d'affiner l'analyse de la soutenabilité. Le Load Capacity Factor (LCF), introduit par Ulucak et Bilgili (2018), correspond au rapport entre la biocapacité et l'empreinte écologique (BC/EF). Une valeur supérieure à 1 indique une capacité écologique excédentaire, tandis qu'une valeur inférieure à 1 traduit un déficit écologique. Cet indicateur permet ainsi d'évaluer la pression environnementale relativement aux capacités naturelles disponibles, facilitant les comparaisons entre pays.

Ainsi, l'empreinte écologique se distingue par son caractère multidimensionnel et sa capacité à intégrer les limites écologiques dans l'analyse économique, ce qui justifie son utilisation comme indicateur principal dans l'étude des relations entre développement financier, technologies vertes et soutenabilité environnementale.

2. Empreinte écologique et développement durable

L'empreinte écologique constitue un outil central dans l'analyse du développement durable, en permettant d'évaluer la compatibilité des modes de production et de consommation avec les contraintes environnementales. Dans la perspective du développement durable, il ne s'agit pas uniquement de mesurer la croissance économique, mais également de s'assurer que celle-ci s'inscrit dans les limites écologiques de la planète.

À cet égard, l'un des apports majeurs de l'empreinte écologique réside dans la possibilité de mettre en relation la demande en ressources naturelles avec les capacités de régénération des écosystèmes. Cette approche permet d'identifier les situations de dépassement écologique, lorsque la pression exercée par les activités humaines excède les capacités naturelles disponibles, traduisant ainsi un déséquilibre dans l'utilisation des ressources.

L'empreinte écologique s'inscrit également dans une approche de la soutenabilité dite « forte », selon laquelle le capital naturel constitue un élément fondamental qui ne peut être totalement substitué par le capital économique ou technologique. Dans cette optique, la préservation des ressources naturelles apparaît comme une condition essentielle à la durabilité des systèmes économiques.

Par ailleurs, cet indicateur est mobilisé, de manière complémentaire, dans le cadre du suivi des objectifs environnementaux internationaux, notamment ceux relatifs à la consommation responsable et à la préservation des écosystèmes. Il permet ainsi d'apprécier, de manière synthétique, la cohérence des trajectoires de développement avec les exigences de soutenabilité.

Ainsi, l'empreinte écologique offre une lecture intégrée des interactions entre activité économique et environnement, en mettant en évidence les limites écologiques auxquelles sont confrontées les économies contemporaines.

3. Empreinte écologique et croissance économique

La relation entre croissance économique et environnement constitue un thème central de la littérature économique. Dans ce contexte, l'empreinte écologique est largement utilisée comme indicateur permettant d'appréhender les implications environnementales des processus de développement économique.

D'un point de vue théorique, la croissance économique s'accompagne d'une transformation des structures productives et des modes de consommation. Cette évolution se traduit par une intensification de l'utilisation des ressources naturelles et de la production de déchets, ce qui se reflète dans l'évolution de l'empreinte écologique. Toutefois, la littérature économique propose différentes approches pour interpréter cette relation.

La Courbe Environnementale de Kuznets (EKC) constitue l'un des cadres théoriques les plus mobilisés. Elle postule l'existence d'une relation non linéaire entre le niveau de revenu et la dégradation environnementale, caractérisée par une phase initiale d'augmentation des pressions environnementales suivie, à un stade plus avancé du développement, d'une amélioration relative de la qualité environnementale.

Dans ce cadre, l'empreinte écologique est utilisée comme un indicateur global permettant d'évaluer l'évolution des pressions environnementales tout au long du processus de croissance. Elle présente l'avantage d'intégrer plusieurs dimensions de la dégradation environnementale, contrairement aux indicateurs plus spécifiques tels que les émissions de CO_2.

Ainsi, l'utilisation de l'empreinte écologique dans l'analyse économique permet de replacer la question de la croissance dans une perspective de soutenabilité, en tenant compte des limites écologiques et des contraintes liées à la disponibilité des ressources naturelles.

4. Empreinte écologique et finance durable et implications économiques

La prise en compte des enjeux environnementaux dans les systèmes financiers constitue un élément central de la transition vers un modèle de développement durable. Dans ce contexte, l'empreinte écologique est utilisée comme indicateur permettant d'évaluer les impacts environnementaux des activités économiques.

La finance durable regroupe l'ensemble des mécanismes visant à orienter les flux de capitaux vers des activités compatibles avec la préservation de l'environnement. Elle inclut notamment les investissements dans les technologies propres, les énergies renouvelables et les infrastructures durables.

Par ailleurs, les politiques publiques jouent un rôle essentiel dans l'encadrement de ces dynamiques, à travers la mise en place d'instruments économiques et réglementaires favorisant la transition écologique.

Dans ce cadre, l'empreinte écologique offre une mesure synthétique des pressions exercées sur les ressources naturelles, permettant d'intégrer la dimension environnementale dans l'analyse des décisions économiques et financières.

Section 3 : Situation environnementale de l'Algérie

1. Évolution de l'empreinte écologique en Algérie

L'évolution de l'empreinte écologique en Algérie doit être analysée dans le cadre des transitions structurelles associées au développement économique, à la transition démographique et à la dépendance énergétique. Dans la littérature contemporaine, l'empreinte écologique est considérée comme un indicateur synthétique de pression anthropique sur les systèmes naturels, intégrant à la fois la consommation des ressources et la capacité d'absorption des déchets, notamment les émissions de CO_2 (Al-Darsi, 2023).

Les analyses empiriques récentes montrent que, sur la période 2000–2024, l'Algérie a connu une augmentation progressive de son empreinte écologique, traduisant une intensification du métabolisme socio-économique national et une pression croissante sur les ressources naturelles. Cette évolution est caractérisée par une dynamique où la demande en énergie et en biens de consommation croît plus rapidement que la capacité de régénération des écosystèmes, entraînant un déséquilibre structurel entre empreinte écologique et biocapacité (Seghour, Saidani, & Laib, 2025).

Par ailleurs, l'Algérie présente une vulnérabilité environnementale structurelle liée à sa configuration climatique aride et semi-aride. Les ressources en eau y sont limitées et spatialement inégalement réparties, ce qui accentue le stress hydrique et conduit à une dépendance accrue à des solutions techniques à forte intensité énergétique, telles que le dessalement et le transfert interrégional de l'eau (Bouziani, 2015).Dans ce cadre, la littérature souligne également que les processus de dégradation des terres et de désertification contribuent à réduire la capacité de régénération des écosystèmes, limitant ainsi la biocapacité nationale (Seghour, Saidani, & Laib, 2025). Cette dynamique est principalement expliquée par trois mécanismes interdépendants.

Premièrement, la croissance économique, largement tirée par le secteur des hydrocarbures, induit une augmentation structurelle de la consommation énergétique et matérielle. Ce résultat est cohérent avec les travaux empiriques récents qui mettent en évidence une relation positive entre croissance du PIB et dégradation environnementale dans les économies dépendantes des ressources naturelles (Chiad, Moumeni, & Aoussi, 2022; Benameur, 2024).

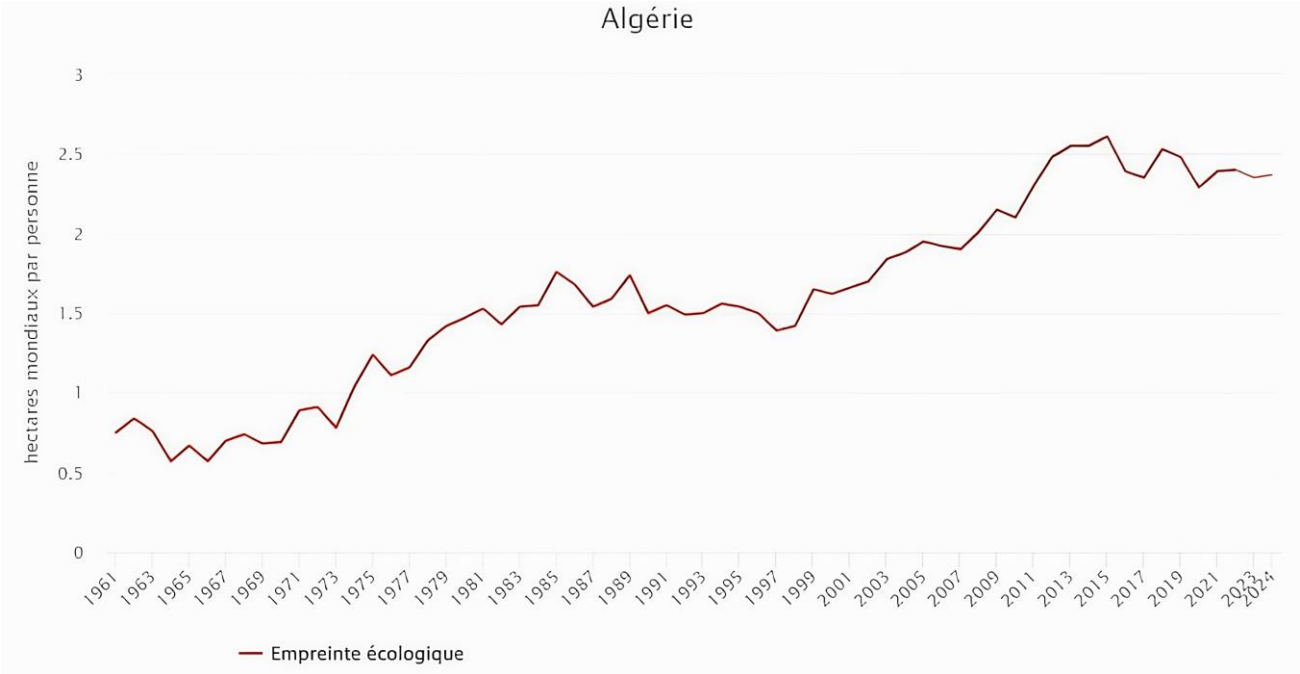
Deuxièmement, l'urbanisation rapide et la transition démographique exercent un effet multiplicateur sur la demande en infrastructures, transport et énergie, entraînant une augmentation de l'empreinte carbone et des terres artificialisées (Sabah & Zine, 2022; World Bank, 2024).

Troisièmement, la structure énergétique fortement carbonée amplifie l'intensité écologique de la croissance. La prédominance du gaz naturel et du pétrole dans le mix énergétique limite les gains d'efficacité environnementale et renforce la dépendance aux émissions fossiles (IEA, 2023).

Dans ce cadre, les travaux récents suggèrent que le capital humain et le développement financier peuvent jouer un rôle modérateur en favorisant l'innovation verte et l'adoption de technologies propres (Chiad, Moumeni, & Aoussi, 2022).

Le graphique suivant présente la trajectoire de l'empreinte écologique par habitant en Algérie sur la période 1961–2024, permettant d'apprécier l'évolution de l'intensité de la pression anthropique exercée sur les systèmes naturels indépendamment des effets de taille démographique.

Figure 2 : Empreinte écologique par habitant (Algérie, 1961–2024)



Source: (Global Footprint Network, 2024). National Footprint and Biocapacity Accounts. Consulté le 06 01, 2026, sur Global Footprint Network: https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=4&type=BCpc,EFCpc

L'analyse de l'empreinte écologique par habitant sur la période 1961–2024 met en évidence une dynamique non linéaire marquée par une transition structurelle du système socio-économique algérien. La première phase, correspondant aux décennies 1960–1970, se caractérise par des niveaux relativement faibles d'empreinte, traduisant une pression anthropique limitée, en cohérence avec une économie peu industrialisée et une consommation énergétique restreinte.

À partir des années 1980, une inflexion progressive apparaît, suivie d'une intensification plus prononcée à partir des années 1990–2000. Cette évolution reflète l'accélération du processus d'urbanisation, la croissance de la demande énergétique ainsi que la consolidation d'un modèle économique fortement dépendant des ressources fossiles. L'augmentation de l'empreinte écologique par habitant traduit ainsi un approfondissement du métabolisme socio-économique national, caractérisé par une intensification des flux de matière et d'énergie.

Sur la période récente (2010–2024), la tendance demeure globalement orientée à la hausse, bien que marquée par des fluctuations conjoncturelles. Cette persistance confirme l'ancrage structurel d'un régime de consommation énergétique élevé, difficilement découplé de la croissance économique, et souligne les limites actuelles de la transition vers un modèle de développement plus soutenable.

2. Composantes de l'empreinte écologique en Algérie

2.1. Empreinte carbone

L'empreinte carbone constitue la composante dominante de l'empreinte écologique en Algérie. Elle est fortement liée à la combustion des énergies fossiles (gaz naturel, pétrole et charbon). Les données montrent une tendance à la hausse des émissions de CO_2 sur la période étudiée, en lien avec l'expansion de la consommation énergétique et du secteur des transports (IEA, 2023; Benameur, 2024).

Cette évolution confirme le rôle central du secteur énergétique dans la dégradation environnementale.

2.2. Empreinte des terres agricoles

L'empreinte des terres agricoles augmente sous l'effet de la croissance démographique et de la demande alimentaire. L'intensification de l'usage des sols, combinée à des pratiques agricoles parfois non durables, entraîne une dégradation des sols et une baisse de leur productivité (Chiad, Moumeni, & Aoussi, 2022).

2.3. Empreinte forestière

Les résultats montrent une pression relativement faible mais constante sur les ressources forestières, associée principalement à la déforestation, aux incendies et à l'exploitation du bois. Cette pression contribue à la réduction de la capacité d'absorption du carbone (Benameur, 2024).

2.4. Empreinte liée aux zones de pêche et de pâturage

Les analyses indiquent une surexploitation des ressources halieutiques et pastorales dans certaines périodes, traduisant une exploitation non optimale des ressources naturelles renouvelables (Chiad, Moumeni, & Aoussi, 2022).

2.5. Empreinte des zones bâties

L'urbanisation rapide a entraîné une augmentation progressive des surfaces artificialisées. Cette expansion se fait souvent au détriment des terres agricoles et naturelles, accentuant ainsi la pression sur les écosystèmes (Benameur, 2024).

3. Biocapacité et déficit écologique en Algérie

La biocapacité représente la capacité des écosystèmes à produire des ressources biologiques renouvelables et à absorber les déchets générés, notamment les émissions de CO_2. Toutefois, En Algérie cette capacité demeure limitée en raison des contraintes climatiques et de la dégradation des terres, particulièrement dans les zones arides, où la productivité écologique est fortement réduite (Seghour, Saidani, & Laib, 2025).

Les données montrent que l'Algérie est structurellement en situation de déficit écologique, dans la mesure où son empreinte écologique dépasse régulièrement sa biocapacité disponible. Ce déséquilibre traduit une surexploitation des ressources naturelles et une pression croissante sur les écosystèmes (World Bank, 2024).

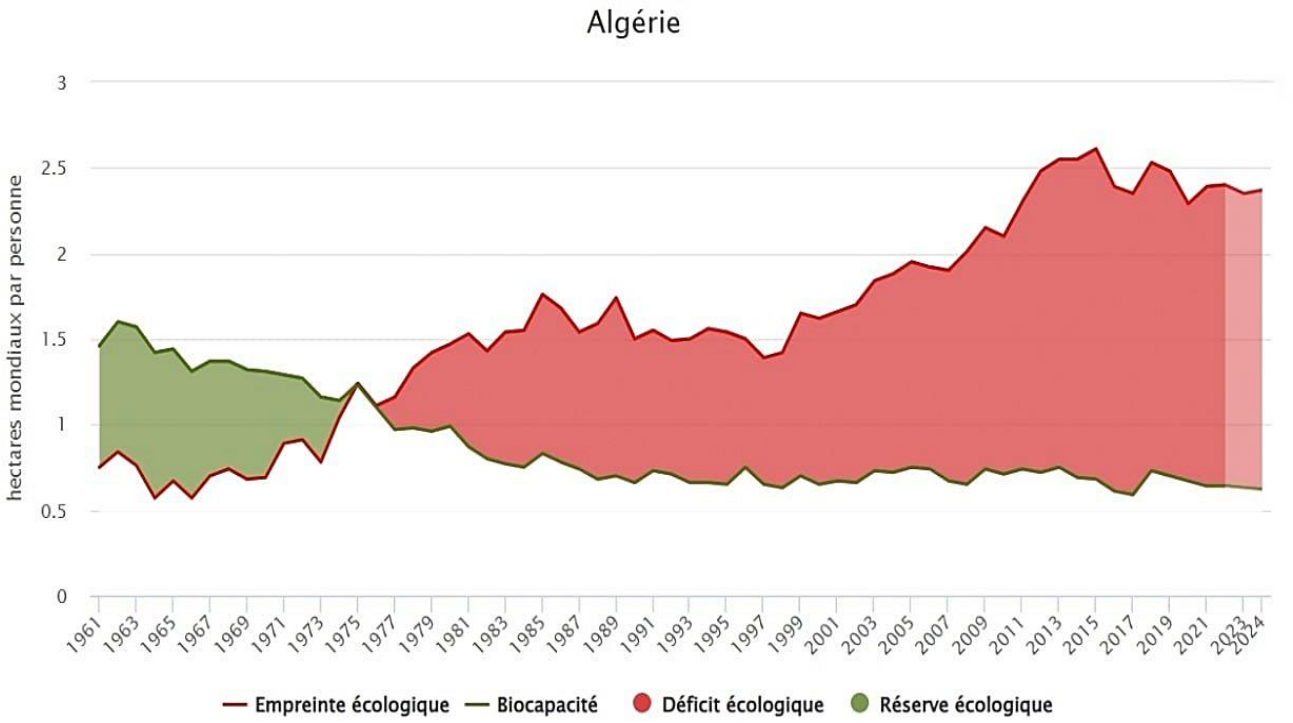
Ce phénomène est aggravé par plusieurs facteurs structurels. D'une part, la pression démographique augmente la demande en ressources alimentaires, énergétiques et hydriques. D'autre part, l'expansion des activités économiques intensifie l'exploitation des ressources naturelles, souvent sans mécanismes suffisants de régulation environnementale.

Dans cette perspective, la gestion non intégrée des ressources en eau et en énergie constitue un facteur aggravant du déséquilibre écologique en Algérie, en particulier dans un contexte de stress hydrique structurel (Bouziani, 2015). De même, les projections démographiques confirment une augmentation continue de la population, ce qui accentuera la pression sur la biocapacité nationale à moyen et long terme (world population review, 2026).

Ainsi, le déficit écologique peut être interprété comme une forme de déséquilibre structurel entre le système économique et le système écologique, traduisant une trajectoire de non-durabilité.

Le graphique ci-après permet d'analyser simultanément l'évolution de l'empreinte écologique et de la biocapacité en Algérie sur la période 1961–2024, afin de mettre en évidence la transition d'un régime écologique excédentaire vers une situation de déficit structurel.

Figure 3 : Empreinte écologique vs biocapacité (1961–2024)



Source: (Global Footprint Network, 2024). National Footprint and Biocapacity Accounts. Consulté le 06 01, 2026, sur Global Footprint Network: https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=4&type=BCpc,EFCpc

L'observation conjointe de l'empreinte écologique et de la biocapacité révèle une reconfiguration profonde du rapport entre système économique et système écologique en Algérie. Durant la phase initiale (années 1960–1970), la biocapacité excède nettement l'empreinte écologique, traduisant une situation de réserve écologique caractéristique d'un faible niveau d'exploitation des ressources naturelles.

Progressivement, cette marge écologique se réduit sous l'effet combiné de l'intensification des usages des sols, de la pression démographique et de la transformation du modèle de consommation énergétique. À partir des années 2000, un point de basculement structurel est atteint, marqué par le dépassement durable de la biocapacité par l'empreinte écologique.

Cette inversion marque l'entrée dans une configuration de déficit écologique chronique, dans laquelle la capacité de régénération des écosystèmes devient insuffisante pour absorber les pressions exercées par les activités humaines. Le maintien de cet écart jusqu'en 2024 traduit une forme de verrouillage structurel du déséquilibre environnemental, révélant une trajectoire de non-durabilité à long terme.

En ce sens, le déficit écologique ne constitue pas un phénomène conjoncturel, mais bien un indicateur de dissociation progressive entre croissance économique et soutenabilité écologique, confirmant une contrainte biophysique structurelle au développement.

4. Les Objectifs de Développement Durable et trajectoire de transition environnementale

L'Algérie a officiellement intégré les Objectifs de Développement Durable (ODD) dans ses politiques publiques, notamment ceux relatifs à l'énergie propre, à la lutte contre le changement climatique et à la préservation des écosystèmes terrestres.

Cependant, la mise en œuvre effective de ces objectifs reste partiellement contrainte par la structure économique nationale. En effet, la forte dépendance aux hydrocarbures limite la transition vers un modèle énergétique plus durable, malgré les efforts entrepris pour développer les énergies renouvelables.

Les données indiquent que des progrès ont été réalisés dans certains domaines, notamment en matière d'investissement dans l'énergie solaire, mais ces avancées restent insuffisantes pour transformer structurellement le mix énergétique national (World Bank, 2024).

Dans ce contexte, la transition écologique en Algérie nécessite une transformation profonde des politiques économiques, notamment par l'intégration de mécanismes de gouvernance environnementale plus efficaces et une meilleure articulation entre croissance économique et durabilité (Benameur, 2024).

Sur le plan théorique, la transition écologique repose sur trois leviers principaux :

1. transformation du mix énergétique,
2. amélioration du capital humain,
3. développement du financement vert.

Ces leviers sont interdépendants et conditionnent la capacité du pays à réduire son intensité carbone (Aye & Edoja, 2017; Chiad, Moumeni, & Aoussi, 2022).

5. Contraintes structurelles de la transition écologique en Algérie

La transition écologique en Algérie s'inscrit dans un ensemble de contraintes structurelles profondément ancrées dans le modèle de développement économique et dans la configuration institutionnelle du pays. Ces contraintes ne sont pas isolées, mais interconnectées, formant un système de dépendances croisées entre énergie, démographie, ressources naturelles et capacité technologique. Elles expliquent en grande partie la lenteur de l'évolution vers un modèle de croissance durable et faiblement carboné.

5.1. Dépendance aux hydrocarbures et verrouillage du modèle carboné

L'économie algérienne demeure fortement dépendante des hydrocarbures, qui représentent la principale source de revenus budgétaires et de recettes d'exportation. Cette structure productiviste crée une forte inertie institutionnelle et économique, souvent décrite dans la littérature comme un phénomène de carbon lock-in, où les infrastructures énergétiques, les politiques publiques et les choix d'investissement sont historiquement orientés vers les énergies fossiles (World Bank, 2024; IEA, 2023).

Dans ce contexte, la rente pétrolière et gazière joue un rôle central dans la stabilisation macroéconomique, mais elle limite simultanément les incitations à la diversification énergétique. Les investissements restent majoritairement concentrés dans le secteur des hydrocarbures, ce qui ralentit l'émergence de filières alternatives, notamment les énergies renouvelables. Selon la Banque mondiale, cette dépendance structurelle réduit la flexibilité du système économique et retarde la transition vers une économie bas carbone (World Bank, 2024).

Cette situation est d'autant plus problématique que les efforts de diversification énergétique nécessitent des réformes profondes, non seulement dans le secteur énergétique lui-même, mais également dans le système financier, fiscal et industriel. Ainsi, la transition écologique est freinée par une dépendance systémique difficile à contourner à court terme.

5.2. Pression démographique et intensification des externalités environnementales

La dynamique démographique constitue un autre facteur déterminant des pressions environnementales en Algérie. La croissance continue de la population, combinée à un processus d'urbanisation rapide, exerce une pression croissante sur les infrastructures publiques et sur les ressources naturelles, notamment l'eau, l'énergie et les sols.

Selon les données démographiques internationales, la population algérienne connaît une croissance soutenue, entraînant une augmentation structurelle de la demande en biens essentiels et en services publics (world population review, 2026). Cette évolution s'accompagne d'une expansion urbaine souvent rapide et partiellement non planifiée, qui accentue la concentration des activités économiques dans les grandes villes.

Dans ce cadre, les externalités environnementales négatives deviennent plus importantes, notamment à travers l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, la production de déchets solides et liquides, ainsi que la dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain. La littérature souligne que cette pression démographique agit comme un multiplicateur des impacts environnementaux, en intensifiant la consommation énergétique et la demande en infrastructures de base.

5.3. Stress hydrique structurel et contrainte biophysique majeure

L'Algérie est confrontée à une contrainte biophysique majeure liée au stress hydrique structurel. En raison de son climat aride et semi-aride, les ressources en eau renouvelables sont limitées et fortement irrégulières dans le temps et dans l'espace. Cette situation est aggravée par la croissance démographique, l'urbanisation et l'extension des activités agricoles et industrielles

Les travaux académiques sur la gestion de l'eau en Algérie montrent que la rareté hydrique constitue une contrainte centrale du développement économique et social (Bouziani, 2015; Kamel, 2008). La pression sur les ressources en eau se traduit par une surexploitation des nappes souterraines, une diminution de la disponibilité par habitant et une augmentation des risques de déséquilibres hydrologiques.

Face à cette situation, les autorités publiques ont progressivement recours à des solutions alternatives telles que le dessalement de l'eau de mer et le traitement des eaux usées. Cependant, ces technologies restent fortement dépendantes de l'énergie, ce qui introduit une interdépendance critique entre sécurité hydrique et sécurité énergétique. Ainsi, la gestion de l'eau en Algérie ne peut être dissociée des enjeux énergétiques et climatiques, ce qui complexifie davantage la transition écologique.

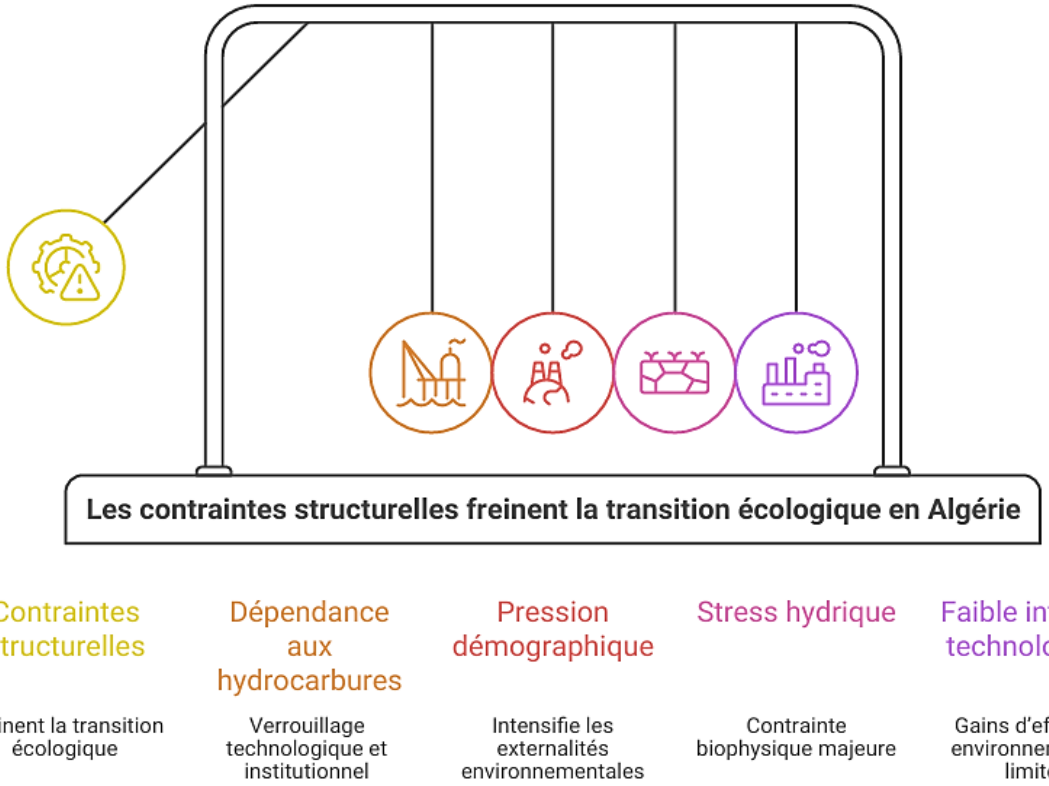
5.4. Faible intensité technologique verte et retard d'innovation

Un quatrième frein structurel réside dans la faible intensité technologique verte de l'économie algérienne. L'adoption des technologies propres et des innovations environnementales reste limitée, ce qui réduit la capacité du pays à améliorer son efficacité énergétique et à réduire son empreinte écologique.

Selon la Banque mondiale, la transition vers un modèle durable nécessite une accélération de l'innovation technologique, en particulier dans les secteurs de l'énergie, de l'industrie et des infrastructures urbaines (World Bank, 2024).L'Agence internationale de l'énergie souligne également que les technologies propres jouent un rôle central dans la décarbonation des économies et dans l'amélioration de la performance énergétique globale (IEA, 2023).

Dans le cas algérien, ce retard technologique se traduit par une dépendance persistante aux technologies fossiles et par une faible intégration des solutions innovantes dans les politiques publiques. Cela limite la capacité du pays à amorcer une transition énergétique rapide et efficace.

Figure 4 : Contraintes structurelles de la transition écologique



Source : Elaborer par nous-même

Conclusion du chapitre

Ce chapitre a permis de présenter les fondements conceptuels de l'empreinte écologique, ainsi que son rôle en tant qu'indicateur de soutenabilité économique et environnementale. Il ressort que cet indicateur constitue un outil pertinent pour évaluer la pression exercée par les activités humaines sur les ressources naturelles et pour analyser les déséquilibres écologiques.

Par ailleurs, l'empreinte écologique présente des implications importantes pour les décideurs économiques et financiers, en offrant une mesure des risques environnementaux susceptibles d'affecter les activités économiques. Ainsi, elle constitue un cadre d'analyse utile pour orienter les politiques publiques et les stratégies d'investissement vers des trajectoires de développement durable.

Ce cadre conceptuel servira de base à l'analyse des variables explicatives, notamment les technologies vertes et le développement financier, qui seront étudiées dans le chapitre suivant.

Chapitre II : Technologies vertes, développement financier et qualité environnementale : fondements théoriques

Introduction du chapitre

Au cours des dernières décennies, les préoccupations environnementales se sont progressivement imposées comme un enjeu central des politiques économiques et des stratégies de développement durable. Cette évolution s'inscrit dans un contexte marqué par l'intensification de la dégradation des ressources naturelles, l'aggravation du changement climatique et la remise en question des modèles de croissance fondés sur l'exploitation des énergies fossiles. Face à ces défis structurels, la littérature économique s'est interrogée sur les mécanismes susceptibles d'améliorer la qualité environnementale tout en préservant les objectifs de développement économique.

Parmi les facteurs identifiés, le développement financier et les technologies vertes occupent une place prépondérante. Le premier, en facilitant la mobilisation de l'épargne, l'allocation efficiente des ressources et le financement de l'innovation, constitue un levier potentiel de la transition écologique. Les secondes, en permettant de réduire l'intensité environnementale des activités productives, jouent un rôle stratégique dans le découplage entre croissance économique et dégradation environnementale. Toutefois, ces effets ne sont pas univoques : le développement financier peut également stimuler des activités économiques intensives en ressources, et les technologies vertes demeurent conditionnées par le cadre institutionnel et l'accès au financement.

Section 1 : Développement financier et technologies vertes : fondements conceptuels

1. Le développement financier: concepts et dimensions

1.1. Définition et fondements du développement financier

Le développement financier (Financial Development : FD) renvoie au processus par lequel les institutions, les marchés et les instruments financiers d'une économie évoluent en profondeur, en accessibilité, en efficacité et en stabilité, afin de mieux assurer les fonctions fondamentales de mobilisation et d'allocation des ressources financières. Cette approche multidimensionnelle, formalisée notamment par Svirydzenka (2016) au sein du Fonds Monétaire International, dépasse les mesures traditionnelles centrées sur le volume du crédit pour intégrer également le développement des marchés de capitaux et l'inclusion financière. (Svirydzenka, 2016)

L'absence d'une définition unique s'explique par la diversité des structures financières observées entre les pays. Comme le souligne Goldsmith, les systèmes financiers diffèrent par la nature de leurs institutions, la diversité de leurs instruments et leur poids relatif dans l'économie. Dans cette perspective, le développement financier peut être appréhendé comme un processus de transformation structurelle caractérisé par la diversification des actifs financiers, l'émergence de nouveaux intermédiaires et l'évolution des modes de régulation.

Dans une approche fonctionnelle, Levine (2005) identifie cinq fonctions essentielles du système financier dont l'amélioration traduit le développement financier : la production et le traitement de l'information sur les opportunités d'investissement, permettant une allocation efficiente du capital ; le suivi des investissements et le contrôle de la gouvernance des entreprises ; la facilitation des échanges, de la diversification et de la gestion des risques ; la mobilisation de l'épargne pour financer des projets d'investissement ; et la facilitation des transactions économiques en réduisant les coûts de transaction. L'ensemble de ces fonctions souligne que le développement financier correspond non pas à une simple expansion quantitative des flux financiers, mais à une amélioration qualitative du fonctionnement du système financier dans son ensemble. (Levine, 2005)

Ce concept est multidimensionnel et ne peut être appréhendé à travers un seul indicateur, dans la mesure où il englobe à la fois les dimensions bancaires, monétaires, externes et institutionnelles du système financier. La littérature distingue généralement plusieurs composantes, notamment la

profondeur financière, l'inclusion financière, l'ouverture financière et l'efficacité du système financier, qui reflètent les différentes fonctions assurées par ce dernier.

Le développement financier peut être appréhendé à travers plusieurs dimensions complémentaires. Dans le cadre de cette étude, l'analyse se concentre sur deux dimensions particulières. La première renvoie à l'inclusion financière, traduite empiriquement par le crédit domestique accordé au secteur privé en proportion du PIB (FI), qui constitue une mesure classique de la profondeur financière et reflète la capacité du système bancaire à financer l'activité économique. La seconde est celle des flux financiers associés à l'innovation financière, approchée par les comptes financiers nets (FINT), qui capte la dimension externe et technologique du développement financier. Ces deux variables permettent de rendre compte, de manière cohérente, du niveau de développement financier dans ses dimensions interne et externe.

1.2. Mesure du développement financier : indicateurs traditionnels et indice du FMI

La mesure du développement financier constitue un défi méthodologique important en raison du caractère multidimensionnel du concept. Les premières études empiriques ont principalement mobilisé des indicateurs quantitatifs visant à mesurer la profondeur financière. Parmi les plus utilisés figure le ratio du crédit domestique accordé au secteur privé rapporté au PIB, qui reflète la capacité du système financier à financer les activités économiques et constitue une mesure classique du degré d'intermédiation financière. D'autres indicateurs fréquemment mobilisés incluent les agrégats monétaires (M2 ou M3 rapportés au PIB), permettant d'apprécier le niveau de liquidité de l'économie, ainsi que le ratio des actifs bancaires sur le PIB, traduisant la taille relative du secteur bancaire.

Ces indicateurs présentent néanmoins des limites importantes. Ils mesurent principalement la taille ou la profondeur du système financier sans prendre en considération d'autres dimensions essentielles telles que l'accès aux services financiers ou l'efficacité des institutions financières. En outre, ils ne permettent pas de distinguer le rôle respectif des institutions financières et des marchés financiers dans les dynamiques économiques.

Afin de surmonter ces insuffisances, le FMI a développé un indice synthétique de développement financier (Svirydzenka, 2016)**,** reposant sur une approche multidimensionnelle fondée sur trois composantes principales : la profondeur financière, qui mesure la taille et le niveau d'activité des institutions et marchés financiers ; l'accès financier, qui évalue la facilité avec laquelle les ménages et les entreprises peuvent accéder aux services financiers ; et l'efficacité financière, qui reflète la capacité du système à allouer les ressources de manière performante. L'un des principaux avantages de cet indice réside dans sa capacité à intégrer simultanément les institutions financières et les marchés financiers au sein d'un cadre analytique unique, ce qui en fait une mesure plus complète et plus robuste, particulièrement adaptée aux études analysant les interactions entre finance, croissance économique et environnement.

1.3. Dimensions modernes du développement financier : FinTech et inclusion financière

L'évolution récente des systèmes financiers s'accompagne de transformations structurelles majeures liées à l'innovation technologique et à l'élargissement de l'accès aux services financiers. Dans ce contexte, la FinTech et l'inclusion financière constituent des dimensions modernes du développement financier, qui jouent un rôle croissant dans les interactions entre finance et environnement.

- La FinTech comme extension du développement financier.

La FinTech désigne l'ensemble des innovations technologiques appliquées aux services financiers, incluant notamment les paiements numériques, les plateformes de financement participatif, les technologies de blockchain et les services bancaires digitaux. Elle améliore l'efficacité des transactions, réduit les coûts d'intermédiation et facilite l'accès aux services financiers (Financial Stability Board, 2023)Du point de vue environnemental, ses effets sont ambivalents : d'une part, elle peut favoriser la transition écologique en facilitant le financement de projets durables et en soutenant la diffusion des technologies vertes ; d'autre part, elle peut stimuler la consommation et intensifier les activités économiques, ce qui peut accroître la pression environnementale en l'absence de régulation adéquate (Ozili, 2018).

- L'inclusion financière comme dimension du développement financier.

L'inclusion financière se définit comme l'accès et l'utilisation effective des services financiers par l'ensemble des agents économiques. Elle reflète la capacité du système financier à répondre aux besoins de l'ensemble de la population (Banque mondiale, 2022) et joue un rôle central dans la promotion d'une croissance économique inclusive. Sur le plan environnemental, un meilleur accès au financement peut encourager l'investissement dans des activités durables ; toutefois, il peut également conduire à une augmentation de la consommation de biens et de services, entraînant une pression accrue sur les ressources naturelles (Demirgüç-Kunt, 2018). L'effet net dépend du type d'activités financées et de l'orientation des politiques économiques. Dans cette étude, l'inclusion financière est mesurée par le crédit accordé au secteur privé en proportion du PIB (FI), indicateur largement utilisé dans la littérature comme proxy de l'accès aux services financiers.

2. Technologies vertes, finance verte et émissions de gaz à effet de serre

2.1. Les technologies vertes : définition, fondements conceptuels et mesure

Les technologies vertes (Green Technologies) désignent l'ensemble des connaissances, procédés, équipements et systèmes visant à réduire l'impact environnemental des activités humaines, à améliorer l'efficience dans l'utilisation des ressources naturelles et à favoriser une gestion durable des écosystèmes. Cette notion s'inscrit dans le cadre plus large de l'innovation environnementale, définie comme l'introduction de produits, procédés ou méthodes permettant de diminuer les pressions exercées sur l'environnement tout au long du cycle de vie des activités économiques.

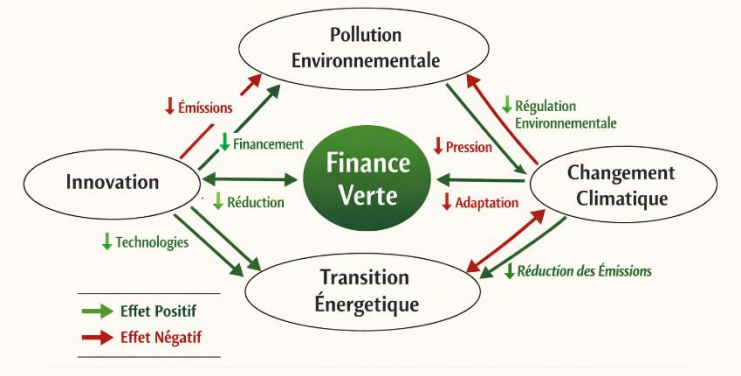
D'un point de vue théorique, leur développement peut être interprété à travers la logique schumpétérienne de la « destruction créatrice », selon laquelle les innovations permettent de substituer des technologies polluantes par des alternatives plus efficientes et moins intensives en ressources. Les modèles de croissance endogène soulignent en outre que l'innovation verte dépend fortement des incitations économiques, notamment des politiques environnementales, des signaux de prix et des investissements en recherche et développement. Elles s'inscrivent enfin dans le paradigme de la croissance verte, qui vise à concilier développement économique et préservation de l'environnement, en reconnaissant le capital naturel comme un facteur de production essentiel. (OECD, 2011)

Leur mesure constitue un enjeu méthodologique central en raison du caractère multidimensionnel de l'innovation environnementale. Dans la littérature empirique, les brevets verts représentent l'indicateur le plus couramment mobilisé, permettant d'évaluer l'effort d'innovation dans les technologies environnementales. Cependant, toutes les innovations ne font pas l'objet d'un brevet, et ces derniers diffèrent en termes de qualité et de portée technologique. Des mesures complémentaires incluent les indices globaux d'innovation, les dépenses en R&D dans les secteurs environnementaux et les flux d'investissements directs étrangers orientés vers les technologies propres.

2.2. La finance verte comme levier de soutien aux technologies vertes

La finance verte désigne l'ensemble des instruments et des mécanismes financiers destinés à soutenir des projets ayant un impact positif sur l'environnement, incluant les investissements dans les énergies renouvelables, les infrastructures durables, les technologies propres et les projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Figure 5 : Relations entre la finance verte, l'innovation et la transition énergétique



Source : Elaboré par nous même

La finance verte joue un rôle fondamental dans la mobilisation des ressources financières nécessaires à la transition écologique, en orientant les flux de capitaux vers des activités respectueuses de l'environnement et en réduisant les barrières économiques à l'adoption de technologies propres. (UNEP., 2016)

La dimension opérationnelle de la finance verte, montre la capacité effective à financer des projets à faible impact environnemental. Toutefois, l'efficacité de cet instrument dépend de la qualité du cadre réglementaire et de la transparence des marchés financiers : en l'absence de normes

claires, il existe un risque de « greenwashing » susceptible de limiter l'impact réel des investissements verts sur l'environnement.

2.3. Les émissions de gaz à effet de serre comme indicateur de pression environnementale

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) constituent l'un des principaux facteurs de dégradation environnementale à l'échelle mondiale. Elles résultent principalement de la combustion des énergies fossiles, des activités industrielles, du transport et de certaines pratiques agricoles, parmi lesquelles le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O) représentent les contributions les plus significatives. L'accumulation de ces gaz dans l'atmosphère est à l'origine du réchauffement climatique, qui représente l'un des défis majeurs du développement durable.

Dans la littérature empirique, les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont souvent mobilisées pour appréhender la pression environnementale associée aux modes de production et de consommation. En tant qu'indicateur de la composante carbone de la dégradation environnementale, elles permettent d'évaluer l'effet des politiques énergétiques, des transformations structurelles et des mécanismes de financement orientés vers la transition écologique. Dans cette perspective, l'évolution des émissions peut également être mise en relation avec les efforts de financement vert, dans la mesure où ces derniers visent, entre autres, à soutenir des investissements susceptibles de réduire l'intensité carbone de l'activité économique.

Section 2 : Déterminants économiques et énergétiques de l'empreinte écologique

Dans l'analyse des déterminants de l'empreinte écologique, l'intégration de variables économiques de contrôle est indispensable pour isoler les effets propres des variables financières et technologiques et pour éviter les biais d'omission. Parmi ces variables, la croissance économique, les rentes des ressources naturelles et la consommation d'énergie renouvelable occupent une place centrale dans la littérature empirique sur l'environnement.

1. Croissance économique (GDP) et environnement

La croissance économique, mesurée par le produit intérieur brut (PIB), constitue l'un des principaux déterminants de la pression exercée sur l'environnement. Elle reflète l'expansion des activités économiques, qui s'accompagne souvent d'une augmentation de la consommation de ressources naturelles et d'énergie, ainsi que d'une intensification des émissions polluantes. Dans les premières phases du développement économique, la croissance est généralement associée à une dégradation de l'environnement, en raison de la dépendance aux secteurs industriels et aux énergies fossiles. Toutefois, à des niveaux de revenu plus élevés, les économies tendent à adopter des technologies plus propres et à améliorer leur efficacité énergétique, ce qui permet de réduire progressivement l'impact environnemental par unité de production. Cette relation non linéaire constitue le fondement de la Courbe Environnementale de Kuznets.

Par ailleurs, la croissance économique influence indirectement l'empreinte écologique à travers les changements dans les modes de consommation, les structures de production et les politiques environnementales. C'est pourquoi son intégration comme variable de contrôle dans le modèle empirique est indispensable pour tenir compte des effets globaux de l'activité économique sur l'environnement. Dans cette étude, la croissance économique est mesurée par le PIB réel, utilisé comme indicateur standard du niveau d'activité économique, conformément à la pratique dominante de la littérature empirique.

2. Rentes des ressources naturelles (TRN) et pression écologique

Les rentes des ressources naturelles représentent la part de la richesse économique tirée de l'exploitation des ressources naturelles, telles que le pétrole, le gaz, les minerais et les ressources forestières. Elles sont exprimées en proportion du PIB et constituent un indicateur du degré de

dépendance d'une économie aux ressources non renouvelables, conformément aux indicateurs de la Banque mondiale.

Dans les économies fortement dotées en ressources naturelles, l'exploitation intensive de ces ressources peut engendrer une pression environnementale significative, à travers la dégradation des écosystèmes, la pollution et l'épuisement des stocks naturels. Cette situation est particulièrement marquée dans les pays dépendants des hydrocarbures, comme l'Algérie, où les activités extractives jouent un rôle central dans la dynamique économique. Par ailleurs, la dépendance aux ressources naturelles peut freiner la transition écologique en renforçant l'utilisation des énergies fossiles et en limitant les incitations à investir dans des technologies propres. Ce phénomène est souvent analysé à travers le concept de « malédiction des ressources » (resource curse), qui souligne les effets économiques et environnementaux négatifs d'une forte concentration des revenus dans le secteur extractif (Sachs et Warner, 1995). Dans le cadre de cette recherche, les rentes des ressources naturelles sont mesurées par leur part dans le PIB, variable disponible dans les bases de données de la Banque mondiale.

3. Énergie renouvelable et efficacité énergétique (EE)

La structure du système énergétique constitue un facteur déterminant de la pression environnementale exercée par les économies. Lorsque les systèmes énergétiques reposent principalement sur les combustibles fossiles, la consommation d'énergie engendre des émissions polluantes importantes et contribue à l'aggravation de l'empreinte écologique. En revanche, le développement des énergies renouvelables — solaire, éolienne, hydraulique et biomasse — permet de réduire ces émissions et de favoriser la transition vers une économie bas carbone.

Cependant, l'impact des énergies renouvelables dépend de leur part dans le mix énergétique et de leur niveau d'intégration dans les systèmes économiques. Dans certaines économies, notamment celles fortement dépendantes des hydrocarbures, leur contribution reste limitée en raison de contraintes technologiques, financières ou institutionnelles. Dans ce contexte, l'énergie renouvelable constitue davantage un indicateur du degré d'avancement de la transition énergétique qu'une mesure directe de l'efficacité énergétique stricto sensu.

Dans le cadre de cette recherche, la variable énergétique est appréhendée à travers la part de la consommation d'énergie renouvelable dans la consommation finale totale d'énergie (EE), sur la base des données du WDI. Cet indicateur permet de capter le degré d'engagement d'une économie

dans la transition énergétique, sans constituer une mesure directe de l'efficacité énergétique au sens technique du terme. Son intégration dans le modèle comme variable de contrôle permet de neutraliser les effets de la structure énergétique sur l'empreinte écologique et d'isoler les effets propres des variables financières et technologiques.

Section 3 : Cadre théorique des interactions entre développement financier, technologies vertes et environnement

La compréhension des interactions entre développement financier, technologies vertes et qualité environnementale nécessite de mobiliser un cadre théorique structuré, permettant de formaliser les mécanismes par lesquels ces variables influencent l'empreinte écologique. Cette section s'articule autour de trois axes complémentaires : la Courbe Environnementale de Kuznets, les canaux de transmission du développement financier vers l'environnement, et l'intégration des facteurs économiques dans l'analyse environnementale.

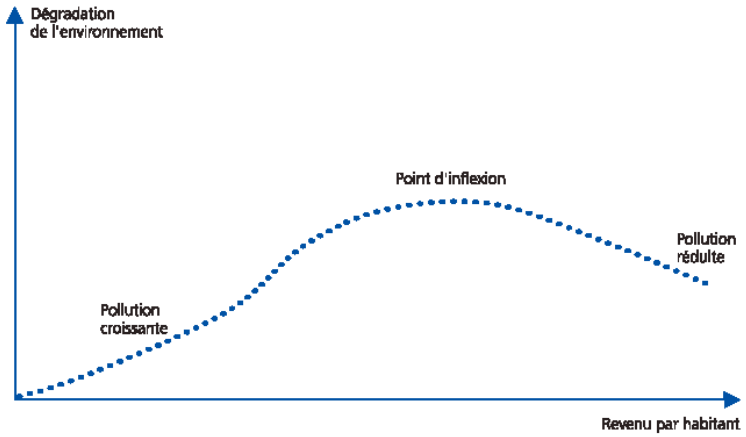
1. La Courbe Environnementale de Kuznets (EKC)

La Courbe Environnementale de Kuznets (EKC) constitue l'un des cadres théoriques les plus mobilisés dans la littérature sur les interactions entre croissance économique et qualité environnementale. Initialement proposée par Grossman et Krueger (1991) dans le contexte de l'évaluation de l'ALENA, puis formalisée par Panayotou (1993), l'EKC postule l'existence d'une relation non linéaire en forme de U inversé entre le revenu par habitant et les indicateurs de dégradation environnementale. Selon cette hypothèse, la dégradation environnementale augmente dans les premières phases du développement économique, puis diminue à partir d'un certain seuil de revenu, lorsque les sociétés disposent des ressources et de la demande sociale nécessaires pour adopter des technologies plus propres et mettre en œuvre des réglementations environnementales plus strictes.

Cette relation repose sur trois effets analytiquement distincts. L'effet d'échelle traduit la tendance à une augmentation des émissions polluantes avec la croissance de la production économique. L'effet de composition reflète le passage d'une économie agricole vers une économie industrielle (phase ascendante), puis vers une économie de services (phase descendante). L'effet technique correspond à l'amélioration de l'efficacité environnementale des processus de production grâce aux

innovations technologiques et aux réglementations environnementales, qui dominent à des niveaux de revenu élevés.

Figure 6 : Courbe EKC



Source : https://www.glossaire-international.com/pages/tous-les-termes/courbe-environnementale-de-kuznets.html

Alors, EKC permet d'analyser la trajectoire environnementale de l'Algérie en fonction de son niveau de développement économique et d'évaluer dans quelle mesure les variables financières et technologiques (développement financier, FinTech, inclusion financière) peuvent contribuer à déplacer le seuil de retournement vers le bas, en accélérant la transition vers des technologies plus propres à un niveau de revenu inférieur. Dans les économies fortement dépendantes des ressources naturelles, la phase descendante de la CKE peut être significativement retardée si les rentes fossiles maintiennent les incitations à conserver des modes de production intensifs en énergie.

2. Les canaux de transmission du développement financier vers l'environnement

L'influence du développement financier sur la qualité environnementale opère à travers plusieurs canaux de transmission identifiés dans la littérature, dont les effets peuvent se cumuler ou se compenser selon le contexte économique et institutionnel.

Le premier canal est celui de la croissance économique. Un système financier développé stimule l'investissement et la croissance économique, ce qui peut, dans un premier temps, accroître la consommation de ressources naturelles et les émissions polluantes. Cet effet est généralement

dominant dans les économies en développement, où la croissance reste intensément corrélée à l'utilisation des énergies fossiles.

Le second canal est celui du financement de l'innovation verte. Le développement financier peut favoriser l'allocation de ressources vers des projets de recherche et développement en technologies vertes, en réduisant les contraintes de financement auxquelles font face les innovateurs. En améliorant l'accès au capital à long terme, il peut accélérer la diffusion des technologies propres et contribuer à réduire l'empreinte écologique.

Le troisième canal est celui de la finance verte. À mesure que les systèmes financiers se développent et se sophistiquent, ils peuvent orienter les flux de capitaux vers des investissements respectueux de l'environnement à travers des instruments dédiés, obligations vertes, fonds ESG, crédits bonifiés. Ce canal suppose néanmoins l'existence d'un cadre réglementaire incitatif et d'une demande institutionnelle pour des actifs durables, conditions qui font encore défaut dans de nombreuses économies émergentes.

Le quatrième canal, enfin, est celui de l'inclusion financière et de la FinTech. L'élargissement de l'accès aux services financiers permet aux ménages et aux petites entreprises de financer l'adoption d'équipements économes en énergie. La FinTech, en réduisant les coûts de transaction et en facilitant le financement participatif de projets verts, peut amplifier cet effet, à condition que les investissements ainsi mobilisés soient orientés vers des activités durables.

3. Intégration des facteurs économiques dans l'analyse environnementale

L'analyse des déterminants de l'empreinte écologique ne peut se limiter aux seules variables financières et technologiques. Elle requiert l'intégration de facteurs économiques structurels susceptibles de modifier les relations entre développement financier, technologies vertes et qualité environnementale.

La croissance économique représente le premier facteur structurel. Comme le suggère la CKE, son influence sur l'empreinte écologique est non linéaire et dépend du stade de développement atteint. Dans le cas algérien, où la croissance reste fortement indexée sur les cycles des prix des hydrocarbures, cette variable joue un rôle déterminant dans l'évolution de la pression environnementale.

Les rentes des ressources naturelles constituent le second facteur structurel. Leur influence s'exerce principalement à travers la perpétuation de structures économiques intensives en ressources fossiles et la réduction des incitations à investir dans les technologies propres. Dans le cadre du modèle empirique, elles sont intégrées comme variable de contrôle pour neutraliser les effets spécifiques à la dépendance aux hydrocarbures sur l'empreinte écologique algérienne.

La consommation d'énergie renouvelable constitue enfin le troisième facteur structurel. Elle reflète le degré d'avancement de la transition énergétique et agit comme un modérateur de l'impact environnemental des activités économiques. Son intégration dans le modèle permet d'évaluer dans quelle mesure le développement des énergies propres contribue, indépendamment des variables financières, à réduire l'empreinte écologique.

L'articulation de ces trois facteurs avec les variables financières et technologiques du modèle permet de construire un cadre d'analyse complet, capable de rendre compte de la complexité des interactions entre systèmes financiers, innovations technologiques et trajectoires environnementales dans le contexte algérien.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre a établi le socle conceptuel et théorique sur lequel repose l'analyse empirique du Chapitre III. Le développement financier, appréhendé dans ses dimensions traditionnelles (profondeur financière, intermédiation bancaire) et modernes (FinTech, inclusion financière), constitue un déterminant ambigu de la qualité environnementale, dont les effets positifs ou négatifs dépendent des canaux de transmission mobilisés et du cadre institutionnel en place. Les technologies vertes et la finance verte, approximées respectivement par l'investissement vert et les émissions de GES comme proxy inverse, constituent des leviers potentiels de la transition écologique, conditionnés par l'accès au financement et la qualité des politiques d'incitation.

Les variables économiques : croissance économique, rentes des ressources naturelles et consommation d'énergie renouvelable, permettent de contextualiser ces interactions dans les spécificités structurelles de l'économie algérienne, notamment sa dépendance aux hydrocarbures et son niveau d'avancement dans la transition énergétique. Les cadres théoriques mobilisés : Courbe Environnementale de Kuznets, canaux de transmission du développement financier, fournissent le système de référence nécessaire à l'interprétation rigoureuse des résultats économétriques. C'est sur la base de ces fondements que le Chapitre III procédera à l'estimation du modèle ARDL et à la discussion des résultats empiriques.

Chapitre III : Analyse empirique de la relation entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique en Algérie

Introduction du chapitre

L'étude des relations entre l'empreinte écologique, le développement financier, les technologies vertes et les facteurs économiques constitue un enjeu central dans l'analyse des déterminants de la soutenabilité environnementale, en particulier dans les économies en développement fortement dépendantes des ressources naturelles.

L'analyse empirique porte sur le cas de l'Algérie sur la période 2000–2024. L'objectif principal consiste à vérifier, à travers une approche économétrique, l'existence d'une relation de court et de long terme entre l'empreinte écologique et un ensemble de variables explicatives relevant des dimensions financière, technologique, énergétique et macroéconomique.

Plus précisément, il s'agit d'examiner l'impact de la finance verte, de la FinTech, de l'inclusion financière, de la consommation d'énergie renouvelable, des rentes des ressources naturelles ainsi que de la croissance économique sur la dynamique de l'empreinte écologique en Algérie.

Pour atteindre cet objectif, l'étude mobilise le modèle autorégressif à retards distribués (ARDL), particulièrement adapté aux séries temporelles présentant un mélange de variables stationnaires en niveau et en différence première. Cette approche permet d'analyser simultanément les relations de court et de long terme tout en offrant une grande flexibilité dans la prise en compte des dynamiques des variables.

Section 1 : Contexte algérien et cadre opérationnel

1. Caractéristiques économiques, environnementales et technologiques récentes

Sur la période 2000–2024, l'économie de l'Algérie a évolué dans un contexte fortement influencé par les fluctuations des prix des hydrocarbures, qui constituent la principale source de revenus du pays. La phase d'expansion des années 2000, portée par la hausse des prix du pétrole, s'est traduite par une augmentation significative des dépenses publiques, de l'investissement et de la consommation énergétique. Cette dynamique a contribué à renforcer la dépendance aux énergies fossiles et à accentuer la pression exercée sur l'environnement.

À partir de 2014, la chute des prix du pétrole a introduit une phase d'ajustement économique caractérisée par des contraintes budgétaires et une rationalisation progressive des dépenses. Cette période a été marquée par une modération relative de la consommation énergétique, bien que la structure énergétique demeure largement dominée par les combustibles fossiles. Par ailleurs, la crise sanitaire liée à la pandémie de COVID-19 en 2020 a engendré un ralentissement temporaire de l'activité économique, accompagné d'une baisse conjoncturelle de la pression environnementale.

Malgré ces fluctuations, la trajectoire globale reste caractérisée par une croissance de la consommation énergétique et des émissions associées, reflétant la forte corrélation entre activité économique et utilisation des ressources naturelles. Dans ce contexte, l'empreinte écologique de l'Algérie demeure influencée par la structure énergétique du pays et par l'intensité des activités économiques.

Sur le plan technologique, les progrès en matière de technologies vertes restent limités. Le développement des énergies renouvelables, bien qu'inscrit dans les stratégies nationales, demeure à un stade relativement modeste, tandis que les activités de recherche et développement ainsi que l'innovation environnementale restent peu développées. Cette situation souligne le rôle potentiel de l'innovation technologique dans l'amélioration de la performance environnementale à moyen et long terme.

2. Structure et évolution du développement financier en Algérie

Le système financier algérien se caractérise par une forte dominance du secteur bancaire public, qui concentre l'essentiel des actifs et du financement de l'économie. Cette configuration reflète un modèle d'intermédiation financière centré sur le financement des entreprises publiques et des ménages, avec une implication limitée des marchés financiers.

Le niveau de développement financier demeure relativement faible comparativement aux standards internationaux, en raison notamment d'un accès limité aux services financiers, d'une faible diversification des instruments financiers et d'une efficacité encore perfectible du système bancaire. Par ailleurs, les marchés financiers restent peu développés, ce qui limite les possibilités de financement alternatif et la mobilisation de l'épargne à long terme.

Dans ce contexte, l'intégration des considérations environnementales dans le système financier reste encore embryonnaire. Les mécanismes de finance verte, tels que les obligations vertes ou les instruments de financement durable, sont peu développés, et l'allocation du crédit ne prend généralement pas en compte des critères environnementaux explicites. Toutefois, le développement financier peut constituer un levier important pour soutenir les investissements dans les technologies propres et les projets à faible impact environnemental.

3. Justification du choix de l'Algérie et pertinence de l'étude

Le choix de l'Algérie comme terrain d'étude repose sur plusieurs considérations liées à la problématique de cette recherche. D'une part, la structure économique du pays, fortement dépendante des ressources naturelles, en fait un cas pertinent pour analyser les interactions entre croissance économique, développement financier et pression environnementale.

D'autre part, le contexte énergétique, dominé par les énergies fossiles, offre un cadre approprié pour étudier le rôle de la transition énergétique et de l'efficacité énergétique dans la réduction de l'empreinte écologique. Par ailleurs, le niveau encore limité du développement financier et de la finance verte permet d'examiner les marges de progression et les effets potentiels d'un approfondissement financier sur la soutenabilité environnementale.

En outre, la période d'étude retenue (2000–2024) se caractérise par des évolutions économiques significatives, incluant des phases d'expansion et d'ajustement, qui permettent d'analyser les relations de long terme et de court terme entre les variables étudiées dans le cadre du modèle ARDL.

Enfin, l'étude du cas algérien contribue à enrichir la littérature empirique relative aux économies en développement, en apportant des éléments d'analyse spécifiques à un pays encore peu étudié dans ce domaine, tout en offrant des implications utiles pour l'élaboration de politiques économiques et environnementales adaptées.

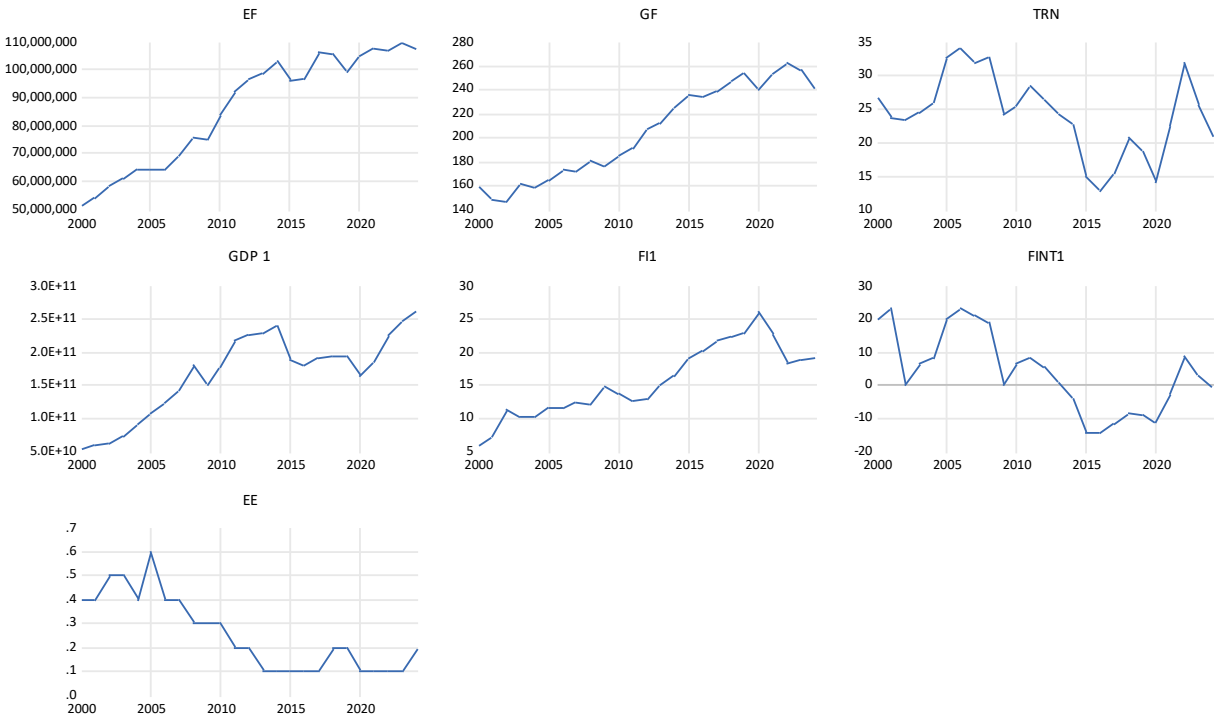
Section 2 : Spécifications et méthodologie du modèle

1. Les données

L'empreinte écologique constitue une mesure globale de la durabilité environnementale, permettant de quantifier la pression exercée par les activités humaines sur la biocapacité (Bergougui et Aldawsari, 2024). Son utilisation comme variable dépendante est motivée par les préoccupations croissantes liées au réchauffement climatique et à la dégradation écologique, qui représentent des défis majeurs pour les communautés et les nations (Guliyev, 2024). Elle est téléchargé à partir du rapport annuel (Global Footprint Network (2022)).

Deuxièmement, la finance verte est appréhendée à travers l'investissement vert, qui reflète le niveau d'investissement dans les énergies propres source : (OECD (2025)) (Behera et al. 2023) (Habiba et al. 2023). La FinTech est mesurée par les comptes financiers nets (WDI), tandis que l'inclusion financière est évaluée à partir du crédit accordé au secteur privé (WDI). Par ailleurs, l'efficacité énergétique est approximée par la consommation d'énergie renouvelable en proportion de la consommation finale totale d'énergie, sur la base des données du (WDI). Cet indicateur permet d'apprécier le degré d'utilisation des énergies renouvelables. Les rentes des ressources naturelles sont quantifiées par leur part dans le GDP. Enfin, la croissance économique, mesurée par le GDP, est intégrée comme variable de contrôle, aux côtés de l'efficacité énergétique et des rentes des ressources naturelles dans l'étude (WDI).

Figure 7 : Présentation graphique des variables de l'échantillon



Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13

2. Méthodologie du modèle

Sur la base des fondements théoriques qui ont été examinés, l'expression suivante est formulée comme la représentation générale de la fonction de la consommation des énergies renouvelable à un moment donné, noté t :

$$\boldsymbol{EF_t = f(GF_t, FINT_t, FI_t, TRN_t, EE_t GDP_t)} \qquad \textbf{(1)}$$

Où $\boldsymbol{EF_t}$ l'empreinte écologique, **GF** l'émissions totales de gaz à effet de serre, **FINT** solde du compte courant, **FI** crédit accordé au secteur privé, **TRN** rentes totales des ressources naturelles, **EE** consommation d'énergie renouvelable et **DGP** le produit intérieur brut mesurant la croissance économique.

Nous avons utilisé une méthodologie en plusieurs étapes pour tester cette relation. Premièrement, nous avons utilisé les tests Augmented Dickey–Fuller (ADF) (1979, 1981) et Phillips et Perron (1988) pour vérifier l'hypothèse de la racine unitaire parmi les séries.

Dans la deuxième étape, nous avons appliqué l'approche de test ARDL : Autoregressive Distributed Lag approach to cointégration (bound Testing methodology) développée par Pesaran et al. (2001).

L'équation générale de l'ARDL est la suivante :

$$\Delta EF = \gamma_0 + \gamma_1 EF_{t-1} + \gamma_2 GF_{t-1} + \gamma_3 FINT_{t-1} + \gamma_4 FI_{t-1} + \gamma_5 TRN_{t-1} + \gamma_6 EE_{t-1} + \gamma_7 GDP_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \tau_{1i} \Delta EF_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \tau_{2i} \Delta GF_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \tau_{3i} \Delta FINT_{t-i} + \sum_{i=1}^{r} \tau_{4i} \Delta FI_{t-i} + \sum_{i=0}^{s} \tau_{5i} \Delta TRN_{t-1} + \sum_{i=0}^{e} \tau_{6i} \Delta EE_{t-1} + \sum_{i=1}^{d} \tau_{7i} \Delta GDP_{t-i} + \varepsilon_t \quad \textbf{(2)}$$

Où ,**EF** empreinte écologique, **GF** la finance verte**, FINT** fintech**, FI** inclusion financière, **TRN** rente totale des ressource naturelle, **EE** est la consommation d'énergie renouvelable et **GDP** représente la croissance économique.

L'approche des bornes de cointégration **ARDL**, proposée par **Pesaran (2001)**, a été appliquée afin d'examiner la relation de long terme entre les variables. Concernant l'ordre d'intégration, cette méthode présente plusieurs **avantages** par rapport aux techniques standards de cointégration (Raihan, 2023b ; Voumik, 2023b). Elle peut être utilisée lorsque les variables sont intégrées d'ordre **I(0)** ou **I(1)**, mais non d'ordre supérieur. La **modélisation ARDL** repose sur une approche « du général au spécifique » et intègre un nombre optimal de retards permettant de décrire efficacement le processus générateur des données. Dans ce cadre, la **statistique F de l'ARDL** est employée pour tester l'existence d'une relation de cointégration entre les variables (Raihan A. et al., 2022b ; Raihan A. et al., 2022e).

Le **critère d'information d'Akaike (AIC)** a été utilisé pour déterminer la longueur de retard optimale, celle-ci correspondant à la valeur la plus faible du score AIC.
Si la statistique F de l'ARDL dépasse la borne critique supérieure, cela confirme la présence d'une cointégration entre les variables. À l'inverse, si elle est inférieure à la borne critique inférieure,

aucune cointégration n'est détectée. Lorsque la statistique F se situe entre ces deux bornes, les résultats demeurent **inconclusifs (** (Raihan A. &., 2022e)**;** Raihan A., 2023f**).**

L'équation (2) ci-dessous présente le **cadre d'estimation** utilisé pour l'analyse des bornes ARDL. Dans cette équation, **Δ** désigne les différences premières et **m** représente la longueur de retard optimale. Après avoir confirmé la présence d'une cointégration, l'étude a procédé à l'estimation des **effets à long et à court terme** à l'aide du modèle ARDL. Les effets à long terme ont été obtenus à partir de l'équation (2), tandis que le modèle a ensuite été reformulé sous la forme d'un **modèle à correction d'erreur (ECM)** afin de capturer la dynamique d'ajustement à court terme. Cette approche présente l'avantage de fournir des résultats **robustes** même avec des échantillons de petite taille (Voumik L. C., 2023c). Le modèle ECM permet également d'intégrer les fluctuations à court terme tout en maintenant une **stabilité à long terme** (Raihan A., 2023g ; (Raihan A. , Nexus between greenhouse gas emissions and its determinants: The, 2023h)).

Le **coefficient de l'ECM (θ)** indique la vitesse d'ajustement vers l'équilibre à long terme. Sa valeur se situe généralement entre **0 et 1**. Un coefficient négatif et significatif confirme la convergence vers l'équilibre après un choc. Enfin, les **coefficients à court terme** des variables ont été estimés à l'aide de l'équation (3).

$$\Delta EF = \gamma_0 + \gamma_1 EF_{t-1} + \gamma_2 GF_{t-1} + \gamma_3 FINT_{t-1} + \gamma_4 FI_{t-1} + \gamma_5 TRN_{t-1} + \gamma_6 EE_{t-1} + \gamma_7 GDP_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \tau_{1i} \Delta EF_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \tau_{2i} \Delta GF_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \tau_{3i} \Delta FINT_{t-i} + \sum_{i=1}^{r} \tau_{4i} \Delta FI_{t-i} + \sum_{i=0}^{s} \tau_{5i} \Delta TRN_{t-1} + \sum_{i=0}^{e} \tau_{6i} \Delta EE_{t-1} + \sum_{i=1}^{d} \tau_{7i} \Delta GDP_{t-i} + \theta\ ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

3. Analyse Statistique et Tests Préliminaires

Tableau 1 : Statistique descriptives

	EF	GF	FINT	TRN	FI	EE	GDP
Mean	86267997.6	5.36327381	3.916426962	24.1961084	15.59071720	0.256	1668190887
Median	96406059.8	5.47503523	2.609945151	24.2231338	14.84757686	0.2	1807638395
Maximum	109531860	5.90170863	23.49853694	34.1913224	26.11721341	0.6	2636197945
Minimum	51827580.02	4.63844809	-14.4962877	12.8191814	5.965639985	0.1	5479039857
Std. Dev.	20009725.0	0.38847376	12.07029369	6.00940680	5.309115287	0.15567059	6257457862
Skewness	-0.3891903	-0.2132006	0.17787447	-0.18162741	0.177872715	0.56252381	-0.46320802
Kurtosis	1.56855561	1.73085390	1.956150275	2.36665926	2.091914409	2.11620459	2.108900466
Jarque-Bera	2.76553072	1.86723938	1.266853716	0.55528599	0.990806511	2.13211093	1.721151126
Probability	0.25088380	0.39312812	0.530769808	0.75756722	0.609325143	0.34436419	0.422918595
Sum	215669994	134.081845	97.91067406	604.902710	389.7679301	6.39999999	4170477217
Sum Sq. Dev.	960933835	3.62188470	3496.607755	866.711284	676.480923	0.58159999	9.397e+22
Observations	25	25	25	25	25	25	25

Sources : calculé par les auteurs en utilisant eviews 13.

Tableau 2 : Matrix de corrélation des variables

	EF	GF	FI	FINT	GDP	TRN	EE
EF	1	0.88668949	0.865947561	-0.71388115	0.903606969	-0.46718082	-0.90846478
GF	0.88668949	1	0.800023671	-0.68849160	0.77784416	-0.49582972	-0.85061802
FI	0.865947561	0.800023671	1	-0.81409135	0.62727347	-0.64530335	-0.75898747
FINT	-0.71388115	-0.68849160	-0.81409135	1	-0.47343139	0.873550525	0.68801159
GDP	0.903606969	0.777844160	0.62727347	-0.47343139	1	-0.18364354	-0.81339107
TRN	-0.46718082	-0.49582972	-0.64530335	0.873550525	-0.18364354	1	0.532822829
EE	-0.90846478	-0.8506180	-0.75898747	0.688011590	-0.81339107	0.532822829	1

Sources : calculé par les auteurs en utilisant eviews 13.

Les statistiques descriptives sont présentées dans le Tableau 02, montrant l'asymétrie (skewness), l'aplatissement (kurtosis), les mesures de tendance centrale ainsi que la variabilité de chaque variable. En outre, la matrice de corrélation située en bas du tableau permet de comprendre les relations entre les paires de variables, ce qui peut être essentiel pour identifier les tendances et les interdépendances dans les données.

Les résultats montrent que l'emprunt écologique présente une moyenne élevée parmi les séries, avec une valeur de 86267997.6, une asymétrie de -0.3891903 indiquant une légère asymétrie négative, et une kurtosis de 1.568555 modérée et une distribution aux queues relativement épaisses. Rentes totales des ressources naturelles, l'inclusion financière et la croissance économique présentent également des moyennes élevées après l'emprunt écologique. La finance verte, les rentes totales des ressources naturelles et la croissance économique sont légèrement asymétriques à gauche, tandis que les autres variables de l'échantillon présentent une asymétrie positive. Le test de Jarque-Bera révèle que toutes les variables suivent une distribution normale.

D'après le Tableau 03, l'empreinte écologique (EF) et la croissance économique (GDP) présentent une forte corrélation positive avec une valeur de 0,9036, ce qui suggère une évolution potentielle marquée dans la même direction entre ces deux variables. Cette relation indique qu'une augmentation de la croissance économique est associée à une hausse de l'empreinte écologique, reflétant ainsi les pressions environnementales accrues résultant de l'intensification des activités économiques et de l'exploitation des ressources naturelles.

Par ailleurs, la finance verte (LGF) et l'inclusion financière (LFI) sont également positivement corrélées à l'emprunt écologique, avec des valeurs respectives de 0,3045 et 0,19372. Cette relation suggère qu'une expansion des mécanismes de finance verte et un meilleur accès aux services financiers peuvent s'accompagner d'une augmentation de l'activité économique et de la consommation des ressources naturelles, entraînant ainsi une hausse de l'emprunt écologique. Toutefois, l'ampleur relativement modérée de ces corrélations indique que leur influence sur la pression environnementale demeure limitée par rapport à d'autres facteurs structurels et économiques.

En revanche, la FinTech (LFT), la rente des ressources naturelles (LRRN) et la consommation d'énergie renouvelable (LREC) présentent des corrélations négatives avec l'emprunt écologique. Cette relation inverse suggère qu'une progression de ces variables est associée à une diminution de l'emprunt écologique. La FinTech peut contribuer à une meilleure efficacité dans l'allocation des ressources et au financement de projets durables, réduisant ainsi les pressions environnementales. De même, une utilisation accrue des énergies renouvelables permet de limiter la dépendance aux énergies fossiles et de réduire l'empreinte écologique. Quant à la rente des ressources naturelles, cette corrélation négative peut refléter une meilleure valorisation et gestion des ressources naturelles, contribuant à atténuer les déficits écologiques. Toutefois, l'intensité de ces relations dépend de l'ampleur des coefficients de corrélation observés.

Tableau 3 : de nombre de retard P

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1181.2877	NA	2.39e+34	99.02398	99.36758	99.11514
1	-1046.7576	179.3736*	2.31e+31*	91.89647*	94.64526*	92.62572*

Sur la base des critères d'information présentés dans le Tableau (04), la longueur de retard appropriée du modèle a été choisie. Le Modèle 01 a été évalué, et un retard d'une période a été retenu selon le critère d'information d'Akaike (AIC). Cela implique qu'un retard d'un est optimal pour saisir les dynamiques persistantes entre l'emprunt écologique, la finance verte, l'inclusion financière et la fintech. En utilisant cette structure de retard, le modèle ARDL peut être correctement spécifié afin d'estimer les relations à long et à court terme.

Tableau 4 : Augmented Dickey–Fuller, Phillips and Perron

Augmented Dickey-Fuller					**Phillips-Perro**			
	Level		**First difference**		**level**		**First difference**	
Variable	**Constant**	**Constant & Trend**	**Constant**	**Constant & Trend**	**Constant**	**Constant & Trend**	**Constant**	**Constant & Trend**
EF	(0.52656) -1.47936	(0.8598) -1.3131	(0.001) * -4.7086	(0.0049)* -4.78142	(0.1871) -2.2758	(0.8750) -1.2537	(0.001) * -4.7113	(0.000) * -6.7381
GF	(0.7975) -0.8119	(0.6659) -1,8144	(0.002) * -4,4507	(0,010) ** -4,38105	(0.8020) -0.79631	(0.6659) -1.81445	(0.002) * -4.4086	(0.011) ** -4.3465
FINT	(0.4016) -1.7355	(0.4606) -2.2151	(0.001) * -4.5474	(0.009) * -4.4383	(0.3622) -1.8202	(0.4606) -2.2151	(0.001) * -4.620	(0.008) * -4.4865
FI	(0.3776) -1.7866	(0.7818) -1.5517	(0.004) - 4.1136	(0.015) *** -4.2163	(0.3808) -1.7807	(0.7817) -1.5517	(0.004) * -4.0739	(0.016) ** -4.1777
TRN	(0.3087) - 1.9421	(0.4800) -2.1772	(0.001) * -4.753	(0.007) * -4.5937	(0.3063) -1.94782	(0.4762) -2.1847	(0.001) * -4.7016	(0.014) ** -4.2421
EE	(0.5499) -1.4315	(0.4210) -2.2942	(0.000) * -6.901	(0.000) * -6.7592	(0.6261) -1.2700	(0.4215) -2.2931	(0.000) * -6.9019	(0.000) * -6.7592
GDP	(0.8086) - 0.7736	(0.5837) -1.97718	(0.005) * -3.9918	(0.002) * -3.9592	(0.8086) -0.7736	(0.5243) -2.0914	(0.005) * -3.9918	(0.025) ** -3.9592

Sources : calculé par les auteurs en utilisant eviews 13.

(***), (**), (*) : Stationnarité des variables aux niveaux de significations 1%, 5%, et 10%.
Les valeurs entre parenthèses sont les probabilités.

A partir des résultats du tableau (05), les statistiques sont supérieurs aux valeurs critiques aux seuils de : 1%, 5% et 10% pour les deux tests Augmented Dickey-Fuller et Phillips-Perro. Donc nous acceptons l'hypothèse nulle de racine unitaire et nous rejetons l'hypothèse alternative d'absence de racine unitaire, c'est-à-dire que l'ensemble des variables sont intégrées d'ordre **I** par conséquent elles sont stationnaires. Ce qui nous autorise à réaliser une estimation par la méthode ARDL.

Tableau 5 : de test de robustesse

Test	Value
Ramsey RESET Test	Prob 0.6622
The BPG test for Heteroscedasticity	Prob 0.9985
Durbin-Watson stat	2.7686
LM	0.1154

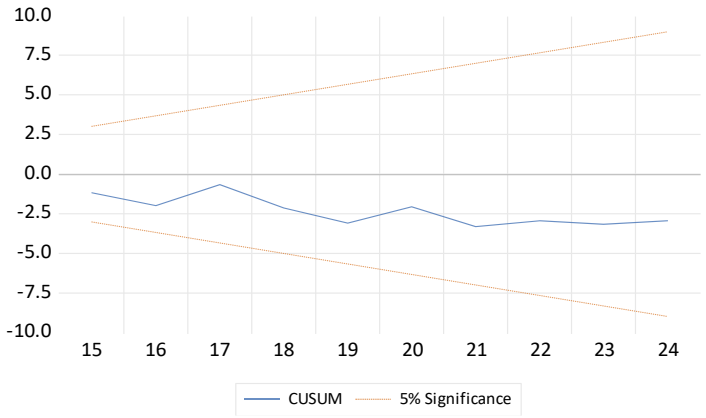
Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13.

Cela signifie qu'il n'y a ni valeur omise, ni hétéroscédasticité, ni autocorrélation, ni problème de multicolinéarité. Par conséquent, nous pouvons affirmer que l'ensemble de données est adapté à notre modèle.

- Test de stabiliser des variables :

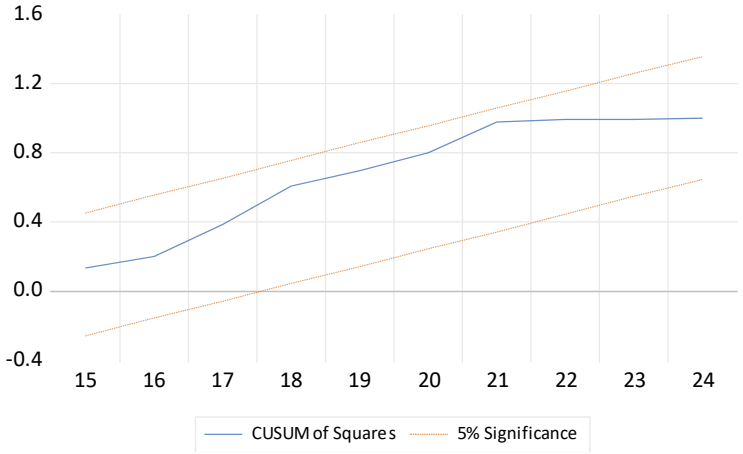
La somme des erreurs se situe entre les deux seuils de confiances sur les deux graphes ci-dessous, ce qui signifie que la valeur des paramètres du modèle est constante dans le temps. C'est-à-dire que les variables sont stationnaires.

Figure 8 : Graphe de l'ensemble cumulatif



Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13.

Figure 9 : Graphe de la somme cumulée des carrés



Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13.

En outre, les fonctions CUSUM et CUSUMSQ sont utilisées pour évaluer la stabilité structurelle du modèle dans cette étude. L'interprétation graphique de l'examen CUSUM et CUSUMSQ peut être observée dans la figure.

La stabilité des paramètres du modèle peut être établie en mesurant à quel point les diagrammes de dispersion divergent de la limite critique, avec une déviation maximale autorisée de 5 %. Les représentations graphiques indiquent que les estimations de CUSUM et CUSUMSQ sont restées dans la limite acceptable de +/-5 % tout au long de l'enquête.

- ARDL Long Run Form and Bounds Test:

$$\begin{cases} H_0 : \text{Abcence d'une relation de co_intégration} \\ H_1 : \text{Relation de co_intégration} \end{cases}$$

Tableau 6 : F-Bounds Test

Test statistic	Estimate	Significance	I (0)	I (1)
F-statistic	8.262595	10 %	2.334	3.515
K	6	5 %	2.794	4.148
		1%	3.976	5.691

Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13.

Le résultat du test F-Bournds est présenté dans le tableau (07). Le F statistique calculé **8.2625** est supérieure à la limite de la valeur critique I(1) au seuil de 1%. Ce résultat indique que nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 selon laquelle il n'y a pas de relation d'équilibrage. Et dire qu'il existe des preuves d'une relation de co-intégration entre les variables. Une conclusion importante qui peut être tirée ici, est qu'il existe une relation à long terme entre l'emprunt écologique et le reste des variables du modèle.

4. Résultats et Interprétation

Tableau 7 : Résultats de l'approximation à long et court terme du modèle ARDL

Variable	Long -run			Short – run		
	Coefficient	**t-Statistic**	**p-value**	**Coefficient**	**t-Statistic**	**p-value**
GF	**-47301607.8**	**-1.88175**	**0.0771**			
TRN	**827422.9119**	**0.963243**	**0.3489**			
FINT	**-491985.21**	**-1.14450**	**0.2682**			
FI	**2370786.98**	**2.981130**	**0.0008**			
GDP	**0.00047981**	**4.364623**	**0.0004**			
EE	**-159566656**	**-2.370313**	**0.02986**			
C	**318478027.3**	**2.2725805**	**0.0363**			
D(GF)				**-4425836.14**	**-2.892679**	**0.0000**
D(GDP)				**0.0001735**	**11.72300**	**0.0000**
D(FINT1)				**153182.29**	**2.8470829**	**0.0111**
D(FI)				**2677170.51**	**10.959857**	**0.0000**
D(EE)				**-42602106.7**	**-9.777312**	**0.0000**
D(TRN)				**52731.6625**	**0.549459**	**0.5898**
COINTEQ*				**-0.3770361**	**-10.6005**	**0.0000**
R^2	**0.92851**					
AdjustedR^2	**0.90328**					

Source : Calculé par les auteurs en utilisant Eviews 13.

L'analyse actuelle a mis en évidence un effet négatif et statistiquement significatif entre l'empreinte écologique et la finance verte, représentée par les émissions totales de gaz à effet de serre. Les résultats indiquent qu'une diminution de 1 % des émissions totales de gaz à effet de serre entraîne une baisse de l'emprunt écologique de 47.30 % à long terme et de 44.25% à court terme.

Cette relation indique que la baisse des émissions contribue à alléger la pression exercée sur les ressources naturelles et les écosystèmes. D'un point de vue économique, cela signifie que les politiques visant à réduire les émissions polluantes (développement des énergies renouvelables, amélioration de l'efficacité énergétique, adoption de technologies propres, etc.) permettent de diminuer le déficit écologique du pays. En réduisant les émissions de gaz à effet de serre, l'économie devient plus compatible avec la capacité de régénération des ressources naturelles, ce qui favorise une trajectoire de croissance plus durable.

Toutefois cette réduction de l'emprunt écologique est moins que proportionnelle à la baisse des émissions, ce qui implique que d'autres facteurs, tels que la consommation des ressources, l'urbanisation ou les modes de production et de consommation, continuent également d'influencer l'empreinte écologique du pays.

Les résultats indiquent que l'inclusion financière, mesurée par le crédit accordé au secteur privé, exerce un effet positif sur l'empreinte écologique à court et à long terme. Plus précisément, une augmentation de 1 % de l'inclusion financière entraîne une hausse de 23,70 % à long terme et de 26,77 % à court terme de l'emprunt écologique.

Sur le plan économique, cette relation suggère que l'expansion du crédit favorise l'activité économique des entreprises et des ménages, ce qui se traduit par une intensification de la production, de la consommation et des investissements. Toutefois, cette dynamique s'accompagne d'une pression accrue sur les ressources naturelles et d'une augmentation des émissions polluantes, ce qui explique la hausse significative de l'empreinte écologique.

La forte amplitude des coefficients indique que l'effet environnemental de l'inclusion financière est important et potentiellement non maîtrisé, surtout en l'absence de mécanismes de financement orientés vers des activités durables. Ainsi, bien que l'inclusion financière soit généralement considérée comme un levier de développement économique, ces résultats mettent en évidence un effet pervers environnemental, soulignant la nécessité d'orienter le crédit vers des projets verts afin de concilier développement financier et durabilité écologique.

Les résultats montrent l'existence d'une relation positive et statistiquement significative au seuil de 1 % entre le produit intérieur brut (PIB) et l'empreinte écologique, aussi bien à court terme qu'à

long terme. Cela signifie que la croissance économique s'accompagne d'une augmentation de la pression exercée sur l'environnement.

Plus précisément, une hausse de 1 % du PIB entraîne une augmentation de 0,047 % de l'empreinte écologique à long terme et de 0,001 % à court terme. Cette relation indique que le processus de croissance économique, bien qu'il soit relativement faible en intensité dans le court terme, tend à générer un effet cumulatif plus marqué sur le long terme.

D'un point de vue économique, cela suggère que l'expansion de l'activité productive, de la consommation et des investissements s'accompagne d'une utilisation accrue des ressources naturelles et d'une augmentation des émissions polluantes. Toutefois, l'ampleur relativement faible des coefficients indique que l'économie étudiée pourrait bénéficier d'une certaine amélioration de l'efficacité environnementale ou d'un début de découplage entre croissance économique et pression écologique.

Les résultats indiquent que la consommation d'énergies renouvelables exerce un effet négatif et statistiquement significatif sur l'empreinte écologique. Cela signifie qu'une augmentation de la part ou de la consommation des énergies renouvelables contribue à réduire la pression exercée sur les ressources naturelles et les écosystèmes.

Sur le plan économique, ce résultat s'explique par le fait que les énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydraulique, etc.) remplacent progressivement les énergies fossiles, qui sont fortement émettrices de gaz à effet de serre et grandes consommatrices de ressources non renouvelables.

Ainsi, leur utilisation permet de limiter les émissions polluantes, de réduire la dépendance aux combustibles fossiles et d'améliorer la durabilité du système énergétique.

En conséquence, le développement des énergies renouvelables apparaît comme un levier essentiel de transition écologique, contribuant efficacement à la réduction de l'empreinte écologique et à l'amélioration de la soutenabilité environnementale à long terme.

Le terme de correction d'erreur ECM (-1) est négatif et statistiquement significatif, ce qui suggère que l'emprunt écologique tend à revenir à son équilibre à une vitesse d'ajustement de %, après une variation de la finance verte et des autres variables testées.

Les résultats montrent que la FinTech exerce un effet positif et significatif sur l'empreinte écologique à court terme, contrairement à la dynamique observée à long terme. Cela signifie que,

dans un premier temps, le développement des technologies financières s'accompagne d'une augmentation de la pression environnementale.

D'un point de vue économique, cet effet peut s'expliquer par le fait que la diffusion rapide des services FinTech (digitalisation des paiements, extension du crédit, développement des infrastructures numériques) stimule la consommation, les transactions financières et l'activité économique globale. Cette intensification de l'activité peut entraîner une hausse de la consommation énergétique des infrastructures numériques et, indirectement, une augmentation des émissions et de l'empreinte écologique.

Ainsi, à court terme, la FinTech peut générer un effet de "Rebound" environnemental, où les gains d'efficacité technologique sont compensés par une expansion de l'activité économique et de la consommation de ressources. Cependant, cette relation pourrait évoluer différemment à long terme, lorsque les gains d'efficacité, la digitalisation optimisée et les innovations plus vertes permettent de réduire progressivement l'impact environnemental.

De plus, les valeurs de R^2 (92,85 %) et de R^2 ajusté (90,32 %) indiquent un degré élevé d'ajustement du modèle de régression aux données. Cela implique que les variables indépendantes expliquent environ 90,32 % de la variance de la variable dépendante. Enfin, la fiabilité du modèle est confirmée par les tests relatifs à l'absence de corrélation sérielle des résidus et à l'homoscédasticité des erreurs.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre a permis d'analyser empiriquement la relation entre l'empreinte écologique, le développement financier, les technologies vertes et les principaux facteurs économiques en Algérie à l'aide d'un modèle ARDL. Les résultats confirment l'existence d'une relation de long terme entre les variables, mettant en évidence leur interdépendance dans l'explication de la pression environnementale.

Les estimations montrent que la consommation d'énergie renouvelable exerce un effet négatif significatif sur l'empreinte écologique, ce qui est cohérent avec les résultats de **Bergougui (2024)** pour l'Algérie et de **Huo et al. (2024)** pour les pays E7, qui mettent en évidence le rôle favorable des technologies vertes et de l'énergie verte dans l'amélioration de la qualité environnementale.

En revanche, l'impact des variables financières apparaît plus nuancé. À court terme, les résultats suggèrent que certaines dimensions financières, notamment la FinTech et l'inclusion financière, peuvent contribuer à accroître la pression environnementale, en raison de l'intensification de l'activité économique et de la consommation énergétique. Ce constat rejoint partiellement les travaux de **Dong et al. (2024)** et de **Bergougui (2024)**, qui concluent à un effet défavorable du développement financier sur l'environnement. Toutefois, les résultats obtenus montrent également que ces effets ne sont pas nécessairement permanents et peuvent varier selon l'horizon temporel, ce qui s'inscrit davantage dans la logique des résultats de **Hanning et al. (2024)** et **de Huo et al. (2024)**, qui soulignent le caractère asymétrique et différencié des effets du développement financier, de la FinTech et de l'inclusion financière sur la qualité environnementale.

Par ailleurs, les résultats obtenus sont globalement cohérents avec l'étude de **Hou et al. (2024)**, qui met en évidence l'importance conjointe de la finance verte, de la FinTech, de l'inclusion financière et des ressources naturelles dans l'amélioration de l'efficacité énergétique. Dans le cas algérien, toutefois, l'effet des variables financières demeure fortement conditionné par la structure rentière de l'économie et par le niveau encore limité de développement de la finance verte.

Enfin, l'estimation du modèle à correction d'erreur confirme l'existence d'un mécanisme d'ajustement vers l'équilibre de long terme. Dans l'ensemble, ces résultats montrent que la soutenabilité environnementale en Algérie repose sur des interactions complexes entre facteurs financiers, énergétiques et économiques, ce qui justifie la nécessité d'une approche intégrée fondée sur la transition énergétique, l'orientation durable du financement et une meilleure gestion des ressources naturelles.

Conclusion Générale

Ce mémoire avait pour objectif d'analyser la relation entre l'empreinte écologique, le développement financier, les technologies vertes et les principaux facteurs économiques en Algérie, dans un contexte marqué par une forte dépendance aux ressources naturelles, une pression environnementale croissante et une transition encore limitée vers un modèle de développement plus soutenable. L'étude s'est inscrite dans une perspective visant à mieux comprendre comment les dynamiques financières, énergétiques et économiques influencent la qualité de l'environnement dans une économie rentière comme l'Algérie.

Dans cette optique, le travail a d'abord permis de mettre en évidence, sur le plan théorique, que l'empreinte écologique constitue un indicateur particulièrement pertinent pour appréhender la pression exercée par les activités humaines sur les ressources naturelles et les capacités de régénération des écosystèmes. L'analyse conceptuelle a également montré que le développement financier, les technologies vertes, l'inclusion financière et la FinTech peuvent affecter l'environnement par des canaux multiples et parfois contradictoires. D'un côté, ils peuvent favoriser l'investissement, la production, la consommation d'énergie et, par conséquent, accentuer la pression écologique ; de l'autre, ils peuvent faciliter le financement des innovations vertes, améliorer l'efficacité énergétique et soutenir la transition vers des modes de production plus durables. La revue de la littérature a confirmé cette ambivalence, en mettant en évidence des résultats empiriques hétérogènes selon les pays, les périodes et les méthodologies utilisées.

Sur le plan empirique, l'étude a mobilisé un modèle ARDL appliqué aux données algériennes afin d'examiner les relations de court et de long terme entre l'empreinte écologique et plusieurs variables explicatives, à savoir la finance verte, la FinTech, l'inclusion financière, les rentes des ressources naturelles, la consommation d'énergie renouvelable et la croissance économique. Les résultats obtenus confirment l'existence d'une relation de long terme entre ces variables, ce qui met en évidence l'interdépendance des dimensions financières, énergétiques et macroéconomiques dans l'explication de la dégradation environnementale en Algérie.

Les estimations révèlent, en premier lieu, que la consommation d'énergie renouvelable contribue à réduire l'empreinte écologique, ce qui souligne le rôle central de la transition énergétique dans l'amélioration de la soutenabilité environnementale. Ce résultat rejoint les conclusions de plusieurs travaux antérieurs, notamment ceux de Bergougui (2024) et de Huo et al.

(2024), qui montrent que les technologies vertes et l'énergie verte constituent des leviers essentiels de réduction de la pression environnementale.

En second lieu, les résultats mettent en évidence que les variables financières n'exercent pas un effet univoque sur l'environnement. À court terme, certaines dimensions du développement financier, notamment la FinTech et l'inclusion financière, peuvent contribuer à accroître la pression écologique en stimulant l'activité économique, l'accès au crédit et la consommation des ressources. Ce constat rejoint partiellement les résultats de Dong et al. (2024) et de Bergougui (2024), qui concluent à un effet défavorable du développement financier sur l'environnement. Toutefois, les résultats obtenus montrent également que ces effets sont plus nuancés et peuvent évoluer à long terme en fonction de l'orientation des investissements, du degré de maturité du système financier et de la place accordée au financement durable. Cette conclusion s'inscrit davantage dans la logique des travaux de Hanning et al. (2024) et de Huo et al. (2024), qui soulignent le caractère asymétrique et différencié des effets du développement financier, de la FinTech et de l'inclusion financière sur la qualité environnementale.

En troisième lieu, l'étude montre que les rentes des ressources naturelles occupent une place centrale dans l'analyse de la soutenabilité environnementale en Algérie. Dans une économie fortement dépendante des hydrocarbures, la rente constitue à la fois une source de financement et un facteur de vulnérabilité environnementale. Elle tend à renforcer le poids des activités extractives, à retarder la diversification productive et à entretenir un modèle énergétique dominé par les énergies fossiles. Les résultats obtenus confirment ainsi que la question environnementale en Algérie ne peut être dissociée de la structure rentière de l'économie et des arbitrages entre exploitation des ressources, financement du développement et transition écologique.

Au-delà des résultats empiriques, ce mémoire apporte une contribution à la littérature en proposant une lecture intégrée des interactions entre développement financier, technologies vertes et soutenabilité environnementale dans le cas algérien. Alors que la plupart des travaux existants abordent séparément les relations entre finance et environnement, énergie et croissance, ou ressources naturelles et dégradation écologique, cette étude a cherché à articuler ces dimensions dans un même cadre analytique. Elle contribue également à combler une lacune empirique concernant l'Algérie, pays encore peu étudié dans la littérature sur l'empreinte écologique, alors

même qu'il constitue un cas particulièrement pertinent en raison de sa forte dépendance aux hydrocarbures et de ses défis de transition.

Sur le plan des implications économiques, les résultats obtenus suggèrent que l'amélioration de la qualité environnementale en Algérie ne peut reposer uniquement sur la croissance économique ou sur l'expansion du système financier. Elle suppose un réajustement structurel du modèle de développement, fondé sur une meilleure orientation du financement vers les investissements verts, le renforcement de l'efficacité énergétique, l'accélération du déploiement des énergies renouvelables et une réduction progressive de la dépendance aux rentes des hydrocarbures. Dans cette perspective, la finance verte, la modernisation des instruments financiers et l'élargissement de l'accès aux services financiers ne pourront produire des effets environnementaux favorables que s'ils s'inscrivent dans un cadre institutionnel cohérent, accompagné de politiques publiques ciblées en faveur de la transition écologique.

Enfin, comme toute recherche empirique, ce travail présente certaines limites. Celles-ci tiennent notamment au choix des indicateurs mobilisés pour approcher certaines dimensions du développement financier et des technologies vertes, ainsi qu'aux contraintes liées à la disponibilité des données pour le cas algérien. De plus, l'analyse n'intègre pas explicitement certaines variables susceptibles d'influencer la relation entre finance et environnement, telles que la qualité institutionnelle, la gouvernance, l'ouverture commerciale, l'innovation technologique ou encore les changements réglementaires liés aux politiques climatiques. Ces limites ouvrent des perspectives de recherche futures, qui pourraient approfondir l'analyse en mobilisant d'autres proxys, en intégrant des effets non linéaires ou asymétriques plus poussés, ou en comparant l'Algérie à d'autres économies rentières de la région MENA ou du continent africain.

En définitive, ce mémoire met en évidence que la soutenabilité environnementale en Algérie dépend d'un ensemble de mécanismes étroitement imbriqués associant développement financier, transition énergétique, gestion des ressources naturelles et orientation du modèle de croissance. La réduction de l'empreinte écologique ne pourra être durable que si le système économique et financier est progressivement réorienté vers des activités compatibles avec les exigences environnementales. Dans cette perspective, la transition écologique en Algérie apparaît moins comme une contrainte que comme une condition nécessaire à la construction d'un modèle de développement plus résilient, plus diversifié et plus soutenable à long terme.

Recommandations et implications de politique économique

À la lumière des résultats obtenus, plusieurs recommandations peuvent être formulées afin de réduire l'empreinte écologique et de favoriser une trajectoire de développement plus durable en Algérie :

- Accélérer le développement des énergies renouvelables, notamment les projets solaires et éoliens, afin de réduire la dépendance aux énergies fossiles et d'améliorer la soutenabilité environnementale.

- Renforcer les mécanismes de finance verte en orientant davantage les financements vers les projets liés à la transition énergétique, à l'efficacité énergétique et aux technologies respectueuses de l'environnement.

- Favoriser l'intégration des technologies financières (FinTech) dans le système financier tout en veillant à leur orientation vers des activités productives et durables.

- Améliorer l'inclusion financière en facilitant l'accès au financement pour les ménages et les entreprises, en particulier les petites et moyennes entreprises engagées dans des projets verts.

- Réduire progressivement la dépendance aux rentes des hydrocarbures par la diversification économique et le développement de secteurs à faible intensité environnementale.

- Mettre en place un cadre réglementaire favorisant la transparence environnementale, la finance durable et l'évaluation des risques climatiques dans les décisions d'investissement.

- Renforcer la coordination entre les politiques financières, énergétiques et environnementales afin d'assurer une transition écologique cohérente et durable.

Perspectives

Cette recherche a analysé les relations entre l'empreinte écologique, la finance verte, la FinTech, l'inclusion financière, les ressources naturelles, l'énergie renouvelable et la croissance économique en Algérie à travers un modèle ARDL. Toutefois, plusieurs pistes de recherche peuvent être envisagées.

- Premièrement, les travaux futurs pourraient intégrer des variables institutionnelles telles que la gouvernance, la qualité réglementaire ou l'efficacité des politiques environnementales afin d'approfondir l'analyse des déterminants de la soutenabilité environnementale.

- Deuxièmement, il serait pertinent d'examiner le rôle de l'innovation technologique verte à travers des indicateurs plus spécifiques, tels que les brevets verts ou les dépenses de recherche et développement environnementales.

- Troisièmement, de futures recherches pourraient étudier les effets non linéaires ou asymétriques des variables financières et environnementales en mobilisant des approches telles que les modèles NARDL ou les techniques de seuil.

- Enfin, des études comparatives entre l'Algérie et d'autres économies dépendantes des ressources naturelles permettraient de mieux comprendre les spécificités nationales et d'identifier les facteurs favorisant une transition écologique réussie.

Bibliographie

Bibliographie

A., R. (2023g). Economy-energy-environment nexus: The role of information and communication technology towards green development in Malaysia. doi:https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100085

Al-Darsi, A. B. (2023). البصـــمة البيئية والقدرة الحيوية: مفاهيم أســـاســـية وإســـقاطات على واقع الدول العربية [L'empreinte écologique et la biocapacité : concepts fondamentaux et projections sur la réalité des pays arabes]. Arab Planning Institute, Kuwait. Récupéré sur https://www.arab-api.org/Files/Publications/PDF/819/819_1362023.pdf

Aye, G. C., & Edoja, P. E. (2017). Effect of economic growth on CO2 emission indeveloping countries: Evidence from a dynamicpanel threshold model. Cogent Economics & Finance. doi:https://doi.org/10.1080/23322039.2017.1379239

Benameur, A. (2024). Evaluating sustainable development using the ecological footprint index in Algeria, an analytical study during the period (2000-2022). مجلة التكامل الاقتصـادي, 12(2), 49-65.

Bergougui, B. (2024). Investigating the relationships among green technologies, financial development and ecological footprint levels in Algeria: Evidence from a novel Fourier ARDL approach. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105621

Bouziani. (2015). Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie. Thèse de doctorat en sciences de gestion , Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.

Chiad, F., Moumeni, S., & Aoussi, A. (2022). The joint effect of financial development and human capital on the ecological footprint: The Algerian case. Economics and policy of energy and the environment. Récupéré sur 10.3280/EFE2022-001005

Demirgüç-Kunt, A. K. (2018). The Global Findex Database 2017: Measuring Financial Inclusion. World Bank. Récupéré sur https://documents1.worldbank.org/curated/en/491271624538346557/pdf/The-Global-

Findex-Database-2017-Measuring-Financial-Inclusion-and-Opportunities-to-Expand-Access-to-and-Use-of-Financial-Services.pdf

E., L. G. (2020). Capacité de charge : significations, démarches d'évaluation et types d'utilisation dans une. Récupéré sur https://hal.science/hal-04628876v1

Fang, K. (2015). Environmental footprints: Assessing anthropogenic effects on the planet's environment. Thèse de doctorat, Leiden University, Leiden. Récupéré sur https://hdl.handle.net/1887/36421

Financial Stability Board. (2023). FSB Annual Report. Récupéré sur https://www.fsb.org/uploads/P111023.pdf

Global Footprint Network. (2024). National Footprint and Biocapacity Accounts. Consulté le 06 01, 2026, sur Global Footprint Network: https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=4&type=BCpc,EFCpc

IEA. (2023). Algeria – Energy Mix. Consulté le 06 01, 2026, sur IEA: https://www.iea.org/countries/algeria/energy-mix

Kamel, M.-K. (2008). La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions. Algérie: DAHLAB.

Levine. (2005). Finance and Growth: Theory and Evidence. Récupéré sur https://www.nber.org/papers/w10766

Missemer, A. (2013). Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique. Lyon: ENS. doi:https://doi.org/10.4000/books.enseditions.2291

OECD. (2011). G20 High-Level Principles for Financial Inclusion. Récupéré sur https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/financial-consumer-protection/G20-OECD-FCP-Principles.pdf

Ozili, P. K. (2018). Impact of digital finance on financial inclusion and stability. Borsa Istanbul Review. Récupéré sur https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214845017301503

Raihan, A. &. (2022e). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, agricultural productivity, and forested area on carbon emissions: New insights from Kazakhstan. doi:https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100019

Raihan, A. (2023f). An econometric evaluation of the effects of economic growth, energy use, and agricultural value added on carbon dioxide emissions in Vietnam. doi:https://doi.org/10.1007/s41685-023-00278-7

Raihan, A. (2023g). Economy-energy-environment nexus: The role of information and communication technology towards green development in Malaysia. doi:https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100085

Raihan, A. (2023h). Nexus between greenhouse gas emissions and its determinants: The. doi:https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100066

Sabah, B., & Zine, A. (2022). The Ecological Footprint as one of the Indicators to Measure the Extent of Achieving Environmental Sustainability: The Analysis of Carbon Footprint's Evolution in Algeria During the Period 2000–2019. مجلة دراسات في الاقتصاد وإدارة الأعمال, 5(2).

Sadiq, K., Ali, A., Usman, M., & Sulehri, F. A. (2025). Nexus among ecological footprint, green finance and renewable energy consumption: A global perspective. MPRA Paper. Récupéré sur https://mpra.ub.uni-muenchen.de/124498/

Schaefer, F., Luksch, U., Steinbach, N., Cabeça, J., & Hanauer, J. (2006). Ecological Footprint and Biocapacity: The World's Ability to Regenerate Resources and Absorb Waste in a Limited Time Period. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Récupéré sur https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Framework/EcologicalFootprintandBiocapacity.PDF

Seghour, F., Saidani, N. A., & Laib, W. (2025). The Changing Ecological Footprint in Algeria from 2000 to 2024: Balancing Human Pressure and Resource. Journal of Administrative and Financial Sciences, 9(2), 183-158.

Siamer, H. (2023). la transition vers les technologies vertes : approches et limites. Revue tadamsa d'unegmu, 3(1). Récupéré sur https://asjp.cerist.dz/en/article/211568

Svirydzenka, K. (2016). IMF Financial Development Index. Récupéré sur https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Introducing-a-New-Broad-based-Index-of-Financial-Development-43621

UNEP. (2016). Green Finance for Developing Countries: Needs, Concerns and Innovations. Récupéré sur https://www.unep.org/resources/report/green-finance-developing-countries-needs-concerns-and-innovations

World Bank. (2024). Algeria Data. Consulté le 06 01, 2026, sur World Development Indicators: https://data.worldbank.org/country/algeria

World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future. Oxford University Press, Oxford. Récupéré sur https://sdgs.un.org/sites/default/files/documents/5987our-common-future.pdf

world population review. (2026). Algeria. Consulté le 06 01, 2026, sur world population review: https://worldpopulationreview.com/countries/algeria

Annexes

Annexe 1 : Court terme

Dependent Variable: D(EF)
Method: ARDL
Date: 06/20/26 Time: 19:14
Sample: 2001 2024
Included observations: 24
Dependent lags: 1 (Automatic)
Automatic-lag linear regressors (1 max. lags): GF3 FINT1 FI1 TRN EE GDP_1
Deterministics: Restricted constant and no trend (Case 2)
Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
Number of models evaluated: 64
Selected model: ARDL(1,1,1,1,1,1,1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COINTEQ*	-0.377036169	0.0355676623	-10.600532734	6.54211927 4127803e-09
D(GF)	-4425836.140	1530012.8473	-2.8926790700	0.01011830 906313398
D(FINT)	153182.2905	53803.241670	2.8470829231	0.01114267 591142422
D(FI)	2677170.515	244270.54865	10.959857952	3.97550472 3673332e-09
D(TRN)	52731.66258	95970.090746	0.5494593385	0.58983602 43934924
D(EE)	-42602106.75	4357241.0480	-9.7773123599	2.15162554 1274734e-08
D(GDP)	0.000173575	1.4806383972	11.723006399	1.43712157 0515008e-09

R-squared	0.928515567	Mean dependent var	2336075.44
Adjusted R-squared	0.903285768	S.D. dependent var	4161457.28
S.E. of regression	1294167.931	Akaike info criterion	31.2231269
Sum squared resid	2847280078	Schwarz criterion	31.5667259
Log likelihood	-367.6775235	Hannan-Quinn criter.	31.3142838
F-statistic	36.80233629	Durbin-Watson stat	2.81136485
Prob(F-statistic)	7.966951552		

Annexe 2 : Long terme

Variable *	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GF(-1)	-47301607.83318514	25137021.38657981	-1.881750709669945	0.07710628873969827
FINT(-1)	-491985.2187761317	429868.0364326144	-1.144502910379229	0.26827427043473461
FI(-1)	2370786.983396605	795264.4969233288	2.981130168099497	0.00838517112674989 4
TRN(-1)	827422.9119067715	858996.2561436766	0.963243909375212	0.34892787042636859
EE(-1)	-159566656.9353594	67318789.32805908	-2.370313823645234	0.02986376259496254
GDP(-1)	2.761414002008454e-05	9.3240168879e-05	0.296161411460601917	0.77069423026533091
C	318478027.3128914	140139376.2838739	2.272580596247018	0.00042326533091

Annexe 3 : Test de cointégration

Null hypothesis: No levels relationship
Number of cointegrating variables: 6
Trend type: Rest. constant (Case 2)
Sample size: 24

Test Statistic	Value
F-statistic	8.262595166154323

	10%		5%		1%	
Sample Size	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
30	2.334	3.515	2.794	4.148	3.976	5.691
Asymptotic	1.99	2.94	2.27	3.28	2.88	3.99

Annexe 4 : Les tests de robustesses

Ramsey RESET Test
Equation: UNTITLED
Omitted Variables: Squares of fitted values
Specification: EF EF(-1) GF3 GF3(-1) FINT1 FINT1(-1) FI1 FI1(-1) TRN TRN(-1) EE EE(-1) GDP_1 GDP_1(-1) C

	Value	df	Probability
	0.45161724		0.6622310762
t-statistic	52862364	9	451312
	0.20395813		0.6622310762
F-statistic	62399286	(1, 9)	451312
	0.53781711		0.4633387959
Likelihood ratio	34904051	1	28725

F-test summary:

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

	0.159553270		0.99851388
F-statistic	5592729	Prob. F(13,10)	33372982
	4.122894375		0.98981246
Obs*R-squared	196395	Prob. Chi-Square(13)	90466224
	0.734154801		0.99999942
Scaled explained SS	9228866	Prob. Chi-Square(13)	31889493

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

	2.863206348		0.11538032
F-statistic	464564	Prob. F(2,8)	00098198
	10.01236869		0.11669640
Obs*R-squared	098696	Prob. Chi-Square(2)	579191416

Table des matières

Table de matières

Résumé **84**

Liste des Tableaux ..... **IV**

Liste des Figures ..... **V**

Liste des Annexes ..... **VI**

Introduction Générale **7**

A. Problématique **3**

B. Hypothèses **3**

C. Importance de l'étude **4**

D. Objectifs de la recherche **4**

E. Méthodologie de recherche **5**

F. Raisons du choix du sujet **6**

G. Limites de la recherche **6**

H. Revue de littérature **7**

I. Structure de la recherche **8**

Chapitre I : L'empreinte écologique : fondements conceptuels, enjeux économiques et situation en Algérie **9**

Introduction du chapitre **10**

Section 1 : Fondements conceptuels de l'empreinte écologique **11**

1. Genèse et évolution du concept 11
2. Définition et principes fondamentaux 12
3. Les composantes de l'empreinte écologique 12
4. Les déterminants de l'empreinte écologique 13

Section 2. : L'empreinte écologique comme indicateur de soutenabilité économique et environnementale **14**

1. Positionnement parmi les indicateurs environnementaux (CO2, Load Capacity Factor, etc.) 14

2. Empreinte écologique et développement durable 15
3. Empreinte écologique et croissance économique 16
4. Empreinte écologique et finance durable et implications économiques 17
Section 3 : Situation environnementale de l'Algérie 18
1. Évolution de l'empreinte écologique en Algérie 18
2. Composantes de l'empreinte écologique en Algérie 20
2.1. Empreinte carbone 20
2.2. Empreinte des terres agricoles 20
2.4. Empreinte liée aux zones de pêche et de pâturage 21
2.5. Empreinte des zones bâties 21
3. Biocapacité et déficit écologique en Algérie 21
4. Les Objectifs de Développement Durable et trajectoire de transition environnementale 23
5. Contraintes structurelles de la transition écologique en Algérie 24
5.1. Dépendance aux hydrocarbures et verrouillage du modèle carboné 24
5.2. Pression démographique et intensification des externalités environnementales 25
5.3. Stress hydrique structurel et contrainte biophysique majeure 25
5.4. Faible intensité technologique verte et retard d'innovation 26
Conclusion du chapitre 28
Chapitre II : Technologies vertes, développement financier et qualité environnementale : fondements théoriques 29
Introduction du chapitre 30
Section 1 : Développement financier et technologies vertes : fondements conceptuels 31
1. Le développement financier: concepts et dimensions 31
1.1. Définition et fondements du développement financier 31
1.2. Mesure du développement financier : indicateurs traditionnels et indice du FMI ... 32

1.3. Dimensions modernes du développement financier : FinTech et inclusion financière 33

2. Technologies vertes, finance verte et émissions de gaz à effet de serre 34

2.1. Les technologies vertes : définition, fondements conceptuels et mesure.....34

2.2. La finance verte comme levier de soutien aux technologies vertes 35

2.3. Les émissions de gaz à effet de serre comme indicateur de pression environnementale 36

Section 2 : Déterminants économiques et énergétiques de l'empreinte écologique 37

1. Croissance économique (GDP) et environnement.....37

2. Rentes des ressources naturelles (TRN) et pression écologique 37

3. Énergie renouvelable et efficacité énergétique (EE) 38

Section 3 : Cadre théorique des interactions entre développement financier, technologies vertes et environnement.....39

1. La Courbe Environnementale de Kuznets (EKC) 39

2. Les canaux de transmission du développement financier vers l'environnement.....40

3. Intégration des facteurs économiques dans l'analyse environnementale.....41

Conclusion du chapitre 43

Chapitre III : Analyse empirique de la relation entre les technologies vertes, le développement financier et l'empreinte écologique en Algérie.....44

Introduction du chapitre.....45

Section 1 : Contexte algérien et cadre opérationnel.....46

1. Caractéristiques économiques, environnementales et technologiques récentes.....46

2. Structure et évolution du développement financier en Algérie 47

3. Justification du choix de l'Algérie et pertinence de l'étude 47

Section 2 : Spécifications et méthodologie du modèle.....48

1. Les données 48

2. Méthodologie du modèle 49
3. Analyse Statistique et Tests Préliminaires 52
4. Résultats et Interprétation 58
Conclusion du chapitre 62
Conclusion Générale 64
Bibliographie 70
Annexes 75
Table des matières 79

Résumé

Cette étude examine la relation entre l'empreinte écologique (EF), l'inclusion financière (FI), la finance verte (GF), les énergies renouvelables et la croissance économique en Algérie à l'aide d'un modèle ARDL sur la période 2000-2024. Les résultats mettent en évidence une relation de long terme entre la finance verte et l'empreinte écologique. En favorisant la transition énergétique et l'adoption de technologies propres, la finance verte contribue à réduire les émissions polluantes et à améliorer la durabilité environnementale. Les résultats montrent également que l'inclusion financière, mesurée par le crédit accordé au secteur privé, accroît l'empreinte écologique à court et à long terme, l'expansion du crédit stimulant les activités économiques, la production et la consommation, ce qui intensifie la pression sur les ressources naturelles. Par ailleurs, le PIB exerce un effet positif et significatif sur l'empreinte écologique, indiquant que la croissance économique s'accompagne d'une augmentation de la consommation des ressources naturelles et des émissions polluantes, même si la faible ampleur des coefficients laisse entrevoir une amélioration progressive de l'efficacité environnementale. Enfin, la consommation d'énergies renouvelables exerce un effet négatif et significatif sur l'empreinte écologique. En se substituant progressivement aux énergies fossiles, elle contribue à réduire les émissions polluantes, la dépendance aux combustibles fossiles et la pression sur les ressources naturelles, renforçant ainsi la transition écologique et la durabilité environnementale.

Mots-clés : Empreinte écologique ; Finance verte ; Inclusion financière ; Produit intérieur brut (PIB) ; Énergies renouvelables ; Modèle ARDL.

Abstract

This study examines the relationship between the ecological footprint (EF), financial inclusion (FI), green finance (GF), renewable energy consumption, and economic growth in Algeria using an ARDL model over the period 2000–2004. The findings reveal the existence of a long-run relationship between green finance and the ecological footprint. By promoting the energy transition and the adoption of clean technologies, green finance contributes to reducing pollutant emissions and enhancing environmental sustainability. The results also show that financial inclusion, measured by credit to the private sector, increases the ecological footprint in both the short and long run, as credit expansion stimulates economic activity, production, and consumption, thereby intensifying pressure on natural resources. Furthermore, GDP has a positive and statistically significant effect on the ecological footprint, indicating that economic growth is associated with increased natural resource consumption and pollutant emissions, although the relatively small magnitude of the coefficients suggests a gradual improvement in environmental efficiency. Finally, renewable energy consumption has a negative and statistically significant effect on the ecological footprint. By gradually replacing fossil fuels, renewable energy helps reduce pollutant emissions, dependence on fossil fuels, and pressure on natural resources, thereby strengthening the ecological transition and promoting long-term environmental sustainability.

Keywords: Ecological Footprint; Green Finance; Financial Inclusion; Gross Domestic Product (GDP); Renewable Energy; ARDL Model.