

## **L'investissement en capital immatériel, levier pour la prédiction de l'évolution de la balance commerciale au Maroc : modélisation économétrique -cas des importations-**

## **Investment in intangible capital, a lever for predicting the evolution of the balance of trade in Morocco: economic modeling - case of imports-**

**ZOHEIR Ahmed**

Docteur en Sciences Économiques et Gestion

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales

Université Mohammed Premier-Oujda-

Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches Économiques, Économétriques et Managériales

**a.zoheir@ump.ac.ma**

**SALHI Imane**

Docteur en Modélisation Stochastique

Faculté des Sciences

Université Mohammed Premier-Oujda-

Laboratoire de Modélisation Stochastique et Déterministe

**Salhi.imane@ump.ac.ma**

**Date de soumission :** 02/04/2023

**Date d'acceptation :** 11/05/2023

**Pour citer cet article :**

ZOHEIR A. & SALHI I. (2023) « L'investissement en capital immatériel, levier pour la prédiction de l'évolution de la balance commerciale au Maroc : modélisation économétrique -cas des importations- », Revue Internationale des Sciences de Gestion « Volume 6 : Numéro 2 » pp : 831 - 854

## Résumé

Suite au déplacement des forces motrices de l'économie et, depuis que l'économie de l'immatérielle est théorisée, il est admis que la production était contingente des moyens à mettre en œuvre pour la réaliser. L'investissement en capital immatériel relève d'abord d'un choix des décideurs économiques du secteur public. Ces décideurs peuvent intervenir sur le marché pour piloter et orienter l'investissement immatériel afin d'agir positivement sur le niveau de la balance commerciale.

L'objectif de notre contribution est de vérifier la relation entre le capital immatériel et sa capacité à prédire l'évolution de la balance commerciale au Maroc tout en prenant en compte les importations dans le cas empirique. En premier lieu, nous mobiliserons les théories les plus pertinentes d'une part et, d'autre part, nous réaliserons une modélisation économétrique, via le modèle de régression linéaire multiple, appliquée dans le cas du Maroc. Les résultats de notre article indiquent que l'investissement en capital immatériel peut prédire l'évolution des importations via les effets de synergie. Nous avons déterminé les indicateurs qui permettraient d'impacter les importations.

**Mots clés :** Capital immatériel ; Balance commerciale ; Importations ; Exportations ; Prédiction

## Abstract

Following the shift in the driving forces of the economy, and since the economy of the immaterial has been theorized, it has been accepted that production is contingent on the means to be used to achieve it. Investment in intangible capital is primarily a choice of public sector economic decision-makers. These decision-makers can intervene in the market to steer and direct intangible investment in order to positively affect the level of the balance of trade.

The objective of our contribution is to verify the relationship between intangible capital and its ability to predict the evolution of the trade balance in Morocco while taking into account imports in the empirical case. First, we will mobilize the most relevant theories on the one hand and, on the other hand, we will carry out an econometric modeling, via the multiple linear regression model, applied in the case of Morocco. The results of our paper indicate that investment in intangible capital can predict the evolution of imports via synergy effects. We have identified the indicators that would impact imports.

**Keywords:** Intangible capital ; Trade balance ; Imports ; Exports ; Prediction

## Introduction

A l'échelle internationale, la sphère économique traverse une phase dans laquelle différents modes de production coexistent. Le capitalisme moderne, centré sur la valorisation de grandes masses de capital fixe matériel, est relayé de plus en plus rapidement par un capitalisme postmoderne axé principalement sur la valorisation de capital dit immatériel. Cette mutation s'accompagne de nouvelles métamorphoses de la performance économique et commerciale. Le travail abstrait simple qui, depuis Smith (1776), était considéré comme la source de la valeur, est relayé par du travail complexe. Le travail de production matériel, mesurable en unités de produit par unité de temps, est relayé par du travail appelé immatériel, auquel les étalons de mesure classiques ne sont plus applicables.

De ce fait, le déplacement des forces motrices de l'économie, de la production matérielle vers la production immatérielle, bouleverse les catégories classiques de l'économie politique. La richesse d'un pays ne se finance plus exclusivement en valeur monétaire, mais l'intelligence se dégage de l'hégémonie d'une science qui allie l'approche cognitive et l'approche subjective (**Gorz, 2003**).

À moins de n'être qu'une métaphore, l'investissement en capital immatériel signifie des bouleversements fondamentaux du mode de production économique. Il indique que le capital immatériel est devenu la principale force productive. Que, par conséquent, les produits de l'activité sociale ne sont plus, principalement, du travail cristallisé mais du capital immatériel cristallisé. Que la valeur d'échange des biens et services, matérielles ou non, n'est plus déterminée exclusivement par la quantité de travail social général qu'elles contiennent mais, principalement, par leur contenu de d'intégration ces richesses immatérielles. C'est ce type de richesses et non plus uniquement le travail social abstraite, mesurable selon un unique étalon, qui devient la principale substance sociale commune à toutes les marchandises et pour, in fine, agir positivement sur le niveau de la balance commerciale. C'est elle qui devient la principale source de performance économique. Le constat des avancées économiques indique que l'investissement en capital immatériel, à travers toutes ses composantes, permet de générer de la valeur, d'augmenter, d'accumuler les gains de productivité, d'agir positivement sur le niveau de la balance commerciale et de la productivité globale des facteurs et de stimuler la croissance économique (Schultz, 1961 ; Becker, 1964 ; Mincer, 1993 ;

Fustec & Marois, 2006 ; Haskel & Westlake, 2018 ; Brynjolfsson, Rock & Syverson, 2021 ; Corrado & al, 2020 ; Banque Mondiale, 2022 ; Akcigit, & Ates, 2021).

Le constat est que les économies sont de plus en plus immatérielles. Le stock accumulé du capital humain, social, institutionnel, ainsi que d'autres types de capitaux, est d'une importance fondamentale ; il prend de plus en plus d'ampleur pour agir positivement sur le niveau de la balance commerciale via ses deux indicateurs : les importations et les exportations. Ignorer l'importance du capital immatériel dans le développement peut générer le risque de prédire l'évolution de la balance commerciale inappropriées, ce qui amène les décideurs économiques de faire face à des énigmes : d'une part, sur quoi faut-il investir davantage pour stimuler les importations et les exportations, et d'autre part, de déterminer les retombées économiques de tel ou tel investissement suite aux risques d'incertitudes. Cette inappropriation peut induire une non affectation optimale des ressources financières intégrées dans l'économie.

Dans ce sillage complexe, cet article répond à la problématique suivante : **Dans quelle mesure l'investissement en capital immatériel peut-il prédire l'évolution des importations au Maroc ?**

Afin d'apporter des éléments de réponse à notre problématique, cet article consiste à concilier entre l'abstraction théorique et un esprit applicatif tout en mobilisant d'une part, la théorie économique la plus pertinente à notre problématique et, d'autre part, de quantifier, dans le cas du Maroc, les relations vérifiées théoriquement. De ce fait, ce papier est scindé en deux parties. La première consiste à édifier un modèle théorique en se référant à des théories économiques traitant la relation du capital immatériel avec la balance commerciale (via les importations). Nous déterminerons la capacité de l'investissement en capital immatériel à impacter les importations. Au niveau de la deuxième partie, nous réaliserons une modélisation économétrique, dans le cas du Maroc, via le modèle de régression linéaire multiple en se référant à notre modèle théorique édifié. Concernant le choix des variables du capital immatériel, les conclusions et les perspectives de recherches ouvertes par les rapports de la Banque Mondiale (World Bank, 2006 ; Banque Mondiale, 2017), du Conseil Économique, Sociale et Environnementale et Bank Al-Maghrib ( Conseil Économique, Sociale et Environnementale & Bank Al-Maghrib, 2016) et de l'Institut Royal des Etudes

Stratégiques (Institut Royal des Eudes Stratégiques 2015 ; 2020 ; Human Development Reports, 2022) constituerons le point de départ de notre étude économétrique.

Il est à noter que les résultats de cet article s'inscrivent dans la suite des travaux réalisés par Zoheir et El arabi (2022a ; 2022b ; 2022c, 2023).

## **1. L'investissement en capital immatériel, facteur de prédiction de l'évolution de la balance commerciale**

### **1.1. Interaction théorique entre capital immatériel et balance commerciale**

L'orientation vers les opérations d'échanges internationales et l'investissement en capital immatériel ont tous deux suscité des débats théoriques concernant l'interaction entre ces deux indicateurs macroéconomiques, notamment, suite aux travaux des nouvelles théories de la croissance économique endogène. L'investissement en capital immatériel peut contribuer significativement dans la prédiction de l'évolution de la balance commerciale et, in fine, constituer un levier pour stimuler les opérations d'importations et d'exportations. Nous en évoquerons quelques-uns à titre d'illustration. Les modèles conçus reposent sur les avancées des théories de la croissance endogènes et les nouvelles théories du commerce international afin de déterminer la relation existante et la contribution de l'accumulation du capital immatériel dans la stimulation des opérations d'importation et d'exportation et, par ricochet, déterminer l'impact de cette relation sur la croissance économique. L'hypothèse est que l'augmentation des exportations peut conduire à une plus grande utilisation des capacités et des richesses immatérielles et, conduit par conséquent, à des économies d'échelle.

Dans cette perspective et, à la suite notamment de Romer (1990), le niveau de la balance commerciale se détermine principalement par le stock de capital immatériel accumulé (via ses différentes composantes à savoir : capital humain, capital social, capital institutionnel, confiance, bonheur, justice sociale...). Les pays s'intéressent davantage à augmenter l'investissement dans le capital immatériel puisqu'il permet de faciliter l'ouverture à l'international afin d'activer le processus de convergence vers le taux de croissance et le niveau de développement des pays plus développés. De ce fait, une boucle interactive surgit alors ; les opérations d'importation et d'exportation, permettraient une augmentation de capital immatériel et une valorisation optimale de son stock.

Romer (1990) considère que le développement des opérations commerciales est alimenté par la variation du stock en capital immatériel. La caractéristique distinctive du capital immatériel intrant est qu'il ne s'agit ni d'un bien conventionnel ni d'un bien public non rival et partiellement excluible. En raison de la non-convexité introduite par un bien non rival, la concurrence par les prix ne peut pas être concrétisée, l'équilibre est celui d'une concurrence monopolistique. Lorsque le capital immatériel est affecté aux opérations d'échanges commerciales, l'intégration des pays dans les marchés internationaux augmentera les taux de croissance économique.

Afin d'expliquer le rôle de l'accumulation du capital immatériel dans la stimulation des opérations commerciales selon une relation complémentaire, Romer (1986) considère que le savoir et la connaissance via le processus d'apprentissage par la pratique constituent le moteur pour encourager davantage les opérations commerciales à l'échelle internationale. Dans son modèle, le capital humain (l'une des composantes du capital immatériel) est représenté comme un sous-produit du capital physique ; par conséquent, la relation entre le stock du capital et le stock de connaissance est linéaire ; l'augmentation du premier entraînera l'augmentation du deuxième stock. Selon le modèle de cet auteur, les opérations d'importations et d'exportations permettraient d'augmenter la taille du marché, le degré d'apprentissage, du savoir, la connaissance et la pratique des individus. De ce fait, suite aux opérations d'importations, ce qui intéresse le décideur économique ce n'est pas exclusivement le bien ou le service importés mais surtout et avant tout la richesse immatérielle incorporée dans ces importations. Dans ce sillage, les décideurs économiques doivent déterminer ces richesses et les fusionner avec celles à sa disposition pour, à fine, exporter sa production à l'échelle internationale et agir, par ricochet, positivement sur le niveau de la balance commerciale.

Romer (1990) indique que les opérations du commerce international donnent accès à des intrants intermédiaires étrangers. Ces opérations permettent, aux pays exportateurs, d'importer de l'étranger des intrants qui ne sont pas produits à l'échelle nationale. Cette forme d'importation, qui se manifeste par la technologie ou la connaissance, peut contribuer à l'augmentation de la productivité nationale. De leur part, Grossman et Helpman (1991) indiquent que la relation entre le capital immatériel et la balance commerciale est complémentaire. Pour ces auteurs, le sens de la relation ne peut être étudié dans une seule approche mais plutôt, dans les deux visions rétroactives.

Selon une première vision, Les opérations d'importations et d'exportations génèrent une accentuation du rythme de la concurrence entre les pays, ce qui les oblige à réaliser des mutations structurelles fondamentales afin de maintenir l'état de compétitivité. Cette compétitivité nécessite un certain niveau et un stock en matière des richesses immatérielles afin de s'ajuster face aux mutations technologiques et cognitives. De ce fait, les institutions investissent dans le capital immatériel et, par la suite, l'affecte dans les différents processus productifs. Cette opération permettrait d'édifier des combinaison optimales (CO). Ces institutions doivent de même investir dans les différentes composantes du capital immatériel pour optimiser, au maximum, les effets de synergie et bénéficier aussi des effets de scalabilité et de spillover permettant d'affecter les combinaisons optimales dans plusieurs processus productifs (Haskel & Westlake, 2018).

La deuxième vision stipule que les États et les institutions sont invités à investir dans le capital immatériel afin de drainer des capitaux générés par l'augmentation des exportations et des importations. Le capital humain, social, confiance et technologique produisent des externalités positives, cela conduit à une augmentation de la productivité de l'ensemble du tissu économique ; ils permettent d'augmenter le volume des exportations et des importations et offrent aux institutions une compétitivité à l'échelle internationale (Krugman, 1979).

## **1.2. Travaux empiriques de la relation entre le capital immatériel et la balance commerciale**

Au-delà de l'impact de l'accumulation du facteur capital immatériel, des travaux empiriques s'attachent au rôle de cette richesse au niveau de la transmission internationale notamment de la technologie, suite aux effets de spillover, depuis les pays développés vers les pays en voie de développement (Coe and Helpman 1995 ; Grossman and Helpman, 1991). De même, étant donné que l'effort des pays en voie de développement concernant la R&D demeure faible, ce n'est qu'à travers les opérations d'importations (notamment les biens d'équipement ainsi que les investissements directs étrangers) que les États les moins avancés peuvent bénéficier du niveau du développement de leur capital immatériel. Ces mutations en matière d'accumulation du stock en capital immatériel génèrent un transfert du capital humain d'un pays vers un autre ; le pays d'accueil peut bénéficier et exploiter ce transfert et encourager davantage la réalisation des opérations d'exportation qui incorporent un investissement initial en connaissance, innovation technologique, R&D, etc. (Belazreg, 2007).

Sur le plan empirique, à partir d'un échantillon de 22 pays développés, Coe et Helpman (1995) et Gabsi (2011) montrent que le niveau de la productivité totale des facteurs d'un pays, destiné à l'exportation, ne dépend pas seulement de son propre niveau de R&D mais surtout de celui de ses partenaires commerciaux, avec un niveau plus élevé pour les États les plus ouverts au commerce international. Dans cette perspective, le transfert de technologie, incorporé dans la production destinée à l'exportation, permet d'augmenter le niveau d'apprentissage des individus toujours via la complémentarité dans les deux sens de la relation entre capital immatériel et les opérations commerciales. Toutefois, l'application de ces technologies nécessite l'existence d'un niveau important des richesses immatérielles dans le pays d'accueil (Keller, 2001 ; Benhabib and Spiegel, 1994).

La relation entre l'investissement en capital immatériel et les opérations commerciales est reprise dans le modèle élaboré par Berthélemy, Dessus et Varoudakis (1997). Leur modèle indique que le capital humain ne peut produire à lui seul une influence directe sur le développement ; il dépend en parallèle du niveau du commerce international et de l'ouverture de l'économie du pays pour maximiser son exploitation et son affectation dans les processus productifs. L'ouverture de l'économie à l'échelle internationale permet, à travers les opérations d'importations des produits ou des biens d'équipements, le transfert technologique et cognitive, permettant de maximiser l'utilité du capital immatériel, via le capital humain, qui conduirait par la suite à une augmentation significative de la productivité et à un développement. Le développement est vérifié suite aux effets de synergie entre les richesses immatérielles drainées avec celles du pays importateur.

De même, Shaw (1992) indique que les progrès et les innovations techniques n'assurent qu'une faible partie de la croissance économique des pays en voie de développement par rapport aux pays développés, du fait que les pays en voie de développement (PVD) en sont faiblement dotés. De ce fait, les importations et les exportations constituent une opportunité, offrant aux acteurs économiques des PVD, de moderniser leurs processus de production, cela à travers l'acquisition des biens qui disposent d'un contenu en capital immatériel important. Selon l'auteur, l'ouverture économique et les opérations d'importations et d'exportations peuvent avoir des effets bénéfiques sur le développement du capital immatériel et, vice versa, puisque le drainage, du capital immatériel, peut être exploité par le pays d'accueil dans l'exportation de ces produits.

Les échanges commerciaux entre des pays similaires permettent de multiplier leurs niveaux et leurs taux de croissance économique. Les opérations commerciales permettent aux pays (1) d'accéder à un stock mondial de capital immatériel et (2) de bénéficier, par ricochet, du progrès technique des pays développés en édifiant des combinaisons optimales entre richesses immatérielles importées et celles déjà existantes.

Les richesses immatérielles investies au niveau d'une économie stimulent des stratégies d'ouvertures commerciales. Elles encouragent l'augmentation des opérations d'importations et d'exportations entre les pays. Les États sont motivés d'encourager leurs ouvertures commerciales avec les pays qui disposent d'un certain niveau d'innovation, de confiance, de faible niveau de corruption, d'une liberté économique et de connaissance. En se référant à la théorie de la croissance endogène et la nouvelle théorie du commerce international, l'impact de l'ouverture commerciale sur la croissance économique passe par trois canaux : (1) la formation du capital physique (croissance tirée par l'investissement et induite par les exportations et les importations), (2) le capital immatériel à travers les richesses humaines (croissance économique pilotée par les connaissances et induite par l'ouverture commerciale) (3) et le savoir (croissance tirée par les innovations technologiques et induite par l'ouverture) (Rivera-Batiz and Romer, 1991a, 1991b; Grossman and Helpman, 1991a, 1991b).

Aghion et Howitt (1990) développent un modèle de croissance fondé sur les innovations qui impactent les opérations commerciales à l'échelle internationale. Pour ces auteurs, le commerce international permet d'offrir des opportunités d'innovation, ce qui induirait à l'amélioration technologique. Dans ce sens, Coe et Helpman (1995) indiquent que les échanges commerciaux des biens intermédiaires constituent la principale source de diffusion des richesses immatérielles suite aux caractéristiques spécifiques (les 4S).

Le balayage théorique de la relation entre capital immatériel et balance commerciale nous a permis de construire notre modèle théorique ; les décideurs économiques doivent investir en parallèle dans les différentes composantes du capital immatériel et par la suite identifier ceux qui sont de qualité. Cette identification nécessite la détermination des effets de synergie, de spillover et de scalabilité du capital immatériel. L'État doit déterminer (1) les indicateurs de qualité (2) les CO et (3) les

interactions entre les CO (4) les interactions optimales entre les richesses immatérielles importées et celles existantes pour les intégrer dans différents processus de production (Garner et al, 2021).

L'idée de l'investissement en capital immatériel c'est que les différentes composantes de cette forme de richesse doivent être regroupées dans des CO ; c'est-à-dire en essayant de déterminer les effets d'interaction entre plusieurs indicateurs. A titre d'illustration, pour améliorer l'image d'un pays et attirer des investissements directs étrangers, L'État doit développer en parallèle le capital institutionnel, le capital humain des institutions, le capital social des institutions, etc. Cette alchimie interactionnelle nécessite la mobilisation des capitaux par la dette pour, in fine, optimiser le retour sur investissement et assurer une allocation optimale des ressources financières.

Après avoir édifier notre modèle théorique, nous édifierons par la suite un modèle empirique, via une modélisation économétrique, dans le cas du Maroc afin de déterminer les combinaisons optimales du capital immatériel qui permettraient d'expliquer la balance commerciale via sa composante des importations.

## **2. Capital immatériel et son financement par la dette au Maroc : modélisation économétrique**

L'objectif de notre étude économétrique est de mettre en évidence le lien entre le capital immatériel (composé de 28 indicateurs) et l'indicateur macroéconomique identifiés celui des importations. L'objectif de notre modélisation économétrique et de déterminer la capacité du capital immatériel à (1) offrir un outil pour prédire l'évolution des importations à (2) déterminer les indicateurs du capital immatériel qui peuvent constituer des CO, et à (3) mesurer la pondération entre chaque CO et le niveau des importations.

Pour ces raisons, nous utiliserons la technique de régression linéaire multiple (RLM) qui nous servira à expliquer la prédiction de l'évolution des importations en fonction d'un panel d'indicateur du capital **immatériel** (Bourbonnais, 2018).

## 2.1. Présentation du modèle de régression linéaire multiple : Méthode exploratoire

Formellement, le modèle de la régression linéaire multiple s'écrit sous forme d'une somme pondérée des variables exogènes, où le coefficient de pondération mesure l'influence de la variable associée (Bourbonnais, 2018, p. 47) :

$$y_i : (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p + \varepsilon_i) \text{ pour } i = 1, \dots, n$$

Avec :

$y_i$  : la  $i^{\text{ème}}$  observation de la variable à expliquer. La variable "y" représente les valeurs possibles de la variable dépendante qui peuvent être expliquées par le modèle général de régression ;

$x_0, x_1, \dots, x_p$  : l'ensemble des variables explicatives ;

$a_0, a_1, \dots, a_p$  sont les paramètres du modèle ;

$\varepsilon_i$  : l'erreur commise par le modèle pour chaque valeur de y, ou encore la portion qui ne peut être expliquée par le modèle ;

n : le nombre d'observations.

Selon la présentation établie par Cohen et Pradel (1993), notre modélisation par régression multiple se déroulera en quatre phases : **construction du modèle, affinement du modèle, vérification des hypothèses et validation du modèle.**

## 2.2. La construction du modèle

Nous avons commencé cette phase par une sélection " pertinente " des variables du capital immatériel ; le choix de ces variables a nécessité une compréhension suffisante de l'ensemble de données pour savoir qu'elles sont les plus explicatives, de qualité et d'un volume adéquat. L'objectif est d'édifier, d'une manière directe, les combinaisons les plus optimales entre les indicateurs du capital immatériel qui permettent de piloter d'une manière la plus optimale l'évolution des politiques économiques, de déterminer les combinaisons entre les indicateurs et, enfin, de ressortir les indicateurs qui peuvent générer des effets de synergie, de scalabilité et de spillover (Zoheir and El arabi, 2022b).

### 2.3. L'affinement du modèle

Les performances du modèle sont examinées lors de cette étape moyennant les critères suivants :

- **Test F global ;**
- **R<sup>2</sup> ajusté ;**
- **Erreur quadratique moyenne (MSE) ou s.**

### 2.4. Vérification des hypothèses

Nous ne considérons la conception du modèle comme étant validée que si ces hypothèses sont bien définies, notamment : l'indépendance et la normalité des erreurs **et**. La violation de ces hypothèses mettra en question la fiabilité et l'exactitude de certaines inférences et prédictions de l'analyse de régression, d'où l'importance de cette étape. Pour détecter ces violations des tests résiduels, des diagnostics graphiques sont utilisés. Dans ce qui suit et, à la suite des travaux de Bourbonnais (2018), nous déclarons explicitement les hypothèses à vérifier :

**(H<sub>1</sub>): Indépendance de la variable prédite :**

**(H<sub>2</sub>) : Pas de variance égale à zéro**

**(H<sub>3</sub>) : Aucune multicollinéarité parfaite**

**(H<sub>4</sub>) : Relation linéaire entre les indicateurs du capital immatériel et ceux des politiques économiques**

**(H<sub>5</sub>): Homoscédasticité**

**(H<sub>6</sub>) : Indépendance des erreurs :**

**(H<sub>7</sub>) : Distribution normale des résiduels :**

Nous avons privilégié l'outil graphique, plutôt que les tests statistiques pour valider ces hypothèses ; *« Aussi simpliste qu'il puisse paraître, il fournit un nombre important d'informations que les indicateurs statistiques appréhendent mal. Toute analyse de régression devrait être immédiatement suivie des graphiques des résidus observés... car il y en a plusieurs »* (Rakotomalala, 2011, pp. 7-8).

Nos diagrammes de dispersion assurent un visuel pour juger la validité de nos hypothèses **(H<sub>2</sub>)**, **(H<sub>3</sub>)** **et (H<sub>4</sub>)**. Concernant les restrictions imposées sur les résidus, nous utiliserons deux types de graphes

pour voir si elles sont respectées.

## 2.5. La validation du modèle

Cette étape consiste à vérifier l'adéquation des modèles économétriques qui permettent de piloter les politiques économiques et à valider leurs performances. En raison de la taille de notre échantillon (30 observations) et, à la suite de Saporta (2006), nous avons utilisé dans cette phase, une approche non-paramétrique de l'inférence statistique dite bootstrap afin de créer des échantillons des indicateurs du capital immatériel de même taille en appliquant un rééchantillonnage avec remise ou sans sur les données d'origine. La méthode de bootstrap nous permet d'identifier les indicateurs qui permettent de générer des externalités positives, des effets de synergie et de scalabilité. Cette identification nous permet, par la suite, de construire des combinaisons optimales (CO) pour la prédiction de l'évolution des importations.

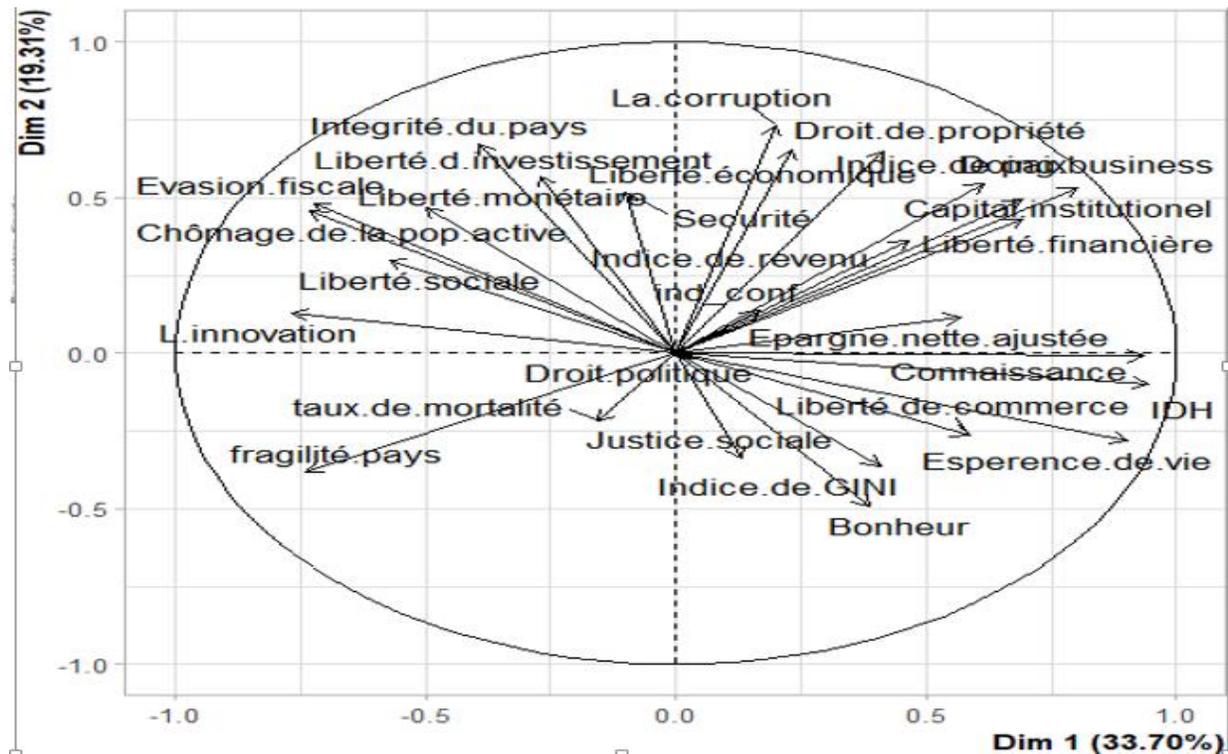
## 2.6. Préparation et traitement des données

Avant toute pratique de modélisation, l'exploration des données est un prétraitement essentiel à réaliser. Cette phase a dévoilé la présence de certaines anomalies. En effet, 12 % des observations des indicateurs du capital immatériel sont manquantes. Un biais qui empêche l'utilisation de la méthode d'analyse en composantes principales (ACP) qui sert à atténuer la forte multi colinéarité des prédicteurs et, par la suite, éviter la violation de l'hypothèse ( $H_2$ ).

## 2.7. Résultat de l'ACP

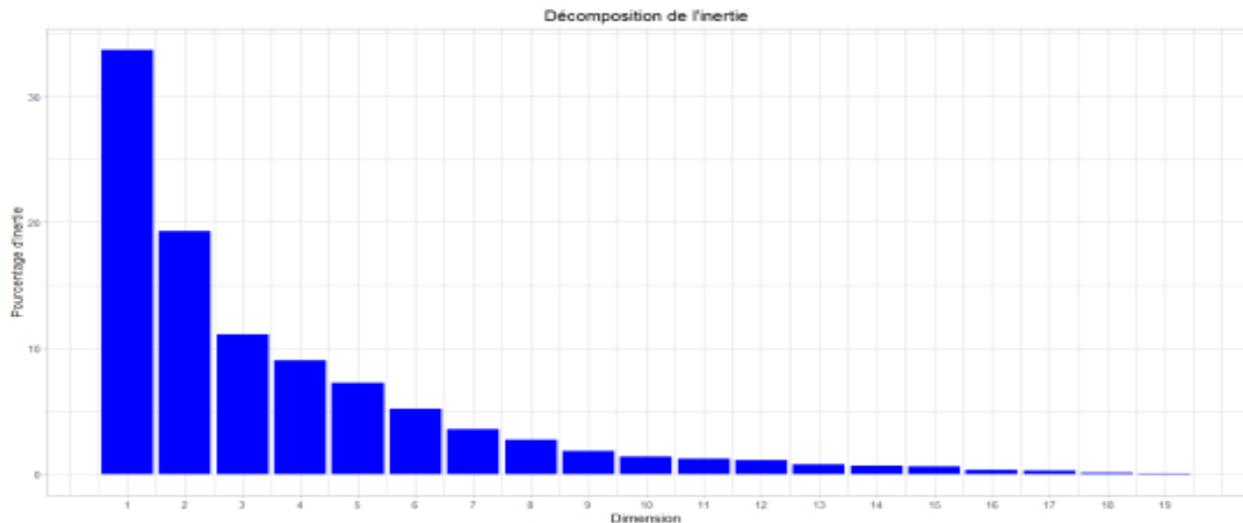
Dans notre cas, le résultat de l'ACP montre que les 5 premières composantes permettent d'expliquer 80,37 % de la variance, et donc, elles constituent les combinaisons les plus optimales pour nos modèles économétriques. En retenant ces facteurs, on perd moins de 20 % de l'information contenue dans les données de départ. Ci-après, le pourcentage de la variance expliquée pour chaque combinaison optimale, dite aussi l'inertie expliquée par chaque axe et les variables de l'ACP. En pratique, on choisit les axes associés à une valeur propre  $>1$  (**Figure 1 et 2**).

Figure N°1 : Graphe des variables de l'ACP



Source : Établie à partir du logiciel R

Figure N°2 : L'inertie expliquée par chaque axe



Source : Établie à partir du logiciel R

le **Tableau 1** montre que le premier axe explique 33,70 % de la variabilité, l'axe 2 explique 19,31 % et l'axe 3 explique 11,10 %. La phase de la modélisation, après multiples tentatives, a révélé que

seuls les trois premiers constituent les combinaisons les plus optimales ; l'interaction entre les indicateurs du capital immatériel de ces 3 axes permet de générer des effets d'externalités positives, de synergie, de scalabilité et de spillover. Ces axes ils constituent un outil pertinent pour expliquer les importations.

**Tableau N° 1 : Variance et variance cumulées expliquées par CP**

<b>Axe</b>	<b>Valeurs propres</b>	<b>Variance en %</b>	<b>Variance cumulée en %</b>
<b>1</b>	9,10	33,70	33,70
<b>2</b>	5,21	19,31	53,01
<b>3</b>	3,00	11,10	64,11
<b>4</b>	2,44	9,03	73,13
<b>5</b>	1,95	7,24	80,37

Source : Établi à partir du logiciel R

Une autre raison pour justifier ce choix est que l'ensemble des indicateurs du capital immatériel à notre disposition ont contribué d'une manière significative, à travers leurs interactions via leurs caractéristiques spécifiques, à la formation de ces axes qui représentent plus que 64 % de l'information fournie par les variables initiales.

L'interprétation de chaque composante de l'ACP se base sur ces coefficients. En fait, le degré de la contribution des indicateurs est dicté par le niveau de corrélations variables-facteurs à un risque  $\alpha$  qu'on prend généralement à 5 %. Les indicateurs du capital immatériel manifestent une corrélation et une interaction élevées avec les axes retenus. En pratique, on retient les indicateurs avec une corrélation supérieure en valeur absolue à une valeur seuil qu'on se fixe, ici nous l'avons pris au niveau de 0.5.

La réalisation de l'ACP sur nos indicateurs a révélé que la formation de la première combinaison optimale est due à 14 indicateurs, tandis que la deuxième est construite selon 8 indicateurs quant à

la troisième, seuls 2 indicateurs contribuent à sa formation. Le **Tableau 2** synthétise le résultat obtenu. Non seulement les résultats obtenus nous permettent de déterminer les combinaisons les plus optimales (suite aux effets d'externalités positives, de synergies et d'interactions), mais ils indiquent aussi l'importance et le niveau d'impact direct de chaque indicateur du capital immatériel dans l'édification de nos modèles économétriques.

**Tableau N° 2 : classement des indicateurs selon l'ACP**

CO <sub>1</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub>
Connaissance	La corruption	Taux de mortalité
Épargne Nette ajustée	Intégrité du pays	Bonheur
IDH	Investissement	
Liberté financière	Droit de propriété	
Evasion fiscale	Sécurité	
Liberté de commerce	Liberté Économique	
Fragilité pays	Indice de paix	
Liberté sociale	Confiance	
Capital institutionnel		
Chômage de la pop active		
Indice de paix		
Espérance de vie		
Doing business		
L'innovation		

Source : Établi à partir du logiciel R

## 2.8. Modèles économiques édifiés

En suivant la démarche de la modélisation décrite précédemment (comme justifier auparavant), nous avons réalisé une régression multiple sur les composantes principales obtenues via l'ACP.

## 2.9. Construction et affinement du modèle

La sélection des modèles a été réalisée en s'appuyant (1) sur le test de Fisher (F) qui reflète la

significativité statistique globale des modèles et (2) sur le test de Student (T-student) qui indique la significativité de chaque indicateur retenu dans la régression. Les résultats de ces tests sont significatifs avec un risque de 5 % de se tromper (**Tableaux 3 et 4**).

**Tableau N°3 : Tests de Fisher**

Variable macroéconomique	Test Fisher global	p-value
Importation	124,7	1.08e-10

Source : Établi à partir du logiciel R

**Tableau N°4 : Tests de Student**

Variable macroéconomique	Combinaisons optimales	Coefficient	T-student	p-value
		CO <sub>1</sub>	0,305 43	12,63
Importations	CO <sub>2</sub>	-0,008 435	-3,23	0,004 64

Source : Établi à partir du logiciel R

Comme nous l'avons démontré au niveau de la théorie économique mobilisée, le modèle expliquant les importations et exportation sont la première et la deuxième combinaison optimale (CO<sub>1</sub> et CO<sub>2</sub>) Le pouvoir explicatif et prédictif de ces équations est mesuré à l'aide des coefficients R<sup>2</sup> et R<sup>2</sup>-ajusté (**Tableau 5**).

**Tableau N° 5 : Ajustement des modèles par R<sup>2</sup> et R<sup>2</sup>— ajusté**

Modèle macroéconomique	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> — ajusté
Importation	91.21 %	92.52 %

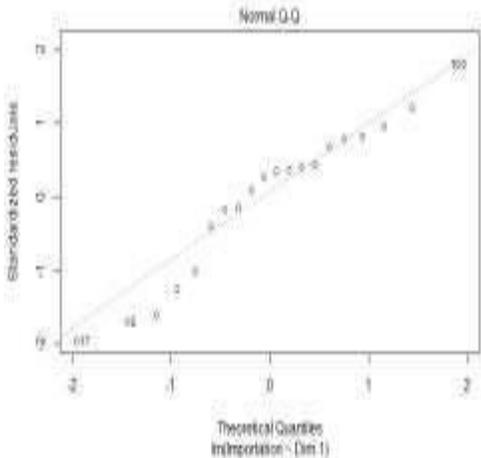
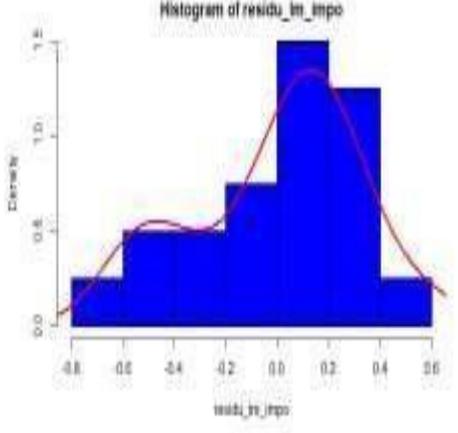
Source : Établi à partir du logiciel R

## 2.10. Vérifications des hypothèses et validation des modèles

L'hypothèse (H<sub>1</sub>) est vérifiée, puisque les valeurs de la grille économique sont observées

annuellement. Les variances des indicateurs immatérielles sont non nulles. ( $H_2$ ) est donc valide. De même, nous avons examiné la multicolinéarité en superposant deux à deux les indicateurs du capital immatériel dans des graphes de dispersion. Ci-après, nous remarquons, par exemple, que les indicateurs Connaissance, IDH, Espérance de vie, etc., sont fortement corrélés. Par la suite, ( $H_3$ ) n'est pas respecté. Raison pour laquelle nous avons utilisé l'ACP pour remédier à ces anomalies. Sur les diagrammes des résidus en fonction des exportations, les résidus sont répartis aléatoirement autour de la valeur 0. On peut conclure que la prédiction est d'égale qualité pour toutes les valeurs de la variable endogène. La normalité des résidus est examinée moyennant les diagrammes de probabilité connus par Q-Q plot, sur lesquels nous remarquons une tendance linéaire. L'hypothèse de normalité est vérifiée. Pour appuyer cette assertion, un test de Shapiro est réalisé. Les résultats de ce test confirment la normalité puisqu'il est significatif à chaque fois pour un risque d'erreur de 5 % (**Tableau 6**).

**Tableau N°6 : La normalité des résidus - modèle Importations**

Q-Q plot	Histogramme	Test de Shapiro
		<p>W = 0.94651 p-value = 0.3172</p>

Source : Établie à partir du logiciel R

### 2.11. La validation des stratégies de modélisation

Cette validation est réalisée via la méthode du Bootstrap. En examinant le coefficient de détermination  $R^2$  et l'évaluation des erreurs commises lors de la prédiction, nous pouvons conclure que les résultats obtenus sont "très" significatifs ; d'où la validité statistique de notre modèle économétrique édifié (**Tableau 7**).

**Tableau N°7 : Validation des modèles économétriques édifiés**

<b>Modèle macroéconomique</b>	<b><math>R^2</math> de validation</b>	<b>Erreur commise (MAE)</b>
<b>Importations</b>	89.30 %	29.64 %

Source : Établi à partir du logiciel R

Ainsi, nous pouvons écrire le modèle économétrique édifié qui permettent au capital immatériel de prédire l'évolution des importations, dans le cas du Maroc, comme suit :

$$\text{Importations} : (0,305\ 43 * CO_1 - 0.08435*CO_2)$$

Les résultats de la modélisation économétriques obtenus indiquent l'existence d'une relation entre des indicateurs du capital immatériel et le processus des importations. Etant donnée que nous avons intégré 28 indicateurs au départ, les tests réalisés ont écarté des indicateurs notamment ceux de la combinaison optimale 3 ( $CO_3$ ).

Le Taux de mortalité et le bonheur n'impactent pas les importations. Cette combinaison optimale n'a pas d'effet qui permettrait d'expliquer les importations au Maroc. Ceci dit que l'investissement dans ces 2 indicateurs du capital immatériel ne peut être un investissement rentable pour l'indicateur macroéconomique retenu dans notre article.

Concernant la combinaison optimale 2 ( $CO_2$ ), certes la relation d'impact existe mais elle est de nature négative. Cela veut dire qu'une augmentation de performance des indicateurs de la ( $CO_2$ ) entrainerait une baisse de la performance des importations dans le cas du Maroc. Ce constat est énigmatique par rapport à la théorie économique mobilisée et à notre modèle théorique édifié. A

titre de discussion et d'illustration, l'augmentation du niveau de la confiance impacterait négativement le développement des importations. Autrement dit, il ne faut pas retenir la confiance comme critère objectif pour notre indicateur macroéconomique.

Pour ce qui est de la combinaison optimale 1(CO<sub>1</sub>), composée de 14 indicateurs, la relation est positive et significative dans la prédiction de l'évolution des importations. Investir dans des indicateurs comme la connaissance, l'IDH, l'ENA, le capital institutionnel, le chômage... permettrait d'agir positivement sur le niveau des importations. Comme nous l'avons conceptualisé au niveau de notre sous-basement théorique, ce qui intéresse le décideur économique ce n'est pas exclusivement le produit ou le service en lui-même qui est importé, mais c'est plutôt la richesse immatérielle incorporée et les fusionner via des effets de synergie avec les richesses immatérielles existantes (Haskel & Westlake, 2018). Nous avons identifié 14 indicateurs du capital immatériel qui peuvent être fusionnés entre eux, édifier de nouvelles combinaisons optimales et les affecter dans différents processus de production pour, in fine, agir positivement sur le niveau de la balance commerciale.

## Conclusion

Dans cet article, nous avons répondu à la problématique suivante : **Dans quelle mesure le capital immatériel peut-il prédire l'évolution des importations au Maroc ?**

Sur le plan théorique, nous avons conclu que le capital immatériel a un impact positif sur la balance commerciale et permet d'expliquer et de prédire l'évolution des importations. De ce fait, nous avons déterminé que les décideurs économiques ne s'intéressent pas exclusivement aux biens et services qui sont importés, mais plutôt aux richesses immatérielles qui sont incorporées dans les différents processus d'importations. De ce fait, il faut d'une part, identifier le capital immatériel incorporé et, d'autre part, déterminer sa fusion via les effets de synergie et de scalabilité afin d'édifier des combinaisons optimales. Ces dernières seraient affectées par la suite dans différents processus de production permettraient, par ricochet, d'agir positivement sur le niveau de la balance commerciale.

Sur le plan pratique, nous avons édifié un modèle économétrique, dans le cas du Maroc, qui permet d'identifier les combinaisons optimales qui permettent d'expliquer l'évolution des importations. Nous avons identifié deux combinaisons optimales constituées de 22 indicateurs du capital immatériel. Aussi nous avons déterminé la part de chaque combinaison optimale qui permet de prédire l'évolution des importations dans le cas du Maroc.

Le capital immatériel représente ainsi un outil de pilotage des importations et de la balance commerciale en raison de ses caractéristiques spécifiques. Sa caractéristique de scalabilité s'applique pour l'ensemble des composantes du capital immatériel. Dès qu'une économie produite ou acquiert un capital immatériel spécifique :

- elle peut le réutiliser à plusieurs reprises moyennant un coût relativement faible par rapport au capital matériel.
- lorsqu'une économie réalise un investissement immatériel puis décide d'y renoncer, il est souvent complexe d'abandonner cet investissement et de revenir sur sa décision en essayant de récupérer le coût de l'investissement en vendant l'actif créé. Ce biais, décrit comme un sunk cost (coût irrécupérable), est plus complexe que dans le cas d'un actif matériel.
- Les investissements en capital immatériel se diffusent d'une manière importante ; il devient alors plus accessible pour d'autres économies de bénéficier d'un investissement en cette nature.
- Les composantes du capital immatériel présentent cette caractéristique de se combiner entre elles. Le capital immatériel peut développer des allocations efficaces des ressources en optimisant leur utilisation. En présence du capital immatériel, la valeur globale des richesses est plus significative que la somme de leurs valeurs individuelles.

L'une des limites peut être identifiée au niveau de nos modélisations économétriques édifiées. Nous avons intégré le maximum de variables disponible afin d'établir des modèles, entre le capital immatériel et les importations, supposées réelles au sens de Latouche (1978) pour, in fine, déterminer les indicateurs les plus pertinents pour la prédiction de l'évolution des importations. Nous avons répertorié 28 indicateurs et leurs évolutions depuis 1990 jusqu'à 2021 afin de réduire le risque d'erreur de nos modèles économétriques. Néanmoins, d'autres indicateurs peuvent être

intégrés pour compléter les résultats économétriques de cette thèse à savoir : la liberté religieuse, capital historique, capital culturel, etc., ces indicateurs et d'autres ont échappés à ceux retenus dans nos modèles édifiés en raison de l'absence des données qui tracent leurs évolutions.

Afin d'étudier l'impact individuel des indicateurs du capital immatériel les plus pertinents (notamment les indicateurs de la combinaison optimale 1 ) sur l'indicateur macroéconomique retenu dans notre modèle, nous nous sommes intéressés, dans une étude économétrique (prolongeant cette contribution), à la mesure de l'impact de cinq variables sur le PIB, l'Importation, l'Exportation, l'IDE et la Dette. Les variables exogènes sont : la connaissance, le taux d'IDH, le chômage, l'épargne nette ajustée et l'indice de GINI.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) **Akcigit, U., & Ates, S. T. (2021)** ‘Ten facts on declining business dynamism and lessons from endogenous growth theory’. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), pp. 257-98.
- (2) **Banque Mondiale (2022)** *Projet pour le capital humain : foire aux questions*.
- (3) **Banque Mondiale. (2017)**. Le maroc à l'horizon 2040: Investir dans le capital immatériel pour accélérer l'émergence économique. The World Bank.
- (4) **Becker, G. S. (1964)**. Human capital : A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. University of Chicago press.
- (5) **Bhagat, S., & Welch, I. (1996)**. Corporate research & development investments international comparisons’, *Journal of Accounting and Economics*, pp. 443–470.
- (6) **Bouaiss, K., & Girard-Guerraud, C. (2021)**. Capital humain du dirigeant entrepreneur et faillite des entreprises financées par ECF. *Revue française de gestion*, 47(299), 95-115.
- (7) **Bourbonnais, R. (2018)**. *Econométrie*. Dunod.
- (8) **Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2021)**. The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), pp. 333-72.
- (9) **Cohen, M., & Pradel, J. (1993)**. *Econometrie*. LexisNexis LITEC.
- (10) **Conseil Économique, Sociale et Environnemental & Bank Al-Maghrib. (2016)**. Richesse globale du Maroc entre 1999 et 2013 : le capital immatériel : facteur de création et de répartition équitable de la richesse nationale.
- (11) **Corrado, C. A., Haskel, J., Iommi, M., & Jona-Lasinio, C. (2020)**. Intangible capital, innovation, and productivity à la Jorgenson evidence from Europe and the United States, *Measuring Economic Growth and Productivity*, pp. 363-385.
- (12) **Demmou, L., & Franco, G. (2021)**. Mind the financing gap: Enhancing the contribution of intangible assets to productivity.
- (13) **Fustec, A., & Marois, B. (2006)**. *Valoriser le capital immatériel de l'entreprise*. Éditions Eyrolles.
- (14) **Garner, C., Russell, M., Bessen, J., Meyer, P. B., & Sveikauskas, L. (2021)**. *Intangible Capital and US Productivity Growth in 61 Industries*.
- (15) **Gorz, A. (2003)**. *L'immatériel, connaissance, valeur et capital*. Galilée.
- (16) **Haskel, J., & Westlake, S. (2018)** *Capitalism Without Capital: The Rise Of The Intangible Economy*. Princeton : Princeton University Press.

- (17) **Hosono, K., & Akizawa, M. (2017).** Intangible Capital and the Choice of External Financing Sources. RIETI.
- (18) **Human Development Reports (2022)** *Data updates as of Morocco.*
- (19) **Institut Royal des Études Stratégiques. (2015).** Richesse globale et capital immatériel du Maroc. Rapport stratégique.
- (20) **Institut Royale des Études Stratégiques. (2020).** Evolution du positionnement international du Maroc. Tableau de bord stratégique.
- (21) **Larkèche, S. (2011)** Épistémologie du risque. L'harmattan.
- (22) **Long, M., & Malitz, I. (1985).** The investment-financing nexus : Some empirical evidence, *Midland Corporate Finance Journal*, 3(3), pp. 53-59.
- (23) **Mincer, J. (1993).** *Studies in human capital.* Edward Elgar Publishing.
- (24) **Rakotomalala, R. (2011).** *Pratique de la régression linéaire multiple. Diagnostic et selection de variables.* Academia.
- (25) **Saporta, G. (2006).** *Probabilités, analyse des données et statistique.* Technip.
- (26) **Schultz, T. W. (1961).** Investment In Human Capital. *The American Economic Review*, 51(1), pp. 1-17.
- (27) **World Bank. (2006).** *Where is the wealth of nations. Measuring Capital for the 21st century.* World Bank.
- (28) **Zoheir, A., & El arabi, A. (2022a).** Le capital immatériel et création des richesses : entre connaissance scientifique et dédale épistémologique d'un paradigme. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(3-1), 158-170
- (29) **Zoheir, A., & El arabi, A. (2022b).** Capital immatériel, outils de pilotage de la croissance économique au Maroc : analyse scientométrique. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(4-3), 382-396.
- (30) **Zoheir, A., & El arabi, A. (2022c).** Le capital immatériel, outils de pilotage des politiques économiques : fondements d'un paradigme et modélisations économétriques – Cas du Maroc-. Thèse de doctorat. Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.
- (31) **Zoheir, A., & El arabi, A. (2023).** Le capital immatériel et la prédiction de l'évolution des exportations au Maroc : modélisation économétrique. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 4(1-2), 520-539.