

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

Un Peuple - Un But - Une Foi

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DU PLAN ET DE LA COOPÉRATION

DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PLANIFICATION ET DES POLITIQUES ÉCONOMIQUES

DIRECTION DE LA PLANIFICATION



Planning Paper n°28

Estimation des PIBs régionaux à l'aide des données satellitaires d'intensité lumineuse nocturne

Souleymane CISSÉ

Ingénieur Statisticien-Économiste

Division de la Planification régionale / Direction de la Planification, 64 Rue Carnot x Dr. Thèze, BP : 4010 Dakar,

Tel : (221) 33 889 72 78., souleymane.cisse@economie.gouv.sn

Mamadou GUEYE

Ingénieur Statisticien-Économiste

Division de la Planification régionale / Direction de la Planification, 64 Rue Carnot x Dr. Thèze, BP : 4010 Dakar,

Tel : (221) 33 889 72 78., mamadougueye.mgy@gmail.com

Boubacar SANÉ

Économiste

Division de la Planification générale / Direction de la Planification, 64 Rue Carnot x Dr. Thèze, BP : 4010 Dakar,

Tel : (221) 33 889 72 78., boubacarsane@gmail.com

@DP/DPR– Avril 2023

www.plandev.sn

Estimation des PIBs régionaux à l'aide des données satellitaires d'intensité lumineuse nocturne

Souleymane CISSÉ

Mamadou GUEYE

Boubacar SANÉ

Résumé :

Pour apporter des éléments de connaissance et approfondir la réflexion sur la mesure de l'activité économique au niveau régional, cette étude a pour objectif d'estimer les PIBs régionaux à l'aide des données de l'intensité lumineuse nocturne (VIIRS). Elle vient ainsi combler l'absence de comptes régionaux au Sénégal. Pour ce faire, une estimation en données de panel au niveau pays est d'abord faite pour déterminer le pouvoir explicatif des intensités lumineuses sur le PIB. Ensuite, les PIBs régionaux sont calculés puis leur validation économique effectuée sur la base de l'hypothèse d'existence d'une relation linéaire entre les PIBs régionaux et les intensités lumineuses. D'après les résultats, il existe une relation linéaire positive entre le PIB et les intensités lumineuses nocturnes. Une augmentation de 1% des intensités induirait une augmentation de 0,34% du PIB. En prenant en compte l'étendue des pays, cette élasticité est de 0,27. Les évolutions du PIB observées au niveau des régions reflètent globalement la dynamique de croissance positive observée au niveau national depuis 2012. Dakar affiche une dynamique quasi similaire à celle du pays, reflétant son poids important dans l'économie du Sénégal, mais également les disparités notoires entre les régions. Hormis Dakar, les régions de Thiès (3,6%), Diourbel (2,9%) et Kaolack (0,8%) contribuent le plus à la création de richesse. De plus, les économies des régions sont faiblement pourvoyeuses d'emplois.

Mots-clés : PIB, Intensité lumineuse, VIIRS, DPMSP, régions

Abstract :

In order to provide elements of knowledge and to deepen the reflection on the measurement of economic activity at the regional level, this study aims at estimating regional GDPs using night-time light intensity data (VIIRS). It thus fills the gap in regional accounts in Senegal. To do this, a panel data estimation at the country level is first done to determine the explicative power of light intensities on GDP. Then, an economic validation of the regional GDPs calculated on the basis of the assumption of the existence of a linear relationship between regional GDPs and light intensities is performed. The results show that there is a positive linear relationship between GDP and nighttime light intensities. An increase of 1% of the intensities, would induce an increase of 0.34% of the GDP. Taking into account the extent of the countries, this elasticity is 0.27. The changes in GDP observed at the regional level generally reflect the positive growth dynamics observed at the national level since 2012. Dakar's dynamics are almost identical to those of the country as a whole, reflecting its significant weight in Senegal's economy but also the significant disparities between the regions. Apart from Dakar, the regions of Thiès (3.6%), Diourbel (2.9%) and Kaolack (0.8%) contribute most to growth. In addition, the economies of the regions provide few jobs.

Keywords: GDP, Nighttime-light intensity, VIIRS, DPMSP, regions

Les opinions exprimées dans ce document de travail sont celles des auteurs et ne représentent pas nécessairement celles de la Direction de la Planification. Les documents de travail décrivent les recherches et analyses en cours par les auteurs et sont publiés pour susciter des commentaires et le débat.

Introduction

La fécondité des nouvelles contributions à l'économie du développement doit beaucoup à la rencontre de cette dernière avec l'économie des territoires. Un des aspects les plus saillants de cette rencontre est l'émergence d'une nouvelle vision des processus du développement comme des processus territorialisés. D'où l'intérêt d'appréhender autrement l'espace, qui n'est plus un simple substrat supportant des activités par rapport auxquelles il se situerait de manière exogène (DEPF-Maroc, 2010). Ainsi, les questions relatives au développement régional sont à l'ordre du jour dans de nombreux pays. Ce regain d'intérêt s'explique d'abord par la persistance des disparités régionales qui met à l'épreuve la capacité des pays à promouvoir la croissance économique tout en garantissant la cohésion sociale. Ensuite, la croissance économique apparaît de plus en plus alimentée par la productivité plus élevée d'entreprises et de travailleurs concentrés dans un nombre restreint de régions.

De ce fait, le regain d'intérêt envers les questions régionales a naturellement suscité une demande accrue d'informations plus riches au niveau infranational surtout dans les pays en développement et en particulier au Sénégal. En effet, pour une meilleure planification des options de développement à l'échelle territoriale, l'évaluation de l'activité économique au niveau régional permettrait de mieux orienter les investissements publics. En d'autres termes, cela devrait permettre de mieux comprendre les problèmes de développement de chaque région afin de pouvoir mettre en œuvre des actions spécifiques pour améliorer le développement socio-économique, réduire la pauvreté et les inégalités. D'ailleurs, l'adoption de la réforme sur l'Acte III de la Décentralisation en 2013, témoigne de la volonté affirmée des pouvoirs publics de réduire les disparités, en organisant le Sénégal en territoires viables, compétitifs et porteurs de développement durable.

Cependant, on note une absence de statistiques officielles sur l'activité économique régionale. Néanmoins, les PIBs régionaux fournissent de précieux éclairages sur la situation économique et la dynamique des régions. Un des indicateurs couramment utilisé est le PIB régional par habitant. Toutefois, cette variable dans sa déclinaison régionale n'est pas un bon indicateur de performance économique. En effet, Bouba-Olga (2022) relève trois limites. D'abord, tous les habitants ne contribuent pas à la création de richesses, car tous ne sont pas en âge de travailler, et pour ceux qui le sont, tous ne travaillent pas. Ensuite, il y a les effets de spécialisation : un PIB par emploi supérieur en A à ce qu'il est en B peut résulter du fait non pas qu'on est plus performant en A qu'en B, mais que la région A est plus spécialisée que B dans les secteurs à forte productivité apparente du travail. Enfin, il n'est pas possible de calculer un PIB régional *stricto sensu*, c'est-à-dire de faire

le cumul des valeurs ajoutées des entreprises présentes dans une région, parce que plusieurs entreprises peuvent posséder des établissements dans plusieurs régions, et qu'on ne dispose pas d'une comptabilité par établissement, mais par entreprise.

Face à cette situation, une nouvelle démarche consistant à utiliser l'intensité lumineuse nocturne pour estimer le PIB régional est adoptée ces dernières années. En effet, les nouvelles technologies, telles que les images satellites et les smartphones, ne font pas que modifier l'activité économique ; elles constituent de nouvelles sources d'information qui peuvent aider à mesurer et à suivre l'activité socio-économique (Mukin et Garret, 2018). Elles permettent également de combler des lacunes là où les informations officielles ne sont pas disponibles (Lopez-Ruiz, 2018). Ainsi, ces dernières années, les économistes se tournent de plus en plus vers les données issues des images satellites pour mesurer l'activité économique (Chakravarty et Dehejia, 2017 ; World bank, 2017 ; Henderson et al., 2012 ; Beyer et al., 2018 ; Bundervoet et al., 2015 ; Hamman, 2022).

Sur le plan empirique, les précédentes études qui ont exploré cette relation comprennent : Jing et al. (2015), Henderson et al. (2012), Elvidge et al. (1997 ; 2012), Pinkovsky et al. (2016), Doll et al. (2006), Townswend et al. (2010), Chen et al. (2011), Shi et al. (2014), Prakash (2019), Ji (2019). Ces études concluent toutes que l'utilisation de la lumière pendant la nuit par l'industrie et les ménages reflète l'activité économique.

En outre, ces dernières années, au niveau régional, plusieurs études menées (Indonésie, Paraguay, Chine, Arabie Saoudite) ont confirmé d'une part, une forte corrélation entre le PIB et l'intensité lumineuse nocturne et d'autre part, cette dernière permet de prédire le PIB régional (Gibson, 2020 ; Gibson, 2021 ; McCord, 2022 ; Gu, 2022 ; Lopez-Ruiz et al., 2019). Pour ces auteurs, l'intensité lumineuse nocturne constitue un proxy du PIB régional si les données officielles ne sont pas disponibles.

Au regard de la littérature existante, on peut noter une rareté de travaux empiriques en Afrique et particulièrement au Sénégal, et l'absence de comptes régionaux, allant dans le sens de répondre à une question cruciale à savoir : quel est le niveau de PIB par région ? L'objectif de cette recherche est d'estimer le PIB régional pour l'ensemble des régions du Sénégal à partir de l'intensité lumineuse nocturne. La principale contribution de cette étude est qu'elle est la première à régionaliser le PIB du Sénégal en utilisant des données satellitaires comme l'intensité lumineuse nocturne (VIIRS). Elle contribue ainsi à la littérature croissante sur la relation entre l'activité économique et l'intensité lumineuse nocturne captée par les satellites.

Par ailleurs, l'estimation du PIB régional permettrait aux décideurs politiques de planifier des interventions plus ciblées. De ce fait, des mesures pourraient être prises pour parvenir à un développement économique proportionnel et équilibré et une diversification de l'économie du pays. En outre, cette étude permet de faire des analyses sur les caractéristiques régionales de l'économie sénégalaise. Elle pourrait permettre de développer **un indicateur économique régional estimable sur une base mensuelle ou trimestrielle**, étant donné que les données sont produites quotidiennement.

La suite de ce travail s'articule de la manière suivante : la section I aborde la revue de la littérature. La section II fait une analyse sur le choix entre les données VIIRS et DMSP. La section III expose la méthodologie. La section IV présente les résultats.

I. Revue de la littérature

L'utilisation des données satellitaires pour la compréhension des questions de sciences sociales remonte au moins au début des années 2000. Bien que le premier article dans une revue économique à utiliser l'intensité lumineuse nocturne date de 2002 (Sutton et Costanza, 2002), ce n'est qu'en 2011 et 2012 avec les études d'Henderson que de nombreux économistes ont pris conscience de ces données. Depuis lors, la littérature économique identifie plus de 150 études utilisant les lumières nocturnes pour approcher l'activité économique locale. Dans cette section, nous présentons un bref aperçu de la littérature qui relie l'intensité lumineuse nocturne à la production et à la croissance économique.

L'estimation de l'activité économique régionale à partir d'images satellites n'est pas nouvelle. Depuis l'article fondateur d'Elvidge et al. (1997), un nombre croissant d'études ont utilisé les lumières nocturnes comme indicateur de l'activité économique et humaine. Ainsi, Elvidge et al (1997), Doll et al (2000), Chen et Nordhaus (2011), Henderson (2011 ; 2012), Ghosh et al (2010) ont été les premiers à estimer les statistiques socio-économiques à partir de l'intensité lumineuse nocturne qui peut être un indicateur valable de l'activité économique ou du produit intérieur brut (PIB), en particulier dans les pays dont les systèmes statistiques sont de faible qualité.

Malgré l'utilisation répandue de la lumière nocturne comme indicateur de l'activité économique par plusieurs auteurs, **il est nécessaire de noter que ces indicateurs sont construits sur l'hypothèse théorique d'une corrélation entre la luminosité et la croissance économique**. Ce n'est que si une relation existe entre les deux variables au niveau national, que les données sur la luminosité nocturne

peuvent être utilisées comme un prédicteur de la croissance économique à divers niveaux infranationaux où les données nocturnes sont disponibles et les données sur le PIB sont insuffisantes (Hamman, 2022).

Les données sur l'éclairage nocturne s'avèrent très utiles pour les études régionales. Ainsi, les lumières nocturnes, détectées par les satellites, sont de plus en plus utilisées par les économistes pour évaluer l'activité économique locale dans les pays pauvres. La quasi-totalité de ces études utilise les données du Defense Meteorological Satellite Program (DMSP). Toutefois, ces dernières années, on constate un passage rapide à l'utilisation de données plus récentes et de meilleure qualité provenant de la Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) (Gibson et al., 2020).

Sur le plan empirique, Elvidge et al. (1997) ont trouvé une forte corrélation entre la surface éclairée et le PIB pour 21 comtés d'Amérique du Nord en utilisant les données sur l'éclairage nocturne fournies par DMSP-OLS. Des études similaires menées dans 11 pays de l'Union européenne (UE) pour cartographier l'activité économique révèlent une relation positive forte entre les lumières nocturnes et le PIB au niveau régional à travers une gamme d'échelles spatiales (Doll et al., 2006). En Chine et aux États-Unis, des études au niveau régional montrent que les coefficients de régression de l'intensité lumineuse nocturne et du PIB se situaient entre 0,8 et 0,9 (Doll, 2006 ; 2008). Dans les pays d'Amérique du Sud, McCord (2022) montre que les données du VIIRS sont fortement prédictives de la variation du PIB subnational. Pour la Turquie, les lumières nocturnes ont été aussi utilisées pour estimer le produit provincial brut (PPB) à partir de 2001, une période pour laquelle aucune estimation officielle n'est disponible (Basihos, 2016).

Plus récemment en Afrique, les PIB infranationaux du Kenya et du Rwanda ont été estimés à l'aide de l'intensité lumineuse nocturne (Bundervoet et al., 2015). Pour l'Égypte, Omar (2019) trouve une corrélation positive et statistiquement significative entre l'intensité lumineuse nocturne et le PIB aux niveaux sous-national et national.

Cependant, quelques études indiquent que les lumières nocturnes ne sont peut-être pas un bon indicateur du PIB sous-régional. En effet, Bickenbach et al. (2016) ont testé l'hypothèse d'Henderson et al. (2012) pour les taux de croissance à long terme du PIB au niveau infranational pour le Brésil (1999-2010), l'Inde (1999-2004), l'Europe (1995-2010) et les États-Unis (1992-2010). Les résultats montrent que les élasticités de croissance ne sont pas stables à travers les géographies de chaque pays ou région. Pour ces auteurs, l'instabilité régionale est d'une ampleur similaire dans les économies très développées comme les États-Unis ou l'Europe occidentale, où les données du PIB

sont sans doute de la plus haute qualité et où les erreurs de mesure devraient donc être beaucoup plus faibles. La relation entre la croissance des éclairages nocturnes et le PIB réel ne passe évidemment pas du niveau national au niveau infranational aussi facilement que le suggèrent Henderson et al (2012). Addison et Stewart (2015) affirment également que ces élasticités sont trop faibles et instables dans le temps, ce qui limite leur utilité pour toute utilisation pratique.

Plus récemment, avec les données sur les lumières nocturnes du DMSP qui sont affectées par le flou, le codage par le haut et le manque d'étalonnage, Gibson (2021) relève une absence de relation statistiquement significative entre les données sur les lumières nocturnes du DMSP et le PIB réel pour les régions sous-nationales de second niveau de l'Indonésie, avec une élasticité nulle. Le même résultat est obtenu dans analyses purement transversales (année par année) où les élasticités sont de 0,081 et 0,039. En revanche, les données VIIRS donnent des élasticités estimées avec précision entre 0,17 et 0,19 lorsqu'on utilise les lumières nocturnes pour prédire le PIB régional réel.

Ces résultats confirment la plupart des recherches précédentes selon lesquelles l'intensité lumineuse pourrait être un bon indicateur du PIB régional lorsque les données officielles sont indisponibles ou peu fréquentes dans les pays en développement. Toutefois, d'autres études révèlent une absence de relation statistiquement significative entre les deux variables.

II. Choix de l'intensité lumineuse nocturne

II.1 Intensité lumineuse nocturne

Les données relatives à la lumière nocturne sont essentiellement les lumières visibles, émanant de la terre, capturées par des satellites depuis l'espace. Pour la période allant de 1992 à 2013, ces données sont accessibles au public sur une base annuelle en tant que sous-produit du Defence Meteorological Satellite Program (DMSP) du ministère de la Défense des États-Unis, qui comprend un capteur principal de lumière profonde Operational Line Scan System (OLS).

Outre les lumières émanant de l'activité économique, il peut également détecter les lumières provenant des torchères, des flottes de navires, de l'activité aurorale, des feux de forêt, etc. Ainsi, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) a développé un algorithme qui lui permet d'identifier les lumières stables en supprimant les lumières solaires, les éblouissements et les clairs de lune (Addison et Stewart, 2015).

La luminosité est mesurée par un nombre numérique sur une échelle linéaire comprise entre 0 et 63. Les nombres sont ensuite agrégés pour obtenir la somme des lumières pour un emplacement géographique. L'intensité lumineuse nocturne pour une zone est ensuite obtenue en divisant la somme des lumières par la taille totale de la zone. L'une des limites de ces données est qu'il existe une limite supérieure de 63, ce qui implique que si un numéro 63 est attribué, toute croissance supplémentaire de la lumière ne sera pas capturée.

À partir d'avril 2012, de nouvelles données sont disponibles à une fréquence mensuelle à partir d'un programme satellite différent appelé le Suomi National Polar Partnership Satellite with a Visible Infrared Imaging Radiometer Suit (SNPP-VIIRS). En plus d'être disponible à une fréquence plus élevée, cet ensemble de données présente des caractéristiques améliorées par rapport aux données DMSP-OLS. En effet, l'unité de mesure étant le nanowatt, il n'y a pas de limite supérieure dans le cas des données DMSP-OLS. Toutefois, ces données comprennent encore quelques lumières temporaires et du bruit de fond.

II.2 Avantages de l'intensité lumineuse nocturne

L'utilisation des données relatives à l'intensité lumineuse nocturne comme mesure de l'activité économique présente plusieurs avantages. Comme les données sont disponibles à une fréquence mensuelle, elles constituent une alternative utile aux données qui présentent un décalage. Elles offrent une plus grande liberté aux chercheurs en raison de leur disponibilité au-delà des frontières des États. Elles sont disponibles à un niveau plus granulaire. Elles permettent d'échapper à la difficulté de mesurer les activités informelles, car elles prennent en compte les activités économiques, qu'elles soient formelles ou informelles. De plus, il n'y a aucune possibilité d'interférence subjective et le coût d'acquisition est également moindre. Enfin, les erreurs de mesure des estimations officielles du PIB ne sont pas corrélées avec les erreurs résultant des conditions physiques affectant la qualité de l'enregistrement de la luminosité (Prakash, 2019).

II.3 Limites de l'intensité lumineuse nocturne

Malgré les nombreux avantages, les données relatives à l'éclairage nocturne ne constituent pas une solution miracle pour résoudre les problèmes liés à la mesure de l'activité économique. En effet, les données sont bruyantes et la relation entre les lumières nocturnes et l'activité économique n'est pas non plus homogène. L'intensité lumineuse nocturne dépend de plusieurs facteurs exogènes et

endogènes tels que le niveau de production d'électricité, la composition sectorielle de la production et le niveau de développement. Ces facteurs ont tendance à varier dans le temps et l'espace.

Au niveau mondial, la réactivité de l'intensité de l'éclairage nocturne aux changements dans le secteur industriel s'avère plus importante que celle des changements dans le secteur des services. Pour les pays d'Asie du Sud, le résultat inverse est observé (World bank, 2017). Pour ces pays, les lumières nocturnes semblent être un mauvais indicateur de l'activité agricole, car elle se déroule principalement pendant la journée et peut donc émettre moins de lumière (Prakash, 2019). Par conséquent, on peut s'attendre à ce que les lumières nocturnes ne soient pas un bon indicateur de l'activité économique dans les zones rurales où la part de la production agricole est plus élevée.

Par ailleurs, la capacité de production d'électricité apparaît comme un facteur déterminant de l'intensité lumineuse nocturne dans une région. Aux premiers stades de développement, lorsque l'infrastructure du secteur de l'électricité se développe à un rythme rapide, la croissance de l'éclairage nocturne tend à être élevée. Dans les régions plus développées, où l'infrastructure électrique est déjà en place, le taux de croissance de l'éclairage nocturne peut être plus faible (Prakash, 2019).

II.4 Choix entre DMSP et VIIRS

Les défauts des données DMSP comprennent le flou, la résolution grossière, l'absence d'étalonnage, la faible gamme dynamique, le codage supérieur et la variation non enregistrée de l'amplification du capteur qui nuit à la comparabilité dans le temps et l'espace (Elvidge et al., 2013 ; Abrahams et al., 2018 ; Bluhm et Krause, 2018). Beaucoup de ces défauts proviennent de l'objectif initial de DMSP, qui était de détecter les nuages pour les prévisions météorologiques à court terme de l'Air Force. En revanche, la bande jour-nuit (DNB) de VIIRS a été conçue pour aider les chercheurs à mesurer de manière cohérente la radiance de la lumière provenant de la terre, dans une large gamme de conditions d'éclairage (couvrant près de sept ordres de grandeur alors que DMSP en couvre moins de deux), avec une grande précision spatiale et des données temporellement comparables.

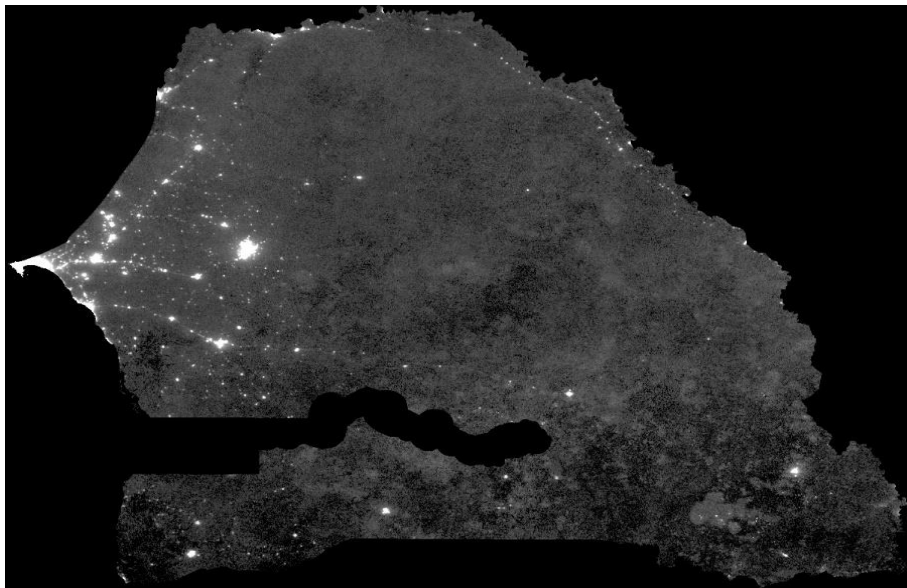
La littérature sur la télédétection a plusieurs comparaisons qui soulignent la supériorité de VIIRS (Elvidge et al., 2013 ; Shi et al., 2014 ; Chen et Nordhaus, 2015, 2019). Il n'est donc pas surprenant que la littérature scientifique soit rapidement passée de DMSP aux données supérieures de VIIRS. Par conséquent, nous utilisons les données de VIIRS dans cette étude.

III. Méthodologie et données

III.1 Données

VIIRS-NTL- Les données satellitaires d'intensité lumineuse (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day and Night Band-VIIRS-DNB) sont issues de AIDDATA (<https://geo.aiddata.org/query/#!/>). Elles sont observées mensuellement et disponibles actuellement sur la période de 2012 à 2020. Les données annuelles sont obtenues en prenant la médiane des observations. Cette annualisation est plus utilisée dans la littérature et évite de recourir à la moyenne des valeurs susceptible d'être biaisée par les valeurs extrêmes. Étant disponibles à l'échelle désagrégée – au niveau des régions-, les données d'intensité lumineuse affichée à l'échelle des pays sont la somme des intensités calculées au niveau des régions qui le constituent.

Figure 1: Données satellitaires de l'intensité lumineuse nocturne, 2012, Sénégal



Source: Earth Observation group (Annual VNL V2.1, DNB), Auteurs.

PIB- Les données sur le PIB sont obtenues à partir de *World Development Indicators-WDI*. Elles sont en dollars US constant de 2015. Les évolutions du PIB et des intensités lumineuses pour le cas du Sénégal semblent avoir les mêmes allures ascendantes (voir figure 2 et 3). C'est le cas de la plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne.

Emploi- Les données sur la population en emploi par région au Sénégal sont issues des enquêtes ESPS II 2011/2012 et EHCVM 2018/2019, conduites par l'Agence nationale de la Statistique et

de la Démographie (ANSD). Ces différentes enquêtes sont représentatives au niveau région et ont permis de donner un chiffre estimé de l'emploi par région pour les périodes considérées.

Figure 2: logarithme du PIB, Sénégal

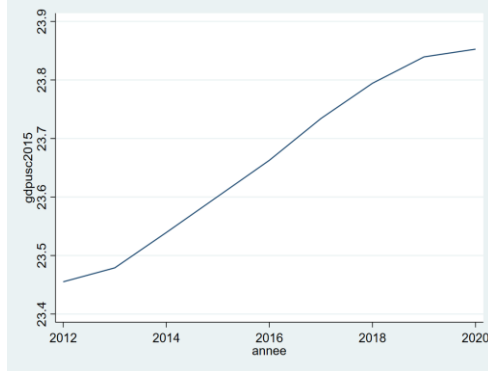
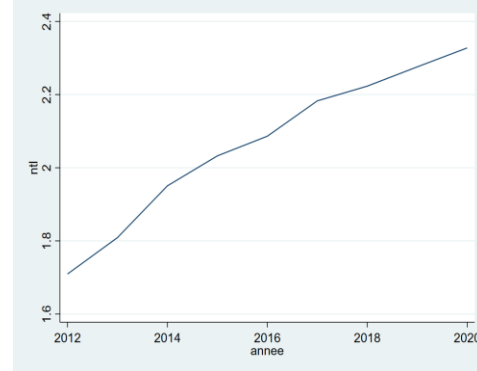


Figure 3: Logarithme des intensités lumineuses, Sénégal



Source: WDI, AIDDATA, calcul des auteurs.

III.2 Méthodologie

La méthodologie est opérée suivant trois étapes: une première étape estimant le pouvoir explicatif des intensités lumineuses sur le PIB, une deuxième étape de calcul des PIBs régionaux en ayant recours à la méthode proposée par Lopez-Ruiz, Blazquez et Hassanov (2019) et, une troisième étape de validation économique des PIBs régionaux sur la base de l'hypothèse d'existence d'une relation linéaire entre les PIBs régionaux et les intensités lumineuses.

Dans la première étape, nous n'utilisons que l'intensité lumineuse comme variable explicative. En effet, notre objectif dans l'analyse de régression est d'établir le pouvoir explicatif des intensités lumineuses sur le PIB. A cet effet, l'utilisation des méthodes économétriques des données de Panel est adaptée, car conférant plus d'information sur le lien entre le PIB et l'emploi en regroupant plusieurs pays sur plusieurs périodes, ainsi qu'une plus grande robustesse des inférences établies. Le PIB est regressé sur les intensités lumineuses par la relation économétrique suivante:

$$gdp_{ti} = \alpha_0 + \alpha_1 ntl_{ti} + \epsilon_{ti} \quad (1).$$

Les variables gdp et ntl -nighttime light (en anglais)- représentent respectivement le logarithme du PIB et celui des intensités lumineuses nocturnes. Le modèle est aussi estimé en utilisant les intensités lumineuses par unité de surface.

Par ailleurs, il est aussi courant dans la littérature de rechercher l'existence d'une relation non linéaire entre le PIB et les intensités lumineuses. Cet aspect est analysé en estimant le modèle suivant:

$$gdp_{ti} = \alpha_0 + \alpha_1 ntl_{ti} + \alpha_2 ntl_{ti}^2 + \epsilon_{ti} \quad (2)$$

Pour déterminer la meilleure spécification des erreurs, le test de Hausmann est utilisé. Il permet de choisir le plus approprié entre un modèle à effet fixe et un modèle à effet aléatoire. Le choix entre ces deux modèles implique de savoir si les facteurs non observables individuels et ne variant pas avec le temps, affectent ou non les régresseurs. Pour le cas de notre étude, il est difficile, a priori, de dire si ces facteurs - par exemple: type de gouvernement, type de politique publique, l'environnement politique, les caractéristiques culturelles, ou encore une partie du travail ou du capital, etc.- affectent les intensités lumineuses nocturnes. C'est pourquoi un test de Hausmann est nécessaire pour envisager le bon modèle.

Les spécifications diffèrent selon l'expression des erreurs ϵ_{it} . Le modèle à effet fixe décompose l'erreur en deux composantes: $\epsilon_{it} = u_i + v_{it}$ avec u_i l'effet fixe individuel qui permet de prendre en compte les facteurs non observables spécifiques au pays. Ces effets fixes sont corrélés aux régresseurs pour le cas d'un modèle à effet fixe. Si le modèle est à effet aléatoire, les erreurs sont décomposées selon les composantes suivantes: $\epsilon_{it} = u_{it} + v_{it}$. Dans ce cas de figure, les effets fixes individuels sont considérés comme indépendants des régresseurs:

$$cov(u_{it}, X_{it}) = 0, X_{it} \text{ est le régresseur.}$$

Ces modèles seront estimés par la méthode MCO, s'il s'agit d'un modèle à effet fixe et par la méthode MCO généralisé pour un modèle à effet aléatoire.

Après avoir valablement montré que les intensités constituent un bon estimateur du PIB, les PIBs régionaux des 14 régions du Sénégal sont calculés en utilisant la méthode proposée par Lopez-Ruiz, Blazquez et Hassanov (2019). La méthode considère la part des intensités lumineuses pour chaque région comme étant la part du PIB qu'elle a créée dans le pays - voir relation (3). Cette relation est une conséquence de l'existence d'une relation linéaire entre le PIB et les intensités lumineuses.

$$PIBreg_{it} = PIBnat_t * \frac{NTLreg_{it}}{NTLnat_{it}} \quad (3)$$

- i indique la région et t la période.

- $PIBreg$, PIB régional

- $PIBnat$, PIB national

- $NTLreg$, intensité lumineuse au niveau région

- $NTLnat$, intensité lumineuse globale du pays

Dans la dernière étape, en se référant au cadre de la fonction de production, les PIBs régionaux sont régressés sur leurs fon

damentaux économiques tels que l'emploi régional (emp) et le capital ou que ces derniers soient régressés sur le PIB. Ce dernier cas dont nous avons eu recours dans cette étude, nous permet de confronter nos résultats avec ceux communément obtenus dans la littérature. Cependant, compte tenu de la disponibilité des données que sur l'emploi, seule l'élasticité de l'emploi à la croissance est calculée pour voir si elle vérifie la théorie qui suggère qu'il est en général compris entre 0 et 1. Plus elle est proche de zéro, plus la croissance est intensive en capital et plus elle est proche de 1, plus la croissance a un contenu fort en emploi (Kapsos, 2006; Khan, 2007; UNDP, 2009). La régression porte sur des données de Panel constituées par les PIBs régionaux des quatorze (14) régions ainsi déterminés et la population en emploi en 2011 et en 2018. L'estimation se base sur les mêmes principes que ceux développés ci-haut.

IV. Analyse empirique et discussions

IV.1 Relation entre le PIB et les intensités lumineuses nocturnes

Plusieurs tests de spécification de modèles prédictifs du PIB sont effectués. L'examen des critères de robustesse a montré que le modèle logarithmique s'ajuste le mieux aux données. Il existe une relation linéaire positive entre le PIB et les intensités lumineuses nocturnes (Table. colonne 1). Une augmentation de 1% des intensités induit une augmentation de 0,34% du PIB. Cette élasticité est supérieure à celle estimée par Henderson et al (2011) – élasticité estimée à 0,26%- pour un panel mondial entre 1992 et 2008 mais inférieure à celle estimée au niveau de la Chine et des Etats-Unis (entre 0,8 et 0,9). Elle est dans la plage des valeurs estimées pour le groupe des pays à revenu intermédiaire inférieur et supérieur (Ena Suarez, 2016). En prenant en compte l'étendue des pays, ce coefficient est de 0,27 (colonne 2), assez proche de celui de Henderson et al (2011).

La colonne 3 montre qu'il existe un effet seuil significatif et donc une relation non linéaire entre le PIB et les intensités lumineuses. Par contre, cette non-linéarité n'est plus pertinente en considérant l'étendue des pays ($\ln(\text{km}^2)$ n'est plus significative). La non-linéarité détectée peut ainsi être assimilée aux irrégularités induites par la taille (surface) des pays considérés. Le pouvoir explicatif des intensités lumineuses est avéré avec au moins 65% des variations du PIB expliquées. Ces résultats montrent que les intensités lumineuses constituent une bonne approximation des PIBs régionaux.

Tableau 1 : Résultats des estimations

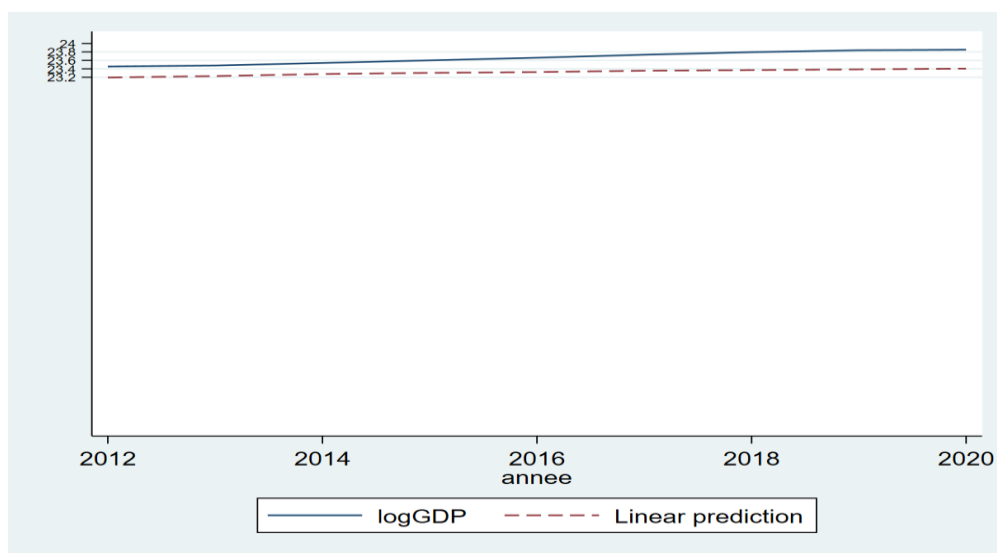
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Log (GDP)	Log (GDP)	Log (GDP)	Log (GDP)
ntl	0,341*** (0,046)		0,271*** (0,044)	
ntlkm2		0,339*** (0,046)		0,43 (0,285)
ntl2			0,047** (0,017)	
ntl2km2				0,004 (0,012)
_cons	22,612*** (0,321)	26,668*** (0,497)	22,556*** (0,044)	27,173*** (1,629)
Observations	144	144	144	144
R-squared	0,652	0,652	0,717	0,653
Chi2/Fisher	55,816	54,80	49,71	27,89
p	0,000	0,000	0,000	0,000

Robust standard errors are in parenthesis

*** p<.01, ** p<.05, * p<.1

Source: Données WDI, AIDDATA, calcul des auteurs.

Figure 4 : prediction du log(PIB), Sénégal



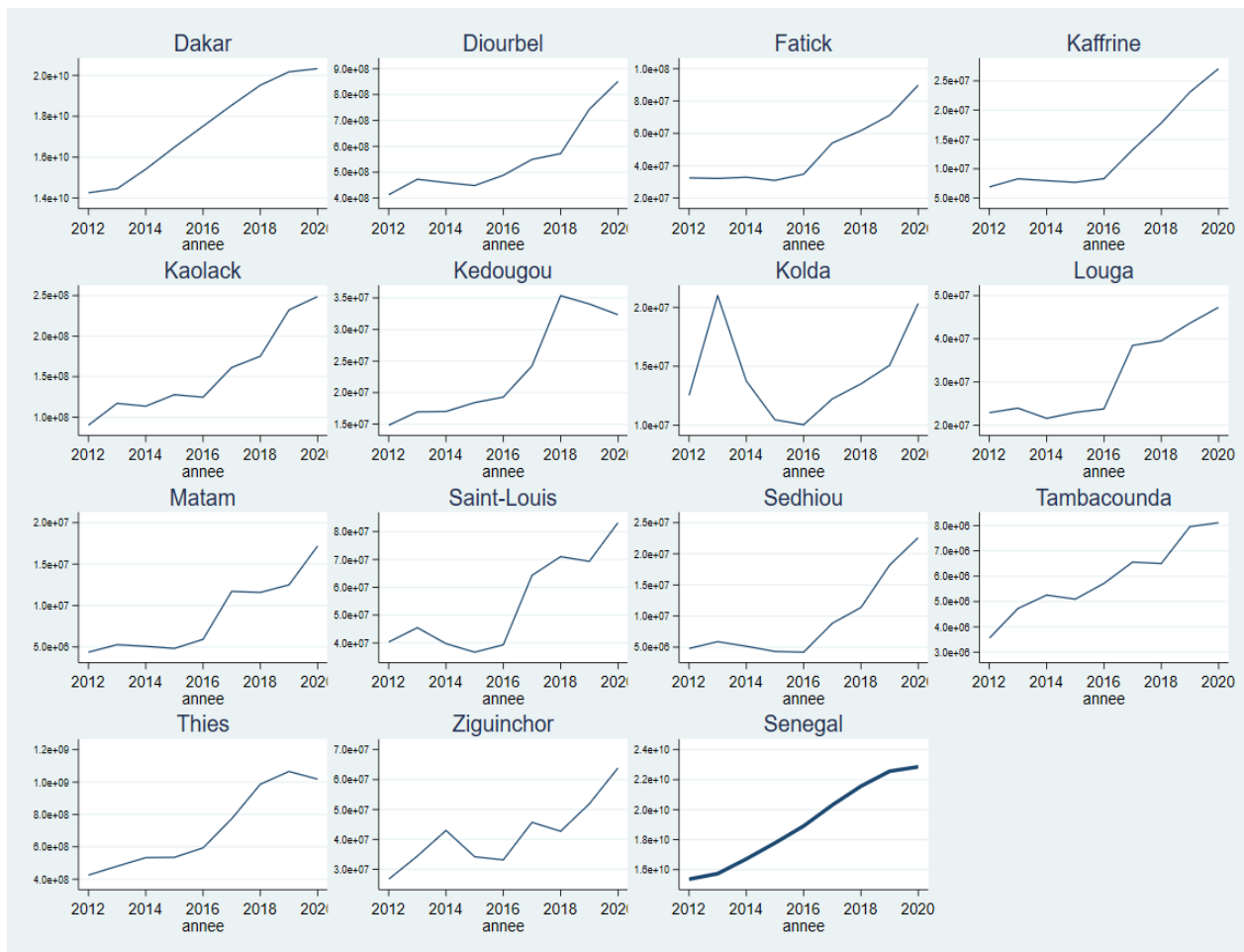
Source: WDI, Calcul des auteurs.

IV.2 Estimation des PIBs régionaux

Une fois établi que les intensités lumineuses constituent un outil valable pour mesurer le PIB national, il est possible de l'utiliser pour déterminer les PIBs régionaux. A cet effet, une projection est effectuée, au niveau régional, en utilisant la part de chaque région dans l'intensité lumineuse totale affichée au niveau du pays, multipliée par le PIB national.

Les évolutions du PIB observées au niveau des régions reflètent globalement la dynamique de croissance positive observée au niveau national depuis 2012. Cette dynamique de croissance à l'échelle nationale s'est consolidée avec la mise en œuvre du PSE, quoi que freiner en 2020, avec l'avènement de la crise sanitaire. La région de Dakar affiche une dynamique quasi similaire à celle du pays, cela s'explique par le poids important de la région dans l'économie du pays.

Figure 5 : Évolutions des PIBs régionaux



Source: WDI, AIDDATA, calcul des auteurs.

Il existe un gap important entre Dakar et les autres régions. Elle représente plus de la moitié du poids de l'économie avec 91,4% du PIB réalisé au niveau national sur la période 2012-2020. Cela s'explique par la position de la capitale au plan économique. Cette région regroupe plus du tiers des entités économiques dénombrées lors du Recensement général des Entreprises (40% ; RGE 2016). D'après ce recensement, la région de Dakar réalise 92% du chiffre d'affaires des entreprises du secteur formel et 50% de celles du secteur informel. Elle concentre également 52% des travailleurs du pays dont 87% dans le formel et 36% dans l'informel.

Nonobstant la mise en œuvre de la politique nationale d'aménagement du territoire ainsi que de l'acte III de la décentralisation, la région de Dakar concentre la plupart des emplois permanents du pays. Sa capacité polarisatrice est encouragée par la faiblesse de la densité du réseau routier dans le reste du pays, même si des efforts conséquents ont été consentis ces dernières années. Ce dernier favorise les liaisons verticales nécessaires à l'économie d'exportation. Selon l'ANSD, 75% des trajets intérieurs de marchandises ont pour origine ou pour destination Dakar ; ceci résulte du poids économique de la région. Cette situation est fortement renforcée par le tracé des réseaux routiers et des voies ferrées¹. Par ailleurs, la capitale sénégalaise se définit comme une aire d'influence en étant la zone où les échanges de produits agricoles et halieutiques, en particulier, se déroulent.

Hormis Dakar, les régions de Thiès (3,6%), Diourbel (2,9%), et Kaolack (0,8%) contribuent le plus à la création de richesse. La région de Thiès se positionne comme la région du Sénégal ayant le potentiel économique le plus important après Dakar. Elle tient cette position économique favorable grâce au dynamisme des secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, du tourisme, de l'artisanat, du commerce et des mines.

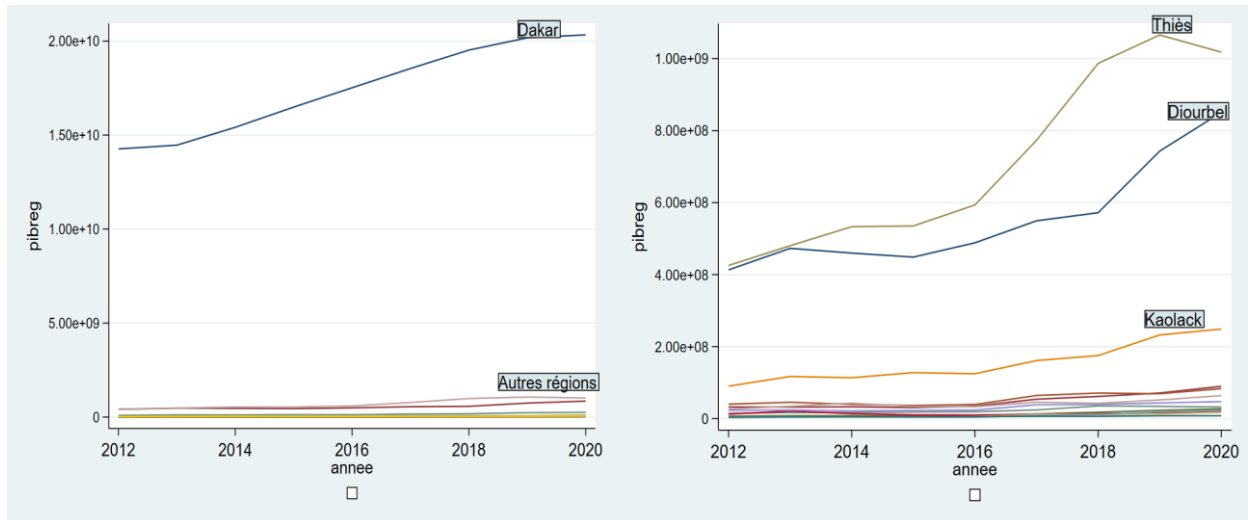
S'agissant de Diourbel, le commerce est l'une des activités phares de la région. Cette situation est liée entre autres à la position géographique de la région, à mi-chemin entre le centre de production de la zone sylvo-pastorale et les grands centres de consommation du centre ouest (Dakar, Thiès et Kaolack).

Concernant la région de Kaolack, elle est essentiellement agricole avec 65% de la population active qui s'adonne à l'agriculture. Ce secteur reste caractérisé par la faiblesse de la production et la fluctuation de la pluviométrie qui affectent les rendements agricoles. Malgré les activités industrielles

¹ ANSD (2021) : Situation économique et sociale de la région de Dakar

portées principalement par la SONACOS, la SNSSS et la Novasen, la part de la région dans le PIB du Sénégal est inférieure à 1%.

Figure 6: Gap entre Dakar, Thiès, Diourbel, Kaolack et les autres régions

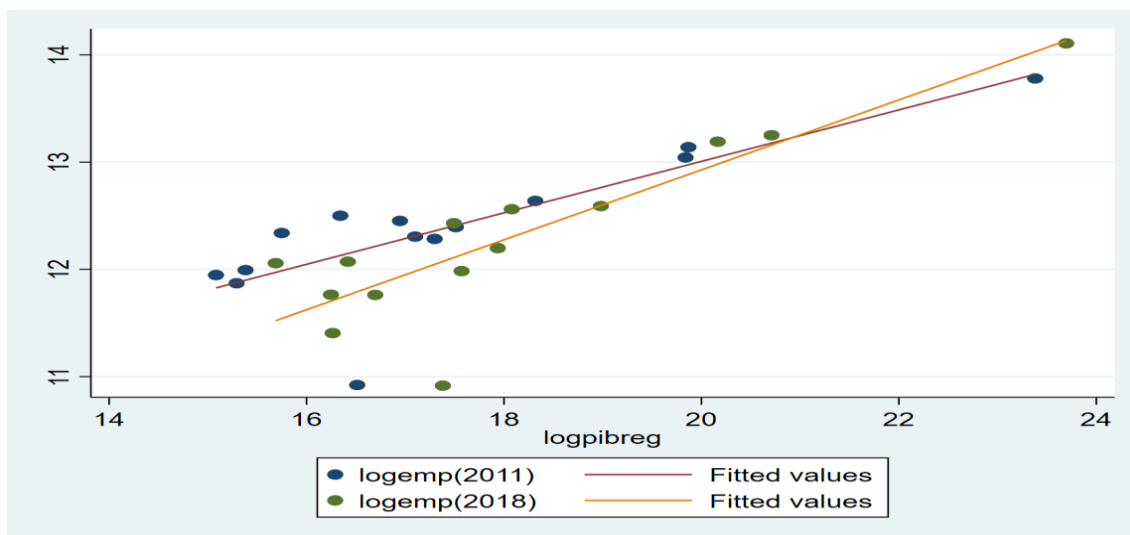


Source: WDI, AIDDATA, calcul des auteurs.

IV.3 Relation entre PIBs régionaux et emploi

Les PIBs régionaux calculés sont analysés en relation avec l'emploi pour consolider par la théorie les estimations obtenues. La figure 7 révèle une relation linéaire positive entre le logarithme des PIBs régionaux et le logarithme de l'emploi, pour les deux années observées.

Figure 7 : Relation PIB régional et emploi



Source : Estimation des auteurs.

Une estimation par données de Panel de l'élasticité de l'emploi à la croissance, montre qu'une croissance de 1% au niveau d'une région implique une augmentation de 0,2% du niveau de l'emploi. Cette élasticité cadre avec la littérature théorique et empirique qui la considère comprise entre 0 et 1 (Kapsos, 2006; Khan, 2007; UNDP, 2009). Par ailleurs, sa faiblesse révèle des économies régionales dont la croissance est peu pourvoyeuse d'emplois.

Tableau 2 : Elasticité de l'emploi à la croissance

logemp	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
logpibreg	.202	.055	3.68	0,000	.095	.31	***
Constant	8.754	.987	8.87	0,000	6.82	10.689	***
Mean dependent var		12.354	SD dependent var			0.733	
Overall r-squared		0.674	Number of obs			28	
Chi-square		13.538	Prob > chi2			0.000	
R-squared		0.6739					

*** p<.01, ** p<.05, * p<.1

Source: WDI, AIDDATA, calcul des auteurs.

Conclusion

L'acte III de la décentralisation marque une volonté résolue des pouvoirs publics à corriger les inégalités et incohérences au niveau des territoires, et ainsi favoriser un développement équilibré et harmonieux des territoires. Pour mieux appréhender l'activité économique à l'échelle régionale, cette étude s'est fixée comme objectif d'estimer les PIB régionaux en utilisant l'intensité lumineuse nocturne (VIIRS). Elle vient ainsi apporter des éléments de connaissance et de réflexion sur les dynamiques économiques à l'œuvre au niveau des régions et ainsi combler l'absence de comptes régionaux au Sénégal. Première du genre, cette étude vient contribuer à la littérature croissante sur la relation entre l'activité économique et l'intensité lumineuse nocturne captée par les satellites.

Les tests de spécification de modèles prédictifs du PIB effectués ainsi que l'examen des critères de robustesse ont montré que le modèle logarithmique s'ajuste le mieux aux données à l'échelle des pays. Il existe donc une relation linéaire positive entre le PIB et les intensités lumineuses nocturnes. Une augmentation de 1% des intensités, induirait une augmentation de 0,34% du PIB. En prenant en compte l'étendue des pays, cette élasticité est de 0,27. Le pouvoir explicatif des intensités

lumineuses est avéré avec au moins 65% des variations du PIB expliquées. Ces résultats montrent que les intensités lumineuses constituent une bonne approximation des PIBs régionaux.

Les évolutions du PIB au niveau des régions reflètent globalement la dynamique de croissance positive observée au niveau national depuis 2012. La région de Dakar affiche une dynamique quasi similaire à celle du pays, reflétant son poids important dans l'économie du Sénégal, mais également les disparités notoires entre les régions. Hormis Dakar, les régions de Thiès (3,6%), Diourbel (2,9%) et Kaolack (0,8%) contribuent le plus à la création de richesse. De plus, les économies au niveau régional demeurent faiblement pourvoyeuses d'emplois.

Le recours aux intensités lumineuses nocturnes pour l'estimation du PIB peut cependant comporter certaines limites. Elles semblent être un mauvais indicateur de l'activité agricole dans les pays en développement où celle-ci se déroule principalement pendant la journée et peut donc émettre moins de lumière (Prakash, 2019). Par conséquent, on peut s'attendre à ce que les lumières nocturnes ne soient pas un bon indicateur de l'activité économique dans les zones rurales où l'activité agricole est plus prépondérante.

Références bibliographiques

- [1] Abrahams, Alexei, Oram, Christopher, Lozano-Gracia, Nancy, 2018. Deblurring DMSP night-time lights: a new method using Gaussian filters and frequencies of illumination. *Rem. Sens. Environ.* 210 (1), 242–258
- [2] Addison, D., & Stewart, B. (2015). Nighttime lights revisited: the use of nighttime lights data as a proxy for economic variables. The World Bank.
- [3] Basihos, S. (2016). Nightlights as a Development Indicator: The Estimation of Gross Provincial Product (GPP) in Turkey. Available at SSRN 2885518
- [4] Beyer, R. C., Chhabra, E., Galdo, V., & Rama, M. (2018). Measuring districts' monthly economic activity from outer space. The World Bank.
- [5] Bickenbach, F., Bode, E., Nunnenkamp, P., & Söder, M. (2016). Night lights and regional GDP. *Review of World Economics*, 152(2), 425-447
- [6] Bluhm, Richard, Krause, Melanie, 2018. Top lights - bright cities and their contribution to economic development. CESifo Working Paper No. 7411.
- [7] Bouba-Olga, O. (2022). Carte à la une. Les limites d'une carte du PIB par habitant régional, le cas de l'Île-de-France. *Géocofluences*.
- [8] Bundervoet, T., Maiyo, L., & Sanghi, A. (2015). Bright lights, big cities: measuring national and subnational economic growth in Africa from outer space, with an application to Kenya and Rwanda. The World Bank
- [9] Chakravarty, P., & Dehejia, V. (2017). Will GST exacerbate regional divergence. *Economic and political weekly*, 52(25&26), 97-101.
- [10] Chen, Xi, Nordhaus, William, 2011. Using luminosity data as a proxy for economic statistics. *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.* 108 (21), 8589–8594.
- [11] Chen, Xi, Nordhaus, William, 2015. A test of the new VIIRS lights data set: population and economic output in Africa. *Rem. Sens.* 7 (4), 4937–4947.
- [12] Chen, Xi, Nordhaus, William, 2019. VIIRS night time lights in the estimation of crosssectional and time-series GDP. *Rem. Sens.* 11 (9), 1057–1068.
- [13] Direction des Études et des Prévisions Financières (DEPF)- Maroc, Contribution sectorielle à la création de la richesse nationale, (2010).

- [14] Doll, C. N., Muller, J. P., & Morley, J. G. (2006). Mapping regional economic activity from night-time light satellite imagery. *Ecological Economics*, 57(1), 75-92
- [15] Doll, Christopher, 2008. CIESIN Thematic Guide to Night-Time Light Remote Sensing and its Applications. Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, New York
- [16] Elvidge, C., K. Baugh, E. Kihn, H. Kroehl, E. Davis, and C. Davis. 1997. 'Relation between Satellite Observed Visible-Near Infrared Emissions, Population, Economic Activity and Electric Power Consumption.' *International Journal of Remote Sensing* 18 (6): 1373–9.
- [17] Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Anderson, S. J., Sutton, P. C., & Ghosh, T. (2012). The Night Light Development Index (NLDI): a spatially explicit measure of human development from satellite data. *Social Geography*, 7(1), 23-35.
- [18] Elvidge, Christopher, Baugh, Kimberly, Zhizhin, Mikhail, Hsu, Feng-Chi, 2013. Why VIIRS data are superior to DMSP for mapping night time lights. *Proceedings of the AsiaPacific Advanced Network* 35 (1), 62–69
- [19] Ghosh, T., R. L. Powell, C. D. Elvidge, K. E. Baugh, P. C. Sutton, and S. Anderson. 2010. 'Shedding Light on the Global Distribution of Economic Activity.' *The Open Geography Journal* 3 (1): 148–61.
- [20] Gibson, John, 2020. Better Night Lights Data, for Longer. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* (forthcoming).
- [21] Gibson, John, Boe-Gibson, Geua, 2020. Three Facts about Night Lights Data. Working Paper No. 20/03. Department of Economics, University of Waikato.
- [22] Gibson, J., Olivia, S., Boe-Gibson, G., & Li, C. (2021). Which night lights data should we use in economics, and where?. *Journal of Development Economics*, 149, 102602.
- [23] Gu, Y., Shao, Z., Huang, X., & Cai, B. (2022). GDP Forecasting Model for China's Provinces Using Nighttime Light Remote Sensing Data. *Remote Sensing*, 14(15), 3671.
- [24] Hamman, N., & Phiri, A. (2022). Using Nighttime Luminosity as a Proxy for Economic Growth in Africa: Is It a Bright Idea?. *Managing Global Transitions*, 20(2).
- [25] Henderson, V., A. Storeygard, and D. Weil. 2011. 'A Bright Idea for Measuring Economic Growth.' *American Economic Review: Papers and Proceedings* 101 (3): 194–99.

- [26] Henderson, J. V., Storeygard, A., & Weil, D. N. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American economic review*, 102(2), 994-1028.
- [27] Ji, X., Li, X., He, Y., & Liu, X. (2019). A simple method to improve estimates of county-level economics in China using nighttime light data and GDP growth rate. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9), 419.
- [28] Jing, W., Yang, Y., Yue, X., & Zhao, X. (2015). Mapping urban areas with integration of DMSP/OLS nighttime light and MODIS data using machine learning techniques. *Remote Sensing*, 7(9), 12419-12439.
- [29] Kapsos, S. (2006). The employment intensity of growth: Trends and macroeconomic determinants (pp. 143-201). Palgrave Macmillan UK.
- [30] Khan, A. R. (2007). Growth, employment and poverty: An analysis of the vital nexus based on some recent UNDP and ILO/SIDA studies.
- [31] Lopez-Ruiz, H., Blazquez, J., & Hasanov, F. (2019). Estimating Saudi Arabia's regional GDP using satellite nighttime light images (No. ks--2019-dp80).
- [32] McCord, G. C., & Rodriguez-Heredia, M. (2022). Nightlights and Subnational Economic Activity: Estimating Departmental GDP in Paraguay. *Remote Sensing*, 14(5), 1150.
- [33] Mukin, Megha, and Keith Garret. 2018. "Tracking light from space: Innovative ways to measure economic development." *Worldbank Blogs*. <http://blogs.worldbank.org/sustainablecities>
- [34] Muller, C., J. and J. Elvidge. 2000. 'Night-Time Imagery as Tools for Global Mapping of Socioeconomic Parameters and Greenhouse Emissions.' *Ambio* 29 (3): 157–62.
- [35] Omar, N. S., & Ismal, A. (2019). Night lights and economic performance in Egypt. *Advances in Economics and Business*, 7(2), 69-81.
- [36] Pinkovskiy, M., & Sala-i-Martin, X. (2016). Lights, camera... income! Illuminating the national accounts-household surveys debate. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 579-631.
- [37] Prakash, A., Shukla, A. K., Bhowmick, C., & Beyer, R. C. M. (2019). Night-time luminosity: Does it brighten understanding of economic activity in India. *Reserve Bank of India Occasional Papers*, 40(1), 1-24.
- [38] Shi, Kaifang, Yu, Bailang, Huang, Yixiu, Hu, Yingjie, Yin, Bing, Chen, Zuoqi, Chen, Liujia, Wu, Jianping, 2014. Evaluating the ability of NPP-VIIRS nighttime light data to estimate the gross

domestic product and the electric power consumption of China at multiple scales: a comparison with DMSP-OLS data. *Rem. Sens.* 6 (2), 1705–1724

- [39] Sutton, P., and R. Costanza. 2002. 'Global Estimates of Market and nonMarket Values Derived from Nighttime Satellite Imagery, Land Cover, and Ecosystem Service Valuation.' *Ecological Economics* 41 (3): 509–27.
- [40] Townsend, A. C., & Bruce, D. A. (2010). The use of night-time lights satellite imagery as a measure of Australia's regional electricity consumption and population distribution. *International Journal of Remote Sensing*, 31(16), 4459-4480.
- [41] UNDP (2009). *Employment and Livelihoods. The 4th National Human Development Report.* Ministry of Planning and Investment, and UNDP Lao PDR, Vientiane
- [42] World Bank (2017). *South Asia Economic Focus, Fall 2017 : Growth Out of the Blue.* Washington, DC: World Bank. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/28397> License: CC BY 3.0 IGO.

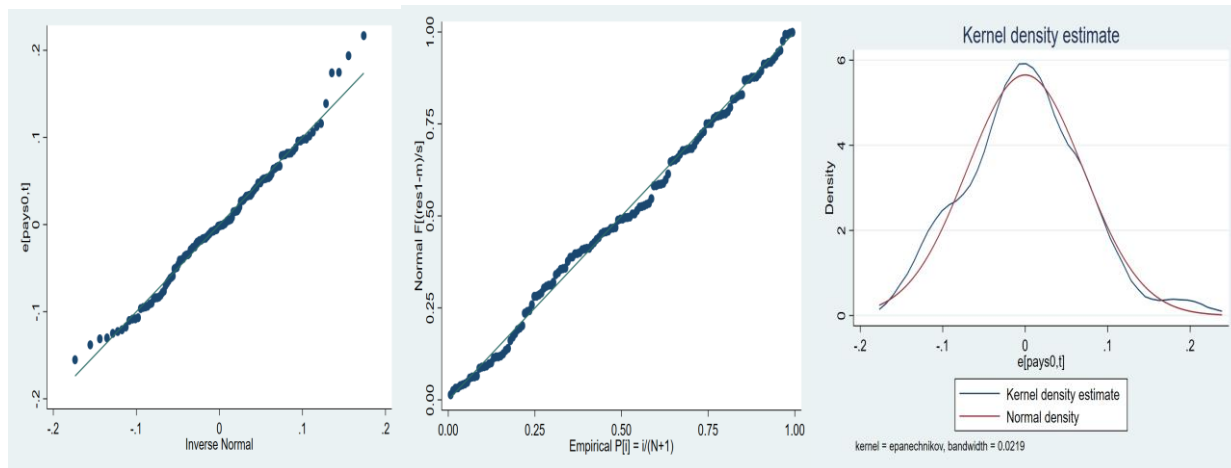
ANNEXE

Stationnarité : Dans les données de panel qui couvrent de petites périodes, comme c'est le cas ici (Nombre de périodes inférieur à 10), il n'est pas nécessaire de se préoccuper de la stationnarité qui susciterait l'intérêt pour des panels de plus longue période.

Normalité des erreurs :

- **Modèle 1 :**

Figure 8 : Diagnostic des erreurs



Source : calcul des auteurs.

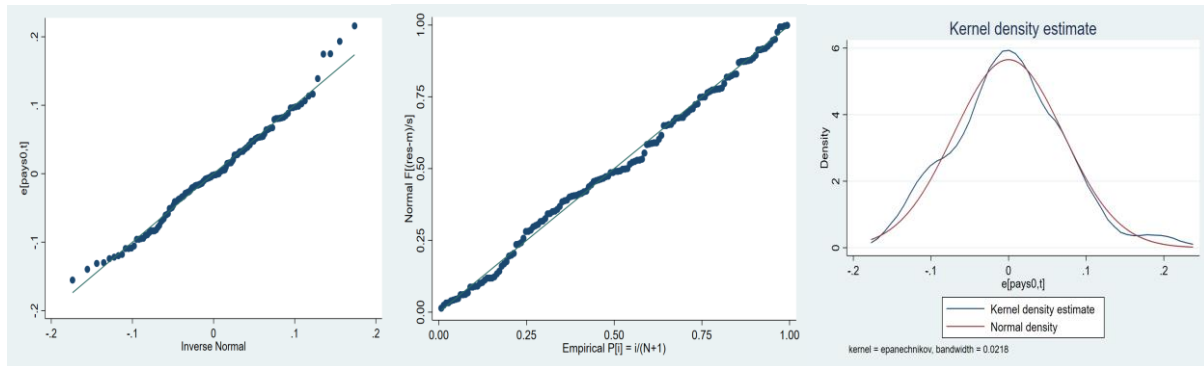
Tableau 3: Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	r(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj_chi2(2)	Prob>chi2
res1	144	0.181	0.473	2.340	0.310

Source : calcul des auteurs.

- **Modèle 2 :**

Figure 9 : Diagnostic des erreurs



Source : calcul des auteurs.

Tableau 4 : Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj_chi2(2)	Prob>chi2
res	144	0.180	0.480	2.330	0.312

Source : calcul des auteurs.

Tableau 5 : PIB estimés des régions (en dollars US constant de 2015) sur la période 2012-2020

Région\Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dakar	14262804480	14463098880	15412681728	16487536640	17515876352	18541621248	19520776192	20172617728	20330383360
Diourbel	413191744	472953280	459821568	448628672	488320288	549509760	571908096	743139968	850490816
Fatick	32520526	32184616	32924968	30966866	34783324	54059924	61685992	71203752	89819136
Kaffrine	6909061	8297025	7976581	7694774	8321453	13251884	17822806	23084430	27094508
Kaolack	90217192	117133096	113633904	127823304	124767040	161355744	175247520	232432528	248939280
Kédougou	14848408	16961264	17022740	18425136	19292464	24232488	35361116	34047792	32341982
Kolda	12514053	20994234	13752178	10455621	10039270	12226821	13504482	15077798	20351630
Louga	22894446	23952824	21580578	22955858	23772664	38469948	39539004	43626680	47302920
Matam	4379244	5284797	5089812	4830944	5923009	11711547	11591129	12499568	17190228
Saint Louis	40335328	45473080	39739308	36679736	39337976	64292184	71019584	69299256	83226472
Sédhiou	4792586	5882522	5149931	4313763	4199890	8835471	11379274	18184976	22614544
Tambacounda	3553154	4725864	5255245	5095852	5716915	6557624	6501595	7958548	8115349
Thiès	425412960	480261472	533158880	535163200	593446464	773062592	986612928	1065566912	1017919424
Ziguinchor	26694700	34431924	42995652	34195968	33166250	45707484	42724124	51894132	63887768
Sénégal	15361067881	15731634878	16710783072	17774766334	18906963358	20304894719	21565673842	22560634068	22859677417

Tableau 6 : Parts estimées des régions dans le PIB sur la période 2012-2020

Région\Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dakar	92,85%	91,94%	92,23%	92,76%	92,64%	91,32%	90,52%	89,42%	88,94%
Diourbel	2,69%	3,01%	2,75%	2,52%	2,58%	2,71%	2,65%	3,29%	3,72%
Fatick	0,21%	0,20%	0,20%	0,17%	0,18%	0,27%	0,29%	0,32%	0,39%
Kaffrine	0,04%	0,05%	0,05%	0,04%	0,04%	0,07%	0,08%	0,10%	0,12%
Kaolack	0,59%	0,74%	0,68%	0,72%	0,66%	0,79%	0,81%	1,03%	1,09%
Kédougou	0,10%	0,11%	0,10%	0,10%	0,10%	0,12%	0,16%	0,15%	0,14%
Kolda	0,08%	0,13%	0,08%	0,06%	0,05%	0,06%	0,06%	0,07%	0,09%
Louga	0,15%	0,15%	0,13%	0,13%	0,13%	0,19%	0,18%	0,19%	0,21%
Matam	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,06%	0,05%	0,06%	0,08%
Saint Louis	0,26%	0,29%	0,24%	0,21%	0,21%	0,32%	0,33%	0,31%	0,36%
Sédhiou	0,03%	0,04%	0,03%	0,02%	0,02%	0,04%	0,05%	0,08%	0,10%
Tambacounda	0,02%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,04%	0,04%
Thiès	2,77%	3,05%	3,19%	3,01%	3,14%	3,81%	4,57%	4,72%	4,45%
Ziguinchor	0,17%	0,22%	0,26%	0,19%	0,18%	0,23%	0,20%	0,23%	0,28%
Sénégal	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Source : Calcul des auteurs.