

Séries Temporelles et Prévisions

Rapports de prévision des Exportations et Importations belges sur 10 trimestres

Master 1 Economie parcours Expertise Economique

ELMI - Graduate School of Economics and Management

Université Côte d'Azur

Loua Aurel VEHI

Année universitaire : 2023-2024

Tuteur-Enseignant : **Thomas JOBERT** et **Anna TYKHONENKO**

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre 1 : ANALYSE UNIVARIEE DES SERIES	2
1.1. Caractéristiques des séries.....	2
1.2. Observation des corrélogrammes	3
1.3. Différenciation des séries	3
1.4. Test de stationnarité (ADF test)	4
Chapitre 2 : MODELISATION MULTIVARIEE	5
2.1 Modèle VAR (Vector Autoregression).....	5
2.2 Analyse de la causalité de Granger.....	5
2.3 Cointégration	6
Chapitre 3 : PREVISION DES SERIES.....	6
3.1 Résultats de la prévision	7
3.2 Limitations et considérations	8
Conclusion	8
Annexes	9

Introduction

De nos jours, le commerce international prend une place de plus en plus importante au sein de nos économies. Avec un taux d'ouverture atteignant 100%, la Belgique se positionne parmi les économies les plus ouvertes au sein de la zone euro¹. C'est un pays qui entretient des relations commerciales étroites avec des partenaires du monde entier, ce qui contribue à l'essor de son potentiel économique.

Les combustibles minéraux, les produits des industries chimiques et pharmaceutiques, les machines et matériels électriques représentent les principaux postes du commerce extérieur belge.

Dans ce contexte l'analyse des exportations et des importations de la Belgique revêt une importance stratégique pour comprendre la compétitivité de l'économie belge, identifier les opportunités de croissance, ainsi que pour évaluer les défis potentiels liés aux fluctuations des marchés mondiaux.

Notre étude s'inscrit dans ce contexte et propose donc d'explorer les tendances et les caractéristiques des exports et imports en Belgique afin de fournir des prévisions qui permettraient d'adapter les stratégies commerciales aux tendances du marché ou encore d'identifier de nouvelles opportunités sur les marchés internationaux.

Pour ce faire nous ébaucherons des méthodes de séries temporelles que nous présenterons en deux grandes parties :

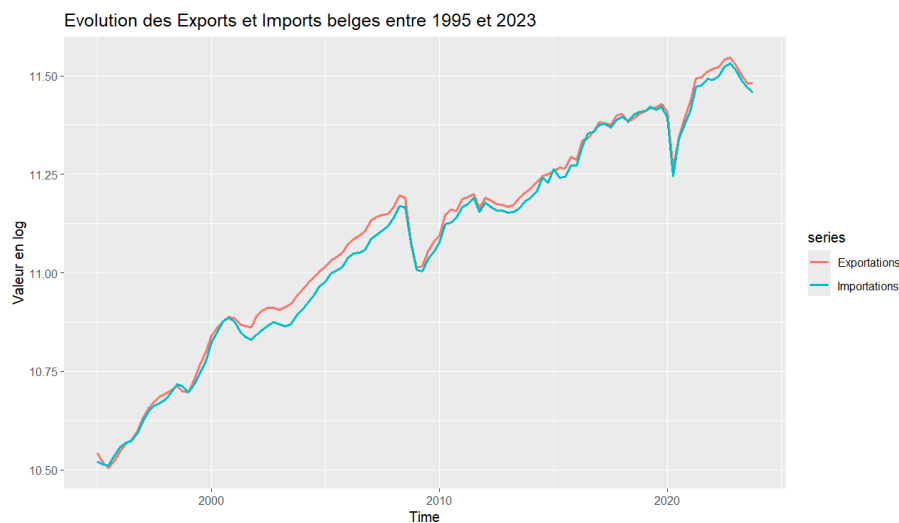
- Une **analyse univariée** des séries pour comprendre les caractéristiques individuelles de chaque série.
- Et une **analyse multivariée** afin d'explorer les relations entre les différentes séries temporelles et d'identifier les interactions qui peuvent exister entre les variables.

¹ <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Pays/BE/commerce-exterieur-belge>

Chapitre 1 : ANALYSE UNIVARIEE DES SERIES

Nos travaux s'appuient sur des données trimestrielles fournies par Eurostat², et couvrant la période de 1995 à 2023. Elles concernent les exportations et importations belges en volumes chaînés (2010) et exprimées en millions d'euros, désaisonnalisées et corrigées des effets de calendrier. Pour rendre les séries plus homogènes et réduire les variations, nous les utilisons en logarithme avec **logEXP** le logarithme des exportations et **logIMP** celui des importations. Cette approche nous permettra d'examiner en détail chaque série et d'identifier les tendances et autres caractéristiques significatives, dans le cadre de notre analyse univariée, visant à évaluer la stationnarité de nos séries.

1.1. Caractéristiques des séries



La représentation graphique de nos séries révèle une évolution croissante au fil du temps. Cela signifie que, même si les données brutes peuvent présenter des fluctuations, la tendance générale observée est à la hausse. De plus, nos deux séries semblent se suivre, ce qui suggère l'existence d'une corrélation ou d'une relation entre les exportations et les importations dans nos données. L'observation de ce graphique ne permet donc pas de conclure de la stationnarité de nos séries. Un

² [Home - Eurostat \(europa.eu\)](https://eurostat.europa.eu)

examen des fonctions d'autocorrélation de nos séries est nécessaire afin de déterminer si elles sont stationnaires.

1.2. Observation des corrélogrammes

Les analyses des fonctions d'autocorrélation ([Annexe 1](#)) des exportations et des importations montrent des tendances similaires : une décroissance lente vers zéro avec un cut-off au premier décalage au niveau de leurs fonctions d'autocorrélation (FAC) et une valeur proche de 1 pour la première autocorrélation partielle (FAP). Ces caractéristiques suggèrent la possibilité d'existence d'une racine unitaire et remettent en question la stationnarité des séries.

En somme, ces tendances nécessitent une analyse plus approfondie, peut-être par le biais de différenciations supplémentaires, pour clarifier la nature des séries temporelles.

1.3. Différenciation des séries

Après différenciation des séries ([Annexe 2](#)), deux observations méritent d'être soulignées. Premièrement, il est fort de constater que nos séries présentent des oscillations réduites autour de zéro, avec une régularité croissante au fil du temps. De plus, les tendances ou les cycles semblent avoir été considérablement atténués. Cette observation indique que la série a potentiellement atteint un état de stationnarité.

Deuxièmement, il est important de noter que les coefficients d'autocorrélation pour les différents décalages temporels sont très proches de zéro, se situant pratiquement tous à l'intérieur de leur intervalle de confiance. Cette observation suggère que nos processus pourraient suivre des marches aléatoires.

Cependant, pour confirmer cette interprétation, il serait judicieux d'utiliser des tests de stationnarité tels que le test de Dickey-Fuller. Ces tests fourniraient une validation statistique supplémentaire de la stationnarité des séries temporelles.

1.4. Test de stationnarité (ADF test)

Afin d'approfondir notre analyse sur la stationnarité des séries temporelles des exportations et des importations, nous réaliserons un test de Dickey-Fuller augmenté qui est un test statistique utilisé pour déterminer si une série temporelle possède une racine unitaire, ce qui est crucial pour évaluer sa stationnarité.

De prime abord, le minimum du coefficient d'Akaike (AIC) est atteint au premier décalage temporel, tant pour les exportations que pour les importations. Nous incluons alors un retard dans nos modèles pour les tests de Dickey-Fuller. Nous testons nos modèles sous deux hypothèses :

- **H0** : La série possède une racine unitaire (elle est non stationnaire). *Si le coefficient associé premier retard de la variable est nul.*
- **H1** : La série ne possède pas de racine unitaire, ce qui implique qu'elle est stationnaire. *Et donc, lorsque le coefficient associé premier retard de la variable est non-nul.*

Le test de racine unitaire (ADF test) effectué sur les séries d'exportations et d'importations montrent des résultats similaires ([Annexe 3](#)). Dans les trois modèles testés, la présence d'une racine unitaire est confirmée, indiquant que les séries sont non stationnaires.

Dans le premier modèle, qui inclut une tendance, la statistique de test se situe dans la région d'acceptation de H0, suggérant la présence d'une racine unitaire dans les séries avec tendance.

Dans le deuxième modèle, qui teste l'hypothèse de racine unitaire sans tendance, la statistique de test dépasse les valeurs critiques, confirmant à nouveau la présence d'une racine unitaire dans les séries.

Enfin, dans le troisième modèle, en testant la significativité de la constante, les résultats montrent que la constante est statistiquement significative pour les deux séries, indiquant également que les séries ne sont pas stationnaires.

Pour conclure, ces tests confirment que les séries d'exportations et d'importations **ne sont pas stationnaires** et suivent des processus de **marche aléatoire avec dérive**.

En conclusion, l'analyse univariée des séries temporelles des séries révèle une tendance croissante au fil du temps, suggérant une dynamique économique positive. En outre, l'examen approfondi des fonctions d'autocorrélation et les tests de racine unitaire confirment l'absence de stationnarité dans ces séries, les caractérisant plutôt comme des processus de marche aléatoire avec dérive.

Chapitre 2 : MODELISATION MULTIVARIEE

2.1 Modèle VAR (Vector Autoregression)

L'utilisation d'un modèle VAR en différence est justifiée par la non stationnarité des séries en niveau, avec un choix de 4 retard (**VAR(4)**) appuyé par le critère AIC.

	<i>cste</i>	$\Delta \log EXP_{t-1}$	$\Delta \log EXP_{t-2}$	$\Delta \log EXP_{t-3}$	$\Delta \log EXP_{t-4}$
<i>logEXP</i>	0.009	0.551	0.11	-0.08	0.861
<i>logIMP</i>	0.008	0.733	0.068	0.146	0.987

	$\Delta \log IMP_{t-1}$	$\Delta \log IMP_{t-2}$	$\Delta \log IMP_{t-3}$	$\Delta \log IMP_{t-4}$
<i>logEXP</i>	-0.322	-0.23	0.047	-1.002
<i>logIMP</i>	-0.529	-0.137	-0.114	-1.146

Le modèle montre que seuls les coefficients des variables retardées de 4 trimestres (1 an) sont significatifs (surligné en jaune), ce qui indique un impact significatif des échanges commerciaux passés sur les échanges actuels. Plus précisément, une augmentation des exportations passées entraîne une augmentation significative des importations actuelles. Cette observation pourrait découler d'une désaisonnalisation inadéquate des séries, où les variations significatives se manifestent avec un décalage d'un an.

2.2 Analyse de la causalité de Granger

Ici, nous effectuons un test de causalité sur nos séries afin de déterminer la direction de la relation entre les exportations et les importations. Le test que nous avons utilisé est le test de causalité de Granger qui est permettant d'évaluer si une série temporelle X Granger-cause une autre série temporelle Y en utilisant les valeurs passées de X pour prédire Y. Les résultats ce test indiquent une relation significative entre les variations passées des exportations et des importations. Dans les deux cas où les logs des imports ou des exports différenciés sont exclus ou inclus dans le modèle, les tests de Chi-2 produisent des p-values significatives (< 0.05). Cela implique une causalité bidirectionnelle entre les deux variables, où les variations passées de l'une ont un effet significatif sur les variations futures de l'autre.

2.3 Cointégration

Dans cette section nous nous proposons d'évaluer si les exportations et les importations belges sont cointégrées. Voici les étapes que nous avons suivies :

- Nous avons procédé à une régression ([Annexe 4](#)) linéaire des exportations par rapport aux importations, estimant un vecteur candidat de $(1, -0.997)$. Ce sont les résidus de cette régression qui vont être utilisés pour l'étude de la cointégration.
- On procède ensuite au test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF test) pour évaluer la stationnarité des résidus. Les résultats révèlent une certaine non-stationnarité, mais pas très significative. Après suppression de la tendance, un test de présence de racine unitaire a été effectué, montrant une non-significativité de la constante, ce qui indique qu'elle peut être exclue de la prédiction des résidus.
- Le test final a conclu que les résidus suivent un processus de marche aléatoire, indiquant qu'ils ne sont pas stationnaires.

En conclusion, étant donné que les résidus ne présentent pas de stationnarité, les séries des exportations et des importations belges ne sont pas cointégrées. Nous ne pouvons donc pas estimer de modèle VECM. Dans de telles circonstances, le modèle VAR serait le plus approprié pour prédire ces séries.

Chapitre 3 : PREVISION DES SERIES

Comme mentionné précédemment, notre méthodologie de prévision repose sur le modèle VAR(4) présenté dans le chapitre 2.

A partir de ce modèle VAR(4), nous réalisons des prévisions sur 10 trimestres, ce qui équivaut à 2 ans et demi. Ces prévisions nous permettent d'estimer les valeurs futures des exportations et des importations belges en se basant sur les données historiques et les relations identifiées par le modèle. En utilisant les coefficients estimés du modèle et les valeurs des variables à l'instant initial, nous pouvons projeter l'évolution future des exportations et des importations sur la période prévue.

3.1 Résultats de la prévision

Le modèle VAR nous fournit les prévisions en log différencié ([Annexe 5](#)) que nous convertissons ensuite en millions € et présentons dans le tableau ci-dessous.

time	Exports	lowE	upE	Impots	lowI	upI
2023-Q4	96869.4	96869.4	96869.4	94624.7	94624.7	94624.7
2024-Q1	98544.6	93878.97	103442.1	96261.08	91703.57	101045.1
2024-Q2	100593.5	95673.4	105766.7	98262.54	93456.42	103315.8
2024-Q3	102001.7	96993.87	107268.1	99638.1	94746.29	104782.5
2024-Q4	104165.4	99034.33	109562.3	101751.6	96739.46	107023.5
2025-Q1	105087.8	99653.6	110818.2	102652.6	97344.38	108250.3
2025-Q2	105938.7	100450.1	111727.3	103483.9	98122.4	109138.3
2025-Q3	106468	100950.6	112287	104000.9	98611.29	109685
2025-Q4	106902.7	101344.6	112765.5	104425.5	98996.2	110152.5
2026-Q1	107712.4	102092.5	113641.6	105216.4	99726.77	111008.3
2026-Q2	108659.5	102988.4	114642.9	106141.6	100601.9	111986.4

Les résultats de notre modèle VAR montrent les prévisions pour les exportations et les importations, ainsi que les intervalles de confiance associés.

Tendances générales des exportations et des importations ([Annexe 5](#)) :

Les exportations semblent augmenter progressivement au fil du temps, passant de 96,87 milliards € au quatrième trimestre de 2023 à 108,66 milliards € au deuxième trimestre de 2026.

De même, les importations augmentent également sur la période, passant de 94,62 milliards € au quatrième trimestre de 2023 à 106,14 milliards € au deuxième trimestre de 2026.

Intervalles de confiance :

Les intervalles de confiance fournissent une estimation de la variabilité des prévisions. Ils sont généralement plus resserrés au début de la période de prévision et s'élargissent à mesure que nous avançons dans le temps.

Les valeurs "lowE" et "upE" représentent les limites inférieure et supérieure des intervalles de confiance pour les exportations, tandis que les valeurs "lowI" et "upI" représentent les limites inférieure et supérieure pour les importations.

3.2 Limitations et considérations

Il est important de noter que les prévisions sont basées sur des modèles statistiques et peuvent ne pas capturer toutes les fluctuations et événements imprévus du marché.

Les intervalles de confiance indiquent la fiabilité des prévisions, mais il est conseillé d'aborder une démarche prudente et de surveiller activement les tendances réelles du marché pour plus d'appréhension.

Conclusion

En conclusion, notre analyse des séries temporelles des exportations et des importations belges révèle une tendance croissante au fil du temps, mais une non-stationnarité des séries, caractérisant plutôt des processus de marche aléatoire avec dérive. Le modèle VAR(4) confirme une relation significative entre les échanges passés et actuels, soulignant une causalité bidirectionnelle. Bien que la cointégration n'ait pas été observée, les prévisions futures indiquent une augmentation continue des échanges, offrant des orientations claires sur le commerce extérieur belge. Toutefois, ces prévisions doivent être interprétées avec prudence face aux fluctuations du marché. En somme, cette étude fournit des insights essentiels pour comprendre et anticiper les dynamiques du commerce extérieur de la Belgique en mettant en lumière ses tendances, ses relations et ses perspectives futures.

Annexes

Annexe 1 : Corrélogrammes des séries en logarithme

Date: 03/19/24 Time: 17:03

Sample: 1995Q1 2023Q4

Included observations: 116

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.970	0.970	112.00	0.000
		2 0.936	-0.086	217.16	0.000
		3 0.899	-0.055	315.12	0.000
		4 0.863	-0.016	406.05	0.000
		5 0.827	-0.002	490.34	0.000
		6 0.792	-0.001	568.44	0.000
		7 0.759	0.002	640.81	0.000
		8 0.727	0.001	707.88	0.000
		9 0.697	0.006	770.11	0.000
		10 0.670	0.015	828.02	0.000
		11 0.643	-0.005	881.91	0.000
		12 0.618	0.014	932.19	0.000
		13 0.594	-0.003	979.13	0.000
		14 0.572	0.013	1023.1	0.000
		15 0.553	0.034	1064.6	0.000

logEXP

Date: 03/19/24 Time: 17:04

Sample: 1995Q1 2023Q4

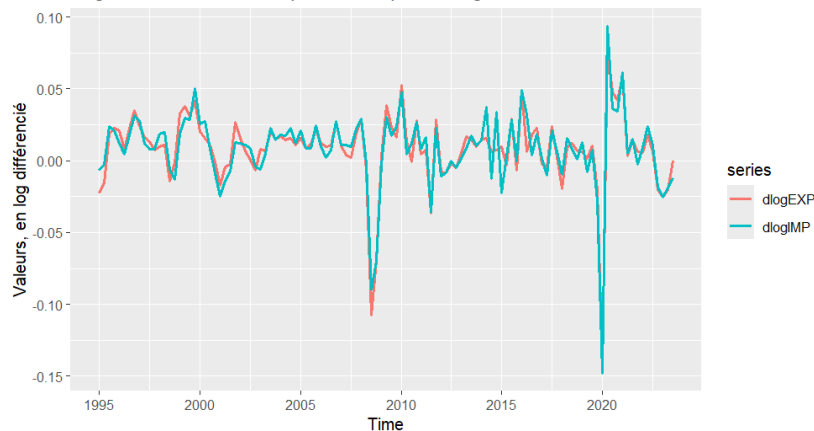
Included observations: 116

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.970	0.970	111.98	0.000
		2 0.937	-0.069	217.32	0.000
		3 0.902	-0.047	315.77	0.000
		4 0.866	-0.020	407.44	0.000
		5 0.832	0.013	492.88	0.000
		6 0.800	-0.009	572.42	0.000
		7 0.768	0.004	646.51	0.000
		8 0.738	0.001	715.52	0.000
		9 0.709	-0.004	779.78	0.000
		10 0.682	0.020	839.82	0.000
		11 0.656	-0.005	895.90	0.000
		12 0.632	0.013	948.42	0.000
		13 0.608	-0.004	997.59	0.000
		14 0.587	0.022	1043.8	0.000
		15 0.570	0.046	1087.8	0.000

logIMP

Annexe 2 : Graphique et corrélogrammes des séries en différence

Log différenciés des Exports et Imports belges



logEXP

Date: 03/19/24 Time: 17:11

Sample (adjusted): 1995Q2 2023Q4

Included observations: 115 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.215	0.215	5.4559	0.020
		2 -0.033	-0.083	5.5842	0.061
		3 -0.087	-0.065	6.4904	0.090
		4 -0.152	-0.128	9.3021	0.054
		5 -0.067	-0.015	9.8532	0.080
		6 -0.128	-0.139	11.867	0.065
		7 -0.078	-0.049	12.616	0.082
		8 -0.015	-0.030	12.643	0.125
		9 -0.105	-0.144	14.049	0.121
		10 -0.081	-0.090	14.882	0.136
		11 0.065	0.056	15.427	0.164
		12 0.067	-0.015	16.006	0.191
		13 0.020	-0.056	16.060	0.246
		14 0.051	0.033	16.406	0.289
		15 0.036	0.002	16.578	0.345

logIMP

Date: 03/19/24 Time: 17:12

Sample (adjusted): 1995Q2 2023Q4

Included observations: 115 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.157	0.157	2.8916	0.089
		2 0.007	-0.018	2.8978	0.235
		3 -0.022	-0.021	2.9555	0.399
		4 -0.246	-0.245	10.288	0.036
		5 -0.050	0.028	10.590	0.060
		6 -0.121	-0.131	12.399	0.054
		7 -0.075	-0.043	13.109	0.070
		8 0.006	-0.046	13.112	0.108
		9 -0.086	-0.096	14.057	0.120
		10 -0.078	-0.125	14.835	0.138
		11 0.053	0.048	15.192	0.174
		12 0.047	0.001	15.481	0.216
		13 -0.019	-0.098	15.529	0.275
		14 0.106	0.075	17.016	0.255
		15 -0.067	-0.115	17.615	0.283

Annexe 3 : ADF test et Granger causality

logEXP

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.294288	0.0724
Test critical values: 1% level	-4.040532	
5% level	-3.449716	
10% level	-3.150127	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGEXP)
Method: Least Squares
Date: 03/19/24 Time: 17:40
Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4
Included observations: 114 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGEXP(-1)	-0.131012	0.039769	-3.294288	0.0013
D(LOGEXP(-1))	0.270271	0.090392	2.989998	0.0034
C	1.402159	0.422224	3.320891	0.0012
@TREND("1995Q1")	0.000992	0.000332	2.983970	0.0035

R-squared	0.141275	Mean dependent var	0.008432
Adjusted R-squared	0.117856	S.D. dependent var	0.026162
S.E. of regression	0.024572	Akaike info criterion	-4.539962
Sum squared resid	0.066416	Schwarz criterion	-4.443955
Log likelihood	262.7778	Hannan-Quinn criter.	-4.500998
F-statistic	6.032318	Durbin-Watson stat	2.024412
Prob(F-statistic)	0.000766		

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.726663	0.4152
Test critical values: 1% level	-3.488585	
5% level	-2.886959	
10% level	-2.580402	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGEXP)
Method: Least Squares
Date: 03/19/24 Time: 17:54
Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4
Included observations: 114 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGEXP(-1)	-0.015022	0.008700	-1.726663	0.0870
D(LOGEXP(-1))	0.207931	0.091022	2.284414	0.0242
C	0.173439	0.096622	1.795016	0.0754

R-squared	0.071765	Mean dependent var	0.008432
Adjusted R-squared	0.055040	S.D. dependent var	0.026162
S.E. of regression	0.025432	Akaike info criterion	-4.479669
Sum squared resid	0.071792	Schwarz criterion	-4.407664
Log likelihood	258.3412	Hannan-Quinn criter.	-4.450446
F-statistic	4.290893	Durbin-Watson stat	1.983447
Prob(F-statistic)	0.016033		

Dependent Variable: D(LOGEXP)
Method: Least Squares
Date: 03/19/24 Time: 17:58
Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4
Included observations: 114 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGEXP(-1))	0.215176	0.091726	2.345862	0.0207
C	0.006660	0.002519	2.644124	0.0094

R-squared	0.046833	Mean dependent var	0.008432
Adjusted R-squared	0.038323	S.D. dependent var	0.026162
S.E. of regression	0.025656	Akaike info criterion	-4.470708
Sum squared resid	0.073720	Schwarz criterion	-4.422705
Log likelihood	256.8304	Hannan-Quinn criter.	-4.451227
F-statistic	5.503068	Durbin-Watson stat	1.974643
Prob(F-statistic)	0.020742		

logIMP et Granger test

				t-Statistic	Prob.*	Lag Length: 1 (Fixed)			
Augmented Dickey-Fuller test statistic				-3.429266	0.0526				
Test critical values:				1% level	-4.040532				
				5% level	-3.449716	Augmented Dickey-Fuller test statistic			
				10% level	-3.150127	-1.655536			
						-3.488585			
						-2.886959			
						-2.580402			
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.									
						*MacKinnon (1996) one-sided p-values.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation						Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(LOGIMP)						Dependent Variable: D(LOGIMP)			
Method: Least Squares						Method: Least Squares			
Date: 03/19/24 Time: 18:05						Date: 03/19/24 Time: 18:11			
Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4						Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4			
Included observations: 114 after adjustments						Included observations: 114 after adjustments			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGIMP(-1)	-0.159346	0.046467	-3.429266	0.0009	LOGIMP(-1)	-0.014856	0.008974	-1.655536	0.1006
D(LOGIMP(-1))	0.225892	0.092360	2.445793	0.0160	D(LOGIMP(-1))	0.150571	0.092793	1.622651	0.1075
C	1.699967	0.492334	3.452872	0.0008	C	0.171630	0.099493	1.725049	0.0873
@TREND("1995Q1")	0.001230	0.000389	3.164607	0.0020					
R-squared	0.127611	Mean dependent var	0.008281		R-squared	0.048186	Mean dependent var	0.008281	
Adjusted R-squared	0.103818	S.D. dependent var	0.026674		Adjusted R-squared	0.031036	S.D. dependent var	0.026674	
S.E. of regression	0.025252	Akaike info criterion	-4.485393		S.E. of regression	0.026257	Akaike info criterion	-4.415803	
Sum squared resid	0.070141	Schwarz criterion	-4.389386		Sum squared resid	0.076527	Schwarz criterion	-4.343797	
Log likelihood	259.6674	Hannan-Quinn criter.	-4.446429		Log likelihood	254.7007	Hannan-Quinn criter.	-4.386580	
F-statistic	5.363498	Durbin-Watson stat	2.041726		F-statistic	2.809692	Durbin-Watson stat	1.999526	
Prob(F-statistic)	0.001746				Prob(F-statistic)	0.064513			

Dependent Variable: D(LOGIMP) Method: Least Squares Date: 03/19/24 Time: 18:12 Sample (adjusted): 1995Q3 2023Q4 Included observations: 114 after adjustments					VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests Date: 04/02/24 Time: 07:40 Sample: 1 116 Included observations: 111			
					Dependent variable: LOGEXP_DIFF			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LOGIMP(-1))	0.157286	0.093422	1.683605	0.0950	LOGIMP_DIFF	13.98745	4	0.0073
C	0.006971	0.002597	2.683943	0.0084	All	13.98745	4	0.0073
R-squared	0.024684	Mean dependent var	0.008281		Dependent variable: LOGIMP_DIFF			
Adjusted R-squared	0.015975	S.D. dependent var	0.026674		Excluded	Chi-sq	df	Prob.
S.E. of regression	0.026460	Akaike info criterion	-4.408954		LOGEXP_DIFF	13.87579	4	0.0077
Sum squared resid	0.078417	Schwarz criterion	-4.360951		All	13.87579	4	0.0077
Log likelihood	253.3104	Hannan-Quinn criter.	-4.389473					
F-statistic	2.834526	Durbin-Watson stat	1.993751					
Prob(F-statistic)	0.095043							

Annexe 4 : Cointégration

```
Call:
lm(formula = logEXP ~ logIMP)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.032603 -0.011126 -0.001391  0.009507  0.032451

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.048285   0.059244   0.815   0.417
logIMP      0.997293   0.005348 186.490 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01594 on 113 degrees of freedom
(1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.9968,    Adjusted R-squared:  0.9967
F-statistic: 3.478e+04 on 1 and 113 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Null Hypothesis: E has a unit root Exogenous: None Lag Length: 2 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-3.145692	0.0019
Test critical values:	1% level		-2.585587	
	5% level		-1.943688	
	10% level		-1.614850	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(E)				
Method: Least Squares				
Date: 04/12/24 Time: 02:14				
Sample (adjusted): 4 116				
Included observations: 113 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
E(-1)	-0.157654	0.050118	-3.145692	0.0021
D(E(-1))	-0.066594	0.094319	-0.706052	0.4816
D(E(-2))	0.163245	0.091505	1.784008	0.0772
R-squared	0.115168	Mean dependent var	0.000292	
Adjusted R-squared	0.099080	S.D. dependent var	0.008363	
S.E. of regression	0.007937	Akaike info criterion	-6.808257	
Sum squared resid	0.006930	Schwarz criterion	-6.735848	
Log likelihood	387.6665	Hannan-Quinn criter.	-6.778874	
Durbin-Watson stat	1.978061			

Annexe 5 : Exportations et importations en log différencié et Graphiques des valeurs prédites d'exportations et d'importations

time	Exports	lowX	upX	Imports	lowI	upI
2024-Q1	0.017146	-0.03136	0.065648	0.017146	-0.03136	0.065648
2024-Q2	0.020579	-0.02957	0.070726	0.020579	-0.02957	0.070726
2024-Q3	0.013902	-0.03644	0.064244	0.013902	-0.03644	0.064244
2024-Q4	0.02099	-0.02952	0.071503	0.02099	-0.02952	0.071503
2025-Q1	0.008816	-0.04428	0.061911	0.008816	-0.04428	0.061911
2025-Q2	0.008065	-0.04513	0.061265	0.008065	-0.04513	0.061265
2025-Q3	0.004983	-0.04823	0.058197	0.004983	-0.04823	0.058197
2025-Q4	0.004074	-0.04932	0.057466	0.004074	-0.04932	0.057466
2026-Q1	0.007546	-0.04604	0.061131	0.007546	-0.04604	0.061131
2026-Q2	0.008755	-0.04485	0.062358	0.008755	-0.04485	0.062358

