



**Cinquième Colloque International
ENERGIES, CHANGEMENTS CLIMATIQUES
ET DEVELOPPEMENT DURABLE**

Hammamet (Tunisie), 15-17 juin 2009

**Changements climatiques et émigration inter
gouvernorats des tunisiens**

Mohamed KOUNI

Unité de recherche : Marché de travail, commerce et politique économique

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Tunis FSEGT

Site : <http://sites.google.com/site/kounimohamed>

E-mail : kouni.mo@gmail.com

mohamedkouni@yahoo.fr

Lassaad JEBALI

Laboratoire : Modélisation Economiques et Applications (MEA)

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Tunis FSEGT

E-mail : lassaad.jebali@gmail.com

Résumé : Nous étudions dans ce papier l'effet de changements climatiques sur la décision migratoire inter gouvernorat des tunisiens. Les résultats montrent que les gouvernorats du sud et du centre ont connu une hausse de température et une baisse de la pluviométrie durant la période 1990-2007. Les résultats d'estimations montrent en outre, un effet hautement significatif de variables de changements climatiques sur la décision de migration. La migration est significativement expliquée par la dégradation de la qualité du climat depuis 1990. Au même sens, le chômage et les effets de réseaux ont un pouvoir explicatif élevé et hautement significatif. Toutefois, le PIB n'a aucun effet sur la migration. L'explication découle du fait de la convergence régionale de cette variable.

Mots clés : Changements climatiques, migration, développement régionale

1. Introduction

De nombreux facteurs déterminants sont à l'origine du mouvement spatial du travail. La théorie économique distingue entre autres, le différentiel de revenus entre les régions, l'aversion vis-à-vis du risque, le chômage,...etc. Dans des pays pauvres l'émigration apparaît, en effet, comme une solution de diversification de risque surtout dans les milieux ruraux. Lucas et Stark (1985) stipulent que dans des régions où l'activité économique est très risquée (bouleversements climatiques par exemple) le ménage préfère diversifier le risque attaché à son activité en optant l'émigration de quelques membres. Ils ajoutent que les revenus de transferts sont le résultat d'un contrat d'assurance. Plus que les conditions d'activité du ménage dans les pays d'origine sont touchées par des bouleversements incertains, plus qu'il reçoit des fonds.

De nombreux travaux montrent que les émigrants proviennent généralement auprès des régions défavorables. Les facteurs climatiques ont un rôle important sur l'activité économique, surtout agricole. Des pays tels que les pays du Maghreb ont connu depuis la fin des années 80 des changements climatiques importants. La sécheresse d'une longue durée, les inondations et l'élévation du degré de température sont à la base de ces changements pour le cas maghrébin.

En Tunisie par exemple l'activité agricole était touchée profondément : la baisse de la production de certains produits comme la céréale, la désertification de certains espaces au sud, la diminution de la nappe d'eau...etc.

Il est indéniable que les répercussions du climat ont un effet sur l'activité économique dans l'ensemble (industrie, services). Certaines régions ont connu une émigration massive.

Partant de toutes ces suggestions notre ambition dans cette communication consiste à déterminer l'impact de changements climatiques sur la décision d'émigration interne des tunisiens.

Sur la base d'une étude spatiale, notre objectif consiste à déterminer l'effet de changements climatiques sur le mouvement interne des tunisiens. En intégrant des variables spatiales, nous essayons de déterminer le poids de changements climatiques dans la décision migratoire qualifiée et non qualifiée.

Dans le but d'atteindre cet objectif, nous utilisons des méthodes d'analyse appartenant au domaine de l'économétrie spatiale. Nous visons à déterminer en premier temps une matrice de corrélation spatiale en tenant compte de mouvement interne.

Notre objectif consiste ensuite à adopter un panel de 23 gouvernorats tunisiens sur trois périodes.

Ce papier est organisé de la façon suivante : la deuxième section s'occupe de l'étude de déterminants de la migration. La troisième évoque la relation entre changements climatiques et migration. La quatrième se réserve à l'étude de modèle théorique. Enfin, la cinquième section a pour objet l'étude empirique.

2. Déterminants de l'émigration : Une revue de la littérature

De nombreuses explications ont été adoptées par la théorie économique de l'émigration internationale. Harris et Todaro (1970) expliquent l'émigration rurale-urbaine par le différentiel de revenus. Sjaastad (1962) stipule que la raison d'émigration a pour origine une décision d'investissement en capital humain. Cette décision amène l'émigrant à effectuer une comparaison entre les bénéfices générés et les coûts associés au projet d'émigration. Schwartz (1976) considère que la fonction d'émigration est décroissante par rapport à l'âge et à la distance qui sépare les pays d'accueil aux pays d'origine. Toutes choses sont égales par ailleurs, l'âge et la distance ont un rôle important dans le choix d'éducation et d'émigration de l'individu (Mahmoud et Schömann (2003))

Katz et Stark (1986) montrent que l'aversion vis-à-vis du risque est à l'origine de la décision d'émigration, d'où l'individu tend à comparer, à long terme, le risque attaché au revenu urbain au risque lié au revenu rural. Ils proposent également une explication basée sur l'idée pour laquelle l'individu cherche toujours à migrer de la société qui lui offre les conditions les moins favorables à une autre qui peut lui offrir un statut social plus élevé.

D'ailleurs, Lucas et Stark (1985) stipulent que dans des régions où l'activité économique est très risquée (bouleversements climatiques par exemple) le ménage préfère diversifier le risque attaché à son activité en optant la migration de quelques membres. Ils ajoutent que les revenus de transferts sont le résultat d'un contrat d'assurance. Plus que les conditions d'activité du ménage dans les pays d'origine sont touchées par des bouleversements incertains, plus qu'il reçoit des fonds

Gazetier (1975) préconise que la décision d'émigration est le résultat des facteurs push relatifs au pays d'origine et les facteurs pull relatifs au pays d'accueil. Les facteurs push décrivent les conditions de migrant dans son pays d'origine, facteurs institutionnels : religion, pouvoir politique ; facteurs économiques : revenu, crises, chômage... et facteurs naturels : sécheresse, inondation,... Les facteurs pull sont les facteurs qui attirent les émigrants à savoir ; la stabilité politique, la démocratie, la structure sociale, la prospérité économique,...etc.

La majorité des modèles microéconomiques se basent sur l'approche néoclassique en considérant l'émigration comme la forme d'investissement. Ainsi, les tenants de la théorie néoclassique restent toujours fidèles à l'explication de Todaro (1970) en donnant aux différentiels de revenus la part explicative la plus importante du mouvement de la main d'œuvre.

D'un autre côté, l'approche de capital humain montre que l'émigration prend place quand le gain généré dans le futur est supérieur au coût d'émigration. En outre, la nouvelle théorie d'émigration incorpore le facteur risque dans la décision d'émigration. Aucun ne permet de garantir que l'individu va rencontrer des conditions favorables dans la société d'accueil.

Par ailleurs, les modèles macroéconomiques considèrent que les facteurs démographiques, les réseaux, les institutions, le chômage, les relations culturelles et historiques sont les principales raisons pour lesquelles les décisions d'émigration ont été prises (Mahmood et Schömann (2003)).

DeVoretz et Maki (1983) examinent l'émigration des gens hautement qualifiés pour 16 pays en développement vers le Canada sur la période 1968-1973, ils ont conclu que les opportunités d'emploi spécifiques occupées sont plus importantes pour ce type de travailleurs que celles de revenu (Mahmood et Schömann (2003))

Bartel (1989) a étudié les comportements de différents groupes d'émigrants (Asiatiques, Européens) aux Etats Unies en 1980. Cette étude montre que les effets de réseaux ont un rôle du premier degré dans l'explication des flux migratoires. Les régions qui regroupent un nombre important de résidents ayant la même origine sont très préférées par les émigrants du même groupe ethnique. De même Bauer et Zimmermann (1995) ont prouvé un niveau élevé et significatif des effets de réseaux sur l'émigration. Bauer, Epstein et Gang (2000) ont examiné l'influence de réseaux d'émigration sur les décisions d'émigrants basées sur le choix de lieu de résidence. Ils observent que la taille de réseaux mexicains à l'intérieur des

Etats-Unis a un effet significatif sur la probabilité d'émigration (Mahmood et Schömann (2003)). Mahmood et Schömann (2003) ont étudié, en se basant sur des données d'une enquête qui a pris un échantillon des étudiants appartenant aux universités technologiques en Pakistan, les espérances et les décisions d'émigrer. Ils concluent que les étudiants préfèrent en premier lieu les pays développés, tels que les Etats-Unis, le Canada, la Grande Bretagne et l'Allemagne. La comparaison des résultats montre que les effets de réseaux sociaux, la langue et la culture sont les facteurs du premier rang dans la détermination de l'émigration vers la Grande Bretagne.

Ainsi, les aspects économiques tels que ; le salaire, le mode de vie et les opportunités professionnelles sont des facteurs déterminants très significatifs pour tous les pays. En revanche, les déterminants sociopolitiques comme la tolérance avec les étrangers, la durée de résidence, la langue et les réseaux sociaux ont un rôle moins important que celui joué par les variables économiques moyennant pour tous les pays considérés.

3. Changements climatiques et émigration

L'agence des Nations Unies pour les réfugiés estime que le réchauffement climatique provoque l'émigration d'un milliard d'individus d'ici 2050. Ce grand nombre constitue une urgence mondiale à laquelle les pays doivent se préparer. En effet, des millions de personnes abandonnent leurs régions en raison de pénuries d'eau et de faibles récoltes agricoles dans de nombreux pays africains, asiatiques et d'Amérique du sud. Le réchauffement et la faible pluviométrie réduisent la production agricole en pesant sur les prix des produits alimentaires (cas de céréales par exemple). L'aridité des régions, de plus en plus croissante ne cesse d'augmenter la pauvreté, ce qui tend à soutenir la vague migratoire. Hilary Benn, le Secrétaire à l'Environnement du gouvernement britannique déclare lors d'une conférence organisée par l' « Institute for Public Policy Research (IPPR) » le 2 mai 2008 que « Le changement climatique est la plus grave menace à long terme pour le développement dans les pays pauvres, et s'il n'est pas enrayé, des millions de personnes pourraient être forcées d'émigrer pour échapper aux effets de la sécheresse, des inondations, des pénuries alimentaires et de la montée du niveau de la mer » (Morris (2008))

Badolo (2008) montre que la forte mobilité des populations entre les pays de l'Afrique de l'Ouest est expliquée dans sa grande part par la sécheresse et les conditions de vie en milieu ruraux. L'émigration intra régionale dans cette région constitue une stratégie d'adaptation aux changements climatiques.

Selon les experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat, nous ne pouvons pas arrêter une augmentation de la température pouvant arriver à 2°C même si le monde réussit, d'ici jusqu'à 2050, de diminuer les émissions de CO₂ à un niveau inférieur à la moitié de celui de 1990. Une augmentation qui risque d'engendrer des changements climatiques graves touchant des régions entières (Afrique subsaharienne, Proche-Orient,...). La commission européenne (2008) a déjà conclu que même «..., la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement risque d'être considérablement compromise, car, s'ils ne sont pas atténués, les changements climatiques pourraient fort bien balayer des années d'efforts consentis en faveur du développement ». Le même rapport estime qu'en Afrique du nord, la sécheresse, la diminution de l'eau et la surexploitation des terres engendrent la dégradation des sols et la perte de 75% des terres arables. Cette grave situation touchera 5 millions de personnes dans la région d'ici 2050.

4. Le modèle

Nous supposons une petite économie en développement où la production est réalisée en utilisant deux facteurs le capital humain (H) et le travail (L). La production est entièrement conditionnée par les caractéristiques environnementales de la région. Les conditions climatiques agissent sur la productivité des facteurs et par conséquent sur le niveau de croissance de la région.

La fonction de production prend la forme suivante :

$$Y_i = R_i H_i^\alpha L_i^{1-\alpha} \quad ; \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Avec Y_i , R_i , H_i et L_i représentent respectivement la production, les caractéristiques environnementales, le capital humain et le travail de chaque région i .

La production par tête s'écrit de la façon suivante :

$$y_i = R_i h_i^\alpha \quad (2)$$

Sous plusieurs facteurs, un nombre de la population de chaque région tend à émigrer. La décision d'émigration n'est pas purement individuelle, il dépend aussi des caractéristiques globales de chaque région dont le niveau de développement, le chômage, les caractéristiques naturelles,...etc. la forme standard de la fonction d'émigration peut être exprimée sous la forme suivante :

$$m = a[y^* - y] - I \quad (3)$$

Où m , a , y^* , y et I représentent respectivement, l'émigration, une constante, le revenu de la région d'accueil, le revenu de la région d'origine et un ensemble des facteurs institutionnels.

En remplaçant l'équation (2) dans l'équation (3) nous obtenons :

$$m = a[y^* - R_i h_i^\alpha] - I \quad (4)$$

L'effet de changement climatique de la région i sur la décision d'émigration est donné par l'équation suivante :

$$\frac{\partial m}{\partial R_i} = -a h_i^\alpha \quad (5)$$

Il semble clair que tout changement (dégradation) climatique (augmentation de la température, diminution de la pluviométrie, érosion, désertification des terrains,.....) augmente le taux d'émigration.

5 Evidence empirique :

Dans cette partie nous étudions l'effet de changement climatique sur l'émigration inter gouvernorats des tunisiens. La Tunisie comme la plupart de régions du monde a subi un changement climatique important. Malgré que ce changement ait touché tout le pays, il n'a cessé de créer une différence climatique régionale. On trouve deux catégories, régions arides à température élevée et faible pluviométrie et d'autres que malgré le changement ont gardé un climat assez favorable. La région la plus touchée par ce changement est celle du sud avec son climat désertique, la réduction de niveau pluviométrique et la hausse de la température pendant les saisons chaudes.

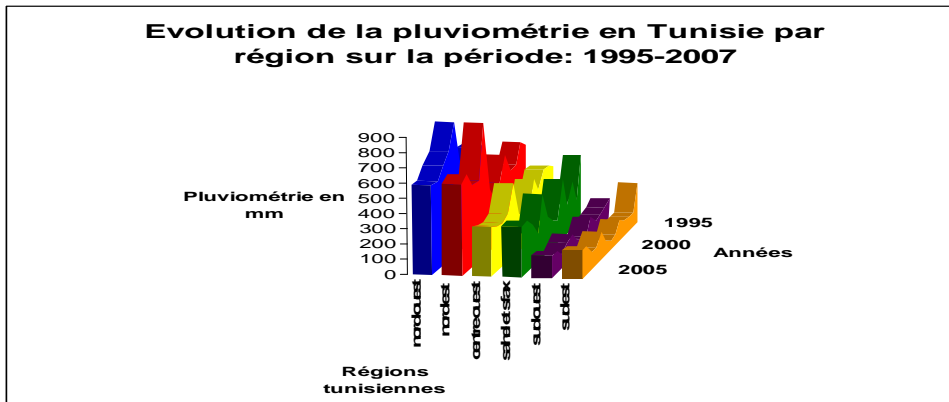
Avant de passer à l'étude économétrique de l'effet de changement climatique sur la décision migratoire, nous exposons l'évolution climatique des régions tunisiennes comme suit :

5.1 changement climatique au niveau de régions et gouvernorats tunisiens :

La Tunisie a connu surtout depuis les années 90 un changement climatique remarqué par toute la population. Ce changement a pris un caractère cyclique. Dans la région du sud la période de sécheresse s'étale de la moitié des années 90 jusqu'au 2003. Le graphique suivant illustre l'évolution de la pluviométrie par région. Il montre clairement l'évolution

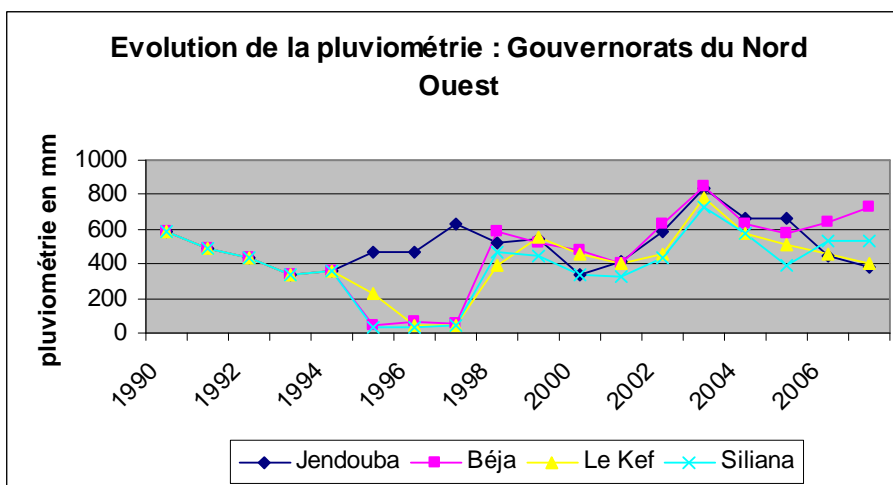
cyclique de la pluviométrie pour les 6 régions. Les régions qui se rapprochent géographiquement ont presque connu la même tendance d'évolution. Il apparaît ainsi que les régions du sud est et du sud ouest ont le niveau pluviométrique le plus faible.

Graphique 1 :

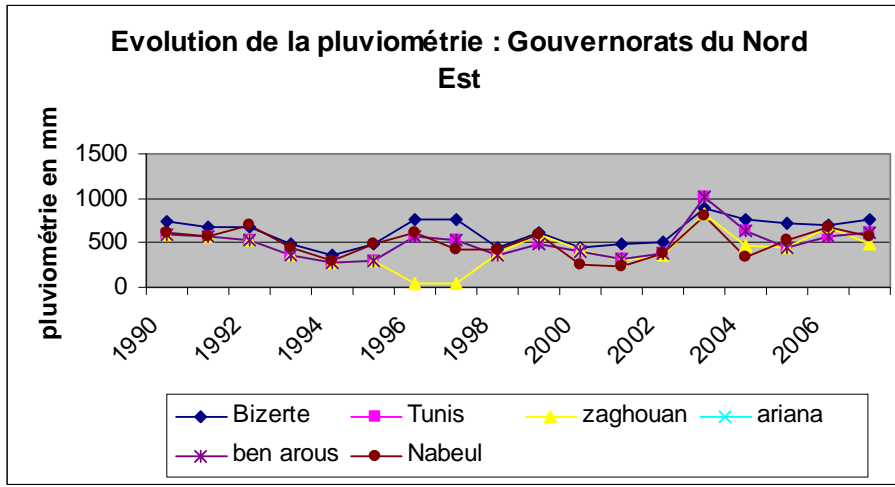


Dans le but de mieux apparaître l'évolution de la pluviométrie durant la période 1990-2000 nous effectuons des graphiques par ensemble de gouvernorats régionales.

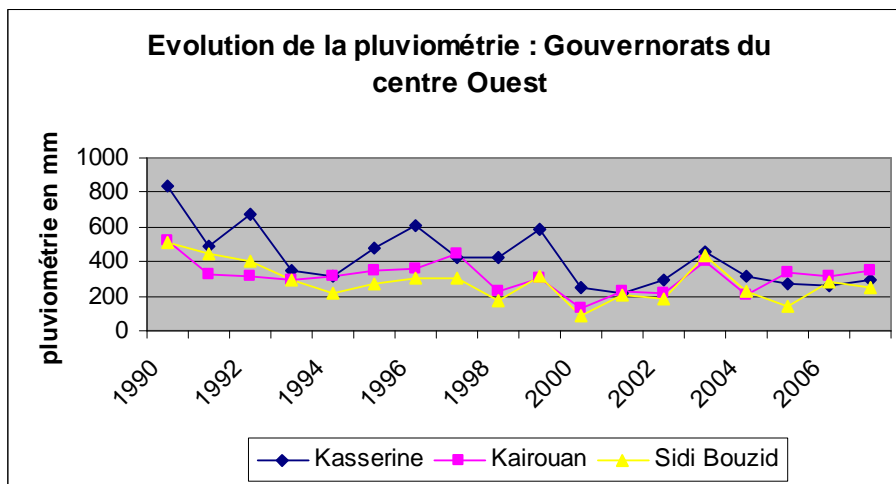
Graphique 2 :



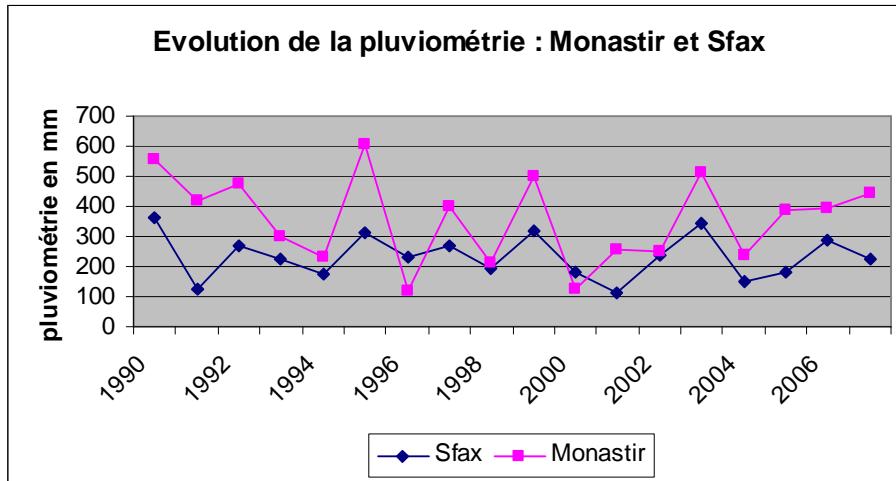
Graphique 3 :



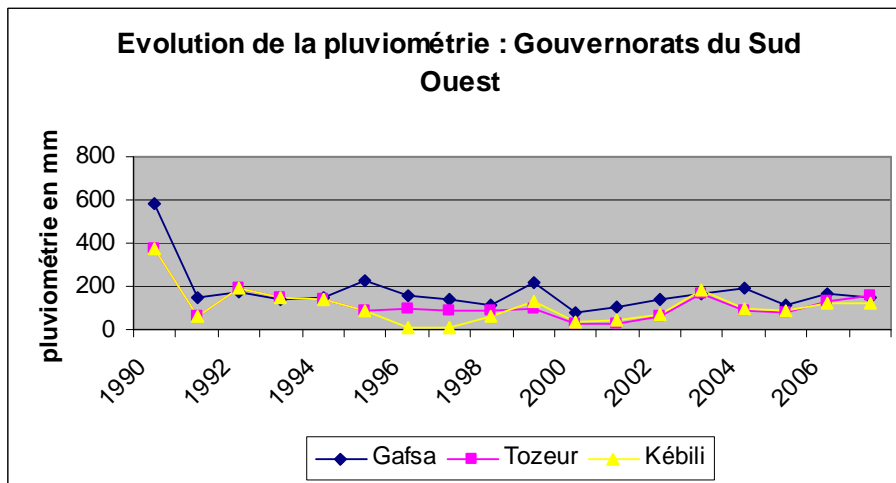
Graphique 4 :



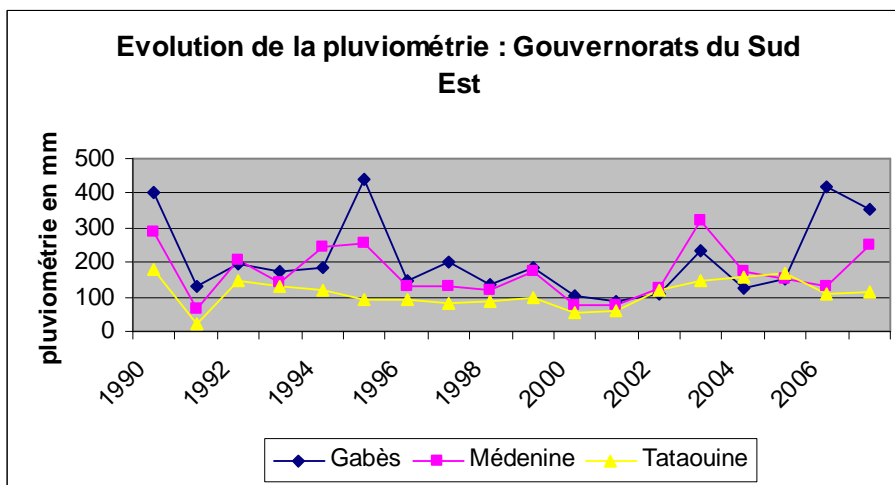
Graphique 5 :



Graphique 6 :



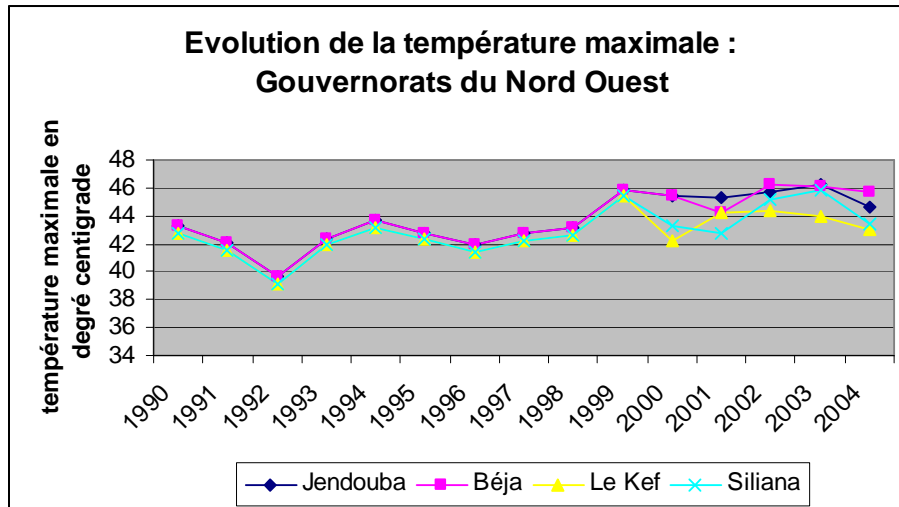
Graphique 7



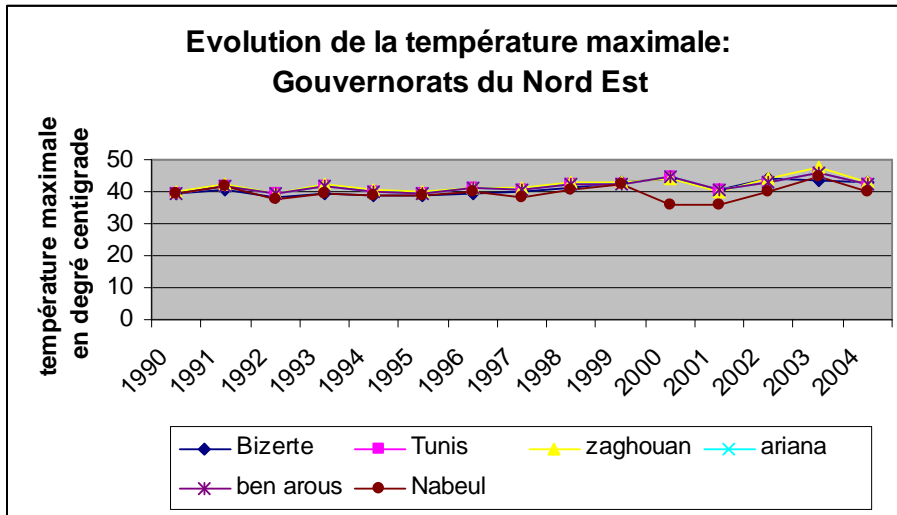
Il semble clair que la pluviométrie a baissé nettement depuis la moitié des années 90 et jusqu'au début des années 2000 dans presque tous les gouvernorats. Cette baisse est assez remarquable dans les régions du sud est, sud ouest et centre ouest. Dans l'ensemble cette variable a connu une évolution cyclique dans tous les gouvernorats et que les cycles de sécheresse sont plus ou moins longs et fréquents. Tous les gouvernorats du centre est, du centre ouest, du sud est et du sud ouest ont enregistré la valeur la plus élevée en 1990. Cette valeur enregistrée n'était pas atteinte jusqu'au 2007. Pour ces régions la tendance de pluviométrie est globalement à la baisse sur cette période, ce qui revient à un changement important qui touche l'activité économique surtout agricole.

Du point de vue de la température, tous les gouvernorats ont connu depuis la fin des années 90 une hausse remarquable de la température maximale enregistrée. Il est clair d'après les graphiques la température maximale a enregistré la valeur la plus grande sur la période dans tous les gouvernorats. Elle atteint une valeur près de 50 C dans certains gouvernorats. Malgré que la hausse a touché tous les gouvernorats, celles du centre et du sud demeurent les plus vulnérables à ce changement.

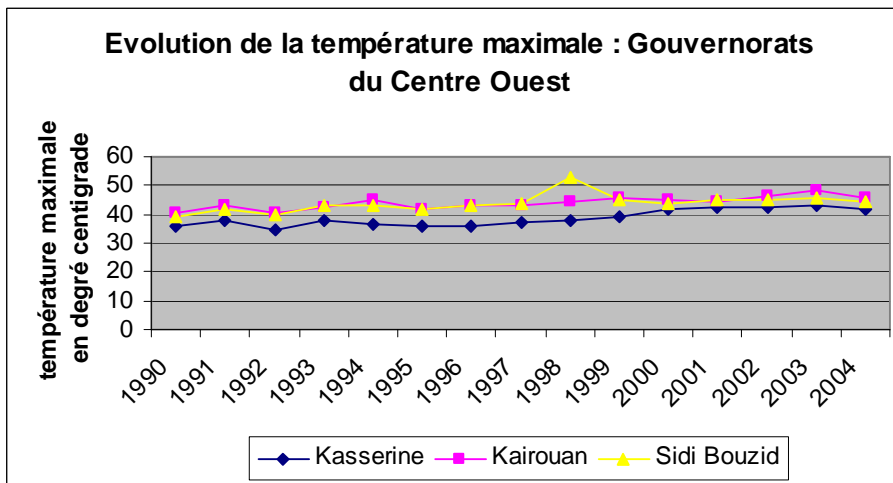
Graphique 8 :



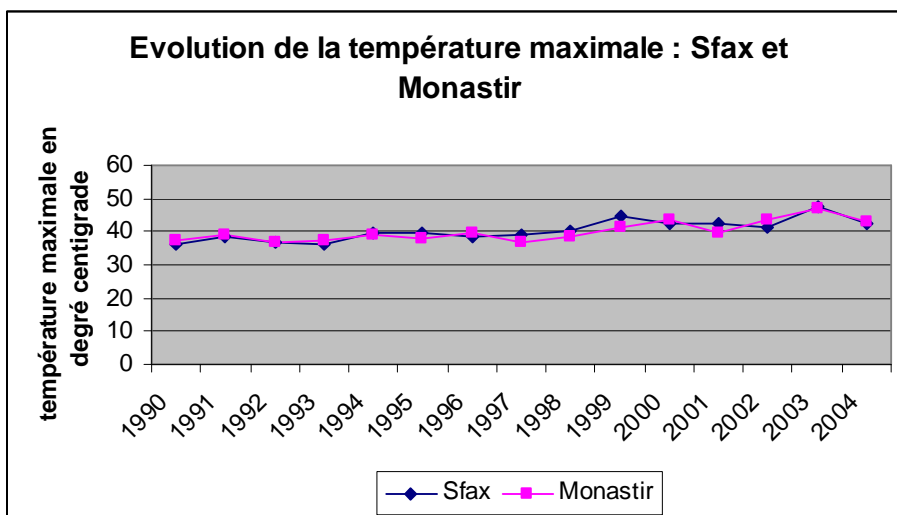
Graphique 9:



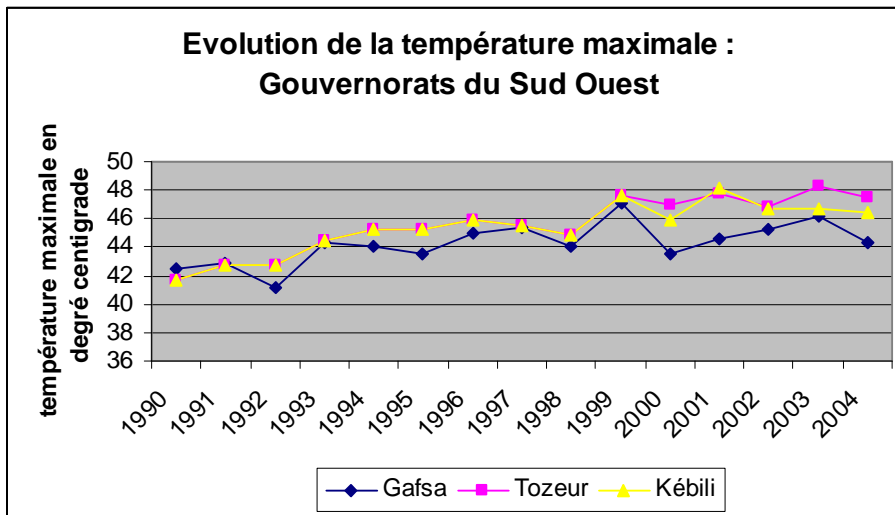
Graphique 10 :



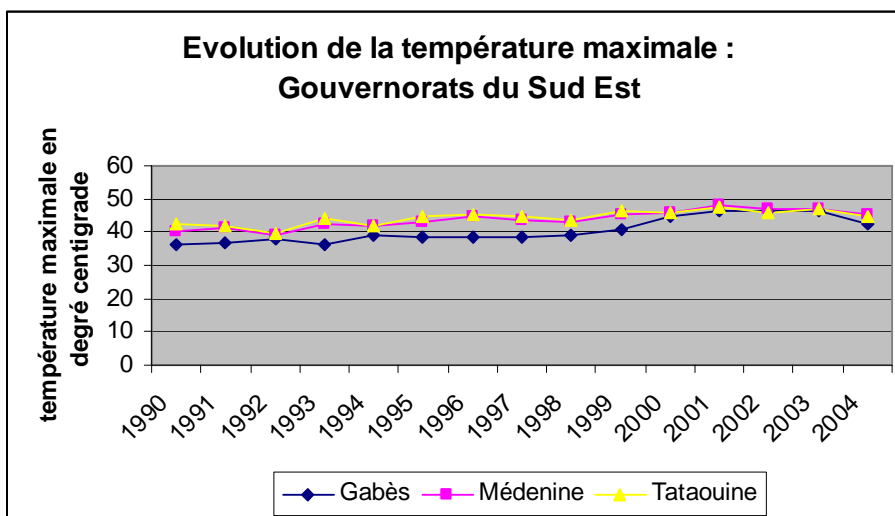
Graphique 11 :



Graphique 1 2:



Graphique 1 3:



La hausse de la température et la baisse de la pluviométrie sont les deux évènements du changement climatique les plus remarquables pour les régions tunisiennes. Les régions du sud et du centre ont connu le changement le plus grand sur la période. Ce changement a affecté la production agricole, a aggravé le chômage et a engendré une situation d'inadaptation surtout dans les régions chaudes.

Nous effectuons dans ce qui suit une estimation de l'effet du changement climatique sur le taux de migration par gouvernorat.

5.2 Considération de l'effet spatial

Lors de cette étude nous considérons d'abord que les régions sont interdépendantes et que le revenu d'une région détermine les opérations économiques dans les autres régions. La migration est l'une des variables d'interdépendance régionale. Le migrant peut être considéré comme étant le véritable lien entre les régions d'où il partage son revenu entre la région d'accueil (où il travaille) et la région d'origine (transferts de fonds), il diffuse la technologie et les idées (progrès technique), il facilite la migration et le travail de certains membres de la société d'origine,... etc. De même si le migrant est un investisseur, il ne cesse d'effectuer des dépenses dans plusieurs régions. Ces opérations constituent des véritables canaux de proximité géographique. Par conséquent, la fonction de production d'une région dépend des opérations de production, de consommation et d'investissement des autres régions. La richesse ou le revenu de chaque région, est calculé selon les techniques de la comptabilité régionale.

On suppose une interdépendance spatiale où les voisins exercent des effets d'entraînement les uns sur les autres. Dans le cas tunisien nous supposons que l'interaction entre les gouvernorats ne dépende ni de la taille régionale ni du temps. A partir de cette idée nous essayons de développer des prévisions relatives à la nature de l'interdépendance spatiale des opérations économiques en interactions.

Les innovations technologiques (des moyens de communication, de transport,...) et la variabilité continue des modes de transmission des interactions, rendent indispensable une nouvelle spécification « adéquate » du concept de la dépendance régionale.

La fonction de production prendra maintenant la forme suivante :

$$Y_i = R_i H_i^\alpha L_i^{1-\alpha} + \sum_{i' \neq i} w_{ii'} Y_{i'} + \sum_{i' \neq i} w_{ii'} H_{i'} + \sum_{i' \neq i} w_{ii'} L_{i'} + \sum_{i' \neq i} w_{ii'} R_{i'} ; i, i' = 1, \dots, n \quad (6)$$

Avec $w_{ii'}$, est une mesure des relations de voisinage entre les régions i et i' .

La forme matricielle de cette fonction deviendra comme suit :

$$Y = [aWY][bWR][cWH][dWL] + g + u \quad (7)$$

W est une matrice d'interaction régionale entre les opérations économiques. Les paramètres, a , b , c , d et g sont à estimer, u , est bruit blanc.

Y, R, H et L sont des vecteurs des variables régionales à une date données définies précédemment.

En appliquant les techniques d'économétrie spatiale nous avons déterminé une matrice de poids. On suppose que si deux régions sont voisines, l'effet de l'une sur l'autre, est certain. C'est à dire :

$$w_{ii'} = 1 \quad \text{Si les deux régions sont voisine}$$

$$w_{ii'} = 0 \quad \text{sinon}$$

Le tableau de contiguïté de 23 gouvernorats tunisiens peut être établi comme suit :

A partir du tableau nous pouvons établir une matrice de contiguïté d'ordre k. avec k est le nombre de frontières à franchir. Par exemple, si on veut construire la matrice d'ordre 3, il suffit de remplacer dans le tableau le nombre 3 par 1 et les nombres 1, 2, 4,5 et 6 par 0.

Après avoir établi une telle matrice nous pouvons déterminer des matrices de poids pour les variables régionales, en testant la corrélation spatiale. Pour tester une telle corrélation nous appliquons la statistique de Moran. Cette statistique prend la forme suivante :

$$I = \frac{R \sum_i \sum_{i'} w_{ii'} (z_i - \bar{z})(z_{i'} - \bar{z})}{\sum_i \sum_{i'} w_{ii'} \sum_i (z_i - \bar{z})^2} \quad (8)$$

Avec z, \bar{z} et R représentent respectivement la variable régionale, sa moyenne et le nombre de régions.

Tableau 1 : *Tableau de contiguïté (nombre de frontières à franchir)*

Tun	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	4	3	4	5	5	4	5	4	5	5
Aria	1	0	1	2	2	1	2	2	3	4	3	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Ben_a	1	1	0	1	1	2		3	3	4	2	2	3	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5
Nab	1	2	1	0	1	3	3	3	4	4	2	1	2	3	4	4	4	5	3	5	5	5	5
Zag	1	2	1	1	0	3	1	2	3	3	1	2	3	4	3	2	3	3	3	4	4	4	4
Biz	1	1	2	3	3	0	2	1	2	3	3	4	5	6	4	5	5	6	5	6	6	6	6
Béj	1	2	2	3	1	2	0	1	1	2	2	3	4	4	2	3	4	4	4	4	5	5	5
Jen	2	2	3	3	2	1	1	0	1	2	3	3	4	4	3	4	4	5	5	5	6	6	6
Kef	2	3	3	4	3	2	1	1	0	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4	5	6	6	6
Sil	3	4	4	4	3	3	2	2	1	0	1	3	4	3	1	3	3	4	3	4	5	4	4
Kai	2	3	2	2	1	3	2	3	3	1	0	1	2	3	3	1	2	3	2	3	3	4	4
Sous	2	3	2	1	2	4	3	3	4	3	1	0	1	2	4	2	3	4	1	4	3	3	4
Mon	3	4	3	2	3	5	4	4	4	4	2	1	0	1	4	2	4	4	2	4	2	3	3
Meh	4	5	4	3	4	6	4	4	4	3	3	2	1	0	4	1	4	4	1	4	1	2	2
Kas	3	5	5	4	3	4	2	3	2	1	3	4	4	4	0	2	1	2	2	2	3	3	4
Sid	4	4	4	4	2	5	3	4	4	3	1	2	2	1	2	0	1	2	1	2	3	3	4
Gaf	5	5	5	4	3	5	4	4	4	3	2	3	4	4	1	1	0	1	1	1	3	3	3
Toz	5	5	5	5	3	6	4	5	4	4	3	4	4	4	2	2	1	0	2	1	3	3	4
Sfa	4	4	4	3	3	5	4	5	4	3	2	1	2	1	2	1	1	2	0	2	1	2	3
Kéb	5	5	5	5	4	6	4	5	5	4	3	4	4	4	2	2	1	1	2	0	3	1	1
Gab	4	5	4	5	4	6	5	6	6	5	3	3	2	1	3	3	3	3	1	3	0	1	2
Méd	5	5	5	5	4	6	5	6	6	4	4	3	3	2	3	3	3	3	2	1	1	0	1
Tat	5	5	5	5	4	6	5	6	6	4	4	4	3	2	4	4	3	4	3	1	2	1	0

Pour le cas de gouvernorats tunisiens, les résultats montrent que pour toutes les variables prises la statistique de Moran est très faible et non significative. Ces résultats montrent ainsi que les variables spatiales n'exercent pas un effet important. Ce ci donne lieu à d'autres variables dont leur effet est plus important à savoir, les facteurs climatiques qui ont un rôle exogène déterminant de l'activité économique dans chaque gouvernorat.

5.2 Estimation de l'effet du changement climatique sur la migration inter gouvernorats des tunisiens : Etude en panel

Le modèle à estimer prend la forme suivante :

$$m_{it} = C_i + a_1 m_{it-1} + a_2 y_{it} + a_3 c_{hom_{it}} + a_4 \Delta pluv_{it} + a_5 \Delta tem_{it} + a_6 D_i + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Où m_{it} , C_i , m_{it-1} , y_{it} , $chom_{it}$, $pluv_{it}$, tem_{it} , D_i et ε_{it} représentent respectivement le taux de migration du gouvernorat i au temps t , une constante dans le modèle, le taux de migration du gouvernorat i au temps $t-1$ qui sert à vérifier le rôle des effets de réseaux, le PIB du gouvernorat i au temps t , le taux de chômage du gouvernorat i au temps t , la variation de la pluviométrie du gouvernorat i au temps t , la variation de la température du gouvernorat i au temps t , une variable muette qui prend la valeur zéro pour le gouvernorat qui ne possède pas de frontières maritimes et la valeur un pour le gouvernorat maritime et un terme d'erreur.

Le modèle est un panel de 23 gouvernorats sur trois périodes : 90-94, 94-1999 et 1999-2004. Nous avons choisi de travailler sur ces trois périodes pour la raison d'insuffisance de données statistiques de la variable de migration par gouvernorat. Les données sur cette variable ne sont disponibles que par période.

Les données ont été prises de la base de l'Institut National de la Statistique (INS). Certaines variables comme le PIB n'étaient pas disponibles par gouvernorat. Pour cela nous avons construit une série de données par gouvernorat en adoptant certaines méthodes perfectionnées à savoir la méthode électrique.

Après avoir effectué les tests nécessaires dont le test d'autocorrélation des erreurs, le test de stationnarité, le test d'endogénéité et le test d'indépendance des variables explicatives, nous avons adopté la méthode d'estimation de moindre carré généralisé.

Les statistiques descriptives et les résultats d'estimations se configurent comme suit :

Tableau 2 : *Statistiques descriptives*

Variabes	m_{it}	LOG y_{it}	$\Delta pluv_{it}$	Δtem_{it}	$chom_{it}$	m_{it-1}
Moyenne	0.040093	6.301678	0.038339	0.019706	0.14104	0.039723
Médiane	0.037247	6.219128	0.011592	0.01681	0.143692	0.036044
Maximum	0.096924	7.792964	0.875267	0.110173	0.204778	0.112526
Minimum	0.01807	4.53228	-0.195695	-0.004525	0.07115	0.003915
Ecart type	0.017192	0.773603	0.199528	0.01833	0.03712	0.02033

Tableau 3 : Résultats d'estimation en panel de l'effet de changements climatiques sur la décision de migration inter gouvernorats des tunisiens, la variable endogène : m_{it}

	(1) ^B	(2) ^A	(3) ^B	(4) ^B	(5) ^B	(6) ^B
Const	-	0.006 (0.468)	0.017 ^{**} (2.37)	0.033 ^{***} (5.18)	0.021 ^{***} (5.32)	0.026 ^{***} (10.28)
Y_{it}	0.004 ^{***} (5.66)	4.6E-05 ^{**} (2.169)	3.7E-05 ^{***} (2.78)	4.8E-06 (1.09)	4.9E-05 ^{***} (5.36)	-
pluv_{it}	-0.015 ^{***} (-6.54)	-0.014 [*] (-2.004)	-0.018 ^{***} (-3.63)	-0.006 [*] (-1.87)	-0.010 ^{***} (-3.09)	-0.006 ^{***} (-4.41)
D_i	-0.015 ^{***} (-6.57)	-0.010 [*] (-1.62)	-0.014 ^{***} (-5.06)	-0.013 ^{***} (-3.60)	-0.012 ^{***} (-6.99)	-0.007 ^{***} (-5.82)
tem_{it}	-0.058 (-1.10)	-0.073 (-0.65)	-0.097 (-1.076)	-0.283 ^{***} (-3.30)	-0.183 (-1.74)	-0.122 ^{**} (-2.46)
chom_{it}	0.021 (0.74)	0.099 (0.99)	0.050 (1.532)	0.072 (1.84)	0.143 ^{***} (7.53)	0.128 ^{***} (8.40)
m_{it-1}	0.454 ^{**} (3.20)	0.504 ^{**} (2.40)	0.466 ^{**} (2.034)	-	-	-
\bar{R}^2	0.828355	0.490730	0.829650	0.895092	0.952075	0.851939
F_stat	44.43389	8.226968	37.52707	97.69807	179.7920	98.81778
Prob(F_stat)	0.000000	0.000009	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

() : Le t de student ; * , ** , *** : seuil de significativité de 10% , 5% et 1% .

A : la méthode d'estimation est le MCO ; B : la méthode d'estimation est le MCG

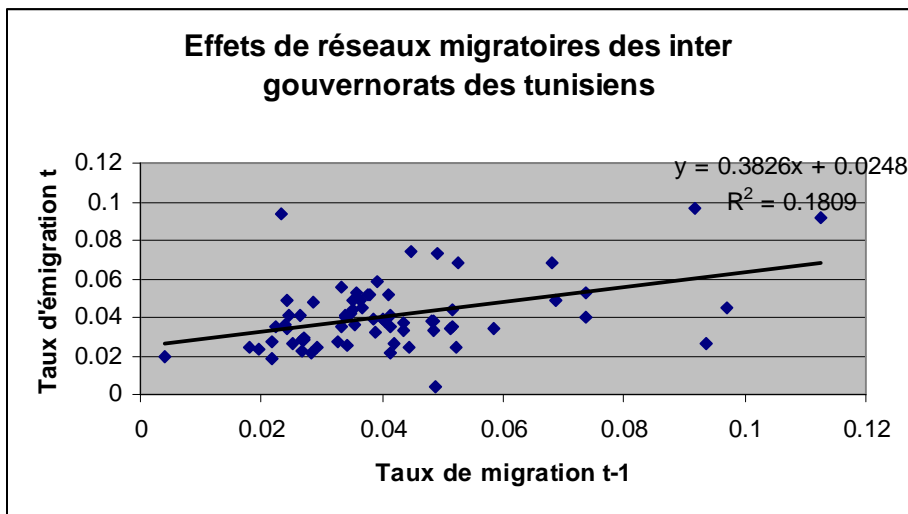
Le tableau de résultats montre que le modèle est globalement significatif, ce qui revient à une bonne spécification. Le coefficient du PIB n'a pas le signe attendu conformément aux enseignements théoriques. La littérature confirme une relation négative entre le PIB et la décision migratoire. Au fur et à mesure que le PIB augmente les gens n'ont pas intérêt à migrer. Il est clair que le différentiel de PIB entre les gouvernorats tunisiens est assez faible. Cette variable ne joue, par conséquent, qu'un faible rôle dans la décision migratoire.

Par ailleurs, le chômage a un signe attendu et significatif dans la majorité de régressions. L'une des variables explicatives de l'émigration est le chômage, surtout pour les régions où l'activité économique est majoritairement agricole. La faible opportunité d'emploi est à

l'origine du mouvement spatial surtout avec des inégalités régionales au niveau de développement.

Les effets de réseaux ont un effet positif et significatif sur la décision de la migration. En effet, la variable m_{it-1} a un coefficient positif et significatif au seuil de 5%. Les réseaux migratoires incitent les individus à migrer en facilitant leurs projets de migration et en diminuant le coût surtout au début du projet. Le graphique suivant montre une corrélation positive et plus ou moins significative entre la migration passée et la migration présente.

Graphique 14 :



Les variables de changements climatiques apparaissent dans leur majorité, significatives et avec des signes attendus. La variation de la pluviométrie a un signe négatif et significatif au seuil de 1%. En effet, la diminution de la pluviométrie affecte profondément la production agricole et ne cesse d'obliger certains individus qui travaillent dans le secteur agricole ou qui sont issus de familles rurales de migrer et de changer même leurs métiers. La faible rentabilité agricole pendant les années de sécheresse a permis l'augmentation du taux d'émigration. Certaines régions ont vécu entre la moitié des années 90 et le début des années 2000 une réduction importante dans leurs récoltes (la réduction de la récolte des olives au Sud Est tunisien) en pesant sur le taux de chômage. Cette situation renforce la migration de gouvernorats à faible capacité d'emploi vers les gouvernorats où l'activité économique est assez diversifiée et les opportunités d'emploi sont plus fréquentes. Nous citons à titre d'exemple la migration constatée de la délégation de Ben Kadesh (Gouvernorat de

Médenine) vers les grandes villes comme Tunis, Sfax, Sousse,... en adoptant certaines activités commerciales.

Dans le même sens, le coefficient de la variable muette introduite dans le modèle a le signe attendu et significatif au seuil de 1% dans la plupart d'estimations. Ce résultat montre que la mer a un effet positif et hautement significatif sur la décision migratoire dans le cas d'une augmentation aigue de la température que la Tunisie a connu surtout dès la fin des années 1990. L'augmentation de la température dans les régions arides agit négativement sur l'activité économique dans les saisons chaudes. Par conséquent, la mer devient un véritable facteur réducteur de l'effet de la température. Pour cela les individus de régions de l'intérieur de la Tunisie choisissent généralement les régions de l'est.

Néanmoins, le coefficient de la variation de la température n'a pas le signe attendu et non significatif dans 3 parmi 6 régressions. Ce résultat s'explique du fait par la même variation régionale de la température. Il convient de remarquer en effet, que presque toutes les régions tunisiennes ont vécu la même augmentation de la température depuis 1990 et que même les régions les moins arides deviennent chaudes.

Globalement les changements climatiques contribuent significativement à l'explication de la migration inter gouvernorats de la Tunisie. Le changement climatique qui a connu les régions tunisiennes depuis les années 1990 a permis en effet d'encourager les gens de quitter leurs régions vers d'autres et à augmenter par conséquent, la migration interne.

6 Conclusion :

Nous avons étudié dans ce papier l'effet de changements climatiques sur la décision de migration interne des tunisiens. Après avoir établi une relation théorique entre la décision de migration et les changements climatiques nous avons adopté une validation empirique. En adoptant la technique de l'économétrie spatiale, nous avons en premier temps montré que les variables spatiales (les chocs exogènes d'une région sur l'autre) n'exercent qu'un faible effet sur les variables économiques de régions. En outre, dans le but de mieux tester l'effet de changements climatiques sur la migration nous avons en second temps adopté un panel de 23 gouvernorats tunisiens sur trois périodes. Les résultats montrent un effet hautement significatif de variables de changements climatiques sur la décision de migration. La migration est significativement expliquée par la dégradation de la qualité du climat depuis 1990. De même, le chômage et les effets de réseaux ont un pouvoir explicatif élevé et

hautement significatif. Néanmoins, le PIB n'a aucun effet sur la migration. L'explication découle du fait de la convergence régionale de cette variable.

Références bibliographiques :

- **Badolo (2008)** : « Défis liés aux changements climatiques pour l'intégration sous régionale en Afrique de l'Ouest Cahier des changements climatiques, N°9, Décembre.
- **Bartel A. P. (1979)**: « The migration decision: what role does job mobility play? »; The American Economic Review, vol 69 n 5, 775-786.
- **Bauer T. et Zimmermann K.F. (1995)**: « Modelling international migration: economic and econometric issues »; in R. van der Erf and L. Heering (eds.) « Causes of international migration », Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 95-115.
- **Bhattacharya P. C. (2002)** : “ Rural -to- Urban migration in LDCS : A test of two rival models ”; Journal of International Development, vol 14 n 7.
- **Bhattacharyya B. (1985)** : “ The role of family decision in internal migration ”; Journal of Development Economics, vol 18 n 1.
- **Commission européenne (2008)** : “ changements climatiques et sécurité internationale ” ; S113/08 ec.europa.eu
- **Finnie R. (2000)** : « Qui sont les migrants? Analyse de la migration interprovinciale au Canada fondée sur un modèle logit par panel »
- **Harris J. R. et Todaro M. P. (1970)**: “Migration, unemployment and development: A two sector analysis”; The American Economic Review, vol 9 n1.
- **Jennissen R. (2000)** : « Can economic determinants improve the theoretical background for international migration hypotheses ? »; NIDI.
- **Katz E. et Stark O. (1986)** : « Labor mobility under asymmetric information with moving and signalling costs »; Economics Letters ; vol 21, 89-94.
- **Mahmood T. et Schömann K. (2003)** : « The determinants of the migration decision of I T-graduates from Pakistan : Empirical evidence for the design of a German “green card” »; www.wz-berlin.de, 1-29.
- **Mogba Z. et Freudenberger M. (2004)** : « Migration humaine dans les zones protégées d'Afrique centrale : Le cas de la réserve spéciale de Dzanga-Sangha » ;

- **Schwartz A. (1976)** : « Migration, age, and education »; Journal of Political Economy, vol 84 n 4 part 1, 701-717.
- **Stark O. (1981)** : “ On the optimal of capital intensity in LDCs with migration”; Journal of Development Economics, vol 9 n 1
- **Stark O. et Bloom D. E. (1985)** : “ The new economics of labor migration”; The American Economic Review, vol 75 n 2
- **Taylor E. (1995)** : « Modèles microéconomiques d’analyse des migrations et des politiques » ; OCDE, France
- **Todaro M. (1970)** : « Labor migration and urban unemployment : Reply » ; The American Economic Review, vol 9 n 1
- **Todaro M. (1976)** : “ Internal migration in developing countries”; International Labour Office, Genève

Annexes

Dependent Variable: TM?
 Method: GLS (Cross Section Weights)
 Date: 04/01/09 Time: 00:38
 Sample: 2 3

Included observations: 2
 Total panel observations 46

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PIB?)	0.004291	0.000757	5.667736	0.0000
PLUV?	-0.015641	0.002388	-6.548597	0.0000
D_MER?	-0.015565	0.002367	-6.574472	0.0000
TEM?	-0.058773	0.053204	-1.104658	0.2759
CH?	0.021737	0.029232	0.743589	0.4615
TM?(-1)	0.454883	0.141736	3.209359	0.0026

Weighted Statistics

R-squared	0.847427	Mean dependent var	0.058190
Adjusted R-squared	0.828355	S.D. dependent var	0.028788
S.E. of regression	0.011927	Sum squared resid	0.005690
F-statistic	44.43389	Durbin-Watson stat	2.332237
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.508986	Mean dependent var	0.040093
Adjusted R-squared	0.447609	S.D. dependent var	0.017192
S.E. of regression	0.012778	Sum squared resid	0.006531
Durbin-Watson stat	1.763360		

Dependent Variable: TM?
 Method: Pooled Least Squares
 Date: 04/01/09 Time: 00:40
 Sample(adjusted): 2 3
 Included observations: 2 after adjusting endpoints
 Total panel observations 46

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006585	0.014045	0.468845	0.6418
D(PIB?)	4.63E-05	2.13E-05	2.169947	0.0362
PLUV?	-0.014826	0.007397	-2.004255	0.0520
D_MER?	-0.010371	0.006389	-1.623196	0.1126
TEM?	-0.073362	0.111835	-0.655983	0.5157
CH?	0.099569	0.100495	0.990783	0.3279
TM?(-1)	0.504797	0.210147	2.402114	0.0212
R-squared	0.558633	Mean dependent var	0.040093	
Adjusted R-squared	0.490730	S.D. dependent var	0.017192	
S.E. of regression	0.012269	Sum squared resid	0.005870	
F-statistic	8.226968	Durbin-Watson stat	1.979774	
Prob(F-statistic)	0.000009			

Dependent Variable: TM?
Method: GLS (Cross Section Weights)
Date: 04/01/09 Time: 00:41
Sample: 2 3
Included observations: 2
Total panel observations 46
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.017731	0.007471	2.373449	0.0226
D(PIB?)	3.75E-05	1.35E-05	2.785982	0.0082
PLUV?	-0.018534	0.005093	-3.639193	0.0008
D_MER?	-0.014469	0.002858	-5.063394	0.0000
TEM?	-0.097214	0.090284	-1.076756	0.2882
CH?	0.050963	0.033264	1.532058	0.1336
TM?(-1)	0.466702	0.229359	2.034810	0.0487

Weighted Statistics

R-squared	0.852364	Mean dependent var	0.055770
Adjusted R-squared	0.829650	S.D. dependent var	0.028612
S.E. of regression	0.011809	Sum squared resid	0.005439
F-statistic	37.52707	Durbin-Watson stat	2.197927
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.535467	Mean dependent var	0.040093
Adjusted R-squared	0.464000	S.D. dependent var	0.017192
S.E. of regression	0.012587	Sum squared resid	0.006178
Durbin-Watson stat	1.711121		

Dependent Variable: TM?
Method: GLS (Cross Section Weights)
Date: 03/31/09 Time: 13:45
Sample: 1 3
Included observations: 3
Total panel (balanced) observations 69

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.033218	0.006403	5.187536	0.0000
PIB?	4.85E-06	4.45E-06	1.090846	0.2796
PLUV?	-0.006651	0.003554	-1.871241	0.0660
D_MER?	-0.013304	0.003695	-3.600573	0.0006
TEM?	-0.283982	0.086037	-3.300716	0.0016
CH?	0.072530	0.039333	1.844023	0.0700
@TREND	0.002280	0.001147	1.988190	0.0512

Weighted Statistics

R-squared	0.904349	Mean dependent var	0.067947
Adjusted R-squared	0.895092	S.D. dependent var	0.045261
S.E. of regression	0.014660	Sum squared resid	0.013324
F-statistic	97.69807	Durbin-Watson stat	1.465067
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.172127	Mean dependent var	0.041667
Adjusted R-squared	0.092010	S.D. dependent var	0.019482
S.E. of regression	0.018565	Sum squared resid	0.021368
Durbin-Watson stat	0.713531		

Dependent Variable: TM?
Method: GLS (Cross Section Weights)
Date: 04/01/09 Time: 00:42
Sample: 2 3
Included observations: 2
Total panel observations 46

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.021294	0.003999	5.324153	0.0000
D(PIB?)	4.90E-05	9.14E-06	5.360891	0.0000
PLUV?	-0.010674	0.003447	-3.096184	0.0036
D_MER?	-0.012571	0.001798	-6.993304	0.0000
TEM?	-0.183526	0.105100	-1.746207	0.0885
CH?	0.143609	0.019054	7.537145	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.957400	Mean dependent var	0.075980
Adjusted R-squared	0.952075	S.D. dependent var	0.066062
S.E. of regression	0.014462	Sum squared resid	0.008366
F-statistic	179.7920	Durbin-Watson stat	1.633206
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.251969	Mean dependent var	0.040093
Adjusted R-squared	0.158466	S.D. dependent var	0.017192
S.E. of regression	0.015771	Sum squared resid	0.009949
Durbin-Watson stat	0.523665		

Dependent Variable: TM?
Method: GLS (Cross Section Weights)
Date: 04/01/09 Time: 00:46
Sample: 1 3
Included observations: 3
Total panel observations 69

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.026402	0.002566	10.28942	0.0000
PLUV?	-0.006342	0.001436	-4.417306	0.0000
D_MER?	-0.007394	0.001269	-5.827333	0.0000
TEM?	-0.122888	0.049840	-2.465668	0.0164
CH?	0.128404	0.015270	8.408790	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.860649	Mean dependent var	0.075589
Adjusted R-squared	0.851939	S.D. dependent var	0.044098
S.E. of regression	0.016968	Sum squared resid	0.018427
F-statistic	98.81778	Durbin-Watson stat	1.634911
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.135675	Mean dependent var	0.041667
Adjusted R-squared	0.081655	S.D. dependent var	0.019482
S.E. of regression	0.018670	Sum squared resid	0.022309
Durbin-Watson stat	0.662856		