

Evaluation des impacts économiques des événements extrêmes dans les pays méditerranéens

Céline Gimet¹

Mai 2009

Résumé

La Méditerranée est l'une des zones les plus exposées au changement climatique. La mise en place de mesures de prévention et d'adaptation est une priorité pour la région en vue de limiter les coûts liés au climat. L'objectif de ce papier est de mettre en lumière les pertes économiques déjà supportées par les pays méditerranéens suite à des événements extrêmes. Un modèle VAR Structurel permet de juger de la vulnérabilité des secteurs réels monétaires et financiers de quatre pays de la région, qui se caractérisent par des profils économiques différents, suite à des périodes de sécheresse ou d'inondations. L'analyse révèle que l'ensemble des pays de l'échantillon connaît d'ores et déjà des pertes économiques très importantes qui ne vont cesser de s'accroître avec le renforcement de la puissance et de la fréquence de ces phénomènes climatiques si aucune action n'est entreprise.

Classification JEL : Q54, C32, E00.

Mots clés : Evénements extrêmes, coût économique, région Méditerranée, modèle VAR Structurel, variation des températures, des précipitations.

1. Introduction

La Méditerranée compte parmi les zones qui seront les plus rapidement confrontées à d'importantes difficultés physiques liées à la variation du climat (Stern, 2006 ; Plan Bleu, 2009). Ces problèmes seront accentués par une augmentation de la demande de produits agricoles, d'infrastructures, d'habitat, d'énergie liée au développement économique et à l'évolution de la démographie des pays. Cette situation peut engendrer un creusement des inégalités entre le nord et le sud d'une part, mais aussi au sein d'une même région. En particulier, les conséquences néfastes des événements extrêmes affecteront sensiblement la croissance de la zone et créeront d'importantes difficultés dans les pays. Paradoxalement, l'impact économique du changement climatique dans les pays de la Méditerranée a été peu traité dans la littérature empirique sur ce thème. Il est donc urgent de mettre l'accent sur les coûts qu'auront à supporter les pays dans les

¹ Groupe d'Analyse et de Théorie Economique GATE CNRS UMR 5824, Université de Lyon 2, ENS Lettres et Sciences Humaines, Bureau R132, 15 Parvis René Descartes BP 7000, 69342 Lyon cedex 07.
Tel : 04.37.37.62.82, Fax : 04.37.37.60.24, mail : celine.gimet@free.fr.
Plan Bleu (PAM-PNUE), Villa Valmer, 271 Corniche Kennedy, 13233 Marseille Cedex 20.

décennies à venir, si aucune mesure de prévention n'est mise en œuvre pour anticiper ou limiter ces phénomènes. Il s'agit d'alerter les décideurs sur la nécessité de considérer ce problème dans sa globalité et sur l'urgence quant à la mise en place de mesures de prévention et d'adaptation. En outre, la prise en compte en amont des conséquences et enjeux du changement climatique dans la définition des stratégies de développement est cruciale pour assurer, dans les années à venir, la stabilité politique de la région.

L'objectif de ce papier est de souligner les coûts liés aux événements extrêmes en Méditerranée en tenant compte des différents profils des pays. Tous les pays de la région sont déjà soumis à ce type de choc dont l'ampleur et la récurrence ne vont cesser de s'amplifier. Il s'agit alors dans un premier temps d'évaluer les pertes actuelles que les pays ont à subir dès lors qu'apparaissent des variations extrêmes de climat. Selon la spécialisation du pays dans la production et l'exportation de biens issus du secteur primaire, secondaire ou tertiaire, les coûts ne sont pas identiques. De même, certains pays ont déjà opté pour la mise en place de mesures visant à limiter les impacts de la variation extrême du climat, ce qui leur permet de mieux appréhender et d'amortir plus rapidement les conséquences néfastes de ces chocs. En outre, selon leur position géographique les aléas climatiques sont et seront différents, de même que les effets économiques et sociaux dépendront en grande partie des spécificités des pays en termes de croissance démographique et de développement. C'est pourquoi, nous avons choisi de comparer des pays de la région Méditerranée qui ont des profils très différents: un pays du nord, de l'est, et deux pays du sud, importateur et exportateur de pétrole. Il s'agit de proposer une étude novatrice sur ce thème grâce à la mise en œuvre d'un modèle VAR Structurel, encore peu utilisé pour estimer les coûts de la variation du climat. Il offre la possibilité d'introduire des restrictions en ce qui concerne les relations de court et de long terme entre les variables en fonction d'hypothèses économiques sous-jacentes, ce qui permet de préciser l'identification du modèle et facilite l'interprétation des résultats (Sims, 1986)². En tant qu'événements extrêmes, il s'agit de considérer le cas particulier des vagues de chaleur et des inondations pouvant avoir lieu sur une période allant de un jour à plusieurs semaines, et dont les conséquences sont catastrophiques et de grande échelle (Hallegate *et al.*, 2007).

Avant de procéder à des anticipations en ce qui concerne les coûts futurs que subiront les pays lors de l'apparition d'événements extrêmes, nous avons choisi dans un premier temps d'estimer ces pertes actuelles à partir de données concrètes. Puis, deux scénarios (pessimiste et plus optimiste) quant à l'ampleur et la récurrence future de ces chocs seront proposés afin de souligner les coûts engendrés par la non-action et ainsi d'alerter les décideurs sur l'urgence de la situation. Toutefois, dans un premier temps, il est important de rappeler les principaux résultats de la littérature sur ce thème. Puis, dans un deuxième temps, nous développerons notre analyse empirique dont l'objectif est de mesurer le coût des événements extrêmes dans les pays sélectionnés pour notre étude. La méthode choisie, les variables et les restrictions retenues permettant de caractériser notre modèle seront précisées. Les résultats mettront en lumière les diverses réactions des pays, l'importance des coûts engendrés par chaque type d'événement extrême, et la capacité de réaction de chacun d'eux révélée par l'ampleur et la durée du choc. Les conclusions pourront aboutir à des recommandations concernant certaines mesures potentielles à adopter en vue de prévenir et limiter les impacts de ces

² Les choix opérés sont justifiés par la littérature économique (Blanchard *et al.*, 1989, Gali, 1992, Mackowiak, 2007), ainsi que par les travaux d'experts (Plan Bleu, 2005, 2008).

chocs externes dans les pays les plus vulnérables notamment. En outre, un prolongement de l'étude par le biais de simulations offrira la possibilité de comparer les coûts de la non-action et les bénéfices de l'adaptation.

2. La Méditerranée face au changement climatique

La plupart des études visant à évaluer les pertes économiques liées au climat se concentrent plus particulièrement sur les coûts futurs du changement climatique sans s'intéresser aux dommages déjà existants. C'est pourquoi, dans le cadre d'une courte revue de la littérature, nous allons présenter les résultats des auteurs en ce qui concerne les pertes économiques futures de la région Méditerranée. L'évaluation de ces coûts repose alors sur des hypothèses en termes d'anticipation de l'évolution du climat fondées sur des études scientifiques. Or, l'incertitude inhérente aux évolutions socio-économiques, climatiques et environnementales des pays implique nécessairement un raisonnement en fonction du degré de probabilité de réalisation de différents scénarios climatiques et économiques anticipés.

2.1. Les références météorologiques

Il est difficile d'estimer avec exactitude les variations futures du climat. C'est pourquoi, en vue de prendre en compte les différents cas de figure possibles, plusieurs scénarios prévisionnels dont la possibilité de réalisation dépend d'une certaine probabilité sont généralement retenus. Ainsi, des scénarios pessimistes et optimistes sont comparés à un scénario de base « *business as usual* », qui se définit par le maintien du *statu quo* (Stern, 2006). Les choix diffèrent selon les économistes, ce qui rend difficile une comparaison objective de leurs résultats. Les principaux cas de figure retenus dans la littérature économique sont ceux proposés par le 3^{ème} rapport IPCC (généralement A2 et B2) (Mendelson *et al.* 2000 ; Nordhaus, 2006, Stern, 2006). Toutefois, les études les plus précises, qui s'intéressent à une région en particulier font appel à des scénarios climatiques détaillés et issus de modèles distincts³.

Dans le cas de la région Méditerranée, le réchauffement a été amorcé depuis le début du siècle et s'est intensifié ces dernières décennies. Un réchauffement de près de 2°C depuis quarante ans a été identifié dans le Sud-ouest de l'Europe (GIEC 2007, Plan Bleu, 2008). Cette situation est identique dans le nord de l'Afrique mais plus difficilement quantifiable du fait d'un réseau d'observations incomplet. Les études climatiques concentrées sur la région prévoient une augmentation de la température de l'air de 2,2 C° à 5,1 C° pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne sur la période 2080-2099 par rapport à la période 1980 – 1999 (GIEC 2007, scénario A1B). Ce phénomène sera accompagné d'une diminution sensible de la pluviométrie, comprise entre -4 et -27 % pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne

³ Pour Mendelson (2007) par exemple les anticipations climatiques sont établies selon trois procédés différents : le « Panel Climate Model » (Washington *et al.*, 2000), du « Center for Climate Research Studies Model » ((Emori *et al.*, 1999) et du « Canadian General Circulation Model », (Boer *et al.*, 2000).

(alors que les pays du Nord de l'Europe connaîtront une hausse comprise entre 0 et 16 %) (GIEC 2007, scénario A1B) (Plan Bleu, 2008). Les phénomènes extrêmes vont s'intensifier dans les décennies à venir, et les trajectoires vont changer, ce qui va élargir le pourcentage de surfaces concernées. Leur fréquence a presque doublé entre les années soixante et quatre-vingt-dix entraînant des coûts économiques de plus en plus lourds (Munich-Re, 2009)⁴. En Méditerranée, ils se traduiront plus particulièrement par une augmentation des périodes de sécheresse du fait d'une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépassera 30°C (Giannakopoulos *et al.* 2005). De même, outre ces vagues de chaleur, les périodes de sécheresses ou d'inondations pourraient être plus fréquentes et violentes. De plus, elles évolueront de manière exponentielle à partir d'un certain niveau de température créant des dommages irréparables (Stern, 2006). Cependant, bien qu'il soit clairement démontré que la fréquence de ces perturbations extrêmes va augmenter dans le futur, il reste difficile d'établir des évaluations précises concernant la récurrence de ces événements.

Toutefois, malgré leur manque de précision, ces études climatiques servent de socle aux études économiques des coûts du changement climatique.

2.2. Les études économiques

Les études portant sur l'évaluation économique des impacts du changement climatique se sont multipliées ces dernières années suite à la prise de conscience progressive de l'importance des coûts économiques et sociaux liés à la non-action. Pour susciter une réaction rapide des décideurs et que soient adoptées dès maintenant des politiques d'action préventives, ou d'adaptation, pour répondre au mieux à la variation du climat, il est nécessaire de mettre en lumière les pertes économiques existantes et les risques futurs pour les pays. Les difficultés liées à la prise en compte d'un ensemble de facteurs économiques, démographiques, sociaux et environnementaux ainsi que de leurs interactions dans une même étude conduisent généralement à une sous-estimation des coûts du changement climatique.

Compte tenu de la complexité et de la nouveauté de cette approche, on ne recense qu'un nombre limité d'études sur ce sujet⁵. Elles ont d'abord concerné les pays industrialisés, du fait notamment de la volonté des décideurs de quantifier les effets de plusieurs options et de les comparer pour répondre au mieux aux contraintes de baisse des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du Protocole de Kyoto. Puis, les travaux ont porté progressivement sur les économies émergentes, dès lors que les divers scénarios climatiques ont mis l'accent sur le fait que ces pays étaient les plus exposés géographiquement et économiquement au changement climatique. Ils vont être confrontés très rapidement à d'importantes difficultés, alors même qu'ils possèdent des moyens très limités pour s'adapter et qu'ils ont eu, jusque là, une responsabilité relativement faible en terme d'émission

⁴ Selon les statistiques proposées par les principales agences d'assurance sur une moyenne de 650 catastrophes naturelles dans le monde par an, sur les dix dernières années, 15% sont d'origine purement géologiques (éruptions volcaniques, tremblements de terre...), les 85% autres sont en grande majorité liées au climat (tempêtes, cyclones, inondations...). Leur coût pour l'année 2004 se chiffre à 145 milliards de dollars, dont 100 milliards pouvant être imputés aux variations extrêmes du climat, soit plus du double par rapport à l'année précédente (Munich-Re, 2005).

⁵ Parmi les plus référencées : Mendelson et al. 2000, 2007 ; Tol 2002, 2007 ; Nordhaus et al., 2000, 2006 ; Smith et al., 2003 ; Stern, 2006

de gaz à effet de serre. C'est le cas notamment des pays du sud de la Méditerranée. Cependant, cette région qui se situe à la frontière entre deux continents est insuffisamment prise en considération dans des études régionales qui privilégient des analyses ciblées sur l'Afrique ou l'Europe (Mendelson *et al.*, 2000 ; Pour Tol, 2002 ; Nordhaus *et al.*, 2000 ; Nordhaus, 2006 ; Stern, 2006).

L'intérêt principal de la région méditerranéenne est qu'elle est composée de pays ayant des profils économiques et environnementaux très variés. Les impacts du changement climatique sur la région sont donc très différents. De par leur situation géographique, les pays les plus au nord ne subiront pas immédiatement des pertes importantes liées au changement climatique, mais pourront même, sur une certaine période, en tirer certains bénéfices (économie d'énergie, évolution des cultures) dans le cas d'une modification des températures inférieure à 2° par rapport à la période pré-industrielle (années 1960 à 1990) (Mendelson *et al.*, 2000, 2006 ; Tol 2002). En revanche, les pays du sud connaissent déjà des pertes liées au climat qui ne vont cesser de s'accroître dans les années à venir.

Les analyses les plus précises sont celles qui prennent en considération les effets du changement climatique à la fois sur les secteurs marchand et non-marchand des pays mais, surtout qui intègrent l'occurrence des événements extrêmes ainsi que le coût supplémentaire important qu'ils engendrent (Stern, 2006). Il n'existe pas de définition précise de ces phénomènes extrêmes dans la littérature, mais on peut les considérer comme des événements climatiques rares qui causent d'importantes destructions de capital (d'infrastructures notamment mais aussi de productions agricoles) et ont des effets sociaux catastrophiques (morts, blessés, épidémies...) sur une période allant de un jour (dans le cas des cyclones, par exemple) à quelques semaines (pour des inondations) (Hallegatte *et al.*, 2007). Ils prennent la forme de vagues de chaleur, d'inondations, de tempêtes ou de sécheresse. Plusieurs critères communs les caractérisent. En premier lieu, ils atteignent et dépassent un seuil minimum de pertes économiques fixé au préalable, en général par les compagnies d'assurance. Deuxièmement, ils suivent une fonction de probabilité établie en tenant compte de la capacité d'adaptation des pays et de l'intensité de l'événement (Hallegatte *et al.*, 2007). A partir du moment où les coûts engendrés par ces événements demandent des investissements lourds pour la reconstruction d'infrastructures, alors qu'ils auraient pu être évités, la nécessité d'une intervention politique préventive est justifiée. Les études les plus riches sur ce thème sont celles proposées par des grandes compagnies d'assurance (Swiss Re, 2007, Munich Re, 2009;) dont l'objectif est d'établir des statistiques précises pour prévoir les dépenses à venir.

Cependant, la plupart des auteurs n'incluent pas ces phénomènes dans leur analyse. Cela s'explique par plusieurs facteurs. Tout dépend d'abord des modèles mis en œuvre. Dans le cadre des analyses en données transversales, seules les modifications intervenues durant la période d'analyse et sur l'échantillon de pays considérés sont prises en compte. Par ailleurs, les analyses établies à partir des modèles de croissance de long terme ne considèrent pas les chocs de court terme. Enfin, très peu de modèles *IA*⁶ (Tol, 2006) prennent en compte ces événements⁷. D'autre part, l'anticipation de la

⁶ Integrated Assessment Modelling.

⁷ Pour éliminer ce problème, Hallegatte *et al.* (2007) proposent une étude qui permet d'introduire des déséquilibres transitoires, pouvant être attribués à des chocs exogènes, venant perturber le sentier de croissance des économies (*non-equilibrium dynamic model* (NEDyM)).

fréquence et de la force de ces manifestations extrêmes par les études climatiques est difficile et elles ne sont donc pas considérées.

Globalement, les coûts mondiaux futurs estimés partent de 7% (en 2100) et peuvent atteindre jusqu'à 14% (en 2200) du PIB mondial par tête selon les études les plus complètes (Nordhaus *et al.*, 2000 ; Stern, 2006)⁸. Les résultats des analyses portant sur la région Méditerranée sont assez disparates du fait d'une influence déterminante du cadre d'analyse et des hypothèses retenues. Toutefois, les pertes anticipées d'ici 2100 seront proches de 1,88% du PIB en moyenne pour l'Afrique et de 1,50% pour l'Europe de l'Est selon l'hypothèse d'une augmentation des températures de 2,5° en 2100. Lors de l'introduction des événements extrêmes, il est supposé que les températures pourraient progresser de 6° par rapport à la période préindustrielle. Les pertes atteindraient alors 7,12% et 6,94% du PIB respectivement (Nordhaus *et al.*, 2000). Il est donc évident que ce sont les événements extrêmes qui sont et seront responsables des pertes économiques les plus fortes.

Toutefois, pour juger plus précisément de l'impact économique futur du changement climatique, il est nécessaire de prendre en compte la capacité d'adaptation des pays, généralement peu considérée, qui dépend d'un grand nombre de facteurs spécifiques (environnement institutionnel, accès à la technologie (Tol, 2007 ; Stern, 2006)). C'est pourquoi, avant de proposer des estimations sur les coûts anticipés des impacts des événements extrêmes sur un horizon de long terme, il s'agit de mesurer les pertes actuelles sur différents pays de la région et leur vitesse de réaction, ce qui soulignera leurs capacités d'adaptation actuelle à la variation extrême du climat et donc les progrès à réaliser pour en limiter les impacts.

3. L'impact des événements extrêmes

3.1. Le modèle

Soit la représentation vectorielle autorégressive VAR(q) du modèle sous forme réduite :

$$Y_t = \sum_{i=1}^q A_i Y_{t-i} + e_t \quad (1)$$

où q est le nombre de retards, e_t est un bruit blanc.

En vue de simplifier notre représentation, les variables sont réparties en deux blocs : y_{1t} représente la variable étrangère et y_{2t} les variables domestiques.

On a donc :

$$Y_t = \begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{pmatrix} \quad \text{avec } Y_{t-1} \text{ le vecteur de ces variables retardées,}$$

$$A_t = \begin{pmatrix} a_{11}^{(i)} & a_{12}^{(i)} \\ a_{21}^{(i)} & a_{22}^{(i)} \end{pmatrix} \quad \text{la matrice } n \times n \text{ des paramètres du modèle,}$$

$$e_t = \begin{pmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{pmatrix} \quad \text{le vecteur d'erreur dont la matrice des variances covariances ne fait l'objet d'aucune restriction, en d'autres termes } E(e_t, e_t^T) = \Omega \text{ et } E(e_t) = 0.$$

Soit L l'opérateur de retard, le modèle VAR(q) peut s'écrire alors sous la forme :

$$A(L) Y_t = e_t \quad \text{où}$$

$$A(L) = I_n - A_1 L - \dots - A_q L^q$$

En vue d'obtenir les fonctions de réponse aux chocs ainsi que les décompositions de la variance de l'erreur de prévision, il est nécessaire d'écrire ce processus sous la forme moyenne mobile infinie structurelle. Pour ce faire, une étape intermédiaire consiste à « inverser » le modèle VAR canonique selon le théorème de Wold.

Le VAR canonique sous forme moyenne mobile se présente donc sous la forme :

$$Y_t = \sum_{j=0}^{\infty} C_j e_{t-j} = C(L) e_t \quad (2)$$

où e_t représente le vecteur des innovations canoniques.

D'où la forme moyenne mobile structurelle du VAR :

$$Y_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Theta_j \varepsilon_{t-j} = \Theta(L) \varepsilon_t \quad (3)$$

Où la matrice Θ_j représente les fonctions de réponse aux chocs ε_t des éléments de Y_t ⁹

avec

$$e_t = P \varepsilon_t \quad (4)$$

où P est une matrice de passage inversible $n \times n$ qu'il faut estimer en vue d'identifier les chocs structurels. Les contraintes de court terme se traduisent par la nullité de certains coefficients de la matrice P .

⁹ L'absence de réponse dans le long terme d'un certain nombre de variables Y_t aux chocs ε se traduit par la nullité du multiplicateur de long terme dynamique correspondant.

On suppose que les différents chocs structurels ne sont pas corrélés entre eux et ont une variance unitaire :

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_t^T) = I_n \quad (5)$$

Ω étant la matrice des variances covariances des innovations canoniques e_t , on a :

$$E(e_t, e_t^T) = PE(\varepsilon_t, \varepsilon_t^T)P^T = PP^T = \Omega \quad (6)$$

3.2. Les variables

Nous avons retenu quatre pays dans le cadre de notre analyse : l'Algérie, la Tunisie, la Turquie et la France sur la période 1980:1, 2002:12, en périodicité mensuelle.

Cinq variables domestiques et deux chocs climatiques ont été sélectionnés. En ce qui concerne les variables domestiques, l'objectif est de rendre compte des conséquences des variations brutales du climat dans les secteurs réel, financier et monétaire de chaque pays, ainsi que des interactions entre les différentes sphères de l'économie. Nous avons choisi un indicateur de production y en fonction de la spécialisation des pays (la production industrielle pour la Tunisie, la Turquie et la France et pétrolière pour l'Algérie), le volume total des exportations (xpt), l'indice des prix à la consommation (prx), la part des actifs étrangers détenus par la Banque Centrale (res), et le taux d'intérêt ($interest$). Il s'agit de variables couramment utilisées dans la littérature concernant les VAR Structurels¹⁰ ce qui facilite la mise en place des restrictions de court et de long terme. La variable res a toutefois été ajoutée en vue d'étudier les mouvements de capitaux internationaux dans les économies, suite aux différents chocs¹¹.

Les perturbations externes retenues sont un choc des températures et des précipitations. Les variables ont été prises dans un premier temps en niveau ($prec$ et $temp$) puis la volatilité de ces indicateurs a été calculée afin de rendre compte des variations brutales de ces indicateurs qualifiés alors d'évènements extrêmes ($vprec$ et $vtemp$)¹². Un modèle GARCH qui donne la variance conditionnelle de chaque indice a alors été utilisé puis l'écart type a pu être déduit.

Toutes les variables ont été transformées en logarithme, sauf le taux d'intérêt des pays et les températures en niveau qui peuvent prendre des valeurs négatives. Comme nous n'imposons que des contraintes de court terme, la stationnarité des variables n'est pas un critère essentiel¹³ (Sims *et al.*, 1990, Hamilton, 1994, p.557). Il en est de même en ce qui concerne les relations de cointégration éventuelles (Engle et Granger, 1987).

¹⁰ Parmi les principales références on retrouve les travaux de Gali (1992), Clarida et Gali (1995), Sims et Zha (1995), Cushman et Zha (1997), Kim et Roubini (2000), Canova (2003), Mackowiak (2003).

¹¹ Les données macroéconomiques et financières sont issues du IMF *International Financial Statistics Cd-Rom* (2009).

¹² Les données sont issues de « Tyndall Centre for climate Change Research » complétée par les données Plan Bleu issus du CRU.

¹³ En revanche, cette stationnarité est indispensable pour poser des restrictions de long terme.

3.3. Les restrictions contemporaines

$$\text{Soient } \Delta Y = \begin{pmatrix} \Delta ext \\ \Delta y \\ \Delta xpt \\ \Delta prx \\ \Delta res \\ \Delta iteret \end{pmatrix} \text{ le vecteur des variables endogènes, et } \varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_{ext} \\ \varepsilon_s \\ \varepsilon_{ce} \\ \varepsilon_p \\ \varepsilon_{fi} \\ \varepsilon_{ms} \end{pmatrix} \text{ le vecteur des chocs}$$

structurels, où *ext* représente le choc externe c'est-à-dire le choc des précipitations *prec* ou le choc des températures *temp* en niveau et en variation (*vprec* et *vtemp*), et ε_s , ε_{ce} , ε_p , ε_{fi} , ε_{ms} sont respectivement le choc d'offre réel domestique, le choc commercial, le choc financier domestique, le choc de prix domestique, le choc d'offre monétaire domestique.

Notre objectif est d'identifier les n^2 éléments de la matrice P . Statistiquement nous pouvons poser 21 contraintes identifiantes. En effet, comme la matrice Ω est symétrique, $n(n+1)/2$ contraintes d'orthogonalisation sont déjà admises. En vue de déterminer les $n(n-1)/2$ contraintes restantes, 15 dans notre modèle, nous avons utilisé la littérature économique.

Une première hypothèse est que les chocs climatiques sont considérés comme exogènes (Cushman et Zha, 1997). Cela suppose que les économies de notre analyse dépendent de manière significative du climat, sans pour autant que leur influence sur la variation de ce dernier ait été démontrée, en particulier dans le court terme (Mackowiack, 2007). Par conséquent, $P_{12} = P_{13} = P_{14} = P_{15} = P_{16} = 0$.

Par ailleurs, l'hypothèse d'un retard dans la réponse de l'activité économique et des exportations à des chocs monétaires et financiers internes est retenue (Kim *and al.*, 2000). Donc, $P_{25} = P_{26} = P_{35} = P_{36} = 0$.

En outre, la réponse des prix à un choc de réserves internationales est différée d'un mois, de même que celle de la production à un choc lié aux exportations (Kim *and al.*, 2000). Ce qui signifie que $P_{45} = P_{23} = 0$.

Enfin, de nombreux auteurs (Sims et Zha, 1995 ; Kim et Roubini, 2000) ont défini leur fonction d'offre de monnaie comme correspondant à la fonction de réaction des autorités monétaires c'est-à-dire au taux d'intérêt, sans prendre en compte l'influence des prix et de la production dans le court terme. Cette démarche repose sur l'hypothèse selon laquelle il est indispensable de prendre en compte un délai de réaction de la politique monétaire lié à un manque d'informations. Nous avons élargi cette hypothèse en supposant que le choc financier et le choc lié au commerce international n'impactent pas le taux d'intérêt dans le court terme. Cela se traduit par $P_{62} = P_{63} = P_{64} = P_{65} = 0$.

En suivant les tests de Schwartz, Akaike et Hannan-Quinn nous avons retenu deux retards pour tous les modèles. En outre, des tests complémentaires ont permis de juger de l'absence d'auto-corrélation des résidus¹⁴. Nous avons fait appel au logiciel *Stata Statistical Software : Release 9.0*.

¹⁴ Les détails des tests sont disponibles auprès de l'auteur sur simple demande.

La totalité des restrictions requises étant imposée, il est maintenant possible d'interpréter les résultats.

3.4. Les résultats

Il est important, dans un premier temps, d'envisager la spécialisation des pays car elle peut avoir une influence significative sur les différences de coûts subis. Les pays agricoles sont très vulnérables aux événements extrêmes pouvant entraîner une perte des récoltes. Les effets néfastes peuvent alors n'être pas seulement ponctuels mais s'étendre sur l'ensemble de l'année. De même, les pays dont les industries supposent un grand nombre d'infrastructures, surtout si celles-ci sont concentrées dans les zones côtières, peuvent connaître des coûts particulièrement élevés en cas de chocs extrêmes importants de type inondations par exemple. Par ailleurs, certaines activités tertiaires comme le tourisme, sont très sensibles aux variations extrêmes de températures et de précipitations pouvant décourager les voyages et donc se traduire par une perte de réserves internationales pour le pays.

La France produit et exporte essentiellement des services de même que la Tunisie et la Turquie qui sont aussi particulièrement présentes sur le secteur secondaire. En outre, une grande partie de la population active est concentrée dans de secteur agricole dans la plupart des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée, notamment en Turquie, et en Algérie. L'Algérie, la Tunisie et la Turquie ont une production industrielle importante. Il existe une certaine proximité entre la structure de l'économie de ces deux derniers pays. La part de l'industrie (minière, manufacturière, électricité, gaz, eau) est dominante. Elle est prépondérante aussi en Algérie où elle représente près de la moitié de la valeur ajoutée totale en 2007, le pays étant un des principaux exportateurs de pétrole du monde. La Tunisie et la Turquie ont des activités tertiaires orientées dans le commerce, la restauration et l'hôtellerie, l'économie étant plutôt axée sur le développement du tourisme. De même, les transports, le stockage et la communication sont très développés dans ces pays, ces deux activités étant très liées (Plan Bleu 2002, 2005).

Par ailleurs, il est essentiel de préciser que l'environnement macroéconomique est très différent d'un pays à l'autre de notre échantillon et cela peut largement influencer leur vulnérabilité face aux chocs internationaux. Tout d'abord, les pays n'ont pas amorcé leur ouverture commerciale et financière au même moment et donc ils n'ont pas atteint aujourd'hui le même stade d'intégration internationale. On anticipe donc que les réactions des variables relatives aux exportations et aux réserves internationales peuvent être plus prononcées dans des pays qui ont ouverts leur économie plus prématurément. La France est le premier pays de l'échantillon à avoir libéralisé son économie. A la suite des chocs pétroliers, à la fin des années 70, l'objectif était de capter l'épargne internationale pour relancer l'activité économique ce qui s'est traduit par une réduction des barrières financières. De même l'intégration européenne qui a débuté à la fin des années 50 s'est accompagnée d'une réduction progressive des freins au commerce international. Pour les autres pays de l'échantillon, l'ouverture commerciale a réellement débuté dans les années 90 dans le cadre de la politique méditerranéenne, puis a été renforcée par les accords de Barcelone en 1995. Cependant, les principaux partenaires de ces pays sont les économies européennes, le commerce

avec le reste du monde étant encore limité. De même, l'ouverture financière, datant des années 2000, est très récente pour ces économies.

En outre, le taux de change en place est un élément essentiel à prendre en compte, d'autant que celui-ci est généralement lié à la politique monétaire du pays et peut donc expliquer les réactions du taux d'intérêt. La France a quasi-fixé son taux de change très tôt, dans le cadre du Serpent monétaire tout d'abord, puis, du SME à partir de 1979. Les fluctuations du change étaient alors encadrées par des bandes plutôt restrictives (2,25% en moyenne hormis lors de la crise de 1993). Une des contraintes imposées par ce système de zone cible est que la crédibilité du pays dépend en grande partie du niveau de taux d'inflation (Svensson, 1994). La marge de manœuvre sur les taux d'intérêt était alors limitée durant la quasi-totalité de la période d'analyse. En outre, l'objectif étant l'entrée dans la zone euro, le pays a dû maintenir son taux d'intérêt et d'inflation faible à la fin des années 90 en vue de respecter les critères de Maastricht. Au début de la période d'analyse, l'Algérie avait opté pour un régime de change fixe qui a subi plusieurs dévaluations. Ainsi, à cette période la marge de manœuvre sur le taux d'intérêt était très faible. Depuis 1996, l'Algérie privilégie un flottement impur avec une intervention des autorités monétaires en vue de maintenir une certaine parité avec le Dollar car les hydrocarbures qui représentent les principales exportations du pays sont libellés dans cette devise. Le pays est parvenu à maîtriser l'inflation importante à partir du milieu des années 90. Depuis la fin des années 80, la Tunisie a opté pour un régime intermédiaire de parité glissante. Le pays a choisi un régime de change plutôt encadré avec des réajustements périodiques afin de réduire les différentiels d'inflation avec les pays partenaires et de stabiliser le prix des exportations en devises. En effet, la Tunisie a souffert d'une inflation importante lui imposant de maintenir ses taux d'intérêt à un niveau relativement élevé. Celle-ci est apparue au début des années 80 contraignant le pays à abandonner son système d'ancrage à un panier de monnaie où le dollar était dominant. Il en est de même pour la Turquie qui a connu de nombreuses variations de politiques de change : après un régime de *crawling peg* en 1980-1981, le pays a adopté un régime de flottement dirigé jusqu'en 1999, puis de nouveau un régime intermédiaire, abandonné à la suite de la crise de 2001. Malgré une forte inflation, et donc des contraintes sur le taux d'intérêt (celui-ci ayant été maintenu à un niveau très élevé pendant la plus grande partie de la période d'analyse), on anticipe que ce pays est malgré tout celui qui a la plus grande marge de manœuvre en terme de politique monétaire pour résoudre un choc climatique et relancer la croissance économique.

En ce qui concerne les réactions des pays à différents types de chocs climatiques, nous pouvons juger de la significativité des résultats à partir des graphiques qui illustrent les réactions des variables domestiques qui succèdent à une variation d'un écart-type de la variable externe (Annexe 1). L'intervalle de confiance calculé à partir de la procédure *bootstrapping* est de 90 %.

Un choc dans les précipitations (*prec*) impacte directement et significativement la production des pays (*y*). Une augmentation des précipitations peut avoir, dans un premier temps, des effets favorables, pour les cultures notamment, comme c'est le cas en France et en Tunisie durant le premier mois. Mais ces derniers se transforment rapidement en impacts néfastes pour les économies. Ils sont particulièrement importants dans le court terme où les pertes sont considérables pour l'ensemble des pays de l'échantillon. La France et la Tunisie parviennent à limiter ces effets au terme de 4 mois. En revanche, l'Algérie et la Turquie subiront les conséquences difficiles de ce choc durant une plus longue période pouvant aller jusqu'à un an. En outre, les effets négatifs se font

ressentir sur les exportations (*xpt*) durant les deux premiers mois qui suivent le choc en France et en Turquie et sur le plus long terme en Tunisie, les précipitations ayant certainement endommagé certaines productions agricoles. L'Algérie qui exporte principalement du pétrole ne verra pas sa balance commerciale affectée, les précipitations n'ayant pas eu d'impact sur les structures encadrant la production d'hydrocarbures d'une part, et le pays disposant aussi de stocks importants d'autre part. L'impact sur les prix est nul en France (*prx*). En Algérie, ces derniers connaissent une légère hausse durant les deux premiers mois du fait du ralentissement de la production d'hydrocarbures. Les prix diminuent en Tunisie et en Turquie influencés par les politiques monétaires des pays visant à limiter la hausse générale des prix, en particulier lors de chocs pouvant engendrer des effets inflationnistes. Une diminution de la fréquentation touristique peut aussi expliquer ce phénomène. La baisse des exportations pèse légèrement sur les réserves en France durant le premier mois suivant le choc (*res*). L'Algérie ne connaît pas de réduction dans les réserves internationales car d'une part ses exportations ne sont pas affectées et d'autre part de nombreuses barrières viennent limiter les mouvements internationaux de capitaux. En revanche, la Turquie et la Tunisie subissent une forte perte de réserves dans les premiers mois qui suivent le choc et qui persiste à un rythme plus faible mais tout au long de l'année. Les politiques monétaires mises en place sont limitées par des contraintes macroéconomiques mais se traduisent parfois (en Turquie par exemple) par une diminution du taux d'intérêt en vue de relancer la croissance économique du pays (*interet*).

Si l'on s'intéresse maintenant à une variation de la volatilité des précipitations (*vprec*) pouvant traduire une période d'excédent de pluie que l'on peut associer à des inondations ou, au contraire, des périodes de pénurie d'eau, les effets sont particulièrement néfastes dans l'ensemble des économies de notre échantillon. Les pertes économiques (*y*) sont beaucoup plus prononcées en Algérie où les effets catastrophiques s'étendent sur une plus longue période. Il en est de même en France où les impacts négatifs sont considérables dans les deux premiers mois qui suivent le choc puis s'estompent à partir du quatrième mois. En Tunisie et en Turquie les pertes sont plus limitées. Toutefois, mis à part l'Algérie, les exportations des pays s'en trouvent largement affectées (*xpt*). Cela s'explique par le fait que la plupart d'entre eux vendent à l'étranger une partie de leur production agricole, très vulnérable aux variations extrêmes de climat. De la même manière que lors du choc précédent, l'impact sur les prix (*prx*) est limité en Algérie et en France où l'inflation est contrôlée et elle diminue en Turquie et Tunisie encouragée par la politique monétaire en place d'une part et du fait d'un ralentissement du tourisme lors de ces périodes d'instabilité d'autre part. C'est pourquoi, la Tunisie et la Turquie connaissent la plus forte baisse de réserves internationales (*res*) dans le court terme et qui se maintient tout le long de l'année. Celle-ci est limitée en France et Algérie. Cela s'explique par le fait que la France ayant un marché des capitaux très ouvert, la diminution des recettes commerciales est compensée par une entrée de devises par l'intermédiaire de placements financiers. En Algérie, les exportations ayant été peu affectées, les ressources financières du pays le sont aussi. Les effets sur le taux d'intérêt des pays sont faibles (*interet*), et pour la plupart peu significatifs, les pays étant contraints de maintenir ces taux à un niveau élevé pour garantir la crédibilité de leur économie.

Un choc dans les températures (*temp*) a un impact négatif important en France durant les deux premiers mois. Les effets sur la production (*y*) de l'Algérie et de la Tunisie sont limités. En Turquie,

l'impact est tout d'abord positif puis, au-delà d'une certaine température, négatif. Ces résultats rappellent les conclusions des analyses ricardiennes concernant les conséquences positives puis négatives d'une augmentation des températures¹⁵ à partir d'un certain seuil (Mendelson *et al.*, 2000 ; Kurukulasuriya *et al.*, 2006). Les exportations des pays (*xpt*) sont peu affectées hormis en France et en Turquie au cours du deuxième mois qui succède au choc. Ces effets limités s'expliquent par le fait que durant les décennies 80 et 90, les pays de la région ont connu une élévation des températures limitée. Or celle-ci va s'accroître dans les années à venir sachant qu'elle part déjà d'un niveau relativement haut (Stern, 2006, Plan Bleu, 2008, IPCC, 2007). Cela va engendrer alors des dégâts très importants dans un futur très proche. Une simulation des pertes futures que ces pays connaîtront, selon un scénario *business-as-usual*, permettra de mettre en lumière ces coûts. Les prix (*prx*) réagissent faiblement en France et en Algérie. En revanche, ils augmentent au terme des troisième et quatrième mois en Tunisie et en Turquie du fait d'une dégradation de la production agricole qui se fait ressentir tout au long de l'année. Les réserves en devises (*res*) sont alors peu affectées. Enfin, seulement en Turquie, le taux d'intérêt subit un léger fléchissement à partir du deuxième mois.

Si un choc des températures a un effet limité sur les économies de notre échantillon, en revanche, une variation extrême de cet indicateur pouvant refléter des périodes de sécheresse intense ou de climat très froid impacte largement et négativement les économies des pays (*vtemp*). En effet, l'incidence sur la production (*y*) sont immédiats et de grande ampleur en France et dans une certaine mesure, en Tunisie. Ils se maintiennent dans le plus long terme en Algérie et en Turquie. Les exportations de l'ensemble des pays (*xpt*) diminuent alors sensiblement, en particulier dans les premiers mois qui suivent le choc. Les prix (*prx*) augmentent en Tunisie et en Algérie du fait d'une diminution de la production, notamment de la production agricole. La tendance est plutôt à la baisse en France et en Turquie. Cela peut s'expliquer dans une certaine mesure par une diminution de la fréquentation touristique du fait de ces épisodes de sécheresse ou de froid, en particulier en Turquie et par un ralentissement de l'activité économique dans les pays du nord de la Méditerranée. Les effets en termes de réserves en devises (*res*) sont faibles en Algérie et en France. En revanche, on constate une diminution de celles-ci en Turquie, immédiatement à la suite du choc et dans le plus long terme en Tunisie. Le taux d'intérêt (*interet*) reste inchangé en France, contrainte par le régime de change en place, alors qu'en Algérie, en Tunisie et en Turquie les autorités monétaires tentent de relancer la croissance économique par une action à la baisse sur cet indicateur.

L'annexe 2 met en lumière l'implication des chocs climatiques dans la variation totale de chaque indicateur. Le résultat est saisissant. En effet, il ressort de cette étude le fait que dans les années 80 et 90, les chocs climatiques étaient déjà responsables d'une variation parfois supérieure à 20% de la production des différents pays, dans le court et le moyen terme. Les chocs extrêmes expliquent la diminution de la production sur l'ensemble de la période considérée (8 mois). Ils jouent un rôle particulièrement important en Turquie et en France. De même, on peut leur attribuer près de 10% de la variation des exportations et parfois plus de 15% de la variation des prix, notamment en Turquie.

¹⁵ Ce type d'analyse repose sur l'hypothèse selon laquelle pour tous les secteurs sensibles au climat, il existe une température qui maximise le bien-être de ce secteur. En deçà de ce seuil une croissance des températures se traduit par une augmentation de la production. Au-delà de ce maximum, le secteur subit alors des pertes importantes.

Seule l'évolution des taux d'intérêt ne dépend pas directement du climat. De ces tableaux, il ressort donc une large dépendance de l'ensemble des économies de la région aux variations climatiques. La Turquie semble toutefois être le pays dont la production et les exportations sont les plus vulnérables au climat alors que l'Algérie spécialisée dans le secteur du pétrole paraît légèrement moins sensible. La France et la Tunisie sont dans une position intermédiaire, la Tunisie étant cependant relativement moins dépendante du climat.

4. Conclusions et recommandations

L'objectif de cette étude est de mettre en lumière les coûts économiques pour les pays méditerranéens liés à la variation du climat. Plus particulièrement, l'accent est mis sur l'impact des événements extrêmes subis par les pays durant les deux dernières décennies. Le choix des pays a été orienté en vue de considérer des économies ayant des profils et des positions géographiques différents. L'évolution des températures et des précipitations à l'échelle de chacun d'eux, en périodicité mensuelle a été retenue et la volatilité de ces indicateurs reflétant les variations extrêmes du climat a été calculée.

Il ressort de cette analyse des pertes considérables liées au climat durant les décennies 80 et 90 dans tous les pays de notre échantillon. Quelles que soient la position géographique du pays et sa spécialisation économique, tous subissent largement les effets néfastes d'une variation extrême des températures et des précipitations. Cela se traduit en particulier par diminution de la production des pays. Par voie de conséquence leurs exportations chutent considérablement, en particulier dans les régions agricoles et lorsque les événements extrêmes impactent des infrastructures de production souvent mal localisées. Dans ce cas, il est très difficile pour le pays de faire face à ce choc dans le court terme et les pertes s'étendent alors sur l'ensemble d'une année. En outre, la diminution de la production peut avoir pour conséquence une augmentation des prix, en particulier des matières premières. Cette situation est particulièrement difficile pour les populations les plus pauvres qui connaissent des difficultés supplémentaires à se nourrir. Cela peut engendrer des épidémies et des mouvements massifs de populations des campagnes vers les villes, pas toujours équipées pour recevoir un flux important de personnes. Au-delà des effets économiques, les conséquences sociales sont alors catastrophiques. Une diminution des exportations a pour effet un assèchement des réserves internationales des pays. Cela pose des problèmes en particulier lorsque ces derniers ont opté pour un régime de change fixe ou quasi-fixe. Ils connaissent alors des pressions déstabilisatrices pouvant engendrer des dépréciations du taux de change. Ils disposent alors d'une marge de manœuvre encore plus réduite d'autant que tous les pays ayant de fortes contraintes en termes de stabilité des taux d'intérêt, les autorités ont un pouvoir très faible pour relancer la croissance économique.

Notre analyse a montré que d'ores et déjà, la variation du climat, en particulier les mouvements extrêmes des températures et des précipitations avaient pour conséquences des pertes économiques très importantes pour les pays pouvant freiner le développement économique de ces derniers. Ces chocs climatiques expliquent déjà plus de 20% de la variation de la production et plus de 10% des

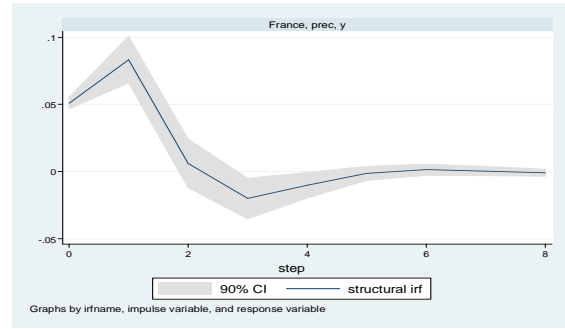
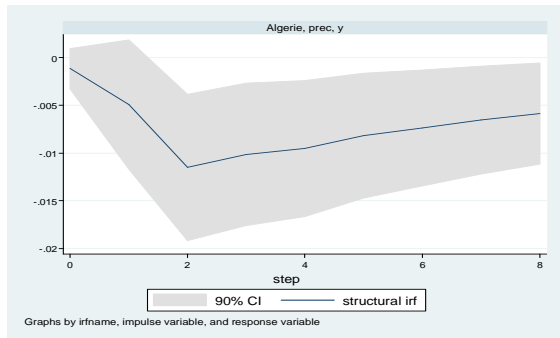
exportations de chacun d'eux. Le fait que tous les pays soient impactés et que les effets ne diffèrent pas forcément en fonction de la situation géographique et de la spécialisation des pays montre que ces derniers ne sont absolument pas préparés à affronter les variations futures du climat. Les températures ne vont cesser d'augmenter, de même que la fréquence et la puissance des événements extrêmes. S'il faut plus d'une année pour amortir les effets néfastes de ces chocs et s'ils deviennent plus récurrents, il ne sera pas possible pour les pays de la région méditerranéenne de leur faire face dans le futur. Cette étude révèle donc le manque de mesure d'anticipation et d'adaptation de l'ensemble des pays de notre échantillon pour prévenir ou limiter les chocs climatiques. Il est nécessaire qu'une coopération régionale s'organise en vue de renforcer les capacités des pays à affronter de tels chocs. Un prolongement de cette étude visera à souligner l'ampleur des pertes si rien n'est fait dans les années à venir, compte tenu des anticipations d'évolution du climat dans la région.

Annexe 1. Réponses des pays à un choc de précipitations (*prec*)

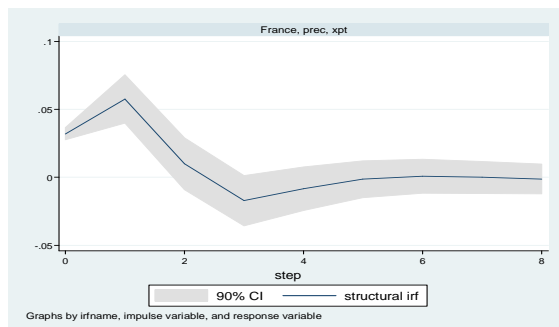
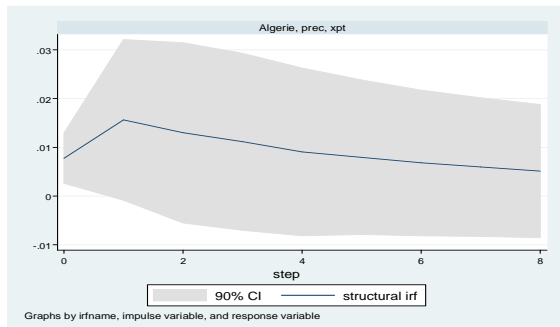
Algérie

France

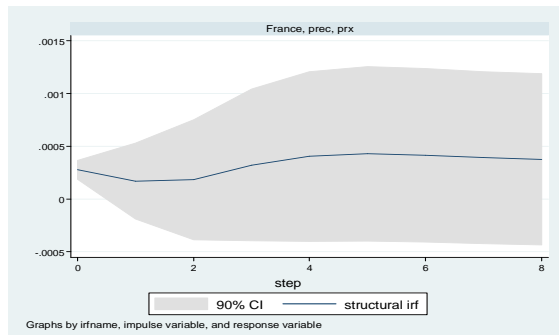
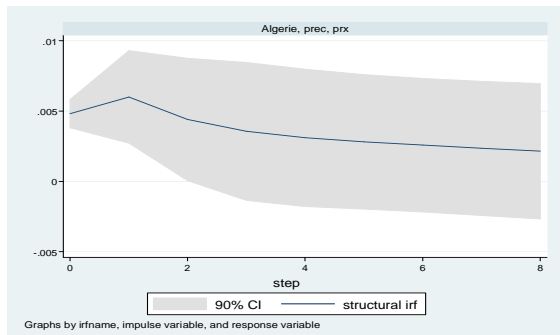
y



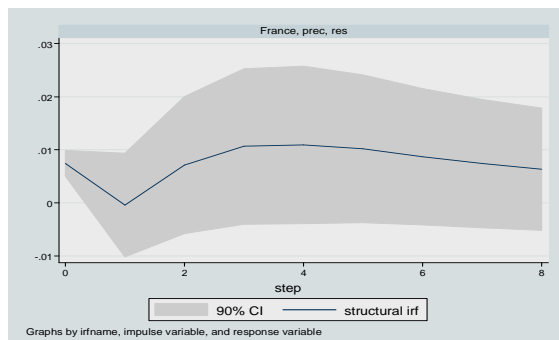
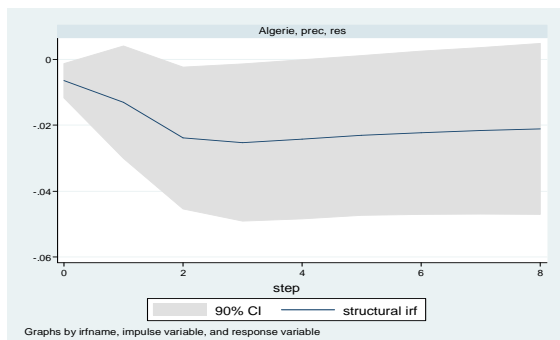
xpt



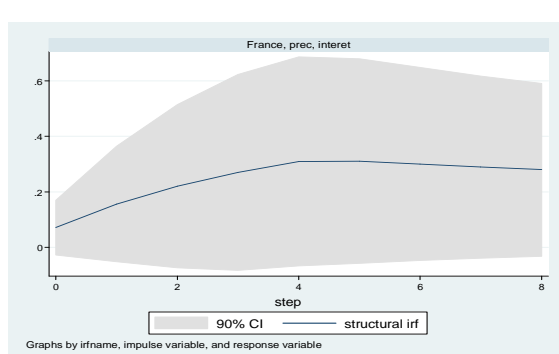
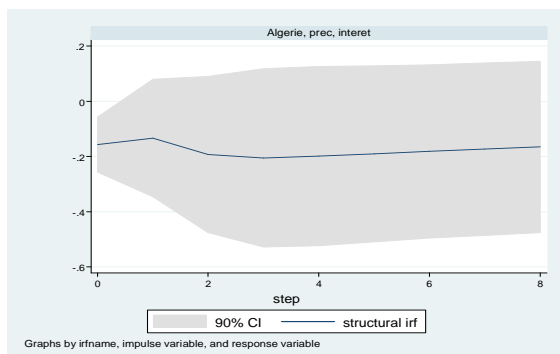
prx



res



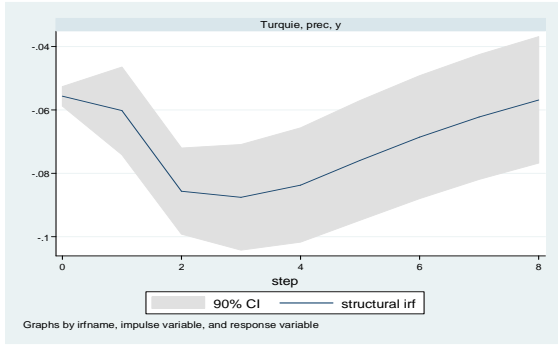
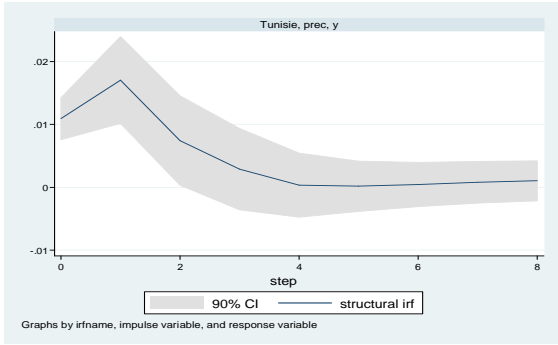
interet



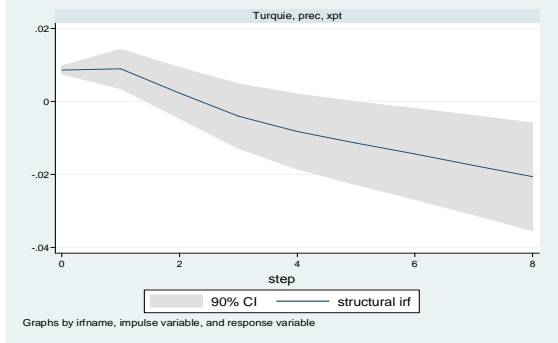
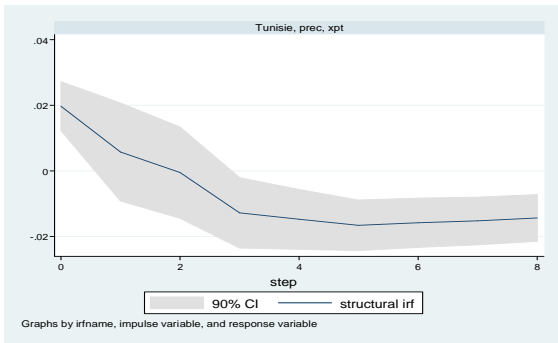
Tunisie

Turquie

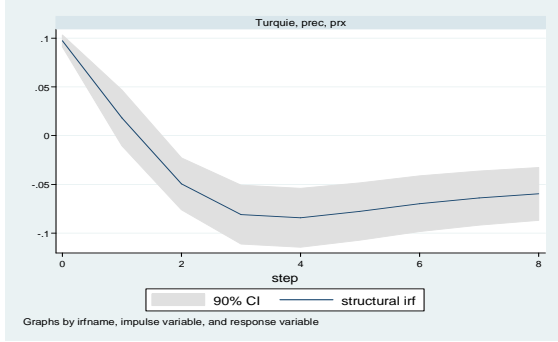
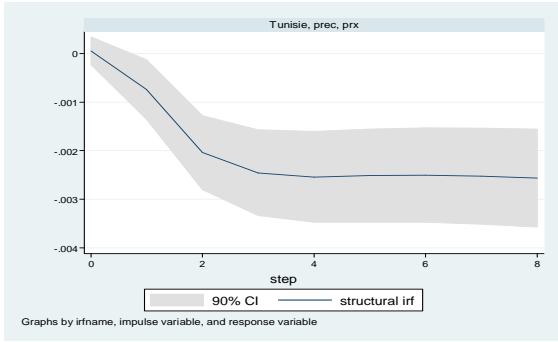
y



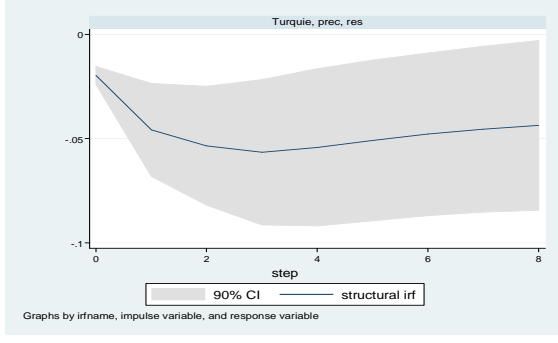
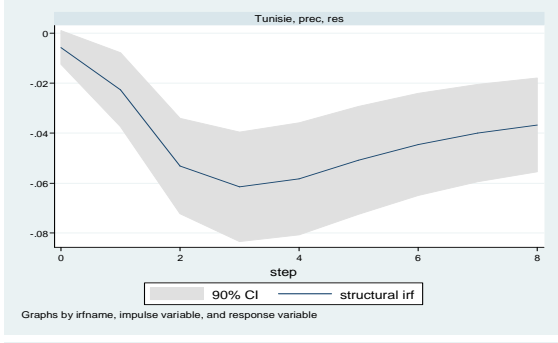
xpt



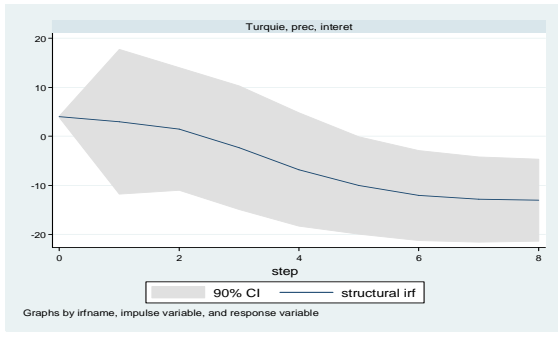
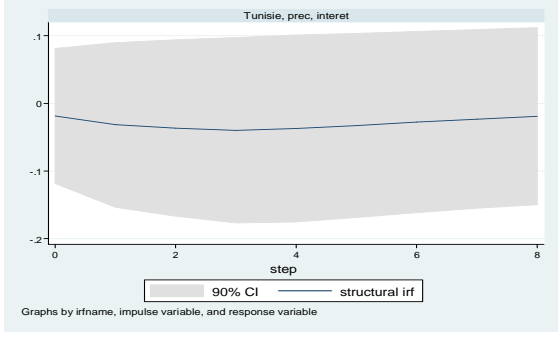
prx



res



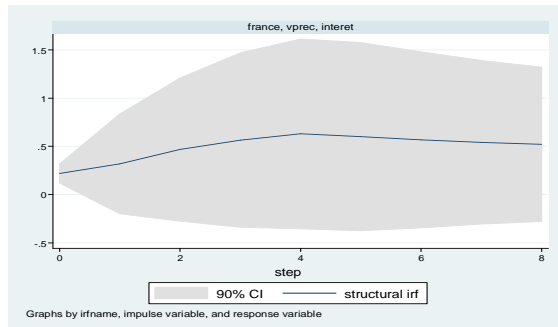
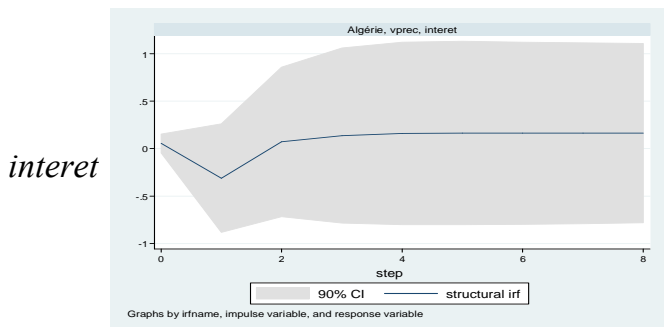
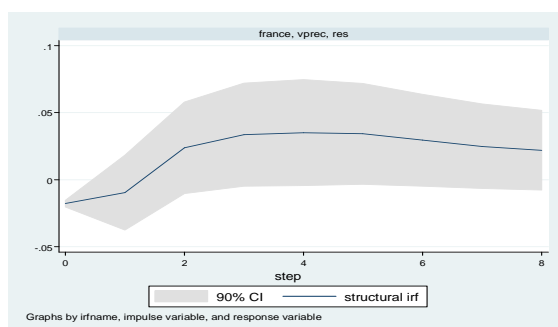
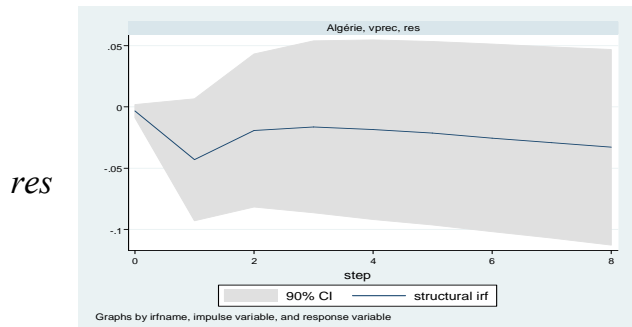
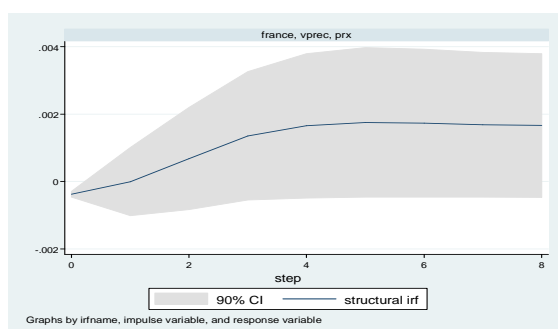
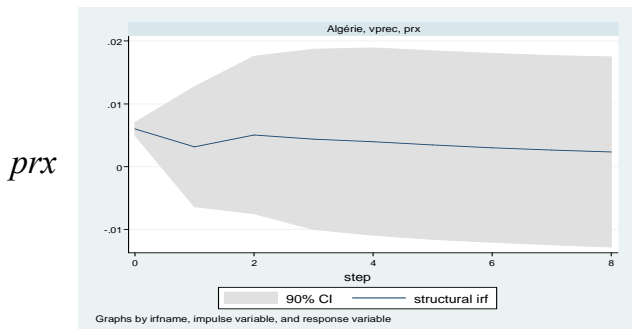
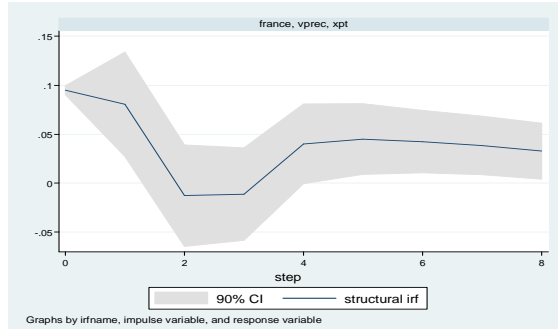
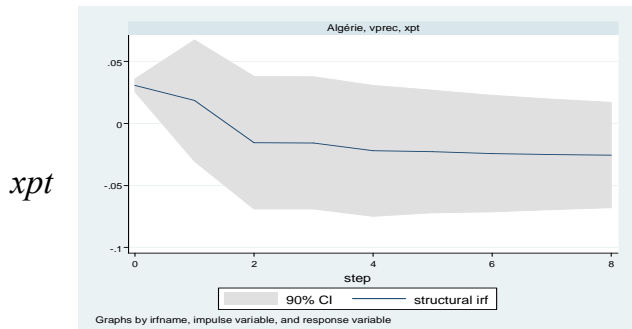
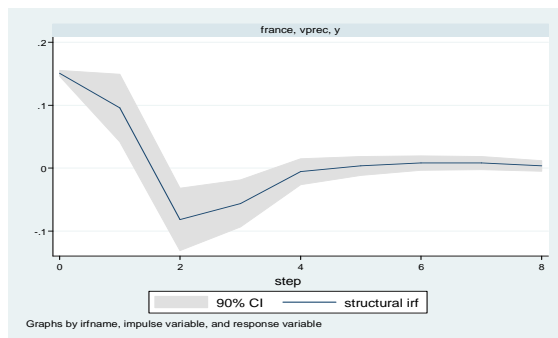
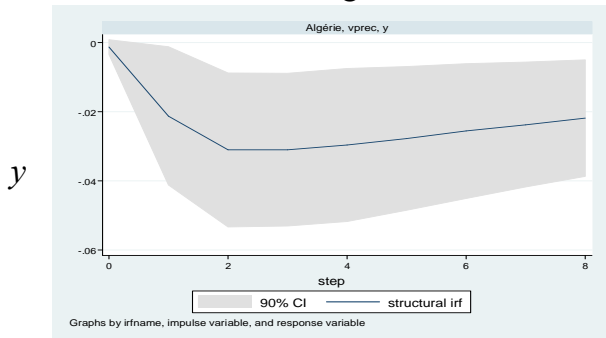
interet



Réponses des pays à un choc de variations des précipitations (*vprec*)

Algérie

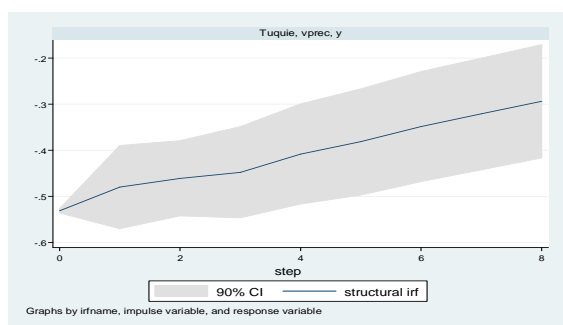
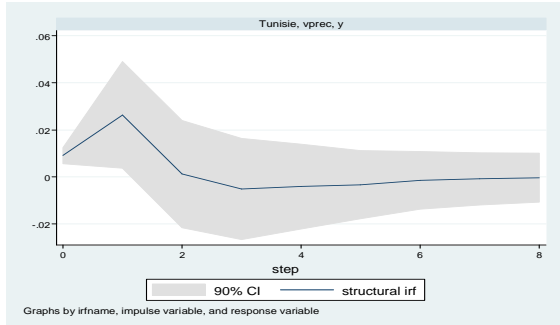
France



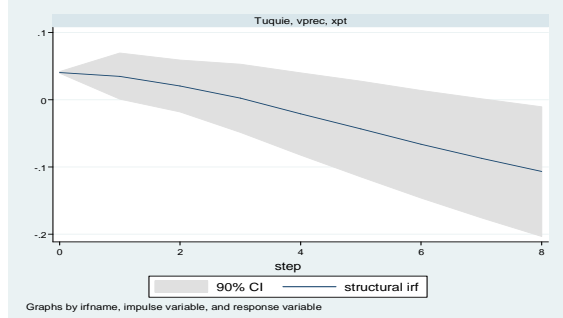
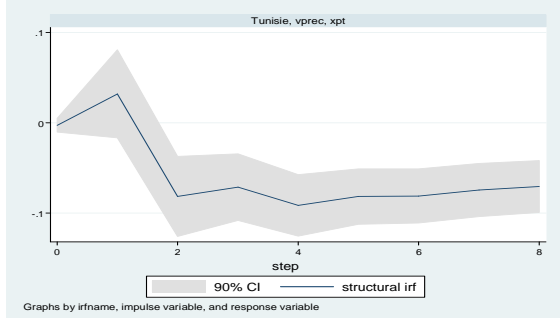
Tunisie

Turquie

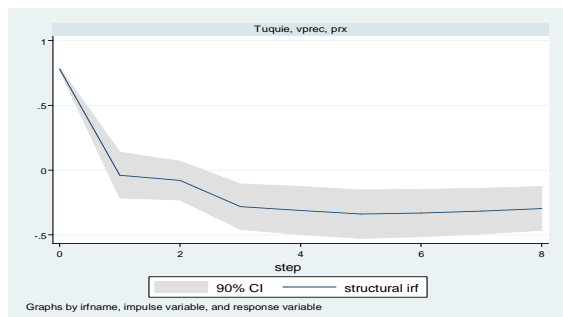
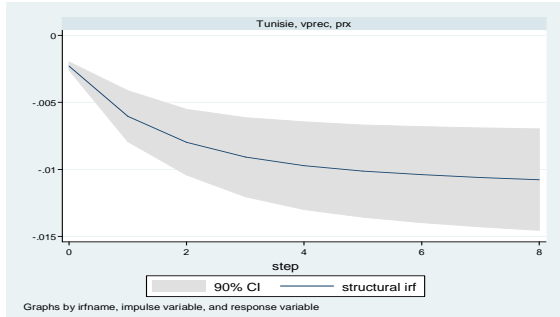
y



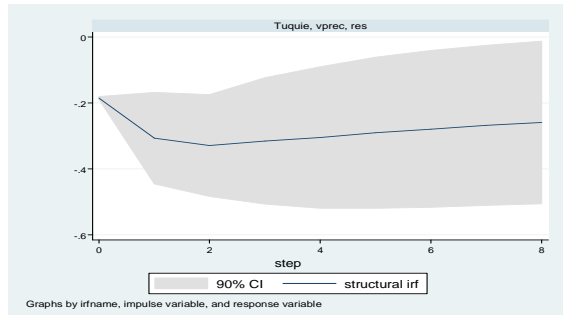
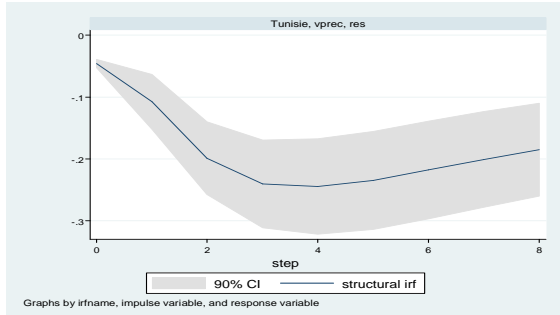
xpt



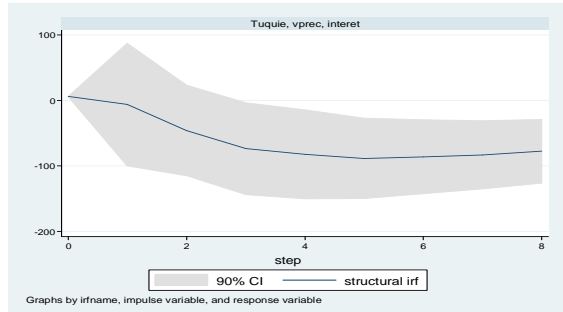
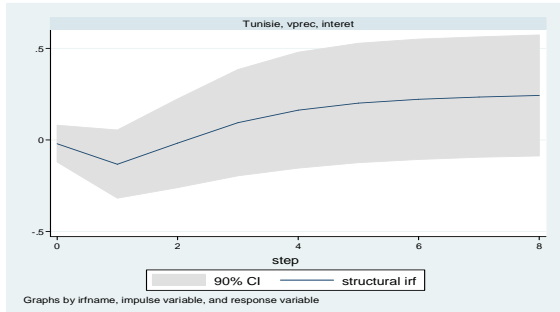
prx



res



interet

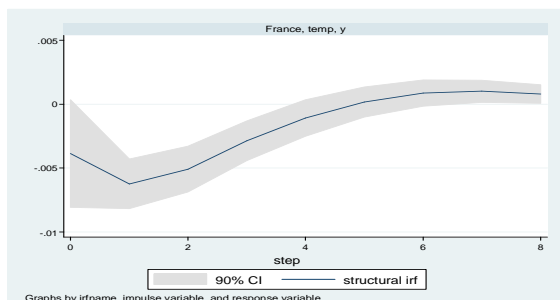
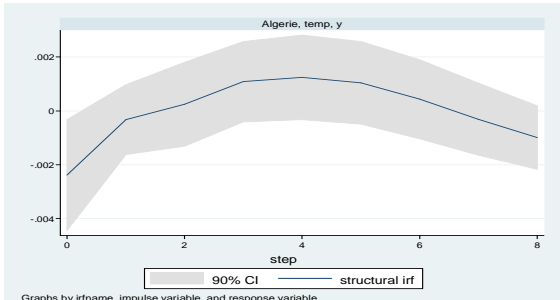


Réponses des pays à un choc de températures (*temp*)

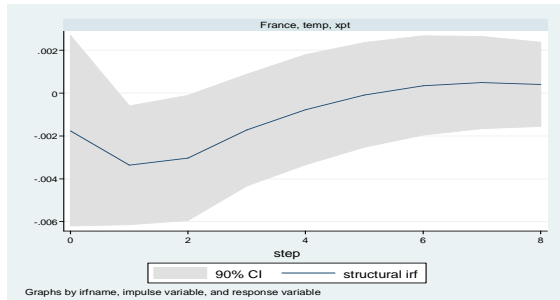
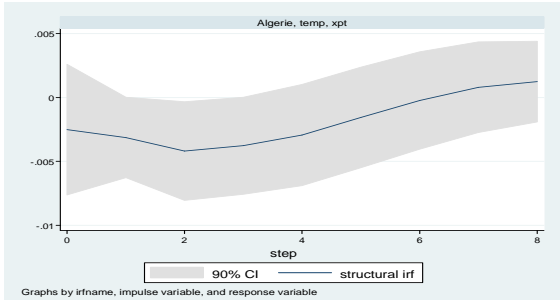
Algérie

France

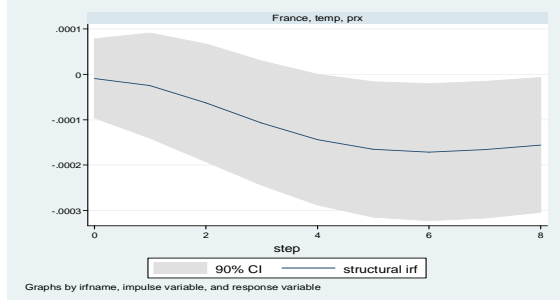
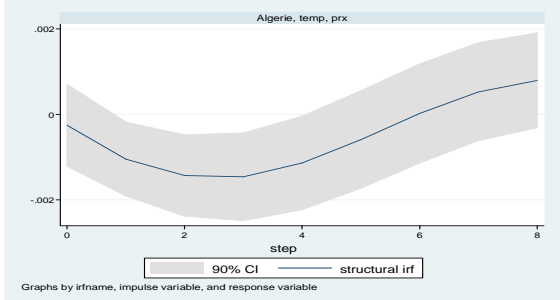
y



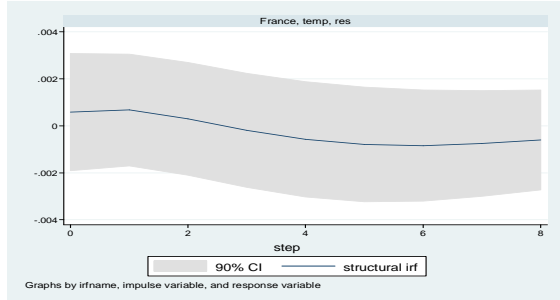
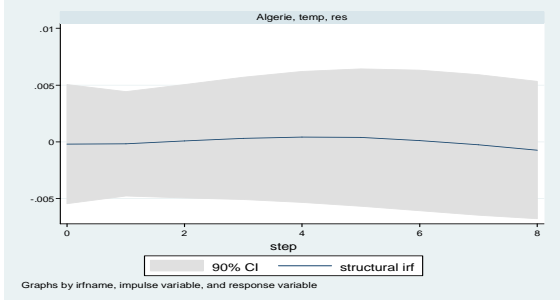
xpt



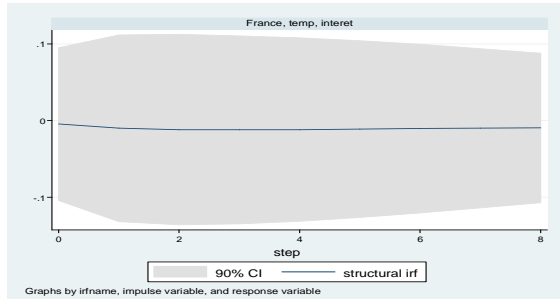
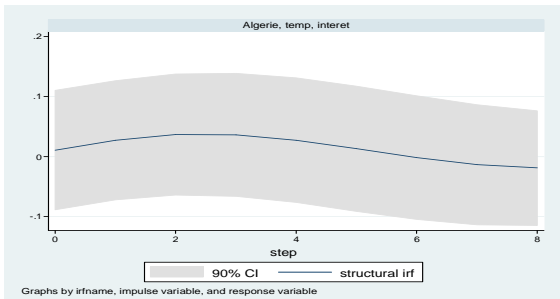
prx



res



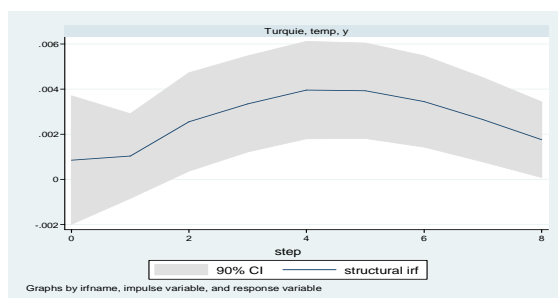
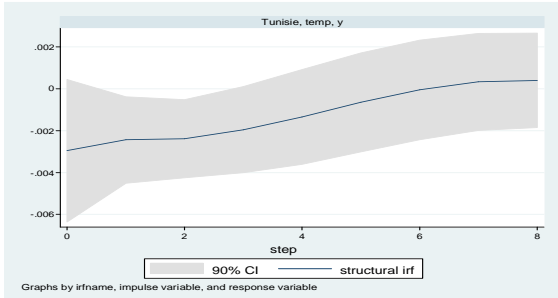
interet



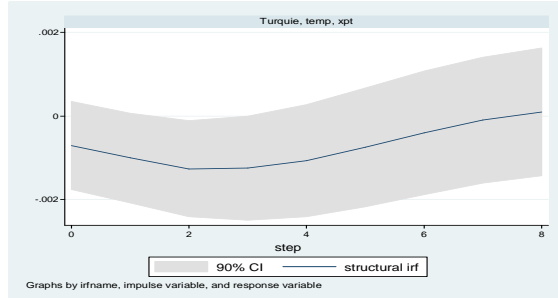
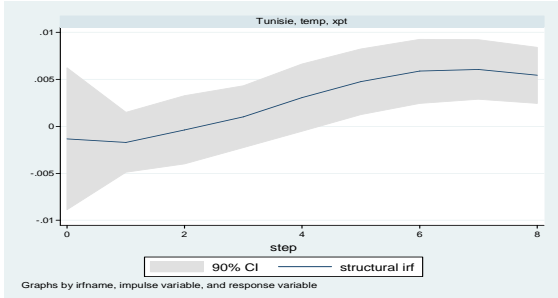
Tunisie

Turquie

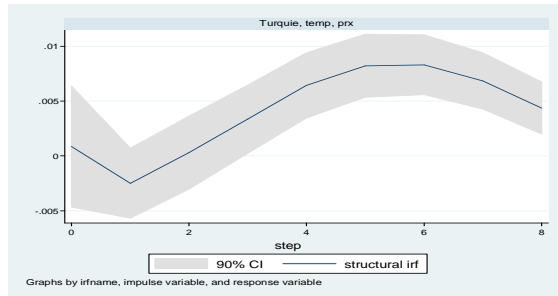
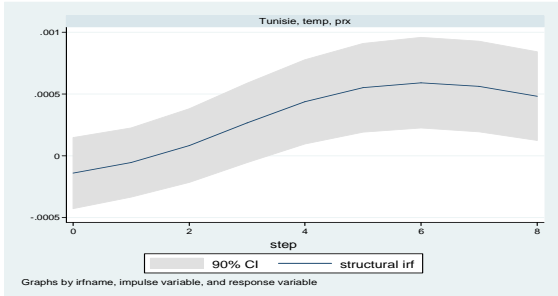
y



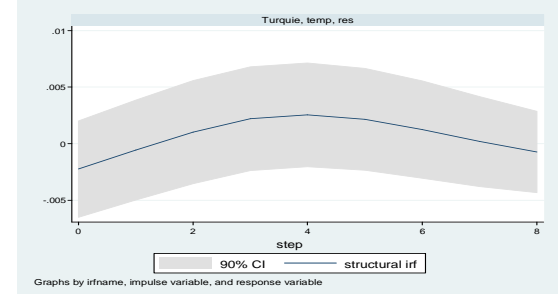
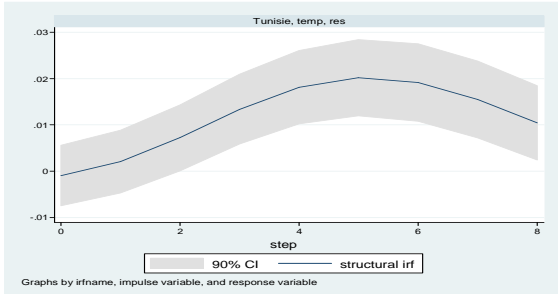
xpt



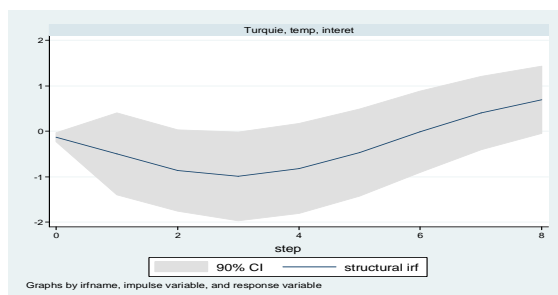
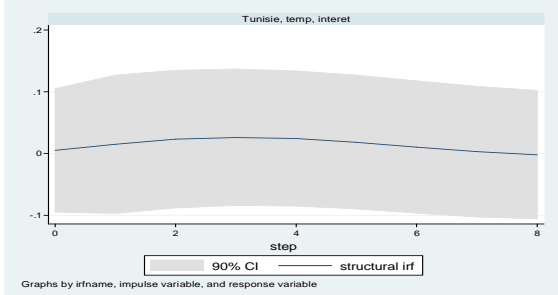
prx



res



interet

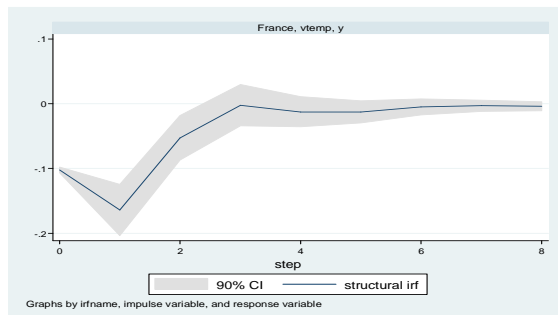
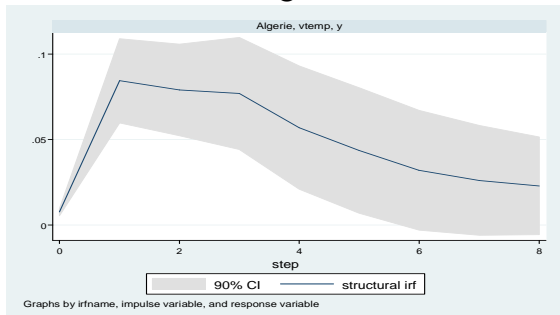


Réponses des pays à un choc de variations des températures (*vtemp*)

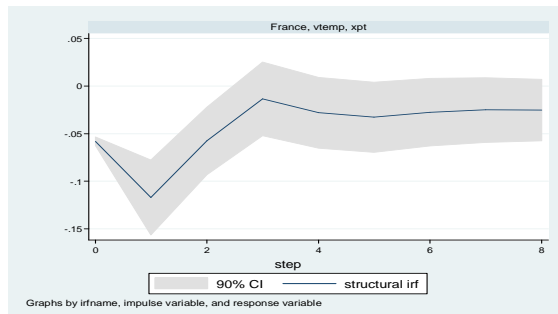
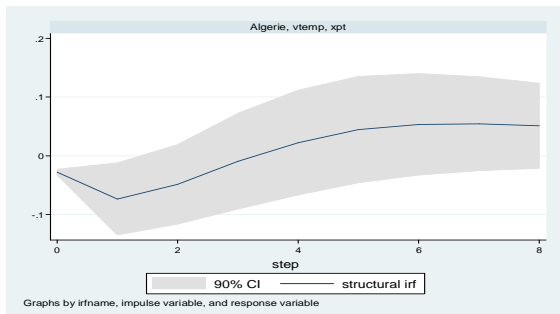
Algérie

France

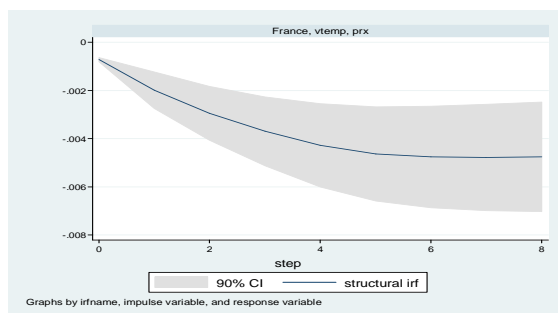
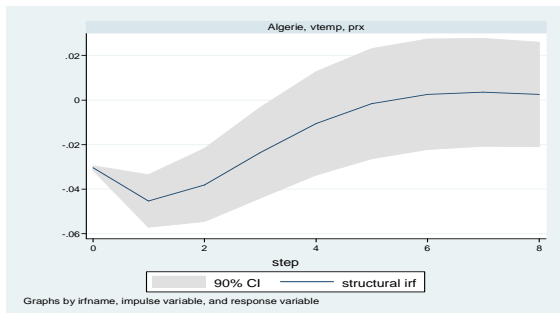
y



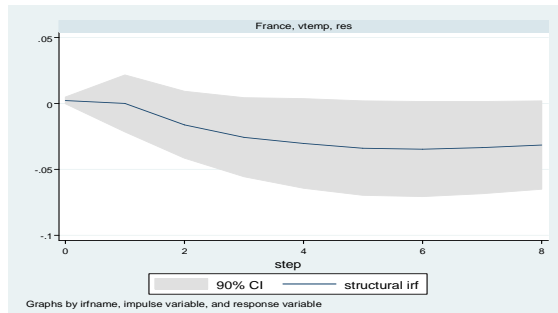
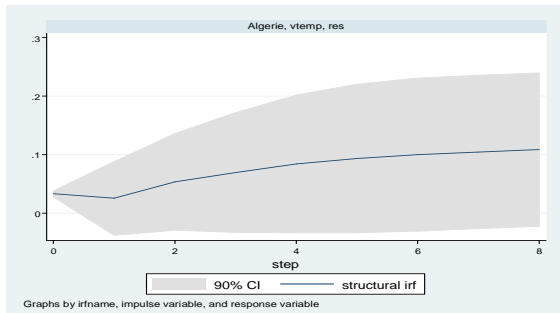
xpt



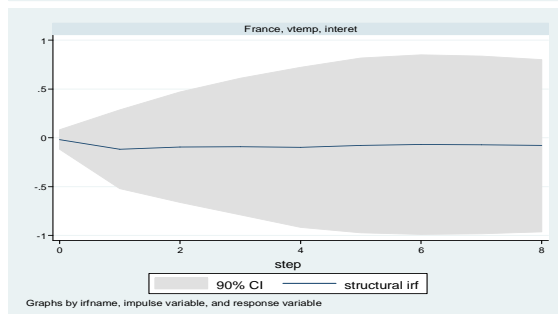
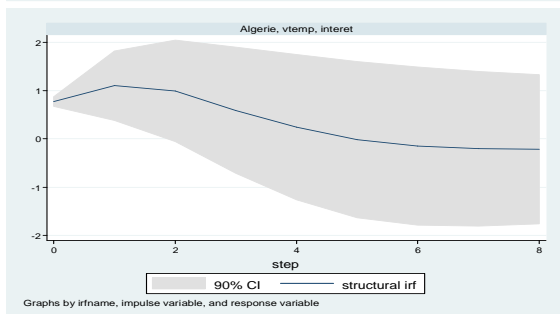
prx



res



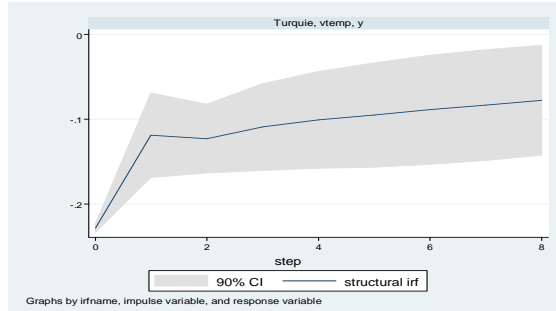
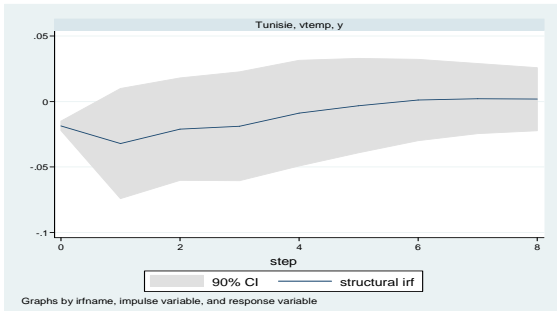
interet



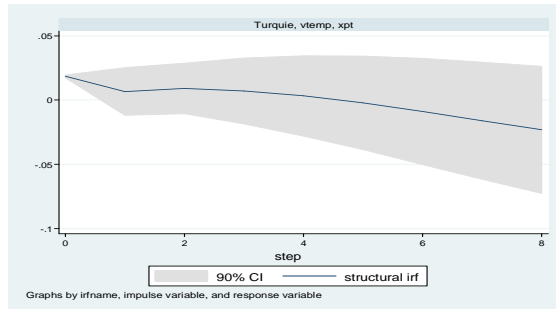
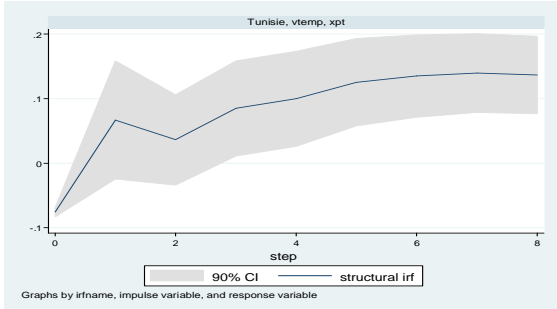
Tunisie

Turquie

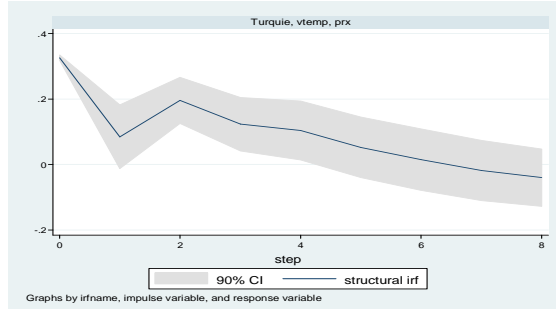
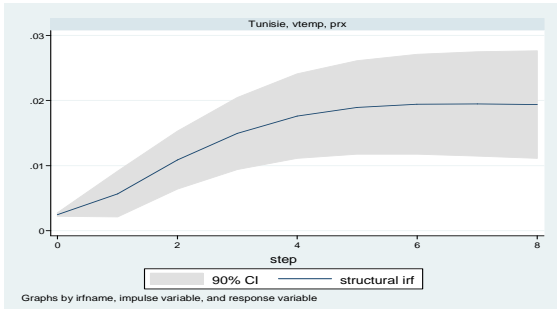
y



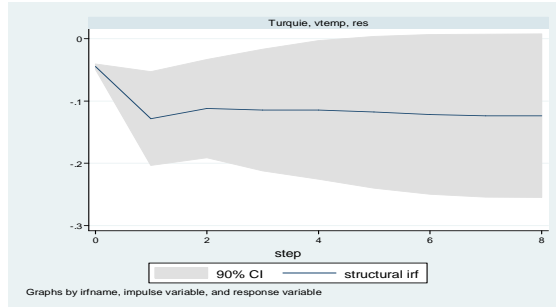
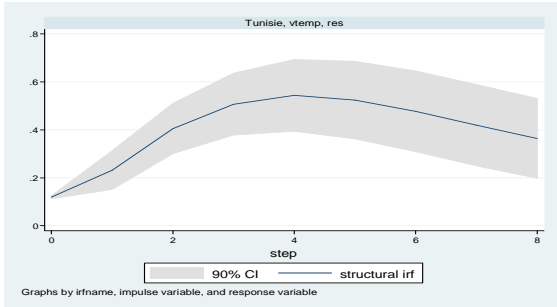
xpt



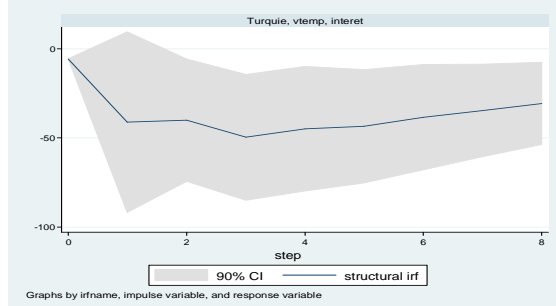
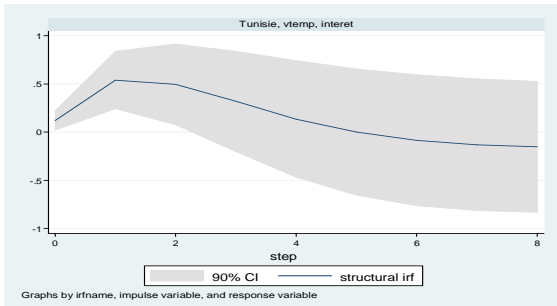
prx



res



interet



Annexe 2. Décomposition de la variance à la suite d'un choc de précipitations (*prec*)

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
.000289	.082402	.025455	.000084
.004063	.236094	.069573	.026908
.018628	.232019	.070968	.113043
.025999	.238528	.06885	.166088
.030657	.239464	.066689	.199757
.033123	.238536	.06527	.215824
.03468	.237718	.064185	.224751
.03562	.236973	.063349	.229875
<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>
.002199	.031485	.017135	.012368
.008299	.102629	.017511	.009264
.009645	.08872	.015547	.007936
.01026	.084453	.020384	.014538
.010179	.078405	.026345	.021917
.010016	.072959	.033745	.02805
.009768	.068666	.039795	.033102
.009508	.065211	.045055	.037809
<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>
.022283	.006286	.000092	.003689
.030807	.003323	.009464	.002991
.027912	.002589	.054154	.064038
.024922	.003172	.091826	.118961
.022418	.004066	.116349	.157488
.020411	.004788	.131324	.17792
.018719	.005213	.141301	.189138
.017254	.005431	.148811	.195825

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>
.001464	.005803	.001819	.000022
.004428	.003158	.015084	.003755
.011265	.00431	.063768	.006811
.01558	.007071	.10467	.009402
.017658	.009219	.12914	.010382
.018546	.010574	.14083	.010726
.018834	.011164	.146169	.010782
.018808	.011344	.148527	.010793
<i>int</i>	<i>int</i>	<i>int</i>	<i>int</i>
.006725	.001664	.001675	.001414
.005701	.003876	.002846	.002572
.007184	.006438	.003611	.00472
.008292	.009219	.004261	.005344
.008868	.012173	.004513	.005219
.009146	.014438	.004508	.005436
.009248	.016094	.004349	.006253
.009248	.017378	.004124	.007412

Décomposition de la variance à la suite d'un choc de variations des précipitations
(*vprec*)

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
.000039	.072138	.001519	.044244
.00789	.088896	.011541	.140914
.018392	.103758	.010389	.160032
.026044	.11088	.010264	.172653
.031123	.110347	.010165	.176449
.034896	.109817	.010095	.177445
.037552	.109516	.009956	.17713
.039592	.109303	.009823	.176326
<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>
.00384	.029222	.000031	1.1e-06
.003929	.04037	.003909	.007949
.003494	.03506	.025088	.020376
.00343	.03181	.039284	.033322
.003804	.032095	.060266	.045329
.004208	.033362	.075074	.05559
.004681	.034297	.088321	.064053
.005164	.034858	.098456	.070974
<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>
.003703	.00133	.014128	.004031
.002561	.000515	.059453	.090875
.002723	.001241	.101408	.18186
.002643	.003511	.135309	.236189
.002524	.005746	.161196	.26697
.00236	.007441	.181199	.282073
.002191	.008535	.196727	.288961
.002027	.009244	.209151	.291379

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>
.000043	.003727	.010275	.003663
.004243	.002644	.033957	.00816
.003525	.004481	.089914	.00794
.003017	.007665	.141872	.006651
.002761	.010244	.178445	.005672
.002667	.012146	.2027	.005026
.002711	.013036	.218391	.004584
.002852	.01337	.228796	.004258
<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>
.00009	.001724	.000185	.005374
.001482	.002181	.003384	.008239
.001041	.003352	.002215	.007223
.000929	.004641	.002437	.00751
.000908	.005908	.00388	.008332
.000902	.006705	.005736	.009092
.000899	.007235	.007561	.009724
.000899	.007632	.009242	.010197

Décomposition de la variance à la suite d'un choc températures (*temp*)

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
.034514	.057475	.022365	.004799
.026983	.172976	.030656	.008643
.020477	.220682	.038411	.028813
.020958	.235929	.043384	.054628
.022307	.236649	.045144	.08284
.022724	.235771	.044913	.104585
.021431	.236411	.044172	.117372
.020366	.237734	.043714	.121991
<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>
.006422	.011244	.000943	.023213
.012538	.042426	.002351	.033805
.019446	.054558	.002146	.043129
.023232	.054305	.002508	.045223
.023867	.050575	.00623	.042362
.022408	.04701	.014744	.036812
.020592	.044365	.026826	.030981
.019398	.042444	.038797	.026126
<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>
.00187	.000762	.007296	.001271
.019372	.002552	.004694	.009414
.036335	.010318	.004213	.007896
.045883	.025536	.01091	.018209
.046084	.044834	.025183	.052858
.040884	.063086	.042549	.101267
.035381	.077057	.057385	.143023
.03235	.086156	.06651	.1671

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>
.000038	.003896	.000634	.01431
.000041	.005002	.00194	.007563
.00003	.003982	.015679	.006209
.000052	.003311	.049961	.008585
.000085	.003822	.096543	.01137
.000098	.005067	.139185	.01262
.000085	.006281	.16692	.012258
.000086	.007039	.177966	.011388
<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>
.000892	.000737	.001584	.000108
.003227	.00175	.006586	.00145
.005585	.00238	.013285	.004834
.006711	.002743	.018475	.009196
.006583	.00298	.020716	.011974
.00578	.003121	.020237	.012804
.00502	.003211	.018345	.012695
.004633	.003282	.016293	.013303

Décomposition de la variance à la suite d'un choc de variations des températures
(*vtemp*)

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
.000731	.082694	.001684	.014796
.065373	.233229	.005497	.07688
.089551	.241015	.006572	.101979
.108648	.239947	.007485	.126713
.111001	.239224	.007507	.141777
.109522	.239308	.007378	.152554
.105801	.238717	.00726	.159637
.102279	.238042	.007179	.164367
<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>	<i>xpt</i>
.001581	.02704	.006003	.000348
.00937	.105573	.00997	.00838
.009635	.105359	.010031	.008126
.008203	.095541	.015492	.006231
.007569	.090452	.022449	.004727
.008299	.088318	.033075	.004323
.00956	.085884	.044492	.004907
.010808	.083735	.055938	.006168
<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>	<i>prx</i>
.05176	.011767	.004193	.000348
.090114	.038434	.014457	.00838
.09118	.067087	.040489	.008126
.07961	.095689	.073108	.006231
.066922	.122405	.103886	.004727
.056977	.144606	.128502	.004323
.049572	.161312	.1467	.004907
.043832	.173583	.159667	.006168

Algérie	France	Tunisie	Turquie
<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>	<i>res</i>
.002093	.000144	.019129	.047804
.001949	.000079	.048266	.043509
.003591	.002812	.112889	.050665
.00562	.007757	.17811	.058963
.007902	.013115	.229169	.066571
.010044	.018687	.261441	.071871
.01192	.023556	.27945	.075025
.01352	.027393	.287842	.076521
<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>	<i>interet</i>
.008985	.000026	.001657	.00198
.013426	.000479	.015487	.014628
.013931	.000497	.01772	.01774
.011897	.000494	.01557	.02046
.009833	.000521	.012865	.020997
.008308	.00051	.010834	.020927
.007267	.000496	.009511	.020762
.006522	.000496	.008651	.020943

Références

- Blanchard, O., Quah, D. (1989), “The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances”, *American Economic Review* 79, 655-673.
- Boer, G., G. Flato, and D. Ramsden (2000), “A transient climate change simulation with greenhouse gas and aerosol forcing: projected climate for the 21st century”, *Climate Dynamics* 16, 427–450.
- Buckle, R.A., Kim, K., Kirkham, H., McLellan, N., Sharma, J. (2002), “A structural VAR model of the New Zealand business cycle”, *New Zealand Treasury Working Paper*, 02/06.
- Clarida, R. et Gali, J. (1994), “Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: How Important are Nominal Shocks?”, *NBER Working Papers* 4658.
- Cushman, D.O., and T. Zha (1997), “Identifying Monetary Policy in Small Open Economy under Flexible Exchange Rate,” *Journal of Monetary Economics* 39, 433-448.
- Emori, S., Nozawa, T., Abe-Ouchi, A., Namaguti, A., Kimoto, M. (1999), “Coupled ocean-atmospheric model experiments of future climate change with an explicit representation of sulphate aerosol scattering”, *Journal Meteorological Society Japan* 77, 1299–1307.
- Engle, R.F. and C.W.J. Granger (1987), “Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation, and Testing”, *Econometrica* 55, 251-276
- Gali, J. (1992), “Does the IS-LM Model Fit US Postwar Data ?”, *Quarterly Journal of Economics*, CVII, 708-738.
- Giannakopoulos C., Bindi, M., Moriondo, M., P. LeSager and T. Tin., “Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise”, WWF Report.
- Hallegatte, S., Hourcade, J.C., Dumas, P. (2007), “Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: Illustration on extreme events”, *Ecological Economics* 62(2, 20), 330-340.
- Hamilton, J.D., 1994. *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- IPCC, 2007, *Climate Change 2007*, the Fourth IPCC Assessment report.
- Kim, S. and N. Roubini (2000), “Exchange Rate Anomalies in the Industrialized Countries: A Solution with a Structural VAR Approach,” *Journal of Monetary Economics* 45, 561-586.
- Linnerooth-Bayer, J., Mechler, R. (2006), “Insurance for assisting adaptation to climate change in developing countries: a proposed strategy”, *Climate Policy* 6, 621–636.
- Lack, C. et Lenz, C., (2000), “A Program for the Identification of Structural Var Models”, *WWZ-Studie*, 58, april.
- Mackowiak, B. (2007), “External Shocks, US Monetary Policy and Macroeconomic Fluctuations in Emerging Markets,” *Journal of Monetary Economics* 54, 2512-2520.
- Mendelson, R. (2007), “Measuring climate impact with cross-sectional analysis”, *Introduction to the Special Issue in Climatic Change* 81(1).
- Mendelson, R., Morrison, W., Schlesinger, M. E., Andronova, N.G. (2000), “Country-specific market impacts of climate change”, *Climatic change* 45, 553-569.
- Munich Re, (2009). *Topics Geo Natural catastrophes 2008. Topics*. Munich Reinsurance Group, Munich.

- Nordhaus, W.D. (2006), "Geography and macroeconomics: New data and new findings", *Proceedings of National Academy of Sciences* 103(10), 3510-3517.
- Nordhaus, W.D., Boyer, J.G. (2000), *Warming the World: The Economics of the Greenhouse Effect*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Plan Bleu - PAM-PNUE and BEI (2008), *Climate Change, Energy and the Mediterranean*.
- Plan Bleu (2005), *MEDITERRANEE – Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement*, Benoit, G, Commeau, A., éditions de l'Aube.
- Sims, C.A. (1986), "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?", *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 10, 2-16.
- Sims, C.A., J.H. Stock and M.W. Watson, (1990), "Inference in Linear Time Series Models with Some Unit Roots". *Econometrica*, 58, 113-144.
- Sims, C.A. and T. Zha (1995), "Does monetary policy generate recessions? :Using less aggregate price data to identify monetary policy," *Working paper*, Yale University, CT.
- Smith, J.B. Schellnhuber, H.-J., Mirza, M.M.Q., Fankhauser, S., Leemans, R., Lin, E., Ogallo, L., Pittock, B., Richels, R.G., Rosenzweig, C., Tol, R.S.J., Weyant J.P., Yohe, G.W. (2001), "Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis" *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 913-967.
- Stern, N. (2006), "The Economics of Climate Change", *The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Svensson, L.E.O. (1994), "Fixed Exchange Rate as a Means to Price Stability: What have we Learned?", *European Economic Review* 38, 447-468.
- Swiss Re, (2007), *Sigma, Natural Catastrophes and Man-Made Disasters in 2006*. Swiss Reinsurance Company, Zurich.
- Tol, R.S.J. (2002), "Estimates of the damage costs of climate change – part II: dynamic estimates", *Environmental and Resource Economics* 21, 135-160.
- Tol, R.S.J. (2006), "Integrated Assessment Modelling", Working Paper FNU-102.
- Tol, R.S.J. (2007), "Why Worry About Climate Change? A Research Agenda", *Nota di Lavoro* 136, Fondazione Eni Enrico Mattei.