

## AUTOROUTES EN PARTENARIAT PUBLIC PRIVE ET CROISSANCE ECONOMIQUE DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

**Thierno Ndao GUEYE**

Assistant, Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal)

Email : [gthiernoaps@gmail.com](mailto:gthiernoaps@gmail.com)

**Abdou-Aziz NIANG**

Maître de Conférences Agrégé CAMES, Université Assane Seck Ziguinchor (Sénégal)

E-mail : [aniang@univ-zig.sn](mailto:aniang@univ-zig.sn)

**Cheikh Oumar BALDE**

Assistant, Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal)

Email : [cobalde@univ-zig.sn](mailto:cobalde@univ-zig.sn)

**Date de soumission :** 05/10/2020 ; **Date d'acceptation :** 15/11/2020 ; **Date de publication :**  
12/12/2020

### Résumé

*Dans cet article, nous cherchons à analyser l'interrelation entre les infrastructures autoroutières en partenariat public privé, les investissements consacrés pour les réaliser et la croissance économique d'un panel de 28 pays en développement de 1994-2017. A cet effet, nous avons mobilisé la méthode des données de panel à effets fixes pour estimer successivement deux modèles de régression. Par conséquent, nos résultats ont d'abord validé la contribution significative et positive des investissements réalisés sur la croissance économique (élasticité 0,07%). Ensuite, ils mettent en évidence l'impact positif et significatif de ces autoroutes sur les investissements réalisés. Enfin, malgré leur capacité à générer des externalités positives, ces autoroutes n'ont pas un impact significatif sur la croissance économique.*

**Mots-clés :** partenariat public-privé, autoroutes, investissements, externalités, croissance économique.  
**Codes JEL :** O11, O41, R42.

### HIGHWAYS IN PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP AND ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES

### Abstract

*In this article, we seek to analyze the inter-relationship between highway infrastructure in public-private partnership, the investments devoted to achieve it and the economic growth of a panel of 28 developing countries from 1994-2017. To this end, we used the fixed-effect panel data method to successively estimate two regression models. Consequently, our results first validated the significant and positive contribution of the investments on economic growth (elasticity 0.07%). Then, they highlight the positive and significant impact of these highways on the investments. Finally, despite their ability to generate positive externalities, these highways do not have a significant impact on economic growth.*

**Keywords :** public-private partnership, highways, investments, externalities, economic growth.  
**JEL Codes :** O11, O41, R42.

\*Auteur correspondant : Thierno Ndao GUEYE

## Introduction

Partout dans le monde, le contexte économique du domaine public est marqué par une rareté grandissante des ressources publiques, des attentes énormes et des exigences fortes des populations à l'égard de la qualité et de la quantité des infrastructures et des services publics. Depuis le début des années 1990, les puissances publiques ont tendance à chercher, en plus des emprunts obligataires, des flux d'investissements directs étrangers, des aides au développement, pour ne nommer que ceux-là, à attirer le financement et le savoir-faire du privé pour réaliser et/ou gérer des infrastructures et des services publics dans des secteurs comme l'éducation, les transports, les logements, l'énergie, l'eau, les télécommunications, la distribution d'électricité, etc. Ce modèle d'association ou de coopération, qui vise à encourager l'initiative privée dans les services publics, est appelé partenariat public-privé (PPP). Il est considéré, aujourd'hui, comme un mode innovant de financement des infrastructures publiques. Dans les pays en développement, les infrastructures publiques de qualité et de quantité constituent un enjeu fondamental pour la mise en place des conditions nécessaires de développement économique. Cependant, les infrastructures jouent-elles un rôle sur la croissance économique ? Une question qui, depuis longtemps, a été au cœur des grands débats sur la croissance économique et la problématique de la pauvreté. D'ailleurs, Adam Smith (1776) fût l'un des premiers économistes à réfléchir sur l'impact des infrastructures sur la croissance économique : il a développé notamment la thèse selon laquelle une augmentation en qualité et en quantité des dotations infrastructurelles pourrait améliorer le service des transports<sup>1</sup>. Depuis les années 70, les infrastructures sont considérées comme un facteur pouvant améliorer les performances productives du secteur privé et par conséquent, cela favoriserait l'accès à l'emploi, au bon fonctionnement des marchés concurrentiels et une bonne dynamique de création de richesse, etc. Plusieurs études économétriques ont prouvé l'existence d'une interrelation positive et significative entre les infrastructures, investissements et croissance économique. Cette interaction pourrait-elle se justifier dans tout type d'infrastructure publique ? Qu'en est-il des infrastructures autoroutières en mode PPP ? Existe-il des liens significatifs entre les infrastructures autoroutières en mode PPP, les investissements consacrés à leur réalisation et la croissance économique ? Ce n'est pas évident de valider une telle interrelation partout dans le monde, sans pour autant que certaines conditions ne soient réunies, en l'occurrence, celles d'un environnement favorable au développement du secteur privé, à un cadre juridique stable, à une bonne gouvernance, à une administration efficace et à une concurrence saine entre les opérateurs économiques, etc.

Toutefois, dans les pays en développement, plus particulièrement ceux de l'Afrique subsaharienne, le problème d'investissements publics en infrastructures routières de qualité et en quantité se pose réellement. Durant ces 20 dernières années, le développement des PPP dans le secteur routier s'est opéré dans plusieurs pays en développement, notamment en Afrique subsaharienne. Une autoroute à péage en mode PPP mobilise beaucoup de ressources financières et, si elle est performante dans son exploitation, elle crée de la richesse et des effets d'entraînement positifs. Ainsi, ces effets devraient impacter à long terme sur la croissance économique. Dans cet article, nous essayons d'analyser l'interrelation entre les

---

<sup>1</sup> Améliorer le service de transport par la réduction des coûts de production, l'augmentation des vitesses et par conséquent, une augmentation des flux d'échanges, de la création de richesses, etc.

infrastructures autoroutière en mode PPP, les investissements réalisés et la croissance économique sur un échantillon de 28 pays en développement et sur la période 1994-2018.

Cet article est organisé en quatre sections. Dans la première section (1), il s'agit d'explorer la revue littéraire de la relation entre les infrastructures de transport, les investissements réalisés et la croissance endogène. La deuxième (2), présente les PPP comme modèle alternatif de financement des infrastructures et services publics. La troisième (3), expose, d'une part le modèle de synthèse de l'interrelation infrastructure, investissement et croissance économique et, d'autre part la spécification du modèle théorique. Et la quatrième (4), valide quantitativement l'impact des autoroutes en mode PPP sur la croissance et l'investissement.

## 1. Revue de la littérature

### 1.1. Du progrès technique autonome à la croissance endogène

En fait, les premières théories liées à la croissance économique, (Harrod, 1939), (Solow, 1956), etc., ont mis en évidence le rôle essentiel de l'accumulation des facteurs de production (capital, travail) et de la prise en compte du progrès technique autonome (exogène). Ces modèles néo-classiques de croissance sont fondés sous l'hypothèse des rendements décroissants du capital. Le taux de croissance de long terme est exogène et dépend de celui de la population active et des gains de productivité. En effet, la croissance économique viendrait de phénomènes extérieurs à la production, c'est-à-dire qu'elle ne provienne pas des entreprises elles-mêmes. De ce fait, ces modèles écartent toutes possibilités d'interrelation entre la croissance économique, les politiques publiques et les dépenses publiques d'infrastructure.

Cependant, les années 1980 sont marquées par une montée en puissance de nouvelles approches théoriques de la croissance économique (comme les théories de la croissance endogène) à côté de celles du progrès technique exogène.

La croissance endogène, comme elle a été développée par (Romer, 1986 ; 1990), (Lucas, 1988) (Barro, 1990), s'articule sur quatre facteurs endogènes pour expliquer la croissance à long terme et mettre en évidence le rôle de la politique économique. Ces facteurs de croissance endogènes sont générateurs d'externalités : il s'agit de *l'investissement en capital physique* qui génère des rendements d'échelle croissants (Romer, 1986, 1990) ; du *capital public d'infrastructure* car les dépenses publiques jouent un rôle moteur et participent à l'accroissement de la productivité du capital privé (Barro, 1990) ; *la connaissance technologique* (telle que l'innovation), la technologie est considérée comme un bien public et cumulatif au sens où, d'une part elle peut être utilisée simultanément par un nombre quelconque d'agents et, d'autre part les découvertes présentes s'appuient sur celles du passé (Romer, 1986 ; 1990) ; du *capital humain* et selon Lucas (1988), à un niveau de compétence donnée, une firme dotée d'un niveau élevé de formation, améliore mieux ses capacités productives au sein d'une collectivité que celle à faible niveau de formation. Barro (1990) part du postulat selon lequel l'économie pourrait être caractérisée par une fonction de production combinant à la fois le capital privé et le capital public pour réaliser des infrastructures. Ainsi, les investissements publics sont considérés comme étant l'ensemble des investissements consentis par la collectivité dans le domaine des infrastructures et que, par défaut de rendements croissants, le marché ne pourrait pas assurer de façon optimale. Finon D. (2016) considère que malgré les règles strictes de gestion budgétaire de l'Etat allemand, plus qu'on avance dans le long terme, plus l'investissement public en réseaux d'infrastructures aura des effets positifs sur la croissance, par conséquent sur les recettes budgétaires. Les

gouvernements s'endettent pour financer la réalisation des infrastructures. Fournier et al. (2017) ont montré aussi que les limites de la dette sont plus faibles dans la zone euro que dans d'autres pays en raison d'une réaction plus forte des taux d'intérêt du marché à l'augmentation de la dette.

## 1.2 Analyse de l'impact productif des infrastructures de transport sur la croissance

Depuis le début des années 90, on assiste à une confrontation de plusieurs approches visant à étudier l'impact des infrastructures sur la croissance économique. Ces approches constituent des canaux de transmission du rôle des infrastructures sur la croissance économique et, parmi lesquelles nous pouvons noter : l'approche primale<sup>2</sup> (l'estimation directe de la fonction de production), l'approche duale<sup>3</sup> (estimation du coût et de la demande de facteurs des entreprises), la dynamique transitoire<sup>4</sup> (approche par la convergence conditionnelle), l'étude du lien entre infrastructures et investissement<sup>5</sup> et enfin l'évaluation des effets de diffusion spatiale<sup>6</sup> des infrastructures. Par ailleurs, dans le tableau n° 01, Banister et Berechman (2000) présentent une batterie d'études, portant sur des données américaines, et qui ont abouti à des résultats intéressants.

**Tableau 1: Estimation de l'élasticité de la production par rapport aux investissements en infrastructure routière**

Auteur	Spécification	Elasticité au capital public
Aschauer (1991)	Fonction de production (Données américaines)	0,231
Garcia-Mila et McGuire (1992)	Fonction de production (48 Etats contigus des Etats-Unis)	0,04
Munnell et Cook (1990)	Fonction de production (48 Etats contigus des Etats-Unis)	0,06
McGuire (1992)	Fonction de production (48 Etats contigus des Etats-Unis)	0,121-0,370
Deno (1988)	Modèle de fonction de profit (Données américaines)	0,31
Haghwaut (1996)	Modèle d'équilibre spatial (48 Etats contigus des Etats-Unis)	0,08

<sup>2</sup> L'approche primale : les infrastructures sont incluses dans la fonction de production de type Cobb-Douglas. (cf. Ratner, Aschauer, Munnell etc.).

<sup>3</sup> L'approche duale : les infrastructures permettent aux entreprises de diminuer leurs coûts de production et ainsi, elles pourraient générer de capacités d'autofinancement qui assureraient l'accroissement de leurs investissements. (cf. Lynde et Richmond (1993b), Morrison et Schwartz (1996), etc.).

<sup>4</sup> L'approche par la convergence conditionnelle : fait apparaître une relation négative entre le taux de croissance du revenu d'équilibre et son niveau de départ. (cf. Barro (1991), Khan et Kumar (1997), Knight, Barro et Sala-I-Martin (1995), etc.).

<sup>5</sup> Lien infrastructures et investissements : met en évidence le phénomène d'éviction de l'investissement public sur l'investissement privé qui est compensé par un effet indirect d'entraînement de l'investissement privé lié à l'accroissement de la rentabilité de cet investissement induite par l'investissement public. (cf. d'Aschauer (1989c), Argimon et al. (1995), etc.)

<sup>6</sup> L'approche des effets de la diffusion spatiale de la croissance : les externalités spatiales sont issues du capital physique et humain des pays voisins (cf. Nagaraj, Varoudakis et Véganzonès (1999) etc.).

**Source : Banister et Berechman 2000, p. 150.**

D'autres estimations de l'élasticité de la production par rapport aux investissements en infrastructures routières sont développées, dans d'autres pays et régions, et ont abouti à des résultats significatifs.

Khanam (1996), sur 10 séries de données provinciales canadiennes et niveau national de 1961 à 1994, il a trouvé des élasticités de la production au stock de capital routier de l'ordre respectives de 0,24 et 0,46.

Fritsch (1999), a travaillé sur les effets macroéconomiques du réseau national à l'échelle départementale de France. Ses résultats ont montré que le réseau national contribue significativement à la croissance du PIB marchand : d'une part l'effet relatif du réseau national sur les niveaux de production et de productivité est de l'ordre de 0,08 à 0,09 et, d'autre part les effets du réseau sur les facteurs privés de production dégagent près de 40% en moyenne lorsqu'il s'agit des travaux de construction d'autoroutes.

Les résultats des estimations réalisées par (Duranton et Turner, 2009) sur la période 1980-2000, ont montré qu'une hausse de 1% du stock de routes occasionnerait une croissance de la population et de l'emploi des aires métropolitaines américaines d'environ 0,2%.

Kpemoua (2016), sur des données annuelles de 1980-2014, il a produit des résultats montrant l'existence d'une corrélation positive à long terme entre le PIB réel par travailleur, le stock de capital par travailleur et les infrastructures de transport.

## **2. Le PPP : un modèle alternatif du financement des infrastructures publiques**

Les infrastructures publiques sont nécessaires au développement économique d'un pays : d'une part, elles fournissent des services essentiels à la réduction de la pauvreté, à la création et au développement de l'activité productive et, d'autre part, elles entraînent d'importantes externalités<sup>7</sup>. Aujourd'hui, dans les PED, le contexte économique du domaine public est le même et il est marqué par une rareté grandissante des ressources publiques et des besoins réels d'accès aux infrastructures et services publics de qualité et en quantité. Devant de telles situations, comment la puissance publique doit-elle si prendre ? Accepter de les faire seule ou les faire faire par d'autres ou les faire avec d'autres, tout en sachant que le bienfondé de l'action publique dépend de ses résultats. Ainsi, pour face à ces contraintes économiques et techniques, la puissance publique cherche, hors circuit des emprunts obligataires, des flux d'investissements directs étrangers (IDE), des aides au développement, etc., à attirer le financement et le savoir-faire du privé pour financer, réaliser, renouveler ou exploiter des infrastructures publiques dans des secteurs comme l'éducation, les transports, les logements, l'énergie, l'eau, les télécommunications, la distribution d'électricité, etc. Ainsi, un PPP est un choix organisationnel à long terme par lequel la puissance publique confie à un opérateur privé la mission globale de concevoir, financer, construire, exploiter et maintenir une infrastructure de service public.

---

<sup>7</sup> On parle d'externalité lorsque les décisions de consommer ou de produire d'un agent affectent directement la satisfaction ou le profit d'autres agents, de manière positive ou négative, sans que le marché évalue et fasse payer ou rétribue l'agent pour cette interaction.

## 2.1. Les types et formes juridiques de contrats PPP

### 2.1.1. Les types de contrats PPP

Un PPP est un ensemble de contrats dans lequel la puissance publique conserve la responsabilité ultime vis-à-vis du citoyen pour la prestation du service public ; sa durée est temporaire, et à la fin du contrat, le service est transféré à la puissance publique ou remis en concurrence. Ainsi, Nous distinguons deux types de PPP, la délégation de service public et le contrat de partenariat.

**La Délégation de Service Public (DSP) :** c'est un contrat de moyen à long terme, conclu entre la personne publique délégante et son délégataire. Elle doit stipuler un transfert réel du service public, c'est-à-dire, une autonomie totale du délégataire (l'opérateur privé) dans sa gestion et dans sa composante organisationnelle. La DSP constitue le premier modèle de partenariat public-privé. C'est un modèle de gestion qui recouvre la concession, l'affermage, la régie intéressée et la gérance. En Afrique, les DSP sont souvent présentes dans des secteurs tels que la collecte des déchets, l'eau, l'électricité, les infrastructures de transport, portuaires, aéroportuaires, sportives, etc.

**Le contrat de partenariat :** l'obligation de son évaluation préalable, sa mission globale, le partage des risques et le mode de rémunération de l'opérateur privé qui peut être étalé dans le temps, font du contrat de partenariat un dispositif contractuel performant aux yeux de la puissance publique et du partenaire privé. Ce dernier est chargé d'une mission globale, il est engagé à déterminer et à mettre en œuvre l'ensemble des moyens et solutions lui permettant d'atteindre les objectifs de performance qui lui sont assignés.

### 2.1.2. Formes juridiques de contrats PPP

Les formes de contrats PPP dépendent de plusieurs facteurs, notamment les politiques d'un gouvernement en matière de développement de services publics, les besoins susceptibles d'être satisfaits par le PPP, les ressources à mobiliser par les différents partenaires du projet etc. Quel que soit le bord qu'on se situe, la forme d'un PPP a un impact déterminant sur les ententes juridiques et financières que les parties publique et privée vont signer. Parmi les formes de contrats de PPP, nous pouvons retenir : les contrats BOT<sup>8</sup>, DBFO<sup>9</sup>, BOOT<sup>10</sup>, etc. Il existe aussi d'autres formes de PPP impliquant des responsabilités beaucoup plus importantes du partenaire public, c'est le cas notamment : des contrats ROT<sup>11</sup>, BROT<sup>12</sup>, etc.

Quelle que soit la forme de PPP, la différence entre contrat de PPP se justifie par le degré de participation et du contrôle dont dispose le partenaire privé.

---

<sup>8</sup> Contrat de construction, exploitation et transfert de l'actif à la fin du contrat à la puissance publique.

<sup>9</sup> Contrat de conception, construction, financement et exploitation.

<sup>10</sup> Contrat de construction, détention, exploitation et transfert de l'actif à la fin du contrat à la puissance publique.

<sup>11</sup> Contrat de réhabilitation, exploitation et transfert de l'actif à la fin du contrat à la puissance publique.

<sup>12</sup> Contrat de contraction, réhabilitation, exploitation et transfert de l'actif à la fin du contrat à la puissance publique.

## 2.2. Le marché des PPP dans les pays en développement

### 2.2.1. Les PPP dans les pays en développement

Les réalisations d'infrastructures stratégiques nécessaires constituent de réelles opportunités de croissance à long terme pour les économies en développement. C'est pourquoi, les gouvernements mobilisent des financements publics importants pour leur réalisation. Sauf que cette politique n'est pas sans conséquence, car dans des contextes de rareté des ressources publiques la puissance publique impose en contrepartie une forte pression fiscale qui pourrait se déboucher sur une baisse très significative de l'épargne nationale. En revanche, le développement des PPP peut permettre une réorientation de l'épargne nationale vers des placements longs et le financement de l'économie réelle.

**Tableau 02: Nombre de PPP signés et Montant des investissements annuels en millions USD dans les pays en développement (2017 -2018)**

	2017				2018			
	Nbre PPP ttes infrast.	Invest. PPP ttes infrast.	Nbre PPP secteur routier	Invest. PPP secteur routier	Nbre PPP ttes infrast.	Invest. ttes infrast.	Nbre PPP secteur routier	Invest. PPP secteur routier
Afrique Subsaharienne	24	2 815	1	97	34	7 571	2	214
Amérique Latine et Caraïbes	63	17 879	3	1 028	101	15 364	11	3 009
Asie de l'Est et du pacifique	150	50 796	11	5 561	161	46 555	58	27 178
Asie des Sud	63	12 011	20	3 061	68	13 110	40	6 423
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>83 501</b>	<b>35</b>	<b>9 747</b>	<b>364</b>	<b>82 600</b>	<b>111</b>	<b>36 824</b>

Source : Auteurs et données tirées de PPI Data base Banque Mondiale.

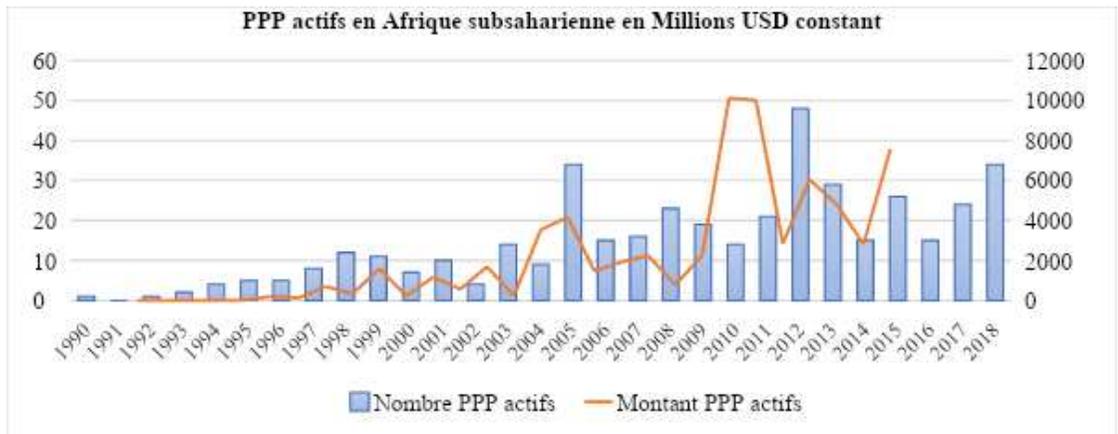
Le marché des PPP dans les pays en développement reste dynamique. De 2017 à 2018, les investissements en PPP réalisés dans toutes les infrastructures en Asie de l'Est et du Pacifique, en Amérique Latine et des Caraïbes, en Asie du Nord et en Afrique subsaharienne, ont augmenté de 2,17% contre 2,78% dans les infrastructures routières.

### 2.2.2. Focus sur les investissements en infrastructures en mode PPP en Afrique subsaharienne

Certes que l'étude porte sur des autoroutes en mode PPP dans les pays en développement, il est important pour nous de rester focus sur les investissements dans les autoroutes en mode PPP et la croissance économique en Afrique subsaharienne<sup>13</sup>. Aujourd'hui, en Afrique subsaharienne le marché des PPP a atteint des proportions importantes. Le record des investissements a été atteint en 2012, 48 contrats PPP actifs et pour un montant de 10,12 milliards USD constant soit 0,45% du PIB du continent. De 1990 à 2018, 426 contrats PPP actifs sont répertoriés pour un montant d'investissement de 67,44 milliards USD. Sur la période de 2012-2015, les PPP pèsent 5,3% du total des besoins de financement d'infrastructures exprimés (135 milliards USD par an) du continent.

<sup>13</sup> Jusqu'en fin 2019, la Banque mondiale n'a répertorié aucune autoroute en mode PPP en Afrique du Nord. En Algérie, au Maroc, la Tunisie et l'Égypte, les autoroutes sont financées par des sociétés nationales. Le focus sur l'Afrique subsaharienne se justifie par plusieurs aspects : d'une part c'est des pays pauvres et très endettés et, d'autre part les besoins en infrastructures routières sont énormes et les gouvernements ont utilisé les PPP pour en financer une partie.

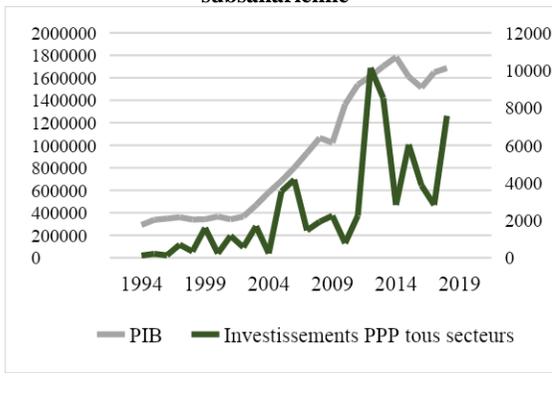
**Figure 1: Les PPP actifs, tous secteurs en Afrique subsaharienne**



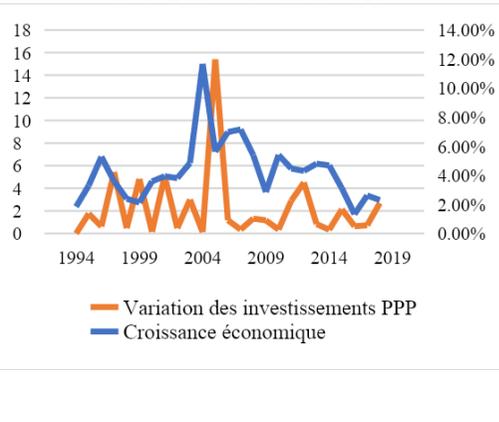
Source : Auteurs et données tirées de PPI Data base Banque Mondiale

Dans les figures n° 02 et n° 03, nous constatons que les périodes de forte croissance 2005-2007 et 2011-2013, correspondent aux périodes de forts investissements en matière de PPP. C'est des périodes où le marché des PPP est plus dynamique. L'année 2004 correspond à celle où l'Afrique subsaharienne a enregistré le niveau de croissance économique le plus élevé. C'est aussi l'année où le marché des PPP à enregistrer l'un de ses niveaux d'investissement les plus bas. Le contraire se reproduit en 2005. Donc, lorsqu'une forte croissance économique réalisée à l'année  $t$ , cela donne de bonnes perspectives d'accroissement des investissements dans les infrastructures en mode PPP à l'année  $t + 1$ . La croissance économiques influence les investisseurs. Ces observations nous permettent d'établir le postulat selon lequel, il existe une relation positive entre le développement du marché des PPP et les tendances de l'activité économique.

**Figure 2: Relation PIB et marché PPP (Millions USD constant) en Afrique subsaharienne**



**Figure 3: Relation Croissance économique et variation investissements PPP**



Source : Auteurs, données de la Banque Mondiale.

Partant de là, nous pouvons identifier deux éléments qui soutiennent ce postulat : les investissements PPP<sup>14</sup> impactent la croissance économique. Le premier élément est que, dans des conditions de raréfaction des ressources budgétaires, les gouvernements cherchent à lancer davantage de projets de PPP afin de développer des infrastructures publiques. Pour le deuxième élément, lorsqu'un pays réalise des niveaux importants de croissance économique, cela entraînerait, toutes choses étant égales par ailleurs, une augmentation des ressources budgétaires et par conséquent, la puissance publique aurait tendance à financer elle-même de nouveaux projets d'infrastructures.

### **2.3. Les autoroutes en mode PPP**

#### **2.3.1. Les effets des autoroutes sur le fonctionnement de l'économie**

La construction et l'exploitation des autoroutes constituent des enjeux économiques majeurs, car elles sont des infrastructures sophistiquées capables de créer de façon significative et durable de la richesse et de l'emploi. En réalité, pour appréhender la perception des effets des autoroutes sur le fonctionnement de l'économie, il est essentiel d'intégrer dans l'analyse aussi bien la dimension économique à court terme que celle à moyen long terme.

Dans le court terme, la construction, la mise en œuvre et l'entretien d'une infrastructure autoroutière mobilisent un certain nombre d'entreprises majeures et crée beaucoup d'emplois. Plus précisément, la réalisation des autoroutes provoque des effets d'entraînement sur l'économie en impactant significativement et positivement toutes les activités des fournisseurs d'intrants des grands projets d'infrastructures, notamment l'industrie des transports poids lourds, le BTP, les cimenteries, l'industrie chimique, la métallurgie, etc.

Dans le moyen long terme, les autoroutes contribuent directement à l'économie et à la société à travers leur impact sur la mobilité des personnes et des biens. Le développement du réseau autoroutier génère un certain nombre d'effets induits sur les incitations et les contraintes qui conditionnent les comportements des ménages et des entreprises. En outre, l'exploitation des autoroutes génère d'importantes contributions directes aux budgets publics.

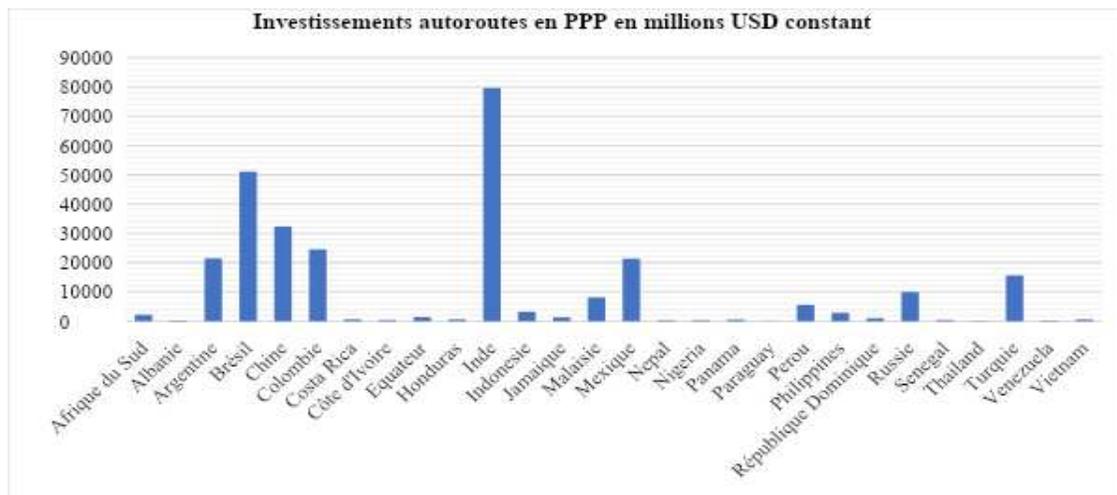
#### **2.3.2. Les investissements dans les autoroutes en mode PPP dans les pays en développement**

La figure n° 04 nous renseigne sur les niveaux d'investissements réalisés dans les autoroutes en modes PPP dans plusieurs pays en voie de développement.

---

<sup>14</sup> Les travaux de (Jasiukevicius L. et Vasiliauskaite, 2013) ont montré l'existence, dans certains pays de l'union européenne, d'une corrélation positive entre la croissance économique et le développement du marché des PPP.

**Figure 4: Investissements autoroutes en PPP en millions USD constant de 1994-2017**



**Source : Auteurs et données tirées de PPI Data base Banque Mondiale**

Ces investissements sont plus importants dans les pays tels que l'Inde, le Brésil, la Chine, la Colombie, l'Argentine, le Mexique. À part, l'Afrique du Sud qui sort un peu du lot, les pays de l'Afrique subsaharienne sont à la traîne. Ces investissements sont réalisés, d'une part pour construire de nouvelles autoroutes (*Greenfield project* : dans ce secteur autoroutier, ces PPP constituent 30% des investissements, selon la Banque Mondiale) et, d'autre part réhabiliter (*Brownfield* : représente 70% des investissements) celles déjà existantes. Ainsi, la tendance est presque la même en ce qui concerne la longueur des autoroutes réalisées en mode PPP. Les pays cités plus haut, font partir de ceux qui détiennent les réseaux autoroutiers en mode PPP les plus denses au monde. En outre, c'est dans ces pays que l'on trouve, la plupart des autoroutes les plus larges au monde, par exemple, l'autoroute A7 de Pékin qui fait 2 x 24 voies. En Afrique subsaharienne, les investissements dans le secteur routier ne pèsent que 5,58% du total des investissements dans les infrastructures en mode PPP.

### 3. Méthodologie de l'étude

#### 3.1. Modèle de synthèse de l'interrelation infrastructure, investissement et capital public

Pour la présente étude, le modèle de synthèse utilisé par (Véganzonès-Varoudakis, 2001) a servi de cadre de référence. Ce modèle fait apparaître deux canaux de transmission<sup>15</sup> du rôle productif des infrastructures.

En fait, le modèle théorique considère l'infrastructure autoroutière comme un facteur productif indispensable à l'activité privée. Ainsi, la fonction de production est de type Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants par rapport au capital  $K$  et aux unités efficaces de travail  $E * L$ . En fait,  $L$  représente le niveau total de la force de travail alors que l'efficacité du travail  $E$  dépend de deux facteurs : d'une part des effets externes exercés par les

<sup>15</sup> Ce modèle qui tient compte à la fois de l'impact des infrastructures sur l'investissement et sur la croissance économique.

infrastructures représentant le stock de capital public  $G$  et, d'autre part de la taille du marché représenté par le stock total de capital privé  $K$ . La fonction de production d'une entreprise donnée  $i$  s'écrit comme suit :

$$Y_i = A * K_i^\alpha * (E * L_i)^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

avec,

$$E = \gamma \frac{K^\beta G^{1-\beta}}{L} = \gamma \left(\frac{K}{L}\right) \left(\frac{G}{K}\right)^{1-\beta} \quad 0 < \beta < 1 \text{ et } \gamma > 0 \quad (2)$$

L'équation n° 02 présente deux cas extrêmes :

- si  $\beta = 0$ , on retrouve le modèle de Barro (1990) qui stipule que la croissance est liée uniquement aux effets externes de l'investissement en capital public ;
- si  $\beta = 1$ , on retrouve la modèle de Romer (1986) qui considère que la croissance résulte des externalités liées à l'investissement en capital privé.

Par ailleurs, il faut se référer à l'annexe n° 01 pour mieux appréhender l'investissement et comprendre les contours des conditions d'optimalité du programme de maximisation du profit.

### 3.2. Spécification des modèles et définition des variables

Notre objectif principal est d'analyser l'interrelation entre les infrastructures autoroutières en mode PPP, les investissements réalisés et la croissance économique. Pour arriver à cela, nous avons posé deux hypothèses.

**Hypothèse 01** : les investissements dans les infrastructures autoroutières en mode PPP ont un impact sur la croissance économique.

**Hypothèse 02** : il existe un double canal de transmission des effets des infrastructures en mode PPP sur la croissance économique.

Par conséquent, ces deux hypothèses nous amènent à poser un modèle à deux équations simultanées.

Dans (éq 11), il s'agit principalement d'analyser à long terme, les effets des investissements et les infrastructures autoroutières en mode PPP sur la croissance économique. Dans la spécification économétrique adoptée ici, nous considérons que le niveau de production est fonction du stock de capital des autoroutes en mode PPP, de l'infrastructure physique et certaines variables macroéconomiques telles que la dette publique, l'inflation. Dans le modèle de référence (annexe 01), le taux de croissance d'équilibre et le prix du capital dépendent du rapport capital public et capital privé. C'est ce rapport qui exprime la qualité des dotations de l'économie en infrastructures. Dans les contrats PPP, le public et le privé mutualisent leurs dettes servant à financer la construction de l'infrastructure. Parallèlement, l'indice de perception de la corruption mérite d'être intégré dans le modèle du fait des risques politiques dans l'octroi des contrats PPP.

Dans (éq 12), il s'agit essentiellement de régresser le logarithme des investissements réalisés dans les infrastructures autoroutières en concession par tête sur la densité du réseau autoroutier en mode PPP, de l'inflation, de la dette publique et la corruption.

**éq 11: équation de croissance:**

$$TCE_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 * LIN_{ppp_{i,t}} + \alpha_2 * LFBCF_{i,t} + \alpha_3 * LINFR_{i,t} + \alpha_4 * LINF_{i,t} + \alpha_5 * LDPUB_{i,t} + \alpha_6 * LPC_{i,t} + \varepsilon_t \quad (11)$$

éq 12: équation de croissance:

$$LIN_{ppp_{i,t}} = \beta_0 + \beta_1 * LINFR_{i,t} + \beta_2 * LINF_{i,t} + \beta_3 * LDPUB_{i,t} + \beta_4 * LPC_{i,t} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \alpha_5$  et  $\alpha_6$  et  $\beta_1; \beta_2; \beta_3$  et  $\beta_4$  représentent respectivement les élasticités de la croissance économique et l'investissement consacré à la construction des autoroutes en mode PPP.  $\varepsilon_t$ , représente le terme d'erreur,  $i$ , représente un pays donné et  $t$ , représente l'horizon temporelle des variables.

$TCE$ , est la variable endogène de éq 11 et représente le logarithme népérien du PIB réel par tête (en USD constant). C'est la productivité par tête qui est considéré comme un *proxy* de la croissance économique.

Comme facteurs explicatifs de éq 11, nous avons retenu :

$LIN_{ppp}$ , représente le logarithme népérien des investissements réalisés dans les infrastructures autoroutières en concession par tête (il est aussi variable endogène éq 12). L'investissement dans les autoroutes en mode PPP, est en USD constant.

$LFBCF$ , représente le logarithme népérien de la formation brute de capital fixe par tête, est en USD constant. Cette variable est importante dans la mesure où la construction de nouvelles autoroutes entraine l'accroissement de la richesse créée des industries des transports poids lourds, le BTP, les cimenteries, l'industrie chimique, la métallurgie, etc. Les capacités d'autofinancement générées par ces industries peuvent être orientées vers l'accroissement de la FBCF.

$LINFR$ , représentant le logarithme népérien du linéaire du réseau autoroutier en mode PPP par tête (il est aussi la variable exogène éq 12). La longueur du linéaire du réseau autoroutier est rapportée à la population. Ces infrastructures *physiques* sont approximées par la densité du réseau autoroutier qui est le rapport de la longueur avec un autre indicateur (la population, soit en km / 1.000.000 d'habitants ou la superficie du pays, soit en km / 1000 km<sup>2</sup>). Dans cette étude, la densité du réseau est mesurée en km / 1.000.000 d'habitants.

Les variables de contrôle des deux modèles sont :

$LINF$ , représente le logarithme népérien du taux d'inflation. Selon Fischer (1993), le taux d'inflation vise à capter l'impact négatif sur la croissance des mauvaises politiques macro-économiques.

$LDPUB$ , représente le logarithme népérien du ratio de la dette publique sur le PIB. Reinhart et Rogoff (2010), ont empiriquement montré que lorsque le ratio dette publique par rapport au PIB d'un pays dépasse 90%, le taux de croissance du pays en question est négativement affecté, notamment à long terme.

$LPC$ , représente le logarithme népérien de l'indice de perception de la corruption. Un  $PC$  très bas indique un niveau de corruption très élevé. Selon la Banque Mondiale, globalement, les pots-de-vin, la prévarication, les vols, le clientélisme occasionnent une perte de croissance de 3.100 milliards de dollars, soit 5,1% du PIB mondial.

## 4. Données et résultats économétriques

### 4.1. Données et statistiques descriptives

La période d'analyse situe de 1994-2017. Les données sont établies par années et estimées sur données de panel par la méthode des moindres carrés généralisés. Notre échantillon comprend 28 pays en développement, répartis comme suit : Afrique subsaharienne (04 pays), Amérique Latine (13 pays), Asie du Sud (03 pays), Asie de l'Est et du pacifique (05 pays), Europe et Asie centrale (03 pays). Les pays sont aussi classés en deux catégories de revenu : Groupe 1

« Pays à faible revenu » (11 pays), Groupe 2 « Economies à revenu intermédiaire bas » (17 pays). Cette classification par rapport au revenu est importante dans notre estimation car elle devrait, en effet, jouer sur la robustesse de l'estimation.

Notre échantillon est composé de 24 ans x 28 pays = 672 observations pour chaque variable, pas de données manquantes. Les données sont issues de *Private Participation in Infrastructure (PPI)-World Bank* et du *World Development Indicators (WDI)-World Bank*.

Par ailleurs, le tableau n° 05 de l'annexe n° 02 nous renseigne sur trois faits majeurs : d'abord, la moyenne des investissements par tête (5,72 USD) réalisés pour la construction des autoroutes en mode PPP est très faible rapport à la moyenne du PIB par tête (13 440 USD) ; ensuite la longueur moyenne des autoroutes est de 28 km pour 1 000 000 habitants et ; enfin le niveau moyen de corruption (SIPC faible 3,13) est très élevé, celui de l'inflation est de 9,76% et la dette publique moyenne se situe à 46,76% du PIB.

Les autoroutes en concession dans beaucoup de pays en développement, génèrent des effets d'entraînement positifs sur l'activité économique. Mais le problème est que dans la plupart de ces pays, les autoroutes sont souvent urbaines et les embouteillages fréquents, cet aspect ne milite pas pour le développement du transport des marchandises par des véhicules poids lourds. Seuls les poids légers ont intérêt à utiliser ces infrastructures. Ainsi, la création des effets d'entraînement par les autoroutes en mode PPP dans beaucoup de pays en développement, ne favorise pas le secteur industriel (capacité de réaliser des économies de coûts) mais plutôt du secteur commercial (développement du petit transport urbain, des stations d'essence, la restauration rapide etc.). D'ailleurs, ces aspects sont vérifiés dans le tableau n° 06 de l'annexe n° 03, il existe une corrélation très faible et pas significative au seuil de 5% entre la croissance, les investissements réalisés et l'infrastructure en mode PPP. Cependant, les investissements sont corrélés positivement et significativement avec l'infrastructure. L'inflation et la dette publique sont significatives et agissent négativement sur la croissance. Ailleurs, *SIPC* est corrélé positivement et significativement à la croissance. Plus *SIPC* est élevé, plus le niveau de corruption est faible et plus la croissance économique est maîtrisée.

#### **4.2. Estimations et interprétation économétrique**

Les résultats de nos estimations apparaissent dans les tableaux n° 03 et n° 04 ci-dessous :

L'équation (Éq 11) de la croissance économique sur les variables exogènes a été estimée avec effets fixes. Car pour le test de Hausman, le Chi-Deux à 6 degrés de liberté approuve l'hypothèse des estimateurs du modèle à effets fixes (P-value = 0,01% < 5%).

**Tableau 3: Estimations de l'équation 11**

Nombre d'observations =	672	Nombre de groupes =	28	
F (6,638) =	4,70	Prob > F =	0,0001	R <sup>2</sup> = 0,41
Variable endogène : TCE				
<i>LINppp</i>	0,0007054* (1,76)	<i>LINF</i>	0,0044736 (1,19)	
<i>LFBCF</i>	0,0091953*** (3,44)	<i>LDPUB</i>	-0,0151129** (-2,45)	
<i>LINFR</i>	-0,0007263 (-1,53)	<i>LPC</i>	-0,039796* (-1,85)	

Niveaux de significativité : \* 0.05 \*\* 0.01 \*\*\* 0.001 ; t-stats entre parenthèses.

**Source : Auteurs**

Les résultats de l'estimation montrent :

- *La formation brute de capital fixe* a un impact positif et significatif sur la croissance (élasticité 0,009). En effet, l'impact supérieur de la FBCF met en évidence les efforts d'investissements consentis par le public et le privé pour réaliser de la croissance et assurer le décollage des économies.

- *La dette publique* des pays en développement a un impact négatif et significatif sur la croissance (élasticité 0,015). Dans les contrats BOT *Greenfield project*, c'est la puissance publique qui finance la construction de l'autoroute.

- *La corruption* a un impact négatif et significatif sur la croissance économique. Le niveau de corruption (la capture des fonctionnaires, les pots de vin, etc.) est souvent élevé dans des projets de PPP.

- *Les investissements dans les autoroutes en mode PPP* dans les pays en développement ont un impact positif et significatif sur la croissance (élasticité 0,0007). Toutefois, il est important de signaler que l'un des avantages macroéconomiques des PPP est qu'ils permettent de desserrer la contrainte de l'endettement public en lissant les charges budgétaires d'un projet d'investissement en PPP donnée sans compromettre les disponibilités budgétaires, exercice après exercice. La première hypothèse est vérifiée, les investissements dans les infrastructures autoroutières en mode PPP ont un impact sur la croissance économique.

- *Le stock d'infrastructures autoroutières en mode PPP* n'est pas significatif (p-value = 12,7% > 5%). Les infrastructures autoroutières à péage en mode PPP ne suivent pas la dynamique de la croissance économique. Malgré les externalités qu'elles produisent, elles n'ont pas d'impact sur l'activité des entreprises surtout celles du secteur industriel. En réalité, seuls l'Inde, la Chine, le Brésil, le Mexique, la Colombie et l'Argentine sont dotés de réseaux autoroutiers en PPP denses par rapport à certains pays développés. Les autres pays en développement ont des réseaux urbains et à distances limitées et le trafic concerne plus les véhicules de poids légers que ceux lourds.

Par ailleurs, le test de robustesse consiste à tester l'influence de chaque pays sur la significativité des résultats des régressions du modèle. Tout en corrigeant les problèmes d'autocorrélation des erreurs et d'hétéroscédasticité dans les équations 11 et 12, le test de Chow (annexe 04) présente une probabilité de 0,52 validant ainsi le non rejet de l'hypothèse

Ho de stabilité des coefficients entre les deux groupes de pays classés selon le niveau de revenu.

En résumé, nos estimations mettent en évidence l'impact significatif sur la croissance de l'augmentation des investissements dans les infrastructures autoroutières dans les pays en développement (élasticité 0,0007), de magnitude comparable à celle de Garcia-Mila et McGuire (1992) et de Munnell et Cook (1990) (cf. Tableau 01).

L'équation (éq 12) de l'investissement PPP a été estimée avec des effets aléatoires car le test de Hausman, le Chi-Deux à 4 degrés de liberté approuve l'hypothèse des estimateurs du modèle à effets aléatoires (P-value = 10,50% > 5%).

**Tableau 4:Estimations de l'équation 12**

Nombre d'observations	= 672	Nombre de groupes	= 28	
Wald chi2(4)	= 114,94	Prob > chi2	= 0,0000	R <sup>2</sup> = 0,58
Variable endogène : <i>LINppp</i>				
<i>LINFR</i>	0,3357039*** (9,27)	<i>LINF</i>	-0,914722*** (-2,61)	
<i>LDPUB</i>	-1,223332** (-2,15)	<i>LPC</i>	-0,1073602 (-0,06)	

Niveaux de significativité : \* 0.05 \*\* 0.01 \*\*\* 0.001 ; t-stats entre parenthèses.

**Source : Auteurs**

Les résultats de l'estimation de éq 12 montrent :

- l'impact positif et significatif (P-value = 1,9% < 5%) des infrastructures autoroutières en mode PPP sur les investissements réalisés (élasticité 0,34). L'amplitude de l'impact est supérieure à celle des travaux de Véganzonès-Varoudakis (2001) (élasticité 0,12).
- l'inflation impacte négativement et significativement sur les investissements réalisés à la construction des infrastructures autoroutières en mode PPP (une élasticité très prononcée 0,91).
- la dette publique à un impact négatif et significatif sur les investissements dans les autoroutes en mode PPP. Ce double impact négatif et significatif de la dette publique, à la fois sur la croissance et l'investissement PPP, a une grande portée économique car beaucoup de pays utilisent parfois les PPP pour desserrer la contrainte de l'endettement public afin de respecter les normes établies de convergence.

Ainsi, les résultats de nos estimations ont rejeté l'hypothèse 02 : les infrastructures autoroutières en mode PPP, ne constituent pas une courroie de transmission entre les investissements réalisés et la croissance économique. Il faut un certain niveau de développement pour que ces infrastructures aient un impact positif et significatif sur la croissance économique.

## Conclusion

Aujourd'hui, force est de reconnaître que partout dans le monde, les PPP ont marqué leur empreinte dans le financement des infrastructures publiques. Dans les pays en développement, les besoins en infrastructures de transport de qualité et en quantité constituent un enjeu majeur pour le déplacement des personnes et des marchandises et aussi, pour le nivellement économique entre départements ou régions etc.

Cet article a permis d'explorer les liens entre les infrastructures autoroutières en mode PPP, les investissements qui y sont réalisés et la croissance économique. Pour réaliser cette étude nous avons mobilisé les techniques de données de panel pour un échantillon de 28 pays en voie de développement durant la période 1994-2017.

Nos résultats ont mis en évidence le rôle des investissements dans les infrastructures autoroutières en mode PPP sur la croissance économique (élasticité 0,0007). Cependant, il n'existe pas un double canal de transmission des effets des autoroutes en mode PPP sur la croissance économique.

Toutefois, l'investissement dans les autoroutes en mode PPP n'est en aucun cas suffisant pour la croissance économique. De surcroît, sans un certain potentiel de développement, les infrastructures autoroutières en mode PPP n'auront pas d'effets sur la croissance économique. De ce fait, pour améliorer la compétitivité de l'économie des pays en développement, surtout celle de l'Afrique subsaharienne, il faut plus d'efforts d'investissements dans les infrastructures routières, afin que celles-ci soient disponibles en quantité, en qualité et à un coût optimal.

## Bibliographie

- Argimon I., Gonzales-Paramo M. J., Martin M. J. et Roldan M. J. (1993). Productivity and Infrastructure in the Spanish Economy. *Working Paper*, N°.9313, Banco de Espana, Servicio de Estudios.
- Aschauer, D. A. (1989a). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, Vol. 23, pp. 177-200.
- Banister D. et Berechman, J. (2000). Transport Investment and Economic Development. *Routledge*, London. p.150.
- Barro R. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. *Journal of political Economy*, 98(5), pp.103-125.
- Durantou G. et Matthew A. Turner M. A. (2011). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 101(6), pages 2616-52, October.
- Fedderke J. W., Perkins P. and Luiz J. M. (2006). Infrastructural investment in long-run economic growth: South Africa 1875-2001. *World Development*. 34(6):1037-1059.
- Finon D. (2016). Quelle relation entre croissance économique et capital en réseaux d'infrastructures? », Document de travail CIRED, p.18.
- Fournier, J. M., & Fall F.(2017). Limits to government debt sustainability in OECD countries. *Economic Modelling*, 66, 30-41.
- Fosu A. K. Getachew Y. Y. & Ziesemer T. (2012). Optimal public investment, growth, and consumption: Evidence from African countries. *Centre for the Study of African Economies working paper WPS/2011-22*. University of Oxford. Oxford.
- Fritsch B. (1999). Les effets du réseau routier national sur le développement économique départemental en France : une approche modélisée. Quatrième rencontres de Théo Quant, 11-12 février 1999 - PUFC 2001, pp. 341-352.
- Harrod R. (1939). Essay in Dynamic Theory. *Economic Journal*, 49, pp. 14-33.
- Holtz-Eakin D. et Schwartz A. E. (1995). Spatial Productivity Spillover from Public Infrastructure: Evidence from State Highways. *NBER Working Paper*, N° .5004.

- Jasiukevicius L. & Vasiliauskaite A. (2013). The relation between economic growth and Public-Private Partnership market development in the countries of the European Union. *Economics and management*, 18 (2). 226-236.
- Khan M.S. et Kumar M. S. (1997). Public and Private Investment and the Growth Process in Developing Countries. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 59, pp. 69-88.
- Knight M., Loayza N. et Villanueva D. (1993). Testing the Neoclassical Theory of Economic Growth: A Panel Data Approach. *International Monetary Fund Staff Papers*, Vol. 40, pp. 512-541.
- Kpemoua P. (2016). Analyse de l'impact des infrastructures de transport sur la croissance économique du Togo. <hal-01389698>.
- Lucas R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), pp. 3-42.
- Lynde C. et J. Richmond (1993b). Public Capital and Total Factor Productivity. *International Economic Review*, vol.34, pp 401-414.
- Morrison C. J. et Schwartz A. E. (1996). State Infrastructure and Productive Performance. *American Economic Review*, Vol.86, N°. 4, December.
- Munnell A. H. (1990b). How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance? A.H. Munnell (ed), *Is There a Shortfall in Public Capital Investment? Federal Reserve Bank of Boston*, Boston.
- Nagaraj R., Varoudakis A. et Véganzonès M. A. (1999). Infrastructures et performances de croissance à long terme : le cas des Etats indiens. *Annales d'Economie et de Statistiques*, N° 53, pp.93-126.
- Ralle P. (1993). Croissance et dépenses publiques : le cas des régions françaises. *Document d'étude de la CDC* n° 1993-12/E.
- Ratner J. B. (1983). Government Capital and the Production Function for U.S. Private Output. *Economic Letters*, Vol. 13, pp. 213-217.
- Reinhart C. M. et Rogoff K. S. (2010). Growth in a Time of Debt. *American Economic Review*. 100 n°2: pp.573-578.
- Romer P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), pp. 1002-1037.
- Romer P. (1990). Endogenous Technical Change. *Journal of Political Economy*, 98, pp. 71-102.
- Solow R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.
- Taoufik R. (1993). Croissance endogène et externalités des dépenses publiques. In : *Revue économique*, volume 44, n°2, pp. 337.
- Véganzonès-Varoudakis M. A. (2001). Infrastructures, investissement et croissance : Nouvelles évidences empiriques. In : *Revue d'économie du développement*, 9e année N°4, pp. 31-46.

## Annexes

### Annexe n° 01

Véganzonès-Varoudakis (2001) suppose que la mise en place du capital privé implique un coût d'ajustement qui est proportionnel à l'accroissement du stock du capital. Ainsi, le coût total de l'investissement peut s'exprimer par:  $I + \left(\frac{\varphi}{2}\right)\left(\frac{I}{K}\right)I$  avec  $\varphi > 0$ . De ce fait, le programme de maximisation de la valeur présente des profits de l'entreprise s'écrit donc:

$$\max \pi_0 = \int_0^{\infty} \left[ Y_t - wL_t - I_t - \frac{\varphi}{2} \left( \frac{I_t}{K_t} \right) I_t \right] e^{-rt} dt \quad (3)$$

$$sc \dot{K}_t = I_t - \delta K_t \quad 0 < \delta < 1 \quad (4)$$

- où  $\delta$  est le taux de dépréciation

- et  $r$  est le taux d'intérêt réel auquel les profits intertemporels sont actualisés.

Les conditions d'optimisation s'établissent en tenant compte de la fonction de production (1) des entreprises et l'agrégation de  $\frac{K_i}{L_i} = \frac{K}{L}$ :

$$w = \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} = (1 - \alpha) A \gamma^{1-\alpha} \left( \frac{G}{K} \right) (1 - \beta) (1 - \alpha) \left( \frac{K}{L} \right) \quad (5)$$

$$\frac{I}{K} = \frac{q - 1}{\varphi} \quad (6)$$

$$\dot{q} = (r + \delta)q - \alpha A \gamma^{1-\alpha} \left( \frac{G}{K} \right)^{(1-\alpha)(1-\beta)} \quad (7)$$

- où,  $w$  est le taux de salaire réel qui croît avec  $\frac{K}{L}$

-  $q$  est le prix fictif du capital par rapport à son coût de remplacement.

Le taux d'intérêt réel  $r$  est égal à la productivité marginale du capital et s'exprime comme suit:

$$r = \frac{\partial y}{\partial x} = \alpha A \gamma^{1-\alpha} \left( \frac{G}{K} \right)^{(1-\beta)} \quad (8)$$

Puisqu'en régime permanent  $Y, K, G$  augmentent au même taux défini par  $g$ , on a  $\frac{I}{K} = g$ , si bien que les relations (4) et (6) impliquent :

$$q = 1 + \varphi(g + \delta) \quad (9)$$

En combinant les relations (8) et (9) avec (7) ci-dessus et en posant  $\theta = \alpha \gamma^{1-\alpha}$  et  $\lambda = \frac{G}{K}$ , cette dernière devient :

$$\dot{q} = (\theta \lambda^{1-\beta} + \delta)q - \theta \lambda^{(1-\alpha)(1-\beta)} - \frac{\varphi}{2} (g + \delta)^2 \quad (10)$$

Les deux relations (9) et (10) forment un système en  $q$  et  $g$  qui permet de déterminer l'ajustement de l'économie dans le temps, ainsi que le taux de croissance en régime permanent, lorsque  $\dot{q} = 0$ . Par conséquent, le taux de croissance d'équilibre et le prix du capital dépendent  $I = \frac{G}{K}$  (représentant le rapport capital public / capital privé) qui exprime la qualité des dotations de l'économie en infrastructures.

## Annexe n° 02 : Statistiques descriptives

**Tableau 5 : Statistiques descriptives**

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
CROISSANCE	672	0.0417794	0.0398107	-0.1312673	0.3373578
INVEST	672	5.72e-06	0.0000235	3.90e-12	0.0002698
INFRAST	672	28.42683	67.08627	1.04e-06	507.7555
DETTEPUB	672	0.4676265	0.2595645	0.01	1.664663
INFLATION	672	0.0976396	0.1211543	0.0004576	0.8949744
SIPC	672	0.3138542	0.0877702	0.14	0.59

Source : Auteurs

## Annexe n° 03: Corrélation

**Tableau 6: corrélations des variables**

Variable	CROISSANCE	INVEST	INFRAST	INFLATION	SIPC	DETTEPUB
CROISSANCE	1.0000					
INVEST	0.0180	1.0000				
INFRAST	-0.0612	0.2194*	1.0000			
INFLATION	-0.1517*	-0.0497	0.0161	1.0000		
SIPC	0.0852*	0.0193	0.1435*	-0.2439*	1.0000	
DETTEPUB	-0.2519*	0.1435*	0.0509	0.0078	-0.0170	1.0000

Niveau de significativité = \* 5%

Source : Auteurs

## Annexe n° 04 : Robustesse des estimations

**Tableau 7: Robustesse des Estimations de l'équation 11**

Nombre d'observations =	672	Nombre de groupes =	28
F (6,27) =	4,70	Prob > F =	0,0038
Variable endogène : TCE		<i>(Std. Err. adjusted for 28 clusters in Contry)</i>	
<i>LINFR</i>	0,335427*** (0,551691)	<i>LINF</i>	-0,0019843 (0,00411)
<i>LDPUB</i>	0,0083219** (0,003658)	<i>LDPUB</i>	-0,0169135** (0,008928)
<i>LINFR</i>	-0,0007461 (0,000547)	<i>LPC</i>	-0,0446312* (0,0288923)

Niveaux de significativité : \* 0.05 \*\* 0.01 \*\*\* 0.001 ; t-stats entre parenthèses.

Valeur entre parenthèses : Robust Std. Err.

Test de stabilité de CHOW =  $F(7, n-2*7, \text{stat}) = 0,52042085$

Source : Auteurs

**Tableau 8: Robustesse des Estimations de l'équation 12**

Nombre d'observations = 672		Nombre de groupes = 28	
Wald chi2 (4) = 47,78		Prob > chi2 = 0,0000	
Variable endogène : <i>LINppp</i>		$R^2 = 0,57$	
		<i>(Std. Err. adjusted for 28 clusters in Contry)</i>	
<i>LINppp</i>	0,0006282* (0,00042)	<i>LINF</i>	-0,0540823 (3,428053)
<i>LDPUB</i>	-1,113291** (0,574475)	<i>LPC</i>	-19,7154 (2,133162)
<i>Niveaux de significativité : * 0.05 ** 0.01 *** 0.001 ; t-stats entre parenthèses.</i>			
<i>Valeur entre parenthèses : Robust Std. Err.</i>			

Source : Auteurs