

## CROISSANCE GRAVITATIONNELLE

**SVITLANA CHUGAIEVSKA**

Université Nationale d'Agroécologie de Jytomyr, Ukraine

**NATALIIA CHUGAIEVSKA**

Université Jagellonne, Cracovie, Pologne

**TOMASZ TOKARSKI**

Université Jagellonne, Cracovie, Pologne.

Département d'Économie Mathématique

Auteur correspondant : Tomasz Tokarski, tomtok67@tlen.pl

## ANALYSE STATISTIQUE DE L'IMPACT DE L'EFFET GRAVITATIONNEL SUR LA DIVERSIFICATION DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DE L'UKRAINE

**Résumé :** L'article<sup>1</sup> effectue une analyse statistique de l'influence de l'effet de la gravité sur les orientations fondamentales du développement de l'économie ukrainienne sur la base des indicateurs taxonomiques et des données du Service national de la statistique. Les principaux indices socio-économiques du XXI<sup>e</sup> siècle sont étudiés qui soulignent la crise profonde de l'économie nationale. Cinq groupes de zones de distribution administrative ukrainienne sont distingués : le centre, le nord, le sud, l'ouest et l'est. L'effet de gravité est spécifié pour chacun d'eux. Les indices de base qui stimulent ou retardent le développement économique sont déterminés en utilisant la méthode de l'analyse taxonomique. La gravité spécifique pour tous les indices de groupes mentionnés ci-dessus et pour l'ensemble de l'Ukraine (en dynamique de 2004 à 2015) est estimée à l'aide de la méthode de Monte Carlo. L'analyse statistique est réalisée avec la construction de fonctions logarithmiques sur chaque stimulant et destimulant de la croissance économique avec les paramètres de leur signification statistique. L'influence la plus positive, comme on l'a prouvé, est la taille des salaires par mois, le niveau d'emploi de la population, le taux d'afflux migratoire et, à son tour, le niveau de chômage.

**Mots-clés :** Ukraine, analyses régionales, indicateurs taxonomiques, effets gravitationnels.

**JEL Classification :** P25, R13, R23.

---

<sup>1</sup> Ce travail a été financé par le Centre national des sciences (NCN) dans le cadre du projet 2014/15 / B / HS4 / 04264, dirigé par Adam Krawiec, de l'Université Jagellonne à Cracovie, Département d'Économie Mathématique.

## STATISTICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF GRAVITY EFFECT ON SPATIAL DIFFERENTIATION OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF UKRAINE

**Abstract :** The article conducts a statistical analysis of influence of gravity effect on basic directions of Ukrainian economy development on basis of taxonomical indicators and data of State Statistics Service. Main socio-economic indexes of XXI century are studied that point out the deep crisis of the national economy. Five groups of Ukrainian administrative distribution areas are distinguished : central, northern, southern, western and eastern. The gravity effect is specified for each of them. Basic indexes that stimulate or retard economic development are determined, using the method of taxonomical analysis. Specific gravity for all above-mentioned indexes of groups and for whole Ukraine (in dynamics from 2004 to 2015) is estimated by means of Monte Carlo method. The statistical analysis is carried out with the construction of logarithmic functions on every stimulant and destimulant of the economy growth together with parameters of their statistical significance. The most positive influence, as proven, has a size of wages per month, level of population's employment, migration inflow rate and negative, in its turn, the level of unemployment.

**Keywords :** Ukraine, regional analyzes, taxonomic indicators, gravitational effects.

### Introduction

On explique l'impact de la localisation et de la taille des différentes régions (ou pays) sur un ensemble de variables économiques pertinentes (le commerce extérieur par exemple) par le modèle gravitationnel de développement économique. Ce modèle (compte tenu de sa large utilisation dans les travaux sur le commerce international) est également appelé modèle gravitationnel du commerce extérieur. Il s'agit d'une adaptation de la loi de gravitation universelle de Newton pour des besoins de description et d'analyse des phénomènes macroéconomiques. Dans les années 60 du XXe siècle (Tinbergen, 1962 ; Pullainen, 1963 ; Linnemann, 1963 ; Pöyhönen, 1963) ont mené simultanément des études sur l'attraction des économies dans le domaine des échanges commerciaux. Le travail de (Tinbergen, 1962) est reconnu comme pionnier, et ses hypothèses sont décrites par l'équation suivante :

$$X_{ij} = C \frac{Y_i^a Y_j^b}{D_{ij}^d},$$

Où :  $X_{ij}$  – désigne les flux internationaux entre les pays  $i$  et  $j$ ;  $Y_i, Y_j$  – les potentiels économiques des pays  $i$  et  $j$ ,  $D_{ij}$  – est la distance entre les pays  $i$  et  $j$ ,  $a, b, d > 0$  – signifie l'élasticité des flux internationaux par rapport aux variables indépendantes, et  $C > 0$  est une constante (équivalente à la constante gravitationnelle). De l'équation ci-dessus, il résulte que la valeur des flux entre deux pays (régions) est directement proportionnelle à leur potentiel économique et inversement proportionnelle à leur

éloignement. Le potentiel économique est mesuré le plus souvent en PIB ou en PIB *per capita* (PIB par habitant). Si l'étude traite des flux d'autres domaines (migrations ou flux touristiques), les mesures illustrant le potentiel des économies concernent alors la population. Conformément à la loi de la gravité universelle, la distance entre deux corps diminue leur force d'attraction mutuelle. En ce qui concerne l'étude des phénomènes économiques, on admet que la distance entre pays réduit l'intensité des échanges en raison des coûts de transport croissants, des coûts liés aux migrations, etc. (selon : Mroczek, Tokarski et Trojak, 2014).

L'objectif du présent travail est de proposer une analyse statistique de l'influence de l'effet gravitationnel sur la diversification spatiale du développement économique des régions administratives de l'Ukraine (oblasts) entre 2004 et 2015. La section II contient une brève description de l'économie ukrainienne au XXI<sup>e</sup> siècle. La section III décrit la formation des effets gravitationnels dans les oblasts d'Ukraine au cours de la période considérée. La section IV présente les indicateurs taxonomiques (*taxonomic indicators*) du développement économique des régions et leur différenciation dans le temps et l'espace. La section V présente les résultats des analyses statistiques décrivant l'influence des effets gravitationnels sur les indicateurs taxonomiques de développement économique ainsi que sur les effets stimulateurs et inhibiteurs (*stimulants and destimulants*), utilisés dans la construction des indicateurs taxonomiques de développement économique. L'étude se termine par la section VI qui résume les réflexions menées ainsi que leurs conclusions les plus importantes.

Les analyses statistiques menées dans ce travail sur les entités administratives de l'Ukraine s'appuient sur les données statistiques émanant du Bureau Ukrainien des Statistiques Державна Служба Статистики України (ДССУ, <http://www.ukrstat.gov.ua/>). L'accessibilité des données statistiques qui y sont publiées a influencé à la fois le choix de la période sur laquelle les analyses ont été réalisées comme la délimitation de l'ensemble des effets stimulateurs et inhibiteurs à partir desquels ont été construits les indicateurs taxonomiques de développement économique des régions administratives.

## 1. L'Économie ukrainienne au XXI<sup>e</sup> siècle

En 1991, l'Ukraine a retrouvé son indépendance et a commencé à réformer son système politique, juridique et économique. La désagrégation de l'URSS a conduit à l'émergence d'une douzaine d'États indépendants. Cela a entraîné une déstabilisation des relations économiques entre les anciennes républiques soviétiques et les entreprises de ces républiques, une réduction des échanges commerciaux ainsi que l'introduction de monnaies nationales. Ces processus ont eu une incidence négative non seulement sur l'économie de l'Ukraine mais aussi sur les économies des autres anciennes républiques soviétiques. Par ailleurs, les coûts de sécurisation

de la centrale nucléaire de Tchernobyl ont pesé sur l'économie ukrainienne (après la catastrophe de 1986).

La crise de l'économie ukrainienne des années 90 du XXe siècle a duré 10 ans. À cette époque, Une désindustrialisation partielle du pays s'est alors accomplie, liée à la privatisation de l'économie (Pustovoit, 2016). Le PIB par habitant dans la plupart des pays post-soviétiques et post-communistes au début des années 1990 était à un niveau similaire. Toutefois, au début du XXIe siècle (en 2001), cet indicateur en Ukraine est tombé à 47,2% de son niveau de 1990 et s'est alors élevé à 5290 dollars (US)<sup>2</sup>. Parmi les voisins de l'Ukraine (les anciennes républiques soviétiques), le PIB par habitant était alors de 7700 dollars US en Biélorussie, de 2470 dollars en Moldavie et de 14 830 dollars US en Russie. Parmi les autres voisins d'Ukraine, la valeur de cette variable était beaucoup plus élevée et s'établit à 18 570 dollars US en Hongrie, 16 150 dollars US en Slovaquie, 14 920 dollars US en Pologne, 11 270 dollars US en Roumanie (soit 2 à 4 fois plus qu'en Ukraine).

Entre 2001 et 2015, le PIB par habitant des voisins de l'Ukraine a augmenté de 33,7% en Hongrie, 74,9% en Slovaquie, 69,7% en Pologne, 81,8% en Roumanie, et de 62,7% en Russie. Une augmentation substantielle de la croissance du PIB par habitant en 2015 par rapport à 2001 a même été enregistrée en Biélorussie et en Moldavie (respectivement 116,3% et 92,1%). L'économie ukrainienne, pour des raisons d'instabilité politique et de tensions sociales, n'a pas connu de taux de croissance (*growth rates*) aussi élevés, et en 2015 le PIB par habitant était de 7406 dollars US, ce qui représente une augmentation de 41,0% par rapport à 2001.

(Gricenko, 2015) distinguent pour les années 2001-2015 deux sous-périodes du cycle conjoncturel de l'économie ukrainienne. La première s'étend de 2001 à 2008, lorsque la production a augmenté en volume. Dans les années 2001-2007, le PIB de l'Ukraine a augmenté en termes nominaux de 204,2 à 712,9 mld de hryvnias<sup>3</sup>, tandis que le PIB par habitant est passé de 4,2 à 15,3 mld de hryvnias. Le PIB par habitant à prix constants et en PPA (Parité de Pouvoir d'Achat) à partir de 2011 est passé de 5290 dollars US à 8500 dollars US. Cela est dû aux réformes économiques qui ont conduit à la convertibilité de la hryvnia, à la stabilisation des prix, à la compétitivité accrue de la production nationale ainsi qu'à la création de conditions favorables au développement de l'innovation.

En 2008-2010, des changements politiques importants se sont produits en Ukraine. La conséquence internationale de la révolution orange (à la charnière de

<sup>2</sup> Les chiffres du PIB par habitant donnés plus loin pour l'Ukraine et ses voisins sont exprimés en prix constants et à PPA (Parité de Pouvoir d'Achat) de 2011. La source de ces données est le site Web de la Banque Mondiale [http://databank.worldbank.org\\*data/reports.aspx?source=world-development-indicators#](http://databank.worldbank.org*data/reports.aspx?source=world-development-indicators#). Des données sur les taux de chômage et les taux d'inflation en Ukraine et chez ses voisins proviennent de ce site.

<sup>3</sup> 100 hryvnia, prix de 2015 correspondaient (après prise en compte du PPA) à environ 30,7 zł, prix de 2015.

2004 et 2005) fut, entre autres, la détérioration dramatique des relations avec la Fédération de Russie. Cela a conduit à un conflit à propos du gaz (le prix de cette matière première fournie par la Russie à l'Ukraine a été relevé à un niveau moyen pour les autres économies plus riches que celle de l'Ukraine). En raison de la forte consommation d'énergie des entreprises ukrainiennes, ce conflit gazier a conduit à la chute de leur compétitivité ainsi qu'à la baisse du PIB par habitant à 7480 dollars US en 2009.

2011 marque le début de la deuxième période économique faste pour l'Ukraine. Le PIB par habitant s'est alors haussé jusqu'à 8280 dollars US, soit un niveau proche de celui de 2007 au niveau près de 2007. Entre 2011 et 2013, le taux d'inflation a également diminué de façon significative (4,6% et 0,5%, soit le niveau le plus bas atteint dans l'histoire de l'Ukraine indépendante). Cependant, la crise politique de 2014 a conduit à des manifestations sociales de masse, impliquant environ 2 millions de personnes. Les manifestants ont exigé la ratification par le gouvernement ukrainien de l'accord d'association entre l'Ukraine et l'Union européenne. Le président pro-russe Viktor Ianoukovitch a été renversé, remplacé par le pro-européen Petro Porochenko. La réponse de la Russie fut l'occupation de la péninsule de Crimée et le début des opérations militaires dans la partie sud-est de l'Ukraine. Cela a entraîné une diminution de l'activité économique, une destruction importante des immobilisations, des transports et des infrastructures sociales à Donetsk et à Louhansk. Cela s'est également traduit par une détérioration de la situation économique dans d'autres régions de l'Ukraine [par exemple (Chugaievska et Tokarski, 2017)].

Il existe un large consensus sur le fait que, à côté du PIB existent d'autres indicateurs de performance économique comme l'emploi et le chômage (Yaciuk, 2015). Au cours des années 2001-2015, les prix en Ukraine ont augmenté de plus de 4 fois. C'est l'une des plus fortes inflations en Europe de l'Est (une plus forte inflation n'a été enregistrée qu'en Biélorussie, avec une augmentation des prix de 15 fois). Parmi les voisins ukrainiens, les prix ont augmenté de plus de 200% en Moldavie, d'environ 35% en Pologne, de 165% en Roumanie, de 55% en Slovaquie ou de 76% en Hongrie.

À partir de 2014, la confrontation militaro-politique en Crimée et à l'est de l'Ukraine a amené à la détérioration de l'état du système financier et de crédit qui, ces dernières années, a perdu 1/3 des dépôts de population et réduit les réserves de change. Les dévaluations de la hryvnia dans les années 2014-2016 a conduit à une crise financière, ce qui a entraîné une réduction des investissements, financés à la fois par des sources internes et externes. En 2013, le montant de l'investissement était de 267,7 milliards de hryvnia (soit 33,5 milliards de dollars US), alors qu'en 2015, il représentait 273,1 milliards de hryvnia (12,5 milliards de dollars US). Cela signifie que, depuis le début de la crise politique, le volume des dépenses d'investissement a diminué de 2,7 fois. Le taux d'investissement (*investment rate*) a baissé également, passant de 17,6% à 13,8%.

Il convient également de souligner que la crise économique en Ukraine entraîne un déficit démographique, une diminution du nombre des actifs et une détérioration du niveau de vie. Depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, la population de l'Ukraine est passée de 48,7 à 42,6 millions de personnes, soit environ - 12,5%. Le rapport entre l'emploi et la population en 2001 était de 41,5% et de 38,5% en 2015. En ce qui concerne le chômage dans le pays, les années 2001-2013 méritent d'être distinguées puisque le taux de chômage est passé de 11,1% à 7,2%. Le taux a ensuite augmenté à 9,1% [pour en savoir plus, voir (Chugaievska et Tokarski, 2017)].

Il convient également de noter que la crise économique en Ukraine entraîne une réduction de la population, une diminution du nombre des actifs et une détérioration des conditions de vie. Depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, la population de l'Ukraine a diminué de 48 700 000 habitants à 42 600 000, soit d'environ 12,5%. Le rapport entre l'emploi et la population en 2001 était de 41,5% et de 38,5% en 2015. Pour ce qui est du chômage dans le pays, il convient de signaler les années 2001-2013 où le taux de chômage est passé de 11,1% à 7,2%. Le taux est ensuite monté à 9,1% [pour en savoir plus, voir (Chugaievska et Tokarski, 2017)].

Un indicateur important du niveau de vie est également le salaire moyen (entendu comme salaire mensuel), qui est la principale source de revenus pour la population. En raison du rythme élevé de croissance des prix en Ukraine, les salaires seront signalés ici en dollars US. Au cours des années 2001-2013, les salaires ont



**Carte 1 : Division Administrative de l'Ukraine**

Source : (École Française de Genève, 2012)

augmenté de 57,9 à 408,5 dollars US, soit environ 7,1 fois. En 2015, les salaires moyens exprimés en dollars US ont baissé par deux fois pour atteindre 191,9 dollars US. Cela signifie que le salaire moyen des Ukrainiens est d'environ 5,3 fois inférieur à celui des Polonais. C'est l'une des principales raisons de l'émigration économique des Ukrainiens.

Avant de passer à l'analyse de la différenciation régionale du développement économique de l'Ukraine, il est à noter que l'Ukraine est divisée administrativement en 24 entités (область), plus la République autonome de Crimée et 2 villes à statut spécial (місто з спеціальним статусом)A : Kiev et Sébastopol (cf. carte 1). Depuis 2014, la République Autonome de Crimée et Sébastopol sont occupés par la Fédération de Russie. En conséquence, les données ДССУ concernant la République autonome de Crimée et Sébastopol se réfèrent aux années 2004-2013 ou 2004-2014.

Dans nos considérations ultérieures, les oblasts administratives ukrainiennes sont divisées en 5 groupes (pour en savoir plus sur les caractéristiques générales de ces divisions administratives ukrainiennes, voir p.ex. (Chugaievska et Tokarski, 2017)). Ces groupes sont les oblasts administratives d'Ukraine occidentale (Khmelnitski, Tchernivtsi, Ivano-Frankivsk, Lviv, Rivne, Ternopil, Volhynie et Transcarpatie)<sup>4</sup>, l'Ukraine du Nord (Kiev ainsi que les oblasts de Tchernihiv, Kiev, Soumy et Jytomyr), l'Ukraine orientale (Kharkiv, Donetsk, Louhansk et Zaporijia), l'Ukraine du Sud (République autonome de Crimée, Sébastopol et les oblasts de Kherson, de Mykolaïv et d'Odessa) et de l'Ukraine centrale (Tcherkassy, Dnipropetrovsk, Kirovohrad, Poltava et Vinnytsia).

Dans les oblasts d'Ukraine occidentale<sup>5</sup> vivaient en 2015 quelques 10 657,6 mille habitants (24,9% de la population d'Ukraine) et le PIB atteignait une valeur de 322,7 milliards de hryvnia (16,2% du PIB ukrainien). Dans les autres groupes de régions, ces ratios étaient respectivement de 8048,3 mille habitants (18,8%) pour 672,7 milliards de hryvnia (33,8%) en Ukraine du Nord, de 10 978,7 mille habitants (25,6%) pour 352,8 milliards de hryvnia (17,7%) en Ukraine Orientale, de 4619,8 mille habitants (10,8%) pour 180,2 milliards de hryvnia (9,1%) en Ukraine du Sud, sans la République autonome de Crimée et sans Sébastopol, et de 8540,5 mille habitants (19,9%) pour 460,2 milliards de hryvnia (23,1%) en Ukraine Centrale<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Les capitales de ces régions administratives (à l'exception de celle de Khmelnytskyi) se trouvaient pendant l'entre-deux guerres en dehors des frontières de l'URSS et – par là-même – de la République Socialiste Soviétique d'Ukraine.

<sup>5</sup> Les données statistiques indiquées dans le reste de ce travail concernant les oblasts d'Ukraine proviennent de la page internet ДССУ <http://www.ukrstat.gov.ua/>

<sup>6</sup> En 2013 (avant l'annexion de la Péninsule de Crimée par la Fédération de Russie) habitaient en Ukraine Occidentale 23,5% de la population de l'Ukraine, en Ukraine du Nord 17,7%, en Ukraine Orientale 24,5%, en Ukraine Centrale 18,0%. S'y produisaient respectivement : 14,4% du PIB ukrainien (Ukraine Occidentale), 30,1% (Ukraine du Nord), 23,6% (Ukraine Orientale), 11,8% (Ukraine du Sud y compris la République Autonome de Crimée et Sébastopol) ainsi que 20,1% (Ukraine Centrale).



Les oblasts d'Ukraine Orientale sont parmi les plus urbanisés de tout le pays (le taux d'urbanisation dans ces régions en 2015 était de 85,3%). Les autres régions en ordre décroissant (pour cet indicateur) étaient les oblasts d'Ukraine du Nord (76,5%), d'Ukraine Centrale (67,5%), d'Ukraine Méridionale (65,9%), tandis que le pourcentage le plus faible de la population urbaine a été enregistré dans les oblasts d'Ukraine Occidentale (49,9%).

Parmi les 10 plus grandes villes ukrainiennes, 1 est située en Ukraine Occidentale (Lviv), 1 en Ukraine du Nord (Kiev), 4 en Ukraine Orientale (Kharkiv, Donetsk, Zaporijia et Mariupol), 2 en Ukraine Méridionale (Odessa et Mykolaïv) et 2 en Ukraine Centrale (Dnipro<sup>7</sup> et Kryvy Rih).

## 2. Effets gravitationnels en Ukraine

Dans les analyses qui suivent, deux types d'effets gravitationnels, effets gravitationnels individuels et agrégés sont distingués (comme dans les travaux de (Mroczek et al. 2014 ; Mroczek, Nowosad et Tokarski, 2015 ; Filipowicz et Tokarski, 2015). Les effets gravitationnels individuels décrivent l'influence de l'oblast  $i$  sur l'oblast  $j$ . Ils sont décrits par l'équation suivante :

$$g_{ijt} = \frac{y_{it}y_{jt}}{d_{ij}^2}, \quad (1)$$

où  $y_{it}$  ( $y_{jt}$ ) indique le PIB par habitant de cette région  $i$  (région  $j$ ) pour l'année  $t$  en milliers de hryvnias en prix constants à partir de 2015, et  $d_{ij}$  – la distance reliant la capitale de l'oblast  $i$  et la capitale du circuit  $j$  en minutes géographiques (plus loin appelées mingeo). Cette distance a été calculée par les auteurs en utilisant les coordonnées géographiques des capitales et le théorème de Pythagore<sup>8</sup>. Les effets gravitationnels ainsi dénombrés sont exprimés en millions de hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>.

Les effets gravitationnels totaux affectant cette région  $i$  sont la moyenne géométrique des effets gravitationnels individuels, soit :

$$g_{it} = \sqrt[26]{\prod_{j=1 \wedge j \neq i}^{26} g_{ijt}}. \quad (2)$$

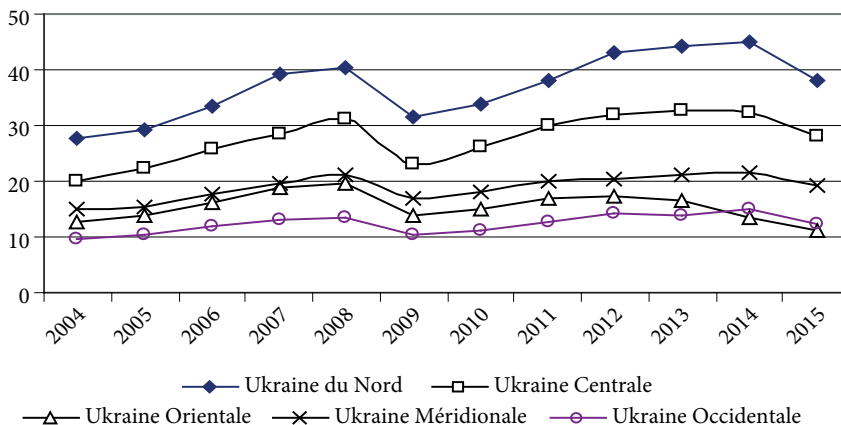
Ces effets – comme les effets gravitationnels individuels – sont exprimés en millions de hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>.

<sup>7</sup> Jusqu'en 2016 la ville de Dnipro (Дніпро) s'appelait Dnipropetrovsk (Дніпропетровськ).

<sup>8</sup> Dans le cas de l'oblast de Kiev, on a pris en compte les coordonnées géographiques de la plus grande ville sur ce territoire, Bila Cerkva.



La formation des effets gravitationnels cumulatifs dans des groupes de régions administratives ukrainiennes est illustrée à la figure 1. A partir de ce graphique, il est loisible de tirer les conclusions suivantes.



**Figure 1 : Effet gravitationnel par groupes de régions ukrainiennes (mille de hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>)**

Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017)

Les oblasts du Nord de l'Ukraine se caractérisent nettement par les effets gravitationnels les plus forts. Ils ont atteint leur valeur la plus élevée (soit environ 45,1 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en 2014. L'Ukraine centrale a connu des trajectoires d'effets gravitationnels similaires (quoique légèrement inférieurs). Cela s'explique en grande partie par le fait que les oblasts de l'Ukraine Centrale sont relativement proches du centre économique le plus puissant d'Ukraine – Kiev, tandis que celles d'Ukraine Orientale et Occidentale sont plus périphériques par rapport à cette ville. La bonne conjoncture de l'économie ukrainienne dans les années 2004-2013 a fait que (à l'exception de 2009) les effets gravitationnels dans tous les groupes de régions ont augmenté. La croissance la plus rapide (62,5%) a été enregistrée dans les oblasts de l'Ukraine Centrale, suivie par celles de l'Ukraine du Nord (59,7%), de l'Ukraine du Sud (43,2%), de l'Ukraine occidentale (42,5%), et enfin de l'Ukraine Orientale (30,5%).

La crise politique après 2014 a entraîné une baisse de la valeur des effets analysés ici, ce qui était particulièrement évident dans les oblasts les plus instables de l'Est (principalement dans les districts de Louhansk et Donetsk)<sup>9</sup>.

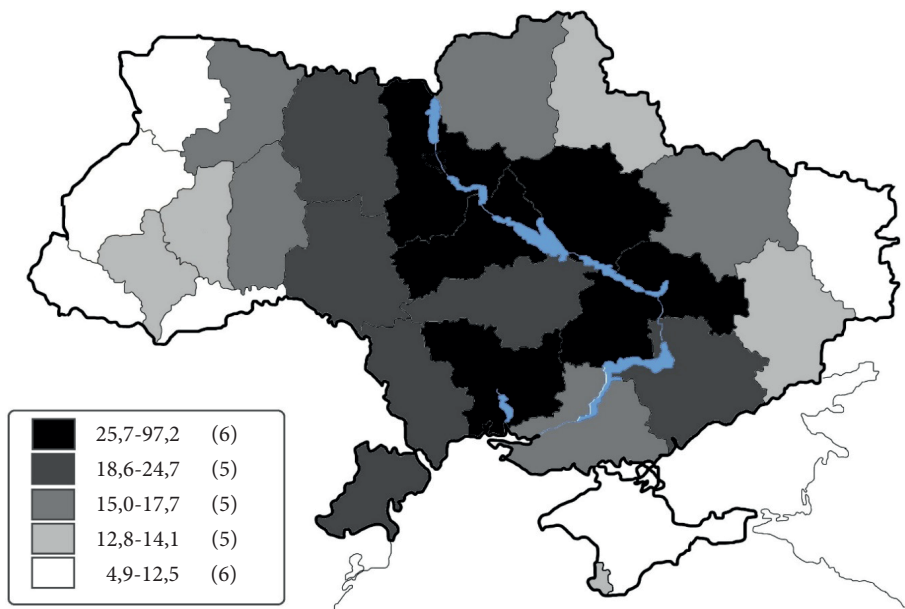
<sup>9</sup> Dans l'oblast de Louhansk, la puissance des effets gravitationnels en 2015 était inférieure de 75,6% à ce qu'elle était deux ans plus tôt. Dans l'oblast de Donetsk, les effets gravitationnels ont diminué de 61,9%. À titre de comparaison dans les oblasts de Vinnytsia, Rivne et Khmelnytski, ces effets ont diminué d'environ 1,5 à 6,0%.

La carte 2 illustre la formation des effets gravitationnels sur les oblasts en moyenne dans les années 2004-2015. Cette carte montre ce qui suit.

Sans conteste, les effets gravitationnels les plus puissants ont été remarqués à Kiev (97,2 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>). Cela était dû à la fois à la position économique très forte de la ville et à sa situation géographique relativement centrale.

C'est par des valeurs très élevées de cette variable que se caractérisent les oblasts de Dnipropetrovsk (35,3 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>), de Poltava (31,5 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) et de Tcherkassy (25,7 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en Ukraine Centrale, de Kiev (38,5 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) dans le nord de l'Ukraine et de Mykolaïv (25,8 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) dans le sud de l'Ukraine. Toutes ces régions (à l'exception de Mykolaïv) sont situées dans le bassin de la plus grande rivière ukrainienne, le Dniepr. On peut donc émettre l'hypothèse que le bassin du Dniepr marque le centre de gravité de l'Ukraine.

Les valeurs élevées de cet effet ont été observées dans les oblasts situées au bord du Dniepr, celle de Kirovohrad (24,7 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) et de Zaporijia (24,7 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) ainsi que dans l'oblast d'Odessa (22,2 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en Ukraine Méridionale, dans l'oblast de Vinnytsia (20,8 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en Ukraine Centrale et de Jytomyr (18,6 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) au nord.



**Carte 2 : Effet gravitationnel dans les oblasts pour les années 2004-2015 (mille de hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>)**

Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017)

Des effets gravitationnels faibles ont été enregistrés dans les oblasts d'Ivano-Frankivsk (13,3 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) et de Ternopil (12,8 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) à l'ouest, à Sébastopol (14,1 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) au sud, dans l'oblast de Donetsk (14,0 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) à l'est ainsi que de Soumy (13,9 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) dans le nord de l'Ukraine.

Les valeurs les plus faibles de ces effets se sont produites dans les oblasts périphériques (par rapport à Kiev) de Volhynie (12,5 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>), de Lviv (11,6 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>), de Chernivtsi (10,6 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) et des Carpates (4,9 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en Ukraine Occidentale, en République Autonome de Crimée (12,1 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) dans le sud de l'Ukraine et dans l'oblast de Louhansk (6,3 mille hryvnia<sup>2</sup>/mingeo<sup>2</sup>) en Ukraine Orientale.

### 3. Indicateurs taxonomiques du développement économique des régions

Se fiant aux indicateurs taxonomiques du développement économique des régions d'Ukraine, les auteurs ont utilisé 5 stimulants et 2 déstimulants de ce développement. Les stimulants prennent en compte : le PIB par habitant, le taux d'investissement (part de l'investissement dans le PIB), les salaires, le pourcentage des actifs rapporté à la population totale, le taux des flux migratoires (ratio migration / population). Les déstimulants de développement étaient cependant le taux de chômage (à partir d'une étude sur l'activité économique de la population active) et le taux des flux migratoires sortants.

Les valeurs moyennes des stimulants et déstimulants testés sont portées dans le tableau 1. De ces données peuvent être tirées les données suivantes<sup>10</sup>.

C'est la capitale, Kiev, qui jouit du plus haut PIB par habitant (154,5 mille hryvnias) en Ukraine du Nord. Une valeur élevée de cette variable a également été enregistrée dans l'oblast de Kiev (54,6 mille hryvnias), dans les oblasts de Dnipropetrovsk (68,8 mille hryvnias) et de Poltava (57,8 mille hryvnias) en Ukraine Centrale et de Donetsk (60,7 mille hryvnias) et Zaporijia (52,3 mille hryvnias) en Ukraine Orientale. À l'autre extrême, une valeur faible de la variable domine en Ukraine Occidentale (région de Tchernihiv 30,4 mille hryvnias), de Transcarpatie (26,3 mille hryvnias), de Ternopil (25,0 mille hryvnias) et de Tchernivtsi (23,2 mille hryvnias) ainsi que l'oblast de Jytomyr (29,7 mille hryvnias) en Ukraine du Nord et de Kherson (29,3 mille hryvnias) en Ukraine du Sud (pour en savoir plus sur le thème, voir (Chugaievska et Tokarski, 2017).

<sup>10</sup>Pour savoir plus à propos de la différenciation spatiale du développement économique des oblasts voir p.ex. (*Ukrainian regions...*, 2004 ; Mykhnenko et Swain, 2010 ; Bil, Andruyshyn et Kovalchuk, 2013 ; *Economic, Social ...*, 2014 ou Kuzyshyn et Poplavska, 2017).

Dans le cas des taux d'investissement, les valeurs les plus élevées de cette variable (comme dans le cas du PIB par habitant) ont été enregistrées dans l'oblast de Kiev (31,7%) et à Kiev en Ukraine du Nord. Il faut dire aussi qu'une haute tenue de cette variable est caractéristique de la république Autonome de Crimée (30,9%), de l'oblast d'Odessa (21,5%) au sud du pays ainsi que des oblasts de Tchernivtsi (22,2%) et Lviv (22,0%) dans l'ouest de l'Ukraine, alors que la plus faible part des investissements dans le PIB a été enregistrée dans les oblasts de Jytomyr (14,6%), Tchernihiv (14,1%) et Soumy (14,0%), situés en Ukraine du Nord, de Donetsk (15,0%) et Zaporijia (14,7%) en Ukraine Orientale et de Kherson (16,1%) en Ukraine du Sud.

Dans le cas du PIB par habitant, comme dans le cas des salaires, les valeurs les plus élevées de cette variable macroéconomique ont été enregistrées à Kiev (7236,4 hryvnias). La haute valeur de cette variable est caractéristique de l'oblast de Kiev (4612,8 hryvnias) de celles de Donetsk (UAH 5194,6), de Zaporijia (4551,0 hryvnia) et de Louhansk (4456,7 hryvnias) dans l'est de l'Ukraine et sur le territoire de Dnipropetrovsk (4793,7 hryvnias) en Ukraine Centrale. Les salaires les plus bas ont été notés dans l'oblast de Tchernivtsi (3,466,3 hryvnias), de Volhynie (3428,0 hryvnias) et de Ternopil (3225,1 hryvnias) dans l'ouest de l'Ukraine, de Tchernihiv (3439,8 hryvnias) dans le nord et dans l'oblast de Kherson (3433,3 hryvnias) en Ukraine du Sud.

Les taux de chômage les plus bas ont été enregistrés dans le sud de l'Ukraine (Sébastopol 5,0%, République Autonome de Crimée 5,7% et région d'Odessa 5,8%), Ukraine du Nord (Kiev 5,1% et oblast de Kiev 6,8%) de même que dans l'oblast de Dnipropetrovsk (6,4%) en Ukraine Centrale. Cependant les plus grandes valeurs de cette variable ont été remarquées dans les oblasts de Kirovohrad (9,2%) et de Tcherkassy (9,6%) en Ukraine Centrale, de Tchernihiv (9,5%) et Jytomyr (10,0%) dans le nord de l'Ukraine et dans les oblasts de Ternopil (10,2%) et de Rivne (10,3%) à l'ouest (pour en savoir plus, voir par ex. (Lysiuk et Kaflevska, 2012 ; Paniuk, 2013 ; Homiak, 2015 ; Jarova, 2015 ; Chugaievska et Tokarski, 2017).

La variation du pourcentage de la population active par rapport à la population de l'Ukraine était significativement plus faible que pour les autres variables étudiées. En Ukraine Méridionale, la valeur la plus élevée de cet indicateur s'est trouvée à Sébastopol (47,7%) et dans la République Autonome de Crimée (46,1%), à l'Est – dans les oblasts de Kharkiv (46,0%) et de Zaporijia (45,2%) de Kiev (49,8%) dans le nord de l'Ukraine et dans l'oblast de Dnipropetrovsk (45,8%) en Ukraine Centrale. Parmi les 6 oblasts ayant le plus faible pourcentage de population active, 5 se trouvent en Ukraine Occidentale, ceux de Volhynie (41,3%) de Tchernivtsi (41,3%), de Rivne (41,0%), d'Ivano-Frankivsk (38,8%) et de Ternopil (38,7%), 1 étant situé à l'Est, celui de Louhansk (41,2%).

La variation du pourcentage de la population active par rapport à la population de l'Ukraine était significativement plus faible que pour les autres variables étudiées. En Ukraine Méridionale, la valeur la plus élevée de cet indicateur s'est

**Tableau 1 : Effets stimulateurs et inhibiteurs du développement économique des régions, en moyennes pour les années 2004-2015**

Entités administratives (Oblasts de)	PIB <i>par habit.</i> (mille hryvnias)	Taux d'investissement (%)	Salaires (hryvnias)	Taux de chômage (%)	Actifs/pop. (%)	Flux migratoires entrants (%)	Flux migratoires sortants (%)
République Autonome de Crimée *	34,4	30,9	4035,7	5,7	46,1	1,46	1,43
Kharkiv	48,9	17,4	4168,1	6,8	46,0	1,64	1,53
Kherson	29,3	16,1	3433,3	9,1	44,0	1,34	1,51
Khmelnytski	30,4	19,4	3546,7	9,0	42,5	1,70	1,79
Tcherkassy	36,9	19,0	3662,5	9,6	43,3	1,70	1,74
Tchernihiv	33,8	14,1	3439,8	9,5	43,2	1,55	1,63
Tchernivtsi	23,2	22,2	3466,3	9,0	41,3	1,20	1,15
Dnipropetrovsk	68,8	16,1	4793,7	6,4	45,8	1,36	1,37
Donetsk	57,6	15,0	5194,6	8,1	42,8	1,12	1,19
IvanoFrankivsk	34,2	20,9	3843,3	8,4	38,8	1,15	1,15
Kiev	54,6	31,7	4612,8	6,8	44,0	1,71	1,49
Kirovohrad	34,8	18,4	3584,6	9,2	42,5	1,37	1,63
Lviv	36,2	22,0	3919,7	8,1	42,2	1,21	1,23
Louhansk	37,4	17,7	4456,7	8,2	41,2	1,23	1,39
Mykolaïv	41,1	19,5	4216,7	8,7	44,7	1,36	1,42
Odessa	45,2	21,5	4145,5	5,8	43,5	1,40	1,34
Poltava	60,7	18,3	4183,5	8,7	43,6	1,71	1,72
Rivne	30,7	18,4	3860,5	10,3	41,0	1,71	1,81
Soumy	34,4	14,0	3720,7	9,0	43,9	1,68	1,81
Temopil	25,1	17,5	3225,1	10,2	38,7	1,25	1,34
Vinnytia	32,1	17,2	3543,6	8,4	42,5	1,75	1,83
Volhynie	30,7	19,3	3428,0	8,9	41,3	1,66	1,67
Transcarpatie	26,3	17,3	3634,4	8,2	42,9	0,65	0,74
Zaporijia	52,3	14,7	4551,0	7,3	45,2	1,23	1,28
Jytomyr	29,7	14,6	3506,4	10,0	42,7	1,67	1,79
Ville de Kiev	154,5	24,6	7236,4	5,1	49,8	1,74	1,14
Sebastopol *	41,6	20,9	4373,9	5,0	47,7	1,21	0,83
Coefficient de variation	0,580	0,228	0,197	0,186	0,056	0,188	0,205

\* Dans les années 2004-2013.

Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017).

trouvée à Sébastopol (47,7%) et dans la République Autonome de Crimée (46,1%), à l'Est – dans les oblasts de Kharkiv (46,0%) et de Zaporijia (45,2%) de Kiev (49,8%) dans le nord de l'Ukraine et dans l'oblast de Dnipropetrovsk (45,8%) en Ukraine Centrale. Parmi les 6 oblasts ayant le plus faible pourcentage de population active, 5 se trouvent en Ukraine Occidentale, ceux de Volhynie (41,3%), de Tchernivtsi (41,3%), de Rivne (41,0%), d'Ivano-Frankivsk (38,8%) et de Ternopil (38,7%), 1 étant situé à l'Est, celui de Louhansk (41,2%).

Les taux migratoires les plus élevés ont été enregistrés dans les oblasts de Vynnytsia (1,75%) et Poltava (1,71%) en Ukraine Centrale, à Kiev (1,74%) et dans l'oblast de Kiev (1,71%) dans le nord, (1,71%) dans les oblasts de Rivne (1,71%) et de Khmelnytski (1,70%) à l'ouest et dans l'oblast de Tcherkassy (1,70%) en Ukraine Centrale. Les taux migratoires les plus bas ont été enregistrés dans les oblasts de Lviv (1,21%), de Tchernivtsi (1,20%), d'Ivano-Frankivsk (1,15%) et de Transcarpatie<sup>11</sup> (0,65%) à l'ouest, à Sébastopol (1,21%) dans le sud, et dans l'oblast de Donetsk (1,12%) en Ukraine Orientale.

Concernant les taux d'émigration comme d'immigration, les valeurs les plus faibles de cette variable ont été observées dans l'oblast de Transcarpathie (0,74%) en Ukraine Occidentale. Des valeurs faibles de cette même variable ont également été rapportées dans les oblasts de Tchernivtsi (1,15%) et d'Ivano-Frankivsk (1,15%) également à l'ouest de l'Ukraine, à Sébastopol (0,83%) dans le sud, à Kiev (1,14%) en Ukraine du nord et dans l'oblast de Donetsk (1,19%) à l'est. Les taux d'émigration les plus élevés ont été trouvés dans les oblasts de Tcherkassy (1,74%) et de Vynnytsia (1,83%) en Ukraine Centrale, de Khmelnytski (1,79%), de Rivne (1,81%) à l'ouest, de Jytomyr (1,79%) et de Soumy (1,81%) dans le nord de l'Ukraine.

En comparant les coefficients de variation des variables testées, on peut affirmer que le PIB par habitant (0,580) a pour caractéristique les plus grandes variations dans l'espace, alors que les plus petites concernent le taux des actifs par rapport à la population totale (0,056). Toutes les autres variables ont en commun une grande similarité du degré de variation (les coefficients de variation étaient d'environ 0,2).

S'appuyant sur les indicateurs taxonomiques de développement économique, la procédure suivante a été adoptée<sup>12</sup> :

<sup>11</sup> Il est intéressant de noter que l'oblast de Transcarpathie se caractérise par les taux les plus bas d'immigration comme d'ailleurs d'émigration. Il semble que ce phénomène résulte dans une large mesure de sa spécificité culturelle et de sa position géographique. C'est la seule région d'Ukraine située du côté sud des Carpates dont le territoire, pendant l'entre-deux-guerres, appartenait à la Tchécoslovaquie (le seul des territoires actuels ukrainiens).

<sup>12</sup> Ce type d'indicateur taxonomique de développement des voïévodies et / ou des districts polonais a été utilisé entre autres dans les travaux de (Tokarski, 2005 ; Edigarian, Kościelniak, Tokarski et Trojak, 2011 ; Dykas, Kościelniak et Tokarski, 2013 ; Filipowicz et Tokarski, 2015). Leur principale source d'inspiration émanait des travaux (Hellwig, 1968, 1972, 1990). Les méthodes alternatives d'analyses taxonomiques sont présentées entre autres dans les travaux de (Berbeka, 1999) ou (Majewski, 1999).

I. Un choix d'effet stimulateur et inhibiteur a été arrêté.

II. Les valeurs macroéconomiques furent soumises à l'unitarisation selon l'équation :

$$s_{ijt} = \frac{x_{ijt} - \min_{i,t} x_{ijt}}{\max_{i,t} x_{ijt} - \min_{i,t} x_{ijt}}, \quad (3)$$

Dans le cas des effets stimulateurs, ou :

$$s_{ijt} = \frac{\max_{i,t} x_{ijt} - x_{ijt}}{\max_{i,t} x_{ijt} - \min_{i,t} x_{ijt}}, \quad (4)$$

pour les effets inhibiteurs, où  $x_{ijt}$  dans les formules (3-4) désigne la valeur  $j$  de ce stimulateur/inhibiteur dans l'oblast  $i$  pour l'année  $t$ . Les effets stimulateurs unitarisés définis par les équations (3-4) se caractérisent en cela, qu'ils sont dans l'intervalle  $[0; 1]$ . La valeur de  $s_{ijt}$  de 1 signifie que l'effet stimulateur  $j$  dans l'oblast  $i$  et pour l'année  $t$  possède la valeur la plus élevée (la plus basse) dans tous les oblasts pour les années 2004-2015. En revanche, une valeur égale à 0 se manifestait lorsque l'effet stimulateur (inhibiteur) prenait la plus basse (ou la plus haute) des valeurs citées.

III. Par la suite, on a compté les indicateurs de développement économique basés sur la distance dans l'espace réel selon le système euclidien, exprimés par la formule (Grabiński, 1984 ; Grabiński Wydymus et Zeliaś, 1989) :

$$OE_{it} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^7 (1 - s_{ijt})^2}{8}} \quad (5)$$

La valeur d'indice (5) égal à 1 signifierait que l'oblast  $i$  de l'année  $t$  était caractérisé par la valeur maximale de chacun des effets stimulateurs enregistrés et la valeur minimale de chacun des effets inhibiteurs. D'autre part, quand la valeur est égale à 0 – la situation est inverse de celle précédemment caractérisée.

L'indicateur taxonomique du développement économique a également été inclus (voir Kościelniak, Szewczyk et Tokarski, 2014) :

$$SK_{it} = \sum_{j=1}^7 \omega_j s_{ijt}, \quad (6)$$

où  $\sum_{j=1}^7 \omega_j = 1$ . Les valeurs de l'indice (6) ont été sélectionnées numériquement par la méthode de Monte Carlo de manière à maximiser la somme des carrés de corrélation entre les effets stimulateurs unitarisés et l'indice. La valeur de cet indice (6) s'interprète, contrairement à la valeur de l'indice (5). Les valeurs calculées sont



respectivement de 0,138 pour le PIB par habitant, de 0,144 pour les taux d'investissement, de 0,137 pour les salaires, de 0,137 pour les taux de chômage, de 0,233 pour la part des actifs dans la population totale, de 0,127 pour les taux d'immigration et de 0,104 pour les taux d'émigration.

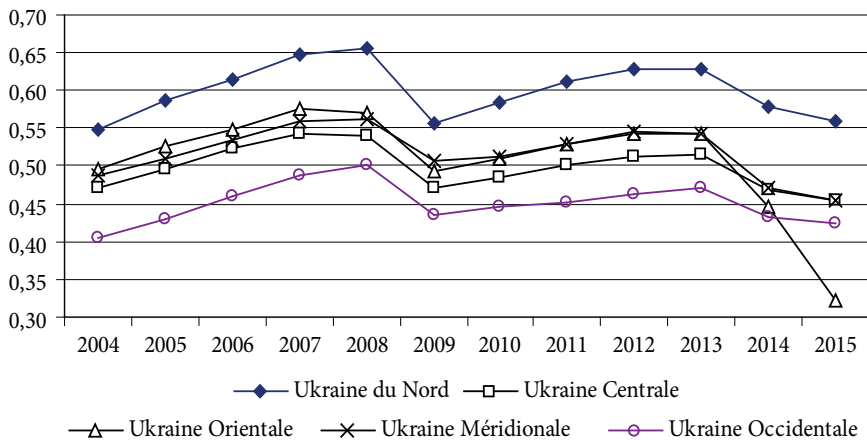
Le coefficient de corrélation entre l'indice OE et l'indice SK était d'environ  $-0,98$  et, par conséquent, ces indices décrivent de manière très similaire la variation spatiale du développement économique des oblasts ukrainiens. C'est pourquoi n'est utilisé que le seul indice SK dans les analyses menées ci-après.

La figure 2 illustre le développement des indices taxonomiques SK dans les groupes d'oblasts ukrainiens. Il résulte de ce graphique ce qui suit.

Comme dans le cas des effets gravitationnels, les oblasts d'Ukraine du Nord se caractérisent par une valeur plus élevée de l'indice analysé.

Jusqu'en 2013, le niveau de développement des oblast d'Ukraine Orientale, Centrale et Méridionale était très proche l'un de l'autre, tandis que les oblasts d'Ukraine Occidentale étaient nettement moins développés que le reste du pays.

La crise financière mondiale a entraîné une diminution d'un an du niveau de développement de chacun de groupes d'oblasts ukrainiens.



**Figure 2 : Indices taxonomiques SK par groupes d'oblasts dans les années 2004-2015**

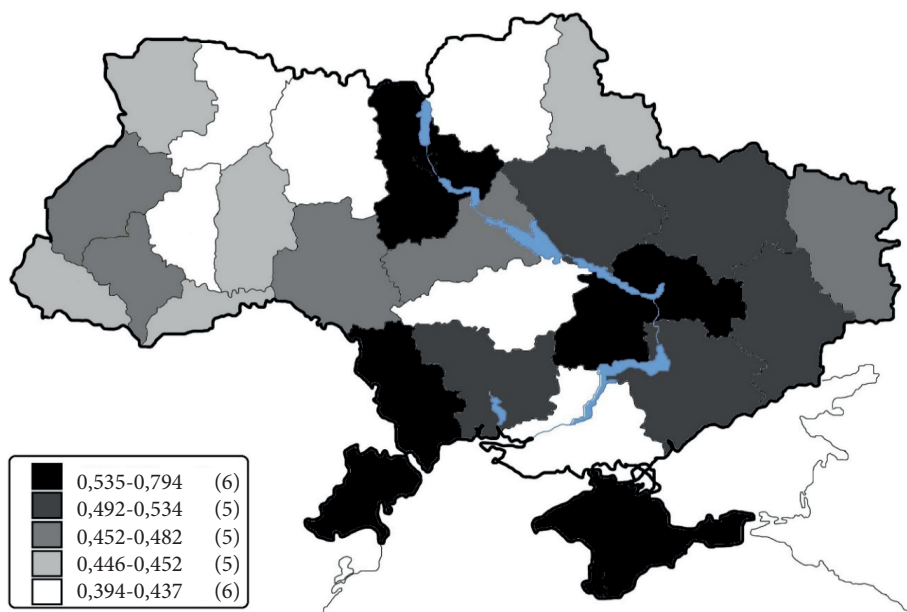
Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017)

En outre, la crise après le deuxième Maidan s'est traduite par une diminution du niveau de développement économique dans tous les groupes d'oblasts, alors que la plus forte baisse de l'indice SK a été enregistrée par les oblasts d'Ukraine Orientale. Dans l'oblast de Louhansk, la valeur de cet indice a diminué de 75,2%, dans celui de Donetsk de 59,2%, alors que dans ceux de Kiev, Kharkiv, Vinnytsia, Rivne et Ivano-Frankivsk la diminution a oscillé entre 2% et 10%.

La carte 3 montre la différenciation spatiale des indicateurs SK dans les années 2004-2015. De cette carte, nous pouvons tirer les conclusions suivantes.

Le groupe des entités administratives les plus développées était : Kiev (0,794) et l'oblast de Kiev (0,589) dans le nord de l'Ukraine, Sébastopol (0,593), la République Autonome de Crimée (0,565) ainsi que l'oblast d'Odessa (0,535) dans le sud et l'oblast de Dnipropetrovsk (0,555) en Ukraine Centrale. Ce sont les oblasts dans lesquels se trouvent 3 des 10 plus grandes villes ukrainiennes (Kiev, Odessa et Dnipro).

Les groupes d'oblasts bien développés comprenaient celui de Kharkiv (0,534), de Zaporijia (0,515) et de Donetsk (0,510) en Ukraine Orientale, de Poltava (0,502) en Ukraine Centrale et de Mykolaïv (0,492) au sud du pays.



**Carte 3 : Indices taxonomiques SK des oblasts, en moyennes pour les années 2004-2015**

Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017)

Les oblasts occidentaux de Transcarpatie (0,452), Tchernivtsi (0,451), Khmelnytsky (0,450) et Volhynie (0,446), de même que de Soumy (0,447) au nord forment un groupe d'oblasts faiblement développés.

Le niveau de développement le plus bas a été noté dans les oblasts de Tchernihiv (0,433) et de Jytomyr (0,423) en Ukraine du Nord, de Rivne (0,430) et Ternopil (0,394) à l'ouest, de Kherson (0,437) au sud et de Kirovohrad (0,436) en Ukraine Centrale.

Partant des coefficients de variabilité des indicateurs taxonomiques de développement économique présentés sur la figure 3, on peut conclure que, jusqu'en 2009-2010, il y avait convergence dans la diversification spatiale du développement économique des oblasts ukrainiens. Ensuite (jusqu'en 2013), le coefficient analysé n'a pratiquement plus changé, pour commencer à croître rapidement après la deuxième révolution de Maidan. Cette augmentation est principalement due à la radicale détérioration de la situation politique, sociale et économique dans l'est de l'Ukraine.

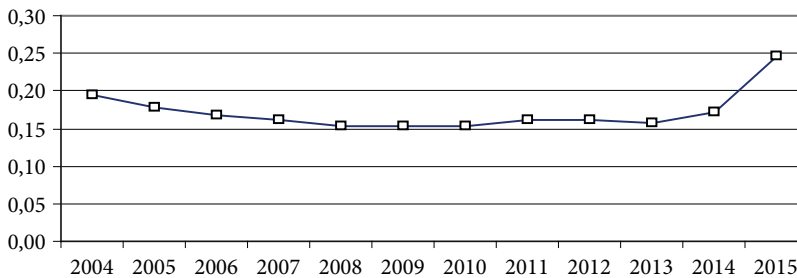


Figure 3 : Coefficients de variabilité des indices taxonomiques SK dans les années 2004-2015

Source : Basé sur (State Statistics Service of Ukraine, 2017)

#### 4. Analyse statistique de l'impact des effets gravitationnels sur la différenciation du développement économique des oblasts

En vérifiant l'hypothèse de l'influence des effets gravitationnels cumulés sur la différenciation du développement de l'économie des oblasts ukrainiens, nous avons estimé les paramètres des équations suivantes (selon l'ouvrage (Filipowicz, 2017)) :

$$\ln x_{it} = \alpha + \beta \ln g_{it}, \quad (7)$$

$$\ln x_{it} = \alpha + FE + \beta \ln g_{it}, \quad (8)$$

$$x_{it} = \alpha + \beta \ln g_{it}, \quad (9)$$

ou :

$$x_{it} = \alpha + FE + \beta \ln g_{it}, \quad (10)$$

où  $x_{it}$  désigne la valeur de l'effet stimulateur, inhibiteur, ou de l'indice taxonomique de développement économique SK dans un oblast  $i$  pour l'année  $t$ ,  $g_{it}$  les effets gra-

vitationnels pour l'année  $t$  et FE les effets individuels dans l'espace. Dans le cas des salaires (exprimés en hryvnia), ont été estimés les paramètres des équations (7) et (9), par contre pour d'autres variables (exprimées en%) on utilise les équations (8) et (10). Les paramètres de ces équations ont été estimés par la méthode des moindres carrés (Least Squares, plus loin LS) et par la méthode générale des moments. Generalized Method of Moments (plus loin GMM).

Les paramètres de la fonction logistique ont été aussi évalués :

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(a - bx)}$$

sans les effets individuels et aussi avec les effets individuels.

Le choix de ces méthodes économétriques était dû au fait que dans l'analyse des processus gravitationnels, il n'est pas approprié d'utiliser des modèles dynamiques de panel. Si nous calculons le premier incrément différentiel à partir du logarithme de l'effet gravitationnel décrit dans les équations (1-2), alors l'expression est :

$$\Delta \ln g_{it} = 26 \Delta \ln y_{it} + \sum_{j=1 \wedge j \neq i}^{27} \Delta \ln y_{jt}$$

Il n'inclut pas la distance géographique (il n'y a pas de distance entre les capitales des circuits).

Les estimations du paramètre  $\beta$  dans ces équations sont présentées dans le tableau 2. De ces estimations sont tirées les conclusions suivantes.

Il est difficile d'établir une thèse univoque concernant l'impact des effets gravitationnels sur le taux d'investissement. Dans certaines estimations (LS et modèle logistique), cet effet est statistiquement fortement positif, dans d'autres GMM avec effets individuels – il est statistiquement fortement négatif, et dans d'autres, l'effet s'est révélé statistiquement insignifiant. L'indice (le coefficient) corrigé de détermination (*adjusted R<sup>2</sup>*) est également très faible dans les équations sans effets individuels.

Dans le cas des salaires, chacune des estimations du paramètre  $\beta$  présentées dans le tableau 2 montre un effet statistiquement significatif et positif de l'effet gravitationnel sur cette variable dépendante. En outre, les coefficients de détermination corrigés montrent que les effets gravitationnels expliquent la variabilité spatiale des salaires en Ukraine d'environ 30,4% (LS et GMM sans effets individuels) ou de 62,4% (modèle logistique sans effets individuels).

De même, 5 estimations sur 6 indiquent un impact négatif statistiquement significatif des effets gravitationnels sur le taux de chômage (sauf pour les estimations de l'estimateur GMM avec effets individuels). Les effets gravitationnels expliquent les taux de chômage des oblasts dans environ 9,3-15,9% des cas.

**Tableau 2 : Estimations des paramètres  $\beta$  des équations (7-10) et de la fonction logistique**

Variable dépendante	Methodes d'estimation					
	LS	LS with FE	GMM	GMM avec FE	Logistic model	Logistic model avec FE
Taux d'investissement	0,0150 (0,0225)	-0,00444 (0,816)	0,00997 (0,160)	-0,173 (< 0,0001)	4,185 (0,0034)	-7,124 (0,169)
R <sup>2</sup>	0,0162	0,357	0,0143	0,0946	0,0266	0,336
R <sup>2</sup> corrigé	0,0132	0,298	0,0706	0,0677	0,0235	0,275
ln des salaires ou salaires <sup>a</sup>	0,185 (< 0,0001)	0,449 (< 0,0001)	0,161 (< 0,0001)	0,401 (< 0,0001)	20,550 (< 0,0001)	35,758 (< 0,0001)
R <sup>2</sup>	0,307	0,848	0,306	0,875	0,626	0,891
R <sup>2</sup> corrigé	0,304	0,834	0,304	0,863	0,624	0,880
Taux de chômage	-0,0108 (< 0,0001)	-0,0365 (< 0,0001)	-0,00721 (0,0001)	-0,00132 (0,865)	-6,357 (< 0,0001)	-9,116 (0,0001)
R <sup>2</sup>	0,115	0,683	0,0961	0,583	0,162	0,640
R <sup>2</sup> corrigé	0,112	0,654	0,0930	0,540	0,159	0,607
actifs/population	0,0286 (< 0,0001)	0,0854 (< 0,0001)	0,0248 (< 0,0001)	0,0855 (< 0,0001)	3,746 (< 0,0001)	5,361 (0,0017)
R <sup>2</sup>	0,251	0,662	0,242	0,649	0,176	0,415
R <sup>2</sup> corrigé	0,249	0,631	0,240	0,613	0,173	0,161
Taux d'immigration	0,00275 (< 0,0001)	0,00205 (0,0001)	0,00280 (< 0,0001)	0,00340 (0,0001)	5,304 (< 0,0001)	2,703 (0,207)
R <sup>2</sup>	0,282	0,750	0,302	0,781	0,118	0,685
R <sup>2</sup> corrigé	0,280	0,727	0,299	0,759	0,116	0,656
Taux d'émigration	0,00116 (< 0,0001)	0,000574 (0,247)	0,00120 (0,0001)	5,31*10 <sup>-5</sup> (0,950)	0,163 (0,843)	0,0263 (0,987)
R <sup>2</sup>	0,0469	0,794	0,0600	0,804	0,000124	0,788
R <sup>2</sup> corrigé	0,0439	0,775	0,0567	0,784	-0,00302	0,768
Indice OE	-0,0876 (< 0,0001)	-0,158 (< 0,0001)	-0,0,803 (< 0,0001)	-0,0958 (< 0,0001)	-15,260 (< 0,0001)	-16,796 (< 0,0001)
R <sup>2</sup>	0,381	0,907	0,376	0,888	0,527	0,805
R <sup>2</sup> corrigé	0,379	0,898	0,374	0,876	0,526	0,787
Indice SK	0,0922 (< 0,0001)	0,165 (< 0,0001)	0,0834 (< 0,0001)	0,0839 (0,0002)	17,009 (< 0,0001)	17,572 (< 0,0001)
R <sup>2</sup>	0,390	0,883	0,382	0,852	0,571	0,805
R <sup>2</sup> corrigé	0,388	0,872	0,380	0,837	0,569	0,787
Echantillon	2004-2015		2005-2015		2004-2015	
Nombre d'observations	320		293		320	

Logarithme naturel des salaires pour LS et GMM et salaires pour le modèle logistique.

Sous les estimations des paramètres est indiquée la p-value.

L'effet gravitationnel a un effet statistiquement significatif sur la proportion des actifs sur la population totale dans chacune des équations estimées ici. En outre, plus l'effet gravitationnel était élevé, plus était grand le rapport des actifs à la population totale. Cet effet explique que le pourcentage d'actifs se soit développé entre 17,3 et 24,9%.

5 estimations sur 6 (à l'exception de la fonction logistique avec effets individuels) indiquent un impact statistiquement significatif et positif des effets gravitationnels sur les taux de l'immigration. En outre, ces effets ont expliqué les taux de migration dans 11,6-29,9% des cas.

Les très bas coefficients corrigés de détermination montrent que les effets gravitationnels n'influent pas sur les taux d'émigration en Ukraine.

Cependant toutes les estimations de l'impact de l'effet gravitationnel sur les indicateurs taxonomiques du développement économique OE et SK montrent que cet effet affecte de manière significative le niveau de développement économique des oblasts ukrainiens. L'effet gravitationnel affecte négativement l'indicateur OE, par contre il influe positivement sur l'indicateur SK. Cela signifie que plus l'effet gravitationnel était fort, plus les oblasts étaient généralement développés. En outre, les effets gravitationnels expliquent l'indicateur OE dans environ 37,4-52,6% des cas, alors que l'indice SK l'explique dans 38,0-56,9% des cas.

## Conclusion

Le développement socio-économique de l'Ukraine au début du XXI<sup>e</sup> siècle a été largement déterminé par des facteurs de nature politique. Entre 2000 et 2008, l'économie ukrainienne a progressé assez rapidement (en 2004-2008, le taux moyen annuel de croissance du PIB par habitant en Ukraine était de 5,9%, ce qui était beaucoup plus élevé qu'en Pologne). La crise du gaz de 2008-2009 ainsi que la crise financière mondiale ont conduit en 1 an à l'effondrement de l'économie ukrainienne. En 2010-2013, cette économie est revenue sur la voie d'une croissance économique stable. Cependant, l'annexion russe de la Crimée et la lutte contre les séparatistes pro russes dans l'est de l'Ukraine (les oblasts de Louhansk et Donetsk) après la deuxième révolution du Maidan à Kiev ont conduit à une nouvelle crise politique et économique associée à une inflation élevée.

Il existe également en Ukraine une grande variation spatiale du développement économique. L'effet gravitationnel analysé dans ce travail a pesé puissamment sur le développement de l'Ukraine du Nord et Centrale, du fait que (premièrement) se trouve là la ville ukrainienne la plus développée, Kiev et (deuxièmement) que ces oblasts sont situés à proximité des régions ukrainiennes les plus riches : Kiev, mais aussi les oblasts de Kiev et de Dnipropetrovsk.

L'analyse des indicateurs taxonomiques du développement économique en Ukraine montre que les régions les plus développées de ce pays sont : la ville de Kiev, l'oblast de Kiev, la ville de Sébastopol, la République autonome de Crimée ainsi que les oblasts de la Dnipropetrovsk et d'Odessa. Les oblasts ci-après se caractérisent, eux, par le niveau de développement économique le plus bas : ceux de Kherson, Kirovohrad, Tchernihiv, Rivne, Jytomyr et Ternopil.

L'analyse des coefficients de variabilité des indicateurs taxonomiques du développement économique des oblasts ukrainiens montre que la crise politique après 2014 a entraîné une violente augmentation de la valeur de cet indicateur. Cela signifie que la crise a conduit à une augmentation des disproportions dans la diversification spatiale du développement économique des oblasts. Cela a affecté, dans une large mesure, les alentours de Donetsk et de Louhansk, qui faisaient partie, il y a 10 ans encore, des régions les plus développées d'Ukraine.

L'analyse de l'effet des effets gravitationnels sur la différenciation spatiale des oblasts ukrainiens aboutit aux conclusions suivantes. Tout d'abord, les effets gravitationnels ont expliqué la variabilité spatiale des oblasts dans environ 38-57%. Deuxièmement, ces effets étaient statistiquement significatifs, affectant positivement les salaires, la proportion des actifs, le taux des flux migratoires entrants mais avaient un impact négatif sur le taux de chômage. Troisièmement, les effets gravitationnels n'ont pas eu d'effet statistiquement significatif sur les autres variables macroéconomiques prises en compte dans ce travail.

## Bibliographie

- Berbeka, J. (1999). Porównanie poziomu życia w krajach Europy Środkowej. *Wiadomości Statystyczne*, 8, 17-27.
- Bil, M., Andrusyshyn, N. et Kovatchuk, L. (2013). Migration capital as strategic resource of Ukraine regional development, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H, Oeconomica*, 47, 27-33.
- Chugaievskia, N. et Tokarski, T. (2017). *Przestrzenne zróżnicowanie bezrobocia na Ukrainie*, article présenté au cours de la conférence „Wzrost gospodarczy – rynek pracy – innowacyjność gospodarki”, organisée par les Chaires de Macroéconomie et de Microéconomie de l'Université de Łódź, 22-23,06,2017 (envoyé à la revue *Wiadomości Statystyczne*).
- Dykas, P., Kościelniak, P. et Tokarski, T. (2013). Taksonomiczne wskaźniki rozwoju ekonomicznego województw i powiatów. Dans : M. Trojak et T. Tokarski (dir.). *Statystyczna analiza zróżnicowania ekonomicznego i społecznego Polski*, Kraków : Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- École Française de Genève. (2012). Ukraine. Repéré à <http://www.ac-grenoble.fr/ecole/74/geneve/spip.php?article89>



- Edigarian, A., Kościelniak, P., Tokarski, T. et Trojak, M. (2011). Taksonomiczne wskaźniki rozwoju ekonomicznego powiatów. Dans : D. Tomczak (dir.), *Capability to Social Progress in Poland's Regions* (pp. 12-49). Warsaw : Warsaw University Press.
- Filipowicz, K. (2017). Wpływ krajowych i zagranicznych efektów grawitacyjnych na zróżnicowanie rozwoju ekonomicznego Polski, *Wiadomości Statystyczne*, 2, 72-97.
- Filipowicz, K. et Tokarski T. (2015). Wpływ efektu grawitacyjnego na przestrzenne zróżnicowanie rozwoju ekonomicznego powiatów, *Wiadomości Statystyczne*, 5, 42-61.
- Grabiński, T. (1984). Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych, Kraków : AE Kraków, *série spéciale „Monografie”*, 61.
- Grabiński, T., Wydymus, S. et Zeliaś, A. (1989). *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, Warszawa : PWN.
- Gricenko, A. A. (dir.). (2015). Інституційні трансформації соціально-економічної системи України, Інститут економіки та прогнозування НАН України.
- Hellwig, Z. (1968). Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr, *Przegląd Statystyczny*, 4, 323-336.
- Hellwig, Z. (1972). Procedure of evaluating high-level manpower data and typology of countries by means of the taxonomic method. Dans : Z. Gostowski (dir.), *Towards a system of human resources indicators for less developed countries*. papers prepared for UNESCO Research Project, Wrocław : Ossolineum, The Polish Academy of Sciences Press.
- Hellwig, Z. (1990). *Taksonometria ekonomiczna, jej osiągnięcia, zadania i cele*. Dans : *Taksonomia — teoria i jej zastosowania*, Kraków : Akademia Ekonomiczna Kraków.
- Homiak, M. A. (2015). Аналіз сучасного стану зайнятості та безробіття в Україні. *Актуальні проблеми філософії та соціології*, (4), 141-146.
- Jarova, L. G. (2015). Аналіз рівня безробіття в Україні та напрямки його подолання, „Глобальні та національні проблеми економіки”, (4), 752-755.
- Kościelniak, P., Szewczyk, M. W. et Tokarski, T. (2014). Taksonomiczne wskaźniki rozwoju ekonomicznego województw i powiatów. *Wiadomości Statystyczne*, 9, 75-97.
- Kuzyshyn, A. et Poplavska, I. (2017). The Analysis of the Regional Dimension of Human Development in Ukraine. *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society*, 27(2), 111-119.
- Linnemann, H. (1963). *An econometric study of international trade flows*. Amsterdam : North-Holland Publishing Company.
- Lysiuk, O. S. et Kaflevska, S. G. (2012). Безробіття як соціально-економічна проблема населення України. *Економічні науки*, 4, 48-53.
- Majewski, S. (1999). Szeregowanie krajów przy pomocy diagramu Czekanowskiego i taksonomicznego miernika rozwoju. *Wiadomości Statystyczne*, 8, 28-41.
- Mroczek, K., Nowosad, A. et Tokarski, T. (2015). Oddziaływanie efektu grawitacyjnego na zróżnicowanie wydajności pracy na Bałkanach. *Gospodarka Narodowa*, 2, 15-53.
- Mroczek, K., Tokarski, T. et Trojak, M. (2014). Grawitacyjny model zróżnicowania rozwoju ekonomicznego województw. *Gospodarka Narodowa*, 3, 5-5.
- Mykhnenko, V. et Swain, A. (2010). Ukraine's diverging space-economy : The Orange Revolution, post-soviet development models and regional trajectories. *European Urban and Regional Studies*, 17(2), 141-165.

- Paniuk, T. (2013). Використання світового досвіду для вирішення проблем ринку праці в Україні. *Економіка та менеджмент*, 10, 178-187.
- Pöyhönen, K. (1963). Towards a general theory of international trade. *Ekonomiska Samfundet Tidskrift*, 16, 69-77.
- Pulliaainen, K. (1963). A world trade study. An econometric model of the pattern of commodity flows in international trade in 1948-1960. *Ekonomiska Samfundet Tidskrift*, 2, 78-91.
- Pustovoit, O. W. (2016). Українська економіка : хаотичні та циклічні коливання навколо довгострокового тренду зростання. *Економіка і прогнозування*, 2, 86-109.
- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy*. New York : The Twentieth Century Fund.
- Tokarski, T. (2005). *Statystyczna analiza regionalnego zróżnicowania wydajności pracy, zatrudnienia i bezrobocia w Polsce*, Warszawa : Wydawnictwo PTE.
- Ukrainian regions : economic development and its true costs*. (2004). Institute for Economic Research and Policy Consulting in Ukraine, German Advisory Group On Economic Reform, 3.
- Yasiuk, G. W. (2015). Громадянське суспільство і формування нової парадигми соціально-економічного розвитку в умовах глобалізації. *Економіка України* 12 (649), 4-9.