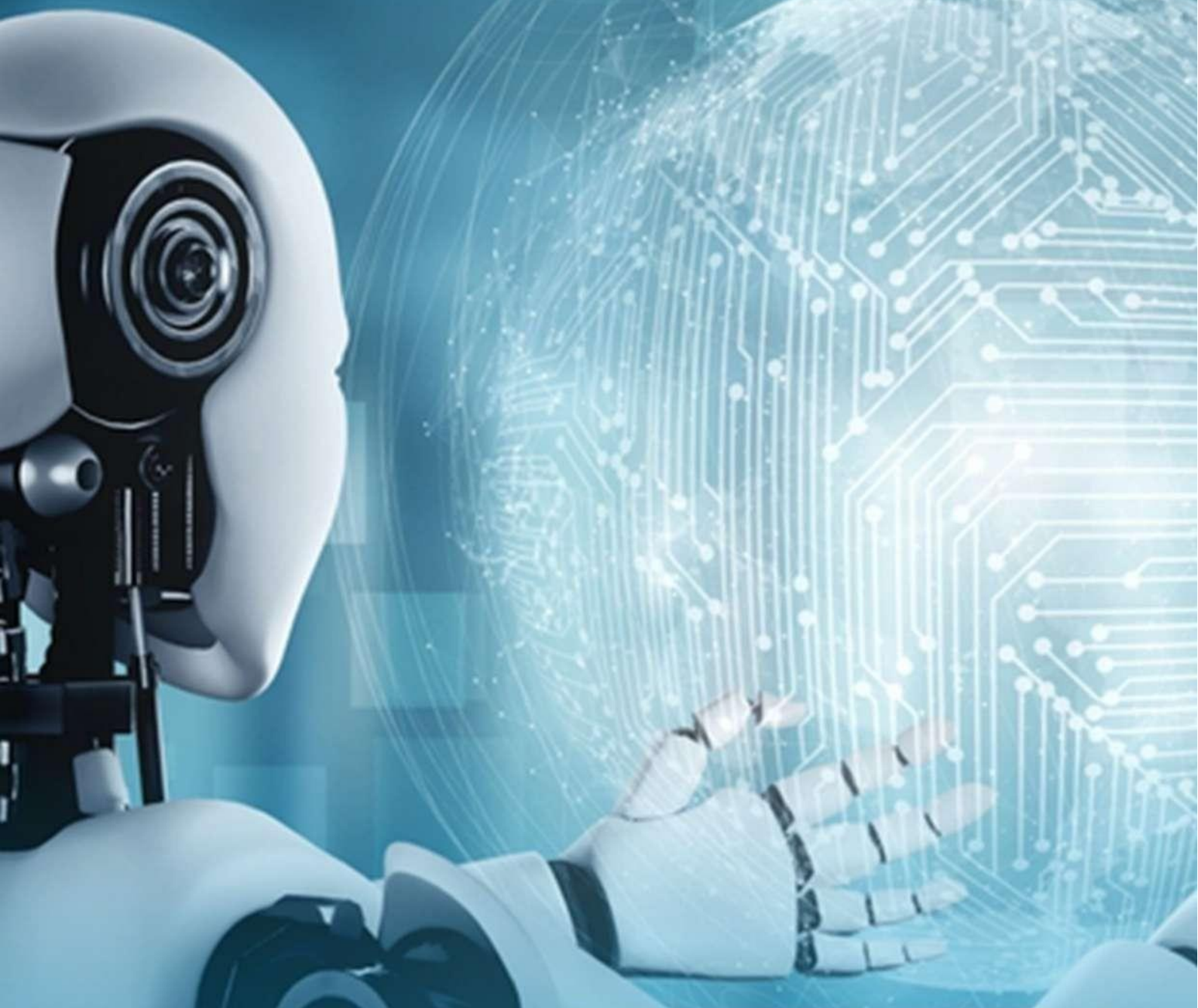


Proceedings Book Series -PBS-



^{ème}
2 **Conférence Internationale sur les Sciences Appliquées et l'Innovation**

-CISAI-

Session Spéciale
« La Revue des Sciences Appliquées »

Editeur : Dr. Ahmed Rhif (Tunisie)



CNPSI

Centre National de la Promotion Scientifique et de L'innovation

Proceedings Book Series -PBS-

Session Spéciale : « La Revue des Sciences Appliquées »

^{ème}
2 **-CISAI-**
Conférence Internationale sur les Sciences Appliquées et l'Innovation

Comités

Partenaires Scientifiques

Aissa Keffous (CRTSE, ALG)
Bechir Chaouachi (LEEEP, TUN)
Hamouine Abdelmadjid (ARCHIPEL, ALG)
Messaoud Hamouda (LDDI, ALG)
Mohamed Asri NOOr (UPSI, MYS)
Mohamed Yussof Ghazali (NUSATEK, MYS)

Présidents d'honneur

Abdenasser El Figha (MAR)
Mihoub Ouahiba (ALG)
Nabila Guerfi (ALG)
Walid Hassen (TUN)

Présidents Généraux

Ahmed Rhif (TUN)
Afef Khalil (TUN)
Laoudj Ouardia (ALG)
Sara Zatir (ALG)

Comité de pilotage

Abdoulaye Bouya Diop (SEN)
Abdoulaziz Alhassane (SEN)
Akrouch Soukaina (MAR)
Allé Dioum (SEN)
Amer Zerek (LYB)
Bendifallah Leila (ALG)
Bouazouni Omar (ALG)
Bouslah Naima (ALG)
Chettat Yacine (ALG)
Fatima Zohra Boufadi (ALG)
Fatoumata GAYE (SEN)
Gharbi Sonia (ALG)
Gherbi Mohamed (ALG)

Hadiza Moussa-Saley (SEN)
Hanaa Benchrifa (MAR)
Jeru Achyl Hounogbe (SEN)
Merchichi Amira (CAN)
Mohammed Baroudi (ALG)
Mounsi Demmouche Nedjoua (ALG)
Nawel Seddiki (ALG)
Ndeye Astou Manel Fall (SEN)
Ouadjaout Djamel (ALG)
Ould Hamou Malek (ALG)
Seddiki Nesrinne (ALG)
Zohra Haouam (MAR)

Comité technique

Djalila Boudemagh (ALG)
Fateh Mebarek-Oudina (ALG)
Hadja Fatima Mehnane (ALG)
Harrizi Driss (MAR)
Hayani Mechkouri Meriem (MAR)
Méziane Aïder (ALG)
Mohamed Boukherouk (MAR)
Rachid Benchrifa (MAR)
Serigne Moussa Dia (SEN)

Sommaire

Les principaux enjeux éthiques de l'utilisation de l'IA dans les activités Marketing <i>Kadi Ali</i>	1
Amélioration du rendement électrique d'un capteur PVT à eau intégré dans une serre <i>Attar Issam, Najla Khalifa, Mariem Lazaar</i>	5
L'Entrepreneuriat en Algérie : État des Lieux et Innovations des Business Models <i>Dounya ISSOLAH, Mohammed BAROUDI</i>	9
Gestion des huiles usagées <i>Yousra EL Omari Alaoui, Hanae El Kalkha</i>	20
Existe-t-il une relation entre le chômage et l'inflation en Algérie ? <i>HAMIDOUCHE Nassima, BOUMALI Djamel</i>	27
Etude expérimentale des isothermes de désorption de la citrouille (<i>Cucurbita moschata</i>) <i>Thouraya GHNIMI, Emna Bettaieb, Lamine HASSINI3, Mohamed BAGANE</i>	40
Essor de la circularité dans le domaine photovoltaïque <i>S. GHARBI, N. BOUTOUCHENT-GUERFI</i>	45
Les déterminants stratégiques, structurels et humains de la transformation digitale des banques tunisiennes: Cas de la Société Tunisienne des Banques (STB) <i>Intissar Ben Tekaya, Amina Omrane</i>	49
Les Déterminants des Exportations des Pays du Maghreb vers l'UE dans le Cadre des Accords d'Association <i>Fatiha Yahia, Fayçal Ben Ameur</i>	71
Le Développement durable en Algérie : entre enjeux et défis <i>Toumi Chiraz</i>	89
Le Green Storytelling pour communiquer autrement la durabilité : Synthèse théorique et perspectives De recherche. <i>Souad Dhiéb, Ikram Hachicha Ellouze</i>	98
La Qualité du service offert par les professionnels de la comptabilité à l'ère de l'Intelligence Artificielle <i>Walid HAMED</i>	119
Protection des Lignes de Transport de l'Energie Electrique <i>Nejib Khalifaoui, Hana Khemissi, Hamza Torkhani</i>	125
Simulation numérique de l'effet de la richesse et de l'ajout d'hydrogène dans un brûleur LSB pré-mélangé méthane-air proche du LBO	

Malika Ladjani , Mohand Said Lounici , Ahmed Daimallah 131

Le bois transparent: Une innovation polyvalente au service du bien être psychologique et au service de l'architecture durable

Abdesslem Bochra, Ons Ben Attia, Taoufik ben Taib.....139

Les principaux enjeux éthiques de l'utilisation de l'IA dans les activités Marketing

KADI Ali

*Maître de Conférences « A »
École des Hautes Études Commerciales (EHEC-Alger), Algérie
Laboratoire de Recherche Marketing et TIC (MARKETIC), EHEC-Alger
kadi.ali81@gmail.com*

Résumé — L'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) dans les activités marketing a considérablement transformé la manière dont les entreprises interagissent avec leurs clients. Bien que l'IA offre de nombreuses opportunités pour améliorer l'efficacité et la personnalisation des stratégies marketing, elle soulève également des questions éthiques cruciales. L'objectif de cette contribution est de passer en revue les principaux enjeux éthiques de l'utilisation de l'IA dans les activités marketing en se focalisant sur les aspects liés à : la protection des données personnelles, les biais algorithmiques, manipulation des consommateurs et enfin la transparence.

Mots-clés – Intelligence artificielle, marketing, éthique, responsabilité, transparence.

I. INTRODUCTION

L'intelligence artificielle communément appelée l'IA représente une véritable révolution technologique dans l'histoire de l'humanité. Longtemps considérée comme de la science-fiction, l'IA est désormais une réalité tangible et son potentiel d'utilisation s'étend à tous les domaines qu'ils soient sociaux, culturels, industriels, commerciaux, scientifiques...etc. Le dictionnaire LAROUSSE, dans sa version en ligne, définit l'IA comme un « *Ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine* ». Autrement dit, L'IA est une technologie qui permet aux ordinateurs d'imiter les capacités cognitives des êtres humains, telles que l'apprentissage ou la décision. Dans le domaine du marketing, l'IA offre des opportunités extrêmement importantes en matière de traitement et d'analyse des données ainsi que la personnalisation et l'automatisation des actions marketing.

De plus en plus sollicitée, l'IA prend une place centrale dans les diverses activités marketing et permet d'atteindre des niveaux très élevés en termes de personnalisation et d'efficacité. Toutefois, l'usage de l'IA dans les activités marketing pose un certain nombre de problèmes d'ordre éthiques qu'il faut comprendre afin d'aboutir à des pratiques relativement saines et responsables. À travers cette recherche, nous tenterons de répondre clairement à la question suivante : *Quels sont les principaux défis éthiques de l'utilisation de l'IA dans les activités marketing?*. Ainsi, cette modeste contribution s'inscrit dans le cadre d'une recherche documentaire dont l'objectif est d'alimenter le débat au tour des questions éthiques liées aux impacts potentiellement négatifs de l'utilisation de l'IA dans les activités marketing sur les valeurs humaines, les droits de l'homme, la vie privée,...etc.

II. L'IA DANS LE MARKETING

L'IA est en passe de révolutionner les pratiques marketing en offrant des opportunités extrêmement importantes en matière de traitement et d'analyse des données ainsi que la personnalisation et l'automatisation des actions marketing. Les principales contributions de l'IA peuvent être résumées comme suit :

A. L'automatisation et analyse des données

L'IA automatise de nombreuses tâches chronophages et répétitives, telles que la gestion des emails, l'envoi de newsletters, la publication sur les réseaux sociaux, ou encore la création de rapports marketing. Grâce à cette automatisation intelligente de ces processus, l'IA permet une segmentation plus efficace du marché, un gain de temps et une réduction des risques [1]

B. Des campagnes marketing personnalisées

L'une des facettes les plus distinctives de l'IA dans le marketing est sa capacité à personnaliser l'expérience client à une échelle sans précédent. En utilisant des systèmes de recommandation basés sur l'IA, les entreprises peuvent offrir des suggestions engageantes de produits personnalisés qui correspondent aux préférences individuelles de chaque consommateur, augmentant ainsi les chances de conversion et de fidélisation [2]

C. Création de contenu

Le développement et le perfectionnement du traitement automatique du langage naturel (NLP), par l'IA, a permis aux machines une meilleure compréhension et génération de texte. Une IA générative comme ChatGPT peut créer des textes, des titres accrocheurs ou des idées de campagnes marketing [2].

D. Analyse prédictive

Grâce au Machine Learning, une branche de l'IA permettant aux ordinateurs d'apprendre à partir des informations actuelles et historiques pour présager des comportements d'achat et des tendances à venir. Ainsi, l'IA est en mesure de prédire les actions futures des clients en analysant leurs comportements passés sur les réseaux sociaux. Cette fonctionnalité est susceptible d'apporter une aide précieuse pour les entreprises dans la prise de décisions pertinentes mais aussi à les préparer pour résoudre des problèmes potentiels [3].

E. Les chatbots et la gestion de relation client

Les chatbots fonctionnant avec l'IA sont utilisés pour interagir avec les clients en temps réel en gardant un aspect humain dans leur manière de communiquer avec les clients. Ainsi, les chatbots peuvent améliorer considérablement l'expérience client en faisant usage des informations personnalisées implémentés dans leur base de données [4].

III. LES DÉFIS ÉTHIQUES DE L'UTILISATION DE L'IA DANS LES ACTIVITÉS MARKETING

Les recherches documentaires, effectuées dans le cadre de cette contribution, nous ont permis d'identifier quatre défis éthiques majeures. Bien que cette liste ne soit pas exhaustive, elle permet de rendre compte des limites de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les activités marketing.

A. Données personnelles et vie privée

La célèbre citation « *Si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit !* » définit clairement le modèle économique des principales grandes firmes technologiques comme Facebook, X, amazon, ...ect. En effet, la collecte et le traitement d'immenses quantités de données personnelles constituent le principe fondamental de l'utilisation de l'IA dans le marketing digital. Ce mode de fonctionnement peut légitimement donner lieu à des interrogations quant à la protection de la vie privée et ce à cause du risque de divulgation non autorisée d'informations sensibles, comme des dossiers médicaux ou des données financières [5]. Ainsi, Les entreprises doivent garantir que les données collectées sont obtenues de manière éthique, utilisées uniquement aux fins prévues et protégées contre les accès non autorisés.

B. Biais algorithmiques

Les algorithmes d'une IA sont susceptibles de donner des résultats discriminants tels que les biais raciaux ou sociaux qu'on peut retrouver dans le ciblage publicitaire, c'est qu'on appelle un biais algorithmique [6]. Ainsi, les principaux biais que nous avons identifiés sont :

1) *Biais de Genre* : Une étude, réalisée en 202, par L'ONG britannique Global Witness, a démontré que les algorithmes, utilisés par Facebook dans la publication des offres d'emploi, enferment femmes et hommes dans des représentations genrées. Ainsi 92% de femmes sont ciblées pour l'annonce du poste de secrétaire quand 85% d'hommes sont visés par l'annonce pour un poste de pilote de ligne [7].

2) *Biais d'âge* : Les publicités pour des produits financiers comme les prêts avaient souvent ciblées des classes d'âge spécifiques, excluant souvent les personnes âgées.

3) *Biais Socio-économiques* : Les annonces de logements étaient fréquemment ciblées en fonction du code postal, ce qui peut exclure des quartiers à faible revenu ou des zones où vivent principalement des minorités.

4) *Biais de race et d'ethnie* : Une enquête menée par le site d'investigation ProPublica a révélé que les annonceurs pouvaient exclure des groupes ethniques tels que les Afro-Américains ou les Hispaniques de leurs audiences publicitaires [8].

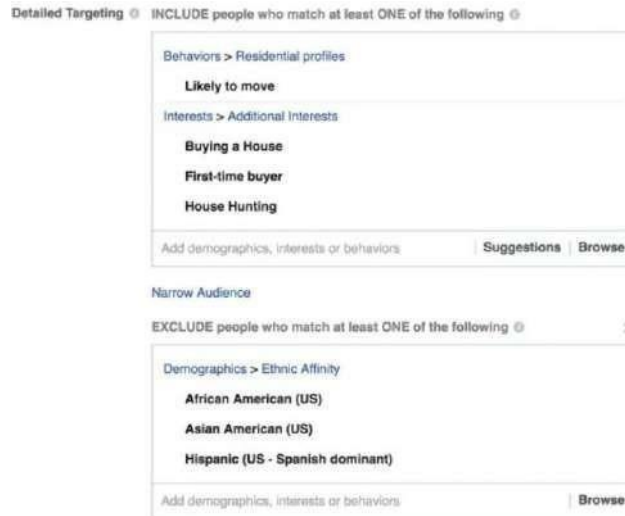


Fig. 1 : Les algorithmes de Facebook et l'exclusion ethnique [9]

C. Manipulation des Consommateurs

La manipulation des consommateurs a toujours été reprochée aux professionnels du marketing avant même de développement de l'IA, seulement cette dernière offre des capacités de ciblage extrêmement efficaces ce qui augmente le risque de la manipulation des consommateurs. En effet, grâce à la masse colossale de données accessibles aux algorithmes, l'IA est potentiellement capable de créer des contenus marketing ultra-personnalisés qui peuvent exploiter les faiblesses et les désirs des clients. Par conséquent, les clients seront enclins à faire des choix, en matière d'achats, qui ne leur sont pas favorables, bien au contraire ça pourrait être des achats nocifs voire dangereux [10].

Le meilleur exemple qu'il est possible de donner est celui de Cambridge Analytica qui était accusée d'avoir utilisé des données de 30 millions à 70 millions d'utilisateurs de Facebook, recueillies sans leur consentement au profit de Donald Trump durant sa campagne pour la présidentielle de 2016 aux Etats-Unis d'Amérique [11].

En effet, Grâce à l'IA et à l'analyse de big data, Cambridge Analytica avait réalisé, en premier lieu un profilage psychographique. Ainsi, Les données recueillies ont permis de créer des profils psychographiques incluant des informations sur les opinions politiques, les préférences personnelles, les craintes et les motivations des individus. En deuxième lieu, Cambridge Analytica a ensuite utilisé ces profils pour diffuser des publicités politiques extrêmement ciblées. Ainsi, les publicités utilisées étaient conçues pour provoquer de fortes émotions telles que la peur et la colère afin de modifier l'attitude des électeurs en faveur du candidat Trump. Bien qu'il soit difficile de l'affirmer avec certitude, cette opération aurait eu un impact direct sur le résultat de l'élections présidentielle américaine.

D. La Transparence

Il arrive que les algorithmes, d'IA utilisés dans le marketing, soient opaques. Ce qui pose un problème de transparence qui peut créer un manque de confiance chez les consommateurs, qui ne savent pas pourquoi certaines décisions sont prises à leur sujet. Effet, l'exemple de la société Uber illustre clairement cette problématique. Ainsi, Uber, utilise des algorithmes d'IA pour faire de la "tarification dynamique" des trajets en temps réel en fonction de plusieurs facteurs comme la demande des clients, la disponibilité des chauffeurs, les conditions de circulation,...etc.

En 2017, l'enquête du Wall Street Journal intitulée « *How Uber deceives the authorities worldwide* » a révélé des problèmes importants liés à la transparence des algorithmes de tarification dynamique d'Uber [12]. Ainsi, l'enquête a montré que les critères de tarification d'Uber sont opaques dans la mesure où Uber n'a pas donné d'explications précise sur les poids attribués à chaque facteur dans leur algorithme de tarification. De plus, les algorithmes d'Uber pouvaient potentiellement pratiquer une discrimination des prix en fonction des caractéristiques des utilisateurs, telles que la localisation géographique.

En effet, il arrive parfois que des IA donnent des résultats inattendus et incompréhensibles ou « boîte noire » au point où les créateurs des mêmes algorithmes sont incapable d'en expliquer les raisons d'où la nécessité de demander aux développeurs de

l'IA une plus grande transparence quant aux modes de fonctionnement des IA pour une meilleure compréhension des décisions algorithmiques [13].

IV. CONCLUSION

L'utilisation de l'IA dans le marketing offre des avantages significatifs en termes de personnalisation et d'efficacité, mais elle pose également des défis éthiques importants. Pour faire face à ces défis, les entreprises doivent ériger en priorité la transparence et la responsabilité dans leur utilisation de l'IA à des fins de marketing. Ainsi, les clients doivent être bien informés sur la manière dont leurs informations personnelles sont collectées et l'usage qui en a été fait. Les clients doivent aussi être en capacité de se désengager de toutes opérations marketing en ligne. De plus, les entreprises doivent engager leur responsabilité de tout préjudices que pourrait engendrer leurs actions marketing basées sur l'intelligence artificielle.

LES REFERENCES

- [1] J Montéréal, (2023). Disponible : <https://www.appvizer.fr/magazine/marketing/automatisation-marketing/ia-marketing>
- [2] M De Swarte (2024). Disponible : <https://www.meltwater.com/fr/blog/ia-et-marketing>
- [3] B. Rathore, « Revolutionizing the Digital Landscape: Exploring the Integration of Artificial Intelligence in Modern Marketing Strategies », *Eduzone: International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal*, vol. 5, pp. 8-13, 2016.
- [4] Le site web Intelligence-artificielle-school.com. Disponible : [intelligence-artificielle-school.com: https://www.intelligence-artificielle-school.com/alternance-et-entreprises/secteur-d-activite/marketing/](https://www.intelligence-artificielle-school.com/alternance-et-entreprises/secteur-d-activite/marketing/)
- [5] T Michaud, « Vers un filtre éthique pour les IA chargées de la vente? », *Management & Datascience*, vol. 7, 2023.
- [6] S Lebrun. (2024) Les enjeux éthiques de l'IA en 2024. Disponible : <https://www.upmynt.com/les-enjeux-ethiques-de-ia/>
- [7] A Gavand. (2023) Les algorithmes de facebook perpétuent des stéréotypes sexistes dans ses offres d'emploi. Disponible : <https://fr.linkedin.com/pulse/les-algorithmes-de-facebook-perp%C3%A9tuent-des-sexistes-dans-alain-gavand>
- [8] C Levenson. (2016) Facebook autorise les annonceurs à exclure des utilisateurs selon leur origine ethnique. Disponible : <https://www.slate.fr/story/127289/facebook-pub-exclure-utilisateurs-selon-origine-ethnique>
- [9] J Angwin et T Parris Facebook permet aux annonceurs d'exclure les utilisateurs en fonction de leur race. Disponible : <https://www.propublica.org/article/facebook-lets-advertisers-exclude-users-by-race>
- [10] CLARK, É. (2024). Disponible : www.forbes.com.
- [11] W Audureau Ce qu'il faut savoir sur Cambridge Analytica, la société au cœur du scandale Facebook. Disponible : [https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/03/22/ce-qu-il-faut-savoir-sur-cambridge-analytica-la-societe-au-c-ur-du-scandalefacebook_5274804_4408996.html#:~:text=Cambridge%20Analytica%20est%20accus%C3%A9%20d,Global%20Science%20Research%20\(GSR\).](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/03/22/ce-qu-il-faut-savoir-sur-cambridge-analytica-la-societe-au-c-ur-du-scandalefacebook_5274804_4408996.html#:~:text=Cambridge%20Analytica%20est%20accus%C3%A9%20d,Global%20Science%20Research%20(GSR).)
- [12] M Isaac How Uber deceives the authorities worldwide. Diponible : <https://www.nytimes.com/2017/03/03/technology/uber-greyball-program-evade-authorities.html>.
- [13] M Mansouri, « L'intelligence artificielle et la publicité : quelle éthique ? », *Enjeux numériques*, n°1, pp. 53-58, 2018.

Amélioration du rendement électrique d'un capteur PVT à eau intégré dans une serre

Attar issam¹, Najla khalifa ², Mariem lazaar³

1, 3 Laboratories of Thermal Processes, Research and Technology Center of Energy, Hammam-Lif, Tunis, Tunisia

2 Laboratory of structures and Advanced Technology, Research and Technology Center of Energy, Hammam-Lif, Tunis, Tunisia

Email 1 - issamwildattar@gmail.com Email 2 - najlabintkhalifa@gmail.com

Email 3 - mariem.lazaar74@gmail.com

Introduction :

La Tunisie se caractérise par un climat chaud et humide, durant une période assez longue de l'année. Au cours de cette période, plusieurs secteurs de l'économie nationale sensibles au problème de la climatisation et du conditionnement d'air, tels que le secteur de l'agro-alimentaire, utilisent des procédés classiques de refroidissement grand consommateurs d'énergie. L'objectif de cet article est d'utiliser uniquement l'énergie solaire pour le chauffage des serres.

Un capteur hybride photovoltaïque-thermique ayant la capacité de produire simultanément de l'énergie thermique et électrique a attiré l'attention des agriculteurs en Tunisie, notamment en termes d'amélioration des économies d'énergie et de réduction du coût de chauffage des serres agricoles en période froide de l'année. La Tunisie a un climat ensoleillé ; l'utilisation de l'énergie solaire pour chauffer les serres peut être une solution pour réduire le coût de chauffage à zéro. Une étude numérique et expérimentale a été réalisée précédemment sur le système de chauffe-eau solaire (SWHS) appliqué à une petite serre [1-3]. Il a été constaté que l'apport solaire est très insuffisant pour les besoins de chauffage [4-6]. Cependant, le chauffage par capteur photovoltaïque-thermique a été ajouté au système testé. La nouveauté de cet article réside dans une approche à long terme du fonctionnement d'un capteur hybride photovoltaïque-thermique dans les conditions climatiques tunisiennes ainsi l'amélioration de son rendement électrique. Le système de chauffage est basé sur des échangeurs de chaleur capillaires enterrés et suspendus, un capteur hybride photovoltaïque-thermique et une serre agricole.

Résultats :



Fig. 1 Photos de la serre avec le système de chauffage (PVT)

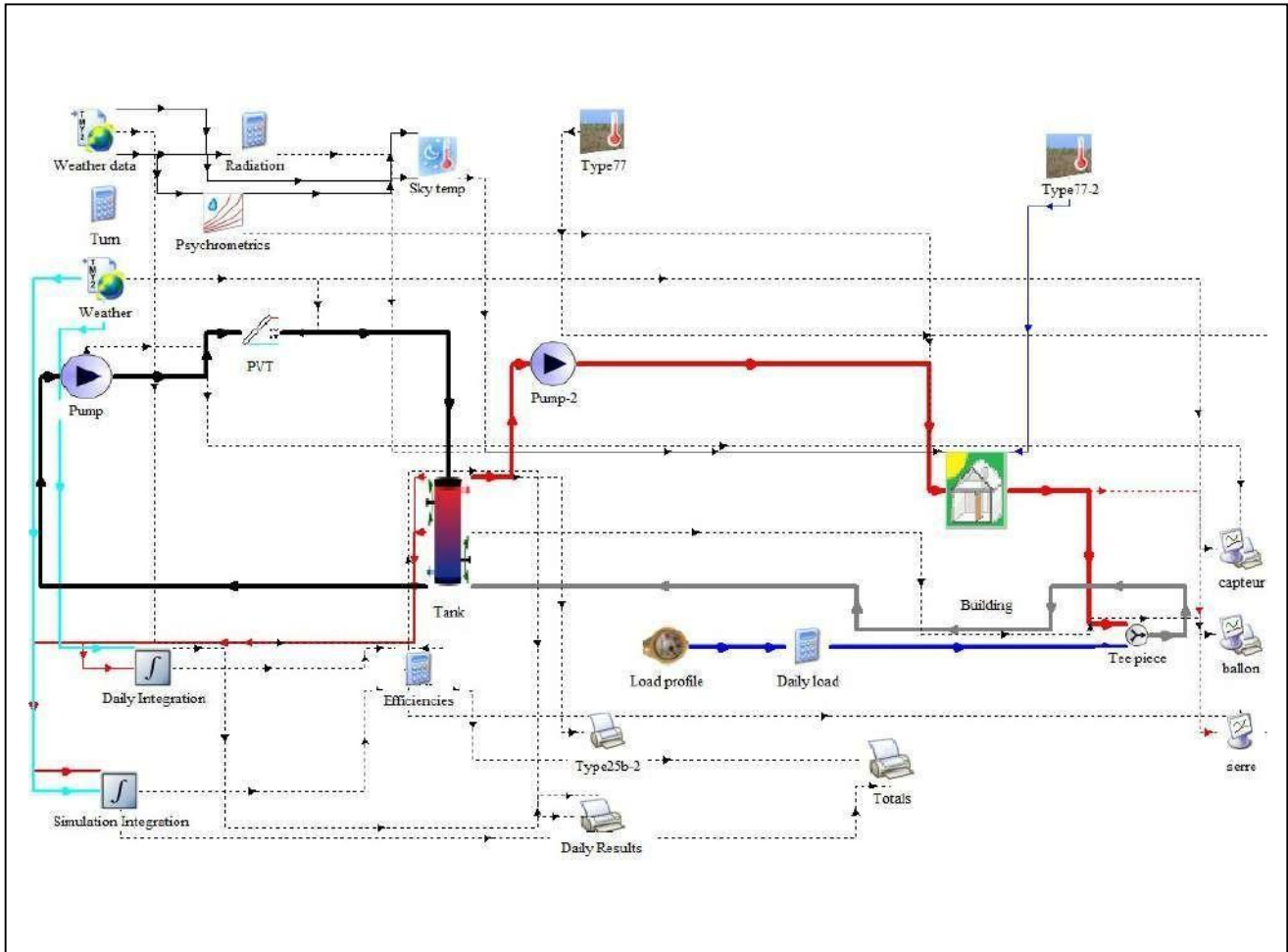


Fig. 2 Modèle du système complet à base de capteur PVT

Le système de stockage **Fig. 2.** est utilisé pendant la période d'automne (Septembre à Novembre), lorsque la température de l'air intérieur de la serre dépasse celle de consigne il est donc possible de stocker cette énergie dans le sol à travers quatre échangeurs deux aériens et deux souterrains en boucle fermée **Fig. 1.** Les deux échangeurs souterrains sont couplés à un capteur **PVT**. Ces deux sources d'énergies vont être additionnée et récupérée la nuit lorsque la température de l'air intérieur diminue et atteint celle de consigne. Le sol peut être utilisé comme un réservoir d'énergie. La quantité d'énergie stockée dans le sol peut satisfaire aux besoins de chauffage pendant la période hivernale.

La Fig. 3. représente la variation de la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur pour différents débits. Nous pouvons conclure que plus le débit est faible plus la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur est importante. Cela est dû aux échanges convectifs entre la surface du collecteur et le sol qui sont d'autant plus grands que le débit est plus faible et inversement.

En diminuant le débit d'entrée des échangeurs, la température maximale de l'air à l'intérieur de la serre augmente Fig. 4. Ceci est expliqué par le fait que plus le débit est faible plus il y a des échanges entre l'échangeur et le sol et l'impact du système de déstockage est important

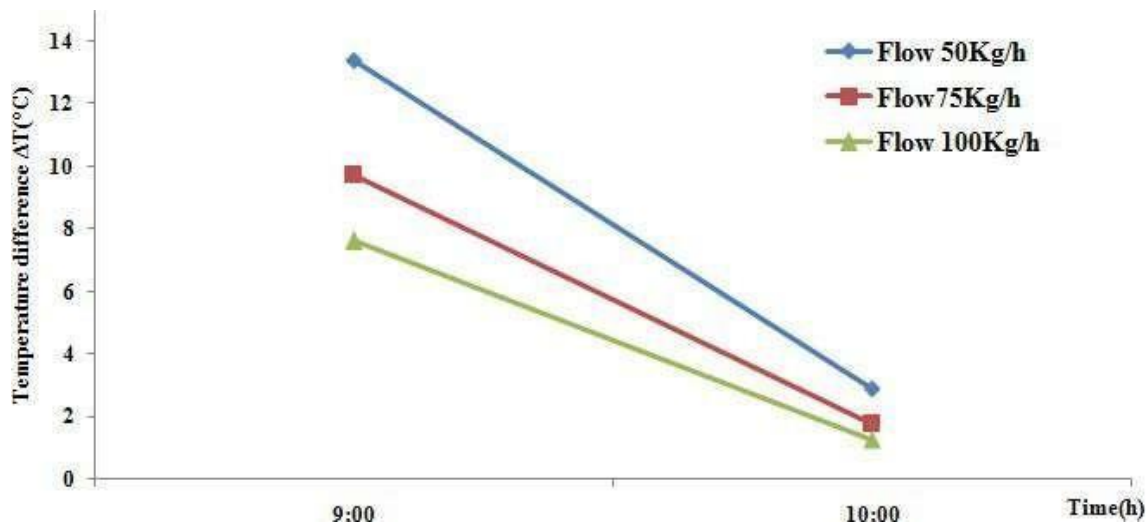


Fig. 3 Effet du débit d'entrée de l'échangeur sur la différence de température de l'eau entre l'entrée et la sortie de l'échangeur.

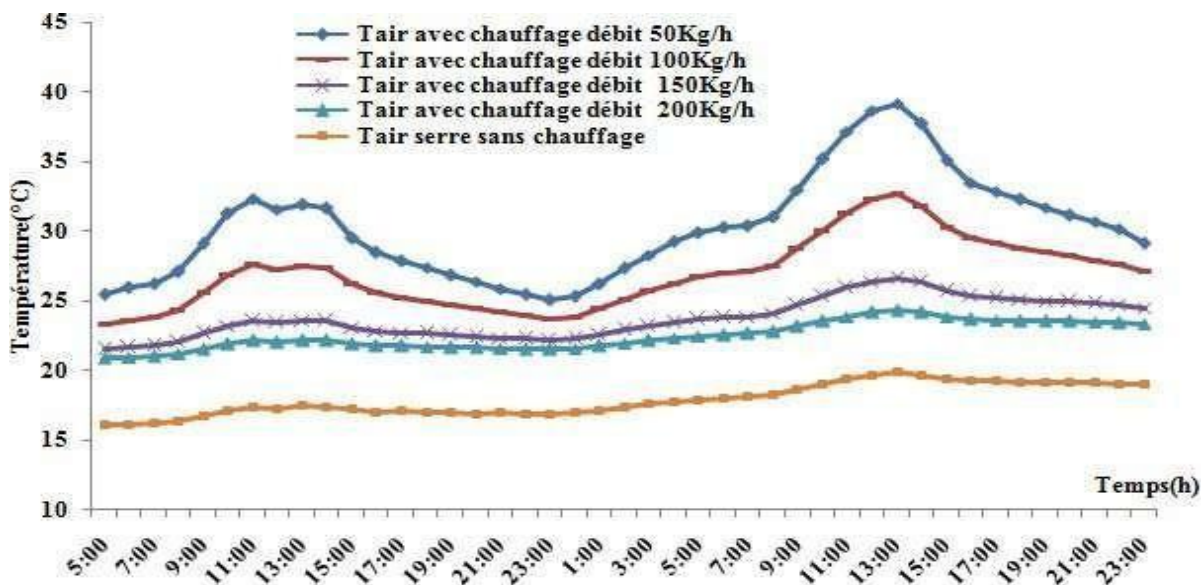


Fig. 4 Effet du débit d'entrée de l'échangeur sur la température de l'air intérieur de la serre

Le rendement électrique du capteur PVT pour un débit de 50kg/h à l'entrée de l'échangeur varie entre 9-24.1% .Ce dernier augmente jusqu'à 32.5% avec stockage dans le sol de la serre.

Conclusion :

Cette étude numérique nous a permis de conclure que:

-Plus le débit est faible plus la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur est importante.

-En diminuant le débit d'entrée des échangeurs, la température maximale de l'air à l'intérieur de la serre augmente.

- Le rendement électrique du capteur PVT augmente avec le stockage de l'énergie dans le sol de la serre.

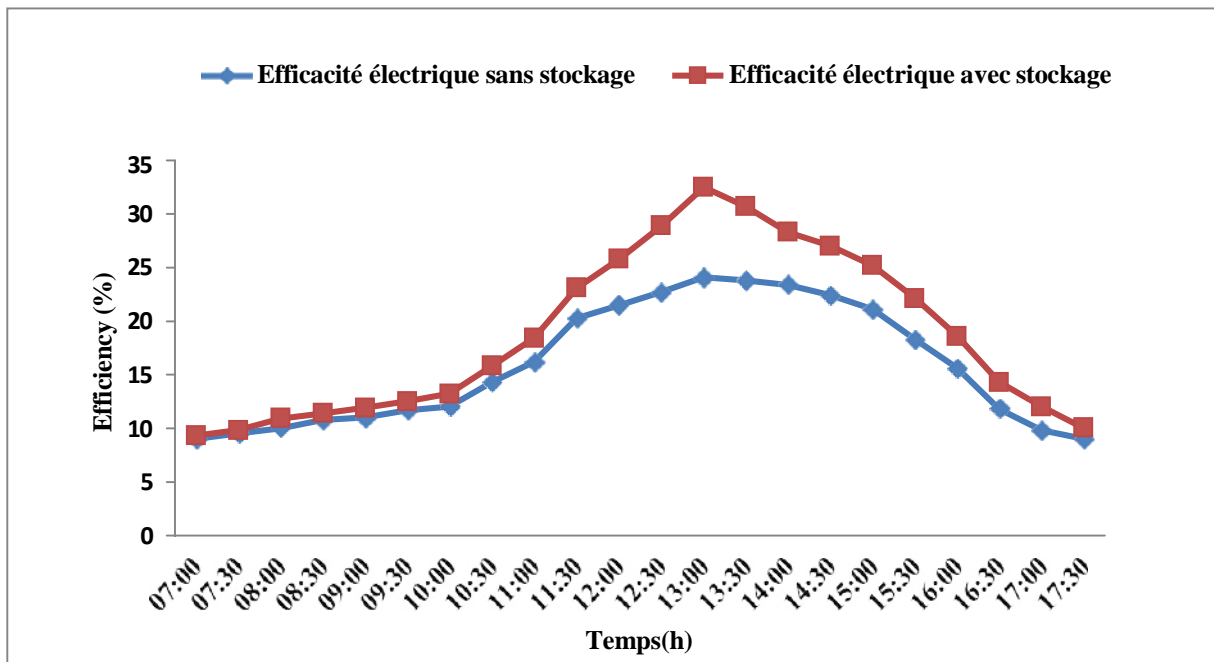


Fig. 5 Efficacité électrique du capteur sans et avec stockage dans le sol en fonction du temps

Références :

- [1] I.Attar, N. Naili, N. Khalifa, M. Hazami, A. Farhat., 2013. Parametric and numerical study of a solar system for heating a greenhouse equipped with a buried exchanger. *Energ. Convers. Manage.*,70, 163-173.
- [2] Fraisse, G., Menezo, C., Johannes, K., 2007. Energy performance of water hybrid PV/T collectors applied to combisystems of direct solar floor type. *Sol. Energy* 81, 1426–1438
- [3] S.A. Kalogirou, Y. Tripanagnostopoulos, Hybrid PV/T solar systems for domestic hot water and electricity production, *Energy Conversion and Management* 47 (2006) 3368–3382
- [4] F. Sarhaddi, S. Farahat, H. Ajam, A. Behzadmehr, Exergetic performance assessment of a solar photovoltaic/thermal (PV/T) air collector, *Energy and Buildings* 42 (2010) 2184–2199
- [5] B.J. Huang, T.H. Lin, W.C. Hung, F.S. Sun, Performance evaluation of solar photovoltaic/thermal systems, *Solar Energy* 70 (2001) 443–448
- [6] T.J.N. Schoen, Building-integrated PV installations in the Netherlands: examples and operational experiences, *Solar Energy* 70 (6) (2001) 467–477.

26/07/2024

L'Entrepreneuriat en Algérie : État des Lieux et Innovations des Business Models

2^{ème} Conférence Internationale sur les Sciences Appliquées
et l'Innovation (CISAI-2024)

Dounya ISSOLAH

Mohammed BAROUDI

Ecole Supérieure de Commerce, Alger

Résumé

Cet article explore l'état actuel de l'entrepreneuriat en Algérie, mettant en lumière son rôle crucial dans la stimulation de la croissance économique, la création d'emplois, et la diversification de l'économie.

Il aborde les défis que rencontrent les entrepreneurs, tels que la dépendance à l'économie pétrolière, l'accès au financement, et les infrastructures inadéquates, tout en soulignant les opportunités croissantes dans les secteurs non pétroliers, le soutien gouvernemental, et l'économie numérique. Les concepts de base du business model, notamment à travers l'utilisation du Business Model Canvas, sont détaillés, et une comparaison des Business Models de deux startups, Uber et Yassir, est effectuée pour illustrer les différentes approches et innovations possibles dans ce domaine.

Mots Clés :

*Entrepreneuriat, Business Model, Business Model Canvas,
Innovation, Startup*

Introduction

L'essor économique actuel est indubitablement façonné par la fulgurante expansion de la technologie. Ces dernières années ont vu les plus grandes puissances économiques mondiales, des fonds d'investissement aux capitaux à risque, concentrer leurs efforts et financements sur les start-ups. Initialement enracinée dans les années 70 en Amérique du Nord, particulièrement dans la Silicon Valley, cette tendance s'étend désormais à l'échelle planétaire. Des hubs technologiques émergent à Dubaï, Paris, Singapour, Tokyo, Nairobi, propulsant les start-ups bien au-delà des frontières de leurs pays d'origine.

Cependant, cette expansion n'est pas sans son lot de défis. La mondialisation, la digitalisation croissante et un environnement commercial de plus en plus compétitif soumettent les start-ups à des pressions inédites. Cela les pousse à réévaluer leurs stratégies, à réinventer leurs modèles d'affaires et à s'adapter aux exigences changeantes du marché. Dans ce contexte, le concept de Business Model, autrefois sujet à controverse sur le plan académique, émerge comme un domaine d'étude crucial pour les chercheurs et les praticiens de la gestion. Son adoption par la communauté scientifique met en lumière sa richesse conceptuelle et son rôle central dans la création de valeur.

En Algérie, l'entrepreneuriat joue un rôle essentiel dans la stimulation de la croissance économique, la création d'emplois, et la diversification de l'économie, particulièrement dans les secteurs non liés aux hydrocarbures comme la technologie et les services. Les start-ups algériennes innovent dans des domaines tels que les technologies de l'information, les énergies renouvelables et les services financiers, contribuant à la modernisation et à la compétitivité de l'économie nationale.

Cet article explore l'état actuel de l'entrepreneuriat en Algérie, en mettant l'accent sur les défis et les opportunités spécifiques à ce contexte. Il examine également l'importance des modèles d'affaires innovants, à travers une analyse détaillée du Business Model Canvas et une comparaison des Business Model de deux start-ups emblématiques, Uber et Yassir. En étudiant ces aspects, nous mettons en lumière les stratégies gagnantes et les innovations qui peuvent propulser les start-ups algériennes sur la scène internationale.

L'Entrepreneuriat en Algérie

En Algérie, l'entrepreneuriat joue un rôle crucial dans le développement économique et social du pays. En particulier, il contribue significativement à diversifier une économie traditionnellement dépendante des hydrocarbures. Les entrepreneurs algériens sont de plus en plus nombreux à innover dans des secteurs variés tels que la technologie, l'agriculture et les services, apportant ainsi des solutions nouvelles et créatives aux défis locaux. L'importance de l'entrepreneuriat en Algérie peut être soulignée à travers plusieurs aspects clés :

Création d'emplois : L'entrepreneuriat joue un rôle crucial dans la réduction du chômage en créant des emplois directs et indirects, particulièrement nécessaires dans les pays avec un taux de chômage élevé chez les jeunes. De plus, de nombreuses initiatives entrepreneuriales visent à inclure les jeunes

et les femmes, souvent marginalisés sur le marché du travail traditionnel, en leur offrant des opportunités de développement professionnel et économique.

Amélioration des conditions de vie : Les entreprises sociales et les entrepreneurs sociaux travaillent à résoudre des problèmes communautaires tels que l'accès à l'eau potable, l'éducation et la santé.

Diversification Économique : En Algérie, l'entrepreneuriat dans des secteurs non liés aux hydrocarbures, tels que la technologie, l'agriculture et les services, aide à diversifier l'économie et à réduire la dépendance aux revenus pétroliers. De plus, les start-ups et petites entreprises innovent dans des domaines comme les technologies de l'information, les énergies renouvelables et les services financiers, ouvrant de nouveaux marchés et créant des opportunités économiques.

Innovation et Compétitivité : Les entrepreneurs stimulent l'innovation en apportant des idées et des solutions nouvelles aux problèmes locaux, allant des technologies numériques aux solutions durables pour l'agriculture et l'industrie. Un écosystème entrepreneurial dynamique améliore également la compétitivité du pays en introduisant de nouveaux produits et services sur le marché.

Développement Local et Régional : L'entrepreneuriat dynamise les économies locales en stimulant la demande pour des biens et services locaux, contribuant ainsi au développement régional. De plus, il peut jouer un rôle crucial dans la réduction des disparités économiques entre les régions en favorisant le développement des zones rurales et moins développées, renforçant ainsi la cohésion économique nationale.

L'entrepreneuriat en Algérie doit faire face à plusieurs défis majeurs qui entravent son développement et sa croissance. Ces obstacles rendent difficile pour les entrepreneurs de lancer et de faire prospérer leurs entreprises.

Dépendance à l'Économie Pétrolière : L'économie algérienne, fortement dépendante des revenus pétroliers, est vulnérable aux fluctuations des prix du pétrole, ce qui peut affecter la stabilité économique et le financement des startups. Pour remédier à cette fragilité, il est crucial de diversifier l'économie en soutenant activement d'autres secteurs par des politiques et des initiatives adaptées.

Accès au Financement : Le manque de capital-risque et d'investissements privés limite le financement des startups et petites entreprises, tandis que les procédures complexes pour obtenir des prêts et des subventions découragent les entrepreneurs potentiels.

Infrastructure Inadéquate : Malgré des progrès, l'infrastructure numérique insuffisante dans certaines régions limite l'accès à Internet et aux technologies essentielles pour les entreprises modernes. De plus, les infrastructures de transport et de logistique inadéquates compliquent la distribution des produits et services.

Réglementations et Bureaucratie : La bureaucratie lourde rend les procédures administratives pour créer et gérer une entreprise complexe et chronophage, tandis que des réglementations restrictives peuvent ne pas être adaptées aux nouveaux modèles d'affaires innovants, freinant ainsi l'entrepreneuriat.

En surmontant les défis et en tirant parti des opportunités, l'Algérie peut créer un environnement propice à l'innovation et à l'entrepreneuriat, stimulant ainsi la croissance économique et le développement durable. Les opportunités de développement de l'Entrepreneuriat en Algérie sont diverses, nous pouvons citer :

Croissance des Secteurs Non Pétroliers : Le secteur technologique algérien est en pleine expansion avec de nombreuses startups innovantes dans la fintech, l'e-commerce et les applications mobiles, tandis que l'agriculture et l'agro-industrie offrent des opportunités significatives, notamment pour l'exportation de produits agricoles.

Soutien Gouvernemental : Le gouvernement encourage l'entrepreneuriat à travers divers programmes de financement et de soutien tels que l'ANSEJ et l'ANGEM, tandis que des incubateurs et des accélérateurs offrent mentorat, ressources et financement aux startups.

Marché Local en Expansion : L'Algérie, avec sa population jeune et dynamique, génère une forte demande pour de nouveaux produits et services, tandis que l'urbanisation croissante crée des opportunités dans les secteurs de la construction, des services urbains et des infrastructures.

Économie Numérique : L'e-commerce est en plein essor en Algérie, surtout après la pandémie de COVID-19, avec une augmentation des plateformes de vente en ligne et des services de livraison. Parallèlement, les entreprises locales adoptent de plus en plus les technologies numériques pour améliorer leur efficacité et atteindre de nouveaux clients.

Concept du Business Model

Dans le monde des affaires contemporain, les stratèges et les gestionnaires ont à leur disposition une gamme diversifiée d'outils et de modèles pour définir et exécuter des stratégies efficaces. Tous ces outils ont pour objectif d'aider les entreprises à élaborer, mettre en œuvre et évaluer leur stratégie d'entreprise de manière plus méthodique et efficace. Les modèles visent à concrétiser des théories tout en offrant un cadre de réflexion. De ce fait, nous considérons que l'émergence du concept de "Business Model" représente une avancée significative, répondant aux préoccupations actuelles des managers.

Le Business Model est défini comme étant l'ensemble des mécanismes permettant à une entreprise de créer de la valeur à travers la proposition de valeur faite à ses clients, son architecture de valeur et la manière de capter cette valeur pour la transformer en profit (Lehmann-Ortega Laurence & Schoettl Jean-Marc, 2005). Cette définition met en évidence les principaux aspects du Business Model insistant sur la création de valeur pour les clients par le biais de la proposition de valeur de l'entreprise, ainsi que sur la manière dont cette valeur est capturée et transformée en profit. Cela souligne l'importance de comprendre comment une entreprise articule sa proposition de valeur et organise ses activités pour garantir sa rentabilité. Cependant, il pourrait être bénéfique d'approfondir certains détails sur les mécanismes spécifiques utilisés pour créer et capturer cette valeur, ainsi que sur la manière dont ces aspects interagissent pour soutenir la performance globale de l'entreprise.

En explorant le concept de Business Model au-delà de sa simple définition, on constate une diversité de composantes clés. La littérature met en évidence une variabilité significative dans les propositions des auteurs de modèles de BM, soulignant ainsi une hétérogénéité remarquable. Il est clair que les

caractéristiques du concept varient selon la nature et la stratégie propres à chaque entreprise. Dans l'ouvrage *Business Model Generation*, (Osterwalder, A & Pigneur, Y, 2010) ont élaboré une méthode, le Business Model Canvas, basée sur un concept constitué de 9 blocs : la proposition de valeur, les activités-clés, le réseau de partenaires, les ressources clés, la structure des coûts, les relations avec les clients, les segments de clients, les canaux de distribution et les flux de recettes.

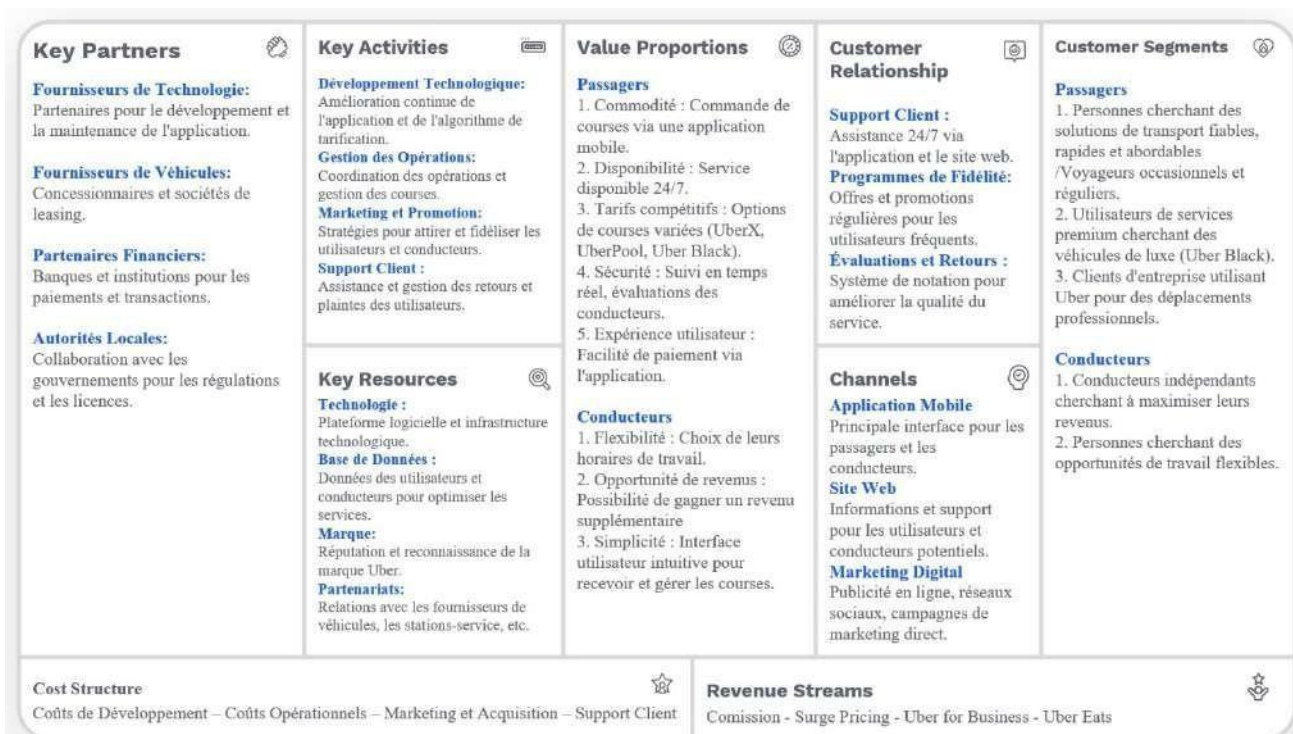
L'innovation du modèle d'affaires est une composante clé du processus d'innovation globale d'une entreprise. Chesbrough et Rosenbloom soulignent que les entreprises doivent innover non seulement dans leurs produits ou services, mais aussi dans la manière dont elles créent, fournissent et capturent de la valeur pour leurs clients. Cette perspective élargie de l'innovation inclut la conception de nouveaux modèles économiques et la reconfiguration des modèles existants pour mieux répondre aux besoins du marché et aux opportunités émergentes (Chesbrough, H & Rosenbloom, R, 2002). De même, Osterwalder et Pigneur ont développé le concept de "*Business Model Canvas*", un outil largement utilisé pour décrire, analyser et innover les modèles d'affaires. Leur approche met l'accent sur la visualisation et la compréhension des neuf composantes clés d'un modèle d'affaires, ce qui permet aux entreprises d'identifier les domaines où des innovations peuvent être apportées pour créer de la valeur de manière différente et innovante (Osterwalder, A & Pigneur, Y, 2010).

Selon De Jong et Van Dijk, identifier le modèle d'affaires prédominant nécessite de déterminer la principale croyance de l'industrie sur la manière de créer de la valeur. Décomposer la croyance la plus importante en idées de soutien se fait en examinant les croyances sous-jacentes concernant les besoins et les interactions des clients, la technologie, la réglementation, l'économie commerciale et les modes de fonctionnement dans l'industrie. Transformer une idée de soutien en une nouvelle approche, c'est convertir une idée de soutien en une approche novatrice et formuler une proposition nouvelle et radicalement différente des approches actuelles utilisées dans l'industrie. Tester votre nouvelle approche en mettant à l'épreuve votre nouvelle approche avec l'utilisation d'une approche qui a déjà prouvé son succès dans une autre industrie. Enfin, transformer la nouvelle approche en un nouveau modèle économique pour l'industrie se base sur le fait de faire évoluer la nouvelle approche vers un nouveau modèle économique pour l'industrie en passant du modèle économique existant à la nouvelle approche et en évaluant comment celle-ci crée de la valeur (de Jong, M & van Dijk, M, 2015).

Les recherches dans le domaine des Business Model, comme celles menées par Teece (2010), Teece (2018), et Zott et Amit (2008), soulignent l'importance de l'innovation pour les start-ups afin de maintenir leur compétitivité sur des marchés en constante évolution. Par exemple, Teece (2018) met en lumière l'importance des capacités dynamiques, telles que la flexibilité et la capacité d'adaptation, pour assurer la survie à long terme des start-ups dans des environnements changeants.

Analyse du Business Model de Uber

Figure : Business Model Uber



Source: www.uber.com

Uber a su établir un modèle économique robuste en combinant innovation technologique, stratégie de réseau efficace et diversification des services. L'application mobile d'Uber, au cœur de son offre, permet une collecte et une analyse avancée des données pour optimiser en permanence les services et offrir une expérience utilisateur fluide. Cette technologie crée une barrière à l'entrée pour les concurrents en consolidant l'effet de réseau, où l'augmentation du nombre d'utilisateurs et de chauffeurs améliore l'efficacité et l'attractivité du service. Uber se distingue par sa capacité à s'adapter aux marchés locaux, ajustant ses services et prix en fonction des spécificités régionales, tout en maintenant une cohérence globale. La diversification des revenus, à travers des services complémentaires comme Uber Eats et Uber Freight, réduit la dépendance au seul secteur des transports et ouvre de nouvelles opportunités. Cependant, Uber doit constamment gérer des défis liés à la réputation et à la conformité réglementaire, investissant dans des stratégies pour maintenir une image positive et naviguer dans un environnement complexe. La stratégie de pricing dynamique permet de maximiser les revenus tout en équilibrant l'offre et la demande, bien que cela puisse parfois créer des perceptions négatives. Enfin, la dépendance d'Uber à ses partenariats avec les chauffeurs souligne l'importance de maintenir des relations solides avec ses partenaires pour garantir une opération efficace. La vision à long terme d'Uber, visant à transformer divers secteurs au-delà du transport traditionnel, reflète son ambition de devenir un acteur central dans divers aspects de la vie quotidienne.

Analyse comparative – Yassir –

Uber se distingue par sa plateforme mondiale offrant une vaste gamme de services comme UberX, UberPOOL, et Uber Eats. Cette diversité permet à Uber d'atteindre une clientèle internationale via une application mobile unique. En matière de revenus, Uber applique des frais de service et des commissions variables en fonction de différents critères, tels que la distance parcourue et les

événements spéciaux (par exemple, les hausses tarifaires lors de grandes manifestations ou durant les heures de pointe). Cette variabilité des prix est conçue pour maximiser les revenus en réponse à la demande fluctuante et à la capacité du réseau de chauffeurs. Cependant, cette stratégie entraîne également une structure de coûts élevée liée aux investissements importants dans la technologie et l'infrastructure nécessaires pour maintenir une opération fluide à l'échelle mondiale. Yassir, en revanche, adopte une approche plus ciblée avec un accent sur les marchés locaux. Contrairement à Uber, Yassir peut offrir des prix plus stables, en particulier dans des contextes régionaux où la demande est moins volatile. Par exemple, Yassir pourrait fixer des tarifs fixes pour ses services de transport, ce qui peut être avantageux dans des zones où la demande est plus prévisible et stable. En matière de paiement, Yassir peut également adapter sa technologie de paiement aux préférences locales. Dans certaines régions, Yassir pourrait privilégier les paiements en espèces, en raison des habitudes culturelles ou des limitations en matière d'infrastructure bancaire. Cette approche permet à Yassir de mieux répondre aux besoins locaux et de réduire les coûts liés aux systèmes de paiement électroniques sophistiqués.

Voici un tableau comparatif qui met en évidence les différences clés entre Uber et Yassir en termes de modèle économique, tarification, et technologie de paiement.

Tableau : Tableau comparatif Business Model Uber et Yassir

Aspect	Uber	Yassir
Portée	Mondiale	Régionale / Locale
Services Offerts	UberX, UberPOOL, Uber Eats, Uber Freight	Transport et livraison adaptés aux besoins locaux
Application	Application mobile unique pour tous les services	Application mobile adaptée aux marchés locaux
Modèle de Tarification	Tarification variable, avec hausses lors d'événements et heures de pointe	Tarification plus stable et prévisible
Revenus	Commissions variables et frais de service sur divers services	Revenus potentiels par abonnements ou partenariats locaux
Investissements	Forte investissement en technologie et infrastructure pour la gestion mondiale	Investissements adaptés aux besoins régionaux
Structure des Coûts	Coûts élevés en raison de la gestion globale et des technologies avancées	Structure de coûts potentiellement plus optimisée et ciblée
Méthodes de Paiement	Paiement par carte bancaire et électronique avec options de paiement en ligne	Paiement en espèces possible, adapté aux habitudes locales

Flexibilité des Prix	Prix ajustés en fonction de la demande et des événements spéciaux	Prix fixes ou stables en fonction de la demande locale
Partenariats	Partenariats internationaux pour soutenir l'expansion mondiale	Partenariats locaux pour renforcer la présence régionale

Source : Elaboré par moi même

Perspectives -Expansion et Innovation-

Les perspectives d'avenir pour Uber et Yassir sont façonnées par leurs BM distincts, leurs stratégies de croissance, et les évolutions technologiques et réglementaires dans le secteur des services de mobilité. Uber continue de se diversifier et d'innover pour maintenir son leadership mondial. L'entreprise investit massivement dans des technologies telles que les véhicules autonomes et les solutions de mobilité durable, avec l'objectif de transformer le secteur du transport urbain. Uber a récemment lancé des initiatives telles que le programme "Uber Elevate" pour explorer les taxis volants et améliorer la mobilité urbaine. De plus, Uber s'engage dans l'expansion de ses services au-delà du transport, notamment avec des services de logistique à grande échelle. Yassir, en tant qu'acteur régional, est bien positionné pour capitaliser sur les spécificités locales des marchés qu'il dessert. L'entreprise pourrait se concentrer sur l'expansion dans de nouveaux marchés émergents au sein de la région MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord) et en Afrique subsaharienne, où il existe une demande croissante pour des services de mobilité adaptés localement. Yassir pourrait également continuer à innover en adaptant ses services aux besoins locaux et en intégrant des solutions de paiement mobiles, qui sont de plus en plus populaires dans ces régions.

Conclusion et Réflexion -Modélisation-

La modélisation des Business Models offre une perspective analytique sur les approches adoptées par différentes entreprises pour atteindre leurs objectifs commerciaux. En examinant des modèles économiques variés, les startups peuvent identifier les éléments clés qui contribuent au succès de ces entreprises dans leurs marchés respectifs. Par exemple, en comparant les modèles d'Uber et de Yassir, on observe que Uber utilise une stratégie de tarification dynamique et une forte présence technologique pour maintenir son avantage concurrentiel à l'international, tandis que Yassir se concentre sur l'adaptation locale et la flexibilité tarifaire pour capter des niches régionales. Chaque marché présente des caractéristiques uniques et des besoins spécifiques. La capacité d'une startup à adapter son modèle économique aux conditions locales est essentielle pour réussir à l'international. Par exemple, la préférence pour les paiements en espèces dans certaines régions, comme le montre le modèle de Yassir, contraste avec la préférence pour les paiements électroniques dans les marchés occidentaux où Uber opère principalement. Une startup qui peut moduler son modèle économique en fonction des préférences locales tout en maintenant une cohérence globale est mieux positionnée pour s'étendre efficacement à l'international. Pour une startup cherchant à entrer sur le marché international, la

modélisation des BM aide à formuler une stratégie globale qui intègre les meilleures pratiques tout en restant adaptable aux particularités locales. En combinant les succès observés dans différents modèles économiques, les startups peuvent créer un business model hybride qui optimise les chances de succès sur différents marchés. Cela inclut la mise en œuvre d'éléments de tarification flexible, d'adaptations culturelles, et d'investissements technologiques selon les besoins spécifiques de chaque région. Il est donc pertinent, pour les futures recherches, d'analyser plusieurs Business Models afin d'identifier le plus efficace pour permettre à une startup algérienne d'exporter ses services avec succès.

Bibliographie

Casadesus-Masanell, R., & Ricart, J. E. (2011). How to design a winning business model. Harvard Business Review, 89(1-2), 100-107.

Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. Industrial and Corporate Change, 11(3), 529-555.

de Jong, M., & van Dijk, M. (2015). Disrupting beliefs: A new approach to business-model innovation. McKinsey Quarterly.

Demil, B., & Lecocq, X. (2010). Business Model Evolution: In Search of Dynamic Consistency. Long Range Planning, 43(2-3), 227-246.

Keen, P., & Williams, R. (2013). Value Architectures for Digital Business: Beyond the Business Model. MIS Quarterly, 37(2), 643-647.

Lehmann-Ortega, L., & Schoettl, J.-M. (2005). From buzzword to managerial tool: The role of business models in strategic innovation. The European Academy of Management Conference.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons.

Ostrom, A. L., Parasuraman, A., Bowen, D. E., Patricio, L., & Voss, C. A. (2015). Service Research Priorities in a Rapidly Changing Context. Journal of Service Research, 18(2), 127-159.

Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. Long Range Planning, 43(2-3), 172-194.

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. Long Range Planning, 51(1), 40-49.

Zott, C., & Amit, R. (2008). The fit between product market strategy and business model: implications for firm performance. Strategic Management Journal, 29(1), 1-26.

Sources Web

[Uber Freight and self-driving trucks startup Aurora partner for the long haul | TechCrunch](#)

[Uber Filed Patent to Predict Customer Habits With AI - Business Insider](#)

https://www.uber.com/fr/fr/about/?uclid_id=5913997d-3650-471d-8187-edb24282a6cd

<https://www.yassir.com>

[*Startups en activité : l'Algérie dans la cour des grands - Resilient Digital Africa*](#)

<https://www.aps.dz/economie/150427-start-up-plus-de-5000-start-up-recensees>

<https://www.jeunefrique.com/1324997/economie-entreprises/algerie-plus-de-750-start-up-labellisees/>

Gestion des huiles usagées

Yousra EL Omari Alaoui^{#1}, Hanae El Kalkha^{#2}

^{#1}Laboratoire des Technologies Innovantes de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger, Maroc
elomari.yousra@gmail.com

^{#2}Laboratoire des Technologies Innovantes de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger, Maroc
mae.hanae@uae.ac.ma

Abstract— The purpose of this article is to learn about the different sources of used oils and the treatment processes available in order to conserve the environment and comply with regulatory requirements.

Keywords— Oil , environment , regeneration , treatment , recycling

I. INTRODUCTION

Les huiles usagées sont des sources d'énergie et de matières premières non renouvelables qui peuvent être réutilisées et recyclées. La gestion des déchets des huiles usagées est un processus qui vise à minimiser l'impact négatif des huiles usagées sur l'environnement. Elle comprend la collecte, le traitement et la valorisation des huiles usagées.

II.

LES TYPES DES HUILES USAGÉES

Il existe deux catégories d'huiles usagées :

Les huiles noires : Elles proviennent de la lubrification. Ces huiles sont chargées en résidus de combustion et en métaux car elles ont été soumises à des conditions mécaniques et thermiques sévères. Les huiles noires représentent un pourcentage important dans la totalité des huiles usagées.

Les huiles claires : Elles peuvent être régénérées facilement à travers un procédé de purification simple.

TABLEAU I
DIFFERENTS ORIGINES DES HUILES USAGEES

Origine	Spécificité
Automobile	- Huiles pour moteurs diesel/ essence
	- Huiles multifonctionnelles
	- Huiles pour transmissions automatiques
	- Huiles pour engrenages automobiles
Industrie	- Huiles pour le traitement thermique
	- Huiles pour les compresseurs d'air à gaz
	- Huiles pour les engrenages industriels
Aviation	- Huiles pour les moteurs d'avion

III. PROBLEMATIQUE

Quelle est la différence entre les deux types de traitement : le recyclage et la régénération des déchets huileux ?

IV. LES HUILES DE LUBRIFICATION – COMPOSANTES

Les huiles de lubrification sont formulées d'une huile de bases minérales issues d'un pétrole brut après traitement, dopée d'un paquet d'additifs convenablement choisis pour que le lubrifiant puisse assurer sa fonction requise malgré les contraintes.

Le lubrifiant permet de :

- Réduire les frottements dans les machines et par conséquent d'économiser l'énergie.
- D'évacuer les calories venant des parties chaudes du moteur s'il circule et s'il peut céder sa chaleur au niveau extérieur.
- Combattre l'usure des machines sous toutes ses formes : usure adhésive et grippage, usure par fatigue, corrosion de contact.
- Protéger les organes contre les corrosions humide et acide.
- Mettre en route l'organe à lubrifier à toutes températures.

Les huiles usagées, sont des huiles qui sont contaminées après utilisation, ses propriétés altérées, ne peuvent pas continuer à remplir leurs tâches convenablement.

V. LES HUILES USAGÉES EN CHIFFRE AU MAROC

Selon la stratégie nationale de réduction et de valorisation des déchets de Mars 2019, le gisement des déchets est 173704 T/an en 2015 [5].

TABLEAU II
L'évolution et la prospection des taux de recyclage des huiles au MAROC

Année	Gisement (T/an)	Quantité à recyclé (T/an)	Taux de recyclage
2015	173704.50	62533	36%
2025			50%
2030	339325		70%

VI. DESCRIPTION DU PROCESSUS

A. Pourquoi le traitement

Peu biodégradable, les huiles usagées peuvent constituer un danger pour l'environnement naturel. A titre illustratif, 1 litre d'huile suffit pour polluer 1 million de litres d'eau.

Les huiles usagées contiennent des polluants à savoir :

- Des métaux lourds
- Des résines
- Des suies

- Du chlore obtenu à travers des additifs de lubrification
- Des acides organiques issus de l'oxydation partielle de l'huile
- Des composés aromatiques
- Des Phénols

B. Stockage

La réglementation marocaine définit les règles de stockage des huiles usagées, le générateur doit [2]:

- Disposer d'une aire de stockage
- Eviter tout mélange avec de l'eau ou tout autre déchet non huileux.
- L'aire de stockage doit être aménagée de façon à assurer une protection efficace de l'environnement contre une contamination par les eaux de ruissellement
- Elle doit notamment être couverte et protégée contre les eaux météoriques au moyen d'un bardage et d'un mur de protection
- L'aire de stockage doit être accessible aux véhicules chargés d'assurer la collecte des huiles usagées
- Les conteneurs et les fûts destinés au stockage des huiles usagées doivent avoir été prévus à cet effet et notamment ils doivent être rigides, étanches, solides, résistants au claquage et à l'écrasement dans des conditions normales d'utilisation
- Les conteneurs et les fûts utilisés pour le stockage des huiles usagées doivent porter une étiquette imperméable portant les mentions indélébiles « huiles usagées des codes 13-02 et 13-03 du catalogue marocain des déchets » et présenter le sigle international de danger chimique ainsi que la date de stockage.
- Ils doivent être hermétiquement fermés pour prévenir toute fuite durant leur transport.

C. Transport

Le transport des huiles usagées consiste à récupérer les huiles usagées des sources de génération vers les filières de traitement.

Cette étape est faite par des sociétés autorisées à cet effet, la société doit avoir :

- Une autorisation de transport
- Un véhicule autorisé pour le transport des huiles usagées
- Formation du chauffeur en ADR (accord européen de transport des déchets dangereux par route) valable

Vers la fin de l'opération de collecte des déchets le transporteur génère un bordereau de suivi des déchets BSD en 3 modèles [3]

D. Traitement

La société de traitement des huiles usagées doit être autorisée (l'autorisation est valable 5 ans) à cet effet conformément à la réglementation en vigueur.

La société de traitement doit délivrer un certificat d'acceptabilité préalable (CAP- volet A et B) à la société génératrice avant la collecte des déchets des huiles usagées.

Après l'élimination des déchets des huiles usagées, la société de traitement délivre un certificat d'élimination à la société génératrice.

Le traitement des huiles usagées noires peut se faire de deux manières :

- ✓ Sont soit incinérées en centre spécialisé ou en cimenterie (VALORISATION ENERGETIQUE)

- ✓ Soit régénérées (RECYCLAGE)

1) Les analyses des huiles usagées:

Pour un contrôle initial des huiles usagées, les tests de qualité suivants sont obligatoirement effectués :

- Test de gout (drop test) : Ce test est basé sur le principe de chromatographie sur papier. Suivant le type contaminant, le taux d'absorption sur le papier filtre est différent. Le fuel oil présentera des propriétés d'absorption/désorption différentes de cette huile de graissage.
- Chlore test : Ce test permet d'indiquer d'une manière qualitative si des polluants chimiques indésirables (dérivés chlorés P.C.B etc.....) sont présents dans l'huile usagée. Le principe du test consiste à chauffer à la flamme un fil de cuivre recouvert d'huile usagée. La présence du chlore est détectée par la couleur verte de la flamme due à la formation de chlorure de cuivre qui est volatil.



- Test des acides grass (fat test)
- Détermination de la teneur en eau

2) le recyclage des huiles :

Le procédé de régénération est celui qui est utilisé pour donner une nouvelle vie aux huiles usagées récupérées. Durant ce procédé, l'huile usagée est soumise à différents traitements de raffinage élaborés. A la fin du processus, un nouveau lubrifiant qui égalera sans problème le rendement des huiles vierges est obtenu. La régénération des huiles usées est très bénéfique d'un point de vue environnemental . En effet, ce procédé génère 80% moins de gaz à effet de serre au litre que la production d'huile neuve à moteur à partir de pétrole brut.

Avant de soumettre l'huile usée à un traitement à l'acide, l'huile subit une filtration pour éliminer les impuretés, telles que les copeaux métalliques, sable, poussière, particules et micro impuretés. Cela est réalisé à l'aide d'un entonnoir muni d'un papier filtre placé sur ce dernier, ensuite une pompe à vide est reliée à un ballon de filtration dans lequel l'entonnoir est fixé à l'aide d'un bouchon en caoutchouc. Pour le procédé de traitement à l'acide, l'huile lubrifiante usée est agitée à fond pour favoriser l'homogénéité. Le mélange d'huile est transféré dans une centrifugeuse et est centrifugé à 1500 tr/min pendant quelques minutes. Ensuite, on laisse l'huile au repos avant la décantation dans un béccher. Le mélange du liquide décanté est distillé pour éliminer l'eau, l'essence et autres liquides. Le contenu dans le ballon est refroidi et traité avec le H₂SO₄ concentrée à 98 % dans l'ampoule à décantation avec une forte agitation du mélange. On laisse reposer pendant 48 heures, on constate ainsi la formation de deux couches/phases. La boue est retirée du bas de l'ampoule à décanter. Après, on ajoute la solution de NaOH à 10 % pour neutraliser l'acide. On laisse ensuite décanter sans agitation. La phase alcaline, qui est formée à la partie inférieure, est enlevée et l'huile de lubrification est lavée avec de l'eau chaude deux fois. L'huile est chauffée par un bruleur tout en étant connecté à une pompe à vide. [10]

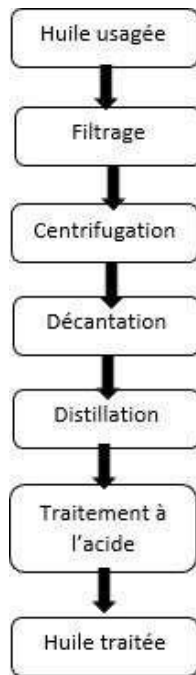


Fig. 1 Les étapes de processus de recyclage des huiles

3) la valorisation des huiles :

Cette section décrit les traitements des huiles usées qui, en raison de leur pouvoir calorifique, sont traitées en vue de produire une matière principalement utilisée comme combustible. Les huiles usées utilisées comme combustible ont une valeur économique. Il existe un certain nombre d'applications de brûlage des huiles usées, différenciables par la température à laquelle elles brûlent et la technologie de contrôle utilisée pour réduire les impacts sur l'environnement. Avant d'être utilisées comme combustible, ces huiles doivent faire l'objet de plusieurs traitements de nettoyage ou de transformation. Ces traitements et procédés sont principalement appliqués en vue d'obtenir, à partir des déchets, une matière qui sera utilisée comme combustible, ou afin de modifier ses propriétés physico-chimiques pour une meilleure récupération de son pouvoir calorifique.

Les procédés pour convertir les huiles usagées en combustible sont les suivants:

- Les traitements primaires :

La première étape, fortement recommandée, consiste à éliminer les composés volatils (Eau, essence, solvants). On entend par traitement primaires :

- la décantation qui a pour but de séparer une partie de l'eau et des sédiments,
- la filtration
- l'étêtage.

- Les procédés d'élimination des polluants

La deuxième étape consiste à extraire les métaux et les métalloïdes qui se traduisent par les additifs, l'essence, ou l'usure du moteur et qui restent en suspension dans l'huile.

- L'ultrafiltration

Le développement de la technique de séparation par membranes a encouragé les chercheurs à élargir le champ d'applications à la séparation en milieu organique, comme la purification des huiles usagées. Il est utile de rappeler que la filtration, ou même la microfiltration, ne permettent pas la séparation des macromolécules présentes dans l'huile, et de masse moléculaire comprise entre 103 kg / mol et 106kg / mol.

Cette technique exige un fiable diamètre de pores du milieu filtrant, de quelques dizaines à quelques centaines d'angströms. Les exigences croissantes de pureté dans l'utilisation des produits en aval nécessitent une attention particulière dans l'optimisation de cette technique.

L'objectif est d'obtenir un carburant propre, car, à l'étape finale, le niveau de pureté exigée est élevé. Le degré de pureté doit être de l'ordre de 95% en poids pour la production d'un carburant propre.

- Centrifugation

La centrifugation consiste à substituer au champ de pesanteur vertical un champ centrifuge radial pouvant être plusieurs milliers de fois supérieur au premier. Les produits à séparer sont placés dans un récipient appelé bol, qui est soumis à une grande vitesse de rotation.

- Dés asphaltage (extraction liquide / liquide)

Le principe de base du processus de dés asphaltage consiste à ajouter 3-10 volumes de solvant (propane, butane, pentane) au produit pour qu'il soit extrait. Il est obtenu avec une phase huileuse contenant la majeure partie du solvant et une phase concentrée d'asphalte contenant une petite fraction du solvant. Plus le solvant est léger, plus la pureté de l'huile extraite est grande.

- Flocculation

Dans le procédé de flocculation on met l'huile en contact avec : Une phase contenant un agent chimique qui, dans des conditions relativement douces de température, déstabilise les particules dispersées et réagit sur les éléments métalliques pour former des sels qui précipitent et une phase organique constituée par un mélange approprié de solvants polaires d'extraction de l'huile, ce qui a pour conséquence de précipiter les composés polaires, les particules en suspension, les matières oxydées etc...

- Le craquage thermique

C'est une opération effectuée à haute température au cours de laquelle les molécules d'hydrocarbures à longue chaîne sont brisées au niveau d'une ou plusieurs liaisons C- C pour produire des molécules plus courtes et permet ainsi de générer des combustibles liquides plus légers. De cette manière, les molécules plus grosses des hydrocarbures plus visqueux et moins précieux sont converties en combustibles liquides moins visqueux et plus précieux.

- Hydrotraitement

Le procédé consiste à faire contacter une fraction d'huile avec un catalyseur solide en présence de l'hydrogène sous pression. La flexibilité de la méthode permet de l'appliquer à une très large gamme de produits, des composés les plus légers au plus lourds, en choisissant les catalyseurs et les conditions d'exploitation. Ces conditions peuvent varier largement en fonction des réactions nécessaires et de la nature de l'huile à hydro traiter.

- Dé métallisation par sels fondus

Les sels fondus sont utilisés comme agents caloporteurs dans de nombreux domaines de la chimie et de l'industrie pour chauffer les réacteurs et les autoclaves. Ils jouent un rôle important dans les synthèses chimiques à haute température. Le domaine d'application des sels fondus se situe dans une plage de température comprise de 200 à 550 °C. Les sels fondus constituent des fluides caloporteurs idéals à parti d'une température de 400 °C.

Vers la fin du processus de stockage, collecte, transport et élimination les sociétés doivent générées des rapports annuels de collecte- transport et traitement des déchets dangereux et les déposer chez le ministre d'environnement avant la fin du mois mars de l'année N-1 comme détaillé dans [3]

VII. CONCLUSIONS

Le gisement potentiellement recyclable des huiles usagées est de 173704 T/an en 2015 et il présente 64.79% de gisement potentiellement recyclable des déchets (huiles usagées, pneus usagés, DEEE et batteries) dans la même année. Vu le pourcentage important des huiles usagées générées au Maroc et l'impact dédits déchets sur l'homme et l'environnement, le traitement est indispensable. De ce fait le Maroc mis en place un cadre juridique « décret des déchets dangereux de 2015 » qui explique les obligations réglementaires pour la collecte, le stockage, le transport et le traitement.

REMERCIEMENT

On tient à remercier Michael Shell , les partenaires scientifiques , les presidents d'honneur , les presidents généraux , la comité de pilotage et la comité technique pour le développement et la maintenance des fichiers de style IEEE LaTeX qui ont été utilisés dans la préparation de ce modèle..

REFERENCES

- [1] enviro urgence 4015 Rue Lavoisier Boisbriand (Québec)
- [2] Décret n° 2-09-85 du 7 chaoual 1432 (6 septembre 2011) relatif à la collecte, au transport et au traitement de certaines huiles usagées.
- [3] Décret n° 2-14-85 du 20 janvier 2015 relatif à la gestion des déchets dangereux.
- [4] Pricelub
- [5] Stratégie nationale de réduction et de valorisation des déchets – Rapport de synthèse Mars 2019
- [6] Hidayat, IZZA. Tthèse doctorat. Contribution à l'étude de l'extraction par solvant des aromatiques en vue de l'obtention des huiles lubrifiantes. Université Kasdi Marbah de OUARGLA : 10/01/2017.
- [7] F. Audibert. Les huiles usagées : reraffinage et valorisation énergétique. Paris : Technip, 2003.
- [8] ADEME, (Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). Recyclage et valorisation énergétiques des huiles usagées, Atouts et faiblesses. Paris 2000
- [9] Guide de la gestion écologiquement rationnelle des huiles usagées en Méditerranée (2015).
<https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/26878/retrieve>
- [10] Les huiles usagées Reraffinage et valorisation énergétique ISBN 2-7108-0824-2

**2^{ème} Conférence Internationale sur les Sciences Appliquées et l'Innovation
(CISAI-2024) Sousse, Tunisie Juillet 08-10, 2024**

**Existe-t-il une relation entre le chômage et l'inflation
en Algérie ?**

**HAMIDOUCHE Nassima (ENSSEA)
BOUMALI Djamel (ENSSEA)**

Résumé :

L'Algérie connaît simultanément deux phénomènes qui la fragilisent aussi bien sur le plan économique et social à savoir l'inflation et le chômage et ceci depuis le début des années 1990. Selon les théories économiques, il n'est pas possible de régler l'un de ces deux phénomènes sans compromettre le deuxième. La courbe de Phillips qui est une relation empirique décrit cette relation inverse, chose que nous avons testée pour le cas de l'économie algérienne. En effet, l'objectif de ce travail de recherche est d'analyser si la nature de la relation entre l'inflation et le chômage est celle de Phillips pour le cas de l'Algérie. Pour cela, nous avons estimé un modèle ECM sur la période 1990-2020 et nous avons abouti à une absence de relation à long terme entre les deux variables. Nous avons ensuite estimé un VAR en différence pour refléter la dynamique de court terme et là aussi les coefficients n'étaient pas significatifs et donc nous rejetons l'existence d'une relation entre ces deux phénomènes à court terme. Donc, la courbe de Phillips n'est pas vérifiée pour le cas de l'Algérie.

Introduction :

L'inflation et le chômage sont considérés parmi les contraintes les plus redoutables dans une économie et contre lesquels des politiques gouvernementales sont mises en place.

En Algérie, le problème d'inflation et du chômage a commencé à prendre de l'ampleur à partir de 1990, suite à la chute des prix du pétrole en 1986, suivie par le fameux Plan d'Ajustement Structurel imposé par le Fond Monétaire International en 1994 pour sortir de la crise. Le pays enregistrait un taux d'inflation moyen de 19% accompagné d'un taux de chômage moyen de 27% sur toute la décennie. Depuis le début des années 2000 et la reprise des prix du pétrole vers la hausse, le gouvernement algérien a établi des programmes pour la maîtrise de l'inflation et la lutte contre le chômage. La question est ; est ce que l'Etat est il capable de lutter contre l'un de ces phénomènes sans compromettre l'autre ce qui nous mène à la réflexion théorique bien connue de la courbe de Phillips – interprétée par Solow et Samuelson – à savoir existe-t-il un arbitrage entre le chômage et l'inflation autrement dit quel est le niveau de chômage tolérable pour que le taux d'inflation soit faible voire nul. A partir

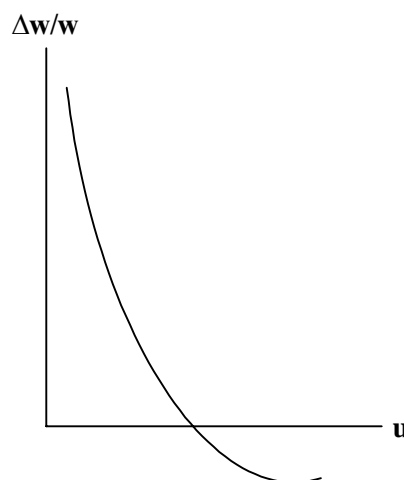
de cette définition élémentaire, nous comprendrons qu'il doit y avoir une relation inverse entre le taux d'inflation et le taux de chômage, chose que nous allons vérifier pour le cas de l'économie algérienne.

Afin de répondre à cette problématique, la première partie du présent article est consacrée au cadre théorique de la courbe de Phillips avec ses différentes interprétations. La seconde partie, celle-ci consiste en la présentation succincte de l'évolution de l'inflation et le chômage durant la période suscitée en Algérie. La troisième partie est une partie empirique, dans laquelle nous testerons à partir d'un modèle ECM la nature de la relation entre le chômage et l'inflation aussi bien à long terme qu'à court terme afin d'examiner si la courbe de Phillips est vérifiée pour l'économie algérienne.

I- La courbe de Phillips :

A partir d'une étude empirique portant sur la Grande-Bretagne sur la période 1867-1957, **Phillips** établit une relation inverse entre **le taux de croissance des salaires nominaux ($\Delta w/w$) et le taux de chômage (u)** (figure 1). Cette relation inverse s'explique par le fait que, lorsque l'on se trouve en situation de plein-emploi et qu'il y a une demande excédentaire de travail, le taux de salaire s'accroît plus rapidement car les employeurs se font concurrence pour se procurer la main d'œuvre qui leur est nécessaire. Au contraire, en situation d'abondance de main d'œuvre, lorsque l'offre de travail devient supérieure à la demande, le taux de croissance des salaires nominaux se ralentit, voire devient négatif. La relation entre taux de chômage et taux de croissance des salaires est non-linéaire car le taux de salaire, très élastique en haute conjoncture où les entreprises se disputent la main d'œuvre disponible, devient rigide en dépression, où les salariés engendrent une réduction de leur revenu. 1957). La relation décrite par Phillips était purement empirique et n'avait pas de base théorique (Guillaumin, 2020).

Figure 1 : La courbe de Phillips



Source : Monnier et al (2014)

I-1- Le lien entre inflation et chômage ; une reformulation de la courbe de Phillips.

En 1960, **Samuelson et Solow** ont proposé une reformulation de la relation de Phillips : celle-ci est présentée comme **une relation décroissante entre le taux de chômage (u) et le taux d'inflation (π)** : il s'agit de la « **seconde relation de Phillips** » (figure 2). Plus le taux de chômage est faible, plus la hausse des prix est rapide. L'analyse de Samuelson et Solow repose sur l'hypothèse que les prix sont fixés par les entreprises dans un contexte de **concurrence monopolistique**.

Figure 2 : La courbe de Samuelson et Solow



Source : Monnier et *al* (2014)

Par conséquent, les entreprises sont en mesure de préserver leur profit, donc leurs marges, en répercutant toute hausse des salaires sur le prix des produits ; cette nouvelle interprétation de la courbe de Phillips repose sur l'hypothèse d'une stabilité du partage des revenus entre salaires et profits. Deux principes ont été déduits de la courbe de Phillips :

A court terme, les choix en matière de politique économique se réduisent à l'alternative laissée par la courbe de Phillips : faut-il faire de l'emploi une priorité au risque de stimuler la hausse des prix, ou privilégier la lutte contre l'inflation au risque d'aggraver le chômage ? Les gouvernements sont ainsi confrontés au dilemme inflation-chômage ;

A moyen terme, la composante structurelle du chômage, qui n'est pas liée au niveau de l'inflation, peut être réduite par une politique appropriée de l'emploi (par l'amélioration de la formation ou en favorisant une plus grande mobilité de la main d'œuvre).

I-2- La courbe de Phillips augmentée ; l'interprétation de Friedman.

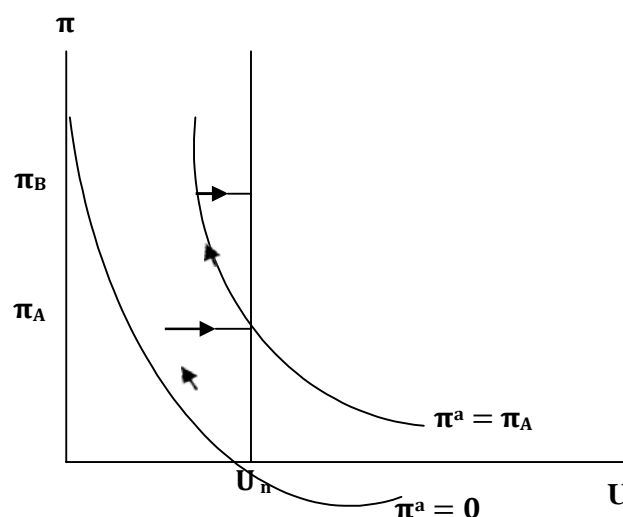
Friedman (1967) propose une autre interprétation de la courbe de Phillips. Cette interprétation vise initialement à expliquer un phénomène apparu lors des crises pétrolières : la stagflation. La stagflation correspond à une situation de coexistence entre un chômage élevé et une inflation forte.

Le point de départ de l'analyse de Friedman est l'existence d'un **taux de chômage naturel**. Ce taux de chômage est celui vers lequel tendrait toute économie en situation walrasienne d'équilibre général. De ce fait, si les pouvoirs publics cherchent, par une politique économique de relance, à faire baisser le taux de chômage au-dessous du taux naturel, deux types de réactions vont se produire :

- A court terme, les agents économiques sont victimes de l'**illusion monétaire** et ne vont pas prendre conscience immédiatement de l'augmentation du niveau général des prix qui résulte de la politique de relance. Ils ne vont pas immédiatement réclamer des augmentations de salaires. Dans ces conditions, les entreprises vont embaucher de la main d'œuvre supplémentaire pour pouvoir répondre à l'accroissement de la demande. Le chômage va donc, à court terme, diminuer ;

- A moyen et long terme, les salariés vont prendre conscience de la diminution de leur pouvoir d'achat et vont donc réclamer des augmentations de salaires, qui vont renforcer les tensions inflationnistes et conduire les entreprises à licencier la main d'œuvre récemment embauchée. Le résultat d'une telle politique est donc une **aggravation de l'inflation** alors même que le taux de chômage revient inexorablement à son niveau naturel.

Figure 3 : La courbe de Phillips augmentée (Friedman)



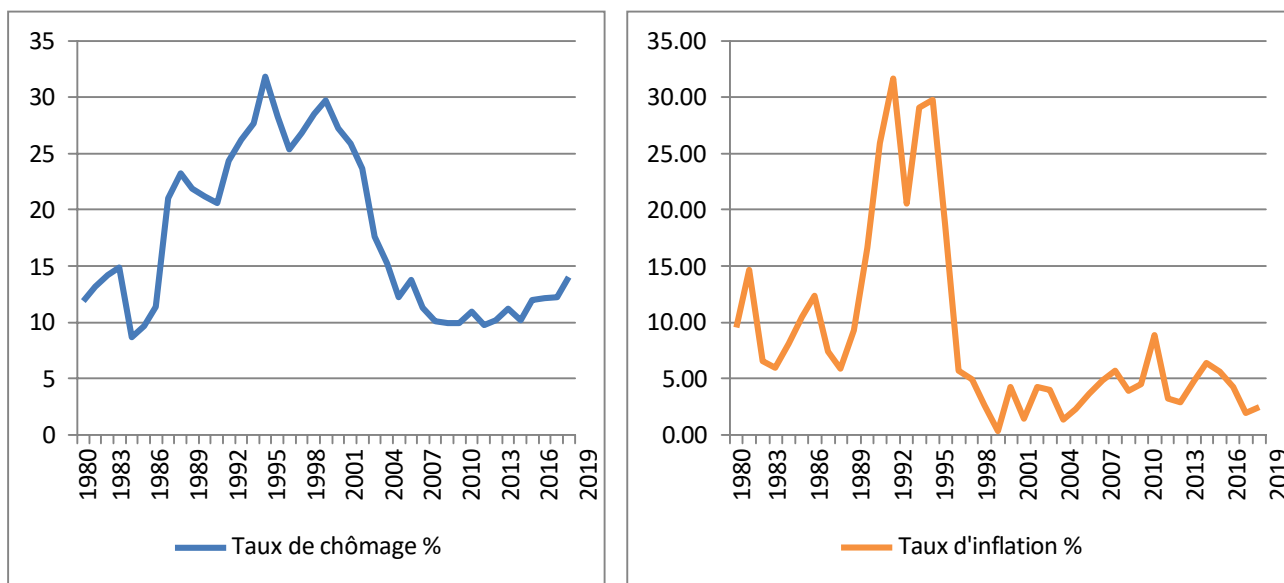
Source : Monnier et al (2014)

Friedman explique par ailleurs que ces politiques de relance auront de moins en moins d'effet à long terme, du fait des **anticipations adaptatives** des agents économiques, qui tiennent compte de leurs erreurs passés, et qui anticipent plus rapidement l'accélération de l'inflation consécutive à une politique monétaire expansionniste. A long terme, pour Friedman, la courbe de Phillips est verticale, comme on le voit sur la figure 3 (π représente l'inflation et π^a l'inflation anticipée. U_n le taux de chômage qui n'accélère pas l'inflation (Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment (NAIRU)). L'inflation est égale à l'inflation anticipée si le taux de chômage est égal au taux de chômage naturel.

II- L'inflation et le chômage en Algérie entre 1980 et 2020; présentation succincte.

Le chômage ou son niveau élevé est l'une des caractéristiques des pays pauvres ou en développement. Il est aussi l'une des préoccupations majeures des autorités publiques de tout pays.

Figure 4 : Evolution du chômage et de l'inflation entre 1980 et 2020 en Algérie



Source : Banque mondiale

Depuis le milieu des années 1970 jusqu' en 1985, le taux de chômage en Algérie a connu un niveau relativement assez bas dû à la croissance économique appréciable générée par les investissements industriels publics permettant la création d'emplois. Après la chute du prix du pétrole en 1986, l'économie algérienne, fortement dépendante des revenus des hydrocarbures, a connu une crise économique et devait alors appliquer le PAS (programme d'ajustement structurel) imposé par la Banque mondiale à savoir réduire les dépenses budgétaires ce qui a conduit à la fermeture de plusieurs entreprises publiques ce qui a fortement impacté le niveau du taux de chômage qui a atteint un pic de 31,84% en 1995. À partir de l'année 2000 jusqu' à 2014, l'augmentation significative des ressources financières de l'Etat due à la hausse des prix

des ressources fossiles, le gouvernement avait lancé plusieurs programmes d'investissement dans plusieurs secteurs tels que le BTPH et les infrastructures qui ont permis la création d'emploi. Ajouté à cela, l'Etat avait mis en place une politique d'insertion au marché du travail en créant des institutions telles que l'agence nationale de soutien à l'emploi de jeunes (ANSEG). Ceci a permis une diminution significative du taux de chômage, qui était en moyenne de 23,18% entre 2000 et 2005, il a baissé avec près de 50% entre 2006 et 2014, pour atteindre un taux moyen de 11%.

Enfin entre 2015 et 2020, nous avons assisté à une légère hausse du taux de chômage avec un taux annuel moyen qui était de 11.9 %. Pendant cette période, le marché du travail est caractérisé par des offres d'emploi qui ne sont pas forcément durables et sont souvent informelles et qui ne demandent pas un niveau d'instruction nécessairement élevé.

Pour ce qui est de l'inflation, depuis 1975, l'Algérie a adopté une politique de détermination de prix sur la base du prix de revient; l'indice des prix à la production industrielle ayant connu une augmentation. Mais avec la chute des prix du pétrole en 1986, l'inflation en Algérie a connu ses niveaux les plus élevés depuis l'indépendance avec un pic de 31,7% atteint en 1992. Ceci a été les conséquences des nouvelles politiques de l'Etat pour sortir de la crise économique à savoir réduire les dépenses publiques et donc la libéralisation des prix de la majorité des biens et une offre limitée. L'ouverture commerciale en 1996 et l'augmentation des importations des biens notamment alimentaires a permis une augmentation dans l'offre et une baisse considérable des prix avec un taux d'inflation de 0.34% en 2000. A partir de 2000 et le reprise à la hausse des prix du pétrole, le budget de l'Etat s'est progressivement amélioré ce qui a permis une aisance financière et un meilleur control des liquidités, ceci a maintenu une stabilité dans le taux d'inflation sauf pour l'année 2012. En effet, une forte accélération de l'inflation en 2012 - le taux le plus élevé de la décennie soit 8.89 % - est la conséquence de la hausse de l'indice des prix à l'importation des biens, plus particulièrement l'indice des prix à l'importation des denrées alimentaires (12,2 %) (source ONS) et aussi une reprise dans la demande domestique suite à une amélioration des revenus.

Entre 2013 et 2020, l'Algérie a connu une stabilité de l'inflation sauf pour l'année 2016 où le taux était de 6.4 %. Ceci est la conséquence de la baisse du prix du pétrole à la fin de l'année 2014 et la réduction relative des subventions. L'inflation en 2019 avait atteint son plus bas niveau soit 1.96%, cette diminution est la conséquence de la baisse des prix des légumes, des poissons frais et de la viande de poulet (source ONS).

III- Etude empirique et interprétation des résultats¹.

Nous allons estimer le taux d'inflation **INF(%)** en fonction du taux de chômage **UNP(%)** ;

$INF = f(UNP)$ sur la période allant de 1990 à 2020², afin d'examiner s'il y a une relation inverse entre ces deux variables autrement dit est ce que la courbe de Phillips (CP) est vérifiée.

Nous résumons les principaux résultats de quelques études réalisées pour le cas de l'Algérie dans le tableau suivant :

Figure 5 : Travaux antérieurs pour le cas de l'Algérie

Auteurs (année de publication)	Echantillon	Méthodologie	résultats	Conclusion
Belgasemi (2015)	1990-2013	Estimation par les MCO de la régression $d\log INF = f(dCHO)$	Coefficients non significatifs	La CP* n'est pas vérifiée
Djaballah (2018)	1980-2016	Estimation ECM par la méthode des deux étapes d'Engle et Granger $\text{LogWM}^{**} = f(\text{CHO}, \text{logIPC})$	Coefficients significatifs à long terme	La CP* est vérifiée à long terme
Gribi (2024)	1991-2021	Estimation par les MCO de la régression $dINF = f(dCHO)$	Coefficients non significatifs, absence de causalité au sens de Granger entre les deux variables	La CP* n'est pas vérifiée

* CP au sens de Solow et Samuelson

Source : réalisé par l'auteur

** WM : salaire nominal

¹ Tous les calculs ont été réalisés avec le logiciel Eviews, version 12.

² Les deux séries sont tirées de la base de données WDI (World development indicators) de la Banque mondiale.

Nous allons utiliser le modèle à correction d'erreur ECM (*Error correction model*), qui permet de distinguer entre les effets de court terme et de long terme entre les variables, que nous estimons avec la méthode des deux étapes d' Engle et Granger définie comme suit :

III-1- Méthode d'estimation des deux étapes d'un ECM (Error correction model) (approche d'Engle et Granger) ; rappel théorique.

C'est une méthode qui a été proposée par Engle et Granger (1987). Cependant, cette technique n'est valable que pour les séries CI (1,1). Pour simplifier les choses, nous considérons deux séries X_t et Y_t .³

✓ **Etape 1 :** estimation de la relation de long terme

On estime : $Y_t = \alpha + \beta X_t + e_t$ où : e_t est le terme d'erreur.

Il est nécessaire au terme de cette étape de vérifier que X_t et Y_t sont bien cointégrées pour passer à l'étape 2.

❖ **Le test de la cointégration d'Engle et Granger.**

Dans le but de confirmer la validité de la spécification adaptée sur long terme à savoir l'hypothèse de cointégration, nous pourrions vérifier la stationnarité de la perturbation ():

➤ **Test 1 : test de Dickey Fuller**

Nous appliquons les tests de Dickey Fuller simples ou augmentés pour tester la stationnarité des résidus (e_t) de la relation de long terme.

- Si les résidus sont non stationnaires, la relation estimée est une régression fallacieuse

- Si les résidus sont stationnaires, la relation estimée est une relation de cointégration c.à.d. qu'il existe une relation à long terme entre les variables, nous passerons alors à l'étape 2.

➤ **Test 2 : test de Durbin Watson**

H_0 : e_t n'est pas stationnaire donc on n'a pas une relation de cointégration

H_1 : e_t est stationnaire donc on a une relation de cointégration

Soit la statistique de Durbin Watson (DW) : $DW = \frac{\sum_t (e_{t+1} - e_t)^2}{\sum_t (e_t)^2}$

Dans l'hypothèse nulle, la statistique de DW de long terme tend asymptotiquement vers 0 il suffit de comparer DW calculé et celui tabulé par Engle et Granger. Nous acceptons H_0 quand DW tend vers 0. Nous rejetons H_0 quand DW tend vers 2 (absence d'autocorrélation des résidus).

³ Araujo C., Brun J.F., Combes J.L. « *Econométrie* », édition Bréal, Paris, 2004, P143

Etape 2 : estimation du modèle à correction d'erreur (ECM)

$$\Delta Y_t = -\gamma \hat{\epsilon}_{i-1} + \sum_i a_i \Delta X_{i-1} + \sum_i b_i \Delta Y_{i-1} + \epsilon_i$$

Où : $\epsilon_i \sim BB$ et $\hat{\epsilon}_{i-1}$ est le résidu estimé de la relation de long terme retardé d'une période.

Avant de passer à l'estimation, il est indispensable de faire une description statistique de nos deux variables d'intérêt.

III-2- Description statistique des variables.

Figure 6 : Statistiques descriptives des données

Date: 06/24/24 Time: 18:28 Sample: 1990 2020		
	INF	UNP
Mean	8.602429	18.42274
Median	4.524212	15.27000
Maximum	31.66966	31.84000
Minimum	0.339163	9.820000
Std. Dev.	9.327733	7.677168
Skewness	1.470014	0.279158
Kurtosis	3.662390	1.421603
Jarque-Bera	11.73160	3.620612
Probability	0.002835	0.163604
Sum	266.6753	571.1050
Sum Sq. Dev.	2610.198	1768.167
Observations	31	31

Les statistiques descriptives constituent la base de l'analyse des données en fournissant un résumé et une compréhension initiale des variables étudiées (figure 6). Les deux séries affichent un niveau élevé de cohérence car leurs valeurs moyennes et médianes se situent entre leurs valeurs maximales et minimales. Le coefficient d'asymétrie « Skewness » nous renseigne de la présence d'asymétrie vers la droite pour les deux variables (Skewness de 1.47 et 0.27) et moins pointue que la normale pour UNP et plus pointue que la normale pour INF (kurtosis de 1.42 et 3.66 respectivement). Le test de Jarque-Bera (3.62, p=0.16) ne rejette pas l'hypothèse de normalité pour UNP alors que ce test est de (11.73, p=0.006) pour INF ce qui indique une déviation significative de la normalité.

III-3- Etude de la stationnarité des variables.

Nous avons étudié la stationnarité des variables à partir des tests de racine unitaire ADF (Augmented Dickey-Fuller).

Figure 7: Test de racine unitaire ADF

		At Level	
With Constant	t-Statistic	INF -1,51	UNP -0,72
	Prob.	0,51	0,82
With Constant & Trend	t-Statistic	-1,91	-1,60
	Prob.	0,62	0,76
Without Constant & Trend	t-Statistic	-1,47	-0,81
	Prob.	0,13	0,35
		n0	n0
At First Difference			
		d(INF)	d(UNP)
With Constant	t-Statistic	-5,61	-3,92
	Prob.	0,00	0,00
		***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-5,5828	-3,8448
	Prob.	0,0000	0,0283
		***	**
Without Constant & Trend	t-Statistic	-5,5661	-3,9743
	Prob.	0,0000	0,0003

Il ressort de la figure 7, que l'hypothèse nulle stipulant que les variables en niveau possèdent une racine unitaire est acceptée pour les deux variables (prob. > 0.05) donc elles sont non stationnaires.

Après une première différenciation des variables, elles deviennent stationnaires car l'hypothèse nulle stipulant que les variables en différence possèdent une racine unitaire est rejetée (prob. < 0.05). Donc les variables taux de chômage et taux d'inflation deviennent stationnaires après une première différenciation donc elles sont intégrées du même ordre I(1), nous passerons ainsi à la première étape d'estimation de la méthode d'Engle et Granger, à savoir tester l'existence d'une relation de cointégration -la relation de long- et son estimation.

III-4- Estimation

a- *Etape 1* test de cointégration d'Engle et Granger :

Figure 8 : Test de cointégration

Date: 07/02/24 Time: 17:34				
Series: INF UNP				
Sample: 1990 2020				
Included observations: 31				
Null hypothesis: Series are not cointegrated				
Cointegrating equation deterministics: C				
Automatic lags specification based on Schwarz criterion (maxlag=6)				
Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
INF	-2.283415	0.3985	-7.465456	0.4863
UNP	-1.545069	0.7466	-5.730799	0.6418
*MacKinnon (1996) p-values.				

Selon les résultats du test (figure 8), les probabilités sont supérieures à 0.05, nous acceptons l'hypothèse nulle d'absence de relation de long terme (relation de cointégration) entre les variables taux de chômage et taux d'inflation. Donc, nous ne pouvons pas supposer que la courbe de Phillips est vérifiée à long terme.

Par ailleurs, sur le plan technique, l'absence de relation de cointégration ne nous permet plus de passer à la 2^{ème} étape de la méthode d'estimation d'Engle et Granger. Nous allons donc estimer un modèle vectoriel autorégressif VAR (Vectoriel Autoregressive) en différences des variables D(INF) et D(UNP). Ce modèle nous permettra de tester les relations de court terme éventuelles entre ces deux variables.

b- Estimation du modèle VAR⁴ :

Figure 9 : Estimation du modèle VAR

Vector Autoregression Estimates		
Date: 07/06/24 Time: 12:32		
Sample (adjusted): 1992-2020		
Included observations: 29 after adjustments		
Standard errors in () & t-statistics in []		
	D(INF)	D(UNP)
D(INF(-1))	0.016836 (0.18705) [0.09000]	0.051200 (0.08773) [0.58360]
D(UNP(-1))	-0.205030 (0.41962) [-0.48861]	0.232410 (0.19681) [1.18089]
C	-0.864873 (0.91724) [-0.94291]	-0.127644 (0.43020) [-0.29671]
R-squared	0.009126	0.077585
Adj. R-squared	-0.067095	0.006630
Sum sq. resid	619.0845	136.1869
S.E. equation	4.879646	2.288659
F-statistic	0.119736	1.093439
Log likelihood	-85.53293	-63.57684
Akaike AIC	6.105720	4.591506
Schwarz SC	6.247164	4.732950
Mean dependent	-0.809354	-0.226207
S.D. dependent	4.723749	2.296283

D'après les résultats de la figure 9, les coefficients ne sont pas significatifs aussi bien de INF que d'UNP, donc il n'y a pas d'impact de l'inflation sur le chômage ni le chômage sur l'inflation. Il n'y a aucune relation entre les deux variables et donc la relation de la courbe de Phillips n'est pas vérifiée à court terme. Effectivement, dans une économie comme celle de l'Algérie qui ne répond aux principes de l'économie de marché, les politiques économiques ne pourront pas être opérationnelles. L'économie algérienne dépend des revenus pétroliers.

⁴ Les tests de validation du modèle VAR figurent en Annexe.

Conclusion :

Dans ce modeste travail de recherche, nous avons testé si la courbe de Phillips était vérifiée pour le cas de l'économie algérienne. Autrement dit, peut il y avoir un arbitrage entre l'inflation et le chômage. Nous avons estimé le modèle ECM par la méthode des deux étapes d'Engle et Granger car les deux variables étaient intégrées du même ordre $I(1)$. Nous avons conclu qu'il n'y avait pas de relation de long terme entre le taux de chômage et le taux d'inflation, donc la relation de la courbe de Phillips n'est pas vérifiée. Donc, nous ne sommes pas passés à l'étape deux pour estimer l'ECM. De ce fait, nous avons estimé un VAR en différences pour analyser la dynamique de court terme de nos deux variables d'intérêt, ce qui nous a permis d'aboutir à la non significativité des coefficients et donc la courbe de Phillips n'est pas vérifiée à court terme.

Ces résultats confirment les failles d'une économie rentière qui ne répond pas aux lois de l'offre et de la demande d'une économie de marché, bien structurée avec une base industrielle pour le financement de l'économie où les politiques économiques sont opérationnelles. Dans le cas de l'économie algérienne, presque tous les indicateurs macroéconomiques sont directement ou indirectement liés au niveau des recettes pétrolières. Autrement dit, le bien être de l'économie algérienne sur la période étudiée dépendait du prix du pétrole.

Bibliographie :

- Araujo C., Brun J.F., Combes J.L. (2004), « Econométrie », édition Bréal, Paris.
- Belgasemi, S. (2015), " L'inflation et le chômage en Algérie: y a-t-il une relation ?", Revue de Droit et de Sciences Humaines-Etudes Economiques. Volume: 26 / N° 02
- Djaballah M. (2018), "Modélisation de la courbe de Phillips en utilisant le modèle VECM Cas de l'Algérie", Journal of Management and Economic Sciences Prospects, Volume: 20 / N° 02, p 575-590.
- Gribi D. (2024), "Relation entre inflation et chômage en Algérie, étude économétrique" Journal of Contemporary Business and Economic Studies Vol.(07) No.(1)
- Guillaumin, C. (2020). La courbe de Phillips et le rôle des anticipations, dans Macroéconomie Chapitre 10. Paris. Dunod.
- Monnier C., Chavy P., Breton J. (2014), "Fondamentaux de macroéconomie". Editions Archétype 82, Paris.
- Site web de l' office national des statistiques : www.ons.dz

Annexe : Tests de validation du modèle VAR

VAR Residual Serial Correlation LM Tests
 Date: 07/06/24 Time: 12:32
 Sample: 1990 2020
 Included observations: 29

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	4.189302	4	0.3810	1.072113	(4, 46.0)	0.3812
2	5.352915	4	0.2530	1.387255	(4, 46.0)	0.2532

VAR Residual Heteroskedasticity Tests (Includes Cross Terms)
 Date: 07/06/24 Time: 12:33
 Sample: 1990 2020
 Included observations: 29

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
20.82399	15	0.1425

VAR Residual Normality Tests
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
 Date: 07/06/24 Time: 12:32
 Sample: 1990 2020
 Included observations: 29

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	4.558261	2	0.1024
2	2.223802	2	0.3289
Joint estimation	6.782063	4	0.1479

Etude expérimentale des isothermes de désorption de la citrouille (*Cucurbita moschata*)

Thouraya GHNIMI^{1*}, Emna Bettaieb², Lamine HASSINI³, Mohamed BAGANE¹

¹Unité de recherche : Thermodynamique appliquée, Département : Génie chimique- procédés/ENIG, Université de Gabès, Zrig 6029, Gabès, Tunisie

²LETTM, Département physique /FST, Université EL Manar, Tunis, Tunisie

³LETM, Département Génie chimique-Biologie/INSAT, Université de Carthage, Tunis, Tunisie

E-mail 1 : 1*thouraya.ghnimi@gmail.com
E-mail 2 : 3emna.bettaieb.ouni@gmail.com
E-mail 3 : 3hassini_lamine@yahoo.fr
E-mail 4 : 1drmbag1420@yahoo.fr

Abstract : L'objectif de ce travail est de déterminer expérimentalement les isothermes de désorption de la citrouille (*Cucurbita moschata*) par la méthode gravimétrique statique ou le contrôle de l'humidité relative est assuré par contact avec des solutions saturées de sels. Les isothermes ont été étudiées à trois températures différentes (30°C, 40°C et 50°C) pour des activités de l'eau variant entre 10% et 80%. L'application de l'équation de Clausius Clapeyron aux isothermes de désorption est utilisée pour le calcul de la chaleur isostérique de sorption. Les résultats montrent que les isothermes de désorption sont de type II selon la classification de BET et que la chaleur de désorption est importante pour les faibles teneurs en eau de la citrouille

Keywords : Citrouille, isothermes, désorption, chaleur isostérique

Introduction :

Le fruit de la citrouille revêt une importance économique considérable en raison de sa polyvalence, de sa valeur nutritionnelle, de son large éventail d'utilisations et de son rôle dans les industries alimentaires, agricoles et ornementales. En effet, les fruits de la citrouille sont transformés en divers produits alimentaires comme des légumes en conserve, des aliments pour bébés, des purées, des jus, des confitures et des sauces [1]. Ils peuvent également être utilisés dans les salades, les ragoûts, le pain, les tartes et les desserts [2]. Certaines parties des fruits de courge, comme les graines et les restes de pulpe, sont utilisées comme aliments pour animaux, fournissant des nutriments essentiels au bétail et à la volaille [1-3]. Les plants de citrouille, avec leur système racinaire étendu et leur capacité à supprimer les mauvaises herbes, sont utilisés dans les systèmes de rotation des cultures pour améliorer la structure, la fertilité et la santé du sol [4]. Cela améliore la productivité agricole globale et la durabilité [5]. De plus, il a été démontré que les Cucurbitacées possèdent des vertus thérapeutiques telles que la lutte contre les vertiges, le paludisme, les parasites, le verre de Guinée, la gonorrhée, l'anémie, l'inflammation, la diarrhée et le goitre [4, 6-7]. La courge possède également des propriétés diurétiques, laxatives, sédatives et vermifuges. Il est riche en carotène, contient jusqu'à près de 95 % d'eau, de glucides, de calcium, de fer, de vitamines A, B1, B2, B3, C, D, E ainsi que d'autres oligo-éléments [5].

Le séchage est l'une des principales méthodes de conservation des aliments les plus largement utilisées, visant à réduire la teneur en eau à un niveau permettant de minimiser grandement les réactions microbiennes et de détérioration [8-9]. Le séchage contribue également à une réduction des pertes de production et à une prolongation de la durée de conservation, rendant ainsi disponibles des aliments de saison tout au long de l'année. Les procédés et la conception des séchoirs nécessitent de connaître la relation entre la teneur en eau d'équilibre et la pression de vapeur, puisque les gradients de pression de vapeur sont les forces motrices essentielles au cours de ces procédés [10]. En raison de son importance dans les processus de déshydratation, les conditions de réhydratation, ainsi que dans l'emballage et dans les changements de qualité pendant le stockage, la sorption de la vapeur d'eau par les aliments a reçu beaucoup d'attention [11-12].

La détermination des isothermes de désorption constitue une étape incontournable dans tout procédé de séchage. Leur connaissance constitue une étape indispensable pour mieux comprendre et appréhender les problèmes liés à l'expérimentation et à la modélisation des processus de séchage. L'optimisation d'un procédé de séchage exige donc deux données physiques de base : les isothermes de désorption et les cinétiques de séchage. Dans ce concept, l'objectif de notre travail consiste à étudier expérimentalement les isothermes de désorption de la citrouille à trois niveaux de températures (30°C, 40°C et 50°C) pour des activités de l'eau variant entre 10% et 80% en se basant sur la méthode gravimétrique statique.

Résultats

Les courbes expérimentales des isothermes de désorption des tranches de citrouille (*Cucurbita moschata*) sont présentées sur la figure 1

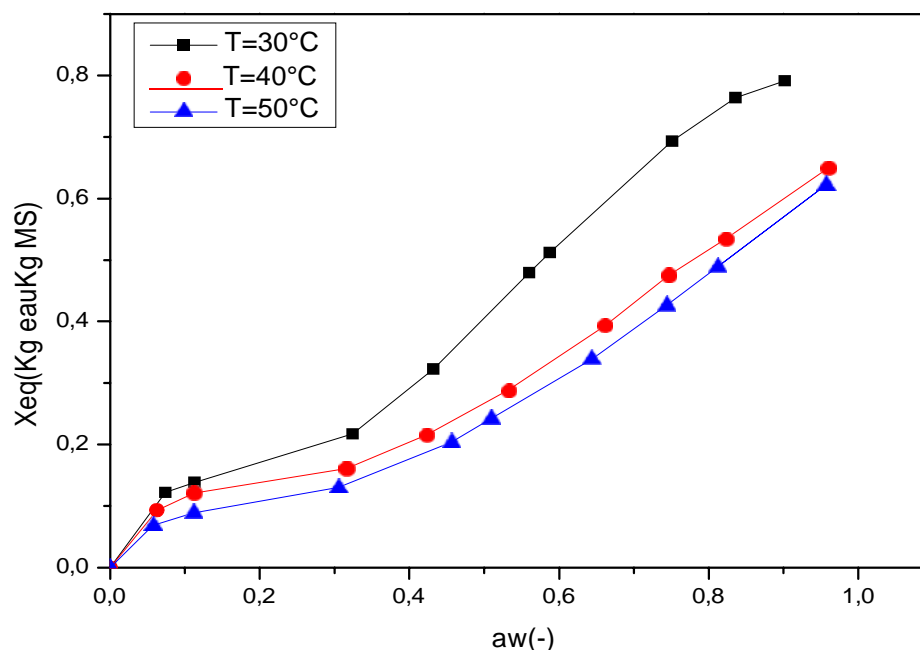


Fig 1. Isothermes de désorption de la citrouille (*Cucurbita moschata*)

On constate que, ces isothermes présentent des allures sigmoïdes, sur lesquelles on observe les trois zones de liaisons de l'eau, similaire à celles présentées communément par la majorité des produits agroalimentaires. Ces isothermes sont de type II, selon la classification de Brunauer et al. Ces courbes montrent que, plus la température est élevée plus la teneur en eau à l'équilibre est faible, pour une même activité de l'eau. De plus, l'augmentation de la température favorise dans tous les cas la désorption de l'eau, ce qui est en accord avec la littérature.

Les isostères de désorption sont des courbes linéaires traduisant la variation de l'activité de l'eau en fonction de la température pour une teneur en eau donnée. Les isostères de désorption sont généralement décrites par l'équation de Clausius Clapeyron

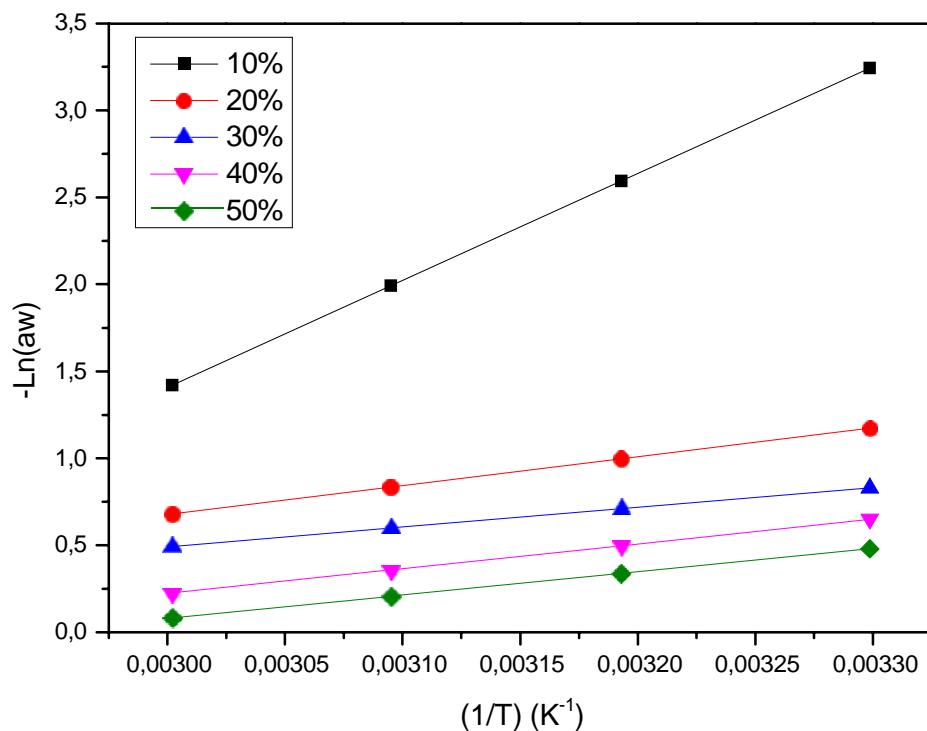


Fig 2. Isostères de désorption de la citrouille (*Cucurbita moschata*)

La pente des courbes de ces isostères permet de déterminer, pour chaque teneur en eau, la chaleur isostérique correspondante : $Q_{st,n} = P \cdot R$

P : Pente des isostères de désorption

R: Constante des gaz parfait ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

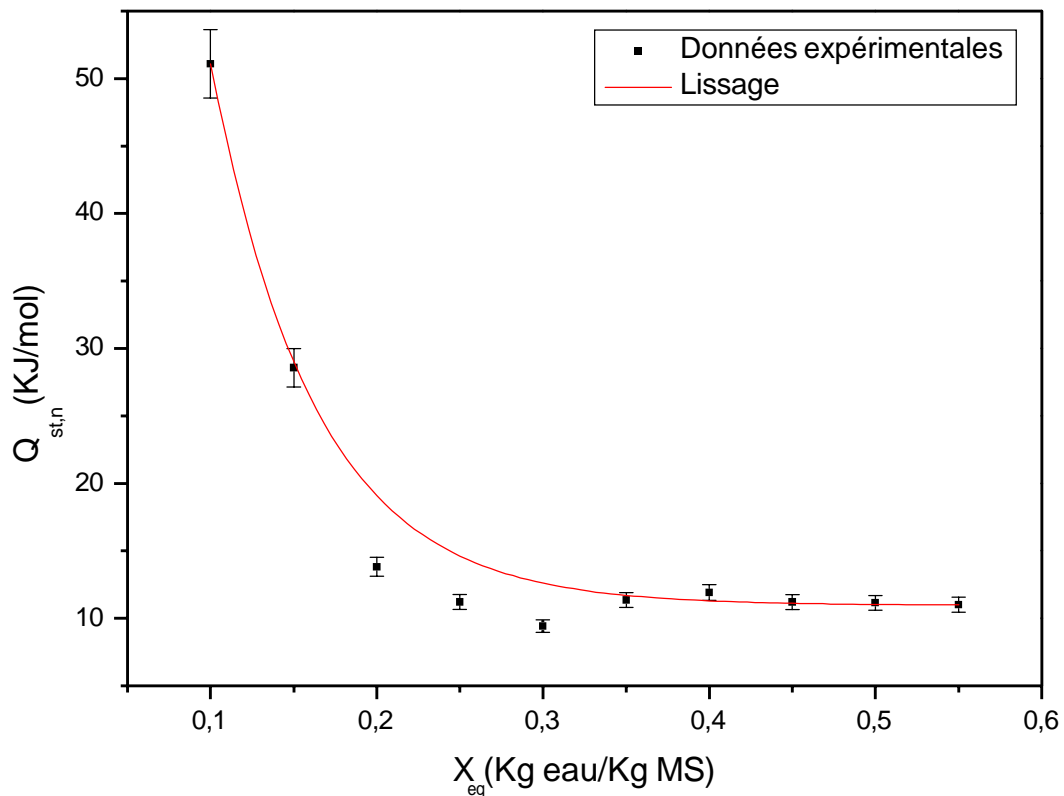


Fig 3. Evolution de la chaleur de désorption en fonction de la teneur en eau d'équilibre

L'analyse de la courbe d'évolution de la chaleur nette de désorption en fonction de la teneur en eau d'équilibre permet de constater que la chaleur de désorption est importante pour les faibles teneurs en eau des tranches de citrouille (*Cucurbita moschata*). Ceci s'explique par la forte liaison des molécules d'eau à la matrice solide et la nécessité d'une chaleur importante supplémentaire à la chaleur latente de vaporisation pour déshydrater le produit. Cette chaleur isostérique diminue avec l'augmentation de la teneur eau pour atteindre la chaleur latente de vaporisation de l'eau libre pour les teneurs en eau relativement élevée. Le lissage de la courbe d'évolution de la chaleur isostérique avec la teneur en eau d'équilibre par l'équation de Tsami nous permet d'obtenir l'équation suivante :

$$Q_{st,n} = 51,49 \cdot \exp(-x_{eq}/10,37)$$

Conclusion

Nous avons déterminé expérimentalement les isothermes de désorption de la citrouille (*Cucurbita moschata*) par la méthode gravimétrique statique où le contrôle de l'humidité relative est assuré par contact avec des solutions saturées de sels. L'allure générale des isothermes a été de type II selon la classification de B.E.T, présentant une forme sigmoïde sur laquelle on observe les trois zones de liaison de l'eau. L'augmentation de la température favorise dans tous les cas la désorption de l'eau.

Références

- [1] Akwaowo, Ndon, & Etuk, (2000). Minerals and antinutrients in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook). *Food Chemistry*, 70(2):235-240.
- [2] Abbas, H. M. K., Huang, H. X., Wang, A. J., Wu, T. Q., Xue, S. D., Ahmad, A., ... Zhong, Y. J. (2020). Metabolic and transcriptomic analysis of two *Cucurbita moschata* germplasms throughout fruit development. *BMC Genomics*, 21, 1–13.
- [3] Stevenson, D., Yoo, S., Hurst, P., & Jane, J. (2005). Structural and physicochemical characteristics of winter squash (*Cucurbita maxima* D.) fruit starches at harvest. *Carbohydrate Polymers*, 59, 153–163.
- [4] Sanjur, O. I., Piperno, D. R., Andres, T. C., & Wessel-Beaver, L. (2002). Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 535–540
- [5] Corrigan, Hurst, & Potter, (2001). Winter squash (*Cucurbita maxima*) texture: Sensory, chemical, and physical measures. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 29(2):111-124
- [6] El-Adawy, T., & Taha, K. M. (2001). Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 1253–1259.
- [7] Kulaitiene, J., Jariene, E., Danilcenko, H., Kita, A., & Venskutoniene, E. (2007). Oil pumpkins seeds and their quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4B), 349–352
- [8] Doymaz, I. (2007) Air Drying Characteristics of Tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 78, 1291-1297.
- [9] Akpınar; Bicer, (2005). Modeling of the drying of eggplants in thin layer. *International Journal of Food Science and Technologies* 40(3):273 - 281
- [10] Van der Berg, C. and Bruin, S. (1981) Water activity and its estimation in food systems. In: Rockland, L.B. and Stewarts, G.F., Eds., *Theoretical Aspects in Water Activity: Influence on Food Quality*, Academic Press, New York, 12-45.
- [11] VEGA-GÁLVEZ et al. (2009) Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry* 117(4):647-653.
- [12] MOREIRA; CHENLO; TORRES, (2009) Simplified algorithm for the prediction of water sorption isotherms of fruits, vegetables and legumes based upon chemical composition

Essor de la circularité dans le domaine photovoltaïque

S. GHARBI^{*1}, N. BOUTOUCHENT-GUERFI¹

¹Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (CRTSE)
02, Bd. Dr. Frantz FANON, B.P. 140 Alger-7 Merveilles 16038, Algérie

* soniagh_11@hotmail.fr

Résumé—En se basant sur la capacité de production cumulée et les technologies développées, l'énergie photovoltaïque est considérée comme le pilier de la transition énergétique. Actuellement, elle représente l'une des solutions les plus prometteuses pour répondre aux enjeux climatiques. Contrairement aux énergies fossiles, l'énergie photovoltaïque est durable et respectueuse de l'environnement. Cependant, le processus de fabrication des modules consomme une grande quantité de matières premières et d'énergie. C'est à partir de ce constat que le concept de circularité a émergé dans le but de récupérer et revaloriser les pertes que peuvent y avoir tout au long de la chaîne. Le présent travail porte sur l'expansion de l'économie circulaire dans le secteur photovoltaïque en donnant comme exemple deux projets novateurs et inspirants mettant ainsi en évidence les efforts alloués en matière de sécurité énergétique.

Mots clés— Economie circulaire, capacité photovoltaïque, déchets, projets novateurs, recyclage

1. INTRODUCTION

L'ampleur des changements climatiques se voit considérable et alarmante de par les conséquences ressenties dans le monde entier comme l'augmentation de la température du globe, l'élévation du niveau de mer, l'acidification des océans, les événements météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents et intenses (inondations, séismes, sécheresse, etc.) ainsi que la perte de la biodiversité [1].

L'énergie photovoltaïque, pilier de la transition énergétique, reste une solution indéniable pour faire face aux problématiques environnementales encourues. En étant une source propre et inépuisable, elle représente une alternative aux combustibles fossiles réduisant ainsi que drastiquement l'émission de gaz à effet de serre.

Le marché du photovoltaïque a connu une croissance exponentielle de plus de 35% par an durant la dernière décennie atteignant des niveaux record et dépassant la capacité de production de l'énergie conventionnelle dans de nombreuses régions. Vers la fin de 2019, la capacité photovoltaïque installée cumulée dans le monde s'élevait à 583,5 GW avec une capacité de production annuelle de modules de 143 GW [2].

Cependant, ce constat a révélé les limites de cette industrie en soulevant la question de l'approvisionnement en matières premières et la gestion des déchets. A cet effet, de nombreux projets de recherche prometteurs se sont focalisés sur l'application du modèle économique circulaire pour une intégration optimale de cette source d'énergie.

2. DECHETS ISSUS DE LA PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Le marché photovoltaïque ne cesse d'accroître au fil des années engendrant ainsi une hausse exponentielle des déchets issus des panneaux PV en fin de vie. En se basant sur les études réalisées par l'IRENA et l'IEA, la capacité photovoltaïque mondiale s'est accélérée après 2010 et devrait se poursuivre atteignant 1 632 GW en 2030 et environ 4 512 GW en 2050 (figure 1).

Comme le montre la figure 2, selon les scénarios de pertes régulières, les déchets des panneaux PV vont atteindre 1,7 million de tonnes d'ici 2030 et environ 60 millions de tonnes d'ici 2050. Les projections du scénario des pertes précoces prévoient des flux de déchets plus importants, avec 8 millions de tonnes en 2030 et 78 millions de tonnes en 2050.

La différence des estimations entre les deux scénarios s'explique par le fait que le scénario de pertes précoces suppose un pourcentage plus élevé de défaillances précoces des panneaux par rapport au scénario de pertes régulières. Les volumes des déchets se situeront probablement entre les valeurs de perte régulières et celles de pertes précoces [3].

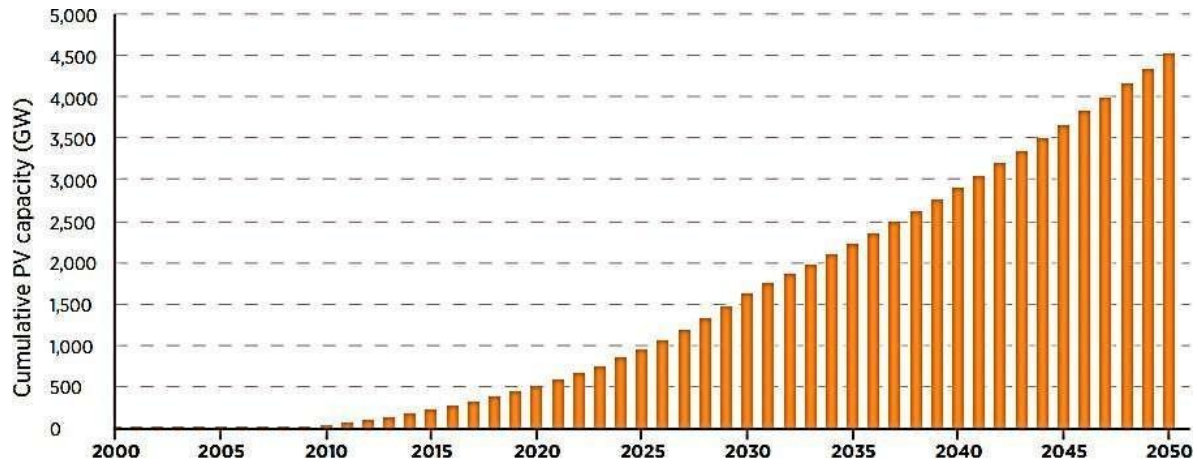


Figure 1. Capacité photovoltaïque mondiale cumulée projetée basée sur l'étude de l'IRENA et l'IEA (GW) [3]

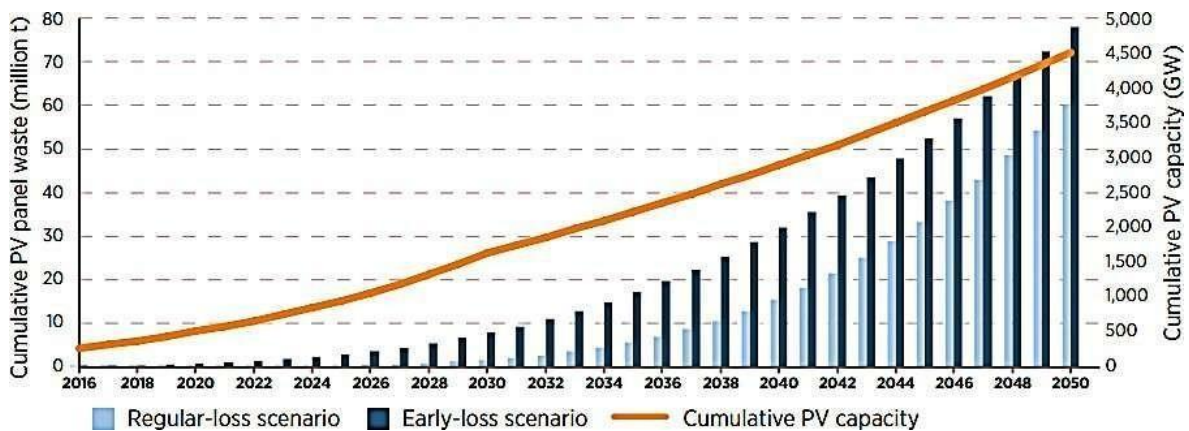


Figure 2. Estimation des volumes cumulés de déchets mondiaux de panneaux PV en fin de vie (million t) [3]

3. CIRCULARITE DANS LE SECTEUR PHOTOVOLTAÏQUE

La circularité du photovoltaïque fait essentiellement référence au cycle de vie du matériau prédominant sur le marché, à savoir le silicium. Aujourd'hui, les technologies basées sur le silicium cristallin représentent plus de 94 % de la production totale des cellules [4].

La consommation accrue en énergie et en ressources naturelles, lors du procédé de purification, a suscité l'intérêt à récupérer et à valoriser toutes les pertes sur la chaîne de valeur du silicium. Comme il est montré sur la figure 3, les pertes en matières peuvent survenir au moment de la découpe et en phase de fin de vie des modules. Environ 40 % de silicium de haute pureté est perdu lors du découpage de lingot de briquette. Néanmoins, un rejet est généré, ce dernier est composé de silicium provenant de lingot, de carbure de silicium (SiC), liquide de découpe ainsi que des fragments métalliques issus de fil de découpe [5].

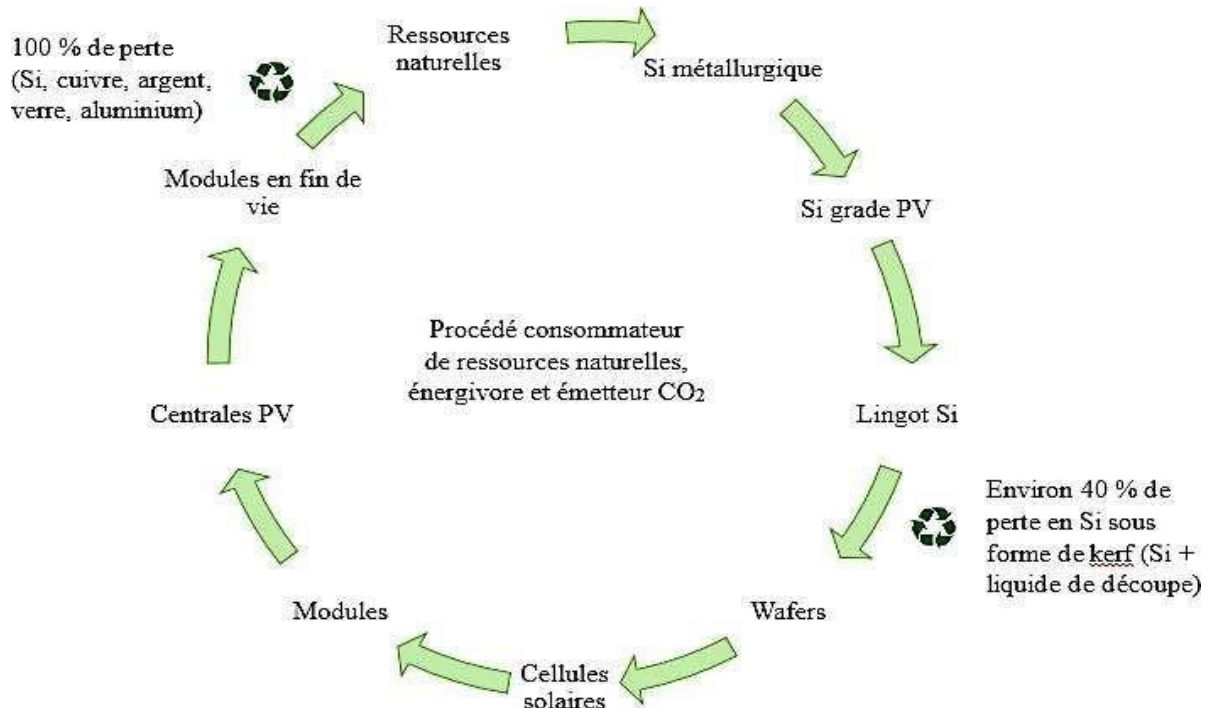


Figure 3. Introduction de la circularité dans le cycle de vie des modules PV pour la valorisation des matériaux à haute valeur ajoutée

4. PROJETS INNOVANTS

La croissance fulgurante du photovoltaïque a conduit à l'émergence de nombreux projets innovants introduisant le concept de l'économie circulaire dans ce secteur. Cela permet aux industries de réduire leur empreinte environnementale et de contribuer à une transition énergétique plus durable.

- **CIRCUSOL** « *Circular Business Models for the Solar Power Industry* »

Entamé le 1 juin 2018 et achevé le 30 novembre 2022, le projet vise à développer des modèles économiques PSS (Product-Service-Systems) : la production et le stockage d'énergie sont assurés par le fournisseur en tant que service. Le fournisseur reste le propriétaire et responsable du fonctionnement optimal des panneaux PV et des batteries installés sur le site de l'utilisateur. Arrivé au stade de fin de vie du matériel, le fournisseur le récupère et lui donne, s'il y a possibilité, une seconde vie. La valeur ajoutée se manifeste sur trois plans :

- Environnement : réduction des déchets en augmentant la durée de vie du produit (produit de seconde-vie) ;
- Fournisseur : génération de revenus diversifiés et récurrent ;
- Utilisateur : réduction de l'investissement initial tout en bénéficiant de performances optimales du système installé et en minimisant les difficultés tout au long du process [6].

- **FORESi** « *FOstering a Recycled European Silicon Supply* »

Commencé le 1 janvier 2024 pour un délai de trois ans, le projet vise à développer de nouvelles technologies de purification du silicium provenant des panneaux photovoltaïques en fin de vie qui ne peuvent pas être réutilisés ou réparés pour une utilisation ultérieure dans la fabrication de nouveau panneaux et en batteries pour véhicules électriques. Il développera aussi une plate-forme intégrée pour la récupération des panneaux et une méthodologie pour la réutilisation et la réparation des panneaux PV.

Il fournira la conception d'une usine clé en main de recyclage optimisée de panneaux PV en fin de vie ouvrant la voie à une production industrielle européenne de masse de silicium recyclée. Cela permettra de :

- Centraliser le recyclage du silicium en Europe pour réduire la dépendance vis-à-vis des fournisseurs ;
- Possibilité de réutiliser à 100% le silicium ;
- Réduction du volume des déchets [7].

5. CONCLUSION

L'énergie photovoltaïque, moteur de la transition énergétique, est prônée par les états soucieux du déclin marqué par les changements climatiques. Elle ne cesse d'accroître en terme de production mais aussi de consommation de ressources naturelles et de génération des déchets.

Afin d'amortir les pertes qui peuvent survenir sur la chaîne de valeur du silicium, l'économie circulaire, concrétisée par de nombreux projets novateurs, s'est avérée la solution pour outrepasser les limites de l'économie actuelle dite linéaire appliquée dans ce secteur.

REFERENCES

- [1] F. BOISSIER, Les territoires face à l'adaptation au changement climatique, Etudes, Vol. 4274 : 45-56, 2020.
- [2] N. J. BARTIE, Y.L. COBOS-BECERRA, M. FROHLING, R. SCHLATMANN, M.A. REUTER, The resources, exergetic and environmental footprint of the silicon photovoltaic circular economy: Assessment and Opportunities, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 169 : 01-24, 2021.
- [3] S. WECKEND, A. WADE, G. HEATH, End of life management : Solar Photovoltaic Panel, IRENA and IEA PVPS report, 2016.
- [4] J. LI, Y. LIN, F. WANG, J. SHI, J. SUN, B. BAN, G. LIU, J. CHEN, Progress in recovery and recycling of kerf loss silicon waste in photovoltaic industry, Separation and Purification Technology, Vol. 254 : 117581, 2021.
- [5] H.L. YANG, I.T. LIU, C.E. LIU, H.P. HSU, C.W. LAN, Recycling and reuse of kerf-loss silicon from diamond wire sawing for photovoltaic industry, Waste Management, Vol. 84 : 204-210, 2019.
- [6] European Commission. 2024. Circular business models for the solar power industry. <https://cordis.europa.eu/project/id/776680/fr>
- [7] European Commission. 2024. FOstering a Recycled European Silicon Supply. <https://cordis.europa.eu/project/id/101138503>

Les déterminants stratégiques, structurels et humains de la transformation digitale des banques tunisiennes: cas de la Société Tunisienne des Banques (STB)

Intissar Ben Tekaya, Amina Omrane

*Laboratoire de recherche en Economie et Gestion (LEG)
Université de Sfax, Faculté des sciences Économie et de Gestion de Sfax, Tunisie*

Intissarbtekaya@gmail.com
amina.omrane@yahoo.fr

Résumé — Ce papier aborde le contexte du digital banking et explore les modèles organisationnels pour les banques multi-entités, mettant en avant la dématérialisation comme un moyen d'échange et de conservation de l'information. Il souligne l'émergence d'un environnement technologique, économique et social révolutionnaire dans le secteur bancaire, incitant à une refonte de la chaîne de valeur. L'impact des Fintechs sur la transformation digitale des banques est discuté, avec des prévisions sur la suppression d'emplois et l'automatisation des opérations. L'article met en lumière l'importance des talents digitaux et des nouvelles habitudes de consommation des clients, soulignant l'adaptation nécessaire des banques à ces évolutions. Enfin, il présente une étude empirique menée auprès de la Société Tunisienne des Banques pour évaluer les déterminants stratégiques, structurels et humains de la transformation digitale bancaire, montre que ces facteurs ont un impact significatif sur la transformation digitale des banques.

Mots clés – Transformation digitale, déterminants structurels, stratégiques, et humains.

1. INTRODUCTION

Depuis le milieu du siècle dernier la révolution digitale a eu un impact sur les banques et leur métier. Autrefois, incontournable l'édifice bancaire tout entier s'est trouvé ébranlé [1]. Les banques devraient évoluer, sous peine de disparaître au profit de nouveaux acteurs plus en phase avec leur époque. Pour mieux comprendre ces enjeux actuels, il faut rappeler la ligne de « révolution digitale ».

Toutefois la théorie des organisations est prise en défaut par rapport aux nouvelles architectures organisationnelles qui apparaissent et dont l'analyse pose de nombreuses questions aux chercheurs [2]. Aujourd'hui, les évolutions des technologies numérique ou « digital » (applications mobiles, cloud-computing, médias et réseaux sociaux, objets connectés, intelligence artificielle, impression 3D...) transforment les usages et modes fonctionnement des individus et des organisations et surtout dans le secteur bancaire [3]. Donc Les organisations deviennent « digitales ».

Face à ces bouleversements, les banques ont une obligation de s'adapter au plus vite à ces changements afin de ne pas devenir obsolètes. Les changements induits par cette évolution structurelle, organisationnelle et même humain sont profonds, et qui sont influencés par le degré de digitalisation de l'économie en général. Sur la base de ce qui a été avancé une des évolutions les plus visibles dans le secteur bancaire concerne les applications mobiles puisque 87% des banques tunisiennes possèdent aujourd'hui une application mobile avec un espace hybride dédié à ses clients.

Sur la base de ce qui a été avancé, nous allons tenter à travers cet article de répondre à la question suivante : Face à la révolution digitale comment les banques vont-elles résister ce challenge d'innovation dont sa capacité à accepter le changement et à prendre les bonnes orientations digitales pour s'adapter aux nouveaux usages et faire face aux nouveaux entrants dont l'in-compromis de celles qui acceptent et d'autres qui résistent à ces changement ? Comment les déterminants stratégiques, structurels, et humains favorisent à la réussite de la transformation digitale de la banque?

Dans un premier temps, nous présentons brièvement les concepts sur lesquels notre travail est basé, à savoir la transformation digitale.

2. Développement conceptuel et théorique

2.1. La transformation digitale dans le cadre du secteur bancaire

2.1.1. Fondements et acception

La transformation est une définition d'un nouveau paradigme impliquant un nouveau système et du modèle de gouvernance. Quant à la transformation digitale, elle peut être définie comme suit : « changements systématique des processus internes, des modèles commerciaux et des compétences utilisant les technologies et les services intelligents à la hauteur des attentes des clients » [4] .

En fait, « la transformation digitale » est une notion de buzz qui intervient à partir des années 2008 à 2010 avec les systèmes de gestion de la collaboration et de partage de savoirs, qui ont permis le développement de pratique de travail centrée sur la créativité, l'ajustement mutuel, la Co-construction, l'échange et la mobilité [5]. Il s'agit de la transformation de ce qui produit l'organisation avec deux composantes : une matérielle et une informationnelle [6].

D'un point de vue conceptuel, la transformation digitale (TD) est un terme collectif utilisé pour décrire les changements affectant les activités, processus et compétences de l'entreprise par les technologies numériques [7] . Cette dernière se base sur plusieurs grands piliers dont la mobilité, le temps réel, l'internet des objets, le big Data et l'université d'internet [8].

Le but de la transformation digitale est de faire mieux que ses concurrents dans le secteur, mieux satisfaire ses clients et in-fine ne pas se faire Upériser et assurer la priorité de la banque même si elle est appelée à changer de domaines d'activité stratégique, d'où elle va conduire les changements de business model et l'écosystème d'une organisation en s'appuyant sur les techniques numériques [9].

Alors face à ce constat, Les banques comprennent clairement une chose : elles n'ont pas besoin d'une stratégie digitalisée, elles ont besoin de la digitale dans leur stratégie. Selon les recherches menées par [10] la transformation digitale est un processus par lequel les organisations cherchent à modifier leur processus de création de valeur, à gérer les changements et à identifier les obstacles qui les affectent ;

Zysman, et al. (2010) considèrent trois niveaux de service au niveau la transformation digitale: les services minimalistes (irréductible par l'humain, créés au même endroit où ils sont livrés), les services hybrides (entre les humains et le TIC) et les services d'automatisation (avec la contribution du digitale) [11].

Etant donné que Korobov, V. (2017) a démontré que les forces motrices de ces processus sont la concurrence et l'innovation, ce qui a pour effet de faire évoluer les business model des banques et un élargissement de la gamme de produit et de services [12].

D'ailleurs, l'interprétation de la banque du futur pour Fayon, et al. (2019) comme somme de 4 concepts est proposée: « banque=produit », « banque=client », « banque=vie », « banque=technologie ». La digitalisation à changer donc les activités de l'organisation, en élimine certaines, en crée nouvelle [13]. Il ressort de cette définition, la flexibilité et l'agilité sont désormais des qualités non plus louables mais nécessaires aux organisations digitales afin de pouvoir exploiter les opportunités du numérique et répondre efficacement aux turbulences et contingences environnementales [14] c'est le nouveau Champ de recherche qui vise à comprendre « le Banque Mobile ».

Les définitions du mot organisations sont nombreuses et varient en fonction du cadre théorique dans lequel on se place. Face à la transformation digitale les organisations ne sont pas sur même pied d'égalité [15]. Ainsi, les organisations connaissent des bouleversements profonds dans leurs représentations, leurs systèmes de production et leurs management [16].

Les organisations deviennent digitales. Elles s'appuient de plus en plus sur des technologies de l'information complexes pour diminuer leurs couts de transactions et accroître leurs avantages concurrentiels en générant de nouveaux business modèles, par exemple en combinant ou en restructurant divers fonctions dans le cadre d'une plateforme technologique intégrée ou encore créant de nouvelles opportunités de marchés en supprimant ou contournant les intermédiaires des modèles économique traditionnels, les rendant ainsi obsolètes [2] .

Cependant, L'engagement digital est essentiel pour optimiser l'expérience client. Certaines banques ont résisté à l'idée d'abandonner leurs méthodes éprouvées, mais la plupart d'entre elles voient la valeur que la numérisation apporte à leurs services. Qu'il s'agisse de la compétence des processus ou de l'amélioration de l'accessibilité et de la satisfaction des clients, la transformation numérique dans le secteur bancaire a constamment optimisé les opérations. Selon une enquête menée par Cornerstone Advisors, 42 % des établissements ont déclaré avoir amélioré de 5 % la productivité

de l'ouverture des comptes de dépôt, et 33 % ont déclaré avoir amélioré la productivité des prêts de 5 % ou plus. Les avancées apportées par La transformation digitale ont changé le mode de fonctionnement du secteur bancaire [17]. Les nouveaux scénarios concernent, entre autres, les domaines suivants:

- Ouverture d'un compte digital

En réduisant la nécessité de se rendre en personne dans une agence, les banques ont automatisé le processus d'ouverture de compte.

- Paiements digital

Les institutions financières ont mis en place des systèmes de paiement numérique tels que les transactions en ligne, les paiements mobiles et les portefeuilles numériques. Les clients peuvent désormais effectuer des transactions et des transferts d'argent à l'aide de leur smartphone ou de leur ordinateur.

- Mobile banking

Les services bancaires mobiles permettent aux clients d'accéder à leurs comptes bancaires et à leurs activités bancaires en ligne au moyen d'une application sur leur smartphone. Cet accès comprend la consultation des informations sur le compte bancaire, les transactions quotidiennes, les investissements, les services d'assistance et les actualités via les applications mobile des banque (on site STB BANK, Attijarie mobile...)

Chaque nouvelle vague de progrès technique se confronte à l'euphorie toute comme aux réactives dubitatives des utilisateurs réels et potentiels [18].

2.1.2. *La transformation digitale refond de la théorie de la firme*

Des études ont déjà été menées sur l'effet de la transformation numérique sur les entreprises en utilisant la théorie de la firme, comme l'a fait Bienaymé et Alain [19]. Souvent dans la lignée des approches de la firme comme processeur d'information, puis comme processeur de connaissances [20], les organisations Digitales s'interrogent sur l'avenir de la production vu par les économistes et les gestionnaires.

On y trouve une première approche des liens entre digitalisation et théorie de la firme. Shapiro et al. (1999) y distillent également une vision du digital qui a contribué, parmi d'autres éléments, à sa position de chef économiste chez Google [21]. Lièvre (2016) a présenté une approche de gestion pour l'organisation hypertexte qui s'inspire de Nonaka,& Takeuchi (1995) [22]- [23].

[24] a soulevé la question du développement réussi d'une Organisations digitales ou organisations qui effectuent une digitalisation à grande échelle pour leurs industries de base. De nombreuses entreprises de l'industrie ont dû chercher de nouveaux marchés grâce à la technologie digitale pour survivre Le cas décrit est un cas d'ambiguïté organisationnelle dans le contexte de la numérisation (voir [25] pour la contribution de l'ambidextrie à la théorie organisationnelle).

Pour Kefi et al. (2019) repenser les conséquences du digital sur la théorie de la firme et de l'organisation doit reconsidérer le modèle rationnel connu [26]. À cette fin, ils ont suggéré de (ré) utiliser la rationalité des participants au cœur de leur analyse. Selon les auteurs, cette nouvelle approche de la rationalité permettra d'apporter des éclairages pertinents à la une du développement de l'intelligence artificielle, où humains et machines s'engageront dans des processus et en inventeront d'autres. Ainsi, La recherche universitaire offre plusieurs perspectives pour la "théorie de l'entreprise" à travers laquelle ces frontières peuvent être expliquées et la question fondamentale de savoir pourquoi les entreprises existent en tant qu'entités indépendantes peut trouver une réponse [27] , [28]. La théorie des coûts de transaction soutient que les entreprises existent parce que les coûts de coordination des activités importantes sont moins élevés dans une organisation hiérarchique que dans un marché [29] [30].

L'approche des capacités managériales dynamiques (CMD) soutient que les entreprises doivent constamment aligner, modifier et reconfigurer leurs ressources et leurs capacités dans un environnement dynamique et volatile afin de garantir une innovation durable et des bénéfices supérieurs aux rendements normaux [31]. On peut citer d'autres théories managériales qui abordent l'axe de la transformation digitale.

a- La théorie basé sur les ressources (Resource-Based View, RBV)

Par ailleurs, il existe plusieurs cadres théoriques et travaux qui ont contribué à enrichir l'approche causal en l'occurrence la théorie des ressources ou le RBV (Ressource Based View) développée par Jay Barney [32]. Cependant la théorie des ressources est aujourd'hui l'une des théories les plus mobilisées dans le domaine du

management stratégique [33], [34]. En outre, elle permet le développement de différentes approches qui visent à explorer des concepts fondamentaux comme la connaissance ou les compétences.

Également l'article de C. Le Bas (2016), étudiant le cas d'une PME Novatrice ayant développée un modèle d'entreprise particulier en mobilisant l'informatique en nuage, souligne le fait que l'innovation technologique, ce sont des rendements économiques qu'il faut protéger ou s'approprier [35].

Des recherches récentes menées par des cabinets de renom spécialisés dans la transformation numérique d'entreprises confirment les théories de Schumpeter selon lesquelles les innovations dans divers secteurs ne font que transférer des emplois. La mutation des profils ou la reconversion des métiers bénéficiera à l'ensemble de la population.

La transformation des compétences ou la conversion des emplois aura un impact positif pour toute la société. Une étude menée par Bharadwaj (2001) a examiné la corrélation entre les capacités en technologies de l'information et la performance des entreprises, en utilisant la théorie du management par les ressources. Son explication de la capacité en TI consiste à utiliser les ressources informatiques de trois manières différentes, lesquelles sont combinées avec d'autres ressources et capacités pour être efficaces [36]. Également l'article de C. Le Bas (2016), étudiant le cas d'une PME Novatrice ayant développée un modèle d'entreprise particulier en mobilisant l'informatique en nuage, souligne le fait que l'innovation technologique, ce sont des rendements économiques qu'il faut protéger ou s'approprier [37], c'est-à-dire, selon Teece (1986), empêcher l'imitation des procédés innovants ou maintenir un avantage par rapport aux concurrents [38].

Certains chercheurs ont trouvé des preuves de l'importance d'exploiter les connaissances internes et externes dans le cadre d'une transformation digitale. En étudiant les organisations qui s'engagent dans des fusions et acquisitions d'entreprises liées aux technologies digitale, Hildebrandt, Hanelt, Firk et Kolbe (2015) ont constaté l'acquisition, l'intégration et la commercialisation de connaissances complémentaires et hétérogènes en matière de technologie digitale ces organisations étaient mieux préparées à maîtriser la transformation numérique de leurs affaires [39].

Cependant, la RBV peut être appliquée à la transformation digitale en examinant comment les organisations utilisent leurs ressources pour adopter et intégrer les technologies numériques. Par exemple, une banque peut utiliser ses ressources pour développer des applications mobiles, des systèmes de paiement électroniques et des plateformes de gestion de données pour améliorer son service client et son efficacité opérationnelle. En d'autres termes, la RBV peut aider à comprendre comment les organisations peuvent utiliser leurs ressources pour répondre aux défis de la transformation digitale et créer un avantage compétitif dans un environnement en constante évolution.

b- L'approche structurationniste

L'approche structuraliste en système d'information (SI) a émergé au milieu des années 1980, notamment avec les travaux de Barley [40]. Elle représente un cadre de compréhension systémique des relations entre les acteurs pour expliquer les mécanismes d'adoption des innovations et des technologies [41].

En s'inspirant de la théorie de la structuration de Giddens (1987), présentant le principe de dualité du structurel pour montrer la manière dont les acteurs interagissent avec les différentes propriétés structurelles, l'approche structurationniste transforme ce principe en dualité de la technologie, traitant l'interaction acteur – technologie au détriment des autres propriétés structurelles de l'entreprise [42]. Cette Théorie suppose l'existence d'une relation récursive entre les actions des acteurs sont permises par la structure sociale (relation 1) ; cette structure sociale est actualisée et éventuellement modifiée par les actions récurrentes des acteurs (relations 2). La structure affirme sa dualité : elle contraint et facilite l'action des acteurs, elle est le résultat de ces actions» [43].

L'approche structurationniste offre une grille de lecture approfondie des usages différenciés des TIC [44]. Toutefois, les modèles de Orlikowski (1992) et de Sanctis et Poole (1994) « *apparaissent moins convaincants lorsqu'il s'agit d'appréhender les usages des TIC en termes d'évolution des structures sociales des organisations* » [45]. Plusieurs Critiques de Orlikowski, (2000) et de Vaujany (2003), à cet égard, ont été adressées à cette approche mettant en exergue sa difficulté à prendre en considération et à caractériser la complexité du changement organisationnel.

Ces modèles permettent l'explication de l'appropriation des propriétés structurelles des TIC, ils ne permettent pas d'appréhender les processus d'émergence de ces propriétés structurelle [46]. La théorie de la structuration offre un cadre pertinent pour analyser la transformation digitale comme stratégie. Elle met en avant la dualité du structurel, qui signifie que les structures sont à la fois constituées et constituantes des actions des individus. Cette perspective permet de comprendre comment la transformation digitale peut être influencée par les structures existantes tout en les modifiant à leur tour.

c- L'approche de diffusion de l'innovation (Rogers 1995)

La stratégie des entreprises est désormais centrée sur l'innovation. En effet De nombreux auteurs ont tenté de classer les innovations en fonction de leur degré de nouveauté, tant pour le marché que pour l'entreprise. Pour le pionnier Schumpeter, l'économiste connu dans le domaine des sciences sociales, l'innovation est un processus de destruction créatrice, étant un moteur de la dynamique du capitalisme [47]. La théorie de la diffusion de l'innovation décrit comment de nouvelles idées et comportements se propagent au sein d'une communauté, ou d'une communauté à l'autre. Certaines personnes et groupes adoptent plus rapidement les innovations que d'autres. Généralement, les jeunes sont plus prompts à adopter les nouvelles tendances, que ce soit en matière de mode ou de technologie, comparé aux adultes.

Cette théorie identifie cinq catégories qui définissent la propension d'une personne à accepter ou adopter une innovation : Les innovateurs sont les premiers à s'emparer d'une nouveauté. Cependant, les autres membres de la communauté peuvent les trouver capricieux et hésiter à les imiter.

Or, la théorie de la diffusion des innovations est un élément essentiel de la recherche comportementale, permettant de mieux comprendre comment les nouveautés technologiques sont adoptées, utilisées et répandues, tant au niveau individuel qu'organisationnel. Les travaux fondamentaux de cette théorie ont été menés par Everett M. Rogers, qui a identifié trois aspects clés : le processus de diffusion des innovations, les catégories d'utilisateurs et les caractéristiques des innovations elles-mêmes.

La majorité précoce est ouverte au changement et convaincue des avantages de l'innovation après l'avoir observée. La majorité tardive reste sceptique et réticente à adopter de nouvelles idées jusqu'à ce que les bénéfices soient clairement établis. Enfin, les retardataires, les plus conservateurs et résistants au changement, peuvent dans certains cas ne jamais adopter l'innovation. Ces caractéristiques, prises individuellement, ne suffisent pas à prédire l'adoption d'une innovation.. Dans le contexte spécifique des technologies de l'information, Moore et Benbasat (1991) ont obtenu des résultats similaires, avec quelques nuances par rapport au modèle de Rogers [48].

L'observabilité de l'innovation comporte deux aspects distincts : sa visibilité et la possibilité de montrer ses résultats. Moore et Benbasat (1995) ont examiné ce modèle et ont révélé que les principaux facteurs influençant l'adoption étaient le caractère volontaire de l'utilisation, les normes sociales en vigueur et les différentes caractéristiques décrites précédemment.

Il est clair que l'innovation en question doit également apporter des avantages significatifs et des résultats tangibles et visibles pour l'utilisateur [48]. Cependant, il ne faut pas l'imposer de force, au risque qu'elle soit rejetée. L'étude d'Agarwal et Prasad (1997) a confirmé que le volontariat est directement lié à l'adoption réussie des technologies de l'information. En résumé, la théorie de Rogers fournit un cadre pour penser la digitalisation comme une innovation à diffuser progressivement, en tenant compte des profils d'adoptants, des caractéristiques perçues de la digitalisation, et des canaux de communication. Une stratégie de digitalisation alignée sur ces principes a plus de chances de succès.

2.1.3. Les facteurs déterminants de la transformation digitale des banques

Tout au long de notre consultation, dans le cadre de notre revue de la littérature, nous avons ressorti une multitude de déterminants influençant de près ou de loin par le processus d'adoption de la transformation digitale. Ces déterminants ont été regroupé en trois groupe ; Les déterminants stratégiques, structurels et humains.

2.1.3.1. Les facteurs stratégiques

Une stratégie de transformation digitale est un plan stratégique sur la façon de remodeler les modèles d'entreprise existants et de changer la culture organisationnelle tout en adoptant les avancées technologiques. La feuille de route de la transformation digitale résulte de l'analyse de l'état actuel d'une organisation, de la nécessité d'opérer une transition et de l'identification des objectifs qu'elle souhaite atteindre.

La transformation digitale n'est pas simple, elle doit être gérée avec la plus grande prudence. Le numérique est véritablement la nouvelle norme. Le secteur bancaire est également plongé dans cette vague de changement.

La mise en place des technologies digitales par sa communication et ses dimensions ouvertes, a affecté des organisations traditionnelles que nous reconnaissons comme ayant des fonctions strictes. Ces organisations sont

basées sur des modèles militaires. En fait, comme d'autres organisations, les banques sont organisées selon une structure hiérarchique. La fonction doit perdurer, conduisant au fonctionnement de l'île.

De même, à un autre niveau organisationnel, la digitalisation transforme les stratégies organisationnelles et les business models [49]. Dans l'environnement digital actuel, qui évolue rapidement, il est essentiel que les organisations s'adaptent et évoluent en permanence.

a- La résistance au changement

Cependant, le changement peut être difficile, et la résistance au changement est une réaction humaine naturelle motivée par des facteurs tels que la peur de l'inconnu, la perte de contrôle et les préoccupations relatives à la sécurité de l'emploi.

Dans le contexte de la culture digital, la résistance peut se manifester de diverses manières, de la réticence à adopter de nouvelles technologies au manque d'enthousiasme pour les nouvelles méthodes de travail.

Or, la résistance au changement peut, sans aucun doute, être considérée comme l'un des grands mots à la mode dans la littérature sur le développement organisationnel. Certains travaux ont cherché à opérationnaliser la résistance, par exemple, comme l'impossibilité de changer d'emploi [50] ; d'autres ont mis l'accent sur la réaction émotionnelle ou le cynisme [51].

Dans sa "théorie des aînés", Lewin a décrit le phénomène de la résistance au changement organisationnel comme résultant soit d'un manque de forces suffisamment puissantes pour induire le changement, soit de la prévalence d'obstacles de barrières trop fortes à l'égard de ces forces qui entravent la survenue du changement dans un système donné [52]. D'un point de vue systémique, on peut dire que les systèmes

Or, recherchent la stabilité et l'équilibre interne (homéostasie), ce qui les rend par défaut résistants au changement. Toutefois, comme le monde évolue de manière dynamique, les systèmes doivent se rééquilibrer et créer un (nouvel) équilibre par le changement [53]. L'idée que la résistance au changement émerge d'une interaction complexe entre les forces motrices et les forces résistantes peut être trouvée dans la littérature scientifique.

Pour aborder les interactions complexes entre les forces motrices et les forces résistantes, le travail théorique de Lewin a été étendu au concept de la recherche-action [54], qui sert de base à l'élaboration d'un plan d'action pour la mise en œuvre du changement. Burnes (2004) qui sert d'approche de développement organisationnel pour intégrer dynamiquement la résistance - également dans le sillage de la transformation digitale [55], [56].

Il faut dire ainsi important que La résistance au changement peut avoir un impact négatif important sur la réussite d'un projet de transformation digitale parmi les éléments clés à prendre en compte on cite le manque d'agilité sur le lieu de travail suggère un manque d'agilité dans la culture d'entreprise. La résistance au changement est essentiellement une peur de l'inconnu et les coûts supplémentaires imprévus, comme les formations longues etc...

H1 : La résistance au changement influence négativement la digitalisation des banques

b- Le processus de dématérialisation

Dans ce contexte de digital banking, le modèle organisationnel à pour objective de choisir entre une organisation centralisée, mutualisé ou localisé pour les banques multi entités.

De façon plus large, c'est l'acte de la dématérialisation qui est une modalité d'échange ou de conservation de l'information, sans support physique tel qu'un courrier papier, un bordereau pré-imprimé, un chèque de règlement ou encore de dossiers papier, de microfiches ou microfilms pour l'archivage.

Une fois la substitution est complètement effectuée c'est-à-dire que tous les supports d'informations matériels d'une banque ou d'une organisation ont été dématérialisés on parle de « bureau sans papier » ou de stratégie « zéro papier » [15].

Toutefois, Le secteur bancaire est engagé dans un mouvement sans précédent de reconstruction de sa chaîne de valeur, qui affecte à la fois sa stratégie, son organisation, ses services et sa culture. Elle est en effet confrontée à une révolution de son environnement technologique, économique et social.

Il est clair que l'émission de moyens de paiement matériels est coûteuse et que ces coûts sont la raison principale qui a conduit à l'émergence des moyens de paiement dématérialisés. Pour ce fait on va prendre L'article de Pascal Robert

(2004) , intitulé "Critique de la dématérialisation", 2004 pour analyser ce processus . L'auteur critique la notion de dématérialisation, qui est souvent considérée comme un fait évident dans les discours sur les technologies de l'information et de la communication (TIC). Il soutient que la dématérialisation n'est pas un processus réel, mais plutôt un concept idéologique qui permet de justifier les acteurs et les pratiques liées aux TIC. L'auteur argue que la dématérialisation est souvent utilisée pour masquer l'importance des propriétés des supports, des contextes matériels d'utilisation et des formes imposées par les inscriptions, les matrices et les cadres de la communication. Il souligne que la notion d'immatériel rend très mal compte de ce qui est en jeu et que la dématérialisation n'est pas un processus qui se rencontre dans les TIC ni dans les réseaux, mais plutôt un moyen de soutenir l'abstraction idéologique. En résumé, l'article de Pascal Robert propose une critique de la notion de dématérialisation, en montrant que cette notion est utilisée pour justifier les acteurs et les pratiques liées aux TIC, et qu'elle masque l'importance des propriétés des supports et des contextes matériels d'utilisation.

En résumé, la dématérialisation est un processus qui permet de numériser les informations et de les stocker sur des ordinateurs, des téléphones portables et d'autres appareils numériques. Elle est souvent considérée comme un préalable à la digitalisation et permet d'améliorer l'efficacité des équipes, de faire gagner du temps sur de nombreuses tâches à faible valeur ajoutée, d'éviter l'erreur de saisie, de dé doubonner, etc.

H2 : le processus de dématérialisation influence positivement la digitalisation des banques

c- L'intention stratégique chez les Fintech

L'accélération des innovations technologiques et disruptives dans la Fintech, et par conséquent le développement des technologies de pointe comme le Big Data, l'IA et la Blockchain, favorise la pénétration des startups sur le secteur bancaire et financier.

Après avoir examiné les diverses définitions de la littérature scientifique et les principales organisations internationales, il est clair que la définition des FINTECH doit inclure deux éléments essentiels pour être complète et précise : l'aspect de l'innovation financière en termes de produits et de processus, ainsi que l'entité à l'origine de cette innovation [57].

Le terme "Fintech" est un condensé de "Financial Technology" (ou "technologie financière" en français). Ce concept a émergé avec l'essor des technologies de l'information et a connu une évolution depuis ses débuts.

Dans le document "Marchés financiers, assurances et pensions privées : Numérisation et finance", l'OCDE définit les FinTech comme des "applications innovantes de la technologie numérique pour les services financiers" [57]... "la fintech ne concerne pas seulement l'application des technologies numériques aux services financiers, mais aussi le développement de modèles commerciaux et de produits basés sur ces technologies et plus généralement sur des plateformes et des processus numériques" .

Il représente l'intégration des premières technologies de l'information dans les services bancaires (comme les guichets automatiques) et les services financiers de l'époque (comme les logiciels d'aide à la gestion de patrimoine pour les conseillers). Certains auteurs comme Coughlan et Cogan (2002) considèrent que la Fintech résulte de l'interaction entre les établissements financiers, les consommateurs et les marchés [58].

De même Pushmann (2017) aborde les Fintechs sous trois aspects clés de l'innovation :

- **Objet de l'innovation** : Les cinq principales catégories citées précédemment sont au cœur de l'innovation Fintech.
- **Degré de l'innovation** : Les technologies Fintech peuvent entraîner des améliorations progressives (optimisation des solutions existantes) ou des changements radicaux (nouveaux produits, modèles d'affaires, etc.).
- **Portée de l'innovation** : Les innovations Fintech peuvent avoir une portée intra-organisationnelle (changements internes) ou inter-organisationnelle (améliorations sur la chaîne de valeur). Ainsi, Pushmann démontre que les Fintechs incarnent une forme particulière d'innovation financière, couvrant ces trois dimensions caractéristiques.

Grâce à l'utilisation de technologies avancées et interconnectées, ces entreprises ont connu ces dernières années une forte capacité de croissance, au point que certains auteurs considèrent les Fintechs comme une véritable "innovation financière". Selon Thomas Pushmann (2017), ce concept se rapporte à la création et à la vulgarisation de nouveaux instruments financiers, de nouvelles technologies, institutions et marchés financiers [59]. Les innovations financières

telles que les Fintechs se déclinent ainsi en différents domaines : les produits et services, les structures organisationnelles, les processus, les systèmes et les modèles d'entreprise. Pushmann montre donc que les Fintechs constituent une forme particulière d'innovation financière. Les startups Fintech ont introduit des innovations importantes dans les domaines du paiement, de la gestion de patrimoine, du prêt, du financement participatif, du marché des capitaux et des assurances. En réduisant les coûts et en offrant des services plus personnalisés que les entreprises financières traditionnelles, elles ont contribué à la fragmentation des services financiers, ce qui a fortement perturbé les banques.

Dans la littérature, Shin et Lee (2017) définissent ce concept comme un "écosystème Fintech" composé de cinq acteurs majeurs [60].

- Les développeurs de technologies créent un environnement favorable aux startups Fintech pour lancer rapidement des services innovants. Ils fournissent une infrastructure à faible coût pour le développement de leurs services.
- Depuis la crise financière de 2008, les gouvernements ont mis en place un cadre réglementaire favorable aux Fintechs afin de stimuler l'innovation Fintech et de favoriser la compétitivité financière mondiale.
- Les institutions financières traditionnelles sont également un acteur majeur de l'écosystème Fintech, car elles ont revu leurs modèles d'affaires existants et élaboré des stratégies pour adopter l'innovation Fintech.
- Les clients financiers sont la source de revenus pour les entreprises Fintech. Une étude de Goldman Sachs (2015) a montré que l'utilisation des services Fintech est plus répandue chez les clients plus jeunes, urbains et à revenus plus élevés.
- Les personnes âgées de 18 à 34 ans représentent une partie importante des utilisateurs de services financiers en ligne (Fintech) dans la plupart des pays.

Fáykiss et al. (2018) estiment que la fintech pourrait améliorer l'efficacité globale de plusieurs façons :

- en offrant des services financiers plus efficaces, pratiques et rentables.
- en améliorant l'expérience client.
- en diversifiant les risques d'investissement.
- en réduisant la dépendance à la proximité géographique des services ou produits financiers, ce qui permet de diminuer le nombre de succursales et les coûts fixes associés.
- en offrant plus de transparence, ce qui aide les acteurs du marché à mieux gérer les risques financiers.
- optimisation des processus de prise de décision et donc réalisation plus rapide des transactions [61].

Une étude de Holland (2005) sur les fintechs présume que 660 milliards de dollars de revenus pourraient être transférés des services financiers traditionnels aux services Fintechs (des acteurs traditionnels ou des startups) dans les domaines des opérations, du paiement, du financement et de l'investissement. L'intégration des nouvelles technologies et l'arrivée d'un nombre important de nouveaux acteurs ont contribué au renouveau des business model. En résumé, les fintechs favorisent la transformation digitale du secteur financier en introduisant des innovations, des technologies avancées, des services en ligne, une gestion efficace du changement et une cybersécurité robuste.

Sur la base de l'analyse ci-dessus, nous pensons ainsi que les Fintechs se sont développées et continuent de le faire de manière fulgurante pour débouche sur des changements radicaux au niveau des offres de services, mais aussi des comportements des acteurs traditionnels qui s'adaptent à elles d'où nous pouvons émettre l'hypothèse suivante :

H3 : L'intention stratégique des « FINTECH » influence positivement la transformation digitale des banques

2.1.3.2. Les facteurs structurels

Le secteur bancaire est engagé aujourd'hui dans un mouvement sans précédent de reconstruction de sa chaîne de valeur, qui affecte à la fois sa stratégie, son organisation, ses services et sa culture. Elle est en effet confrontée à une révolution de son environnement technologique, économique et social. Elle doit s'adapter aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, qui intensifie la désintermédiation de son front office et l'automatisation de son back-office [62].

a- L'adoption d'un écosystème phygital

À la suite de l'émergence de d'un nouveau consommateur augmenté, les responsables d'enseignes ont dû trouver un moyen de s'adapter à ce nouveau mode de consommation. Pour cela ils ont décidé d'accompagner l'hybridation physico-digital [63], du consommateur en opérant eux-mêmes à une hybridation de leur point de vente, en y faisant entrer site web, réseaux sociaux ou tout autres outils digitaux. C'est par cette hybridation du point de vente physique et du digital qu'est né le néologisme « phygital » [64].

Un exemple de technologies phygital pour le secteur du commerce de détail est la solution Amazon go, le supermarché hyper technologique sans caissiers lancé par Amazon en 2018. Pour faire ses courses, il suffit au client de télécharger l'application Amazon Go, de créer un compte Amazon et d'utiliser son smartphone pour s'identifier à l'entrée du magasin, en scannant un code QR.

Le phygital permet à la force de vente de réfléchir à comment mieux accompagner le client et simplifier son parcours d'achat. Pour ce fait, plusieurs services répondant aux exigences des clients on peut citer la personnalisation de la visite en agence, la facilitation du choix des produits, et la rapidité de paiement.

Par ailleurs, un sondage paru dans la Tribune montre que 80% des digitalnatives veulent un contact avec un conseiller. Autrement dit les clients veulent en réalité le meilleur des deux mondes, physique et digital [1]. Depuis sa première définition par Chris Weil (2007), le concept de phygital s'est révélé être un terme complexe résultant de la connexion entre le monde physique et le monde numérique avec plusieurs implications et applications potentielles dans les domaines du conseil, de la stratégie, de l'analytique et du design d'expérience [65]. De même, le phygital (physique plus digital) est un terme de marketing qui décrit le mélange des expériences digitales avec les expériences physiques. Le phygital combine les environnements en ligne et hors ligne en essayant de prendre les meilleurs aspects de chaque espace pour créer une expérience client beaucoup plus complète et satisfaisante.

Or, on trouve que La définition de l'environnement phygital concerne le concept innovant utilisé dans la pratique du marketing, bien que sa définition en soit encore à ses balbutiements, comme l'ont récemment souligné Mikheev et al. [66]. Due et Toft (2021) se sont concentrés sur la mise en évidence phygital qui élargit la compréhension de la socialité humaine grâce à l'attention conjointe. De même, les articles de McKinsey(2021) soulignent l'importance du phygital pour améliorer l'expérience client, augmenter les ventes et répondre aux attentes des consommateurs.

En outre, Lawry (2021) a constaté que la recherche de statut et le leadership d'opinion en matière de mode affectaient les intentions d'interaction à l'égard des expériences d'achat phygital. En effet, même s'ils rendent visite moins régulièrement à leur conseiller, les clients restent attachés à leur agence de proximité. Ainsi, un sondage paru dans la Tribune montre que 80% des digitalnatives veulent un contact avec un conseiller. Autrement dit les clients veulent en réalité le meilleur des deux mondes, physique et digital [67]. Pour les opérations bancaires du quotidien, les utilisateurs préfèrent leur smartphone. En revanche pour les produits/services engageants, ils souhaitent garder une relation avec un conseiller. Sur la base de ces développements, nous pouvons émettre L'hypothese suivante:

H4 : L'adoption d'un écosystème PHYGITAL influence positivement par la transformation digitale des banques

b- L'apparition d'un nouveau modèle CIAS

Comme toute organisation, les banques subissent pleinement cette transformation digitale et sont confrontés à une redéfinition de chacun de leurs processus, de leurs modes de fonctionnements, de leurs produits, et plus globalement de leurs chaines de valeur [68], [69].

Dans ce contexte, le digital un véritable outil pour les services bancaires, permettant de faire face à ce changement. De par les modifications qu'elles suscitent portant sur les formes et usages de l'information, sur les mécanismes de transmission, de la gestion en temps réel, des modes de stockage et de traitement de l'information, les technologies numériques apparaissent comme un levier de création de valeur et d'avantage concurrentiel [70]. Quand on parle de la digitalisation de secteur bancaire on parle d'une entrée du nouveau paradigme dans une nouvelle génération. Autrement dit, quand on parle de l'intégration totale de digital dans les banques on parle de la banque nouvelle génération qui devenu CIAS : Connectée, Intelligente, Agile et Sociale.

A ce titre l'apport de digital permet d'offrir une expérience multicanale, ou plutôt omnicanal. Il est ainsi possible de se connecter aujourd'hui à sa banque à tout moment, et su n'importe quel appareil connecté, à partir d'une simple application (exemple ; application STB Net sur le Play Store). En donnant cette liberté d'accès aux utilisateurs, les banques ont ainsi pu supprimer du temps qui coute pour libérer du temps qui rapporte.

De même, il s'agit d'une autre fonctionnalité intéressante des services bancaires mobiles, une fonctionnalité qui vous aidera à maintenir vos onglets de statut financiers à tout moment. Les services bancaires mobiles nous permettent de recevoir des modifications instantanées lorsque votre compte est actif. Ces alertes peuvent être personnalisées en fonction de vos préférences (par exemple la date limite de paiement des factures). Ainsi que, la facilité d'accès pour payer vos factures et transférer de l'argent [70].

Pour Metzger (2015) la façon dont la banque va travailler sur les données est donc centrale. L'enjeu est donc conjugué ce qui a priori est irréconciliable : l'exploitation des données et leur protection.

Ensuite, pour une banque Agile la digitalisation des processus entraîne des gains de productivité et une baisse des coûts significative, notamment par la mise en place des nouveaux moyens de paiement 100% digitaux ou encore la dématérialisation de certains documents [67]. Pour Hevry (2019) un premier défi pour les organisations est d'être à la hauteur au niveau logistique, car il faut être prêt à s'adapter aux attentes des clients à tout moment livrer ou mettre à disposition en magasin par exemple.

Finalement, les banques ont investi rapidement les réseaux sociaux. L'enjeu est simple : améliorer leur image pour (ré)-conquérir les clients et collaborateurs de demain. Or une banque sociale c'est-à-dire à la fois monde virtuel, jeu de rôle et réseau social, Second Life (SL) est une application en ligne où les utilisateurs peuvent interagir entre eux sous forme d'avatars explorer leur environnement, et acheter des produits ou services virtuels ([71]). En effet les réseaux sociaux des banques viennent à la mode, il s'agit de créer de la valeur car c'est l'un des points les plus pénalisants pour les établissements financiers.

En résumé, les réseaux sociaux c'est un outil qui permet d'appuyer la mise en place d'un changement sur une meilleure connaissance de la situation en rendant visible le travail invisible [72]. Cette intégration permet ainsi de valoriser l'image de marque et renforcer la proximité.

Sur la base de ce qui a été avancé nous pouvons émettre l'hypothèse suivante :

H5 : L'apparition d'un nouveau modèle CIAS influence positivement la transformation digitale

c- La culture organisationnelle ATAWAD (Anytime, AnyWhere, AnyDevice)

La démocratisation des réseaux sociaux et des terminaux mobiles a entraîné de nouveaux comportements et de nouvelles habitudes de consommation. L'impact sur les banques, actrices centrales de l'économie, a été colossal [67]. Or, confrontées à l'arrivée de nouveaux entrants digital-natives, à des réformes réglementaires permanentes, à des clients hyper connectés, de plus en plus exigeants et volatiles, les banques mènent leur transformation digitale... et les résultats semblent au rendez-vous La banque a toujours soigné son discours à l'égard des jeunes. « *En matière de transformation digitale, ce sont les clients qui mènent la danse* » [73].

En fait, Changement d'expérience client, nouvelles exigences... pour tous les secteurs confondus, la mission ATAWAD (Littéralement signifie Anytime, Anywhere, Any Device) est lancée.

Cette mission pour les banques a une nécessité de permettre au client d'effectuer ses opérations, qu'elles soient de consultation ou de transaction, n'importe où, n'importe quand et avec n'importe quel support. L'ATAWAD est aujourd'hui devenu un phénomène de masse depuis la démocratisation des smartphones et des tablettes numériques. Selon le célèbre ATAWAD (Any Time, Anywhere, Any Device) proposé par le consultant Xavier Daroz, les individus d'aujourd'hui peuvent se connecter à tout moment, n'importe où et sur n'importe quel appareil.

L'émergence de ce concept donne naissance à d'autres concepts qui combinent essentiellement « mobilité » et « ubiquité », liés à la disparition des frontières de temps, de lieu et de moyens d'accès à l'information.

La banque en ligne a évolué sous deux formes distinctes : La première est la création et le développement d'un opérateur entièrement en ligne, tandis que la seconde est l'offre progressive des banques aux clients de développer des services en ligne avec une approche multicanal ou omni-canal traditionnelle [74].

Nous citerons l'exemple de l'application d'Axa Banque cité par de Mercanti-Guérin (2019), qui se décline comme une offre bancaire intégralement mobile ciblant les jeunes hyper connectés qui permet d'(e) :

- gérer son compte en flux tendus grâce à l'outil « Reste à dépenser ». Intégré à l'application, ce service anticipe les dépenses contraintes futures (impôts, loyers) et évalue exactement la réserve d'argent sur laquelle on peut compter

- utiliser le paiement sans contact via la carte et de rattacher son compte à Paypal,
- effectuer toutes les opérations classiques de virement par mobile où que l'on soit
- pouvoir contacter un conseiller par chat .

Donc l'enjeu des banques est double : maintenir en conditions opérationnelles un SI bancaire complexe et hétérogène tout en intégrant des solutions innovantes compatibles, interopérables et sécurisées. Pour ce fait, on peut dire donc que l'objectif général est de rendre vos contenus ou services accessibles tout le temps, partout et sur tous les supports digitaux (notamment mobiles) .Cependant cette culture structurelle a donc des conséquences positives en termes de temps, de mobilité et de flexibilité.

Sur la base de ces développements, nous pouvons émettre L'hypothèse suivante :

H6 : la culture organisationnelle ATAWAD influence positivement la transformation digitale des banques

2.1.3.3. Les facteurs humains *a- Les talents digitaux*

Suivant la littérature schumpétérienne et néo-schumpétérienne du changement technologique (Nelson et Winter, 1982 ; Freeman et Soete, 1997 ; Dosi, 1993), le capital humain pour une organisation est considéré comme un déterminant essentiel du degré d'adoption des nouvelles technologies. De nouvelles compétences (cognitives, relationnelles et communication, stratégiques et organisation, attitudes) seront nécessaires avec l'IA [75]. Le digital a complètement remodelé le paysage du secteur bancaire.

Tous les liens qui le composent apportent ces changements. La relation entre le conseiller et ses clients n'échappe pas à ces modifications. Comme nous venons de le voir, le rôle de directeur d'agence continuera d'évoluer comme tout son environnement. Or, le numérique aura des influences positives sur ce métier puisque, En ce qui concerne son rôle de manager, grâce au digital, le directeur d'agence pourra plus facilement responsabiliser, rendre plus autonomes les conseillers. Il leur déléguera, par exemple, les outils de pilotage de l'agence via les indicateurs de performances sous forme d'application mobile qui pourront être développés sur les tablettes.

Il pourra donc adopter plus facilement son rôle de « coach » en matière d'optimisation de temps d'utilisation des outils mis à la disposition de ses commerciaux. Le chargé de clientèle de demain doit avoir plus de bagage que le client en termes de connaissances, d'informations ou encore de maîtrise des outils de travail à sa disposition. La chasse aux véritables **talents digitaux** est donc un enjeu crucial, pour les sociétés, qui, pour les plus anciennement implantées dans l'écosystème digital.

Sur la base de ce qui a été avancé nous pouvons formuler la septième hypothèse comme suit :

H7 : Les talents digitaux du personnel influencent positivement la transformation digitale des banques.

b- La qualité de la clientèle

La démocratisation d'internet et du téléphone mobile a bouleversé les habitudes de consommations des clients bancaires ce sont les digital natives. Ils sont devenus ultra-connectés et adeptes au 100% en ligne, alors qu'il y a seulement une dizaine d'années auparavant, il se rendait en agence pour nombreux opérations financières. Donc Avec la révolution digitale est venu un changement de comportement des consommateurs qui se veulent être acteurs de leur consommation. Ils sont devenus plus exigeants, plus regardant sur ce qu'ils achètent.

Chaque être humain, qu'il soit médecin, manager, client, ou décideur politique, peut potentiellement tirer parti des nouvelles technologies et peut voir ses capacités cognitives (traitement de l'information), sensorielles ou physiques considérablement augmentées. Cette transformation du monde est déjà là, mais nous n'en percevons que les prémisses [76].

Une étude réalisée par The Financial Brand en 2017 démontre qu'offrir une expérience client améliorée est considérée comme une top priorité par les dirigeants bancaires, mais qu'elle ne l'est pas forcément dans les faits Manque de moyens alloués, absence de systèmes de mesures efficaces...

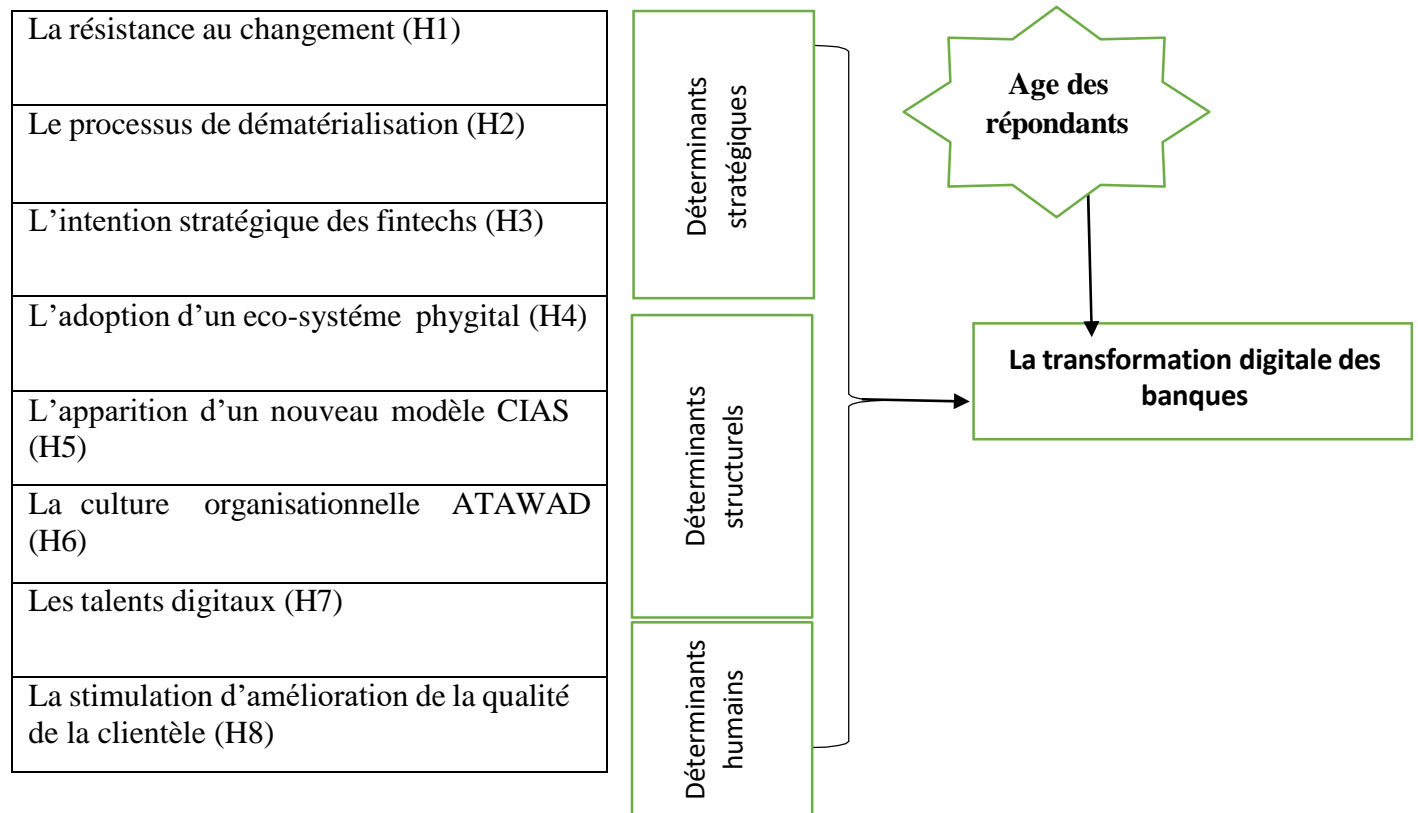
Les banques peinent à placer les efforts là où il le faut pour concrétiser cette priorité [77]. McCormak et Williams (2009) ont spécifiquement souligné à travers une recherche menée sur les digital natives britanniques que les sites bancaires sont considérés à 83% comme sûrs par cette cible, que 82% de cette cible se sert d'Internet pour consulter

ses comptes et que 51% consultent ses comptes plus de deux fois par semaine. Ces indications permettent aux banques d'imaginer des stratégies dites d'immersion digitale dans lesquelles la géolocalisation, les offres adaptées à ce segment par l'utilisation de données comportementales détectées sur le Web, la présence sur You Tube et le développement d'applications mobile semblent incontournables [78]. Et si le point commun de toutes ces avancées scientifiques et technologiques était qu'elles permettaient d'élaborer des stratégies clients augmentées ?

Augmentées, car les outils technologiques (applications, chatbots etc.) apportés par la révolution digitale représentent aujourd'hui de formidables opportunités pour proposer aux clients des expériences toujours plus faciles, fluides, riches et connectées. Augmentées aussi, car les données possédées aujourd'hui sur les clients permettent des actions toujours plus personnalisées et justes, au plus proche des attentes des clients et à moindre coût, et augmentées enfin, car les clients eux-mêmes se voient attribuer de nouveaux rôles aux côtés de l'entreprise dans le cadre d'activités de promotion, d'innovation ou de l'image de marque, ce qui peut, selon les approches, s'apparenter à un responsabilisation des clients (capacités cognitives, d'influence et de sanction).

En résumé, le désir d'améliorer la qualité de la relation client est un moteur essentiel de la transformation digitale. Les entreprises cherchent à s'adapter aux nouvelles attentes des consommateurs, en utilisant les outils numériques pour fluidifier les processus, mesurer la satisfaction, digitaliser les échanges et offrir une expérience client optimale. C'est un enjeu clé pour rester compétitif dans un marché en pleine mutation. Sur la base de ces développements, nous pouvons émettre la huitième hypothèse :

H8 : La stimulation d'amélioration de la qualité de la clientèle influence positivement la transformation digitale.



3. Méthodologie de recherche

Suite aux résultats auxquels on a abouti à la fin de notre recherche de la première partie théorique et après avoir proposé notre modèle conceptuel et les hypothèses de recherche qui constituent l'épine dorsale de la partie empirique. Or, l'objectif central de notre recherche est de tester l'influence des déterminants stratégiques, structurels et humains sur la transformation digitale des banques.

Suite à notre étude théorique fait au niveau de notre travail nous avons mené une étude quantitative par le biais d'un questionnaire administré auprès des (70) cadres responsables de la digitalisation au sein des agences STB (2020-2021). Notre échantillon de l'étude menée au banque « STB ». La Société Tunisienne des Banques, qui se positionne en tant que première banque digitale en Afrique du nord pour les années 2018 et 2019.

D'où notre modèle de recherche se présente:

$$TD_BK = \beta_0 + \beta_1.SOG + \beta_2.TAHU + \beta_3.CS + \beta_4.PD + \beta_5.INT_FIN + \beta_6.ACTDG + \beta_7.AGE + \beta_8.PFBK + \beta_9.RES_CH + \beta_{10}.AME_CLI + U_i$$

Le tableau ci-après résume les variables utilisées dans la présente étude ainsi que leurs codes.

TABLEAU I: CODAGE DES VARIABLES

Codes	Les variables
TD_BK	La transformation digitale de la banque
$\beta_0 \rightarrow \beta_{10}$	Les paramètres à estimer
RES_CH	Résistance au changement
PD	Processus de dématérialisation
INT_FIN	Intention stratégiques des fintechs
PFBK	Profil future de la banque (PHYGITAL)
SOG	Structure organisationnel (C.I.A.S)
CS	Culture structurelle (ATAWAD)
TAHU	Talents humains
AME_CLI	Amélioration de la clientèle

Nous avons eu recours dans cette étude empirique à l'utilisation du logiciel « SPSS25 » : (Statistical Package for the Social Sciences) qui est « est un logiciel utilisé pour l'analyse statistique, fait partie des programmes les plus largement utilisés pour l'analyse statistique en sciences sociales ».

Or, Dans le cadre de ce travail, nous utiliserons des analyses de régression linéaire pour tester les relations de corrélation entre les variables. Elle permet de mettre à jour les relations significatives avec la variable à expliquer à celles des variables explicatives [79].

4. Analyse, interprétation et discussion des résultats

Dans cette étude, nous avons jugé plus approprié d'opter pour une analyse en composantes principales. En fait, la transformation digitale de la banque (STB) est la variable dépendante dans la présente étude. Pour déterminer l'étendue de digitalisation de la STB, les données ont fait l'objet d'une investigation empirique avec les cadres et le personnel de cette organisation bancaire.

En fait, nous allons commencer par la présentation des résultats de l'analyse factorielle exploratoire (AFE). Puis, nous avons conduit l'analyse de la régression afin de pouvoir vérifier les hypothèses de la recherche. Les résultats de l'analyse factorielle exploratoire des variables sont présentés dans le tableau suivant :

4.1. A.F.E (l'analyse factorielle exploratoire)

TABEAU II: ANALYSE FACTORIELLE EXPLORATOIRE PAR VARRIABLE.

Variable	Code	Varriance total expliqué	Valeur propre (%)	KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)	Alpha de crombach	T	Signification
Résistance au changement	RES_CH	3,541	59,016	0,812	0,860	8,542	0,000
Processus de dématérialisation	PD	2,339	58,482	0,693	0,749	11,051	0,006
Intention stratégiques des fintechs	INT_FIN	3,584	71,679	0,871	0,581	12,599	0,000
Profil future de la banque (PHYGITAL)	PFBK	2,201	67,368	0,657	0,756	2,710	0,009
Structure organisationnel (CIAS)	SOG	3,683	73,666	0,868	0,801	4,236	0,004
Culture structurelle (ATAWAD)	CS	3,594	59,901	0,847	0,864	2,161	0,035
Talents humains	TAHU	3,176	63,529	0,816	0,856	3,109	0,003
La qualité de la clientèle	AME_CLT	1,241	62,066	0,5	0,35	0,039	0,969

a- L'analyse factorielle exploratoire pour les déterminants stratégiques

- La résistance au changement

L'application de l'analyse factorielle exploratoire sur cette variable dégage qu'une valeur du KMO (,812) qui est jugé médiocre et le test de sphéricité de Bartlett s'avère significatif, ainsi le déterminant a (0,071) est différent de zéro, ainsi la matrice est différente de zéro, ainsi la matrice est définie positive, c'est-à-dire elle est inversible.

Nous avons utilisé l'indice de l'alpha de Cronbach pour examiner la cohérence interne de cette échelle. Cet indice affiche une valeur de 0.860 ce qui prouve une bonne cohérence interne entre les items.

- Processus de dématérialisation

L'examen de la matrice des corrélations entre les items de la variable « Processus de dématérialisation » montre que ces dernières sont positives et significatives et attestent par la suite l'unicité de l'échelle. Également, le déterminant de la matrice qui est différent de zéro (0.324) et la valeur de KMO qui est de (0.693). Le coefficient d'alpha de Cronbach est d'une valeur de (0.749). Ce qui confirme la qualité de l'échelle est acceptable et aussi il existe une fort assez forte cohérence entre les items. Par conséquent, les hypothèses du modèle de fiabilité sont respectées.

- L'intention des fintechs

Suite à un indice de KMO égale à 0.871 on considère cette variable comme étant acceptable et méritoire (supérieur à 0.8), et le test de Bartlett ayant une signification de l'ACP. De même la qualité de représentation est excellente avec des valeurs supérieures à 0.817. Ce qui indique que tous les items sont cohérent et sont de bonne qualité. Enfin la variance expliquée représente 71.679%, cette suite indique l'unidimensionnalité est assez forte.

b- L'analyse factorielle pour les déterminants structurels

- L'écosystème phygital

Une analyse factorielle exploratoire de cette variable indique que la valeur de KMO est égale à 0.657, elle est donc médiocre puisqu'elle est supérieure à 0.6, inférieure à 0.7 et un déterminant qui est égale à 0.447 (cette valeur différente à 0).

L'unidimensionnalité est assez moyenne vu que l'existence d'un seul facteur qui permet de récupérer 67.368% de la variance expliquée. En ce qui concerne la signification de Bartlett est égale à 0.000 inférieur 0.05 soit significatif.

- La structure organisationnelle

Une première analyse factorielle exploratoire indique que la valeur de KMO est égale à 0.868, elle est donc méritoire assez merveilleuse puisqu'elle est supérieure à 0.8 et un déterminant qui est égale à 0.06 (cette valeur différente à 0). L'unidimensionnalité est assez forte vu que la variance est expliquée par 73.66%. Or, en ce qui concerne la signification de Bartlett est égale à 0.000 inférieur 0.05 soit significatif.

- La culture organisationnel (AnyTime, Anywhere, AnyDevise)

La valeur d'alpha de Cronbach est de 0.864 ce qui confirme que la qualité de l'échelle est acceptable et aussi il existe une forte cohérence entre les items, et un déterminant qui est égale 0.068. Nous confirmons donc, l'unidimensionnalité de cette échelle.

c- L'analyse factorielle pour les déterminants humains

- Les talents digitaux

Les résultats indiquent que la valeur du KMO est égale à 0.816 elle est jugée donc méritoire. Aussi, le déterminant de la matrice de corrélation (0.107) est différent de zéro, ce qui indique que cette matrice est définie positive. Ceci explique l'absence de multi-colinéarité ou bien l'absence de la redondance des informations au sein de la matrice de corrélation. Ainsi que Le coefficient d'alpha de Cronbach est d'une valeur de 0.856, en se référant à Evrard et al. (2009), nous pouvons accepter ce facteur.

- La stimulation de l'amélioration de la qualité de la clientèle

Les résultats indiquent que la valeur du KMO est égale à 0.500 elle est jugée donc médiocre plus au moins moyenne. Étant donné que le test de sphéricité s'est révélé lui aussi significatif et indique que tous les items sont indépendants les uns des autres ($p=0.04 < 0.05$).

4.2. Résultat de l'analyse de régression

Le tableau suivant résume le résultat de régression dont la variable dépendante est la transformation digitale des banques et les variables indépendantes la résistance au changement, le processus de dématérialisation, l'intention stratégiques des FINTECH, l'écosystème phygitale, la structure organisationnelle, la culture structurelle, les talents humains, et la stimulation de l'amélioration de la clientèle.

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	.961 ^a	.923	.912	.27158874

Modèle	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Régression	49,250	8	6,156	83,462	.000 ^b
1 Résidu	4,131	56	,074		
Total	53,380	64			

Le coefficient de corrélation s'élève à 0.961 il a donc été possible d'expliquer la variance de la variable dépendante, ce qui est un résultat satisfaisant est encore forte. Le R2 ajusté – qui tient compte du nombre de variables du modèle par rapport à la taille de l'échantillon – n'est que légèrement inférieur (0,99) ce qui indique une bonne robustesse du modèle. Donc notre modèle de recherche est acceptable et significatif.

Statistiquement parlant, on peut représenter cette relation par la fonction suivante : Y_i qui est la transformation digitale de la banque.

$$TD_BK = \beta_0 + \beta_1.SOG + \beta_2.TAHU + \beta_3.CS + \beta_4.PD + \beta_5.INTFIN + \beta_6.ACTDG + \beta_7.AGE + \beta_8.PFBK + \beta_9.RESCH + \beta_{10}.AME_CLI + U_i$$

Donc, les résultats empiriques montrent que 83.462 % de la variable (la transformation digitale) est expliqué par les variables indépendantes. Toutes les hypothèses prédites que les déterminants organisationnels, structurels et humains ont un effet sur la transformation digitale sauf la huitième hypothèse (H8) qui ignore cette conjecture. En effet l'examen de signification de Fisher élimine cette dernière à cause du non topique avec l'échelle qui ne doit pas passer 5%. On dit donc que toutes les hypothèses sont confirmées et validées sauf la 8ème hypothèse qui ne peut pas être validée donc on suppose qu'elle soit infirmée ou même on l'élimine pour avoir la bonne image de modèle.

4.3 Discussion des résultats

Nos résultats des données ont révélé aussi que la résistance au changement est négativement et significativement liée à la transformation digitale, alors la 1ère hypothèse est confirmée (H1). Ce résultat est cohérent avec les résultats des études de Breton et Proulx (2002), montrent que pour s'approprier un objet technique, l'individu doit démontrer un minimum de maîtrise technique et cognitive de cet outil. Ils expliquent l'utilisation de l'outil technique par deux variables :

- 1) contraintes externes : l'offre technique, la conformité de l'outil avec les normes sociales.
- 2) par des caractéristiques propres au client : sa compétence cognitive, son niveau de maîtrise de l'outil technique, accès à un capital économique et social [80].

Elles apparaissent lorsque les consommateurs perçoivent des changements remarquables lors de l'adoption d'une innovation. Plusieurs modèles théoriques sont utilisés pour expliquer l'acceptation et l'utilisation des technologies. Ces modèles visent à distinguer les facteurs influençant les intentions de comportements des individus face à l'utilisation des technologies numériques.

Lawrence (1969) étudiera plus en détail aux causes et aux effets de la résistance au changement [81]. Il défend l'idée que les individus ne résistent pas au changement technique en tant que tel mais à l'impact de ce changement sur les relations sociales.

De même, Kotter et Schlesinger (1979) ont renforcé l'idée que les managers doivent surmonter la résistance en proposant toute une série de stratégies selon les contextes dans lesquels elle survient [82]. Ils présentent, sur un continuum, six stratégies qui sont la communication, la participation, la facilitation, la négociation, la manipulation et la coercition. L'intérêt de leur approche est de proposer des stratégies managériales contingentes, selon le degré de résistance rencontré.

En ce qui concerne nos résultats, nous constatons que la dématérialisation agit positivement sur la transformation digitale. Ce qui confirme notre hypothèse n°1. Ce résultat concorde avec celui de Alexandre Evin-Leclerc (2017) montre que La dématérialisation permet ainsi de créer une administration numérique de référence (développement des moyens modernes de paiement, dématérialisation des procédures fiscales et des actes de poursuites...), mais aussi d'optimiser des processus de travail et de générer ainsi de nombreux gains (qualitatifs, financiers, d'image, de temps, de traçabilité, de sécurité...) [83].

De même la dématérialisation sert également aujourd'hui à la transmission des budgets à la Préfecture. Les maquettes budgétaires étant réalisées à l'avance, il est possible de gagner du temps et d'éditionner le document sous le format souhaité pour le transmettre, dès le budget voté, avec la délibération. Pour notre échantillon la STB est en cours de mettre un GED. Les études de Jean-Marc Auvray (2018) soulignent que dans la technologie numérique, les objets à traiter (image, son, signal) sont représentés par des suites de nombres binaires [84]. La digitalisation ici signifie « la transformation en données numériques », c'est-à-dire la description d'un document physique par un fichier numérique. Il s'agit en fait de l'acte de « dématérialisation ». Une fois la substitution complètement réalisée, c'est-à-dire que tous les supports d'informations matériels d'une entreprise ou d'une organisation ont été dématérialisés (remplacé par des fichiers informatiques et des ordinateurs) on parle de « bureau sans papier » ou « zéro papier ».

D'après nos résultats, nous constatons que l'apparition des fintechs a un effet positif sur la transformation digitale des banques (H3) Donc on concorde avec les études de Saïd Bourjij (2016) qui montre que les Fintechs sont installées sur les différents domaines stratégiques de la banque de détail : l'offre des services bancaires de base (dans les pays du Sud), le crédit (à la micro-activité, aux TPE et PME), l'assurance et l'épargne. Les entreprises fintech obligent les banques et les établissements financiers à innover pour ne pas prendre du retard. Ils doivent revoir intégralement leur modèle d'affaires en ce qui concerne l'offre, l'organisation et la génération de valeur, afin de le rendre plus souple, plus léger et plus performant, tout en offrant une meilleure expérience client. (Bernard Roman, Alain Tchibozo, 2020

; Daniel Broby, 2021) Elles rongent progressivement la part de marché des spécialistes du crédit aux particuliers, aux entreprises PME/TPE, la part des moyens de paiement, de l'affacturage ou de la gestion de devises [85] [86]. Or, Jean Moussavou (2019) qui souligne que L'écosystème bancaire et financier est aujourd'hui fortement influencé par la digitalisation et son corollaire, le développement des Fintechs [87]. La concurrence imposée par ces nouveaux entrants pousse les banques à développer une capacité d'absorption. En guise de déduction, la 3ème hypothèse est confirmée.

- Nos résultats montrent que l'adoption de l'écosystème phyigital positivement et significativement liés à la transformation digitale. Nous pouvons affirmer que la 4ème hypothèse est confirmée. Ce résultat est cohérent avec les résultats des études de Jean-Jacques Pluchart (2018). la banque de détail conventionnelle est engagée dans un mouvement sans précédent de reconstruction de sa chaîne de valeur, qui affecte à la fois sa stratégie, son organisation, ses services et sa culture [88]. Elle est en effet confrontée à une révolution de son environnement technologique, économique et social. Elle doit s'adapter aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, qui intensifie la désintermédiation de son front office et l'automatisation de son back-office. Elle doit affronter la concurrence des banques en ligne, dont la compétitivité repose sur l'agilité des services et les économies de coûts. Ce résultat est en accord aussi avec le résultat de l'étude de Régine Vanheems (2018) qui démontre que le terme « phyigital » est une contraction du terme « physique » et de « digital » [89]. C'est donc l'utilisation du digital dans le monde physique.

Nos résultats montrent que la structure organisationnelle (« CIAS ») est positivement et significativement liée à la transformation digitale. Nous pouvons affirmer que la 5ème hypothèse est confirmée. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que l'apparition de nouveau modèle CIAS joue un rôle clé dans la transformation digitale. À en croire la plupart des organisations bancaires, tout est désormais question d'agilité. Cet enthousiasme peut s'expliquer par l'annonce de l'avantage de l'agilité, qui en fait non seulement la force principale de la communication interne, mais aussi la principale force d'attraction de nouveaux talents. D'autre part, adopter l'agilité passe par la définition de nouveaux modes de fonctionnement et donc d'entamer une démarche de transformation qui n'est pas exempte de risques pour les organisations traditionnelles. Ce résultat est cohérent avec les résultats des études de Fabienne Villesèque-Dubus, Michel Mannarini, Maha Rouissi (2018), Le développement des nouvelles technologies, du numérique et plus largement de la sphère virtuelle, modifie radicalement les modes de fonctionnement des organisations [90]. Ce résultat est en accord aussi avec le résultat de l'étude de Villesèque-Dubus et al., (2016) ; Mocquet et al (2017) les banques subissent pleinement cette transformation numérique et sont confrontées à une redéfinition de chacun de leurs processus, de leurs modes de fonctionnements, de leurs produits, et plus globalement de leur chaîne de valeur [91].

- D'après nos résultats, nous constatons que la culture structurelle (« ATAWAD ») a un effet positif sur la transformation digitale (H6). Ce résultat concorde avec celui de Weiser, qui confirme que les technologies informatiques les plus profondes du XXIème siècle sont devenues invisibles. De même pour Baudoin Choppin de Janvry (2019) « En matière de transformation digitale, ce sont les clients qui mènent la danse ». Changement d'expérience client, nouvelles exigences... pour tous les secteurs confondus, la mission ATAWAD (Anytime, Anywhere, Any Device) est lancée.

C'est une nouvelle culture structurelle. Dernier exemple en date cité par le Directeur Conseil Industrie Financière : la possibilité de suspendre sa carte bancaire et de la réactiver directement depuis son smartphone comme avec l'application Ma Banque, sans avoir besoin de contacter une hotline, un parcours autrefois de rigueur. « Cette autonomie, une majorité de clients l'ont prise, et on ne reviendra pas en arrière. C'est le cas de la STB NET.

Or, aujourd'hui Nous vivons un choc mondial en temps-réel. Bonne nouvelle : la banque fera face ! Elle fait même partie intégrante de la solution. Elle reste et restera le moyen le plus efficace pour mettre en relation individus et entreprises.

-Toutefois, nos résultats des données ont révélé aussi que les talents humains digitaux influence positivement la transformation digitale (H7). Cette étude se concorde avec Mohammed Kossai et al.(2017) , le capital humain de l'organisation est considéré comme un déterminant essentiel du degré d'adoption des nouvelles technologies. Le processus de numérisation des organisations et de leur management dans les pays émergents dépend en grande partie de la qualité du capital humain des personnels [92]. D'où Le digital ne va pas sans l'humain.

En ce qui concerne nos résultats, portant sur la huitième hypothèse (H8) indiquant que cette effet est positive mais non significatif (0.969) Ceci implique que l'amélioration de la qualité de la clientèle n'est pas une condition pour

réussir la transformation digitale. Il en résulte donc d'après nos résultats que notre banque objet de l'étude n'accorde pas une grande importance à la dimension clientèle. En guise de déduction, la huitième hypothèse est infirmée.

Conclusion

L'apport, de ce travail de recherche réside dans sa capacité d'expliquer l'effet des déterminants stratégiques structurels et humains sur la transformation digitale des banques. Sur le plan théorique, nous avons mis en évidence d'une part, le concept de la transformation digitale, et les différents facteurs et sa relation avec l'apparition des nouveaux écosystèmes digitale. D'autre part la transformation digitale joue un rôle important dans la stratégie multicanale qui permet d'améliorer la rentabilité de la banque par sa présence sur chaque canal et ainsi répondre aux attentes des clients. Ce constat est aperçu par l'étude des enjeux de la digitalisation de secteur financier en général et des banques en particulier. A l'issue de ces théories, huit hypothèses ont été émises. Une étude de cas empirique a servi comme un appui pour les tester dans le contexte tunisien.

Sur le plan méthodologique, une méthodologie de recherche en se basant sur l'approche hypothético déductive visant à vérifier les propositions en se basant sur une étude qualitative.

L'étude en particulier vise à déterminer la transformation digitale, ce n'est pas uniquement la mise en place d'un site web, d'une application mobile ou de comptes sur les médias sociaux, mais plus globalement, c'est l'élaboration d'une stratégie visant à révolutionner le fonctionnement de l'entreprise. En d'autres termes, cela va se caractériser par la numérisation de l'ensemble du business modèle. La variable de contrôle est l'âge de répondants. Le choix de cette variable cherche à répondre dans qu'elle limite le répondant est jeune ça va faciliter l'entendre de la digitalisation. La régression linéaire a été utilisée pour analyser les données recueillies. L'étude fournit des preuves empiriques de ces variables sur le niveau de la transformation digitale de la banque.

Les résultats de la transformation digitale de notre échantillon est de 92%, soit un fort résultat, indique que le processus de la banque repose sur une stratégie ayant une vision claire sur l'avenir et une impulsion forte de la part de la direction afin de mobiliser l'ensemble des collaborateurs. Cette constatation soutien la théorie de la structuration de Giddens (1987). Il est donc irréversible en Tunisie, d'intégrer le digital dans l'ensemble des activités bancaire, et il ne faut pas tarder à s'engager dans cette mue pour assurer leur pérennité dans le secteur et même dans l'économie mondiale puisqu'aujourd'hui on travaille sur un marché mondial, dans un environnement collaboratif, sur des plateformes d'idéation.

Cette étude mobilise la théorie de management par les ressources RBV pour déterminer les ressources stratégiques susceptible de fournir un avantage comparatif à une banque. L'utilisation de la théorie de management par les ressources dans cette étude a montré que le fait que l'innovation technologique, ce sont des rendements économiques qu'il faut protéger ou s'approprier c'est-à-dire empêcher l'imitation des procédés innovants ou maintenir un avantage par rapport aux concurrents.

La transformation digitale est un moteur de la croissance économique et des réformes structurelles. Grace à la digitalisation, de nouveaux types de leaders industriels sont apparus en Tunisie, alors que pour d'autres, cette mutation a permis à leurs industries de se développer. Être performant dans la digitalisation de l'offre, c'est avoir une culture de la relation à distance en proposant des interfaces cohérentes et coordonnées entre-elles en vue d'optimiser le parcours client. C'est l'un des facteurs clés de succès d'une stratégie multicanale.

Par ailleurs, nous avons aussi démontré que la numérisation de l'offre induit une dématérialisation des processus opérationnels, ce qui a pour effet, de réduire les charges de fonctionnement et améliorer la qualité de service en simplifiant les démarches bancaires et en diminuant les délais de traitement. Bien que la digitalisation révolutionne le secteur bancaire, paradoxalement, c'est sur l'humain que repose en partie la réussite d'une telle stratégie. La mobilisation du personnel est au coeur de cette transformation.

De ce fait la STB met en œuvre plusieurs moyens dépendant les uns des autres afin de faire adhérer les collaborateurs au changement. De même la banque a su allier le meilleur de l'humain et du digital pour confirmer sa position de banque plus experte et proche de ses clients et partenaires.

La digitalisation de la STB illustre clairement, à travers la plateforme « STB Direct » qui est une plateforme BANKTECH, dont l'objectif est l'enrichissement des parcours clients, via la démarche innovante de transformation digitale. De ce fait il s'agit d'une architecture « open Banking » et une démarche de « créative thinking ».

Bibliographie

- [1] e. a. Fabrice Lamirault, L'évolution du modèle bancaire à l'ère du digital., 1ère édition éd., 2017.
- [2] P. J. & B.-H. T. Barlatier, «L'organisation digitale : des 0 et des 1 pour des opportunités et des risques.», *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, Vols. %1 sur %2(Vol. XXV), pp. 5-24., 2019.
- [3] E. Garcia, «M & BD consulting.», 2021. [En ligne]. Available: <https://www.mbdconsulting.ch/publications/montee-du-digital-necessaire-secteur-bancaire>. [Accès le 2023].
- [4] IACE, «Transformation digitale : défis et opportunités.», 2016.
- [5] A. Dudézet, La transformation digitale des entreprises, 2018.
- [6] D. Fayon, «Mesure de la maturité numérique des acteurs du secteur bancaire, dans une perspective de transformation digitale.», (*Doctoral dissertation, Université Paris Saclay (COMUE)*), 2018.
- [7] A. e. a. Fernández, «Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review.», *Educ Inf Technol*, n° %128, p. 12351–12382, 2023.
- [8] D. M. Mazzone, Digital or death: digital transformation: the only choice for business to survive smash and conquer, Smashbox Consulting Inc éd., 2014.
- [9] D. Crouzet, La transformation digitale: Enjeux et perspectives, PARIS: Dunod, 2016.
- [10] G. Vial, «Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda.», *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28(2), pp. 118-144., 2019.
- [11] J. K. M. & B. D. Zysman, «The Services Transformation and the Digital Divide: Rethinking the Digital Economy.», *Industrial and Corporate Change*, vol. 19(5), pp. 1357-1386, 2010.
- [12] V. Korobov, «The Driving Forces of Digital Transformation in the Banking Sector.», *Journal of Financial Innovation*, vol. 12(3), pp. 45-60., 2017.
- [13] D. e. M. T. Fayon, Transformation Digitale 2.0, Pearson éd., paris, 2019.
- [14] A. Fall, «La transformation digitale des banques : flexibilité, agilité et nouvelles opportunités.», *Revue des Sciences de Gestion*, vol. 55(2), pp. 45-62, 2019.
- [15] J.-M. Auvray, «Définition et mise en oeuvre de la transformation digitale au sein d'une entreprise.», *Ingénierie*, 2017.
- [16] P. Cabin, «Les bouleversements organisationnels contemporains : Représentations, systèmes de production et management.», *Revue Française de Sociologie*, vol. 46(4), pp. 789-810, 2005.
- [17] C. Advisors., «Impact de la transformation digitale sur la productivité des établissements bancaires.», [En ligne], 2023.
- [18] V. B. A. & G. V. Sambamurthy, «Shaping Agility through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms.», *MIS Quarterly*, n° %127(2), pp. 237-263, 2003.
- [19] A. Bienaymé, «La nature de la firme à l'ère du numérique.», *Revue française de gestion*, vol. 258, n° %15, pp. 45-58, 2016.
- [20] P. & L. P. Cohendet, «La firme comme processeur de connaissances.», *Revue d'Économie Industrielle*, vol. 88, n° %11, pp. 211-235, 1999.
- [21] C. & V. H. R. Shapiro, «Information rules: A strategic guide to the network economy.», *Harvard Business Press*, 1999.
- [22] P. B. M. & T. X. Lièvre, Gestion des connaissances et innovation dans les organisations hypertextes., Presses Universitaires de France. éd., Paris, 2016.
- [23] I. & T. H. Nonaka, «The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.», New York, Oxford University Press, 1995.
- [24] M. S. P. & E. B. Åkesson, «Organizing for digital service innovation: The role of service-oriented architecture.», *Journal of Business Research*, n° %187, pp. 47-54, 2018.
- [25] P. J. & D. O. Barlatier, «Ambidextrie organisationnelle et structure de la firme: une approche dynamique.», *Association Internationale de Management Stratégique (AIMS)*, 2010.
- [26] T. M. M. K. Kefi, «Repenser les modèles de rationalité de l'organisation digitale : vers une rationalité ordinaire réflexive.», *Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels*, 2019.

- [27] N. J. Foss, «Theories of the Firm: Contractual and Competence Perspectives.», *Oxford University Press*, 2000.
- [28] R. P. S. D. E. & T. D. J. Rumelt, «Strategic management and economics.», *Strategic Management Journal*, pp. 5-14, 1994.
- [29] R. H. Coase, «"The Nature of the Firm."», *Economica*, pp. 386-405, 1937.
- [30] O. E. Williamson, «The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach.», *American Journal of Sociology*, pp. 548-577, 1981.
- [31] K. I. J. & B. B. Osmundsen, «"Digital Transformation: The Dynamics of Firm Capabilities."», *Scandinavian Journal of Management*, pp. 159-169, 2018.
- [32] J. Barney, «"Firm Resources and Sustained Competitive Advantage."», *Journal of Management*, pp. 99-120, 1991.
- [33] E. Métais, «"La théorie des ressources et des compétences: Une approche pour comprendre les sources de l'avantage concurrentiel."», *Revue Française de Gestion*, pp. 117-132., 2004.
- [34] N. J. & I. I. Foss, «"Towards a Dynamic Resource-based View: Insights from Austrian Capital and Entrepreneurship Theory."», *Organization Studies*, pp. 749-772, 2007.
- [35] C. & P. N. Le Bas, «"Are Complex Innovators More Persistent than Single Innovators? An Empirical Analysis for French and Luxembourgish CIS Data."», *International Journal of Innovation Management*, 2016.
- [36] A. S. Bharadwaj, «A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation.», *MIS Quarterly*, pp. 169-196, 2000.
- [37] C. N. Le Bas, «Cloud Computing Adoption by Firms: The Role of Innovation Characteristics, Organizational Control and Environmental Factors.», *Industrial and Corporate Change*, pp. 361-375, 2016.
- [38] D. J. Teece, «Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy.», *Research Policy*, pp. 285-305, 1986.
- [39] B. H. A. F. S. & K. L. Hildebrandt, «Entering the Digital Era – The Impact of Digital Technology-related M&As on Business Model Innovations of Automobile OEMs.2015.», *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS)*, 2015.
- [40] S. R. Barley, «Technology as an Occasion for Structuring: Evidence from Observations of CT Scanners and the Social Order of Radiology Departments.», *Administrative Science Quarterly*, pp. 78-108, 1986.
- [41] W. J. Orlikowski, «"Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations."», *Organization Science*, pp. 404-428., 2000.
- [42] J. Husser, «"L'approche structurationniste en systèmes d'information : Une application de la théorie de la structuration d'Anthony Giddens."», *Revue Management & Avenir*, pp. 158-177, 2010.
- [43] R. Reix, *Systèmes d'information et management des organisations.*, Paris: Vuibert, 2002.
- [44] C. Godé-Sanchez, *Les usages des technologies de l'information et de la communication : Une approche structurationniste*, Paris: L'Harmattan, 2008.
- [45] C. Godé-Sanchez, *Les usages des technologies de l'information et de la communication : Une approche structurationniste.*, Paris: L'Harmattan., 2008.
- [46] C. Ggodé-Sanchez, *Appropriation des Technologies de l'Information et de la Communication: Une Analyse des Processus et des Propriétés Structurelles*, Paris: Éditions Universitaires., 2018.
- [47] J. A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge MA: Harvard University Press., 1934.
- [48] G. C. & B. I. Moore, «"Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation."», *Information Systems Research*, pp. 192-222, 1991.
- [49] N. Chaniot, «"Digital Transformation: Contextualizing the Revolution."», *European Journal of Business and Innovation Research*, pp. 12-28, 2016.
- [50] C. & C. J. McGuinness, «Resistance to Organizational Change: The Role of Employees' Behaviour.», *International Journal of Management and Applied Research*, pp. 23-35, 2016.
- [51] I. & T. I. Grama, «The role of emotional reactions and cynicism in consumer responses to advertising.», *Journal of Marketing Research*, pp. 178-192., 2016.
- [52] K. Lewin, «"Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change."», *Human Relations*, pp. 5-41, 1947.

- [53] J. Goldstein, «Emergence as a construct: History and issues.» *Emergence*, pp. 49-72., 1999.
- [54] B. Burnes, « "Kurt Lewin and the Planned Approach to Change: A Re-appraisal." » *Journal of Management Studies*, pp. 977-1002, 2004.
- [55] R. & M. M. D. Baskerville, «"Special Issue on Action Research in Information Systems: Making IS Research Relevant to Practice - Foreword." » *MIS Quarterly*, pp. 329-335., 2004.
- [56] J. M. & B. D. J. Chevalier, *Participatory Action Research: Theory and Methods for Engaged Inquiry*, London: Routledge, 2019.
- [57] OCDE., «Assurer un environnement propice à la disruption numérique dans le secteur financier.» 2018. [En ligne]. Available: <https://www.oecd.org/finance/Assurer-un-environnement-propice-a-la-disruption-numerique-dans-le-secteur-financier.pdf>.
- [58] P. & C. D. Coughlan, «"Action Research for Operations Management." » *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 220-240., 2002.
- [59] T. Puschmann, «Fintech.» *Business & Information Systems Engineering*, pp. 69-76., 2017.
- [60] D. & L. S. Shin, «An Exploratory Study of the Fintech (Financial Technology) Ecosystem: Building the Framework and Analysing the Fintech Industry.» *Business and Management Research*, pp. 59-67, 2017.
- [61] P. P. D. S. P. & T. E. Fáykiss, «"Fintech and Digitalisation: Perspectives for Central and Eastern Europe." » *Financial and Economic Review*, pp. 29-50., 2018.
- [62] C. Pluchart, «La révolution numérique dans les entreprises : Adaptation aux nouvelles technologies de l'information et de la communication.» *Revue des Sciences de Gestion*, pp. 89-105, 2017.
- [63] A. & B. O. Belghiti, «"L'hybridation physico-digitale du point de vente : Exploration des ruptures comportementales du consommateur.» *Décisions Marketing*, pp. 35-52, 2017.
- [64] L. Nicolas, «Le phygital : L'hybridation du point de vente physique et du digital.» *Journal of Retailing and Consumer Services*, pp. 20-29., 2019.
- [65] M. M. J. & S. L. Vergine, «"Phygital: Bridging the Physical and Digital Worlds." » *Journal of Marketing Research*, pp. 65-60, 2019.
- [66] I. P. A. & S. A. Mikheev, «"Phygital Environments: An Emerging Concept in Marketing Practice." » *Journal of Marketing Theory and Practice*, pp. 123-135, 2021.
- [67] J. Lamirault, «"Les digital natives et le paradoxe de la proximité : Une étude sur les attentes des clients en matière de services bancaires." » *La Tribune*, 2020.
- [68] A. Q. B. & S. C. Dubus, « "La transformation digitale des banques : Vers une redéfinition des chaînes de valeur." » *Revue Française de Gestion*, pp. 83-99, 2016.
- [69] A. M. M. & V. C. Mocquet, «"L'impact de la digitalisation sur les processus bancaires : Une étude des changements organisationnels." » *Management International*, pp. 120-135., 2017.
- [70] J. & B. M. West, « "Leveraging External Sources of Innovation: A Review of Research on Open Innovation." » *Journal of Product Innovation Management*, pp. 814-831., 2014.
- [71] D. D. N. X. L. Z. Y. Y. N. & N. E. Williams, «From Tree House to Barracks: The Social Life of Guilds in World of Warcraft.» *Games and Culture*, pp. 20-57, 2011.
- [72] R. P. A. P. L. & B. S. Cross, «Knowing what we know: Supporting knowledge creation and sharing in social networks.» *Organizational Dynamics*, pp. 100-120, 2001.
- [73] A. Janvry, *La Transformation Digitale: Quand les Clients Mènent la Danse.*, Paris: Éditions Innovatives., 2017.
- [74] P. & T. S. Roman, « Digital Banking Strategies: The Evolution from Multichannel to Omnichannel.» *Journal of Digital Banking*, pp. 235-246, 2017.
- [75] S. Athling, « The Emerging Skill Set for AI Integration: Cognitive, Relational, and Strategic Competencies.» *Journal of Artificial Intelligence Research*, pp. 233-249., 2017.
- [76] I. Prim-Allaz, « The Dawn of Transformation: Understanding the Early Stages of Global Change.» *Journal of Future Studies*, pp. 45-60., 2019.
- [77] B. Natral, «The Challenge of Effective Effort Allocation in Banking Transformation.» *Journal of Financial Services Management*, pp. 210-225., 2019.
- [78] M. Mercanti-Guérin, «Digital Immersion Strategies in Banking: The Role of Geolocation, Behavioral Data, YouTube, and Mobile Apps.» *Journal of Digital Banking Innovation*, pp. 87-102., 2019.

- [79] J. F. B. W. C. B. B. J. A. R. E. & T. R. L. Hair, *Multivariate Data Analysis* (6th ed.), Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [80] P. & P. S. Breton, «L'explosion de la communication: La naissance d'une nouvelle idéologie.», Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 2002.
- [81] P. R. Lawrence, «How to Deal with Resistance to Change.» *Harvard Business Review*, pp. 4-13, 1969.
- [82] J. P. & S. L. A. Kotter, «Choosing Strategies for Change.» *Harvard Business Review*, pp. 106-114., 1979.
- [83] A. Evin-Leclerc, *La dématérialisation des administrations publiques: Optimisation des processus et gains multiples.*, Paris: Éditions du Management Public, 2017.
- [84] J.-M. Auvray, *Introduction aux technologies numériques: Représentation des objets par des suites binaires.*, Paris: Éditions Techniques et Scientifiques, 2018.
- [85] B. & T. A. Roman, *Les défis de la transformation numérique dans le secteur bancaire: Impact sur les crédits et les services financiers.*, Paris: Éditions Financières., 2020.
- [86] D. Broby, *Digital Disruption in Banking: Market Share Erosion in Credit, Payment Services, Factoring, and Currency Management.*, London: Financial Publishing House., 2021.
- [87] J. Moussavou, *L'impact de la digitalisation et des Fintechs sur l'écosystème bancaire et financier.*, Paris: Éditions Financières., 2019.
- [88] J.-J. Pluchart, *La transformation de la banque de détail conventionnelle: Stratégie, organisation, services et culture.*, Éditions Bancaires, 2018.
- [89] R. Vanheems, *Le Phygital: Fusion du Physique et du Digital dans le Commerce.*, Paris: Éditions Marketing Innovant., 2018.
- [90] M. M. R. M. VILLESÈQUE-DUBUS Fabienne, «« Chapitre 2. Système de contrôle et système de gestion : le cas du changement numérique dans une banque »,» chez *Philippe Chapellier éd., Comptabilités et Société. Entre représentation et construction du monde.*, Caen., EMS Editions, « Gestion en liberté », 2018, pp. 67-89.
- [91] M. & A. D. Mocquet, «Digital Transformation in Banking: Redefining Processes, Operations, Products, and the Value Chain.» *Journal of Banking and Financial Technology*, vol. 1(2), pp. 81-97, 2017.
- [92] M. & P. N. Kossai, «The Role of Human Capital in the Adoption of Information and Communication Technologies: Evidence from Emerging Countries.» *Technology in Society*, vol. 50, pp. 1-9, 2017.
- [93] D. e. M. T. Fayon, *Transformation digitale 2.0*, Pearson éd., Paris, 2019.
- [94] C. & P. N. Le Bas, «Cloud Computing Adoption by Firms: The Role of Innovation Characteristics, Organizational Control and Environmental Factors.» *Industrial and Corporate Change*, pp. 361-375, 2016.
- [95] V. & Michaux et B. Geffroy-Maronnat, «Les transformations liées au système CRM : une méta-», *Systèmes d'information & management*, 16(1),.
- [96] L. & Mounaim et S. Tighazri, «Transformation digitale et révolution expérientielle, Vers une», *Revue Internationale des Sciences de*, pp. 1278-1292. , 2020.

Les Déterminants des Exportations des Pays du Maghreb vers l'UE dans le Cadre des Accords d'Association

Fatiha Yahia^{#1}, Fayçal Ben Ameer^{*2}

[#]*Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université Tunis El Manar
Compus Universitaire B.P 248 El Manar II 2092 Tunis, Tunisie*

¹fatiha.dahdouh@etudiant-fsegt.utm.tn

^{*}*Laboratoire de Recherche en Microéconomie Appliquée (LARMA)
Compus Universitaire B.P 248 El Manar II 2092 Tunis, Tunisie*

²faycal.benameur@fsegt.utm.tn

Résumé—L'objet de cette étude est de savoir quels sont les déterminants des exportations des pays du Maghreb vers l'UE dans le cadre des Accords d'Association (AA) entre les deux partenaires. Les résultats de notre étude empirique, en appliquant un modèle de gravité avec des données de panel des pays de l'Europe des 15 plus les trois Pays du Maghreb : l'Algérie, le Maroc et la Tunisie, sur une période de 23 ans (2000-2022) montrent que l'intégration économique entre les pays du Maghreb et l'UE auraient pu être plus importants si le commerce bilatéral n'avait pas été entravé par d'autres facteurs. Notre étude empirique montre qu'à long terme le niveau des exportations est influencé par : la croissance économique dans le pays exportateur et les pays importateurs, les coûts de transport, la disponibilité des capacités productives du pays exportateur, l'écart de développement entre les partenaires et les liens historiques entre les partenaires. Dès lors, les pays du Maghreb doivent agir sur les déterminants jouant un rôle important dans la promotion des exportations notamment les capacités productives qui permettent la diversification de l'offre exportable en tirant profit des bons côtés des AA.

Mots clés— Accords d'Association, pays du Maghreb, Exportations, Modèle de Gravité

I. INTRODUCTION

L'intégration économique est souvent considérée par les pays en développement comme un instrument de politique permettant de consolider leur développement économique. D'ailleurs, la croissance du commerce extérieur alimente en partie ce développement économique. La progression du commerce, quant à elle, dépend des déterminants à la fois conjoncturelles et structurelles.

En effet, des stratégies de développement économique tiré par les exportations ont été lancées, ces dernières années, par les pays du Maghreb afin de répondre aux besoins et de saisir les opportunités actuelles et futures relatives à l'amélioration des rendements des secteurs exportateurs, l'accroissement des recettes en devises étrangères et la stimulation de l'emploi.

Toutefois, depuis la signature des Accords de Libre-Echange (ALE) Euro-Med, il y a plus de deux décennies, les performances des exportations des pays du Maghreb vers le marché européen étaient loin de répondre aux attentes et leurs déficits commerciaux ont augmenté de manière significative. Cela a conduit de nombreux observateurs à percevoir les AA d'un œil critique. Les décideurs politiques étant adhérents à cette position, ils ont déclaré officiellement vouloir réviser ces AA selon une approche « gagnant-gagnant ».

La révision ciblée doit surtout tenir compte, selon un haut responsable algérien en date du 1er novembre 2021, de « l'intérêt du produit national en vue de créer un tissu industriel et des emplois ». En 2019, au niveau du conseil d'Association UE-Maroc, le Maroc et l'UE se sont engagés à relancer les négociations en vue d'un Accord de Libre-Echange complet et approfondi (ALECA) avec l'objectif d'atteindre une intégration plus étroite entre les économies européenne et marocaine, notamment dans des secteurs comme les services et l'investissement. L'Ambassadeur de l'UE en Tunisie, quant à lui, a proposé aux tunisiens, le 26 avril 2023, de réfléchir en partenariat avec les européens, sur une révision de l'accord d'association conclu en 1995, pour l'adapter aux nouveaux changements et lui intégrer d'autres paramètres tels que l'environnement, le social et la durabilité.

Certes l'adaptation des AA, qui jusqu'au là se limitent à la libéralisation des marchandises, à la nouvelle donne de l'économie mondiale est nécessaire mais, à notre sens, elle ne suffit pas d'où la nécessité notamment de mettre l'accent sur les autres déterminants du commerce entre les deux rives de la Méditerranée.

Dans cette optique, notre article a pour but de répondre à la question principale suivante :

Quels sont les facteurs qui influencent les exportations des pays du Maghreb vers l'UE dans le cadre des AA ? Et dans quelle mesure la prise en compte de ces déterminants par les pays du Maghreb favorise-t-elle la croissance des exportations ?

Notre travail s'appuie sur l'hypothèse qu'il existe d'autres facteurs, au-delà des ALE, qui déterminent les exportations des pays du Maghreb vers l'UE qui sont macroéconomiques et de caractère structurel.

Pour tester cette hypothèse nous allons inclure, dans le modèle qui sera estimé, des variables qui pourraient être plus déterminants pour les exportations que les programmes de démantèlement tarifaire en soi, comme le PIB du pays exportateur, le PIB des pays importateurs, la distance entre les pays associés, l'écart de développement entre les partenaires, le taux de change réel du pays exportateur, les capacités productives du pays exportateur et les liens historiques.

La suite de ce travail sera structurée comme suit. La deuxième section sera consacrée à l'examen du cadre théorique de l'étude avec accent mis sur les canaux de transmission de l'impact des ALE sur les flux commerciaux ainsi que les déterminants du commerce dans la littérature économique. Un aperçu de la réalité de l'impact sera l'objet de la section suivante en se basant sur la littérature empirique traitant cet impact ainsi que sur l'évolution du commerce extérieur des pays du Maghreb vers l'UE, comme réalité qu'une politique économique devrait la manipuler.

Dans la quatrième section du présent article, les résultats obtenus de notre étude empirique sur les déterminants des exportations des pays du Maghreb vers l'UE Seront discutés. A cet effet, un Modèle de Gravité est appliqué avec la technique des données de panel de 15 pays de l'UE plus les trois pays du Maghreb (l'Algérie, le Maroc et la Tunisie) avec un total de 18 individus sur une période de 23 ans allant de 2000 jusqu'à 2022. Ce qui nous permettra d'identifier les facteurs qui déterminent les exportations des pays du Maghreb vers l'UE. Enfin, la cinquième section va conclure avec des recommandations allant dans le sens d'une meilleure exploitation des AA par les pays du Maghreb afin d'atteindre leurs objectifs économiques et sociaux.

II. CADRE THÉORIQUE

Les relations nord/sud et les accords de libre-échange prennent de plus en plus d'importance. La quasi-totalité des pays en développement est engagée dans des processus d'intégration régionale. Dans ce cadre s'inscrivent les AA Euro-Med qui sont des accords de libre-échange de première génération. En tant que tels, chacun de ces accords instaure une zone de libre-échange qui est considérée comme la phase la plus élémentaire d'une intégration économique régionale, avant l'union douanière, le marché commun, le marché unique et l'union économique et monétaire (Balassa,1961).

En effet, dans une Zone de Libre-échange, comme c'est le cas pour le partenariat Euro-Med, les droits de douane sur les échanges de marchandise sont abaissés ou supprimés entre les pays associés. Par contre, chaque pays membre maintient son propre système de douane par rapport au reste du monde. L'intégration économique régionale profiterait à certaines économies mais ne serait pas forcément bénéfique pour toutes dans la mesure où elle exerce des effets complexes sur les économies des pays membres. Elle influence les flux d'échanges entre pays et modifie l'allocation des ressources mondiales ainsi que le bien-être collectif dans les pays associés.

La théorie traditionnelle du commerce international en concurrence pure et parfaite démontre que des différences de prix relatifs provoquent une spécialisation des économies dans les produits pour lesquels elles disposent d'un avantage comparatif, soit en termes technologiques (Adam Smith et David Ricardo), soit en termes de dotations factorielles (Heckscher et Ohlin). Elle démontre aussi que l'ouverture des frontières et la pratique du libre-échange procurent un gain aux Nations. En revanche, la nouvelle théorie en concurrence imparfaite, est cantonnée aux échanges des produits industriels qui peuvent bénéficier d'économies d'échelle et qui peuvent être différenciés, c'est-à-dire à la partie la plus dynamique des échanges internationaux.

A. Les Effets de l'Intégration Economique Régionale

L'intégration économique a un effet sur le bien-être des pays membres à travers ces quatre principaux canaux (Baldwin,1995). Ce sont :- *les effets d'allocation statique* découlant de la spécialisation basée sur les avantages comparatifs, l'élargissement du marché, l'augmentation de la concurrence et le changement des termes de l'échange ;-*des effets de croissance dynamique* qui conduisent à une augmentation de la production grâce aux économies d'échelle, aux retombées technologiques et aux économies d'échelle externes ;-*les effets macroéconomiques* découlant des effets de l'intégration sur la croissance, l'inflation, l'emploi et la balance des

paiements et – *les effets de localisation* découlant de l'impact de l'intégration économique sur l'allocation spatiale des ressources. Dans ce travail, nous allons concentrer sur ces deux aspects :

1) *Les effets d'allocation statique* : découlant de la spécialisation qui résulte de la réaffectation des ressources du pays entre les secteurs à la suite de l'ajustement tarifaire. L'intégration économique conduit à une spécialisation intersectorielle en termes de biens agricoles et industriels. Ce qui conduit à l'émergence d'entreprises plus efficaces et plus grandes (Morawetz, 1974). En outre, cela conduit à une augmentation du commerce intra-régional accompagnée d'une augmentation proportionnelle des importations extra-régionales de biens d'équipement en provenance des pays développés pour promouvoir l'industrialisation et la croissance économique.

La protection des industries naissantes s'inscrit dans le cadre de cet effet de spécialisation intersectorielle dans la mesure où l'intégration économique régionale promeut indirectement cette protection afin de mieux équiper ces industries pour être compétitives au niveau mondial (Langhammer et Hiemenz, 1991). Par ailleurs, les Etats membres se spécialisent en fonction de leurs dotations en ressources, ce qui va créer des échanges commerciaux des biens qui appartiennent à des secteurs différents. En d'autres termes, l'effet de spécialisation peut promouvoir le commerce intersectoriel.

L'effet de spécialisation intersectorielle entraînent un effet statique (Hine 1994) qui se définit comme les gains ou les pertes de bien-être résultant de la réallocation des modes de production et de consommation au sein des Etats membres (Jaber 1971). On peut distinguer entre deux types d'effets statiques : des effets de création et de détournement d'échanges. Selon Viner (1950), même si un ACR conduit à une augmentation des flux commerciaux bilatéraux, il ne constitue pas une condition suffisante pour garantir un bien-être accru mais dépend dans une large mesure de l'effet net de la création et du détournement des échanges.

D'après l'analyse de Viner, la création d'échanges peut résulter du déplacement de la consommation intérieure de produits nationaux à coûts élevés vers des produits à faibles coûts en provenance d'un pays partenaire suite à l'élimination des barrières commerciales. Ainsi, les échanges commerciaux entre pays partenaires augmentent en fonction des avantages comparatifs internationaux. A l'inverse, Viner identifie la possibilité d'un détournement des échanges qui impliquerait un déplacement de la consommation intérieure d'un pays non membre à faibles coûts vers un pays membre à coûts élevés. Le détournement des échanges commerciaux peut ici être considéré comme un impact négatif de l'intégration. Pour les PMA qui ont tendance à avoir des méthodes de production moins efficaces, il existe un risque élevé de détournement des échanges dépassant la création d'échanges, affectant ainsi négativement le bien être (Hine 1994).

En effet, deux conditions s'imposent pour que les gains de bien-être soient supérieurs aux pertes de bien-être. Premièrement, la demande d'importation doit être élastique par rapport aux prix et les différences de prix au niveau de l'espace intégré et le marché mondial doivent être faibles. Deuxièmement, si davantage de marchandises sont importées d'Etats non membres jusqu'à la formation du bloc régional, il existe une forte tendance au détournement des échanges. Pour les PMA, dont les principales exportations sont des produits primaires, leurs prix sont pour la plupart inélastiques ce qui amène Van Dijck (1992) à conclure que les ACR des pays moins avancés auraient une création commerciale limitée et auraient souvent des effets négatifs sur le bien-être.

Toutefois, l'analyse de Viner (1950) basée sur la création et le détournement des échanges a tendance à se concentrer sur l'amélioration du bien-être par la consommation au détriment de la production, ce qui a suscité des critiques. Wonnacott (1981), par exemple, soutient que la formation des blocs régionaux est davantage motivée par les avantages potentiels en matière d'exportation que par les implications en matière de bien-être. Ainsi, les ACR des PMA sont davantage motivés par les gains découlant de la protection des industries naissantes.

2) *Les effets de croissance dynamique* : L'effet dynamique peut être mesuré en examinant comment l'accroissement des échanges commerciaux résultant d'un marché intérieur plus large affecte la croissance économique des Etats membres.

En effet, l'accélération de la croissance, dans le cadre d'une intégration économique, a deux sources. La première, c'est que l'intégration facilite la diffusion technologique qui réduit le coût de la recherche et développement (R&D) et par conséquent des produits ce qui accroît les ventes, les profits et donc la production. Car cette diffusion des connaissances permet de construire un grand stock de connaissance domestique en partie basé sur les connaissances provenant de l'étranger réduisant ainsi le coût des autres inventions (Romer 1990 ; Rivera-Batiz et Romer, 1991). Il semble que la participation aux échanges mondiaux accélère l'acquisition des connaissances d'un pays. Ainsi, l'intégration facilite la transmission d'informations techniques, encourage l'entreprenariat et l'innovation dans chaque pays de sorte à réduire les efforts de recherche par le biais du commerce (si on permet une diffusion globale de connaissance, les chercheurs peuvent se fonder sur un stock

commun de connaissance générale). Ce qui accroît la productivité agrégée de l'utilisation des ressources dans la R&D.

La seconde source d'accélération de la croissance économique est l'accroissement de la taille du marché. En effet, l'établissement d'une zone de libre-échange est susceptible d'encourager la production à grande échelle dans la mesure où elle permet d'élargir le marché, entraînant ainsi des économies d'échelle. En d'autres termes, l'accroissement de la taille du marché entraîne une hausse de ventes et des profits ce qui incite les investisseurs à augmenter leurs capacités de production. Ce qui permet de mieux exploiter les économies d'échelle, donc d'abaisser les coûts et les prix qui deviennent plus compétitifs. En outre, dans un environnement concurrentiel, une plus grande efficacité des producteurs s'impose.

Il faut d'abord citer les économies d'échelle qui constituent un mécanisme liant intégration et croissance. Si, dans le pays B, il existe des rendements croissants à l'échelle, l'intégration entre A et B permet, en suscitant une production accrue en B, de mieux exploiter ces économies d'échelle, donc d'abaisser les coûts et les prix. Ces diminutions constituent des sources de gains pour tous les consommateurs de l'union et pour ceux restés en dehors, si les pays de l'union, par leurs gains de compétitivité, exportent vers les pays tiers les produits en question. Des effets bénéfiques du même type sont liés aux économies de gamme.

Le marché de la zone étant plus vaste que celui de chacun des pays membres, les investissements directs étrangers (IDE) sont attirés. Ces IDE entrant sont souvent porteurs de technologies nouvelles dont la mise en œuvre est source de gains pour la région dans laquelle ils s'implantent. Les IDE devraient favoriser la croissance à long terme. Enfin, il convient de noter que les objectifs des pays moins avancés en concluant les Accords Commerciaux Régionaux (ACR) sont la promotion de la croissance économique, la réduction de la pauvreté et le développement global grâce à leurs effets commerciaux croissants.

Dans la mesure où le commerce n'est pas influencé seulement par le libre-échange et encore moins par le libre-échange avec l'UE, des difficultés d'analyse se posent. Cela implique que nous devons identifier d'autres facteurs qui façonnent l'évolution du commerce extérieur.

B. Les Déterminants du Commerce dans la littérature économique

La théorie conventionnelle du commerce, notamment les modèles de Ricardo et Heckscher-Ohlin-Samuelson, postule que les structures des échanges sont déterminées par les différences de coûts relatifs de production entre les pays, c'est-à-dire par l'avantage comparatif.

L'avantage comparatif est devenu l'un des principaux arguments en faveur d'une ouverture au commerce non discriminatoire avec le soutien du GATT et de l'OMC, mais également au niveau régionale et nationale. Certaines initiatives ont mis l'accent sur la suppression des barrières commerciales restantes et d'autres politiques ayant des effets de distorsion, ainsi que sur la facilitation de l'ajustement structurel lié au commerce afin que les pays puissent bénéficier d'un commerce axé sur les avantages comparatifs (OCDE, 2011).

Un certain nombre d'hypothèses alternatives ont concurrencé l'avantage comparatif. A l'instar des théories qui s'appuient sur des facteurs distincts de l'avantage comparatif pour expliquer le commerce (Helpman et Krugman, 1985). La littérature sur les politiques commerciales développées dans les années 1980 mettait l'accent sur les économies d'échelle et fournissait un argument théorique en faveur d'une intervention gouvernementale économiquement justifiée (par exemple Krugman, 1987).

La « nouvelle théorie du commerce », élaborée à la fin des années 1980, a montré que l'essentiel des échanges commerciaux s'effectue entre des pays relativement similaires. Elle combinait les économies d'échelle, la concurrence imparfaite, les différences technologiques et le rôle des déterminants de la demande (par exemple la préférence pour la variété) comme déterminants clés des échanges commerciaux (Krugman, 1980, Helpman, 1981, 1987, 1988).

Les ouvrages de géographie économique des années 1990 ont mis l'accent sur la mobilité des facteurs en affirmant que la structure et le volume des échanges commerciaux peuvent être déterminés par la formation des agglomérations d'activités économiques dans l'espace en fonction des conditions initiales et des coûts des transactions (par exemple Krugman et Venables, 1995).

La théorie du commerce basée sur l'hétérogénéité des entreprises, qui a suivi l'article fondateur de Melitz (2003), a montré que les gains commerciaux découlent de la concurrence liée au commerce et de l'entrée et de la sortie du marché d'entreprises hétérogènes en termes de productivité.

Les développements de recherches faisant suite à la contribution pionnière d'Eaton et Kortum (2002)- combinent les enseignements des théories conventionnelles et des « nouvelles théories du commerce ». Ces modèles incluent les fonctionnalités de gravité. Ils montrent que le commerce bilatéral entre deux pays est proportionnel à leur taille respective (mesurée par leur PIB), négativement lié à la distance géographique qui les sépare et positivement lié à un certain nombre de facteurs qui réduisent les coûts commerciaux (c'est-à-dire la présence d'une frontière

commune, une langue commune, la réduction des droits de douane et des barrières non tarifaires et l'existence d'accords de libre-échange).

Ces modèles ont servi de base pour mesurer ce que l'on appelle «les nouvelles sources d'avantages comparatifs», qui découlent de l'interaction des cadres politiques et réglementaires avec les besoins de secteurs particuliers de l'économie (Helpman, 2010). Par exemple, Rajan et Zingales (1998), Beck (2003) et Menova (2008) ont montré que les pays avec un meilleur développement financier, exportent davantage dans les secteurs qui dépendent du financement extérieur. Il a été démontré que les pays dotés d'un meilleur Etat de droit exportent relativement plus dans des secteurs qui ont des niveaux plus élevés de complexité des tâches professionnelles (Costinot, 2009). De même, Cunat et Melitz (2007) ont démontré que les politiques flexibles du marché du travail favorisent les exportations dans les secteurs caractérisés par une plus grande volatilité des prix.

Les données empiriques sur l'étendue, voire la direction de l'influence des régimes de taux de change sur le commerce ne sont pas concluantes, mais la littérature a émis l'hypothèse qu'ils ont au moins trois types d'effets sur le commerce par : - le biais de la volatilité des taux de change ; - le désalignement éventuel par rapport à un taux de change d'équilibre ; et - l'interaction de ce désalignement éventuel avec la politique commerciale (Voir par exemple Nicita, 2013).

S'appuyant sur cette littérature, Chor (2010) et Kowalski (2011) ont évalué conjointement l'importance des différents types d'interactions qui peuvent être une source d'avantage comparatif. Ils ont pris en compte des facteurs tels que la dotation en capital physique et humain, le développement financier, l'approvisionnement énergétique, le climat des Affaires, un certain nombre d'aspects du fonctionnement des marchés du travail ainsi que les barrières commerciales. Ces deux études ont montré que l'avantage comparatif demeure un déterminant important du commerce.

Le présent document s'appuie sur ces approches et les étend pour analyser la façon dont les dotations en facteurs et les politiques affectent les flux commerciaux et plus précisément les exportations des pays du Maghreb vers l'UE. Nous pouvons donc mesurer les retombées que les modifications de ces variables peuvent avoir sur les exportations.

Pour mettre notre analyse dans son véritable contexte, il nous paraît nécessaire, avant de discuter les résultats de notre étude empirique, d'examiner la réalité de l'impact des AA sur les flux commerciaux en se basant sur la littérature empirique en la matière et sur l'évolution du commerce extérieur des pays du Maghreb.

III. LA REALITE DE L'IMPACT DES AAC SUR LES FLUX COMMERCIAUX

Les pays du Maghreb aspiraient à travers les Accords d'Association, entre autres, de développer leurs exportations vers l'UE. Mais est-ce qu'ils ont arrivé à réaliser cet objectif ? En effet, certaines études empiriques attestent que les AA ont influencé les flux commerciaux entre les PM et l'UE, en confortant ainsi la théorie économique. Mais d'autres études ont révélé que les résultats pour les PM étaient faibles et inférieurs aux attentes. Par ailleurs, l'évolution des flux commerciaux des pays du Maghreb vers l'UE a révélé des déficits de leurs balances commerciales.

A. La Littérature Empirique sur l'Impact des AA sur les Flux Commerciaux

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études se sont intéressées aux effets des AA, conclus entre l'UE et les pays du Sud-Est de la Méditerranée, sur le commerce. Les résultats empiriques fournis à ce jour sont mitigés. Pour certains auteurs, ces accords auraient permis d'accroître légèrement les échanges. Pour d'autres, au contraire, ils n'auraient pas d'impact significatif sur le commerce. D'ailleurs, les résultats obtenus varient non seulement d'un modèle à l'autre, mais aussi d'une économie à l'autre.

Le tableau (V) en Annexe portant sur la littérature empirique traitant les effets des ALE Euro-Med sur les flux commerciaux propose les études plus importantes et les plus utiles sur lesquelles nous allons nous appuyer dans le cadre de notre étude. Ce tableau indique que la majorité des études gravitaires et autres études économétriques ont fait valoir que le processus de Barcelone était moins efficace que prévu en ce qui concerne l'impact sur les échanges entre l'UE et les PM. En effet, il a souvent été avancé que ces pays sous échangeaient probablement avec l'UE et le monde extérieur, soit en termes d'exportations et/ou d'importations (par exemple, Al-Atrash et Yousef, 2000 ; Péridy 2005a, 2005c, Ruiz et Vilarrubia 2007, CASE/CEPS 2009, Péridy 2012, Montalbano et Nenci 2014).

Il en ressort, également, un point commun entre les différentes approches fondées sur la méthode de l'équilibre général calculable (l'EGC) est que les effets de l'intégration commerciale entre les PSEM, dont les trois pays du Maghreb considérés dans cette étude, et l'UE seraient faibles pour cette dernière, alors qu'ils seraient faibles mais positifs en termes économiques pour la première région (par exemple, EMNES (2017) et ECORYS (2021)). Toutefois, certaines prévisions négatives existent pour l'un ou l'autre. Certains résultats indiquent par exemple des effets négatifs possibles sur la production industrielle dans les PSEM, en raison de la nature asymétrique des

réductions tarifaires associées aux ALE Euro-Med (Augier et Gasiorek, 2003). De nombreuses études de l'EGC suggèrent des profits relativement élevés de la libéralisation du commerce allant au-delà des tarifs (Ghoneim, 2012 ; Peridy, 2012 et Jouini et al, 2016).

En effet, l'amélioration de l'intégration commerciale à l'ère des chaînes de valeur mondiales va bien au-delà de la réduction des tarifs. Dans ce sens, Ayadi et Sessa (2017) ont examiné la nouvelle mondialisation basée sur les chaînes de valeur mondiales (CVM) et les questions socioéconomiques en découlant.

B. Evolution des Flux Commerciaux des Pays du Maghreb vers l'UE

Cette partie résume les principales caractéristiques de l'évolution réelle du commerce extérieur des pays du Maghreb avec l'UE.

1) *En Tunisie* : Après l'entrée en vigueur de l'ALE Tunisie-UE, les exportations tunisiennes vers l'UE ont augmenté plus lentement qu'auparavant, le taux de croissance moyen passant de 11 % en moyenne en 1995-97 à 5 % en 2015-17. Cette évolution contraste également avec l'accélération modérée de la croissance des exportations vers le reste du monde, qui est passée de 6.5% en moyenne entre 1995 et 1997 à 7.7 % entre 2015 et 2017 (fig 1). Les exportateurs tunisiens ont bénéficié d'une baisse des tarifs à l'importation sur les marchés des pays tiers, ce qui aurait pu encourager une réorientation des exportations hors du marché de l'UE.

En ce qui concerne les importations en provenance de l'UE, leur taux de croissance s'est également ralenti après l'entrée en vigueur de l'ALE, passant de 8.5 % en moyenne en 1995-97 à 3.7 % en 2015-2017. Ce ralentissement a été encore plus prononcé que pour celles en provenance du reste du monde, qui sont passées de 10.2% à 9.4 % respectivement. La part de l'UE dans les importations tunisiennes a considérablement diminué depuis l'entrée en vigueur de l'ALE, passant de 75 % en moyenne en 1995-97 à 55 % en 2015-17.

De ce fait, les importations en provenance de l'UE ont été moins dynamiques que celles des autres pays du monde. La stagnation des importations en provenance de l'UE pourrait avoir un effet modérateur sur la balance commerciale bilatérale du pays. Cette dernière s'est néanmoins améliorée depuis l'entrée en vigueur de l'ALE. Cela contraste avec la grave détérioration de la balance commerciale avec le RM.

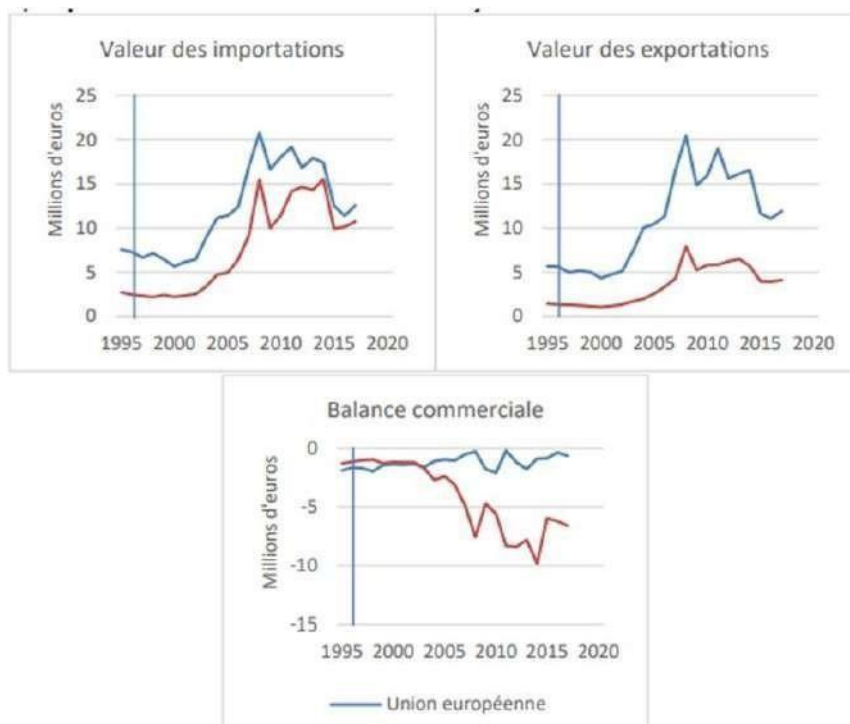


Fig 1 : Flux commerciaux de la Tunisie avec l'UE et le RDM en 1000 USD courants (exportations ; importations et balance commerciale)

D'ailleurs, la balance commerciale de la Tunisie, est structurellement déficitaire. Le déficit n'a cessé de s'aggraver depuis le milieu des années 2000 : de 0,5% du PIB en 2005, il est passé à 17% du PIB en 2014, pour atteindre 18% en 2020 suite, d'une part, à un fort dynamisme des importations et, d'autre part, au faible rythme d'augmentation des exportations. Un tel résultat pourrait être imputable à la spécialisation inadéquate des

exportations aussi bien en termes de produits qu'en termes de marchés. Ces mauvaises performances se reflètent au niveau des parts de marché qui ont accusé une baisse substantielle passant de 0.13% en 2009 à 0.09% en 2019 (Chaabani Zammali S., 2022).

2) *Au Maroc* : Après l'entrée en vigueur de l'ALE Maroc-UE, le taux de croissance moyen ayant décéléré de 19.7 % en moyenne au cours de la période 1999-2001 à 7 % entre 2015-2017. Cette évolution contraste également avec l'accélération de la croissance des exportations vers le reste du Monde, qui est passée de 6.8 % à 11.9 % respectivement. Cela a également entraîné une diminution de la part des exportations de l'UE, qui est passée de 76 % en moyenne au cours de la période 1999-2001 à 62 % en 2015-17 (ECORYS et al.,2021).

Les importations en provenance de l'UE ont augmenté à des taux plus élevés que les exportations, mais leur dynamique s'est également ralentie depuis l'entrée en vigueur de l'ALE passant de 12.1 % en moyenne au cours de la période 1999-2001 à 8.8 % au cours de la période 2015-2017. Cette évolution contraste également avec la dynamique croissante des importations en provenance du reste du monde (de 6.7 à 10.5 % respectivement). En conséquence, la part de l'UE dans les importations marocaines a diminué, passant d'un peu moins de 60 % en moyenne au cours de la période 1999-2001 à environ 58 % au cours de la période 2015-2017.

Dans l'ensemble, nous observons que depuis l'entrée en vigueur de l'ALE, la balance commerciale du Maroc s'est détériorée tant vis-à-vis de l'UE que du RM. L'aggravation de son déficit avec l'UE a été moins prononcée, ce qui laisse supposer une atténuation de l'impact des relations commerciales avec l'UE.

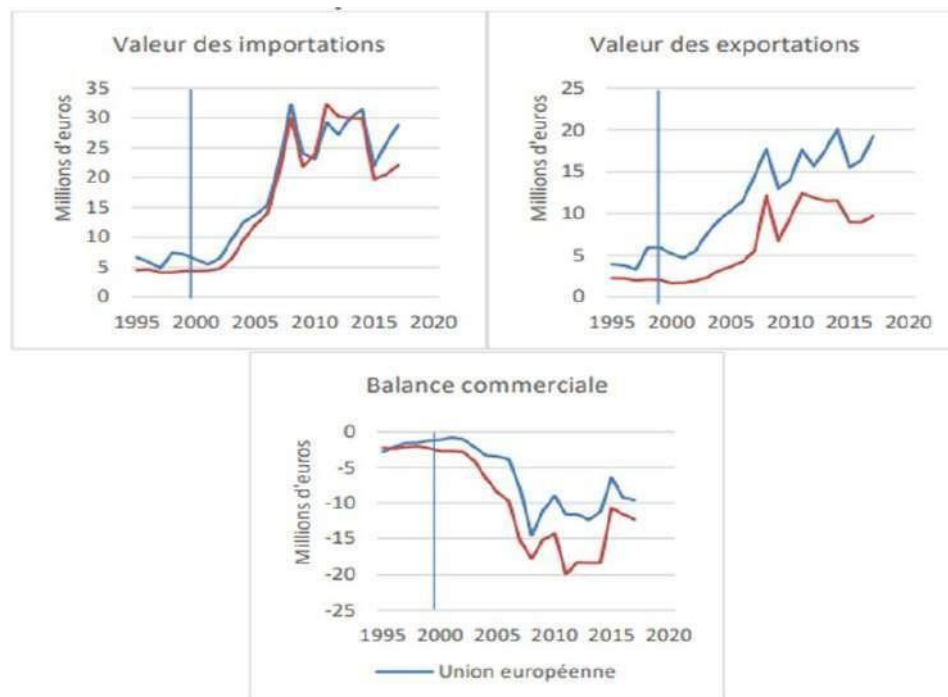


Fig 2 : Flux commerciaux du Maroc avec l'UE et le RDM, en millions d'euros (exportations, importations et balance commerciale)

3) *En Algérie* : Les exportations de l'Algérie vers l'UE, quant à elles, ont commencé à augmenter avant les années 2000 et ont continué à progresser jusqu'à la baisse générée par la crise de 2009, suivie d'une reprise rapide. Elles ont atteint un pic à plus de 60 milliards d'euros en 2013, avant de diminuer fortement les années suivantes (à cause d'une forte diminution des prix du pétrole sur les marchés internationaux) puis une légère augmentation en 2017. En 2019, les pays d'Europe demeurent les principaux partenaires de l'Algérie, sachant qu'elles représentent respectivement 63,7% des exportations algériennes totales et 53,4% des importations totales.

Les exportations de produits non pétroliers vers l'UE ont augmenté chaque année plus rapidement au cours de cette dernière période. En revanche, les exportations de la même catégorie de produits vers le RM ont ralenti.

Bien que les importations en provenance de l'UE ont augmenté légèrement plus vite après l'entrée en vigueur de l'ALE, celles en provenance du RM ont augmenté remarquablement plus vite. En conséquence, la part moyenne des importations en provenance de l'UE dans le total des importations algériennes a diminué entre les deux périodes (de 55 % en moyenne sur la période 2004-2006 à 47% en moyenne sur la période 20015-2017).

En effet, les importations en provenance de l'Union européenne sont passées de 8,2 milliards \$ US en moyenne annuelle avant la mise en œuvre de l'Accord d'Association (2002-2004) à 24,21 milliards \$ US en 2011, soit une augmentation de près de 200%.

Les exportations vers l'Union européenne sont passées, en moyenne annuelle, de 15 milliards de \$ US, entre 2002 et 2004, à 36,3 milliards US en 2011, soit une augmentation de 140%. Ces exportations sont constituées à hauteur de 97% par des hydrocarbures. Les exportations des produits manufacturés et des produits agricoles et alimentaires sont passées de 552 millions \$ US en 2005 à 1 milliards de \$ US en 2010 soit une augmentation de 81%.

Sur la base de la structure des échanges commerciaux avec l'Union Européenne, il ressort que la balance commerciale hors hydrocarbures reste déséquilibrée. La mise en œuvre de l'Accord d'Association n'a pas eu d'impact sur le niveau et la diversification des exportations hors hydrocarbures vers les pays de l'Union Européenne. Les résultats étant très éloignés des attentes de l'Algérie, des négociations sont menées avec l'UE à la fin de l'année 2020 et elles portent sur la révision de certaines clauses.

L'Algérie est donc le seul des trois pays du Maghreb à avoir augmenté sa part des exportations destinées à l'UE. Contrairement à d'autres pays de la région, l'Algérie a longtemps eu une balance commerciale positive avec l'UE et le reste du monde (RM), et cette balance a également suivi de près l'évolution des prix du pétrole. Depuis 2012, le pays a un déficit commercial avec le RM et une balance commerciale largement équilibrée avec l'UE.

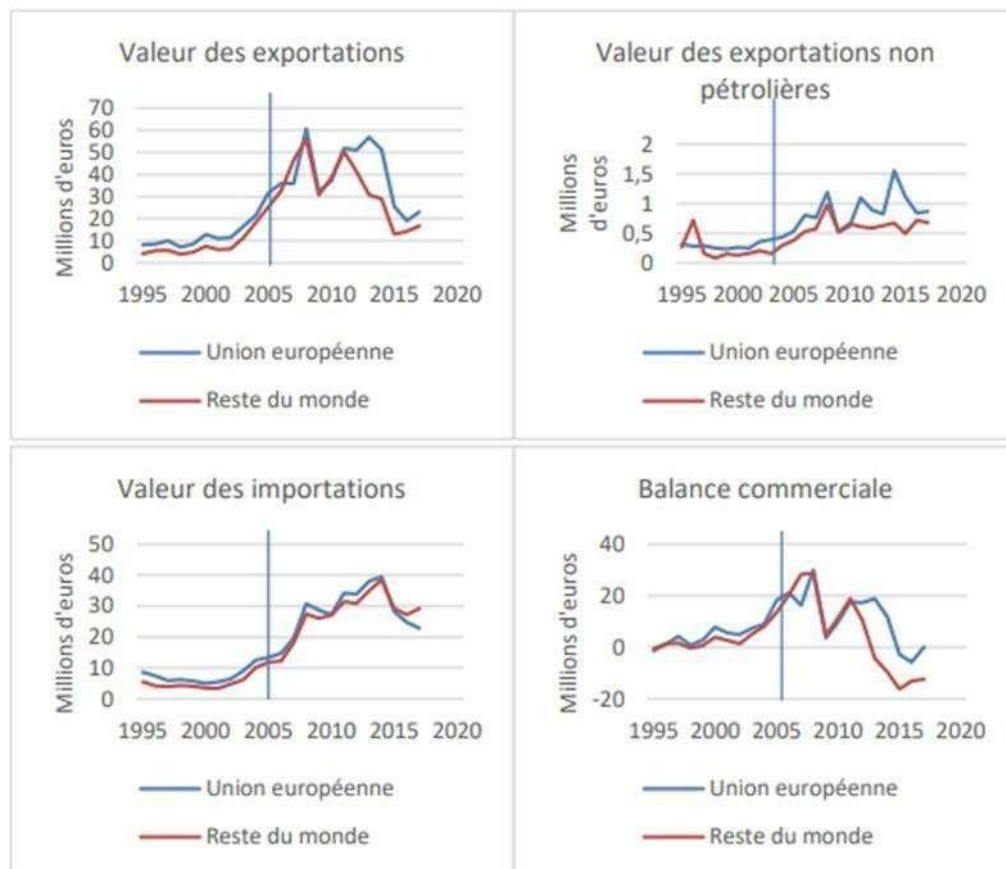


Fig 2 : Flux commerciaux de l'Algérie avec l'UE et le RDM en 1000 USD courants (Exportations, importations et balance commerciale)

Globalement, la part des exportations vers l'UE a augmenté au cours des 25 dernières années pour le Maroc et l'Algérie, mais elle a eu tendance à diminuer pour la Tunisie. La décomposition sectorielle des exportations des PM, en distinguant celles à destination du marché européen et celles à destination du reste du monde (RM), montre que les exportations ont fortement augmenté dans quelques secteurs, qui sont bien souvent ceux qui prédominent en termes d'exportations nationales. Ces secteurs sont, pour le Maroc, les machines électriques (principalement vers l'UE), les produits chimiques (principalement vers le RM), les véhicules à moteurs (vers l'UE), les vêtements (uniquement vers l'UE), l'agriculture (principalement vers l'UE), les denrées alimentaires et dans une moindre mesure, les autres matériels de transport et autres Mines.

Pour la Tunisie, les machines électriques (principalement vers l'UE) et dans une moindre mesure, les produits chimiques, les aliments, les instruments médicaux, les équipements de radio, de télévision et de communication, les textiles, les véhicules à moteurs et autres équipements de transport. Une baisse notable des exportations vers l'UE dans le secteur de l'habillement est constatée.

Parmi les trois pays du Maghreb, la valeur des exportations de l'Algérie, est la plus élevée, mais elle n'est due qu'à la prédominance des hydrocarbures dans le panier d'exportations. Par ailleurs, les exportations algériennes hors hydrocarbures restent toujours marginales (3% du volume global des exportations) selon la décomposition suivante: les demi produits (principalement des dérivés d'hydrocarbures), les biens alimentaires, les biens d'équipements industriels, les biens bruts et les biens d'équipements agricoles.

Pour l'ensemble des PM, les importations depuis le reste du monde ont augmenté plus rapidement que les importations depuis l'UE. Le Maroc est le pays maghrébin dans lequel le taux de croissance des importations en provenance de l'UE est le plus élevé (avec 475%). D'ailleurs ses importations en provenance de l'UE ont légèrement dépassé celles du reste du monde depuis 2015.

Il est à souligner que les biens de consommation sont devenus le type de biens le plus importé par les pays du Maghreb, tant pour les importations en provenance de l'UE que du reste du monde. Il s'ajoute certains secteurs à l'instar de la chimie, de la cuisson et des produits pétroliers raffinés, des métaux de base, des machines et équipements, de l'automobile, du textile et l'agriculture. Dans ces secteurs, les importations des pays du Maghreb en provenance de l'UE et du reste du monde ont augmenté, sauf en Tunisie où le montant des importations en provenance de l'UE dans les secteurs de l'habillement et du textile a diminué (alors que leur montant du reste du monde a augmenté) et au Maroc où, dans le secteur du carburant et du gaz, le montant des importations en provenance du reste du monde a diminué (il n'y a pas d'importation en provenance de l'UE dans ce secteur).

Les secteurs dominant les importations des PM sont respectivement celui des véhicules automobiles au Maroc, celui de la chimie en Tunisie, par contre pour l'Algérie les tendances ne sont pas claires : la part des produits alimentaires dans les importations totales est de 27% en 2022, pour les biens d'équipements, leur part se situe à 22,4 % en 2022 et 43,2 % en 2021 et 32,6 % en 2019.

Les ALE UE-pays du Maghreb ont pu avoir une influence limitée sur le commerce bilatéral des pays du Maghreb avec l'UE. Cela nous amène à suggérer que des facteurs non liés aux tarifs ont joué un rôle important et, dans certains cas, ont éclipsé les effets positifs des ALE sur leurs économies.

IV.

ETUDE EMPIRIQUE : LES DETERMINANTS DES EXPORTATIONS DES PAYS DU MAGHREB VERS L'UE

S'appuyant sur la littérature économique, notamment celle qui combine les enseignements des théories conventionnelles et des « nouvelles théories du commerce » et qui incluent les fonctionnalités de gravité, nous avons appliqué un Modèle de Gravité avec la technique des données de panel. Ce modèle est l'outil empirique le plus couramment utilisé par les économistes pour évaluer la contribution de divers facteurs aux échanges commerciaux bilatéraux car sa pertinence a été approuvée dans ce domaine.

A. Le Modèle

Le modèle de gravité doit son nom à son analogie avec la loi universelle de la gravité de Newton. Il a été proposé par Tinbergen en 1962, pour expliquer les flux commerciaux internationaux. Depuis, il a été utilisé dans de nombreux domaines, dont l'analyse de l'impact commercial entre les membres du GATT et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et entre les membres du GATT et de l'Organisation internationale du commerce (OMC). Ce Modèle relie le commerce entre deux pays à différents déterminants regroupés en force « d'attraction » comme la taille économique des pays et en force de « répulsion » comme la distance géographique qui les sépare et les coûts de transaction aux échanges. D'autres facteurs d'attraction et/ou de répulsion peuvent être ajoutés au modèle.

Le modèle gravitationnel de base a été enrichi par des recherches théoriques et son application empirique à différentes situations. Les travaux de Berstrand (1985), Helpman (1987), Wei (1996), Soloaga et Winters (1999), ont permis son application à l'étude des relations entre les blocs économiques de pays et l'affinement et l'ajout de nouvelles variables. Ce qui a permis de former le modèle gravitationnel étendu (Extended Gravitational Model). Martinez et Nowak (2003) ont appliqué le modèle étendu à l'identification des déterminants du commerce entre le Mercosur et l'Union européenne. Certains auteurs et en fonction des objectifs poursuivis ont ajouté d'autres variables : le taux de change réel, utilisé comme proxy pour déterminer l'effet des prix, le carré de la différence de revenu par tête, introduit comme proxy pour identifier l'effet Linder, une variable supplémentaire a été utilisées pour mesurer la disponibilité des infrastructures. Le modèle étendu est complété par un ensemble de variables muettes (qui prennent les valeurs 0 et 1) qui permettent d'identifier l'effet sur les flux commerciaux d'aspects

spécifiques tels que la langue commune entre les pays, l'existence d'une frontière commune ou des liens historiques (ancienne colonie).

Les modèles de gravité classiques utilisent généralement des données transversales pour estimer les effets et les relations commerciales au cours d'une période donnée. Les travaux de Koo et Karemera (1991) et Rahman (2003) ont étendu l'analyse des modèles de gravité à la technique des données de panel. Les résultats de leurs travaux et les applications empiriques ultérieures ont révélé les avantages de la combinaison du modèle de gravité avec la technique des données de panel.

Une nouveauté dans le modèle étendu utilisé dans cet article est l'introduction de l'indice des capacités productives (PCI) de la CNUCED, qui se définit, au sens large, comme un indicateur de la disponibilité « des ressources productives, des capacités entrepreneuriales et des liens de production qui, ensemble, déterminent la capacité d'un pays à produire des biens et des services qui lui permettent de croître et de se développer » (CNUCED, 2006).

Dès lors, cet indice qui a été construit par la CNUCED couvrant la période 2000-2022 comprend huit composantes : capital humain, capital naturel, énergie, TIC, changement structurel, transport, institutions et secteur privé. Il est à souligner que le développement des capacités productives joue un rôle central dans la mise en œuvre sur le long terme du processus de transformation structurelle. Le PCI des pays exportateurs, une variable qui tente de capturer l'effet de la disponibilité des ressources productives et des capacités entrepreneuriales et technologiques sur les flux commerciaux entre les pays du Maghreb et l'Union européenne.

D'ailleurs, la CNUCED (2021), a confirmé que le renforcement des capacités productives peut soutenir l'effort de diversification des exportations. Et ce, suite à l'observation d'une forte corrélation inverse entre le PCI et un autre indice de la CNUCED, l'indice de concentration des exportations de marchandises.

Ainsi le modèle log-linéaire de gravité augmenté à estimer est le suivant :

$$\ln X_{ijt} = C + B1 \ln GDP_{it} + B2 \ln GDP_{jt} + B3 \ln Dij + B4 \ln GDP_{pc} \sqrt{t} + B5 \text{CPI}_{it} + B6 \text{TCER}_{it} + B7 \text{Col}_{ij} + \text{Uit} \dots \dots \dots (1)$$

Où i : le pays exportateur (l'Algérie, le Maroc ou la Tunisie), j : le pays importateurs (15 pays de l'UE) et t: est la dimension temporelle.

Pour affiner nos résultats, nous divisons notre échantillon en 3 sous-échantillons pour les 3 pays du Maghreb : Algérie, Maroc et Tunisie et nous estimons les équations de gravité pour leurs exportations vers l'UE séparément:

Modèle de l'Algérie

$$\ln X_{alg} = C + B1 \ln GDP_{ue} + B2 \ln GDP_{alg} + B3 \ln Dalg + B4 \ln pc_diff_sqrt_alg + B5 \text{cpi_alg} + B6 \text{Tcer_alg} + B7 \text{Colalg} + \text{Uit} \dots \dots \dots (2)$$

Modèle de la Tunisie

$$\ln X_{tun} = C + B1 \ln GDP_{ue} + B2 \ln GDP_{tun} + B3 \ln Dtun + B4 \ln pc_diff_sqrt_tun + B5 \text{cpi_tun} + B6 \text{Tcer_tun} + B7 \text{Coltun} + \text{Uit} \dots \dots \dots (3)$$

Modèle du Maroc

$$\ln X_{m} = C + B1 \ln GDP_{ue} + B2 \ln GDP_{m} + B3 \ln Dm + B4 \ln pc_diff_sqrt_m + B5 \text{cpi_m} + B6 \text{Tcer_m} + B7 \text{Colm} + \text{Uit} \dots \dots \dots (4)$$

B. Définition des variables et les sources des données :

Les données recueillies pour l'estimation des modèles couvrent les pays de l'Europe des 15 : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Luxembourg, l'Espagne, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Italie, les Pays Bas, le Portugal, le Danemark, la Suède et le Royaume Uni plus les trois pays du Maghreb : l'Algérie, le Maroc et la Tunisie. La période utilisée pour l'analyse s'étend de 2000 à 2022. Ceci est principalement déterminée par la disponibilité des données pour la variable d'intérêt (CPI) depuis 2000 jusqu'à 2022, disponible sur le site officiel de la CNUCED (www.unctad.org) qui coïncide avec les dates d'entrée en vigueur des Accords d'Association Euro-Med (1998 pour la Tunisie, 2000 pour le Maroc et 2005 pour l'Algérie-signé en 2002-).

Nos variables dépendantes utilisées dans les équations d'estimation (2), (3) et (4) sont les exportations ($\ln X_{ijt}$) de l'Algérie, de la Tunisie et du Maroc respectivement pris séparément vers l'Union Européenne. Les données proviennent de la base de données du FMI (International Financial Statistics- IFS) et sont exprimées en dollars

américains constant aux prix de 2015. Les données des exportations sont disponibles pour les trois pays de l'échantillon et couvrent la période 2000-2022.

Nos principales variables explicatives sont les PIB des partenaires commerciaux (LnGDPit et LnGDPjt) exprimés en dollars américain constant au prix de 2015. Les données sur les PIBs proviennent de la base des données World Development Indicators (WDI) (2023) de la Banque Mondiale. Elles mesurent la taille économique des pays partenaires.

Les données sur le PIB par habitant proviennent également de la base de données WDI et sont exprimées en dollars américain constant de 2015. Puis elles sont manipulées via le logiciel EXCEL pour faire ressortir *la différence entre les PIBH au carré* des pays partenaires. Elle représente l'écart de développement entre les pays partenaires.

La distance entre les partenaires commerciaux (LnDij) est mesurée comme une distance géographique entre leurs capitales et exprimée en kilomètre. Les données de la distance proviennent de la base de données du Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII) disponible en ligne sur www.cepii.fr. Elle permet d'approximer les coûts de transport des produits d'un pays à un autre.

L'indice du taux de change effectif réel (TCERit) est calculé, sous forme d'indice, comme la moyenne géométrique pondérée des indices de taux de change nominaux vis-à-vis les principaux partenaires à l'exportation des pays considérés ajustée de l'évolution relative des prix. Les données proviennent de la base de données IFS du FMI. Elle permet d'offrir une vision synthétique de la compétitivité-prix d'un pays par rapport au reste du Monde.

L'indice des capacités productives (CPIit) est construit par la CNUCED pour mesurer la disponibilité des capacités productives dans une économie. Les données proviennent de la base de données de la CNUCED (unctad). Elles sont disponibles de l'année 2000 jusqu'à 2022.

Enfin, (Colij) est une variable fictive indiquant si les pays partenaires entretenaient une relation coloniale. Elle permet de contrôler si les liens historiques déterminent les flux commerciaux. Cette variable prend la valeur 1 lorsque les pays ont des liens historiques, zéro dans le cas contraire. Les données proviennent de la base de données du CEPII. Le tableau 1 ci-dessous résume les variables explicatives avec les signes attendus.

TABLEAU I
 LES VARIABLES EXPLICATIVES DES EXPORTATIONS DES PAYS DU MAGHREB VERS L'UE

abréviation	Nom de la variable	Explication	Signe attendu
LnGDP(alg,tun ,m)	PIB du pays exportateur	Un PIB plus élevé implique une plus grande potentialité pour l'exportation.(c-à-d l'augmentation de la production entraîne une augmentation des exportations)	positif
LnGDPue	PIB du pays importateur qui fait partie de l'UE	Une augmentation du PIB équivaut à une augmentation des revenus du pays importateur, ce qui a comme résultat une augmentation des importations depuis les pays partenaires.	positif
LnD(alg,tun,m)	Distance	C'est un proxy pour tous les couts possibles du commerce (comme les couts de transport etc..). en effet, une augmentation de la distance entre le pays exportateur et importateur entraine une baisse du commerce et par conséquent des exportations (dans la littérature économique le coefficient prend la valeur -1,***)	négatif
Tcer(alg,tun,m)	Indice du taux de change effectif réel	L'indice du taux de change effectif réel est une mesure sommaire de l'évolution des taux de change d'un pays vis-à-vis de ses partenaires commerciaux. Cet indicateur permet une vaste interprétation de la compétitivité des prix d'un pays. Une hausse de l'indice indique une appréciation globale de la devise ce qui vaut une dégradation de la compétitivité du pays considéré ce qui influence négativement les exportations.	négatif
Cpi(alg,tun,m)	Indice des capacités productives	Un plus fort indice des capacités productives favorable à l'innovation l'amélioration de la productivité et la croissance des exportations.	positif
Lnpc_diff_sqrt(alg,tun,m)	Différence de revenu	Cette variable est ajoutée pour tester l'existence d'un effet Linder. une diminution de la différence entre les PIB a un effet positif sur les exportations (quand les pays partenaires ont des niveaux de développement proche , ils tend à s'échanger	négatif
Col(alg,tun ,m)	Colonie	Les pays qui ont des liens coloniaux s'échangent entre eux plus que les pays qui n'ont pas des liens coloniaux. C'est une variable dummy qui prend les valeurs (1= ancienne colonie) et 0= n'ont pas de liens coloniaux)	positif

Source : établi par l'auteur sur la base de la littérature économique

C. Estimations

En termes de techniques d'estimation, certains auteurs ont considéré l'approche statique du modèle et ont utilisé les techniques d'estimation s'appuyant sur les estimateurs des Moindres Carrés Ordinaires (MCO), estimateurs within ou MCG ou Hausman-Taylor. C'est le cas entre autres, de Hummels et Levinsohn(1995), Glick et Rose (2002), certains travaux (Agbodji, 2007, Tchitchou et Nguenkeng, 2020), ont mis l'accent plutôt sur l'approche dynamique du modèle de gravité. D'autres auteurs ont préféré l'estimateur Tobit (Avom et Gbetnkom, 2005 et Afesorgbor, 2013).

Santos Silva et Tenreyro (2006,2010 et 2011) proposent une stratégie permettant de surmonter ces difficultés en recommandant l'utilisation de l'estimateur Poisson du Pseudo Maximum de Vraisemblance (PPML) qui, selon eux, est une méthode naturelle pour résoudre le problème des flux commerciaux nuls sous la forme multiplicative. Pour Martinez-Zarzoso (2013), cette méthode est robuste à l'hétéroscédasticité et s'avère adaptée lorsque la proportion du commerce nul est élevé.

Dans le cadre de notre travail, les modèles indiqués ont été estimés en utilisant différentes méthodologies : la méthode des Moindres carrés ordinaires (MCO), la méthode des effets fixes et la méthode des effets aléatoires. Puis on a déterminé au moyen de différents diagnostics et des tests quelle était la méthode la plus adaptée pour le panel de données analysées. En raison de la présence du problème de l'hétéroscédasticité dans tous les modèles ainsi que de l'autocorrélation dans les modèles de la Tunisie, l'estimateur du MCG (les moindres carrés généralisées ou GLS en anglais) et ses variantes va être adopté comme seule et principale technique d'estimation.

Le tableau II ci-dessous présente les résultats des estimations.

Comme nous avons des problèmes de multi-colinéarité (les tests de multi-colinéarité en utilisant la commande **vif** sur STATA ont révélé des **vif** supérieures à 10 pour les variables LnGDPI, Cpi et $vif \approx 5$ pour la variable Tcer). Cette multi-colinéarité a pour sources principales, selon les test de corrélation « **pwcorr** » sur STATA, l'existence

Modèle 1 : Algérie		Modèle 2 : Maroc		Modèle 3 : Tunisie	
Variables explicatives	coefficients	Variables explicatives	coefficients	Variables explicatives	coefficients
LnGDPue	0.911*** (0.101)	lnGDPue	1.054*** (0.0307)	lnGDPue	1.359*** (0.0878)
LnGDPalg	1.344*** (0.109)	lnGDPm	-0.343*** (0.123)	lnGDPtun	-0.580*** (0.151)
LnDalg	-4.716*** (0.228)	lnDm	-1.195*** (0.0838)	lnDtun	-1.228*** (0.191)

d'une forte corrélation entre les variables suivantes : LnGDPI, Tcer, Cpi dans les trois modèles (2,3 et 4). Dès lors, l'estimation des modèles a fait ressortir des coefficients non significatifs et/ou avec des signes ne sont pas attendus pour les variables Cpi_alg, Tcer_alg, LnGDPm, Tcer_m, LnGDPtun, Cpi_tun.

TABLEAU II
 LES RESULTATS DE L'ESTIMATION DES TROIS MODELES AVANT L'ELIMINATION DE LA MULTICOLINERITE

lnpc_diff_sqrt_alg	-1.045*** (0.144)	Lnpc_diff_sqrt_m	-0.378*** (0.0541)	Lnpc_diff_sqrt_tun	-0.375*** (0.136)
Cpi_alg	-0.0277 (0.0175)	Cpi_m	0.0796*** (0.0293)	Cpi_tun	0.0220 (0.0210)
Tcer_alg	-0.00156 (0.00764)	Tcer_m	-0.0129 (0.0154)	Tcer_tun	-0.0191*** (0.00376)
COLONIE_ALG	0.82*** (0.110)	COLONIE_MORO	1.710*** (0.0698)	Coltun	1.260*** (0.161)
constante	–	constant	–	constant	–
Nombre d'observations	345	Nombre d'observations	345	Nombre d'observations	345
R²	0.61	R²	0.82	R²	0.78

Source : établi par l'auteur à partir des outputs STATA

Pour neutraliser ces problèmes de multi-colinéarité nous avons estimé les modèles en deux étapes chacun :

1) *Premièrement* : Les modèles ont été estimés sans les variables Cpi et Tcer (tableau IV). Ce qui nous a permis d'obtenir des résultats qui se concordent avec ceux obtenus dans la littérature économique en la matière.

TABLEAU III
 LES RESULTATS DE L'ESTIMATION DES MODELES
 SANS LA VARIABLE « CPI »

VARIABLES	(1) LnX_alg	(2) LnX_tun	(3) LnX_maroc
LnGDPue	1.838*** (0.0889)	1.400*** (0.0870)	1.075*** (0.0284)
LnGDPi	0.886*** (0.240)	1.409*** (0.245)	1.229*** (0.0912)
LnDij	-2.081*** (0.257)	-1.210*** (0.185)	-1.175*** (0.0792)
Lnpc_diff_sqrt_ij	-1.972*** (0.107)	-0.354*** (0.136)	-0.366*** (0.0512)
Colij	0.505*** (0.128)	1.246*** (0.160)	1.665*** (0.0528)
Constant	-11.30* (6.722)	-51.18*** (6.058)	-38.47*** (2.469)
Observations	345	345	345
Number of id	15	15	15

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Source : Outputs du logiciel STATA

2) *Deuxièmement* : Nous avons estimé les modèles sans les variables : « LnGDPi » et « Tcer ». Les coefficients estimés concernant la variable Cpi ont désormais le signe positif attendu et ils sont statistiquement significatifs.

TABLEAU IV
 LES RESULTATS DE L'ESTIMATION DES MODELES
 AVEC LA VARIABLE « CPI »

	(4)	(5)	(6)
--	-----	-----	-----

VARIABLES	LnX_alg	LnX_tun	LnX_maroc
LnGDPue	1.840*** (0.0890)	1.413*** (0.0867)	1.089*** (0.0300)
LnDij	-2.061*** (0.258)	-1.226*** (0.187)	-1.202*** (0.0826)
Lnpc_diff_sqrt_ij	-1.973*** (0.108)	-0.317** (0.136)	-0.334*** (0.0525)
cpi_i	0.0371*** (0.0109)	0.0676*** (0.0139)	0.0748*** (0.00758)
Coli	0.501*** (0.128)	1.245*** (0.158)	1.662*** (0.0623)
Constant	9.738*** (3.154)	-20.98*** (3.424)	-11.59*** (1.295)
Observations	345	345	345
Number of id	15	15	15

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Source : Outputs du logiciel STATA

D. Interpretation Statistique des Résultats

Les résultats de l'estimation montrent que les effets du PIB (GDP) du pays exportateur (Algérie, Maroc et Tunisie) et du PIB des pays importateurs sur les exportations des trois pays du Maghreb sont positifs et significatifs au seuil de 1%. Tandis que la distance exerce un effet négatif et significatif au seuil de 1% sur les exportations des pays du Maghreb.

Les coefficients de la variable « carré de la différence entre les GDP per capita du pays exportateur et des pays importateurs » ont le signe négatif (-) attendu et ils sont statistiquement significatifs au seuil de 1%. Néanmoins, nous remarquons que les coefficients de la variable « d'indice de capacités productives » sont statistiquement significatifs au seuil de 1% et présentent le signe attendu. Ce qui indique que le pays qui a des capacités productives élevées est mieux en capacité d'augmenter ses exportations.

Les coefficients de la variable dummy colonie (coli) doivent être transformés afin de les interpréter comme des élasticités. Nous retiendrons donc : $e = [\exp(\alpha) - 1] * 100$. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, si $\alpha_{Colonie} = 0,505$ pour le cas de l'Algérie, nous introduisons l'exponentielle $e = [\exp(0,505) - 1] * 100 = [1.656 - 1] * 100 = 65.6\%$ donc deux pays qui ont des liens coloniaux font en moyenne 65.6% plus de commerce que deux pays n'ont pas de liens coloniaux. (247% pour la Tunisie et 428% pour le cas du Maroc).

E. Interpretation Economique des Résultats

Les résultats des six modèles économétriques développés dans cette étude fournissent les éléments permettant d'identifier et de quantifier les déterminants suivants du commerce entre les pays du Maghreb et l'UE :

1) *La Croissance des Economies*: S'identifie avec la croissance durable des économies à travers le Produit Interne Brut (PIB) qui représente la valeur ajoutée de la production. Les coefficients associés à ces deux variables dans le pays importateur et exportateurs sont positives et significatives. Les coefficients montrent que le PIB des pays du Maghreb a un effet positif sur leurs exportations vers l'UE d'où l'augmentation de 1% du PIB de l'Algérie entraîne une augmentation de ses exportations de 0.88%. Egalement pour le cas de la Tunisie, une augmentation de 1% de son PIB entraîne une augmentation de ses exportations de 1,4 %. Enfin, l'augmentation du PIB marocain de 1% entraîne une augmentation de ses exportations de 1,22 %.

Pour les pays exportateurs ceci implique que l'augmentation de la production entraîne une augmentation des exportations, l'importance de la réponse indique qu'une augmentation du PIB du pays exportateur (le Maroc et la Tunisie) peut générer une augmentation plus que proportionnelle du volume exportable. Cette intensité de la réponse chez les 2 pays du Maghreb peut être attribuée à la disponibilité de la dotation en ressources non utilisées dans le secteur exportateur, montrant que le potentiel exportateur des pays concernés (La Tunisie et la Maroc) dépasse les niveaux actuels exportables vers l'UE et qu'il existe une large marge permet de les augmenter.

Le comportement du PIB dans le pays importateur est également positif et significatif, ce qui montre que la croissance des économies européennes favorise les exportations maghrébines vers les pays de l'UE.

2) *La Distance entre les Pays Associés* : Se définit comme un proxy de tous les coûts du commerce (entre autres le transport) montre un signe négatif et une significativité statistique au niveau de 1% pour les valeurs des exportations, avec des paramètres extrêmement sensibles (supérieur à 1). Les résultats montrent qu'une augmentation de la distance de 1% entraîne une baisse du commerce de 2,081 % pour l'Algérie, de 1,210% pour la Tunisie et de 1,175% pour le Maroc. Ceci implique que le coût du transport est déterminant dans le commerce entre les pays du Maghreb et l'UE et qu'une amélioration de son efficacité (assimilé à une réduction de la distance) générerait des retours significatifs sur l'augmentation du volume exporté.

3) *La différence du revenu per capita (au carré)* : Les coefficients associés à cette variable présente des signes négatifs et ils sont également significatifs. Une explication pour le signe négatif est que le commerce bilatéral, selon le modèle commercial de Linder, sera plus important lorsque les PIB par habitant des pays commerçants seront plus similaires (diminution de la différence entre les PIB per capita). Selon Linder, l'échange des biens manufacturés par opposition aux produits primaires ne peut être expliqué par les seules dotations relatives naturelles. Le volume du commerce entre deux pays dépend des préférences des consommateurs. Linder affirme en effet que la proximité des pays en termes de niveau de développement permet un échange croisé de produits similaires parce que les individus touchant le même revenu possèdent la même structure de demande quel que soit le pays auquel ils appartiennent et le pays fabrique un produit manufacturé que parce qu'une demande domestique préexiste à une demande extérieure.

4) *L'indice des capacités productives du pays exportateur* : Se définit comme un déterminant significatif dans le commerce des pays du Maghreb vers l'UE. Nous avons ajouté cette variable pour tester l'effet du niveau des capacités productives sur le volume des exportations. Les coefficients estimés sur la variable PCI ont désormais les signes positifs attendus et ils sont statistiquement significatif au seuil de 1% pour les trois modèles (4,5 et 6). Ce qui indique que le pays qui a des capacités productives élevées est mieux en capacité d'augmenter ses exportations. Dès lors une augmentation de 1% de l'indice des capacités productives du pays exportateur entraîne une augmentation des exportations de 0.03% ,0.06% et 0.07% respectivement.

V. CONCLUSIONS

L'objectif de cet article était d'analyser quels sont les déterminants des exportations des pays du Maghreb vers l'UE au cours de la période 2000-2022. A cet effet, nous avons appuyé sur les théories et les faits et avons appliqué un modèle de gravité aux exportations bilatérales annuelles entre les trois pays du Maghreb d'une part et les pays de l'Europe des 15 d'autre part et ce pour tester l'hypothèse suivante : outre le démantèlement tarifaire arrêté par les AA, il existe d'autres déterminants des exportations des pays du Maghreb vers l'UE.

Nos résultats ont révélé la force explicative des trois modèles adoptés qui expliquent 61% des fluctuations des exportations algériennes, 82% des fluctuations des exportations marocaines et 78% des fluctuations des exportations tunisiennes.

Nos résultats montrent également que les revenus des pays exportateurs et des pays importateurs ont comme prévu une influence positive sur les exportations des pays du Maghreb. Les élasticités revenues sont proches de l'unité, comme le prédit la théorie.

Nous avons étudié le rôle que jouent les variables « distance », « différence entre les PIB par tête (au carré) », « l'indice des capacités productives » et « les liens coloniaux » dans l'explication des exportations dans un cadre de données de panel. Nos résultats confortent l'hypothèse de l'importance de ces variables puisqu'elles sont toutes statistiquement très significatives (au seuil de 1%) et présentent le signe attendu.

Dès lors nous pouvons confirmer qu'il existe d'autres facteurs au-delà des Accords d'association qui influencent les exportations des pays du Maghreb vers l'UE : l'offre exportable des pays du Maghreb (PIB domestique), la demande d'importation des pays européens (PIB pays importateurs), les coûts de transport (la distance comme proxy des coûts de transport), l'écart des niveaux de développement (l'écart des PIBH), la disponibilité des capacités productives dans les pays exportateurs ainsi que les liens historiques.

Ainsi nous pouvons affirmer que pour saisir les opportunités offertes par les ALE, les pays du Maghreb, avant de réfléchir à l'amendement des AA, ont besoin de réaliser des changements structurels dans différents domaines économiques et sociaux en particulier ceux qui visent à augmenter, diversifier et améliorer la qualité de la production exportable afin de satisfaire la demande et de répondre aux normes et aux régulation nécessaires pour accéder au marché européen. Ce défi comprend l'amélioration substantielle et intégrale des niveaux de production et la liaison du commerce à l'investissement et la technologie avancée tout en conservant la stabilité macroéconomique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] S.L. Baier et al., "Heterogeneous effects of economic integration agreements", *Journal of Development Economics*, vol. 135 (c), 2018.
- [2] J.Belkacem, R.Herizi, "Echanges industriels entre l'Algérie et l'Union Européenne et démantèlement tarifaire des produits industriels", *Dans Mondes en développement*, 2017.
- [3] Y.Belfellah, "Le statut avancé Maro-UE : Bilan, enjeux et perspectives", *Centre arabe de recherches et d'études politiques de Paris (CAREP)*, 2018.
- [4] S. Ben Slimane & M. Ramadan, "Le système national d'innovation dans les pays du Maghreb : Entre failles structurelles et besoin de coordination et de gouvernance appropriées". *Innovations*, n° 53(2). (2017),
- [5] R. Berahab et U.Dadush, "Le Maroc a-t-il bénéficié de l'accord de libre-échange conclu avec l'Union Européenne? ", *Policy center for the new South*, 2020, Research Paper.
- [6] J. Bouoiyour et S.Rey, "Régime de change, taux de change réel, flux commerciaux et investissements directs étrangers: le cas du Maroc". *CATT*, Université de Pau et des Pays de l'Adour. 2005, Working Papers.
- [7] Ch. Cambon Et J.Durrieu, "Europe Maghreb: un partenariat stratégique à construire". *Dans géoéconomie* (N°72), 2014.
- [8] S. Chaabani Zammali, "Le déficit commercial en Tunisie, les déterminants structurels et cycliques". Notes et analyses de l'ITCEQ n°69, 2022.
- [9] A. Chevallier, "Les économies d'Afrique du Nord." CPEII, 2012.
- [10] A. EL Alaoui, *Modèle d'équilibre général calculable : Présentation théorique et application empirique*. L'Harmattan, 2020.
- [11] A. El Behri et T. Hertel, "A Comparative Analysis of the EU-Morocco FTA vs. Multilateral Liberalization." *Journal of Economic Integration*, 21(3), 2006.
- [12] M. Elmallah, "The Euro-Med Free Trade Area : An empirical Assesment of the main trade Agreements Effects, 2014, MPRA Paper N° 5748, Master of science in Advanced Economics.
- [13] L. Fontagne et al., "Potentiels de commerce entre économies hétérogènes : un petit mode d'emploi des modèles de gravité." *Dans économie et prévisions* vol 1 (N° 152-153), 2002.
- [14] B. Guillochon et al., *Economie Internationale*, 8ème édition, DUNOD, Paris, France, 2016.
- [15] A. Gammoudi, "Etude macroéconomiques de la relation entre l'ouverture et la croissance : cas de la Tunisie." *International journal of management and marketing research*, Vol 2, 2018.
- [16] A.F. Ghoneim, and al. *Shallow vs. Deep Integration in the Southern Mediterranean*. MEDPRO, 2012, Technical Report N° 13.
- [17] R.S. Hersson, "Opportunités et défis commerciaux pour l'Amérique Centrale dans le cadre d'un Accord d'Association avec l'UE", thèse de doctorat université AIX-Marseille, 2011.
- [18] M.Kheladi, l'Accord d'Association Algérie-UE : un bilan-critique", Université de Béjaia (Algérie), 2007.
- [19] A.L. Kiechel, et al. Commerce international: Vers une régionalisation accrue des échanges? *RED*, N° 4(1), 2022).
- [20] A. Kireyev avec B. Nandwa B. L'intégration économique du Maghreb : une source de croissance inexploitée. International Monetary Fund, 2018.
- [21] Kouadio, "Intégration économique, développement et croissance" Economies et finances, université Panthéon Sorbonne, Paris I, 2008.
- [22] S. Leblond et I.Belley-Ferris, "Guide d'économétrie appliquée". Département de sciences économiques Université de Montréal, 2004.
- [23] N. Madariaga, "Mesure et évolution récente de l'intégration commerciale en zone franc. Macro-Economie et développement" ; AFD, 2010a.
- [24] N. Madariaga et M.Mezouaghi, "Croissance et intégration commerciale EuroMed : Peut-on parler d'un coût de la non-Méditerranée ?". Agence française de développement, 2013.
- [25] J. Marco, "Perspectives de l'Accord de Libre-échange complet et approfondi ALECA : Etude des Attentes et conséquences économiques en Tunisie.", Forum Tunisien pour les Droits Economiques et Sociaux, 2018.
- [26] I.Martinez-Zarzoso et Nowak. F. Lehmann, "Augmented Gravity Model: An empirical application to Mercosur-European Union trade flows". *Dans journal of applied Economics*, Vol. VI N°2, 2003.
- [27] A. Merad-Boudia, "Le partenariat euro-méditerranéen : un espace de demande effective à promouvoir". *Dans Mondes en développement*, 2001.
- [28] A. Nicita, "Exchange rates, International Trade and Trade Policies". UNCTAD, Geneva, 2013.
- [29] L. Soderling, "Is the middle east and north Africa Region achieving its trade potentiel ?", 2005, IMF paper working.
- [30] N.Pavcnik, "The Impact of Trade on Inequality in Developing Countries" (w23878; p. w23878). National Bureau of Economic Research, 2017.
- [31] D.Zahir et M. Karim, "Les déterminants de la diversification des exportations en Algérie", les cahiers du MECAS, vol 17 (1), 2021 b.
- [32] A. Zouari, "Pour une refonte des relations tuniso-européennes ou comment permettre à la Tunisie de réussir sa transition économique ? », dans Maghreb- Machrek. (2018),
- [33] H. Al Atrach and T. Youssef "Intra-arab Trade: is it too little?" 2000, IMF Working Paper.
- [34] R. Ayadi et E.Sessa, "Regional Integration in the Euro-mediterranean" ; 2017, EMNES Working Paper N°1

- [35] Ayadi R. et al.), “Regional Integration in the Euro-mediterranean : A multidimensional regional Integration Matrix”. Euro-Mediterranean Network for Economic Studies, 2020.
- [36] H. Ouguenoune, “La politique de promotion et d’attraction de l’investissement en Algérie” – ICEE thèse Université de la Sorbonne nouvelle-Paris III et université Oran1, Algérie, 2014.
- [37] S. Aouadi “Les relations commerciales Tuniso-européennes : Evaluation de l’accord d’association de 1996 et Etude d’impacts du projet d’Accord de Libre-Echange Complet et Approfondi (ALECA)”, Projet Régional publié par Friedrich-Ebert-Stiftung Tech. Rep. ,2020.
- [38] Commission économique pour l’Afrique (Nations-Unies), “Guide pour comprendre les indices de l’intégration régionale” Tech. Rep.,2019.
- [39] Direction des Etudes et de la perspective (DG Douanes Algérienne), “Statistiques du commerce extérieur de l’Algérie” Tech. Rep.,2020.
- [40] ECORYS., CASE., & FEMISE., “Évaluation ex-post de l’impact des chapitres commerciaux des accords d’association euro-méditerranéens avec six partenaires : Algérie, Égypte, Jordanie, Liban, Maroc et Tunisie”. Rapport final European Commission. Directorate General for Trade, Publications Office. Tech. Rep., 2021.
- [41] Lopez-Acevedo et Robertson, “Exportations to improve Labor Market in middle East and North Africa. Rapport de la Banque Mondiale sur le développement dans la région MENA” Tech. Rep., 2023.
- [42] Moreno-Dodson and al., « Trade liberalization and Jobs in the Mediterranean Era : Towards a new generation of Trade Agreements”, Center for Mediterranean Integration (CM-UNOPS). Tech. Rep.2022.

Annexe

TABLE V

LITTÉRATURE EMPIRIQUE SUR L’IMPACT DES ACCORDS EURO-MED SUR LES FLUX COMMERCIAUX

Auteurs	Titre et référence de l'article	L'échantillon/période	Résultats
Al-Atrash et Yousef, 2000	« <i>Intra-Arab Trade is it too little ?</i> » IMF working papers from International Monetary Fund.	Les trois régions Machrek, Maghreb et les pays du conseil de coopération du Golfe (CCG). 1995-97	Les pays du Maghreb semblaient sous-commercer avec le monde extérieur. L’ALE avec l’UE avait probablement diminué les flux commerciaux entre l’UE et les Pays du Maghreb.
Péridy 2005a, 2005c	« <i>The trade effects of the Euro-Mediterranean partnership: what are the lessons for Asian?</i> » Journal of Asian Economics, Vol 16.	Le Maroc , l’Algérie , l’Égypte, la Jordanie, la Tunisie , l’UE, les États-Unis et les économies du Golf. 1975-2001	Le processus de Barcelone était moins efficace que les prédictions du modèle et par rapport aux effets de l’ALENA et le MERCOSUR et son impact n’était que faiblement significatif.
Soderling, 2005	« <i>Is the Middle East and north Africa region achieving its trade potential?</i> » IMF working Paper	Les six pays du sud de l’Est de la Méditerranée parmi lesquels les pays du Maghreb .	Les flux d’exportation de la Tunisie et l’Algérie ont dépassé les prévisions modélisées. Le Maroc semble exporter au même niveau que les prévisions.
Augier et al., 2004, 2007	“ <i>Rules of origin and the EU-Med partnership: the case of textiles</i> ”	La Turquie, la Jordanie, Israël, l’Égypte, la Tunisie et le Maroc 1995-98	Des règles d’origine restrictives et l’absence de cumul sont à la base de l’inefficacité des AA.
Ruiz et Vilarrubia 2007	“The Wise Use of Dummies in Gravity Models: Export Potentials in the Euro-Med Region”	102 countries au cours de la période 1976- 2005	-Un impact négatif des AA sur les flux commerciaux. -Un impact non significatif de ces accords sur les membres
L’enquête CASE/CEP	“Economic integration in the Euro-Mediterranean	Les pays de la région MENA. Elle s’est	Le résultat net était mitigé. Et les accords contribuaient à la fois à la création et au

S 2009	region”,Final Report.	concentrée sur la Tunisie Décembre 2008 à septembre 2009.	détournement des échanges. L’ALE Tunisie-UE était plus significatif qu autres économies de la région MENA.
Péridy 2012	"Why are the Trade Gains from the Euro-Mediterranean Partnership so Small?"	Les PSM	Les flux commerciaux pourraient être encore accrus par des réformes politiques spécifiques (la réduction des MNT et des améliorations dans les domaines du transport et de la logistique.
Ghoneim et al. (2012)	“Shallow vs. Deep Integration in the Southern Mediterranean: Scenarios for the region up to 2030.”	Les pays du Sud de la Méditerranée (PSM) Depuis l’entrée en vigueur jusqu’au 2009. Avec des prévisions à l’horizon 2030.	-Leurs importations sont entravées par les coûts commerciaux, dont les droits de douane, les MNT et les coûts de performance logistique, -Les exportations restaient entravées par les coûts logistiques. -La combinaison de l’élimination des droits de douane et des BNT induit à une création commerciale globale allant d’un min de 24 % (Maroc) à un max de 83 % (Algérie).
Boulangier et al. (2013)	“Trade openness and investment in North Africa. A CGE application to deep and comprehensive free trade areas (DCFTAs) between the EU and respectively Egypt, Morocco and Tunisia”	L’Egypte, le Maroc et la Tunisie) Période: 2009 pour l’Egypte et le Maroc et 2006 pour la Tunisie.	Ils ont étudié trois scénarios de dynamique commerciale entre l’UE et des PAN. Chaque scénario envisagé a eu une influence positive sur le PIB, avec une croissance moyenne de 2.7% (scénario 1), 3.5% (scénario 2) et 2.3% (scénario 3).
Montalbano et Nenci 2014	“Assessing the trade impact of the European Neighbourhood Policy on the EU-MED Free TradeArea,AppliedEconomics”	Les pays du sud de la méditerranée (PSM).	Les exportations des PSM vers l’UE étaient en moyenne alignées sur leur potentiel commercial ; bien qu’avec un certain degré d’hétérogénéité entre eux.
Jouini et al. 2016	“North African countries’ production and export structure: towards a diversification and export sophistication strategy”	Les pays d’Afrique du Nord	Les auteurs ont confirmé l’importance économique des MNT et des chaînes logistiques comme facteurs déterminants de la diversification des exportations.
ECORYS et al. (2021)	“Évaluation ex-post de l’impact des Chapitres commerciaux des Accords d’Association euro- méditerranéens avec six partenaires”.	<i>Les six PSM: Algérie, Egypte, Jordanie, Liban, Maroc et Tunisie. Depuis l’entrée en vigueur des AA jusqu’à 2020.</i>	ALE favorisent les échanges entre l’UE et les PSM. Toutefois les impacts varient considérablement d’un pays à l’autre. Les importations en provenance de l’UE ont augmenté de 1% en Algérie à 57% en Tunisie, les exportations vers l’UE ont augmenté de 3% en Jordanie à 25% en Tunisie

Source : établi par l’auteur à partir de la littérature empirique

Le Développement durable en Algérie : entre enjeux et défis.

c_toumi@esc-alger.dz

Introduction

Lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement ainsi qu'en 1972, lors de la celle de Stockholm, la question du développement durable est devenue une priorité majeure du monde entier et que l'environnement est devenu l'un des défis auxquels sont confrontés.

Un rapport sous l'intitulé de «OUR COMMON FUTURE » établis par le comité international de l'environnement et du développement, publié après des années de recherches sur la conférence de Stockholm, a reconnu la nécessité de suivre un modèle alternatif

.Cela a conduit à un saut qualitatif dans le concept de la relation entre le développement d'une part et la prise en compte de l'environnement d'autre part.

Depuis le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, la question du développement durable est devenue un défi croissant pour les États et les gouvernements, et divers aspects du développement durable et le rôle des moyens d'y parvenir sont devenus de plus en plus importants pour les États et les gouvernements.

Et cela du à la détérioration environnementale engendré par l'appauvrissement et de l'utilisation non rationnelle de sources d'énergie fossile non durable.

À travers notre contribution, nous élucidons la véritable essence du développement durable en Algérie particulièrement au cours des deux dernières décennies tout en examinant les obstacles que l'Algérie rencontre dans ce domaine.

Ainsi, nous répondrons à l'interrogation suivante : « **Quelle est la véritable situation du développement durable en Algérie, à la lumière des initiatives de relance économique en cours, et quels sont les défis qui se dressent sur sa voie?** »

1. Concept de développement durable

L'apparition du terme du développement durable était après l'émergence du premier rapport de la Commission mondiale de l'environnement et du développement intitulé «Notre avenir commun», établie en 1987, et dirigée par Mme "Brundtland", qui était auparavant Ministre de l'environnement en Norvège, où le développement durable a été défini comme suit : «Un développement qui répond aux besoins actuels courant sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins » (Reinhard Steurer, 2005, p 264).

A l'occasion de la Conférence de la Terre en 1992 dans la ville brésilienne « Rio de Janeiro », de nombreux pays du monde se sont mis d'accord pour définir le développement durable comme: « Un développement qui s'harmonise entre le développement environnemental, économique et social afin qu'un cercle valide émerge entre ces trois pôles, économiquement efficace, socialement juste et possible du point de vue. Sur le plan environnemental, c'est un développement qui respecte les ressources naturelles et les écosystèmes, soutient la vie sur terre et garantit l'aspect économique sans négliger l'objectif social qui se manifeste dans la lutte contre la pauvreté, le chômage, les inégalités et la recherche de la justice ».

D'autres définition du développement durable existent, comme la nécessité d'utiliser des ressources naturelles renouvelables d'une manière qui n'entraîne pas sa disparition ni de diminuer sa viabilité « renouvelée » pour les générations futures. Et cela tout en maintenant un

équilibre stable de manière efficace ou non décroissante des ressources naturelles telles que le sol et la biomasse (Baribesh Al-Saeed et Naima Yahyaoui, 2011).

Józef a défini le développement durable comme un résultat de l'interaction de la plupart des éléments de la communauté internationale afin de répondre aux besoins fondamentaux et sanitaires de l'être humain ainsi que la réalisation du développement économique à son profit et la recherche de l'harmonie sociale dans la société indépendamment des différences culturelles, linguistiques et religieuses et sans hypothéquer l'avenir des générations futures pour répondre à leurs demandes. En outre, le processus de mise en œuvre du développement durable nécessite un impératif d'intégrer toutes les activités dans l'un des domaines clés suivants: (Józef Dubiński, 2013, p 1)

- Sur le plan Economique et technologique, à travers des activités qui assurent la croissance économique;
- Sur le plan environnemental, en assurant la protection des ressources naturelles et de l'environnement;
- Sur le plan Sociale, grâce aux soins des employés sur le lieu de travail, au développement communautaire et à la responsabilité Social.

De ces différentes définitions ,nous pouvons définir le développement durable comme un processus dans lequel l'exploitation rationnelle des ressources, les directives d'investissement, le développement technologique et le changement institutionnel sont en harmonie d'une manière qui renforce à la fois le potentiel du présent et de l'avenir pour répondre aux besoins et aux aspirations de l'homme.

2. Principes de développement durable

La corrélation existante entre la croissance économique et l'environnement a résulté l'identification des principes constitutifs du concept de développement durable, à savoir :

- L'adoption d'une approche systémique dans la conception et la mise en œuvre des stratégies de développement durable.
- L'engagement de la population dans l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des initiatives de développement local.
- La promotion de l'utilisation optimale et dynamique des ressources économiques.
- L'application du principe de la durabilité et de la planification stratégique des ressources économiques pour prolonger leur durée de vie.
- L'importance accordée à l'équilibre écologique et à la préservation de la biodiversité.
- La prise en compte des besoins des générations actuelles et futures pour assurer un développement durable.
- L'accent mis sur la survie et la compétitivité dans le cadre des initiatives de développement durable.
- La préservation des ressources naturelles comme principe fondamental du développement durable.

3. Dimensions du développement durable

Les définitions du développement durable incluent des dimensions multiples et interdépendantes qui sont les suivantes : (Louis. G et autres, 2014, P189)

- **La dimension économique** : cette dimension porte sur l'impact de l'économie sur l'environnement. En d'autres termes, La dimension économique consiste en la création de richesse et de valeur tout en améliorant les conditions de vie matérielle.
- **La dimension sociale** : Elle se concentre sur le développement des ressources humaines tout en satisfaisant les besoins des êtres humains, peu importe leurs origines.
- **La dimension environnementale** : Cette dimension clarifie les stratégies à suivre pour optimiser la gestion rationnelle du capital naturel. Elles'appuie sur la volonté d'adapter nos modes de vie aux capacités de notre planète.

4. Objectifs du développement durable :

Le développement durable vise , à travers ses mécanismes et son contenu, l'atteinte des objectifs qui peuvent être résumés comme suit : (Ghunaim, Abu Zant, 2007, p.29)

- Améliorer la qualité de vie de la population, en prêtant attention aux mesures de préservation de la qualité de l'environnement et de préparation urbaine;
- Respecter l'environnement, en consolidant la relation entre l'environnement et les activités de la population pour devenir une relation de complémentarité et d'harmonie;
- Sensibiliser les habitants aux problèmes environnementaux existants en développant leur sens des responsabilités à leur égard et en les encourageant à participer activement à la préparation, la mise en œuvre, au suivi et à la présentation des programmes et projets de développement durable et à leur trouver des solutions adaptées ;
- Parvenir à une exploitation et une utilisation rationnelles des ressources ;
- Relier la technologie moderne aux objectifs de la société, car le développement durable tente d'employer la technologie moderne d'une manière qui sert les objectifs de la société, en éduquant la population sur l'importance des différentes technologies dans le domaine du développement et sur la manière d'utiliser les technologies disponibles et nouvelles ;
- Amener un changement continu et approprié des besoins et des priorités de la société, en adoptant des méthodes adaptées à ses capacités et permettant d'atteindre un équilibre permettant d'activer le développement économique et de maîtriser tous les problèmes environnementaux;
- Réaliser une croissance économique technique, d'une manière qui préserve le capital naturel, et cela nécessite à son tour le développement d'institutions, d'infrastructures et d'une gestion des risques appropriée, afin de parvenir à terme à l'égalité dans le partage des richesses entre les générations successives.

5. Le programme d'appui à la relance économique :

5.1. La réalité de l'économie algérienne dans les années 1990 :

L'objectif était de réévaluer le parcours de développement de l'Algérie en réajustant l'économie nationale, en garantissant la pérennité des ressources pour les générations à venir, et en favorisant un développement durable à moyen et long terme.

5.2. Le plan de relance économique 2001-2004: (Plan du travail du gouvernement)

Nous passerons en revue l'apport des différents programmes relatifs aux différents secteurs :

- Le démarrage d'activités productives telles que l'agriculture, la pêche, les ressources halieutiques et la préservation des ressources en eau, qui sont à l'origine du développement durable ;
- Développement local et humain :tel que la prise en charge des préoccupations locales à plusieurs niveaux par que l'Etat ;
- L'amélioration qualitative et durable du cadre de vie du citoyen Algérien à travers les plans municipaux, l'offre d'emploi et de protection sociale, le renforcement des services publics, ainsi que le développement humain à travers des programmes de formation spéciaux.

5.3. Le programme complémentaire 2005-2009:

Une reprise intensive pour le développement économique et social, suivi d'un programme supplémentaire de relance nationale de 2005 à 2009, à travers lequel l'État a poursuivi à intensifier la voie de la reconstruction de l'économie nationale dans tous les secteurs, afin de créer une politique de développement durable et de soutenir les entreprises productives. (Sayeh Bouzid, 2013, P80).

La réforme économique comprenait :

- l'amélioration du cadre d'investissement et le règlement de la question immobilière, en tenant compte des aspects du développement durable et des droits des générations
- la modernisation du système financier et la promotion d'un développement continu et équitable à travers le pays, tout en valorisant et en développant la richesse nationale, comme le secteur des hydrocarbures et de l'agriculture, et en renforçant le domaine du tourisme, des industries traditionnelles, les technologies modernes, et même le secteur des communications, en plus de plusieurs autres domaines tout en préservant l'environnement au service du développement durable.

5.4. Le programme de relance, qui s'étendait de 2010 à 2014, ainsi que le programme supplémentaire 2015-2019 (Le portail du Premier Ministère algérien):

Par le présent plan de relance , la politique de l'état vise à compléter les précédent programmes de développement perturbés, ce qui a créé une sorte de déséquilibre dans la balance commerciale de l'Algérie, avec l'apparition de plusieurs cas de corruption dans plusieurs domaines, tout en faisant obstacle à la politique de développement dans certains des domaines tels que le secteur des hydrocarbures et les travaux publics.

De plus, l'État a adopté une approche similaire, visant à consolider les progrès tout en mettant en valeur les réalisations des projets de développement sur le terrain, en tirant profit des revenus générés par les exportations de carburant. Cependant, d'autres secteurs tels que le tourisme et l'agriculture ont été négligés, malgré les efforts déployés pour promouvoir leur développement, dans le dessein de créer un équilibre économique et de réduire la dépendance excessive à l'égard du secteur des hydrocarbures.

5.5 Le nouveau programme de relance, qui s'étendait de 2020 à 2024 : (chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://amb-algerie.fr/wp-content/uploads/2022/04/Pland-action-du-gouvernement-pour-la-mise-en-oeuvre-du-programme-du-president-de-la-republique-2021-fr.pdf, page 66)

Dans ce nouveau programme de relance, Le gouvernement se concentre sur la préservation et la valorisation de la nature, la promotion des technologies vertes et l'accélération de l'adoption de l'économie circulaire, ainsi que sur la lutte contre le réchauffement climatique et la pollution sous toutes ses formes. Ces priorités sont au cœur de la politique gouvernementale, visant à rééquilibrer les régions Nord et Sud et à placer l'environnement saharien au centre des préoccupations, en valorisant ses richesses et en préservant ses ressources naturelles.

Pour atteindre ces objectifs, le gouvernement s'engage à développer les métiers et l'entrepreneuriat verts, renforcer la protection de l'environnement, promouvoir des modes de consommation responsables, et élaborer des plans d'adaptation aux changements climatiques. Il mettra également l'accent sur la préservation de la biodiversité, la gestion écologique des déchets, l'amélioration de l'efficacité économique des activités liées à leur gestion, et l'adaptation des cadres juridiques et institutionnels nécessaires. De plus, il favorisera la collaboration avec les acteurs associatifs et les partenaires internationaux, tout en développant des stratégies de communication et d'éducation à l'environnement dès les premiers niveaux de l'éducation nationale.

6. Enjeux de développement durable :

Nous citons un échantillon des enjeux les plus importants liés au développement durable émanant de la Conférence internationale du Travail tenue à Genève en 2013, à savoir : (Revue des Economies Financières Bancaires & de Management Vol :10 / N: 01(2021), p 243-263 , Dr. MESBAHI Fatima Zahra, Défis et enjeux du développement durable en Algérie Challenges and Issues of sustainable development in Algeria MESBAHI Fatima Zahra)

- Atteindre la durabilité environnementale et transformer la vision de fournir un travail décent pour tous en une réalité;
- Investir dans les infrastructures de gestion de l'eau et dans la protection sociale dans les zones rurales créerait des opportunités d'emploi, récupère les terres, augmente la productivité agricole et améliore la résilience au changement climatique;
- Restructuration économique et prise en compte du changement climatique et de la menace qu'il représente pour les emplois et les moyens de subsistance;
- Subventionner les prix de l'énergie et des biens liés à l'énergie, en particulier pour les ménages pauvres;
- Intégrer la sécurité et la santé au travail dans les politiques de conception et d'approvisionnement;
- Favoriser le changement structurel associé à la transition vers des modes de production et de consommation plus durables.

7. Les défis auxquels l'Algérie a été confrontée pour incarner des programmes de développement durable:

L'Algérie est confrontée à plusieurs défis pour sa politique de développement durable :

1. **Dépendance aux hydrocarbures :** L'économie algérienne repose largement sur les exportations de pétrole et de gaz naturel. Cette dépendance expose le pays à la volatilité des prix des matières premières et compromet sa transition vers une économie plus diversifiée et durable.

2. **Gestion des ressources naturelles** : L'exploitation non durable des ressources naturelles, telles que l'eau, les sols et la biodiversité, met en péril la durabilité environnementale à long terme.
3. **Changements climatiques** : L'Algérie est confrontée aux effets des changements climatiques, notamment l'augmentation des températures, la diminution des précipitations et l'accentuation des phénomènes météorologiques extrêmes. Ces changements ont des répercussions sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et la gestion des ressources en eau.
4. **Pressions démographiques** : La croissance démographique rapide de l'Algérie exerce des pressions supplémentaires sur les ressources naturelles, les infrastructures et les services de base, ce qui nécessite une planification soignée pour garantir un développement durable.
5. **Défis socio-économiques** : La lutte contre le chômage, la réduction des inégalités sociales et la promotion de l'inclusion économique sont des enjeux majeurs pour assurer un développement durable et équilibré.
6. **Gouvernance et participation citoyenne** : Renforcer la gouvernance environnementale, favoriser la transparence et encourager la participation citoyenne sont essentiels pour garantir une mise en œuvre efficace des politiques de développement durable.

Nous illustrons ces différents défis à travers un ensemble d'indicateurs, qui sont : le taux de croissance économique, le taux de chômage, l'indice de pauvreté, la pollution environnementale et le taux d'inflation (Buqa.C, Elaib.A, 2008, 101).

1. Le taux de croissance économique :

La croissance économique est l'un des indicateurs les plus importants de l'analyse économique, qui se rapporte à une augmentation continue de la production et des revenus, et le produit intérieur brut est utilisé comme un outil pour mesurer la croissance.

Malgré l'amélioration du niveau de croissance économique en Algérie, sa corrélation avec les prix des carburants et les conditions climatiques du secteur agricole l'a rendu volatil et insuffisant pour faire face aux différents défis de l'économie algérienne.

Grâce aux réformes engagées dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et du programme complémentaire, l'Algérie a pu améliorer les indicateurs globaux et améliorer les taux de croissance .

Tableau 01 : Taux de croissance PIB

Intitulés des grands secteurs	2017	2018	2019	2020	2021	2022	1er trimestre 2023
Agriculture, sylviculture et pêche	1	3,5	2,7	1,7	-1,9	5,8	2,2
Hydrocarbures	-2,4	-6,4	-4,9	-10,2	10,5	-0,6	1,4
Industries	4,7	3,9	4	-3,5	5,3	5,2	6,1
BTPH y compris Services et Travaux Pétroliers	4,6	5,2	3,8	-3,1	4,7	3,3	4,7
Services marchands	3,7	3,2	3,1	-6,7	4,9	5,5	4,4
Services non marchands	0,5	2,8	1,8	-0,1	1,5	2,8	3,1
La Production Intérieure Brute	1,5	0,7	0,9	-6	3,8	3,3	3,0
Le Produit Intérieur Brut (PIB)	1,3	1,1	1	-5,1	3,4	3,2	3,0
Le PIB hors Hydrocarbures	2,1	2,9	2,7	-3,8	2,3	4,3	4,0
Le PIB hors Agriculture	1,3	0,8	0,8	-6	4,3	2,9	3,1

SOURCE : ONS

2. Le taux de chômage:

Bien que l'Algérie ait mis en œuvre diverses mesures et initiatives pour endiguer le chômage, en particulier chez les jeunes, et qu'elle ait enregistré une baisse significative de ses taux, ces derniers demeurent élevés.

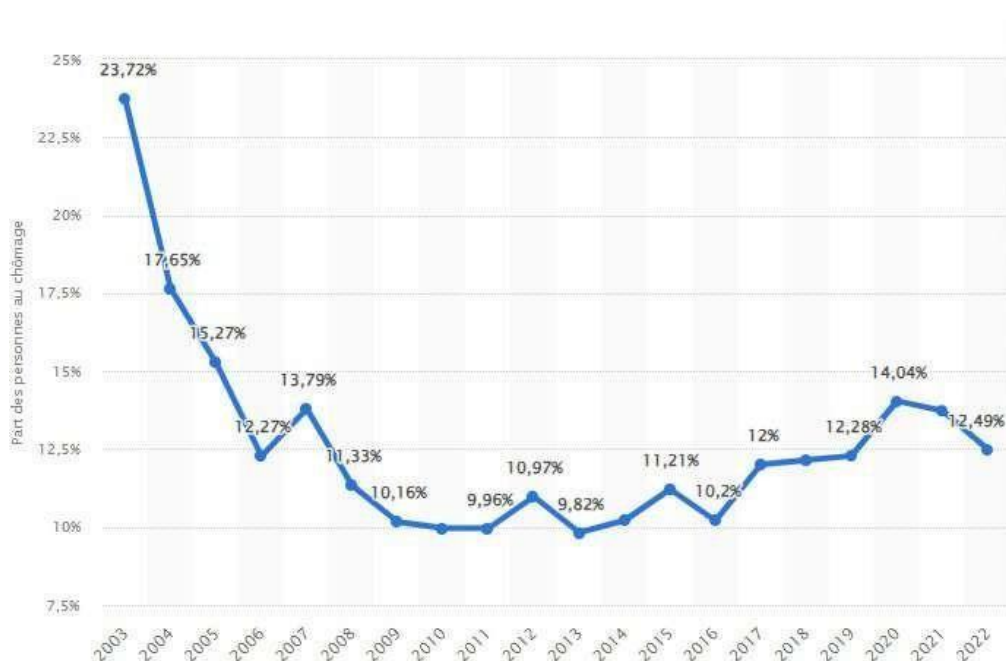


Tableau 02 : TAUX DE CHOMMAGE EN ALGERIE

Source : <https://fr.statista.com/statistiques/794567/taux-de-chomage-algerie/>

3. Indice de pauvreté:

Selon le document publié le 22 décembre 2021, la Banque Mondiale a relevé que « l'indicateur de la pauvreté multidimensionnelle s'est amélioré en Algérie entre 2013 et 2019, traduisant des progrès dans toutes ses dimensions : éducation, santé et conditions de vie. »

Selon la Banque Mondiale, le taux de pauvreté multidimensionnelle en Algérie est passé de 2,1 à 1,4 % entre 2013 et 2019. « Le taux de pauvreté multidimensionnelle de l'Algérie, 1,4 %, est meilleur que celui de ses voisins régionaux, l'Égypte (5,2 %), l'Irak (8,6 %) et le Maroc (6,1 %), mais plus bas que le taux de pauvreté comparativement faible de la Tunisie (0,8 %) », indique le même document.

4. Pollution de l'environnement:

Bien que le gouvernement Algérien reconnaisse l'importance cruciale de la préservation de l'environnement, la détérioration environnementale persiste, largement attribuée à la négligence des considérations écologiques dans les plans de développement antérieurs.

Les principales causes de cette dégradation incluent :

- l'absence de priorité accordée aux questions environnementales dans les programmes de développement depuis l'indépendance jusqu'aux années 80 ;
- l'émergence d'une industrie fortement dépendante des énergies fossiles, compte tenu des vastes réserves pétrolières et gazières de l'Algérie ;
- des lacunes dans la collecte et la gestion des déchets ;
- des déficiences dans les programmes de purification et de réutilisation des eaux usées ;
- une utilisation inefficace des ressources énergétiques et des retards dans l'adoption de sources d'énergie alternatives, comme l'énergie solaire ;
- ainsi qu'une croissance démographique rapide et une urbanisation mal planifiée.

Face à ces défis, le gouvernement algérien a promulgué plusieurs lois visant à protéger l'environnement, notamment dans le cadre du développement édicté en 2003. De plus, des mesures fiscales ont été prises dans des lois financières successives pour soutenir cette démarche durable. La loi 03, en particulier, vise à promouvoir une culture environnementale et à sensibiliser les différents segments de la société à cette cause. Elle renforce également le contrôle des activités polluantes pour garantir la protection de l'environnement, en accord avec les principes du développement durable.

5. Taux d'inflation: (chrome

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bank-of-algeria.dz/wp-content/uploads/2022/12/DETERMINANTS-INFLATION-VF-NOV22.pdf)

La pandémie de 2020 a marqué le début d'un « ouragan inflationniste » dans un contexte de volatilité économique extrême et d'instabilité géopolitique sans précédent depuis des

décennies. En effet, l'inflation mondiale demeure persistante et a fortement augmenté en 2022 en raison de la hausse des prix de l'énergie et des denrées alimentaires, des perturbations continues de la chaîne d'approvisionnement et des pressions sur les marchés du travail.

Dans la majorité des pays en développement, les taux d'inflation, qui sont généralement plus élevés et plus volatils que ceux des pays développés, ont aussi fortement augmenté pour atteindre des taux à deux chiffres. En effet, de mai à septembre 2022, l'inflation est supérieure à 5 % dans 88,9 % des pays à faible revenu, 91,1 % des pays à revenu moyen inférieur et 96 % des pays à revenu moyen supérieur (Banque mondiale, 2022).

Néanmoins, l'inflation élevée et persistante n'est pas un phénomène récent ni la simple conséquence du choc pandémique. En effet, la stabilité des prix a toujours été l'objectif ultime des autorités monétaires car elle permet de soutenir la croissance économique et l'emploi. À cet effet, la littérature théorique et empirique a mis en évidence nombreux déterminants qui expliquent les variations et tendances de l'inflation. Cette dernière peut être causée par plusieurs facteurs qui peuvent provenir de l'offre ou de la demande, et l'affecter à court, moyen ou long terme.

8. Contraintes du développement durable en Algérie:

L'Algérie fait partie des pays confrontés à de nombreux obstacles qui s'opposent à la réalisation du développement durable, qui concernent principalement le niveau de croissance économique et le cadre social et environnemental et à la lumière de cela; L'Algérie tente de les surmonter, parmi ces obstacles nous trouvons: (Khababa.A, Bougher.R, 2009, P370)

- La pollution de l'environnement, le problème de la pollution s'est considérablement développé de plus en plus, en particulier en ce qui concerne l'environnement, qui est lié au développement durable, l'environnement est un élément essentiel, et il devient un obstacle au développement, comme c'est le cas en Algérie.
- Le manque d'intégration dans les secteurs productifs.
- L'augmentation du chômage et la détérioration des revenus et du pouvoir d'achat des familles.
- La faiblesse de la base de l'agriculture et de l'industrie et l'absence d'une stratégie solide.
- Absence d'incitations matérielles et morales dans le domaine des dépenses budgétaires.
- Le problème de la pauvreté et l'augmentation de l'analphabétisme;
- Le manque d'institutions économiques efficaces, la concurrence, le manque d'efficacité, le manque de spécialisation dans des domaines vitaux et le manque de politique de soutien.

Conclusion

Afin de garantir un véritable développement durable, l'Algérie doit poursuivre ses efforts pour but d'intégrer pleinement les considérations environnementales dans toutes ses politiques et pratiques de développement en suivant une approche holistique et à long terme, impliquant une coopération entre les différents acteurs de la société, ainsi qu'un engagement soutenu en faveur de la protection de l'environnement et du bien-être des générations futures tout en investissant dans des solutions durables et en adoptant une approche proactive.

l'Algérie peut aspirer à un développement équilibré et résilient qui profite à tous ses citoyens tout en préservant ses précieuses ressources naturelles pour les générations à venir.

Le Green Storytelling pour communiquer autrement la durabilité : Synthèse théorique et perspectives de recherche

Souad Dhiéb

Étudiante-chercheur en Marketing
(IHEC Sfax)
Souaddhie70@gmail.com

Ikram Hachicha Ellouze

Docteure en Marketing (IAE-Nantes)
Maître-assistante à l'ISAA Sfax
Ikram.hachicha@gmail.com

Résumé :

Face à une littérature marketing encore balbutiante sur le thème innovant des approches narratives dans le cadre de la publicité verte, la présente communication énonce, dans une première partie, une synthèse pluridisciplinaire sur ce sujet. Un modèle intégrateur focalisé plus précisément sur le storytelling, ses concepts fondamentaux relatifs à la théorie de la persuasion narrative et ses effets sur le comportement du consommateur dans le contexte de la communication environnementale est proposé dans une deuxième partie.

Mots clés : publicité verte, green storytelling, persuasion narrative, comportement de consommateur

Introduction

« Il était une fois... », « once upon a time », « ...كان يا مكان », autant de marqueurs de début d'histoire ou d'un conte raconté qui titillent les souvenirs nostalgiques d'un rituel narratif rendant plus réceptif le public-cible tout en le tenant en haleine jusqu'à la fin. Transposée dans une logique commerciale, cette tradition des conteurs se présente bien comme une approche de communication narrative désignée par l'anglicisme « storytelling ». Fort de son succès et son pouvoir persuasif, ce dernier fut, et l'est encore, l'objet phare de plusieurs recherches appartenant des domaines scientifiques variés (Sung et al, 2023; Rachman et al, 2024 ;Zhang et Ramayah, 2024). Plus particulièrement, c'est au travers d'un prisme marketing, que notre présente contribution sera apportée. En s'inscrivant fondamentalement dans une pensée écologique, verte et durable interdisciplinaire, nous nous sommes partis d'une vision théorique congruente entre le « storytelling » et le « green ». Aussi, les thématiques relatives au développement durable se reflètent de plus en plus dans les campagnes de communication menées par de nombreuses entreprises telles que constatées dans plusieurs recherches (Banerjee

et al., 1995; Benoît-Moreau et al., 2008). Celles-là, en communiquant leurs engagements en matière de durabilité environnementale, sociale et économique via des approches publicitaires vertes, se démarquent de leurs concurrents et renforcent ainsi leur image de marque (Lunde, 2018). Toutefois, des limites au discours publicitaire vert mené jusqu'à présent peuvent être énoncées. Des considérants théoriques ont été ainsi portés au phénomène du Greenwashing (Kangun et al., 1991 ; Kahle et Gurel-Atay, 2014; Fernandes, Sagev et Leopold, 2020, Chen et al., 2020) et, par ailleurs, au scepticisme des consommateurs et leur cynisme face aux publicités vertes (Mohr, Eroglu, et Ellen, 1998 ; Bickart et Ruth, 2012; Manuel, Youn, et Yoon, 2014 ; Leonidou et Skarmeas, 2015; Leonidou et al., 2017). Mais encore, force de constater que les messages publicitaires axés sur la durabilité ont été perçus comme étant complexes ou abstraits par le public-cible (Carlson et al, 1993; Polonsky et al, 2001; D'Souza et al ,2007; Grimmer & Woolley, 2014).

Des approches publicitaires plus persuasives basées sur la narration (Escalas, 2004, Kim et al., 2017, Kim et al, 2022) sont ainsi proposées pour renforcer l'authenticité et la crédibilité des pratiques durables et environnementales des marques ou entreprises dans leurs messages verts. Ce qui relève d'un certain dynamisme théorique porté vers le renouvellement du discours publicitaire vert vu ses enjeux considérables. Vu que « *la recherche en marketing peut participer à un monde meilleur* » (Chandy et al., 2021, Dekhili et al, 2024), notre contribution s'est intéressée, dans un contexte d'innovation publicitaire, à l'ancrage durable et vert de l'approche narrative «storytelling ». Au regard du cadre théorique encore fragmenté lié à cette problématique, notre réflexion portera, tout d'abord, sur les fondements théoriques du green storytelling (ou autrement dit la publicité narrative verte). Il s'en suit un certain nombre de perspectives de recherche liés au cadre théorique mobilisé.

I. Les approches publicitaires vertes : Synthèse théorique

Les préoccupations croissantes des consommateurs à l'égard des questions environnementales ont conduit de nombreuses entreprises à s'orienter vers le marketing environnemental (Bahn et Wright, 2001; Leonidou et al., 2011; Dangelico et Vocalelli, 2017). Dans un contexte communicationnel, la publicité verte corporative a émergé, illustrant la convergence entre le "mouvement vert" mondial et le marketing d'entreprise.

I. Communiquer la durabilité

Associée à la notion de développement durable, le concept de communication se trouve dans un creuset terminologique allant de la communication verte (David et Lambotte, 2011) à celle environnementale (Courbet, 2010; Do Paço et Reis, 2012), durable (Tremblay, 2011),

écologique (Juanals, 2019) et responsable (Oxibar, 2001; Vigneron et Francisco, 1996.). Quel que soit l'appellation, ce type de communication sous-entend un engagement environnemental, sociétal et social de la part des entreprises. En s'alignant au thème principal de notre travail et en faisant fi aux différents débats définitionnels, nous retiendrons principalement, le concept de communication verte et à moindre usage celle environnementale. D'après Grant (2009) la communication verte peut être définie comme « *un élément qui prend en considération les questions environnementales, sociales et sociétales, et cherche à produire des messages responsables pour encourager l'adoption de comportements positifs et écologiques* ».

Compte tenu des préoccupations environnementales de plus en plus présentes chez les consommateurs (Gustafson et al., 2019), ce type de message socialement conscient s'avère une stratégie publicitaire de choix pour les marques, car il attire les consommateurs qui souhaitent voir ces dernières prendre position sur des sujets liés, entre autres, à la durabilité (Sweeney, 2018). Aussi, dans ce versant communicationnel, nous considérons l'émergence de deux catégories de publicité : vertes et non vertes (Iyer et Banerjee, 1992). Les publicités qui fournissent des informations environnementales tout en soulignant des attributs supplémentaires du produit, comme les avantages financiers (économies de coûts, gains financiers liés à la pratique verte), sont appelées publicités non vertes (Cho, 2015). Quant aux publicités contenant des aspects environnementaux et des implications écologiques du produit annoncé sont appelées publicités vertes (Green advertising). En se référant aux travaux de Leonidou, Palihawadana et Hultman (2011) « *la publicité verte devrait être considérée comme une partie clé de la stratégie globale de marketing environnemental de l'organisation, pouvant lui procurer un avantage concurrentiel* ». Elle promeut, ainsi, un mode de vie écoresponsable et aide les organisations à communiquer leur image de responsabilité sociale d'entreprise (RSE) liée à la durabilité auprès de leurs clients (Banerjee et al., 1995; Nyilasy et al., 2014, Schmuck et al., 2018).

I.1 La publicité verte : quelques fondamentaux

Le concept de publicité verte a été utilisé pour la première fois à la fin des années 1960. Il a commencé à se développer à la fin des années 80 en raison de l'attention croissante du public et des médias pour les catastrophes environnementales (Sarkar, 2012). Même les objectifs de la publicité verte ont évolué, passant de « *réduire les déchets dans les foyers* » à « *sauver la planète par les actions* » (Fowler et Close, 2012). En 1995, Banerjee et al., ont été parmi les premiers à définir le concept de la « *verdure* » publicitaire, comme « *toute publicité qui répond à un ou plusieurs des critères suivants : (1) aborder explicitement ou implicitement la relation entre un produit/service et l'environnement biophysique, (2) promouvoir un mode de vie*

écologique avec ou sans mettre en avant un produit/service, et (3) présenter une image d'entreprise de responsabilité environnementale ». Ainsi, la couleur « verte » (green) signe implicitement cette promesse environnementale. La publicité verte est également décrite comme "la tentative d'influencer les cognitions, les attitudes et les comportements des consommateurs en promouvant des caractéristiques respectueuses de l'environnement..." (Matthes, 2019). Dans ce cadre, Tiwari et al., (2011) distinguent trois types de publicité verte: les campagnes publicitaires de produits liés à l'environnement biophysique, celles de produits liés au mode de vie écologique et enfin les campagnes d'entreprise liées à la responsabilité environnementale. Face à une saturation publicitaire et dans une volonté de différenciation, la publicité verte, quel que soit son type, est considérée comme méthode de positionnement stratégique dans l'esprit des consommateurs (Eren-Erdogmus, Lak et Çiçek, 2016).

I.2 La persuasion publicitaire du « vert » et comportement du consommateur : un effet à double tranchants

L'Effet persuasif de la publicité verte

Plusieurs recherches ont été effectuées sur le concept des publicités vertes, se concentrant principalement sur leur effet persuasif sur les comportements des consommateurs (Santa et Drews, 2023; Sahin et al., 2019 ; Adelina et Hutabarat, 2023), sur l'efficacité des publicités vertes (Kong et Zhang, 2012 ; Krstić et al., 2021 ; Liu et Liu, 2020), ainsi que sur la crédibilité des messages verts (Verleye et al., 2023 ; Kim et al., 2022).

En considérant que « *la persuasion est un processus qui consiste à faire évoluer dans un sens favorable l'opinion du client vis-à-vis des produits ou des actions de l'entreprise* » (Darpy et Kojoue, 2020), la publicité verte a pour but de persuader les gens d'utiliser des produits respectueux de l'environnement (Hu, 2012). Elle met en œuvre des stratégies pour inciter les consommateurs à acheter des produits fabriqués par des processus écologiques et produisant ainsi moins de déchets (Kotler et Armstrong, 2008; Yeng et Yazdanifard, 2015). Un recensement de plusieurs travaux de recherche (Agarwal et Kumar, 2021; Till et Baack, 2005) a confirmé l'efficacité publicitaire des messages verts puisqu'ils ont pu capter l'attention des consommateurs et générer des perceptions positives du produit vert ou de l'engagement environnemental des entreprises.

Il s'en suit que d'après les travaux de Kim, Malek et Roberts (2019), la publicité verte influence l'intention des consommateurs à adopter des comportements respectueux de l'environnement. Ceci a été confirmé par Spielmann (2020) puisque les messages verts ont encouragé des achats pro-environnementaux et des comportements écologiques chez les consommateurs moralement

engagés. Il s'en suit qu'on communique, généralement, soit les attributs pro-environnementaux d'un produit (Tretyak et Sloev, 2013), soit l'engagement d'une entreprise envers les causes environnementales (Dangelico et Vocalelli, 2017). À mesure que les consommateurs se familiarisent avec la publicité verte, ils en comprennent mieux les revendications et font de plus en plus confiance aux messages communiqués (Segev, Fernandes et Hong, 2016). Dans ce cadre, l'objectif de la publicité verte serait d'éduquer les consommateurs sur la valeur des produits tout en respectant les normes de durabilité environnementale (Ariffin et al., 2016), et ce en vue d'influencer leur intention d'achat (Wu et Chen, 2014).

Le contre-effet de la publicité verte

Si la valorisation des pratiques ou initiatives environnementales des entreprises via la production et la diffusion d'un discours publicitaire responsable fut l'objet d'une effervescence académique et scientifique en matière de communication verte, force de constater aujourd'hui que la persuasion publicitaire, dans son approche classique, présente des limites. Nous constatons un nombre important de travaux scientifiques qui se sont concentrés sur le scepticisme des consommateurs face aux publicités vertes (Huang et Darmayanti, 2015 ; Sio et al, 2022 ; Srivastava, 2017 ; Rahman et al, 2015). Des recherches ont porté également sur le concept greenwashing (Aji et Sutikno, 2015; Schmuck et al., 2018 ; Parguel et Johnson, 2021 ; Neureiter et Matthes, 2023). D'autres études ont été menées sur la complexité des messages verts et la perception des consommateurs (Polonsky et Rosenberger, 2001 ; D'Souza et al., 2007).

Le Grenwashing publicitaire

À mesure que les préoccupations environnementales des consommateurs s'accroissent, de nombreuses entreprises non écologiques commencent à utiliser l'argument du marketing vert dans leurs messages publicitaires. En faisant des déclarations écologiques trompeuses, elles se donnent une image de responsabilité environnementale : ce phénomène étant connu sous le nom de greenwashing (Chen et al., 2020). Ce dernier, introduit en 1986 par l'environnementaliste américain Jay Westerveld (Parguel et al., 2015; Fernandes, Sagev et Leopold, 2020), et se manifeste sous différentes appellations dans la littérature : éco-blanchiment, éco-lavage, maquillage vert ou lavage d'image verte (Kahle and Gurel-Atay, 2014). Ces désignations réfèrent à (1) l'utilisation de fausses allégations, (2) l'omission d'informations pertinentes ou (3) l'emploi de termes ambigus ou vagues (Kangun et al., 1991).

Les termes ambigus utilisés dans la publicité verte et sur les étiquettes, tels que « éco-responsable » et « vert », sont sujets à de nombreuses interprétations et créent un décalage entre

les informations disponibles et les informations environnementales pertinentes requises par le consommateur pour une prise de décision rationnelle (Santa et Drews, 2023). Par conséquent, les consommateurs trouvent souvent difficile de distinguer les revendications environnementales sincères des trompeuses, ce qui les rend sceptiques à l'égard de la publicité verte en général (Schmuck et al, 2018). La confiance dans les publicités vertes dépend considérablement de la perception des consommateurs des motivations des marques qui diffusent le message respectueux de l'environnement. En cas de méfiance, les consommateurs sont moins susceptibles d'acheter les produits annoncés ou de développer des attitudes positives à leur égard (Thøgersen, 2002).

Scepticisme écologique

La perception des consommateurs des pratiques de greenwashing est associée à leur scepticisme à l'égard des initiatives écologiques d'une entreprise (Leonidou et al., 2017). Le scepticisme fait référence à la propension d'une personne au doute, à l'incrédulité et au questionnement. Le scepticisme envers la publicité verte, ou ce qu'on appelle le scepticisme écologique, est une composante cognitive négative et spécifique au contexte des attitudes des consommateurs envers les produits verts (Manuel, Youn, et Yoon, 2014 ; Mohr, Eroglu, et Ellen, 1998).

Les consommateurs deviennent sceptiques envers les publicités vertes qui présentent des informations trompeuses et exagérées sur les avantages écologiques ou les attributs environnementaux des produits (Bickart et Ruth, 2012; Do Paço et Reis, 2012). Lorsque les clients sont sceptiques envers les messages verts, ils sont plus susceptibles d'attribuer ces publicités à des motifs lucratifs ou à une tentative d'amélioration de l'image de l'entreprise (Leonidou et Skarmas, 2015). Une telle suspicion des motifs d'une entreprise pour la publicité verte conduit à un jugement négatif du produit et à une intention d'achat réduite (Bickart et Ruth, 2012; Do Paço et Reis, 2012).

Traditionnellement, les messages publicitaires verts cherchent à répondre au besoin des consommateurs en matière d'informations sur les attributs des produits afin de faciliter et orienter leurs décisions d'achat. Il s'ensuit que le degré de scepticisme écologique est intimement lié au niveau de l'utilité de l'information perçue. D'après les travaux de Wei et al., (2017), le niveau d'utilité de l'information perçue par les consommateurs sera plus faible s'ils sont sceptiques à l'égard du discours publicitaire vert en raison des informations exagérées, trompeuses et/ou fausses dans les publicités. Au contraire, le niveau d'utilité de l'information perçue par les consommateurs sera élevé si les informations fournies dans les publicités sont claires, fiables et crédibles.

Les consommateurs ayant des niveaux très élevés de scepticisme écologique seraient, ainsi, difficiles à persuader avec des publicités mettant en avant les avantages environnementaux d'un produit respectueux de l'environnement ou l'engagement durable d'une entreprise (Royne et al., 2012).

Complexité du message publicitaire vert

D'Souza et al. (2007) déclarent que les messages verts utilisent souvent une terminologie technique et des termes scientifiques qui peuvent être difficiles à comprendre pour la plupart des consommateurs. Cela inclut des termes comme « écologie », "empreinte carbone", "biodégradabilité" et "énergie renouvelable" qui ne sont pas toujours clairement expliqués. Cette ambiguïté peut rendre les consommateurs sceptiques et confus quant à la véracité des messages (Carlson et al., 1993).

Polonsky et al. (2001) ajoutent que ce type de messages verts ne fournit souvent pas suffisamment d'informations détaillées pour que les consommateurs comprennent pleinement l'impact environnemental d'un produit. Les publicités vertes ont tendance, ainsi, à mettre en avant des caractéristiques de produits spécifiques (comme des emballages recyclables ou des composants naturels) plutôt que de présenter des initiatives holistiques de durabilité de l'entreprise (telles que la gestion des déchets, les émissions de carbone ou l'utilisation de ressources durables). Cela permet de donner une impression positive sans engager l'entreprise dans des changements systémiques (Grimmer et Woolley, 2014). Ce qui peut limiter l'impact des publicités vertes sur le comportement des consommateurs.

II. Le green storytelling : une approche narrative de la publicité verte

Dans ce cadre, des recherches en marketing centrées sur des approches plus narratives ont été proposées en vue d'innover dans les pratiques publicitaires annonçant les initiatives écologiques des entreprises. A ce titre, nous considérons plus particulièrement une approche narrative, qui présente de nos jours un champ de recherche pluridisciplinaire de plus en plus répandu mais encore fragmenté dans le domaine environnemental à savoir : le green storytelling.

II.1 Le storytelling : un retour au bercail narratif

Nous précisons que le courant narratif est loin d'être récent puisqu'il s'est développé dans les années 90. Au début, il s'est enraciné dans les sciences sociales et humaines (Ricoeur et al, 1981 ; Michel, J, 2003); Ce n'est que vers les années 2000 qu'il fut l'objet de considérations plus managériales et organisationnelles (Giroux et Marroquin, 2005). Ce tournant narratif dans les recherches académiques en communication marketing a propulsé une approche pluridisciplinaire, basée sur des récits, toujours d'actualité à savoir : le storytelling.

A ce niveau, les messages publicitaires peuvent être présentés sous forme de récits ou de non-récits (Kim et al, 2017). Nous nuancions les messages publicitaires non narratifs qui communiquent de manière rationnelle via des arguments, des explications et des faits (Paget et Allen, 1997) de ceux narratifs qui utilisent des formats de narration plus émotionnels incluant souvent des témoignages et des anecdotes (Shen et al., 2015). La narration, dans le domaine publicitaire, est de plus en plus considérée comme moyen puissant permettant une connexion plus humaine avec les consommateurs (Rose, 2011). La structure du récit raconté (story-telling) dans le message publicitaire, répond en fait à une séquence chronologique d'événements (avec un début, un milieu et une fin) enrichi par des personnages et des narrateurs influents qui s'engagent émotionnellement dans une histoire percutante et mémorable, et cela se déroule dans un contexte spécifique impliquant des éléments à la fois physiques et sociaux (Lewi, 2014, Dessart, 2018).

Dans un contexte écologique, le storytelling se présente comme une déclinaison opérationnelle et innovante du marketing durable (Dekhili et al, 2024) et ce via la création et la diffusion de nouveaux imaginaires sous forme de récits qui prêchent des pratiques durables compatibles avec les préoccupations planétaires et sociales (Ademe, 2022). L'enjeu principal étant d'orienter, voir accompagner, au quotidien, les individus dans leurs actes de consommation dans une logique de durabilité (Dekhili et al, 2024).

Le green storytelling : une terminologie qui se construit

L'avènement des approches narratives dans la publicité verte est de plus en plus considéré par les marketeurs en vue de renouveler leur discours publicitaire et de relancer une communication plus crédible et authentique avec leur public-cible. Si, le concept de « publicité narrative verte » est le plus répandu en marketing, de nouvelles désignations encore balbutiantes ont vu le jour, dans d'autres disciplines de recherche, tels que la climatologie, l'écologie, les sciences de l'environnement etc, qui associent le storytelling aux initiatives environnementales. Bien que les caractéristiques du storytelling telles que décrites ci-dessus semblent représenter un certain consensus interdisciplinaire, il n'existe pas de définitions concrètes de ce qu'un storytelling spécifique dans le contexte de la durabilité (Fischer et al, 2020).

Dans ce panorama conceptuel, nous notons le concept d'Eco-narratives (Heise, 2005; James, 2015 ; Donly, 2017) qui se présente comme une approche analytique d'un récit ou histoire qui unit les intérêts de l'écologie et de la narratologie, et ce en étudiant la relation entre la littérature et l'environnement physique.

Aussi considérons le terme de Storytelling Environnemental énoncé comme « *une méthodologie de production de messages environnementaux* » (Lee et Lee, 2020).

Dans les sciences de l'éducation (Fischer et al, 2020 ; Sundermann et al, 2022), émerge le "Storytelling for Sustainability" (storytelling pour la durabilité) désigné par l'abréviation : SusTelling. Ce dernier a été considéré, dans un versant éducationnel, comme le fait de raconter une histoire qui respecte la structure narrative (à l'exemple de l'intrigue, personnalisation, chronologie, contexte, tonalité etc) en vue de faciliter l'éducation du public et promouvoir le changement vers la durabilité (Fischer et al, 2020).

Bien que peu utilisée dans la littérature de communication environnementale, nous considérons que la terminologie « green storytelling » (le storytelling vert) proposée dans cette contribution peut constituer un nouveau champ de recherche pluridisciplinaire regroupant les différentes propositions définitionnelles et leurs soubassements théoriques.

II.2 La persuasion publicitaire narrative du « vert »

Contrairement aux publicités plus factuelles, les publicités narratives ne mettent pas toujours en avant le produit mais se concentrent plutôt sur la transmission des valeurs de la marque à travers des histoires chargées d'émotion. Parce que les gens pensent de manière narrative plutôt qu'argumentative (Weick, 1995), les publicités narratives peuvent être de puissants outils pour engager les consommateurs, comme le prouvent les recherches sur le comportement des consommateurs (Woodside et al, 2008), la gestion de la marque (Escalas, 2004 ; Holt, 2004) et le marketing numérique (Ching, Tong, Chen et Chen, 2013). La pensée narrative représente un effort plus naturel (Escalas, 2007) et véhicule des émotions accrues chez les consommateurs, qui attribuent alors des associations positives aux marques (Escalas, 2004).

Les travaux de recherche de Woodside, Sood et Miller (2008), ainsi que ceux de Wentzel, Tomczak et Herrmann (2010), mettent en évidence cette évolution marquée. Contrairement aux formats purement informatifs, les publicités narratives offrent une immersion émotionnelle plus profonde. Elles captivent leur audience en tissant des récits riches en émotions, en personnages et en situations auxquels les spectateurs peuvent facilement s'identifier. Cette immersion émotionnelle favorise le renforcement des liens entre la marque et le consommateur. A ce niveau, nous déduisons que dans l'élaboration des récits publicitaires verts, la nature de l'émotion véhiculée (Odou et al., 2021) joue un rôle fondamental dans la persuasion publicitaire narrative.

Peu de travaux en marketing vert, se sont intéressés à la persuasion publicitaire du *green storytelling* vu la nouveauté de ce champ de recherche. A ce titre, les contributions de Kim et al (2022, 2017) se présentent comme des pistes pionnières dans le contexte de publicité verte.

Aussi, ils ont exploré en profondeur l'interaction du style de message narratif avec deux autres mesures du message vert (la dimension et la spécificité) et ils ont fourni des lignes directrices concrètes sur les stratégies narratives de messages publicitaires verts en vue de les rendre plus crédibles et persuasifs auprès des consommateurs.

Ainsi, Kim et al. (2017) suggèrent qu'un style de message narratif peut contribuer à créer des messages verts plus crédibles, et ce pour plusieurs raisons. Les récits incluent généralement des personnages, qui fournissent des témoignages ou des anecdotes, et des détails percutants (Escalas, 2004), ce qui facilite la perception de la pertinence du message ainsi que le sentiment de vraisemblance, autrement dit l'identification aux personnes et à leurs expériences réelles vécues (Dal Cin et al, 2004 ; Kim et al, 2017). La subtilité du storytelling dans les publicités vertes, telle que présentée antérieurement réduit également la prise de conscience de la persuasion intentionnelle des entreprises dans leur approche communicationnelle ainsi que le scepticisme écolo-gique du public-cible ainsi la crédibilité du message (Kim et al, 2017).

A ce titre, et en considérant les travaux qui portent sur les marques vertes (Huang et Guo, 2021, Huang et al, 2022) l'usage du storytelling permet à celles-ci d'émouvoir les consommateurs et d'influencer positivement leurs intentions comportementales mettant en avant l'authenticité de la marque verte via l'approche narrative déployée. Dans ce cadre, Huang et Guo (2021) estiment qu'une histoire de marque verte doit inclure l'engagement d'une marque verte envers le bien-être de la société et la promesse de protection de l'environnement. Bien que la recherche sur le storytelling de marque soit abondante (Delgado-Ballester, 2021 ; Hong et al, 2022; Aimé, 2023), le thème du storytelling des marques vertes (*Green Brand storytelling*) est peu étudié. A ce sujet, certains considérants théoriques ont été portés pour une modélisation de ce concept (Shjaei et Ashouri, 2022) alors que d'autres ont cherché à examiner l'effet du storytelling des marques vertes sur l'authenticité et la sincérité de la marque telles que perçus par les consommateurs (Huang et Guo, 2021).

Nous notons à ce niveau, que les avancées théoriques sur le rôle joué par le green storytelling, sa structuration et ses effets persuasifs sur le comportement du consommateur restent encore timides. C'est la raison pour laquelle notre contribution se propose de porter un regard théorique sur les mécanismes clés de la théorie de la persuasion narrative à partir desquels des réponses comportementales peuvent être constatées dans le cadre précis de la publicité verte.

III. Le green storytelling et ses effets sur les réponses comportementales des consommateurs : perspectives de recherche

III.1 Les concepts clés de la théorie de la persuasion narrative

Il est communément connu que les effets d'un message publicitaire narratif auquel est exposé un consommateur, reposent sur la théorie de la persuasion narrative, qui s'inscrit dans une perspective expérientielle et interactive que celle classique (Pechpeyrou et al, 2019). Cette théorie bien qu'appliquée dans de nombreux contextes de communication, elle est peu considérée dans la publicité verte et encore moins dans le « green storytelling » sur lequel porte notre travail. En notre sens, les mécanismes clés de la persuasion narrative (à l'instar de la préférence, transport et identification) quel que soit le discours publicitaire mené, sont importants à mobiliser en vue d'enrichir les soubassements théoriques de l'approche « storytelling » en publicité verte. Parmi les éléments fondamentaux de cette théorie le transport narratif et l'identification seront privilégiés.

Le transport narratif

Le transport narratif est défini comme « *un phénomène par lequel les individus entrent mentalement dans un monde évoqué par une histoire, une narration. Une fois que les individus se perdent dans l'histoire, leurs attitudes et intentions peuvent changer pour refléter cette histoire* » (Green, 2008).

Plusieurs caractéristiques du transport narratif se dégagent de la littérature existante. L'une des caractéristiques essentielles du transport narratif est l'immersion à la fois cognitive et émotionnelle dans l'histoire. Quand les lecteurs ou spectateurs sont transportés, ils s'absorbent totalement dans le monde narratif, au point de vivre les événements comme s'ils en faisaient partie (Green et Brock, 2000). Le transport narratif favorise également une forte empathie pour les personnages, ce qui permet aux individus de ressentir les émotions des protagonistes et de se connecter avec leurs expériences (Hakemulder, 2000). En considérant que le transport narratif « *reflète une réponse expérientielle dans laquelle un individu exposé à une histoire s'identifie aux personnages de cette histoire* » (Pechpeyrou et al, 2019), nous en déduisons que celui-là peut modifier les attitudes et comportements des individus. En effet, en s'identifiant aux personnages et en vivant les histoires intensément, les individus peuvent voir leurs croyances et intentions influencées par le récit (Green et Brock, 2002). Ce qui nous amène à une autre caractéristique clé du transport narratif à savoir l'expérience de transformation, autrement dit une mutation durable des comportements des consommateurs. En partant du constat que l'immersion dans l'histoire, via un transfert affectif, permet aux individus de voir le monde sous un nouvel angle (van Laer et al., 2014), nous préconisons, en ce qui concerne notre étude, que le niveau du scepticisme des consommateurs envers les publicités vertes pourrait être réduit et par conséquent, les réponses comportementales pourront être modifiées. En se prolongeant ainsi dans la réflexion de Dekhili et al (2024), les consommateurs peuvent accéder, via le transport

narratif, à de « *nouveaux référents culturels, les conduisant à faire évoluer leurs comportements vers des pratiques plus durables* ».

L'identification narrative

L'identification est proposée comme l'un des mécanismes par lesquels les récits peuvent changer les attitudes (Green, 2006; Slater et Rouner, 2002). Grâce aux liens forgés par l'identification, les implications des expériences et des affirmations du personnage peuvent modifier les croyances du lecteur (Green, 2006). Lorsque les lecteurs simulent ou imaginent les événements qui arrivent à un personnage, ils peuvent comprendre ce que signifie vivre les événements décrits et leurs attitudes peuvent ainsi devenir plus cohérentes avec cette expérience indirecte (Mar et Oatley, 2008). Lors de l'identification, le spectateur s'imagine « *être ce personnage et remplace son identité personnelle et son rôle de membre du public par l'identité et le rôle du personnage* » (Cohen, 2001). Ce processus implique quatre dimensions : empathique (partage des sentiments avec le personnage), cognitive (adoption du point de vue du personnage), motivationnelle (intérieurisation des objectifs du personnage) et absorption (autrement dit une perte de conscience de soi pendant l'exposition) (Cohen, 2001).

De nombreuses recherches antérieures ont démontré le rôle joué de l'identification dans la persuasion narrative et ce en présentant une relation positive entre spécifiquement les émotions empathiques ressenties et les attitudes favorables des consommateurs, développées envers le récit publicitaire narratif (De Graaf et al, 2009; Busselle et Bilandzic, 2009).

III.2 Persuasion publicitaire du green storytelling : Proposition d'un modèle intégrateur

En se basant sur plusieurs travaux dans le domaine du marketing environnemental, nous constatons que très peu de modèles théoriques intègrent le storytelling et la publicité verte. Dans notre présente réflexion, nous proposons, modestement, une direction de recherche vers un modèle regroupant les éléments clés de la théorie de la persuasion à savoir le transport narratif et de préférence narrative, ainsi que leurs effets sur deux concepts à savoir l'émotion des consommateurs et l'intention de bouche-à-oreille.

Evoqué à tous les niveaux de notre contribution sur l'approche narrative, l'émotion est fortement identifiée dans la littérature alliant le storytelling et la publicité verte comme un concept clé dans la persuasion publicitaire. Des recherches antérieures ont démontré que la publicité a la capacité de susciter des réponses émotionnelles chez le consommateur (Shimp & Stuart 2004 ; Micu et Chowdhury 2010). Une étude menée par Kim, Lee, et Choi (2019) a révélé que les publicités utilisant des éléments émotionnels suscitent des réponses plus positives et des attitudes plus favorables chez les consommateurs, ce qui peut renforcer leur engagement envers la marque et augmenter leur intention d'achat (Pham, Geuens, et De Pelsmacker, 2013)

Dans ce cadre, plusieurs études (Torabi et al, 2021; Mishra et al, 2015; Nieves-Pavón et al, 2024) ont examiné la relation entre les émotions et particulièrement l'intention de bouche-à-oreille (WOM) des individus. Aussi, considérons-nous le WOM comme une réponse comportementale qui peut prédire un futur acte de consommation. A ce titre, Tseng et al (2017) ont pu constater que les émotions positives ressenties étaient fortement associées à une intention plus élevée de partager des expériences positives, tandis que les émotions négatives étaient liées à une intention plus élevée de partager des expériences négatives. De même, dans une étude de Muntinga et al. (2011), il a été observé que les émotions positives ressenties lors de l'interaction avec une marque augmentaient la probabilité de recommander cette marque à d'autres.

Le WOM revêt une importance capitale pour les entreprises dans leur prise de décision (Chen et Yuan, 2020). Et puisque la communication de bouche à oreille se fait le plus souvent sous forme d'histoires (Delgado et Escalas, 2004), la narration publicitaire déployée pourrait alimenter et faciliter la bouche à oreille par rapport à une marque, un produit, ou une entreprise dans un contexte « vert ».

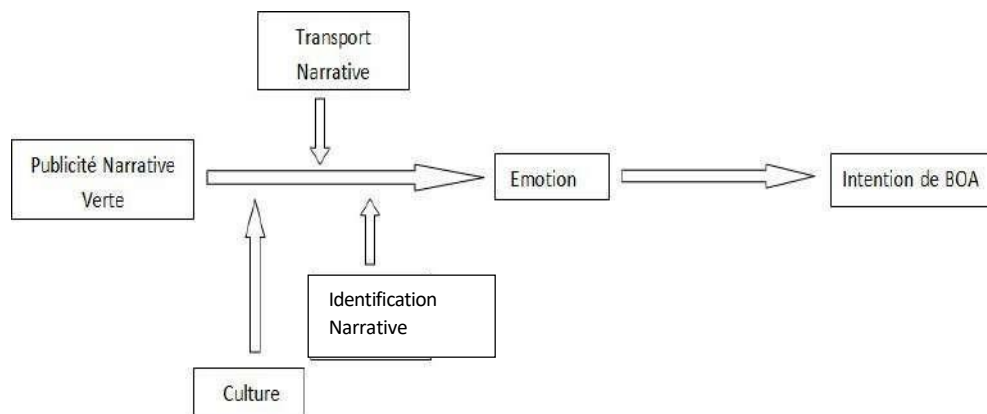
D'après Kang et Hang (2019), la motivation des individus à parler des publicités (WOM) dépend de la nature de l'émotion éprouvée, ce qui concorde avec les résultats de recherches antérieures sur la persuasion narrative (Green et Brock, 2002). Les consommateurs sont plus susceptibles d'être convaincus par un transfert affectif (voir immersion affective) plutôt que par les arguments solides issus des informations fournies dans une publicité (Escalas, 2006). En effet, Berger et Milkman (2012) suggèrent que les émotions ressenties lors d'une expérience peuvent être transférées à d'autres individus lorsqu'ils partagent cette expérience. Donc, les émotions jouent un rôle crucial dans la formation de l'intention de bouche à oreille, car elles influencent la manière dont les individus perçoivent et partagent leurs expériences avec d'autres. Ces constats ont été bien explicités dans notre revue de la littérature déjà énoncée.

Dans une pensée large visant à dépister de nouveaux axes de recherches en green storytelling, le modèle proposé en 2020 par Kang, Hong et Hubbard, présente une vision intégrative des différents concepts déjà cités faisant référence aux mécanismes clés de la théorie de persuasion narrative ainsi que les concepts d'émotion de WOM comme réponses comportementales éventuelles. Malgré qu'il n'a pas été testé dans le cadre de la publicité verte, il est le plus complet parmi d'autres recherches en storytelling qui se concentrent soit sur la relation publicité-réponse émotionnelle (Kemp et al., 2012; Bruno et al., 2017; Zaki et al., 2021), soit sur la relation émotion-intention de bouche-à-oreille (Nieves-Pavón et al., 2024; Botha et Reyneke, 2013), soit sur la relation transport narratif-émotion (Green et Brock, 2002; Wang et

Tang, 2021; Schmidt et al., 2023), soit sur la relation transport-intention de bouche-à-oreille (Wang et Tang, 2021), soit sur la relation préférence narrative-émotion (Kang et al., 2019).

Nous proposons de transposer ce modèle, qui est loin d'être exhaustif, et le tester empiriquement, dans un autre contexte, celui de la publicité verte narrative (green storytelling Advertising, et l'enrichir par d'autres variables à effet modérateur tels que la culture. Plusieurs recherches ont confirmé la relation entre les publicités vertes et la culture (Liu et Liu, 2020; Mo et al, 2018; Muralidharan et Sheehan, 2017; Rojas-Morales et Moratis, 2018). Ainsi, les intrigues privilégiées dans les publicités narratives varient selon les cultures. Par exemple, en Asie, les intrigues sont souvent centrées sur les relations interpersonnelles, tandis qu'aux États-Unis, les publicités ont tendance à mettre l'accent sur l'individu (Rodgers et Thorson, 2012). Peu de recherches sur le green storytelling Advertising ont été menées dans un contexte arabo-musulman africain tel le cas de la Tunisie.

Figure N°1 : Proposition d'un modèle de recherche sur l'effet du green storytelling sur le comportement du consommateur dans un contexte publicitaire



Conclusion

Dans une optique de différenciation et d'innovation, nous avons envisagé de nouvelles approches narratives dans la redéfinition du discours publicitaire vert. Le green storytelling se présente comme une perspective de recherche innovante pour communiquer autrement la durabilité environnementale des entreprises et dépasser ainsi les approches traditionnelles de la publicité verte qui ont montré leurs limites. Nous avons, ainsi, éclairé les mécanismes clés de la théorie de la persuasion publicitaire narrative et ses effets sur les réponses comportementales des consommateurs. Nous avons considéré plus précisément les concepts de l'émotion et l'intention de bouche à oreille dans une proposition de modèle intégrateur qui mérite d'être l'objet d'étude empirique plus robuste et plus approfondie.

Sur le plan managérial, notre proposition offre aux annonceurs et aux managers une vision plus éclairée sur le rôle que peut jouer le green storytelling dans l'optimisation des possibilités de réussite de leur communication verte auprès des consommateurs.

Références bibliographiques

- Ademe (2022), *Comment faire évoluer nos imaginaires - Pour changer nos relations au monde vivant et aller vers un monde soutenable et harmonieux*, Octobre.
- Adelina C. et Hutabarat Z. (2023), "The influence of green brand image, green awareness, green advertising, and ecological knowledge on green purchase intention and green purchase behaviour of beer Bintang and Heineken products in DKI Jakarta", *Enrichment: Journal of Management*, 13 (5).
- Agarwal, N.D. et Kumar, V.R. (2021), "Three decades of green advertising – a review of literature and bibliometric analysis", *Benchmarking : An International Journal*, 28 (6), 1934-1958.
- Aimé I. (2023), "The dynamic construction of brand storytelling", *Journal of Strategic Marketing*, 31(7), 1243-1262.
- Aji, H.M. et Sutikno, B. (2015), "The Extended Consequence of Greenwashing: Perceived Consumer Skepticism", *International Journal of Business and Information*, 10(4), 433-468.
- Ariffin, S., Mohd Yusof, J., Putit, L., & Azalan Shah, M. I. (2016). Factors influencing perceived quality and repurchase intention towards green products. *Procedia Economics and Finance*, 37, 391-396.
- Bahn, K.D. & Wright, N.D. (2001). Antecedents of green product purchase behavior. *Allied Academies International Conference*. 6(2)
- Banerjee, S., Gulas, C.S., & Iyer, E. (1995). Shades of Green: A Multidimensional Analysis of Environmental Advertising. *Journal of Advertising*, 24(2)
- Benoît-Moreau, F., PARGUEL, B., & LARCENEUX, F. (2008). Comment prévenir le greenwashing ? L'influence des éléments d'exécution publicitaire. *Etats Généraux du Management*.
- Berger, J. & Milkman, K.L. (2012). Qu'est-ce qui rend le contenu en ligne viral ? *Journal of Marketing Research*, 49(2), 192-205.
- Bickart, B.A., & Ruth, J.A. (2012). Green Eco-seals and Advertising Persuasion. *Journal of Advertising* 41 (4), 51–67.
- Busselle, R., & Bilandzic, H. (2009). Measuring Narrative Engagement. *Media Psychology*. 321-347.
- Botha, E., & Reyneke, M. (2013). To share or not to share: the role of content and emotion in viral marketing. *Journal of Public Affairs*, 13(2), 160-171.
- Bruno, P., Melnyk, V., & Volckne, F. (2017). Temperature and Emotions: Effects of Physical Temperature on Responses to Emotional Advertising. *International Journal of Research in Marketing*, 34(1), 302-320.
- Chandy, R., Johar, V., Moorman, G., & Roberts, J. H. (2021). Better Marketing for a Better World. *Journal of Marketing*, 85 (3), 1-9.
- Chen, Y.S., Huang, A.F., Wang, T.Y., & Chen, Y.R. (2020). Greenwash and green purchase behaviour: the mediation of green brand image and green brand loyalty. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(1-2), 1478-3371.
- Chen, Z., Yuan, M. (2020). Psychology of word of mouth marketing. *Current Opinion in Psychology*, 31, 7-10.

- Ching, R.K.H., Tong, P., Chen, J.S., & Chen, H.Y. (2013). Narrative online advertising: identification and its effects on attitude toward a product. *Internet Research*, 23 (4), 414-438.
- Cho, YN. Different Shades of Green Consciousness: The Interplay of Sustainability Labeling and Environmental Impact on Product Evaluations. *J Bus Ethics* 128, 73–82 (2015).
- Cohen, J. (2001). Defining identification: A theoretical look at the identification of audiences with media characters. *Mass Communication & Society*, 4(3), 245-264.
- Courbet D. (2010), Neuromarketing et neurosciences au service des publicitaires : questionnements éthiques. *Archive Ouverte En Sciences de L'information et de la Communication*.
- Dal Cin, S., Zanna, M.P., & Fong, G.T. (2004). Narrative persuasion and overcoming resistance. In *Resistance and Persuasion*. Edited by Eric S. Knowles and Jay A. Linn. Mahwah: Erlbaum, (pp. 175–91). Psychology Press.
- Darpy D., et Koujoue L. (2020), *Persuasion : comportements du consommateur*, Collection Fondamentaux du Business, Edition Dunod
- D'Souza, C., Taghian, M., Lamb, P., & Peretiatko, R.(2007). Green decisions: demographics and consumer understanding of environmental labels. *International Journal of Consumer Studie*,31(4),371-376.
- David, M.D., & Lambotte, F.(2011). La communication verte : stratagème ou stratégie authentique de communication marketing ? *Recherche en Communication*,35,138-153.
- Delgado-Ballester,E.(2021). Effect of underdog (vs topdog) brand storytelling on brand identification: exploring multiple mediation mechanisms. *Journal of Product & Brand Management*, 30 (4), 626-638.
- Delgadillo, Y., & Escalas, J.E. (2004). Narrative word-of-mouth communication: exploring memory and attitude effects of consumer storytelling. *Advances in Consumer Research*, 31(1), 186-192.
- Dekhili, S., Merle, A., & Ochs,A.(2024). Commentaire sur “ Look up ! Cinq propositions de recherche pour repenser le marketing dans une société post-croissance ” : le Marketing doit penser sa propre évolution à l'ère de l'Anthropocène. *Recherche et Applications En Marketing* (French Edition), 39(2), 119-134.
- Dangelico, R.M., & Vocalelli, D .(2017) .“Green Marketing”: An analysis of definitions, strategy steps, and tools through a systematic review of the literature . *Journal of Cleaner Production*, 165(1), 1263-1279.
- Donly, C. (2017). Toward the eco-narrative: rethinking the role of conflict in storytelling. *Humanities* ,6:17.
- Do Paço, M.F., & Reis, R.(2012). Factors Affecting Skepticism Toward Green Advertising. *Green Advertising and the Reluctant Consumer* (pp.9). Routledge.
- Dessart,L. (2018). Do ads that tell a story always perform better? The role of character identification and character type in storytelling ads. *International Journal of Research in Marketing*, 35 (2) 289–304.
- Escalas, J.E (2004). Narrative Processing: Building Consumer Connections to Brands. *Journal of Consumer Psychology*, 14(2),168-180.
- Escalas, JE (2006). Auto-référencement et persuasion : transport narratif versus élaboration analytique. *Journal de recherche sur la consommation*, 33 (4), 421-429.
- Eren-Erdogmus, İ., Lak, H. S., & Çiçek, M. (2016). Attractive or credible celebrities: Who endorses green products better? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 235, 587–594.
- Fernandes, J., Sagev, S., & Leopold, J. (2020). When consumers learn to spot deception in advertising: testing a literacy intervention to combat greenwashing. *International Journal of Advertising*, 39(7), 1115-1149.

- Fischer, D., Selm, H., Sundermann, A., and Storksdieck, M. (2020). Storytelling for Sustainability: A Definition and its Implications for Education and Communication. In Luna, H., Molthan-Hill, P., Baden, D., and Wall, T. (eds.): *Using storytelling in education for sustainable development (ESD)*. Routledge.
- Giroux N. et Marroquin L. (2005), « L'approche narrative des organisations », *Revue Française de Gestion*, Vol 6, N°159.
- Grimmer, M., & Woolley, M. (2014). Green marketing messages and consumers purchase intentions: Promoting personal versus environmental benefits. *Journal Of Marketing Communications*, 20(4), 231-250
- Green, M. C. (2006). Narratives and cancer communication. *Journal of Communication*, 56(1), 163–S183.
- Green, M. C., & Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 701-721.
- Green, MC et Brock, TC (2002). Dans l'esprit : Transports modèle d'imagerie de persuasion narrative. Dans MC Green, JJ Strange et TC Brock (Eds.), Impact narratif : fondements sociaux et cognitifs (p. 315-341). Mahwah, New Jersey : Éditeurs Lawrence Erlbaum Associates.
- Gustafson, C., Key, K., & Evans, R. L. (2019). Aquifer systems extending far offshore on the U.S. Atlantic margin. *Scientific Reports*, 9, Article 8709.
- Hakemulder, F. (2000). *The moral laboratory*. John Benjamins Publishing Company.
- Heise, K. Ursula. (2005). Eco-Narratives. In *Routledge Encyclopedia of Narrative Theory*. Edited by David Herman, Manfred Jahn and Marie-Laure Ryan. New York: Routledge, pp.129–30.
- Hong, J.H., Yang, J., & Wooldridge, B.R. (2022). Sharing consumers' brand storytelling: influence of consumers' storytelling on brand attitude via emotions and cognitions. *Journal of product & Brand Management*, 31(2), 265-278.
- Hu, H. H. S. (2012). The effectiveness of environmental advertising in the hotel industry. *Cornell Hospitality Quarterly*, 53(2), 154–164.
- Tseng, H.-H., Huang, Y.-L., Chen, J.-T., Liang, K.-Y., Lin, C.-C., & Chen, S.-H. (2017). Facial and prosodic emotion recognition in social anxiety disorder. *Cognitive Neuropsychiatry*, 22(4), 331-345.
- Huang, C., & Guo, R. (2021). The effect of a green brand story on perceived brand authenticity and brand trust: the role of narrative rhetoric. *Journal of Brand Management*, 28, 60-76.
- Huang, C., Zhuang, S., Li, Z., & Gao, J. (2022). Creating a Sincere Sustainable Brand: The Application of Aristotle's Rhetorical Theory to Green Brand Storytelling. *Front.Psychol*, 13:897281.
- Iyer, E., & Banerjee, B. (1993). Anatomy of green advertising. *Advances in consumer research*, 20, 494-501.
- James, Erin. (2015). *The Storyworld Accord: Econarratology and Postcolonial Narratives*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- Juanals, B. (2019). Les changements climatiques, une question incommunicable dans l'espace public ? Vers une communication écologique. *Cairn Info*, 84 134 -139
- Kahle, L. R., & Gurel-Atay, E. (2013). Introduction to the psychology of communicating sustainability In L. R. Kahle & E. Gurel-Atay (Eds.), *Communicating sustainability for the green economy* (pp. 3-21).
- Kang et Hang, 2019
- Kang, J.-A., Hong, S., & Hubbard, G. T. (2020). The role of storytelling in advertising: Consumer emotion, narrative engagement level, and word-of-mouth intention. *Journal of Consumer Behaviour*, 19(1), 47–56.

- Kangun, N., Carlson, L., & Grove, S.J. (1991), "Environmental advertising claims: a preliminary examination", *Journal of Public Policy & Marketing*, 10 (2), 47-58.
- Kim, k., Lee, S., & Choi, Y.K. (2019). Image proximity in advertising appeals: Spatial distance and product types. *Journal of Business Research*.
- Kim, W.H., Malek, K., & Roberts, K.R. (2019). The effectiveness of green advertising in the convention industry: An application of a dual coding approach and the norm activation model. *Journal of Hospitality And Tourism Management*, 39, 185-192.
- Kim, E. (Anna), Ratneshwar, S., & Thorson, E. (2017). Why narrative ads work: An integrated process explanation. *Journal of Advertising*, 46(2), 283-296.
- Kim, E., Shoenberger, H., Kown, E., & Ratneshwar, S. (2022). A narrative approach for overcoming the message credibility problem in green advertising. *Journal of Business Research*, 147, 449-461.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Principles of marketing* (12th ed.). Pearson/Prentice Hall.
- Lee, Y., & Lee, J. (2020). Interactive game-content-based storytelling for the environment. *Sustainability*, 12(19), 8229.
- Leonidou, C.L., Leonidou, N.C., Palihawadana, D. & Hultman, M. (2011). Evaluating the green advertising practises of international firms: a trend analysis. *Journal of International Marketing Review*, 28(1), 6-33.
- Leonidou, C. N., & Skarmas, D. (2015). Gray Shades of Green: Causes and Consequences of Green Skepticism. *Journal of Business Ethics*, 1-15.
- Leonidou, C.N., & Skarmas, D. (2017). Gray Shades of Green: Causes and Consequences of Green Skepticism. *J Bus Ethics* 144, 401–415.
- Liu S and Liu X (2020) Culture and Green Advertising Preference: A Comparative and Critical Discursive Analysis. *Front. Psychol*.
- Lunde, M.B. (2018). Sustainability in marketing: a systematic review unifying 20 years of theoretical and substantive contributions (1997–2016). *AMS Review*, 85–110.
- Manuel, E., S. Youn, and D. Yoon. 2014. Functional matching effect in CRM: Moderating roles of perceived message quality and skepticism. *Journal of Marketing Communications*, 20(6), 397–418.
- Matthes, J. (2019). Uncharted Territory in Research on Environmental Advertising: Toward an Organizing Framework. *Journal of Advertising*, 48(1), 91-101.
- Micu, C.C., & Chowdhury, T.G. (2010). The effect of ageing and time horizon perspective on consumers' response to promotion versus prevention focus advertisements, *International Journal of Advertising*. *The Review of Marketing Communications*, 29(4), 621-642.
- Michel, J. (2003). Narrativité, narration, narratologie: Du concept ricœurrien d'identité narrative aux sciences sociales. *Revue européenne des sciences sociales*, XLI(125), 125-142.
- Mohr, L.A., Eroglu, D., & Ellen, P.S. (1998). The Development and Testing of a Measure of Skepticism Towards Environmental Claims in Marketers' Communications. *Journal of Consumer Affairs*, 32 (1), 30-55.
- Rojas Morales, D., & Moratis, L. (2018). Valuing sustainability: how national culture influences attributions towards green advertising. In *Organizational culture and behavioral shifts in the green economy* (pp. 21-58). IGI-Global.
- Muralidharan, S., & Sheehan, K. (2017). "Tax" and "Fee" frames in green advertisements: The influence of self-transcendence in reusable bag usage. *Journal of Promotion Management*.
- Muntinga, D. G., Moorman, M., & Smit, E. G. (2011). Introducing COBRAs: Exploring Motivations for Brand-Related Social Media Use. *International Journal of Advertising*, 30, 13-46.

- Neureiter, A., & Matthes, J. (2023). Comparing the effects of greenwashing claims in environmental airline advertising: perceived greenwashing, brand evaluation, and flight shame. *International Journal of Advertising*, 42(3), 461-487.
- Nieves-Pavon, S., Lopez-Mosquera, N., & Jiménez-Naranjo, H. (2024). The role emotions play in loyalty and WOM intention in a Smart Tourism Destination Management. *Cities*.
- Nyilasy, G., Gangadharbatla, H., & Paladino, A. (2014). Perceived Greenwashing: The Interactive Effects of Green Advertising and Corporate Environmental Performance on Consumer Reactions. *Journal of Business Ethics*, 125(4), 693-707.
- Oxibar, B. (2001). L'étude de la publication d'informations sociétales par les grands groupes: Une revue de la littérature. *Post Print halshs-00584647*, HAL.
- Odou, P., Schill, M., & Navarro, M. (2021). Comment communiquer de manière efficace sur le changement climatique ? In S. Dekhili (Ed.), *Le marketing au service du développement durable : Repenser les modèles de consommation* (pp. 153-171). ISTE-Wiley.
- Padgett, D., & Allen, D. (1997). Communicating experiences: A narrative approach to creating service brand image. *Journal of Advertising*, 26(4), 49-62.
- Parguel, B., & Johnson, G. (2021). Beyond greenwashing: Addressing 'the great illusion' of green advertising. *Revue de l'organisation responsable*. Retrieved from cairn.info
- De Pechpeyrou, P., Nicholson, P., & Emeriau, S. (2019). Les histoires des marques sur leur site Internet: Une histoire de transport narratif. *Décisions Marketing*, 95, 57-76.
- Pham, M. T., Geuens, M., & De Pelsmacker, P. (forthcoming). The influence of ad-evoked feelings on brand evaluations: Empirical generalizations from consumer responses to more than 1,000 TV commercials. *International Journal of Research in Marketing*.
- Polonsky, M. J., Ford, J., Evans, K., Harman, A., Hogan, S., Shelley, L., & [et al.]. (2001). Are feminists more critical of the portrayal of women in Australian beer advertisements than non-feminists? *Journal of Marketing Communications*, 7(4), 245-256.
- Polonsky, M. J., & Rosenberger III, P. J. (2001). Reevaluating green marketing: A strategic approach. *Business Horizons*, 44(5), 21. Retrieved from Gale Academic OneFile.
- Rachman, R., Hamid, M. A., Wijaya, B. K., Wibowo, S. E., & Intan, D. N. (2024). Brand storytelling in the digital age: challenges and opportunities in online marketing. *Jurnal Ekonomi*, 13(01), 355-364.
- Rahman, I., Park, J., & Chi, C. G.-q. (2015). Consequences of "greenwashing": Consumers' reactions to hotels' green initiatives. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 27(6), 1054-1081.
- Ricœur, P., Kemp, P., & Marchetti, F. (1981). L'histoire comme récit et comme pratique: Entretien avec Paul Ricœur. *Esprit, Nouvelle série*, 54(6), 155-165.
- Rodgers, S., & Thorson, E. (Eds.). (2012). *Advertising theory*. Routledge.
- Rose, L. (2011). A crisis of conversation: Shaping a new narrative for Canada's charitable and nonprofit sector. *The Philanthropist*, 24(2), 109-111.
- Royne, M. B., Levy, M., & Martinez, J. (2011). Bits, briefs and applications: The public health implications of consumers' environmental concern and their willingness to pay for an eco-friendly product. *The Journal of Consumer Affairs*, 45(2), 329-343.
- Sahin, S., Baloglu, S., & Topcuoglu, E. (2019). The influence of green message types on advertising effectiveness for luxury and budget hotel segments. *Cornell Hospitality Quarterly*, 1-18.
- Castro Santa, J., & Drews, S. (2023). Heuristic processing of green advertising: Review and policy implications. *Ecological Economics*, 206, 107760.
- Sarkar, A. N. (2012). Green supply chain management: A potent tool for sustainable green marketing. *International Journal of Environmental Science, Management and Engineering Research*, 1(4).

- Schmuck, D., Matthes, J., & Naderer, B. (2018). Misleading consumers with green advertising? An affect–reason–involvement account of greenwashing effects in environmental advertising. *Journal of Advertising*, 47(2), 127-145.
- Shimp, T. A., & Stuart, E. W. (2004). The role of disgust as an emotional mediator of advertising effects. *Journal of Advertising*, 33(1), 43-53.
- Shen, F., Sheer, V. C., & Li, R. (2015). Impact of narratives on persuasion in health communication: A meta-analysis. *Journal of Advertising*, 44(2), 105-113.
- Shojaei Baghini, G., & Ashouri, S. (2022). Presenting a green brand storytelling model in the food industry (Case Study: Sahar Hamedan Food Industries). *Journal of Intelligent Marketing Management*, 2(6), 1-20.
- Sio, S., Zamagni, A., Casu, G., & Gremigni, P. (2022). Green trust as a mediator in the relationship between green advertising skepticism, environmental knowledge, and intention to buy green food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), Article 16757.
- Slater, M. D., & Rouner, D. (2002). Entertainment-education and elaboration likelihood: Understanding the processing of narrative persuasion. *Communication Theory*, 12(2), 173-191.
- Srivastava, V. (2017). Exploring skepticism toward green advertising: An ISM approach. *International Journal of Business Analytics and Intelligence*, 5(1).
- Spielmann, N. (2021). Green is the new white: How virtue motivates green product purchase. *Journal of Business Ethics*, 173(4), 759-776.
- Sung, E. (Christine), Han, D.-I. D., Choi, Y. K., Gillespie, B., Couperus, A., & Koppert, M. (2023). Augmented digital human vs. human agents in storytelling marketing: Exploratory electroencephalography and experimental studies. *Psychology & Marketing*, 40(12), 2428-2446.
- Sundermann, A., Fischer, D., Fücker, S., Hanss, D., & Selm, H. (2022). Does storytelling for sustainability work? An experiment. In *Narrating Sustainability through Storytelling* (1st ed., pp. 19). Routledge.
- Sweeney, E. (2020). *Does greenness matter? Understanding the influence of "green" on customer based brand equity* (Master's thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada).
- Thøgersen, J. (2002). Direct experience and the strength of the personal norm-behavior relationship. *Psychology & Marketing*, 19(10), 881-893.
- Tiwari, S., Tripathi, D. M., Srivastava, U., & Yadav, P. K. (2011). Green Marketing - Emerging Dimensions. *Journal of Business Excellence*, 2(1), 18–23.
- Tremblay, Tremblay, S. (2011). Développement durable et communication : Vers un espace ouvert fondé sur la participation citoyenne, l'éthique du dialogue et l'influence. *Télescope*, 17(2), 239-255.
- Tretyak, O. A., & Sloev, I. (2013). Customer flow: Evaluating the long-term impact of marketing on value creation. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 28(3), 221-228.
- Van der Graaff, M., Kuiper, T., Zwinderman, A., Van de Warrenburg, B., Poels, P., Offeringa, A., Van der Kooi, A., Speelman, H., & De Visser, M. (2009). Clinical identification of dysarthria types among neurologists, residents in neurology and speech therapists. *European Neurology*, 61(5), 295–300.
- Van Laer, T., de Ruyter, K., Visconti, L. M., & Wetzels, M. (2014). The extended transportation-imagery model: A meta-analysis of the antecedents and consequences of consumers' narrative transportation. *Journal of Consumer Research*, 40(5), 797-817.

- Verleye, G., De Ruyck, A., Vermeulen, W., & Schoenaers, I. (2023). Credibility of green advertising: Six elements that drive credibility in green advertising. *Frontiers in Communication*, 8, Article 1056020.
- Vigneron, J., & Francisco, L. (1996). *La communication environnementale* (Poche environnement, Vol. 6). Economica.
- Wang, S.-T., & Tang, Y.-C. (2021). How narrative transportation in movies affects audiences' positive word-of-mouth: The mediating role of emotion. *PLoS ONE*, 16(11), Article e0259420.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Wentzel, D., Tomczak, T., & Herrmann, A. (2010). The moderating effect of manipulative intent and cognitive resources on the evaluation of narrative ads. *Psychology & Marketing*, 27(5), 510-530.
- Woodside, A. G., Sood, S., & Miller, K. E. (2008). When consumers and brands talk: Storytelling theory and research in psychology and marketing. *Psychology & Marketing*, 25(2), 97-145.
- Yeng, W. F., & Yazdanifard, R. (2015). Opportunities and challenges in the world of retailing and the importance of adaption to the new markets. *International Journal of Management, Accounting and Economics*, 2(9), 1110.
- Omar Zaki, H., Kamarulzaman, Y., & Mohtar, M. (2021). Cognition and emotion: Exploration on consumers response to advertisement and brand [Kognisi dan Emosi: Penerokaan Tindak Balas Pengguna terhadap Pengiklanan dan Jenama]. *Jurnal Pengurusan*, 63, 61-71.
- Zhang, X., & Ramayah, T. (2024). Solving the mystery of storytelling in destination marketing: A systematic review. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 59, 222-237.



**PRESENTATION 2^{ème} Conférence
Internationale sur les Sciences Appliquées et
l'Innovation
Walid HAMED**

Université : Université de Bordeaux.

Ecole : École doctorale Entreprise, Économie, Société

Unité de recherche : Institut de Recherche en Gestion des Organisations (IRGO).

Spécialité : Sciences de Gestion.

Nom et Prénom de la directrice de thèse : Mme. Nathalie GARDES

Maître de conférences Habilité à Diriger des Recherches en sciences de gestion

Nom et Prénom de l'étudiant : Walid HAMED

SUJET

*La Qualité du service offert par les professionnels de la
comptabilité à l'ère de l'Intelligence Artificielle
(Article en cours)*

I. Résumé :

Avec le développement de l'intelligence artificielle, la révolution industrielle 4.0 a créé des changements considérables pour les entreprises et leur fonction financière. Cette migration technologique a eu des conséquences sur le métier des comptables qui fait partie des entreprises des services offrant essentiellement ladite « information ». L'analyse Marketing de l'offre de service assurée par ce métier, présente des spécificités : c'est une profession réglementée assurant un output qui doit répondre aux besoins des clients sans négliger les lois et les réglementations. En ce sens, la réglementation comptable en France (Ordonnance du 30 Avril 2014, Loi du 6 AOÛT 2015, loi PACTE d'Avril 2016...etc.) a donné plus de souplesse à ce métier avec cette transformation digitale et a élargi le champ d'activité des cabinets vers le développement de leurs pratiques commerciales vers une nouvelle vision de leurs relations avec leurs clients.

La problématique de la relation des professionnels de comptabilité avec leurs clients a été soulevée avant la transformation digitale, mais les technologies en sens général ont été toujours des facteurs d'amélioration de cette relation en permettant aux professionnels de plus de temps à consacrer au conseil des clients (Chapellier, 2003¹). La qualité du service offert est un point déterminant de cette relation qui est souvent jugée insatisfaisante en termes de conseil et de production d'information utile à la prise de décision (Bajan-Banaszak 1993² ; Chapellier 1994³; Lacombe-Saboly 1994⁴).

La qualité du service a été souvent traitée par la recherche en Marketing, qui l'a distingué de la qualité du bien. Les chercheurs en Marketing distinguent entre qualité du service offerte par le prestataire, qualité du service perçue par les clients, qualité de service attendue par les clients (Parasuraman et al 1985⁵).

Le modèle SERVQUAL a présenté des variables de mesure de la qualité du service au sens général. Toutefois, ce modèle n'a pas tenu compte des spécificités de chaque domaine de travail. Peu de travaux ont traité la qualité du service comptable : en s'inspirant du modèle

1 Chapellier, P. (2003). Les apports d'Internet à la mission de l'expert-comptable dans les petites entreprises. *Comptabilité-Contrôle-Audit* 9 (2): 171-187.

2 Bajan-Banaszak L. (1993), « L'expert-comptable et le conseil de gestion en PME », *Revue Française de Comptabilité*, n°249, Octobre, pp. 95-101.

3 Chapellier P., (1994), *Comptabilités et système d'information du dirigeant de PME : essai d'observation et d'interprétation des pratiques*, Thèse de Doctorat de Sciences de Gestion, Université de Montpellier.

4 Lacombe-saboly M. (1994), *Les déterminants de la qualité des produits comptables des entreprises : le rôle du dirigeant*, Thèse de Sciences de Gestion, Université de Poitiers.

5 Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L. (1985) A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

SERVQUAL, Azzari et al (2020) ⁶ ont développé le modèle ACCOUNTQUAL en tenant compte des spécificités du terrain des professionnels de la comptabilité.

Cependant, le modèle précité prend en considération les variables relatives au service fourni sans tenir compte de l'aspect cognitif impactant le comportement du client, ses attentes et sa perception de la qualité du service qui lui est fourni. Ce qui nous a mené à penser à mener notre recherche sur l'étude de la qualité du service offert par les comptables à l'ère de l'intelligence artificielle en prenant en considération les éléments impactant le comportement des clients (les diverses facettes de la qualité du service : qualité perçue, attentes des clients, qualité du services fournis...etc).

Ce travail consiste à répondre à la question suivante :

Quel est l'impact de l'intégration des technologies d'intelligence artificielle sur la qualité du service des cabinets des experts-comptables ?

Pour se faire on procédera d'abord à une distinction entre qualité objective et subjective d'une part et qualité attendue, qualité perçue et qualité fournie d'autre part. Par conséquent nous allons mettre le point sur le rôle du client dans la production du service : « la co-production ». Dans un second temps nous allons définir l'IA et distinguer l'IA analytique de l'IA générative pour analyser l'impact de l'immixtion de l'intelligence artificielle dans le métier des comptables sur la qualité du service fourni par ces derniers. Pour valider les résultats théoriques nous allons opter pour une étude qualitative exploratoire qui sera complétée par une étude quantitative.

Sur le plan théorique, ce travail est une grille de lecture de l'impact de l'intelligence artificielle sur les différentes dimensions de la qualité de service de la comptabilité en impliquant l'aspect sensoriel influent la perception et les attentes du client dirigeant de l'entreprise.

⁶Azzari, V., Mainardes, E. W., & Costa, F. M. da. (2020). Accounting services quality: asystematic literature review and bibliometric analysis. *Asian Journal of Accounting Research*, 6 (1), 80–94. <https://doi.org/10.1108/ajar-07-2020-0056>

Du côté managérial, ce travail présente une feuille de route aux les professionnels de comptabilité pour évaluer la qualité du service offert et mettre le point sur les besoins de leurs clients qui en devront prendre en considération.

II. Bibliographie

Azzari, V., Mainardes, E. W., & Costa, F. M. da. (2020). Accounting services quality: a systematic literature review and bibliometric analysis. *Asian Journal of Accounting Research*, 6(1), 80–94. <https://doi.org/10.1108/ajar-07-2020-0056>

Azzari, V., Mainardes, E.W. and Beiruth, A.X. (2023), "ACCOUNTQUAL: a scale for measuring accounting service quality", *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JAOC-07-2022-0112>

Azzari, Vitor & Mainardes, Emerson & Beiruth, Aziz. (2023). ACCOUNTQUAL: a scale for measuring accounting service quality. *Journal of Accounting & Organizational Change*. 10.1108/JAOC-07-2022-0112.

Bajan-Banaszak L. (1993), « L'expert-comptable et le conseil de gestion en PME », *Revue Française de Comptabilité*, n°249, Octobre, pp. 95-101.

Bednar D A & Reeve C A (1994). Defining Quality: Alternatives and Implications. *The Academy of Management Review*, Jul., 1994, Vol. 19, No. 3, Special Issue: "Total Quality" (Jul., 1994), pp. 419-445.

Callot, Philippe (2002). « Marketing des services : une construction sur les incertitudes de l'avenir », *Market Management*, vol. 2, no. 1, 2002, pp. 67-78.

Chapellier P., (1994), *Comptabilités et système d'information du dirigeant de PME : essai d'observation et d'interprétation des pratiques*, Thèse de Doctorat de Sciences de Gestion, Université de Montpellier.

Chapellier, P. (2003). Les apports d'Internet à la mission de l'expert-comptable dans les petites entreprises. *Comptabilité-Contrôle-Audit* 9 (2): 171-187.

Churchill, G. A. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64–73. <https://doi.org/10.1177/002224377901600110>.

Cronin, J. J., & Taylor, S. A. (1992). Measuring Service Quality: A Reexamination and

Extension. *Journal of Marketing* ,55 (3), 55–68. <https://doi.org/10.1177/002224299205600304>

Grönroos Christian (1984). *Strategic management and marketing in the service sector*. Helsinki: Swedish School of Economics and Business Administration, 1984, 106 p. ISBN 9144439113.

Jougoux, Muriel (2006). “Enrichir l'approche théorique de la qualité dans les services : qualité du service et qualité de service.” *Recherche et Applications en Marketing* 21 (2006): 18 - 3.

Lacombe-saboly M. (1994), *Les déterminants de la qualité des produits comptables des entreprises : le rôle du dirigeant* », Thèse de Sciences de Gestion, Université de Poitiers.

Ladhari, R. (2008). Alternative measures of service quality: A review. *Managing ServiceQuality*,18 (1), 65–86. <https://doi.org/10.1108/09604520810842849>

Laforest, J ; (2009): *Guide to Organising Semi-Structured Interviews With Key Informant. Charting a course to save living*, Quebec: Government Quebec.

Langeard, E., &Eiglier, P. (1994). Relation de service et marketing. *Décisions Marketing*, 13-21.

Marriott, N. and Marriott, P. (2000). Professional accountants and the development of management accounting service for the small firm: barriers and possibilities. *Management Accounting Research*, Vol. 11, p. 475-492.

Meysonnier, François (2012). « Le contrôle de gestion des services : réflexion sur les fondements et l'instrumentation », *Comptabilité Contrôle Audit*, vol. 18, no. 2, 2012, pp. 73-97.

MHHuang et R. T.Rust (2018), « Intelligence artificielle en service," *Journal de Recherche de services* ,vol. 21,Non. 2,pages 155 à 172,Fév. 2018, est ce que je : [10.1177/1094670517752459](https://doi.org/10.1177/1094670517752459).

P. Eiglier and é. Langeard, (1987). “*Servuction, le Marketing des Services*,” McGraw-Hill, Paris.

Paolo Quattrone (2016), *Management accounting goes digital: Will the move make it wiser?* *Management Accounting Research*, Volume 31, 2016, Pages 118-122, ISSN 1044-5005, <https://doi.org/10.1016/j.mar.2016.01.003>.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L. (1985) *A Conceptual Model of Service Quality*

and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1988). Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality. *Journal of Marketing*, Apr., 1988, Vol. 52, No. 2 (Apr., 1988), pp. 35-48

Pettigrew, D., Perreault J.D., and Chébat J.-C., (1996). Le processus de choix d'un cabinet d'expert-comptable par les dirigeants de PME: Un 1er constat. Congrès CIFEPME 23-25 octobre, Trois-Rivières, Québec.

Philippe Chapellier (2009). Choix des médias et efficacité de la communication: Le cas de la relation entre l'expert-comptable et le dirigeant de petite entreprise. La place de la dimension européenne dans la Comptabilité Contrôle Audit, May 2009, Strasbourg, France. pp.CD ROM. ffhalshs-00459645f

Raymond M, et al. (1994) Functional expression of P-glycoprotein in *Saccharomyces cerevisiae* confers cellular resistance to the immunosuppressive and antifungal agent FK520. *Mol Cell Biol* 14(1):277-86

Steenkamp (1990). Conceptual Model of the Quality Perception Process. *Journal of Business Research* 21, 309-333

Sureshchandar, G. S., Rajendran, C., & Kamalanabhan, T. J. (2001). Customer perceptions of service quality: A critique. *Total quality management*, 12(1), 111-124.

Tomasini-Bartoli, E. (2019), L'expert-comptable : un être humain face à l'intelligence artificielle, *Mémoire d'expertise comptable*

Yin, RK (1989). *Recherche d'études de cas: conception et méthodes*. Londres: Sage Publications.

Zeithaml, V. A., (1988). Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. *Journal of Marketing*, Jul., 1988, Vol. 52, No. 3 (Jul., 1988), pp. 2-22.

Zekri, Ines (2013). « Mesure de la qualité de service électronique fourni par les professionnels comptables », *La Revue des Sciences de Gestion*, vol. 259-260, no. 1-2, 2013, pp. 207-218.

Protection des Lignes de Transport de l'Énergie Électrique

Nejib Khalfaoui^{#1}, Hana Khemissi^{*2}, Hamza Torkhani^{#3}

³ ISET Jendouba, Tunisie ¹ LR SITI – ENIT, ^{1,2} Department of Electrical

Email: ¹nejibkhalafoui@gmail.com, ²khemissi.hana@gmail.com, ³torkhani.hamza.92@gmail.com

Résumé — Cet article traite les problèmes de transport de l'énergie électrique et ces effets qui entraînent divers conséquences nuisibles, notamment une déformation des courants et des tensions provoquent des effets indésirables associés aux courants harmoniques: Pertes d'énergie additionnelles échauffement des équipements, résonance du système. Ainsi les techniques de protection des lignes de transport de l'énergie électrique.

Mots clés – Transport, Protection, Réseau électrique, Déformation, Qualité

I. INTRODUCTION

Les centrales électriques productrices d'électricité sont souvent éloignées des grandes villes consommatrices. Leur emplacement dépend soit des conditions géographiques, soit de l'approvisionnement en carburant, soit de l'approvisionnement en eau de refroidissement, soit des exigences environnementales.

Cependant, les kilowatts-heures obtenus doivent parvenir à leurs usagers et doivent donc parcourir de longs trajets complexes, [1],[2],[3].

Le réseau de transport d'électricité fournit un lien permanent entre les centrales de production et les lieux de consommation. Un tel réseau se compose principalement des postes de transformation HTB/HTB ou HTB/HTA connectées par des lignes de transmission.

Dans ce papier, nous présenterons en premier lieu un aperçu général des constitutions d'un réseau de transport d'électricité, ainsi, la puissance active transitée et pertes, ensuite on va mentionner les divers défauts et leurs effets.[4],[5],[6].

En cours de fonctionnement normale les lignes de transport peuvent être affecté par un défaut fugitif, si après un isolement de courte durée, La zone concernée peut être remis sous tension, lorsqu'ils s'accompagne d'une avarie de matériel .nécessitantune intervention pour réparation ou controlee avant la remise en service.

En considération de la fonction d'un réseau de transport, et compte tenu de son coût, l'exploitant doit :

* Garantir, le plus économiquement possible, la continuité et la qualité de service aux consommateurs.

* Assurer la rentabilité de matériel d'exploitation en lui garantir une durée de vie acceptable.

Afin que, l'utilisateur puisse effectuer à bien sa tâche et surmonter toutes les difficultés, des moyens sont mis à sa disposition :

* Dispositifs de protection.

* Dispositifs d'automatismes et de surveillance

II. CONSTITUTION DU RÉSEAU DE TRANSPORT

Un réseau de transport d'énergie électrique, dont le but est d'assurer la liaison entre les sources d'énergie (centrales électriques) et les centres de consommation, est essentiellement constitué de : [7],[8],[9],[10].

- Postes de transformation HT/MT ou HT/HT.

- Lignes de transport.

Les charges les plus variés:

- éclairage
- électroménagères
- petite industries

Le niveau de tension utilisée pour le transport depend de :

- la distance entre les postes (maximum 1 kV = 1 km)
- la puissance à transiter (maximum 600 A par conducteur en HTB)

La classification des niveaux de tension en générale est :

BT	MT ou HTA	HTB ou HT	THT
230-400 V	15-20 kV	63-90 kV	150-225-400 kV

Cette classification est valable dans tous les réseaux mondiaux avec leurs valeurs propres.

Actuellement l'énergie est transitée en courant alternatif (HT et THT) par des :

- lignes aériennes (HT et THT)
- câbles à isolement sec (HT et rares cas en THT) A titre indicatif pour les lignes aériennes :
un conducteur Almélec 366mm² transite de 680 A (été) à 860 A (hiver) un conducteur Almélec 570mm² transite de 890 A (été) à 1130 A (hiver),[11],[12],[13],[14].

L'augmentation de la section ne permet pas d'augmenter proportionnellement le courant transité (effet de «périphérie»), d'où la nécessité de metre plusieurs conducteurs par phases (en THT).

III. TYPES DES LIGNES DE TRANSPORT

Les lignes HT représentent les artères du réseau de transport d'énergie électrique, il est actuellement possible de transporter de grandes quantités d'énergie électrique à travers les longues distances. Les lignes de transport peuvent être :

1- Lignes souterrains ou sous-marins

Elles sont assurées par des câbles spéciaux pour des raisons d'environnement (espace indisponible, sécurité des tiers...).

Ces câbles présentent les inconvénients d'être chers et producteurs de puissance réactive. Sachant que la majorité des lignes de transport dans le réseau Tunisien sont de type triphasé aérien, mais en France il ya un nombre considérable de ligne souterrain.

2- Lignes aériennes

La ligne aérienne est constituée d'un ensemble de conducteurs nus posés sur des isolateurs fixés à des poteaux dont la distance peut varier de quelques dizaines à quelques centaines de mètre. Les caractéristiques électriques des lignes sont :

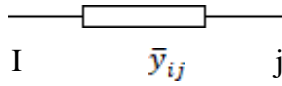
Tension d'isolement: c'est la tension de service en fonction de la puissance à transporter et la distance de transit. Elle définit les distances minimales entre les conducteurs et les pieces métalliques à la masse et les hauteurs au-dessus de sol.

L'intensité admissible: c'est l'intensité maximale que peut supporter une ligne aérienne en service continu. Cette intensité est essentiellement fonction de l'échauffement des conducteurs, le comportement des manchons et la flèche prise par les conducteurs sous l'effet de la dilatation thermique.

IV. PUISSANCE ACTIVE TRANSITÉE ET PERTES

1. Etat électrique du réseau

Une liaison entre deux nœuds est représentée comme suit :



La tension $v_i \angle \alpha_i$ et le courant

$$\bar{I}_{ij} = \bar{y}_{ij}(\bar{v}_i - \bar{v}_j) \quad (1)$$

La puissance d'entrée dans la liaison

$$\bar{S}_{ij} = \bar{v}_i \cdot \bar{I}_{ij}^* \quad (2)$$

$\bar{I}_{ji} = -\bar{I}_{ij}$ (Si l'entrée est au point j) ;

$$\bar{S}_{ji} = \bar{v}_j \cdot \bar{I}_{ji}^* \quad (3)$$

Connaitre l'état électrique du réseau (bilan de puissance) est indispensable pour la distribution de charge.

2. Chute de tension dans une phase

Il peut se produire un défaut fujitif sur une phase de ligne introduisant une chute de tension entrainant un déséquilibre dans la ligne de transport comme le montre la figure1.

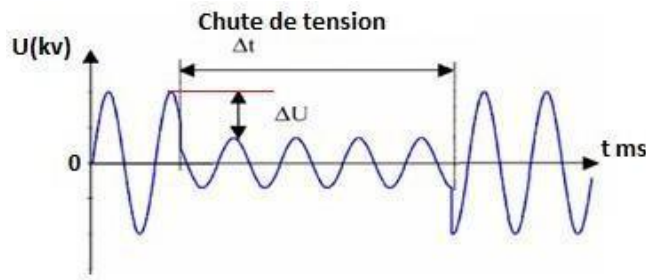


Figure1: Défaut fugitif sur une phase pendant Δt

Impacts des chutes de tension sur la qualité de l'énergie

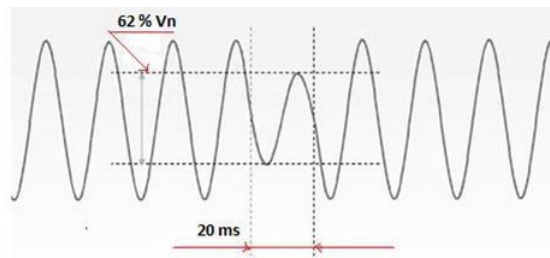


Figure 2: Fluctuation de tension sur une phase de 20 ms

3. Puissance active transitée

La puissance active transitée vers le point de consommation est P2, à travers une ligne de transport d'énergie électrique monophasé (figure 3) modéliser par une impédance série $\bar{Z} = R + j\omega L$ où l'on néglige les capacités et les conductances transversales, [15],[16],[17].

$$P_2 = V_2 \cdot I_2 \cos\varphi \text{ (W)} \quad (4)$$

$$I_2 = I_1$$

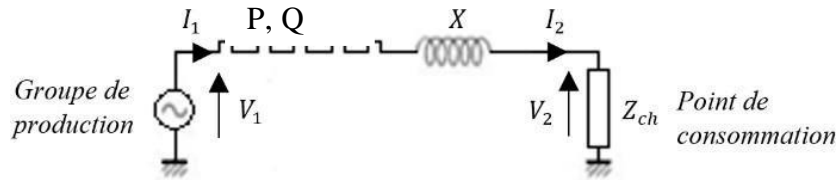


Figure 3. Schéma équivalent monophasé d'une ligne

On constate d'après l'expression de (4) que deux variables entrent en jeu pour augmenter la puissance électrique transportée. Ce sont :

- L'élévation de la tension V_2 ;
- L'augmentation du courant I_2 .

Le premier point est fondamental puisqu'il justifie le recours à l'utilisation des hautes tensions. Quand au deuxième point concernant le courant, il est lié aux dimensionnements thermiques (pertes joules) et aux chutes de tension inductives qui alourdissent la charge électrique totale et nécessitent un surcroît de production induisant à son tour un gaspillage de ressources.

Les pertes en ligne dues à l'effet Joule, ne dépendent que de deux paramètres : la résistance et le courant.

$$P_j = (r \cdot L) I^2 = (r \cdot L) \frac{P_2^2}{V_2^2 \cos^2\varphi} = \frac{\rho L}{S} \frac{P_2^2}{V_2^2 \cos^2\varphi} \quad (5)$$

avec : $r = \frac{\rho}{S}$

(Ω/km) : résistance linéique de la ligne.

L : Longueur de la ligne (km)

S : Section du conducteur (mm^2)

ρ : Résistivité du conducteur ($\Omega \cdot \text{m}$)

La résistance des lignes à haute tension n'est influencée que par la résistivité des matériaux et de la section des câbles, il est plus facile de modifier le courant transporté en augmentant la tension des lignes, à puissance équivalente, [3],[4].

En outre, la baisse d'intensité permet de réduire les chutes de tensions en ligne, étant donné plus le courant appelé est important, plus la tension au bout de la ligne décline.

On note alors pour transférer la puissance P_2 avec une faible perte, il faut que la tension V_2 soit la plus grande possible, et le facteur de puissance soit proche de 1. Une élévation du courant provoque :

Une augmentation de la densité de courant dans la ligne pouvant provoquer des échauffements prohibitifs des conducteurs (allongement, fusion) ;

Un surdimensionnement de la section des conducteurs qui peuvent devenir insupportables aux isolateurs des lignes (barres) ou difficilement maniables (câbles).

V. STRUCTURE DU CONTRÔLE

Le fonctionnement du contrôle de la demande fournit aux abonnés s'appelle conduite d'un réseau électrique, nécessitant une action de coordination.

Le système de conduit est représenté par le diagramme suivant:

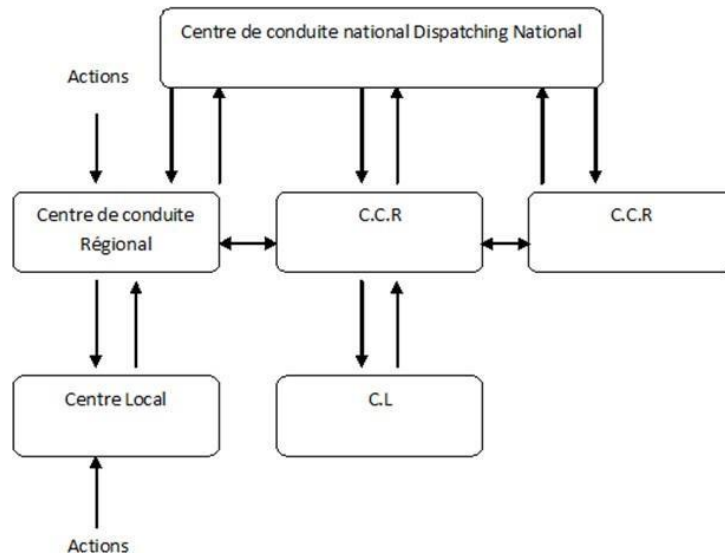


Figure 4: Structure de contrôle du réseau

VI. CONCLUSION

Pour garantir le bon fonctionnement de ligne de transport de l'électricité d'un réseau électrique il faut prévoir des techniques de protection très performant est efficace, telque la protection de distance est pratiquement facile à employer et elle est instantanée pour détecter les défauts tout au long des équipements à protégés. Par ailleurs, elle peut transmettre des données de sauvegarde fondamentales et distantes dans un meme schema, envue de l'exploiter par un système moderne intelligent comme "Intelligence artificielle".

Cette solution est parfaitement adaptée aux applications de réenclenchement automatique très rapide, pour la protection des lignes de transmission cruciale.

Par conséquent, pour que la protection soit totale, on doit diviser le réseau électrique en zones démarquées par les disjoncteurs. Toutes les zones doivent être efficacement protégées. Ainsi, les zones se chevauchent pour ne tolérer aucun endroit du réseau sans protection.

REFERENCES

- [1]. Ismail El Kafazi, Rachid Bannari, A Abouabdellah «La modélisation et l'optimisation des systèmes de production complexes ; application aux réseaux énergétiques » XèmeConférence CCSD 2015.
- [2]. Nejib Khalfaoui#1, Mohamed Salah Salhi#2, Tahar Bahi « Intelligent Protection of the Electrical Power Transmission Network " ConférenceInternationale GEEE 2023, Tunisie
- [3]. Article « Les harmoniques : à l'origine des perturbations sur le réseau électrique » Publier par Blog.matériel électrique, Novembre 2023
- [4]. Nejib Khalfaoui#1, Mohamed Salah Salhi "Effet des Harmoniques sur le RéseauElectrique" CIER 2023, Tunisie

- [5]. lignes et réseaux électriques - volume 1,2,3,4, Collection sciences et technologies de l'énergie. Auteur : Jean-Claude Sabonnadière. Editeur(s) : Hermès Lavoisier, 2007
- [6]. lignes et réseaux électriques - volume 1,2,3,4. Collection sciences et technologies de l'énergie. Auteur : Jean-Claude Sabonnadière. Editeur(s) : Hermès Lavoisier, 2007
- [7]. D Maillard Revue de l'Energie – 2010 « a modern electricity transportation grid, central french economy.RTE.
- [8]. R. Caire, « Gestion de la production décentralisée dans les réseaux de distribution », Thèse de doctorat en Génie électrique, INPG, 2004. Et al. « Dynamic réactive load model », IEEE Trans. On Power System, Vol.13,No.4, pp 1365-1372, November 1998.
- [9]. la distribution d'énergie électrique en présence de production décentralisée .Collection traité EGEM. Auteur : Jean-Claude Sabonnadière,NouredineHadjsaïd. Editeur(s) :HermèsLavoisier.Editeur(s) :Hermès Lavoisier, 2012
- [10]. M. Eremia, J.Trecat, A.Germond, « Réseaux électriques – Aspects actuels », L'Editeur technique , Bucarest, ISBN :973-31-1526-6, 2000.
- [11]. J.F Canard, « Impact de la génération d'énergie dispersée dans les réseaux de distribution », Thèse de Doctorat INPG, 2000.
- [12]. Coreso, site internet :http://www.enerzine.com /15/7015_coreso.centre-de-coordinationpour-les-grt-europeens+.html.
- [13]. European Network of transmission System Operations For Electricity (ENTSOE), site internet, <http://www.entsoe.eu>.
- [14]. Réseau de transport d'électricité (RTE), site internet : <http://www.rte-france.com>.
- [15]. A.Doulet, « Réseaux de distribution d'électricité »,Techniques de l'ingénieur, D4200.
- [16]. P.Bornard, « Conduite d'un système de production-transport »,Techniques de l'ingénieur.
- [17]. J.-L.Fraise, J.-P.Horson, « Raccordement de la production décentralisée aux réseaux de distribution », Techniques de l'ingénieur, D4241.

Simulation numérique de l'effet de la richesse et de l'ajout d'hydrogène dans un brûleur LSB pré-mélangé méthane-air proche du LBO

Malika Ladjani ^{#1}, Mohand Said Lounici ^{#2}, Ahmed Daimallah ^{#3}

[#]Mechanical Engineering Department, Faculty of Technology, M'hamed Bougara University of Boumerdes, Independence Avenue 35000 Boumerdes, Algeria

¹ m.ladjani@univ-boumerdes.dz

² mslounici@univ-boumerdes.dz

^{1a} a.daimallah@univ-boumerdes.dz

Résumé— La technologie des brûleurs à faible nombre de swirl « LSB » offre des résultats très intéressants en terme de réduction des émissions polluantes. Ces émissions peuvent être réduites par des techniques de combustion, notamment une combustion pauvre combinée à une adaptation de la stabilisation de la flamme. La technologie Dry-Low NOx apparaît comme une solution pour une combustion plus propre avec moins d'émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de monoxyde de carbone (CO). Le brûleur doit fonctionner à proximité de la limite pauvre d'inflammabilité (LBO). Le présent travail consiste en une simulation numérique de l'effet de la richesse et de l'addition d'hydrogène dans des flammes méthane-air pré-mélangées stabilisées à faible tourbillon pour des mélanges très pauvres, sur les émissions et le comportement de la flamme. Le modèle de turbulence RANS RNG k-ε couplé à un modèle de combustion partiellement pré-mélangé est utilisé. La simulation est d'abord validée à l'aide de données expérimentales disponibles dans la littérature. Les résultats montrent que la température et les émissions de NOx diminuent lorsque la richesse diminue. De plus, l'ajout d'hydrogène réduit encore davantage les émissions.

Mots clés— Brûleur à faible turbulence, LBO, combustion pré-mélangée, hydrogène.

I. INTRODUCTION

L'énergie existe sous de multiples formes, et la technologie permet sa production en grande quantité, à partir de ressources diverses, comme l'énergie fossile, hydraulique, éolienne, solaire, etc. Elle reste une préoccupation majeure sur le plan politique, économique, scientifique et environnemental. Les lois restrictives sur les émissions nocives ont motivé la recherche de nouvelles solutions concernant les ressources énergétiques. Beaucoup de ces solutions restent au stade de la recherche et sont actuellement intermittentes, encombrantes et peu rentables. La technologie des brûleurs « LSB » à faible nombre de swirl offre des résultats très intéressants en termes de réduction des émissions polluantes. Ces émissions peuvent être réduites par des techniques de combustion, notamment la combustion pauvre. La technologie Dry-Low NOx (DLN) apparaît comme une solution pour une combustion plus propre avec moins d'émissions de NOx et de CO [1]. C'est une des technologies les plus utilisées en combustion, son champ d'application reste très vaste, notamment dans les moteurs à combustion interne, les chambres de combustion des turbines à gaz, les chaudières des centrales électriques, etc. [1].

Ces brûleurs à faibles émissions de NOx doivent fonctionner dans des conditions très pauvres, proches de la limite pauvre d'inflammabilité (LBO) où la stabilité de la flamme est problématique [2]. Le concept de stabilisation de la flamme par la technologie du brûleur swirlés a été développé par Chan CK et al. Ils ont mené des recherches sur la vitesse et les propriétés d'une flamme turbulente à pré-mélange en injectant une petite quantité d'air tangentiellement dans le co-flux d'un brûleur concentrique [3]. Ce brûleur a été modifié par Cheng RK et al. avec un dispositif expérimental très utile pour l'étude de la combustion pré-mélangée [4]. L'hydrogène en tant que carburant intéressant et prometteur semble attrayant pour résoudre ce problème de stabilité et parvenir à une combustion pré-mélangée ultra-pauvre. Par conséquent, l'ajout d'hydrogène au méthane peut être une solution pour une combustion stable avec de faibles émissions [5-9].

Le présent travail consiste en une simulation numérique de l'effet de la richesse et de l'addition d'hydrogène dans des flammes méthane-air pré-mélangées stabilisées à faible tourbillon pour des mélanges très pauvres, sur les émissions et le comportement de la flamme.

II. SIMULATION NUMERIQUE

Le présent travail est une simulation numérique utilisant FLUENT. La validation du modèle est effectuée à partir des résultats expérimentaux de R.K.Cheng [5] pour un pré-mélange méthane-air dans des conditions standard ($P=1\text{atm}$, $T=298\text{K}$) à un débit de 18 m/s, un nombre de tourbillon $S=0,57$ et une richesse $\phi = 0,59$ et 40 % d'hydrogène, en utilisant le modèle de combustion partiellement pré-mélangé et le modèle de turbulence RANS RNG k- ϵ . Ensuite, l'influence de la richesse pour les mélanges pauvres proches de la limite LBO et l'ajout de 40 % d'hydrogène est étudiée.

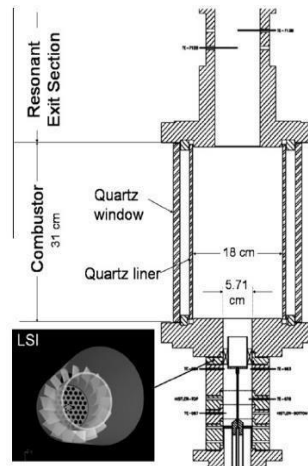


Fig. 1 Le brûleur LSB et la chambre de combustion

II.1 Modélisation du problème

Pour la présente étude, les simulations sont réalisées à l'aide d'ANSYS Fluent 16. Un modèle axisymétrique swirl bidimensionnel (2D) est adopté. La géométrie a été réalisée avec GAMBIT. La moitié de la géométrie est introduite. La figure 2 illustre notre configuration pour un brûleur à faible tourbillon.

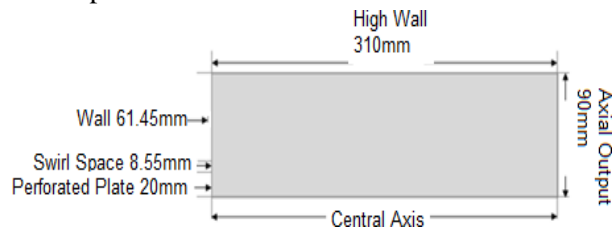


Fig.2 Structure du domaine de simulation selon Cheng et al. [5].

La buse du brûleur a un rayon de 28,55 mm. Il se compose de deux parties : la plaque perforée axiale où le mélange réactif est injecté avec une vitesse purement axiale dans un rayon de 20 mm, et un espace annulaire tourbillonné de 8,55 mm, où le mélange réactif est injecté avec deux composantes de vitesse (axiale et tangentielle).

II.2 Equations gouvernantes

Le phénomène gouvernant est de type écoulement réactif (RF). En raison d'un nombre de Mach inférieur à 0.3, à l'entrée du brûleur, la masse volumique des espèces est déterminée avec l'hypothèse de gaz parfaits incompressibles [10]. L'écoulement de fluide newtonien incompressible (méthane-air) et le transfert de chaleur dans le présent travail sont régis par des équations de conservation pour la masse, la quantité de mouvement, l'énergie et

les quantités de mouvement, l'énergie et les espèces chimiques sont utilisées pour décrire la physique des écoulements. Le rayonnement n'est pas pris en compte.

Les équations qui régissent ce problème sont : les équations de conservation (masse, quantité de mouvement, espèces chimiques et énergie).

- **Equation de continuité**

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0 \quad (1)$$

ρ est la densité du fluide et u_j est la composante de la vitesse selon la direction j.

- **Equation de quantité de mouvement**

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) = - \frac{\partial p}{\partial x_j} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u_i' u_j'}) + F_j \quad (2)$$

F_j est la force volumique dans la direction j et τ_{ij} est le tenseur visqueux.

- **Equation de l'énergie**

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j h) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D_h \frac{\partial h}{\partial x_j} - \rho \overline{h' u_j'} \right) \quad (3)$$

- **Equation des espèces chimiques**

$$\frac{\partial (\rho u_i Y_k)}{\partial x_j} = - \frac{\partial J_j^k}{\partial x_i} + \rho W_k \quad (4)$$

Pour la réalisation de notre simulation numérique, nous avons adopté le modèle de turbulence RANS k-ε RNG qui permet de prendre en compte les effets de tourbillon, il est dérivé des équations instantanées de Navier-Stokes. Sa forme est basée sur les équations de transport de l'énergie cinétique de turbulence k et de son taux de dissipation ε, mais elle inclut les améliorations suivantes :

L'énergie cinétique de turbulence k et son taux de dissipation ε sont obtenus à partir des équations de transport suivantes :

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \varepsilon - Y_M + S_k \quad (5)$$

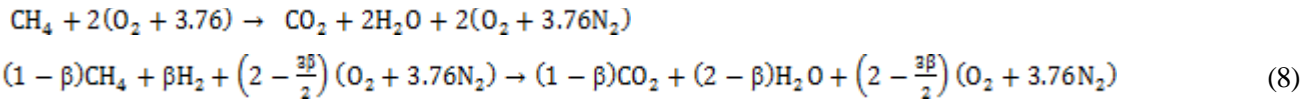
$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \varepsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{3\varepsilon} G_b) - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} + S_\varepsilon \quad (6)$$

II.3 Modélisation de la combustion

La combustion est un processus complexe, principalement associé à des champs d'écoulement de turbulence et à des réactions chimiques. Les sélections de modèles sont si importantes qu'elles affectent directement le résultat de la simulation.

Pour les flammes pré-mélangées, la turbulence mélange lentement les réactifs froids et les produits chauds dans la zone de réaction.

Dans ce travail, l'équation de la réaction chimique a été utilisée pour les deux cas CH₄-air et CH₄-H₂-air :



Le modèle de combustion partiellement pré-mélangé est utilisé dans notre étude, des modèles secondaires ont été utilisés tels que le modèle C-Equation pour le calcul de la variable de progression, le modèle d'équilibre chimique basé sur un PDF pour le couplage de la turbulence chimique et le modèle Zimont pour la détermination de la vitesse de flamme turbulente. La variable scalaire qui représente l'évolution de la réaction est notée « c » elle est définie comme l'unité (c =1) dans les gaz brûlés, entre les deux zones « c » varie entre 0 et 1(0 < c < 1). À l'aide du modèle thermique de NO, des équations supplémentaires sont injectées dans l'équation de conservation des espèces chimiques et la formation thermique de NO est déterminée par une série de réactions chimiques qui dépendent fortement de la température connue sous le nom de mécanisme de Zeldovich.

Le nombre de tourbillon est défini par l'expression suivante :

$$S = \frac{G_\theta}{G_x R_i} \quad (9)$$

G_θ est le flux de quantité de mouvement tangentielle.

G_x est le flux de quantité de mouvement axiale.

R_i est le rayon de l'injecteur.

II.2 Conditions aux limites pour le cas du méthane

II.2.1 Plaque perforée axiale

TABLE III-1: Conditions aux limites au niveau de la plaque perforée

U_0 (m/s)	U_c (m/s)	I (%)	D_h (mm)	CH_4 Mass fraction	O_2 Mass fraction	N_2 Mass fraction
18.0	10.8	10	40	0.0332	0.2254	0.7414

II.2.2 Espace annulaire tourbillonnaire

TABLE III-2: Conditions aux limites à l'espace annulaire tourbillonné

U_0	U_s (m/s)	U_{st} (m/s)	I (%)	D_h (mm)	CH_4 Mass fraction	O_2 Mass fraction	N_2 Mass fraction
18.00	19.8	16.6	10	17.1	0.0332	0.2254	0.7414

Le calcul a été considéré comme convergent lorsque le résidu pour l'équation d'énergie est égal à 10^{-8} et 10^{-6} pour les autres équations.

Le test d'indépendance de maillage a été réalisé sur une structure bidimensionnelle (2D) avec un maillage quadratique structuré uniforme. Plusieurs simulations ont été réalisées en faisant varier le nombre de nœuds, comme le montre la figure (3) :

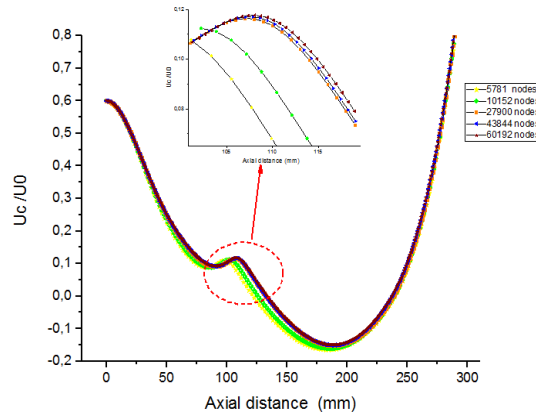


Fig.3 Vitesse axiale sur l'axe du brûleur pour différents nombres de nœuds

Selon les critères de sélection du maillage (temps de calcul, précision et exactitude), nous avons adopté le maillage de 27900 nœuds.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Validation

La validation a été réalisée en comparant les résultats obtenus à partir de la simulation numérique avec les résultats de l'étude expérimentale menée par Cheng R.K. et al. (2009).

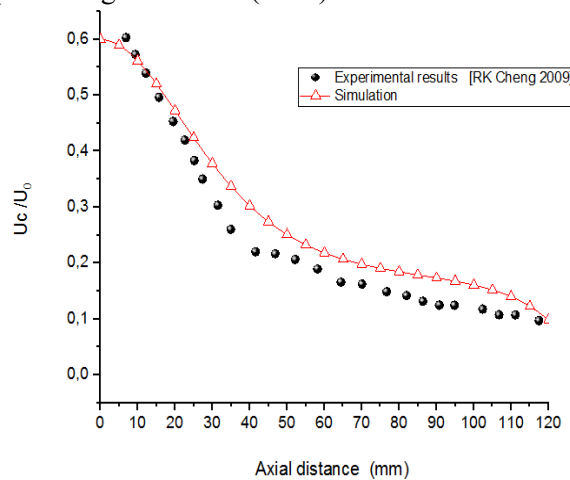


Fig.4 Validation du profil de vitesse sur l'axe du brûleur

Le profil de vitesse axiale, obtenu à l'aide du modèle de combustion partiellement pré-mélangé et de la turbulence $k-\epsilon$ RNG, est très satisfaisant par rapport aux résultats expérimentaux de Cheng et al. (2009) avec un coefficient de dispersion égale à 2,22 %.

III.2 Effet de la richesse CH4

La variation de la richesse a été réalisée afin d'observer le comportement de la flamme turbulente prémélangée du brûleur LSB en régime très pauvre (proche de la limite LBO), l'analyse de son effet a été étudiée sur plusieurs paramètres : température, vitesse, émissions de NOx et de CO.

La richesse a été variée de 0,55 à 1 pour le cas du CH4 et de 0,4 à 1 dans le cas du CH4-H2-air.

III.2.1 Effet de la richesse CH4 sur la température

La figure suivante montre l'évolution de la température pour les différentes richesses proposées :

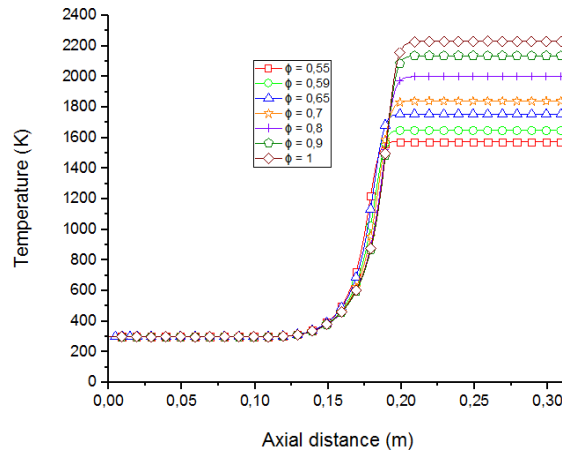


Fig.5 Effet de la richesse CH4 sur la température

Les profils de température obtenus sur la figure (5) montrent une augmentation brusque de la température, on constate que l'augmentation de la richesse augmente la température. Pour $\phi = 1$ la température maximale est atteinte avec la valeur de 2230 K et pour un $\phi = 0,55$ qui est une valeur proche de la limite de soufflage LBO, la température minimale atteint la valeur de 1574 K, en dessous de cette valeur la flamme devient instable.

III. 2.2. Effet de la richesse sur l'apparition des NOx

La figure suivante montre l'évolution des NOx pour les différentes richesses examinées :

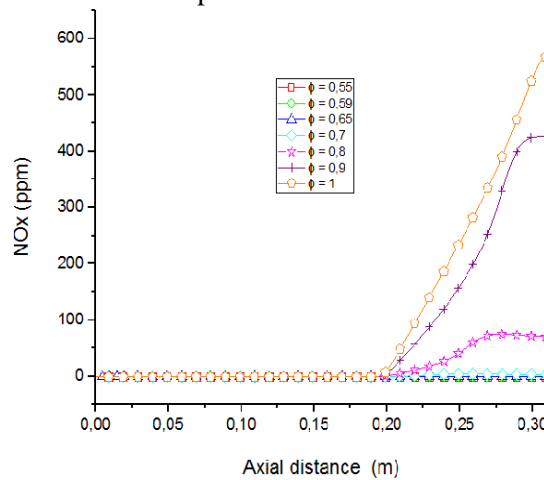


Fig.6 Effet de la richesse CH4 sur l'émission des NOx thermiques.

La figure (6) montre l'effet de la richesse du CH4 dans un mélange pauvre sur l'apparition des NOx thermiques. On constate que pour une richesse $\phi = 1$, l'émission de NOx est maximale, la production de NOx est pratiquement nulle pour les cas de $\phi = 0,55$, cela exprime que la diminution de la richesse réduit la température et par conséquent la production de NOx. On peut en déduire que l'apparition de NOx dépend essentiellement de la présence de zones à haute température.

III.3. Effet de la richesse de CH4-H2-air

III.3.1. Effet de la richesse de CH4-H2-air sur la température

L'étude de l'effet de la richesse CH4-H2-air sur la température a été réalisée sur le brûleur de R. K. Cheng et al (2009).

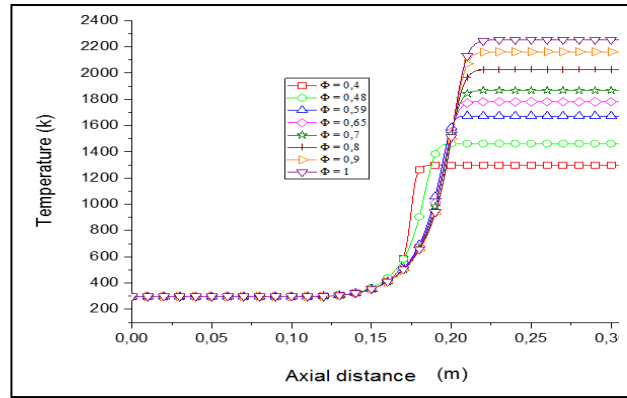


Fig.7 Effet de la richesse sur les profils de température sur l'axe du brûleur.

La figure (7) présente l'effet de la richesse sur les profils de température. On voit clairement sur ces figures que la température maximale est atteinte pour le cas stœchiométrique $\phi = 1$. Dans le domaine pauvre l'augmentation de la richesse augmente considérablement les températures jusqu'à 2254 K. Alors que pour une valeur de $\phi = 0,4$ qui est une valeur proche de LBO, la température atteint 1300K.

III.3.2. Effet de la richesse de CH₄-H₂-air sur l'apparition des NO_x

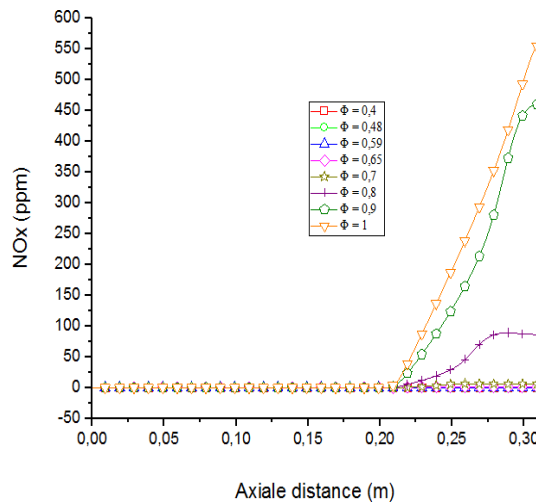


Fig.8 Effet de la richesse CH₄-H₂-air sur l'apparition des NO_x thermiques.

La figure (8) montre que la production maximale de NO_x est constatée pour le cas stœchiométrique $\phi = 1$. L'augmentation de richesse dans le cas pauvre $0,4 < \phi < 1$ crée une production importante de NO_x et cela est dû à l'augmentation de la température. L'apparition de NO_x dépend donc essentiellement de la présence de zones à haute température comme indiqué pour le cas stœchiométrique.

V. CONCLUSION

La présente étude consiste en une étude numérique de l'effet de la richesse et de l'ajout de 40 % d'hydrogène dans un brûleur LSB méthane-air sur le comportement de la flamme et les émissions de NO_x. La simulation est d'abord validée à l'aide de données expérimentales. Les conclusions suivantes sont obtenues : L'augmentation de la température est due à l'augmentation de la richesse. L'apparition des NO_x thermiques dépend essentiellement de la présence de zones à haute température. L'ajout d'hydrogène au méthane pour un rapport de 40 % améliore la combustion et réduit les émissions de NO_x.

REFERENCES

- [1] Al-Abdeli.Y.M. and A.R. Masri, "Review of laboratory swirl burners and experiments for model validation," *Experimental Thermal and Fluid Science*, vol.69, pp.178-196, 2015.
- [2] Bouziane.A,A.Alami, et al., "Investigation of Swirl Stabilized CH₄ Air Flame with Varied Hydrogen Content by using Computational Fluid Dynamics (CFD) to Study the Temperature Field and Flame Shape," *Engineering, Technology & Applied Science Research* vol.11, pp.6943-6948,2021.
- [3] Chan.C, K. Lau, et al., "Freely propagating open premixed turbulent flames stabilized by swirl," *Symposium (International) on Combustion*, Elsevier, 1992.
- [4] Bedat.B. and R.Cheng, "Experimental study of premixed flames in intense isotropic turbulence," *Combustion and Flame* vol.100,pp.485 494,1995.
- [5] Cheng.R, Littlejohn.D, et al., "Laboratory investigations of a low-swirl injector with H₂ and CH₄ at gas turbine conditions," *Proceedings of the Combustion Institute*, vol. 32,pp. 3001-3009,2009.
- [6] Littlejohn. D. and R. Cheng, "Fuel effects on a low-swirl injector for lean premixed gas turbines," *Proceedings of the Combustion Institute*, vol. 31, pp.3155-3162, 2007.
- [7] Emadi.M, Karkow.D, et al., "Flame structure changes resulting from hydrogen-enrichment and pressurization for low-swirl premixed methane-air flames" *International journal of hydrogen energy* vol.38, pp.5401-5409, 2012.
- [8] Celtek. M. S. and A. Pınarbaşı, "Investigations on performance and emission characteristics of an industrial low swirl burner while burning natural gas, methane, hydrogen-enriched natural gas and hydrogen as fuels," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol.43,pp. 1194-1207,2018.
- [9] Pashchenko.D., "Hydrogen-rich fuel combustion in a swirling flame: CFD-modeling with experimental verification," *International Journal of Hydrogen Energy* vol.45, pp.19996-20003, 2020.
- [10] J. D. Anderson Jr, *Fundamentals of Aerodynamics*, McGraw-Hill, 1991

Le bois transparent: Une innovation polyvalente au service du bien être psychologique et au service de l'architecture durable

Abdesslem Bochra^{#1}, Ons Ben Attia^{*2}, Taoufik ben Taib^{#3}

[#]design espace- Sciences Horticoles et Paysage- Sciences Horticoles, Institut supérieur de Beaux Arts de Sousse-Institut supérieur Agronomique de Chatte Mariem-Institut national Agronomique de Tunisie
Tunisie

- A. Email 1 - bochra.abdesslem@gmail.com
- B. Email 2 - tbettaib@yahoo.fr
- C. Email 3 - benattiao@yahoo.fr

Résumé— L'architecture et le design sont en constante évolution, influencés par les innovations technologiques et matérielles qui soulèvent des préoccupations en matière de durabilité et de bien-être des occupants. L'une des innovations les plus importantes de ces dernières années en matière d'architecture et de design a été la création du bois transparent. Ce produit est révolutionnaire car il combine les aspects esthétiques et environnementaux du bois avec les propriétés fonctionnelles du verre, offrant aux architectes et aux concepteurs de nouvelles possibilités d'innover en termes de conception, de construction et de style architectural.

Mots clés— innovation, bois transparent, architecture et design, durabilité, bien être psychologique

I. INTRODUCTION

Depuis l'aube des temps, l'Homme a fait du bois l'un des matériaux privilégiés et indispensables pour toute construction de bâtiments et de demeures et de toute fabrication d'objets à multiples usages. Or, au début du 21^{ème} siècle, ce matériau traditionnel s'est modernisé grâce à une création éminente, à savoir, le bois transparent : Cette innovation révolutionnaire ne se contente pas d'offrir de multiples perspectives architecturales et esthétiques, mais elle permet de faire un grand pas dans le domaine du développement durable. Dans cette perspective, les apports de cette combinaison à la fois traditionnelle et moderne répondent positivement à certains défis environnementaux actuels. Ceci se fait majoritairement lorsque la maîtrise et l'utilisation du bois transparent sont reconnues ouvertement par tous les chercheurs et les spécialistes du domaine afin qu'une technique pareille puisse avoir un grand essor. En fait, l'emploi d'un tel matériau permet de satisfaire aux besoins fonctionnels des bâtiments en se basant sur une conception architecturale moderne et crée grâce à ses propriétés des espaces qui favorisent le bien-être et la santé mentale des habitants. Il faut rappeler, dans ce sens, que la lumière du jour occupe une place de choix dans l'ensemble des éléments qui participent à la mise en place d'un cadre de vie sain. En effet, elle contribue de manière déterminante à notre bien-être psychologique, en agissant sur notre humeur, notre productivité et notre santé en général. Pour mettre en place des espaces harmonieux avec l'environnement extérieur, il faut que leur conception architecturale laisse pénétrer amplement la lumière naturelle. De ce fait, se tisse un lien direct avec la nature qui est essentiel à notre psychologie, assurant par conséquent des effets apaisants et relaxants. Grâce à des équipements intégrés dans l'aménagement intérieur comme les jardins, et les façades vitrées, les limites entre le dedans et le dehors sont brouillées, ce qui permet aux habitants de vivre une expérience visuelle riche et d'éprouver un sentiment de liberté, de bien-être et d'agrément. Nous pouvons déduire de ce qui précède la problématique centrale de cet article, qui est la suivante :

A quel point l'emploi du bois transparent dans le champs de la conception architecturale permet-il de réussir des constructions durables en favorisant le bien être des habitants et quels sont les défis techniques et économiques liés à la production de ce type de construction que l'on peut rencontrer à grande échelle ? Cette problématique nous offre l'opportunité d'examiner de nombreux aspects fondamentaux portant sur deux volets :

La contribution à la durabilité environnementale : Identifier la façon dont le bois transparent, en le considérant comme un matériau renouvelable et énergétiquement efficace, permet de minimiser les déchets carboniques des constructions et d'accroître leur efficacité énergétique.

La contribution au bien-être psychologique : étudier les apports psychologiques et sanitaires de la diffusion de la lumière naturelle grâce à l'intégration du bois transparent dans les habitats. En se basent pour ce faire sur l'analyse des rythmes circadiens, la productivité et le confort visuel.

II. UNE INNOVATION MATERIELLE POUR LE DESIGN ET L'ARCHITECTURE

A. DESCRIPTION

Le bois transparent, conçu par Junyong Zhu accompagné des chercheurs de l'Université du Maryland et de l'Université de Colorado ouvre une voie prometteuse vers l'architecture de demain. Ces derniers ont démontré que cette matière admet des propriétés qui surpassent le verre fréquemment utilisé. Les résultats de cette recherche ont été célébrés et publiés dans « *Le Journal of Advanced Functional Materials* ».

A partir du bois de sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) et à l'aide de produits chimiques, les chercheurs ont minutieusement préservé les structures essentielles du bois tout en extrayant la matière de lignine. Ainsi, ont-ils obtenu un bois transparent dans un intervalle de deux heures. L'on peut noter donc que, à l'instar des autres produits de construction, qui passent par un processus de fabrication et de traitement, le bois transparent n'est pas totalement composé de matière naturelle. Il a subi l'ajout de proportions variables d'additifs, mais, il présente l'avantage d'être légèrement transformé, contrairement à d'autres matériaux traités.

B. CARACTERISTIQUES

Le bois transparent combine à la fois l'aspect transparent du verre et les caractéristiques mécaniques du bois. Ce matériau présente plusieurs spécificités distinctives. D'abord, l'on obtient la transparence de ce matériau en dégageant du bois une matière appelée lignine, responsable de la couleur du bois. En 2016 précisément, des chercheurs de l'Institut royal de technologie du KTH, à Stockholm, ont suivi les étapes de l'élimination de cette substance des parois cellulaires du bois de balsa et ont incorporé de l'acrylique pour réduire la diffusion de la lumière. La lignine a été par la suite remplacée par la résine pour laisser faufler la lumière extérieure. Ce processus permet d'avoir une matière à la fois plus légère que le verre régulier et aussi solide, flexible et résistante qui garde toujours une partie de la texture et du grain du bois d'origine. Son utilisation dans les diverses applications devient durable et sûre. En sus, le processus de fabrication du bois transparent entraîne beaucoup moins de dégâts envers l'environnement que celui du verre ou des plastiques, tout en employant le bois, ressource naturelle renouvelable. En termes d'efficacité énergétique, le bois transparent l'emporte sur le verre traditionnel. En effet, il aide à maintenir la chaleur ou la fraîcheur à l'intérieur d'un bâtiment grâce à l'ajout du polyéthylène glycol (PEG).

La référence [7] montre et explique bien ce phénomène « *En 2016, nous avons montré que le bois transparent possédait d'excellentes propriétés d'isolation thermique par rapport au verre, associé à une transmittance optique élevée, explique Céline Montanari, principale auteure de l'étude. Dans ce travail, nous avons essayé de réduire encore plus la consommation d'énergie du bâtiment en incorporant un*

matériau capable d'absorber, de stocker et de libérer de la chaleur. Nous avons ici choisi le PEG pour sa forte affinité pour le bois ». (Louvet, 2019)

Le PEG est défini comme un matériau à « changement de phase ». Il s'agit d'un solide qui fond à une certaine température (qui peut être ajustée). En effet, lorsqu'il fait chaud le jour, le matériau absorbe la chaleur entrante, permettant ainsi de maintenir l'intérieur au frais et inversement la nuit. Le PEG redevient solide et libère la chaleur emmagasinée à l'intérieur du bâtiment. L'on peut de ce fait maintenir une température constante dans la maison.

Comme l'indique la référence [7] « *Nous avons non seulement réussi à rendre le bois transparent afin qu'il puisse transmettre la lumière, mais nous avons également ajouté une fonctionnalité supplémentaire : le stockage de chaleur, poursuit la chercheuse. Cela signifie que ce bois remplit des fonctions très exigeantes dans le secteur du bâtiment : transparence pour réduire l'éclairage artificiel, et stockage de la chaleur pour réduire les pertes d'énergie* ». (Louvet, 2019)

Cette nouvelle matière agirait comme une sorte de « batterie thermique » capable de restituer la chaleur au besoin, sans toucher à l'intimité de l'espace intérieur. En d'autres termes, le bois transparent est flou, à la manière d'un verre dépoli. Cependant, bien que les premiers prototypes soient réussis théoriquement, il reste à voir si le processus de fabrication pourrait être commercialement viable. Si tel est le cas, alors le bois – plus écolo que le plastique ou le béton– pourrait un jour se présenter comme le matériau de construction à la mode.

C. DOMAINE D'UTILISATION

L'abondance des produits qui nous entourent a certes des conséquences inévitables sur l'environnement naturel et cette course industrielle déchainée créée par l'homme va à l'encontre de la nature et de nous-mêmes. La production de plastiques transparents constitués de polycarbonate et de poly méthacrylate de méthyle (PMMA) qui remplacent le verre à l'intérieur et à l'extérieur en est le meilleur exemple. Ils sont utilisés dans une large gamme d'applications, telles que les fenêtres et les vitres.

Il s'agit donc d'un formidable défi qui s'est lancé dans le monde d'architecture où l'on peut intégrer ce nouveau matériau, à la place du verre et du plastique, dans les murs, les cloisons intérieurs, les plafonds transparents, les serres transparentes et dans les toitures des différentes constructions. Il est également utilisé dans l'ameublement et la décoration comme pour le revêtement des façades des bâtiments, sans oublier qu'il peut être exploité pour réaliser les ouvertures extérieures et intérieures des bâtiments.

Le bois transparent est un matériau écologique qui peut minimiser le recours effréné au verre et aux plastiques transparents, tout en diminuant significativement la pollution pour maintenir l'équilibre écologique. C'est un élément qui vient de la nature pour la protéger, un matériau de la nature pour la nature.

III. UNE ARCHITECTURE EN HARMONIE AVEC LA NATURE

A. UNE INNOVATION DE LA NATURE POUR LA NATURE

Il est impossible de parler des êtres humains indépendamment de la nature, ils lui sont étroitement liés et dépendants. En effet, la nature reflète l'impact de l'intervention de l'Homme dans les écosystèmes, en polluant l'environnement par l'industrialisation de matériaux polluants, vraie menace envers l'équilibre fragile de notre planète.

D'où, l'architecture, entre autres, doit être en harmonie et en symbiose avec la nature ; elle doit miser plutôt sur la qualité que la quantité. Les architectes et les concepteurs doivent choisir correctement les matériaux et adopter la posture des citoyens plus conscients qui encouragent la transition d'une société consummatrice et irresponsable à une société ayant une conscience environnementale et appliquant une architecture écologiquement responsable. Il s'avère intéressant dans cette perspective d'aborder les notions du développement durable au sein de l'architecture et de remplacer quelques éléments de construction par le bois transparent afin de réduire l'impact de la pollution environnementale en cours.

L'étude et l'évaluation des conséquences de cette innovation sur l'environnement s'effectuent sur plusieurs niveaux, selon différents critères. Pour ce faire, Il faut analyser le taux des additifs chimiques

ajoutés au matériau en question, la consommation d'énergie, les déchets produits lors de l'exploitation, les pollutions et gaz à effet de serre émis et le taux et les types des énergies et des émissions dégagées sur l'ensemble de la durée de vie, qui déterminent la durée de vie du matériau. Le recours au bois transparent dans la conception et la construction minimise les effets polluants liés à la fabrication de plastiques transparents et de verre. Ses bénéfices écologiques font l'objet d'une analyse scientifique citée ci-dessous :

D'une part, l'exploitation du bois transparent réduit les émissions de (CO₂) car sa production nécessite une énergie négligeable par rapport à celles du verre et des plastiques transparents et fait intervenir des processus chimiques moins intensifs. D'une part, l'exploitation du bois transparent réduit les émissions de (CO₂) car sa production nécessite une énergie négligeable par rapport à celles du verre et des plastiques transparents et fait intervenir des processus chimiques moins intensifs. D'autre part, le processus de production de plastiques transparents génère une quantité abusive de (CO₂) et de (CH₄) à cause des taux de pétrole et d'énergie employés. De tels effets provoquent des changements et des déséquilibres climatiques. La même chose s'applique à l'industrie du verre qui, nécessitant des températures très élevées, consomme donc une grande quantité d'énergie et émet également le (CO₂) .

La référence [6] montre bien l'augmentation du CO₂ au fil du temps « *Ainsi, depuis le début de la révolution industrielle il y a environ deux siècles, la quantité de CO₂, dans l'atmosphère a augmenté de 30%. Cette augmentation inquiète les scientifiques, car elle entrainera un réchauffement de la planète et peut-être un changement climatique dans les prochaines années, par effet de serre* » (Hulot, 2006, p. 54)

Vu cette augmentation immodérée du CO₂, il devient incontournable de chercher à remédier à cette catastrophe environnementale éventuelle. D'après woodoo, une entreprise spécialisée en biotechnologie qui transforme le bois en matériaux high-tech, l'utilisation du bois peut remplacer le béton en tant que matériau de construction, sans risque d'émission abusive de CO₂ lors de sa fabrication. Comme indiqué dans l'interview de la référence [1] « *Notre objectif est d'aider à décarboner l'industrie, le bois est le piégé à Carbone le plus efficace à cette planète.... Dans la transformation de nos matériaux on va émettre peu de Carbone beaucoup moins, par exemple, que le béton quand il est produit globalement, pour 1m³ de béton on va dégager presque 900 kg de CO₂ alors qu'avec nos procédés, pour 1m³ de bois Woodoo, on va piéger 650 kg de CO₂ par m³* » (Boitouzet, 2022)

De plus, l'utilisation du bois transparent permet de s'investir en une ressource renouvelable et biodégradable qui se décompose et disparaît dans la nature, ce qui assure une meilleure gestion des déchets accumulés, contrairement au recours au plastique qui a un impact naturel néfaste et nocif.

Finalement, l'on ne peut pas négliger que la comparaison des taux d'utilisation de produits chimiques toxiques entre le processus de fabrication du bois transparent et celui du verre et des plastiques montre, en fait, que le matériau innovant dont nous parlons utilise une très faible quantité de produits chimiques par rapport aux autres éléments précédemment mentionnés.

B. VERS UNE ARCHITECTURE ECORESPONSABLE ET DURABLE

D'après Mme Gro Harlem Brundtland, ancienne Première ministre norvégienne, le développement durable, équivalant français de l'expression anglaise « sustainable development » formulée la première fois à l'occasion du « Sommet de la terre à Rio de Janeiro », est défini comme l'indique la référence [2] « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». (Brundtland, 1987)

C'est un concept qui relie trois piliers essentiels, à savoir la bonne gestion économique, la sauvegarde de l'environnement, et le progrès social. Suite à la définition du développement durable nous nous proposons d'élucider le principe de l'architecture durable qui s'aligne étroitement avec la définition officielle de ce premier concept.

L'architecture durable, qui porte d'ailleurs différentes dénominations dont l'éco-architecture, l'architecture écoresponsable, l'architecture verte, et viable, etc, pourrait être définie suivant une formule qui se place au cœur des trois piliers du développement durable. C'est une approche qui respecte à la fois la nature, la santé et le confort de l'homme. Construire écologiquement signifie adopter une manière qui

visée à minimiser l'impact de l'architecture sur l'environnement en offrant aux habitants un confort optimal et une énergie maximale. Cette approche ne rejette pas l'idée de la construction ou de la conception industrielle mais elle les dirige d'une manière différente et responsable, en tenant compte des risques que les générations futures peuvent courir.

Selon la référence [10], cette approche éco-responsable est également appelée « *bâtiment biosourcé* » (Pissaloux, 2017) l'objectif ultime de cette appellation est d'encourager l'exploitation des ressources locales qui vont par la suite renforcer le réseau économique et dynamiser le secteur d'éco-industries grâce à un ensemble de choix très variés de matériaux pour avoir une large gamme de produits. On distingue à ce titre différentes dénominations mais le concept et l'objectif reste toujours centré autour des trois piliers déjà cités.

Alors, en vue de suivre ce concept écologique, le designer ou bien l'architecte doit accorder une attention bien particulière à la nature du matériau choisi pour pouvoir adopter une nouvelle méthode de conception spatiale, écologique et durable. « *L'architecture durable s'efforce en outre d'utiliser des matériaux à forte inertie (qui restituent l'énergie la nuit), et de privilégier des matériaux peu polluants, issus de ressources renouvelables (comme le bois produit localement)* ». (Pissaloux, 2017). Partant du postulat du dictionnaire *Collectivités territoriales et Développement Durable*, la référence [10] on peut confirmer que le bois transparent est un matériau prometteur capable de pousser l'humanité vers la durabilité grâce à son origine végétale, lui garantissant la durabilité de sa matière première et que son utilisation est considérée comme un outil de progression dans le champ de l'architecture écoresponsable.

IV. LE BOIS TRANSPARENT : UNE CLE POUR LE BIEN-ETRE PSYCHOLOGIQUE

Le bois transparent a un impact remarquable et sur l'ambiance du contenu, puisqu'il agit sur l'ambiance lumineuse naturelle, et sur le contenant, grâce à l'aspect esthétique que ce matériau offre. La conception d'espaces bien éclairés par la lumière naturelle peut avoir un effet significatif sur notre bien-être. Deux approches seront adoptées pour analyser l'impact des espaces éclairés naturellement et abondamment sur notre santé psychologique ; la première est une approche esthétique, la deuxième est une approche fonctionnelle.

A. IMPACT DES ESPACES ECLAIRES NATURELLEMENT SUR NOTRE SANTE PSYCHOLOGIQUE : APPROCHE ESTHETIQUE

1) D'une conception éclairée vers une intention d'ambiance sensorielle : La lumière est un élément architectural

Intangible, c'est une composante de l'objet architectural au même titre que l'enveloppe ou l'espace tel que cité dans la référence [3] « *La lumière est un élément constitutif de l'espace qui l'organise, le délimite par son immatérialité et le rythme par son mouvement.* » (CHELKOFF Grégoire et HIBAUD Jean-Paul, 1992)

La lumière naturelle offre aux architectes et aux designers un moyen de créer des espaces architecturaux créatifs et esthétiquement attrayants. En la manipulant habilement, ils peuvent mettre en valeur les caractéristiques architecturales, créer des jeux d'ombre et de lumière, et renforcer l'expérience spatiale.

Ainsi, cette ressource naturelle devient-elle un élément clé permettant de créer des environnements visuellement riches et inspirants. Il s'agit, dans ce sens, d'une composante puissante, agissant comme un pinceau qui donne vie aux espaces et crée des atmosphères uniques. L'utilisation judicieuse de la lumière naturelle permet de transcender les simples murs et de transformer les bâtiments en des œuvres d'art vivantes.

L'éclairage naturel est généré par la répartition de la lumière naturelle pénétrant l'espace construit, résultant de sa propagation à travers l'enveloppe et de la réflexion de celle-ci par les matériaux constituant le bâtiment. L'intrusion de la lumière naturelle dans l'espace intérieur crée une interaction entre l'espace et cette dernière. Dans cette dynamique, les ombres, qui en résultent, jouent un rôle essentiel. En effet, ce jeu de clair-obscur rend plus saillants les volumes et les profondeurs de l'espace en question. Ainsi, une expérience visuelle plus riche s'offre au percepteur, en mettant en avant les détails de la conception et en

apportant des effets visuels supplémentaires. L'on révèle encore plus la texture et la forme de différentes surfaces impliquées dans l'espace. Cela se fait en accentuant les particularités esthétiques des murs ou en y ajoutant d'autres couches visuelles. Elles peuvent guider le regard et orienter les mouvements à travers l'espace, en ajoutant une dimension de perspective et de profondeur. Les architectes et designers utilisent les ombres pour créer des ambiances spécifiques qui influencent notre état d'esprit et notre perception des espaces. L'on produit une atmosphère amène et calme, idéale pour les espaces résidentiels ou les lieux de détente par des pénombres douces et diffuses. Les rideaux légers, par exemple, laissent passer une lumière atténuée et créent des pénombres délicates qui adoucissent l'espace. En contrepartie, on peut ajouter à l'espace une touche de drame si l'on implique des ombres opaques et contrastées. Il s'agit d'un procédé fréquemment utilisé dans certains lieux publics pour mettre en valeur des éléments architecturaux ou des œuvres d'art. Or, le recours à la lumière naturelle changeante peut créer une ambiance dynamique et vivante, avec des espaces ouverts permettant aux ombres de se déplacer et de changer au cours de la journée. Il en résulte donc un environnement en constante évolution.

Le Corbusier, l'un des architectes qui défendent l'emploi de lumière comme matière, affirme dans son ouvrage qui est présenté comme l'indique la référence [4] « *l'architecture est le jeu savant correct et magnifique de volumes assemblés sous la lumière et les éléments architecturaux sont la lumière et l'ombre, le mur et l'espace* » (Corbusier, 1923)

Autrement dit, l'on intègre ingénieusement la lumière dans la conception architecturale pour éclairer l'espace, le sculpter et pour créer des ambiances riches, influençant ainsi notre perception et notre bien-être. Par un jeu de clair-obscur, les architectes peuvent concevoir des environnements esthétiquement plaisants et psychologiquement bénéfiques. La lumière naturelle et les ombres transforment nos espaces de vie et de travail, ajoutant une dimension poétique et vivante à l'architecture contemporaine. L'ambiance lumineuse, au même titre que l'ambiance sonore ou olfactive, résulte de notre perception de l'éclairage et de l'espace construit. Elle peut être décrite à travers les effets lumineux qui la composent, contribuant ainsi à l'expérience globale d'un espace.

Le but de l'ambiance lumineuse naturelle est déterminé par les effets qu'elle crée dans l'espace. La perception de l'éclairage relie l'homme à l'objet architectural, et crée les conditions nécessaires d'émergence de l'ambiance lumineuse. C'est donc au cours de l'usage qu'il y a génération de l'ambiance lumineuse par le biais de la perception visuelle. C'est dans ce sens que l'éclairage est un révélateur de l'expérience du lieu tel que le mentionne la référence [8] (Millet, 1996). A partir d'une ambiance lumineuse on peut parler d'une intention d'ambiance. En effet, c'est l'idée d'une ambiance qu'un architecte souhaite créer dans le projet architectural. L'objet architectural est conçu selon la perception éventuelle des usagers. Comme dans [5], l'architecte cherche à concrétiser une sensation. (Didier Faucher, 2000). Il imagine l'impression qu'auraient les percepteurs de son objet architectural. Alors les intentions d'ambiance sont liées à la perception du designer. Sa perception est le fruit de son expérience professionnelle, Une intention d'ambiance est donc toujours une référence à une ambiance vécue. En effet, en jouant sur les objets perçus, les intentions d'ambiance définissent les modalités de présence des objets pour la perception de l'utilisateur. C'est dans ce contexte que les intentions d'ambiance sont l'expression de la relation entre l'ambiance lumineuse naturelle et le phénomène perceptif de l'espace.

2) *L'espace transparent : une immersion de l'intérieur vers l'extérieur* : A travers la transparence créée par ce nouveau

matériau, la structure architecturale peut être comparée à un filtre de lumière naturelle, grâce à son interaction avec les phénomènes physiques. Elle facilite la tâche de façonner l'éclairage intérieur en s'appuyant sur un outil extraordinaire qui offre une immersion fluide entre l'intérieur et l'extérieur et respecte à la fois l'environnement et le principe du développement durable. L'optimisation de l'éclairage naturel prend donc place au sein de la conception architecturale grâce au bois transparent qui permet, entre autres, d'intégrer les différentes sources naturelles de l'éclairage telles que le ciel et l'environnement.

Cette innovation encourage davantage à surpasser les limites de la conception traditionnelle qui séparent l'espace intérieur à l'environnement extérieur, permettant l'établissement d'une dualité harmonieuse ; être à la fois dedans et dehors. En effet, la construction architecturale transparente devient une passerelle vers la nature grâce à son mur rideau et à ses grandes baies vitrées qui se positionnent au lieu des murs opaques, offrant aux habitants des vues panoramiques sur le paysage extérieur et noyant les espaces intérieurs de lumière naturelle abondante. Cette transparence joue le rôle d'une illusion qui crée la sensation d'un espace agrandi vu que les limites entre le dedans et le dehors deviennent floues. Le bois transparent joue un rôle crucial dans cette immersion. En laissant l'entrée libre à l'intérieur, les sous-espaces s'éclairent d'une manière uniforme et changeante, suivant les phases de la journée et des saisons.

Les espaces qui sont enrichis de cette lumière dynamique transforment les intérieurs en espaces de vie chaleureux et pleins de vie. La présence d'un tel matériau translucide dans une conception spatiale renforce la connexion avec l'environnement extérieur tout en créant une atmosphère harmonieuse et sereine. L'architecture transparente peut également offrir aux habitants une meilleure qualité d'habitat par la ventilation naturelle et la circulation de l'air frais qu'elle procure.

En outre, les terrasses, les patios ou bien les jardins qui sont, à l'origine, des espaces extérieurs, se transforment en prolongements cohérents avec les espaces intérieurs grâce au bois transparent qu'on peut retrouver soit dans les portes coulissantes soit dans les ouvertures pivotantes. Une nouvelle expérience sensorielle s'offre de cette manière à l'individu, bercé dans un milieu naturel dont les limites avec l'intérieur sont brouillées. Il est à noter que la nature joue un rôle crucial dans la réduction du stress et l'amélioration du bien-être général. Éprouver la sensation d'être bercé par la nature à l'intérieur transforme un simple espace d'habitat en un havre de paix véritable.

Pour conclure, la conception architecturale transparente offre aux habitants des environnements de vie à la fois fonctionnels et esthétiquement attirants, grâce à la fusion harmonieuse qu'elle crée entre le dedans et le dehors.

B. L'IMPACT DES ESPACES ECLAIRES NATURELLEMENT SUR NOTRE SANTE PHYSIOLOGIQUE : APPROCHE FONCTIONNELLE.

1) Le rôle des espaces éclairés dans la régulation du sommeil : Notre rythme de vie exige parfois de rester cloîtrés dans

nos bureaux, nos maisons, exposés à un éclairage insuffisant. L'éclairage sert de lien entre les sources de lumière naturelle et la perception qu'a l'observateur de l'environnement urbain et de l'objet architectural. Pour notre corps, l'éclairage n'est pas seulement associé à la perception visuelle, mais a également un effet physiologique. Il permet de se sentir mieux et d'être plus énergétique et plus concentré. La simple exposition à la lumière naturelle du jour peut avoir un impact positif sur notre bien-être global. Néanmoins, la lumière du soleil n'est pas assez présente dans les espaces d'aujourd'hui pour synchroniser notre horloge biologique. D'où, certains troubles apparaissent : troubles d'humeur ou de sommeil principalement. Comme indiqué dans [11] « *Des chercheurs italiens ont mené une étude portant sur plus de 600 patients atteints de troubles émotionnels et hospitalisés à l'Hôpital San Raffaele de Milan, ils ont observé que les durées d'hospitalisation étaient plus courtes pour les patients situés dans l'aile Est, exposée au soleil* » (Tourre, 2007)

En effet, la lumière naturelle intervient significativement dans la régulation de notre cycle de sommeil, améliorant de ce fait notre humeur et notre santé en général. En d'autres termes, elle augmente la sécrétion de l'hormone du bonheur, la sérotonine et réduit les niveaux de cortisol, hormone du stress. Une exposition équilibrée à la lumière naturelle favorise un rythme circadien sain, ce qui agit sur la qualité du sommeil et du réveil. En revanche, une exposition insuffisante à la lumière naturelle peut perturber notre horloge interne, entraînant des problèmes d'insomnie.

2) Les espaces éclairés et leur effet sur la productivité et sur la concentration : La productivité et la concentration

humaine sont directement influencées par la lumière naturelle. Selon plusieurs études, les employés exposés à une lumière naturelle adéquate et modérée pendant la journée témoignent d'un rendement plus efficace ; ils sont plus alertes, plus efficaces et commettent moins d'erreurs. En plus, les espaces éclairés naturellement offre un champ propice à la créativité. En conséquence, l'utilisation du bois transparent pour augmenter l'éclairage naturel dans les espaces de travail ou d'apprentissage est devenue primordiale.

3) *Les espaces éclairés : source de vitamine D* : Lorsque le corps humain est exposé au soleil, une vitamine, appelée

"vitamine du soleil" est synthétisée sur la peau, à savoir, la vitamine D. Elle est nécessaire sur le plan physique pour absorber le calcium et protéger les os. Le système immunitaire en dépend pour agir contre certaines maladies chroniques. Sur le plan psychologique, la lumière naturelle prévenue du soleil améliore l'humeur et favorise la créativité de l'être humain. Elle réduit également les symptômes de la dépression et de l'anxiété.

Grâce à l'application de la luminothérapie, il est possible de confirmer que la lumière procure un soin naturel capable d'améliorer l'état physique et psychique des individus. C'est ainsi qu'elle accélère leur guérison, et c'est pour cette raison qu'il faut éclairer en permanence les espaces cliniques à l'aide d'une source naturelle de lumière, afin d'en tirer profit. De plus, grâce à ce concept, l'efficacité énergétique et écologique se trouve remarquablement améliorée ; L'usage de la lumière naturelle et de la ventilation réduit celui des sources énergétiques artificielles et nocives. D'où, l'on peut mettre en place des habitats en harmonie avec l'environnement extérieur.

V. CONCLUSION

Les déchets qui résultent de l'industrie et des travaux de construction s'accumulent au fil du temps et empêchent le rétablissement de l'écosystème. L'homme court vers sa propre perte dans une planète en détérioration perpétuelle. De ce fait, le public doit être sensibilisé à ce problème pour préserver le monde vivant. Il s'avère impératif d'adopter des démarches plus responsables envers la planète. En réalité, l'homme, peu conscient aux menaces écologiques, contribue à l'effondrement de l'environnement. Ceci risque fortement de causer un déséquilibre permanent et incurable dont souffrirait et physiquement et psychologiquement les générations futures. Le développement durable est l'une des solutions impérieuses à prendre en considération et à favoriser pour une meilleure qualité de vie.

L'analyse réalisée sur les propriétés du bois transparent et sur son impact sur l'environnement et sur l'homme démontre sa capacité d'apporter aux usagers le confort nécessaire, tout en respectant l'environnement et ses spécificités. En tant que designer et architecte, on doit encourager l'exploitation des nombreux bienfaits que peut procurer le bois transparent pour notre bien-être et pour notre environnement. Dans cette perspective, nous trouvons que c'est important de concevoir des espaces d'habitations, de travail, de loisir et surtout de soins, en intégrant la translucidité de ce type de bois comme composante essentielle laissant faufile abondamment la lumière naturelle, pour une meilleure qualité de vie. Nous pouvons donc confirmer que l'optimisation de la lumière par l'intermédiaire du bois transparent est une démarche polyvalente agissant à la fois sur l'architecture durable et sur l'état psychologique. Elle permet de profiter des ressources naturelles renouvelables et mène vers un avenir prometteur dans le domaine de l'architecture et du design.

Pour conclure, nous pouvons également ajouter que chaque période de l'histoire a été imprégnée par l'usage d'un matériau bien spécifique. Le XIXe siècle par exemple, a été l'époque du fer marquée par la révolution industrielle et la construction de la fameuse Tour Eiffel. Le XXe siècle a été l'âge du béton marqué par la croissance urbaine. Tandis qu'au XXIe siècle, c'est l'ère des matériaux écologiques et de la construction durable. C'est une période marquée par le recours à des matériaux d'origine naturelle, notamment le bois transparent.

ACKNOWLEDGMENT

Je voudrais dans un premier temps remercier, Michael Shell pour le développement et la maintenance des fichiers de style IEEE LaTeX qui ont été utilisés dans la préparation de ce modèle. J'aimerais adresser un remerciement particulier aux autres contributeurs pour leurs efforts afin que cet article soit dans les normes .

REFERENCES

- [1] Boitouzet, T. (2022, 05 05). Interview de Timothée Boitouzet sur le site Gouvernement.fr. *tous écologistes*. Récupéré sur <https://www.youtube.com/watch?v=lFLXqla9r50>
- [2] Brundtland, G. H. (1987). *Notre avenir à tous [Our Common Future] Gro Harlem Brundtland*. la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies.
- [3] [Chelkoff et Thibaud, 1992] CHELKOFF, G. et THIBAUD, J.-P. (1992). *Les mises en vue de l'espace public*. Rapport technique, Centre de recherche sur l'espace sonore et l'espace construit, École d'architecture de Grenoble.
- [4] Corbusier, L. (1923). *Vers une nouvelle architecture*. (W. & Brewer, Éd.) New York.
- [5] Didier Faucher, M.-L. N. (2000). *Playing with design intents: integrating physical and urban constraints in CAD*. *sciencedirect*, 93-105.
- [6] Hulot, N. (2006). *Ecoguide de A à Z*. (E. I. midi, Éd.) France: Libiro.
- [7] Louvet, B. (2019, 04 08). *sciencepost* . Récupéré sur sciencepost : <https://sciencepost.fr/construction-de-demain-un-bois-transparent-qui-stocke-et-libere-de-la-chaaleur/>
- [8] Millet, M. S. (1996.). *Lumière révélant l'architecture*. Société Van Nostrand Reinhold.
- [9] N. HOYET, *Matériaux et architecture durable – Fabrication et transformations, propriétés physiques et architecture*, Dunod, 2013, 256 p
- [10] Pissaloux, J.-L. (2017). Dictionnaire Collectivités territoriales et Développement Durable. *Architecture durable* , pp. pp. 48-52.
- [11] Tourre, V. (2007). *Simulation inverse de l'éclairage naturel pour le projet architectural*. Université de Nantes.

