

PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE EN EUROPE : EXISTE-T-IL UNE RELATION DE KUZNETS ?

Energy poverty in Europe : Is there a Kuznets relationship ?

ISABELLE CADORET¹

Université de Rennes, Condorcet Center for Political Economy, France

isabelle.cadoret@univ-rennes1.fr

ORCID : 0000-0002-3083-3703

VÉRONIQUE THELEN¹

Université de Rennes, Condorcet Center for Political Economy, France

ORCID : 0000-0001-8315-5961

Abstract : The phenomenon of fuel poverty is a problem recently identified in Europe and in particular in Southern and Eastern European countries. This paper investigates fuel poverty as an expression of environmental inequalities. It tests the existence of a Kuznets curve between fuel poverty and GDP *per capita* in Europe. The study covers 28 European countries from 2004 to 2017 using aggregated data from Eurostat's EU-SILC survey. To proxy the level of fuel poverty 2 indicators are alternatively tested, the percentage of individual unable to keep home adequately warm and a composite indicator. The results show the existence of a non-linear U-shaped relationship between fuel poverty and *per capita* income and not inverted U-shape as in the Kuznets relation. In Europe, economic development has been an important factor in reducing energy poverty, but a *per capita* income threshold exists after which economic growth no longer reduces fuel poverty. In conclusion, more future growth will not systematically induce less fuel poverty, measures on energy efficiency and / or measures to increase the purchasing power of households must be developed especially at the national level to target the most vulnerable households.

Keywords : fuel poverty, Kuznets.

Résumé : La précarité énergétique est un problème récemment identifié en Europe et notamment dans les pays du Sud et de l'Est de l'Europe. Le papier propose d'analyser ce phénomène comme une expression des inégalités environnementales. Il teste la présence d'une relation de Kuznets entre précarité énergétique et PIB par tête en Europe. Les don-

¹ Université de Rennes, 7 place Hoche, 35065 Rennes.

nées sont des données agrégées issues de l'enquête EU-SILC d'Eurostat. Elles couvrent 28 pays européens de 2004 à 2017. 2 indicateurs de précarité sont retenus, le pourcentage de personnes étant dans l'incapacité de maintenir une température suffisamment chaude dans le logement et un indicateur composite. Les résultats d'estimation montrent l'existence d'une relation non linéaire entre précarité énergétique et revenu par tête en forme de U et non pas en forme de U inversé comme dans la relation de Kuznets. Il apparaît qu'en Europe le développement économique a été un facteur important de réduction de la pauvreté énergétique mais qu'il existe un seuil de revenu par tête à partir duquel la croissance économique ne réduit plus la précarité énergétique. La conclusion est que pour l'avenir plus de croissance n'induit pas systématiquement moins de précarité et que des mesures en faveur de l'efficacité énergétique et/ou des mesures visant à accroître le pouvoir d'achat des ménages doivent être mises en place au niveau national.

Mots-clés : précarité énergétique, Kuznets.

JEL Classification : Q15, Q25, Q55.

Introduction

Longtemps associée au développement économique et notamment à l'accès des ménages à l'énergie, la question de la pauvreté énergétique s'est imposée dans les débats de politique publique en Europe dans les années 2000. Elle est à relier avec la volonté de l'Europe de libéraliser les marchés du gaz et de l'électricité dans un contexte de hausse du prix du pétrole. D'après les données de la Banque Mondiale², le taux de croissance annuel moyen du prix réel du pétrole brut en \$/bbl a été de 20% entre 1998 et 2008 avec un pic de taux de croissance de 58% en 2000. Il a diminué de 9% par an en moyenne entre 2008 et 2016.

Lewis (1982) définit un ménage en situation de pauvreté énergétique, lorsqu'il lui est impossible ou difficile de chauffer correctement son logement à un prix abordable. Plus généralement, la pauvreté énergétique touche les ménages qui ne peuvent pas satisfaire leurs besoins élémentaires en énergie (Pereira, Freitas, & da Silva, 2010). Le projet européen EPEE (*European fuel Poverty and Energy Efficiency*, 2006-2009) souligne qu'en 2006 le concept de pauvreté énergétique était peu répandu en Europe sauf au Royaume Uni et dans une moindre mesure en France. C'est un terme bien répandu maintenant et les membres de l'UE doivent prendre des mesures pour réduire la pauvreté énergétique dans leur pays. Le troisième paquet énergie adopté en juillet 2009, portant sur la libéralisation des secteurs du gaz et de l'électricité souligne que

² <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>

Energy poverty is a growing problem in the Community. Member States which are affected and which have not yet done so should therefore develop national action plans or other appropriate frameworks to tackle energy poverty, aiming at decreasing the number of people suffering such situation. In any event, Member States should ensure the necessary energy supply for vulnerable customers. In doing so, an integrated approach, such as in the framework of social policy, could be used and measures could include social policies or energy efficiency improvements for housing. At the very least, this Directive should allow national policies in favour of vulnerable customers (EC, 2009a).

En lien avec les directives 2009/72/EC (EC, 2009a) et 2009/73/EC (EC, 2009b) sur la libéralisation du marché européen du gaz et de l'électricité, la Commission Européenne organise chaque année depuis 2008 le *Citizen's Energy Forum* pour examiner le point de vue des consommateurs et leur rôle sur le marché de l'énergie de l'UE. En 2011, elle a mis en place le *Vulnerable Consumer Working Group* qui rassemble des représentants des consommateurs, des ONG, des régulateurs et des organismes publics et industriels concernés. Il vise à fournir une aide pour réduire le nombre de consommateurs vulnérables. Par ailleurs, en 2016 elle a créé *The EU Energy Poverty Observatory* (EPOV), conformément aux préconisations du rapport de Pye et Dobbins (2015), afin d'améliorer la connaissance et la diffusion de l'information sur la pauvreté énergétique en Europe. Cet organisme recense des indicateurs de pauvreté énergétique en Europe qui seront en partie utilisés dans notre analyse.

Selon l'enquête européenne sur les revenus et les conditions de vie EU-SILC (EU Survey on Income and Living Conditions³) 8,5% de la population européenne n'était pas en capacité de maintenir une température adéquate dans leur logement en 2016, en 2005, 11,4% de la population européenne était concernée.

En France, selon l'Observatoire Nationale de la Précarité Énergétique (ONPE, 2019), 15% des ménages déclarent avoir souffert du froid dans leur domicile au cours de l'hiver 2017. Pour 4 ménages sur 10 la raison principale est un manque d'isolation du logement et on observe une grande disparité notamment une surreprésentation des zones rurales et des retraités. Différentes aides financières nationales sont mises en place pour aider les ménages les plus modestes (aides à la rénovation ou aides au paiement des factures d'énergie par exemple).

L'analyse de la pauvreté énergétique en Europe est un enjeu majeur en terme de politique publique. C'est une forme d'inégalité environnementale et les Etats

³ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/european-union-statistics-on-income-and-living-conditions>, les calculs couvrent 29 pays européens : Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Tchéquie, Allemagne, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Royaume-Unis, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lituanie, Luxembourg, Lettonie, Malte, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie, Slovénie et Suède.

doivent protéger les consommateurs les plus vulnérables. Les conséquences sont multiples pour ces ménages, allant à court terme de la difficulté à arbitrer avec les différents postes de dépenses comme l'alimentation, et à plus long terme des conséquences sur la santé, un chauffage inadapté étant souvent associé à des problèmes de moisissures. La diminution de la pauvreté énergétique a donc des conséquences sur les dépenses de santé mais aussi sur la réduction de la pollution de l'air et sur l'activité économique. La littérature sur le sujet est récente, elle porte principalement sur la définition de la pauvreté énergétique, les indicateurs et les déterminants.

L'objectif de cet article est de contribuer à ces réflexions pour améliorer notre compréhension de ce phénomène. Il présente une analyse macro-économique de la précarité en se basant sur les définitions proposées par la littérature. L'objectif n'est pas de proposer une nouvelle définition mais de comprendre si les différences nationales en termes de développement expliquent en partie les différences de niveau de pauvreté énergétique. L'originalité de ce travail est aussi de lier la dimension de pauvreté énergétique à une dimension d'inégalité. Ainsi, l'analyse teste la présence d'une relation à la Kuznets entre pauvreté énergétique et niveau de richesse. Il existe une vaste littérature sur les inégalités et le niveau de richesse des pays initiée notamment par Kuznets (1955). L'hypothèse de travail de Kuznets stipule qu'au premier stade de développement, un pays expérimente un relativement bas niveau d'inégalité, notamment de revenu. Les inégalités augmentent ensuite avec le développement jusqu'à un stade où une diminution des inégalités est attendu. Cette hypothèse a été vérifiée dans de nombreux articles à partir des années 70 mais à partir de données plus récentes et notamment en données de panel, les conclusions ont été plus mesurées (Gallup, 2012 ; Deininger & Lyn, 1996, 1998 ; List & Gallet, 1999). L'objectif du papier est de tester une relation non linéaire entre le niveau de pauvreté énergétique et les stades de développements des pays européens. L'hypothèse serait qu'en fonction du stade de développement économique des pays, le niveau de richesse n'ait pas le même impact sur le niveau de précarité énergétique.

La deuxième partie présente une revue de la littérature sur la pauvreté énergétique, les données utilisées et la méthodologie sont ensuite présentées dans la partie 3, les résultats sont enfin discutés dans la partie 4 avant une conclusion.

1. Revue de la littérature : définition et facteurs explicatifs

La littérature s'interroge tout d'abord sur la définition du concept de précarité énergétique, les indicateurs possibles et évalue les facteurs explicatifs à partir de données d'enquêtes sur les ménages avec des modèles à variables qualitatives. On peut retenir que la précarité énergétique résulte de 3 causes majeures : le niveau

de revenu des ménages, le prix de l'énergie et le niveau d'efficacité énergétique des immeubles (Nolay, 2006 ; Devallière, 2007 ; Palmer, MacInness, & Kenway, 2008 ; Pye & Dobbins, 2015 ; Charlier, Risch, & Salmon, 2015).

1.1. Définition

Concernant la définition, 2 termes anglais sont alternativement utilisés *Energy Poverty* et *Fuel Poverty*. Selon Li, Llyod, Liang et Wei (2014) le premier terme est souvent défini comme une difficulté d'accès à l'énergie et donc aux services associés à la consommation d'énergie. Reddy (2000) précise qu'il correspond à « the absence of sufficient choice in accessing adequate, affordable, reliable, high-quality, safe and environmentally benign energy services to support economic and human development ». Le second terme est souvent considéré comme synonyme, il est cependant plus utilisé pour faire référence à une situation d'accès à l'énergie à un faible coût⁴ (Bouzarovski, Patrova, & Sarlamanov, 2012). Le premier serait donc plus adapté dans le cas de pays en développement et le second pour les pays développés. Dans l'article, nous utilisons alternativement le terme de pauvreté ou de précarité énergétique. Selon la loi française du 12 juillet 2010 portant sur l'engagement national pour l'environnement « est en situation de précarité énergétique une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat ».

La littérature souligne l'absence d'un indicateur quantitatif de la précarité énergétique (Moore, 2012 ; S. Pye & Dobbins, 2015 ; Thomson, Bouzarovski, & Snell, 2017) pour l'Europe. Les directives demandent aux Etats membres de protéger les consommateurs vulnérables mais chaque pays doit définir, selon ses caractéristiques, les consommateurs vulnérables. Certains pays ont défini un seuil maximal de la part du budget des ménages consacrés aux dépenses en énergie. Par exemple, en Italie, le seuil est fixé à 5% pour les dépenses en électricité et à 10% pour le gaz. En Irlande, c'est 10% du revenu disponible pour les dépenses d'énergie pour le logement. D'autres pays proposent une définition plus subjective sans référence quantitative. Par exemple, la France a inscrit dans l'article 11 de loi de Grenelle II en 2010, « Est en situation de précarité énergétique au titre de la présente loi une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires

⁴ Le Royaume-Uni, premier pays à proposer une définition, a initialement retenu la définition de Boardman (2010) selon laquelle « if a householder needed to spend more than 10% of their income on total household fuel cost to achieve a satisfactory indoor temperature regime then they were classed to be in fuel poor ». Actuellement il retient 2 critères : un coût de l'énergie supérieur au niveau médian national et un revenu hors dépenses en énergie en dessous du seuil de pauvreté.

en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat ». Aucun seuil de référence n'a été précisé. La non existence d'une mesure uniforme de précarité énergétique constitue une des premières difficultés rencontrées pour modéliser ce phénomène en Europe.

1.2. Facteurs explicatifs

Les articles empiriques sur le sujet de la pauvreté énergétique en Europe ont émergé dans les années 2000, ils sont généralement basés sur des données d'enquête sur les revenus et les conditions de vie et visent notamment à déterminer les facteurs explicatifs de la probabilité pour un ménage d'être en situation de précarité.

Par exemple, à partir des données de « l'Enquête Logement 2006 » de l'INSEE et un échantillon de 26531 ménages français, Legendre et Ricci (2015) calculent 3 indicateurs de pauvreté énergétique. Les estimations économétriques montrent que la probabilité d'être vulnérable est plus importante pour les personnes en retraite, vivant seules, en location, utilisant une chaudière pour le chauffage, cuisant au butane ou au propane et ayant une mauvaise isolation du toit de leur logement. Les résultats varient selon l'indicateur retenu. A partir des résultats d'estimation de modèles logit et logit multinomial avec des données françaises issues de l'enquête INSEE 2009-2011 SRCV (*Statistics on Resources and Living Conditions*), Chaton et Lacroix (2018) concluent qu'un faible revenu est source de précarité énergétique et contribue, plus qu'un mauvais logement, à aggraver une situation de vulnérabilité. Les résultats empiriques de Belaid (2018) montrent que la probabilité d'être vulnérable diminue avec la performance énergétique et confirme l'existence d'un gradient social de la pauvreté énergétique. L'étude est basée sur les données de l'enquête PHEBUS (Performance de l'Habitat, Équipements, Besoins et USages de l'énergie) lancée par le ministère français du développement durable en 2013.

Pour le Royaume-Uni, Roberts, Vara-Toscano et Phimister (2015), avec les données de la 12^{ème} vague de l'enquête *British Household Panel Survey*, qui fournit des informations sur des individus et des ménages sur les périodes 1997/1998 et 2008/2009, obtiennent les résultats suivants : (i) la précarité énergétique est plus persistante quand on habite dans une zone urbaine, (ii) l'impact d'un choc de prix de l'énergie est plus fort pour les ménages en situation de précarité énergétique en zone rurale, (iii) les mesures contre la précarité énergétique peuvent avoir des impacts différents dans les zones rurales et urbaines.

D'autres études dans des pays européens identifient d'autres facteurs importants. Au début des années 2000, plus de 17% de la population Irlandaise était en situation de précarité énergétique. Healy et Clinch (2002a, 2004), à partir des données d'une enquête 2001 sur 1500 logements en Irlande, montrent que les couples, ayant un

bon niveau d'éducation, habitant dans une maison récente, propriétaires de leur logement ont moins de difficultés à maintenir une température adéquate dans leur logement. L'humidité et la condensation dans les logements est un facteur aggravant de la précarité énergétique. Scarpellini, Rivera-Torres, Suarez-Pelarez et Aranda-Uson (2015) analysent la pauvreté énergétique dans la région de l'Aragon en Espagne. Une enquête sur 615 ménages en situation de pauvreté énergétique permet de mesurer leurs dépenses en énergie et d'identifier les facteurs explicatifs. Les résultats montrent que le revenu est le principal facteur et que le fait d'être au chômage accroît le risque d'être en situation de précarité énergétique.

Poruschi et Ambrey (2018), abordent la question de la précarité énergétique sous l'angle de la justice sociale en Australie. Ils utilisent les données de l'enquête HILDA (*Labour Dynamics in Australia*) 2007-2014 pour estimer la probabilité de dépenser plus de 10% de son revenu pour chauffer son logement, l'électricité et le gaz. La probabilité de dépasser le seuil de 10% est plus importante pour les ménages à faibles revenus et en location, l'effet est renforcé avec la densité urbaine. Par ailleurs les ménages en appartement ont moins de risque de dépasser le seuil des 10%.

La majorité des études expliquent la précarité énergétique par des facteurs socio-économiques et les caractéristiques des logements. Elles visent à identifier les causes principales afin d'apporter des recommandations en terme de politiques publiques nationales. En revanche, les études au niveau européen sont peu nombreuses et donc la question des disparités au sein de l'Europe est peu abordée.

Pour leur étude empirique Thomson et Snell (2013) utilisent les données de l'enquête Eurostat EU-SCIL 2007 (European Union Statistics on Income and Living Conditions). Ils disposent de données sur 201064 ménages issus de 17 pays européens pour l'année 2007. Les auteurs soulignent la plus forte vulnérabilité des ménages du Sud et de l'Est de l'Europe. Les estimations économétriques montrent notamment que la probabilité pour un ménage d'être dans l'incapacité à maintenir une température adéquate dans son logement est plus importante dans les zones rurales. L'objectif de ce papier est de comprendre à l'échelle des ménages les facteurs explicatifs de la vulnérabilité énergétique.

Bouzarovski et Tirado Herrero (2017) mettent l'accent sur les disparités entre les pays européens en terme de pauvreté énergétique et les présentent comme des inégalités territoriales. Selon eux, on retrouve la distinction classique de développement économique entre le cœur et la périphérie dans le cas de la précarité énergétique. 3 groupes de pays sont identifiés au sein de l'UE : (i) les pays du sud, (ii) les pays de l'est et (iii) les pays de l'ouest et du nord. Les pays du troisième groupe appartiennent au cœur, ils ont un niveau de pauvreté énergétique plus faible et une dynamique différente. Les facteurs explicatifs sont les performances économiques, les niveaux de revenu, la qualité du stock de logement et les politiques réelles permettant d'identifier les groupes vulnérables. Cette étude à une échelle plus macroéconomique reste une étude descriptive.

Comme le montre cette revue non exhaustive de la littérature la dimension macroéconomique et notamment la question des disparités en Europe est un sujet très peu abordé et l'objectif de cet article est d'apporter un nouvel éclairage sur cette dimension. Il s'agit d'analyser les disparités entre les pays européens et d'estimer la relation entre le revenu par habitant et la pauvreté énergétique, forme d'inégalité sociale et environnementale. Tester une courbe de Kuznets dans le cas de la pauvreté énergétique constitue l'originalité majeure de l'article. Par ailleurs, la dimension panel de l'échantillon qui inclut 28 pays européens sur la période 2004-2016 apporte un nouvel éclairage sur l'évolution de la précarité énergétique en Europe et des disparités entre les pays.

2. Méthodologie

2.1. Les indicateurs de la pauvreté énergétique en Europe

Les données sont issues de l'enquête EU-SILC d'Eurostat. Ce sont aujourd'hui les seules qui permettent d'établir une comparaison entre les pays européens et d'analyser l'évolution dans le temps des revenus des ménages et de leurs conditions de vie. Les données sont disponibles depuis 2004. D'un point de vue méthodologique certaines lacunes ont été soulignées notamment par Thomson et Snell (2013) et Krell, Frick et Grabka (2017) mais les données issues de cette enquête restent une bonne référence.

Pour notre analyse empirique nous avons retenu 28 pays⁵ pour lesquels nous disposons de l'ensemble des données. Nous utilisons les données agrégées par pays publiées par Eurostat sur la période 2004-2016.

La pauvreté énergétique est un concept multidimensionnel qui est difficilement mesurée par un seul indicateur. Nous calculons un indicateur composite basé sur 3 mesures complémentaires de la pauvreté énergétique par pays, exprimées en pourcentage des personnes interrogées qui ont répondu:

- être dans l'incapacité à maintenir une température suffisamment chaude dans le logement (*PE_température*) ;
- avoir été dans l'incapacité de payer en raison de difficultés financières une facture de services publics (d'eau, de gaz et d'électricité courantes) dans les douze derniers mois pour le logement principal (*PE_facture*) ;
- vivre dans un logement ayant soit des fuites dans la toiture, soit des murs, sols ou fondations humides, soit de la pourriture dans les châssis de fenêtre ou le sol (*PE_logement*).

⁵ Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Tchéquie, Allemagne, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Royaume-Unis, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lituanie, Luxembourg, Lettonie, Malte, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie, Slovénie et Suède.

La corrélation entre l'incapacité de maintenir une température adéquate et l'incapacité de payer une facture est de 60% alors qu'elle est de 51% avec un logement mal isolé. Elle est de 40% entre l'incapacité de payer une facture et un logement mal isolé. Les 3 indicateurs mesurent des aspects différents de la précarité énergétique. Ils fournissent une mesure consensuelle de la pauvreté énergétique (Thomson et al., 2017). Selon Healy et Clinch (2002b) ils permettent de capturer des aspects plus larges de la précarité énergétique tels que l'exclusion sociale et la privation matérielle. L'incapacité de maintenir une température adéquate, tout en étant très subjectif et déclaratif, donne un aperçu de la perception des ménages vis-à-vis du chauffage dans les pays de l'UE. Les arriérés de facture, donnent une indication sur la proportion des ménages en difficultés financières en ce qui concerne les dépenses en gaz, eau et électricité. Enfin, déclarer vivre dans un logement avec des problèmes d'isolations n'est pas directement une mesure de pauvreté énergétique mais à l'échelle des pays de l'UE cela représente l'état du parc des logements, celui-ci étant corrélé à la précarité.

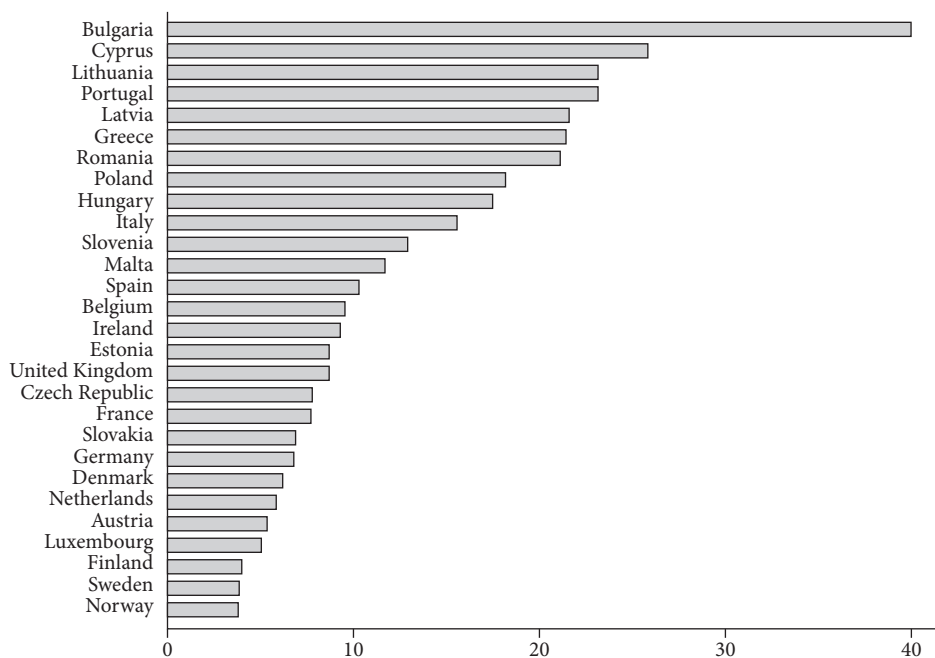
Healy et Clinch (2002b) proposent plusieurs indicateurs composites de la pauvreté énergétique. Un poids différent est affecté à chaque indicateur *PE_température*, *PE_facture* et *PE_logement*. Dans notre analyse nous utiliserons l'indicateur composite retenu par Thomson et Snell (2013), Bouzarovski et Tirado Herrero (2017), noté *Index_PE* et calculé de la manière suivante

$$Index_PE = 0,5 \cdot PE_température + 0,25 \cdot PE_facture + 0,25 \cdot PE_logement$$

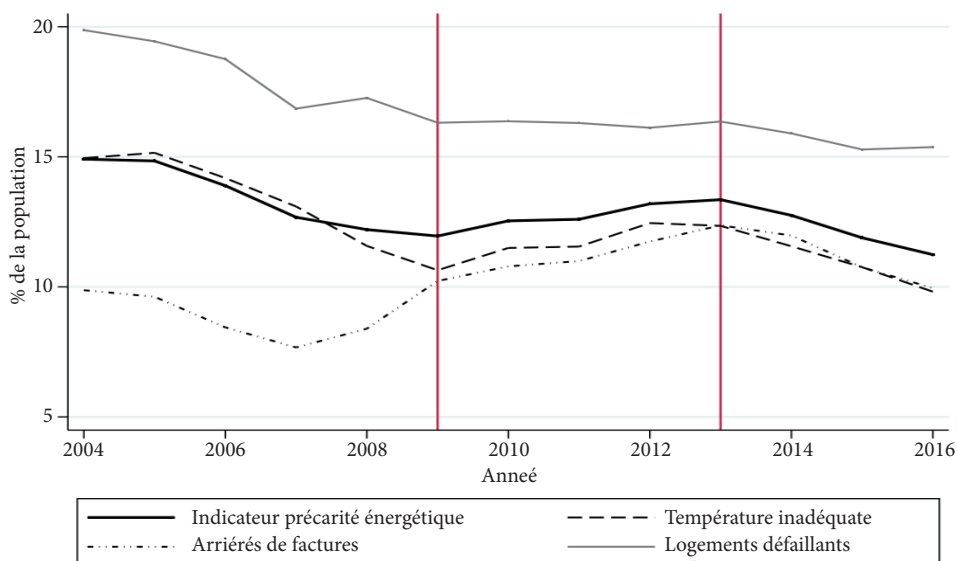
Cet indicateur de précarité énergétique accorde plus de poids à la déclaration d'être dans l'incapacité à maintenir une température adéquate dans le logement par rapport aux arriérés de factures et aux logements insalubres. Il n'existe pas une définition de la précarité énergétique, c'est pourquoi les résultats seront aussi comparé aux résultats obtenus avec le pourcentage de ménage déclarant être dans l'incapacité de maintenir une température adéquate. Les arriérés de factures et les logements insalubres pouvant avoir d'autres explications qu'une incapacité de faire face au coût énergétique, ces deux mesures ne seront pas utilisées d'une manière isolée.

Le graphique 1 présente la valeur moyenne de l'indicateur sur l'ensemble de la période par pays. Le maximum est observé en Bulgarie avec une valeur de 40 et le minimum en Norvège avec une valeur de 3,73. Les pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe ont les indices les plus faibles.

Le graphique 2 montre l'évolution de la valeur moyenne sur les 28 pays de l'indicateur entre 2004 et 2016. On distingue 3 phases d'évolution : (i) 2004-2009 l'indice diminue de 14,91 à 11,95 (ii) 2009-2013 il augmente jusqu'à la valeur 13,95, après la crise de 2008, il revient à se rapproche de sa valeur initiale de 2004 (iii) 2013-2016 il diminue pour atteindre sa valeur la plus faible sur l'ensemble de la période 11,23.



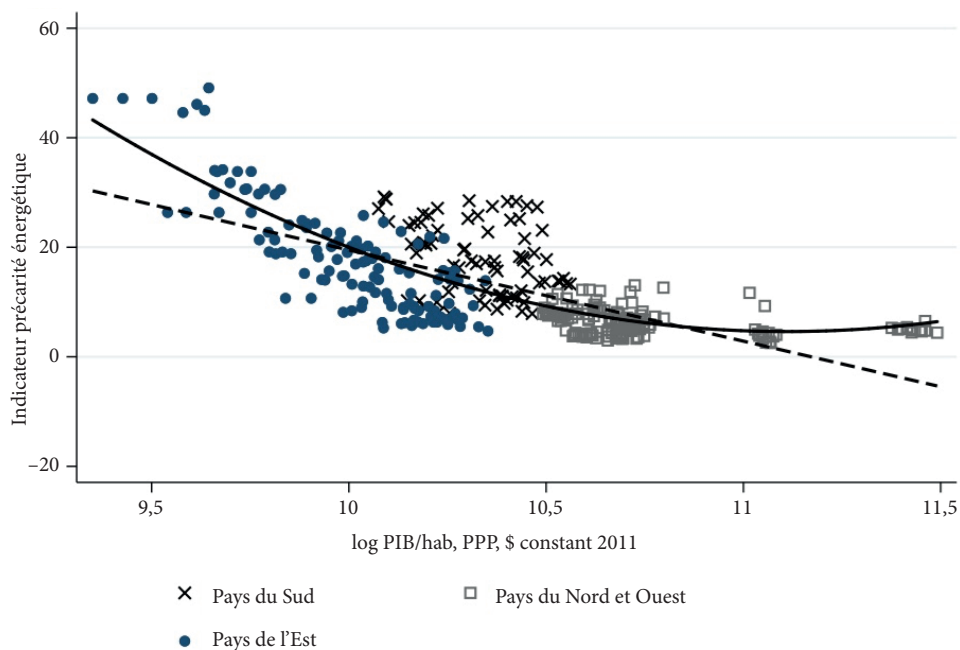
Graphique 1. Indicateur composite de la pauvreté énergétique en Europe (moyenne sur la période 2004-2016)



Graphique 2. Evolution de l'indicateur composite de la pauvreté énergétique en Europe (moyenne sur les 28 pays européens)

2.2. Les facteurs explicatifs

Les analyses empiriques identifient principalement 3 facteurs qui expliquent la précarité énergétique: le revenu, les caractéristiques du logement et le coût de l'énergie. Au niveau macro-économique les disparités observées entre les pays européens sont notamment liées à la question du développement économique. Dans la littérature, 3 groupes de pays européens ont été identifiés : les pays du Sud, les pays de l'Est et les pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe. La corrélation entre l'indicateur composite de pauvreté énergétique et le PIB par tête exprimé en log est négatif et égale à -65% . Le graphique 3 présente la relation entre les variables *Index_PE* et *log PIB_hab*. La relation est décroissante mais l'ajustement quadratique semble plus pertinent que l'ajustement linéaire et laisse supposer l'existence d'une courbe en U en Europe. Le niveau de richesse par habitant semble donc un facteur déterminant. Une forme en U de la relation indique qu'il y aurait un seuil de niveau de vie à partir duquel la précarité énergétique pourrait s'aggraver de nouveau. On distingue aussi clairement une disparité en fonction du groupe de pays européens. Les pays de l'Est avec un niveau de richesse relativement plus faible aux autres pays ont un indicateur de pauvreté énergétique en moyenne supérieur aux pays du Sud de l'Europe et du Nord et Ouest.

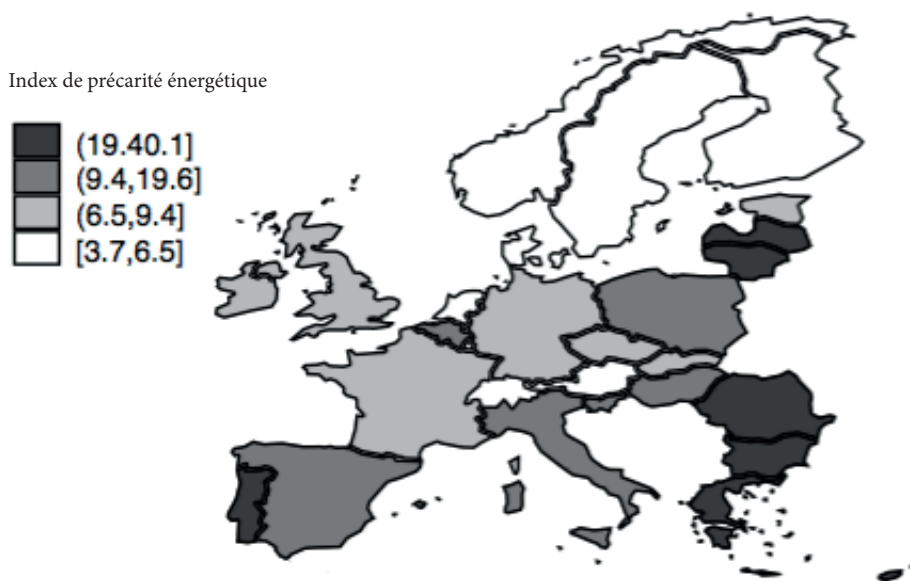


Graphique 3. Relation entre l'indice de pauvreté énergétique et le PIB par habitant

Les autres facteurs explicatifs cités dans la littérature sont notamment : le prix de l'énergie, la qualité du stock de logement et le taux d'urbanisation. Au niveau de l'analyse empirique nous retiendrons le prix de l'énergie et le taux d'urbanisation⁶.

Le coût de la facture énergétique des ménages est une source évidente de précarité énergétique. Pour les 28 pays sur l'ensemble de la période, Eurostat publie le prix de l'électricité toutes taxes comprises pour les consommateurs domestiques en Standard de Pouvoir d'Achat (SPA)⁷. Ce prix a été divisé par l'indice annuel des prix à la consommation afin d'obtenir le prix réel de l'électricité. Le prix moyen en SPA a été de 0,19 avec un minimum de 0,09 en Grèce en 2005 et un maximum de 0,39 à Malte en 2006. On observe un prix moyen plus faible dans les pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe avec une moyenne autour de 0,17 SPA et une moyenne autour de 0,22 pour les pays du Sud et de l'Est. La corrélation entre le prix de l'électricité et l'indice composite de précarité énergétique est de 33,6%.

Les statistiques sur les zones rurales dans l'Union Européenne⁸ soulignent que les personnes vivant en zones rurales sont plus exposées au risque de pauvreté énergétique notamment dans beaucoup de pays de l'Est (Bulgarie, Roumanie,

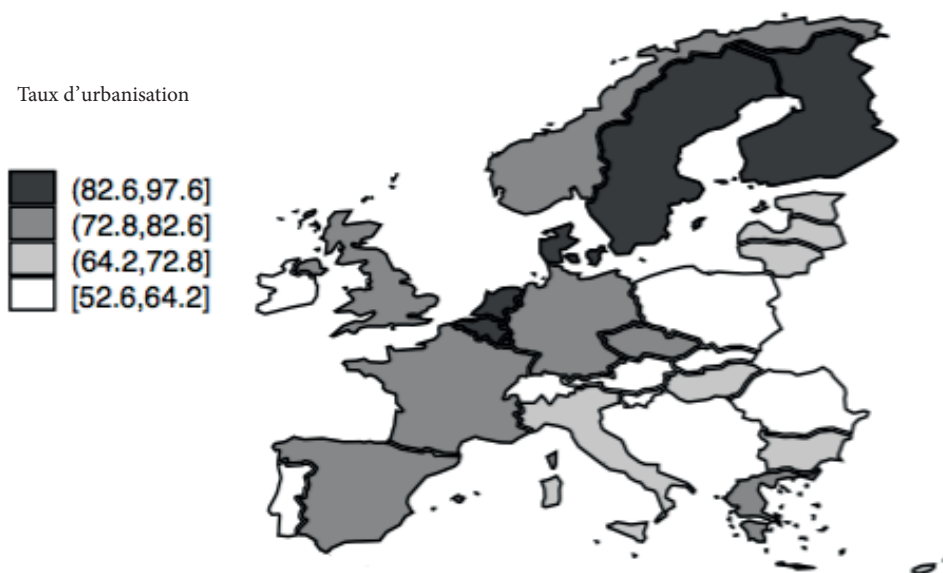


Graphique 4. Indice de pauvreté énergétique moyen par pays

⁶ Au niveau macro-économique sur l'ensemble des 20 pays et la période 2004-2016, il n'y a pas de statistique sur le stock de logement, dans la modélisation ce facteur sera considéré comme une caractéristique pays et donc comme un effet fixe pays.

⁷ Avant 2007 nous avons utilisé le tarif pour une consommation annuelle de 3500kwh et après 2007, le tarif pour une consommation annuelle entre 2500 et 5000 kwh.

⁸ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics_on_rural_areas_in_the_EU/fr#Risque_de_pauvret.C3.A9_et_d.E2,80,99exclusion_sociale



Graphique 5. Taux d'urbanisation moyen par pays

Lettonie, Lituanie, Hongrie, Pologne, ...) et des pays du Sud de l'Europe (Espagne, Grèce et Portugal). La corrélation entre l'indice composite de précarité énergétique *Index_PE* et le taux d'urbanisation est négative, elle est de -34% . Le graphique 4 montre la disparité de l'indicateur composite de précarité énergétique entre pays européen. Le graphique 5 présente la répartition géographique du taux d'urbanisation. Les pays du Nord et de l'Ouest de l'Europe ont un taux d'urbanisation en moyenne plus fort (80% contre 74% dans les pays du Sud et 63% dans les pays de l'Est) et un niveau de précarité énergétique en moyenne plus faible (6% contre 18% environ dans les pays du Sud et de l'Est de l'Europe). Il existe cependant une disparité pour les pays du Sud et de l'Est avec une hétérogénéité plus importante du taux d'urbanisation et de précarité énergétique.

Le tableau 1 présente les sources des données et les statistiques descriptives.

2.3. Modèle et méthode d'estimation

Empiriquement, il existe une relation non linéaire entre les inégalités de revenu et le niveau de développement, représentée par la courbe de Kuznets. La précarité énergétique est une forme de l'inégalité environnementale et on observe une forte corrélation (63%) entre l'indice de GINI et l'indicateur composite de précarité énergétique *Index_PE*.

Afin de tester l'existence d'une relation de type Kuznets, on estime le modèle suivant

Tableau 1. Statistiques descriptives

Variables	N	mean	sd	min	max	Source	Intitulé
Index_PE	364	12,93	9,123	2,525	49,10	Calcul des auteurs	Indice composite de la précarité énergétique
PE_température	364	12,27	13,15	0,300	69,50	Enquête EU-SILC-Eu-rostat	% de la population dans l'incapacité à maintenir une température adéquate dans le logement
PE_facture	364	10,21	7,857	1,100	42,20	Enquête EU-SILC-Eu-rostat	% de la population ayant des arriérés de factuyres courantes
PE_logement	364	16,94	7,930	4,400	43,90	Enquête EU-SILC-Eu-rostat	% de la population vivant dans un logement ayant soit des fuites dans la toiture, soit des murs, sols ou fondations humides, soit de la pourriture dans les châssis de fenêtre ou le sol
PIB_hab	364	35,385	15,431	11,507	97,864	World Bank – WDI	PIB par habitant PPP (constant 2011 international \$)
Prix_Electricite	364	0,198	0,0518	0,0954	0,399	Eurostat	prix réel de l'électricité toutes taxes comprises pour les consommateurs domestiques en Standard de Pouvoir d'Achat (SPA)
Indice Prix Energie	299	99,23	10,42	74,9	128,3	International Energy Agency	Indice de prix réel de l'énergie pour le secteur domestique
URBAN	364	73,17	12,12	51,31	97,92	World Bank – WDI	population urbaine en % du total

$$\begin{aligned}
 & \textit{Précarité Energétique}_{it} \\
 &= \beta_{1i} + \beta_2 \log \textit{PIB_hab}_{it} + \beta_3 (\log \textit{PIB_hab})_{it}^2 + \beta_4 \textit{Prix Energie}_{it} \\
 &+ \beta_5 \textit{Urbanisation}_{it} + \beta_6 \textit{Précarité Energétique}_{it-1} + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

Le coefficient β_{1i} représente les effets fixes pays et ε le terme d'erreur. Le modèle est dynamique et estimé avec la méthode Arrellano et Bond. Afin de tester la validité des instruments les test d'autocorrélation des résidus et le test de suridentification de Sargan-Hansen sont présentés.

Les variables *Index_PE* comme indicateur composite et *PE_température* sont successivement utilisées pour approximer la variable *Précarité Energétique*. Par ailleurs, afin de tester la robustesse des résultats, 2 mesures de prix de l'énergie sont utilisées. La série du prix de l'électricité d'Eurostat disponible pour les 28 pays sur la période 2004-2016 et l'indice de prix réel de l'énergie pour le secteur domestique de l'International Energy Agency (IEA, 2019). Cet indice est disponible pour 23 pays de l'OCDE sur la période 2004-2016. Cet indice a l'avantage de prendre en compte un panel plus large du coût de l'énergie pour les ménages tel que le pétrole, le charbon, le gaz naturel et l'électricité. Cependant il exclut de l'échantillon les pays suivants : Bulgarie, Chypre, Lituanie, Malte et Roumanie. Le coefficient de corrélation entre les 2 prix est seulement de 40%. L'utilisation de cette variable avec une définition plus fine du prix de l'énergie mais en excluant la Bulgarie, Chypre et la Lituanie permet aussi de tester la robustesse des résultats aux valeurs extrêmes de nos indicateurs de précarité énergétique.

Le modèle étant dynamique les effets, à court terme et à long terme, d'une variation du revenu sont mesurés de la manière suivante :

- Effet à court terme : $\beta_2 + 2 \cdot \beta_3 \cdot \log \textit{PIB_hab}$
- Effet à long terme : $\frac{\beta_2 + 2 \cdot \beta_3 \cdot \log \textit{PIB_hab}}{1 - \beta_6}$

Les effets sont mesurés avec la valeur moyenne du PIB par habitant observé en 2016 sur les 28 pays et par groupe de pays : pays du Sud, pays de l'Est et pays du Nord et de l'Ouest.

Le point de retournement, niveau de PIB par habitant à partir duquel le signe de l'effet marginal du PIB par habitant change, est donné par : $\log \textit{PIB_hab}^r = -\frac{\beta_2}{2 \cdot \beta_3}$.

3. Résultats et discussion

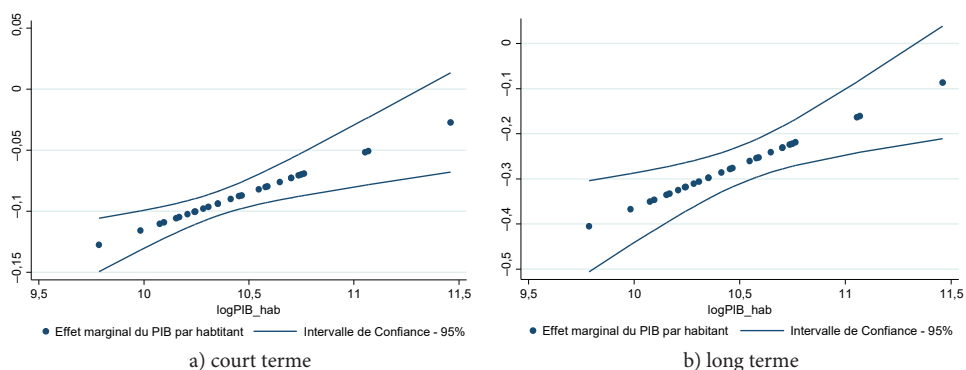
Les résultats d'estimation sont présentés dans le tableau 2. Les effets prix sont positifs. Une augmentation du coût de l'énergie induit une augmentation de la précarité énergétique. Une hausse du prix de l'électricité de 1% induit une augmentation

de 0,015 point de pourcentage de l'indicateur de précarité énergétique *Index_PE* (colonne (2)) et 0,042 point de pourcentage de *PE_température* (colonne (4)). L'effet mesuré avec l'indice réel du prix de l'énergie est similaire suggérant que nos résultats sont robustes aux valeurs extrêmes de la Bulgarie. Le taux d'urbanisation a un impact négatif, une augmentation de 1 point de pourcentage induit une baisse de la précarité de 0,2 point de pourcentage de *Index_PE* (colonne (2)) et une baisse de 0,47 point de pourcentage de *PE_température* (colonne (4)). L'effet est un peu plus fort sur l'échantillon de 23 pays sachant que les pays exclus sur cet échantillon sont des pays avec un taux d'urbanisation plus faibles. Ce résultat est conforme aux résultats de la littérature suggérant que les zones rurales sont plus exposées au risque de précarité énergétique.

L'objectif du papier est d'évaluer la relation entre le niveau de développement économique et la précarité énergétique. Les résultats d'estimation montrent qu'il y a une relation non linéaire. La précarité énergétique, expression d'une inégalité environnementale, diminue avec le niveau de développement et à partir d'un certain seuil, la relation s'inverse. Ce résultat est donc contraire à l'hypothèse de Kuznets selon laquelle au stade initial de développement les inégalités augmentent avec la croissance économique mais à partir d'un seuil elles diminuent. La précarité énergétique vue comme une approximation d'inégalité environnementale diminue donc avec le développement jusqu'à atteindre un seuil à partir duquel cette relation peut s'inverser.

L'analyse des résultats de la colonne (2) indique que le point de retournement se situe à un PIB par habitant en logarithme de 11,91. Aucun pays de l'échantillon n'a atteint ce seuil. Le maximum observé est égal à 11,49 au Luxembourg.

Les effets marginaux sont représentés graphique 6.



Graphique 6. Effet marginal du revenu par tête sur *Index_PE*

Tableau 2. Les déterminants de la précarité énergétique (PE)

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Index_PE	Index_PE	PE_ température	PE_ température	Index_PE	Index_PE	PE_ température	PE_ température
Index_PE ($t-1$)	0,6869*** (0,0121)	0,6846*** (0,0143)	0,7579*** (0,0076)	0,7552*** (0,0144)	0,6591*** (0,0162)	0,6644*** (0,0159)	0,7611*** (0,0111)	0,7555*** (0,0117)
PE_ température ($t-1$)	-71,5238*** (14,8895)	-71,4972*** (18,6329)	-96,1890*** (12,0744)	-114,697*** (26,5056)	-171,147*** (29,1665)	-177,795*** (28,4547)	-137,703*** (19,5655)	-201,390*** (34,6916)
logPIB_hab	3,0418*** (0,7329)	3,0004*** (0,9007)	4,2617*** (0,6067)	5,1046*** (1,3089)	7,7707*** (1,4105)	8,0531*** (1,3725)	6,2274*** (1,0005)	9,2291*** (1,7032)
logPrix_Electricite	1,3669*** (0,5177)	1,5225*** (0,6190)	4,3847*** (0,3809)	4,2866*** (0,7351)				
Indice Prix Energie					0,0273*** (0,0048)	0,0248*** (0,0049)	0,0261*** (0,0044)	0,0354*** (0,0078)
Taux Urbanisation		-0,1988* (0,1055)		-0,4750*** (0,1075)		-0,3449* (0,2017)		-0,6133** (0,2807)
trend	0,0080 (0,0160)	0,0450* (0,0271)	-0,0793*** (0,0143)	0,0190 (0,0286)	0,0123 (0,0103)	0,0932** (0,0446)	-0,0292** (0,0146)	0,0850 (0,0702)
Point de retournement logPIB_hab [IC] ⁽¹⁾	11,75 [10,99, 12,52]	11,91 [10,97, 12,85]	11,28 [10,89, 11,67]	11,23 [10,65, 11,81]	11,01 [10,75, 11,27]	11,03 [10,78, 11,29]	11,05 [10,64, 11,47]	10,91 [10,63, 11,18]
Observations	308	308	308	308	253	253	253	253
Nombre de pays	28	28	28	28	23	23	23	23
AR1-pval	0,01	0,01	0,02	0,02	0,008	0,007	0,001	0,001
AR2-pval	0,84	0,84	0,94	0,95	0,68	0,68	0,78	0,81
sargan-pval	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Notes : entre parenthèse figurent les écart-types, *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Méthode d'estimation : Arrellano et Bond. (1) : [IC] = intervalle de confiance pour $\alpha = 5\%$.

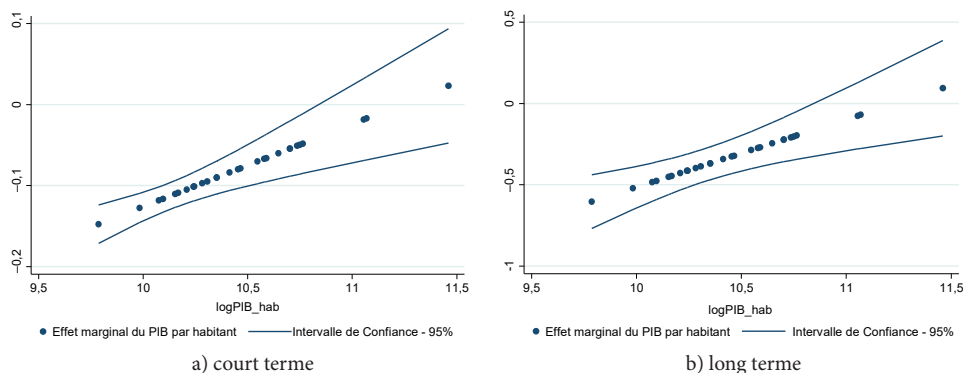
Aux extrémités gauches des graphiques 6 se trouvent la plupart des pays de l'Est avec un niveau de développement relativement plus faible que le reste des pays européens. En 2016, la Bulgarie avait un niveau de PIB par tête en logarithme égal à 9,78, les résultats d'estimation indiquent qu'une augmentation de 1% de son PIB par tête a impact négatif sur *Index_PE*, celui-ci diminue de 0,12 point de pourcentage à court terme et de 0,4 points à long terme. Le niveau du PIB par tête en logarithme en France s'élevait à 10,54, une augmentation de 1% du PIB par tête réduit la précarité énergétique de 0,08 point de pourcentage à court terme et de 0,27 points à long terme. Dans les pays les plus riches de l'Europe, aux extrémités droites des graphiques 6, comme au Luxembourg⁹ il n'est pas significatif.

En décomposant les effets par zones géographiques, l'impact marginal de la croissance économique est plus fort dans les pays du Sud et de l'Est de l'Europe que dans les pays du Nord et de l'Ouest (tableau 3).

Tableau 3. Effet marginal du PIB par habitant sur *Index_PE*

	Log PIB_hab moyenne 2016	Effet de court terme (en point de %)	Effet de long terme (en point de %)
Pays de l'Est	10,15	-0,10	-0,33
Pays du Sud	10,33	-0,09	-0,30
Pays du Nord et de l'Ouest	10,79	-0,06	-0,21

Les résultats obtenus sont identiques pour les 2 indicateurs retenus : *Index_PE* et *PE_température* (graphique 7 et tableau 4). Notamment le résultat selon lequel l'effet marginal du revenu est non significatif quand il se rapproche de 11 en logarithme soit près de 60 000 \$ par habitant en PPP constant 2011. La disparité entre les 3 zones de l'Europe est également confirmée.



Graphique 7. Effet marginal du revenu par tête sur *PE_température*

⁹ Le Luxembourg avait un PIB par tête en logarithme de 11,46 en 2016.

Tableau 4. Effet marginal du PIB par habitant sur Index_PE

	Log PIB_hab moyenne 2016	Effet de court terme (en point de %)	Effet de long terme (en point de %)
Pays de l'Est	10,15	-0,10	-0,44
Pays du Sud	10,33	-0,09	-0,37
Pays du Nord et de l'Ouest	10,79	-0,04	-0,18

Conclusion

Selon l'hypothèse de la courbe de Kuznets, initialement les inégalités augmentent avec la croissance économique, puis à partir d'un seuil elle diminue. Le papier examine la relation entre croissance économique et inégalités environnementale en Europe. Il utilise pour cela deux indicateurs de précarité, la part de la population dans l'incapacité à maintenir une température suffisamment chaude dans le logement et un indice composite prenant en compte 3 indicateurs : l'incapacité à maintenir une température suffisamment chaude dans le logement, l'incapacité de payer une facture de services publics et le fait de vivre dans un logement insalubre.

Nos résultats montrent que la croissance économique en Europe permet de réduire la précarité énergétique. L'impact est plus fort dans les pays du Sud et de l'Est de l'Europe à court terme et à long terme. A partir d'un seuil de richesse par habitant, l'impact n'est plus significatif. Ce phénomène est observé pour les pays les plus riches de l'Europe.

Ce résultat confirme qu'une amélioration du niveau de vie de la population notamment dans les pays du Sud et de l'Est de l'Europe a permis de réduire la précarité énergétique. Ainsi, le développement économique des pays de l'Est s'est accompagné d'une très forte baisse de la précarité énergétique. Par exemple, en Pologne, en Bulgarie et en Lettonie le taux de croissance du PIB par tête entre 2004 et 2016 a été respectivement de 57%, 55% et 52% et la variation de leur indice composite de précarité énergétique a été respectivement de -25, -17 et -16. Ces pays ne sont pas, par ailleurs, reconnus pour avoir mis en œuvre des politiques fortes en faveur de la réduction de la précarité énergétique (ASSIST 2Gether, 2018). Dans des pays plus riches qui ont bénéficié d'une forte croissance économique par tête comme la Suède et l'Irlande (+16% et +39% entre 2004 et 2016 respectivement) on observe une augmentation de la précarité (+0,3 et +2,3 d'indice composite de précarité entre 2004 et 2016 respectivement). Les résultats confirment par ailleurs un impact positif d'une hausse des prix de l'énergie sur la précarité et un impact négatif d'un accroissement du taux d'urbanisation.

En conclusion, en Europe, le développement économique a été un facteur important de réduction de la pauvreté énergétique mais plus de croissance n'induit pas systématiquement moins de précarité, des mesures en faveur de l'efficacité

énergétique et/ou des mesures visant à accroître le pouvoir d'achat des ménages doivent être mises en place au niveau national. Le niveau national semble le plus pertinent car les mesures doivent prendre en compte les spécificités nationales et cibler les ménages les plus vulnérables. Dans un contexte futur d'augmentation du prix des énergies ces mesures sont encore plus primordiales.

References

- Assist 2Gether. (2018). *Vulnerable consumers and fuel poverty report*. European Union's Horizon.
- Belaïd, F. (2018). Exposure and risk to fuel poverty in France: Examining the extent of the fuel precariousness and its salient determinants. *Energy Policy*, 114, 189-200.
- Boardman, B. (2010). *Fixing fuel poverty: Challenges and solutions*. London: Earthscan.
- Bouzarovski, S., & Tirado Herrero, S. (2017). The energy divide: Integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union. *European, Urban and Regional Studies*, 24(1), 69-86.
- Bouzarovski, S., Patrova, S., & Sarlamanov, R. (2012). Energy poverty in the EU: A critical perspective. *Energy Policy*, 49, 76-82.
- Charlier, D., Risch, A., & Salmon, C. (2015). Les indicateurs de la précarité énergétique en France. *Revue Française d'Economie*, 4(30), 187-230.
- Chaton, C., & Lacroix, E. (2018). Does France have a fuel poverty trap?. *Energy Policy*, 113, 258-268.
- Deininger, K., & Lyn, S. (1996). A new data set measuring income inequality. *World Bank Economic Review*, 10(3), 565-591.
- Deininger, K., & Lyn, S. (1998). New ways of looking at old issues: Inequality and growth. *Journal of Development Economics*, 57, 259-287.
- Devallière, I. (2007). Comment prévenir la précarité énergétique? Les leviers possibles et risques inhérents à la libéralisation du service de l'énergie. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 103, 137-143.
- EC. (2009a). Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC.
- EC (2009b). Directive 2009/73/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC.
- Gallup, J. L. (2012). *Is there a Kuznets curve?*. (Unpublished manuscript). Portland; Portland State University.
- Healy, J., & Clinch, J. P. (2002a). Fuel poverty, thermal comfort and occupancy: Results of a national household—survey in Ireland. *Applied Energy*, 73(3-4), 329-343.
- Healy, J., & Clinch, J. P. (2002b). *Fuel poverty in Europe: A cross country analysis using a new composite measure*. (Environmental Studies Research Series Working Papers, University College Dublin).

- Healy, J., & Clinch, J. P. (2004). Quantifying the severity of fuel poverty, its relationship with poor housing and reasons for non-investment in energy-saving measures in Ireland. *Energy Policy*, 32, 207-220.
- IEA. (2019). *Energy prices and taxes*.
- Krell, B. K., Frick, J. R., & Grabka, M. M. (2017). Measuring the consistency of cross-sectional and longitudinal income information in EU-SILC. *The Review of Income and Wealth*, 63(1), 30-52.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Legendre, B., & Ricci, O. (2015). Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable?. *Energy Economics*, 49, 620-628.
- Lewis, P. (1982). *Fuel poverty can be stopped*. Bradford: National Right for Fuel Campaign.
- Li, K., Lloyd, B., Liang, X., & Wei, Y. (2014). Energy poor or fuel poor: What are the differences?. *Energy Policy*, 68, 476-481.
- List, J. A., & Gallet, G. A. (1999). The Kuznets curve: What happens after the inverted-U?. *Review of Development Economics*, 3(2), 200-206.
- Moore, R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*, 40, 19-26.
- Nolay, P. (Ed.). (2006). *EPEE Project European fuel poverty and energy efficiency*. Paris: Alphéïs.
- Observatoire National de la Précarité Énergétique (ONPE). (2019). *Les chiffres clés de la précarité énergétique 2019*.
- Palmer, G., MacInness, T., & Kenway, P. (2008). *Cold and poor: An analysis of the link between fuel poverty and low income*. Report New Policy Institute.
- Pereira, M. G., Freitas, M. A. V., & da Silva, N. F. (2010). Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(4), 1229-1240.
- Poruschi, L., & Ambrey, C. L. (2018). Densification, what does it means for fuel poverty and energy justice? An empirical analysis. *Energy Policy*, 117, 208-217.
- Pye, S., & Dobbins, A. (2015). *Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: Analysis of policies and measures*. INSIGHT-E, Policy Report 2.
- Reddy, A. (2000). Energy and social issues. In World Energy Council and UNDP (Eds.), *Energy and the challenge of sustainability* (pp. 39-60). New York: United Nations Development Programme.
- Roberts, D., Vara-Toscano, E., & Phimister, E. (2015). Fuel poverty in the UK: Is a difference between rural and urban areas?. *Energy Policy*, 87, 216-223.
- Scarpellini, S., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., & Aranda-Usón, A. (2015). Analysis of energy poverty intensity from the perspective of the regional administration: Empirical evidence from households in southern Europe. *Energy Policy*, 86, 729-738.
- Thomson, H., Bouzarovski S., & Snell, C. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, 26(7), 879-901.
- Thomson, H., & Snell, C. (2013). Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union. *Energy Policy*, 52, 563-572.