Changements institutionnels et développement économique à Mayotte

Une évaluation à partir des données satellitaires de luminosité nocturne

Idriss Fontaine & François Hermet

Université de La Réunion
Centre d'Economie et de Management de l'Océan Indien
CEMOI

Actes de la Recherche Ultra-Marine
Octobre 2022

Introduction

Motivation

L'histoire des **statuts institutionnels** à Mayotte montre une évolution lente parfois qualifiée de "valse" des statuts institutionnels :

- Perspective historique : territoire aux institutions instables au 18ème.
  - Conflits facilités par des querelles dynastiques.
- Durant la période coloniale (1841-1975), Mayotte connaît plusieurs statuts institutionnels.
- Statut de "**collectivité territoriale**" effectif en 1976 (loi n° 76-1212).
- Statut de "**collectivité départementale**" effectif en 2001 (loi n° 76-1212).
- **Référundum** sur la **départementalisation** en 2009, statut de "département" effectif en 2011.

Question centrale du papier

Problématique

Dans quelle mesure les **changements institutionnels** récents à Mayotte ont été facteur de **développement** de l'**activité économique** pour ce territoire ?

Modifications institutionnelles étudiées :

1. Le passage du statut de "collectivité **territoriale**" à celui de "collectivité **départementale**" en 2001.
   - Transfert progressif de l'exécutif de la collectivité au président du Conseil Général.
   - Application progressive du droit commun français.
2. Le passage du statut de "collectivité **départementale**" à celui de **département** français en 2011.
   - Résultat du référundum de 2009 : 95.2% des suffrages exprimés en faveur d'un "oui" à la départementalisation.
   - Mayotte devient le 101ème département français en 2011.

Enjeux associés à l'étude

1. Le **manque** de **données** disponibles.
   - Les **mesures** de l'activité économique à Mayotte sont **rares**.
   - L'INSEE fournit une série chronologique du PIB mahorais dîte "robuste" débutant en 2015 seulement.
2. La question de l'**évaluation** de l'effet (causal) : comment mesurer l'effet des changements institutionnels à Mayotte lorsque la situation contrefactuelle n'est pas observée ?
   - Difficulté 1 : **Mayotte** est **unique** et les évènements qui se sont produits depuis 2000 le sont aussi.
   - Difficulté 2 : la littérature mobilisant des techniques de régression en panel mesurant les effets des changements institutionnels sur le PIB n'est pas forcément appropriée (problème d'endogénéité, effets moyens calculés etc.)

Solutions proposées

1. Utiliser des données **satellitaires** de **lumière nocturne**.
   - Données publiques disponibles depuis le milieu des années 1990.
   - Couverture géographique (quasi-)globale.
   - Collecte de la donnée uniforme.
2. La **Méthode** du **Contrôle Synthétique** ou *Synthetic Control Method* (SCM) introduite par Abadie & Gardezabal (2003, *AER*) et complétée par Abadie et al. (2010, *JASA*).
   - Objectif : construire la situation contrefactuelle (un "sosie") = ce qui se serait passé en l'absence de l'évènement considéré.
   - Comment ? En minimisant les différences prè-évènements de la variable d'intérêt entre la situation observée et la situation contrefactuelle.

Aperçu des résultats principaux

- Pour les deux évènements étudiés, la SCM permet de construire un **contrefactuel crédible**.
- Nos estimations tendent à montrer que ces **changements institutionnels** ont eu un impact **positif** sur l'activité économique globale à Mayotte.
  - ⇒ En l'absence du passage à la départementalisation, l'activité économique à Mayotte aurait été inférieure de 30% en 2019.
- L'effet **bénéfique** de ces changements institutionnels paraît **moins évident** lorsque l'activité économique est rapportée à la **population** mahoraise.

Données collectées

Les données de lumière nocturne

L'utilisation des *nightlight data* par les économistes est de plus en plus **populaire**.

- Travaux pionniers : Sutton & Costanza (2002, *EE*), Henderson et al. (2012, *AER*), Chen & Nordhaus (2015, *RS*).
  - Objectifs initiaux : Offrir une mesure complémentaire au PIB de l'activité éco.
  - Intérêt principal : descente d'échelle possible.
  - Résultats principaux : corrélation positive forte entre le PIB national et le total des lumières nocturnes émises depuis le territoire.
- Autres usages :
  - Mesurer l'impact des catastrophes naturelles : Bertinelli & Strobl (2013, *JAMC*), Heger & Neumayer (2019, *JDE)*, Nguyen & Noy (2019, *JEG*), etc.
  - Mesurer l'impact de la construction d'infrastructures : Corral & Schling (2017, *JEEM*, Mitnik et al. (2018, *IZA*), etc.
  - Mesurer l'impact des institutions : Hodler & Raschky (2014, *QJE*), Villa (2016, *EDCC*), Lee (2018, *JUE*), etc.

Pour une revue complète voir Gibson et al. (2020, *JES*).

Pourquoi utiliser les données de lumière nocturne ?

L'utilisation des lumières nocturnes répond à 2 écueils :

1. Pas de mesure **robuste** permettant de mesurer l'activité économique annuelle à Mayotte dans les années 1990.
2. En plus des données sur Mayotte, il nous faut des **données** sur l'**ensemble** des Petites Economies Insulaires en Développement (**PEID**).
   - La collecte des données de comptabilité nationale n'est pas uniforme $\Rightarrow$ manque de comparabilité des données entre elles dans l'espace/temps.
   - Avantage : la qualité des données de lumière nocturne est indépendante du contexte institutionnel propre à chacun des territoires.

Cependant, attention !

Les données de lumières nocturne ne sont pas parfaites. Elles sont accompagnés d'un ensemble de contraintes techniques qu'il convient de comprendre pour en faire une utilisation appropriée.

Notre échantillon

- L'ensemble des PEID tels que définit par les Nations-Unies auquel nous ajoutons les départements d'Outre-mer français.
- La collecte des données s'est faite pour l'ensemble de ces territoires mais *in fine* elles ne seront pas toutes incluses dans le groupe de contrôle (cf. plus loin).

Liste complète
ARUBA, ANGUILLA, AMERICAN SAMOA, ANTIGUA AND BARBUDA, BAHRAIN, BAHAMAS, SAINT BARTHELEMY
BELIZE, BERMUDA, BARBADOS, COOK ISLANDS, COMOROS, CAPE VERDE
CUBA, CURACAO, CAYMAN ISLANDS, DOMINICA, DOMINICAN REPUBLIC, FIJI
MICRONESIA, GUADELOUPE, GUINEA-BISSAU, GRENADA, GUAM, GUYANA
HAITI, BRITISH INDIAN OCEAN TERRITORY, JAMAICA, KIRIBATI, SAINT KITTS AND NEVIS, SAINT LUCIA
SAINT MARTIN, MALDIVES, MARSHALL ISLANDS, MONTSERRAT, MARTINIQUE, MAURITIUS
MAYOTTE, NEW CALEDONIA, NAURU, PALAU, PAPUA NEW GUINEA, PUERTO RICO
FRENCH POLYNESIA, REUNION, SINGAPORE, SOLOMON ISLANDS, SAO TOME AND PRINCIPE, SURINAME
SINT MAARTEN, SEYCHELLES, TONGA, TRINIDAD AND TOBAGO, TUVALU, SAINT VINCENT AND THE GRENADINES
VIRGIN ISLANDS, U.S., VANUATU, SAMOA

Sources des données de lumière nocturne - I

Il existe **deux sources** principales de données de lumière nocturne :

1. Lumières nocturnes captées par les satellites mis en orbite par le département de la Défense des Etats-Unis via le *Defense Meteorological Satallite Program* (**DMSP**).
   - Lancements de ces satellites correspondaient à des besoins militaires. (= données non-pensées pour la recherche).
   - Fréquence **annuelle** couvrant la période allant de 1993 à 2013.
   - Résolution géographique : des carreaux de $920\text{m} \times 920\text{m} \simeq 0.86\text{km}^2$.
   - Luminosité nocturne renseignée sur une **échelle** graduée allant de **0 à 63** (contraintes techniques liées aux capacité de stockage).
   - Inconvénients : i) plusieurs satellites utilisées sur la période (= **incohérences internes** dûes aux capteurs de qualité différente), ii) données **censurées** à droite (= saturation).

Sources des données de lumière nocturne - II

2. Images satellitaire issues des capteurs dits *Day-Night Band* (DNB) de la *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (**VIIRS**) associés au satelitte *Suomi*.
   - Lancements de ces satellites correspondaient à des **besoins** de **recherche**. (= données pensées pour les besoins de la recherche).
   - Fréquence **journalière** couvrant la période allant de **2012** à nos jours.
   - Résolution géographique : des carreaux de 500m $\times 500$m $= 0.25$km^2 (environ).
   - Luminosité nocturne renseignée sur une échelle graduée allant de 0 à 65534 (contraintes techniques levées avec le progrès technologique récent).
   - Avantages : i) satellite unique (pas d'incohérence interne), ii) distribution non-censurées (= pas de saturation)

Problèmes liées aux données

Cette **discontinuité** dans la collecte constituait initialement un **obstacle**.

- Chronologiquement, les données VIIRS succèdent aux données DMSP.
  - Les données VIIRS sont globalement de meilleures qualités.
- L'évènement principal qui nous intéresse, à savoir le passage à la départementalisation, survient en 2011.
  - L'exploitation seule des données *DMSP* nous laisserait seulement deux années d'observations après la départementalisation.
  - L'utilisation seule des données VIIRS n'est pas envisageable car ces dernières sont collectées après les évènements d'intérêt.

Solution proposée

Utiliser les données **harmonisées** récentes de Li et al. (2020, *Nature SD*) qui permettent de retrouver une période d'**exploitation maximale** en combinant les données DMSP et les données VIIRS.

Les données harmonisées de Li et al. (2020)

Description brève de la procédure d'harmonisation de Li et al. (2020, *Nature SD*) :

1. **Calibrage** dît "**interne**" aux données DMSP ⇒ retrouver une cohérence interne aux données DMSP.
2. Transformation des données VIIRS mensuelles en données annuelles (utilisation de moyenne arithmétique simple)
3. Exploitation de la **coexistence** des deux sources de données en 2013 pour convertir les données VIIRS en données "DMSP *like*".
   - Utilisation d'une fonction sigmoïde.
   - Corrélation positive et forte.
4. **Transformation** des données VIIRS post-2013 en données "DMSP-*like*" à partir du modèle de conversion précédemment validé.

Caractéristiques principales des données utilisées

- Chaque image annuelle est une **grille** représentant la quasi-totalité de la surface terrestre avec un **maillage** de 0.9277 km $\times 0.9277$ km (soit des carreaux de 0.86 km^2).
- Comme le calibrage se fait sur les données DMSP, à chaque carreau est attribué un nombre digital (ND) entier allant de 0 à 63.
  - Le ND n'a pas d'unité de mesure précise.

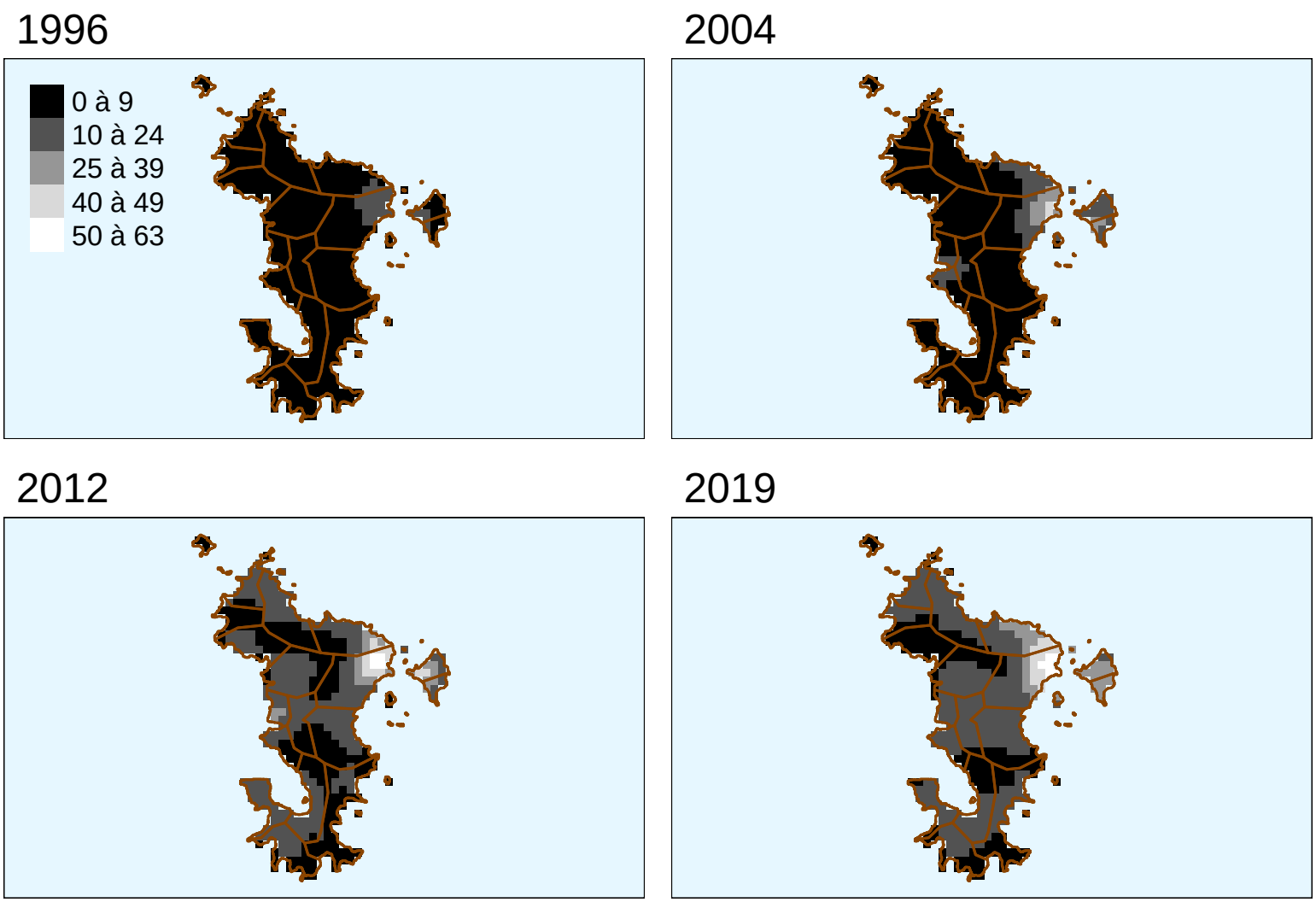

Figure – Lumières nocturnes émises à Mayotte. Stat. ? ▷

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Représentations graphiques propres aux auteurs.
Notes : L'unité de mesure est le ND. Les lignes intérieures représentent les contours administratifs des communes mahoraises.

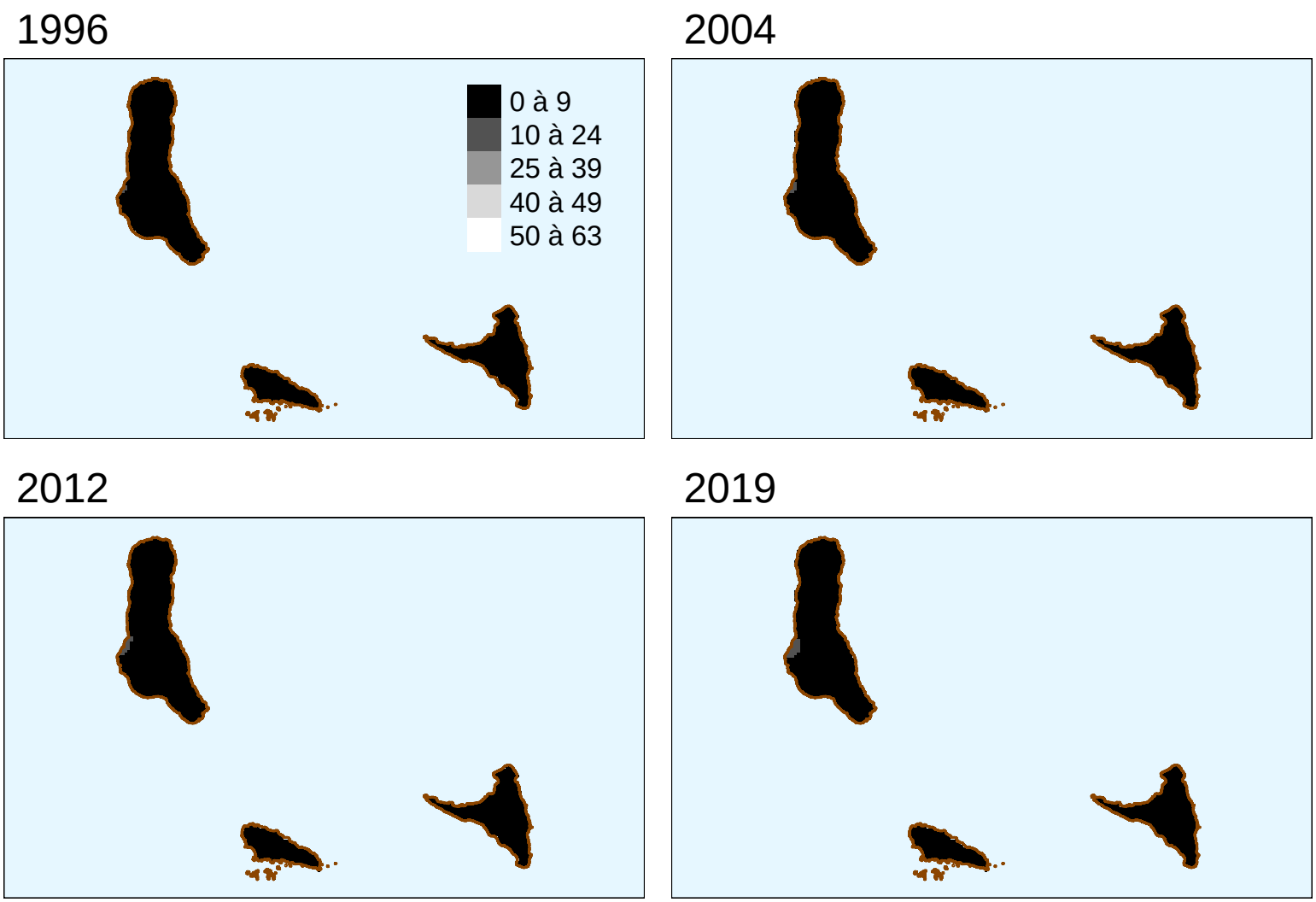

Figure – Lumières nocturnes émises aux Comores.
Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Représentations graphiques propres aux auteurs.
Notes : L'unité de mesure est le ND.

Les autres données mobilisées

Nous utilisons également :

- Données de répartition spatiale de la **population** au sein des PEID du "*WorldPop*". Cartes ? ▷
  - Données en libre accès (`https://www.worldpop.org/`)
  - Disponible depuis 2000, résolution géo. élevée (carreaux de 1km^2.)
  - Utiles pour estimer le nombre total d'hab. et la densité.
- Données géographiques de **pluviométrique** du *Climate Hazards group InfraRed Precipitation with Sttions* de Funk et al. (2015, *Nature SD*).
  - Données annuelles, résolution de $0.05° \times 0.5°$ ($\approx 30\text{km}^2$).
  - Pas de données de température car problèmes de superposition liés à la petite superficie des îles.

Remarque :

Les contraintes étant fortes, notre étude se fonde sur un petit nombre de variables.

La méthode du contrôle synthétique

Préambule

Objectif

Identifier la situation **contrefactuelle** = estimer ce qu'il serait advenu de la trajectoire économique de Mayotte en l'absence de l'évènement étudié.

- Considérons $J + 1$ unités dont l'une d'entre elle, Mayotte, connaît un évènement institutionnel majeur à la période T_0.
  - Les J autres unités ne sont pas affectées par ce changement et constituent le groupe de contrôle/donneurs.
- Construire l'entité de contrôle "**optimal**" en **minimisant** les **différences pré-évènements** de la variable d'intérêt (ici le total des lumières émises) entre Mayotte et son meilleur contrefactuel.
- L'impact de l'évènement est la différence entre ce qui a été observé et le contrefactuel.

Le calcul des poids optimaux

- Soit Y_{1t}^N et Y_{1t}^I l'activité éco. observée respectivement à Mayotte en l'absence et en présence de l'évènement institutionnel.
- Avec la SCM, le contrefactuel optimal inconnu est estimée comme suit :

$$\hat{Y}_{1t}^N = \sum_{j=2}^{J+1} \hat{w}_j Y_{jt}$$

  - Avec $\hat{w}_j \geq 0$ et $\sum_{j=2}^{J+1} \hat{w}_j = 1$.
  - $\hat{w}_j$ est le poids optimal accordé à l'unité j.
- Le contrefactuel étant une **moyenne pondérée** de la variable d'intérêt parmi les entités du groupe de donneur, le coeur de la SCM revient à **calculer** le vecteur de **poids optimal** W^*.

Le calcul des poids optimaux

Le vecteur de poids optimal W^* est identifié comme suit :

$$W^* = \text{argmin} \left(\underbrace{X_1}_{k\times 1} - \underbrace{X_J}_{k\times J} \underbrace{W}_{J\times 1} \right)' \underbrace{V}_{k\times k} \left(\underbrace{X_1}_{k\times 1} - \underbrace{X_J}_{k\times J} \underbrace{W}_{J\times 1} \right) \tag{1}$$

$$\text{s.c.} \sum_{j=1}^{J} w_j = 1, w_j \geq 0$$

Avec X_1 un vecteur empilant les valeurs moyennes des k variables de contrôle observées pour Mayotte, X_J la matrice concaténant les vecteurs x_j de ces mêmes variables pour les donneurs, W le vecteur des poids et V une matrice diagonale définie positive assignant une importance relative aux différentes variables de contrôle.

La matrice V est déterminée en minimisant la distance entre les valeurs de la variable d'intérêt pré-intervention pour l'unité traité et son contrefactuel :

$$V = \text{argmin} \left(Y_1 - Y_J W^* \right)' \left(Y_1 - Y_J W^* \right) \tag{2}$$

L'**algorithme** de la SCM **itère** entre (1) et (2) jusqu'à **converger**.

Calcul de l'effet

Une fois le vecteur de poids optimal identifié, l'effet du traitement d'un évènement survenant à la période T_0 pour chaque $t > T_0$, noté $\hat{\tau}_{1t}$ correspond à la **différence** entre Y_{1t}^I et $\hat{Y}_{1t}^N$.

$$\hat{\tau}_{1t} = Y_{1t}^I - \hat{Y}_{1t}^N$$

$$\hat{\tau}_{1t} = Y_{1t}^I - \sum_{j=2}^{J+1} \hat{w}_j Y_{jt}$$

Abadie & Gardeazabal (2003, *AER*) montre que $\hat{\tau}_{1t}$ est **sans biais**.

Hypothèses identificatrices

1. L'évènement ne doit **pas** avoir d'**impact** sur les unités appartenant au groupe de **donneurs** (hypothèse **SUTVA**).
   - Les changements institutionnels mahorais ne doivent pas avoir d'effets de débordement, directs ou indirect, sur les autres PEID.
   - Raisonnable car : i) pas de changement institutionnel de ce type pour les autres PEID, ii) donneurs éloignés géographiquement de Mayotte.
2. L'évènement ne doit pas être **anticipé** par les agents économiques $\Rightarrow$ amène à plus de réflexion.
   - D'un côté, la lente évolution institutionnelle de Mayotte depuis 1970 implique que les **dates exactes** des changements insti. sont **incertaines**.
   - De l'autre, **accélération** des évènements au milieu des années 2000. Départementalisation effective en 2011 mais validée en 2009 $\Rightarrow$ des effets d'**anticipation** ne peuvent être totalement exclues !
   - Quelles conséquences ? Introduction possible d'un **biais** à la **hausse**.

La constitution du groupe de donneurs

La **construction** du groupe de **donneurs** est une étape **cruciale** de la SCM.

- Abadie & Gardeazabal (2003, *AER*) préconisent une **similarité** en termes de caractéristiques observables entre unité traitée et donneurs.
  - Les restrictions imposées à W^* n'éliminent pas la possibilité de biais d'interpolation.

Ce que nous faisons :

- Nous incluons des PEID pour lesquelles la **valeur moyenne** de l'intensité lumineuse est **proche** de celle de **Mayotte**.
  - Evènement 2001 : donneurs ont une intensité lumineuse moyenne < 6
  - Evènement 2011 : donneurs ont une intensité lumineuse moyenne < 10

Remarque

Les seuils ont été choisis par **tâtonnement** en considérant un **arbitrage** entre **nombre** d'unités constituant le groupe de donneurs et **diversité** de leur origine **géographique**. Plus ? ▷

Le choix des prédicteurs

Prédicteurs	Evènement de 2001	Evènement de 2011
Population	–	Oui
Précipitations par carreau	Oui	Oui
Densité de population	–	Oui
Lumières nocturnes par carreau	Oui	Oui
Taux de croissance de la densité de population	–	Oui
Taux de croissance de la population	–	Oui
Taux de croissance des lumières nocturnes	Oui	Oui
Lumières nocturnes par tête	–	Oui
Superficie	Oui	Oui

Table – Comparaison des prédicteurs considérés selon l'évènement.

- Pour l'évènement de 2001, le **nombre** de prédicteurs est relativement **faible**.

Les résultats

Le contrefactuel mahorais de 2001

Prédicteurs	Mayotte (1)	Mayotte synth. (2)	Moyenne simple (3)
Lumières nocturnes par carreau	4.91	4.91	1.98
Précipitations par carreau	38.50	45.25	79.10
Taux de croissance des lumières nocturnes	0.14	0.14	0.08
Superficie	393.17	1472.02	36821.06

Table – Comparaison de la valeur moyenne des prédicteurs pour l'évènement institutionnel de 2001.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Données de population du groupe de travail *WorldPop* recueillies via le site internet `https://www.worldpop.org/`. Calculs propres aux auteurs.

Notes : Les données de la colonne (3) correspondent à la moyenne arithmétique simple de chaque variable pour le groupe de donneurs.

Le contrefactuel mahorais de 2011

Prédicteurs	Mayotte (1)	Mayotte synth. (2)	Moyenne simple (3)
Population	181406.75	206461.08	1422298.55
Précipitations par carreau	40.50	65.07	78.92
Densité de population	461.40	461.62	146.59
Lumières nocturnes par carreau	7.57	7.57	2.14
Taux de croissance de la densité de population	0.03	0.01	0.01
Taux de croissance de la population	0.03	0.01	0.01
Taux de croissance des lumières nocturnes	0.06	0.06	0.05
Lumières nocturnes par tête	0.02	0.03	0.03
Superficie	393.17	3445.21	38139.82

Table – Comparaison de la valeur moyenne des prédicteurs pour l'évènement institutionnel de 2011.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Données de population du groupe de travail *WorldPop* recueillies via le site internet `https://www.worldpop.org/`. Calculs propres aux auteurs.

Notes : Les données de la colonne (3) correspondent à la moyenne arithmétique simple de chaque variable pour le groupe de donneurs.

Poids associées aux principaux contributeurs

Pays	Poids
Evènement de 2001 : passage à la collectivité départementale	
Seychelles	0.520
Grenade	0.289
Kiribati	0.135
Evènement de 2011 : départementalisation de Mayotte	
Granade	0.626
Maldives	0.259
Iles Salomon	0.114

Table – Pondération associée aux principaux contributeurs au contrefactuel mahorais pour chacun des évènements institutionnels observés.
Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Données de population du groupe de travail *WorldPop* recueillies via le site internet `https://www.worldpop.org/`. Calculs propres aux auteurs.
Notes : La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

- **Parcimonie** du nb. de donneurs contribuant significativement au "sosie" = **régularité empirique** de la SCM.
  - En étudiant le cas du *Brexit*, Born et al. (2019, *EJ*) ont un contrefactuel composé de 4 pays.

2001 : le passage à la collectivité départementale

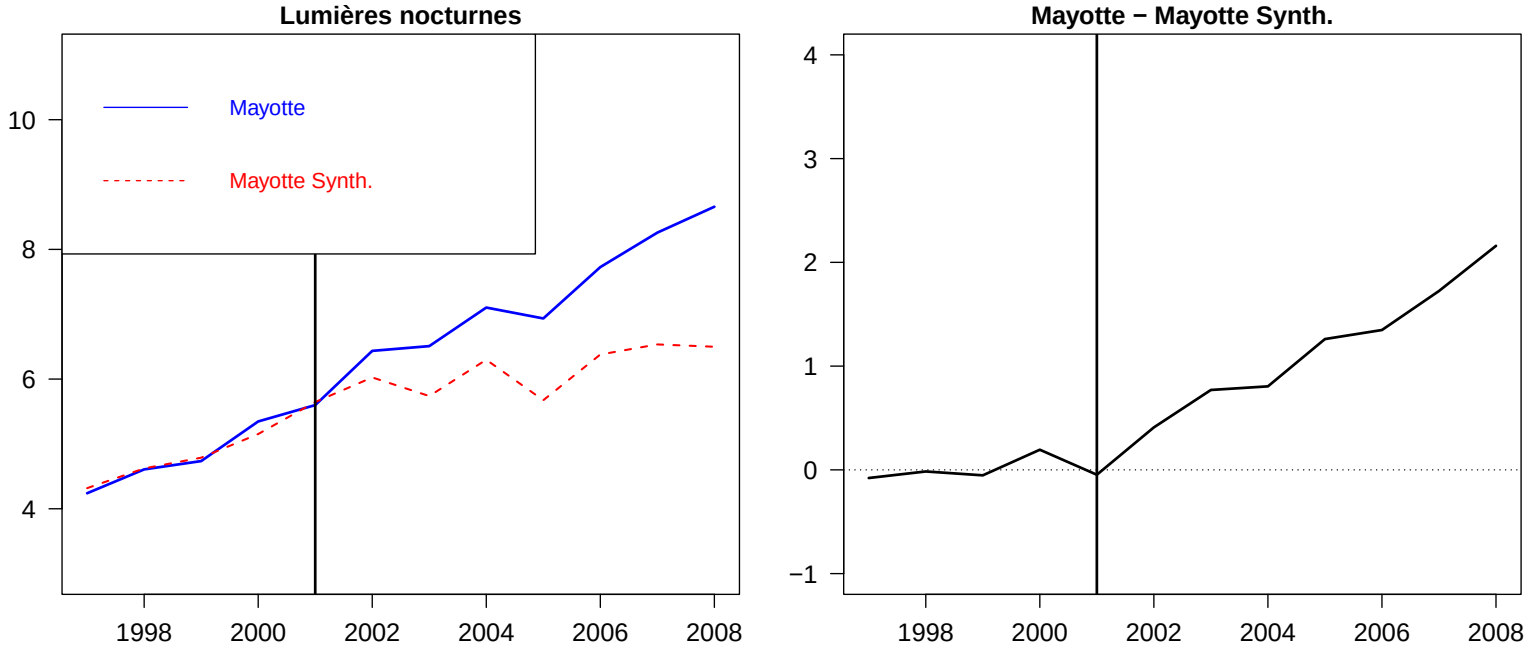

Figure – Comparaison de la trajectoire du total de lumière nocturne émise entre Mayotte et son contrefactuel : l'effet du passage à la collectivité territoriale.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Représentations graphiques propres aux auteurs. Calculs propres aux auteurs.

Notes : L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

2001 : le passage à la collectivité départementale

- Le **contrefactuel** mahorais **reproduit** l'évolution du total des lumières nocturnes de l'activité éco. à Mayotte avant l'évènement institutionnel.
  - Différences (fenêtre de droite) sont proches de 0.
- Les séries s'**éloignent** l'une de l'autre **après l'évènement**.
  - En 2008, l'intensité lumineuse moyenne par carreau est de **8 ND** pour Mayotte contre **6** pour son **contrefactuel**.

Le passage au statut de département

Quelle est la bonne date de l'évènement ? 2011 ?

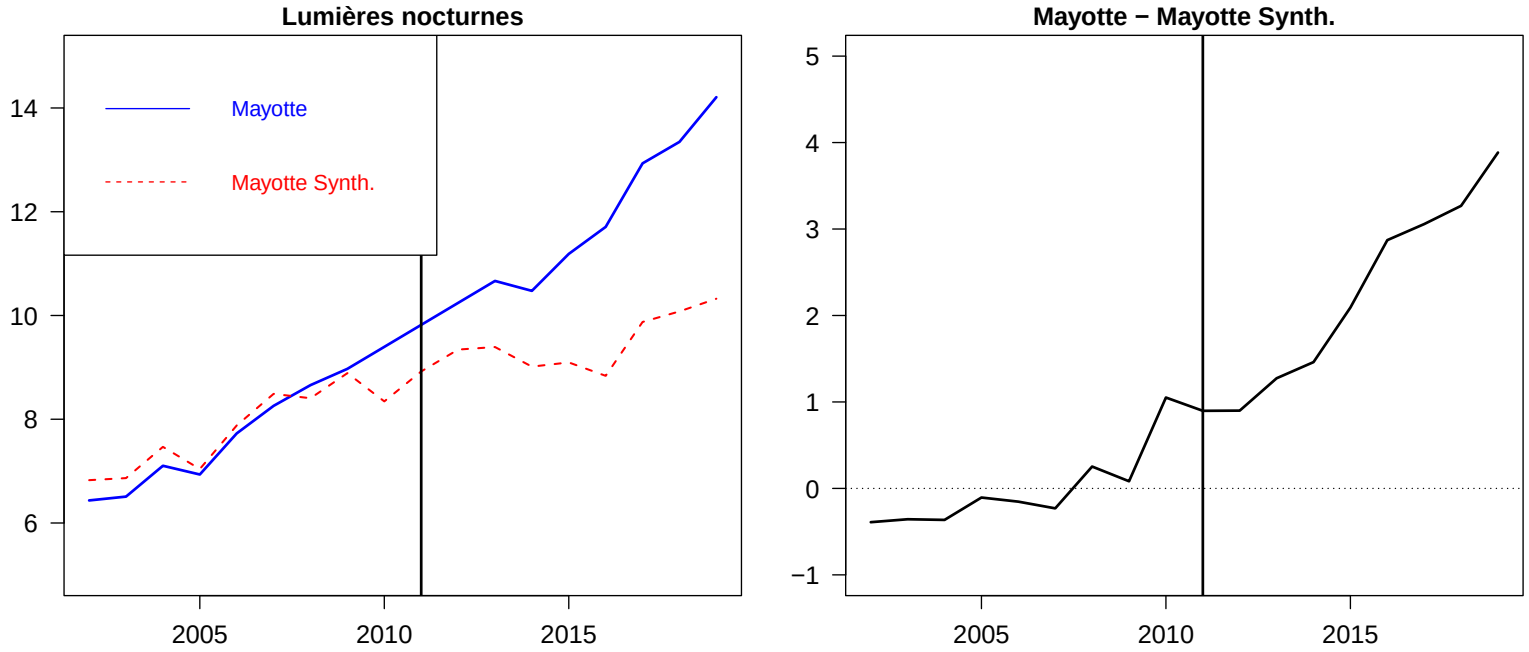

Figure – Comparaison de la trajectoire du total de lumière nocturne émise entre Mayotte et son contrefactuel lorsque la date du traitement est fixée à 2011 : l'effet de la départementalisation.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Représentations graphiques propres aux auteurs.
Notes : L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

Le passage au statut de département

Quelle est la bonne date de l'évènement ? 2009 ?

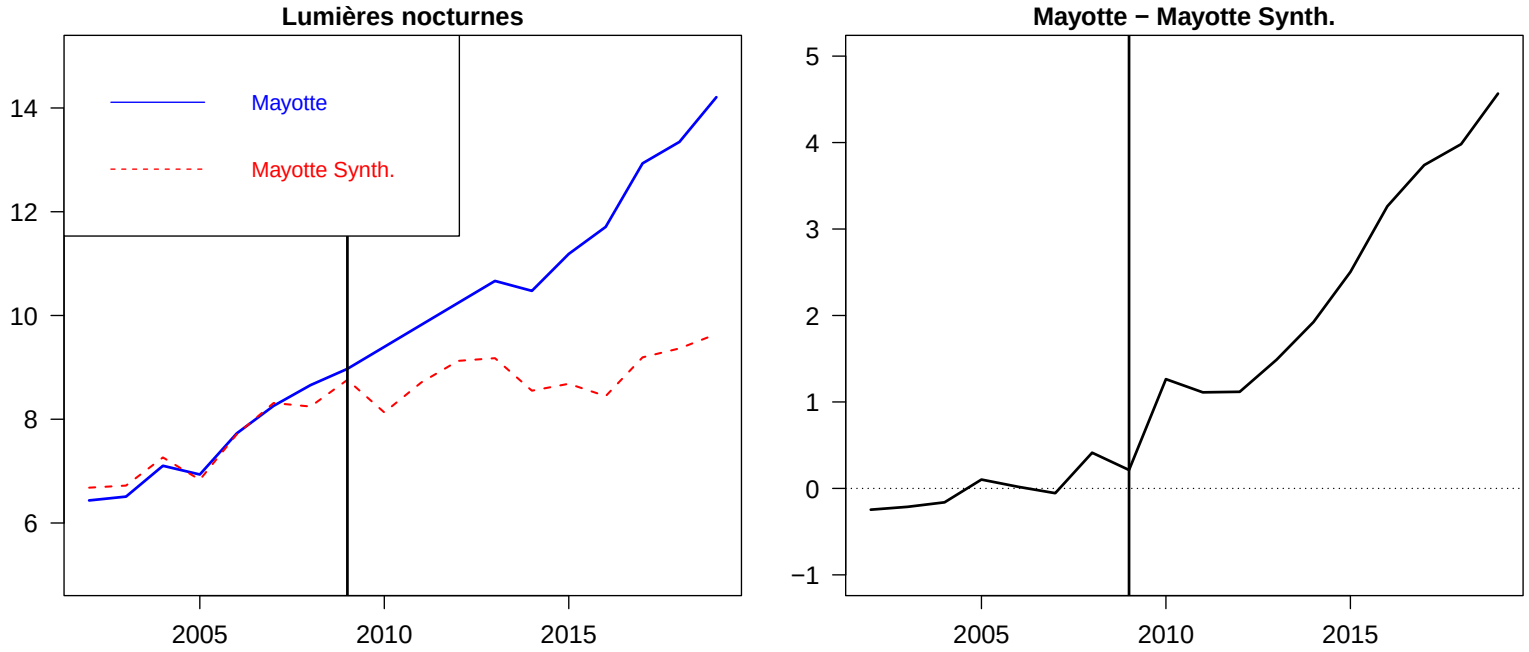

Figure – Comparaison de la trajectoire du total de lumière nocturne émise entre Mayotte et son contrefactuel lorsque la date du traitement est fixée à 2011 : l'effet de la départementalisation.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Représentations graphiques propres aux auteurs.
Notes : L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

Le passage au statut de département

Date de l'évènement fixée à 2009

- L'avatar de Mayotte est un **clone** presque parfaitement **identique** au Mayotte réellement observé jusqu'en 2009.
- Après le référendum, le **contrefactuel** mahorais a une trajectoire qui **décroche** de celle réellement observée par le territoire.
  - En 2013, l'activité éco. observée à Mayotte est **13%** supérieure à celle estimée pour le contrefactuel.
  - En fin de période, l'écart entre Mayotte et son contrefactuel s'établit à **4 ND** en moyenne par *pixel*.
  - En l'absence de la départementalisation, l'activité éco. à Mayotte en 2019 **aurait été inférieure de 32%**.

Robustesse ▷

Qu'en est-il pour la population mahoraise ?

Question

Nos résultats montrent une **augmentation** de l'**activité éco.** à Mayotte à la suite des changements institutionnels. Cette dernière est-elle **bénéfique** à la **population locale** ?

- Utilisation nouvelle de la SCM en **remplaçant** les lumières émises par **carreau** par les lumières émises par "**tête**".

Qu'en est-il pour la population mahoraise ?

Résultat

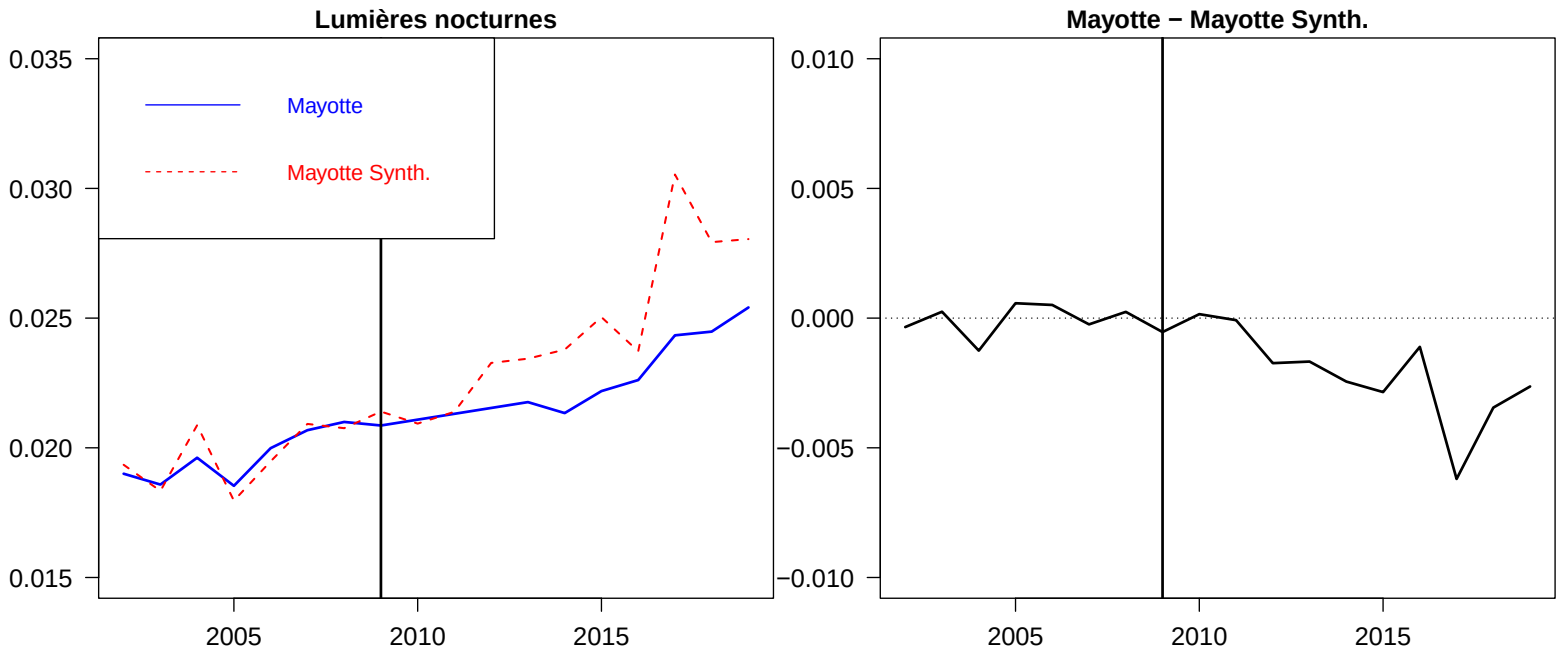

Figure – Comparaison de la trajectoire du total de lumière nocturne par habitant émise entre Mayotte et son contrefactuel : l'effet de la départementalisation.

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Données de population du groupe de travail *WorldPop* recueillies via le site internet `https://www.worldpop.org/`. Calculs propres aux auteurs.

Notes : L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

Qu'en est-il pour la population mahoraise ?

- Nous retrouvons un **contrefactuel crédible**.
- **Décrochage** du Mayotte synthétique est ici **moins évident**.
- Le niveau des lumières par "tête" du "clone" est même > à celui du "vrai" Mayotte.

Conclusion

Les évènements institutionnels ont eu un impact significatif sur l'activité éco. mais le **bénéfice** pour la **population** mahoraise est moins **perceptible**.

Quelques statistiques :

- Taux de **croissance** annuel moyen du total des **lumières nocturnes** de **4.5%** ⇒ Mayotte au 18ème rang du classement parmi les donneurs.
- Taux de **croissance** annuel moyen de la **pop**. de **2.8%** ⇒ Mayotte au 2ème rang du classement parmi les donneurs.

Conclusion et perspectives

Rappel des résultats

En exploitant des **données géographiques** de **luminosité nocturne** et la **SCM**, nous étudions l'**impact** de deux **changements institutionnels** sur l'**activité éco** à **Mayotte**.

- Ces deux évènements insti. se sont traduits par un **surcroit d'activité éco**. sur ce territoire.
- L'effet de ces évènements sur l'**activité éco**. par "**tête**" est plus **ambigu**.
- La **hausse** du **niveau de vie** à Mayotte constitue, encore aujourd'hui un **défi** important à relever pour les politiques publiques.

Perspectives

- Exploiter l'effet de la départementalisation sur les migrations.
- Exploiter les données de lumière nocturne pour proposer une mesure de l'activité éco. complémentaire au PIB pour Mayotte voire l'ensemble des PEID.
- Étudier les dynamiques régionales associées à l'augmentation de l'activité économique à Mayotte.
- Etudier la question du niveau de vie à Mayotte avec un angle plus microéconomique.
  - Mayotte est encore un territoire pauvre avec un taux de chômage élevé.
  - Niveau du RSA pour un célibataire : 287 euros contre 550 euros à La Réunion.

Annexes

Quelques statistiques descriptives

Statistique	Mayotte		La Réunion		Barbades	
	1996	2018	1996	2018	1996	2018
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	9.00
5%	0.00	7.00	0.00	0.00	8.00	10.90
10%	0.00	8.00	0.00	6.00	9.00	12.00
25%	0.00	9.00	0.00	7.00	12.00	16.00
50%	3.00	10.00	4.00	8.00	19.00	26.00
75%	4.00	14.00	12.00	20.00	35.00	42.00
90%	6.00	25.00	26.00	39.00	60.00	55.00
95%	10.00	33.00	38.00	47.00	62.00	58.00
Maximum	20.00	49.00	63.00	61.00	63.00	60.00
Moyenne	3.02	13.35	9.10	14.82	25.96	30.06
Gini	0.54	0.28	0.64	0.46	0.37	0.29

Table – Statistiques descriptives univariées relatives à l'intensité lumineuse pour une sélection de trois territoires en 1996 et 2018. Retour ◁

Sources : Données harmonisées de lumière nocturne de Li et al. (2020, *Nature SD*). Calculs propres aux auteurs.
Notes : L'intensité lumineuse est reportée en ND.

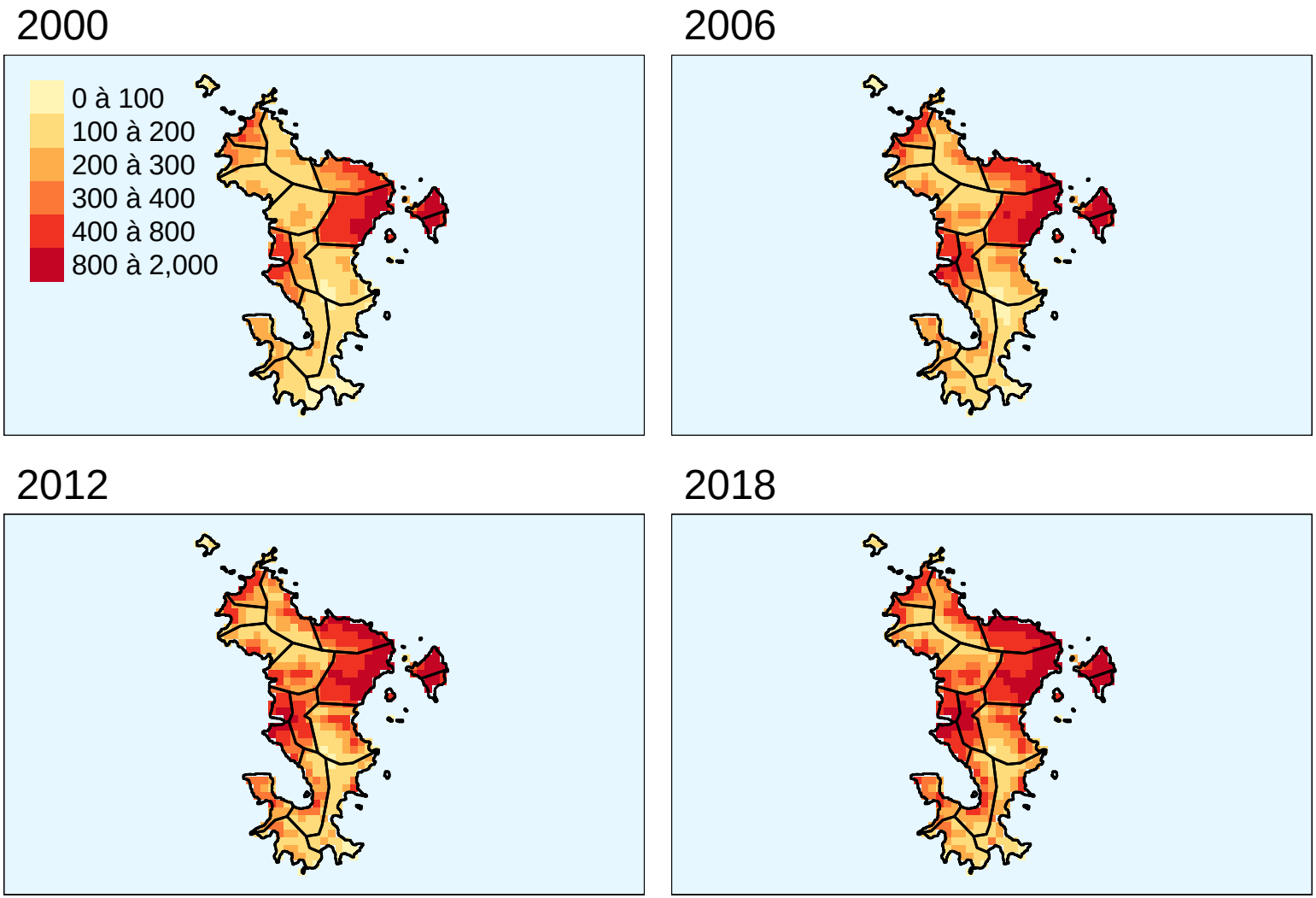

Figure – Répartition spatiale de la densité de population à Mayotte. Retour ◁

Sources : Données de population du groupe de travail *WorldPop* recueillies via le site internet `https://www.worldpop.org/`. Calculs propres aux auteurs.

Notes : Les lignes intérieures représentent les contours administratifs des communes mahoraises.

Territoires
Evènement de 2001 : passage à la collectivité départementale
Bahamas, Belize, Iles, Cook, Comores, Cap-Vert, Cuba, Dominique, République dominicaine, Fidji, Etats fédérés de Micronésie, Guinée-Bissau, Grenade, Guyana, Haïti, Territoire britannique de l'Océan Indien, Kiribati, Maldives, Îles-Marshall, Montserrat, Nouvelle-Calédonie, Palaos, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Polynésie française, Îles-Salomon, Sao Tomé-et-Principe, Suriname, Seychelles, Tonga, Tuvalu, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Vanuatu, Samoa
Evènement de 2011 : départementalisation de Mayotte
Bahamas, Belize, Iles-Cook, Comore, Cap-Vert, Cuba, Dominique, République dominicaine, Fidji, Etats fédérés de Micronésie, Grenade, Guyana, Haïti, Kiribati, Maldives, Îles-Marshall, Montserrat, Nouvelle-Calédonie, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Polynésie française, Îles-Salomon, Sao Tomé-et-Principe, Suriname, Seychelles, Tonga, Tuvalu, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Vanuatu, Samoa

Table – Liste des pays considérés comme donneurs selon l'évènement institutionnel considéré. Retour ◁

Sources : Calculs propres aux auteurs.

Eléments de robustesse - I

Placebo (ou tests de permutation)

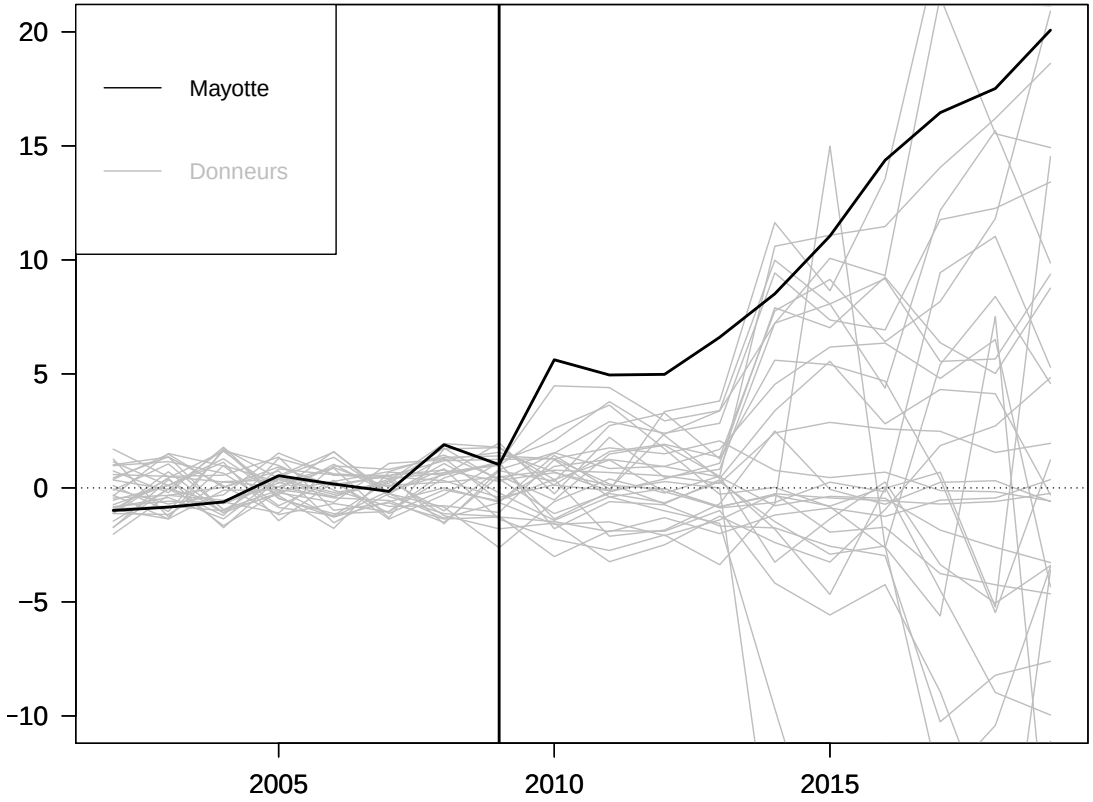

Figure – Analyse *placebo* pour l'évènement de 2011.

Sources : Représentations graphiques propres aux auteurs. Calculs propres aux auteurs.

Notes : Le graphique représente, pour chacune des unités du groupe de contrôle, l'écart entre les valeurs observées et leurs meilleurs contrefactuels centré et réduit par rapport aux observations prè-évènement. L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. L'analyse *placebo* a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `SCtools` du logiciel `R`.

Retour ◁

Eléments de robustesse - II

Ratio de la moyenne des erreurs de prévision

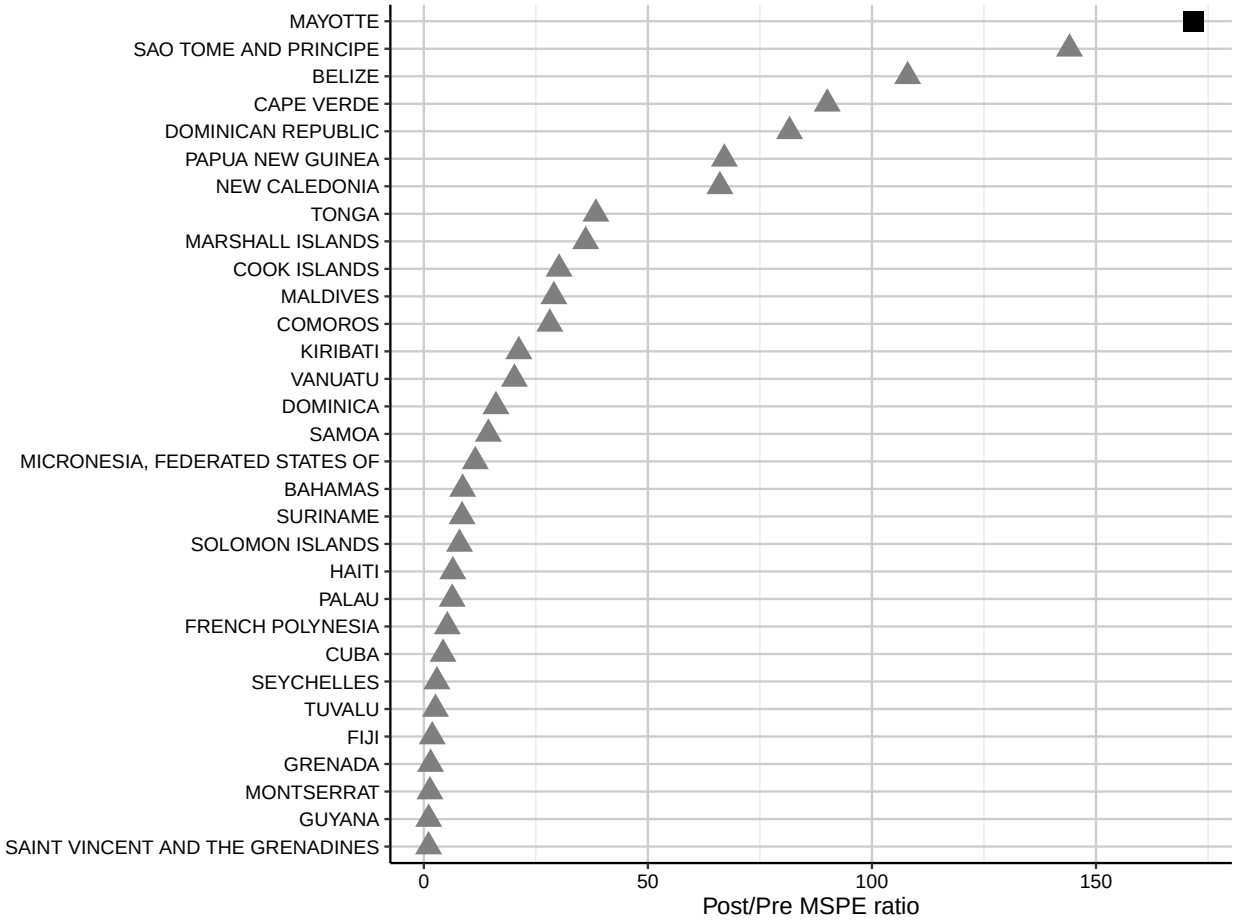

Figure – Ratio de la moyenne du carré des erreurs de prédiction post/pré-évènement pour l'évènement de 2011. Retour ◁

Sources : Représentations graphiques propres aux auteurs. Calculs propres aux auteurs.

Eléments de robustesse - III

Avancer la date du traitement

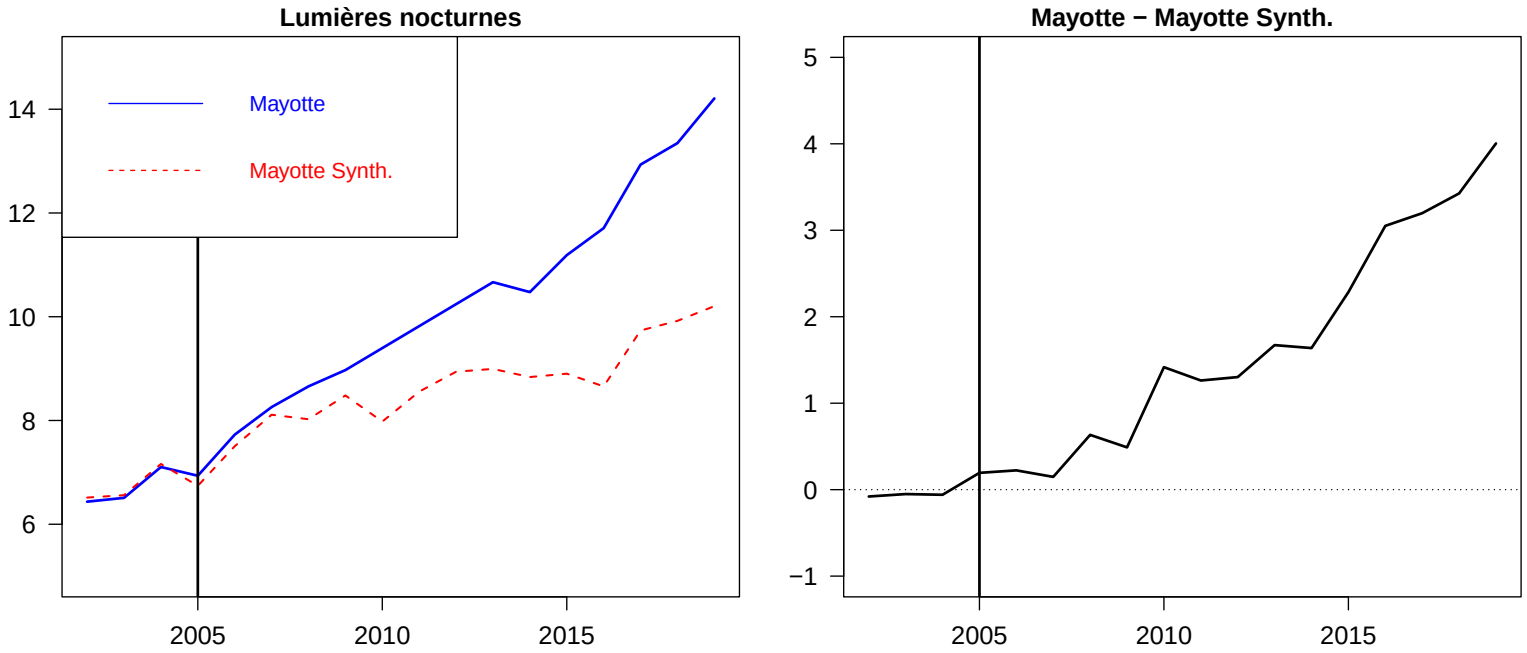

Figure – Comparaison de la trajectoire du total de lumière nocturne émise entre Mayotte et son contrefactuel lorsque la date de la départementalisation est fixée de manière arbitraire à 2005.

Sources : Représentations graphiques propres aux auteurs. Calculs propres aux auteurs.

Notes : L'unité de mesure est le nombre digital (ND). Les lignes verticales correspondent à l'année du traitement. La construction du contrefactuel mahorais a été effectuée en mobilisant les fonctions du *package* `Synth` du logiciel `R`.

Retour ◁