

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA



Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion  
Département des Sciences Economiques

## MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de  
MASTER EN SCIENCES ECONOMIQUES

Option : **Economie quantitative**

### L'INTITULE DU MEMOIRE

**Emission de CO<sub>2</sub>, croissance économique, consommation d'énergie et importation dans les pays du BRIC (1992-2014)**

Préparé par :

- HAMITOUCHE Chahra
- MOUHOUBI Souad

Dirigé par :

D<sup>r</sup>. BOUZNIT Mohamed

Date de soutenance : 02/07/2019

#### **Jury :**

Président : GHARBI Hassiba

Examineur : BELKADI Ghania

Rapporteur : BOUZNIT Mohamed

Année universitaire : 2018/2019

*En premier lieu nous tenons à remercier le « ALLAH » pour la patience et la santé. Qu'il nous a offertes tout au long de nos études, sa bienveillance ainsi que la volonté de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Mr : BOUZNIT Mohammed qui nous a encadrés et conseillés tout au long de la préparation de ce mémoire, nous le remercions pour ses encouragements et tous les efforts qu'il nous a consacré.*

*Nous remercions également tous nos enseignants qui nous ont accompagnés durant notre parcours universitaire, pour le savoir qu'ils nous ont transmis.*

*Nos profonds remerciements pour les membres du jury qui ont accepté.*

*D'évaluer ce travail. Et puis, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à nos familles, nos amies et a Tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire*

## *Dédicace*

*La vie sème sur nos chemins divers obstacles à surmonter, mais elle met, également, sur ce dernier plusieurs personnes qui nous aident à le faire. Ainsi, je dédie ce travail à toutes ces personnes sans les quelles ma vie ne serait pas la même.*

*A mes très chers parents qui sont toujours avec moi dans les moments difficiles. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.*

*A mes grands parents*

*A mes frères*

*A mes sœurs*

*A mes amis*

*A tous ceux et toutes celles qui me sont très cher.*

*Sans oublier notre encadreur M<sup>r</sup> BOUZNIT Mohammed qui nous a vraiment aidé.*

*A ma chère binôme de recherche : chahra*

*Souad*

*Je dédie ce travail à toute ma famille en particulier mon fils Mustapha, mes amis...*

*chahra*

## ***Sommaire***

<b>Introduction générale</b> .....	02
<b>Chapitre I</b> : Revue de littérature relative aux facteurs déterminants des émissions de CO2.....	3
<b>Chapitre II</b> : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC .....	05
<b>Chapitre III</b> : Modélisation économétrique de de la relation entre l'émission de CO2, de la croissance économique, les importations et la consommation d'énergie au sein des pays du BRIC (1992 à 2014).....	08
<b>Conclusion générale</b> .....	21
<b>Références bibliographiques</b> .....	58

## Résumé

Ce travail consiste à étudier la relation entre les émissions de CO<sub>2</sub>, croissance économique, consommation d'énergies et importation dans quatre pays émergents (BRIC). Ce panel nous a permis de vérifier l'hypothèse de la courbe d'environnementale de Kuznets. Nos résultats d'estimation à l'aide d'un modèle à effet fixe estimé par la méthode FGLS, démontrent que la croissance économique et la consommation énergétique, sont les deux causes principales de la dégradation environnementale, ainsi que l'intensification des besoins d'approvisionnement en matière première a fait que les importations impactent les émissions de CO<sub>2</sub>.

Des solutions, sont proposées afin d'alléger le problème, à savoir le renforcement d'innovation dans la technologie propre, le développement des ressources renouvelables et la mise en place des stratégies de développement durable à travers l'investissement dans le potentiel humain.

**Mots clés :** Emissions CO<sub>2</sub>, Croissance économique, Consommation d'énergie, Importations, BRIC. Courbe environnementale de Kuznets.

## Abstract

This study aims to identify the nature of the relationship between CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, energy consumption and imports in four emerging countries (BRIC), throughout the period from 1992 to 2014. This panel allowed to test the hypothesis of environmental Kuznets curve. The obtained results by using the FGLS method to estimate the fixed effect model, show that economic growth and energy consumption are the two main causes, as well as the intensification of raw material supply needs caused imports to impact CO<sub>2</sub> emissions.

Solutions are proposed in order to solve the problem of atmospheric pollution, promoting the innovation in clean technology, development of renewable resources and implantation of sustainable development strategies through investment in the human potential.

**Keys words:** CO<sub>2</sub> emissions, Economic growth, Energy consumption, Imports, BRIC, Environmental Kuznets Curve.

ملخص :

هذا العمل يتمحور حول دراسة العلاقة بين إفرازات ثاني أكسيد الكربون؛ معدل التطور الاقتصادي؛ معدل استهلاك الطاقة والواردات في أربع دول نامية (BRIC) .

سمحت لنا هذه المجموعة من الدول بتحقيق إثبات صحة فرضية منحنى كيزنيت للبيئة .

نتائج التقدير الإحصائي بمساعدة النموذج fixedeffect model، المقدر بالطريقة FGLS تبين أن التطور الاقتصادي و الاستهلاك الطاقوي يمثلان السببان الرئيسيان في التدهور البيئي؛ زيادة عن ذلك كثافة المتطلبات بالتزويد بالمواد الأولية أدى إلى أن الواردات تأثر على إفرازات أكسيد الكربون.

مجموعة من الحلول اقترحت للتخفيف من هذا المشكل؛ من بينها دعم الابتكار والإبداع في المجال التكنولوجيا النظيفة؛ تطوير مصادرنا لطاقة المتجددة ووضع خطط للتنمية المستدامة عبر الاستثمار في الطاقة البشرية

الكلمات المفتاحية: ثاني اكسيد الكربون،النموالاقتصادي، الاستهلاك الطاقوي الواردات BRIC، منحنى كيزنيت للبيئة .

## **Introduction générale**

Les émissions de dioxyde de carbone, dues au processus de combustion des énergies fossiles, n'ont pas cessé d'augmenter depuis la révolution industrielle (XIX siècle), qui émanent des machines de plus en plus avancées sur le plan technologique conjugué à l'expansion des transports dû aux échanges de biens qui présentent un avantage comparatif<sup>1</sup> du fait du besoin incessant du développement de l'activité humaine. Selon les données émanant de la Banque Mondiale, ces émissions<sup>2</sup> sont passées de 936705.835 kilotonne/ an en 1960 à 36138285 kilotonne en 2014, soit une hausse de 3758% en l'espace de 47 ans. Cette hausse exponentielle est jugée de « démesurée » par les écologistes d'où l'intérêt accordé au défi environnemental mondial qui a suscité beaucoup d'attentions et de préoccupations en raison de changements dramatiques sur la biodiversité, la qualité de l'air et le climat qui a connu un réchauffement dû aux gaz à effet de serre (GES), principalement le dioxyde de carbone, qui absorbent les rayonnements infrarouges émis par la surface terrestre. Ils représentent aujourd'hui un problème sérieux pour l'humanité, qui tente à garder la planète habitable pour les générations futures. En effet, plusieurs Accords ont été conclus entre pays afin de protéger l'environnement en luttant contre le réchauffement climatique. Les Accords de Paris élaborés dans le cadre des Nations Unies sur le changement climatique sont considérés les plus importants dans ce sens. Le traité est entré en vigueur le 4 novembre 2016, et il a été adopté et ratifié par 183 pays à ce jour. L'objectif principal de cet accord est de réduire la charge globale des émissions de gaz à effets de serre.

Parmi les plus gros émetteurs du gaz carbonique en 2017<sup>3</sup>, on trouve la Chine largement en tête avec 9829 tonnes métriques (soit 27.2% des émissions globales), suivie par les Etats Unis avec 5270 tonnes métriques (soit 14.6% des émissions globales), puis l'Inde avec 2467 tonnes métriques (6.8% des émissions globales), la Russie avec 1693 tonnes métriques (soit 4.7% des émissions globales) et enfin le Japon avec 1205 tonnes métriques (soit 3.3% des émissions globales). Il est à noter que les quatre pays émergents ; la Chine, l'Inde et la Russie qui en plus du Brésil ont constitué le 16 juin 2009 une alliance économique dénommée BRIC. La Russie continue à se retenir et elle déclare qu'elle

---

<sup>1</sup> Théorie de David Ricardo ( 1772, 1823)

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub> émanent lors de la combustion de combustibles fossiles et de la fabrication de ciment. Elles comprennent les émissions de dioxyde de carbone produites lors de la consommation de combustibles solides, liquides et gazeux et de torchage. (Banque mondiale)

<sup>3</sup> Données du Global Carbon Atlas (<http://www.globalcarbonatlas.org/fr/CO2-emissions>)

ratifiera l'accord d'ici 2020, l'économie russe est fortement basée sur la rente pétrolière, l'acier et le charbon. Ce dernier représente une part importante de la pollution atmosphérique dans la région.

L'importance des BRIC pour l'environnement est déterminée par le fait que, ces pays émergent ont un stade et un rythme de développement économique semblable qui est basé sur les combustibles fossiles et que l'Inde repose sur l'énergie nucléaire et le charbon. La Chine bien qu'elle soit l'un des plus gros polluants atmosphériques au monde déploie des efforts importants pour être plus durable et réduire les émissions de gaz carbonique.

Dès lors, la problématique traitée dans le cadre de ce mémoire consiste à étudier les déterminants des émissions de CO<sub>2</sub> dans les pays du BRIC. Ceci nous amène à étudier la nature de la relation entre les émissions de CO<sub>2</sub> avec la croissance économique, consommation d'énergie et importations des pays en question. De ce fait, la question centrale est la suivante :

Dans quelle mesure la croissance économique, la consommation d'énergie et les importations influencent-elles les émissions de CO<sub>2</sub> dans les pays du BRIC ?

Entre autres, nous allons essayer de confirmer, ou infirmer, l'hypothèse environnementale de Kuznets pour le cas des pays de BRIC durant la période allant de 1992 à 2014.

Pour ce faire, la méthodologie adoptée repose sur une revue de littérature qui a traité la question de l'hypothèse environnementale de Kuznets, de la relation consommation d'énergie et émissions CO<sub>2</sub> et l'impact des importations sur ces dernières. Suivie par une étude descriptive et comparative des grandeurs macroéconomiques du groupe d'une part, et une modélisation économétrique en données de panel d'autre.

**Chapitre I : Revue de littérature relative aux facteurs déterminants des émissions de CO2.**

**Introduction**

L'origine de la pollution atmosphérique ou pollution de l'air, par les émissions de dioxyde de carbone est la résultante de multiples facteurs qui sont étroitement liés entre eux.

Le développement financier ainsi que l'ouverture commerciale, ont fait entrer les grands pays émergents aux premiers rangs de la croissance économique, ces évolutions du développement économique accélérées sont inquiétantes vis-à-vis de l'environnement et sur la consommation accélérée et accrue des ressources énergétiques ainsi que l'apparition du phénomène de délocalisation des activités économiques(IDE) vers les pays en voie de développement.

Dans ce chapitre, nous avons essayé de voir le lien entre les émissions de dioxyde de carbone avec certains facteurs économiques (consommation d'énergie, croissance économique, ouverture commerciale et IDE). Pour cela, nous avons exploré quelques travaux empiriques illustratifs.

**1- Impact des IDE sur les émissions de CO2.**

Dans un contexte de mondialisation et d'ouverture financière ainsi que l'élimination des barrières aux IDE recommandé par le processus de Washington, le volume des IDE à destination des pays en développement, s'est considérablement accru vu qu'ils se trouvent confrontés aux problèmes de financement de leurs activités économiques, avec des ressources domestiques souvent insuffisantes et un problème déjà existant d'endettement, donc le premier intérêt porté aux investissements étrangers, dans les pays en transition est justifié par les apports en ressources financières. Ajoutant à ça, d'autres attentes à savoir, le transfert de technologie et l'effet d'apprentissage, amélioration de la capacité de gestion locale, un accès plus facile aux marchés internationaux (débouchés, approvisionnements), une meilleure productivité et une croissance économique soutenue.

Alors que, l'environnement est devenu un point sensible et prioritaire dans les pays développés, ses entreprises industrielles tendent à déplacer leurs activités polluantes vers des zones où les règles sont moins strictes ou moins appliquées.

Les pays émergents font face à un dilemme, ils peuvent être tentés de maintenir leurs faibles réglementations environnementales, afin d'attirer et d'accueillir les sociétés multinationales et d'autres à s'investir dans leurs territoires, tout en bénéficiant de la mise en œuvre des stratégies de développement économique, qui se sont trouver inévitablement confrontés à la question d'IDE, en revanche, l'endommagement de leurs environnements.

Ce double intérêt entre ces deux extrémités de pays, a poussé les pays développés à délocaliser leurs industries polluantes vers les pays en voie de développement (PED) pour tirer profit des réglementations laxistes (absence de taxes et réglementations moins rigoureuses). Ajoutant à cette délocalisation, d'autres motifs explicatifs, la minimisation des coûts (d'une part le coût de la main d'œuvre est faible, d'autre part les ressources naturelles sont en abondance dans ces pays d'accueil).

Le débat sur les IDE et l'environnement se concentre essentiellement sur l'hypothèse de havre de pollution. Des fondements théoriques pour cette hypothèse, sont développés par Copland et Taylor (1994, 1995, 2001).

Selon Lessard (2013), effet de laxisme de la réglementation environnementale, est si fort qu'il devient un avantage comparatif qui amène les industries polluantes à quitter les pays industrialisés pour aller s'établir dans les pays en voie de développement. Dans sa forme modérée, appelé effet de havre de pollution, le laxisme de la réglementation n'est qu'un facteur de localisation parmi d'autres qui ensemble, déterminent la localisation des usines.

Empiriquement, la validation de l'hypothèse de havre<sup>4</sup> de pollution est assez compliquée, car les sociétés multinationales semblent prêter d'autres attentions à des issues telles que, le coût de la main d'œuvre, l'accès aux marchés, qu'à la sévérité de la réglementation environnementale des pays d'accueil.

Des recherches empiriques telles que celles Peng et al (2011) ont étudié la relation dynamique bidirectionnelle entre la réglementation environnementale et les IDE entre 1985 et 2009 en Chine, en utilisant la fonction de réponse impulsionnelle du modèle VAR et la méthode de décomposition de la variance. Les résultats montrent que l'impact de la

---

<sup>4</sup> Havre de pollution (hypothèse) : cette hypothèse postule que, dans les conditions de libre échanges, des réglementations environnementales trop exigeantes entraîneraient un risque de délocalisation des industrie les plus polluantes vers les destinations avec une politique environnementale plus laxiste.

réglementation environnementale sur les IDE devient de plus en plus faible à long terme, ce qui confirme l'hypothèse de havre de pollution. Dans une autre étude d'Apresian(2016), qui a étudié la tendance des entrées des IDE en Indonésie, qui augmente de façon continue car elle applique des normes environnementales moins strictes, mais que le niveau de pollution augmente également de manière significative d'une année à l'autre, donc, elle confirme l'hypothèse de havre. Aliyu et Muhamed Aminu(2005) ont examiné l'impact de la politique environnementale sur la décision de localisation (sortie d'IDE) et également l'impact des IDE dont l'activité est polluante dans les pays d'accueil sur les émissions totales annuelles de CO2. Ils ont collecté deux types de données pour une période de onze ans (de 1990-2000). Les données relatives aux 14 pays en développement (IDE entrants) et pour onze pays développés pays de l'OCDE (IDE sortants), en utilisant la méthode d'estimation GLS (moindres carrés généralisés) Les résultats obtenus indiquent que les IDE polluants sont positivement corrélés avec la politique environnementale dans les onze pays de l'OCDE. Mais les afflux des IDE n'ont pas été significatifs pour expliquer le niveau de la pollution et la consommation d'énergie dans les 14 pays hors OCDE. Toutes ces analyses ont révélé que, plus la réglementation environnementale dans un pays est laxiste et souple, plus qu'il est probable d'attirer des capitaux d'investissement.

Doytchet Uctum(2012) ont analysé la relation entre les entrées des capitaux (IDE) au niveau sectoriel et la dégradation de l'environnement ainsi que l'effet de Halo et l'argument de paradis de la pollution (effet de havre de pollution), en utilisant les données de 1970-2000 à l'aide d'une estimation par l'approche de GMM (modèle de mélange gaussien). Le signe négatif suggère que les données soutiennent l'effet de Halo, tandis qu'un signe positif est compatible avec l'effet de havre. Ils ont constaté que les flux des IDE dans le secteur manufacturier appuient l'argument du paradis de pollution, tandis que, ceux qui entrent dans le secteur service, soutiennent l'hypothèse de l'effet de halo<sup>5</sup>, pour appuyer sur les résultats de cette dernière étude, nous illustrons par l'étude de Kostakis et al (2016) qui ont étudié le rôle des entrées d'investissements étranger sur la qualité d'environnement mesurée par les émissions de CO2 à l'aide d'une variété de modèles d'estimation(ARDL, FMOLS, MCO) le cas du Brésil et Singapour allant de 1970 à 2010. Les résultats indiquent que les entrées d'IDE ont entraîné une dégradation

---

<sup>5</sup> Halo de pollution (hypothèse) : hypothèse selon laquelle la libéralisation des échanges et l'ouverture aux IDE conduit à des transferts de technologie et de savoir faire favorable à l'environnement.

d'environnement au Brésil mais pas au Singapour. Ces résultats soulignent l'importance de la composition sectorielle des IDE entrants en déterminant son impact sur la qualité d'environnement (environ 60% des entrées d'IDE au Singapour viennent s'investir dans le secteur des services, tandis que, pour le Brésil le secteur le plus attiré par les IDE est le secteur industriel).

Busse (2004), Tamazian et al (2009), Zheng et al (2010) et List et Co (2000) concluent que les IDE n'étaient pas la cause de la pollution d'environnement, mais bien au contraire les IDE contribuent à promouvoir l'efficacité énergétique des pays d'accueil et à réduire le « pollution heaven effect ». Zheng et al (2010) soutiennent aussi que les IDE n'étaient pas responsables de la dégradation de l'environnement, à travers une étude en Chine sur la relation existante entre les flux des IDE et la pollution de l'aire et concluent que, les villes chinoises, ayant les plus haut flux d'IDE sont celles qui ont le niveau de pollution le moins élevé. Tamazian et al (2009) ont trouvé que l'augmentation des flux d'IDE est associée à de faible niveau d'émission de gaz carbonique en l'occurrence le CO<sub>2</sub>, puisque les flux d'IDE encouragent la recherche et le développement.

D'autres chercheurs comme Acharyya(2009), Zheng et pengfei(2017), Shahbaz et al (2011), Ren et al (2014), Bakhsh et al (2017) se sont penchés également sur la même question, dans leurs études sur la relation existante entre les IDE, la croissance économique et l'environnement et ont démontré que les IDE avaient un impact positif sur la croissance économique, mais pour ce qui est de l'environnement la relation demeure négative.

## **2- Impact de la consommation d'énergie sur les émissions de CO2**

L'énergie est l'une des composantes la plus importante du processus de production et du développement économique. L'étude de la relation entre énergie et croissance économique a débuté dès les années 70. Le degré de l'évolution et la structure industrielles, détermine la demande d'énergie primaire dans le cadre de la croissance économique.

La qualité de l'aire est fortement affectée par les polluants émis par l'utilisation de l'énergie ou par sa production. Les principaux polluants se présentent sous plusieurs formes, nous intéressons aux émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui sont dues essentiellement aux combustibles fossiles : le charbon puis le pétrole et le gaz naturel.

La majeure partie des pays émergents comme la Chine et l'Inde et les pays industrialisés dits de transition, font une grande consommation de charbon dans leurs centres thermiques de production électrique. L'énergie et l'environnement établissent ou font un lien plus au moins évident dans leurs analyses et commentaires, entre la dégradation persistante de l'environnement et l'utilisation accrue de l'énergie.

Qu'est-ce que l'énergie ?

Le mot énergie vient du latin ancien « *energia* » qui veut dire « force en action ». Cette énergie est présente dans la nature sous différentes formes. Les énergies fossiles sont produites à partir de matières premières riches en carbone, issues de la fossilisation de matières organiques comme le pétrole, le charbon ou le gaz naturel. Ces matières de sous-sol sont présentes en quantités limitées et leurs réserves s'épuisent donc au fur et à mesure de leur exploitation contrairement aux énergies renouvelables. Elles représentent aujourd'hui plus de trois quarts de la consommation mondiale d'énergie. En effet, l'utilisation des énergies engendrent des gaz à effet de serre, plus particulièrement le dioxyde de carbone.

L'une des solutions pour combattre le problème de gaz à effet de serre est d'encourager le remplacement des combustibles fossiles traditionnels par les combustibles sans carbone à titre d'exemple, les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire.

Empiriquement, Farhani(2012) a étudié la relation de causalité entre la consommation d'énergie, la croissance économique et les émissions de CO2 dans 15 pays de MENA entre 1973-2008 en appliquant la méthode de Co-intégration et le teste de causalité. Le résultat de cette étude révèle qu'il n'existe aucun lien de causalité entre le PIB et la consommation d'énergie, et entre les émissions de CO2 et consommation d'énergie à court terme. Cependant, à long terme, il existe une causalité unidirectionnelle entre le PIB et les émissions CO2 avec la consommation d'énergie. Bikash et al (2014) ont examiné la relation entre la croissance économique, émissions de CO2 et la consommation d'énergie au Bangladesh allant de 1972 à 2011 à l'aide de teste de Co-intégration. Les résultats montrent que la consommation d'énergie a un impact positif sur la croissance économique alors qu'il est négatif sur les émissions de CO2, ce qui garantit qu'au Bangladesh, la croissance économique peut être obtenue sans dégrader la qualité de l'environnement. En

conclusion de ce résultat, la consommation d'énergie peut provoquer des émissions de CO<sub>2</sub>, mais en comparant les émissions du Bangladesh, celles-ci sont négligeables (0,1%) par rapport aux USA (24%). Javeria et al (2017) ont essayé de trouver une relation entre trois variables, à savoir émission de CO<sub>2</sub>, taux de croissance économique (PIB/ habitant) et consommation d'énergie dans un panel de pays de BRICS, pour l'ensemble de données annuelles de la période 1991-2011. Le modèle d'estimation de données en panel à effet fixe et à effet aléatoire ont été testés, en utilisant une régression de modèle linéaire standard (MLS). Les résultats montrent que les émissions de CO<sub>2</sub> ont une relation positive avec le PIB et avec la consommation d'énergie. De même, une autre étude a intégré les énergies renouvelables. Hadi et EkaPutri(2018) ont analysé l'effet de la consommation des énergies fossiles, la croissance démographique, et la consommation d'énergie renouvelables sur les émissions de CO<sub>2</sub>. La méthode utilisée était l'analyse de régression linéaire multiple avec l'approche des moindres carrés ordinaires(MCO) à l'aide de série chronologique de 1990 à 2014 en Indonésie. Le résultat a montré que la consommation de l'énergie fossile et la croissance démographique ont une influence positive sur les émissions de CO<sub>2</sub>, en revanche, la variable consommation de l'énergie renouvelable a un effet négatif sur le niveau des émissions de CO<sub>2</sub>.

Eric et Zhuang(2018) examinent la relation entre la croissance économique, intensité énergétique et émissions de CO<sub>2</sub> en Chine, à l'aide de régression statique et dynamique, de la causalité de Granger et de la fonction de réponse impulsionnelle. Les résultats montrent qu'en comparant les valeurs d'intensité énergétique différentes, la consommation de charbon est la plus élevée avec une moyenne de (4,296) suivie du pétrole avec une moyenne de (0,817) de l'électricité (0,226) et gaz (0,817). La forte dépendance de la Chine à l'égard de la consommation de charbon est donc probablement, l'une des principales causes de l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>. Les résultats indiquent également que les émissions de CO<sub>2</sub> ont un lien en forme de U inversé avec le revenu par habitant, ce qui conforte l'existence de l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets (EKC) en Chine. En outre, la croissance économique a un lien bidirectionnel avec la consommation d'énergie du carbone, tandis que, la consommation de charbon a également un lien bidirectionnel avec les émissions de CO<sub>2</sub>. Bozkurt et Akan (2014) ont réalisé une étude sur la relation entre la croissance économique, les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie à l'aide d'un test de Co-intégration. A cette fin, ils ont utilisé des périodes de

1960 à 2010 en Turquie et des données annuelles. Les résultats de cette analyse montrent que les émissions de CO2 affectent négativement la croissance économique, tandis que la consommation de l'énergie l'affecte positivement. Une augmentation de 1% de la consommation d'énergie augmente la croissance économique d'environ 6,5%. En même temps, une augmentation de 1% d'émission de CO2, réduisent la croissance économique d'environ 5%. Cela pourrait être expliqué par le fait que la croissance économique et le développement conduisent inévitablement à l'épuisement des ressources naturelles et à la dégradation de l'écosystème malgré l'augmentation du niveau de vie et la qualité de la vie. Al-Mulali(2011) a examiné l'impact de la consommation de pétrole sur la croissance économique des pays de la région MENA au cours de la période 1980-2009, sur la base des résultats des tests de cointégration. Il a été constaté que les émissions de CO2 et la consommation de pétrole avaient une relation de long terme avec la croissance économique. En outre il existe une causalité bidirectionnelle de Granger entre la consommation de pétrole, émissions de CO2 et croissance économique à court et à long terme.

De même Bouznit(2017) a mené une étude au sein de la même région, les pays de Moyen Orient et l'Afrique de Nord durant la période allant de 1980 à 2014. Pour ce faire, la forme fonctionnelle de type translog a été adoptée pour estimer la relation entre les émissions de CO2, la consommation d'énergie. Le PIB/habitant influence de façon positive les émissions de CO2 et la situation environnementale des pays s'améliore avec la croissance économique. Sayed Ali et Shah (2018) ont étudié l'impact du développement financier, la croissance économique et la consommation d'énergie sur la dégradation de l'environnement au Pakistan. Le test de Co intégration et des analyses de méthode de moindre carrées ordinaires ont été appliquées sur des données historiques de 1972-2014. Les preuves empiriques montrent que toutes les variables ont un effet significativement positif sur la dégradation de l'environnement, ce qui signifie qu'une augmentation d'une des variables exogènes augmentera la dégradation de l'environnement. Hossein (2011) a examiné sur une série chronologique de 1971 à 2007 des pays nouvellement industrialisés à l'aide d'un VECM. Les résultats montrent que l'élasticité à long terme des émissions de dioxyde de carbone par rapport à la consommation d'énergie (1,2189) est supérieur à l'élasticité à court terme de (0,5984), cela indique qu'au fil du temps, une consommation

d'énergie plus élevée dans les pays nouvellement industrialisés génère d'avantage d'émissions de CO2.

Palamalai et al (2015), ont examiné le lien de causalité entre diverses sources de consommation d'énergie, à savoir : le charbon, le pétrole brut, électricité et gaz naturel, l'émissions de CO2, la croissance économique et le commerce en Inde à l'aide d'un modèle de VECM de la période allant de 1970 à 2012. L'étude a montré une relation à long terme entre diverses sources de consommation d'énergie, la croissance économique, les émissions CO2 et le commerce en Inde. Dans l'ensemble, les résultats empiriques confirment que la croissance économique alimente diverses sources de consommation d'énergie, tels que le charbon, le pétrole brut, l'électricité et le gaz naturel. Les résultats révèlent que l'augmentation des émissions de CO2 est résultante d'un niveau élevé d'activité économique en Inde.

Lie et al (2017) ont examiné la relation entre les progrès technologiques dans le secteur de l'énergie et les émissions de carbone sur la courbe de Kuznets pour l'environnement (EKC), en utilisant le modèle MCO pour des données provenant de la Chine, allant de 1995 à 2012. Les résultats confirment l'hypothèse de la courbe de Kuznets. Ils ont utilisé ensuite l'investissement en recherche et développement dans le secteur d'énergie, comme indicateur quantitatif de progrès technologique, afin de tester son impact sur les émissions de CO2. Le résultat montre que le progrès technologique dans le secteur de l'énergie contribue à la réduction des émissions de CO2.

Amiri(2019) a examiné la relation entre l'innovation et la durabilité environnementale en Tunisie sur la période de 1971-2014, en utilisant le modèle ARDL avec la méthode de point de rupture et le test de causalité de Granger. Le brevet total est considéré comme mesure de l'innovation. Le résultat révèle la non acceptation de (EKC) et l'impact de la consommation de l'énergie est positif sur les émissions de CO2. De plus, même si l'effet d'innovation technologique est insignifiant, il contribue indirectement à réduire l'effet de la consommation de l'énergie. Il ya un impact au sens unique allant de l'innovation technologique vers la consommation de l'énergie, alors qu'il n'y a pas de causalité entre l'innovation technologique sur la croissance économique et sur les émissions de CO2. Manuchehr (2016) a examiné la relation entre la consommation des énergies renouvelables, l'innovation technologique, croissance économique et les émissions de CO2

dans les quatre pays du nord de l'Europe (Danemark, Finlande, Suède, Norvège), en utilisant le modèle VAR. Les résultats montrent que la consommation des énergies renouvelables améliore le bien être environnemental. Ces quatre pays ont une intensité énergétique très basse et une efficacité énergétique très élevée. L'innovation technologique joue un rôle efficace dans le lien de la croissance de consommation des énergies renouvelables et la réduction des émissions de CO2. Tajudeen et al (2014), ont examiné les liens dynamiques majeurs entre les émissions de CO2, consommation d'énergie, revenu, formation brute de capital fixe, progrès technique et ouverture commerciale en Malaisie de 1970 à 2012 à l'aide d'un VECM. Les résultats révèlent que le PIB réel, l'ouverture commerciale et les progrès technologiques ont un impact sur les réductions des émissions de CO2. Le teste de causalité au sens de Granger montre une relation à long terme allant du progrès technique à la réduction des émissions de CO2. Soumyananda (2015), dans une étude à la recherche d'une réponse à la question du rôle des progrès technologiques dans la réduction des émissions de CO2, à l'aide de modèle de VECM. Cette étude observe une causalité allant du progrès technologique vers les émissions de CO2 aux Etats-Unis au cours de 1963-2010 où il a été constaté que le progrès technologique est la force centrale qui entraîne une croissance des revenus et une réduction des émissions de CO2.

### **3- Impact de l'ouverture commerciale sur les émissions CO2**

L'étude de la relation entre l'ouverture commerciale et la qualité environnementale a fait objet de plusieurs études, les économistes sont arrivés à présenter la relation entre l'ouverture commerciale dans trois effets à savoir : effet d'échelle, effet de composition et effet technique.

#### **3-1- Effet d'échelle ( scale effect)**

Cet effet met en relation l'évolution du commerce et l'expansion de l'activité économique. Les hypothèses de cette relation sont : supposant que les activités et les technologies restent les mêmes, plus de commerce et plus d'investissement entraîneraient plus de pollution. Un tel mécanisme semble renforcer l'idée que l'augmentation de l'ouverture commerciale accroît la pollution.

### **3-2- Effet de composition (composition effect)**

Il se fonde sur l'approche de Heckscher-Ohlin, basé sur l'avantage comparatif de Ricardo, le modèle vise à expliquer que la présence des échanges internationaux mènent les pays à se spécialiser dans les secteurs où ils disposent d'un avantage comparatif. Le commerce affecte alors la composition de production, supposant que l'environnement est un intrant dans le processus de production, un pays avec une abondance relative à l'environnement (c'est-à-dire avec une politique environnementale laxiste) va augmenter sa spécialisation dans la production de biens intensifs en pollution suite à une ouverture de commerce. A l'opposé, un pays qui importe un bien polluant va voir sa production diminuer suite à l'ouverture. Cet effet fait référence à l'hypothèse du paradis de pollution (pollution haven hypothesis), selon laquelle les pays ayant des normes environnementales peu contraignantes, verront les firmes polluantes migrer vers leur territoire. Toutefois l'avantage comparatif peut concerner la dotation en deux facteurs de production (capital et travail), les pays en voie de développement ont une abondance relative en travail par rapport au capital. Ainsi une dégradation de l'environnement suite à l'ouverture au commerce extérieur dans ces pays serait plus probable si les secteurs intensifs en main d'œuvre étaient polluants, le cas contraire si les secteurs ont tendance plutôt à promouvoir l'environnement.

### **3-3-Effet technique**

La libéralisation, en ouvrant les pays en développement aux investissements, peut conduire à un transfert de technologie plus avancée et plus propre vers ceux-ci. Celle-ci peut surtout entraîner une augmentation des revenus des pays en développement, cela peut induire à une demande plus forte pour un environnement plus propre.

Empiriquement, plusieurs études ont été faites afin d'examiner l'effet de l'ouverture commerciale sur l'environnement, telles que les travaux de Mowadat et al (2015) qui ont examiné la relation entre la libéralisation du commerce et la qualité de l'environnement au Pakistan, en utilisant des données chronologiques de 1980 à 2010 à l'aide de teste de causalité de Granger. Les résultats montrent que les IDE augmentent la taille de production due à l'expansion du commerce, qui cause à son tour les émissions de CO2. J. Bernard et Mandal(2016) ont étudié l'impact de l'ouverture commerciale sur la qualité

de l'environnement en utilisant un modèle en données de panel pour 60 économies émergentes et en développement, en essayant d'examiner la relation commerce-environnement pour la période 2002-2012, à l'aide d'une estimation par la méthode de moments généralisés (MMG). Les résultats obtenus montrent que le modèle à effet fixe suggère que l'ouverture des échanges améliore les pays en développement mais avec plus d'émissions de CO<sub>2</sub>. Donc l'ouverture commerciale a un effet néfaste sur la qualité de l'environnement de ces économies.

D'autres études ont mis en évidence une association positive entre l'ouverture commerciale et les émissions de CO<sub>2</sub> comme celle de Frankel (2009), qui a trouvé que le commerce pourrait exacerber les problèmes de dégradation de l'environnement. Cole (2004) utilise les données sur les flux commerciaux Nord-Sud pour les produits à forte pollution. Il conclut que le commerce accroît la migration des déchets industriels polluants des pays développés vers les pays en développement. Managi (2004) analyse l'impact de libéralisation du commerce sur le niveau de dioxyde de carbone sur 63 pays entre 1960 et 1999, il constate qu'une augmentation de (1%) de l'ouverture commerciale augmentera le CO<sub>2</sub> de (0,579%). L. Pié et al (2018) ont examiné l'influence des importations et des exportations sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre, le cas de l'Union Européen de 30 pays sur 21 ans, un cadre bayésien a été utilisé pour les analyses effectuées avec un logiciel R. les résultats ont montré que ce sont les exportations et les importations des biens plutôt que des services, qui sont liées au niveau équivalent CO<sub>2</sub>, Plus un pays importe, plus les niveaux d'émissions GES sont importantes.

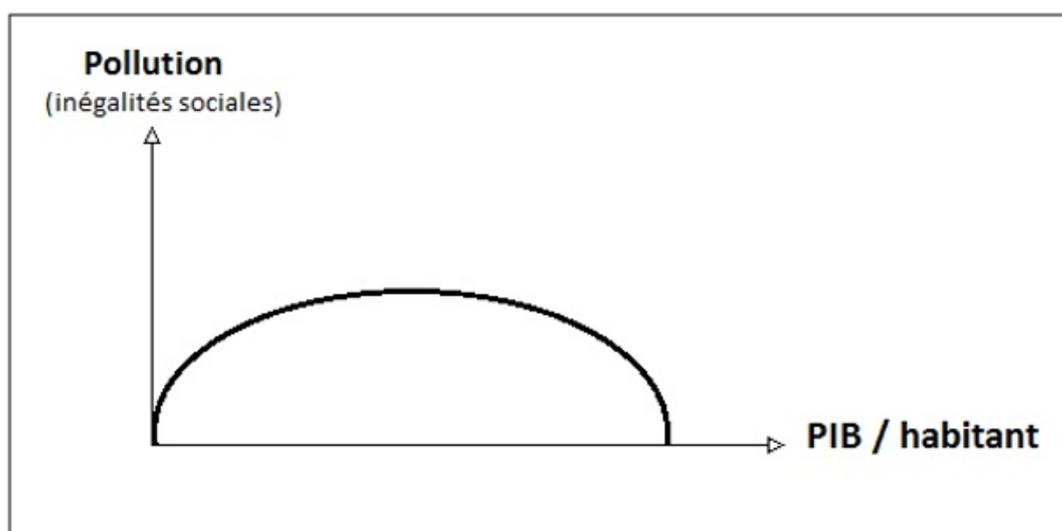
Selon Kodjo, Koma ont confirmé l'effet technique d'une ouverture commerciale, en étudiant l'efficacité environnementale de 16 pays du MENA, en présence de l'ouverture commerciale sur une période de 1980 à 2000. une ouverture commerciale conduirait à une baisse d'émissions de CO<sub>2</sub> (hausse d'efficacité conduira à moins de CO<sub>2</sub>), ceci s'explique par le transfert de technologie. Pour arriver à ce résultat la méthode de translogarithmique a été utilisée. Dans le même sens, Ling et al (2015) ont analysé l'impact de l'ouverture des échanges sur le dioxyde de carbone au Malaysia en utilisant le modèle ARDL. Ils ont conclu que le commerce réduit les émissions de dioxyde de carbone.

#### **4- Impact de la croissance économique sur les émissions de CO2**

« La première option de la parfaite maîtrise de la pollution par le progrès technique est illustré par une relation qui porte le nom de la courbe de Kuznets. Initialement, la courbe de Kuznets illustre des observations empiriques sur l'évolution des inégalités sociales aux Etats-Unis, à l'aide de statistiques sur la distribution de revenus dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle (Kuznets, 1955). Ces inégalités augmentaient d'abord au début de la révolution industrielle et diminuaient ensuite. » (BEAT, 2005)

Par la suite cette courbe a été transposée dans le domaine environnemental, en remplaçant l'indicateur statistique des inégalités sociales par l'indicateur de la pollution sur l'axe vertical. Deux hypothèses sont étudiées sur cette courbe :

**Figure 1:** Courbe environnementale de Kuznets



**Source :** Beat Burgenmeier(2005) “ Economie du développement durable” de boeck 2<sup>ième</sup> édition & laracier s.a. Bruxelles.

Pour les uns, la croissance contribue certes, dans un premier temps, à la pollution, mais parvient par la suite à la réduire. Pour les autres, la poursuite de la croissance économique ne fait qu'empirer la dégradation de l'environnement. Pour trancher ce débat, beaucoup d'études empiriques ont vu le jour pour tester le lien entre pollution et la croissance économique.

Empiriquement, J. Cederborg & S. Snobohm (2016) ont examiné la relation entre le PIB/habitant et les émissions de CO<sub>2</sub>/habitant, afin d'observer la possibilité d'influence de la croissance économique sur la dégradation de l'environnement. L'étude est menée dans 69 pays industrialisés et dans 45 pays pauvres, à l'aide de la méthode transversale ayant différents points de vue sur l'impact possible de la croissance économique et de la dégradation de l'environnement, l'impact de cette relation est toutefois différent. Le résultat empirique de l'étude transversale implique qu'il existe en fait une relation entre le PIB/habitant et les émissions de dioxyde de carbone par habitant et que la corrélation est positive, ce qui suggère que la croissance/habitant entraîne une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>, et absence du point tournant où les émissions commencent à diminuer pour atteindre un PIB suffisamment élevé. Le mécanisme de l'économie de marché ne permet pas selon ce résultat de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et une réglementation légale est donc nécessaire pour éviter une nouvelle dégradation.

Bakirtas et al (2014) ont testé l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets (EKC) à l'aide de données en panel pour 34 pays de l'OCDE et 5 pays de BRICS. Pour éviter les problèmes de multi-colinéarité entre le niveau du revenu au carré et le revenu cube dans l'estimation, ils sont considérés respectivement comme des élasticités à court et à long terme, et elles ont été utilisées de manière alternative pour étudier l'hypothèse EKC. Par conséquent, si l'élasticité du revenu à long terme est inférieure à l'élasticité du revenu à court terme, alors ce résultat implique que les émissions de CO<sub>2</sub> vont diminuer en raison de l'augmentation des ressources par habitant. A d'autres égards, les pays d'OCDE ne sont pas homogènes en termes de différence en développement structurel, économique et technologique, donc ils ont conclu quatre groupes : (OCDE à revenu faible, OCDE à revenu moyen, OCDE à revenu élevé et BRICS). 36% de ces pays ont réalisés une élasticité à long terme inférieure celle de court terme, ce qui valide l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets, pour d'autres c'est le contraire.

Lors d'un colloque de l'association de l'économie théorique et appliquée (AETA), NKENGACK.H, KAKKO FATIO.H ont examiné les effets de la croissance économique sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans quelques pays du Bassin du Congo, notamment le Cameroun, le Congo, le Gabon et la république démocratique du Congo (RDC) sur la période de 1978-2012, le modèle ARDL a été appliqué sur des séries temporelles. Les résultats du test indiquent une relation de long terme entre les variables, et que la

croissance économique a un impact positif sur les émissions de CO2 dans ces pays, ainsi une densité de la population et d'activités industrielles accroissent les émissions de CO2 ces pays. L'ouverture commerciale a un impact négatif au Cameroun, tandis que son impact est non significatif au Congo et au Gabon et en RDC. Lacheheb et al (2015) ont examiné l'existence d'une hypothèse environnementale de la courbe de Kuznets (EKC) entre la croissance et les émissions de CO2 en Algérie pour la période de 1971-2009 à l'aide d'un cadre d'un modèle ARDL. Leurs résultats révèlent que l'hypothèse (EKC) n'existe pas. En outre, le modèle à long terme montre que le revenu et la population semble avoir un impact significatif sur les émissions de CO2. En particulier, en raison de la consommation de combustibles et de la production d'électricité et de la chaleur. De même, Aung et al (2017) ont examiné la relation à court et à long terme entre le PIB en tant qu'indicateur de croissance économique et les émissions de CO2 en tant qu'indicateur de pollution de l'environnement au Myanmar, à l'aide de séries chronologiques annuelles couvrant la période de 1970-2014. Les résultats empiriques indiquent qu'il existe une relation à long et à court terme entre les émissions de CO2 et le PIB et qu'il n'y a pas donc aucune preuve de l'hypothèse (EKC) au Myanmar. Avik et shahbaz (2017) ont tenté d'estimer l'existence de EKC pour l'Inde, en prenant la période de 1971 à 2015, avec l'utilisation du modèle ARDL. Cette étude confirme l'existence de cette courbe, et que la consommation de l'énergie renouvelable a un impact négatif important sur les émissions de CO2, alors que pour la consommation d'énergie globale, l'élasticité à long terme est supérieur à l'élasticité à court terme. De plus, le commerce est négativement lié aux émissions de CO2.

Faridul et al (2013) ont étudié l'existence de la courbe de Kuznets pour le Bangladesh en utilisant les données de 1971 à 2010, en appliquant le modèle ARDL. Les résultats montrent que la consommation de l'énergie et la croissance économique sont des contributeurs aux émissions de CO2, alors que le commerce extérieur les réduit, et en dernier la courbe de Kuznets pour le Bangladesh n'est pas confirmée. Alam et al (2016) ont examiné l'effet des revenus, de la consommation de l'énergie et de la croissance démographique sur les émissions de CO2, en utilisant une série chronologique annuelle de données pour la période 1970-2012 en Inde, en Indonésie, en Chine et en Brésil. L'étude est utilisée par le modèle ARDL. Les résultats montrent que les émissions de CO2 ont augmenté de manière significative avec l'augmentation des revenus et de la consommation

d'énergie dans les quatre pays. Bien que la relation entre l'émission de CO2 et la croissance de la pollution ait été jugée significative pour l'Inde et le Brésil, elle est non significative pour la Chine et l'Indonésie à court et à long terme. Pour la Chine, le Brésil et l'Indonésie, l'hypothèse d'EKC est vérifiée. Toutefois, dans le cadre de l'Inde, où la relation entre émissions CO2 et revenu est positive ce qui fait que l'EKC n'est pas vérifiée.

Une étude est menée sur les 18 pays membres de l'union européenne de 1995 jusqu'en 2012 par Kasperowicz (2015), afin de tester le lien entre émissions CO2 et croissance économique, en utilisant l'estimation ECM, ils ont vérifié qu'à court terme, ces pays incitent une utilisation intensive en énergie qui causent des émissions de CO2, à long terme la relation PIB-émission CO2 est négative, cela est expliqué par le développement de nouvelles technologies.

Shahrouz et al (2014) ont évalué le rôle de l'Etat dans l'amélioration de l'environnement en favorisant la croissance soutenable comme une critique de l'hypothèse de la courbe de Kuznets. Ils ont estimé le rôle de l'élaboration des politiques gouvernementales sur la réduction des émissions de CO2 par la méthode de FGLS, les sources d'énergie renouvelables ont été encouragées par le gouvernement à travers le développement des progrès technologiques dans les pays en développement. Les résultats montrent que ce n'est pas nécessaire d'obtenir un niveau élevé de croissance économique pour améliorer la qualité de l'environnement d'un pays, les pays en développement peuvent atteindre cet objectif en prenant des mesures appropriées par leur gouvernement. Les pays en développement pourraient donc atteindre des niveaux élevés de PIB/habitant.

## **Conclusion**

A travers notre exploration dans les différents travaux réalisés sur les facteurs d'émissions de CO2, nous avons examiné la relation entre chaque facteur de développement économique aux émissions de CO2, nous confirmons que les principaux facteurs polluants sont en premier lieu, la consommation des énergies en particulier les énergies fossiles qui représente une part importante dans la transformation environnementale, ensuite le développement financier qui peut être expliqué par une ouverture commerciale qui peut avoir un effet négatif sur l'environnement à travers la domination de l'effet d'échelle et l'encouragement des investissements directs étranger (IDE), dans le cas où ils vérifient l'hypothèse de havre de pollution, ces facteurs

représentent une nécessité à une croissance économique continue, ce qui nous permet de dire que le processus la croissance cause de la pollution.

Nous constatons par la suite que le déploiement des énergies renouvelables et l'incorporation du progrès technique dans les structure de production aurait permis de diminuer les émissions de dioxyde de carbone, en confirmant l'hypothèse environnementale de Kuznets, qui postule l'amélioration de la qualité del'environnement au fur et à mesure qu'un pays se développe.

**Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC**

**Introduction**

Ce chapitre sera consacré à une étude comparative de quelques grandeurs macroéconomiques, des pays du BRIC. En effet, Le BRIC, un acronyme faisant référence à quatre pays émergents<sup>6</sup> considérés comme nouveaux acteurs de l'économie mondiale, à savoir le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine.

C'est le président russe Vladimir Putin qui est à l'origine de l'idée de l'alliance, adressée aux Ministres étrangers du Brésil, de l'Inde et de la Chine, en saisissant l'occasion d'une Assemblée Générale des Nations Unis à New York tenue le 20 septembre 2006, qui s'est officialisée le 16 juin 2009<sup>7</sup> lors de leur premier Sommet à l'Ekaterinbourg (ville en Russie),

Les objectifs du BRIC sont de promouvoir l'éducation, la santé ou encore la défense. Cette alliance a abouti à la création d'une Banque de Développement, le 15 juillet 2014, sise à Fortaleza au Brésil, et d'une réserve d'arrangement afin de faire face aux éventuelles crises économiques.

En premier seront abordés l'évolution du PIB, et les secteurs qui ont été influencés par l'ouverture et la libération économique (à savoir le secteur de l'industrie, les importations et IDE). Ensuite seront abordées les différentes données relatives à la consommation d'énergie et la condition environnementale.

**1- Croissance économique dans les pays du BRIC**

Avant d'aborder l'évolution de la croissance économique, appréciée par la variation du PIB/tête, au sein des pays du BRIC, il est utile de prendre connaissance de l'étendue

---

<sup>6</sup> On qualifie d'émergent, tout pays réalisant de forte croissance économique dont le revenu par habitant reste intermédiaire (inférieur à celui des pays dits développés)

<sup>7</sup> Qui s'est vue rejoindre par l'Afrique du Sud en 2011 pour parler d'aujourd'hui de l'acronyme BRICS.

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

géographique de ces pays ainsi que l'évolution de la population qui est un acteur de l'activité économique, sociale et environnementale.

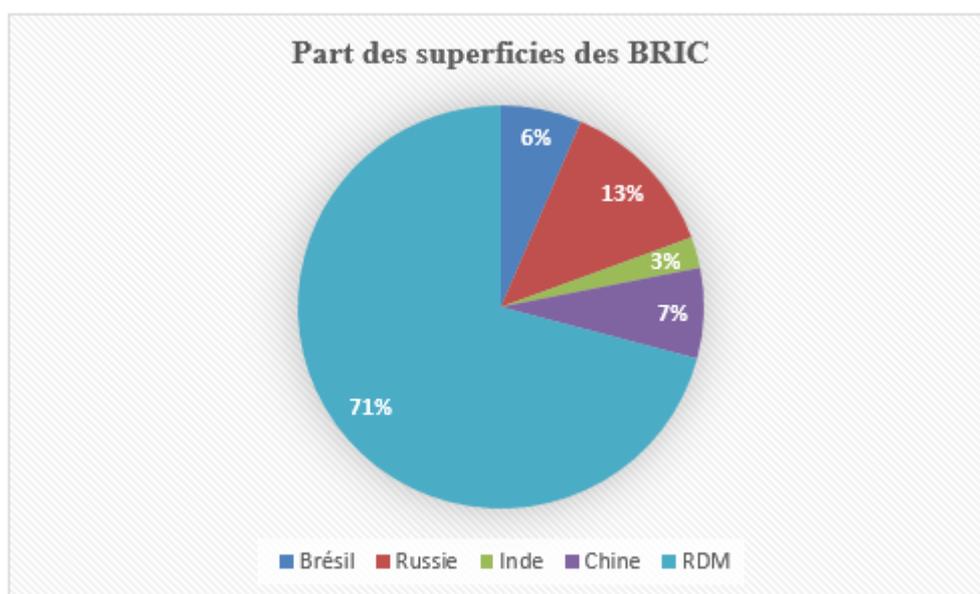
### 1-1- Superficie des territoires

**Tableau 1** : Superficie des territoires du BRIC

	Superficie (km <sup>2</sup> )	Rang au niveau mondial
<b>Brésil</b>	8 515 770	5
<b>Russie</b>	17 098 250	1
<b>Inde</b>	3 287 259	7
<b>Chine</b>	9 562 910	4
<b>Reste du monde</b>	93 561 010	/
<b>Monde</b>	132 025 199	/

Source : <https://donnees.banquemondiale.org/>

**Figure 2**: Parts des superficies des pays du BRIC



Source : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale.

Les quatre pays possèdent des territoires très vastes puisque la Russie occupe la première place en termes de superficie, suivie par la Chine et le Brésil qui occupent respectivement la 4<sup>ième</sup> et la 5<sup>ième</sup> place, et puis par l'Inde en 7<sup>ième</sup> position. La surface totale des BRIC représente 29% de la surface terrestre globale.

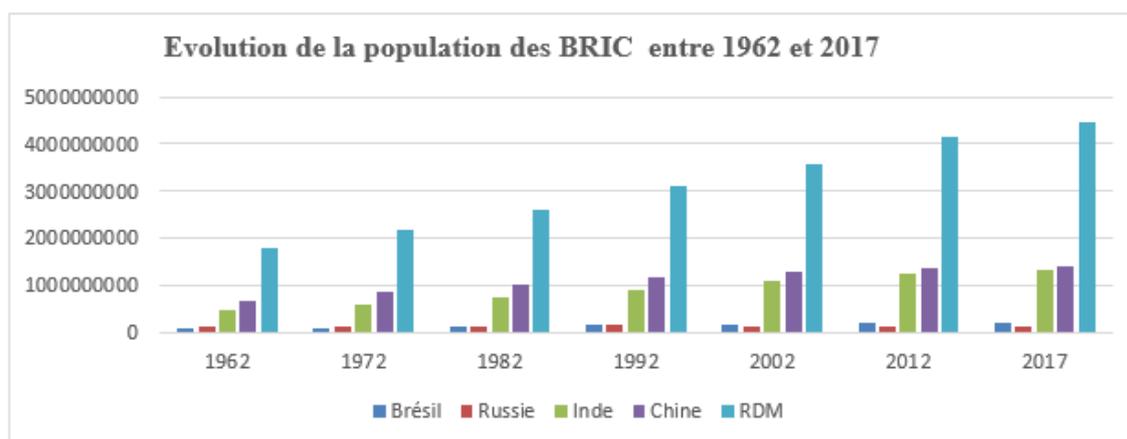
**1-2- Evolution de la population**

**Tableau 2:** Evolution de la population dans le BRIC (1962-2017)

Population	1962	1972	1982	1992	2002	2012	2017
<b>Brésil</b>	76573248	100143598	126947365	154564278	180151021	200560983	209288278
<b>Russie</b>	122591000	131909000	140823000	148689000	145306046	143201676	144496740
<b>Inde</b>	467 852537	579411513	729868013	906021106	1089807112	1263065852	1339180127
<b>Chine</b>	665770000	862 030000	1008630000	1164970000	1280400000	1350695000	1 386 395000
<b>Monde</b>	3126522093	3840341722	4599238699	5459838024	6280008070	7099311892	7529719387

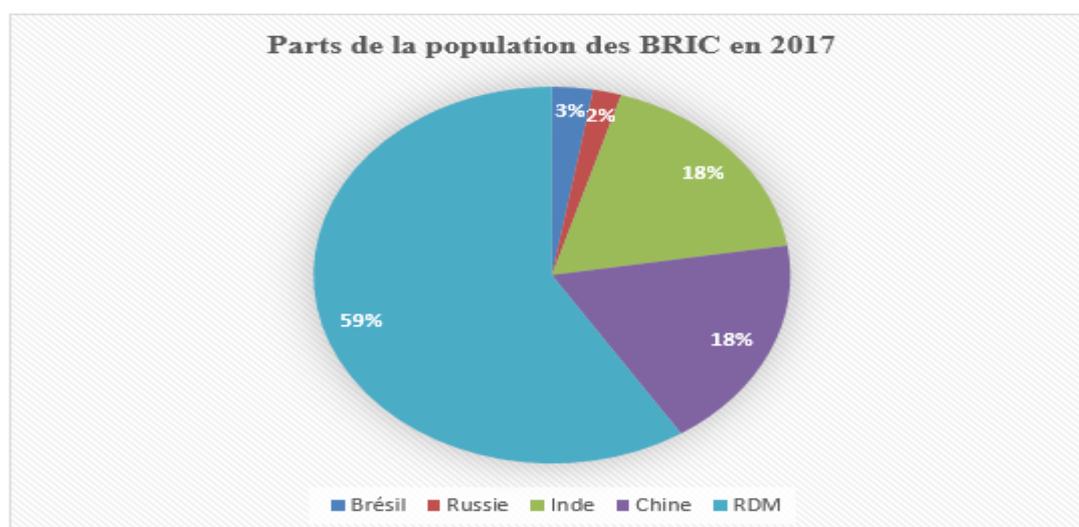
Source : <https://donnees.banquemondiale.org/>

**Figure 3:** Evolution de la population des BRIC entre 1962 et 2017



Source : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

**Figure 4:** Parts de la population des BRIC en 2017



Source : Etabli à partir des données de la Banque Mondiale

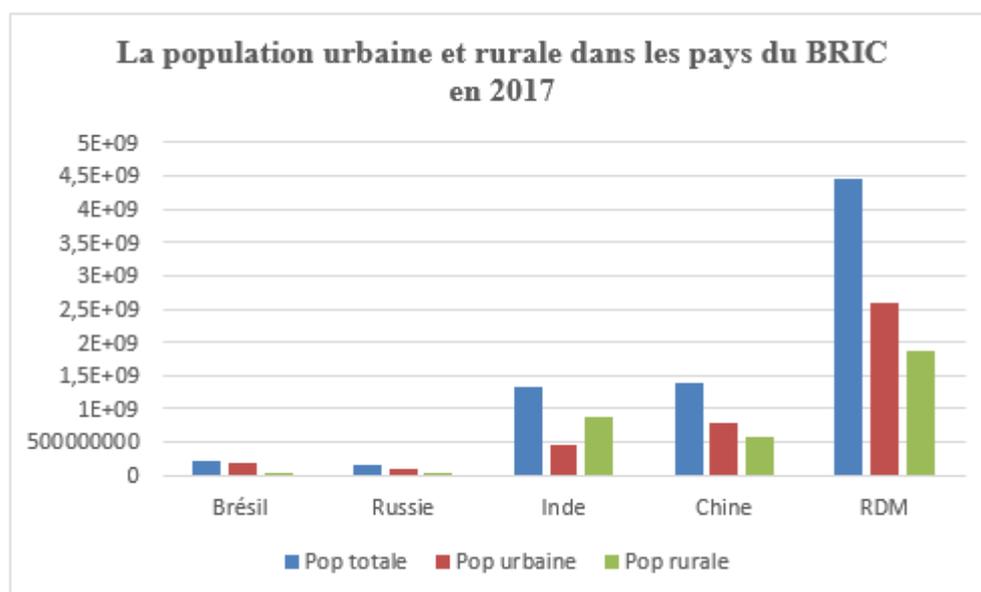
Les quatre pays sont dotés d'une population très importante, rassemblant 40%<sup>8</sup> de la population mondiale, ainsi que les plus grandes villes en population, qui peut être un atout majeure en capital humain si celle-ci est valorisée plutôt que d'être un fardeau.

La Chine étant le pays le plus peuplé au monde suivi par l'Inde, en concentrant près du tiers (36%<sup>9</sup>) de la population mondiale.

### 1-3- Evolution de population urbaine

La majorité des populations des pays du BRIC vivent dans les milieux urbains sauf ce qui concerne l'Inde, dont 66% de la population est rurale<sup>10</sup>.

**Figure 5:** La population urbaine et rurale dans les pays du BRIC en 2017



**Source :** établi à partir des données de la Banque Mondiale

<sup>8</sup> Donnée 2017 (<https://donnees.banquemondiale.org/>)

<sup>9</sup> Donnée 2017 (<https://donnees.banquemondiale.org/>)

<sup>10</sup> Statistique 2017 (<https://donnees.banquemondiale.org/>)

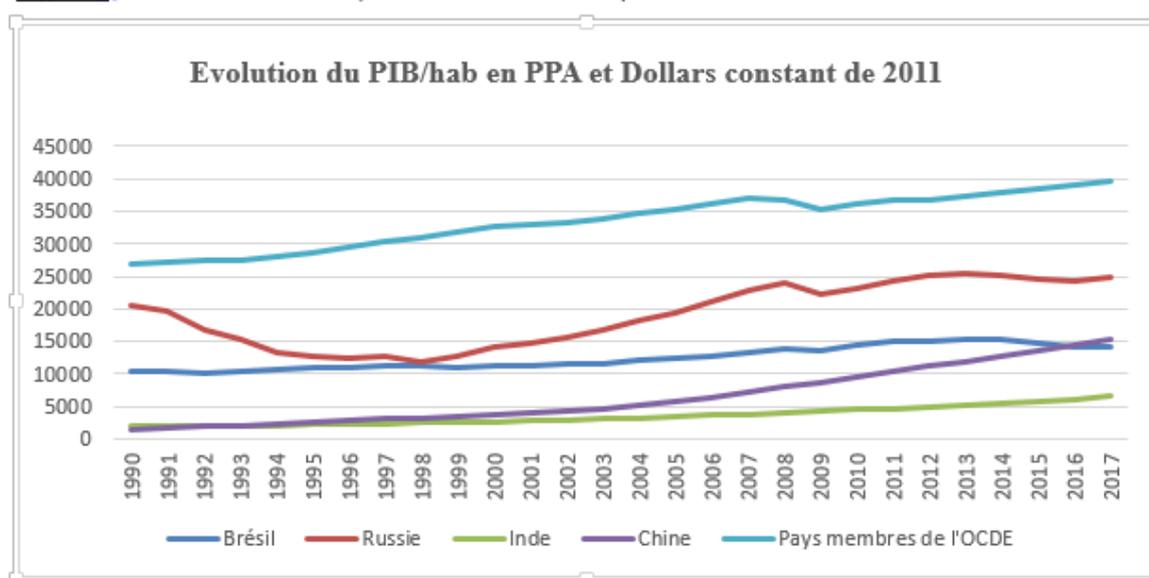
### 1-4- Evolution du PIB

**Tableau 3:** Evolution du PIB/tête

PIB/habitant <sup>11</sup>	1992	2002	2012	2017
<b>Brésil</b>	10073,0578	11560,0481	15118,1423	14137,0847
<b>Russie</b>	16704,9338	15604,1495	25156,4209	24790,3661
<b>Inde</b>	1958,02915	2859,15094	4827,55966	6513,63612
<b>Chine</b>	1856,72218	4314,79134	11145,7516	15308,7121
<b>Pays membres de l'OCDE<sup>12</sup></b>	27415,8623	33336,8986	36861,8724	39691,7846

Source : <https://donnees.banquemondiale.org/>

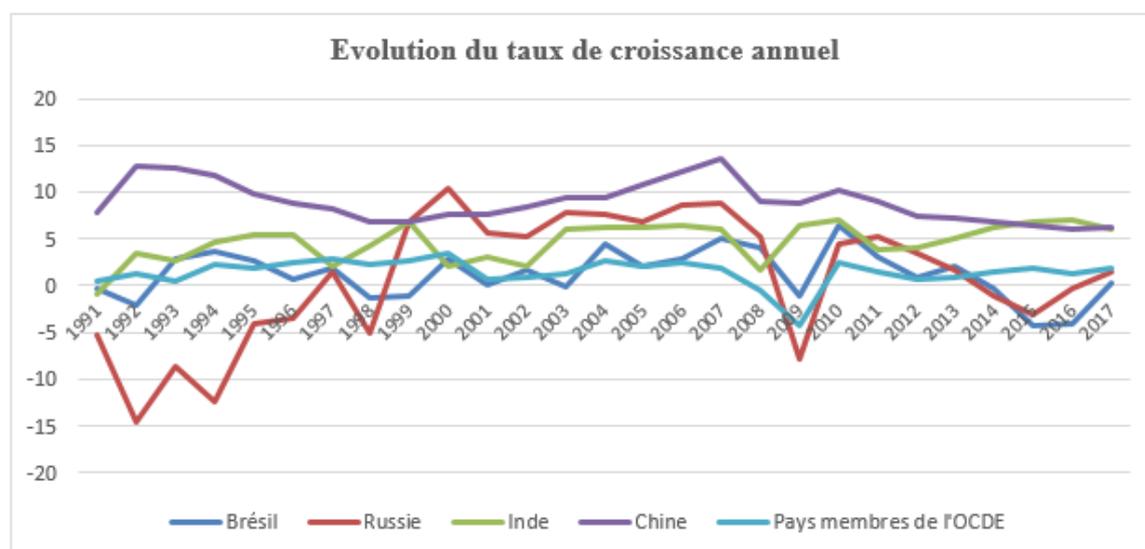
**Figure 6:** Evolution du PIB/tête (en PPA constant de 2011)



Source : établi à partir des données de la Banque Mondiale

Le PIB/habitant connaît une évolution soutenue pour l'ensemble des pays du BRIC. La Russie a le PIB/tête le plus élevé du groupe suivie par le Brésil.

**Figure 7** | évolution des taux de croissance annuel



**Source** : Etabli à partir des données de la Banque Mondiale

La croissance économique a connu de légères oscillations dans les pays du BRIC à l'exception de la Russie qui a connu plusieurs phases de récessions en raison du poids des cours des hydrocarbures sur son PIB. Un creux important a été enregistré en 2009 pour le Brésil, la Russie en raison de la baisse des prix des matières premières comme une des conséquences de la crise financière et économique mondiale de 2008 traduisant un état de décroissance économique qui a marqué la période (**PORRAS, 2012**)

La période des années 90 a été marquée par une instabilité politique et économique en Russie du fait du démantèlement progressif du bloc Soviétique suite à l'indépendance des pays de l'Europe de l'Est

Chaque fois, le rythme de croissance<sup>11</sup> a été plus important notamment pour la Chine qui enregistre des taux de croissance dépassant le seuil de 5% durant toute la période allant de 1990 à 2017, et il y a même des années où on assiste à des taux de croissance à deux chiffres.

<sup>11</sup> Calculé comme suit :  $(\text{PIB}_{t\text{PPA}} - \text{PIB}_{t-1\text{PPA}}) / \text{PIB}_{t-1\text{PPA}} * 100$

*Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC*

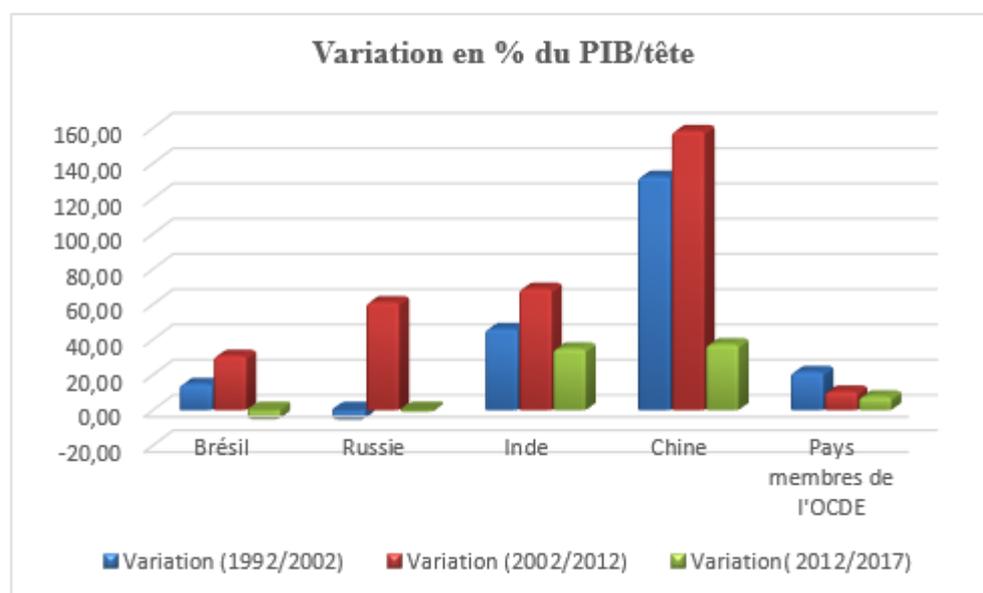
**Tableau 4:** Variation en % du PIB/tête

Variation en %	(1992/2002)	(2002/2012)	(2012/2017)
<b>Brésil</b>	14,76	30,78	-6,49
<b>Russie</b>	-6,59	61,22	-1,46
<b>Inde</b>	46,02	68,85	34,93
<b>Chine</b>	132,39	158,31	37,35
<b>Pays membres de l'OCDE</b>	21,60	10,57	7,68

**Source :** Données calculées par les auteurs à partir de données de la Banque Mondiale

Ainsi, les pays du BRIC (notamment l'Inde, la Chine et le Brésil) sont parvenus à créer une dynamique économique leur permettant d'atteindre une croissance prometteuse même plus importante que celle vue dans les pays industrialisés de l'OCDE tel déduit de la figure 8. Toutefois, le PIB/tête reste faible comparé à ces derniers, d'où l'appellation de pays émergents<sup>12</sup>.

**Figure 8 :** Variation du PIB/tête



**Source :** Etabli à partir des données de la Banque Mondiale

<sup>1212</sup> Définition attribuée par le glossaire d'économie (<https://www.mataf.net/fr/edu/glossaire/pays-emergent>)

## **2- Libéralisation et ouverture économique des pays du BRIC**

### **2-1- Synthèse sur la transition vers l'économie de marché**

Les pays du BRIC ont tous emprunté le sentier du modèle soviétique, à l'exception du Brésil qui s'est allié dès la fin de la seconde guerre mondiale avec les Etats Unis, avant leur transition vers l'économie de marché qui s'est opérée à des périodes différentes précédée d'un chaos socio-économique.

L'ouverture économique s'est accompagnée par la suite de leur adhésion à l'Organisation Mondiale du Commerce. L'Inde et le Brésil le 1<sup>er</sup> Janvier 1995, la Chine le 11 Décembre 2001 et plus tard la Russie, le 22 Août 2012.

Le premier pays à s'être réorienté vers l'ouverture économique fût la Chine en 1978 avec la fin du régime maoïste<sup>13</sup> (dont la politique économique était assise sur l'industrie lourde, l'urbanisation et l'agriculture) qui s'est voué à l'échec avec pour conséquence une grande famine observée sur la période 1959-1961 (**Gauchon, 2006**)

L'Inde quant à elle a adopté le modèle de l'économie planifiée juste après son indépendance en 1947 dont les principaux objectifs étaient le protectionnisme, l'autosuffisance et l'industrie lourde et ce jusqu'à la fin des années 80. Cette période est marquée par l'intervention de Nehru puis d'Indira Gandhi qui ont adopté plutôt un modèle planifié mixte avec le contrôle du secteur privé, dont les secteurs à promouvoir étaient l'industrie lourde et l'industrie du textile, mais en revanche peu d'intérêt était accordé à l'agriculture qui dépend fortement des moussons. Cette dépendance a conduit à une grande famine en 1966 qui fut le début de la révolution verte qui prône l'agriculture intensive. L'élection de Rajiv Gandhi a donné naissance à la première inflexion économique (**Gauchon, 2006**) qui permet à l'Inde d'aborder ses premiers pas dans la libéralisation économique au début des années 90.

Le Brésil également a connu beaucoup de difficultés et a souffert de grands dysfonctionnements socioéconomiques, avec une hyperinflation immaîtrisable atteignant le pic de 2 947.7% en 1990<sup>14</sup> (ramenée à 3.44% en 2017). Des réformes ont été entreprises sous la pression des institutions internationales. Toutefois, l'économie n'as vu une stabilité

---

<sup>13</sup> Relatif à MAO Zedong qui a pris le pouvoir en 1949, et a mis en place un régime totalitaire (dictature et économie planifiée)

<sup>14</sup> Donnée de la BM (<https://donnees.banquemondiale.org/>)

et un épanouissement qu'à partir des stratégies de développement assises par le Président De La Silva élu en 2002.

Le rôle de l'Etat s'est vu réduire ses interventions directes dans l'activité économique adoptant un nouveau rôle qui consiste à mettre en place les institutions nécessaires pour réguler l'économie (système fiscal, système bancaire, régime de propriété...) (GOLDSTEIN et LEMOINE, 2013)

## **2-2- Les fondements économiques des pays du BRIC**

### **2-2-1- Une industrie en pleine expansion**

L'activité industrielle occupe une place capitale dans les quatre pays du BRIC, puisqu'elle représentait en 2017<sup>15</sup>, 40.46% du PIB de la Chine, 30.48% du PIB de la Russie, 26.5% de celui de l'Inde et enfin 18.35% du Brésil.

Les BRIC sont classés<sup>16</sup> parmi les dix plus gros producteurs d'aciers, la Chine en tête suivie par l'Inde en 3<sup>ème</sup> position, la Russie en 5<sup>ème</sup> place et le Brésil en la 9<sup>ème</sup> place.

Quant à la production d'aluminium<sup>17</sup>, la Chine se classe toujours en première position, suivie par la Russie en seconde place. Le Brésil se positionne en 8<sup>ème</sup> place juste après l'Inde.

La maîtrise de la technologie, a permis à la Chine, l'Inde et le Brésil de s'imposer dans les secteurs de l'automobile, de l'électroménager et de l'informatique

Dans l'industrie automobile, la Chine est aussi leader avec 24 millions de voitures produites en 2016<sup>18</sup>, soit trois fois plus que le Japon. L'Inde est sixième producteur mondial après les Etats Unis et la Corée du Sud avec 3.7 millions de voitures produites en 2016. Le Brésil en 9<sup>ème</sup> place avec 1.8 millions de voitures produites dans la même année.

---

<sup>15</sup>Données de la Banque Mondiale

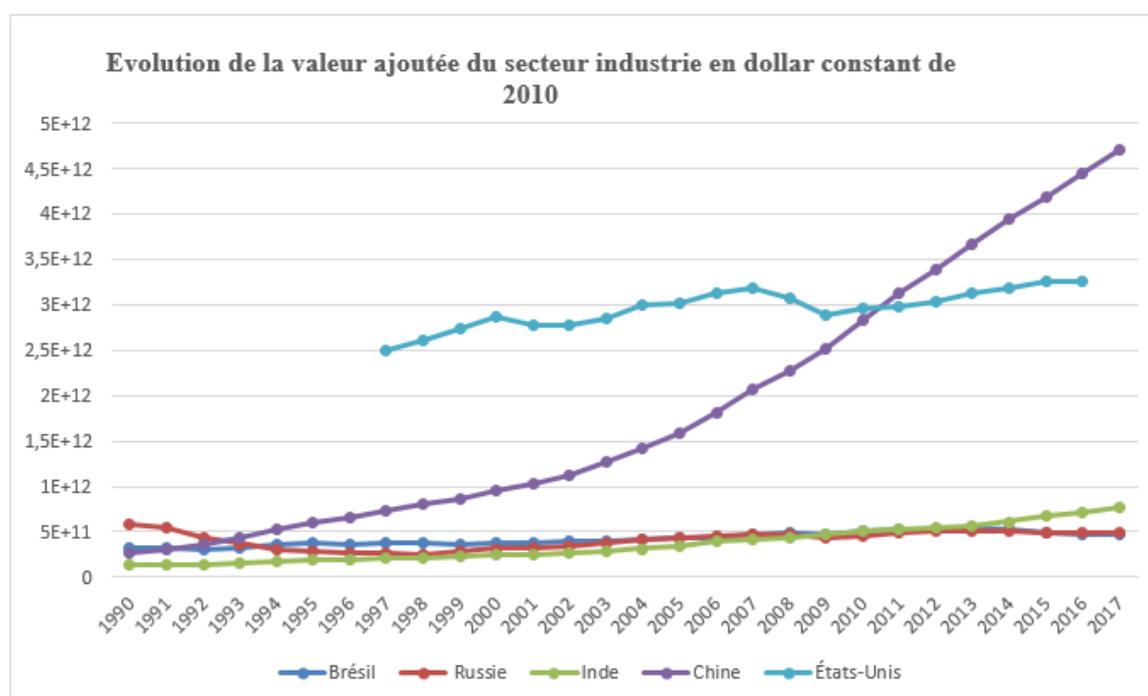
<sup>16</sup> Données de 2017 (<https://www.john-steel.com/blog/fr/les-10-plus-gros-producteurs-dacier/>) (Consulté le 10/05/2019)

<sup>17</sup> Données de 2012 (<http://fonds-souverains.over-blog.com/tag/classements/>)

<sup>18</sup> Données (<https://fr.statista.com>)

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

Figure 9 : Evolution de la valeur ajoutée du secteur industrie (en dollar constant de 2010)



Source : établi à partir des données de la Banque Mondiale

### 2-2-2- Evolution des importations

La valeur en biens importés a connu un accroissement important à partir de 2002 en Chine du fait de l'ouverture économique et de son adhésion à l'OMC. Celle-ci a été multipliée par 6 de 2002 à 2017 et par 29 de 1990 à 2017 en raison de la baisse des droits de douane et du besoin grandissant en pétrole et produits miniers<sup>19</sup> pour répondre à son activité industrielle.

Les importations en Inde sont moins importantes que la Chine en termes de valeur mais elles ont connu un accroissement important puisque celles-ci ont été multipliées par 7 de 1992 à 2017.

Les importations<sup>20</sup> dans les pays du BRIC sont constituées essentiellement de produits manufacturés (73% du total des importations pour le Brésil, 76% pour la Russie, 48% pour l'Inde et 64% pour la Chine), de pétroles et produits miniers (17% pour le Brésil, 4% pour

<sup>19</sup> Ecole de politique appliquée, Université de Sherbrooke, Canada  
(<http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMImportExportPays?codePays=CHN&annee=2015&langue=fr&langue=fr>)

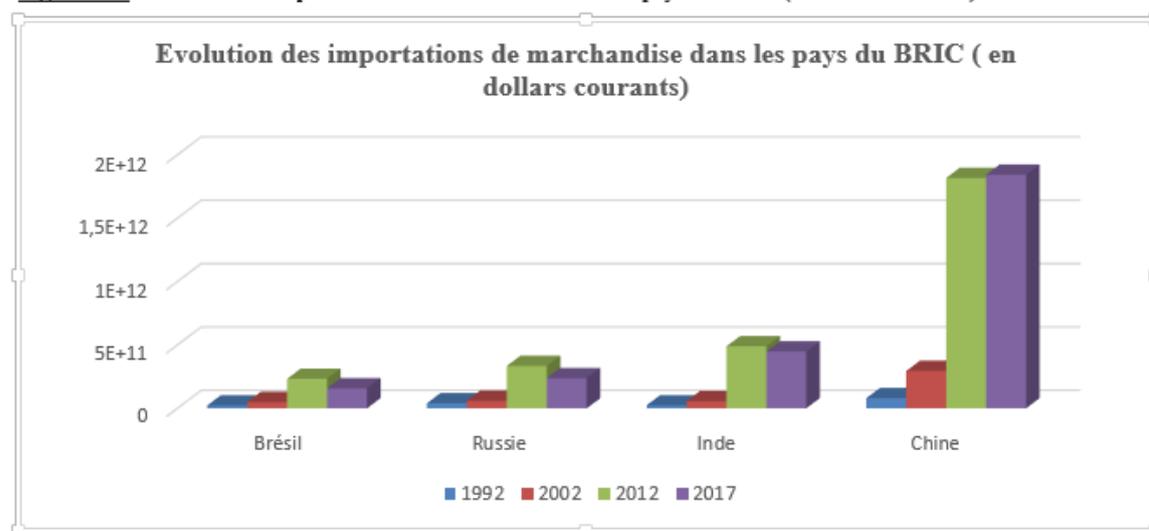
<sup>20</sup> Données pour l'année 2015 de la Banque Mondiale dans (<http://perspective.usherbrooke.ca>)

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

la Russie<sup>21</sup>, 33% pour l'Inde et 21% pour la Chine) et de produits agricoles (6% pour le Brésil, 14% pour la Russie, 7% pour l'Inde et 9% pour la Chine).

Les produits manufacturiers importés sont en grande partie des machineries et produits de transport, qui entrent dans le processus de production, ainsi que des produits pharmaceutiques.

**Figure 10 :** Evolution des importations de marchandises dans les pays du BRIC (en dollars courants)



Source : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

La nature des biens importés peut nous donner une idée sur l'implication de ceux-ci dans les émissions de CO<sub>2</sub>.

### 2-2-3- Evolution des flux entrants en investissement directs à l'étrangers (IDE)

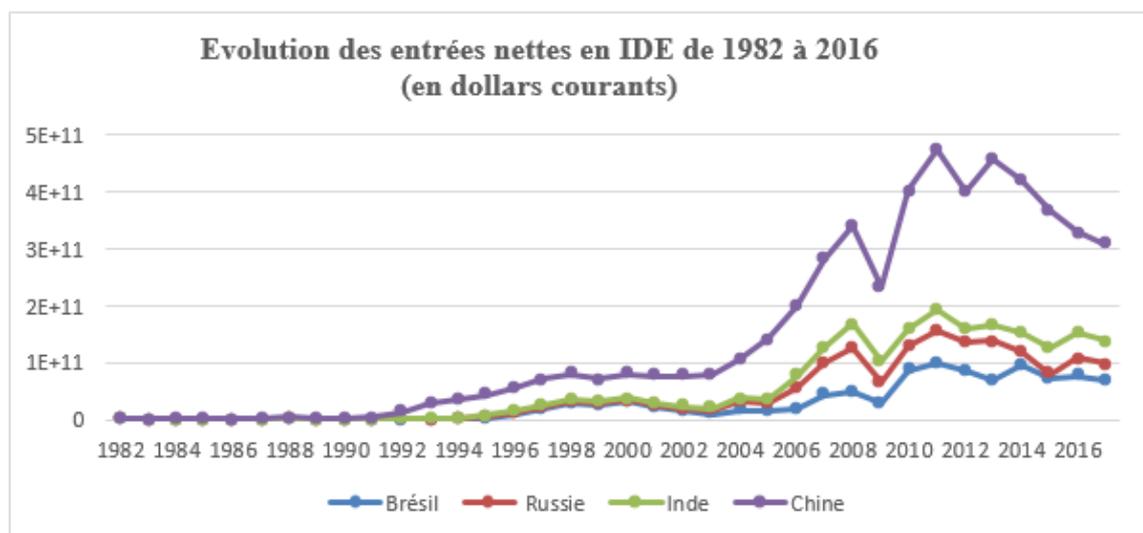
A partir des années 90, suite aux politiques d'ouverture et de libéralisation, le volume des entrées nettes d'investissements étrangers a connu un essor très important pour l'ensemble des pays du BRIC. Mais il faut noter que la Chine est la plus attractive de l'alliance (voir la figure 11).

Ainsi en 2017, les flux entrants d'investissement étrangers au Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine ont été multipliés respectivement par 34, 24, 144 et 15 par rapport à l'année 1992<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Il s'agit essentiellement de produits miniers puisque la Russie est largement dotée en pétrole qui représente 67% de ses exportations (donnée de 2015 de la Banque Mondiale)

<sup>22</sup> Calculés à partir des données de la Banque Mondiale (<https://donnees.banquemondiale.org/>)

**Figure 11** : Evolution des entrées nettes en IDE (en dollars courants)



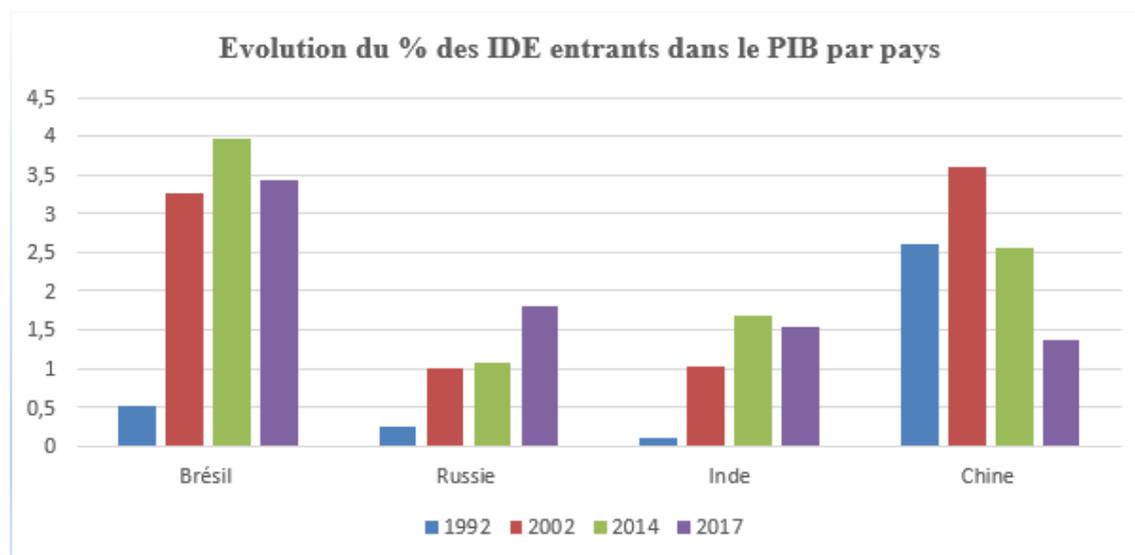
**Source** : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

**Tableau 5** : Le pourcentage des flux entrants d'IDE dans le PIB

%Flux entrants d'IDE dans le PIB	1992	2002	2014	2017
<i>Brésil</i>	0.51	3.26	3.96	3.44
<i>Russie</i>	0.25	1.00	1.07	1.81
<i>Inde</i>	0.10	1.02	1.69	1.54
<i>Chine</i>	2.61	3.61	2.56	1.37

**Source** : <https://donnees.banquemondiale.org/>

**Figure 12 :** Evolution du % des IDE entrants dans le PIB dans les pays du BRIC



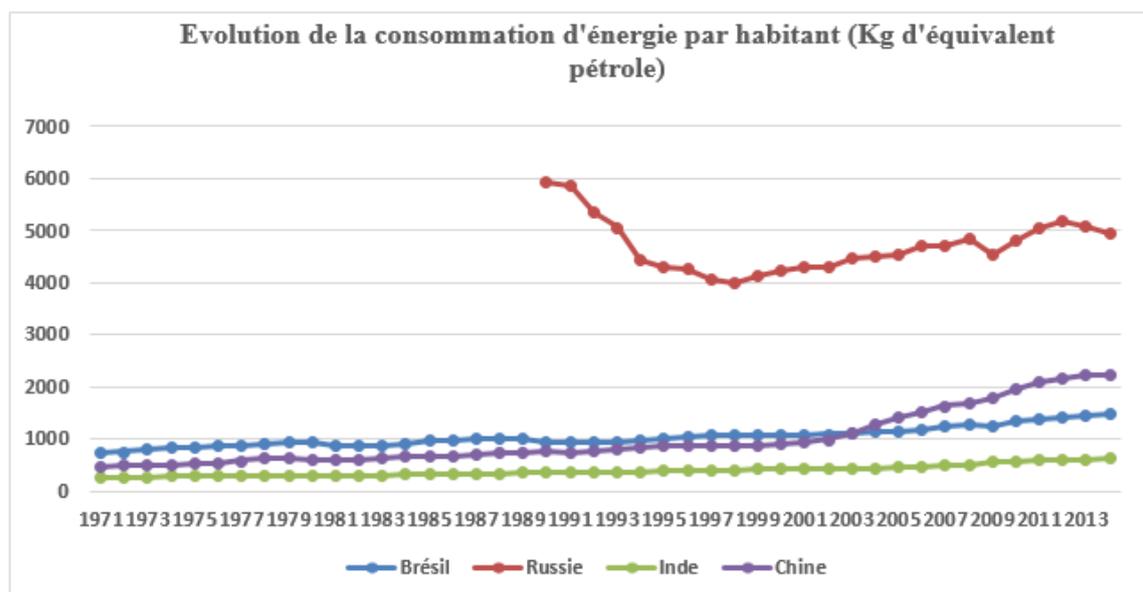
**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

### 3- Consommation d'énergie dans les pays du BRIC

Dans cette section, elles seront abordées les questions relatives à la consommation d'énergies par types de source et par secteurs dans les 4 pays du BRIC.

#### 3-1- Evolution de la consommation d'énergie/habitant

**Figure 13 :** Evolution de la consommation d'énergie par habitant (en kg d'équivalent pétrole)



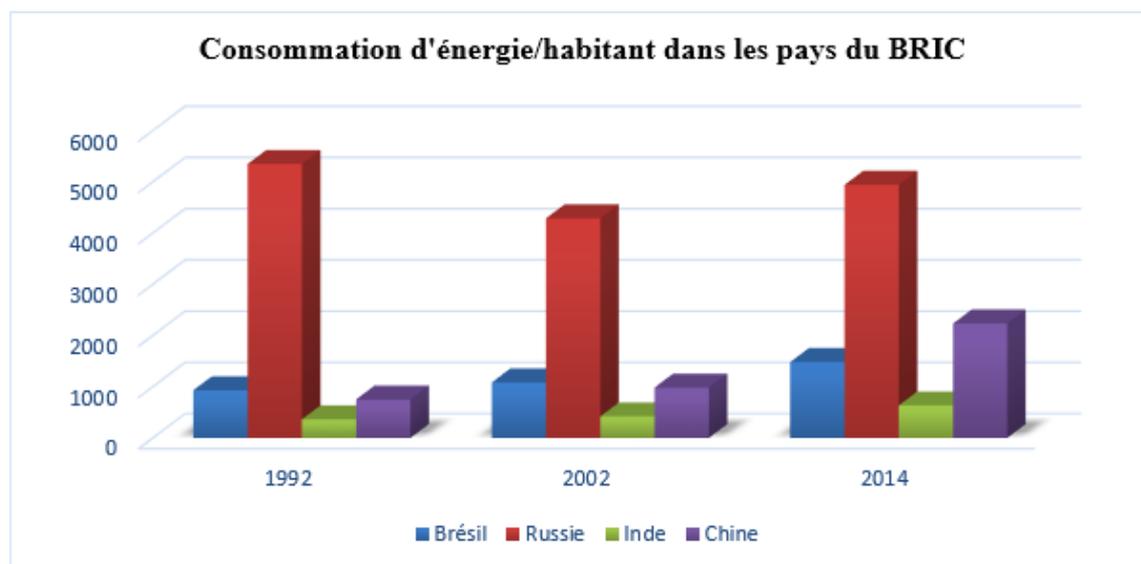
**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

## *Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC*

Des quatre pays du BRIC, la consommation d'énergie a connu un fort accroissement à partir de la fin des années 90, ainsi en l'espace de 20 ans (de 1994 à 2014) la consommation/tête s'est accrue<sup>23</sup> de 52.25% au Brésil, de 11.60 % en Russie, de 71% en Inde et enfin de 174% en Chine. En dépit de la similitude entre l'Inde et la Chine en terme démographique, la consommation de cette dernière fait<sup>24</sup> trois fois et demi plus que celle de l'Inde, ce qui pourraient s'expliquer par l'urbanisation plus avancée de la population chinoise d'une part, et par la forte industrialisation de la Chine relativement à l'Inde d'autre part (tel que vu précédemment)

En termes de quantité, la Russie prend de l'avant, suivie par la Chine, le Brésil et puis l'Inde.

**Figure 14** : La consommation d'énergie par habitant dans les pays du BRIC



Source : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

### **3-2- Consommation finale d'énergie par sources**

Cette section nous permettra de comprendre la nature des énergies utilisées en consommation finale dans les différents pays du BRIC, afin de saisir les retombées sur l'environnement selon que l'énergie soit « propre » ou pas.

<sup>23</sup> Calculs effectués à partir des données de la Banque Mondiale.

<sup>24</sup> Donnée de 2014.

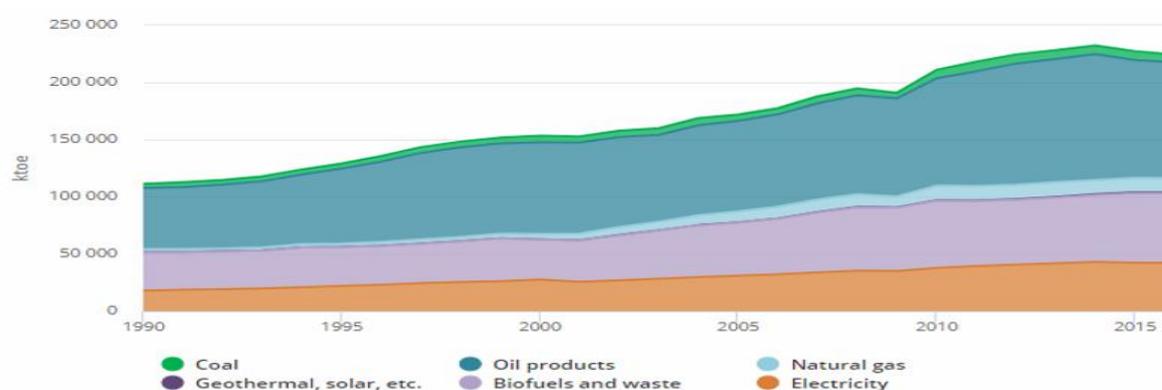
## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

**Tableau 6:** Consommation finale totale d'énergie par source au Brésil (en ktep)

Brésil				
Consommation finale totale d'énergie par source en ktep <sup>23</sup>	1990	2000	2010	2016
Charbon	3668	57722	7337	6655
Produits pétroliers	53455	80064	93862	101333
Biocarburant	33668	35065	58961	60725
Electricité	18127	27615	37649	42228
Gaz naturel	2420	4857	12765	12562
Energie solaires et géothermique...	/	30	368	766

Source : Agence Internationale de l'Energie (<https://www.iea.org>)

**Figure15:** Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Brésil)



Source : Agence Internationale de l'Energie (<https://www.iea.org>)

En 2016, les produits pétroliers sont la source d'énergie la plus utilisée en consommation finale au Brésil, en étant un gros producteur, suivie par les biocarburants (énergie non polluante) et l'électricité.

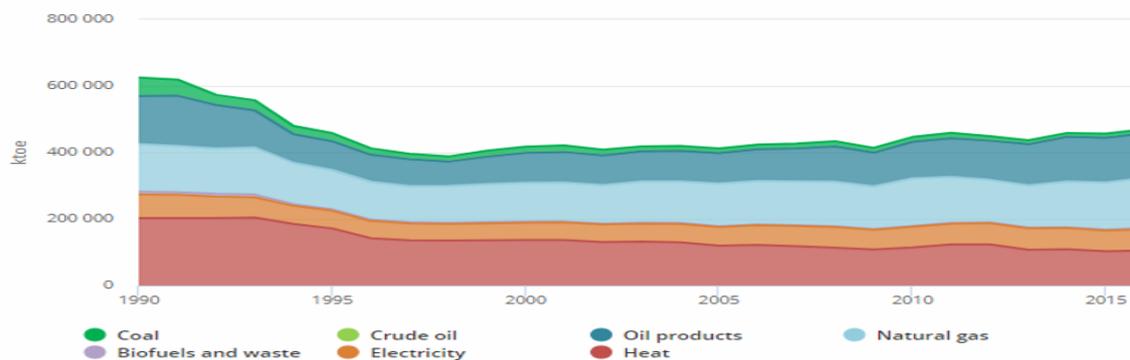
**Tableau 7:** Consommation totale finale d'énergie par source en Russie (en ktep)

Russie				
Consommation finale totale d'énergie par source en ktep <sup>23</sup>	1990	2000	2010	2016
Charbon	54714	17970	14245	11647
Pétrole brut	220	845	110	40
Produits pétroliers	144780	89720	109590	134461
Gaz naturel	143124	117173	143228	150788
Biocarburants	8108	3051	2348	3529
Electricité	71077	52324	62483	64031
Chaleur	203025	136801	114636	105274

Source : Agence Internationale de l'Energie (<https://www.iea.org>)

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

**Figure 16:** Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Russie)



**Source :** Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

Le gaz naturel et les produits pétroliers sont des énergies largement utilisées par la Russie, et compte tenu de ses conditions climatiques, la chaleur détient une proportion aussi importante.

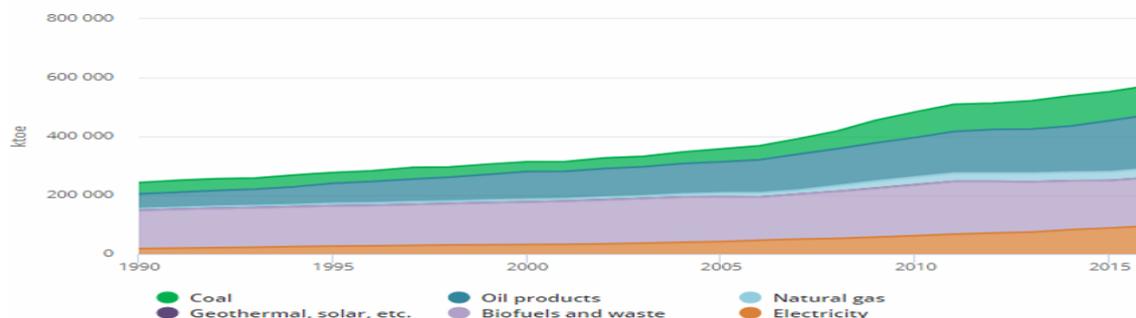
**Tableau 8:** Consommation finale totale d'énergie par source en Inde (en ktep)

Inde				
Consommation finale totale d'énergie par source en ktep <sup>23</sup>	1990	2000	2010	2016
Charbon	38242	33147	87070	98853
Produits pétroliers	50167	94363	134241	182280
Gaz naturel	5638	9669	27214	32136
Energie géothermique, solaire...	8	35	292	708
Biocarburants et déchets	130337	144420	172373	162870
Electricité	18489	32349	62424	95442

**Source :** Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

**Figure 17** Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Inde)



**Source** : Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

La consommation finale en énergie a pratiquement doublé en Inde entre 1990 et 2016 en raison de la population grandissante, de la croissance économique qu'elle a su enregistrer durant cette période. Les produits pétroliers ainsi que les biocarburants et déchets sont utilisés pratiquement à la même proportion suivis par le charbon dont l'utilisation a connu un essor important (multipliée par 2.5 entre 1990 à 2016)

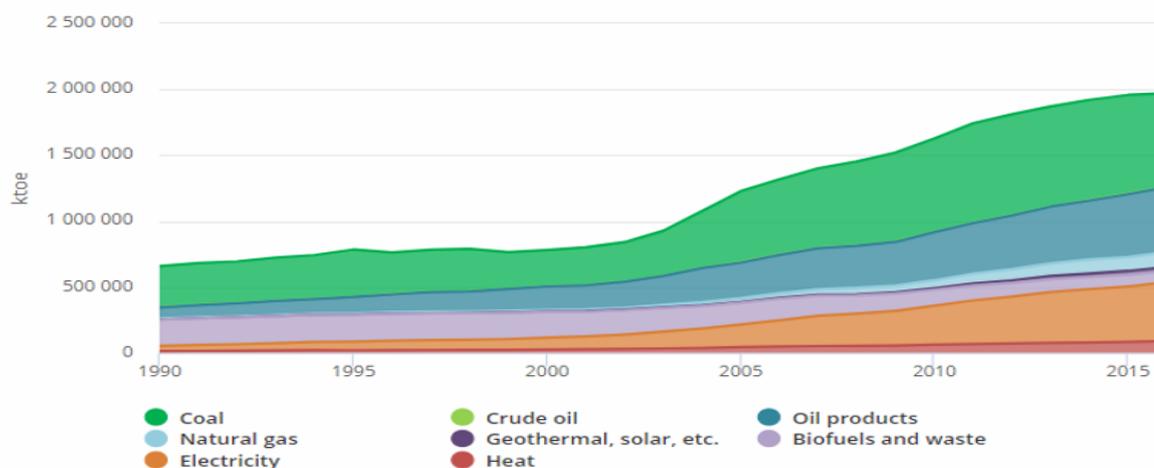
**Tableau 9**: Consommation finale totale d'énergie par source en Chine (en ktep)

Chine				
Consommation finale totale d'énergie par source en ktep <sup>23</sup>	1990	2000	2010	2016
Charbon	311405	274465	706770	709556
Pétrole brut	2641	2259	3239	3101
Produits pétroliers	81958	178110	365790	491563
Gaz naturel	8871	12377	60228	113133
Énergie solaire, géothermique...	32	2497	11881	31641
biocarburants	200445	196855	120526	85203
Électricité	39028	89130	296711	445145
Chaleur	13215	25501	61715	90022

**Source** : Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

## Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC

**Figure 18:** Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Chine)



**Source :** Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

En Chine, la consommation finale en énergie a pratiquement triplé entre 1990 et 2016 comme conséquence d'une dynamique économique florissante. La consommation finale en charbon (minerai très polluant) est la plus dominante en Chine qui est premier producteur mondial suivie par les produits pétroliers et l'électricité.

### 3-3- Répartition du total de la consommation finale d'énergie par secteurs

**Tableau 10:** Répartition en % du total de la consommation finale d'énergie par secteur pour l'année 2016 dans le BRIC.

Répartition en % du total de la consommation finale d'énergie par secteur pour l'année 2016	Transport	Industrie	Autres
<i>Brésil</i>	39.6	37.4	23
<i>Russie</i>	24.3	34	41.4
<i>Inde</i>	17.1	36.6	46.3
<i>Chine</i>	16.4	55	28.6

**Source :** Agence Internationale de l'Énergie (<https://www.iea.org>)

La part la plus importante des besoins finaux en énergie sont orientés vers le secteur industriel et les transports, vue l'expansion de l'activité industrielle et l'augmentation du parc automobile du fait de l'accroissement de la population de plus en plus urbaine dont le

pouvoir d'achat tend à s'améliorer comme conséquence de l'accroissement du PIB/habitant et la réduction de la pauvreté malgré la persistance des inégalités (PORRAS, 2012)

### 3-4- Industrie automobile dans les pays du BRIC

Avec 23 529 423 de voitures produites en 2018<sup>25</sup>, soit 33.37 % de la production mondiale, la Chine le premier producteur automobile au niveau mondial.

Elle est également en possession du plus grand parc automobile, avec 240 millions de voitures en 2018, ce qu'explique évidemment par l'importance de sa population qui dépasse les 1,4 milliards d'habitants, ce qui contribue fortement à la hausse des émissions de gaz carbonique du fait de la nature de carburant utilisé.

**Figure 19** : Evolution du parc automobile en Chine de 2007 à 2018 (en millions)



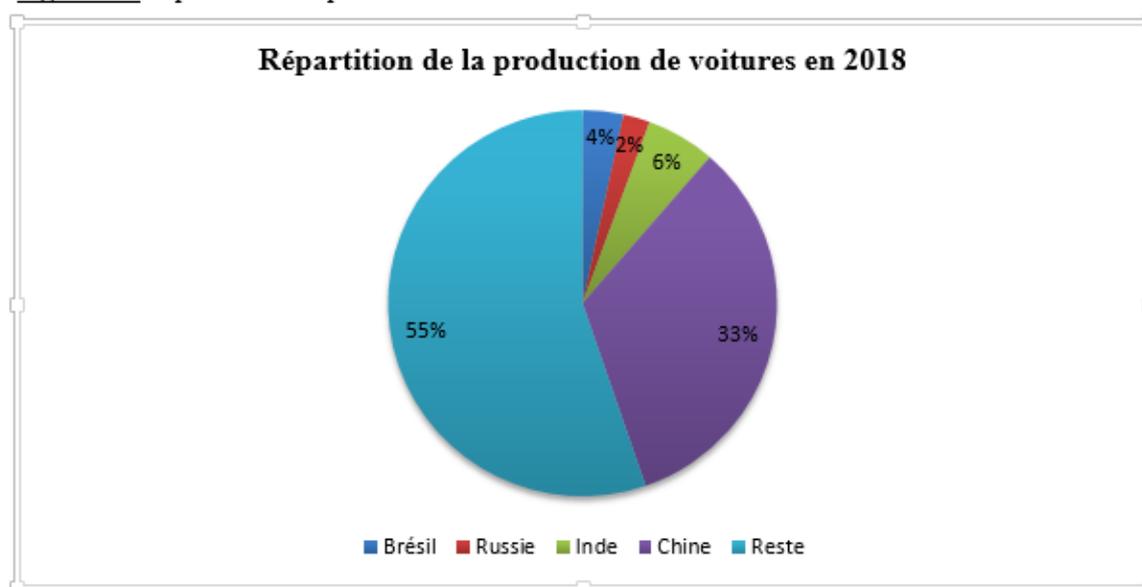
**Source** : établi par les auteurs à partir des données de [www.statista.com](http://www.statista.com)

L'Inde est le 4<sup>ème</sup> producteur mondial de voiture en 2018, juste après l'Allemagne. Mais sa contribution reste loin de celle de la Chine, puisqu'elle contribue à 6% de la production mondiale avec 4 064 774 voitures en 2018.

Le Brésil a également son empreinte dans l'industrie auto, ce dernier est classé 7<sup>ème</sup> au niveau mondial, avec 2 386 758 de voitures produites en 2018 soit une évolution de 5.2% par rapport à 2017.

<sup>25</sup> L'organisation Internationale des constructeurs automobiles (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>)

**Figure 20 :** Répartition de la production de voitures en 2018



**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

Ainsi en 2018, l'ensemble des pays du BRIC est à l'origine de 45% de la production mondiale en voiture.

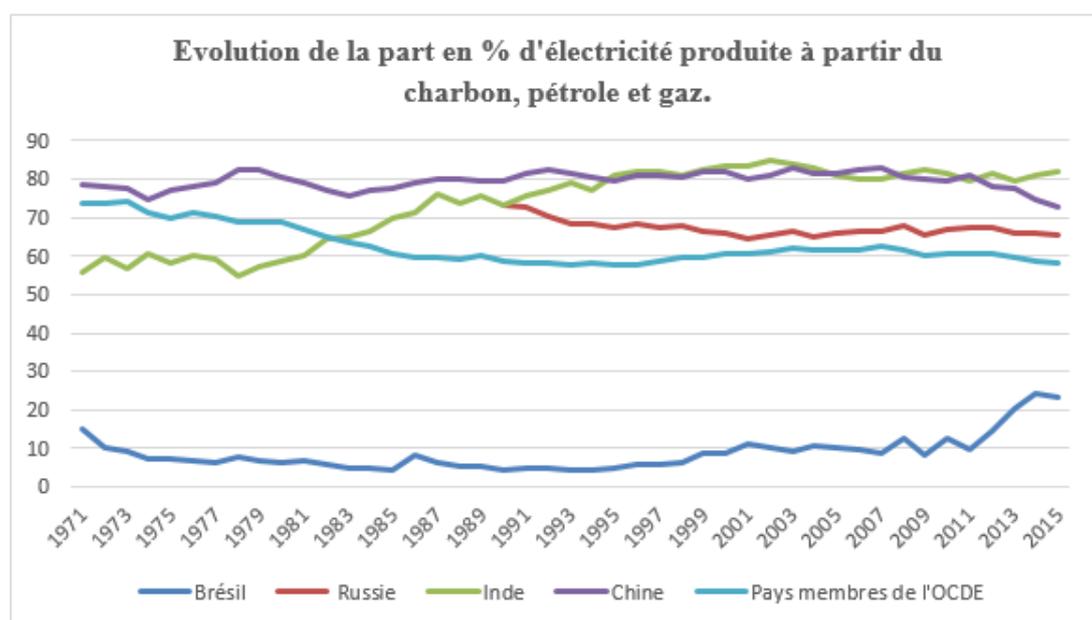
### 3-5- Sources de production d'électricité

**Tableau 11:** Pourcentage de la production d'électricité à partir du charbon, gaz et pétrole.

% de la production d'électricité à partir du charbon, gaz et pétrole	1972	1982	1992	2002	2015
<b>Brésil</b>	10,08	5,77	4,85	10,14	23,43
<b>Russie</b>	/	/	70,31	65,38	65,48
<b>Inde</b>	59,82	64,37	77,25	84,77	81,89
<b>Chine</b>	77,87	77,29	82,42	80,86	72,96
<b>Pays membres de l'OCDE</b>	73,53	65,02	58,18	61,03	57,99
<b>Revenu intermédiaire</b>	36,27	35,44	69,32	70,95	71,00
<b>Monde</b>	61,65	55,06	61,74	64,62	65,24

**Source :** <https://donnees.banquemondiale.org/>

**Figure 21 :** Evolution de la part en % d'électricité produite à partir du Charbon, pétrole et gaz



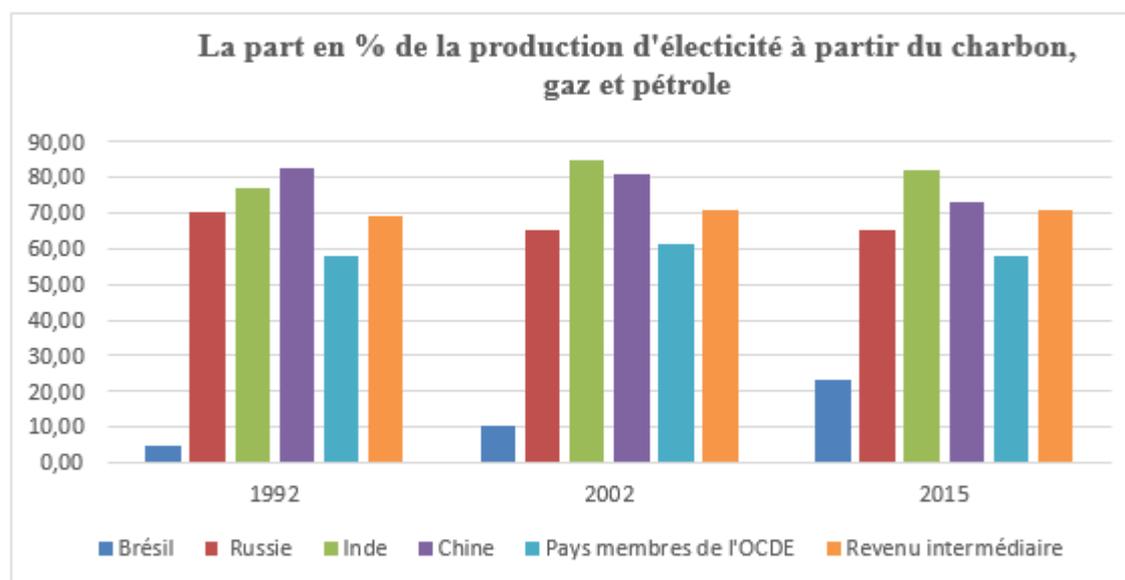
**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

Les combustibles non renouvelables restent les sources les plus utilisées pour produire de l'électricité en Inde, Chine et Russie, dépassant les 70%, sachant que ces trois pays font partie des plus gros producteurs<sup>26</sup> de charbon (la Chine en tête du classement). La Russie est une grande productrice de gaz et pétrole au niveau mondial

Par contre le Brésil, même si son sol est aussi doté de gaz et de pétrole, mais utilise les ressources non renouvelables à des proportions beaucoup plus faibles (23.44% en 2015), en raison de l'usage des biocarburants.

<sup>26</sup> Donnée de 2017 (<https://www.bp.com/>)

**Figure 22** : La part en % de la production d'électricité à partir du charbon, pétrole et gaz



**Source** : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

### 3-6- Accès de la population à l'électricité

**Tableau 12**: Pourcentage de la population ayant accès à l'électricité dans les pays du BRIC

% de la population ayant accès à l'électricité	1990	2000	2010	2016
<i>Brésil</i>	87,48	94,47	98,88	100,00
<i>Russie</i>	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Inde</i>	43,29	59,40	76,30	84,53
<i>Chine</i>	92,22	96,24	99,70	100,00

**Source** : <https://donnees.banquemondiale.org/>

En 2016, la totalité de la population au Brésil, Russie et Chine a accès à l'électricité, alors qu'en Inde il existe une proportion importante de 15,47% qui n'est toujours pas alimentée, soit un peu plus 200 millions d'habitants. Il faut noter que des efforts ont été entrepris par rapport aux décennies précédentes en instaurant des politiques économiques et sociales afin de réduire l'état de précarité et la pauvreté pesante dans cet Etat (Gauchon, 2006).

#### 4- La question environnementale dans les pays du BRIC

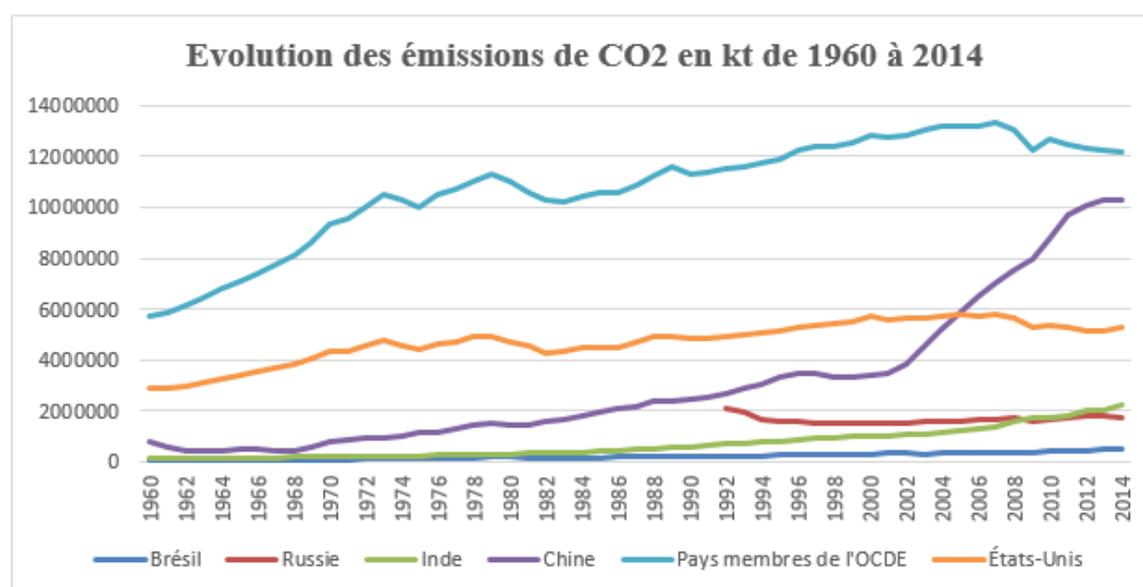
##### 4-1- Evolution des émissions de CO<sub>2</sub><sup>27</sup>

**Tableau 13:** Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> (en kilotonnes)

Emission CO <sub>2</sub> en kt	1962	1972	1982	1992	2002	2014
<b>Brésil</b>	53695,881	114362,729	172176,651	220705,729	332266,87	529808,16
<b>Russie</b>	/	/	/	2078668,29	1557085,21	1705345,68
<b>Inde</b>	143467,708	217849,136	349637,449	699087,881	1054258,83	2238377,14
<b>Chine</b>	440359,029	931575,681	1580260,65	2690455,9	3850269,33	10291926,9
<b>Pays membres de l'OCDE</b>	6126975,94	9997911,65	10250362,2	11479217,1	12838148,7	12151110,5
<b>États-Unis</b>	2987207,87	4564952,96	4306748,49	4909533,61	5641309,13	5254279,29

Source : <https://donnees.banquemondiale.org/>

**Figure 23 :** Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> de 1960 à 2014 (en kilotonnes)



Source : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

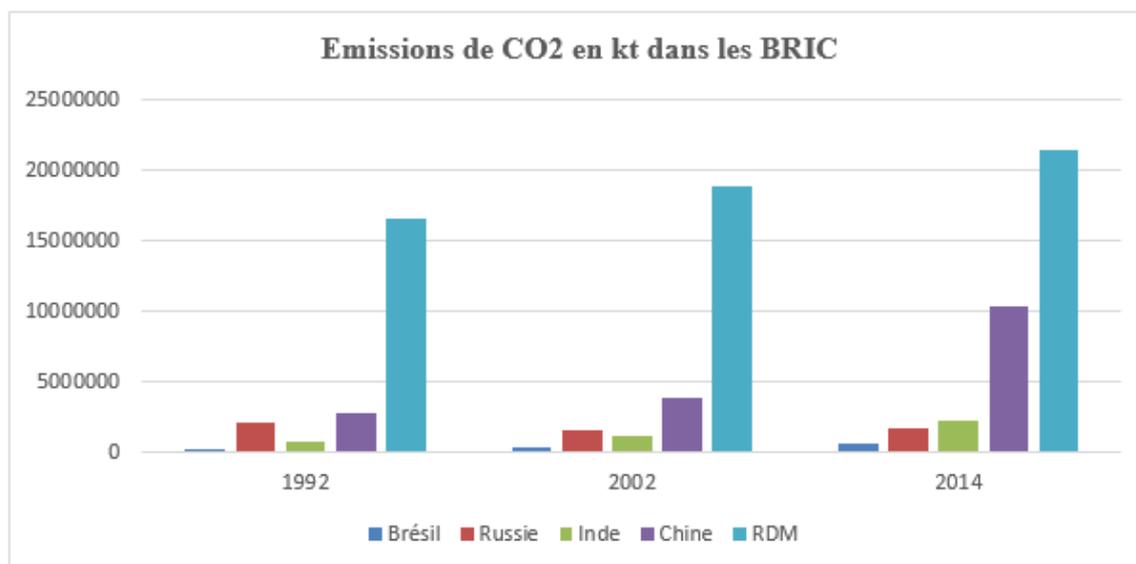
Une montée en flèche pour la Chine à partir de l'année 2002 pour avoisiner l'ensemble des pays de l'OCDE et dépasser les États-Unis, qui coïncide avec une hausse aussi importante des flux entrants en IDE (voir le graphe sur les IDE)

<sup>27</sup> La Banque Mondiale définit les émissions de CO<sub>2</sub> comme « celles qui émanent de la combustion des fossiles et de la fabrication du ciment. Elles comprennent les émissions de CO<sub>2</sub> produites lors de la consommation de combustibles solides, liquides, gazeux et de torchage.

## *Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC*

L'Inde en a également connu une augmentation mais à une mesure beaucoup moins importante que la Chine, en raison de l'écart au niveau industriel et croissance économique qu'il y a entre les deux pays

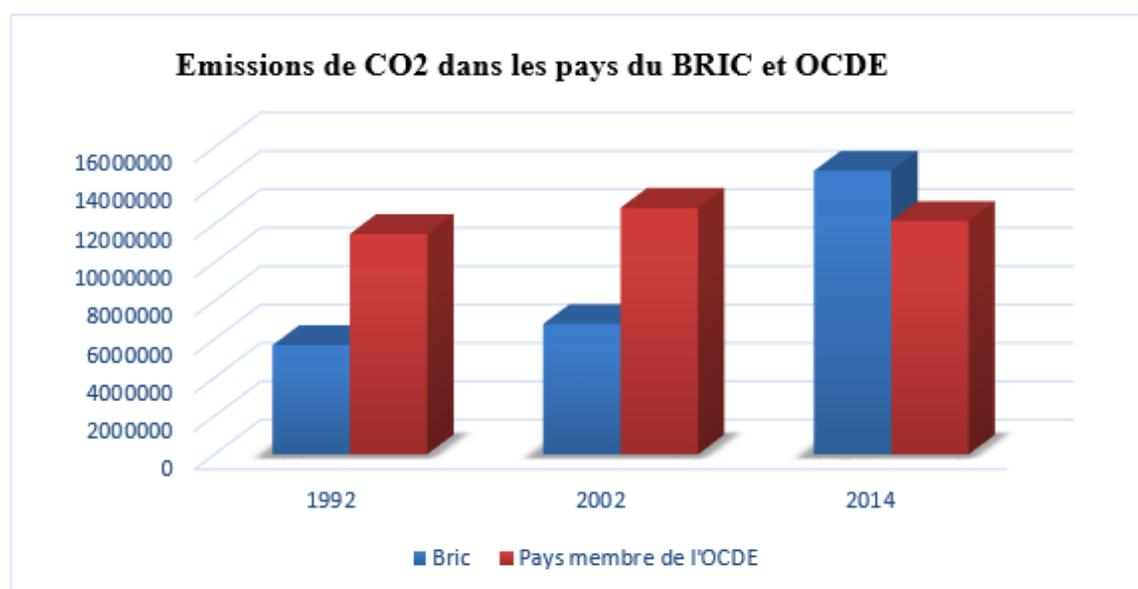
**Figure 24** : Emissions de CO2 dans les pays du BRIC



**Source** : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

Alors que une décennie en arrière les quatre pays du BRIC réunis n'émettaient que la moitié de ceux émettaient l'ensemble des pays de l'OCDE en dioxyde de carbone. En 2014 la tendance est plutôt inversée.

**Figure 25** : Emissions de CO2 dans les pays du BRIC et OCDE



**Source** : établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

#### 4-2- Emissions de CO2 par secteurs

Etant donné l'importance des émissions de CO2 dans les pays du BRIC, il est intéressant d'analyser les différents secteurs d'où émanent ces émissions afin de mieux comprendre l'origine du problème.

**Tableau 14**: Emissions de CO2 selon les secteurs économiques (2014)

<b>Emissions de CO2 selon les secteurs économiques en % (2014)</b>	<b>Brésil</b>	<b>Russie</b>	<b>Inde</b>	<b>Chine</b>	<b>Moyenne mondiale</b>
<i>Industrie manufacturière et construction</i>	20,6	12,32	26,41	31,72	19,96
<i>Secteur résidentiel</i>	4,29	9,17	5,49	5,36	8,59
<i>Production d'électricité et chaleur</i>	26,31	61,11	53,61	52,25	49,04
<i>Transports</i>	44,75	16,24	11,48	8,6	20,45
<i>Autres secteurs</i>	4,05	1,15	3,02	2,07	1,95

**Source** : Banque mondiale dans (<http://perspective.usherbrooke.ca>)

En 2014, la part la plus importante des émissions de CO2 dans les pays du BRIC provient de l'industrie, la production d'électricité et le secteur des transports.

**4-3- Indice de performance environnementale (IPE)<sup>28</sup>**

**Tableau 15** Evolution de l'Indice de Performance Environnementale dans les pays du BRIC

IPE	2010	2016	2018
<i>Brésil</i>	63.4 (62 <sup>ième</sup> /162)	78.9 (46 <sup>ième</sup> / 179)	60.70 (74 <sup>ième</sup> /186)
<i>Russie</i>	61.2 (69 <sup>ième</sup> /162)	83.52 (32 <sup>ième</sup> /179)	63.79 (58 <sup>ième</sup> /186)
<i>Inde</i>	48.3 (123 <sup>ième</sup> /162)	56.58 (141 <sup>ième</sup> /179)	30 .57 (183 <sup>ième</sup> /186)
<i>Chine</i>	49 (121 <sup>ième</sup> /162)	65.1 (109 <sup>ième</sup> /179)	50.74 (125 <sup>ième</sup> /186)

Source : <https://www.populationdata.net/palmares/ipe/>

En matière de la performance environnementale l'Inde reste le mauvais élément du groupe, occupant la 183<sup>ième</sup> position sur 186 pays d'après l'IPE de 2018. Ce qui s'explique par les conditions démographiques et la mauvaise gestion des rejets émanant de l'activité humaine d'une part et de l'activité industrielle d'autre part. La Chine se présente en bas du classement aussi. Notons que les deux géants (Inde et Chine) contiennent les villes les plus polluées au monde (notamment Shanghai, Agra, Delhi,...)

La Russie se positionne en la 56<sup>ième</sup> place du palmarès, devançant le Brésil.

**4-4- La condition environnementale.**

Les différentes lectures relatives à la situation écologique en Inde et en Chine s'accordent sur la lourdeur de la dégradation de l'environnement qui est « un sous-produit non voulu de l'activité humaine » (Thoris, 1997) dont souffrent ces deux géants.

Etant donné l'ampleur des émissions de CO<sub>2</sub> dont ils sont responsables, surtout en ce qui concerne la Chine, qui émet à elle seule 29% du total, les pays du BRIC tentent de prouver leur bonne foi en ratifiant en 2016 les Accords de Paris<sup>29</sup> (Chine, Inde et Brésil), sauf que la Russie n'est encore qu'en phase de signature.

La pollution en Chine est aggravée par le poids démographique (1.4 milliard d'habitants) accompagné d'une hausse du parc automobile (240 millions), le poids de l'industrie en hausse continue et le choix énergétique puisque le charbon reste le combustible le plus utilisé.

<sup>28</sup> Un indice élaboré pour la première fois en 2006 par des chercheurs de l'Université de Yale et Columbia, calculé tous les deux ans à partir d'un certain nombre de critères qui nous permettent d'apprécier le degré de performance ou de dégradation de l'environnement.

<sup>29</sup> Le premier Accord universel sur les changements climatiques lors de la COP21 du 12 décembre 2015 visant à « lutter contre le changement climatique et pour accélérer et intensifier les actions et les investissements nécessaires à un avenir durable à faible intensité de carbone ». Ouvert à la signature le 22 avril 2016. (Nations Unies pour le Climat)

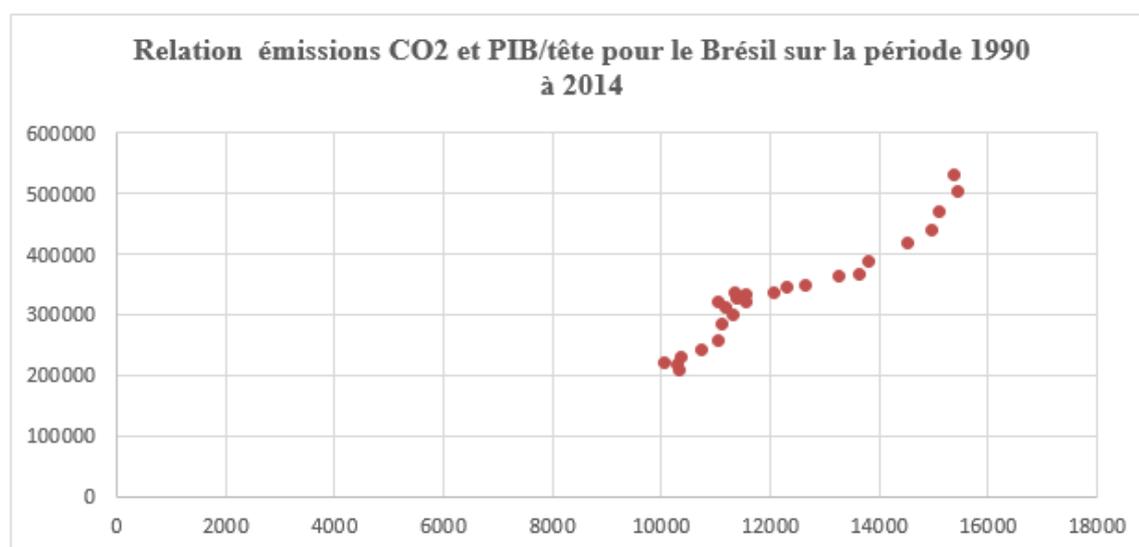
Vu la crise environnementale que traverse la Chine sans précédent dans le développement économique (HUCHET, 2017) et suite à une prise de conscience des pouvoirs publics de la nécessité de lutter contre la dégradation de l'environnement, un dispositif juridique et administratif a été mis en place. Ce dernier fut renforcé en 2013 par des politiques plus fermes conjuguées à un programme visant à investir dans les énergies renouvelables.

#### **4-5- Représentation graphique de la relation entre le PIB/tête et les émissions de CO2.**

Dans cette section nous tenterons d'avoir un aperçu sur l'éventuel applicabilité de l'hypothèse environnementale de Kuznets, c'est-à-dire si la forte croissance (mesurés par le PIB/tête) enregistrée par les pays du BRIC a entraîné à terme l'amélioration de la qualité de l'environnement (mesuré par la baisse des émissions de CO2) à terme.

Les figures 26, 27, 28, 29 retracent les différentes combinaisons du nuage de points émissions de CO2 en ordonnées et PIB/tête en abscisse pour les quatre pays afin d'observer la tendance générale.

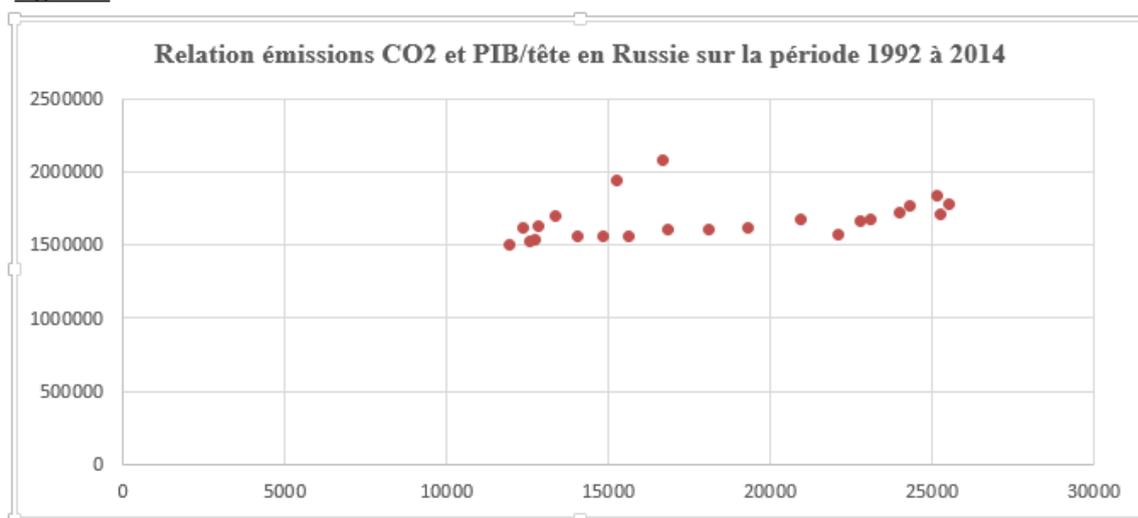
**Figure 26:** Relation émissions CO2 et PIB/tête au Brésil de 1990 à 2014



**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

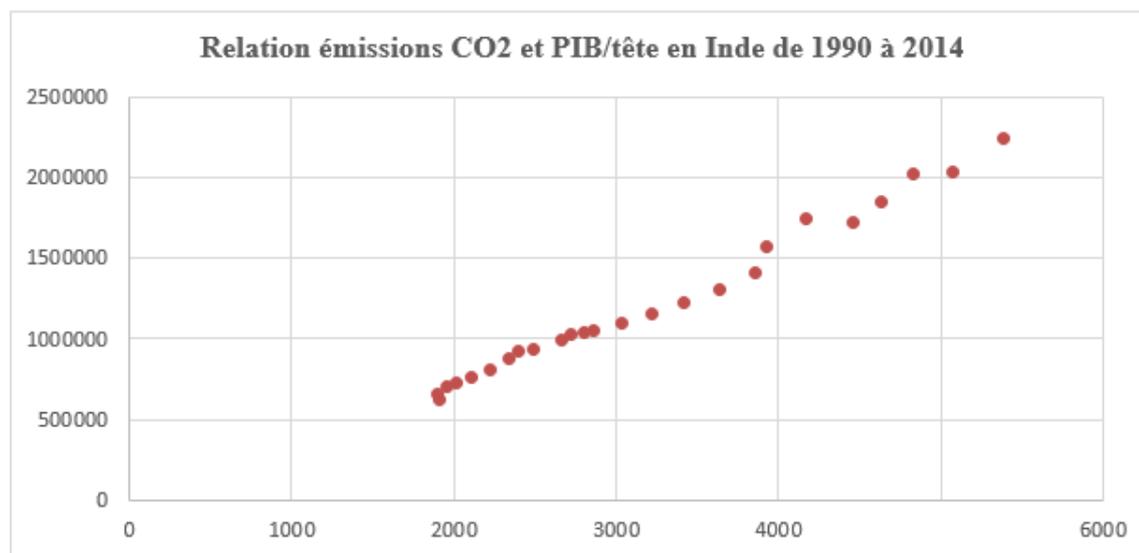
*Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC*

**Figure 27:** Relation émissions de CO2 et PIB/tête en Russie de 1992 à 2014



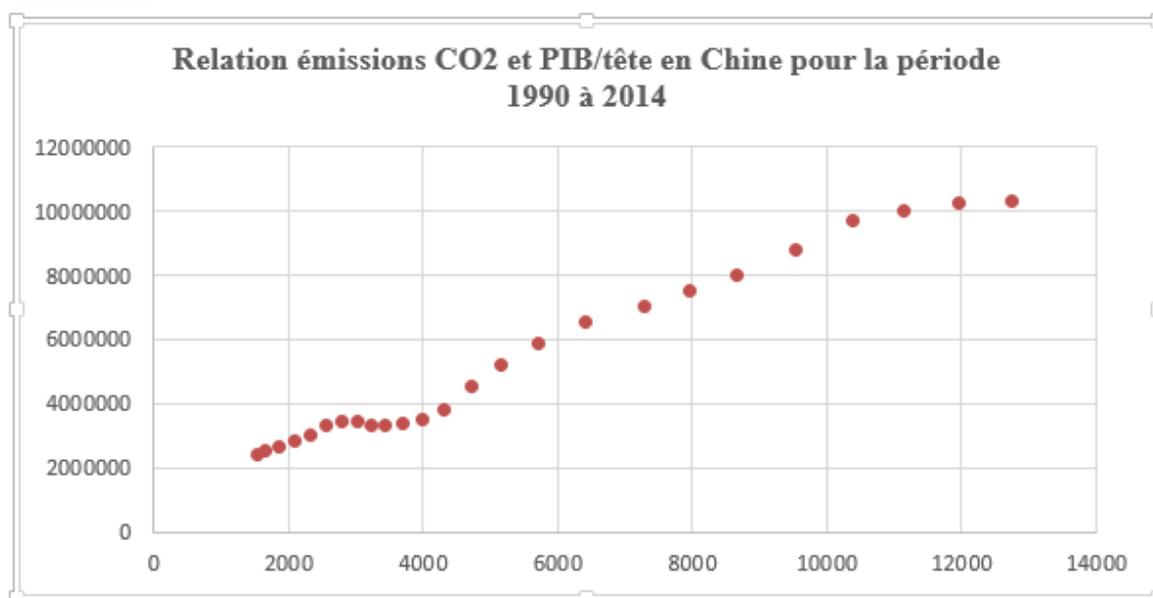
**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

**Figure 28:** Relation émissions CO2 et PIB/tête en Inde de 1990 à 2014



**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

**Figure 29 : Relation émissions CO2 et PIB/tête en Chine de 1990 à 2014**



**Source :** établi par les auteurs à partir des données de la Banque Mondiale

D'après les représentations graphiques obtenues, on note une tendance haussière de la relation (PIB par tête/ émissions CO2) pour les quatre pays du BRIC, qui tend à se stabiliser à partir d'un certain niveau de PIB/hab en Chine, qui correspondrait à la phase d'inflexion de la courbe environnementale de Kuznets à partir de laquelle on observera une tendance à la baisse des émissions de CO2 au fur et à mesure que le PIB/tête augmentera.

Il est à noter que cette phase de stagnation n'est pas encore observée pour l'Inde, le Brésil et la Russie pour la période 1992 à 2014.

### **Conclusion**

Ce chapitre a permis de nous rendre compte de l'importance des pays du BRIC termes de territoire et population, de croissance économique, d'industrie, de consommation d'énergie et finalement d'émission de CO2.

Les quatre économies ont adopté des stratégies de développement bien adaptées afin de faire face à une forte population combinée à de grands échecs sur le plan économique et social. Ces nouvelles mesures de transition vers un nouveau modèle économique ont conduit à une forte croissance économique, à un accroissement de la population urbaine, à une densification du tissu industriel et par conséquent les secteurs des transports et de l'électricité ont été fortement sollicités. Cette dynamique économique a suscité un besoin de plus en plus grandissant en matière d'énergies qui sont ont grande

*Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC*

---

partie non renouvelables (à moindre mesure pour le Brésil qui a recours aux biocarburants), ce qui est en lien direct avec la dégradation de l'environnement (notamment en Inde et en Chine où la situation est devenue alarmante).

**Chapitre III : Modélisation économétrique de la relation entre l'émission de CO2, et la croissance économique, les importations et la consommation d'énergie au sein des pays du BRIC (1992 à 2014).**

---

**Chapitre III :** Modélisation économétrique de la relation entre l'émission de CO2, et la croissance économique, les importations et la consommation d'énergie au sein des pays du BRIC (1992 à 2014).

### **Introduction**

Ce chapitre sera consacré à une modélisation économétrique qui mettra en relation la dégradation de l'environnement mesurée par les émissions de CO2 avec la croissance économique mesurée par le PIB/habitant, les importations des biens et services, ainsi que la consommation d'énergie (CE) du panel de pays constituant le BRIC (Brésil, Russie, Inde et Chine), et ce durant la période allant de 1992 à 2014

#### **1- Méthodologie**

L'ensemble des données sont tirées de la base de données de la Banque Mondiale (World development indicators, 2019). Le modèle en panel que l'on devra estimer à la forme fonctionnelle suivante :

$\text{Log CO2}_{it} = B_0 + B_1 \log \text{PIBT}_{it} + B_2 \log \text{PIBT}^2_{it} + B_3 \log \text{ENERGY}_{it} + B_4 \log \text{IMPORT}_{it} + \varepsilon_{it} \dots [1]$  tels que :

$\varepsilon_{it}$  : le terme d'erreur du modèle ( $\varepsilon_{it} \rightarrow (0, \sigma_{\varepsilon}^2)$ ,  $i=1, \dots, 4$  et  $t=1, \dots, 23$ )

$\log \text{CO2}$  : logarithme népérien des émissions de CO2 (en kilotonnes)

$\log \text{PIB}$  : logarithme népérien du PIB par habitant (en PPA dollars constant de 2011)

$\log \text{energy}$  : logarithme népérien de la consommation d'énergie par habitant (en kg d'équivalent pétrole)

$\log \text{import}$  : logarithme népérien des importations de marchandises (en dollars courants)

L'estimation du modèle doit d'abord faire l'objet de deux types de test : *test de spécification* et *test de validité*.

### **1-1- Test de spécification**

La première étape consiste à estimer les deux types de modèles (à effet fixe et à effet aléatoire) en utilisant le logiciel stata 11, puis par la suite effectuer le test d'Hausman (1978). Ce dernier nous permet de choisir entre le modèle à effet fixe et le modèle à effet aléatoire comme le plus approprié. Il est construit sur la base des hypothèses suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{H}_0 : \text{le modèle à effet aléatoire est le plus approprié} \\ \mathbf{H}_1 : \text{le modèle à effet fixe est plus approprié} \end{array} \right.$$

Si la probabilité liée au test d'Hausman est supérieure à la valeur critique de 5% alors on accepte l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) c'est-à-dire le modèle à effet aléatoire est le plus approprié sinon on opte pour l'hypothèse alternative ( $H_1$ ), c'est-à-dire le modèle à effet fixe qui sera maintenu.

### **1-2- Tests de validité**

Après avoir spécifié le type de modèle approprié, nous allons à présent effectuer un ensemble de tests de validité afin de tester l'éventuelle présence d'autocorrélation des erreurs, d'hétéroscédasticité ainsi de dépendance entre groupes d'individus. En présence de ces problèmes cités, la méthode FGLS (Feasible Generalized Least squares) sera utilisée afin d'y remédier.

#### **1-2-1- Test d'autocorrélation des erreurs.**

On cherche à vérifier si les erreurs sont autocorrélées à travers le test de Wooldridge.

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{H}_0 : \text{Absence d'autocorrélation des erreurs d'ordre 1} \\ \mathbf{H}_1 : \text{il existe au moins une relation d'autocorrélation d'ordre 1} \end{array} \right.$$

Si la probabilité associée au test est inférieure à la valeur critique de 5% alors on admet l'existence d'une autocorrélation d'ordre 1 des erreurs, sinon on accepte l'hypothèse nulle qui avance l'absence d'autocorrélation.

### **1-2-2- Test d'hétéroscédasticité**

L'hétéroscédasticité désigne le cas où les erreurs n'ont pas une variance constante. Il existe plusieurs tests pour détecter la présence ou non de l'hétéroscédasticité dont le test de Wald modifié utilisé dans notre étude.

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{H}_0 : \text{les erreurs sont } \underline{\text{homoscédastiques}} \\ \mathbf{H}_1 : \text{les erreurs sont } \underline{\text{hétéroscédastiques}} \end{array} \right.$$

Si la probabilité associée au test est inférieure à la valeur critique de 5% alors on admet l'existence d'une hétéroscédasticité sinon on accepte l'hypothèse nulle qui avance l'homoscédasticité des erreurs.

### **1-2-3- Test de dépendance entre groupe d'individus**

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{H}_0 : \text{Indépendance des résidus entre individus } (\mathbf{E}(e_{it} e_{jt}) = 0) \text{ pour } i \neq j \\ \mathbf{H}_1 : \text{existence d'une dépendance des résidus entre individus} \end{array} \right.$$

Cette corrélation entre groupes d'individus sera vérifiée à travers le test de Breusch- Pagan. Si la probabilité associée au test est inférieure à la valeur critique de 5% alors on admet l'existence d'une dépendance entre groupe d'individus, sinon on accepte l'hypothèse nulle qui avance l'indépendance des résidus entre individus.

## 2- Analyse et discussion des résultats

**Tableau 16:** Résultats d'estimation des spécifications de l'équation [1]

Variable à expliquer : <b>log CO2</b>	Variables explicatives : <b>log PIB, log PIB<sup>2</sup>, log energy, log import</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Coefficients</b>				
<b>B<sub>0</sub></b> (constante)	<b>-4.69</b> (0.93) [-5] {0.00}	<b>-8.51</b> (3.39) [-2.51] {0.01}	<b>-10.40</b> (5.28) [-1.97] {0.049}	<b>-2.69</b> (5.04) [-0.54] {0.59}
<b>B<sub>1</sub></b> (log PIB)	<b>1.62</b> (0.23) [6.95] {0.00}	<b>0.70</b> (0.79) [0.89] {0.38}	<b>2.17</b> (1.17) [1.86] {0.063}	<b>0.60</b> (1.12) [0.53] {0.59}
<b>B<sub>2</sub></b> (log PIB <sup>2</sup> )	<b>-0.11</b> (0.01) [-8.78] {0.00}	<b>-0.14</b> (0.05) [-3.15] {0.00}	<b>-0.21</b> (0.07) [-3.11] {0.002}	<b>-0.11</b> (0.06) [-1.78] {0.07}
<b>B<sub>3</sub></b> (log ENERGY)	<b>1.31</b> (0.07) [17.68] {0.00}	<b>1.47</b> (0.05) [31.23] {0.00}	<b>1.30</b> (0.10) [12.32] {0.00}	<b>1.24</b> (0.10) [12.68] {0.00}
<b>B<sub>4</sub></b> (log IMPORT)	<b>0.15</b> (0.02) [9.58] {0.00}	<b>0.67</b> (0.02) [32.52] {0.00}	<b>0.49</b> (0.34) [14.28] {0.00}	<b>0.46</b> (0.04) [12.64] {0.00}
Modèle	A effets fixe	A effet aléatoire	FGLS, p(c) , c(ar1)	FGLS, p(c)
Nombre d'observations	92	92	92	92
Test d'Hausman : statistique Khi <sup>2</sup> = 4084.94			Wald Khi2= 331.95	Wald Khi2= 315.39
Prob (test hypothèse)= 0			Prob (test hypothèse)= 0	Prob (test hypothèse)= 0

(...) les écarts types

[...] statistique de Student au seuil de 5%

{...} Probabilité (test-H<sub>0</sub>)

**Source :** élaboré par nous-mêmes

La colonne (A) rapporte les résultats d'estimation du modèle à effet fixe, tandis que la colonne (B) comporte ceux du modèle à effet aléatoire. La valeur du test d'Hausman est égale à 4 084.94, et la probabilité de rejeter  $H_0$  à tort est inférieure à 0.05 (0.00). Par conséquent, nous rejetons l'hypothèse nulle, alors le modèle retenu est celui à effet fixe.

$$\text{Log CO2}_{it} = -4.69 + 1.61 \text{ log PIBT}_{it} - 0.11 \text{ log PIBT}^2_{it} + 1.30 \text{ log ENERGY}_{it} + 0.15 \text{ log IMPORT}_{it}$$

$i = 1-4 \quad t = 1-23$

A la lecture des résultats obtenus du modèle à effet fixe, une relation positive lie les émissions de CO2 d'une part, le PIB/habitant, la consommation d'énergie ainsi que les importations d'une autre part (les coefficients relatifs aux variables explicatives étant de signe positif).

Concernant le terme quadratique du PIB/habitant, les résultats d'estimation montrent que le coefficient estimé a un signe négatif et statistiquement très significatif (prob = 0 .00), ceci signifie que la relation entre les émissions de CO2 et la croissance économique est convexe, car le coefficient estimé du log PIB est positif, tandis que le coefficient associé au log PIB <sup>2</sup> est négatif. Du point de vue économique, un tel résultat signifie que la courbe qui retrace l'évolution des émissions de CO2 en fonction du PIB/habitant se caractérise par trois phases. La première est celle relative au développement économique au cours de laquelle les émissions de CO2 ont tendance à la hausse, puis la phase de stabilisation où les quantités émises de CO2 commencent à stagner. Cependant, la troisième phase est celle relative à un niveau avancé de croissance économique où la courbe des émissions de CO2 s'inverse en ayant une tendance à la baisse. Cette courbe prend alors la forme d'un U inversé, ce qui amène à confirmer l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets.

### **2-1- Test de validation**

Après avoir opté pour le modèle à effet fixe comme le plus approprié, nous allons à présent procéder aux différents tests de *validation* à savoir le test d'autocorrélation des erreurs, le test d'hétéroscédasticité et de dépendance entre groupes d'individus du panel. L'ensemble des tests que montent que celui-ci n'est pas robuste et présente beaucoup d'insuffisance en le rendant inadéquat pour expliquer la relation entre la variable endogène (émissions de CO2) et les variables explicatives (la croissance économique, la consommation d'énergie et les importations). En effet, l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) d'absence d'hétéroscédasticité des

erreurs a été testée par le test de *Wald modifié*, présenté par Greene (2000). Le résultat de ce test montre que la probabilité associée est égale à 0.0009, ce qui signifie le rejet de l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) au seuil de 5%, donc les erreurs sont hétéroscédastiques.

Le test de *Wooldridge*, montre que l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation des erreurs est rejetée au seuil de 5% (prob= 0.03). Quant au test de *dépendance entre groupes d'individus*, les résultats de Breusch Pagan LM démontrent le rejet de l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) au seuil de 5% (prob = 0.00), ce qui signifie l'existence d'une dépendance entre les individus du panel. Le détail des différents tests de validation sont rapportés dans les annexes.

## **2-2- Ré-estimation du modèle par la méthode FGLS**

Etant donné les problèmes rencontrés dans la première estimation via la méthode OLS (ordinary least squares) à savoir l'hétéroscédasticité et autocorrélation des erreurs et la dépendance entre groupes d'individus, nous procédons à une ré-estimation du modèle en utilisant la méthode FGLS (feasible generalised least squares) afin d'améliorer la robustesse des résultats. Les résultats obtenus, selon les différentes spécifications, sont représentés dans les colonnes C et D du tableau 16. En effet la colonne C présente les résultats d'estimation de l'équation [1] par la méthode FGLS en tenant compte de l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation des erreurs. Les résultats obtenus montrent que la croissance économique influence positivement les émissions de CO<sub>2</sub> au sein des pays du BRIC au seuil de 10% (prob= 0.063). En revanche, tous les autres coefficients (log PIB<sup>2</sup>, consommation d'énergie, importations) sont statistiquement significatifs au seuil de 5%.

Les coefficients estimés sont des élasticités dont les valeurs sont de 2.17 pour la croissance économique, (1.30) pour la consommation d'énergie par habitant et (0.49) pour les importations de marchandises. Cela signifie que lorsque la croissance économique augmente d'une unité, les émissions de CO<sub>2</sub> augmentent de 2.17%, tandis qu'une unité supplémentaire de la consommation d'énergie va impulser les émissions de CO<sub>2</sub> de 1.3%. Quant à une augmentation d'une unité des importations va entraîner une hausse des émissions de dioxyde de carbone de 0.49%. La ré-estimation du modèle maintient le coefficient du terme quadratique demeure statistiquement significatif et de signe négatif, ce qui confirme l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets.

Par conséquent, la dégradation de l'environnement au sein des pays du BRIC est tributaire en premier de la croissance économique, suivie par la consommation d'énergie et en dernier les importations avec une faible élasticité.

La colonne D rapporte les résultats d'estimation de l'équation [1] en utilisant également la méthode FGLS en tenant compte de *l'autocorrélation des erreurs* et *corrélation entre groupe d'individus*. Cette colonne fait ressortir que les émissions de CO<sub>2</sub> au sein des pays du BRIC ne sont pas affectées par la croissance économique (prob = 0.59 > 0.05), par contre la consommation d'énergie et les importations ont un impact positif sur les émissions de CO<sub>2</sub> (prob = 0.00).

## **Conclusion**

L'objectif de ce chapitre est d'examiner les effets de la croissance économique, la consommation énergétique et les importations sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans quatre pays émergents à savoir le BRIC de 1992 à 2014 à travers un modèle économétrique en données en panel.

La première étape consiste à effectuer un test d'homogénéité mais celle-ci a été ignorée en raison d'existence d'études antérieures sur le panel du BRIC (**JEVERIA, 2017**). Nous sommes passés au test de spécification à travers le test d'Hausman afin de déterminer le modèle le plus approprié à adopter. Suite aux résultats de validation, les problèmes liés à l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation des erreurs ainsi que la dépendance des individus entre groupes ont été confirmés, et étant donné l'inefficacité de la méthode OLS on a opté pour la méthode FGLS afin de remédier à ces limites.

Il apparaît que la croissance économique serait le principal déterminant des émissions de CO<sub>2</sub>, suivi par la consommation d'énergie et les importations en dernier lieu. Nous avons constaté le rôle important de la croissance économique qui postule la possibilité pour les pays du BRIC l'amélioration de qualité environnementale au fur et à mesure qu'ils se développent.

## **Conclusion générale**

La finalité de ce travail est de comprendre essentiellement la nature de la relation entre les émissions de CO<sub>2</sub> avec la croissance économique, la consommation d'énergie ainsi que les importations dans l'ensemble des pays du BRIC entre 1992 et 2014, ce qui nous permettra de tester l'hypothèse environnementale de Kuznets.

Les économies du BRIC se distinguent par une longue période de croissance relativement forte, avec des taux de croissance supérieurs à la moyenne des pays développés (OCDE), du fait des transformations institutionnelles et structurelles qui ont suivies leur transition vers l'économie de marché

Les résultats obtenus, nous confirment l'impact positif qu'auraient les différents déterminants sur les émissions de CO<sub>2</sub>, mais les facteurs qui ont le plus d'influence sont la croissance économique et consommation d'énergie. Les importations quant à elles impactent à une moindre mesure. Par conséquent, afin de réduire significativement la dégradation de l'environnement due aux émissions de CO<sub>2</sub>, il y a lieu d'accorder une plus grande importance au type d'énergie utilisé. Et comme évoqué au chapitre II, les énergies fossiles (charbon à grande proportion suivi par le pétrole et le gaz) restent la source d'énergie la plus utilisée. A côté des efforts entrepris individuellement les pays du BRIC devraient songer à développer les objectifs de leur alliance afin d'aller au-delà du volet économique et intégrer le volet environnemental visant à mettre en place des politiques communes (créer une caisse spécialisée afin de financer les investissements liées aux énergies renouvelable et valoriser le potentiel déjà existant)

Il est vrai que le processus d'industrialisation énergivore observé dans les pays du BRIC est source d'émissions de gaz carbonique du fait de la forte consommation qu'elle nécessite mais celui-ci est un moteur déterminant de la croissance économique. C'est pourquoi, il serait judicieux d'investir davantage dans la valorisation de la richesse en population dont jouissent ces pays, ainsi, un capital humain plus performant apte à innover dans les industries et autres secteurs plus propres.

Par ailleurs, les données de ces pays démontrent qu'une action plus urgente est nécessaire sur tous les fronts, que ce soit celui d'incorporation des programme d'adaptation aux stratégies de développement qui prévoient des limites aux émissions de CO<sub>2</sub>, ou celui de la stimulation des investissements et de l'innovation, notamment dans la recherche et

développement et l'amélioration d'efficacité énergétique et le déploiement de technologie bas-carbone.

En effet, une courbe environnementale de Kuznets, reliant par une forme de cloche les émissions de CO<sub>2</sub> et le niveau du PIB/ habitant a été détectée, ce qui est dû à une politique environnementale qui converge vers celle des pays développés, montrant ainsi le rôle de qualité institutionnelle dans la promotion de l'environnement.

Pour renforcer les résultats d'analyse, nous pouvons étendre, dans une étude future, notre analyse à d'autres indicateurs environnementaux.

## **Références bibliographiques**

### **Articles et livres**

1. AcharyyaJoysri (2009) “FDI, growth and the environment evidence from India on CO2 emissions during the last two decades”, *Journal of Economic Development*, volume 34, Number 1, June 2009
2. Al MULALI Usama (2011) “Oil consumption, CO2 emissions and economic growth in MENA countries. *Energy*, 36(10) 6165-6171

3. Aliya , Mohamed Aminu (2005) “foreign direct investment and the environment: pollution haven hypothesis revisited”, paper prepared for the eight annual conference on global economic analysis, lubeck, Germany, june 9-11, 2005
4. AMIRI Fethi (2019) “Innovation technology and environmental sustainability in the case of Tunisia, ERF 25th annual conference
5. ApresianStanislansRisadi (2016) « Foreign direct investment and environmental degradation: Does pollution haven exist in Indonesia?» International Conference on Social Policy at Yogyakarta, Indonesia, volume 2
6. Aung Thiri, Ehsan Rasoulinezelad, BehnazSaboori (2017) “Economic growth and environmental pollution in Myanmar: An analysis of environmental Kuznets curve”. Environmental Science and Pollution Research. 24(2) July 2017
7. Avik Sinha, Muhammed Shahbaz (2017) “Estimation of environmental Kuznets curve for CO2 emissions”: role of renewable energy generation in India, MPRA paper N°: 83335
8. Bakhsh Khuda, Sobia Rose, Muhammad Faisal Ali, Nadjid Ahmad, Muhammad Shahbaz (2017) “Economic growth, CO2 emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan”: New evidences from 3SLS, Journal of Environmental Management
9. Bakirtas Ibrahim, SeyhatBayrak, Atalay Cetin (2014) “Economic growth and Carbone emissions a dynamic panel data analysis”. European Journal of Sustainable development (2014), 3, 4, 91-102.ISSN: 2239-5938
10. BEAT Burgenmeier(2005) “ Economie du développement durable” de boeck 2ième édition &laraciers.a. Bruxelles p 17
11. BERNARD Jessica , S.K.MANDAL (2016) “the Impact of trade openness on environmental quality: an empirical analysis of emerging and developing economies, paper of 3rd International Conference on Environmental and Economic Impact on Sustainable Development (EID 2016)
12. BikashChauldra Ghosh, KhandakarJohangirAlam, Md. AtaulGaniOsmani (2014) “Economic growth, CO2 emission and energy consumption”: the case of Bangladesh, International Journal of business and Economics Research ISSN: 2328-7543 (print); ISSN: 2328-756X (oline)
13. BOUZNIT Mohammed (2017) “Emission de CO2, consommation d’énergies et croissance économique au sein des pays de Moyen Orient et d’Afrique du

- Nord(MENA). Journal of Economic & financial Research ISSN: 2352-9822, E-ISSN: 2588-1574, Volume 4/issue2/December 2017
14. Bozkurt Cuma , Yusuf Akan (2014) “Economic growth, CO2 emissions and energy consumption”: the Turkish case, International Journal of Energy Economics and Policy vol 4, N°3, 2014 pp 484-494, ISSN: 2146-4553
  15. Busse Matthias (2004) “Trade, environmental regulations and the world trade organization: New Empirical Evidence”. World Bank Policy Research Working paper 3361, July 2004
  16. Cederborg Jenny, Sara Snobohm (2016) “is there are a relationships between economic growth and Carbone dioxide emissions”, Economics/ autumn semester 2016
  17. Cole Matthew (2004) “trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve examining the linkage », Ecological Economics, 48(1), 71-81
  18. Doytch Nadia, MerihUctum (2012) “Globalization and the environ mental spillovers of sectoral FDI”
  19. Eric Yaw Naminse, Jincai Zhuang (2018) «Economic growth, Energy intensity and Carbone dioxide emissions in China, Polish Journal of Environmental Studies vol-27, NO.5 (2018), 2193-2201
  20. Farhani sahib (2012) “Energy consumption, economic growth and CO2 emissions: evidence from panel data for MENA region”. International Journal of Energy Economics and Policy, ISSN: 2146-4553
  21. Faridul Islam, Muhammed Shahbaz, Muhammed Sabihuddin Butt (2013) “Is there an environmental Kuznets curve for Bangladesh? Evidence from ARDL Bounds testing approach”, Bangladesh development studies vol XXXVI, December 2013, N°.4
  22. Frankel Jeffery (2009) “environmental effect of international trade”, Faculty Research Working paper series N° RWP 09-006
  23. G. Achermannet Z. Liu (2013), les politiques environnementales en Russie et en Chine, laboratoire Université du Littoral,
  24. GAUCHON Pascal (2006), Inde, Chine l’assaut du monde, Rapport Antheios
  25. GOLDSTEIN A. et Andréa et LEMOINE F. (2013) L’économie des BRICS (dans Les réformes économiques de la théorie à la pratique). (<https://www.cairn.info/l-economie-des-bric--9782707173386-page-22.htm>)

26. HadiSasana, AnissaEkaPutri (2018) “The increase of energy consumption and carbone dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions in Indonisia, E3S web of conference 31, 01008 (2018)
27. HUCHET Jean-François (2017), Les politiques publiques environnementales chinoises à l’épreuve des économies politiques locales, Edition HAL,
28. Javeria Maryam, Ashok Mittal, vishal Sharma (2017) “CO<sub>2</sub> emission, energy consumption and economic growth in BRICS: An Empirical Analysis”. IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS) volume 22, issue 2, ver.V(Feb.2017) pp 53-58, e-ISSN:2279-0837, 46. P-ISSN: 2279-0845
29. KasperowiczRafal (2015) “Economic growth and CO<sub>2</sub> emissions: the ECM analysis. Journal of International Studies. Vol.8, N°3, 215, pp. 91-98
30. Keller Wolfgang, Stephen R.Yeaple (2003) “Multinational enterprises, international trade and productivity growth: firm-level evidence from the United-States”.NBER Working paper No-9504
31. Kodjokodjo- KOMNA, CERDI “ ouverture commerciale et out put indésirable: évidence en terme d’efficience productive pour le MENA, centre d’étude et de recherche sur le développement international, Clermont- Ferrand (France)
32. KostakisIoannis ,Sarantis Lolos, EleniSardianou (2016) « Foreign direct investment and environmental degradation »: further evidence from Brazil and Singapore, MPRA paper N° 75643, posted 19 September 2016
33. L.Pié, Laura Fabregat-Aibar, Marc Saez “The influence of imports and exports on the evolution of greenhouse gas emissions: the case for the European Union, Energies article, 2018
34. LachehabMiloud, A.S Adul Rahim, AbdallaSirage (2015) “Economic growth and carbone dioxide emissions: investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Algeria. International Journal of EnergyEconomics and Policy. ISSN: 2146-4553
35. Lessard. F(2013). Commerce international et havres de pollution. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en économie. Université du Québec à Montréal P6
36. Lie Jin, KeranDuan, Chunming Shi and XianweiJu (2017) “The impact of technological progress in the energy sector on Carbone emissions: An empirical analysis from China”. International Journal of EnvironmentalResearch and Public health

37. Ling Chong Hui, Khalid Ahmed, Muhammad Shabaz, Rusnah Muhammad (2015) “Decomposing the trade environment nexus for Malaysia, what do the technique, scale, composition and comparative advantage effect indicate? Environmental Science and Pollution Research, 22(24), 20131-20142
38. List John.A, Catherine Y.CO “The effects of environmental regulation on foreign direct investment”, Journal of Environmental Economics and Management, volume 40, issue 1, July 2000, page 1-20
39. ManagiShunsuke (2004) “trade liberalization and the environment: Carbone dioxide for 1960-1999”. Economics Bulletin, vol 17, No.1 p 1-5
40. ManucheherIranonst (2015) “The renewable energy growth, nexus with Carbone emissions and technological innovation: Evidence from the Nordic countries”. Contents listsavailable at Science Direct EcologicalIndicator 69(2016), 118-125
41. Mowadat Ali, Zakir Zaman, Zohaib Ali (2015) “the effect of international trade on Carbone emissions evidence from Pakistan”. Journal of Economics and Sustainabledevelopment. ISSN: 2222-2855, vol.6, No.9
42. Nkengfack Hilaire, KakkoFotio Hervé “effet de la croissance économique sur les émissions de CO2 dans les pays du Bassin du Congo ». papier repose au premier colloque de l’association de l’économie théorique et appliquée(AETA)
43. Palamalai Srinivasan, KarthigaiPrakasam, InderRavindra (2015) “Relationships between energy consumption, CO2 emission, economic growth and trade in India”. Journal of Economic& Financial studies 03, (02) 1-17
44. Peng wen-Bin, Kun Tian, Yin-Hua-Tian, Guo-Cheng-Xiang (2011) “VAR analysis of foreign direct investment and environmental regulation: China’s case”. BEH (Business Economic Horizons) vol 5/issue 2/April 2011/pp.13-22, peer-reviewed and open access journal.ISSN: 1804-1204
45. PORRAS Laila (2012), Croissance, inégalités et pauvreté au sein des pays émergents : le cas des BRICS (<https://journals.openedition.org/regulation/11480?lang=en> )
46. Ren Shenggan, Xie Ma, Baolong Yuan, Xiaohong Chen (2014) “International trade, FDI (Foreign Direct Investment) and embodied CO2 emissions: A case study of China’s industrial sectors”. China EconomicReview
47. Shahbaz Muhammed, SamiaNasreen, TalatAfza (2011) “Environmental consequences of economic growth and foreign direct investment: Evidence from panel data analysis”. MPRA paper No: 32547, posted 03 August 2011

48. SoumyanandaDinda (2015) "Production technology and carbone emissions: long run relation with short run dynamics". Journal of Applied Economics 2018, vol.21,NO.1, 106-121, ISSN: 1514-0326(print) 1667-6726(online)
49. Tajudeen Mukhtar Olatunji, Abdul Hamid Jaafar, AdedokunAdebqyo Sunday "Energy consumption, income, technological progress and carbone emissions empirical evidence from Malaysia (1970-2012)". ProsidingPerkem ke-9, ISSN: 2231-962X
50. TamazianArtur , Juan PineiroChousa, Krishna Chaitanya Vadlamanunati "Does higher economic and financial development lead to environmental degradation": evidence from BRICS countries, Energy Policy, volume 37, issue 1, January 2009, page 246-253
51. Zheng Jiajia&Pengfei Sheng (2017) "the impact of foreign direct investment (FDI) on the environment": market perspectives and evidence from China
52. Zheng Siqi, Matthew E.Kahn, Hongyu Liu (2010) "Towards a system of open cities in China: Home prices, FDI flows and air quality in 35 major cities. Regional Science and UrbanEconomic, volume 40, Issue 1 January, page 1-10

### **Sites internet**

1. La Banque Mondiale (<https://donnees.banquemondiale.org>)
2. <https://www.john-steel.com/blog/fr/les-10-plus-gros-producteurs-dacier/> (Consulté le 10/05/2019)
3. <https://www.populationdata.net/palmares/ipe/>
4. L'organisation Internationale des constructeurs automobiles (<http://www.oica.net/category/production-statistics/>)
5. [www.statista.com](http://www.statista.com)
6. Agence Internationale de l'Energie (<https://www.iea.org>)
7. <http://fonds-souverains.over-blog.com/tag/classements/>
8. Base de données de Perspective Monde (<http://perspective.usherbrooke.ca>) (consulté le 16/06/2019)
9. Le site officiel du BRICS (<http://infobrics.org/>)
10. Global Carbon Atlas (<http://www.globalcarbonatlas.org/fr/CO2-emissions>)

**Liste des tableaux**

*Tableau 1 : Superficie des territoires du BRIC*

*Tableau 2 : Evolution de la population dans le BRIC (1962-2017)*

*Tableau 3 : Evolution du PIB/tête*

*Tableau 4 : Variation en % du PIB/tête*

*Tableau 5 : Le pourcentage des flux entrants d'IDE dans le PIB*

*Tableau 6 : Consommation finale totale d'énergie par source au Brésil (en ktep)*

*Tableau 7 : Consommation totale finale d'énergie par source en Russie (en ktep)*

*Tableau 8 : Consommation finale totale d'énergie par source en Inde (en ktep)*

*Tableau 9 : Consommation finale totale d'énergie par source en Chine (en ktep)*

*Tableau 10 : Répartition en % du total de la consommation finale d'énergie par secteur pour l'année 2016 dans le BRIC.*

*Tableau 11 : Pourcentage de la production d'électricité à partir du charbon, gaz et pétrole dans le BRIC*

*Tableau 12 : Pourcentage de la population ayant accès à l'électricité dans les pays du BRIC*

*Tableau 13 : Evolution des émissions de CO<sub>2</sub>/tête (en tonne métrique)*

*Tableau 14 : Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> (en kilotonnes)*

*Tableau 15 : Evolution de l'Indice de Performance Environnementale dans les pays du BRIC*

**Liste des figures**

**Figure 1** : courbe environnementale de Kuznets

**Figure 2** : Parts des superficies des pays du BRIC

**Figure 3** : Evolution de la population des BRIC entre 1962 et 217

**Figure 4** : Parts de la population des BRIC en 2017

**Figure 5** : La population urbaine et rurale dans les pays du BRIC en 2017

**Figure 6** : Evolution du PIB/tête (en PPA constant de 2011)

**Figure 7** : Evolution des taux de croissance annuel

**Figure 8** : Variation du PIB/ tête

**Figure 9** : Evolution de la valeur ajoutée du secteur industrie (en dollars constants de 2010)

**Figure 10** : Evolution des importations de marchandises dans les pays du BRIC (en dollars courants)

**Figure 11** : Evolution des entrées nettes en d'IDE (en dollars courants)

**Figure 12** : Evolution du % des IDE entrants dans le PIB dans les pays du BRIC

**Figure 13** : Evolution de la consommation d'énergie par habitant (en kg d'équivalent pétrole)

**Figure 14** : la consommation d'énergie par habitant dans les pays du BRIC

**Figure 15** : Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Brésil)

**Figure 16** : Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Russie)

**Figure 17** : Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Inde)

**Figure 18** : Total de la consommation finale d'énergie selon la source entre 1990 et 2016 (Chine)

**Figure 19** : Evolution du parc automobile en Chine de 2007 à 2018 (en millions)

**Figure 20** : Répartition de la production de voitures en 2018

**Figure 21** : Evolution de la part en % d'électricité produite à partir du Charbon, pétrole et gaz

**Figure 22** : La part en % de la production d'électricité à partir du charbon, pétrole et gaz

**Figure 23** : Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> de 1960 à 2014 (en kilotonnes)

**Figure 24** : Emissions de CO<sub>2</sub> dans les pays du BRIC

**Figure 25** : Emissions de CO<sub>2</sub> dans les pays du BRIC et OCDE

**Figure 26** : Relation émission CO<sub>2</sub> et PIB /tête au Brésil de 1990 à 2014

**Figure 27** : Relation émission CO<sub>2</sub> et PIB /tête au Russie de 1990 à 2014

**Figure 28** : Relation émission CO<sub>2</sub> et PIB /tête en Chine de 1990 à 2014

**Liste des abréviations**

**AETA** : **Association** de l'Economie Théorique et Appliquée

**ANASE-5**: Association des Nations de l'Asie du Sud-est

**ARDL**: Autoregressive Distributed Lag

**BRICS**: Brazil, Russia, India, Chine, South Africa

**CO2** : **Dioxyde** de Carbone

**ECM**: Error Correction Model (Modèle à Correction d'erreur)

**EKC**: Environnemental Kuznets Curve (Courbe de Kuznets Environnementale)

**FGLS**: Feasible Generalized Least Squares (Moindre Carrés Généralisés Réalisables)

**FMOLS**: Fully-Modified Ordinary Least Squares (Moindres carrés ordinaire entièrement modifiés)

**GES** : Gaz à Effet de Serre

**GLS**: Generalized Least Squares (moindre carrés généralisés)

**GMM**: Modèle de mélange gaussien

**IDE** : **Investissement** Direct Etranger

**IPE** : Indice de Performance Environnementale

**MCO** : Moindres carrés ordinaire

**MENA**: Middle East and North Africa (Moyen-Orient et Afrique du Nord)

**MGC** : Méthode des Moindres Carrés Généralisés

**MLS** : Modèle Linéaire Standards

**OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Economique

**PED** : Pays En Développement

**PIB** : Produit Intérieur Brut

**R&D** : Recherche et Développement

**RDC** : République Démographique du Congo

**RDM** : Reste Du Monde

**VAR** : Vecteur Autorégressif

**VECM** : Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur

## Annexes

## Modèle à effet fixe :

```
. xtreg logco2 logpibt logpibt2 logenergy logimport, fe
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    92
Group variable: id                   Number of groups =     4

R-sq:  within = 0.9786                Obs per group:  min =    23
      between = 0.1301                avg             =   23.0
      overall  = 0.1805                max             =    23

corr(u_i, xb) = -0.4808                F(4,84)         =   959.10
                                          Prob > F         =    0.0000
```

logco2	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
logpibt	1.61918	.2328498	6.95	0.000	1.156133 2.082228
logpibt2	-.1121833	.0127755	-8.78	0.000	-.1375887 -.0867779
logenergy	1.309084	.0740594	17.68	0.000	1.161808 1.456359
logimport	.1537645	.0160567	9.58	0.000	.1218339 .1856951
_cons	-4.690301	.9377088	-5.00	0.000	-6.555038 -2.825564
sigma_u	1.2071784				
sigma_e	.04789352				
rho	.99842845				(fraction of variance due to u_i)

F test that all u\_i=0: F(3, 84) = 427.51 Prob > F = 0.0000

## Modèle à effet aléatoire :

```
. xtreg logco2 logpibt logpibt2 logenergy logimport, re
Random-effects GLS regression      Number of obs   =    92
Group variable: id               Number of groups =     4

R-sq:  within = 0.7389                Obs per group:  min =    23
      between = 0.9995                avg             =   23.0
      overall  = 0.9669                max             =    23

Random effects u_i ~ Gaussian      wald chi2(4)    =   2537.64
corr(u_i, x) = 0 (assumed)        Prob > chi2    =    0.0000
```

logco2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
logpibt	.7005139	.7910394	0.89	0.376	-.8498948 2.250923
logpibt2	-.1431225	.0454756	-3.15	0.002	-.2322531 -.0539919
logenergy	1.467489	.0469886	31.23	0.000	1.375393 1.559585
logimport	.6710299	.020635	32.52	0.000	.630586 .7114737
_cons	-8.511191	3.389408	-2.51	0.012	-15.15431 -1.868074
sigma_u	0				
sigma_e	.04789352				
rho	0				(fraction of variance due to u_i)

## Test d'Hausman

```
. hausman effect3 .
```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) effect3	(B) random3		
logpibt	1.61918	.7005139	.9186664	.
logpibt2	-.1121833	-.1431225	.0309392	.
logenergy	1.309084	1.467489	-.1584055	.057244
logimport	.1537645	.6710299	-.5172654	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(4) = (b-B)'[(V\_b-V\_B)^(-1)](b-B)  
= 4084.94  
Prob>chi2 = 0.0000  
(V\_b-V\_B is not positive definite)

```
. xtserial logco2 logpibt logpibt2 logenergy logimport
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 3) = 15.100
Prob > F = 0.0302
```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity  
in fixed effect regression model

H0:  $\sigma(i)^2 = \sigma^2$  for all  $i$

```
chi2(4) = 18.77
Prob>chi2 = 0.0009
```

Correlation matrix of residuals:

```
___e1 ___e2 ___e3 ___e4
___e1 1.0000
___e2 0.4788 1.0000
___e3 0.6883 0.2013 1.0000
___e4 -0.6404 -0.6527 -0.2903 1.0000
```

Breusch-Pagan LM test of independence:  $\chi^2(6) = 38.271$ , Pr = 0.0000  
Based on 23 complete observations over panel units

Pesaran's test of cross sectional independence = -0.421, Pr = 0.6737

```
. xtgls logco2 logpibt logpibt2 logenergy logimport, panels(heteroskedastic) corr(ar1)
```

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares

Panels: heteroskedastic

Correlation: common AR(1) coefficient for all panels (0.8827)

```
Estimated covariances = 4 Number of obs = 92
Estimated autocorrelations = 1 Number of groups = 4
Estimated coefficients = 5 Time periods = 23
Wald chi2(4) = 331.95
Prob > chi2 = 0.0000
```

logco2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
logpibt	2.174076	1.170909	1.86	0.063	-.1208636 4.469015
logpibt2	-.2110636	.0678677	-3.11	0.002	-.3440819 -.0780454
logenergy	1.304829	.1059196	12.32	0.000	1.097231 1.512428
logimport	.4909886	.0343916	14.28	0.000	.4235824 .5583949
_cons	-10.4013	5.284207	-1.97	0.049	-20.75816 -.0444449

```
. xtgls logco2 logpibt logpibt2 logenergy logimport, panels(correlated) corr(ar1)
```

```
Cross-sectional time-series FGLS regression
```

```
Coefficients: generalized least squares
```

```
Panels: heteroskedastic with cross-sectional correlation
```

```
Correlation: common AR(1) coefficient for all panels (0.8827)
```

```
Estimated covariances = 10 Number of obs = 92
Estimated autocorrelations = 1 Number of groups = 4
Estimated coefficients = 5 Time periods = 23
Wald chi2(4) = 315.39
Prob > chi2 = 0.0000
```

logco2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
logpibt	.5961567	1.119608	0.53	0.594	-1.598236 2.790549
logpibt2	-.115577	.0647508	-1.78	0.074	-.2424863 .0113322
logenergy	1.246091	.0982699	12.68	0.000	1.053485 1.438696
logimport	.4568949	.0361486	12.64	0.000	.3860449 .5277448
_cons	-2.698846	5.044443	-0.54	0.593	-12.58577 7.18808

**Table des matières**

<i>Résumé</i> .....	02
<i>Introduction générale</i> .....	04
<i>Chapitre I : Revue de littérature relative aux facteurs déterminants des émissions de CO2.</i> .....	6
Introduction -----	6
1- Revue de littérature de l'impact des IDE sur les émissions de CO2. -----	6
2- <i>Revue de littérature de l'impact de la consommation d'énergie sur les émissions de CO2</i>	9
3- Revue de littérature de l'impact de l'ouverture commerciale sur les émissions CO2 :	14
4- Revue de littérature de l'impact de la croissance économique sur les émissions de CO2 : -----	16
<i>Chapitre II : Analyse descriptive comparative des grandeurs macroéconomiques des pays du BRIC</i>	21
Introduction -----	21
1- Croissance économique dans les pays du BRIC-----	21
1-1- Superficie des territoires-----	22
1-2- Evolution de la population -----	23
1-3- Evolution de population urbaine-----	24
1-4- Evolution du PIB -----	25
2- Libéralisation et ouverture économique des pays du BRIC-----	28
2-1- Synthèse sur la transition vers l'économie de marché -----	28
2-2- Les fondements économiques des pays du BRIC -----	29
3- Consommation d'énergie dans les pays du BRIC-----	34
3-1- Evolution de la consommation d'énergie/habitant-----	34
3-2- Consommation finale d'énergie par sources. -----	35
3-3- Répartition du total de la consommation finale d'énergie par secteurs -----	39
3-4- Industrie automobile dans les pays du BRIC -----	40

3-5-	Sources de production d'électricité -----	41
3-6-	Accès de population à l'électricité -----	43
4-	La question environnementale dans les pays du BRIC -----	44
4-1-	Evolution des émissions de CO2 -----	44
4-2-	Emissions de CO2 par secteurs -----	46
4-3-	Indice de performance environnementale (IPE) -----	46
4-4-	La condition environnementale. -----	47
4-5-	Représentation graphique de la relation entre le PIB/tête et les émissions de CO2. -----	48
	Conclusion -----	50
	<i>Chapitre III : Modélisation économétrique de la relation entre l'émission de CO2, et la croissance économique, les importations et la consommation d'énergie au sein des pays du BRIC (1992 à 2014).</i> .....	52
	Introduction -----	52
1-	Méthodologie-----	52
1-1-	Test de spécification-----	53
1-2-	Tests de validité-----	53
2-	Analyse et discussion des résultats -----	55
2-1-	Test de validation -----	56
2-2-	Ré-estimation du modèle par la méthode FGLS -----	57
	Conclusion -----	58
	<b>Conclusion générale</b> .....	<b>59</b>
	<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>61</b>
	<b>Liste des illustrations</b> .....	<b>67</b>
	<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>69</b>
	<b>Annexes</b> .....	<b>71</b>

# Emission de CO2, croissance économique, consommation d'énergie et importation dans les pays du BRIC (1992-2014)

## Résumé

Ce travail consiste à étudier la relation entre les émissions de CO2, croissance économique, consommation d'énergies et importation dans quatre pays émergents (BRIC). Ce panel nous a permis de vérifier l'hypothèse de la courbe d'environnementale de Kuznets. Nos résultats d'estimation à l'aide d'un modèle à effet fixe estimé par la méthode FGLS, démontrent que la croissance économique et la consommation énergétique, sont les deux causes principales de la dégradation environnementale, ainsi que l'intensification des besoins d'approvisionnement en matière première a fait que les importations impactent les émissions de CO2.

Des solutions, sont proposées afin d'alléger le problème, à savoir le renforcement d'innovation dans la technologie propre, le développement des ressources renouvelables et la mise en place des stratégies de développement durable à travers l'investissement dans le potentiel humain.

**Mots clés :** Emissions CO2, Croissance économique, Consommation d'énergie, Importations, BRIC. Courbe environnementale de Kuznets.

## Abstract

This study aims to identify the nature of the relationship between CO2 emissions, economic growth, energy consumption and imports in four emerging countries (BRIC), throughout the period from 1992 to 2014. This panel allowed to test the hypothesis of environmental Kuznets curve. The obtained results by using the FGLS method to estimate the fixed effect model, show that economic growth and energy consumption are the two main causes, as well as the intensification of raw material supply needs caused imports to impact CO2 emissions.

Solutions are proposed in order to solve the problem of atmospheric pollution, promoting the innovation in clean technology, development of renewable resources and implantation of sustainable development strategies through investment in the human potential.

**Keys words:** CO2 emissions, Economic growth, Energy consumption, Imports, BRIC, Environmental Kuznets Curve.

## ملخص:

هذا العمل يتمحور حول دراسة العلاقة بين إفرزات ثاني أكسيد الكربون؛ معدل التطور الاقتصادي؛ معدل استهلاك الطاقة و الواردات في أربع دول نامية (BRIC). سمحت لنا هذه المجموعة من الدول بتحقيق إثبات صحة فرضية منحنى كينزيت للبيئة .

نتائج التقدير الإحصائي بمساعدة النموذج fixed effect model, المقدر بالطريقة FGLS تبين أن التطور الاقتصادي و الاستهلاك الطاقوي يمثلان السببان الرئيسيان في التدهور البيئي؛ زيادة عن ذلك كثافة المتطلبات بالتزويد بالمواد الأولية أدى إلى أن الواردات تأثر على إفرزات أكسيد الكربون.

مجموعة من الحلول اقترحت للتخفيف من هذا المشكل؛ من بينها دعم الابتكار والإبداع في المجال التكنولوجيا النظيفة؛ تطوير مصادرا لطاقة المتجددة ووضع خطط للتنمية المستدامة عبر الاستثمار في الطاقة البشرية

الكلمات المفتاحية : ثاني اكسيد الكربون,النموالاقتصادي, الاستهلاك الطاقوي الواردات BRIC,, منحنى كينزيت للبيئة .