

L'impact Du Stress Hydrique Sur Le Développement Humain

« Cas du Maroc »

The Impact Of Water Stress On Human Development

“Case of Morocco”

LAKHYAR ZOUHAIR

Enseignant chercheur à la Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales
Mohammedia, Université Hassan II de Casablanca-Maroc

BELCAID ZAKARIA

Doctorant en sciences économiques à la Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et
Sociales Mohammedia, Université Hassan II de Casablanca-Maroc

Résumé

La succession des années de sécheresse a fortement impacté les réserves en eau des barrages et des eaux souterrains. A ce jour, le taux de remplissage des barrages n'excède pas 28.5%. Cette situation est aggravée par une sur exploitation des nappes, qui menace les réserves stratégiques souterraines du pays, et une utilisation non rationnelle des ressources en eau aussi bien pour l'usage agricole que pour l'eau potable.

Et vu que le développement humain constitue, aujourd'hui, une préoccupation majeure à l'échelle planétaire.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail qui vise à rechercher l'impact du stress hydrique sur le développement humain au Maroc.

Pour ce faire, nous allons essayer de développer un modèle économétrique qui mesure la relation entre ces deux variables pour décider si cette relation existe ou non et aussi de mesurer l'ampleur de cette relation si elle existe.

La démarche choisie pour mesurer cette relation commence par une spécification du modèle adéquat pour traiter les données annuelles de 1990 à 2020, puis une étude des deux variables du modèle pour conclure sur la forme économétrique à utiliser.

Les résultats tirés de cette modélisation permettront de formuler quelques propositions pour la gestion du stress hydrique à travers des actions de tous les intervenants qui doivent être résolument orientées vers l'entreprise de toute action de nature à contribuer à une gestion optimale du stress hydrique.

Mots clés: Stress hydrique, développement humain

Abstract:

The succession of years of drought has had a strong impact on the water reserves of dams and groundwater. To date, the filling rate of the dams does not exceed 28.5%. This situation is aggravated by overexploitation of aquifers, which threatens the country's strategic underground reserves, and non-rational use of water resources both for agricultural use and for drinking water.

And given that human development constitutes, today, a major concern on a global scale.

It is within this framework that this work is carried out, which aims to research the impact of water stress on human development in Morocco.

To do this, we will try to develop an econometric model that measures the relationship between these two variables to decide whether this relationship exists or not and also to measure the magnitude of this relationship if it exists.

The approach chosen to measure this relationship begins with a specification of the appropriate model to process annual data from 1990 to 2020, then a study of the two variables of the model to conclude on the econometric form to use.

The results drawn from this modeling will make it possible to formulate some proposals for the management of water stress through the actions of all stakeholders which must be resolutely oriented towards the undertaking of any action likely to contribute to optimal management of water stress.

Keywords: Water stress, human development

Introduction

Le développement humain constitue, aujourd'hui, une préoccupation majeure à l'échelle planétaire, et vu que la demande en eau au Maroc est aujourd'hui supérieure à la quantité disponible en ressources annuelles renouvelables d'eau douce. La sécurité hydrique devient, par conséquent, une priorité pour le Maroc aujourd'hui et pour les années à venir. Menaçant de générer de l'instabilité sociale et d'aggraver les inégalités territoriales, elle nécessite une réponse politique urgente et devrait être considérée par le Maroc comme l'un des principaux garants de la paix sociale au niveau du pays et un facteur de soutenabilité et de résilience de son futur modèle de développement. Cette réponse doit émaner d'une politique à la fois protectrice et valorisante de la ressource, mais également novatrice et inspirée des meilleures pratiques en matière de gouvernance.

C'est dans ce cadre où s'insère ce travail qui se veut pour objectif de chercher l'impact du stress hydrique sur le développement humain au Maroc.

Pour ce faire, on essayera de développer un modèle économétrique qui mesure la relation entre ces deux variables pour décider si cette relation existe ou non et aussi de mesurer l'ampleur de cette relation si elle existe.

La démarche choisie pour mesurer cette relation commence par une spécification du modèle adéquat pour traiter les données annuelles de 1990 à 2020, puis une étude des deux variables du modèle pour conclure sur la forme économétrique à utiliser.

Les résultats tirés de cette modélisation permettront de formuler quelques propositions pour la gestion du stress hydrique à travers des actions de tous les intervenants qui doivent être résolument orientées vers l'entreprise de toute action de nature à contribuer à une gestion optimale du stress hydrique.

1- Revue de littérature théorique:

1.1- Concept et dimensions du développement humain: Portée, Articulation et Evolution

Lancée au début des années 1990, la notion de développement humain a connu un succès qui ne s'est pas démenti depuis. Aujourd'hui, c'est essentiellement la durabilité, entendue en termes de prises en compte de la résilience face aux risques environnementaux et sociaux, qui est questionnée par le concept de développement humain. Si l'objectif premier du développement est de créer la capacité de satisfaire les besoins de base, cet objectif - comme l'a clairement annoncé le Rapport du PNUD, de 1990- est consubstantiel à la création d'un environnement dans lequel tous les individus et groupes actuels et futurs peuvent s'épanouir et exprimer totalement leurs capacités et saisir les opportunités qui s'offrent à eux¹. Le paradigme de base est que le revenu n'exprime pas à lui seul le niveau de développement. On doit donc chercher à accroître d'autres choix aussi importants, incluant des dimensions économiques, sociales, culturelles, écologiques et politiques. C'est ce que montre ce chapitre en abordant les dimensions du développement humain autres que celles classiques (revenu, éducation et santé). Le but est de mieux fonder l'approche que préconise l'ONDH pour construire une mesure nationale du développement humain.

L'évaluation du développement humain des individus ne se limite donc pas à leurs aptitudes et aux ressources. Elle doit prendre en considération la multi-dimensionnalité du contexte national, sinon international, de leur cadre de vie, de ses atouts et de ses contraintes. Les capacités de choix et exercice des droits et libertés, la vulnérabilité économique et humaine, la sécurité, la durabilité sociale et écologique, l'équité inter et intra générationnelle, la résilience économique et sociale ainsi que les inégalités et les disparités sont autant de dimensions du développement analysées en termes de concept et d'approche de mesure.

1.2- Durabilité écologique

Dans le débat sur le développement humain, maintes discussions ont eu lieu concernant la signification de la durabilité et les mesures susceptibles d'engendrer des progrès durables ou non. En 2012, la conférence des Nations Unies sur le développement durable tenue à Rio a adopté une large définition du progrès durable qui doit prendre en compte les trois dimensions (sociale, économique et environnementale) affectant les opportunités d'épanouissement des individus. La protection de l'environnement peut être en soi envisagée comme un bien. Mais Amartya Sen et d'autres ont préconisé une approche plus pertinente, consistant à se concentrer sur la durabilité des individus et de leurs choix.

¹ Le même rapport a reconnu que « la richesse matérielle n'est pas forcément nécessaire pour la réalisation de certains choix primordiaux et que les choix humains ne se limitent pas uniquement au bien-être économique ».

Les questions les plus préoccupantes à l'heure actuelle sont les défis que posent le changement climatique et la fragilisation des écosystèmes en raison des choix réalisés par les générations passées et actuelles. Actuellement, peu de pays ont emprunté une voie écologiquement durable, soulignant le besoin d'innovations technologiques et un changement des habitudes de consommation susceptible de favoriser la transition vers un développement humain durable. Les données sur l'empreinte écologique¹ de la consommation de 151 pays par rapport à leur IDH en 2012 montre que très peu de pays possèdent une valeur de l'IDH élevée et une empreinte écologique inférieure à la moyenne mondiale. Cela ne présage rien de bon pour la planète. Plus le temps passe et plus la situation devient désastreuse. Alors que certains pays à IDH élevé ont une empreinte écologique par habitant inférieure à la moyenne mondiale (1,79 hectare global en 2008), leur empreinte a augmenté avec le temps. Les pays riches doivent réduire leur empreinte écologique, car d'un point de vue global, leur consommation et leur production par habitant ne sont pas soutenable. Les RDH 2011 et 2013 ont fait valoir que les catastrophes environnementales pouvaient non seulement ralentir le développement humain mais également inverser la tendance. Le changement climatique pourrait donc devenir le principal obstacle aux objectifs de développement durable et des programmes de développement pour l'après-2015. Dans cette perspective, on dira d'un pays ou d'une communauté qu'il se dirige vers le développement durable selon sa position par rapport aux seuils locaux et mondiaux. Un seuil local fait référence aux ressources disponibles sur le territoire d'un pays, tandis qu'un seuil mondial adopte une perspective plus large en se référant aux frontières planétaires. Le Modèle économique du Maroc s'est accommodé en partie des phénomènes de dégradation, tant que ceux-ci n'atteignaient pas de seuils critiques. Aujourd'hui, la référence au développement durable s'est imposée et est ainsi devenue constante. En effet, les ressources en eau s'épuisent et se dégradent rapidement. L'accroissement rapide de la demande en eau ainsi que la dégradation continue de sa qualité accentue les tensions entre utilisateurs et accélère, à terme, l'épuisement des ressources. Désertification, érosion et salinisation ou saturation du sol ou pertes de terres agricoles sont les facteurs ou les formes de dégradation des sols qui attirent le plus d'attention au Maroc. Le surpâturage et le défrichement abusif des zones de parcours touchent chaque année près de 65 000 hectares. Les zones fragiles (le littoral, la montagne et les oasis) sont, elles aussi, gravement menacées. La charge démographique exercée sur le littoral contribue à la pollution des côtes par les eaux usées et le déversement de matières solides. Les zones de montagne souffrent de la surexploitation de leurs ressources naturelles qui ne peuvent à elles seules subvenir à l'ensemble des besoins des populations, d'un bas niveau de productivité. Les oasis marocaines sont menacées par la salinité et l'ensablement, exacerbés par une irrigation parfois non maîtrisée ou encore un surpâturage de la végétation spontanée. L'ensablement menace

¹ L'empreinte écologique mesure, entre autres, les surfaces alimentaires productives de terres et d'eau nécessaires pour produire les ressources qu'un individu, une population ou une activité consomme et pour absorber les déchets générés, compte tenu des techniques et de la gestion des ressources en vigueur.

aussi, de manière permanente, les habitations, les terres de culture, les canaux d'irrigation et l'infrastructure routière dans les palmeraies.

Par ailleurs, l'inégale maîtrise de l'urbanisation du pays a contribué à la détérioration du cadre de vie. Malgré les avancées observées dans les grandes villes, certaines petites villes et douars urbains souffrent toujours de la précarité de l'assainissement liquide et de l'insuffisance de la collecte et du recyclage des déchets solides. Les écosystèmes marocains sont ainsi parmi les plus fragiles au Monde ; les déplacements des cellules de circulation sur l'Océan peuvent être responsables d'une variabilité extrême de la pluviosité. Le Maroc a préparé plusieurs plans et stratégies de protection et de développement des ressources naturelles, ainsi que d'amélioration des conditions de vie et d'équipement du monde rural. Il importe cependant de noter le caractère essentiellement sectoriel de ces plans et l'insuffisance de la coordination et l'intégration de leur mise en œuvre. La création de cadres d'harmonisation de pareils plans permet de promouvoir et de développer des synergies entre les différents programmes afin d'en tirer le meilleur profit.

2- Etude empirique:

2-1- Choix des variables d'étude:

Tableau 1: Description des variables

Variable	Description
IDH	l'Indice de Développement Humain au Maroc utilisé de notre part pour mesurer le niveau de développement.
NSH	le niveau du stress hydrique au Maroc

Source: Elaboré par nous-mêmes

2-2- Présentation des données et modèle à estimer:

Notre étude concerne des données de la banque mondiale pour le cas du Maroc, ces données s'étalent sur une période allant de 1990 à 2020, soit 31 ans.

Notre modèle économétrique consiste en la mesure de la relation susceptible d'exister entre le stress hydrique et le développement humain

Par ailleurs, notre modèle économétrique s'écrit comme suit:

$$IDH = f(SH)$$

$$Y(t) = a_0 + \alpha X(t) + \varepsilon(t)$$

$$IDH(t) = a_0 + \alpha S.H(t) + \varepsilon(t)$$

Avec:

Y: Qu'on notera au niveau du logiciel Eviews IDH, l'Indice de Développement Humain au Maroc utilisé de notre part pour mesurer le niveau de développement. C'est une variable à expliquer.

X: Qu'on notera au niveau du logiciel Eviews NSH , le niveau du stress hydrique au Maroc est une variable explicative

Avec: t : le temps

a_0 : la constante

α : le paramètre à estimer

ε : le terme d'erreur

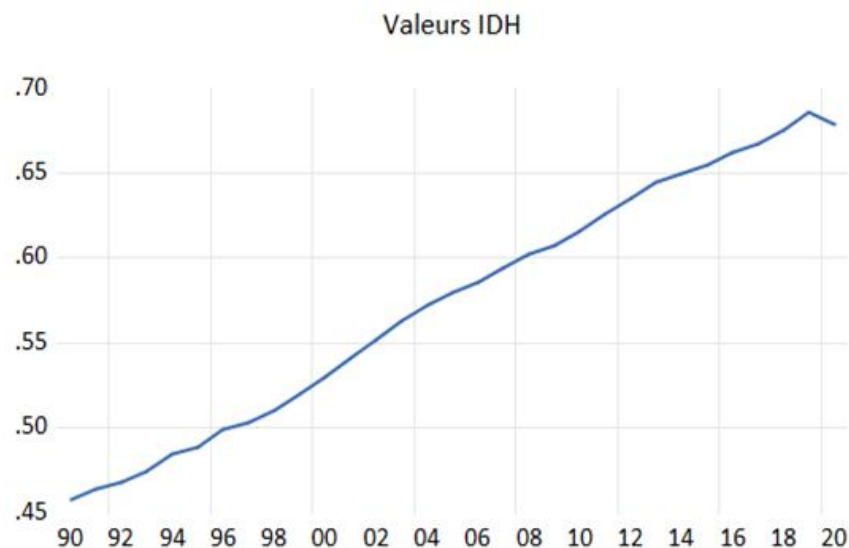
Tableau 2: Désignation des variables et source des données

Variable	Description	Source
IDH	l'Indice de Développement Humain au Maroc utilisé de notre part pour mesurer le niveau de développement.	la banque mondiale
NSH	le niveau du stress hydrique au Maroc	la banque mondiale

3.- Estimation du modèle

La variable IDH

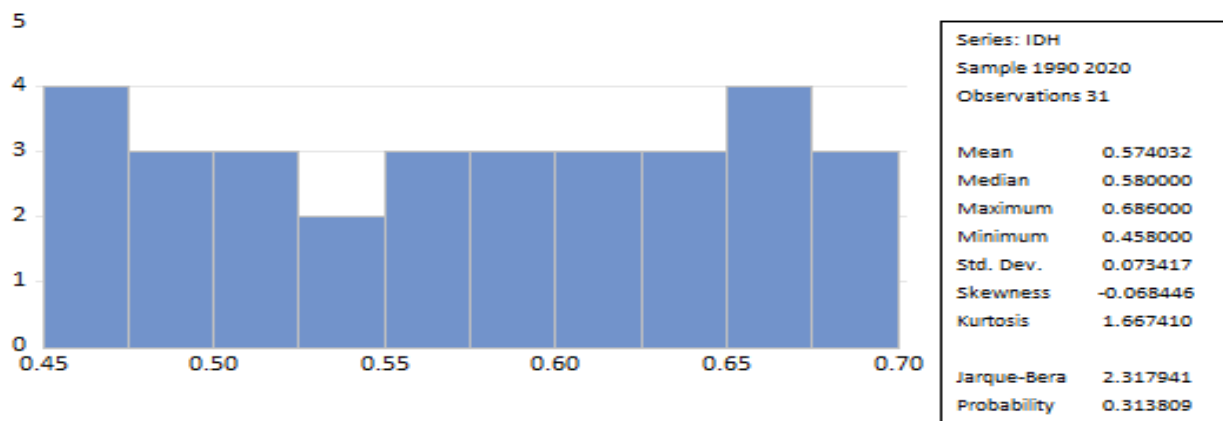
On a commencé par le traçage graphique de la série IDH qui montre que cette série à une évolution constante dans le temps. Elle n'a pas des fluctuations autour de sa moyenne.



Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

En outre L'analyse descriptive de la série de l'IDH indique que la série est platykurtique, c'est-à-dire relativement « aplatie » (kurtosis = 1.667410 est inférieur à 3). Le coefficient d'asymétrie est négatif donc la distribution est étalée vers la gauche (skewness = -0,068446).

La statistique de Jarque-Bera indique une acceptation de l'hypothèse nulle de normalité de la distribution (probabilité = 0,313809 est supérieur à 0,05). La distribution de l'IDH suit la loi normale



Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Pour s'assurer de la stationnarité ou non de cette série, on est obligé de passer par un test robuste¹ qui détermine clairement est ce que notre série est stationnaire ou pas ?

Généralement, le test de Dickey-Fuller nous propose un nombre de retards par défaut adapté à la série étudiée, mais rien ne justifie que ce retard est considéré comme optimal, c'est pour cela que nous allons passer par une régression de la série contre elle-même avec une modélisation VAR, et ce pour chercher dans les critères LR, FPE, AIC, SC et HQ quel serait le retard optimal à utiliser pour la vérification de la stationnarité de cette série.

La modélisation VAR donne les résultats ci-après:

¹ Il existe plusieurs tests mais nous voyons que pour notre cas le test ADF est suffisance.

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: IDH						
Exogenous variables: C						
Date: 06/02/25 Time: 21:16						
Sample: 1990 2020						
Included observations: 29						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
	36.78035	NA	0.004964	-2.467610	-2.420462	-2.452844
	123.1356	160.7994*	1.38e-05	-8.354178*	-8.259882*	-8.324645*
	123.1356	7.12e-05	1.48e-05	-8.285215*	-8.143771*	-8.240916*
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Suite à ces critères, on peut dire qu'il faut tester la stationnarité de la série en utilisant un retard optimal d'ordre 1.

Le test de la significativité du trend grâce au modèle de Dickey-Fuller, montre que la variable trend est non significative (t-statistique= 0.565907) et (probabilité= 0.5761).

IDH/tAugmented Dickey-Fuller test statistic		-0.621591	0.9701	
Test critical values:	1% level	-4.296729		
	5 % level	-3.568379		
	10 % level	-3.218382		
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(IDH)				
Method: Least Squares				
Date: 06/02/25 Time: 21:44				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 30 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDH(-1)	-0.105916	0.170395	-0.621591	0.5394
C	0.055572	0.075661	0.734489	0.4690
@TREND("1990")	0.000789	0.001394	0.565907	0.5761
R-squared	0.0490	Mean	0.007367	

	76	dependent var	
Adjusted R-squared	-0.021362	S.D. dependent var	0.003567
S.E. of regression	0.003605	Akaike info criterion	-8.318446
Sum squared resid	0.000351	Schwarz criterion	-8.178326
Log likelihood	127.7767	Hannan-Quinn criter.	-8.273621
F-statistic	0.696723	Durbin-Watson stat	1.441011
Prob(F-statistic)	0.506952		

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Ceci nous oblige à estimer le deuxième modèle du test de Dickey-Fuller en éliminant la variable temporelle, les résultats montrent aussi que la constante intervient d'une manière significative dans ce deuxième modèle. (t-statistique=2.435958) et (probabilité=0.0215).

IDH/Constante

Null Hypothesis: IDH has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=1)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.048760	0.7224
Test critical values:	1% level		-3.670170	
	5 % level		-2.963972	
	10 % level		-2.621007	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(IDH)				
Method: Least Squares				
Date: 06/02/25 Time: 22:27				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 30 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IDH(-1)	-0.009632	0.009184	-1.048760	0.3033
C	0.012862	0.005280	2.435958	0.0215
R-squared	0.037797	Mean dependent var		0.007367
Adjusted R-squared	-0.021362	S.D. dependent var		0.003567
S.E. of regression	0.003605	Akaike info criterion		-8.373321
Sum squared resid	0.000351	Schwarz criterion		-8.279908
Log likelihood	127.7767	Hannan-Quinn criter.		-8.343438

F-statistic	0.696723	Durbin-Watson stat	1.441011504459
Prob(F-statistic)	0.506952		

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Le terme constant est significativement différent de 0 ($\text{Prob} < 0,05$) ; le processus est stationnaire en niveau.

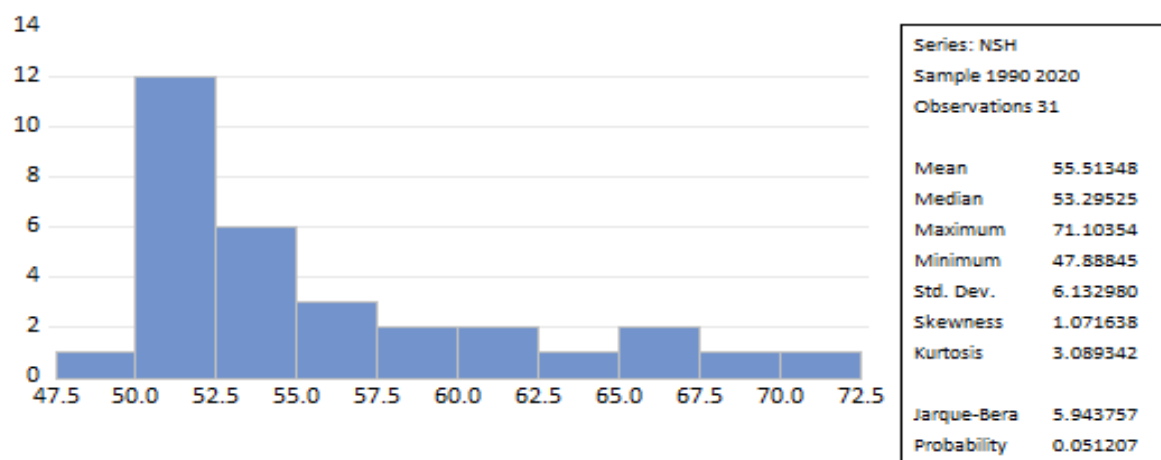
La variable NSH

Pour étudier la stationnarité de la série NSH, on a commencé comme d'habitude par le traçage graphique qui montre clairement que cette série souffre d'un problème de non stationnarité.



Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

En outre les indicateurs attachés à la symétrie de la série montrent aussi, que ladite série est asymétrique, donc il est fort probable que cette série ne soit pas stationnaire.



Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

La modélisation VAR donne les résultats ci-après:

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: NSH						
Exogenous variables: C						
Date: 07/02/25 Time: 00:11						
Sample: 1990 2020						
Included observations: 29						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-93.04078	NA	38.38710	6.485571	6.532719	6.500338
1	-61.83728	58.10308	4.782260	4.402571	4.496867	4.432103
2	-52.74177	16.30918*	2.737722*	3.844260*	3.985705*	3.888559*
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Suite à ces critères, on peut dire qu'il faut tester la stationnarité de la série en utilisant un retard optimal d'ordre 2.

Le test de la significativité du trend grâce au modèle de Dickey-Fuller, montre que la variable trend est non significative (t-statistique= -1.127142) et (probabilité= 0.2704).

NSH/trend

Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.106879	0.5207
Test critical values:	1% level		-4.309824	
	5 % level		-3.574244	
	10 % level		-3.221728	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(NSH)				
Method: Least Squares				
Date: 07/02/25 Time: 00:21				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 29 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NSH(-1)	-0.107728	0.051132	-2.106879	0.0453

D(NSH(-1))	0.602643	0.147367	4.089405	0.0004
C	6.682879	3.114953	2.145419	0.0418
@TREND("1990")	-0.044087	0.039114	-1.127142	0.2704
R-squared	0.507796	Mean dependent var		0.010577
Adjusted R-squared	0.448731	S.D. dependent var		2.110522
S.E. of regression	1.567009	Akaike info criterion		3.863657
Sum squared resid	61.38796	Schwarz criterion		4.052249
Log likelihood	-52.02303	Hannan-Quinn criter.		3.922722
F-statistic	8.597310	Durbin-Watson stat		1.833388
Prob(F-statistic)	0.000430			

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Ceci nous oblige à estimer le deuxième modèle du test de Dickey-Fuller en éliminant la variable temporelle, les résultats montrent aussi que la constante intervient d'une manière non significative dans ce deuxième modèle. (t-statistique=1.821136) et (probabilité=0.0801).

NSH/Constante

Null Hypothesis: NSH has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.850147	0.3500
Test critical values:	1% level		-3.679322	
	5 % level		-2.967767	
	10 % level		-2.622989	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(NSH)				
Method: Least Squares				
Date: 07/02/25 Time: 00:36				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 29 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NSH(-1)	-0.009632	0.049183	-1.850147	0.0757
D(NSH(-1))	0.660828	0.138745	4.762886	0.0001
C	5.035730	2.765159	1.821136	0.0801
R-squared	0.482783	Mean dependent var		0.010577
Adjusted R-squared	0.442997	S.D. dependent var		2.110522
S.E. of regression	1.575138	Akaike info criterion		3.844260

Sum squared resid	64.50757	Schwarz criterion	3.985705
Log likelihood	-52.74177	Hannan-Quinn criter.	3.888559
F-statistic	12.13452	Durbin-Watson stat	1.878578
Prob(F-statistic)	0.000190		

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

La non significativité de la constante nous pousse vers l'estimation du troisième modèle qui élimine la tendance et la constante. Cette estimation a donné des résultats qui montrent qu'il existe une racine unitaire (probabilité=0.5478) et donc elle est non stationnaire et mérite d'être différencier pour une éventuelle stationnarisation.

NSH/NONE

Null Hypothesis: NSH has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-0.355717	0.5478
Test critical values:	1% level		-2.647120	
	5 % level		-1.952910	
	10 % level		-1.610011	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(IDH)				
Method: Least Squares				
Date: 07/02/25 Time: 00:52				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 29 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NSH(-1)	-0.001930	0.005427	-0.355717	0.7248
D(NSH(-1))	0.630320	0.143517	4.391948	0.0002
R-squared	0.416807	Mean dependent var		0.010577
Adjusted R-squared	0.395208	S.D. dependent var		2.110522
S.E. of regression	1.641319	Akaike info criterion		3.895350
Sum squared resid	72.73609	Schwarz criterion		3.989646
Log likelihood	-54.48258	Hannan-Quinn criter.		3.924882
Durbin-Watson stat	1.789014			

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Après la première différenciation, le test montre que la série est devenue stationnaire (probabilité=0.0101) et donc on peut utiliser cette différenciation dans notre modèle d'origine.

Différence 1: NSH

Null Hypothesis: D(NSH) has a unit root				
Exogenous: NONE				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.643229	0.0101
Test critical values:	1% level		-2.647120	
	5 % level		-1.952910	
	10 % level		-1.610011	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(NSH,2)				
Method: Least Squares				
Date: 08/02/25 Time: 13:59				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 29 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(NSH(-1))	-0.372722	0.141010	-2.643229	0.0133
R-squared	0.197716	Mean dependent var		-0.088139
Adjusted R-squared	0.197716	S.D. dependent var		1.803628
S.E. of regression	1.615516	Akaike info criterion		3.831060
Sum squared resid	73.07697	Schwarz criterion		3.878208
Log likelihood	-54.55037	Hannan-Quinn criter.		3.845826
Durbin-Watson stat	1.779692			

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Finalement les deux séries du modèle ne sont pas stationnaires de même ordre et donc l'utilisation du modèle MCE n'est pas valable pour ce modèle.

Ainsi, la régression des deux variables à l'état brute donne les résultats mentionnés ci-dessous.

Depended Variable IDH Méthod: Least Squares Date: 08/02/2025 Time: 15:18 Sample: 1990 2020 Observations: 31				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NSH	-0.002812	0.002161	-1.301424	0.2034
C	0.730138			
R-squared	0.055181	Mean dependent var		-0.574032
Adjusted R-squared	0.022601	S.D. dependent var		0.073417
S.E. of regression	0.072583	Akaike info criterion		-2.345834
Sum squared resid	0.152780	Schwarz criterion		-2.253318
Log likelihood	38.36042	Hannan-Quinn criter.		-2.315676
F-statistic	1.693704	Durbin-Watson stat		0.021322
Prob (F-statistic)	0.203358			

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

En regardant la valeur du Durbin-Watson stat, qui est égale à 0.021322, on constate que ce modèle souffre du problème de l'autocorrélation des erreurs et donc, on est obligé de corriger cette autocorrélation avant d'interpréter les résultats du modèle.

Pour corriger l'autocorrélation dont souffre ce modèle, on optera pour la méthode de cochrane orcut¹.

Avant d'utiliser cette méthode il est judicieux de déterminer la valeur du coefficient $\hat{\epsilon}$, attaché aux résidus retardés d'une période sur la base du modèle: $\mu_t = \hat{\epsilon}\mu_{(t-1)} + \epsilon_t$

On peut donc déterminer la valeur de $\hat{\epsilon}$ par la méthode du calcul direct², en effet la détermination par la méthode directe se sert de la formule suivante:

$$\begin{aligned}\hat{\epsilon} &= 1 - (DW/2) \\ &= 1 - (0.021322)/2 \\ &= 0.99\end{aligned}$$

La transformation de cochrane orcut s'écrit de la manière suivante:

$$Y_t - \hat{\epsilon} Y_{t-1} = \beta_0(1 - \hat{\epsilon}) + \beta_1(X_t - \hat{\epsilon} X_{t-1}) + v_t$$

¹ Il existe plusieurs méthodes de correction qui donnent presque les mêmes décisions.

² Là aussi il existe plusieurs méthodes pour ce calcul mais l'utilisation de l'une ou de l'autre abouti à la même décision.

Ce qui donne un modèle de la forme:

$$Y_t - \hat{e} Y_{t-1} = B_0 - B_0 \hat{e} + B_1 X_t - B_1 \hat{e} X_{t-1} + V_t$$

Ceci donne un autre modèle de la forme:

$$Y_t = B_0 - B_0 B_1 X_t - B_1 X_{t-1} + Y_{t-1} + V_t$$

Si on pose:

$$(B_0 - B_0 \hat{e}) = \alpha$$

$$\beta_1 = B_1$$

$$B_1 \hat{e} = \beta_2$$

On aura:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X_t - \beta_2 X_{t-1} + \hat{e} Y_{t-1} + V_t$$

Pour estimer les paramètres α ; β_1 ; β_2 ; $\hat{e}$, on doit ré-estimer la variable Y_t contre les variables X_t ; X_{t-1} ; Y_{t-1} .

Les résultats de cette estimation se résument ainsi:

Dépendent Variable: IDH				
Method: Least Squares				
Date: 02/25/25 Time: 11:38				
Sample (adjusted): 1991 2020				
Included observations: 30 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NSH	0.000237	0.000346	0.684957	0.4994
NSHH	-2.32E-05	0.000327	-0.070957	0.9440
IDHH	0.996786	0.010181	97.90199	0.0000
C	-0.002726	0.009859	-0.276491	0.7844
R-squared	0.997890	Mean dependent var		0.577900
Adjusted R-squared	0.997647	S.D. dependent var		0.071388
S.E. of regression	0.003463	Akaike info criterion		-8.369688
Sum squared resid	0.000312	Schwarz criterion		-8.182862
Log likelihood	129.5453	Hannan-Quinn criter.		-8.309921
F-statistic	4098.796	Durbin-Watson stat		1.726746
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

Pour revenir à nos notations, on écrit:

$$IDH = Y_t$$

$$NSH = X_t$$

$$NSHH = X_{t-1}$$

$$IDHH = Y_t - 1$$

Sur la base de ces résultats, on peut écrire notre modèle de longue période, de la manière suivante:

$$IDH = -0.002726 + 0.000237NSH - 2.32E-05NSHH + 0.996786IDHH$$

Du moment que ce modèle comporte une variable endogène retardée, on ne peut utiliser le test de Durbin Watson pour tester l'existence ou non de l'autocorrélation, et donc nous serons amené à utiliser le LM test, qui donne les résultats suivants:

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags				
F-statistic	0.944439	Prob. F(2,24)		0.4029
Obs*R-squared	2.188830	Prob. Chi-Square(2)		0.3347
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 02/25/25 Time: 11:57				
Sample: 1991 2020				
Included observations: 30				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Prob.
NSH	0.000192	0.000374	0.512619	0.6129
NSHH	-0.000185	0.000354	-0.522046	0.6064
IDHH	0.009245	0.012261	0.754004	0.4582
C	-0.005420	0.010673	-0.507881	0.6162
RESID(-1)	-0.414606	0.335158	-1.232026	0.2299
RESID(-2)	-0.258867	0.335158	-0.772373	0.4474
R-squared	0.072961	Mean dependent var		-7.75 E-18
Adjusted R-squared	-0.120172	S.D. dependent var		0.003279
S.E. of regression	0.003471	Akaike info criterion		-8.312115
Sum squared resid	0.000289	Schwarz criterion		-8.031875
Log likelihood	130.6817	Hannan-Quinn criter.		-8.222464

F-statistic	0.377776	Durbin-Watson stat	1.500075
Prob(F-statistic)	0.858940		

Source: Elaboré par nous-mêmes en utilisant E-views 12

D'après les résultats du LM test, on peut dire que le modèle ne souffre d'aucun problème d'autocorrélation des erreurs et donc, sous d'autres conditions.

4- Résultats et propositions

En fin de compte on peut matérialiser la relation du stress hydrique avec l'indice de développement humain de la manière suivante:

$$IDH = -0.002726 + 0.000237NSH - 2.32E-05NSHH + 0.996786IDHH$$

Nous constatons que les résultats liés au modèle sont comme suit: un R2 (0.072961)

• Cela signifie que 07,29% de la variabilité de la variable indice de développement humain est expliqué par le niveau du stress hydrique.

Aussi la statistique de DW = 1.500075 nous indique qu'il y a absence d'autocorrélation

Les résultats montrent que l'indice de développement humain ne s'explique que d'un faible pourcentage du niveau du stress hydrique, cela veut dire qu'il y a d'autres variables qui impactent le développement humain au Maroc.

Dans cette optique, les départements compétents de l'Etat doivent faire le point sur les réserves hydriques disponibles/mobilisables et d'arrêter, sur la base du constat établi, un plan d'action permettant un approvisionnement prioritaire et pérenne de la population en eau potable et un apport suffisant pour les activités agricole et industrielle.

L'action de tous les intervenants doit être résolument orientée vers l'entreprise de toute action de nature à contribuer à une gestion optimale du stress hydrique, en couvrant au moins les axes d'intervention ci-après:

I- Actions de régulation de débit et de restriction:

A l'effet de réaliser le maximum possibles d'économies d'eau, en tenant en ligne de compte les contingences sécuritaire et sociale d'ordre local, des mesures doivent être décidées soit pour réguler le débit d'eau au niveau des différents quartiers des villes et centre urbains ou opérer, chaque fois que c'est opportun, des coupures d'eau sur des plages horaires plus ou moins longues.

Les restrictions à envisager pourraient concerner, également, les activités consommatrices d'eau telles que certaines cultures agricoles, les stations de lavage des véhicules, les hammams, les piscines....

Dans ce cadre, et vu la conjoncture actuelle particulière que traverse notre pays, il y a lieu de n'autoriser l'arrosage des golfs que par des eaux non conventionnelles et toute nouvelle plantation des espaces verts (gazon ou autre).

II- Axe de lutte contre les fraudes, le gaspillage et la déperdition:

Pour préserver les réserves stratégiques du Royaume en ressources hydriques, une attention particulière doit être accordée à la lutte contre toutes les formes de fraude ou de gaspillage, en dynamisant l'action des services chargées de la police de l'eau appelées à multiplier les opérations de contrôle et de répression à l'encontre des contrevenants (consommation domestique illégale, irrigation agricoles clandestines, creusement de puits sans autorisation notamment au niveau des habitations...etc).

Par ailleurs, le suivi de cette problématique a permis de révéler que des quantités importantes d'eau sont perdues lors des phases de transport et de distribution ce qui doit inciter les services concernés à redoubler d'efforts pour lutter plus efficacement contre ce phénomène, en activant la réalisation des projets de mise à niveau des réseaux vétustes de production et de distribution des eaux.

III- Mesures palliatives:

Pour contribuer à la sauvegarde de notre souveraineté hydrique, une mobilisation des départements concernés s'impose pour la réalisation, dans des délais raccourcis, des projets inscrits dans le cadre du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Irrigation 2020-2027, notamment les barrages, les transferts d'eau entre bassins, le dessalement d'eau de mer, les projets de sécurisation, d'économie d'eau et de réutilisation des eaux usées traitées.

IV- Actions de mobilisation et de sensibilisation:

La mobilisation de tous les acteurs concernés et garantir l'adhésion de la population aux mesures prises par les autorités publiques pour assurer une bonne gouvernance des ressources hydriques et une meilleure gestion du stress hydrique.

Et ce à travers des campagnes de sensibilisation, en collaboration avec la société civile, au sujet de la nécessité impérieuse de la rationalisation de la consommation de l'eau et du bien-fondé des mesures de restriction décidées par les autorités publiques.

Références bibliographiques adoptées:

Ouvrages:

- Régis, Bourbonnais. "Econométrie: manuel et exercices corrigés." Dunod, Paris (2009).

Rapports:

- Haut-Commissariat au Plan , Les indicateurs sociaux du Maroc Edition 2023
- Haut-Commissariat au Plan , Rapport 2020 sur les Indicateurs du Développement Humain au Maroc
 - Observatoire National du Développement Humain, Rapport sur le développement humain 2017 «Inégalités et développement humain: contribution pour le débat sur le modèle de développement au Maroc»
 - Observatoire National du Développement Humain, Rapport sur le développement humain 2020 « ÊTRE JEUNE AU MAROC DE NOS JOURS »
 - Ministère de la Solidarité, du Développement social, de l'Égalité et de la Famille « COMPRENDRE LE DÉVELOPPEMENT HUMAIN », Travail réalisé par le Dr Grefft-Alami,
 - Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Rapport sur le développement humain 2020 La prochaine frontière: le développement humain et l'Anthropocène
 - Commission Spéciale sur le Modèle de Développement, « Libérer les énergies et restaurer la confiance pour accélérer la marche vers le progrès et la prospérité pour tous », Rapport Général
 - Laboratoire d'Économie Appliquée, Université Mohammed V de Rabat et la Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales, Rabat-Agdal. Maroc, Capital humain et développement économique et social au Maroc
 - Groupe de la Banque Mondiale Climat et Développement
 - CESE, « Gouvernance par la gestion intégrée des ressources en eau au Maroc: levier fondamental de développement durable », 2014.
 - CESE, « Le nouveau modèle de développement, contribution du Conseil Economique, Social et Environnemental », 2019.