

L'impact de l'intelligence artificielle sur les exportations manufacturières au Maroc : Une étude basée sur le modèle de gravité

The impact of artificial intelligence on the manufacturing exports in Morocco: A study based on the gravity model

Ali BOUZEROUATA, (Doctorant)

*Laboratoire de Recherche en Gestion, Economie et Sciences Sociales (LARGESS)
Faculté des Sciences Juridiques économiques et Sociales
Université Chouaib Doukkali El Jadida*

Younesse EL MENYARI, (Enseignant, chercheur)

*Faculté des Sciences Juridiques économiques et Sociales Ain Chock
Université Hassan II Casablanca
Membre du Laboratoire de Recherche en Gestion, Economie et Sciences Sociales (LARGESS)
Université Chouaib Doukkali El Jadida*

Adresse de correspondance :	FSJES El Jadida Route Nationale N° 1 El Haouziya, Boîte Postale n°356 El Jadida 24000, Maroc Tel : +212523379301 Fax: +212523355242
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	BOUZEROUATA, A., & EL MENYARI, Y. (2024). L'impact de l'intelligence artificielle sur les exportations manufacturières au Maroc : Une étude basée sur le modèle de gravité. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 5(12), 444-457. https://doi.org/10.5281/zenodo.14289303
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: October 31, 2024

Accepted: December 06, 2024

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME
ISSN: 2658-8455
Volume 5, Issue 12 (2024)

L'impact de l'intelligence artificielle sur les exportations manufacturières au Maroc : Une étude basée sur le modèle de gravité

Résumé :

Le présent article étudie l'impact de l'intelligence artificielle sur les exportations manufacturières marocaines. À cet effet, l'intelligence artificielle a été matérialisée par la traduction automatique neuronale. L'approche méthodologique a été basée sur le modèle de gravité notamment en adoptant l'estimation de l'estimateur de Poisson Pseudo-Maximum de Vraisemblance sur des données de panel composées de 20 partenaires commerciaux majeurs du Maroc pour la période allant de 2011 à 2023. Les résultats soulignent que les exportations manufacturières marocaines sont positivement et significativement affectées par la traduction automatique neuronale et le PIB des pays partenaires, cependant la distance toutes choses égales par ailleurs a un impact négatif sur les exportations manufacturières marocaines.

Mots clés : Intelligence artificielle, traduction automatique neuronale, modèle de gravité, exportations manufacturières.

JEL Classification : F76

Type du papier : Recherche empirique

Abstract:

The present article investigates the impact of artificial intelligence on Moroccan's manufacturing exports. For this purpose, artificial intelligence was materialized by neural machine translation. The methodological approach was based on the gravity model namely by adopting estimation of the Poisson Pseudo-Maximum Likelihood estimator on a panel data composed of 20 major trading partners of Morocco for the period between 2011 and 2023. The results highlight that Moroccan manufacturing exports are positively and significantly affected by neural machine translation and GDP partners, however distance all other things being equal has negative impact on Moroccan manufacturing exports.

Keywords: Artificial intelligence, neural machine translation, Gravity model, manufacturing exports.

Classification JEL: F76

Paper type: Empirical Research

1. Introduction

Dans un monde marqué par la recrudescence des échanges commerciaux entre les pays, les entreprises se trouvent contraintes à gérer des processus de plus en plus complexes, incluant les réglementations douanières, les chaînes d'approvisionnement et la logistique transfrontalière. L'intelligence artificielle s'impose comme moyen facilitant ces processus complexes en fournissant aux entreprises des solutions fluides pour saisir les opportunités.

L'intelligence artificielle fait partie des nombreuses technologies qui ont provoqué des ramifications considérables pour l'ensemble de la société (De Stefano, 2018). La nature du commerce international a aussi connu des changements radicaux dans sa nature, les échanges se font via des plateformes numériques, des avancées technologiques comme la blockchain, le Big data et l'Internet des Objets (IOT) ont favorisé les échanges de façon plus fluide et efficace. La monétisation des données dans les services a changé aussi la donne. De même les tendances et les habitudes de consommation des acheteurs ont changé par le biais du commerce électronique offrant des services personnalisés (Gulzat et Popkova 2020). Dans le même ordre d'idée, l'intelligence artificielle offre des externalités positives à la gestion de la chaîne de valeur en permettant d'identifier les tendances futures de la demande des clients ce qui permet in fine de mieux gérer les risques liés à la chaîne d'approvisionnement (Alali & Yeh, 2012).

Les chercheurs comme Choi et Lambert (2017) ont démontré que des algorithmes d'optimisation comme forme d'intelligence artificielle permettent de réduire les coûts logistiques par le biais d'ajustement des itinéraires. L'intelligence artificielle peut aller au-delà de ça, en permettant la possibilité de prédire et d'anticiper les tendances du marché concourant ainsi aux entreprises d'ajuster leurs stratégies d'exportation (Mirwan et al, 2023). L'intelligence artificielle a également présenté des avantages considérables pour les PME souhaitant se développer à l'international. Dans ce sens, Kraus et al. (2020) démontrent que l'intelligence artificielle permet de faciliter le processus d'exportation par le biais d'automatisation des processus administratifs en réduisant les coûts d'analyse des marchés.

Une autre forme de l'intelligence artificielle est celle de l'utilisation de la traduction automatique neuronale qui joue un rôle crucial dans le marketing digital rendant les exportations facilement fluides. Google Neural Machine Translation couvre actuellement jusqu'à 99 % de la population en ligne (Shu, 2016). En outre, Hui & Liu (2018) constatent que l'introduction d'un système de traduction automatique augmente considérablement le commerce international et augmente les exportations entre les pays. Cela confirme en effet les affirmations selon lesquelles le commerce bilatéral entre deux pays s'améliore si les deux pays partagent la même langue (Melitz, 2008 ; Egger et Lassmann, 2012 ; Melitz et Toubal, 2014).

En effet, avec la recrudescence des transactions commerciales qui s'effectuent de façon continue, le recours aux systèmes de traduction automatique est devenu une nécessité impérieuse pour les internautes. Une étude réalisée par Brynjolfsson et al., (2018) trouvent que l'introduction de la traduction automatique modérée a permis d'augmenter les exportations de 17 % à 20 % dans les transactions faites sur eBay. Cela confirme l'idée que les barrières linguistiques pourraient entraver le commerce international entre les pays. En outre les études antérieures basées sur les modèles de gravité montrent à quel point certaines variables comme la distance et la langue différente constituent des entraves au commerce international (Lohmann, 2011 ; Molnar, 2013). L'objectif de cette étude, et donc d'étudier l'impact la traduction automatique neuronale sur les exportations manufacturières au Maroc. L'approche méthodologique a été basée sur le modèle de gravité notamment en adoptant l'estimation de l'estimateur de Poisson Pseudo-Maximum de Vraisemblance sur des données

de panel composées de 20 partenaires commerciaux majeurs du Maroc pour la période allant de 2011 à 2023.

Cet article contribue donc à la littérature en raison de manque des études au Maroc disséquant la relation entre l'utilisation de la traduction automatique et l'export. Donc l'objectif de cette étude est de répondre à la question : Dans quelle mesure l'utilisation de la traduction automatique neuronale contribue-t-elle au développement des exportations manufacturières au Maroc ?

Le reste de l'étude est organisé comme suit :

La section 1 présente une revue de la littérature sur le lien entre l'intelligence artificielle et l'exportation, ensuite, la section 2 illustre les détails de la méthodologie utilisée. Dans la section 3, les résultats de la recherche sont rapportés et discutés. Enfin, la section 4 tire une conclusion en présentant les implications, les limites de la présente recherche et les études futures possibles.

2. Revue de littérature

2.1. L'intelligence artificielle et le commerce international

Le concept de l'intelligence artificielle a été utilisé pour la première fois par Alan Turing (1950) qui l'a considéré comme étant une machine capable d'imiter l'Homme. Dès lors, cette nouvelle technologie a changé la donne dans plusieurs domaines grâce à sa capacité à résoudre les problèmes de façon intelligente (Copeland, 2024). Dans cette recherche, le focus sera basé sur les effets de l'intelligence artificielle sur le commerce international, et plus précisément sur 3 sous-domaines clés : les opérations commerciales, le financement du commerce, et l'accès aux marchés.

2.1.1. L'intelligence artificielle et les opérations commerciales

L'intelligence artificielle apporte des externalités positives à la gestion de la chaîne de valeur grâce à l'apprentissage automatique et la lecture prédictive permettant d'anticiper la demande (Ferencz et al. 2022 ; Praveenadevi et al. 2023). L'intelligence artificielle aide aussi les entreprises à mieux optimiser les délais et à réduire les risques liés à la rupture des stocks en temps réel (Cannas et al. 2024). En outre les externalités positives de l'intelligence artificielle sur les échanges commerciaux s'étalent également sur sa capacité à mieux gérer la chaîne logistique, et ce par la réduction des délais et coûts liés aux opérations d'expédition à travers des algorithmes qui permettent de prendre en compte les risques géopolitiques ou météorologiques (Vaka 2024). En outre l'intelligence artificielle permet d'optimiser les temps et garantir la fluidité des opérations commerciales (Rojek et al., 2023).

2.1.2. L'intelligence artificielle et financement du commerce

L'intelligence artificielle a également impacté positivement le financement du commerce et des opérations commerciales en automatisant les données et en réduisant les risques liés à ces opérations. (Garg et al. 2022 ; Rajagopal et al. 2023) par exemple démontre qu'à travers l'automatisation et la numérisation des documents les risques d'erreurs humaines ont été réduits ce qui permet in fine de réduire les risques d'évaluation des opérations commerciales. Pathak et al. (2023) ont démontré également que l'intelligence artificielle permet de restreindre les risques afférents aux transactions financières comme les opérations douteuses et les paiements incertains ce qui aide les internautes à prendre des décisions judicieuses. De même, l'intelligence artificielle permet de contourner les risques liés à l'assurance-crédit (Tjoa et al. 2022)

2.1.3. L'intelligence artificielle et l'accès aux marchés

L'Intelligence artificielle présente des avantages également à l'accès aux marchés en permettant d'identifier les tendances futures de la demande des clients ce qui permet in fine de mieux gérer les risques liés à la chaîne d'approvisionnement (Alali & Yeh, 2012). Dans le même ordre d'idée, Saha et al. (2023) affirment que les outils de l'intelligence artificielle ont bel et bien permis de suivre les tendances des consommateurs et les dynamiques concurrentielles grâce aux analyses et aux traitements pilotées par l'intelligence artificielle. Ce faisant les entreprises sont devenues capables de suivre les comportements des clients et leurs préférences. L'intelligence artificielle peut aller au-delà de ça, en permettant la possibilité de prédire et d'anticiper les tendances du marché concourant ainsi aux entreprises d'ajuster leurs stratégies d'exportation Mirwan et al (2023). Une autre forme de l'intelligence artificielle articulée autour des moteurs de traduction neuronale, qui ont permis aux entreprises de mieux communiquer vis-à-vis des marchés cibles réduisant ainsi les coûts de transactions (Kunst et al. 2023)

2.2.Développement d'hypothèses

Le commerce international a toujours suscité l'intérêt des chercheurs, car son effet permet d'accroître la croissance économique des pays (Smith, 1776) et contribue par ricochet au développement économique des pays (Aradhyula et al, 2007). La reconnaissance de l'importance du commerce international a poussé donc les chercheurs et praticiens à réaliser les études permettant de déceler les facteurs facilitant le commerce international. C'est ainsi que le modèle de gravité du commerce international a vu le jour pour la première fois avec Tinbergen, (1962) et Linnemann, (1966) qui stipule l'existence d'une relation positive entre les PIB des pays partenaires et le commerce international, néanmoins la distance aura une relation négative. (Tinbergen, 1962 ; Chaney, 2018). Par conséquent le poids économique et la distance géographique sont deux variables qui forment les substrats du modèle de gravité relatif au commerce international. Afin d'affiner ce modèle, d'autres chercheurs ont été ajoutés d'autre facteur comme : le tarif commun, les accords de libre-échange, brevets, investissement direct à l'étranger, langue ou culture commune...

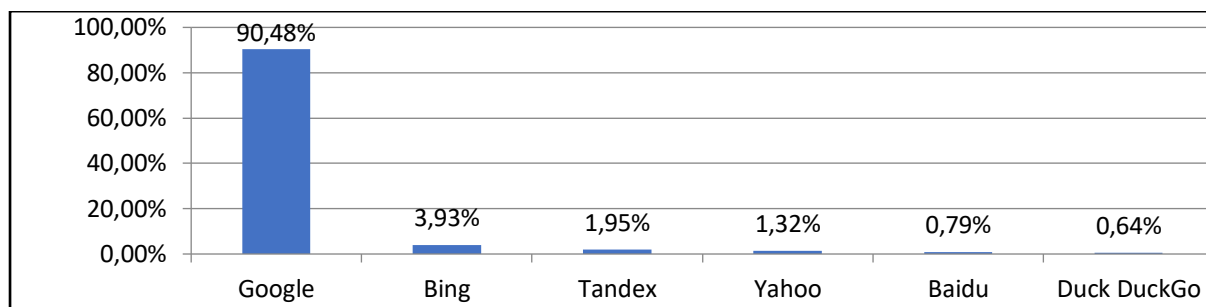
Dans cette étude nous allons nous intéresser sur la relation entre la langue comme facteur de commerce international. En effet plusieurs études ont été menées à cet égard, prenons par exemple l'étude de méta-analyse réalisée par Lessman et Egger (2012) qui ont trouvé que la langue commune permet d'accroître les flux commerciaux de 44%. Cela corrobore les résultats des chercheurs confirmant que le commerce bilatéral entre deux pays s'améliore si le deux pays partagent la même langue, (Melitz ,2008 ; Melitz et Toubal, 2014). Autrement dit deux langues différentes peuvent être considérées comme étant une entrave pour le commerce international (Lohmann, 2011 ; Molnar ,2013).

Au niveau du commerce international, les échanges commerciaux s'effectuent instantanément, d'où la nécessité de recourir par les internautes aux systèmes de traduction. Suite à la modernisation des nouvelles technologies et de communication, une nouvelle forme d'intelligence artificielle a changé la donne pour le commerce international, il s'agit de la traduction automatique neuronale. Cette notion renvoie à une approche développée de traduction axée sur l'apprentissage profond et intelligent pour la traduction des phrases et des mots tout en gardant le bon contexte. Selon Turovsky (2016), la traduction automatique neuronale de Google est un réseau neuronal artificiel qui utilise l'apprentissage automatique profond pour imiter le fonctionnement d'un cerveau humain avec la fluidité et précision.

Eu égard de cette nouvelle forme d'intelligence artificielle, Google Translate a introduit en 2016 la traduction automatique neuronale qui a permet de combler les manquements et les insuffisances de la traduction automatique (Sutskever et al, 2014). Google compte désormais

alors plus de 100 langues prises en charge. La figure 1 montre la part de marché mondial des principaux moteurs de recherche en 2024. Google accapare la part gigantesque avec plus 90% plus utilisée par les internautes suivis par Bing avec 3,93 %.

Figure N°01 : Parts de marché des moteurs de recherche en 2024



Source : Gs.statcounter.com

Les études ayant décelé l'impact de la traduction automatique neuronale sur le commerce international ou les exportations demeurent très rares en raison du manque d'accès aux données à l'échelle mondiale. Brynjolfsson et al (2018) sur une étude de 27 pays ont trouvé que l'introduction de la traduction automatique neuronale permet d'accroître les exportations de 17,5 %. Dans une autre étude, Christina Tay (2021) a montré sur 196 pays de son échantillon que l'intelligence artificielle présente des résultats significatifs au niveau de 1 % pour le commerce manufacturier, au niveau de 10 % pour l'exportation manufacturière et au niveau de 1 % pour l'importation manufacturière. Tay (2021) ajoute que l'introduction de la traduction automatique neuronale permet de réduire les barrières linguistiques qui permettent in fine d'accroître le commerce international. D'un autre côté, les plateformes numériques ont aidé les petites entreprises à s'internationaliser. 97 % des petites entreprises d'eBay exportent, contre 4 % hors ligne (Wang & Zhuang, 2018). Dans ce sens la traduction automatique neuronale joue un rôle crucial dans le marketing digital rendant les exportations facilement fluides. Google Neural Machine Translation couvre actuellement jusqu'à 99 % de la population en ligne (Shu, 2016).

En se basant sur les études citées auparavant, nous allons tester empiriquement l'hypothèse suivante :

H1 : l'utilisation de la traduction neuronale peut stimuler la croissance des exportations manufacturières marocaines.

3. Méthodologie de recherche

3.1. Spécification du modèle

Inspirée de la loi de la gravité initiée par Newton en 1687 selon laquelle deux corps s'attirent positivement par leurs masses et négativement par la distance qui les sépare. Les théoriciens ont utilisé la loi de la gravité dans les études relatives au commerce international, les masses seront remplacées par le PIB des pays et il y aura donc un lien positif entre le commerce international et le produit intérieur brut ; en revanche la distance aura une relation négative. (Tinbergen, 1962 ; Linnemann, 1966 ; Chaney, 2018). Par conséquent, le poids économique et la distance géographique sont deux variables qui constituent les substrats du modèle de gravité relatif au commerce international. Afin d'affiner ce modèle, d'autres variables ont été ajoutées telles que le tarif commun, les accords de libre-échange, la langue commune, les dépenses de recherche et développement, les investissements directs étrangers, la culture commune, etc.

Sur la base de la littérature et des études empiriques, notre modèle peut être présenté comme suit :

$$\ln X_{ijt} = \beta_1 \ln Dj + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln GDP_{it} + \beta_4 NR_{ij} + \text{constant} + \varepsilon_{jt}$$

- X_{ijt} : exportations du Maroc envers le pays partenaire en année t en USD;
- Dj : distance géographique entre le Maroc et le pays partenaire en Km
- GDP_{jt} : le PIB du pays partenaire en année t en USD;
- GDP_{it} : le PIB du Maroc en année t en USD;
- NR_{ij} : Utilisation de la traduction neurale automatique entre le Maroc et le pays partenaire
- ε_{jt} : terme d'erreur;
- β_i : Coefficient à la variable i

3.2 Estimation technique

Parmi les estimations les plus fréquemment utilisées dans les modèles de gravité utilisant des données de panel, on trouve l'estimateur MCO. Cependant, cette estimation présente le problème de l'endogénéité et de l'absence de valeurs nulles, le problème de l'endogénéité pose souvent un problème aux économètres dans la mesure où les variables explicatives se révèlent être corrélées avec le terme d'erreur, ceci peut être dû à l'origine du problème également de la simultanéité, en d'autres termes les variables explicatives sont corrélées et influencent chacune d'entre elles. L'autre problème est lié à l'existence de valeurs nulles, en effet les observations peuvent contenir des flux nuls ce qui peut conduire à des résultats biaisés, afin de remédier à tous ces problèmes nous utiliserons la méthode PPML (Poisson Pseudo Maximum Likelihood)

• Poisson Méthode

Afin de réaliser notre étude basée sur le modèle de gravité, nous utilisons la méthode d'estimation basée sur l'estimateur PPML (Poisson Pseudo Maximum Likelihood).

Cette méthode d'estimation a l'avantage de remédier aux problèmes d'hétéroscédasticité ; Elle se caractérise également par sa robustesse et sa cohérence (Santos & Tenreyro, 2011). Pour ce faire, nous utilisons l'estimation PPML à effets fixes afin de résoudre les problèmes d'hétéroscédasticité et les problèmes liés à l'existence possible de flux nuls ou aberrants.

La méthode PPML exige que les données soient des nombres entiers et suppose que la variance soit proportionnelle à la moyenne en recherchant l'estimateur qui maximise la vraisemblance des données observées. C'est-à-dire que ce modèle donne le même poids à toutes les observations.

Comme indiqué ci-dessus, le modèle peut être représenté comme suit :

$$\ln X_{ijt} = \beta_1 \ln Dj + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln GDP_{it} + \beta_4 NR_{ij} + \text{constant} + \varepsilon_{jt} \quad (1)$$

L'équation (1) peut également s'écrire comme suit :

$$X_{ijt} = [\beta_1 \ln Dj + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln GDP_{it} + \beta_4 NR_{ij} + \text{con}] + \varepsilon_{jt} \quad (2)$$

En utilisant le modèle à effets fixes PPML, cela implique d'ajouter à l'équation (2) une variable α_t représentant les effets fixes temporels et θ_j représentant les effets fixes du pays importateur. Ces deux variables permettent alors de contrôler la récession ou l'augmentation des flux commerciaux au fil du temps ainsi que le contrôle des flux inobservés :

$$X_{ijt} = [\beta_1 \ln Dj + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln GDP_{it} + \beta_4 NR_{ij} + \text{con}] + \varepsilon_{jt} + \alpha_t + \theta_j \quad (3)$$

3.3 Données

L'analyse porte sur un panel composé des 20 principaux pays partenaires commerciaux du Maroc pour la période de 2011 à 2023. Les données relatives aux exportations manufacturières du Maroc vers les pays partenaires ont été extraites de la plateforme de l'Office des changes marocain, le filtre des exportations manufacturières a été porté sur la

base de la nomenclature marocaine des produits. Les données sur le PIB extraites de la Banque mondiale, tandis que les données relatives à la langue sont extraites de la plateforme de Google.

La langue commune entre deux partenaires commerciaux est un facteur invariant dans le temps. Étant donné qu'avec l'avènement de l'apprentissage automatique neuronal, la langue commune ne doit pas être traitée comme une variable invariante dans le temps. Par conséquent, la variable de langage commune dans le modèle gravitationnel peut être incluse et traitée comme une variable temporelle binaire.

Pour mesurer l'IA, nous utilisons les données linguistiques de la traduction automatique neuronale de Google. Si le pays, utilise la traduction automatique neuronale de Google qui contient une langue qui coïncide avec la langue officielle, c'est-à-dire, qui est utilisée dans ce pays, alors nous attribuons une valeur de 1, si le pays n'utilise pas la traduction automatique neuronale de Google on attribue alors 0

La distance entre le Maroc et les pays partenaires est obtenue à partir des données générées par Geo Dist du Centre d'Etudes Prospectives Internationales.

Le tableau 1 ci-dessous résume les sources de données ainsi que le signe attendu des différentes variables :

Table 1 : Signes attendus et sources des variables

Nom de la variable	Signe attendu	Source
Exportations manufacturières	Variable Dépendante	Office des changes
PIB du Maroc	Positive (+)	Banque mondiale
PIB du pays partenaire	Positive (+)	Banque mondiale
Traduction neurale automatique	Positive (+)	Google
Distance	Négative (-)	Geo Dist

Source: Compilation de l'auteur

4. Résultats et discussion

Le tableau 2 ci-dessous présente les statistiques descriptives de l'étude en termes de moyennes, de valeurs maximales et minimales et de dispersion, tandis que le tableau 3 et 4 présente les différentes corrélations entre les variables :

4.1. Statistiques descriptives

Tableau 2 : statistiques descriptives

Variables	Observations	Moyenne	Std. Dev	Min	Max
Exportations Manufacturières	260	0.642	0.138	0.0002	7.25
PIB du Maroc	260	121	14.9	98.3	147
PIB du pays partenaire	260	937	1120	11.4	4430
Traduction automatique	260	0.750	0.433	0.000	1.000
Distance	260	2811	1429.763	689.000	7783.000

Source : Calcul de l'auteur

Le tableau 2 des statistiques descriptives révèle qu'en moyenne la valeur des exportations manufacturières marocaines entre 2011 et 2023 est de 0,642 milliards de dollars qui se situent entre la valeur maximale de 7,25 milliards de dollars et 0.0002 milliards de dollars. La valeur moyenne du PIB marocain entre 2011 et 2023 est de 121 milliards de dollars tandis que la valeur maximale est de 147 milliards de dollars. Quant à la valeur moyenne des PIB des pays partenaires, elle est de 937 milliards de dollars. En outre la valeur moyenne de l'utilisation de la traduction automatique est de 0,75 sur une échelle comprise entre 0 et 1, ce qui montre que

les systèmes de traduction automatique neuronale sont majoritairement utilisés pour les produits marocains manufacturés marocaines.

La valeur moyenne de la distance est de 2811 KM comprise entre une valeur maximale de 689 Km et 7783 Km.

Le tableau 3 de l'analyse de facteur d'inflation de la variance (VIF) montre que les tous les variables ont un niveau de variance centré inférieur à 5 ce qui dénote d'une faible multicollinearité entre les variables. Dans le même contexte, le tableau 4 montre que les variables ne sont pas fortement corrélées entre elles à l'exception des variables relatives aux exportations et au PIB du pays partenaire, et donc la probabilité d'avoir un risque de multicollinearité est minime.

Tableau 3 : Analyse du facteur d'inflation de la variance (VIF)

Variables	Coefficient de variance	VIF centré
(1) ln GDP Morocco	0.0008	1.003547
(2) ln GDP Partner	9.29×10^{-6}	1.884642
(3) ln NR	0.0001	1.894821
(4) Ln Distance	4.96×10^{-5}	1.012581

Source: Calcul de l'auteur

Table 4 : matrice de corrélation

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) ln Export	1.000	0.100	0.808	0.64	-0.45
(2) ln GDP Morocco	0.100	1.000	0.045	0.000	-0.018
(3) ln GDP Partner	0.808	0.045	1.000	0.200	-0.07
(4) ln NR	0.322	0.000	0.195	1.000	-0.09
(5) Ln Distance	-0.45	-0.018	-0.07	-0.09	1.000

Source : calcul auteur

Note:

- (1) ln Export : représente logarithme of des exportations marocaines
- (2) ln GDP Morocco : représente logarithme of PIB du Maroc
- (3) ln GDP Partner : représente logarithme du PIB pays partenaire
- (4) ln NR : représente logarithme de traduction neuronale
- (5) ln Distance: représente logarithme de la distance entre le Maroc et pays partenaire

4.2.Résultats

Le tableau 5 indique que toutes les variables sont statistiquement significatives. D'après nos résultats d'estimation, il semble que le modèle dans son ensemble soit cohérent puisque le coefficient de détermination ($R^2=0,82$) montre que le modèle explique 82% de la variabilité autour de la moyenne.

Tableau 5 : Résultats d'estimations PPML

Variables (variable dépendante= Ln export)	PPML	Z statistic
Ln GDP Morocco	0.0802**	2.723961
Ln GDP Partner	0.057438****	18.84469
NR	0.050620****	4.162361
Ln Distance	-0.105890****	-15.03480
R- ajusté	0.829425	
Observations	260	

Note : *** significatif à 1%, ** **** significatif à 5%, * **** significatif à 10%

Source : calcul d'auteur

4.3.Discussion des résultats

Le tableau 5 indique que toutes les variables sont statistiquement significatives. D'après nos résultats d'estimation, il semble que le modèle dans son ensemble soit cohérent puisque le

coefficient de détermination ($R^2=0,82$) montre que le modèle explique 82% de la variabilité autour de la moyenne.

D'après les résultats, le produit intérieur brut du Maroc et celui des pays partenaires sont proportionnels aux exportations ce qui est conforme aux préceptes du modèle gravitaire, ainsi une augmentation de 1% du PIB du pays partenaire génère une augmentation de 6% (0.057) dans les exportations manufacturières du Maroc, cela s'explique par le fait que les pays partenaires importent des produits manufacturés du Maroc. De même, la variable relative au PIB du Maroc affiche un coefficient significatif de (0.08) et par conséquent le produit intérieur brut tend à améliorer les exportations. Ceci est cohérent avec les résultats de Dritsaki et al. (2004) et Basu et al. (2003) qui ont trouvé un effet positif de du PIB sur les exportations pour d'autres économies en développement en Afrique.

La distance a un effet inverse sur les exportations, les estimations indiquent qu'une augmentation de 1% de la distance entraîne une diminution des exportations manufacturières du Maroc d'environ 10% (-0.10), cela reste à la fois intuitif et cohérent avec la littérature, puisque l'augmentation de la distance est synonyme d'éloignement géographique qui à son tour augmente les coûts de transport, entravant le commerce international.

Le paramètre lié à l'intelligence artificielle qui est l'utilisation de la traduction neuronale automatique s'est révélé significative au seuil de 1% et génère une augmentation de près de 5% (0.05) des exportations manufacturières marocaines, toutes choses égales par ailleurs. Ces résultats confirment le rôle clé de la traduction neuronale dans la facilitation des exportations. Notre estimation qui suggère qu'une amélioration modérée de la qualité la traduction automatique pourrait augmenter les exportations de 5%, demeure cohérente avec Lohmann (2011) et Molnar (2013) et Liu (2018), qui affirme que les barrières linguistiques pourraient entraver le commerce bien plus que ce qui est suggéré par la littérature antérieure.

4.3.1. Implications

Cette étude présente des implications. Premièrement, l'introduction des systèmes de traduction automatique neuronale a rendu considérablement le commerce international plus fluide et facile constituant une solution clé en main pour les internautes permettant de réduire à la fois le délai, les coûts, les barrières linguistiques et in fine de faire face aux cybers frontières. Deuxièmement, on prévoit que la traduction automatique neuronale stimulera les exportations en particulier et le commerce international en général si l'intelligence artificielle continue à connaître des améliorations et de progrès dans le futur dont l'exemple des chatbots reste illustratif à ce propos. Pour ce faire, il semble opportun aux chefs d'entreprises et gérants d'accentuer davantage leurs stratégies sur le e-commerce, l'automatisation dans leurs services et la dématérialisation des échanges afin de booster la performance.

Bien que l'intelligence artificielle ait changé le monde du commerce de façon inédite et positive, l'essor des applications de l'IA suscite de vives inquiétudes pour les chercheurs et économistes eu égard de divers impacts potentiels qu'elle comporte et les menaces qu'elle présente pour l'humanité (Brockman, 2015). L'intelligence artificielle peut être utilisée à mauvais escient par des pirates informatiques en vue de manipulation (Wakefield, 2018). L'IA peut être utilisée à des fins malveillantes, telles que le développement de deepfakes. En outre l'IA pourrait amplifier davantage les inégalités entre les pays étant donné que les emplois seront menacés par l'automatisation et la robotisation, ainsi que les inégalités potentielles qui peuvent être exacerbées suite à l'accès mitigé aux nouvelles technologies par les pays à travers le monde.

4.3.2. Limites et perspectives de recherches et futures

Notre recherche présente bel et bien des perspectives d'implications positives pour les dirigeants d'entreprises exportatrices et ajoute à la littérature du management international.

Cependant cette étude comporte également certaines limites : la première est que cette étude ne prend pas en considération les exportations agricoles ou de services ou encore l'impact de L'IA sur les exportations par type de produits manufacturés afin de dévoiler plus précisément les produits qui nécessitent une attention particulière par les pouvoirs publics et gérants d'entreprises d'ancrer plus d'applications de l'IA sur ce genre de produits afin de booster les exportations dans son ensemble . De futures études pourraient également remédier à ces lacunes en prenant en compte l'impact de l'IA sur le commerce de services et sur les exportations agricoles en étudiant par exemple l'impact de "l'internet des objets" sur la modernisation de la chaîne d'approvisionnement de l'industrie agricole ou agroalimentaire, et pourraient fournir des résultats et perspectives intéressantes.

Deuxièmement, cette étude n'a pas pris en compte que les données sur l'application de la traduction automatique neuronale, qui reste une des applications de l'IA. De futures études pourraient prendre en compte l'IA selon une autre optique d'application comme l'impact de l'analyse des données sur le commerce par exemple ou d'autres applications plus larges, comme l'optimisation logistique ou l'analyse prédictive. En outre le modèle de gravité que nous avons adopté dans notre étude ne garantit pas une causalité stricte et il n'a pas pris en compte d'autres variables importantes, comme les tarifs douaniers ou les accords commerciaux entre les pays. Ajoutons à cela la limite afférente au panel objet d'étude : La période étudiée (2011-2023) et le choix des 20 partenaires commerciaux demeurent limités et restreints, ce qui peut limiter la généralisation des résultats.

5. Conclusion

Ces dernières années l'intelligence a imprégné le monde économique dans son ensemble, impactant dans son sillage le commerce international de façon notable en réduisant les barrières au commerce, et ce à travers plusieurs instruments comme l'analyse des données et les services de traduction automatique Meltzer (2018). Cet article examine empiriquement l'effet de l'intelligence artificielle, à travers l'utilisation de la traduction automatique neuronale, sur les exportations manufacturières marocaines. L'étude a porté sur l'analyse des données d'exportation manufacturières du Maroc et de ses 20 principaux pays partenaires commerciaux pour la période 2013 à 2023, ce qui a permis d'obtenir des données équilibrées de 260 observations (20 pays × 13 ans). L'identification méthodologique s'est basée sur l'estimation de gravité par le modèle PPML pour ses divers avantages, notamment sa robustesse et sa cohérence ainsi que l'évitement des problèmes d'hétéroscédasticité (Santos & Tenreyro, 2011). Selon les estimations de l'étude, il a été constaté que l'utilisation de la traduction neuronale automatique s'est révélée significative au seuil de 1% et génère une augmentation de près de 5% des exportations manufacturières marocaines, toutes choses égales par ailleurs. Ces résultats confirment le rôle clé de la traduction neuronale dans la facilitation des exportations et restent conformes aux études antérieures comme celle de Brynjolfsson et al (2018) qui ont trouvé que l'intégration de la traduction automatique permet d'augmenter les exportations de 17 % à 20 % dans les transactions faites sur eBay. Ainsi que l'étude réalisée par Christina Tay (2021) selon laquelle l'apprentissage automatique neuronal de l'IA a permis de raffermir les exportations et importations des produits manufacturiers.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude montrent les avantages de l'intelligence artificielle dans l'amélioration des exportations au Maroc. Par conséquent, les politiques visant à promouvoir les exportations par le biais de l'intelligence artificielle permettraient de raffermir le paysage économique au Maroc. En outre, les gérants et chefs d'entreprises devraient profiter des avantages de l'IA avec l'ancrage de leurs stratégies sur le e-commerce, l'automatisation dans leurs services et la dématérialisation des échanges afin de booster la

performance, tout en restant conscient des fins malveillantes et négatives de l'IA comme les mauvaises manipulations et piratages des données (Wakefield, 2018).

Cependant, Il y a des limites dans notre étude, notamment celles relatives au panel objet d'étude qui reste restreint et le manque d'introduction d'autres variables pourraient enrichir davantage les résultats. En conséquence, des études futures comme l'impact des autres applications de l'IA sur d'autres secteurs clés de l'économie marocaine comme l'agriculture offriraient de nouvelles perspectives et résultats intéressants.

Références :

- (1). Alali, F. A., & Yeh, C. L. (2012). Cloud Computing: Overview and Risk Analysis. *Journal of Information Systems*, 26(2), 13-33
- (2). Alejandro Molnar. Language barriers to foreign trade: evidence from translation costs. Nashville: Vanderbilt University, 2013.
- (3). Aradhyula, S. V., Rahman, T., & Seenivasan, K. (2007). Impact of International Trade on Income and Income Inequality. *American Agricultural Economics Association*, 520, 43. <http://purl.umn.edu/9999>
- (4). Basu P, Chakraborty C, Reagle D. 2003. Liberalization, FDI, and growth in developing countries: a panel cointegration approaches. *Economic Inquiry* 41(3): 510–516
- (5). Britannica. Available online: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (accessed on 15 October 2024). DHL. 2021. How Digitalization Has Transformed Dhl Express' Operations. Available online: <https://www.dhl.com/discover/en-global/about-dhl/reports-and-press-releases/digitalization-has-transformed-operations>
- (6). Brockman, J., 2015, What to Think About Machines That Think: Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence. New York: Harper Perennial
- (7). Brynjolfsson, E, X Hui and Meng Liu (2018), "Does Machine Translation Affect International Trade? Evidence from a Large Digital Platform".
- (8). Cannas, V. Giada, Maria P. Ciano, Mattia Saltalamacchia, and Rafaele Secchi. 2024. Artificial intelligence in supply chain and operations management: A multiple case study research. *International Journal of Production Research* 62: 3333–60
- (9). Chaney, T. (2018). The gravity equation in international trade: An explanation. *Journal of Political Economy*, Volume 126, Number 1
- (10). Choi TM, Lambert JH. Advances in Risk Analysis with Big Data. *Risk Anal.* 2017 Aug;37(8):1435-1442. doi: 10.1111/risa.12859. PMID: 28800380.
- (11). Copeland, B. Jack. 2024. Artificial intelligence (AI) | Definition, Examples, Types, Applications, Companies, & Facts. Edinburgh: Encyclopedia
- (12). De Stefano, V. (2018) "Negotiating the algorithm: Automation, artificial intelligence and labour protection," SSRN Electronic Journal. Elsevier BV. doi: 10.2139/ssrn.3178233
- (13). Dritsaki M, Dritsaki C, Adamopoulos A. 2004. A causal relationship between trade, foreign direct investment, and economic growth for Greece. *American Journal of Applied Sciences* 1(3): 230–235.
- (14). Egger, P. H. and A. Lassmann (2012). The language effect in international trade: A meta-analysis. *Economics Letters* 116 (2), 221–224
- (15). Ekholm K, Forslid R, Markusen JR. 2004. Export-platform foreign direct investment. IIS Discussion
- (16). Ferencz, Janos, Javier López-González, and Irene Oliván García. 2022. Artificial Intelligence and International Trade. OECD Trade Policy Papers. Paris: OECD Publishing.

- (17). Jacques Melitz and Farid Toubal. Native language, spoken language, translation and trade. *Journal of International Economics*, 93(2):351–363, 2014
- (18). Jacques Melitz. Language and foreign trade. *European Economic Review*, 52(4):667–699, 2008.
- (19). Joshua P. Meltzer (2018) The impact of artificial intelligence on international trade. Center for technology Innovation at Brookings
- (20). Kang, H., (2013). The prevention and handling of the missing data. *Korean journal of anesthesiology*, 64(5),402-406.
- (21). Kraus, M., Feuerriegel, S. and Oztekin, A. (2020), “Deep learning in business analytics and operations research: models, applications and managerial implications”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 281 No. 3, pp. 628-641.
- (22). Kunst, Jonas, and Kinga Bierwiazzonek. 2023. Utilizing AI questionnaire translations in cross-cultural and intercultural research: Insights and recommendations. *International Journal of Intercultural Relations* 97: 101888
- (23). Li, J., & Yao, M. (2021). New Framework of Digital Entrepreneurship Model Based on Artificial Intelligence and Cloud Computing. *Mobile Information Systems*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3080160>
- (24). Linnemann, H. (1966). An econometric study of international trade flows. . Amsterdam: Open Journal of Social Sciences, Vol.2 No.11
- (25). Lohmann J (2011) Do language barriers affect trade? *Econom. Lett.* 110(2):159–162.
- (26). Meltzer, J. P. (2018). The impact of AI on international trade. Center of Technology Innovation at Brookings Institution.
- (27). Molnar A (2013) Language barriers to foreign trade: Evidence from translation costs. Working paper, Vanderbilt University, Nashville, TN.
- (28). Ohannes Lohmann. Do language barriers affect trade? *Economics Letters*, 110(2):159–162, 2011.
- (29). Paper No. 50, Dublin: Institute for International Integration Studies
- (30). Pathak, Soham, Antara Pawar, Shruti Taware, Sarthak Kulkarni, and Afsha Akkalkot. 2023. A Survey on Machine Learning Algorithms for Risk-Controlled Algorithmic Trading. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology* 10: 1069–89
- (31). Peter H Egger and Andrea Lassmann. The language effect in international trade: A meta-analysis. *Economics Letters*, 116(2):221–224, 2012
- (32). Popkova, E. G. and Gulzat, K. (2020) “Technological Revolution in the 21st Century: Digital Society vs. Artificial Intelligence,” in *The 21st Century from the Positions of Modern Science: Intellectual, Digital and Innovative Aspects*. Springer International Publishing, pp. 339–345
- (33). Praveenadevi, D., S. Sreekala, B. Girimurugan, K. V. R. Krishna Teja, G. Naga Kamal, and A. C. Chandra. 2023. An Enhanced Method on Using Deep Learning Techniques in Supply Chain Management. Paper presented at 2023 International Conference on Disruptive Technologies (ICDT), Greater Noida, India, May 11–12
- (34). Rajagopal, Manikandan, Keyurkumar M. Nayak, K. Balasubramanian, Irfan A. Shaikh, Sunil Adhav, and Monika Gupta. 2023. Application of Artificial Intelligence in the Supply Chain Finance. Paper presented at 2023 Eighth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM), Chennai, India, April 6–7.
- (35). Rojek, Izabela, Malgorzata Jasiulewicz-Kaczmarek, Mariusz Piechowski, and Dariusz Mikołajewski. 2023. An Artificial Intelligence. Approach for Improving Maintenance to Supervise Machine Failures and Support Their Repair. *Applied Sciences* 13: 4971

- (36). Santos Silva, J. M. C., & S. Tenreiro. (2011). Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator. *Economics Letters*, Volume 112, No 2, pp 220–222.
- (37). Shu, C. (2016). Google Translate now has more than 100 languages and covers 99 percent of the online population. *TechCrunch*.
- (38). Smith, Adam (1776), *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*, tradução portuguesa: *Inquérito sobre a natureza e as causas da riqueza das nações*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisbon, 1981
- (39). Sri Handila Mirwan ,Puti Lenggo Ginny,(2023). *International Journal of Applied Research and Sustainable Sciences (IJARSS)*Vol. 1 No. 3, 2023: 225 – 238
- (40). Tinbergen, J. (1962). *Shaping the world economy. Suggestions for an international economic policy*, Vol. 76, No. 301 pp. 92-95 (4 pages)
- (41). Tjoa, Simon, Peter K. Marlies Temper, Marlies Temper, Jakob Zanol, Markus Wagner, and Andreas Holzinger. 2022. AIRMan: An Artificial Intelligence (AI) Risk Management System. Paper presented at 2022 International Conference on Advanced Enterprise. Information System (AEIS), London, UK, December 2–4
- (42). Turing, A. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind* 59(236): 433–460. Off-print available at <http://www.turingarchive.org/browse.php/B/9>.
- (43). Turovsky, B. (2016). Found in translation: More accurate, fluent sentences in Google Translate. *The Keyword Google Blog*.
- (44). Vaka, Dilip K. 2024. From Complexity to Simplicity: AI's Route Optimization in Supply Chain Management. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Science* 2: 386–89
- (45). Wang, Y., & Zhuang, Y. (2018). A preliminary thought on the belt and road digital economy. *China Economic Transition = Dangdai Zhongguo Jingji Zhuanxing Yanjiu*, 1(3), 85-90.
- (46). Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Quoc, V., Norouzi, M., Macherey, W., Krikun, M., Cao, Y., Gao, Q., Macherey, K., Klingner, J., Shah, A., Johnson, M., Liu, X., Kaiser, L., Gouws, S., Kato, Y., Kudo, T., Kazawa, H., .Jeffrey Dean, J. (2016). Google's Neural Machine Translation System: Bridging the Gap between Human and Machine Translation, October 8, 2016, Version 2. <https://arxiv.org/abs/1609.08144>