

# LES CAHIERS DE L'IFID

N°5 : Juin 2023

1. Exchange rate misalignment and pass-through in Tunisia
2. Concurrence Bancaire et Stabilité Financière : Cas du Secteur Bancaire Tunisien
3. Conception d'un produit d'assurance indiciaire sécheresse agricole
4. Conception et performance de la CGCI-PME : Etude comparative
5. Le Crédit Scoring comme outil de gestion du risque de crédit  
« Etude comparative entre la régression logistique et les réseaux de neurones artificiels »
6. Enjeux du développement des services de paiement électronique en Tunisie

***L'IFID n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les différents articles. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.***

**RESPONSABLE DES CAHIERS DE L'I.F.I.D**  
**Adnène Gallas**

**COORDINATION**  
**Khaled Zouari**

## **Comité de Lecture**

(Par ordre alphabétique des noms)

### **PROFESSEURS UNIVERSITAIRES**

---

**Olfa Ben Ouda**  
**Salah Boumaiza**  
**Néji Bouslama**  
**Jameleddine Chichti**  
**Mohamed Daouas**  
**Riadh El Ferktaji**  
**Marjène Gana**  
**Dorra Hmaied**  
**Farouk Kriaa**  
**Mongi Safra**  
**Abderrazak Zouari**  
**Amel Zenaidi**

### **PROFESSIONNELS DE LA BANQUE**

---

**Chokri Ghanmi Ben Abda**  
**Radhouane Gouja**  
**Wafa Slimène**

### **PROFESSIONNELS DE L'ASSURANCE**

---

**Mohamed Najed Ksouri**  
**Ghazi Oueslati**  
**Mohamed Zouari**

# SOMMAIRE

---

Présentation de la Revue de l'IFID par le Professeur *Farouk KRIAA*

---

1. *Exchange rate misalignment and pass-through in Tunisia* .....1  
*Dorra JERRAY / Banque Centrale de Tunisie*

---

2. *Concurrence Bancaire et Stabilité Financière : Cas du Secteur Bancaire Tunisien*.....21  
*Eya FENNIA / Banque Centrale de Tunisie*

---

3. *Conception d'un produit d'assurance indicielle sécheresse agricole* .....41  
*Abderaouf SLIMANI / Compagnie Centrale de Réassurance*

---

4. *Conception et performance de la CGCI-PME : Etude comparative*.....59  
*Imad Eddine AZZIZI/ CGCI PME*

---

5. *Le Crédit Scoring comme outil de gestion du risque de crédit*  
*« Etude comparative entre la régression logistique et les réseaux de neurones artificiels »*.....72  
*Wail Abdessalam KRIM/ Crédit Populaire d'Algérie*

---

6. *Enjeux du développement des services de paiement électronique en Tunisie*.....84  
*Sara ZOGHLAMI/ Banque Centrale de Tunisie*

---



## Présentation des articles de la revue : Les Cahiers de l'IFID n°5

**Par le Professeur Farouk KRIAA**  
**Ingénieur Economiste Statisticien**  
**Professeur de l'enseignement supérieur**  
**Ancien directeur de l'IHEC Carthage Présidence**  
**Ancien Président du Conseil National de la Statistique**

Fidèle à son orientation scientifique et professionnelle, la dernière publication de la revue de l'IFID « Les Cahiers de l'IFID » livre un ensemble de travaux de recherche appliquée touchant des thématiques variés de Finance et d'Assurance. Publié durant le mois de juin 2023, sous le numéro 5, cette édition de la revue présente 6 articles sélectionnés de l'ensemble des mémoires de fin d'études produits par les diplômés de l'IFID durant la dernière année d'étude.

Le contenu de ce numéro se caractérise par une diversité des thèmes traités ainsi que par une richesse des méthodologies adoptées par les auteurs pour argumenter leurs propos. Les travaux exposent également des commentaires et des recommandations incitant aux débats entre experts et professionnels autour de propositions concrètes.

Le premier article intitulé « Exchange Rate Misalignment and Pass-Through In Tunisia » traite des effets sur un ensemble de variables prix des fluctuations du taux de change comparativement à son niveau d'équilibre dans une économie ouverte. L'analyse empirique menée sur des données trimestrielles tunisiennes couvrant la période 2000 à 2021 est centrée sur l'identification d'une relation de cointégration (équilibre de long terme) entre le taux de change réel et un ensemble de variables macroéconomiques telles que les termes de l'échange, le taux d'ouverture, la productivité et les dépenses publiques. Suite à cela, l'auteur mesure le degré de mésalignement par l'écart de taux de change réel à sa valeur de long terme. Il intègre alors ce taux de mésalignement à travers une modélisation VAR à un ensemble de variables « prix » telles que : le taux de change nominal, l'indice des prix à l'importation, l'indice des prix de ventes industrielles, l'indice des prix à la consommation ainsi que taux du marché monétaire. L'évaluation des effets de propagation de chocs suite à des impulsions de mésalignement mettent en évidence l'effet incomplet du pass-through, l'effet de dépréciation du taux de change, l'effet sur l'inflation, etc.

Le deuxième article, intitulé « Concurrence bancaire et Stabilité financière : cas du secteur bancaire tunisien » s'intéresse, à travers une revue de la littérature financière suivie d'une application empirique, au débat entre les diverses approches antagonistes reliant la concurrence bancaire au degré de fragilité ou de stabilité financière.

L'auteur présente, en une première étape, un riche et synthétique exposé de nature théorique sur l'effet modérateur de la taille de la banque sur le lien potentiel entre concentration et stabilité, enrichi par des arguments empiriques tels que la non linéarité de la relation pour saisir ses diverses formes possibles. La deuxième étape est centrée autour d'une étude économétrique en données de panel sur un ensemble de 15 banques tunisiennes observées durant une période de 17 années. Les variables endogènes mesurant la stabilité (pour le modèle de base) ou l'instabilité (pour le test de robustesse) sont respectivement mesurées par le Z-score en logarithme et le NPL (Non Performing Loan) alors que les variables exogènes concernent la concurrence mesurée par l'indice de concentration Herfindhal-Hirshman, la rentabilité, la taille de la banque, l'inflation, etc. Le traitement effectué à l'aide d'un modèle à effets aléatoires confirme que la concentration affecte positivement et significativement la stabilité financière. D'autres résultats numériques obtenus ont permis à l'auteur d'exposer une riche interprétation financière des déterminants identifiés par le modèle tels que la taille, la croissance, la liquidité, le niveau des crédits, etc.

Le troisième article, intitulé « Conception d'un produit d'assurance indicielle sécheresse agricole » traite d'une thématique qui s'intéresse à l'évaluation des effets du risque climatique sous ses différentes formes : sécheresse hydrologique et météorologique, déficit pluviométrique, etc. Il s'agit d'analyser les conditions de transférer un tel risque à des unités capables de l'assumer alors qu'il affecte de nombreux agriculteurs à travers des pertes de rendement agricole. En termes d'assurance, il s'agit de définir une indemnité associée à ce risque en fonction d'un écart à un seuil à évaluer d'un indice de rendement agricole. A cet effet, l'auteur propose de recourir à l'indice RDI (Reconnaissance Drought Index) conçu pour mesurer la fréquence et la sévérité des différentes situations de sécheresse agricole. Les divers niveaux de cet indice définissent des seuils de déclenchement de contrats d'assurance indicielle. Pour les aspects opérationnels, un modèle de tarification « fréquence sévérité » est proposé à partir du niveau RDI en tant variable exogène.

Le quatrième article intitulé : « Conception et performance de la CGCI-PME : Etude comparative », s'intéresse à une évaluation comparative d'un mécanisme de garantie des crédits d'investissement (CGCI-PME) mis en place en 2004 par l'Etat algérien afin de favoriser l'accès des PME au financement bancaire. Plus précisément, l'article se donne pour objectif d'analyser et de comparer la conception et la performance de cette caisse avec les systèmes de garantie de crédit opérant dans divers pays en développement sud méditerranéens ou des pays faisant partie de l'Europe occidentale. L'étude cherche à identifier les différences et les similitudes entre les divers dispositifs des pays en vue de définir des axes d'amélioration de leurs performances. La comparaison adopte aussi bien des indicateurs de performance qualitatifs, tels que la structure légale, les objectifs, et des indicateurs quantitatifs à l'instar des ratios de couverture, la capitalisation, .... Au niveau de la conclusion, l'article comporte un ensemble de commentaires pertinents visant à améliorer le rendement de ce mécanisme de garantie.

Le cinquième article s'intéresse au « Crédit Scoring comme outil de gestion du risque de crédit : étude comparative entre la régression logistique et les réseaux de neurones artificiels » Alors que la première approche repose d'une part sur un schéma explicatif des décisions d'octroi de crédit basé sur un choix pas à pas des variables à partir d'une liste de déterminants potentiels tout en adoptant une formulation logistique d'autre part, la seconde approche repose sur une méthode de classification non paramétrique sans aucune hypothèse à formuler sur la spécification fonctionnelle ou sur la distribution de probabilité des variables observées. La principale conclusion de l'étude, obtenue à partir de la comparaison des taux de bon classement de chaque approche, met en évidence la complémentarité entre les deux approches. Ce résultat milite en faveur de l'usage des deux approches pour une meilleure évaluation des risques de crédit.

Le sixième article se donne pour objectif d'analyser les enjeux et les conditions du développement des paiements numériques et des services financiers. L'analyse aborde la question selon plusieurs axes : les sources de risque inhérents à ces moyens de paiement, les diverses formes de l'infrastructure digitale nécessaire, la réglementation et les conditions de mise en œuvre des programmes de développement, etc. L'argumentaire de l'auteur est développé en deux étapes. Dans la première, une enquête quantitative via un questionnaire en ligne est menée auprès de 255 personnes en vue d'identifier les perceptions, les enjeux et les défis quant aux conditions relatives aux paiements digitaux. Dans la deuxième étape, sur la base des résultats obtenus par un premier contact de terrain, l'auteur mène une enquête qualitative sous forme d'entretiens approfondis auprès d'un nombre réduit d'experts pour approfondir l'analyse. Suite à cela, l'article expose un ensemble de commentaires sous forme de résumés logiques qui ont permis à l'auteur de formuler des recommandations sous forme d'actions ciblées visant un meilleur développement des paiements électroniques en Tunisie.

*Ingénieur Economiste Statisticien*  
*Professeur de l'enseignement supérieur*  
*Ancien directeur de l'IHEC Carthage Présidence*  
*Ancien Président du Conseil National de la Statistique*



## Exchange rate misalignment and pass-through in Tunisia

Dorra JERRYAY

Banque Centrale de Tunisie(BCT)



### Abstract

In the light of the tight relationship between exchange rate movements and inflation known as the “exchange rate pass-through”, the misalignment between the observed exchange rate and its equilibrium state is believed to have a considerable impact on prices. This paper examines the impact of such misalignment on consumer prices in Tunisia. First, an estimation of the Tunisian equilibrium exchange rate following the BEER approach via a VECM allowed the identification of overvaluation and undervaluation phases throughout the past 21 years. The obtained output was later employed within a VAR model as we estimated the exchange rate pass-through to prices within the distribution chain in general as well as its direct impact on consumer prices in particular.

**Keywords:** Misalignment, exchange rate pass-through, BEER, VECM, VAR, inflation, distribution chain.

### Introduction

The “closing of the gold window” which announced the demise of the Bretton Woods System in the 70s set the ground for extra activism in exchange rate management. This aroused the question of how to properly choose the appropriate value of a currency. Exchange rate crises that invaded different parts of the world in the 90s like Mexico at the end of 1994, Thailand in 1997, and Brazil in January 1999, have accentuated the cruciality of this matter, especially within a world that has been witnessing an increasing degree of capital markets integration.

A general agreement among economists (Kaminsky, Lizondo and Reinhart, 1997; Hinkle & Montiel, 1999) has accused exchange rate misalignment of playing the key role in these crises, that being a situation in which the observed real exchange rate significantly differs from its long-run equilibrium state. Two new issues have hence been raised: the first is with regard to what is meant by the “long-run equilibrium state”, and the second is about the appropriate way to estimate it. Since neither issue is trivial, different studies and analytical frameworks have been elaborated (Cassel, 1918; Williamson, 1983; Jerome L. Stein, 1994; Clark and MacDonald, 1998), offering a multitude of definitions and computing methods, leading by that to no consensus on both.

While the question of misalignment continued to preoccupy several parties from economists to monetary authorities, the exchange rate, from its side, kept playing its role as a value measurement unit. In the middle of proliferating trade operations and increasing financial openness, the matter of exchange rates movements’ impact on domestic prices, commonly referred to as the “exchange rate pass-through” (ERPT), received increased attention since these latter made proof of a historically high sensitivity to changes in rates, leading by that to some considerably high inflation levels. The assessment of ERPT’s speed and magnitude have hence become of a particular importance in conducting effective monetary and exchange rate policies.

Given both facts, some central banks have been seen exerting influence on local currencies’ values as they sought to guide and contain inflation levels. It is hence in this context that a strand of literature was interested in the examination of the impact of a currency’s misalignment on a country’s performance indicators in general, and on the overall price level in particular.



In Tunisia, and with the aim of sustaining local production's competitiveness on international markets, a shift toward a more flexible exchange rate was decided in the early 2000s, and later on in 2016. While the first shift was accompanied by contained inflation rates, the second has witnessed a parallel rise in its levels, stimulated by a multitude of unprecedented heavyweight events which will forever mark the history of the country.

In this context, a modest number of studies has been conducted putting under the scope the eventual misalignment of the Tunisian dinar (Charfi, 2008; Ben Mbarek H. and Ben Romdhane H., 2011; Ben Ali T. and Amara.T, 2012; Bouzid A., 2021; Derbali A., 2021), as well as the pass-through to domestic prices (Choudhri and Hakura, 2001; Barhoumi, 2006; Dahem A. and Siala F., 2016; Charfi F. and Kadria M., 2016; Karchi S., 2020; Baghdadi, Zarzoso & Medini, 2022). However, it caught our attention the lack of empirical assessment in regard with the eventual contribution of exchange rate misalignment to the level of prices in Tunisia. It is hence in this context that our study falls.

This paper will hence be structured as follows. In section 1, we provide a brief overview of existing literature devoted to the understanding of misalignment and its impact on inflation rates. Section 2 describes the data and the modeling framework linking the exchange rate to its long-run fundamental determinants as we attempt to estimate the eventual misalignment of the Tunisian dinar via a VECM model. Section 3 makes use of the previously extracted misalignment series to assess its impact on inflation in Tunisia within a VAR model employing the Cholesky decomposition. The final section summarizes the main findings and concludes.

### 1. Literature review

The exchange rate misalignment refers to a currency's value which stands above or below its equilibrium level to be either overvalued or undervalued. Having long been accused of currency crises and fueling prices, its determination is hence crucial, however indirect as it first calls for the estimation of equilibrium itself, this latter being the value of the real exchange rate consistent with the dual objectives of external and internal balance. The former relates to a current account deficit that can be financed by a "sustainable" level of capital inflows, while the latter to a market for nontraded goods in a "sustainable" equilibrium.

The determination of equilibrium rates has traditionally relied on the relative purchasing power parity (PPP) methodology which generates a fixed one-point equilibrium rate. Macroeconomic approaches hence appeared emphasizing the dynamic of the equilibrium state under a moving trajectory. These count mainly the Fundamental Equilibrium Exchange Rate (FEER) which focuses on medium-run determinants of the current account balance at full employment, the Behavioral Equilibrium Exchange Rate (BEER) which focuses on the behavior of the exchange rate influenced by its own fundamental determinants, and the Natural Real Exchange Rate (NATREX) which takes out speculative and cyclical factors of the short-run within natural rates of unemployment.

Edwards (1994) classifies misalignment origins under two main categories:

- Macroeconomic induced misalignment originating from an inconsistency between applied macroeconomic policies, mainly monetary policies, and the current official nominal exchange rate.
- Structural misalignment generated by changes in the fundamentals determining the equilibrium level, especially that the response of the exchange rate can only be observed with a delay in time.
- Since import prices are highly influenced by the value of the trade currency, the magnitude by which exchange rate variations are transmitted to domestic prices, commonly referred to as the Exchange rate pass-through (ERPT), is of a significant importance. While literature agrees that real exchange rate misalignment can cause severe damages to welfare and generates economic vulnerability, it also argues that misalignment plays a great deal in fueling prices' levels (Pfefferman, 1985; Edwards, 1994; Jongwanich, 2009).
- From the one side, while an overvalued currency might be employed with hopes to maintain low inflation rates through cheaper imports, it still reduces exports'



competitiveness and widens commercial deficit. While risks of persistent import prices and a drop in import substitutes' production hover over, a demand shift to non-tradables might rise prices. Overvaluation also damages agriculture adding by that extra pressure on imports of foodstuffs and thus the balance of payment. While a government might try to ease these pressures through contracting debts, a persisting deficit risks deepening the debt-servicing burden, which rises risks of currency crisis. [Pfeffermann \(1985\)](#) argues that overvaluation does not help curb inflation and adds that the unavoidable subsequent devaluation of the currency would end up pushing prices higher again.

- From the other side, some countries opt for undervaluation with the prime aim of boosting their competitiveness on international markets. While critics argue that they merely generate limited gains, these strategies put extra pressure on local firms, as they increase the cost of imported inputs and machinery, fueling by that inflation. [Rodrik \(2008\)](#) adds that eventual expansion of the tradable sector would end up overheating the local economy, leading by that to additional inflationary pressures.

## 2. Assessing the misalignment of the Tunisian Dinar:

### 2.1. Introducing the selected variables

For the estimation of the equilibrium trajectory, we chose to follow [Montiel P. \(1999\)](#) who classifies the determinants of the REER in small open economies under four sets of factors relative to different economic aspects. The variables selected to build our model hence count:

- **The terms of trade (TOT):** Being the relative price of exports in terms of imports, this factor helps capture the changes in the international economic environment. As Tunisia belongs to the small open economies category, terms of trade are expected to play a major role as an exogenous fundamental. Their fall can either increase the local currency's value if it derives demand from imports to local production, or depreciate it if it comes from losses in exports.
- **Trade openness (OPN):** This variable can be understood as the degree to which non-domestic actors can or do participate in a domestic economy ([Grabner & Heimberger, 2021](#)), and hence plays the role of a commercial policy factor which increase is expected to depreciate the REER as it calls for easing tariffs and barriers and is generally followed by an increase in imports in small open economies.
- **Productivity (PRO):** In our model, productivity will be included as a domestic supply-side factor capturing the [Harrod \(1933\)](#) and [Balassa-Samuelson \(1964\)](#) theory which explains how productivity shocks tend to favor the traded-goods sector. The consequent excess demand in nontraded-goods and the improvement in trade balance would hence imply an appreciation of the REER. As it is commonly admitted that data about tradable and non-tradable goods' prices is generally unavailable, a proxy is usually employed considering the local economy's productivity compared to that of its main trade partners<sup>1</sup>.
- **Government expenditure (GEX):** Government expenditures presents a fiscal policy factor. The WORLD BANK defines them as expenses of goods and services (including compensation of employees) considering most expenditures on national defense and security, yet leaving out government military expenditures as they are part of government capital formation. Their impact on the REER is also ambiguous. While its impact depends on the share that falls on domestic products ([Frenkel & Razin, 1996](#)), it is still likely to switch sign within a short period of time as the government, which has more likely financed its acquisitions by means of debt, would also be witnessed rising taxes to pay for its purchases ([Edwards & Van Wijnbergen, 1987](#)) following which the REER would depreciate.

From what precedes, the relationship between the real exchange rate and selected fundamental determinants can be given the following linear function expression:

---

<sup>1</sup> In our case, the proxy was calculated based on data in regard with Tunisia's main trading partners counting France, Italy, Germany, Turkey, China, and Spain.

$$REER = f(TOT; OPN; PRO; GEX)$$

The following table summarizes our chosen variables series, the notations to be employed in the model, their measurement units, as well as their expected impact on the REER:

**Table 1: Variables selected for the study**

Variable	Notation	Unit	Expected sign
Real exchange rate	REER	Base period: 2015	
Terms of trade	TOT	Percent	+/-
Trade openness	OPN	Percentage of GDP	-
Relative productivity	PRO	Percent	+
Government expenditure	GEX	Percentage of GDP	+/-

*Source: Own construction*

The study sample consists of 88 quarterly observations for a combination of time series spanning from 2000-Q1 to 2021-Q4. We should however mention that we proceeded to the logarithmic transformation of the series prior to putting them into any use.

## 2.2. Testing for stationarity

To avoid cases of spurious and misleading regressions, stationarity tests are crucial. They are also helpful for the determination of the integration order of the series. These tests will count the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, the Phillips-Person (PP) test and the Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) test to allow a properly based decision in regard case of diverging results.

**Table 2: Results of the ADF test**

t-Statistic	LREER	LGEX	LPRO	LOPN	LTOT
At level	-1.5804	-1.7795	0.3349	-0.2320	-3.4817
At first difference	-7.3218	-23.3460	-2.8935	-7.7614	
Integration order	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)

*Source: E-views 12*

**Table 3: Results of the PP test**

t-Statistic	LREER	LGEX	LPRO	LOPN	LTOT
At level	-1.5423	-9.4559	-0.4656	-0.0733	-3.2191*
At first difference	-6.4777		-23.7093	-17.4043	-12.6175
Integration order	I(1)	I(0)	I(1)	I(1)	I(1)

\*Accepted at 5% level.

*Source: E-views 12*

**Table 4: Results of the KPSS test**

t-Statistic	LREER	LGEX	LPRO	LOPN	LTOT
At level	1.1177	0.2349*	0.9865	1.1630	0.7599
At first difference	0.1469	0.0757	0.3156	0.1865	0.2671
Integration order	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)

\*With intercept and trend.

*Source: E-views 12*



**Decision:** As opposite to the ADF test, the PP and the KPSS tests do not impose any restrictive hypothesis, they are hence considered of a higher robustness. Given that most results suggest the non-stationarity of the series at level, we chose to consider the five of them as integrated of order 1.

### 2.3. Specifying optimal lag of a VAR model

After verifying the existence of a causality running between the chosen fundamentals and the REER (appendix 1), a non-stationary VAR model has been generated relating all variables. Further tests will first call for the specification of an optimal lag.

The choice of the lag length represents a trade-off between what is known as the curse of dimensionality and reduced models, which are not appropriate to indicate dynamic adjustments. Considering the available number of 88 observations in our sample and their quarterly frequency, we were allowed choosing a lag ranging from 1 to 8. The optimal lag as suggested by the information criteria are summarized in the table below, considering which the lag that was applied in the rest of our study was  $p = 8$ :

**Table 5: Suggested optimal lag**

Selection criteria	LR	FPE	AIC	SC	HQ
Lag length	8	4	8	2	3

*Source: E-views 12*

### 2.4. Johansen co-integration test

At this level, we proceed to the examination of whether our selected series do present a long-term relationship, expressed by the eventual existence of at least one co-integration relation joining them to each other.

**Table 6: Results of the co-integration test**

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.441934	79.21936	69.81889	0.0074
At most 1	0.160545	33.14034	47.85613	0.5491
At most 2	0.135339	19.31513	29.79707	0.4704
At most 3	0.092397	7.827119	15.49471	0.4840
At most 4	0.002127	0.168194	3.841465	0.6817
Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.441934	46.07902	33.87687	0.0011
At most 1	0.160545	13.82520	27.58434	0.8345
At most 2	0.135339	11.48801	21.13162	0.5986
At most 3	0.092397	7.658925	14.26460	0.4144
At most 4	0.002127	0.168194	3.841465	0.6817
Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				

*Source: E-views 12*

Both Trace and maximum eigenvalue tests sustain the existence of at least 1 co-integration relationship at an error risk level of 5%, and hence the existence of a long-run relationship between our variables. We can thusly proceed with the estimations according to the VECM.

## 2.5. Analyzing the long-run relationship

### 2.5.1. Estimating the long-run relationship

At this level we sought to extract the long-run relationship that might exist between the REER of the Tunisian dinar and the fundamentals capable of tracing its dynamic equilibrium trajectory. The obtained results in regard with the relationship between each of the introduced variables and the REER are detailed in the following table:

**Table 7: Results for the long-run relationship coefficients**

	LTOT	LPRO	LOPN	LGEX	C
Coefficient	-1.0310	0.1525	-0.2040	0.2920	8.7510
t-statistic	5.4634	-1.6965	4.3627	-2.7438	

*Source: E-views 12*

A preliminary examination of the results was interested in how well the estimated model fits the observed data values. Expressed by an  $R^2 = 0.7275$ , we can say that 72.75% of the variability in the REER is explained by our model.

With all variables being statistically significant, we can conclude that the decrease of 1% in terms of trade seems to depreciate the REER by -1.03% proving a more pronounced substitution effect compared to that of income. An enhanced productivity pulls up the REER by 0.15% as tradable goods become cheaper compared to non-tradables following Samuelsson. As an extra 1% openness is generally followed by extra imports in small economies, non-tradable goods prices kept low would decrease the REER by -0.2%, while an extra 1% spend by the government appreciates the REER by 0.29% as they tend to generally fall on non-tradables in small economies.

### 2.5.2. Estimating the short-run relationship:

Aside from the long-term dynamic, the error correction model allows to jointly check for the existence of a short-term dynamic capable of restoring equilibrium. In our case, we were able to obtain the results presented below:

**Table 81: Results for the short-run relationship coefficients**

	Error correction term	D(LTOT)	D(LPRO)	D(LOPN)	D(LGEX)
Coefficient	-0.5724	0.2855	-0.4118	0.6526	1.3763
t-statistic	-4.8228	1.4109	-1.4729	1.5918	1.6010

*Source: E-views 12*

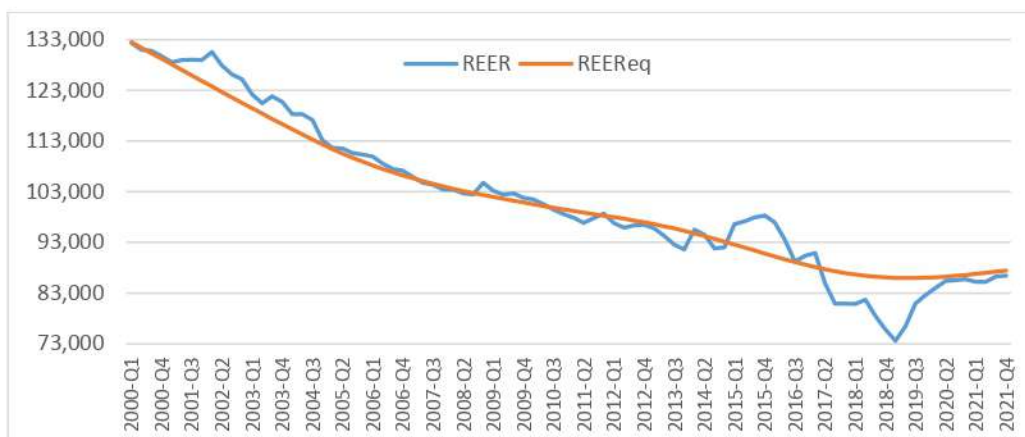
From the above table, we can affirm that the error correction term is negative and statistically significant at a 99% level of certitude. This confirms that the long-run causality runs from the chosen fundamentals to the real effective exchange rate and not the other way round. An error correction mechanism was also identified presenting a pace of 57.24% per trimester. A logarithmic transformation indicates that such correction takes about 2.7 years to restore equilibrium, which falls within the range of 2.5 to 5 years, commonly agreed upon by several works of Frankel (1986), Mark (1995), Lothian and Taylor (1996), and others...



**2.6. Estimating misalignment:**

Using the obtained coefficients of the long-run equation, we were able to generate the BEER series plotted by the following figure along with the REER. We can see that this latter does fluctuate around its equilibrium state, while still trying to converge toward its equilibrium value as proved by the inner error correction mechanism previously identified.

**Figure 1: Evolution of the REER around its equilibrium path**

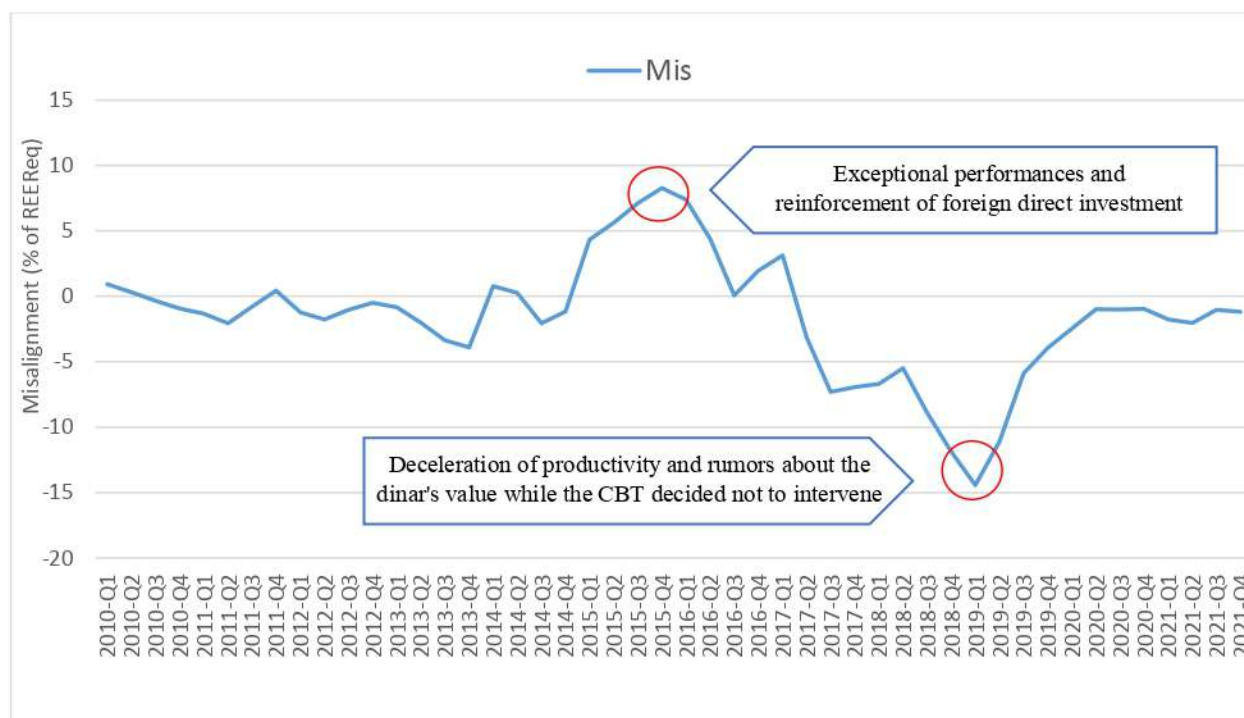


Source: Own construction

The difference between the two series allowed the extraction of the misalignment series. Such series proved to be stationary as required for the validity of the Cointegration relationship (Appendix 2).

This series as shown in the following figure:

**Figure 2: Estimated REER misalignment in Tunisia(2010-Q1 to 2021-Q4)**



Source: Own construction

For a major part of our sample covering 2000-Q1 to 2015-Q1, we can say that the REER kept an almost equilibrated state as its fluctuations above and below equilibrium merely surpassed an average of 2%. Later however, the observed distortions showed:

- A noticeable peak at the start of 2016 of 8.3%.
- And a trough at the first quarter of 2019 reaching -14.4%.

As the REER's evolution finds its origins in that of economic components, and as sustained by Edwards (1994), the REER behavior could be explained first by internally adopted policies and overall changes in the fundamentals. To mention a few, the slight up rise of the REER in 2001 can be attributed to the influence of high export levels and foreign capital inflows from direct investments recorded back then. While the deviations have been gradually reabsorbed until 2009, the instability which has tainted the economic environment following 2011's revolution hindered the productivity of key economic sectors, deteriorated trade terms and prompted capital outflows. In tandem with the depreciation of the dinar by the CBT, the REER hence became undervalued. While the peak in late 2015 can be attributed to the exceptional agriculture sector performance, the reinforcement of foreign direct investment sustaining exchange reserves despite the somehow disturbing terrorist attacks, the depreciation that led to the undervaluation of the dinar falls on the hard deceleration of the national productivity, the poor performance of exports as they lacked in volume while the CBT decided not to intervene, not to mention rumors in regard with the depreciation of the dinar which prompted its depreciation. Equilibrium fundamentals kept under control in 2019 helped the currency regain in value. For the last two years, the Dinar has kept a slight undervaluation of 2% on average. As the Covid-19 halted trade on international scales and a sharp decline in oil prices was recorded, the country's export revenues generated by international olive oil sales while imports fell back, as well as the rise in current transfers' inflows helped ease the current deficit and hence reinforce the exchange supply which rose from 112 days of imports to 162 days.

### 3. Exchange rate movements and pass-through to prices:

Within this part, we will try to assess the eventual impact misalignment might have on consumer prices in Tunisia. Inspired by the work of [McCarthy \(2000\)](#), our sought purpose will be carried within a pass-through structure via a VAR model using Cholesky decomposition since it helps go beyond the direct relationship between exchange rates and single prices to capture the underlying simultaneous relationships at the different levels of the pricing chain.

#### 3.1. Introducing the selected variables

Considering the composition of the chain of prices, the variables selected will count:

- **The nominal effective exchange rate (NEER):** The NEER can be defined as a weighted rate which estimates the value of a domestic currency against a basket of a given combination of foreign currencies without being adjusted by any inflation differential.
- **The import price index (MPI):** The MPI is a measurement of changes in the prices of imports of merchandise brought from abroad. Since the exchange rate defines the relative value of the currency with which imports will be brought, the higher the value of the local currency, the cheaper the imports and the lower the import price index would be. The MPI represents the first level in the chain of prices. It is hence directly affected by changes in the exchange rate and is expected to receive the largest impact compared to the rest of the chain.
- **The industrial selling price index (ISPI):** The ISPI represents a measurement of changes in prices of manufactured and later sold products in the domestic markets, during the first step of its commercialization. Since the industrial products include a part of imported products, it is positioned after the MPI. The impact of an increase in the value of a local currency would hence decrease the ISPI with a lesser degree compared to the MPI.



- **The consumer price index (CPI):** The CPI is a measurement of the evolution of local prices paid by consumers to purchase a theoretical consumption basket of the weighted goods and services. The annual evolution of this index gives an estimation of inflation rate and is positioned at the third and last level of the prices chain. The impact of an increase in the local exchange rate would decrease the CPI, however with a lesser degree compared to the ISPI.
- **The money market rate (MMR):** Being a target under the influence of central banks, this variable is generally included to assess the impact of the monetary policy decisions on inflation as it conditions the accessibility to money supply by economic agents.
- **The exchange rate misalignment (MIS):** Being the difference between the observed level and the equilibrium level, this variable has been previously estimated by a VECM. Theoretically, an overvalued local currency is expected to reduce prices index as it makes imports cheaper while an undervalued currency has the opposite impact.

**Table 9: variables selected for the study**

Variable	Notation
Nominal Effective Exchange Rate	NEER
Import Price Index	MPI
Industrial Selling Price index	ISPI
Consumer Price Index	CPI
Money Market Rate	MMR
Exchange Rate Misalignment	MIS

*Source: Own construction*

With all variables being expressed in quarterly frequency, we thought about splitting our sample into two sub-periods covering two consecutive decades. we first conducted the studies without the misalignment variable, then we introduced it to highlight any eventual impact.

### 3.2. Statistical preliminaries

Variables were transformed before being used in our model. First, a logarithmic transformation was applied to the variables of use. Second, to avoid multi-collinearity which might be induced by the integration of both the NEER and the misalignment, we modeled our series in first difference. The variables have proved to be stationary, a necessary condition to be able to use the VAR method. As for the length criteria, 1 lag has been applied. The results of our analysis have also proven robust to proceed with the VAR estimation.

Given the characteristics of the VAR of not taking into consideration the asymmetry of variables' reactions, we will be considering the hypothesis of the symmetric impact of overvaluation and undervaluation on inflation.

### 3.3. Cholesky and variables ordering:

To employ Cholesky decomposition, we decided in favor of the following ordering within our baseline model: first we include the monetary authorities' instruments given their proactive feature which will be influencing the rest of the series. We hence find the money market rate in the first place followed by the NEER. The Rest of the variables, as they represent a predetermined chain will hence keep their order. The NEER will hence be followed by the import price index, then the industrial selling price index and lastly the consumer price index.

Our model can be written as follows:

$$Y_t = (dlnMMR_t, dlnNEER_t, dlnMPI_t, dlnISPI_t, dlnCPI_t)$$

Or:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_t^{MMR} \\ \varepsilon_t^{NEER} \\ \varepsilon_t^{MPI} \\ \varepsilon_t^{ISPI} \\ \varepsilon_t^{CPI} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{21} & S_{22} & 0 & 0 & 0 \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & 0 & 0 \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} & 0 \\ S_{51} & S_{52} & S_{53} & S_{54} & S_{55} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_t^{MMR} \\ u_t^{NEER} \\ u_t^{MPI} \\ u_t^{ISPI} \\ u_t^{CPI} \end{pmatrix}$$

Since at a later step, we will be introducing the misalignment variable to assess its impact on the CPI. The model will hence have the following form:

$$Y_t = (dlnMMR_t, dlnNEER_t, dMIS_t, dlnMPI_t, dlnISPI_t, dlnCPI_t)$$

For the estimation of the pass-through coefficients, we'll present the orthogonalized impulse response functions for the import prices, the industrial selling prices, and the consumer prices to a one standard deviation innovation brought to the nominal real exchange rate. Following Leigh and Rossi (2002), each ERPT coefficient ( $PT_{t,t+j}$ ) would hence be obtained by dividing the cumulative impulse response of a given price index to a 1% NEER shock after  $j$  periods ( $\Delta\%P_{t,t+j}$ ) by the cumulative response of the NEER to a 1% NEER shock after the same  $j$  periods ( $\Delta\%E_{t,t+j}$ ), as represented through the following formula:

$$PT_{t,t+j} = \frac{\Delta\%P_{t,t+j}}{\Delta\%E_{t,t+j}}$$

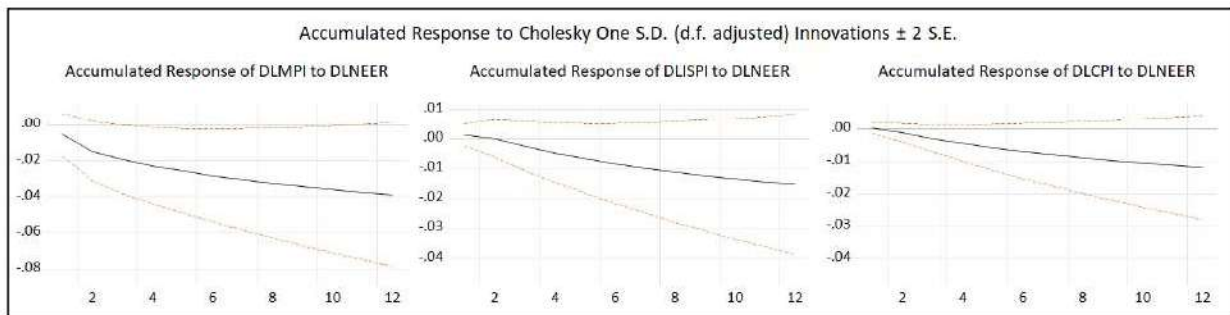
### 3.4. Empirical results

#### 3.4.1. For the period spanning from 2000Q2 to 2010-Q4

- **Without misalignment:**

As we proceeded, we tried to estimate the ERPT to the different prices in the period going from 2000Q2 to 2010Q4. The generated accumulated responses of each of the prices to a 1% choc brought to the NEER were as follows:

**Figure 3: Accumulated responses of prices indexes to Cholesky 1% shock to DLNEER**



Source: E-views 12

As indicated by the confidence bonds in orange, the response is significantly different from zero at 5%. It is also clear from this first set of graphs that the initial impact of the shock on the import prices is of a negative sign, with the most of it being received within about two years. In other words, a 1% appreciation of the NEER would lead to a decrease in import prices, followed by a similar but less pronounced behavior in the industrial selling prices and in consumer prices. The cumulative responses were also used to quantify the magnitude of the ERPT:



**Table 11: ERPT to prices magnitude (before 2011)**

	Short-run	Long-run
MPI	-0.6	-1.7
ISPI	-0.2	-0.6
CPI	-0.1	-0.52

*Source: Own calculations*

The application of Leigh and Rossi's (2002) formula suggests a high direct pass-through to import prices as the obtained coefficient goes from -0.6% on the short-run to a maximum of -1.7% on the long-run. Our findings corroborate with those of Helali, Kalai and Boujelbane (2014) who obtained a pass-through to import prices of -1.3% for the pre-revolution period in Tunisia. McCarthy (2000) seemingly obtained coefficients surpassing 1% in the case of some countries in his sample. His supplementary tests explained such strong pass-through mainly by a small volatility in exchange rates, a modest competitiveness, and a small volatility in GDP. As such have been the characteristics of Tunisia prior to 2011, which also marked the switching towards a more floating exchange rate, we can hence adopt this explanation to which we must add the high increase in import prices which have been recorded during that past period parallel to which import levels and exchange rate followed smaller fluctuations.

As the shock continues its path through the rest of the chain, the ERPT proves to be incomplete. In fact, only -0.2% reaches the ISPI on the short-run before turning into -0.6% on the long-run, this latter showing a delay in its response which can be attributed to prices' stickiness. Only -0.1% of impact hits the CPI on the short-run before reaching -0.52% on the long-run, and which can be attributed to the significant share occupied by imported goods, mainly of raw materials at base, in the composition of the average consumption basket.

While the ERPT coefficient might indicate the eventual impact of exchange rate shocks on the movements of the different prices, it does not indicate the degree to which such shocks are actually contributing to these movements. This can be obtained from the variance decomposition as suggested by Taylor (2000). The Cholesky variance over 10 periods was hence employed with results as follows:

**Table 12: Variance decomposition of DLCPI (before 2011)**

Period	S.E	DMMR	DLNEER	DLMPI	DLISPI	DLCPI
1	0,52%	0,02%	0,31%	4,04%	3,84%	91,79%
2	0,66%	8,32%	5,46%	6,35%	6,52%	73,34%
4	0,83%	13,91%	10,75%	4,10%	11,62%	59,63%
6	0,91%	15,17%	12,23%	3,47%	13,68%	55,45%
8	0,97%	15,71%	12,98%	3,17%	14,63%	53,52%
10	0,99%	16,01%	13,38%	3,00%	15,14%	52,46%

*Source: E-views 12*

These results show that the MMR and PPI variables' contributions to the CPI exceed that of the NEER. In fact, while the NEER contributed to the CPI variation by up to 13.38%, the ISPI variable's participation reaches 15.14% and that of the MMR reaches 16.01%. These results are not surprising since, prior to 2011, the CBT used to apply an exchange rate targeting policy within a de facto stabilized arrangement regime. Hence, the exchange rate's almost negligible variability back then played a minor role in both stimulating or easing inflationary tensions measured by the CPI. In the meantime, the monetary policy of the CBT used to focus on monetary targeting, via which the monetary market rate,



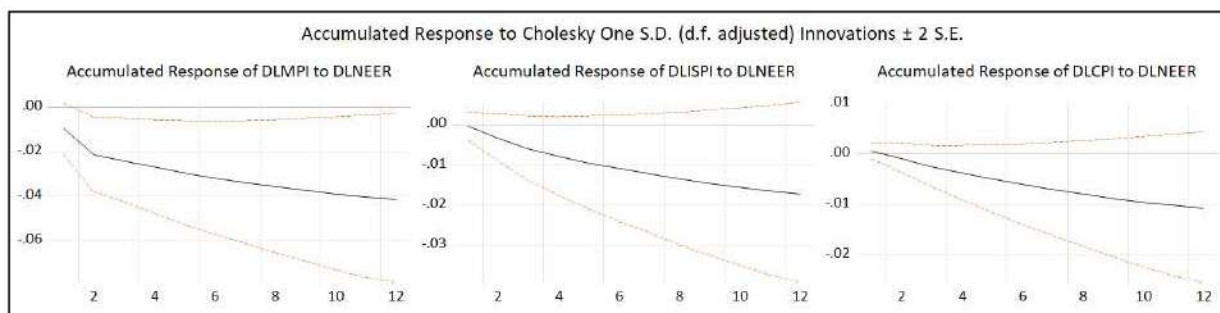
along with the rest of the conventional instruments at CBT's disposal, played the leading role in maintaining rates of inflation contained.

Some focus should also be accorded to the CPI's role in fueling its own variance. On the short-run, CPI levels explain up to 91.79% of their own behavior. Though its influence decreases with time, it does not break the level of 52%. This phenomenon is referred to as the "Inertial Inflation" following which agents' expectations of future inflation levels inspire their consumption behavior and might even push prices to rise higher. When higher price levels in the future are expected, consumers' time preference might increase as they tend to make their purchases on the short-run rather than the long-run. However, an increase in demand can only pull up prices, leading by that to an increase in inflation.

▪ **Considering misalignment before 2011:**

Moving on, we will be including the misalignment we previously estimated into our model. The objective is to see whether the misalignment of the Dinar has any impact on the level of final prices composing the consumption basket. The subfigures of ERPT to prices are plotted below:

**Figure 4: Accumulated responses of prices indexes to Cholesky 1% shock to DLNEER (before 2011-with misalignment)**

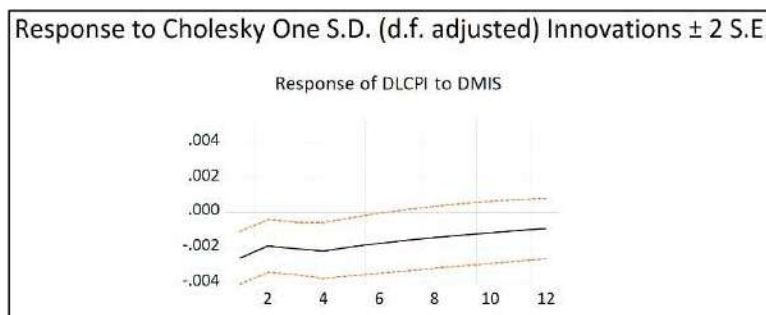


Source: E-views 12

A first observation would be that integrating the misalignment variable did not alter the generally accepted fact that the ERPT decreases as its impact advances through the prices chain. While the pass-through seems again to be complete reaching about -1.8%, the ISPI seems to receive -0.8% while the ERPT to domestic prices is of -0.55%, slightly higher than the -0.52% estimated without the misalignment variable.

To assess the impact of misalignment on inflation, a positive shock of 1% translated into a 1% overvaluation was operated on the CPI series:

**Figure 5: Response of DLCPI to a 1% shock to the misalignment variable (before 2011)**



Source: E-views 12

Following the brought shock, the CPI returned an immediate negative response of -0.26% before it decreased to -0.13% on the long-run. As theory implies, an overvaluation of a currency helps decrease import costs as their prices, converted into the local now more valuable currency, become cheaper. As these imports take part in the manufacturing of locally produced goods, and later in the final consumer basket, the CPI would thus be expected to retreat.

**Table 13: Variance decomposition of DLCPI (before 2011-with misalignment)**

	S.E.	DMMR	DLNEER	DMIS	DLMPI	DLISPI	DLCPI
1	0,01%	0,17%	1,15%	25,02%	1,27%	0,04%	72,35%
2	0,01%	7,29%	5,70%	24,66%	6,42%	0,87%	55,05%
4	0,01%	11,80%	10,17%	30,09%	4,47%	3,03%	40,44%
6	0,01%	12,98%	11,54%	33,24%	4,03%	3,94%	34,27%
8	0,01%	13,46%	12,25%	34,73%	3,81%	4,39%	31,36%
10	0,01%	13,71%	12,65%	35,54%	3,69%	4,64%	29,77%

*Source: E-views 12*

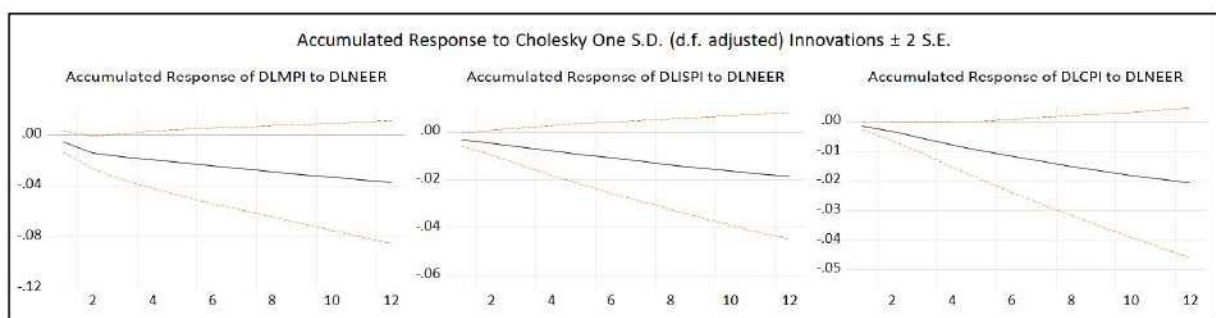
From the variance decomposition, misalignment contributes by up to 35.5% to consumer prices' variance, while the contribution of the NEER stands at 12.6%. We might hence conclude the misalignment strategy which have been followed prior to the revolution had a considerable influence on inflation's behavior.

**3.4.2. For the period spanning from 2011-Q1 to 2021-Q4**

▪ **Without misalignment:**

The same examinations were conducted on the second period spanning from 2011-Q1 to 2021-Q4. The following set of figures will hence trace the pass-through of a 1% shock brought to the NEER into the different levels of the chain of prices:

**Figure 6: Accumulated responses of prices indexes to Cholesky 1% shock to DLNEER (after 2011)**



*Source: E-views 12*

Seemingly to the previous period, the first impact of a 1% shock to the NEER variable has a generally negative impact on the prices composing the chain. Most of the transmission takes about 10 periods to approach its maximum as it gets absorbed through the consecutive levels of the chain.

**Table 14: ERPT to prices magnitude (after 2011)**

	Short-run	Long-run
MPI	-0.42	-0.6
ISPI	-0.16	-0.32
CPI	-0.15	-0.36

*Source: Own calculations*



From what has been returned by the estimations, the ERPT's magnitude decreased compared to that observed prior to 2011. The pass-through to import prices presents the sharpest fall as the coefficient stands at -0.15% on the short-run followed by -0.6% after 12 periods. It is hence no longer complete.

Seemingly, the pass-through to ISPI now stands at -0.32% while the pass-through to CPI seems to be of 0.36%. This last observation, however, stands against common perceptions concerning ERPT as they imply a decreasing magnitude of the pass-through along the chain of prices.

A possible explanation might reside within the employed series relative to the CPI. In fact, the CPI's behavior has been considerably influenced by the general functioning of the Tunisian economy during the last decade. We might mention in this context the lax and lenient nature of the monetary policy which has been applied during the first few years of our sample. In fact, with the aim of avoiding a threatening credit crunch, the successive decreases of money market rate which was kept at a rather low level compared to what the rates of inflation would have called for, pulled it down to an average record of 3.3%. Accompanied by refinancing operations, it altogether led to a record upraise in broad money of 22.5% in front of which stood the continuously depreciating dinar, however of a smaller pace, as it made imports costlier.

While a more restrictive policy has later-on been applied, it still needed some time to bring necessary adjustments. Yet still, few months into 2015, unpredicted terrorist attacks have disturbed the country forcing its economy to slow down. A new expansionary monetary policy was decided as it sought to support credit growth and to accommodate demand for money and exchange. A new wave of intensified refinancing operations has then followed, reaching a peak of about 17 billion dinars between mid-2017 to mid-2018, as a record of 60% increase was registered. This however led to produce some adverse consequences as the increased capacity of banks to subscribe to treasury bonds ended up financing salaries, and hence common consumption, rather than investment and production which remained overall plagued. If we add to all that a certain number of political and social decisions which have translated into several unjustified recruitments and unproductive rise in wages, we might explain the unusual response of the CPI series as the inflation's normal behavior has been disturbed.

**Table 15: Variance decomposition of DLCPI (after 2011)**

Period	S.E.	DMMR	DLNEER	DLMPI	DLISPI	DLCPI
1	0,005%	7,30%	7,61%	0,01%	11,20%	73,88%
2	0,007%	4,10%	11,97%	4,70%	12,03%	67,20%
4	0,010%	2,45%	18,00%	5,00%	21,41%	53,14%
6	0,011%	1,85%	19,42%	5,12%	26,56%	47,05%
8	0,012%	1,54%	19,88%	5,23%	29,34%	44,01%
10	0,013%	1,36%	20,09%	5,31%	30,98%	42,26%

*Source: E-views 12*

According to the above table, the participation of the NEER to the variance of IPC value rose to 20.3% after standing at 13.3% before 2011. This increase finds its origins in the changes brought to the exchange rate regime, as the dinar was granted supplementary degrees of freedom when the CBT adopted the floating regime and gave up on exchange rate targeting. As the NEER presented higher volatility itself, its contribution to that of the IPC rose.

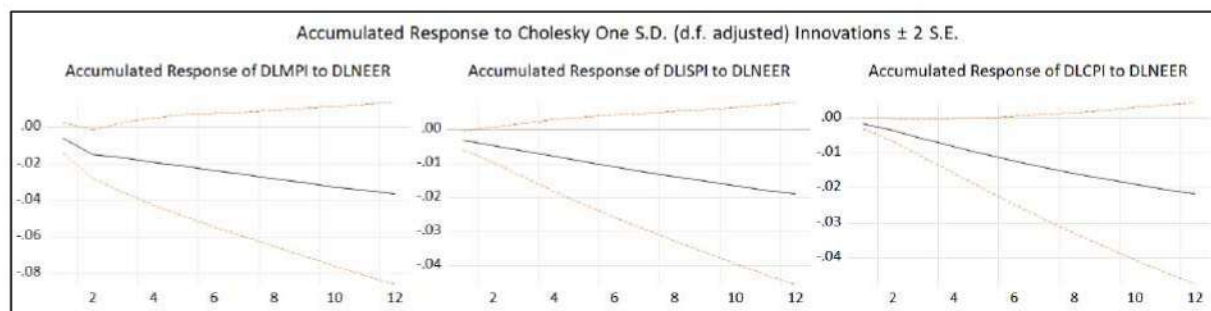
The MMR's participation, from its side, fell. While its impact kept a similar level reaching 7.3% on the short-run, its contribution seems to be limited on the long-run as it merely exceeds 1.3%. In fact, as the period that followed the revolution underwent a long series of unpredictable events, the central bank's intervention via its policy rate would succeed to contain the adverse evolutions of inflation rates

on the first few trimesters, before new unforeseen shocks alter the economic environment's characteristics again and spread new uncertainties among economic agents.

▪ **Considering misalignment following 2011:**

Again, we introduced the misalignment variable to our model relative to the second subsample. Estimations of the impact of a 1% shock to the NEER variable are plotted in the figure below:

**Figure 7: Accumulated responses of prices indexes to Cholesky 1% shock to DLNEER**

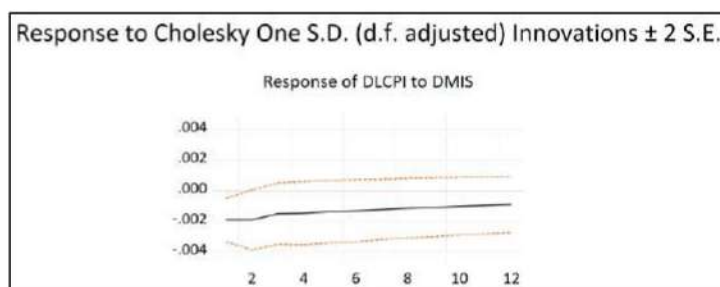


Source: E-views 12

From the figure above, the inclusion of the misalignment variable did not bring any changes to the reaction of the prices found through the previous test, with the pass-through to import prices reaching -0.68%, followed by -0.36% reaching the industrial selling prices before transmitting -0.38% to consumer prices, a pass-through slightly higher to the one returned by the previous test, and which stood at -0.36%.

Moving on to focus on the misalignment variable, the below figure shows the impact a 1% shock to the misalignment is likely to have on the CPI:

**Figure 8: Response of DLCPI to a 1% shock to the misalignment variable (after 2011)**



Source: E-views 12

While the CPI variable showed an immediate response of -0.26% prior the revolution, the impact of the Dinar's misalignment seems to have slightly decreased after the revolution as, on impact, an overvaluation shock of 1% now leads to a fall in general consumer prices of -0.2%. The converse would also imply that an undervaluation shock of 1% would lead to consumer prices getting higher by 0.2%.

**Table 16: Variance decomposition of DLCPI (after 2011-with misalignment)**

Period	S.E.	DMMR	DLNEER	DMIS	DLMPI	DLISPI	DLCPI
1	0.005%	5.59%	7.46%	13.93%	1.72%	6.49%	64.79%
2	0.006%	3.16%	11.84%	14.90%	10.75%	7.53%	51.78%
4	0.009%	1.94%	18.57%	12.33%	11.58%	15.77%	39.78%
6	0.011%	1.52%	20.00%	11.38%	11.97%	20.37%	34.74%
8	0.012%	1.29%	20.44%	10.90%	12.23%	22.85%	32.27%



10	0.013%	1.15%	20.64%	10.62%	12.40%	24.31%	30.86%
----	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------

Source: E-views 12

As the variance decomposition shows above, the misalignment's contribution to the variance of the CPI fell back, as it now participates by 13.9% only on the short-run against 10.6% on the long-run, while that of industrial selling prices stands at 24.79% as consumers' expectations and behavior keep regenerating inflation by up to one-third.

### Conclusion

As emphasized by previous literature (Pfefferman, 1985; McCarthy, 2000; Ghei and Hinkle, 2000; Hinkle & Montiel, 2001; Jongwanich, 2009), in open economies, exchange rate fluctuations condition deeply the behavior of inflation. Being one of the main factors which intervene in setting trade patterns and adjusting investment attractiveness, the exchange rate would hence have considerable implications in regard with costs and prices. In this context, literature agrees that exchange rate misalignment can cause severe damages to welfare and efficiency as well as economic vulnerability...

This paper starts with an estimation of the equilibrium trajectory of the Tunisian Dinar following the BEER approach via VECM model. Using quarterly data from 2000 to 2021, we concluded the quasi alignment of the Tunisian REER with its equilibrium state up until 2016. A first phase of overvaluation followed by a second phase of undervaluation were then recorded before the REER found its equilibrium back in 2020. Misalignment origins were classified under three main categories: the recurrent changes in decisive fundamentals, the authorities' policies and interventions on the exchange market and the unpredictable events and sudden shocks capable of swaying the exchange rate to change path and pace.

This paper later assessed the contribution of the Dinar misalignment to inflation in Tunisia within a Pass-through structure via a VAR model. Our study documents the following observations:

- The pass-through to domestic prices is significant though incomplete, explained by the high share of imports in the basket faced by a significant share of administered goods (30%).
- Under the hypothesis of a symmetrical impact, a 1% undervaluation shock would have an average immediate impact of 0,2% increase in prices and vice versa.
- The consumer price index is fairly affected by the state of the currency's misalignment.
- A persistent exchange rate misalignment can be destabilizing and inflationary, and hence needs to be taken into consideration for proper policies conceptualization.

Under all its shapes, exchange rate's fluctuations have a deep impact on the country's overall performance and economic indicators, to mention a few, inflation. Their evolution hence must be kept under control to avoid the severe consequences of their rates' slippage. While under and overvaluation are tempting strategies, policies opted for, however, need to consider both sides of this same coin with the fear of unleashing extra inflationary pressures and losing in credibility.

## References

- Balassa, B. (1964). The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal. *Journal of Political Economy*, 72(6), 584–596.
- Barhoumi, K. (2006). Differences in Long-Run Exchange Rate Pass-Through into Import Prices in Developing Countries: An Empirical Investigation. *Economic Modelling*, 23, 926–951.
- Ben Ali, T., & Amara, T. (2012). The misalignment of Tunisia's real effective exchange rate via the BEER approach.
- Ben Mbarek, H., & Ben Romdhane, H. (2011). Equilibrium exchange rate and exchange control level: an empirical analysis using a time-series cointegration VAR model (the case of Tunisia). *International Journal of Financial Services Management*, 5(1), 21-33.
- Bouزيد, A. (2021). Real Effective Exchange Rate Misalignment of the Tunisian dinar. *Romanian Economic Journal*, vol. 24(80), pages 2-23, June.
- Campa, J.M., & Goldberg, L.S. (2005). Exchange Rate Pass-through into Import Prices. *The Review of Economics and Statistics*, 87(4), 679–690.
- Cassel, G. (1918). Abnormal Deviations in International Exchanges. In *The Economic Journal* (Vol. 28, Issue 112, p. 413). Oxford University Press.
- Choudhri, E., & Hakura, D. (2001). Exchange Rate Pass-Through to Domestic Prices: Does the Inflationary Environment Matter?. *Journal of International Money and Finance*, 25, 614–639.
- Choudhri, E., & Hakura, D. (2012). The Exchange Rate Pass-Through to Import and Export Prices: The Role of Nominal Rigidities and Currency Choice. IMF Working Paper No. 12/226, International Monetary Fund.
- Dahem, A., & Siala, F. (2016). Exchange rate pass-through and monetary policy in transition economy: evidence from Tunisia with a disaggregated VAR analysis. *International Journal of Economics and Business Administration*, 4(4), 50-63.
- Derbali, A. (2021). The misalignment of real effective exchange rate: Evidence from Tunisia. IHEID Working Papers 04-2021, Economics Section, The Graduate Institute of International Studies.
- Edwards, S. (1994). Exchange Rate Misalignment in Developing Countries 2. Approaches to Exchange Rate Policy.
- Edwards, S., & Van Wijnbergen, S. (1987). Tariffs, the Real Exchange Rate and the Terms of Trade: On Two Popular Propositions in International Economics. NBER Working Papers 2365, National Bureau of Economic Research, Inc.
- El Badawi, I.A., & Soto, R. (1994). Capital flows and equilibrium real exchange rates in Chile. Policy Research Working Paper 1306.
- Frankel, Jeffrey A. (1986). International Capital Mobility and Crowding-Out in the U.S. Economy: Imperfect Integration of Financial Markets or Goods Markets?. in Rik W. Hafer (ed.): *How Open is the U.S. Economy?* Lexington: Lexington Books.
- Frenkel, J., & Razin, A. (1996). *Fiscal Policies and Growth in the World Economy*. MIT Press Books, The MIT Press, edition 3, volume 1.
- Goldfajn, I., & Werlang, R.C. (2000). The pass-through from depreciation to inflation: a panel study. Textos para discussão 423, Department of Economics PUC-Rio (Brazil).
- Gräbner, & Heimberger. (2021). Understanding economic openness: a review of existing measures. *Review of World Economics*.
- Harrod, R., (1933), *International Economics*, London: Nisbet and Cambridge University Press.
- Helali, K., Kalai, M., & Boujelbane. (2014). Exchange rate pass-through to domestic prices in Tunisia: a short- and long-run analysis.
- Hinkle, & Montiel. (1999). *Exchange Rate Misalignment: Concepts and Measurement for Developing Countries*. Oxford University Press.



- Jongwanich, J. (2009). Equilibrium Real Exchange Rate, Misalignment, and Export Performance in Developing Asia. ADB Economics Working Paper Series 151, Asian Development Bank.
- Kaminsky, Lizondo, & Reinhardt. (1997). Leading Indicators of Currency Crises. Policy Research Working Paper 1852. World Bank, Washington, D.C.
- Karchi, S. (2020). Le phénomène de pass-through de taux de change : évidence empirique pour le Maroc et la Tunisie. Actes de la deuxième conférence internationale sur la francophonie économique, pp1213-1226.
- Leigh, D., & Rossi, M. (2002). Exchange rate pass through in Turkey. IMF Working Paper No. WP/02/204, National Bureau of Economic Research, February 2004.
- Leila, B., Zarzoso, & Medini A. (2022). Covid-19 Shock: Pass-Through to Consumer Prices in Tunisia. Working Papers 1535, Economic Research Forum, revised 20 Feb 2022.
- Lothian, J.R., Taylor, M.P. (1996). Real exchange rate behavior: The recent float from the perspective of the past two centuries, *Journal of Political Economy* 104 (3), June, 488-510.
- MacDonald, R., & Clark, P. U. (1998). Exchange Rates and Economic Fundamentals: A Methodological Comparison of Beers and Feers. IMF Working Paper, 98(67), 1.
- Mark, Neil C. (1995). Exchange rates and fundamentals: evidence on long-horizon predictability. *American Economic Review* 85: 201–218.
- Marrakchi Charfi F., & Kadria, M. (2016). Incomplete Exchange Rate Pass-Through Transmission To Prices: An Svar Model For Tunisia. *Annals of Financial Economics (AFE)*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., vol. 11(04), pages 1-23, December.
- Marrakchi Charfi, F. (2008). Taux de change réel d'équilibre et mésalignements: Enseignements d'un modèle VAR-ECM pour le cas de la Tunisie. *Panoeconomicus*, 55(4), 439–464.
- McCarthy, J. (2000). Pass-Through of Exchange Rates and Import Prices to Domestic Inflation in Some Industrialized Economies. FRB of New York Staff Report No. 111.
- Montiel, P.J. (1999). Determinants of the Long-Run Equilibrium Real Exchange Rate: An Analytical Model.
- Pfeffermann, G. (1985). «Exchange rate policies: Overvalued exchange rates and development: How overvaluation retards growth », *Finance & Development*, 0022(001), A005. Retrieved Jan 3, 2023.
- Rodrik, D., (2008). The real exchange rate and economic growth, *Brookings Papers on Economic Activity*, Fall, pp 365–412.
- Stein, & Jerome L. (1995). The Fundamental Determinants of the Real Exchange Rate of the U.S. Dollar Relative to Other G-7 Currencies. IMF Working Paper No. 95/81.
- Williamson, J. (1991). FEERs and the ERM. *National Institute Economic Review*, 137, 45–50.



## Appendix

## Appendix 1: Granger causality test

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 05/21/23 Time: 19:41

Sample: 1 88

Lags: 8

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOPN does not Granger Cause LREER	80	0.62446	0.7541
LREER does not Granger Cause LOPN		3.26483	0.0036
LPROD does not Granger Cause LREER	80	0.51106	0.8437
LREER does not Granger Cause LPROD		2.83664	0.0094
LTOT does not Granger Cause LREER	80	1.33368	0.2437
LREER does not Granger Cause LTOT		1.63656	0.1324
LGEXP does not Granger Cause LREER	80	0.59461	0.7787
LREER does not Granger Cause LGEXP		1.72559	0.1098
LPROD does not Granger Cause LOPN	80	3.22858	0.0039
LOPN does not Granger Cause LPROD		1.63725	0.1322
LTOT does not Granger Cause LOPN	80	1.91410	0.0733
LOPN does not Granger Cause LTOT		1.33435	0.2434
LGEXP does not Granger Cause LOPN	80	1.89287	0.0768
LOPN does not Granger Cause LGEXP		1.94678	0.0683
LTOT does not Granger Cause LPROD	80	1.15018	0.3433
LPROD does not Granger Cause LTOT		0.90293	0.5198
LGEXP does not Granger Cause LPROD	80	2.77577	0.0107
LPROD does not Granger Cause LGEXP		1.19794	0.3148
LGEXP does not Granger Cause LTOT	80	0.77074	0.6297
LTOT does not Granger Cause LGEXP		0.67598	0.7107

**Appendix 2: Testing the stationarity of the misalignment series**

Null Hypothesis: MIS has a unit root

Exogenous: Constant

Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-2.488358	0.1218
Test critical values:		
1% level	-3.507394	
5% level	-2.895109	
10% level	-2.584738	



## Résumé

Cette étude a pour objectif d'étudier l'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité financière en Tunisie, sur un échantillon de 15 banques sur la période 2005-2021. Pour ce faire, nous analysons la nature de la relation entre ces deux déterminants en testant les deux hypothèses de l'existence d'une relation linéaire et d'une relation non linéaire. Par ailleurs, afin de comprendre davantage l'effet de la taille des banques sur cette relation, nous avons pris en considération l'interaction entre la taille et la concurrence.

Nos résultats indiquent que la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière est non-linéaire. Ceci implique qu'une augmentation du pouvoir de marché (moins de concurrence) augmente la stabilité bancaire, conformément à l'hypothèse de concentration-stabilité (c'est-à-dire concurrence-fragilité), mais seulement jusqu'à un certain niveau. Après ce seuil, une augmentation du pouvoir de marché mène à une réduction de la stabilité bancaire, en accord avec l'hypothèse de concentration-fragilité (ou concurrence-stabilité). En outre, nos résultats stipulent que la taille de la banque accentue l'effet stabilisant de la concentration sur le marché bancaire tunisien.

**Mots Clés :** Stabilité financière, concurrence bancaire, concentration, concurrence-fragilité, concurrence-stabilité

## Introduction

Les séries des crises financières et monétaires que le monde a connu depuis le 17<sup>ème</sup> siècle, y compris la crise financière de 2008, la récession et les séquelles qui en résultent, ont remis en question l'importance de la stabilité financière.

A cet effet, les banques centrales du monde entier, ont pris conscience que la stabilité financière est une condition préalable non seulement à la stabilité des prix (qui est l'objectif principal des banques centrales), mais aussi à une croissance durable et à un développement sain de l'économie. C'est pour cette raison, que le rôle des banques centrales a été redéfini et que le mandat de très nombreuses banques centrales s'est étendu à des fonctions macroprudentielles, en vue d'assurer la stabilité du secteur bancaire et de limiter la fragilité ou l'instabilité financière, voire de la contrôler. Ce regain d'intérêt s'explique essentiellement par le lien entre le secteur bancaire et l'économie réelle. En effet, ce secteur joue un rôle important en étant un catalyseur de l'économie.

Par ailleurs, étant donné que les banques sont les principaux acteurs du système financier, leur comportement a une incidence directe sur la stabilité financière, surtout dans un contexte marqué par la libéralisation financière (Mckinnon, 1973 et Shaw 1973).

C'est dans ce cadre que la nature de la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière a fait l'objet de sérieux débats et discussions dans la littérature, d'où la naissance de deux courants de pensée opposés :

- Le premier est le point de vue de la concurrence-fragilité, qui stipule que la concurrence pourrait augmenter la fragilité du secteur bancaire à travers une prise de risque excessive par les banques dans la recherche de la rentabilité (Keeley, 1990).



- Le deuxième point de vue est celui de la concurrence-stabilité : il affirme que la concurrence a un effet stabilisateur, puisqu'en sa présence les taux d'intérêt baissent entraînant une baisse du risque de défaut des emprunteurs, favorisant ainsi la stabilité financière (Boyd et De Nicoló, 2005).
- Un troisième courant de réflexion s'est ajouté récemment. Il énonce que les deux points de vue peuvent coexister et que la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière est non linéaire (Martinez-Miera et Repullo, 2010).

En Tunisie, les réformes financières mises sur pied, suite à la promulgation de la nouvelle loi bancaire de 2016 et l'ouverture à la digitalisation ont eu des répercussions sur la structure du marché bancaire. En effet, ceci a permis aux banques de devenir plus grandes et d'étendre leur champ d'activités. D'ailleurs, la notion de la taille des banques a été un sujet débattu par les théoriciens qui ont abouti à des conclusions différentes. Il y a ceux qui pensent que la consolidation et la concentration bancaire aboutissent à l'accroissement de la taille des banques, ce qui leur permet de bénéficier des économies d'échelle et d'avoir des portefeuilles plus diversifiés, réduisant ainsi l'exposition au risque (Williamson, 1986), alors que d'autres trouvent que l'accroissement de la taille des banques est préjudiciable à la stabilité bancaire à travers la doctrine du Too Big To Fail (trop grand pour faire faillite) qui encourage les banques à une prise du risque excessif (Mishkin, 1999). Il est donc probable que la taille ait un effet modérateur qui change le sens ou la force de l'effet de la concentration sur la stabilité. Une importance particulière doit être accordée à l'effet de la taille des banques et au changement dans la structure du marché bancaire en Tunisie au regard de la controverse théorique et empirique autour de la question de l'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité financière.

Notre étude contribue à la littérature existante sur la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière en Tunisie de plusieurs manières. Premièrement, cette étude contribue au débat sur la non-linéarité dans la relation concurrence-stabilité en examinant la pertinence empirique des prédictions théoriques du modèle de Martínez-Miera et Repullo (2010). Deuxièmement, à notre connaissance, il s'agit de la première étude qui examine l'effet modérateur de la taille sur la relation concentration bancaire-stabilité financière, tout en prenant en compte, dans le contexte tunisien, l'impact des crises vécues à savoir : la crise financière de 2008, la période de la révolution tunisienne en 2011 et la crise sanitaire du COVID-19.

La suite de l'article est organisée de la manière suivante : la section 2 présente la revue de la littérature et le développement de nos hypothèses. La section 3 détaille les données et la méthodologie utilisée dans cette étude. La section 4 discute les résultats empiriques et finalement la conclusion et les recommandations.

### 1. Revue de la littérature et hypothèses de travail

L'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité a toujours été un sujet de préoccupation et de discussion pour les chercheurs et les décideurs politiques. Il est généralement admis qu'il existe deux théories expliquant la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière : l'une concurrence-fragilité et l'autre concurrence-stabilité.

#### 1.1. Thèse de la concurrence-fragilité

Selon la théorie traditionnelle de la « concurrence-fragilité », également connue sous le nom de « concentration-stabilité », les banques deviennent plus fragiles lorsqu'elles opèrent dans des systèmes bancaires plus concurrentiels et moins concentrés. Au fil du temps, plusieurs arguments ont été avancés pour étayer cette hypothèse. Keeley (1990) a été le premier à aborder la relation positive entre la concurrence et la fragilité, tant sur le plan théorique qu'empirique. D'après lui, le premier argument repose sur le paradigme de la "valeur de la franchise", selon lequel une concurrence accrue érode les marges bénéficiaires, entraînant une baisse de la valeur de la franchise des banques, ce qui réduit les incitations à un comportement prudent et conduit les banques à une prise de risque plus agressive dans le but d'accroître la rentabilité et gagner des parts de marché.



Un autre argument du point de vue de la concurrence-fragilité repose sur la structure du marché dans lequel les banques opèrent. [Beck, Demirguc-Kunt et Levine \(2006\)](#) constatent que, dans les systèmes où l'entrée est restreinte et où la concurrence est donc limitée, les banques ont de meilleures opportunités de profit et coussins de capital et donc moins d'incitations à prendre des risques agressifs, ce qui a des répercussions positives sur la stabilité financière. En outre, les systèmes bancaires plus concentrés (caractérisés par une faible concurrence) sont composés de grandes banques qui bénéficient d'économies d'échelle et ont des portefeuilles plus diversifiés, ce qui réduit leur exposition au risque ([Williamson, 1986](#)). Dans le même contexte, [Beck et al. \(2010\)](#) affirment que la consolidation et la concentration dans le secteur bancaire conduisent à de grandes banques qui ont un portefeuille d'actifs diversifié. Cette diversification entraîne une réduction du risque dans le portefeuille d'actifs des banques. Par conséquent, les systèmes bancaires plus concentrés sont moins susceptibles de connaître des crises ([Berger, Klapper et Turk-Ariss, 2008](#)). L'hypothèse de la concurrence-fragilité est également soutenue par la relation emprunteur-banque. Plusieurs auteurs affirment que dans des environnements bancaires plus concurrentiels, les rentes informationnelles de la relation des banques avec les emprunteurs diminuent considérablement, ce qui conduit les banques à réduire leur sélection d'emprunteurs potentiels et, par conséquent, la qualité globale du crédit du portefeuille diminue ([Berger et al., 2008](#)). En outre, une concurrence bancaire élevée engendre la baisse du taux d'intérêt sur les prêts, qui permettent, à la base, de couvrir les pertes sur prêts. Et donc, cette concurrence peut intensifier le risque de faillite bancaire. Par conséquent, quand un marché bancaire est concentré et moins concurrentiel, il serait certainement plus stable ([Christel et al., 2020](#)). [Vives \(2001\)](#) avance un autre argument en faveur du point de vue de la concurrence-fragilité, selon lequel la charge réglementaire de la Banque Centrale diminue lorsque le secteur bancaire est concentré. En effet, avec un petit nombre de grandes institutions il est relativement plus facile pour l'autorité de surveillance de contrôler l'activité bancaire et de réagir pour sauver les banques en difficulté, ce qui permet d'éviter le phénomène de contagion et d'accroître la stabilité financière ([Allen et Gale, 2000](#) ; [Sáez et Shi, 2004](#)).

### 1.2. Thèse de la concurrence-stabilité

Une hypothèse alternative et plus récente, connue sous le nom de « concurrence-stabilité » ou « concentration-fragilité », soutient que la compétitivité du système bancaire favorise la stabilité financière. Ce point de vue repose principalement sur le paradigme du "déplacement du risque", introduit par [Boyd et De Nicoló \(2005\)](#).

Cette deuxième hypothèse affirme que l'augmentation de la concentration ou diminution de la concurrence bancaire sur le marché des prêts entraîne des taux d'intérêt plus élevés sur les prêts accordés. Les taux d'intérêt plus élevés facturés aux clients rendent le remboursement des prêts plus difficile et incitent les emprunteurs à se tourner vers des projets plus risqués pour compenser ces taux d'intérêt élevés. Cette pratique entraîne une augmentation du risque de défaut de paiement, une hausse du volume des prêts non performants ainsi qu'un risque de faillite plus élevé pour les banques et une plus grande instabilité bancaire en raison du problème de sélection adverse de la part des emprunteurs. Par conséquent, les systèmes bancaires plus compétitifs sont considérés comme plus stables ([Iskenderoglu et Tomak, 2013](#)). La concurrence permet également d'écarter les banques instables du marché et renforce ainsi la stabilité financière ([Beck et al., 2006](#)).

Un autre argument concerne l'effet des politiques "too-big-to-fail"<sup>1</sup> ou "trop important pour faire faillite" dans les systèmes bancaires concentrés sur les incitations des banques à prendre des risques. La raison est que la présence de grandes banques constitue une menace potentielle pour la sécurité et la solidité du système financier, car la défaillance d'une grande banque expose le système financier à un

---

<sup>1</sup> Too big to fail (TBTF) est un concept économique qui décrit la situation d'une banque ou toute autre institution financière dont la faillite aurait des conséquences systémiques désastreuses sur l'économie et qui par conséquent se retrouve renflouée par les pouvoirs publics dès lors que ce risque de faillite est avéré.



risque systémique (Kocabay, 2009). Les craintes de contagion et de crise financière résultant de la faillite de grandes banques rendent les régulateurs réticents à les laisser faire faillite en cas de problèmes de solvabilité. Par conséquent, les gouvernements laissent entendre qu'ils garantiront la survie de ces banques pour éviter une crise à l'échelle nationale. Ainsi, la garantie implicite d'un sauvetage par le gouvernement en cas d'insolvabilité engendre un aléa moral et incite les grandes banques à prendre des risques excessifs (Mishkin, 1999 ; Beck et al., 2006 ; Beck, 2008).

Enfin, les partisans du point de vue de la concurrence et de la stabilité sont en désaccord avec la proposition selon laquelle un système bancaire concentré avec quelques banques est plus facile à surveiller qu'un système bancaire moins concentré avec de nombreuses banques. Leur argument est qu'à mesure que la taille des banques augmente avec la concentration et la consolidation accrues de leurs activités, les banques deviennent plus complexes et plus difficiles à réguler et à superviser par les autorités. Ainsi, cet argument prédit une relation positive entre la concentration et la fragilité. En d'autres termes, la concurrence entraîne la stabilité (Claessens et Laeven, 2004 ; Boyd et al., 2006 ; Schaeck et al., 2006 ; Beck, 2008).

Sur la base de la littérature citée ci-haut, notre première hypothèse (H1) s'intéresse à l'existence d'une relation linéaire entre la concurrence bancaire et la stabilité financière. Il est à noter que plusieurs études récentes sont parvenues à cette conclusion, notamment celles de Maji et Hazarika (2018) pour le secteur bancaire indien.

⇒ **H<sub>1</sub> : La relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière est linéaire.**

Cette première hypothèse est scindée en deux sous-hypothèses (H1A et H1B) représentant les deux théories de la concurrence-fragilité et la concurrence-stabilité.

⇒ **H<sub>1A</sub> : L'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité financière est négatif.**

⇒ **H<sub>1B</sub> : L'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité financière est positif.**

### 1.3. Thèse de la non-linéarité

Récemment, Martinez-Miera et Repullo (2010) étendent le modèle de Boyd et De Nicoló (2005) et distinguent deux effets :

- Le déplacement du risque : indique qu'une baisse des taux de prêt (due à une forte concurrence) conduit à une probabilité de défaut plus faible de l'emprunteur (effet similaire à celui de l'hypothèse concurrence-stabilité).
- L'effet marginal : repose sur l'idée qu'une concurrence plus élevée est associée à des taux de prêt plus bas, ce qui réduit les revenus d'intérêt des banques ainsi que leur capacité à couvrir les pertes.

Ainsi, selon ces auteurs, il existe une relation en forme de U entre la concentration bancaire et la stabilité financière, et cela s'explique par deux effets distincts. En effet, ces auteurs ont confirmé qu'en présence de la concurrence, l'application des taux d'intérêt plus bas est favorable aux emprunteurs et fait baisser le risque de crédit. Cependant, en contrepartie, ces taux plus bas réduisent les revenus des banques. Ainsi, lorsque cet effet est pris en compte, la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière s'avère non-linéaire.

D'autres études empiriques ont soutenu l'effet non-linéaire, notamment Zhanbolatova et al. (2018) qui ont étudié la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité au Royaume-Uni ou Liu, Molyneux et Wilson (2010) qui ont analysé la concurrence bancaire dans 11 pays de l'Union Européenne.

Par conséquent, les deux points de vue peuvent coexister et la relation entre les deux peut aller dans un sens ou dans l'autre en fonction de la structure du marché et des mesures de concurrence, d'où notre deuxième hypothèse de la non-linéarité



⇒ *H<sub>2</sub> : La relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière est non linéaire (quadratique).*

#### 1.4. L'effet modérateur de la taille

L'internationalisation de l'économie et les différentes déréglementations, que les secteurs bancaires ont connues durant ces dernières décennies, ont favorisé l'expansion du phénomène des fusions et acquisitions. Cette tendance dans le secteur bancaire est également affectée, entre autres, par la croissance sans précédent de la concurrence et des innovations financières (Ünal, 2005), la principale raison étant l'amélioration de la situation financière de la banque concernée et l'accroissement de sa taille pour obtenir une meilleure position sur le marché. Nombreux sont les articles qui ont été publiés sur les avantages de ce phénomène. Citons, à titre d'exemples, Cornett et Tehranian (1992), Olson et Pagano (2005) qui ont prouvé que les banques fusionnées bénéficient d'une performance supérieure. Cette idée a été approfondie par Beck et al. (2010), qui affirment que la consolidation et la concentration dans le secteur bancaire conduisent à la création de grandes banques qui ont un portefeuille d'actifs diversifié. Cette diversification entraîne une réduction du risque dans le portefeuille d'actifs des banques. Ceci impacte positivement la solidité bancaire.

Par ailleurs, dans le contexte tunisien, la nouvelle loi bancaire de 2016 et l'ouverture à la digitalisation ont permis aux banques de devenir plus grandes et d'étendre leur champ d'activités. D'ailleurs, la notion de la taille des banques a été largement débattue par les théoriciens qui ont abouti à des résultats mitigés concernant l'effet de la taille sur la stabilité financière. En effet, certains trouvent que la taille peut stimuler la prise de risque des banques à travers l'aléa moral engendré par la notion du too big to fail (trop grand pour faire faillite). La faillite de ces banques entraînerait des conséquences systémiques désastreuses sur l'économie et par conséquent, se retrouvent renflouées par les pouvoirs publics dès lors que ce risque de faillite est avéré (Mishkin, 1999). En revanche, d'autres rejoignent l'idée de l'effet positif de la consolidation et de l'accroissement de la taille et pensent que cette dernière permet aux banques de bénéficier d'économies d'échelle et d'avoir des portefeuilles plus diversifiés, réduisant ainsi l'exposition au risque (Williamson, 1986). Par conséquent, la relation entre la taille de la banque et la stabilité reste ambiguë.

Ces deux théories (l'ambiguïté de l'effet de la taille sur la stabilité, ainsi que son avantage issu de la consolidation et de la concentration) nous amènent à poser une hypothèse concernant à l'existence d'un effet modérateur de la taille.

**H<sub>3</sub> : La taille de la banque joue un rôle modérateur significatif dans la relation entre la concentration bancaire et la stabilité financière.**

## 2. Méthodologie

### 2.1. Echantillon de l'étude

L'échantillon retenu pour cette étude comprend 15 banques commerciales résidentes en Tunisie (3 publiques, 9 privées et 3 mixtes), et il couvre la période allant de 2005 jusqu'à 2021. Il s'agit de données annuelles, ce qui donne lieu à 255 observations.

### 2.2. Source des données

Les données bancaires sont collectées à partir des états financiers de chaque banque, publiés sur le site du Conseil du Marché Financier (CMF). Quant aux indicateurs macroéconomiques, ils sont collectés auprès de la base de données des Indicateurs de Développement Mondial qui est une source de données ouverte de la Banque Mondiale.



## 2.3. Présentation des variables

### 2.3.1. Variable dépendante : Stabilité financière

Pour évaluer l'impact de la concurrence sur la stabilité financière, deux mesures sont possibles le Z-score et le NPL.

Dans nos régressions de base, nous adoptons l'indice Z-score qui est une mesure populaire de l'instabilité bancaire et financière reconnue par la Banque Mondiale. En effet, l'indicateur de Z-score d'une banque mesure la distance pour qu'elle fasse défaut (Laeven et Levine, 2009). Donc plus le Z-score est élevé, plus la probabilité de défaillance est faible et vice versa. Cet indice se calcule à partir des données comptables (Zheng et al., 2019). Sa formule introduite par Roy (1952) se présente comme suit :

$$Z - score = \frac{ROA + CAP}{\sigma ROA}$$

Où ROA (Return On Assets) désigne la rentabilité des actifs, CAP désigne le ratio du capital et  $\sigma(ROA)$  est l'écart-type du taux de rendement des actifs.

Néanmoins, l'indicateur de Z-score se caractérise par une forte asymétrie, ce qui biaise les résultats. Ceci justifie alors l'utilisation du logarithme naturel du Z-score tel que suggéré par Laeven et Levine (2009).

$$Z - score = \frac{\ln(ROA + CAP)}{\sigma ROA}$$

Toutefois, quelques valeurs de Z-score au niveau de notre échantillon sont de signe négatif, ce qui rend l'utilisation du logarithme népérien donc impossible. A cet effet, nous optons pour le calcul du Z-score ajusté ou modifié afin d'affiner cet indicateur. Sa formule est la suivante :

$$Z - score \text{ ajusté} = \ln\left(\frac{ROA + CAP}{\sigma ROA} + 10\right)$$

Ensuite, pour nos tests de robustesse, nous adoptons le NPL qui est le taux des crédits non performants qui mesure, en particulier, le risque de crédit. En effet, plus ce ratio est élevé, plus la qualité des actifs est dégradée et plus le risque de crédit est élevé, ce qui se traduit par une instabilité financière.

### 2.3.2. Variable indépendante : Concurrence bancaire

La concurrence bancaire est la principale variable indépendante dont notre étude vise à déterminer ses effets sur la stabilité financière. D'après Beck et al. (2006) ainsi que Schaeck et al. (2008), les mesures de la concentration bancaire et de la concurrence peuvent être utilisées comme des substituts. Les mesures les plus citées dans la théorie sont : l'indice de Herfindahl-Hirschman (HHI) et le ratio de concentration des n premières banques, qui représentent les indicateurs structurels ainsi que d'autres indicateurs non structurels à savoir : L'indicateur de Boone, l'indice de Lerner et la statistique H de Panzar-Ross. Dans notre cas, nous avons opté pour les mesures structurelles, faute de disponibilité des indicateurs non structurels.

Pour nos régressions de base, nous retenons le HHI qui est une mesure directe de la concentration du marché et une mesure inverse de la concurrence bancaire. Cette mesure de la concurrence peut être appliquée sur le marché des dépôts ou de prêts, mais nous retenons le HHI des actifs puisque c'est la mesure la plus utilisée dans les travaux empiriques (Nyangu, 2022 ; Zaghdoudi et al., 2016). Sa formule se présente comme suit :

$$HHI = \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad \forall i = 1, \dots, N$$

Avec  $N$  le nombre des banques de notre échantillon et  $S_i$  le pourcentage de la part de marché de la banque «  $i$  ».

Ensuite, pour nos tests de robustesse, nous adoptons le ratio de concentration des trois premières banques (CR3) qui mesure la part de marché détenue par les trois plus grandes banques, en se référant à la valeur totale des actifs. Le ratio de concentration des  $n$  banques est calculé comme suit :

$$CR_3 = \sum_{i=1}^3 S_i \text{ Avec } S_1 \geq \dots \geq S_3$$

Avec  $S_i$  : la part de marché de la banque «  $i$  » classée par taille, de la banque ayant le plus grand actif à celle ayant le plus petit.

### 2.3.3. Variables de contrôle spécifiques aux banques

Les variables de contrôle sont listées ci-après :

- La taille de la banque : peut avoir une relation positive ou négative avec la stabilité financière (Tongurai et Vithessonthi, 2020). En effet, d'un côté, la croissance des banques assure une plus grande stabilité à partir des gains d'efficacité résultant de la croissance. Ainsi, les grandes banques peuvent bénéficier des économies d'échelle, ce qui les encourage à éviter la prise de risque excessive. En revanche, d'un autre côté, la doctrine de « too big to fail » stipule que les grandes banques sont susceptibles de prendre des risques excessifs, ce qui affecte négativement la stabilité.
- La performance bancaire : Conformément aux études de Zaghoudi et al. (2017), elle peut être estimée par la rentabilité des actifs (ROA) qui reflète la bonne gestion des dirigeants de la banque et leur capacité à réaliser des bénéfices (Gul et al., 2011). Il est possible de présenter cette variable à travers la marge d'intérêt nette (NIM) que nous adoptons dans nos tests de robustesse.
- Le ratio de capital : conformément aux travaux d'Athari et Bahreini (2021), c'est un indicateur de capitalisation qui indique la capacité de la banque à absorber les pertes potentielles moyennant ses capitaux. Il n'y a pas d'attentes préalables exactes concernant le signe du coefficient de capitalisation. En effet, les banques ayant un niveau élevé de capitalisation peuvent être susceptibles à prendre plus de risque, ce qui influence négativement la stabilité financière (Abedifar et al., 2013). En revanche, d'autres études ont abouti à une conclusion inverse (Schliephake, 2016).
- La liquidité bancaire : Conformément aux travaux de Hakimi et Zaghoudi (2017), la liquidité est mesurée par le ratio LTD ou Crédits/Dépôts qui mesure l'exposition de la banque au risque de liquidité. Le problème de liquidité chez une banque provient essentiellement d'une forte transformation des dépôts à court terme en crédits à long terme. En effet, si les crédits dépassent les dépôts, les banques vont recourir massivement au financement du marché qui est plus cher que le financement auprès de ressources stables (les dépôts), traduisant ainsi une exposition accrue au risque de liquidité.
- Le risque de crédit : conformément aux travaux de Zaghoudi et al. (2017), le ratio de prêts mesure l'encours total des prêts en pourcentage de l'actif total. Il mesure alors la taille du portefeuille de crédits. Dans notre contexte, nous utilisons ce ratio comme mesure approximative du risque de crédit. Nous nous attendons donc à un coefficient négatif. En effet, ce ratio peut être une source d'incertitude quant à la qualité des crédits octroyés par la banque (notamment en période de la crise du Covid-19), ce qui va générer un risque de crédit. Par conséquent, la profitabilité des banques sera mise en péril si elles se trouvent face à une accumulation des portefeuilles de crédits non performants, impactant ainsi la stabilité financière (Ghenimi et al., 2017).



Tableau 1: Les variables de contrôle spécifiques aux banques

Variable	Formule	Signe attendu	Référence
$TAILLE_{i,t}$	$Ln (Total\ actifs_{i,t})$	Positif ou négatif	Tongurai et Vithessonthi (2020)
$ROA$	$\frac{Revenus\ nets}{Total\ actifs}$	Positif ou négatif	Zaghdoudi et Al. (2017)
$CAP$	$\frac{Fonds\ propres}{Total\ actifs}$	Positif ou négatif	Athari et Bahreini (2021)
$LIQ$	$\frac{Total\ crédits}{Total\ dépôts}$	Négatif	Hakimi et Zaghdoudi (2017)
$CRED$	$\frac{Total\ crédits}{Total\ actifs}$	Négatif	Zaghdoudi et Al. (2017)

Source : Auteur (basé sur la littérature)

### 2.3.4. Variables macroéconomiques

Afin de contrôler les variables du cycle économique qui peuvent avoir une influence sur la stabilité financière, nous incluons deux variables qui sont le taux de croissance annuel du produit intérieur brut (PIB) et l'inflation (INFL) ainsi qu'une autre variable binaire qui représente les crises. Cette dernière tient compte des crises qui ont eu lieu entre 2005 et 2021 et prend la valeur 1 pour :

- Les années 2009 et 2010 : Crise financière des subprimes (Altaee et al., 2013) ;
- Les années 2011, 2012 et 2013 : Révolution tunisienne (Brini et Jemmali, 2016) ;
- Les années 2020 et 2021 : Crise du Covid-19 (Reinders et al., 2020).

### 2.4. Spécification des modèles

Pour évaluer l'effet de la concurrence sur la stabilité bancaire et déterminer la nature de la relation entre ces deux composantes, nous testons nos hypothèses sus-citées. Pour ce faire, nous employons le premier modèle ci-après inspiré des travaux de Zaghdoudi et al. (2016), Albaity et al. (2019), Rakshit (2020), Christel et al. (2020) et Nyangu (2022), ce premier modèle permet de tester la première hypothèse de linéarité et se présente comme suit :

$$Z\text{-SCORE}_{it} = \alpha + \beta_1 HHI_{it} + \beta_2 TAILLE_{it} + \beta_3 ROA_{it} + \beta_4 CAP_{it} + \beta_5 CRED_{it} + \beta_6 LIQ_{it} + \beta_7 PIB_{it} + \beta_8 INFL_{it} + \beta_9 CRISES_{it} + u_{it} \quad (I)$$

Ensuite pour tester la robustesse de cette première régression, nous remplaçons le Z-score par le ratio NPL's, le HHI par le CR3 et le ROA par le NIM.

Pour tester la deuxième hypothèse de la non-linéarité entre la concurrence et la stabilité, nous incluons un terme quadratique de l'indicateur de mesure de la concurrence ( $HHI^2$ ) dans le modèle, tel que suggéré par Martínez-Miera et Repullo (2010). Le modèle se présente comme suit :

$$Z\text{-SCORE}_{it} = \alpha + \beta_1 HHI_{it} + \beta_2 HHI_{it}^2 + \beta_3 TAILLE_{it} + \beta_4 ROA_{it} + \beta_5 CAP_{it} + \beta_6 CRED_{it} + \beta_7 LIQ_{it} + \beta_8 PIB_{it} + \beta_9 INFL_{it} + \beta_{10} CRISES_{it} + u_{it} \quad (II)$$

De même, pour le test de robustesse, le Z-score est remplacé par le ratio NPL's, le HHI par le CR3 et le ROA par le NIM.

Concernant le test de notre troisième hypothèse permettant d'appréhender l'effet de la taille sur la relation concentration-stabilité, nous introduisons une variable d'interaction de la taille avec la

concentration (HHI) conformément au cadre de l'effet de modération développé par [Baron et Kenny \(1986\)](#) et [Sharma, Durand et Gur-Arie \(1981\)](#), notre modèle est spécifié de la manière suivante :

$$Z\text{-SCORE} = \beta_0 + \beta_1 \text{HHI} + \beta_2 \text{ROA} + \beta_3 \text{CAP} + \beta_4 \text{TAILLE} + \beta_5 (\text{HHI} * \text{TAILLE}) + \beta_6 \text{LIQ} + \beta_7 \text{CRED} + \beta_8 \text{PIB} + \beta_9 \text{INFL} + \beta_{10} \text{CRISES} + u_{it} \quad (\text{III})$$

### 2.5. Méthodes d'estimation

En nous basant sur la dimension individuelle (15 banques) et temporelle (17 années) de l'échantillon choisi ainsi que sur les tests préliminaires effectués, à savoir : le test d'hétéroscédasticité (test de Breusch-Pagan), le test d'autocorrélation (test de Wooldridge), le test d'homogénéité (test de spécification de Fisher : F-test) et le test d'Hausman, nous adoptons l'approche des données de panel. Nous appliquons le modèle à effet aléatoires pour nos régressions de base et celui à effets fixes pour nos tests de robustesse<sup>2</sup>.

## 3. Présentation des résultats

Nous présentons les résultats des statistiques descriptives dans un premier temps et dans un deuxième temps nous présentons les résultats des régressions effectuées.

### 3.1. Statistiques descriptives

**Tableau 2: Statistiques descriptives des variables**

Variables	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Ln (Z-Score ajusté)	255	3,1872	0,5442	1,552	4,2632
HHI	255	0,1033	0,0034	0,0986	0,1089
TAILLE	255	14,7061	1,2405	11,3287	16,7719
ROA	255	0,0055	0,0177	-0,1221	0,0415
CAP	255	0,1241	0,1047	-0,0162	0,7982
CRED	255	0,7963	0,0737	0,5853	0,9572
LIQ	255	1,1786	0,6949	0,6589	8,4094
PIB	255	0,0213	0,0329	-0,0873	0,0671
INFL	255	0,0447	0,0136	0,0201	0,0731
CRISES	255	0,4117	0,4931	0	1

*Source : Auteur à partir de STATA 13*

Tout d'abord, notre variable dépendante de la stabilité financière mesurée par ln (Z-score ajusté) présente une moyenne de 3,18, avec un minimum de 1,55 et un maximum de 4,26. Ceci reflète l'hétérogénéité de notre échantillon, qui comprend des banques stables financièrement et d'autres ayant un risque de solvabilité plus élevé. Nous remarquons également que les banques ayant un Z-score élevé sont des banques privées. Ceci est conforme avec la conclusion de [Ben Ali et Sghaier \(2013\)](#), qui confirment que les banques privées en Tunisie font preuve d'une meilleure efficacité que les banques étatiques.

Concernant la mesure de la concurrence HHI, sa valeur tourne autour de sa moyenne qui est de 0,103. Ce qui montre que le secteur bancaire tunisien présente une concentration modérée voire faible. Quant à la performance bancaire représentée par le ROA, elle est en moyenne égale à 0,55% et un maximum de 4,2% et les banques privées font preuve d'une meilleure performance que les banques étatiques.

<sup>2</sup> Le choix de ces deux méthodes est basé sur les résultats du test de spécification d'Hausman qui présente une P-value > 5% pour la régression de base et <5% pour le test de robustesse.



En ce qui concerne la taille de la banque, elle a une valeur moyenne faible de 14,7. Ceci est conforme aux déclarations de la Banque Africaine de Développement (BAD) et du FMI selon lesquels le secteur bancaire tunisien est fragmenté et considéré de petite taille par rapport au niveau international. Nous remarquons également que la taille des banques a augmenté en 2020. Ceci s'explique par l'augmentation des crédits accordés en période du COVID-19.

Pour le ratio de capital (CAP), la majorité des banques de notre échantillon ont un CAP inférieur à 10% avec la présence de quelques banques privées ayant un CAP élevé, ce qui donne lieu à un CAP moyen de 12,4%. Nous constatons donc un écart assez remarquable entre les banques tunisiennes au niveau de l'adéquation des fonds propres, qui s'explique par la présence d'un ratio de capital élevé au niveau de quelques grandes banques privées tandis que d'autres banques ont un résultat net faible et parfois même négatif.

En moyenne, le risque de crédit (CRED) représente 79%. Ceci indique que les créances représentent presque 80% des actifs des banques avec des valeurs maximales observées surtout en 2011 et en 2020. Ceci s'explique par l'augmentation des crédits accordés en 2020 en période de crise sanitaire et en 2011, l'année de la révolution tunisienne.

Quant à la liquidité bancaire (LIQ), représentée par le ratio LTD, elle est en moyenne de 117% et la majorité des banques de notre échantillon ont respecté l'exigence réglementaire depuis son instauration en 2018.

Pour les indicateurs macroéconomiques, le taux de croissance moyen du PIB est de 2,13%, le maximum est de 6,7% et le minimum de -8,7% enregistré en 2020, reflétant la récession due à la crise du Covid-19. Le taux moyen de l'inflation est de 4,47% avec un maximum de 7,3%.

### 3.2. Résultats des modèles de régression

#### 3.2.1. Relation linéaire

Le tableau 3 présente les résultats de l'étude de la relation linéaire entre la concurrence bancaire et la stabilité financière et permettant de tester la première hypothèse de linéarité.

**Tableau 3: Résultats de l'estimation du modèle linéaire**

Régression de base		Test de robustesse	
Z-score	Coefficient	Ln (NPL)	Coefficient
HHI	7,8691** (2,7128)	CR3	8,1559** (2,0524)
ROA	5,0938** (0,5775)	NIM	-28,556** (9,2729)
CAP	2,3262** (0,1924)	CAP	-2,8496** (0,9344)
TAILLE	0,0883** (0,0883)	TAILLE	-0,3333** (0,1362)
CRED	0,1282 (0,1831)	CRED	1,2288 (0,8493)
LIQ	-0,0551** (0,0190)	LIQ	0,1658* (0,0865)
PIB	-0,1081 (0,2825)	PIB	-0,9494 (1,2983)
INFL	-2,1667** (0,8989)	INFL	6,1293 (4,3480)
CRISES	-0,0252 (0,1725)	CRISES	-0,19636** (0,0794)

Cte	0,8301 (0,6272)	Cte	3,6354 (2,6231)
Note : Les valeurs entre parenthèses indiquent les standard errors. ** et * indiquent une signification au seuil de 1 % et 5 %, respectivement			

Source : Auteur à partir de STATA 13

D'après ce tableau, au niveau de la régression de base, nous constatons que seules les variables CRED, PIB et CRISES ne sont pas significatives, contrairement aux autres variables. Ainsi, les résultats de notre régression montrent que la stabilité des banques tunisiennes dépend fondamentalement de leurs facteurs spécifiques. Dans ce qui suit, nous allons essayer d'analyser les relations trouvées entre la variable dépendante et les variables explicatives en tenant compte des spécificités du contexte tunisien.

Commençons par notre variable d'intérêt le HHI. Rappelons qu'une valeur croissante de notre indicateur de mesure de la concentration (HHI) est associée à une concurrence moins intense ou alors à davantage de pouvoir de marché (De-Ramon et al., 2018). Par conséquent, trouver un coefficient positif du paramètre associé à cet indicateur suggérerait que moins de concurrence (plus de pouvoir de marché) est associée à une plus grande stabilité. Par contre, un coefficient négatif impliquerait qu'un environnement moins concurrentiel (plus de pouvoir de marché) réduit la stabilité des banques.

Par ailleurs, nos résultats montrent que le coefficient associé au HHI est positif et significatif au seuil de 1%. Ceci indique que la concentration bancaire affecte positivement et significativement la stabilité financière, ce qui implique que moins de concurrence est associée à une plus grande stabilité sur le marché bancaire tunisien. Ce résultat est théoriquement en adéquation avec l'hypothèse de concurrence-fragilité. En effet, cette vision de la concurrence-fragilité repose sur l'hypothèse de la valeur de la franchise, qui postule qu'une concurrence accrue réduirait les marges bancaires faisant ainsi chuter la valeur de franchise des banques et les incite à prendre plus de risque pour accroître la rentabilité et gagner des parts de marché (Keeley, 1990).

Parmi les exemples de politiques plus risquées que les banques peuvent suivre, citons le choix de portefeuilles plus risqués et de moindre qualité, l'augmentation du risque de crédit, etc. Ces politiques plus risquées augmentent les prêts non performants et les probabilités de faillites bancaires, ce qui entraîne une plus grande fragilité et une instabilité financière. En d'autres termes, la valeur de franchise réduit les incitations des banques à prendre des risques excessifs, ce qui contribue en retour à la stabilité du système bancaire entier (Beck, Demirguc-Kunt et Levine, 2006).

En outre, une forte concurrence bancaire réduit le taux d'intérêt sur les prêts qui servent de tampon pour couvrir les pertes sur prêts. Par conséquent, la concurrence peut augmenter le risque de faillite bancaire. En plus, face à un nombre plus élevé de clients hétérogènes, les banques ne peuvent pas collecter les informations nécessaires de sorte que le problème de l'asymétrie d'information s'accroît et conduit à des portefeuilles plus risqués et à des probabilités de défaillance plus élevées (Kick et Prieto, 2013). Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Keeley (1990), Albaity et al. (2014), Boyd et al. (2006), Uhde et Heimshoff (2019) ainsi que Christel et al. (2020).

Outre la concentration, les principaux facteurs qui affectent positivement et significativement la stabilité financière sont la profitabilité (ROA) et la capitalisation (CAP) des banques.

La rentabilité des actifs (ROA) a un effet positif et significatif sur la stabilité à un niveau de 1%. Ce résultat confirme celui obtenu par Ghenimi et al. (2017) qui ont expliqué cela par le fait que les banques les plus rentables sont plus solvables, ce qui se répercute positivement sur le Z-score.

Quant à la variable (CAP), elle est de même effet et de même niveau de signification que la ROA. Cet effet est attendu, puisque les banques disposant d'un capital suffisant peuvent bien gérer leurs risques et prévenir facilement les crises financières à l'avenir. Ce résultat correspond aux conclusions de Berger



et Bouwman (2013) et il est en adéquation avec l'orientation de la Banque Centrale résumée dans la circulaire n°2016-03 et la circulaire n°2018-06, selon lesquelles les institutions financières doivent augmenter leurs fonds propres à la fin de l'année 2018 étant donné qu'un CAP élevé servira comme un tampon de capital et rendra les banques moins susceptibles de faire faillite lorsqu'elles font face à des crises. Ainsi, conformément aux travaux récents de Zheng et al. (2019), les banques plus capitalisées sont plus efficaces et plus rentables et un niveau de capital plus élevé garantit ainsi une meilleure stabilité financière.

Notons que cette variable (CAP) aboutit à l'inversion de l'effet de la taille<sup>3</sup>, étant donné que les grandes banques sont généralement mieux capitalisées que les petites banques, ce qui améliore la stabilité financière (Schaeck et Cihák, 2014).

Cet effet positif et significatif de la taille sur la stabilité financière est conforme aux études de Zaghdoudi et al. (2017), Albaity et al. (2019) et Christel et al. (2020), suggérant que les grandes banques semblent plus stables que les petites banques. Ce résultat est conforme avec l'idée selon laquelle le pouvoir de marché accru des grandes banques leur permet de diversifier leurs actifs et d'assurer des revenus plus stables sans être incitées à prendre plus de risque (Keeley, 1990 ; Tabak et al., 2012 ; Schaeck et Cihák, 2014). Il contredit, cependant, la théorie du Too Big To Fail soulignée par Mishkin (1999), qui affirme que plus les banques seraient de taille importante plus elles seraient risquées.

Passons à l'effet du risque de liquidité approximé par le ratio LTD. Ce ratio sert à s'assurer qu'il y a suffisamment de liquidités pour couvrir les prêts en cas de ralentissement économique, plus précisément lorsque des retraits importants de fonds à court terme se produisent. Nos résultats indiquent que la stabilité bancaire est négativement et significativement associée au risque de liquidité. Ceci s'explique principalement par les niveaux élevés de ce ratio, qui dépassent les 100% sur toute la période d'étude. Ceci implique que les dépôts collectés par les banques ne sont pas suffisants pour couvrir leurs besoins de fonds imprévus et que les banques sont tenues de chercher d'autres sources de financement pour combler ce gap. En d'autres termes, dans le cas où les crédits accordés dépassent largement la base des dépôts, les banques sont confrontées à un déficit de financement élevé ce qui se traduit par conséquent par un recours massif au financement de marché plus cher que le financement auprès de ressources stables (les dépôts), traduisant ainsi une exposition accrue au risque de liquidité. Ceci se répercute négativement sur la stabilité. Il est à noter que sur le plan prudentiel, la BCT a instauré en novembre 2018 un nouveau ratio crédits/dépôts au niveau de 120% qui a contribué à réduire les besoins des banques en liquidités.

Ainsi, les banques disposant d'une liquidité suffisante sont moins sujettes aux crises. D'ailleurs, la récente crise financière témoigne de l'importance de la liquidité où les banques disposant de suffisamment de liquidités, et notamment de fonds propres, ont été plus stables pendant la période de crise. Cependant, les banques présentant un risque de liquidité plus élevé sont sujettes à la fragilité et aux faillites bancaires (Zaghdoudi et al., 2017).

Outre le risque de liquidité, le risque de crédit menace la stabilité des banques, mais son effet est non significatif.

Concernant les variables macroéconomiques, le taux de croissance du PIB et les crises ont un effet négatif mais non significatif sur la stabilité. L'effet de l'inflation est négatif et significatif, ce qui est conforme aux études de Christel et al. (2020). Étant donné que la performance de la banque est un déterminant de sa stabilité, toute évolution du niveau de l'inflation va affecter directement la solvabilité des banques. En effet, la stabilité est étroitement liée à la politique monétaire de la BCT. Par ailleurs, lorsque la BCT adopte une politique monétaire restrictive (augmentation des taux), les banques vont baisser leur rythme d'octroi des crédits et donc la marge nette d'intérêt va baisser, ce qui va se répercuter

---

<sup>3</sup> Nous avons testé l'effet de la taille sans introduire la variable CAP



sur les indicateurs de performance de la banque et donc agir négativement sur la stabilité financière. D'autre part, [Cadet \(2009\)](#) a justifié l'effet négatif de l'inflation sur la stabilité par le biais des crédits non performants (NPLs). En effet, une augmentation du niveau général des prix affecte négativement le revenu réel des ménages. Ces derniers peuvent ne plus être capables de payer leurs engagements suite à l'accroissement du niveau de l'inflation. D'où, l'accroissement du niveau des créances douteuses qui sont considérées, dans la littérature, comme des indicateurs d'instabilité financière.

Cet effet de l'inflation sur les NPLs est validé par notre test de robustesse. En effet, suite à l'analyse de notre modèle de régression, nous avons élaboré un test de robustesse pour vérifier les résultats obtenus. Pour ce faire, nous avons repris notre régression en remplaçant la mesure de la stabilité Z-score par le ratio des prêts non performants (NPL's), qui est considéré dans la littérature comme une autre mesure de l'instabilité financière ([Albaity et al., 2019](#) ; [Rakshit et al., 2020](#)). La variable de la concentration HHI sera remplacée par le ratio de concentration des 3 premières banques (CR3), et nous allons utiliser la marge d'intérêt net (NIM) comme mesure de la rentabilité au lieu du ROA ([Zaghoudi et al., 2017](#)).

Les signes des coefficients de toutes les variables de ce test de robustesse sont l'inverse de ceux trouvés précédemment, en utilisant le Z-score et le HHI comme mesure de la stabilité et de la concentration respectivement. Ceci confirme nos résultats trouvés précédemment, puisque le NPL et le Z-score sont des mesures opposées.

Notons que la taille des banques a une relation négative avec les NPLs. En effet, selon [Ranjan et Dhal \(2003\)](#), [Salas et Saurina \(2002\)](#) et [Hu et al. \(2004\)](#), cette relation inverse signifie que les banques de grande taille ont de meilleures stratégies de gestion des risques. Elles détiennent un portefeuille de prêts plus important que celui des banques de petites tailles. Ainsi, la taille d'une banque indique une probabilité plus élevée de bénéficier d'un portefeuille de crédits diversifié, ce qui va dans le sens de la diminution des risques et de l'accroissement des rendements cibles, validant ainsi nos résultats précédents.

Toutefois, l'exception des signes obtenus réside au niveau de notre variable d'intérêt, celle de la concentration et au niveau de la variable binaire des crises.

Commençons par la variable CRISES, rappelons qu'elle n'était pas significative précédemment, mais elle impacte négativement et significativement l'instabilité financière (NPLs). En effet, les NPLs reflètent particulièrement le risque de crédit. Ce dernier est géré en périodes de crises par la prise des mesures exceptionnelles. Citons par exemple, le report des échéances durant la crise du Covid-19 en 2020, qui a fait baisser les NPLs donc l'instabilité financière.

Quant à notre variable d'intérêt de la concentration (CR3), le résultat de ce test de robustesse révèle que la concentration (CR3) a une relation positive et significative avec les NPLs. Cela indique que lorsque la concentration dans le secteur bancaire augmente, les prêts non performants dans le secteur bancaire ont tendance à augmenter. Inversement, l'augmentation de la concurrence entraîne une baisse des NPLs donc une baisse de l'instabilité. Ce résultat soutient le paradigme de la concurrence et de la stabilité, qui stipule qu'à mesure que la concurrence augmente, les taux d'intérêt sur les prêts diminuent, ce qui a un effet atténuant sur l'aléa moral et les incitations à la sélection adverse des emprunteurs et a donc un impact positif sur la stabilité des banques ([Boyd et De Nicolo, 2005](#)).

Ces résultats qui soutiennent le point de vue de la concurrence-stabilité sont en contradiction avec les résultats précédents qui soutiennent l'hypothèse de la concurrence-fragilité.

Cependant, ces deux effets opposés confirment les études de [Berger et al. \(2009\)](#) qui ont trouvé des résultats soutenant les deux théories (concurrence-fragilité et concurrence-stabilité). Les auteurs ont conclu que, trouver des preuves qui sont favorables à une théorie n'exclut pas l'autre.



Par ailleurs, ces résultats nous amènent à penser à l'existence d'une relation non-linéaire entre la concurrence bancaire et la stabilité, qui fait l'objet de l'hypothèse de [Martinez-Miera et Repullo \(2010\)](#). La partie suivante de notre étude sera consacrée à tester cette hypothèse de la relation non linéaire.

### 3.2.2. Relation non-linéaire

Suite aux travaux de [Martinez-Miera et Repullo \(2010\)](#), un terme quadratique de l'indicateur de mesure de la concurrence bancaire (HHI2) est introduit dans notre modèle, dans l'objectif de tester la non-linéarité entre la concurrence bancaire et la stabilité en Tunisie entre 2005 et 2021. Le tableau 4 suivant présente les résultats de notre estimation.

**Tableau 4: Résultats de l'estimation du modèle non-linéaire**

Régression de base		Test de robustesse	
Z-score	Coefficient	Ln (NPL)	Coefficient
HHI	421,4328* (255,2958)	CR3	-189,0921* (107,7848)
HHI <sup>2</sup>	-2001,058* (1233,93)	CR3 <sup>2</sup>	236,17* (129,5372)
ROA	4,873996*** (0,5826)	NIM	-28,1182*** (9,3485)
CAP	2,2959*** (0,1909)	CAP	-2,8734*** (0,9474)
TAILLE	0,0745*** (0,0294)	TAILLE	-0,3719*** (0,1553)
CRED	0,0893 (0,1827)	CRED	1,0922 (0,8544)
LIQ	-0,0501*** (0,0190)	LIQ	0,1743** (0,0875)
PIB	-0,0537 (0,2869)	PIB	-0,9639 (1,6366)
INFL	-2,5801*** (0,9941)	INFL	10,3656** (4,8232)
CRISES	-0,0417** (0,0199)	CRISES	-0,03441 (0,1933)
Cte	-20,2576 (13,1503)	Cte	45,1159** (22,3811)

Note : Les valeurs entre parenthèses indiquent les standard errors.  
\*\*\*, \*\* et \* indiquent une signification au seuil de 1 %, 5 % et 10%, respectivement

*Source : Auteur à partir de STATA 13*

Les résultats trouvés, au niveau de notre régression de base, montrent un signe positif et significatif du terme linéaire de la concurrence (HHI), alors que celui du terme quadratique (HHI2) est négatif et significatif. Ceci confirme que l'impact de la concurrence sur la stabilité financière est non-linéaire comme l'ont souligné [Martinez-Miera et Repullo \(2010\)](#), ce qui donne lieu à une forme de U inversé. Ainsi, une augmentation du pouvoir du marché (moins de concurrence) augmente la stabilité bancaire conformément à l'hypothèse concentration-stabilité (c'est-à-dire concurrence-fragilité) mais seulement jusqu'à un certain niveau. Après ce seuil, une augmentation du pouvoir de marché mène à une réduction de la stabilité bancaire en accord avec l'hypothèse concentration-fragilité (ou concurrence-stabilité).

Ce phénomène est dû à l'existence de deux effets opposés : l'effet de déplacement du risque (Risk-shifting effect) et l'effet de la marge (Margin effect). Selon le premier, la concurrence permet d'abaisser les taux d'intérêt, ce qui entraîne une diminution des probabilités de défaillance et une meilleure gestion des risques et donc contribue à la stabilité. En revanche, selon le second, ces faibles taux d'intérêt réduisent les bénéfices des banques et les incitent à s'engager dans des projets risqués afin de maintenir leurs rentabilités. Par conséquent, la probabilité de défaillance de la banque augmentera considérablement, ce qui entraînera une instabilité financière.

Ces résultats sont cohérents avec les études de [Tabak et al. \(2012\)](#) qui ont trouvé une relation en U inversé entre la concurrence et la stabilité en Amérique Latine ainsi que les études de [Christel et al. \(2020\)](#) qui portent sur la zone CEMAC.

Nos résultats ont été confirmés par le test de robustesse appliqué, où le coefficient du CR3 est significatif et négatif contrairement à celui du terme quadratique CR32 qui est positif et significatif, ce qui confirme que l'impact de la concurrence sur l'instabilité financière est non-linéaire et il est en forme de U. Il convient de rappeler qu'en utilisant le Z-score comme variable dépendante, la relation prend la forme d'un U inversé, ce qui est cohérent avec ce résultat puisque le NPL et le Z-score sont des mesures opposées : le Z-score mesure la stabilité financière alors que le NPL mesure l'instabilité.

Ce test de robustesse montre qu'une augmentation du pouvoir du marché (moins de concurrence) réduit l'instabilité financière mesurée par NPL, conformément à l'hypothèse concentration-stabilité (c'est-à-dire concurrence-fragilité) mais seulement jusqu'à un certain niveau. Après ce seuil, une augmentation du pouvoir de marché mène à une hausse de l'instabilité financière en accord avec l'hypothèse concentration-fragilité (ou concurrence-stabilité).

Nous confirmons donc l'hypothèse de [Martinez-Miera et Repullo \(2010\)](#) de l'existence d'une relation non-linéaire entre la concurrence et la stabilité financière en Tunisie.

### 3.2.3. Effet modérateur de la taille

Après avoir examiné la relation entre la stabilité financière et les différentes variables retenues dans notre analyse, nous nous concentrons sur l'impact de la variable taille sur la relation concentration-stabilité. Cette variable est particulièrement importante car elle a fait l'objet d'un débat dans la littérature. Dans cette partie de notre étude, nous allons nous concentrer sur l'analyse de l'impact de la variable taille sur la relation entre concentration et stabilité. Pour ce faire, nous avons effectué plusieurs régressions que nous présentons dans le tableau 5 suivant. Ces régressions nous permettront d'analyser l'influence de la variable taille sur la relation entre la concentration bancaire et la stabilité financière, et de déterminer dans quelle mesure la taille des banques peut affecter la stabilité financière.

**Tableau 5: Résultats du modèle testant l'effet modérateur de la taille**

Z-score	Régression 1 (Sans Taille)	Régression 2 (Effet taille)	Régression 3 (Effet modérateur de la Taille)
HHI	5,2646* (2,6318)	7,8691** (2,7128)	-73,4301* (32,6665)
TAILLE	-	0,0883** (0,0286)	-0,4978* (0,2362)
HHI x TAILLE	-	-	5,4647** (2,1890)
ROA	5,383** (0,5825)	5,0938** (0,5775)	4,8679** (0,5771)
CAP	2,079** (0,1789)	2,3262** (0,1924)	2,4016** (0,1924)
CRED	0,0022 (0,1823)	0,1282 (0,1831)	0,0842 (0,1817)



LIQ	-0,0449** (0,0191)	-0,0551** (0,0190)	-0,0474** (0,0190)
PIB	-0,4202 (0,2694)	-0,1081 (0,2825)	-0,154 (0,2795)
INFL	-0,4089 (0,7089)	-2,1667** (0,8989)	-1,8624* (0,8960)
CRISES	-0,0219 (0,0175)	-0,0252 (0,0172)	-0,0329* (0,0173)
Cte	2,4422** (0,3520)	0,8301 (0,6272)	9,5601** (3,5465)
Note : Les valeurs entre parenthèses indiquent les standard errors. ** et * indiquent une signification au seuil de 1 % et 5 %, respectivement			

Source : Auteur à partir de STATA 13

Tout d'abord, pour examiner l'impact de la variable taille sur la relation concentration-stabilité, nous avons procédé à une comparaison de nos modèles en l'absence de la variable « taille des banques » avec celle en incluant cette variable. Ces deux analyses sont présentées dans les régressions 1 et 2 du tableau 5 ci-dessus. Les résultats montrent que le coefficient associé à la concentration HHI est plus élevé lorsque la variable taille est incluse. En d'autres termes, cela suggère que l'effet de la concentration sur la stabilité financière est plus marqué pour les banques de grande taille que pour les banques de petite taille.

De ce fait, tant que la concentration est plus importante en présence des banques de grande taille, il se pourrait que la taille joue un rôle modérateur<sup>4</sup> dans la relation concentration-stabilité. Il sera alors utile de tester cette hypothèse

Le fondement théorique de cette hypothèse repose sur plusieurs éléments : d'une part, l'effet mitigé de la taille sur la stabilité, qui peut être négatif en raison de l'aléa moral induit par la doctrine du Too-Big-To-Fail, ou positif grâce à une meilleure gestion des risques. Dans ce cas, l'effet est positif. D'autre part, il y a les avantages que peuvent présenter la concentration et l'augmentation de la taille des banques, qui résultent des opérations de fusion-acquisition.

Afin de mieux appréhender la relation entre la concentration et la taille des banques, d'une part, et l'impact de la concurrence bancaire sur la stabilité financière, d'autre part, nous avons introduit dans notre modèle (régression 3) un terme d'interaction entre la taille et l'indicateur de concentration (HHI\*TAILLE).

En effet, nos résultats montrent que la concentration augmente la stabilité, et cet effet est amplifié en présence de la taille. Cette observation est confirmée par la variable d'interaction introduite, qui révèle une influence positive et significative de la taille sur la stabilité bancaire en interaction avec la concentration. Autrement dit, plus les banques sont grandes, plus la relation concentration-stabilité est positive, et l'impact de la concentration sur la stabilité est renforcé.

Ce résultat confirme le rôle modérateur de la taille des banques dans la relation concentration-stabilité, qui est conforme avec l'hypothèse de la concurrence-fragilité. En effet, la concentration étant une mesure inverse de la concurrence, cette dernière affaiblit la stabilité. Nos résultats affirment également l'argument de [Williamson \(1986\)](#) qui stipule que les systèmes bancaires plus concentrés sont composés de grandes banques qui bénéficient d'économies d'échelle et ont des portefeuilles plus diversifiés, réduisant ainsi l'exposition au risque et augmentant, en conséquence, la stabilité.

[Berger et Mester \(2003\)](#) ont également souligné que les grandes banques seront plus équipées et plus expérimentées pour distinguer les investisseurs risqués, ce qui leur permet de servir des

<sup>4</sup> La modération désigne un effet d'interaction. En effet, une variable modératrice Z c'est une variable qui module le sens ou la force de l'effet d'une autre variable indépendante X sur la variable dépendante Y. Dans notre cas Y est la stabilité, X est la concentration HHI, et Z est la taille des banques.

investisseurs plus sûrs et de rester plus stables dans un marché compétitif. Des résultats similaires ont été trouvés par Cihak et Hesse (2010), Tabak et al. (2009) ainsi qu'Ibrahim et Rizvi (2017) qui ont également souligné que quelques grandes banques dans un marché concentré sont plus faciles à superviser qu'un grand nombre de petites banques.

Dans le contexte tunisien, les grandes banques accordent une plus grande importance à la formation de leur personnel et à la mise en place d'une stratégie de responsabilisation des employés, leur fournissant ainsi les outils nécessaires pour accomplir leur travail de manière efficiente. Cette attention portée à l'expertise du personnel et à l'utilisation de technologies sophistiquées impacte positivement la qualité des services bancaires. De plus, cela renforce la capacité des banques à gérer les risques, ce qui se traduit par une prise de décision éclairée en matière de risques et des coûts moindres.

### **Conclusion et Recommandations**

L'objectif principal de notre étude était de déterminer la nature de la relation existante entre la concurrence bancaire et la stabilité financière ainsi que d'évaluer l'impact d'autres indicateurs, notamment la taille de la banque sur cette relation, à travers les données de panel de 15 banques sur la période 2005-2021.

Les résultats obtenus montrent que la relation entre la stabilité financière et la concurrence bancaire est bien non-linéaire en Tunisie. Ces résultats suggèrent qu'une augmentation du pouvoir de marché (moins de concurrence) augmente la stabilité bancaire, mais seulement jusqu'à un certain niveau. Après ce seuil, une augmentation du pouvoir de marché mène à une réduction de la stabilité bancaire.

Par ailleurs, en testant l'hypothèse de l'effet de la taille sur la relation entre la concurrence bancaire et la stabilité financière, nous avons eu la preuve que les différences de taille importent lors de l'analyse de cette relation. En effet, la taille des banques augmente l'effet de la concentration sur la stabilité. En d'autres termes, les banques de grande taille contribuent à améliorer la stabilité, grâce à leur pouvoir de marché accru qui leur permet de diversifier leurs actifs et d'assurer des revenus plus stables sans être incitées à prendre plus de risques. En plus, les grandes banques ont plus de ressources et ont plus d'expérience pour faire face aux emprunteurs douteux (Hu et Al., 2004).

De ce fait, et afin de stabiliser davantage le secteur bancaire, nous pensons que les régulateurs devraient promouvoir la consolidation des petites banques par le biais des fusions et acquisitions. La consolidation de ces banques leur permettra d'acquérir plus de pouvoir sur le marché et augmentera également leur chance de survie. Néanmoins, afin d'éviter une concentration excessive dans le secteur bancaire, les régulateurs doivent faire preuve de prudence lorsqu'ils approuvent ces fusions pour ne pas mettre sur pied des banques d'importance systémique (les banques Too Big To Fail). L'objectif de cette fusion serait de pallier deux grandes faiblesses du secteur bancaire en Tunisie : la sur-bancarisation et la petite taille des banques. Ces problèmes empêchent les banques tunisiennes d'avoir la taille requise pour financer l'économie du pays et d'accompagner les activités des entreprises tunisiennes à l'international. Cette solution, permettra le développement du système bancaire tunisien et fondera des banques nationales capables d'être présentes au niveau mondial et régional.



Références Bibliographiques

---

- Albaity, M., Mallek, R.S., & Noman, A.H.M. (2019). « Competition and bank stability in the MENA region: The moderating effect of Islamic versus conventional banks ». *Emerging Markets Review*, 38, pp. 310- 325.
- Allen, F. & Gale, D. (2000), « Financial Contagion », *The Journal of Political Economy*, Vol. 108, Issue 1, (February, 2000), pp. 1-33.
- Altaee, H. H. A., Talo, I. M. A., and Adam, M. H. M. (2013). « Testing the financial stability of banks in GCC countries : Pre and post financial crisis ». *International Journal of Business and Social Research*, Vol. 3, No 4 p. 93–105.
- Athari, S.A., & Bahreini, M. (2021). « The impact of external governance and regulatory settings on the profitability of Islamic banks: Evidence from Arab markets ». *International Journal of Finance & Economics*, February.
- Beck, T. (2008), « Bank Competition and Financial Stability: Friends or Foes ? », *World Bank Policy Research Working Paper*, 4656.
- Beck, T., Levine, R. & Levkov, A. (2010), « Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States », *Journal of Finance*, Vol. 65, Issue 5, October 2010, pp. 1637-1667.
- Beck, T.; Demirguc-Kunt, A. & Levine, R. (2006). « Bank concentration, competition, and crises: First results », *Journal of Banking & Finance*, Elsevier, Vol. 30(5), pp. 1581-1603, May.
- Ben Ali, M. S, and Sghaier, A. (2013) « Competition and Banking Efficiency: Evidence from Tunisian Banking Industry », *Journal of Islamic Economics, Banking and Finance*, Volume 8, Issue 1, pp. 53-70.
- Berger and Bouwman (2013), « How does capital affect bank performance during financial crises ? », *Journal of Financial Economics*, Vol.109, No.1, pp.146-176.
- Berger, A. N., Klapper, L. F., & Turk-Ariss, R. (2008). « Bank Competition and Financial Stability ». *World Bank Policy Research Working Paper No. 4696*.
- Berger, A.N. and Bouwman, C.H. (2009), « Bank capital survival and performance around financial crises », *Documento de trabajo Wharton Financial Institutions Center*.
- Boyd, J. H., De Nicolo, G. et Jalal, A. M., (2006), « Bank Risk-Taking and Competition Revisited: New Theory and New Evidence », *IMF Working Paper*, 06/29.
- Boyd, J.H., & De Nicolo, G. (2005). « The Theory of Bank Risk Taking and Competition Revisited. *The Journal of finance* », 60(3), pp. 1329- 1343.
- Brini,R et Jemmali, H. (2016), « The Impact of the political instability on Conventional Banks' stability: Evidence in Tunisia », *IARD International Journal of Banking and Finance Research* ISSN 2406-8634 Vol. 2 No.3 2016.
- Christel, M., Abessolo, Y. A. et Bitu, C.-A. (2020), « Effet du Pouvoir de Marché sur la Prise de Risque Bancaire en Zone CEMAC », *Global Journal of Human-Social Science : Economics*, Volume 20, Issue 1 Version 1.0 Year 2020.
- Čihák, M. et Hesse, H. (2010). « Banques islamiques et stabilité financière : une analyse empirique », *Journal of Financial Services Research*, 38 (2-3) : pp. 95–113.
- Claessens, S., et Laeven, L. (2004). « What Drives Bank Competition? Some International Evidence », *Journal Of Money, Credit, And Banking*, 36, pp. 563-583.
- Cornett M. et Tehranian H. (1992), « Changes in corporate performance associated with bank acquisitions », *Journal of Financial Economics*, Vol. 31, No 2, pp. 211-234.
- De-Ramon, S. J. A., Francis, W. B. et Straughan, M. (2018), « Bank competition and stability in the United Kingdom », *Bank of England Working Paper n°*. 748.
- Ghenimi, A., Chaibi, H & Omri B., (2017), « The effects of liquidity risk and credit risk on bank stability: Evidence from the MENA region », *Borsa Istanbul Review*, 17-4 (2017), pp. 238-248.
- Gul, S, Irshad, F and Zaman, K. (2011) « Factors Affecting Bank Profitability in Pakistan », *Romanian Economic Journal*, Vol 14, Issue 39, p. 61-87.

- Hakimi, A. et Zaghdoudi, K. (2017), « Liquidity risk and bank performance : An empirical test for tunisian banks », *Business and Economic Research*, ISSN 2162-4860, Vol.7, No. 1.
- Hu, Jin-li, Yang, Li, Chiu, Yung-Ho, (2004). « Ownership and loans : evidence from Taiwanese banks and non-performing loans : evidence from Taiwanese banks », *Develop. Econ.* 3 (September), 405–420.
- Ibrahim, Mansor H. & Rizvi, Syed Aun R. (2017), « Do we need bigger Islamic banks? An assessment of bank stability », *Journal of Multinational Financial Management*, Elsevier, vol. 40(C), pp. 77-91.
- Iskenderoglu, O. and Tomak, S. (2013). « Competition and Stability: An Analysis of the Turkish Banking System », *International Journal of Economics and Financial Issues.* 3, 3 (Jun. 2013), 752–762.
- Keeley, M. C., (1990), « Deposit insurance, risk, and market power in banking », *The American Economic Review*, 1183-1200.
- Kick, T. & Prieto, E. (2013) « Bank Risk Taking and Competition: Evidence from Regional Banking Markets », *German Economic Association*, Session: Leverage, No. D21-V2.
- Kocabay, A. (2009) « Bank Competition and Banking System Stability : Evidence from Turkey », *School of Social Sciences of Middle East Technical University*.
- Laeven, L., Levine, R. (2009). « Bank governance, regulation and risk taking », *J. Financial Economics* 93(2), 259–275.
- Liu, H., Molyneux, P., et Wilson J.O. (2013), « Competition and stability in European banking: A regional analysis », *The Manchester School*, 81, pp. 176–201.
- Maji, S.G., & Hazarika, P. (2018). « Capital regulation, competition and risk-taking behavior of Indian banks in a simultaneous approach », *Managerial Finance*, 44(4), pp. 459-477.
- Martinez-Miera, D., Repullo, R., (2010). « Does competition reduce the risk of bank failure? », *Review Financial Studies* 23(10), 3638-3664.
- McKinnon, R. I. (1973), « Money and Capital in Economic Development », *The Brookings Institution*, Washington.
- Mishkin, F. S. (1999). « Financial consolidation : Dangers and opportunities », *Journal of banking & finance*, Vol.23, No.2, pp.675-691.
- Nyangu, M. (2022), « The Dynamics of Bank Concentration, Competition and Efficiency in the East African Community », *Journal of Industry, Competition and Trade*, 2022, Vol. 22, Issue 1, No 2, 49 pages.
- Olson G.-T. et Pagano M.-S (2005), « A New Application of Sustainable Growth: A MultiDimensional Framework for Evaluating the Long Run Performance of Bank Mergers », *Journal of Business Finance & Accounting*, vol. 32, n° 9/10, p. 1995-2036.
- Rakshit, B. & Bardhan, S. (2020), « Bank Competition and its Determinants: Evidence from Indian Banking », *International Journal of the Economics of Business*, pp. 135-151.
- Reinders, H.J., Schoemaker, D. & Van Dijk, M., (2020), « Is COVID-19 a Threat to Financial Stability in Europe ? », *CEPR Discussion Paper No. DP14922*.
- Sáez, L., & Shi, X. (2004). « Liquidity Pools, Risk Sharing, and Financial Contagion », *Journal of Financial Services Research*, 25, pp. 5-23.
- Salas, V., et Saurina, J. (2002). « Credit Risk in Two Institutional Regimes: Spanish Commercial and Savings Banks », *Journal of Financial Services Research*, 22, pp. 203-224.
- Schaeck, K. et Čihák, M. (2008), « How does competition affect efficiency and soundness in banking? New empirical evidence », *ECB Working Paper Series n° 932*.
- Schaeck, K., & Cihák, M. (2014). « Competition, efficiency, and stability in banking ». *Financial management*, 43(1), pp. 215-241.
- Schaeck, K., Cihák, M. et Wolfe, S. (2006), « Competition, concentration and bank soundness: New evidence from the micro-Level », *IMF Working Paper n° 143*.
- Schliephake, E. (2016), « Capital Regulation and Competition as a Moderator for Banking Stability », *Journal of Money, Credit and Banking*, Volume48, Issue8, December 2016, pp. 1787-1814.



- Shaw, E. S. (1973), « Financial Deepening in Economic Development », Oxford University Press.
- Tabak, B.M., Fazio, D.M. et Cajueiro, D.O. (2012), « The relationship between banking market competition and risk-taking: Do size and capitalization matter? », Working Paper Series Brasília n° 261, pp. 1-42.
- Tongurai, J., & Vithessonthi, C. (2020). « Bank regulations, bank competition and bank risk-taking: Evidence from Japan », *Journal of Multinational Financial Management*, 56, 100638.
- Uhde, A. et Heimeshoff, U. (2009), « Consolidation in banking and financial stability in Europe: empirical evidence », *IWQW discussion paper series*, n° 02.
- Ünal, Burcu (2005), « Mergers and acquisitions in the banking sector, *Research in the Middle East Economics* », Vol. Volume, (2005): pp. 133-162.
- Vives, X. (2001). « Oligopoly pricing : old ideas and new tools », The MIT press.
- Williamson, S.D. (1986) « Costly Monitoring, Financial Intermediation, and Equilibrium Credit Rationing », *Journal of Monetary Economics*, 18, pp. 159-179.
- Zaghdoudi, K., Hakimi, A., Zaghdoudi, T. et Djebali, N. (2017), « What threatens tunisian banking stability? Bayesian model versus panel data analysis », *The International Journal of Business and Finance Research*, Vol. 11, No. 2, 2017, pp. 21-37.
- Zaghdoudi, K., Hamdi, H., Dkhili, H. et Hakimi, A. (2016), « Bank competition and risk appetite : Evidence from Tunisia », *The International Journal of Business and Finance Research* Vol. 10, No. 1, 2016, pp. 85-93.
- Zhanbolatova et al., (2018), « Relationship between bank competition and stability: the case of the UK », *Banks and Bank Systems*, Vol.13, No.1, pp. 98-114.
- Zheng, C., Cheung, A., Wai K., & Cronje, T. (2019). « The moderating role of capital on the relationship between bank liquidity creation and failure risk », *Journal of Banking & Finance*, 105651.

## Conception d'un produit d'assurance indicielle sécheresse agricole

Abderaouf SLIMANI

Compagnie Centrale de Réassurance (CCR)



### Résumé

Comme tous les créateurs de richesse, les agriculteurs sont confrontés à de multiples risques. Parmi eux : les risques climatiques, notamment le déficit pluviométrique ou la sécheresse pénalisant l'ensemble de son activité en termes de stabilité économique.

L'assurance permet de transférer le risque de sécheresse agricole à des agents qui ont la capacité et l'avantage comparatif à les supporter. Cependant, le marché de l'assurance reste sceptique lorsqu'il s'agit de couvrir les risques climatiques en raison des contraintes qui limitent leurs assurabilités.

Dans ce contexte, nous avons mis en place un cas de base d'un nouveau produit d'assurance indicielle qui couvre les agriculteurs algériens contre les pertes de rendement dues au risque de sécheresse.

L'indemnisation de l'assurance indicielle est liée au franchissement d'un seuil prédéfini d'un indice fortement corrélé aux rendements. Pour la conception de ce produit, nous avons utilisé l'indice RDI (Reconnaissance Drought Index) conçu pour mesurer la fréquence et la sévérité des différentes classes de sécheresse agricole. La validation de l'indice RDI comme base de l'assurance indicielle et la méthode de définition de l'éligibilité des zones géographiques et de la période de couverture du contrat constituent une première étape. La modélisation de la fonction de perte de rendement saisie par l'indice est cruciale pour déterminer la sévérité des niveaux de sécheresse RDI.

La classification RDI a été utilisée pour déterminer les points de déclenchement et les différentes classes du contrat. Enfin, lorsque le modèle de tarification est défini et testé, nous avons pris soin de proposer des formules d'abonnement pour ce nouveau produit.

**Mots Clés :** Assurance indicielle, sécheresse agricole, rendement céréalier, l'indice RDI.

### Abstract

Like all wealth creators, farmers face multiple risks. Among them: climate risks, particularly the rainfall deficit or the drought. These confronts the farmer to a risk of volatility in his performance.

This penalizes his entire business in terms of economic stability. For a farmer who opposes this risk, insurance can transfer the risk of agricultural drought to agents who have the capacity and comparative advantage to support them. However, the insurance market remains skeptical when it comes to covering climate risks due to constraints that limit the insurability of these crop risks. In this context, we have set up a base case of a new index insurance product that covers Algerian farmers against yield losses from drought risk.

The compensation of index insurance is linked to the crossing of a predefined threshold of an index strongly correlated to returns. For the design of this product, we used the RDI (Reconnaissance Drought Index) designed to measure the frequency and severity of different agricultural drought classes. The validation of the RDI index as the basis for index insurance and the method for defining the eligibility of geographical areas and the period of coverage of the contract are a first step, Modelling the yield loss function captured by the index was crucial in setting up the severity of RDI drought levels.



The RDI classification was used to determine the trigger points and the different classes of the contract. Finally, when the pricing model is defined and tested, we took care to offer subscription packages for this new product.

**Keywords:** Index insurance, agricultural drought, crop yield, RDI index.

### ملخص

كما هو حال جميع مستحدثي الثروة، يواجه المزارعون أخطار متعددة من بينها أخطار المناخ، لا سيما نقص هطول الأمطار أو الجفاف الذي يهدد النشاط الفلاحي من حيث استقرار المحاصيل. يعتبر التأمين من أليات تحويل المخاطر الى وكلاء لديهم القدرة والميزة النسبية لتحملها. ومع ذلك لا يزال سوق التأمينات مرتاب فيما يخص تغطية أخطار المناخ وذلك بسبب القيود التي تحد من قابليتها للتأمين. في هذا السياق، قمنا بإعداد حالة أساسية لمنتج تأمين معياري جديد يغطي المزارعين ضد خسائر المحاصيل بسبب الجفاف. يرتبط التعويض في التأمين المعياري بعبور عتبة محددة مسبقا مرتبطة ارتباط وثيقا بعوائد المحاصيل. لتصميم هذا المنتج، استخدمنا المؤشر RDI المصمم لقياس شدة وتواتر فيات مختلفة من الجفاف الزراعي. وبشكل تحديد فترة تغطية العقد قبل حساب المؤشر RDI والتحقق من فعاليته ليكون أساس التأمين المعياري على الجفاف الزراعي خطوة أولى وكانت نمذجة دالة فقدان المحصول الملتقط من المؤشر حاسمة لتحديد شدة مستويات الجفاف. تم إستخدام تصنيفات المؤشر RDI لتحديد نقاط الزناد و المستويات المختلفة لعقد التأمين. واخيرا عندما تم تحديد نموذج التسعير وإختبار، حرصنا على اقتراح صيغ إشترك مختلفة لهذا المنتج الجديد.

**كلمات مفتاحية:** التأمين المعياري، الجفاف الزراعي، محاصيل الحبوب، المؤشر RDI.

### Introduction

L'Algérie possède un patrimoine agricole riche et varié qui se manifeste encore aujourd'hui. Malgré l'introduction de nouvelles technologies et les progrès réalisés dans d'autres secteurs économiques, l'agriculture continue de jouer un rôle important non seulement dans l'économie et le développement social, mais également dans la sécurité alimentaire, la création d'emplois et l'équilibre des territoires.

L'industrie agricole est un secteur imprévisible qui exige des agriculteurs une prise de risque considérable afin de rester prospères. La dépendance de l'agriculture à la pluviométrie et le manque de capacité à contrôler ou à atténuer la présence de ce facteur de risque fortuit peut réduire considérablement les niveaux de production et entraîner des pertes. Cela se traduit d'une année à l'autre par des variations importantes de la superficie agricole utile, de la production et du rendement.

Alors que le risque est un facteur qui affecte tous les domaines de l'effort et de l'activité humaine, le risque dans l'agriculture est particulièrement problématique. Certaines entreprises manufacturières ont la chance de savoir exactement combien de quantités peuvent être produites avec un nombre spécifique d'intrants. Les agriculteurs n'ont pas ce luxe, planter des semences ne garantit pas une production rentable à la fin de la campagne agricole.

De mauvaises conditions météorologiques ou d'autres événements naturels, tels que la sécheresse, peuvent avoir un impact considérable sur la capacité d'un agriculteur à réaliser des bénéfices ou même à poursuivre ses activités au fil du temps.

Cette contribution s'articule autour d'une réflexion sur la conception d'un nouveau produit d'assurance contre la sécheresse agricole adapté aux spécificités du risque et au contexte algérien et méditerranéen.

Une première partie de cet article servira pour exposer les concepts de base de cette étude à travers une revue de la littérature sur les aléas climatiques et la sécheresse, typologie, indices de mesures et assurabilité.

La deuxième partie consistera à la proposition d'un modèle de produit d'assurance indicielle à travers un cas de base des dispositions du contrat, un modèle de tarification ainsi que les formules de souscription.

Malgré une grande variété de situations, les agricultures méditerranéennes restent extrêmement marquées par leur climat. Modeste niveau de développement, ce sont des agricultures à risques, cantonnées à l'intérieur d'écosystèmes fragiles et perturbés. Notre choix pour la wilaya de Tiaret, comme région d'étude est basé sur sa vocation agricole prédominée par la céréaliculture.

La ville et la région se trouvent au sud-est d'Oran et au sud-ouest de la capitale Alger, dans la région occidentale des hautes plaines, dans l'Atlas tellien et à environ 150 km de la côte méditerranéenne.

La wilaya de Tiaret recèle d'importantes potentialités naturelles et notamment près de 400000 Ha de terres agricole dont 90% sont consacrés à la culture des céréales qui constitue l'essentiel de la production agricole et de la croissance économique de la région.

## **1. Concepts et éléments de l'étude**

### **1.1. Les aléas climatiques : classification et spécificités**

A la manière d'un portefeuille d'actifs financiers, les risques agricoles étudiés dans leur ensemble présentent, selon (Cordier 2008), deux composantes : dysfonctionnement

La première est une composante propre à chaque agriculteur, qualifiée de risque idiosyncratique ou spécifique. Elle est influencée par les décisions et actions de l'agriculteur, notamment la consommation d'intrants et les techniques culturales choisies. On considèrera aussi que les événements très localisés (grêle, maladies...) font partie des risques spécifiques. Le risque idiosyncratique est indépendant entre chaque assuré et est donc un risque mutualisable.

La seconde composante est le risque systématique ou systémique qui touche plutôt un ensemble d'agriculteurs ayant une caractéristique commune comme la zone géographique ou le type de culture. Les inondations, période de sécheresses et maladies (lorsqu'elles sont étendues) sont des exemples de risques systémiques.

Ce risque est non diversifiable et ne peut donc être couvert par des mécanismes assurantiels classiques. La méthode de couverture couramment utilisée est l'ajout à la prime d'une marge de risque plus ou moins élevée selon la probabilité d'occurrence du risque. Cependant si la probabilité de survenance de risque systémique est trop élevée il devient alors difficile voire impossible de trouver un équilibre mutuellement avantageux pour l'assureur et l'assuré. Cette difficulté est essentielle pour bien comprendre les problématiques sous-jacentes à l'assurance agricole, nous reviendrons par la suite sur ce point en proposant des solutions envisageables face à cet inconvénient majeur.

Les risques climatiques sont rarement idiosyncratiques, c'est à dire que de nombreux agents y sont affectés en même temps subissant à la fois des pertes en qualité et en quantité. Ces risques comprennent en premier lieux les conditions climatiques défavorables, qu'il est, compte tenu de la grande variété et de la complexité des climats mondiaux, il est difficile de généraliser lorsqu'on parle de risques liés aux conditions météorologiques.



Il existe deux principaux types de risques à considérer. Ceux-ci concernent des événements soudains et imprévus (par exemple, des tempêtes ou de fortes pluies) et des événements cumulatifs qui se produisent sur une période prolongée, les impacts de l'un ou l'autre de ces types de risque varient considérablement selon le type de culture, la variété et le moment où ils se produisent.

Les impacts d'un événement météorologique donné diffèrent selon le système agricole spécifique, Pour le risque de la sécheresse, le déficit pluviométrique et les hautes températures qui influent sur l'évapotranspiration sont des éléments à en tenir compte. De plus, les impacts négatifs de cet événement météorologique peuvent être aggravés par une mauvaise infrastructure (comme un mauvais âge du drainage), le type de sol et de culture, et la disponibilité d'autres outils de gestion des risques (tels que l'irrigation).

### 1.2. La sécheresse agricole : Définition et indices de mesures

La sécheresse est à la fois un souci majeur dans un grand nombre de pays en développement, et elle est l'événement météorologique qui pose les plus gros problèmes aux assureurs. Les raisons de cet état de fait sont nombreuses. D'abord, les assureurs sont davantage confiants quand un événement à risque est clairement défini relativement au temps et à sa situation géographique.

La sécheresse est définie de manière conceptuelle (comme une idée ou un concept) et opérationnelle (par la façon dont la sécheresse fonctionne ou se fait de manière à pouvoir être mesurée). D'une façon générale, la sécheresse peut être définie comme étant une période prolongée de précipitations insuffisantes, pendant une ou plusieurs saisons ou même des années, causant un déficit d'eau dans certains secteurs de l'économie d'un pays (OSS 2013).

Avant de mesurer la sécheresse. Il est nécessaire de préciser ce que l'on entend par indicateurs et par indices de sécheresse (OMM. 2016). Selon le manuel des indicateurs et des indices de sécheresse de l'OMM, les indicateurs sont des variables ou des paramètres qui servent à décrire les conditions de sécheresse. Citons, par exemple, les précipitations, la température, l'écoulement fluvial, le niveau des nappes et des réservoirs, l'humidité du sol et le manteau neigeux.

Les indices sont souvent des représentations numériques indiquant l'intensité des sécheresses, que l'on calcule à partir de valeurs climatiques ou hydrométéorologiques, dont les indicateurs précités.

Comme d'autres aléas, la sécheresse peut être décrite par son intensité, son emplacement, sa durée et son moment d'apparition. Elle peut être mesurée par une multitude d'indices ... ces indices sont le plus souvent des représentations numériques indiquant la gravité des sécheresses, que l'on calcule à partir des indicateurs climatiques tels que les précipitations et les températures.

(Donald, Wilhite et Glantz 1985) ont illustré quatre grands types de sécheresse : météorologique, hydrologique, agricole et socio-économique.

**Tableau 6: Types de la sécheresse et définitions**

LES TYPES DES SÉCHERESSE	DÉFINITION
Sécheresse météorologique	Elle se caractérise par l'absence des pluies dans une région donnée sur une période déterminée
↓	
Sécheresse hydrologique	La sécheresse hydrologique est associée aux effets des périodes de précipitations. La sécheresse météorologique, si elle est prolongée entraîne une sécheresse hydrologique
+	
Sécheresse agricole	La sécheresse agricole associe diverses caractéristiques de la sécheresse météorologique (ou hydrologique) à des incidences sur l'agriculture notamment les pénuries de précipitations, les différences entre l'évapotranspiration réelle et potentielle, les déficits en eau du sol
=	
Sécheresse socio-économique	Elle apparaît lorsque l'insuffisance en eau commence à affecter les gens et leurs vies. Elle associe les biens économiques et les éléments des sécheresses météorologique, agricole et hydrologique.

*Source : établi par l'auteur*

**La sécheresse météorologique** est basée sur le degré d'aridité d'une période sèche par rapport à la normale (médiane ou moyenne) et sur la durée de cette période sèche. Elle se caractérise par l'absence des pluies dans une région donnée sur une période déterminée. Elle est souvent définie, pour une zone caractérisée par des pluies saisonnières, par la mesure de la déviation des précipitations cumulées sur une période donnée par rapport à la normale de cette période calculée sur au moins 30 ans. Dans les régions où la pluie est reçue toute l'année, la définition de la sécheresse est basée sur le nombre de jours où les précipitations sont inférieures à un niveau critique donné.

**La sécheresse hydrologique** est associée aux effets des périodes de précipitations. La sécheresse météorologique, si elle est prolongée entraîne une sécheresse hydrologique. Il faut plus de temps pour que les précipitations insuffisantes apparaissent dans les composants du système hydrologique tels que l'humidité du sol, le débit des cours d'eau et les recharges des nappes phréatiques avec un épuisement marqué des eaux de surface et un assèchement des masses d'eaux intérieures telles que les lacs, les barrages, etc. La fréquence et la gravité de la sécheresse hydrologique sont souvent définies à l'échelle d'un bassin versant ou d'un bassin hydrographique. Par conséquent, ces impacts sont déphasés de ceux des autres secteurs économiques.

Pour mesurer la sécheresse hydrologique l'indice SPI (Standard Precipitation Index) est le plus populaire en raison du moins d'exigences en matière de données. La méthode utilisée pour le calcul du SPI a été développée par Thomas B. McKee et ses collègues de la Colorado State University en 1993 dans le but d'améliorer la détection de la sécheresse, la capacité de surveillance et la quantification du déficit des précipitations sur la base de la probabilité des précipitations sur plusieurs échelles de temps.

Le SPI reflète l'impact de la sécheresse sur la disponibilité des différentes ressources en eaux (eaux souterraines, stockage dans les réservoirs, humidité du sol, manteau neigeux et débit des cours d'eau) en se basant sur un historique des précipitations de longue durée.

La sécheresse agricole associe diverses caractéristiques de la sécheresse météorologique (ou hydrologique) à des incidences sur l'agriculture notamment les pénuries de précipitations, les différences entre l'évapotranspiration réelle et potentielle, les déficits en eau du sol, la réduction des niveaux d'eau souterraine ou de réservoir, etc.

La demande en eau des plantes dépend des conditions météorologiques, des caractéristiques biologiques de la plante, de son stade de croissance et des propriétés physiques et biologiques du sol.

Une bonne définition de la sécheresse agricole devrait pouvoir prendre en compte la sensibilité variable des cultures au cours des différents stades de développement des cultures, de la levée à la



maturité. Une humidité insuffisante de la couche arable lors de la plantation peut nuire à la germination, entraînant une faible population de plantes par hectare et une réduction du rendement final.

Pour la sécheresse agricole l'indice RDI (Reconnaissance Drought Index) est le plus adéquat car il tient compte des précipitations et de l'évapotranspiration afin d'aborder le déficit en eau de manière plus précise, comme une sorte d'équilibre entre entrée et sortie dans un système d'approvisionnement en eau.

Cette méthode est basée sur le rapport entre deux quantités agrégées de précipitation et d'évapotranspiration dont le rôle dans la détection des épisodes de sécheresse agricole a été justifiée.

Cet indice peut être formulé sous des formes alpha ( $\alpha_k$ ), normalisée ( $RDI_n$ ) et standard ( $RDI_{st}$ ).

La valeur initiale ( $\alpha_k$ ) du RDI est calculée pour la  $i^{\text{ème}}$  année sur une base de temps de k (mois) comme suit :

$$\alpha_k^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^k P_{ij}}{\sum_{j=1}^k PET_{ij}}$$

$P_{ij}$  : Les précipitations du  $j^{\text{ème}}$  mois de la  $i^{\text{ème}}$  année.

$PET_{ij}$  : L'évapotranspiration potentielle du  $j^{\text{ème}}$  mois de la  $i^{\text{ème}}$  année.

$k$  : le nombre total d'années des données disponibles.

Grâce à l'intégration de l'évapotranspiration potentielle, le bilan hydrique global de la région est mieux représenté que dans le SPI, ce qui donne une meilleure idée de l'intensité de la sécheresse agricole. Le RDI peut être calculé pour toute période incluant plusieurs mois d'une année hydrologique, bien que les périodes de référence de (3, 6,9 et 12 mois) sont les plus courantes.

**La Sécheresse socio-économique** apparaît lorsque l'insuffisance en eau commence à affecter les gens et leurs vies. Elle associe les biens économiques et les éléments des sécheresses météorologique, agricole et hydrologique.

### 1.3. L'assurabilité de la sécheresse : Limites de l'assurance classique et la solution indicelle

L'objectif de la gestion du risque pour l'agriculteur consiste à modifier le niveau d'exposition au risque de son entreprise afin de le porter à un niveau acceptable.

En reprenant la définition actuarielle du risque assurable, les contours de la problématique de l'assurabilité de la sécheresse se dessinent de plus en plus clairement. Les risques agricoles et leurs caractéristiques très spécifiques (interdépendance forte, asymétries d'informations, forte variabilité) conduisent souvent les assureurs à élever la valeur des primes et ajouter des exclusions supplémentaires.

L'assurance indemnitaire ne permettant pas de répondre à la question. Premièrement, l'existence d'aléa moral crée une situation perdant-perdant pour l'assureur et l'assuré. D'une part l'assuré se voit imposer généralement une franchise ainsi que des conditions strictes sur sa production, d'autre part l'assureur prend le risque de devoir payer des sinistres qui n'avaient pas lieu d'être. L'antisélection est aussi un des obstacles majeurs dans la mise en place de l'assurance agricole.

**Tableau 7: Les limites de l'assurance indemnitaire**

LES LIMITES DE L'ASSURANCE INDEMNITAIRE	
<b>L'ANTISÉLECTION</b> L'assureur ne connaît pas précisément le risque de l'assuré, ainsi l'assureur sera tenté d'augmenter les prix de tous les assurés pour se couvrir face aux individus présentant le plus de risque.	<b>L'ALÉA MORAL</b> Plus l'aléa moral est élevé plus l'assuré sera tenté de modifier intentionnellement ou non, son comportement du fait qu'il ne soit totalement exposé au risque car il est couvert.
<b>AMPLEUR DU RISQUE</b> En raison du caractère systémique ou catastrophique de cette exposition, il est difficile de mobiliser une capacité d'assurance suffisante pour couvrir la somme des risques.	<b>CORRÉLATION DES RISQUES INDIVIDUELS</b> Ce risque non diversifiable pousse l'assureur à augmenter la prime d'assurance qui peut devenir si élevée à un point où il n'aura pas de demande d'assurance et le risque deviendra alors non assurable.

*Source : établi par l'auteur*

Dans le cadre de l'assurance à caractère indemnitaire, la compensation est basée sur les pertes ou les dégâts évalués, ce qui implique donc qu'un assureur se rende dans chaque exploitation pour déterminer la couverture et évaluer les pertes. Du fait de ces frais généraux, il est difficile et coûteux de gérer ce type d'assurance de manière efficiente et efficace.

Cette situation problématique peut être en grande partie résolue grâce à l'assurance indiciaire, qui peut surmonter ces contraintes. Bien que l'assurance indiciaire soit utilisée comme outil d'aide au développement au sein de divers pays émergents, elle est généralement considérée dans les pays développés comme une technique d'assurance alternative. Elle présente pourtant de nombreux avantages relativement à un produit plus classique : déclenchement automatique de la prestation et faibles frais de gestion, délais d'indemnisation de l'ordre de quelques jours, absence d'aléa moral ou gestion très simple et peu coûteuse de ce dernier, etc. Ces derniers points poussent aujourd'hui certains assureurs européens à lancer leurs propres couvertures indiciaires, malgré la difficulté de cette démarche.

Un marché en plein essor dont profite les premiers acteurs à s'être positionnés sur le marché de l'indiciaire. Ce qui leur confère de facto un avantage concurrentiel. Pour exemple, Swiss Re bénéficie d'un partenariat historique avec la Banque mondiale qui a été à l'initiative de la mise en place de l'assurance indiciaire à ses débuts, dans plusieurs pays en développement.

Cette assurance permet aux secteurs « météo-sensibles » comme l'agriculture, de se protéger des aléas climatiques, et de ce fait préserver leurs sources de revenus. La conception des contrats d'assurance indiciaire est extrêmement complexe, notamment en raison des efforts nécessaires pour identifier un indice climatique présentant une corrélation élevée avec les pertes agricoles et minimiser ainsi le risque de base. L'étape fondamentale dans la mise en place d'une assurance paramétrique est la construction de l'indice ou l'indicateur. Puisqu'il n'existe pas d'expertise avant indemnisation.

L'objectif est de définir une structure qui saisit efficacement la relation entre la variable météorologique et la perte potentielle de récolte et de sélectionner l'indice le plus efficace pour fournir des paiements en cas de pertes, en éliminant le risque de base dans la mesure du possible. L'ensemble des combinaisons d'indices possibles est illimité et de nombreuses structures ont été développées dans l'histoire relativement courte de l'assurance indiciaire climatique (Carter, et al. 2015).

Ce type d'assurance présente l'intérêt de ne plus lier le versement d'indemnités à des sinistres mais à la position d'un indice par rapport à un seuil donné. Le versement des indemnités d'assurance est déclenché par le franchissement d'un seuil signalant une catastrophe. Il n'est pas nécessaire d'effectuer de contrôles sur les exploitations, ce qui évite les questions de risque subjectif et de sélection adverse ainsi que les coûts élevés et les longs délais de la vérification des déclarations de sinistres. Au lieu de surveiller les rendements sur des milliers de petites exploitations dispersées, ce qui aurait un coût



prohibitif, il suffit de mesurer un indice fortement corrélé aux rendement agricole. La théorie de l'assurance indicielle implique que cet indice soit :

- Etroitement corrélé avec le risque assuré
- Objectif et facilement quantifiable
- Publiquement vérifiable
- Non manipulable par l'assureur ou l'assuré.

## 2. Proposition d'un modèle de contrat d'assurance indicielle « sécheresse agricole ».

### 2.1. Dispositions du contrat

L'assurance indicielle sécheresse agricole pourrait être un atout précieux pour les assureurs et entreprises agricoles en offrant une couverture appropriée contre les pertes en rendement ou le manque à gagner subi par l'agriculteur associés aux périodes de sécheresse prolongées.

La couverture concerne les régions à vocation agricole qui sont situés dans un environnement favorable à l'agriculture et la période de couverture du contrat est conditionnée par le cycle de vie de la végétation

L'indice RDI, Calculé sur la période vulnérable à partir de valeurs climatiques qui caractérisent le risque à couvrir, offre des représentations numériques appartenant à des classes indiquant l'intensité de la sécheresse agricole et sa probabilité de survenance facilitant le processus de tarification.

#### 2.1.1. Période de couverture

Pour déterminer la période de couverture du contrat, il convient de tenir compte du cycle biologique de la plante. Ainsi, les céréales d'hiver possèdent un cycle biologique annuel, réparti classiquement en 3 périodes principales successives (germination, reproduction et maturation). Le blé a besoin en moyenne d'environ 350 à 600 mm d'eau pour atteindre sa maturité physiologique et son rendement potentiel subdivisées en phases délimitées par des stades. Ces derniers sont définis par des changements morphologiques visibles et des modifications internes de la plante.

Le besoin en eau aux différents stades de croissance du blé augmente au fur et à mesure que les plantes se développent et qu'elles produisent une plus grande surface foliaire active.

On considère que c'est la phase de croissance la plus critique du blé, et aussi celle pendant laquelle les besoins en eaux sont les plus élevés. Un stress hydrique à ce stade, même modéré, entraîne une limitation de la photosynthèse et un ralentissement de la croissance des cellules et des feuilles. Juste après la floraison, le déficit hydrique reste problématique car il peut entraîner un raccourcissement de la phase de remplissage des grains et une baisse de leur nombre et de leur poids. Après la floraison, la phase de remplissage des grains est considérée comme faisant partie des trois phases pendant lesquelles la plante est le plus sensible au stress hydrique, lequel peut alors entraîner une baisse considérable du rendement.

**Figure 9: Cycle biologique des céréales d'hiver**

*Source : établi par l'auteur à partir de*

Au cours de la période maturation. La plante est moins sensible au manque d'eau. Le grain se développent pour atteindre sa taille définitive il contient encore 50 % d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin et le stade pâteux où le grain, d'un vert jaune, s'écrase facilement (le grain perd en humidité pour constituer l'amidon) Les feuilles sont alors sèches et les nœuds de la tige encore verts. Ensuite le grain mûrit et durci, il prend une belle couleur jaune.

Nous avons pris donc la période d'octobre à avril pour le calcul de l'indice RDI et déterminer ainsi les niveaux de sécheresse survenus dans la région de Tiaret sur les 35 dernières années.

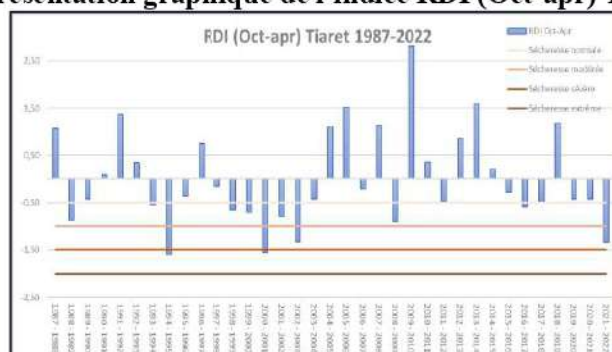
### 2.1.2. Calcul et validation de l'indice

La période vulnérable sur la base de laquelle sera calculé l'indice RDI étant identifiée, nous passons dans cette partie au calcul du RDI (Octobre-Avril) et à le valider à travers une étude de la corrélation avec le rendement.

Les données utilisées pour le calcul du RDI sur la région de Tiaret sont :

- Les précipitations : un historique de 35 ans (1988-2022) de données mensuelles montrant la quantité en millimètre (mm).
- L'évapotranspiration : L'évapotranspiration est exprimée en millimètres (mm) par mois sur la même période (1988-2022).

La méthode de calcul du RDI illustrée dans la première partie a été mise en œuvre en utilisant le logiciel DrinC. Les résultats obtenus figurent dans le graphique représentant les valeurs atteintes par le RDI dans la période vulnérable de la wilaya de Tiaret selon les seuils établis pour chaque niveau de sécheresse. Notre zone d'étude n'a connu de ce fait aucune sécheresse extrême.

**Figure 10: Représentation graphique de l'indice RDI (Oct-apr) Tiaret 1987-2022**

*Source : Elaborée par l'auteur à partir de l'output du logiciel DrinC*

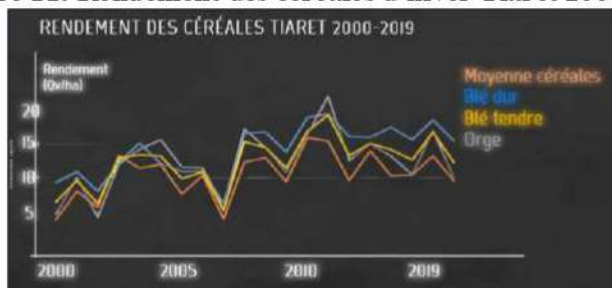
La sécheresse sévère et la sécheresse modérée sont survenues en deux occasion chacune et la sécheresse légère est apparu pendant 7 campagnes agricoles dans les 35 dernières années.



Nous pouvons prendre en compte ces fréquences pour l'élaboration de la tarification. Toutefois le RDI est sensé suivre une loi Normale standardisée, chose que nous avons vérifié dans ce qui suit

L'assurance indicielle consiste à verser des indemnités sur la base d'un paramètre objectif fixé de manière à corrélér le plus précisément possible la perte d'un type de culture. Le déclenchement du remboursement de l'assuré est fonction de cet indice calculé.

**Figure 11: Rendement des céréales d'hiver Tiaret 2000-2019**



*Source : Elaboré par l'auteur à partir des Statistiques agricoles MADR Série B (2000-2019)*

Après l'observation et l'analyse des données de rendement. Nous avons remarqué qu'à partir de la deuxième décennie, Tiaret a enregistré un rendement moyen de 16.9 Qx/Ha pour le blé dur, 12.1 Qx/Ha pour le blé tendre et 14,9 Qx/Ha pour l'orge contre une moyenne respective durant la première décennie de 11.3 Qx/Ha, 8,9 Qx/Ha et 10.6 Qx/Ha. Cette augmentation peut traduire la politique de développement des performances du secteur, l'évolution technologique en matière de qualité des graines, des engrais, des moyens de récolte ou de l'irrigation.

Ce constat nous a amené à étudier la corrélation entre l'indice RDI et les rendements des céréales d'hiver sur la période 2000-2019 et 2010-2019. La corrélation est plus forte sur les 10 ans que sur 20 ans.

**Tableau 8: Analyse de la corrélation RDI-Rendements**

ANALYSE DE LA CORRÉLATION RDI RENDEMENTS			
Coefficient de corrélation	RDI OCT-APR		
	00-19	10-19	
Blé dur	0,55	0,82	Une meilleure corrélation sur 10 ans
Blé tendre	0,67	0,76	
Orge	0,74	0,89	
Coefficient de détermination	RDI OCT-APR		
	00-19	10-19	
Blé dur	0,30	0,68	
Blé tendre	0,45	0,58	
Orge	0,54	0,79	

*Source : établi par l'auteur*

Il convient de souligner aussi qu'un coefficient de corrélation supérieur à 0.75 nous permettra d'affirmer une forte corrélation et ainsi valider l'indice RDI comme base d'une assurance sécheresse agricole.

### 2.1.3. Seuils de déclenchement et niveaux du contrat

La classification retenue pour l'appréciation du degré de sécheresse selon les valeurs du RDI est donnée par les mêmes auteurs (Tsakiris et Vangelis 2005) dans le tableau suivant :

**Tableau 9: Classification de l'indice RDI**

State	Description	RDI criterion
1	mild drought	(-0.5) – (-1.0)
2	moderate drought	(-1.0) – (-1.5)
3	severe drought	(-1.5) – (-2.0)
4	extreme drought	< -2.0 and below

*Source : (Tsakiris et Vangelis 2005)*

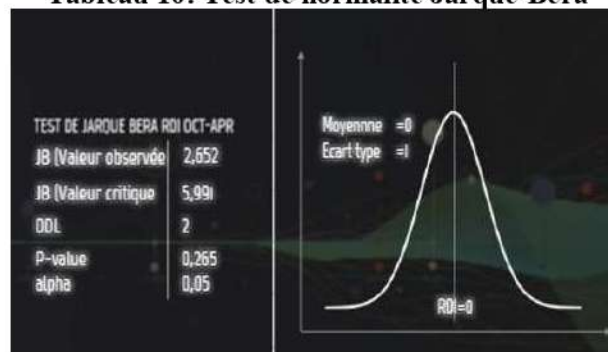
Une classe du contrat correspond à un profil de risque précis qui caractérise la gravité ou la fréquence d'une sécheresse. Nous nous sommes inspirés de la classification proposée par (D. Tigkas 2013) pour définir les seuils de déclenchement des différents niveaux du contrat d'assurance indiciaire sécheresse agricole.

## 2.2. Construction du modèle de tarification

En tarification, les actuaires peuvent directement modéliser la charge pure, ou encore procéder en deux étapes, avec la fréquence et la sévérité.

### 2.2.1. La fréquence

Comme nous l'avons mentionné avant L'indice RDI est sensé suivre une loi normale standard, chose que nous avons vérifié sur un historique de 35 observations à travers le test de Jarque-Bera qui figure dans le tableau suivant :

**Tableau 10: Test de normalité Jarque-Bera**

*Source : établi par l'auteur*

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de significativité seuil alpha 5%, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  qui stipule que la variable dont provient l'échantillon suit une loi Normale

Avec une moyenne de 0 et un écart-type de 1 l'indice RDI est une distribution normale standard. La probabilité d'occurrence des niveaux de sécheresse peut être calculés facilement.



**Tableau 11: Fréquence de la sécheresse**

FRÉQUENCE DE LA SÉCHERESSE		
NIVEAU	RDI	PROBABILITÉ
SÉCHERESSE LÉGÈRE	[-1 ; -0,5 [	15%
SÉCHERESSE MODÉRÉE	[-1,5 ; -1 [	9,18%
SÉCHERESSE SÉVÈRE	[-2 ; -1,5 [	4,41%
SÉCHERESSE EXTRÊME	[-2,5 ; -2 [	1,65%

*Source : établi par l'auteur*

### 2.2.2. Régression et ajustabilité du modèle

Pour la sévérité, nous avons mis en place une régression gamma modélisant la relation entre la variable de réponse (Rendement Blé dur, blé tendre et Orge exprimés en Qx/Ha) et une variable explicative (L'indice RDI oct-avril).

Si l'on cherche à mieux formuler l'équation de la perte en rendement en fonction de l'indice RDI, il y a lieu de choisir le modèle qui nous offre la meilleure ajustabilité

**Tableau 12: Analyse de la significativité des modèles**

RÉGRESSION ET AJUSTABILITÉ						
RÉGRESSION GAMMA 20 ANS/ 10 ANS						
	Blé dur		Blé tendre		Orge	
	00-19	10-19	00-19	10-19	00-19	10-19
R <sup>2</sup> (McFadden)	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3
R <sup>2</sup> (Cox&Snell)	0,3	0,7	0,4	0,6	0,5	0,8
R <sup>2</sup> (Nagelkerke)	0,3	0,7	0,4	0,6	0,5	0,8
AIC	110,7	34,7	104,1	43,4	104,7	36,5
SBC	113,7	35,6	107,1	44,3	107,1	37,5
Déviante	1,2	0,1	1,6	0,2	1,5	0,2

*Source : établi par l'auteur*

Pour comparer les modèles et ainsi conserver le meilleur, nous pouvons utiliser le critère de R<sup>2</sup>. Étant donné que la statistique R<sup>2</sup> (McFadden), R<sup>2</sup> (Cox et Snell) et R<sup>2</sup> (Nagelkerke) est intuitive, facile d'utilisation et permet de juger rapidement de la qualité du modèle

Les critères AIC et SBC (Critère d'Akaike et Critère de Schwartz), comme la déviante mesurent la qualité de l'ajustement d'un modèle linéaire généralisé. Si l'on considère un ensemble de modèles candidats, on préférera le modèle pour lequel ces critères ont la valeur la plus faible. Pour des bases de données de taille relativement faible, le modèle retenu sera celui qui minimise l'AIC ou le BSC.

Si l'on cherche à mieux formuler la fonction de la perte en rendement en fonction de l'indice RDI, il y a lieu de choisir le modèle qui nous offre une meilleure ajustabilité. Le modèle construit sur 10 ans est significativement meilleur que celui de 20 ans, nous allons de ce fait l'utiliser dans la suite de notre étude.

Tableau 13: Test des hypothèses nulles et paramètres des modèles

RÉGRESSION ET AJUSTABILITÉ						
TEST DE L'HYPOTHÈSE NULLE H0 : Y=CONSTANTE						
	Blé dur		Blé tendre		Orge	
	Kha²	Pr > Kha²	Kha²	Pr > Kha²	Kha²	Pr > Kha²
-2 LOG(VRAISEMBLANCE)	10,4	0,001	8,3	0,004	14,7	0,000
SCORE	11,9	0,001	7,5	0,006	23,3	<0,0001
WALD	17,9	<0,0001	12,4	0,000	32,4	<0,0001
TEST DES PARAMÈTRES DU MODÈLE						
	Blé dur		Blé tendre		Orge	
	Valeur	Pr > Kha²	Valeur	Pr > Kha²	Valeur	Pr > Kha²
CONSTANTE	2,8	<0,0001	2,44	<0,0001	2,65	<0,0001
RDI OCT-APR	0,11	<0,0001	0,2	<0,0001	0,18	<0,0001
EQUATIONS DES MODÈLES	$R = e^{2,8+0,11X}$		$R = e^{2,44+0,2X}$		$R = e^{2,65+0,18X}$	

Source : établi par l'auteur

L'hypothèse H0 correspond au modèle indépendant qui donne les mêmes résultats quels que soient les valeurs des variables explicatives. Ce test permet de vérifier si le modèle ajusté est significativement meilleur que le modèle indépendant. Trois tests sont proposés : Le test du rapport de vraisemblance, le test du score et le test de Wald.

Les règles de décision concernant la significativité du modèle considérant ces statistiques sont :

On rejette H0 si : la statistique est supérieure à  $\chi^2_{1;1-\alpha}$  en d'autres termes p-value =  $Prob(\chi^2_{1;1-\alpha}) > \alpha$ .

Le degré de significativité est mesuré comme suit :

- "significatif" si p-value  $\in ]0.01, 0.05]$ ,
- "très significatif" si p-value  $\in ]0.001, 0.01]$ ,
- "hautement significatif" si p-value  $< 0.001$ .

La statistique p-value observée pour les paramètres des nos 3 modèles montre une haute significativité sur un seuil de confiance de 5%.

Ainsi Pour faciliter la lecture et pouvoir réutiliser les modèles, Les équations sont comme suit :

Pour le blé dur :  $R_{BD} = e^{2,8+0,11X} = e^{2,8}e^{0,11X}$

Pour le blé tendre :  $R_{BT} = e^{2,44+0,2X} = e^{2,44}e^{0,2X}$

Pour l'orge :  $R_{OR} = e^{2,65+0,18X} = e^{2,65}e^{0,18X}$

Avec :

R = Prédiction rendement des céréales en fonction de l'indice RDI

X = L'indice RDI calculé sur la période (Oct-Apr).

BD pour le blé dur, BT pour le blé tendre et OR pour l'Orge.

### 2.2.3. La sévérite

Après la validation des modèles, nous avons pris les équations des régressions pour déterminer la fonction du rendement des céréales en fonction de l'indice RDI afin d'établir des équations qui expriment la perte en rendement due à la sécheresse.

Les équations des modèles sont sous la forme  $R = e^{b+aX} = e^b e^{aX}$ .

Avec  $R = Rendement$  et  $X = L'indice RDI$ .

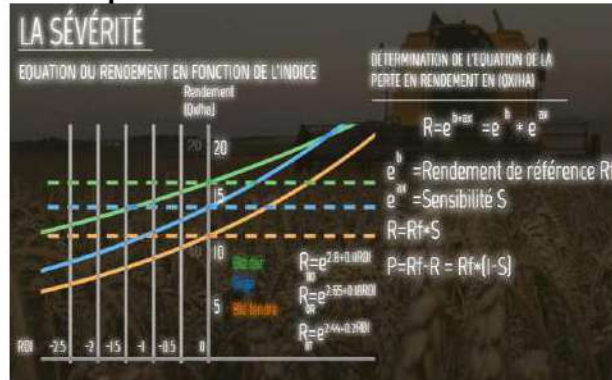
Nous avons considéré  $e^b$  comme étant le rendement de référence noté  $R_f$ , c'est-à-dire le rendement des céréales lorsque l'indice RDI égale 0. En d'autres termes, lorsque  $e^{aX}$ , qui détermine la sensibilité



du rendement par rapport à la sécheresse mesurée par l'indice RDI, noté  $S$ , est égale à 1. L'équation du rendement devient donc  $R = R_f * S$ .

La figure ci-dessous illustre la fonction de rendement des céréales d'hiver en fonction de l'indice RDI à Tiaret.

Figure 12: Equations des rendements en fonction de l'indice

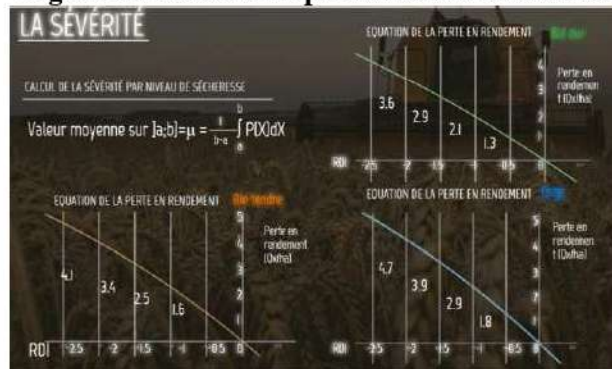


Source : établi par l'auteur

Le rendement du blé dur (en vert) est formulé avec la fonction  $R_{BD} = e^{2.8+0.11X}$  avec  $R_f = 16.45 (Qx/Ha)$ , la fonction du rendement du blé tendre (en orange) est exprimée avec  $R_{BT} = e^{2.44+0.2X}$  ou  $R_f = 11.45 (Qx/Ha)$ . La fonction de rendement de l'orge (en bleu) est exprimée  $R_{OR} = e^{2.65+0.18X}$  avec  $R_f = 14.15(Qx/Ha)$ .

Dans l'intérêt de déterminer la sévérité de la sécheresse mesurée par l'indice RDI. Nous avons utilisé l'équation du rendement et le rendement de référence de chaque type de céréale pour déterminer la fonction de perte notée P, qui n'est autre que la soustraction du rendement estimé par l'indice du rendement de référence =  $R_f - R = R_f * (1 - S)$ .

Figure 13: La sévérité par niveau de sécheresse



Source : établi par l'auteur

### 3. Formules de souscription

Le calcul de la prime pure a pour but d'évaluer, pour chaque assuré, le montant attendu des sinistres qui sera d'abord exprimé en Quintal de céréales sur un hectare pour la période d'assurance couverte (Octobre à avril de la campagne agricole).

Nous consacrons cette dernière partie à la proposition de trois formules de souscription, la proposition n'exclue pas la possibilité d'utilisation d'autres formules. Des exemples seront utilisés pour expliciter la formulation et l'intérêt.

La prime pure sera calculée pour chaque classe de contrat et représente donc le produit de la probabilité d'occurrence de la classe en question et la sévérité qui exprime la perte en rendement due à la sécheresse.

**Tableau 14: Première formule de souscription**

PREMIÈRE FORMULE							
CALCUL DE LA PRIME PURE PAR NIVEAU DE SÉCHERESSE							
NIVEAU	RDI	PROBABILITÉ		PERTE MOYENNE EN DZHA	TAUX DE PRIME	PRIX DU QUINTAL EN DZD	PRIME PURE EN DZD
1 SÉCHERESSE LÉGÈRE	[-1 ; -0,5 [	15%	BLÉ DUR	1,3	19%	6000	1170
			BLÉ TENDRE	1,6	24%	5000	1198
			ORGE	1,8	27%	3400	926
2 SÉCHERESSE MODÉRÉE	[-1,5 ; -1 [	9,18%	BLÉ DUR	2,1	19%	6000	1164
			BLÉ TENDRE	2,5	23%	5000	1168
			ORGE	2,9	27%	3400	985
3 SÉCHERESSE SÈVÈRE	[-2 ; -1,5 [	4,41%	BLÉ DUR	2,9	13%	6000	761
			BLÉ TENDRE	3,4	15%	5000	748
			ORGE	3,9	17%	3400	582
4 SÉCHERESSE EXTRÊME	[-2,5 ; -2 [	1,65%	BLÉ DUR	3,6	06%	6000	358
			BLÉ TENDRE	4,1	07%	5000	345
			ORGE	4,8	08%	3400	269

*Source : établi par l'auteur*

La fréquence et la sévérité des niveaux de sécheresse nous permettent de calculer le taux de prime qui est un pourcentage du prix d'un quintal de la céréale, Si nous proposons une formule où chaque niveau de sécheresse est considéré comme un contrat souscrit qui couvre uniquement la classe concernée, l'assuré qui choisit de souscrire le contrat 1 est couvert uniquement si l'indice se situe dans la classe -0,5 à -1 et est indemnisé par rapport à l'indice selon la fonction illustrée avant.

Ainsi, pour le blé dur à Tiarèt, la couverture contre la sécheresse légère coûterait près de 1200 DZD soit 19% du prix d'un quintal de blé dur sur un hectare cultivé. Si l'assuré souhaite se couvrir contre toutes les classes, la prime pure sera de l'ordre de 3500 DZD.

Cette formule offre une sorte de liberté pour l'agriculteur, qui pourra couvrir sa récolte contre le niveau de risque de sécheresse qu'il souhaite. Cette séparation permet aussi une facilité pour déterminer la subvention de l'État qui peut potentiellement prendre en charge la sécheresse sévère et la sécheresse extrême dans le cadre de la gestion et la prévention des catastrophes naturelles.

La deuxième formule suppose que chaque contrat est souscrit individuellement et couvre la classe de contrat concernée (niveau de sécheresse) ainsi que les classes inférieures avec une indemnisation maximum relative à la limite inférieure de la classe couverte.

**Tableau 15: Deuxième formule de souscription**

DEUXIÈME FORMULE								
CALCUL DE LA PRIME PURE POUR UNE FORMULE AVEC DES LIMITES D'INDEMNISATION								
CLASSE	PROBABILITÉ DE LA CLASSE	PROBABILITÉ CLASSES INFÉRIEURES		PERTE MOYENNE EN DZHA	PERTE LIMITE	TAUX DE PRIME	PRIX DU QUINTAL EN DZD	PRIME PURE EN DZD
1 SÉCHERESSE LÉGÈRE	15,2%	15,2%	BLÉ DUR	1,3	1,7	45%	6000	2720
			BLÉ TENDRE	1,6	2	56%	5000	2787
			ORGE	1,8	2,4	63%	3400	2158
2 SÉCHERESSE MODÉRÉE	9,18%	6,1%	BLÉ DUR	2,1	2,5	34%	6000	2064
			BLÉ TENDRE	2,5	2,9	41%	5000	2071
			ORGE	2,9	3,4	47%	3400	1609
3 SÉCHERESSE SÈVÈRE	4,41%	1,65%	BLÉ DUR	2,9	3,2	18%	6000	1080
			BLÉ TENDRE	3,4	3,7	21%	5000	1062
			ORGE	3,9	4,4	24%	3400	827
4 SÉCHERESSE EXTRÊME	1,65%	0,5%	BLÉ DUR	3,6	3,9	08%	6000	358
			BLÉ TENDRE	4,1	4,5	09%	5000	458
			ORGE	4,8	5,4	11%	3400	368



Source : établi par l'auteur

Si nous prenons l'exemple d'un agriculteur qui souscrit le contrat 1 (sécheresse légère) et l'indice survenu est dans la classe 1, l'indemnisation est calculée comme dans la première formule et si l'indice observé se situe dans classes inférieure l'indemnisation est limitée par la perte relative à l'indice de la borne inférieure de la classe du contrat souscrit, dans notre exemple 1,7 Qx/Ha pour le blé dur. La prime pure est donc 45% du prix du quintal soit 2720 DZD.

Un autre cultivateur d'orge, qui souhaite couvrir uniquement le risque sécheresse légère et modérée avec une limite d'indemnisation de 2,4 (Qx/Ha) peut choisir cette formule, la prime pure se calcule ainsi  $Prime\ pure\ (Classe_j) = Prob(Classe_j) * \mu_j + \sum_{j+1}^4 Prob(Classe) * Max(P_j)$ . La prime pure est donc  $Prime\ pure = 0,15 * 1,82 + 0,06 * 2,38$  soit 41% du prix de quintal de l'orge soit 1400 DZD.

La troisième formule est inspirée des deux précédentes pour proposer un seul contrat à souscrire avec des extensions qui permet d'augmenter la limite de l'indemnisation d'être indemnisé à hauteur de la perte limite de l'intervalle de l'extension.

Tableau 16: Troisième formule de souscription

TROISIÈME FORMULE				
CALCUL DE LA PRIME PURE POUR UN CONTRAT DE BASE AVEC DES EXTENSION				
NIVEAU		Taux de prime	Prix du quintal en DZD	Prime pure en DZD
CONTRAT DE BASE	BLÉ DUR	45%	6000	2720
	BLÉ TENDRE	56%	5000	2797
	ORGE	63%	3400	2158
EXTENSION 1	BLÉ DUR	09%	6000	513
	BLÉ TENDRE	10%	5000	482
	ORGE	11%	3400	376
EXTENSION 2	BLÉ DUR	03%	6000	180
	BLÉ TENDRE	03%	5000	159
	ORGE	04%	3400	124
EXTENSION 3	BLÉ DUR	01%	6000	39
	BLÉ TENDRE	01%	5000	31
	ORGE	01%	3400	24

Source : établi par l'auteur

Le contrat de base pour le blé dur à Tiaret couvre l'assuré contre tous les niveaux de sécheresse, l'indemnisation est en fonction de l'indice s'il se situe dans l'intervalle de la sécheresse légère et limité à 1,7 (Qx/Ha) si l'indice franchi le seuil de (-1), l'extension 1 lui permet d'élargir la couverture à la sécheresse modérée et être indemnisé à hauteur 2,48 (Qx/Ha) pour 513 DZD de plus par hectare exploité.

Pour un exploitant de blé tendre à Tiaret, la prime pure pour un contrat de base 2790 DZD l'Hectare, pour couvrir sa récolte contre la perte résultante de la sécheresse modérée et sévère achètera l'extension 1 et 2 pour près de 700 DZD par hectare.

Un contrat de base avec l'achat des trois extensions est équivalent à l'achat des 4 contrats de la première formule, l'assuré couvre son rendement contre tous les niveaux de sécheresse à hauteur d'une perte maximale indiquée par un indice RDI = -2,5.

## Conclusion

L'indice RDI, en plus de son adéquation aux études statistiques, a répondu donc aux exigences de la mise en place d'une assurance indicielle « sécheresse agricole ».

La construction des variables explicatives et la variable réponse, au bon format, ont facilité la mise en place d'une régression log-linéaire pour l'identification de la sensibilité du rendement face aux observations de l'indice RDI dans le but de mesurer la sévérité en vue de la proposition d'un modèle de tarification.

En contribuant à gérer le risque climatique, le projet entend soutenir et accompagner l'agriculteur en lui offrant une mesure de soutien en améliorant sa capacité de résilience face à la sécheresse agricole. Ce qui se traduit par un impact positif sur la stabilité de ces revenus facilitant l'octroi du crédit d'investissement et le développement du secteur.

La proposition de plusieurs formulations des contrats pourrait définir l'intervention du soutien de l'Etat visant à offrir la meilleure couverture possible au producteur agricole pour le conforter dans sa fonction de production.

La réalisation d'une étude de faisabilité s'impose pour encore minimiser le risque de base. Une bonne segmentation des zones géographiques tenant compte de la culture exploitée, l'étage climatique, des moyens d'irrigations et une étude sur les conditions de mise en œuvre de l'assurance indicielle. Afin de trouver la couverture la plus robuste et adéquate pour protéger les agriculteurs en Algérie.

Il convient de retenir de ces conditions :

- Un programme pilote en limitant l'expérimentation dans un premier temps à une culture et à quelques régions avant sa généralisation).
- Un dispositif organisationnel de distribution (identifier les attributions des parties prenantes).
- Le suivi et l'évaluation du programme sur le plan organisationnel, technique ou financier en vue de procéder éventuellement aux réajustements.



Références Bibliographiques

---

- Brossier, J. «Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole Quelques principes méthodologiques.» ORSTOM, 1989.
- Carter, M, A De Janvry, E Sadoulet, et A Sarris. «Assurance climatique indicielle pour les pays en développement : examen des faits et propositions visant à augmenter le taux de souscription.» Revue d'économie du développement , 2015.
- Cordier, J. «La gestion des risques en agriculture de la théorie à la mise en œuvre : éléments de réflexion pour l'action publique.» (Hal) 2008.
- Donald, A, M Wilhite, et H Glantz. «Understanding the Drought Phenomenon The Role of Definitions.» Water International University of Nebraska-lincoln, 1985: 111-120.
- MADR. Statistiques agricoles : production et superficies, Série B 2019. Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information, 2021.
- OMM. Programme de gestion intégrée des sécheresses : Manuel des indicateurs et des indices de sécheresse. Organisation météorologique mondiale (OMM), 2016.
- OSS. Vers un système d'Alerte précoce à la sécheresse au Maghreb. Tunis: Observation du Sahara et du Sahel , 2013.
- Roberts, R. Assurance des récoltes dans les pays en développement. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation, 2005.
- Tsakiris, G, et H Vangelis. «Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration.» European Water, 2005.
- WB. WEATHER INDEX INSURANCE FOR AGRICULTURE. The world bank:Agriculture and Rural Development, 2011.
- WB. Weather Index Insurance For Agriculture, Guidance for Development Practitioner. The World Bank : agriculture and rural development discussion , 2011.



### Résumé

Les systèmes de garantie de crédit tels que la CGCI-PME en Algérie permettent de limiter les effets d'exclusion des PME qui ont du mal à accéder au financement externe. Cependant, la performance de ce type de mécanisme dépend de facteurs externes et internes liés à sa conception et à sa gestion. Dans le but de dégager des pistes d'amélioration pour les pratiques algériennes, nous avons mené une étude comparative entre le mécanisme algérien et les pratiques dans les pays développés et en voie de développement. Nous avons observé des points de convergence, notamment en termes de structure légale et d'objectifs du système, et des divergences, en particulier en termes de critères d'éligibilité et de gestion des risques. Des pistes d'amélioration pourraient être la diversification de l'offre de garantie, la numérisation, le renforcement des capacités et le développement de mécanismes de gestion des risques.

**Mots Clés :** PME, rationnement de crédit, système de garantie de crédit, CGCI-PME

### Abstract

Credit guarantee systems like the CGCI-PME in Algeria help mitigate the exclusion effects for SMEs that struggle to access external financing. However, the performance of this type of mechanism depends on both external and internal factors related to its design and management. In order to identify improvement opportunities for Algerian practices, we conducted a comparative study between the Algerian mechanism and practices in developed and developing countries. We observed points of convergence, such as legal structure and system goals, and divergences, particularly in terms of eligibility criteria and risk management. Improvement opportunities could include diversifying the guarantee offer, digitalization, capacity building, and developing risk management mechanisms.

**Keywords:** SME, credit rationing, credit guarantee system, CGCI-SME

### Introduction

Les petites et moyennes entreprises (PME) représentent environ 90 % des entreprises et plus de 50 % de l'emploi dans le monde (The world bank, 2022). En Algérie, la plupart des PME sont des microentreprises à faible intensité capitalistique (1 248 123 microentreprises en 2021), actives dans le secteur des services, ce qui leur confère une grande souplesse de fonctionnement et de création d'emplois. Cependant, l'accès au financement est un frein majeur à la croissance des PME, c'est la deuxième difficulté la plus citée pour les PME souhaitant développer leurs entreprises dans les marchés émergents et les pays en développement.

Au cours des deux dernières décennies, les systèmes de garantie de crédit (SGC) en tant qu'outil de promotion de la croissance des PME en particulier ont suscité une attention accrue (Riding & Haines, 2001). Les systèmes de garantie de crédit ont été largement mis en œuvre à travers le monde. Ces systèmes réduisent le coût pour le prêteur en cas de défaillance de l'emprunteur. L'Algérie, dans le souci d'éliminer les obstacles liés au financement, a créé, parmi d'autres, un mécanisme de garantie opérationnel depuis 2004, appelé la Caisse de Garantie de Crédits d'investissements pour les PME (CGCI-PME) qui peut aider les PME à accéder au financement bancaire, mais cela ne garantit pas que cette caisse soit bien conçue et efficace. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'analyser et de comparer la conception et la performance de la CGCI-PME avec celles des systèmes de garantie de crédit opérant dans un groupe de référence diversifié comprenant des pays en développement (six pays



de la Méditerranée du Sud) et des pays développés (Europe occidentale). Cette comparaison nous permet de mettre en lumière les points de convergence et de divergence, et de s'inspirer de la pratique internationale pour améliorer la performance de la CGCI- PME.

Cette étude est organisée en quatre sections. La première section présente une revue de la littérature sur les systèmes de garantie de crédit aux PME. La deuxième section décrit la méthodologie utilisée dans l'étude. La troisième section donne un aperçu de la situation de financement des PME en Algérie, et la quatrième section traite de l'étude comparative de la CGCI-PME. Enfin, une conclusion est présentée pour synthétiser les résultats de l'étude.

### 1. Revue de la Littérature

La littérature sur les systèmes de garantie de crédit peut être classée en trois grands axes. Le premier consiste en des enquêtes transnationales décrivant les principales caractéristiques des systèmes de garantie (ex. Beck et al., 2010). Le second consiste en des études individuelles par pays, y compris des efforts pour évaluer l'additionnalité (ex. Ridding (2001) ; Cowan et al. (2009)). Enfin, une troisième catégorie se concentre sur les bonnes pratiques et les questions de conception, en s'appuyant sur l'expérience internationale (ex. Molenaar, 2004).

La Banque Mondiale a mené la première enquête transnationale de grande envergure sur les SGC en 2008 (Klapper, & Mendoza, 2010). L'objectif de cette enquête était de fournir une vue d'ensemble des principales caractéristiques d'éligibilité, les ratios de couverture, les primes de garantie et certains indicateurs de performance opérationnelle et financière des SGC. L'échantillon comprenait 76 systèmes de garantie opérant dans 46 pays développés et en développement. L'enquête a révélé de grandes différences dans les caractéristiques organisationnelles et les règles des SGC dans le monde. Un des nombreux résultats intéressants de l'enquête est que peu de SGC dans le monde utilisent des mécanismes de tarification ou de gestion du risque. Les auteurs appellent à une recherche empirique plus approfondie sur des SGC spécifiques afin de mieux comprendre les caractéristiques qui fonctionnent le mieux en pratique. Ils soulignent également l'importance de réaliser une analyse coûts-avantages appropriée pour déterminer si les systèmes de garantie sont rentables. L'étude de (Saadani, Arvai, & Roberto, 2011) est basée sur une enquête menée dans 10 pays de la région MENA au début de 2010. Selon cette étude, la taille moyenne des dispositifs de garantie dans la région MENA est similaire à la moyenne internationale, certains dispositifs semblent trop petits pour avoir un impact significatif. En outre, Les dispositifs de garantie de la région ne bénéficient pas encore aux plus petites entreprises.

Plusieurs d'autres études nationales ont conclu que les SGC ont contribué de manière positive à l'accès des PME au financement. Même s'il est techniquement difficile de mesurer précisément l'impact des dispositifs de garantie, certaines études récentes ont conclu que les SGC ont réussi à étendre le financement aux entreprises qui, autrement, auraient continué à être confrontées à des contraintes. Par exemple, Ridding, Judith et George (2007) estiment que 75% des garanties sont utilisées par des entreprises qui n'auraient pas pu obtenir de prêt autrement.

### 2. Méthodologie de l'étude et sources de données

Dans cette étude, nous avons comparé la conception et la performance de la CGCI-PME à celle d'un groupe de référence de systèmes de garantie de crédit opérant dans des pays développés et en voie de développement. Nous avons cherché à identifier les différences et les similitudes entre ces dispositifs et à en tirer des enseignements pour améliorer la performance de la CGCI-PME. Pour obtenir des données sur les systèmes de garantie de crédit dans les pays développés, nous avons exploité l'étude de (Chatzouz et al., 2017), qui présente un aperçu approfondi des motivations et des mécanismes opérationnels de ces systèmes en Europe occidentale. Cette étude est basée sur une enquête menée par le groupe de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), auprès de 18 organisations de garantie de crédit dans 13 pays notamment en Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce,



Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni, Chypre, Malte et Slovénie.

Pour obtenir des données sur les systèmes de garantie de crédit dans les pays en voie de développement, nous avons fait appel à l'étude de (Ayadi et Shaban, 2021), qui examine et évalue les systèmes de garantie de crédit dans six pays du sud de la Méditerranée (Algérie, Maroc, Tunisie, Égypte, Jordanie, Liban) en termes de type, d'objectifs, de conception et de résultats. L'analyse est basée sur une enquête menée pour le réseau euro-méditerranéen de garantie (EMGN) au début de 2020.

En utilisant les données secondaires disponibles dans ces études et en prenant en compte les bonnes pratiques pour un système de garantie de crédit durable énoncées dans la littérature, nous avons choisi les éléments de comparaison suivants : (1) Propriété et structure légale ; (2) Capitalisation ; (3) Objectifs et activités ;(4) Modèle de garantie; (5) Critères d'éligibilité ;(6) Ratio de couverture ; (7) Prime de garantie;(8) Règle d'indemnisation et de recouvrement; (9) Gestion du risque de crédit ;(10) Evaluation de la performance du système de garantie. Avant d'examiner la conception de la CGCI-PME en Algérie, nous avons jugé utile de présenter le contexte financier dans lequel elle opère, notamment les défaillances du marché de crédit.

### 3. Contraintes de financement des PME en Algérie

#### 3.1. Définition de la PME en Algérie

La loi n° 17-02 du 10 janvier 2017, portant sur l'orientation du développement des petites et moyennes entreprises (PME) établit une définition des PME en Algérie (Tableau 01). En plus des critères de nombre d'employés, de chiffre d'affaires annuels et de total de bilan, la PME doit respecter le critère d'indépendance, c'est-à-dire que son capital n'est pas détenu à 25% ou plus par une ou plusieurs entreprises ne répondant pas à la définition des PME. En outre, il est nécessaire qu'elle soit détenue dans la limite de 49% par une ou plusieurs sociétés de capital-investissement.

**Table N° 1. Définition de la TPME en Algérie**

Type d'entreprise	Nombre d'employés	Chiffre d'affaires annuel (Million DA)	Total bilan (Million DA)
Micro (Très petite)	1-9	< 40	< 20
Petite	10-49	<400	< 200
Moyenne	50-250	400-4000	200-1000

*Source : (Loi n° 17-02 du 10, janvier 2017)*

#### 3.2. Prédominance du financement bancaire en Algérie

Les modes de financement externes disponibles pour les PME algériennes sont peu développés. En Algérie, les crédits au secteur privé (%PIB) enregistrent un taux moyen relativement faible de 25.3 % durant la période allant de 2017 à 2019, tandis que la France affiche (104%), la Tunisie (87%) (Ayadi & Shaban, 2021). En plus, la proportion des crédits d'exploitation ne constitue qu'environ 25 % du total des crédits bancaires sur la même période. Le marché des capitaux a été freiné par la politique de bonification des taux d'intérêt bancaire. La capitalisation boursière ne dépasse pas 2% du PIB, et le marché obligataire reste faible (Benali, 2021). Le même constat pour le crédit-bail, le capital-investissement et le factoring. Ce constat est confirmé par les résultats du recensement économique réalisé par (ONS, 2012) touchant 660 000 entreprises indiquant que les sources les plus importantes de financement de l'investissement pour les entreprises étudiées sont l'autofinancement (83.2%), les subventions de l'État (5%) et les prêts bancaires (3.3%).



### 3.3. Rôle insuffisant des banques dans le financement du secteur privé en Algérie

En 2021, les banques publiques représentent 86.82 % de la place bancaire algérienne. Cette dominance se répercute par une concurrence insuffisante et des conditions de financement plus restreintes pour les PME : coût de crédit élevé, procédures d'octroi de crédit lourdes, délais de traitement des demandes de crédit trop long, et des exigences excessives de garanties. En effet, les banques en Algérie ne sont pas incitées à jouer leur rôle d'intermédiation financière en offrant un taux de dépôt moyen de 1.75% inférieur au taux d'inflation. Le coût du crédit est élevé (8%). Le stock important des crédits non performants accumulé dans les bilans des banques publiques les décourage d'octroyer des crédits, notamment aux PME (Tableau 02). Les banques sont devenues réticentes à prendre des risques et préfèrent la rentabilité générée par des investissements financiers dans les valeurs d'État (taux nominal de 5.38%, pour des valeurs d'état d'une durée de 10 ans). En 2021, malgré la hausse des dépôts de la clientèle du secteur bancaire de 15.64 % par rapport à la fin de 2020, on observe une baisse des crédits à la clientèle de 14.23%. Ces derniers s'affichent à 8709 milliards contre 10.155 milliards de DZD à la fin de 2020. L'activité de crédit aux entreprises a fortement décliné de l'ordre de 14.25 %. La baisse des crédits clientèle s'explique la hausse du portefeuille d'obligations du Trésor détenu par les banques publiques (Sekak, 2022). En effet, un effet d'éviction s'est généré suite à l'application du Programme Spécial de Refinancement (PSR), qui vise à soutenir la relance économique nationale après la pandémie du COVID-19 en renforçant la situation de liquidité des banques publiques et leurs capacités d'engagement. Le programme consiste, dans un premier lieu, à la remise d'obligation de trésor à longue échéance aux banques publiques à des rendements inférieurs à ceux du marché. Ensuite, les banques fournissent ces obligations en garantie à la banque d'Algérie contre un refinancement à faible coût. Enfin, les banques placent une grande partie de la liquidité obtenue dans des bons de trésors à long terme avec des coupons inférieurs aux rendements du marché, mais néanmoins plus élevés que ceux des obligations initiales.

**Table N° 2. Indicateurs de solidité macroéconomique et financière (Moyennes de la période 2017-2019)**

	Algérie	Maroc	Tunisie	France
<b>Taux de dépôt moyen</b>	1.75	3.07	7.1	0.8
<b>Taux de crédit moyen</b>	8	5.16	ND	1.77
<b>Ratio des crédits non performants</b>	12.83	7.52	14.05	2.91
<b>Inflation</b>	3.94	0.95	6.45	1.33
<b>Bons de trésor à 5 ans</b>	5.38	1.93	5.34	-0.57
	(À 10 ans)			

Source : (EMGN, 2021)

### 3.4. Asymétrie d'information et rationnement de crédit en Algérie

En Algérie, il est difficile d'obtenir des informations sur l'accès des PME au crédit bancaire. Cependant, il est évident que les PME algériennes sont souvent confrontées à un rationnement du crédit. Même si les banques nationales ont des liquidités excédentaires, les conditions d'octroi de crédit restent strictes pour les PME (Si lekhal, 2012). Le système bancaire algérien est caractérisé par des conditions de crédit strictes « rationnement de crédit » principalement en raison du contexte d'asymétrie d'information concernant la qualité des projets des futurs clients et de l'existence d'un comportement d'aléa moral chez les chefs d'entreprises. L'existence d'une culture de méfiance envers l'entreprise privée et la prépondérance de l'activité informelle aggravent l'asymétrie d'information entre les prêteurs et les emprunteurs. En effet, les PME, étant généralement familiales, cela peut entraîner des problèmes de définition claire des responsabilités et des tâches au sein de l'entreprise, ce qui rend difficile l'évaluation de sa capacité de remboursement. De plus, l'information financière fournie par ces TPE/PE est souvent peu fiable, car elles peuvent diffuser des informations erronées pour échapper au fisc. En outre, selon une enquête de l'Office National des Statistiques en 2007, 2/3 des microentreprises sont considérées



comme informelles (Si lekhal, 2012). Un comportement naturel des banquiers devient fortement dépendant de l'existence d'un certain « relationnel bancaire » et des possibilités de garanties qu'offre l'emprunteur. Cependant, les sûretés réelles présentées par les petits entrepreneurs sont souvent fragiles et ont une faible valeur de réalisation. En Algérie, le taux de recouvrement moyen est de 50% sur une période d'environ 1,3 année (Annexe 01). De plus, l'indice des droits des créanciers est évalué à 2 (Annexe 02). En effet, les dysfonctionnements dans le processus de recouvrement sont multiples. Les actifs matériels (hors terrains) ont une valeur relativement faible, tandis que le statut des terrains peut être ambigu et ils ne peuvent être cédés avant d'obtenir des actes légaux de propriété authentique, ce qui peut être long et difficile en raison de la multiplication des intervenants et la difficulté de l'identification de l'entité habilitée à délivrer un agrément ou une autorisation. Par conséquent, les garanties proposées uniquement par les entrepreneurs et le système de sécurisation des crédits existant n'ont pas suffi à compenser l'asymétrie de l'information. Le banquier sélectionne alors les meilleurs projets avec plus de rigueur. Les projets moins bons sont alors exclus du marché bancaire et l'équilibre passe par un rationnement du crédit. Pour remédier à cette situation, les autorités publiques ont mis en place de nouveaux mécanismes de garantie plus efficaces pour les PME tels que la CGCI-PME. Il est important de souligner que pour soutenir l'accès des PME aux prêts, une infrastructure financière solide est essentielle, car elle permet aux prêteurs d'évaluer les risques des emprunteurs et de leur offrir un certain degré de certitude.

#### 4. Conception de la CGCI-PME : Étude comparative

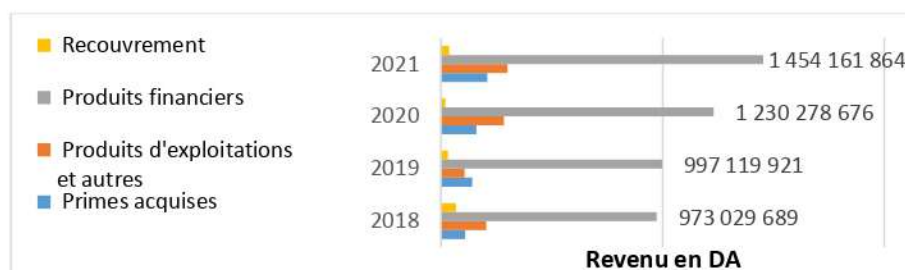
##### 4.1. Structure légale et supervision

La CGCI-PME, à l'égard de la majorité des pays de référence et vue la prépondérance de l'esprit public, est une institution de propriété publique sous la forme d'une société commerciale (SPA) indépendante à but non lucratif. Elle opère sur la base du décret présidentiel 04-134 du 19 avril 2004. La CGCI-PME est supervisée de manière indépendante par le ministère des Finances, qui fournit un niveau d'assurance aux prêteurs.

##### 4.2. Capitalisation

La CGCI-PME est dotée d'un capital social de 30 milliards de dinars algériens (DA), souscrit à hauteur de 20 milliards DZD. Le capital suffisant de la CGCI-PME assure la mise en œuvre efficace de ses opérations et l'atteinte de ses objectifs avec une viabilité financière, sans faire appel au soutien financier de l'État. En effet, le montant du capital à la disposition de la caisse lui permet de faire des placements dans des valeurs d'état, les revenus générés par l'investissement financier constituent environ 70 % de l'ensemble des revenus de la caisse et sert à couvrir la part majoritaire des dépenses opérationnelles, notamment les indemnités (Figure 01 et 02).

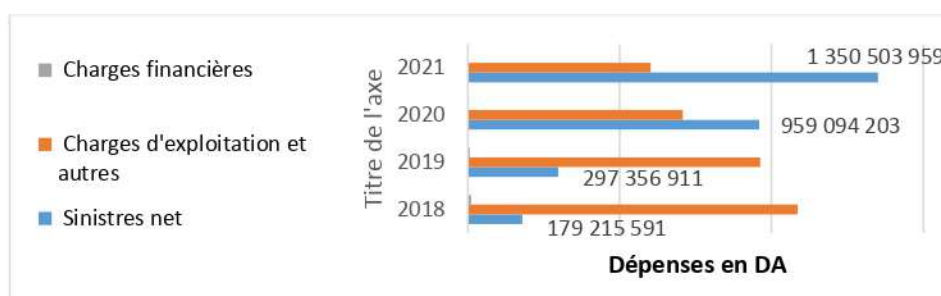
Figure 14: Structure des revenus de la CGCI-PME



Source : Élaboré par nous même



Figure 15: Structure des charges de la CGCI-PME



Source : Élaboré par nous même

### 4.3. Objectifs et activités

La CGCI-PME a pour mission de faciliter la prise de décision des établissements de crédit en faveur du financement des PME-TPE en garantissant le risque de non-remboursement des crédits d'investissement destinés à concrétiser les projets d'investissement productif de biens et de services liés à la création, à l'extension et/ou au renouvellement des équipements de production, améliorant ainsi le climat des investissements en Algérie. En effet, l'activité principale de la CGCI-PME est l'octroi de garantie aux entreprises éligibles. Elle offre également le service de gestion des fonds de garantie auprès de l'Etat et tout autre organisme bailleur de fonds (ex. Garantie FGA). À long terme elle vise à conforter son positionnement en tant que pilier de la gestion des fonds de garantie dédiés à mettre en œuvre les politiques publiques visant à faciliter l'accès au financement pour les PME. En comparant avec les pays du sud de la méditerranée et de l'Europe occidentale, la CGCI-PME a un objectif social et économique, mais son champ d'intervention est limité à l'octroi de garanties de crédit d'investissement. Elle ne propose pas de solutions de financement ni de services d'accueil et d'assistance aux entreprises.

### 4.4. Modèles de garantie

La garantie financière proposée par la CGCI-PM est assimilée à une garantie de l'État, distribuée en adoptant une approche hybride en combinant l'approche individuelle (garantie PME) et de portefeuille (garantie déléguée TPE), en plus des garanties offertes dans le cadre de la gestion du fonds de garantie agricole abondé par l'Etat (Annexe 03). L'offre de garantie de la CGCI-PME est simple afin de réduire le volume de formation nécessaire pour le personnel des établissements de crédit et pour rendre les produits plus faciles à utiliser pour les prêteurs. Cela réduit également le nombre d'erreurs qui peuvent être commises. Dans les pays de référence, la majorité des systèmes de garantie (ex. Kafalat-Liban, LGF- Egypt, SOTUGAR-Tunisie et JLGC-Jordanie) ont opté pour une approche individuelle (Ayadi & Shaban, 2021). Cela permet d'augmenter la profondeur des informations sur le crédit, notamment en termes des éléments qualitatifs du dossier, tels que la formation, la motivation du demandeur et l'adaptation du projet à l'économie de la région, ainsi que le respect des engagements contractuels pris. Il est crucial de souligner que la garantie de portefeuille, par l'octroi automatique de la garantie, assure plus de rapidité dans le traitement des dossiers de garantie, cependant elle est appropriée dans un environnement où les prêteurs ont de l'expérience dans l'analyse du crédit des PME et disposent des ressources technologiques adéquates.

### 4.5. Critères d'éligibilité

Tout comme pour les pays de référence, la CGCI-PME vise les PME au sens large selon leur définition dans le Tableau 01. La caisse utilise également des critères tels que le montant et la maturité du crédit pour cibler les entreprises contraintes financièrement. La CGCI-PME exclut certaines activités (ex. promotion immobilière, commerce, pêche...), ainsi que les crédits d'exploitation et le financement par le capital investissement. Cependant, l'accès au financement de l'exploitation peut atténuer les

ralentissements cycliques qui pourraient entraîner une suspension d'activité ou des licenciements. En supplément, les PME trouvent des difficultés en matière de financement par le capital investissement.

#### 4.6. Ratios de couverture

La CGCI-PME utilise des ratios de couverture qui dépendent du type de projet (Annexe 04). Bien que la pratique de la CGCI-PME en matière de couverture des prêts puisse être considérée comme allant à l'encontre de la prescription consistant à lier le ratio de couverture au risque des emprunteurs, elle peut plutôt être interprétée comme une incitation fournie par la CGCI-PME aux prêteurs pour étendre le crédit à des entreprises plus petites et plus jeunes. Les ratios de couverture doivent préserver les incitations des banques à maintenir une sélection et un suivi efficaces des prêts accordés aux PME, tout en offrant une protection suffisante contre le risque de défaillance. Dans les pays de l'Europe occidentale, certaines SGC sont prêts à offrir n'importe quel ratio de couverture de 5 à 100 % (Chatzouz et al., 2017). Certains pays du sud de la Méditerranée appliquent un taux de couverture unique. La Jordanie, l'Égypte, la Tunisie et le Liban, garantissent plus de 60% du montant des crédits sans faire la distinction entre le projet d'investissement ou d'exploitation. Des ratios de couverture échelonnés sont adoptés par le Maroc (Ayadi & Shaban, 2021).

#### 4.7. Primes de garantie

Pour chaque crédit garanti, la CGCI-PME perçoit de l'établissement de crédit une prime de garantie annuelle calculée sur la base des taux réduits pour inciter les prêteurs à y souscrire (Tableau 03). En comparant avec les frais annuels facturés par les SGC des pays de référence, qui vont de 0,8 % à 2,3 % sur une base annuelle, il semble que la CGCI-PME sous-estime la prime de garantie en facturant un taux de prime de 0,5 % et 0,25%, ce qui peut mettre en danger la viabilité financière de la caisse. En effet le résultat technique de la caisse est toujours déficitaire.

**Table N° 3. Primes de garantie de la CGCI-PME**

	<b>Prime</b>
<b>Garantie délégué TPE</b>	0,5%, calculée sur le capital restant dû majoré des intérêts des 12 mois de l'année en cours
<b>Garantie PME</b>	0,5%, calculée sur le capital restant dû majoré des intérêts des 12 mois de l'année en cours
- Une commission d'engagement sur les crédits introduits par les établissements de crédit non actionnaires de la Caisse. Le taux de ladite commission est arrêté à 0,1% et payable en une seule fois par crédit. - La prime de garantie couvrant le crédit restructuré (couvrant les 12 mois) doit être facturée en ajoutant une commission de restructuration de 0,1%.	
<b>Garantie FGA</b>	0.25%/l'an calculée sur le capital restant dû

*Source : Élaboré par nous même à partir des documents internes de la CGCI-PME*

#### 4.8. Conditions d'indemnisation et de recouvrement

Les règles de remboursement de la CGCI-PME sont conçues pour concilier l'efficacité des paiements et le recouvrement des prêts. En elle couvre le principal et les intérêts dus, hors agios et intérêts de retard, et assure le remboursement dans un délai de 30 jours ouvrables suivant la déclaration du sinistre. La réalisation des suretés recueillies est assurée par l'établissement de crédit, sous peine de restitution des fonds qui lui sont avancés au titre de l'indemnisation des dossiers sinistres. Le produit et les frais engagés aux titres des opérations de recouvrement sont répartis entre le garant et le prêteur au



prorata des risques encourus. Dans les pays où le système juridique est inefficace et où l'application des contrats est faible, tels que l'Algérie, il est important que les paiements de remboursement effectués par les partenaires soient rapides, prévisibles et transparents afin de renforcer la crédibilité du système de garantie tout en encourageant le recouvrement des prêts.

### 4.9. Gestion du risque de crédit

Le système de gestion du risque de crédit de la CGCI-PME garantit que les risques liés aux demandes de garantie sont évalués avant l'octroi de la garantie individuelle (PME). En effet, la CGCI-PME effectue une étude complémentaire afin d'éviter d'octroyer des garanties pour des projets non viables ou qui manquent de documents nécessaires. Le système de scoring permet à la CGCI-PME d'améliorer son évaluation du risque de défaut. Pour les garanties de portefeuille, c'est au prêteur de prendre en charge l'évaluation du risque de crédit. Une fois la garantie accordée, il y a une gestion continue du risque de crédit, qui comprend des analyses rétrospectives et prospectives, l'assurance de la viabilité financière, l'identification des causes de tout écart par rapport aux objectifs et la recherche de solutions possibles. L'activité de la CGCI-PME est soumise à des ratios réglementaires et économiques. En termes d'exigence en fonds propres, le décret présidentiel n° 04-133 portant création de la CGCI-PME annonce que les règles de prudence de la caisse tiendront compte d'une part, du niveau d'engagement de la caisse correspondant à douze (12) fois le montant des fonds propres et, d'autre part, du niveau d'engagement maximum du bénéficiaire. En raison du sous-développement du marché boursier algérien, les mécanismes de transfert de risques sont limités à la liquidation des suretés réelles recueillies par le prêteur et en son nom, à la limite des éléments composant le projet et conformément à ses procédures internes. L'Algérie et les pays du sud de la Méditerranée en général n'ont pas mis en place des institutions de contre-garantie, en raison de l'absence d'un cadre réglementaire approprié (Saadani, Arvai, & Roberto, 2011). Cependant, les SGC en Europe occidentale s'appuient principalement sur les contre-garanties offertes par l'État ou par les institutions européennes.

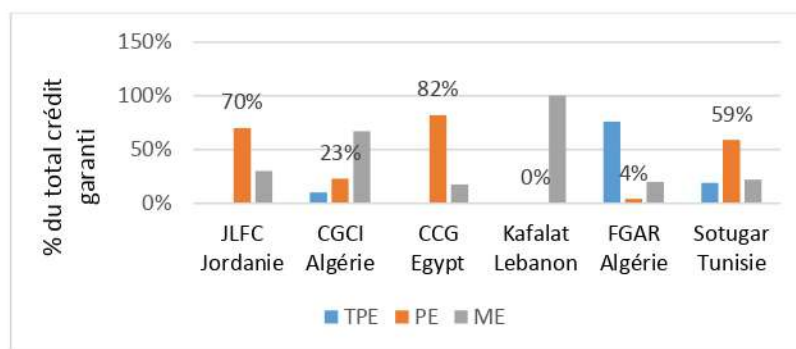
### 4.10. Evaluation de la performance d'un Système de garantie de crédit

L'objectif social du fonds de garantie fait que la rentabilité ne peut pas être un bon indicateur de la performance de l'organisme de garantie ni un faible taux de défaut, car cela signifie que l'organisme de garantie ne sélectionne que les excellents projets, au détriment de son objectif social de soutenir les projets viables. Les indicateurs d'impact, d'additionnalité et de soutenabilité sont plus appropriés pour évaluer la performance d'un système de garantie de crédit. L'évaluation de l'additionnalité reste techniquement difficile.

#### 4.10.1. L'impact de la CGCI-PME sur l'économie de l'Algérie

L'impact d'un système de garantie de crédit est généralement évalué à l'aide d'indicateurs de base tels que l'encours des garanties mis à l'échelle du produit intérieur brut (PIB). L'impact de la garantie financière CGCI-PME évalué à 0,41% en 2018, reste relativement faible par rapport aux ratios enregistrés dans certains pays de l'Europe occidentale (Annexe 05), notamment en Italie (2,1%), au Portugal (1,8%) et en France (0,8%). La figure 03 montre que la CGCI-PME, par rapport au Maroc et au Liban, a tendance à accorder davantage de garanties aux moyennes entreprises qu'aux petites. Pour remédier à ces carences, la caisse a mis en place une stratégie visant à passer d'une activité de garantie individuelle à une activité de portefeuille. Ainsi, depuis la fin de l'année 2018, la CGCI-PME a fait des efforts pour convaincre la communauté bancaire de financer les TPE en créant la garantie déléguée TPE. En 2022, la caisse continue de promouvoir sa garantie TPE et PME en concluant des partenariats avec d'autres partenaires de l'économie nationale.

Figure 16: Portefeuille des SGC du sud méditerranané par taille d'entreprise (2018)

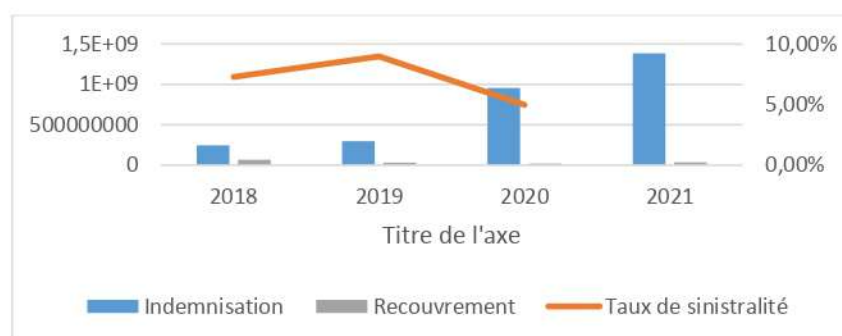


Source : (Ayadi & Shaban, 2021)

#### 4.10.2. Evaluation de la soutenabilité financière

Sur la période allant de 2018 à 2020, la CGCI-PME a enregistré un taux de sinistralité moyen de 7,1 % malgré l'augmentation des demandes d'indemnisation, enregistrant un taux de croissance de 205 % en 2020 et se situant à 61 demandes d'indemnisation à la fin de l'année 2020 suite aux conséquences du covid-19 (Figure 04). Sur la même période, le montant des recouvrements reste minime, enregistrant une moyenne annuelle de 38 659 425,68 DA par rapport au montant annuel moyen d'indemnisation de 722 611 604 DA. Pour améliorer ce taux, la caisse a créé un département chargé du recouvrement au sein de la direction d'indemnisation et suivi de recouvrement (DISR). Le montant de recouvrement a enregistré une croissance de 91 % en 2021, réalisant 36 344 621 DA en fin d'année. Les SGC du sud de la Méditerranée gèrent efficacement le risque auquel elles sont exposées, leurs pertes nettes - mesurées par le rapport entre les sinistres en cours et les garanties en cours - se situaient entre 0,1 et 1 % de 2007 à 2009. Cependant, une augmentation a été observée entre 2017 et 2019, notamment au Liban avec une moyenne de 5 %. La Jordanie et l'Égypte maintiennent un faible ratio de pertes nettes inférieur à 2 % (Ayadi & Shaban, 2021).

Figure 17: Taux de sinistralité et total recouvrement (CGCI-PME)



Source : *Élaboré par nous même*



### Conclusion

L'objectif de cette étude est d'analyser et de comparer la conception et la performance de la CGCI-PME avec celles des systèmes de garantie de crédit d'un échantillon diversifié de pays. Nous avons observé des points de convergence, notamment en termes de propriété, structure légale et d'objectifs du système, et des divergences, en particulier en termes de critères d'éligibilité, de taux de couverture, de prime de garantie et de mécanismes de gestion du risque de crédit. Pour améliorer la performance de la CGCI-PME, nous préconisons les ajustements suivants :

- L'encouragement de l'initiative du secteur privé par la participation des institutions privées dans le capital de la CGCI-PME, et par la création de mutuelles de garantie.
- Le ministère des Finances doit exercer une supervision adaptée à la nature et aux risques des produits et services proposés par le SGC (inspirée des normes de Bâle III).
- La diversification de l'offre de produits en incluant des garanties dédiées au financement de l'exploitation et du capital-investissement. En outre, la CGCI-PME peut proposer des services de conseils et d'assistance aux PME.
- La garantie individuelle est la plus adaptée au contexte algérien, car elle permet d'obtenir des informations plus détaillées sur les crédits accordés à des emprunteurs opaques.
- L'accélération de la numérisation des processus internes et externes de la CGCI-PME pour un traitement rapide des demandes de garanties et de remboursements.
- Adapter le ratio de couverture et la prime de garantie au risque de l'emprunteur.
- Le développement des mécanismes de gestion de risque de crédit en accordant une attention particulière aux éléments qualitatifs du dossier de crédit, le développement du système de notation interne, le renforcement des capacités des cadres de la caisse et la mise en place de mécanisme de contre-garantie.
- L'institutionnalisation d'un programme d'évaluation de la performance tel qu'effectué au Canada tous les cinq ans par le programme de financement des petites entreprises.

## Références Bibliographiques

---

- Ayadi, R., & Fanelli, A. (2011).. A New Framework for Euro-Med Cooperation on Micro,Small and Medium-Sized Enterprise Support. CEPS Policy Brief, (239).
- Ayadi, R., & Shaban, M. (2021). Assessing the role of credit guarantee schemes in the southern mediterranean - pre and during covid-19. Euro mediterranean gurantee network (EMG). Récupéré sur <https://emgn.eu/download/emgn-2020-annual-conference-report/>
- Beck, T., Klapper, L., & Mendoza, J. (2010). The typology of partial credit guarantee funds around the world. *Journal of Financial Stability*, 6(1), 10-25.
- Benali, A. (2021). Les crédits au secteur privé ne dépassent pas 25% du PIB. Récupéré sur ALGERIE ECO: [https://www.algerie-eco.com/2021/06/16/les-credits-au-secteur-privé-ne-depassent-pas-25-du-pib/#:~:text=Le%20cr%C3%A9dit%20au%20secteur%20priv%C3%A9,l'Entreprise%20\(CARE\).](https://www.algerie-eco.com/2021/06/16/les-credits-au-secteur-privé-ne-depassent-pas-25-du-pib/#:~:text=Le%20cr%C3%A9dit%20au%20secteur%20priv%C3%A9,l'Entreprise%20(CARE).)
- Cowan, Kevin, Alejandro Drexler and AlvaroYañez. 2009. The Effect of Partial Credit Guarantees on the Credit Market for Small Businesses. Working Papers Central Bank of Chile, Number 524.
- Chatzouz, M., Gereben, Á., Lang, F., & Torfs, W. (2017). Credit Guarantee Schemes for SME lending in Western Europe, European investment fund (EIF).Working Paper, No. 2017/42, European Investment Fund (EIF), Luxembourg,.
- Molenaar, K., & Deelen, L. (2004). Guarantee Funds for Small Enterprises.
- Loi n° 17-02 du 10 janvier 2017 portant loi d'orientation sur le développement de la petite et moyenne entreprise (PME)
- ONS. (2012). Premier recensement économique résultats définitifs de la première phase.
- Riding, A., & Haines, G. (2001). Loan Guarantees : Costs of Default and Benefits to Small Firms. *Journal of Business Venturing*, Vol.16, No.6, PP.595–612.
- Riding, Allan, Judith Madill and George Haines. 2007. Incrementality of SME Loan Guarantees. *Small Business Economics*, Volume 29, Numbers 1-2.
- Saadani, Y., Arvai , Z., & Rocha, R. (2011). A review of credit guarantee schemes in the Middle East and North Africa region. Banque mondiale, Washington D.C.
- Sekak, R. (2022, Novembre 22). Economie : un secteur bancaire de plus en plus fragile et dependant de la sante de nos finances publiques. Récupéré sur <https://www.reporters.dz/economie-un-secteur-bancaire-de-plus-en-plus-fragile-et-dependant-de-la-sante-de-nos-finances-publiques/>
- Si lekhal, K. (2012). Le financement des PME en Algérie : difficultés et perspectives. *Recherches économiques et managériale* – N° 12 -Décembre 2012.
- The world bank. (2019). Doing business 2019. Récupéré sur <https://www.worldbank.org/en/programs/business-enabling-environment/doing-business-legacy>
- The world bank. (2022). Small and Medium Enterprises (SMEs) Finance.

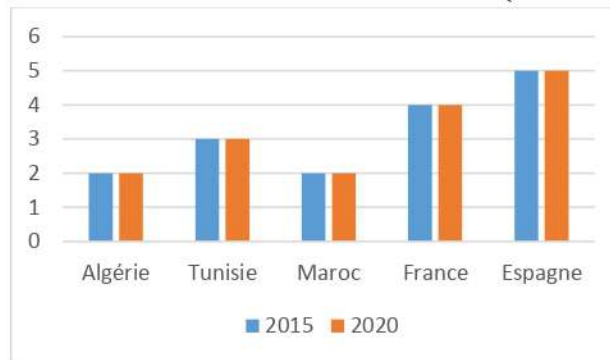


Annexe 1 : Exécution des contrats

Pays	Taux de recouvrement (Cents sur le dollar)	Durée (années)
Allemand	80.4	1.2
Tunisie	51.3	1.3
Algérie	50.8	1.3

Source: (The world bank, 2019)

Annexe 2 : Indice des droits des créanciers (2015 et 2020)



Source : (Ayadi & Shaban, 2021)

Annexe 3 : Seuils de délégation des garanties de la CGCI-PME

	Délégué	Non délégué	Seuil de délégation
Garantie PME		✓	-
Garantie TPE	✓		Limite de la délégation : Montant du crédit ≤ 50 Millions DA
Garantie FGA (Fonds géré de l'état)	✓	✓	Limite de la délégation : Montant du crédit ≤ 20 Millions DA pour les crédits d'investissements. Montant du crédit ≤ 10 Millions DA pour les crédits de campagne et d'exploitation.

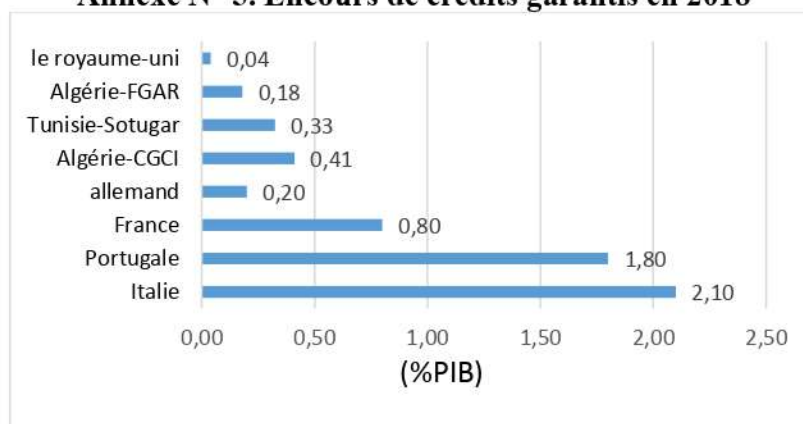
Source : Élaboré par nous même

**Annexe N° 4. Ratios de couverture appliqués par la CGCI-PME**

	Quotité de couverture (Principal et intérêts dus)	
	Projet création	Projet développement
<b>Garantie délégué TPE</b>	80%	60%
<b>Garantie PME</b>	80% avec une assiette d'application de la quotité plafonnée à 250 MDA.	60% avec une assiette d'application de la quotité plafonnée à 250 MDA.
<b>Garantie FGA</b>	80% du crédit d'investissement «ETTAHADI » avec une limite de 100 MDA	- 60% du crédit d'investissement « ETTAHADI ». - 50% du crédit d'exploitation « RFIG » ou « RFIG Fédératif avec une limite de 10 MDA

*Source : Élaboré par nous même*

**Annexe N° 5. Encours de crédits garantis en 2018**



*Source : Élaboré par nous même*



## Le Crédit Scoring comme outil de gestion du risque de crédit

« Etude comparative entre la régression logistique et les réseaux de neurones artificiels »

Wail Abdessalam KRIM

Crédit Populaire d'Algérie (CPA)



### Résumé

Les banques et établissements financiers s'intéressent à évaluer le risque de la détresse financière des entreprises avant l'octroi d'un crédit surtout quand il s'agit des Petites et moyennes entreprises (PME). Ces derniers font recours toujours aux banques publiques afin de se financer. Plusieurs chercheurs ont proposé l'emploi de modèles basés sur l'intelligence artificielle en vue d'améliorer la prise de décision du banquier.

Le but principal de ce présent article est d'explorer une nouvelle démarche pratique basée sur les réseaux de neurones en vue d'améliorer la capacité du banquier à prévoir le risque de défaillance des entreprises sollicitant un crédit.

Les résultats obtenus de cette recherche montrent la complémentarité entre les deux techniques de scoring : RNA, et la Régression logistique dans le but est de bien gérer le risque de crédit.

**Mots Clés :** risque de crédit, détresse, scoring, régression logistique, réseaux de neurones artificiels

### Abstract

Banks and financial institutions are interested in assessing the risk of financial distress of firms before granting credit especially when it comes to small and medium-sized enterprises (SMEs) which use public banks as the first and main source of financing. Several researchers have proposed using artificial intelligence models to improve banker decision-making.

The main purpose of this article is to explore a new practical approach based on neural networks in order to improve the banker's ability to predict the risk of failure of companies seeking credit.

The results obtained from this research show the complementarity between the two scoring techniques: artificial neural networks, and Logistic Regression in order to properly manage the credit risk.

**Keywords:** credit risk, distress, scoring, logistic regression, artificial neural networks

### Introduction

En économie d'endettement, le secteur bancaire est le cœur de l'économie, il joue un rôle indispensable dans la croissance économique et cela à travers son intermédiation financière et le financement de l'économie. Cette intermédiation financière constitue pour l'établissement de crédit une arme à double tranchant. Elle est une source de rentabilité d'une part, et un effet générateur des risques d'autre part.

La plupart des défaillances bancaires trouvent leurs origines dans l'incapacité de faire face aux différents risques bancaires à l'instar des risques de marché, risques de liquidité, risques opérationnels et enfin le risque de crédit.

Le risque de crédit est le risque bancaire le plus répandu qui peut menacer la stabilité de tout le système bancaire. Il affecte négativement la rentabilité de la banque, sa capacité de financer l'économie et voir même l'entraîner dans une situation d'illiquidité.

Le comité de Bâle, notamment dans l'accord de Bâle II et III, préconise le renforcement des exigences minimales en fonds propres des banques, en vue de maîtriser la gestion du risque de crédit et recommande l'utilisation de nouvelles méthodes basées sur la notation. À cet effet, les banques et les établissements financiers peuvent opter soit pour l'approche dite standard, basée sur la notation des agences externes spécialisées, ou bien pour l'approche IRB (Internal Ratings Based) basée sur la notation interne en estimant la probabilité qu'un demandeur de crédit soit en défaut afin de le classer sur une échelle de notation.

Dans la littérature, deux principales approches sont utilisées pour évaluer le risque de crédit des PME. D'une part, nous pouvons utiliser des techniques fondées sur les méthodes paramétriques de classification à l'instar de l'analyse discriminante (Altman 1968) et la régression logistique (RL) (Ohlson 1980), et des techniques fondées sur les méthodes non-paramétriques comme les réseaux de neurones.

Le but de cet article est d'évaluer le risque de défaut et solvabilité des PME privées algériennes en utilisant une nouvelle démarche pratique basée sur les réseaux de neurones artificiels. Cela a pour objectif d'améliorer la capacité du banquier à prévoir le risque de défaillance des entreprises sollicitant un crédit. De ce fait, notre travail de recherche est centré sur la problématique suivante : « Comment apprécier le risque de crédit par la méthode du Scoring ? ».

Pour répondre à cette problématique, nous avons subdivisé notre article comme suit : Une première section présente la revue de la littérature qui examine les principales théories et recherches dans le domaine. Ensuite, une deuxième section qui consiste en une étude empirique pour collecter des données nécessaires pour notre étude. Enfin, nous modéliserons notre modèle pour analyser et interpréter les résultats.

### 1. Revue de la Littérature

Historiquement, Beaver (1966) et Altman (1968) sont les pionniers à initier les travaux relatifs à la prédiction des faillites des entreprises. Les travaux Beaver sont conclus par l'élaboration d'un modèle unidimensionnel basé sur un seul indicateur le plus discriminant qui est simple et efficace à la fois. Ce dernier permet de distinguer d'une manière efficace les bons et mauvais emprunteurs. Cette approche a été largement critiquée en raison de l'incapacité d'évaluer correctement la situation globale de l'entreprise en se basant sur un seul indicateur même si elle produit de bons résultats. C'est en revanche le point d'émergence de nouveaux modèles d'analyse discriminante comme le modèle z-score adopté par Altman en 1968 qui a appliqué l'Analyse factorielle discriminante (AFD) multivariée pour dériver une combinaison linéaire des ratios permettant de distinguer d'une manière efficace les entreprises en difficulté financière de celles qui sont en bonne santé.

Cette méthode de classification a été critiquée par plusieurs auteurs (Tollefson, (1975), Deakin (1976) et Robert A. Eisenbeis (1977)) car la validité des résultats obtenus en utilisant cette technique dépend de ses hypothèses restrictives : la normalité de la distribution des variables et l'indépendance entre-elles.

Pour faire face à ces hypothèses restrictives, les travaux de recherche ont abouti à des méthodes qui ne modélisent pas des lois a priori, mais plutôt les probabilités à posteriori (Zavgren, 1985). Ces méthodes relèvent des techniques économétriques dont le bon exemple est la régression logistique (modèle Logit, Ohlson 1980). Ce modèle n'exige pas des hypothèses restrictives comme



celles de l'analyse discriminante. De plus, en utilisant la méthode de maximum de vraisemblance, le modèle Logit tente de construire une régression qui décrit l'appartenance à un groupe (Défaillant, Sain). Enfin, les coefficients estimés se prêtent à une interprétation économique à l'instar de l'importance de chacune des variables indépendantes dans l'explication de la probabilité de défaut.

La régression logistique est une méthode performante de classification quand il s'agit des relations simples. Cependant, Elle ne résout que les problèmes linéaires à cause de sa surface de décision linéaire. Pour faire face, des algorithmes plus puissants et compacts tels que les réseaux de neurones peuvent facilement surpasser cette difficulté.

Les Réseaux de Neurones Artificiels (RNA) sont des outils flexibles et non paramétriques inspirés des systèmes neuronaux biologiques. La naissance du domaine des réseaux de neurones artificiels remonte aux travaux de Warren McCulloch et Walter Pitts dans les années 1940. Ces deux chercheurs ont montré que pratiquement n'importe quelle fonction arithmétique ou logique peut être calculée à l'aide de tels réseaux.

La première application pratique des réseaux de neurones artificiels est venue à la fin des années 1950 avec les travaux de Frank Rosenblatt sur le perceptron. L'RNA est un outil fondé sur l'intelligence artificielle (AI) couramment utilisé dans les sciences appliquées (biologie, physique, etc.).

Il existe plusieurs définitions des RNA, P. Jeatrakul et K.W. Wong (2009) ont défini le réseau de neurones artificiels en tant qu'une technique basée sur la structure neuronale du cerveau qui reproduit la capacité d'apprentissage à partir d'expériences. Ainsi, selon J.M. Zurada, (1992) l'RNA est un système composé de plusieurs unités de calcul simples qui fonctionnent en parallèle, dont la fonction est déterminée par la structure du réseau, la solidité des connexions, et l'opération effectuée par les éléments ou nœuds.

En effet, les RNA essayent de reproduire le raisonnement humain en se basant sur l'apprentissage pour prédire la défaillance des entreprises. Ces derniers apprennent eux-mêmes la relation entre différentes variables à partir d'un échantillon de données tout en simulant le raisonnement humain. Les RNA ont commencé à être introduits dans le secteur financier au début des années 1990 par Bill et Alii en tant que méthode de prévision quantitative aux côtés des méthodes statistiques traditionnelles. L'utilisation de cette technique s'est ensuite intensifiée par les travaux de Tam (1991) et Altman et al (1994).

Un RNA est formé de trois couches, une couche d'entrée représentant les neurones d'entrées étant les variables d'entrées, une couche cachée qui assure le traitement de l'information et enfin une couche de sortie qui consiste en les neurones de décision. Durant la phase d'apprentissage, le réseau est appliqué à l'échantillon de référence des entreprises défaillantes et non défaillantes. En faisant varier le poids des inputs de manière simultanée, nous aboutissons à un réseau qui classe au mieux les entreprises. Le modèle par la suite peut être appliqué à toute entreprise.

La comparaison de ces deux méthodes est présentée à travers les résultats de plusieurs articles. Plusieurs études ont montré que l'approche neuronale offre une meilleure précision prédictive comparée en la comparant l'analyse factorielle discriminante (AFD) (Odom et Sharda, 1990., Abdou et al, 2008).

Abdou et al (2008) ont procédé à une analyse comparative entre le réseau de neurones et l'analyse discriminante sur un échantillon constitué de 581 dossiers de crédit de gestion.

Les résultats de l'approche neuronale montrent un taux de bon classement de 93,98% en utilisant une architecture à 4 nœuds cachés, ainsi qu'un taux de bon classement 94,84 % en utilisant le réseau de neurones à 5 nœuds cachés, quant à l'analyse discriminante, 86,92% des entreprises sont bien classées

en utilisant cette méthode. Ces auteurs concluent que l'approche neuronale domine la technique de l'analyse discriminante dans la mesure où les réseaux de neurones présentent le pourcentage de bon classement le plus élevé.

Cependant, plusieurs auteurs recommandent d'utiliser les deux méthodes (l'approche neuronale et la régression logistique) car l'approche neuronale est appréciée pour sa flexibilité et sa complémentarité avec le modèle de classification paramétrique dans le cas où la fonction de défaut n'est pas linéaire.

Malgré les avantages tirés de cette technique, l'approche neuronale présente plusieurs inconvénients. Angelini et al (2007) voient que cette approche fait partie des "boîtes noires" dont les relations pertinentes entre variables sont encore difficiles à extraire. De plus, les RNA sont incapables d'expliquer les résultats obtenus ou de discuter des raisons d'accorder ou de refuser un crédit.

## 2. Etude empirique

La population ciblée est celle des PME appartenant au secteur privé algérien et ayant contracté des crédits auprès du Crédit Populaire d'Algérie de 2015 jusqu'au 2021.

La conception d'un modèle de score exige le suivi d'une procédure fondée sur l'observation ex-post, à partir des données historiques. De ce fait, l'élaboration d'un modèle Score est fondée sur la démarche suivante :

- Définir l'événement à détecter et sélectionner l'échantillon à étudier ;
- Choisir les variables explicatives de l'événement ;
- Choisir la méthode statistique adéquate ;
- Modélisation et Tests.

### 2.1. Les données

Notre échantillon objet d'étude regroupe 328 entreprises qui ont bénéficié des crédits auprès du CPA dont 262 sont des entreprises saines et le reste (66 entreprises) sont des entreprises en difficultés financières.

Pour l'élaboration de notre modèle, nous avons subdivisé notre échantillon objet d'étude en deux sous-groupes. Un premier groupe sert à la construction du modèle du scoring. Le second sera utilisé par la suite pour la validation du modèle en testant la performance globale du modèle pour l'adopter comme un outil de gestion du risque de crédit. Pour déterminer le critère de défaillance, nous nous sommes basés sur le critère de défaut : Tout retard de paiement qui dépasse les 90 jours conformément aux exigences de comité du Bâle relatif au classement et au provisionnement des créances. La répartition à priori des entreprises entre les deux sous-échantillons et les deux groupes d'affectation se présente comme suit :

**Tableau 17 : Classification à priori des entreprises**

	<b>Echantillon initial</b>	<b>Echantillon de construction</b>	<b>Echantillon de validation</b>
<b>Entreprise saines</b>	262	199	63
<b>Entreprise défaillantes</b>	66	55	11
<b>Total</b>	328	254	74

*Source : Crédit Populaire d'Algérie*



## 2.2. Les variables

Pour pouvoir expliquer la qualité du risque des PME, nous avons collecté des informations obtenues à partir des états financiers que nous avons utilisés pour construire une liste des ratios financiers qui ont été utilisés par la banque et ont été jugés pertinents dans l'explication de la situation financière des entreprises.

Une batterie initiale formée de 26 ratios financiers (variables quantitatives) organisés par thème : 5 ratios de trésorerie, 6 de liquidité, 9 de rentabilités et 6 ratios de structure. Pour les variables qualitatives, nous avons utilisés 4 variables : Forme juridique, Situation de la centrale des risques, Impayés chez les confères et enfin le taux des mouvements confiés. Une présentation des variables sélectionnées est résumée dans l'annexe n°1.

Avant de procéder à la construction des deux modèles, nous avons traité le problème de multi-colinéarité des variables en éliminant, tout simplement, celles qui posent un problème de corrélation entre les variables quantitatives en utilisant le test « Variance inflation factor ». Une valeur du VIF supérieure à 10 indique une forte quasi-dépendance avec toutes les autres variables quantitatives. De ce fait, nous avons éliminé toutes les variables ayant un VIF supérieure à 10 car corrélation considérable entre les variables peut biaiser l'estimation des coefficients de la fonction score (Voir l'annexe n°2).

De plus, nous avons examiné si les variables explicatives préalablement choisies expliquent vraiment le défaut, et cela à travers l'analyse de la variance « ANOVA » (voir l'annexe n°3) qui permet de tester la dépendance entre les variables quantitatives et le défaut, et le test Khi-deux pour les variables qualitatives et le défaut.

## 3. Modélisation et test de la fonction de scoring

### 3.1. La régression Logistique (RL)

Après avoir effectué les tests supra-mentionnés sur les variables d'études, nous avons retenu 11 variables explicatives dont deux qualitatives et neuf quantitatives. Pour sélectionner les variables qui vont participer définitivement à l'élaboration de notre fonction scoring, nous avons adopté la méthode de la régression logistique en suivant la méthode pas à pas descendante qui permet d'éliminer à chaque fois une variable en cherchant la maximisation du rapport de vraisemblance.

**Tableau 18 : Variables définitivement retenues.**

Variable	Sign	Signe attendu
Centrale des risques $CR$	0,030	Positif
Mouvements confiés $MC$	0,000	Négatif
Disponibilité net / DCT $R_8$	0,000	Négatif
Résultat net / Total Actif $R_{12}$	0,008	Négatif
Dette financière / Fonds propres $R_{22}$	0,047	Positif
Fonds propres/ Total Actif $R_{24}$	0,000	Négatif

*Source : Logiciel SPSS*

Les coefficients des variables retenues dans le modèle sont statistiquement significatifs au seuil de 5%. Ces résultats sont conformes à nos attentes et aux normes de l'analyse financière, ce qui reflète la performance du modèle de régression logistique obtenu.

Après avoir sélectionné les variables explicatives qui servent à identifier le défaut, nous passons maintenant à l'élaboration de notre modèle. La fonction de score obtenue met en relation le score avec la possibilité de l'entreprise à être défaillante. Plus le score est élevé, plus la probabilité de faire défaut augmente. En effet, l'affectation de chaque groupe se fait comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si le score } Z \text{ est inférieure à } 0, \quad \text{l'entreprise est considérée comme étant défaillante} \\ \text{Si le score } Z \text{ est supérieure à } 0, \quad \text{l'entreprise est considérée comme étant saine} \end{array} \right.$$

En d'autres termes, si la probabilité  $\frac{1}{1+e^Z}$  est inférieure à 0,5, l'entreprise est en bonne santé, sinon elle est en difficulté.

L'application de la régression logistique binaire nous a donné la fonction de score suivante :

$$Z = 1,14 - 0,844 CR + 1,844 MC + 4,086 R_8 + 6,403 R_{12} + 0,045 R_{22} + 3,248 R_{24}$$

Le signe de coefficient CR (Centrale des risques) est négatif et cohérent avec la logique financière. Quand une entreprise figure dans la centrale des risques, cela nous indique que le client a d'autres crédits chez les confrères, donc la probabilité de faire défaut augmente si la dette est excessive.

Les signes des coefficients MC (Taux des mouvements confiés), R8 (Disponibilité net / DCT), R12 (Résultat net / Total Actif) et R24 (Fonds propres/ Total Actif) sont positifs, Tout accroissement des coefficients de ces variables augmente la probabilité de l'entreprise d'appartenir au groupe des entreprises saines.

Pour le ratio R22 (Dette financière / Fonds propres), son coefficient est positif et ce qui n'est pas cohérent avec la logique financière, car plus le ratio augmente, plus l'entreprise dépend financièrement de l'endettement ce qui va augmenter la probabilité de ne pas faire face à tous ses engagements simultanément.

L'efficacité du modèle scoring est apprécié par le critère du taux de bons classements, ce dernier nous permet de voir si notre modèle reflète vraiment la réalité en vérifiant l'exactitude de ses prévisions par rapport à l'état réel. Les entreprises constituant l'échantillon de construction sont réaffectées comme suit :

**Tableau 19: Matrice de confusion « Echantillon de construction »**

Entreprises	Considérées saines	Considérées défaillantes	Total	%
Saines	191	8	199	96,6
Défaillance	16	39	55	70,9
			Taux de bons classements	90,6

*Source : Logiciel SPSS*

Sur l'échantillon de construction, 90.6% des observations originales sont bien classées. Le taux d'erreurs global est alors de 9.4%. Le modèle permet de fournir un taux significatif de bonne classification de 96.6 % pour les entreprises non défaillantes d'où un faible taux d'erreur de type I de 3.4%. Le modèle permet également d'obtenir un taux moins significatif de bonne classification des entreprises défaillantes de 70.9% d'où un taux d'erreur de type II de 29.1%.

Passant maintenant à l'échantillon de validation. Les entreprises constituant cet échantillon sont réaffectées comme suit :

**Tableau 20: Matrice de confusion « Echantillon de validation »**

Entreprises	Considérées saines	Considérées défaillantes	Total	%
Saines	60	3	63	95,2
Défaillance	3	8	11	72,7

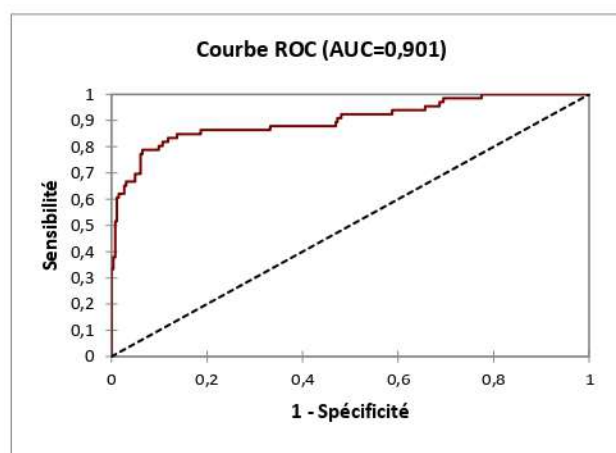


*Source : Logiciel SPSS*

A partir de ce tableau, 91.9% des observations originales sont bien classées. Le taux d'erreurs global est alors de 8.1%. Le modèle permet de fournir un taux significatif de bonne classification de 95.2 % pour les entreprises non défaillantes d'où un faible taux d'erreur de type I de 4.8%. Le modèle permet également d'obtenir un taux moins significatif de bonne classification des entreprises défaillantes de 72.7% d'où un taux d'erreur de type II de 27.3%.

Le deuxième critère qui mesure l'efficacité d'un modèle est la courbe de ROC qui est une mesure de performance d'un modèle de classification. Cet outil représente le taux de vrai positif en fonction de faux positif pour des différents seuils de classification. L'aire sous la courbe (AUC) de ROC obtenue à partir du modèle RL est présentée comme suit :

**Figure 1 : Courbe de ROC « Echantillon de validation »**



*Source : Elaboré par l'auteur à l'aide de SPSS*

L'AUC est égale à 90,1% ce qui reflète un pouvoir discriminant très important et qui est proche de un, donc notre modèle est excellent et permet une bonne discrimination entre le mauvais et bon classement.

### 3.2. Réseaux de neurones artificiels

Comme nous avons déjà évoqué, cette méthode de classification non-paramétrique repose sur l'intelligence artificielle. Son algorithme permet de déterminer la relation entre les caractéristiques d'un des emprunteurs et leur probabilité de défaut à travers l'expérience et l'apprentissage. De ce fait cette méthode non linéaire n'a pas besoin ni d'avoir des hypothèses ni une loi de probabilité des variables pour qu'elle puisse bien classer les bons et mauvais emprunteurs.

L'architecture de notre réseau est comme suit :

- Couche d'entrée : Composée de six neurones consistant en les variables explicatives précédemment retenues. (06)
- Couche cachée : Composée Sept neurones cachés. (07)
- Couche de sortie : Composée de deux neurones de décision. (02)

Pour déterminer la meilleure architecture de notre réseau, nous avons effectué plusieurs tests sur ce dernier tout en essayant de minimiser le pourcentage des prévisions incorrectes. Par conséquent,

améliorer le taux de bons classements global, et cela en faisant varier le nombre de couches et neurones cachés.

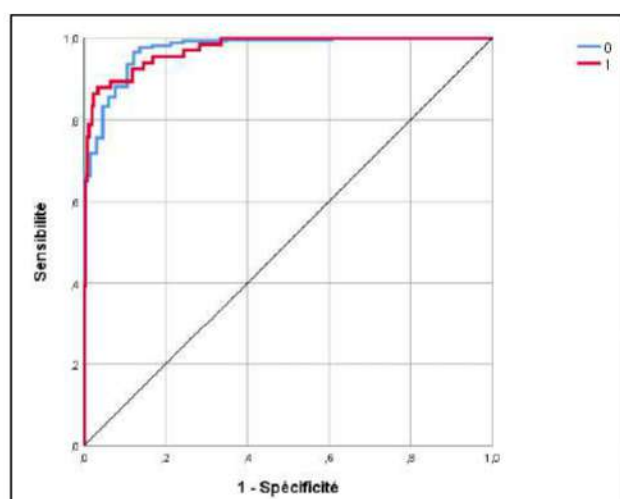
L'application de la technique des réseaux neurones nous a donné les résultats suivants :

**Tableau 21: Matrice de confusion des sous-échantillons**

	Construction	Validation
<b>Taux de bons classements</b>	94,1 %	96,3%
<b>Le % correct des entreprises saines</b>	99 %	98,6 %
<b>Le % correct des entreprises défailtantes</b>	75,5 %	84,6 %

*Source : Elaboré par l'auteur à l'aide de SPSS*

Nous remarquons qu'à travers ce modèle, nous avons bien classé 310 entreprises dans leur classe d'origine par rapport à 328 entreprises et une erreur seulement pour le classement de 18 entreprises.



Pour la courbe de ROC, nous remarquons que les deux courbes se situent au-dessus de la bissectrice aléatoire et que l'aire sous la courbe de ROC est égale à 97,3% qui est très proche de la surface maximale 1. Cela montre que notre modèle a un excellent pouvoir discriminant qui permet de bien distinguer entre les bons et mauvais emprunteurs

### 3.3. La comparaison entre les deux méthodes

Le taux de bon classement issu de l'application de réseaux de neurones artificiels 94,1 % est meilleur que celui de modèle de la régression logistique 90,6 %

Le modèle neuronal a permis d'améliorer le taux de bon classement de (3,5 %) des entreprises de l'échantillon de construction et une amélioration de (4,4 %) des entreprises de l'échantillon de validation.

**Tableau 22: Taux de bons classements des deux méthodes**

	Taux de bons classements	
	Construction	Validation
<b>Régression Logistique binaire</b>	90,6 %	91,9 %
<b>RNA</b>	94,1 %	96,3 %

*Source : Elaboré par l'auteur*

En termes de nombre d'entreprises, nous remarquons une amélioration de classement de 12 entreprises dont 9 appartenant à l'échantillon de construction est 3 entreprises dans l'échantillon de validation.



**Tableau 23: Classification des entreprises selon les deux méthodes.**

	Régression logistique		Réseaux de neurones	
	Bien classées	Mal classées	Bien classées	Mal classées
<b>Echantillon de construction</b>	<b>230</b>	<b>24</b>	<b>239</b>	<b>15</b>
<b>Echantillon de validation</b>	<b>68</b>	<b>6</b>	<b>71</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>298</b>	<b>30</b>	<b>310</b>	<b>18</b>

*Source : Elaboré par l'auteur*

La comparaison des deux modèles en matière de prévisibilité montre la performance de la technique neuronale par rapport à la régression logistique.

En termes d'interprétation des résultats, la régression logistique est plus pertinente.

En effet, dans un réseau de neurones artificiels, les liaisons internes n'ont pas de signification économique. Les pondérations des ratios qui figurent dans la fonction logistique sont par contre transparentes et faciles à interpréter du point de vue de l'analyste financier.

### **Conclusion**

Pour conclure, la régression logistique et les réseaux de neurones se révèlent être deux techniques complémentaires. La régression logistique nous permet de retenir les variables les plus pertinentes et les réseaux de neurones peuvent reprendre ses variables et calculent un taux d'erreurs moins élevé.

A la lumière des résultats de cette étude, nous pouvons émettre les critiques suivantes :

- La difficulté de constituer un échantillon homogène entre entreprises saines et en difficulté en raison de l'indisponibilité d'une base de données riches sous forme numérique ;
- Ce travail peut être prolongé et appliqué pour un plus grand nombre d'emprunteurs et davantage de variables, notamment les variables qualitatives tel que « l'appartenance à un groupe d'affaires » et « l'ancienneté de la relation ».

Références Bibliographiques

---

- Abdou, H., Pointon, J., El-Masry, A. (2008), Neural nets versus conventional techniques in credit scoring in Egyptian banking, *Expert Systems with Application*, Vol 35, N°3, pp. 1275-1292
- Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *Journal of Finance*, 23 (4), pp.589–609.
- Angelini, A., Tollo, G., Roli, A. (2007), A neural network approach for credit risk evaluation, *The Quarterly Review of Economics and Finance*.
- Baha, R., Bouazzara, A., Bektach F. (2020). Évaluation du risque de défaillance de solvabilité des PME: une application du modèle de la régression logistique, *Dirassat Journal Economic Issue*, 11(2). pp. 491-505
- Jeatrakul P., Wong K.W. (2009) Comparing the Performance of Different Neural Networks for Binary Classification Problems, *Eighth International Symposium on Natural Language Processing*, 111-115.
- Kharoubi, C., & Thomas, P. (2016). *Analyse du risque du crédit, Banque & marché*. Paris : RB Édition.
- Mcculloch, W., Pitts, W. (1943), A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *Bulletin of Mathematical Biology*, 5(4), 115-133.
- Ohlson, J. (1980). Financial ratios and ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy, *Journal of Accounting Research*, 18 (1), pp.109–131.
- Rosenblatt, F (1958), The perceptron : A probabilistic model for information storage and organization in the brain, *Psychological Review*, Vol 65, 6, pp. 386-408.
- Zavgren, C.V. (1985). Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: a logistic analysis, *Journal of Business Finance and Accounting*, 12 (1), pp.19–45.
- Zurada J.M. (1992) "Introduction to Artificial Neural Systems", West Publishing Company.



## Annexes

## Annexes 1 : les variables explicatives

	<b>Codage</b>	<b>Mesure de la variable</b>
<b>Ratios de trésorerie</b>	R <sub>1</sub>	Valeur Ajoutée / CA
	R <sub>2</sub>	Fonds de roulement en jour de CA/CA
	R <sub>3</sub>	Besoin en fonds de roulement en jour de CA /CA
	R <sub>4</sub>	Délai de règlement des clients /CA
	R <sub>5</sub>	Délai de règlement des fournisseurs /CA
<b>Ratios de liquidité</b>	R <sub>6</sub>	ACT-Stocks/DCT
	R <sub>7</sub>	Disponibilité (net) / Actif
	R <sub>8</sub>	Disponibilité (net) / DCT
	R <sub>9</sub>	Charges financières / EBE
	R <sub>10</sub>	DCT/Total dette
	R <sub>11</sub>	Rotation des stocks
<b>Ratios de rentabilité</b>	R <sub>12</sub>	Résultat net / Total actif
	R <sub>13</sub>	Résultat net / Fonds propres
	R <sub>14</sub>	CAF / CA
	R <sub>15</sub>	Valeur Ajoutée d'exploitation / CA
	R <sub>16</sub>	EBE / CA
	R <sub>17</sub>	Résultat opérationnel / CA
	R <sub>18</sub>	Résultat Financier / CA
	R <sub>19</sub>	Résultat net avant impôts / CA
	R <sub>20</sub>	Résultat net / CA
<b>Ratios de structure financière</b>	R <sub>21</sub>	Total dettes / Total Actif
	R <sub>22</sub>	Dette financière / Fonds propres
	R <sub>23</sub>	Fonds propres / Passif Non courant
	R <sub>24</sub>	Fonds propres / Total actif
	R <sub>25</sub>	Dette financière / Résultat net
	R <sub>26</sub>	Dette à long terme / CAF
<b>Variables Qualitatives</b>	CR	Centrale des risques
	MC	Taux des mouvements confiés
	IC	Impayés chez les confrères
	FJ	Forme juridique

**Annexe 2 : Test de multi-colinéarité**

	<b>Codage</b>	<b>Tolérance</b>	<b>VIF</b>
<b>Ratios de trésorerie</b>	R <sub>1</sub>	0,043	23,222
	R <sub>2</sub>	0,001	1,914
	R <sub>3</sub>	0,001	1,110
	R <sub>4</sub>	0,901	788,929
	R <sub>5</sub>	0,222	4,496
<b>Ratios de liquidité</b>	R <sub>6</sub>	0,420	2,379
	R <sub>7</sub>	0,522	854,051
	R <sub>8</sub>	0,344	2,907
	R <sub>9</sub>	0,830	1,205
	R <sub>10</sub>	0,442	2,263
	R <sub>11</sub>	0,963	1,039
<b>Ratios de rentabilité</b>	R <sub>12</sub>	0,467	2,143
	R <sub>13</sub>	0,908	1,101
	R <sub>14</sub>	0,748	1,336
	R <sub>15</sub>	0,041	24,409
	R <sub>16</sub>	0,156	6,399
	R <sub>17</sub>	0,000	2336,983
	R <sub>18</sub>	0,003	385,669
	R <sub>19</sub>	0,000	6587,147
	R <sub>20</sub>	0,001	1946,151
	R <sub>21</sub>	0,739	1,353
<b>Ratios de structure financière</b>	R <sub>22</sub>	0,982	1,018
	R <sub>23</sub>	0,392	2,551
	R <sub>24</sub>	0,414	2,413
	R <sub>25</sub>	0,837	1,194
	R <sub>26</sub>	0,909	1,100

**Annexes N° 03 : Test de dépendance de Fisher**

	<b>Variables</b>	<b>F</b>	<b>Significativité</b>
<b>Ratios de trésorerie</b>	R <sub>2</sub>	4,712	0,031
	R <sub>3</sub>	4,449	0,036
	R <sub>5</sub>	9,161	0,003
<b>Ratios de liquidité</b>	R <sub>8</sub>	6,386	0,012
	R <sub>9</sub>	15,366	0,000
<b>Ratio de rentabilité</b>	R <sub>12</sub>	12,644	0,000
<b>Ratios de structure</b>	R <sub>22</sub>	4,577	0,033
	R <sub>24</sub>	50,949	0,000
	R <sub>26</sub>	6,331	0,012





### Résumé

La Tunisie comme la plupart des pays dans le monde, n'a pas échappé au courant de changements qui bouleversent le domaine de paiement. Ces changements recèlent, toutefois, autant d'opportunités que d'enjeux, pour les différents acteurs de l'écosystème de paiement, d'où l'importance de notre travail de recherche qui a essayé d'étudier les différents enjeux associés au développement des paiements digitaux en Tunisie. Nous avons opté pour une méthode de recherche mixte supportée par une stratégie de triangulation. Nous avons mené une enquête quantitative par questionnaire distribué en ligne, auprès de 255 personnes pour comprendre la perception des consommateurs tunisiens envers les paiements digitaux. Parallèlement, des entretiens qualitatifs ont été conduits face à face auprès de 7 experts du domaine des paiements pour évaluer, d'un point de vue professionnel, les enjeux qui caractérisent l'écosystème des paiements tunisien. Nous avons constaté que malgré les initiatives et les progrès réalisés en termes de réglementation et de modernisation et de sécurisation des infrastructures, le développement et l'adoption des paiements digitaux en Tunisie demeurent confrontés à une panoplie de risques et de défis. De plus, les usages des paiements digitaux restent limités, du côté de l'offre à quelques services et commerçants en l'absence des incitations économiques et fiscales suffisantes, et du côté de la demande en l'absence d'une culture financière adéquate et de confiance dans les nouveaux modes de paiements.

**Mots Clés :** paiement digital, moyens de paiement électronique, défis, risques, opportunités

### Introduction

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont fait évoluer la finance et l'économie Associées à l'avènement du commerce électronique, ces avancées ont favorisé la numérisation du processus de paiement avec la proposition de diverses solutions de paiement électronique comme la monnaie électronique, les cartes de débit, les cartes de crédit, le paiement sans contact, les mobile wallets, ...etc. (Khan et al., 2017). En effet, « l'innovation constitue l'un de ces principaux facteurs d'évolution qui font des moyens de paiement une industrie vivante et dynamique » (Forel, J.-Y., 2015). Ces dernières années, la complexité accrue de l'écosystème des paiements a commencé à susciter un intérêt vif non seulement de la part de nouveaux acteurs non-bancaires, des start-up et des GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon), désireux de se positionner sur un marché propice, mais aussi de la part des régulateurs avertis, notamment les autorités monétaires, qui ne se sont pas attardés à réfléchir sur les enjeux du développement de cet environnement afin de préserver, d'une part, les intérêts des participants de l'écosystèmes du paiement et accompagner, d'autre part, cette transition inévitable.

A travers ce travail, nous souhaitons étudier la typologie et le développement des moyens et systèmes de paiement électronique et réfléchir sur les opportunités et les challenges que cette évolution impose aux différents participants de l'écosystème de paiement tunisien.

Pour atteindre ces objectifs, nous subdiviserons ce travail en trois parties. Nous proposons dans une première partie un aperçu sur la typologie des moyens et systèmes de paiement ainsi que les différentes évolutions marquant les écosystèmes de paiement dans le monde. Au cours de la deuxième partie, nous présentons un examen synthétique du développement de la recherche en ce qui concerne les



enjeux des paiements digitaux. Quant à la troisième partie, elle sera consacrée au choix de la méthodologie de la recherche et les conditions nécessaires pour sa mise en œuvre, ainsi que la présentation et l'interprétation des différents résultats issus du travail empirique.

### 1. Développement des systèmes et moyens de paiement

Le commerce de produits et de services entre particuliers date d'avant le début de l'histoire écrite. Au fil du temps, les échanges étant devenus plus complexes et difficiles, les valeurs ont été représentées de manière abstraite, passant du système de troc aux billets de banque certifiés, chèques, ordres de paiement, cartes de débit et de crédit. (Khan et al. 2017).

Avec le développement des ordinateurs et des communications électroniques, un grand nombre de systèmes de paiement électronique alternatifs ont vu le jour. Grâce à la sécurité et la rapidité d'accès aux ressources financières ainsi que la facilité des échanges monétaires qu'ils ont offerts, ces systèmes sont parvenus à surpasser le système basé sur la monnaie fiduciaire. (Oginni et al, 2013)

#### 1.1. Systèmes et moyens de Paiement Électronique

Afaha (2019) considère que le système de paiement électronique n'est autre qu'une plateforme qui assure le règlement des transactions financières entre l'acheteur et le vendeur et est destinée à alléger le processus d'échange des flux entre les deux parties dans un environnement sûr et sécurisé.

Dans une autre perspective, Lin et Nguyen (2001) définissent le paiement en ligne comme les paiements réalisés à travers les systèmes de cartes, la chambre de compensation automatisée (ACH) et les transferts électroniques. Briggs et Brooks (2011) considèrent le paiement en ligne comme un type d'interaction entre les associations et les personnes appuyée par les banques et les commutateurs de paiement (switch houses) qui permettent les transactions financières par voie électronique.

#### 1.2. Classification des Services de paiement électronique.

De nombreux services de paiement en ligne ont été développés au sein du système de paiement dans le monde. L'OCDE (2006) a étudié plusieurs types de systèmes de paiement en ligne et les a classés en deux catégories : les systèmes basés sur les comptes et les systèmes basés sur la monnaie électronique. Les premiers permettent aux utilisateurs de payer en utilisant leurs propres comptes bancaires, tandis que les seconds ne permettent aux consommateurs de payer qu'à l'aide d'une monnaie électronique. Les deux systèmes proposent de multiples méthodes de paiement, telles que : les cartes de crédit/débit, les paiements mobiles, les portefeuilles électroniques, les cartes de fidélité et les cartes prépayées

##### 1.2.1. Les cartes de crédit

Les cartes de crédit sont de loin le plus répandues des modes de paiement en ligne. Au début, des problèmes de sécurité ont ralenti leur adoption, mais elles ont ensuite retrouvé la confiance des clients lorsque des mécanismes renforçant la sécurité ont été ajoutés à chaque transaction. La facilité d'utilisation de la carte de crédit est l'un des facteurs les plus importants expliquant son large usage dans le monde entier. Néanmoins, elle n'est pas considérée comme adaptée aux petits paiements ou aux petites entreprises car elle requiert d'énormes frais (OCDE, 2006).

##### 1.2.2. Les cartes de débit

De la même manière qu'avec une carte de crédit, un consommateur utilise une carte de débit en présentant la carte à un commerçant de détail. Le commerçant initie le message de transaction, qui transite par un réseau de débit jusqu'à la banque qui a émis la carte ou son processeur, qui à son tour vérifie un enregistrement du compte de dépôt du titulaire de la carte.

La banque émettrice renvoie un message d'autorisation au commerçant. La transaction se poursuit et le montant de l'achat est débité du compte de dépôt du titulaire de la carte en temps réel ou avec un léger retard, selon les spécificités de la transaction (Borzekowski et al. 2006).



### 1.2.3. Les paiements mobiles

Dahlberg et al. (2008) ont proposé dans leur article, une définition des paiements mobiles en vue de clarifier le concept, qui faisait l'objet de différentes interprétations. Selon eux, considérés comme paiements mobiles les paiements de biens, de services et de factures effectués par le biais d'un appareil mobile et faisant appel à des technologies sans fil et d'autres technologies de communication. En outre, ils précisent qu'un paiement mobile est généralement effectué en utilisant un instrument de paiement mobile tel qu'une carte de crédit mobile ou un portefeuille mobile.

### 1.2.4. Les portefeuilles électroniques

Les Digital Wallets ou portefeuilles électroniques sont des solutions offertes par les commerçants sur leurs sites internet ou par un établissement spécialisé comme PayPal. Elles permettent l'initiation des transferts et des paiements non seulement entre consommateurs et fournisseurs, mais aussi de personne à personne. Certaines applications de Digital Wallet sont également associées à des systèmes d'initiation des paiements sur les réseaux sociaux ou de paiement sans contact.

Selon la Banque de France (2018), les portefeuilles électroniques permettent « *de confier à un tiers jugé digne de confiance les informations relatives aux cartes de paiement ou aux coordonnées bancaires, ce qui dispense les consommateurs de devoir les ressaisir lors de chaque paiement.* »

### 1.2.5. Les cartes prépayées

Une carte prépayée est une carte de paiement qui offre la possibilité de régler ses achats et de retirer des espèces. Son utilisation nécessite au préalable un versement d'une somme d'argent. En d'autres termes, il n'est possible de dépenser que la somme disponible sur la carte, d'où le terme « prépayée ». L'épuisement du solde de la carte entraîne son blocage et empêche tout paiement supplémentaire à moins que l'utilisateur recharge ou alimente la carte.

## 2. Adoption des paiements électroniques à travers le monde

Selon McKinsey, au cours de la période allant de 2016 à 2021, la part des transactions mondiales effectuées en espèces a diminué de 89 à 77 %. Parallèlement, le taux d'utilisation des cartes de crédit et de débit a presque doublé, passant de 5 à 9 %. Au cours des cinq prochaines années, la tendance à la baisse de l'utilisation du cash dans le monde devrait être encore plus accentuée, en raison de la progression des paiements en temps réel, de la diversité des options de paiement, de l'évolution du commerce numérique et de nouveaux ajustements réglementaires.

Comme prévu, tant l'impact de la pandémie que l'environnement économique qui en découle ont entraîné des changements importants dans les habitudes de dépenses. À l'échelle mondiale, le nombre de transactions électroniques a augmenté de 6 % entre 2019 et 2020 (McKinsey, 2021).

La fluctuation de l'utilisation des espèces dans les différents pays mérite également d'être mentionnée. Si la Corée du Sud et la Suède, par exemple, ont déjà entamé leur transition vers un écosystème de paiements électroniques, d'autres pays, comme l'Allemagne, présentent des signes de réticence à l'égard de ces modes de paiements.

A travers l'Europe, le recours aux espèces diminue également mais à deux vitesses différentes. Des pays tels que le Royaume-Uni, les pays nordiques, les Pays-Bas sont en train de réduire considérablement leur utilisation du cash comme moyen de paiement, tandis que d'autres continuent à y recourir pour payer leurs achats, principalement en Europe du Sud-Est (The paypers, 2019).

En Afrique, de nombreuses initiatives locales sont en cours ; une tendance à abandonner les paiements en espèces se dessine, mais les choses évoluent à des vitesses différentes sur le continent. Avec une pénétration des smartphones de 60% et 56% de sa population bancarisée, le Kenya affiche une grande évolution entre 2016 et 2019 (Mckinsey, 2021). Cette croissance a été soutenue par des



performances plus importantes en matière de téléphonie mobile et de commerce électronique. Néanmoins, selon l'African Cash Report, le continent reste assez dépendant du cash, en particulier dans des pays comme le Nigeria et le Maroc, où la bancarisation est limitée (calleo,2018).

### 3. Evolution de l'écosystème de paiement en Tunisie

Actuellement, l'activité des paiements en Tunisie regroupe les paiements de masse, provenant de la Monétique et de la Compensation Electronique, et les Règlements bruts en temps réel traités par le Système de Règlement Elyssa-RTGS géré par la Banque Centrale de Tunisie.

Pour ce qui est des paiements électroniques en Tunisie, ils ont enregistré un rythme de croissance soutenu durant ces dernières années pour atteindre les 2761,4 MDT en 2021, cette croissance s'explique par l'augmentation des paiements de proximité (par TPE) et des paiements en ligne. Cette tendance souligne les changements des habitudes et de la culture des consommateurs tunisiens et leur adhésion progressive aux nouveaux moyens de paiements électroniques, grâce notamment aux efforts déployés par les différents acteurs de l'écosystème dans le cadre de la stratégie nationale de decashing. Ces efforts ont été couronnés par la publication de plusieurs textes réglementaires (BCT, 2022).

Etant un acteur principal de l'écosystème de paiement, la Banque Centrale de Tunisie a œuvré à accompagner la naissance et le développement de nouveaux acteurs spécialisés dans les paiements et de nouveaux systèmes de paiement électronique, tels que le paiement mobile en publiant la circulaire N° 2018-16 du 31 décembre 2018.

En ce qui concerne le paiement mobile, 38 000 wallets existent actuellement sur le marché, fournis par 7 prestataires de services de paiement (PSP), dont 6 banques et 1'établissement de paiement (EDP). Le lancement du paiement mobile domestique en juin 2022 venait d'enrichir l'écosystème de paiements, constituant ainsi une avancée importante en termes de digitalisation des paiements.

### 4. Revue de la littérature

Le développement des transactions électroniques a représenté au départ une révolution dans le domaine de l'information et de la communication. Par touches successives, il s'est mis à modifier profondément l'organisation des marchés et la configuration interne des entreprises impliquées dans le secteur de paiement. L'impact des avancées technologiques sur les services financiers, et plus particulièrement sur le secteur des paiements, est intense et, pour beaucoup, troublant.

Par conséquent, la dématérialisation progressive des procédures de paiement et des monnaies a poussé les juristes et les économistes à examiner leur nature, définir leurs caractéristiques et propriétés pour évaluer enfin leurs enjeux (Bounie, 2001).

#### 4.1. Avantages issus des services de paiement électroniques (SPE)

##### 4.1.1. Avantages pour les fournisseurs des SPE : la performance

De nombreux chercheurs comme (Zallaghi, 2018) et (Sidrat et Ashouri, 2019) ont étudié la contribution des méthodes de paiement électroniques dans l'amélioration de la qualité des services et le renforcement conséquent de la performance financière des institutions bancaires et ont ainsi montré qu'il existe bel et bien une relation positive entre ces deux éléments.

Lors de la constitution des dossiers de crédit, la prise en compte des données de paiement positive, peut changer significativement la situation des personnes financièrement exclues en permettant aux banques de juger leur possible solvabilité. Les paiements électroniques permettent ainsi à la Banque d'améliorer sa capacité à drainer des ressources et d'augmenter par conséquent sa capacité à financer l'économie (khan et al, 2017).



Offrir la possibilité d'effectuer des paiements en ligne peut également aider les organisations à mieux retenir leurs clients. A cet effet, [Fenuga et Oladejo \(2010\)](#) ont mené une enquête auprès des clients des quatre banques commerciales en Nigeria et ont montré que les paiements électroniques impactent significativement les services rendus par le secteur bancaire au Nigeria, en contribuant à leur amélioration et à la satisfaction des clients.

#### 4.1.2. Avantages pour les utilisateurs des SPE : inclusion financière

Grâce au développement des systèmes de paiements électroniques et les opportunités attrayantes de les utiliser, l'inclusion des individus, commerçants ou consommateurs, dans le système financier formel semble être moins contraignante. Les systèmes de paiement jouent ainsi le rôle de catalyseurs et de facilitateurs de l'inclusion financière.

Grâce aux paiements numériques, il est possible d'intégrer les démunis dans un système de dépôts automatiques, de rappels programmés par SMS et d'options susceptibles de les aider à franchir les obstacles psychologiques à l'épargne. Nombreux travaux montrent que ces simples gestes peuvent avoir un effet significatif sur les comportements financiers et non financiers prospectifs dans différents contextes tels que les comptes de retraite à cotisations définies, les produits d'épargne à engagement et les produits d'assurance ([Karlan et al., 2014](#)).

Une étude menée par [Alrabei et al \(2022\)](#) auprès de l'Arab Bank et de la Housing Bank en Jordanie montrent l'effet significatif du prix, de la qualité, de la facilité d'utilisation et de la sécurité du service fourni par le système de paiement mobile, sur l'inclusion financière et souligne par conséquent l'importance du rôle que joue le système de paiement mobile dans l'augmentation des taux d'inclusion financière, d'où la nécessité de son adoption par l'ensemble des banques jordaniennes.

En outre, [Ajouz et Al \(2022\)](#) démontrent qu'avec les augmentations successives de l'utilisation des paiements mobiles, l'inclusion financière continue de progresser. Plus précisément, la croissance de l'utilisation des paiements mobiles de 1% peut améliorer l'inclusion financière de 0,60%.

## 4.2. Principaux risques et défis liés aux services de paiements électroniques

Les institutions financières et autres prestataires de services de paiement ont toujours été habitués aux hauts et aux bas des économies et des marchés financiers, toutefois les forces puissantes de la technologie numérique, qui caractérisent l'environnement actuel, provoquent désormais des vagues de fond qui mettent en péril les bases autrefois solides des acteurs traditionnels ([McKinsey, 2015](#)).

### 4.2.1. La sécurité et la protection de données personnelles

La sécurisation des paiements électroniques constitue un défi majeur et une préoccupation primordiale pour les acteurs de l'écosystème de paiement. Alors que les transactions électroniques sont réputées pour leur complexité et transparence, la cybercriminalité et les violations de la sécurité sont toujours fréquentes et menacent aussi bien les utilisateurs que les fournisseurs de services de paiement, à l'instar des pirates informatiques et des escrocs qui ne cessent d'exploiter les failles des SPE pour leurs propres intérêts. Au fur et à mesure qu'Internet élargit les opportunités commerciales, différentes formes d'ingénierie sociale sont de plus en plus employées pour commettre une fraude, dont le phishing, les faux SMS ("smishing"), les faux WhatsApp ou appels téléphoniques prétendument émis par des banques ("vishing"), les escroqueries de type "push payment" et l'usurpation d'identité ([ECB, 2022](#)).

## 4.3. Défis associés au développement des services de paiements électroniques

Dans la littérature, compte tenu de la disparité caractérisant l'adoption des paiements électroniques dans le monde, de nombreux chercheurs ont essayé d'identifier les défis associés au développement des paiements digitaux et à leur adoption aussi bien par les commerçants que les consommateurs.

Les résultats desdites études ont été exploités par [Khan et al. \(2017\)](#) qui ont réussi à souligner quatre défis majeurs rattachés à l'acceptation et à l'utilisation des paiements électroniques à savoir : l'efficacité des infrastructures, les défis juridiques et les défis socioculturels.

### 4.3.1. L'efficacité des infrastructures

[Carlberg et al \(2016\)](#) en collaboration avec VISA, ont pu identifier suite à une enquête menée auprès de 300 commerçants, trois défis importants liés à l'infrastructure des paiements rencontrés par les commerçants, à savoir la sécurité, la fiabilité et la commodité des infrastructures.

### 4.3.2. Les défis juridiques

La nature mondiale et virtuelle des paiements électroniques soulève également des questions juridiques relatives, par exemple, au choix de lois et de juridictions compatibles dans les différents cas et problèmes, à la légitimité des signatures numériques et des contrats électroniques ([Taddesse et Kidan, 2005](#)).

### 4.3.3. Les défis socioculturels

En ce qui concerne les défis socioculturels, le manque de culture numérique et financière constitue un obstacle important à l'accès et à l'utilisation des services de paiement électronique ([ECB, 2022](#)). De plus, l'instauration de la confiance et le changement des habitudes de paiement des entreprises et consommateurs nécessitent beaucoup d'efforts et de temps pour se concrétiser et aboutir à une adoption généralisée des paiements digitaux.

## 4.4. Méthodologie de recherche

Afin de bien mener notre travail de recherche, nous avons opté pour une méthode mixte faisant appel à une stratégie de triangulation ([Creswell, 2009](#)). Nous avons conduit dans une première étape une enquête quantitative par questionnaire auprès d'un échantillon de convenance de 255 personnes, afin de comprendre la perception des gens quant aux paiements digitaux et identifier les défis qui s'y rattachent. À partir des résultats préliminaires de l'enquête par questionnaire nous avons repéré quelques points de réflexion auxquels nous avons essayé de répondre grâce à une deuxième enquête qualitative élaborée auprès des experts du domaine de paiement représentant la BCT, la SMT et les EdP. Pour la première enquête quantitative, les données ont été collectées à partir d'un questionnaire en ligne et regroupées dans un fichier structuré, exploité par la suite à l'aide d'Excel. Quant à la deuxième enquête qualitative, nous avons mené sept entretiens d'experts individuels semi-directifs durant chacun entre 30 et 60 minutes, suite auxquels nous avons employé la méthode des résumés par construction intellectuelle pour illustrer les idées que nous souhaitons restituer ([Ganassali, 2014](#)). Pour assurer la triangulation telle que présentée par [Yin \(2017\)](#), d'autres sources de données ont été consultées pour enrichir l'analyse thématique.



## 5. Présentation et interprétations des résultats

### 5.1. Résultats de l'étude quantitative

Figures 1, 2 et 3 : Données démographiques des répondants

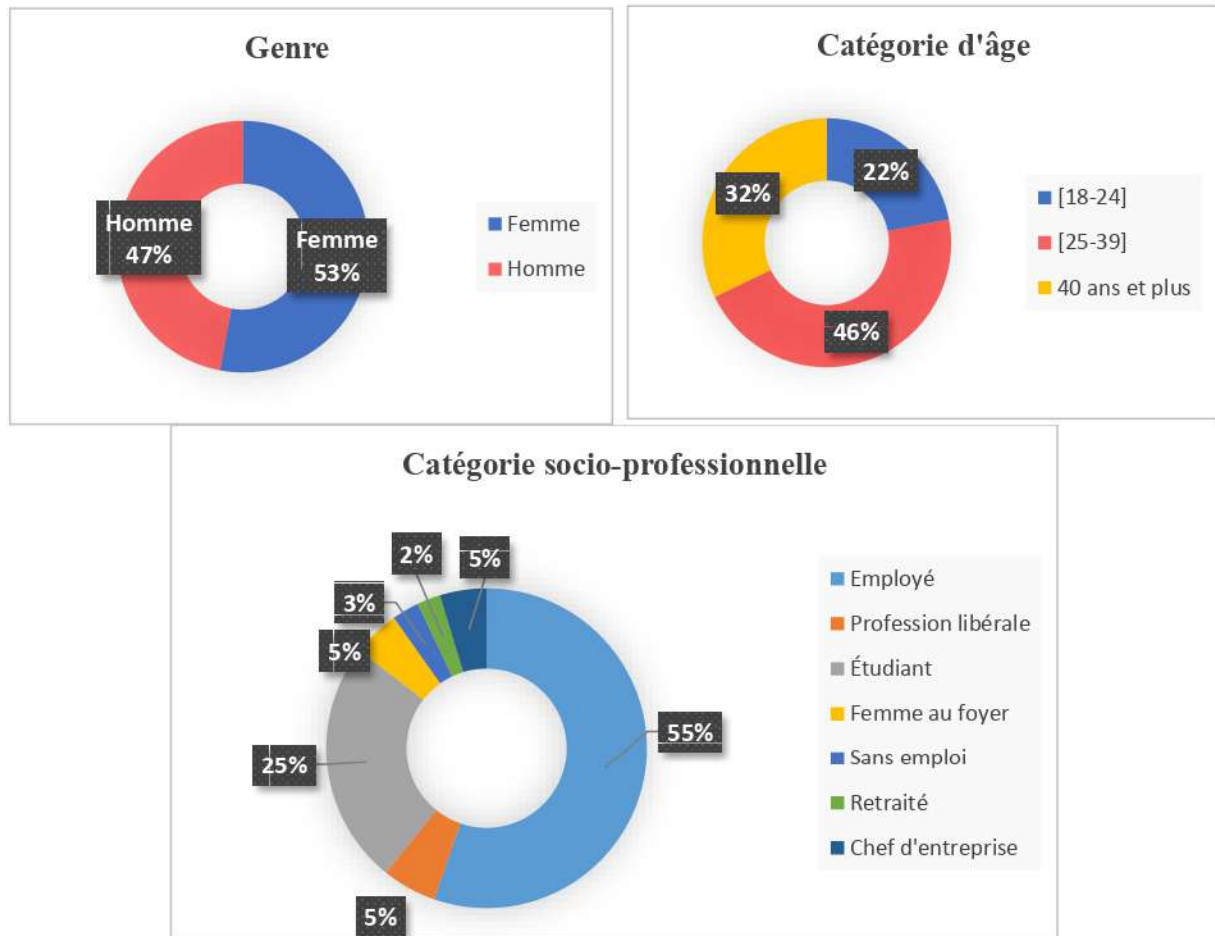
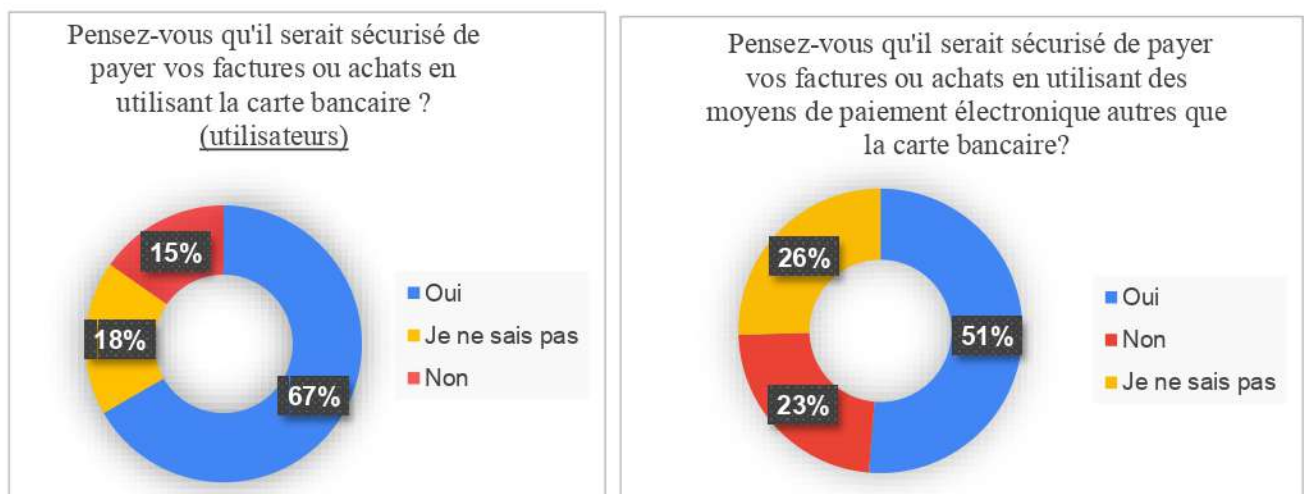
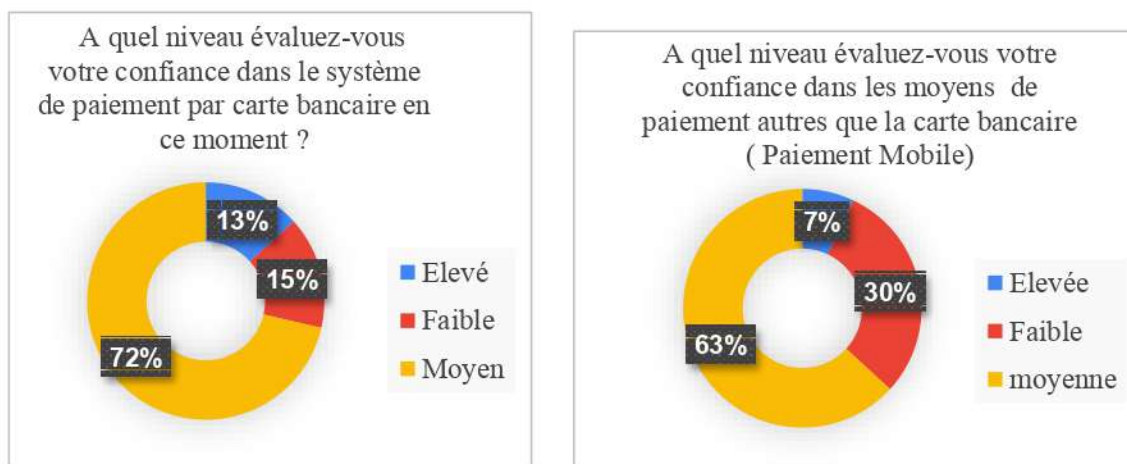


Figure 4 : Perception à l'égard de la sécurité des moyens paiements électroniques



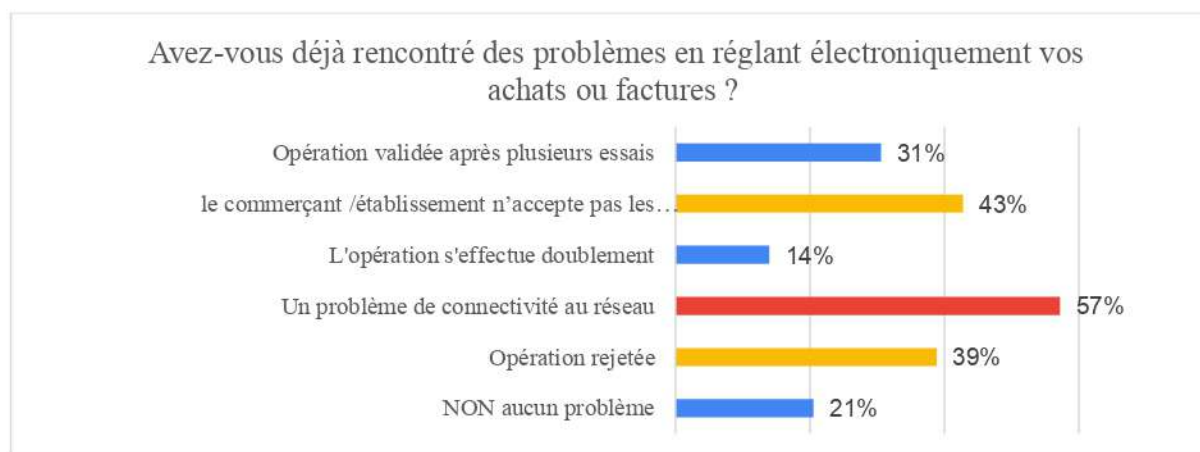
En comparant les résultats obtenus pour cette question aux résultats relatifs aux paiements par carte bancaire, l'enquête permet de révéler que les tunisiens sont moins rassurés quant à l'utilisation des nouveaux moyens de paiement digital tels que le paiement mobile (non reconnu par 63% de l'échantillon) par rapport aux moyens de paiements moins récents tels que la carte de paiement bancaire. Par ailleurs, nous pouvons remarquer que les aspects relatifs à la sécurité demeurent flous pour une partie non négligeable des personnes interrogées, ce qui laisse entrevoir des insuffisances en termes de culture financière.

**Figure 5 : La confiance dans les moyens de paiement électronique**



Seuls 13% et 7% des répondants affirment avoir un degré élevé de confiance dans, respectivement, les systèmes de paiement par carte et de paiement mobile. Nous pouvons, par conséquent, présumer que ces taux insuffisants incorporent les inquiétudes et préoccupations détectées auprès des répondants concernant la sécurité et la confidentialité des opérations de paiement électronique.

**Figure 6 : Les problèmes rencontrés par les utilisateurs des MPE**

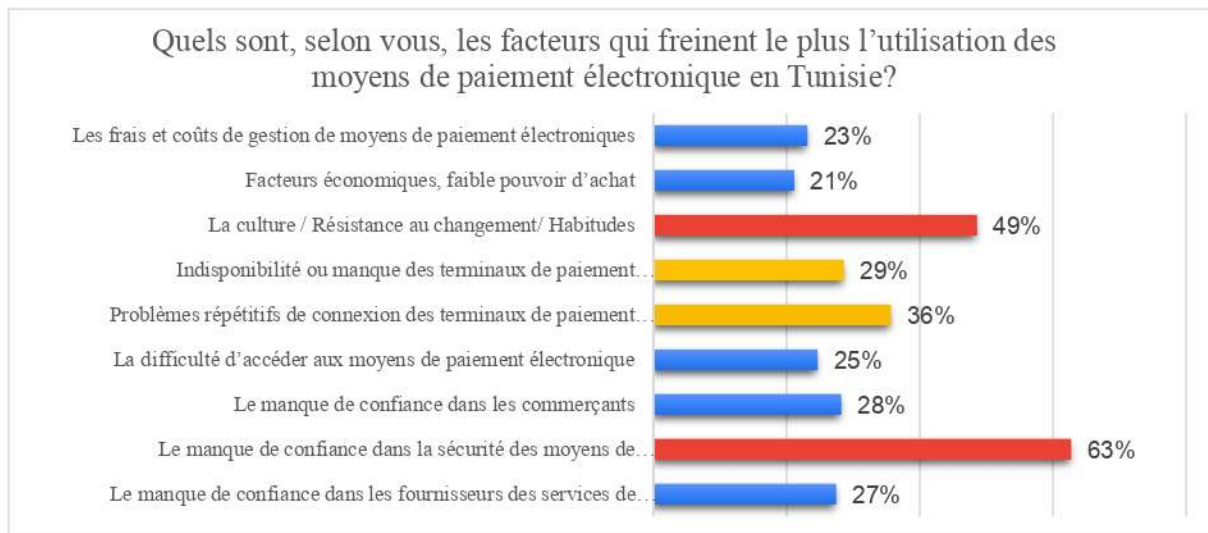


En s'intéressant aux problèmes rencontrés par les utilisateurs des MPE, nous constatons qu'environ 80% des utilisateurs des MPE interrogés lors de cette enquête, ont déjà fait face au moins à un problème lié à l'infrastructure dans le cadre des opérations effectuées par MPE. Les problèmes les plus répandus sont ceux en relation avec la connectivité des terminaux de paiement électronique, rencontrés par 57% des utilisateurs interrogés, suivis par le non acceptation des paiements électroniques par le commerçant, rencontré par 43% des utilisateurs interrogés Ce dernier point est très important à



analyser, dans la mesure où l'adoption de paiement électronique en Tunisie demeure tributaire de la volonté du commerçant lui-même à accepter les paiements électroniques. Etant des acteurs clés pour la réussite de la transition vers les nouveaux modes de paiement, une réflexion approfondie devrait être menée autour des besoins et défis des commerçants en Tunisie au sujet de l'acceptation des paiements électroniques.

**Figure 7 : Les freins de l'adoption de MPE en Tunisie**



Nous avons, à travers cette question, essayé d'avoir une vision globale sur l'importance et le poids qu'accordent les répondants aux différents défis recensés dans la revue de littérature, en se plaçant dans le contexte tunisien. Comme certains résultats précédents l'ont déjà suggéré, certains défis surgissent comme freins majeurs de l'adoption des MPE, ils sont principalement :

- Le manque de confiance dans la sécurité et la confidentialité des paiements électroniques, choisi par 63% des répondants ;
- La faible culture financière et les habitudes du consommateur tunisien (tel que la préférence pour le cash), choisi par 49% des répondants ;
- L'indisponibilité ou le dysfonctionnement de l'infrastructure de paiement (dispositif d'acceptation), choisi par 36% des répondants.

En outre, d'autres facteurs ont été sélectionnés par environ un quart des répondants et qui sont également à prendre en considération. En effet, le manque de confiance dans les commerçants ou les fournisseurs des services de paiement est considéré par 27% des répondants comme frein pour l'utilisation des moyens de paiement électronique en Tunisie, suivi par les contraintes imposées par les fournisseurs de service de paiement en termes d'accès et de frais de gestion de moyens de paiement résultant souvent dans l'exclusion bancaire d'une partie de la population.

6. Résultats de l'étude qualitative

Tableau 1 : Données démographiques des experts interrogés

Direction/Service concerné	Acteur de l'écosystème
Direction de la surveillance des systèmes et moyens de paiement	La Banque Centrale de Tunisie
Service de la veille réglementaire de la normalisation et des autorisations	La Banque Centrale de Tunisie
Service Elyssa-RTGS	La Banque Centrale de Tunisie
Service Monétique	La Banque Centrale de Tunisie
Direction de gestion globale des risques	Etablissement de Paiement Enda Cash
Direction Générale	Etablissement de paiement Wafa cash
Service Recherche et Développement	Monétique Tunisie

*Source : Création de l'auteur*

Les résumés logiques des entretiens menés avec les différents experts permettent de souligner les enjeux suivants :

**6.1. Le développement des systèmes et moyens de paiement en Tunisie favorise la création de nombreuses opportunités**

**L'innovation et les paiements digitaux : véritables leviers pour une croissance inclusive**

Face à un taux d'inclusion financière faible en Tunisie, le paiement mobile, disponible depuis 2020, semble être une solution efficace pour généraliser l'accès aux services financiers. De par leur simplicité, leur proximité et leur disponibilité, les solutions de paiement mobile permettent d'atteindre les différentes tranches de la population et de mieux drainer la population exclue et démunie des services financiers.

**Un socle réglementaire propice à l'émergence des prestataires non bancaires de services de paiement et des intermédiaires**

La BCT est en train d'avancer sur plusieurs projets réglementaires pour encadrer les nouveaux acteurs tels que les établissements de paiement et les facilitateurs de paiement et ce, dans le but de dynamiser l'écosystème des paiements et inclure de nouveaux usagers (commerçants et clients). En même temps, d'autres dossiers sont en cours d'étude selon une approche agile dynamique de traitement des dossiers problématiques.



## 6.2. Le développement des systèmes et moyens de paiement en Tunisie, source de plusieurs risques

En Tunisie, les infrastructures de marchés financiers (SMT, SIBTEL<sup>6</sup>, TUNISIE CLEARING, RTGS) peuvent être sources de plusieurs risques tels que :

**Le risque systémique :** Lorsque les infrastructures (IMF) sont déficientes en matière de conception et d'exploitation, elles peuvent contribuer à une crise systémique.

**Le risque juridique :** Le risque juridique est le risque de perte découlant de l'application de dispositions légales ou réglementaires mal définies ou imprévues, ou d'une loi autre que celle spécifiée dans le contrat qui régit la relation entre les participants concernés.

**Le risque opérationnel :** « Toutes les IMF sont exposées au risque opérationnel qui correspond au risque de dysfonctionnements des systèmes d'information ou des processus internes, des erreurs humaines ou de gestion ou des perturbations découlant d'événements extérieurs aboutissent à la réduction, la détérioration ou l'interruption des services qu'elles fournissent » (CPSS, 2012).

**Le risque de gouvernance :** Les infrastructures de marché financier devraient être dotées de dispositions régissant leur gouvernance afin d'assurer leur sécurité et leur efficacité.

En ce qui concerne les moyens de paiement, les nouvelles technologies permettent certes de développer des moyens plus sécurisés, toutefois les tentatives de fraudes et des cyberattaques sont également en train d'évoluer pour contourner les nouvelles mesures de sécurité tout en employant des techniques de plus en plus sophistiquées.

**La fraude :** L'utilisateur perçoit généralement deux risques principaux : le détournement des fonds au cours de l'opération de paiement, entraînant une fraude immédiate, et la captation des informations et données de l'utilisateur susceptible d'entraîner des fraudes ultérieures.

**Les cyber-attaques :** Les activités basées sur l'exploitation des plateformes numériques à distance se caractérisent généralement par une forte exposition aux cyberattaques, l'activité de distribution de services de paiement, en particulier, via des canaux de communication à distance par les PSP, risque ainsi de transformer ces derniers en cibles d'attaques répétitives par les hackers.

**Le risque de blanchiment d'argent et de financement du terrorisme :**

S'agissant du secteur bancaire, compte tenu de la nature de la relation établie avec les clients, la banque est plus proche de son client et arrive à comprendre son comportement et détecter les tentatives illicites. Quant au secteur des établissements de paiement, qui exerce principalement les activités (de transmission de fonds, de fourniture simplifiée d'un compte et d'une carte de paiement et de gestion de paiement pour le compte de tiers), l'activité de la transmission de fonds comporte des caractéristiques spécifiques qui l'exposent significativement au risque de BA/FT.

## 6.3. La Tunisie se caractérise par un écosystème de paiement encore émergent, marqué par une panoplie de défis

**En termes de maturité du marché**

Malgré les efforts déployés pour développer les paiements numériques, notamment par la Banque Centrale de Tunisie (BCT), l'utilisation des services financiers numériques demeure insuffisante. Le

---

<sup>6</sup> SIBTEL : Société Interbancaire de Télécompensation

pourcentage d'adultes de plus de 15 ans ayant effectué ou reçu un paiement numérique en 2018 est de seulement 30 %, contre une moyenne de plus de 33 % dans la région MENA (The World Bank, 2020). En outre, les cas d'usage en dehors des retraits comme les transferts P2P, les paiements au PDV ou e-commerce sont encore faibles en volume et en valeur. En effet, selon les statistiques les plus récentes de la BCT, pour un volume total de transactions numériques de 16 612 MDT, 80% des transactions sont des retraits tandis que 20% sont des paiements, incluant le e-commerce<sup>7</sup> (BCT, 2022).

Le nombre des utilisateurs des paiements digitaux est encore faible. Le taux d'acceptation parmi les commerçants est faible et limité à 3%, la numérisation des paiements est limitée en effet aux Grandes Entreprises.

Concernant les supports utilisés, les moyens de paiement électronique, à part les cartes, tels que les wallets sont très peu utilisés.

Du côté de la demande, il y a toujours une préférence pour le cash. La confiance dans le numérique est peu développée et le manque de confiance dans les services de paiement numériques en particulier limite toujours l'utilisation de nouveaux moyens de paiement.

Le manque de confiance auprès des utilisateurs (commerçants et consommateurs) s'explique par l'absence de connaissance et de maîtrise des services financiers numériques et du cadre réglementaire relatif à la protection des données personnelles et la protection contre les risques inhérents aux paiements digitaux (fraude, vol des identifiants, ...etc.)

### **En termes de réglementation**

La volonté affichée par les autorités publiques de réussir des programmes nationaux numériques est en train de se traduire par la promulgation de nouveaux codes et lois, notamment dans le domaine de paiement afin de promouvoir le « decashing » et renforcer l'inclusion financière (paiement mobile, établissements de paiement...etc).

Cependant, certaines insuffisances sont observées en termes de rythme d'avancement des refontes de quelques cadres juridiques notamment ceux relatifs à la protection des données et à la cybersécurité qui demeurent incomplets et non actualisés. ([The world Bank ,2020](#))

### **En termes de business models**

**Du côté des commerçants :** On constate un manque d'incitations pour les commerçants à accepter les paiements numériques. Cette insuffisance dissuade les entreprises tunisiennes à migrer vers les solutions numériques en présence des coûts et délais inadaptés. En effet, les coûts de transactions effectués électroniquement sont relativement élevés, que les petites entreprises ne peuvent pas supporter.

De même les délais de traitements représentent un obstacle pour les commerçants dans la mesure où ils alourdissent leurs suivis ainsi que leurs prévisions de trésorerie.

En ce qui concerne les incitations fiscales figurant dans la loi de finance 2022, elles sont insuffisantes et se limitent à l'exonération de la TVA des commissions versées sur les paiements électroniques en ligne par des terminaux, ou par téléphone mobile. (Art.43)

**Du côté des établissements de paiement :** Le modèle économique mis en place à date ne prend pas en considération les contraintes économiques spécifiques à l'activité des EdPs ainsi que leur positionnement par rapport au marché notamment sur les transactions à faibles montants du quotidien qui sont la clé de leur développement. Quelques tarifs sont précisés dans la Circulaire 2020-11 de

---

<sup>7</sup> [Bulletin des paiements 2022.pdf](#)



services de paiement mobile, mais sont considérés comme non attractifs par les établissements de paiement.

### **En termes d'infrastructures**

Des initiatives en termes de développement de systèmes de paiement et d'interopérabilité sont en cours, mais des insuffisances sont observées. Les systèmes et les plateformes des administrations publiques ne sont pas facilement interfaçables avec des systèmes externes, ainsi la numérisation des services de l'administration est encore peu développée. Nous constatons également l'absence d'un système d'authentification numérique centralisé, qui en cas d'implémentation permettra un meilleur accès à l'information et une meilleure connaissance des clients. L'interopérabilité est totale pour les cartes bancaires ou postale, ainsi que les wallets des banques et des EdPs qui ont adhéré au switch mobile, sachant que certaines banques n'ont pas encore lancé leurs solutions mobiles. En revanche, en matière d'instantanéité des transactions, elle est limitée au paiement mobile.

### **Conclusions et Recommandations**

Les progrès récents accomplis dans le domaine des technologies de l'information des télécommunications ont constitué ces dernières années un levier d'innovation dans les services financiers.

La Tunisie comme la plupart des pays dans le monde, n'a pas échappé au courant de changements qui bouleversent le domaine de paiement. Le Digital a gagné progressivement de la place dans l'écosystème de paiement tunisien, ses différents acteurs n'ont pas hésité à mobiliser les ressources nécessaires pour le maîtriser et tirer profit de ses avantages. Ces changements recèlent, toutefois, autant d'opportunités que d'enjeux, pour les différents acteurs de l'écosystème de paiement, qu'ils soient régulateurs, fournisseurs de services de paiement ou de simples utilisateurs, d'où l'importance de notre travail de recherche qui a essayé d'étudier les différents enjeux associés au développement et l'adoption des paiements digitaux en Tunisie et d'examiner plus précisément les opportunités et les risques associés à leurs adoption ainsi que les défis qui freinent leur généralisation .

La revue de littérature ainsi que les études quantitatives et qualitatives que nous avons menées dans le cadre de ce travail tendent à indiquer que le développement des paiements électroniques en Tunisie est prometteur, quoique le rythme de ce développement doit s'accélérer encore.

En effet, malgré les plusieurs avancées en termes de modernisation des infrastructures et de régulation, la généralisation des paiements digitaux demeure freinée par certains défis liés :

- Au manque de confiance perçue par les utilisateurs dans les nouveaux modes de paiement en absence des initiatives éducatives et une culture financière développée,
- A la faible acceptation des paiements électroniques par les commerçants en absence d'un modèle économique adapté et des mesures incitatives efficaces.

A l'issu de ces résultats, il est judicieux de suggérer certaines recommandations inspirées des pays qui ont réussi à réaliser des progrès remarquables en matière de paiement tels que le Maroc, l'Egypte, ....

À court terme, il est primordial de renforcer la confiance des tunisiens dans les services financiers numériques en général et les services de paiement digital en particulier. Pour ce faire, il est possible d'adopter certaines actions ciblées :

- Eduquer les consommateurs et les commerçants aux risques et avantages des paiements digitaux et à leur mode de fonctionnement, par la mise en place des campagnes de communication et d'éducation financière.

- Améliorer le cadre juridique actuel, par l'accélération de traitement du projet de loi relative à la protection des données personnelles.
- Renforcer l'acceptation des paiements digitaux, par la mise en place de politiques et mesures incitatives efficaces et attractives pour les commerçants.
- Généraliser les cas d'usages des paiements digitaux, par la numérisation des paiements au niveau des services publics et par la restructuration de leurs systèmes d'informations non conformes au nouvel écosystème.

À terme, il est nécessaire de créer un environnement propice à l'innovation financière et la diversification des services financiers numériques (notamment par les acteurs non bancaires) et de favoriser la généralisation des paiements dans de nouvelles activités telles que le transport et l'agriculture ...etc., porteuses de valeur ajoutée.



**Liste des Abréviations** \_\_\_\_\_

**BCT** : Banque Centrale de Tunisie

**EDP** : Etablissement de paiement

**IMF** : Infrastructure de marché financier

**MPE** : Moyen de paiement électronique

**PSP** : Prestataire de Services de Paiement

**RTGS** : Real time gross Settlement

**SMT** : Société Monétique Tunisie

**SPE** : service de paiement électronique

**TIC** : Les technologies de l'information et de la communication

**TPE** : Terminal de paiement électronique

## Références Bibliographiques

---

- Afaha, J. S. (2019). Electronic Payment Systems (E-payments) and Nigeria Economic Growth. *European Business & Management*, 5(6), 68-78.
- Ajouz, M., Abuamria, F., & Hammad, J. (2022). Factors Influencing Mobile Payment Adoption and Its Role in Promoting Financial Inclusion: An Integrated Reflective Model with Theory of Planned Behavior. *Innovation of Businesses, and Digitalization during Covid-19 Pandemic*, 563-581. DOI:10.1007/978-3-031-08090-6\_36
- Alrabei, A. M., Leqaa, N., Al-Dalabih, F., Abutaber, T., Ali, B., & Amareen, M. (2022). The Impact of Mobile Payment on the Financial Inclusion Rates. *Information Sciences Letters*, 11(04). DOI:10.18576/isl/110404
- Banque de France. (2018). Paiements et infrastructures de marché à l'ère digital. Direction de la Communication, Banque de France. [https://publications.banquefrance.fr/sites/default/files/media/2021/01/06/820234\\_paiements\\_infrastructures.pdf](https://publications.banquefrance.fr/sites/default/files/media/2021/01/06/820234_paiements_infrastructures.pdf)
- BCT. (2022). Systèmes de paiement. La Banque Centrale de Tunisie. Disponible sur : <https://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/page.jsp?id=96>
- Borzekowski, R., Kiser, E., & Ahmed, S. (2006). Consumers' Use of Debit Cards: Patterns, Preferences, and Price Response. Working paper, Federal Reserve Board.
- Bounie, D. (2001). Quelques incidences bancaires et monétaires des systèmes de paiement électronique. *Revue économique*, 52, 313-330. DOI: <https://doi.org/10.3406/reco.2001.410292>
- Briggs, A., & Brooks, L.D. (2011). Electronic Payment Systems Development in a Developing Country: The Role of Institutional Arrangements. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 49 (3), 1-16.
- Calleo. (2018). THE AFRICAN CASH REPORT 2018. © 2018 Calleo. <https://www.cashmatters.org/blog/african-cash-report-2018>
- Carlberg, T., Lien, Y., Gomez, M.P., Nayar, A. & Dougherty, J (2016) Small Merchants, Big Opportunity: The Forgotten Path to Financial Inclusion. Dalberg
- CPSS. (2012). Principles for financial market infrastructures Bank for International Settlements and International Organization of Securities Commissions 2012. ISBN 92-9197-108-1
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Dahlberg, T., Mallat, N., Ondrus, J., & Zmijewska, A. (2008). Past, present and future of mobile payments research: a literature review. *Electronic Commerce Research and Applications* 7 (2), 165–181.
- European Central Bank. (2022). Accessibility to retail payments in the EU – a stock-take, European Central Bank. [https://www.ecb.europa.eu/paym/groups/erpb/shared/pdf/17th-ERPBM-meeting/Retail\\_payments\\_accessibility.pdf](https://www.ecb.europa.eu/paym/groups/erpb/shared/pdf/17th-ERPBM-meeting/Retail_payments_accessibility.pdf)
- Fenuga, O. J., & Oladejo, R. K. (2010). The effect of electronic payment on customer service delivery in Nigerian banks. *International journal of Economic development research and investment*, 1(1), 227-239
- Forel, J.-Y. (2015). LES MOYENS DE PAIEMENT, QUELLE INNOVATION?, *Revue d'économie financière*, 93-104.
- Ganassali, S. (2014). *Enquêtes et analyse de données avec Sphinx*. Pearson France.
- Karlan, D., Ratan, A. L., & Zinman, J. (2014). SAVINGS BY AND FOR THE POOR: A RESEARCH REVIEW AND AGENDA. *The Review of income and wealth*, 60(1), 36–78. <https://doi.org/10.1111/roiw.12101>
- Khan, B., Olanrewaju, R., Baba, A., Langoo, A., & Assad, S. (2017). A compendious study of on-line payment systems: past developments, present impact, and future considerations. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(5), 256-271.
- Lin, C., & Nguyen, C. (2011). Exploring e-payment adoption in Vietnam and Taiwan. *Journal of Computer Information Systems*, 51(4), 41-52.



- McKinsey. (2015). Global Payments 2015: A Healthy Industry Confronts Disruption. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/global-payments-2015-a-healthy-industry-confronts-disruption>
- McKinsey. (2021). The 2021 McKinsey Global Payments Report. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-2021-mckinsey-global-payments-report>
- OECD. (2006). Online Payment Systems for E-commerce, OECD Digital Economy Papers, No. 117, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/231454241135>.
- Oginni, O.S., El-Maude, J.G., Abba, M., & Onuh, M.E. (2013). Electronic Payment System and Economic Growth: A Review of Transition to Cashless Economy in Nigeria. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2(9): 913-918
- Sidrat, Y., & Ashouri, B. El-D. (2019). The impact of the use of electronic payment systems on the performance of commercial banks operating in Algeria - a case study of a sample of commercial banks
- Taddesse, W., & Kidan, T. G. (2005). e-Payment: Challenges and opportunities in Ethiopia. United Nations Economic Commission for Africa.
- The Paypers. (2019). Payment Methods Report 2019 : Innovations in the Way We Pay. © THE PAYPERS BV . <https://thepayers.com/reports/payment-methods-report-2019-innovations-in-the-way-we-pay-2/r779461>
- World Bank. (2020) .Diagnostic de l'Economie Numerique de la Tunisie (French). Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/822451592422759317/Diagnostic-de-lEconomie-Numerique-de-la-Tunisie>
- Yin, R.K. (2017). Case Study Research: Design and Methods. 6th Edition, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Zallaghi, A. (2018). Investigating the Effect of Electronic Banking Acceptance Components on New Services Development and financial performance of the Maskan Bank of Lorestan province .*Revista Publicando*, 5 (16), 89-107.



8, Avenue Tahar Ben Ammar - El Manar II Tunis 2092



(216) 71.885.738 - (216) 71.885.211



(216) 71.884.220 - (216) 71.884.188



[ifidmag.Inst@ifid.org.tn](mailto:ifidmag.Inst@ifid.org.tn)



[www.ifid.org.tn](http://www.ifid.org.tn)